

## العمارة ما بعد الثورة الرقمية

رؤية جدلية نحو بعد جديد لمستقبل التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء

عبيد سامي يوسف محمد

قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – جامعة طنطا – مصر

drabeersamy@yahoo.com

**ملخص.** في ظل عصر الثورة الرقمية والتي انعكس تأثيرها علي كافة مناحي الحياة، التحمت العمارة بالثورة الرقمية، ذلك لأن العمارة هي بمثابة البوتقة التي تنصهر بها كافة المتغيرات الحياتية التي تؤثر علي المجتمع بشتى محاورها، مما ينعكس بالتالي علي السياقات البنائية بمنظوماتها المختلفة المتمثلة في الوظيفة والشكل والإنشاء...، بما يحتويه كل منهم من تقنيات مختلفة نابعة من مردودات العصر.

وبالتالي فإن تلك النظم التقنية المستهدفة في السياقات البنائية بكافة أبعاد العملية التصميمية والتنفيذية هي دونما شك عنصر محوري ضمن عملية الإبداع الفكري المعماري، والذي يؤثر علي تبلور الفكر المعماري لدي إفراده لتلك المنظومات البنائية، وعليه يكتسب الفكر المعماري أفكار إبداعية متميزة ابتكاريه حديثة، والتي من شأنها أن تلبي الاحتياجات المختلفة لكل من العملية التصميمية والمتطلبات المجتمعية، فضلاً عن كونها تعبر عن إمكانيات الحقبة الزمانية المعاشة ومن ثم الارتقاء بالفكر المجتمعي.

ومن هنا تهدف الورقة البحثية إلي محاولة التعرف علي الثورة الرقمية بوجه عام وما تنتجه من إمكانيات تقنية تؤثر علي كل من العملية التصميمية وتكنولوجيا البناء في ظل التأثير علي الفكر المعماري والتي في بعض الأحيان تقيم حواراً إبداعياً مع قدرات المصمم التخيلية واهية إياه أدوات ومصطلحات جديدة من صنع الثورة الرقمية التي تؤثر علي المجتمع وثقافته وبالتالي علي المنتج المعماري حتي تنعم مجتمعاتنا بالندبة والهيمنة العلمية.

### 1. مقدمة

تشغل عملية التصميم المعماري مكانة هامة لدي المعماريين، حيث تعد محور ارتكاز العمل والفكر المعماري ولذلك تمثل بؤرة الاهتمام لدي المعماريين علي المستوي العملي والمهني والأكاديمي، كذلك تأثير تكنولوجيا البناء علي تلك الأفكار والنتائج الإبداعية والتي إما أن تكملها وتثريها أو تكون عنصر سلبي بها وقد تؤدي في بعض الأحيان إلي إفساد الشكل و الفراغ المعماري. وبالتالي فيشغل كل من التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء تلك الدرجة الهامة لكونهما نتاج مباشر لعملية الإبداع وخلاصة الدراسات والتحليلات والأبحاث المتعمقة في كافة التخصصات المرتبطة بالعمارة

والتي قد تفرز في بعض الأحيان أبعاد إنشائية جديدة حديثة ومبتكرة. الأمر الذي يشكل أهم عوامل التميز والترجيح عند التقييم والمفاضلة بين الأفكار التصميمية للمشروعات المعمارية، لذلك يسعى المعماريون علي مستوي العالم إلي استخدام أرقى التقنيات المتاحة للوصول إلي أحدث المعلومات والبيانات والاطلاع علي أحدث التطورات والأفكار لحل المشاكل والقضايا المعمارية بالإضافة إلي سعيهم إلي تطوير واستغلال أفضل الإمكانيات لتقديم أفكارهم وعرضها بالشكل الذي يحقق البساطة والوضوح، وذلك ليس فقط لأعضاء فريق التصميم وخاصة من التخصصات غير المعمارية بل أيضاً يحقق الوضوح لدي ملاك المشروع أو المستهدفين من غير المتخصصين. وذلك في ضوء التكامل مع مطروحات العصر التقنية لعملية تكنولوجيا البناء بأبعادها الإيجابية والتي تثيري تلك المنظومة وتبرز السمات التقنية للثورة الرقمية. لكن مع غياب الفهم الواضح لدي البعض بالضرورة الحتمية للتوجه نحو التقانات الرقمية في مجال العمارة وما يمكن أن تقدمه من أفكار ابتكاريه هي بمثابة حلول لإشكاليات عدة ولاسيما في مرحلتي التصميم المعماري والتنفيذ، فضلاً عن عدم وجود الأبحاث والدراسات المتزامنة مع تلك التطورات التقنية للثورة الرقمية والتي تبرز ما بها من إيجابيات يمكن أن يستفيد منها المعماري في عملية التصميم وكذا تكنولوجيا البناء والتي تنعكس بالتأكيد علي المنظومة الفكرية المعمارية. كل ذلك أوجب أهمية التعرض لتلك الجوانب التقنية الإيجابية للثورة الرقمية المستخدمة في مجال العمارة فيما يخص التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء وانعكاس ذلك علي الفكر المعماري والمنظومة التعليمية المعمارية، وهو ما تحاول أن تطرحه وتنتظره الورقة البحثية.

## 2. المردودات التقنية للثورة الرقمية علي العمارة: (بعد جديد لمستقبل التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء)

### 1.2. المحتوي المضموني للثورة الرقمية

يمكن القول أن الثورة الرقمية Digital Revolution هي نتاج لتداخل وتكامل أربع ثورات تكنولوجية، تمثلت الأولى في ظهور الحاسب الآلي الشخصي (الكمبيوتر)، والثانية في شبكة المعلومات (الإنترنت)، والثالثة في تطوير الوسائط المعلوماتية (الإنفوميديا)، أما الرابعة فهي المعلومات المتسعة والسريعة (سالانترنتز) التي تفوق الإنترنت، حيث حلت خلالها الألياف الضوئية محل الأسلاك النحاسية (حسن، إبريل 2004).

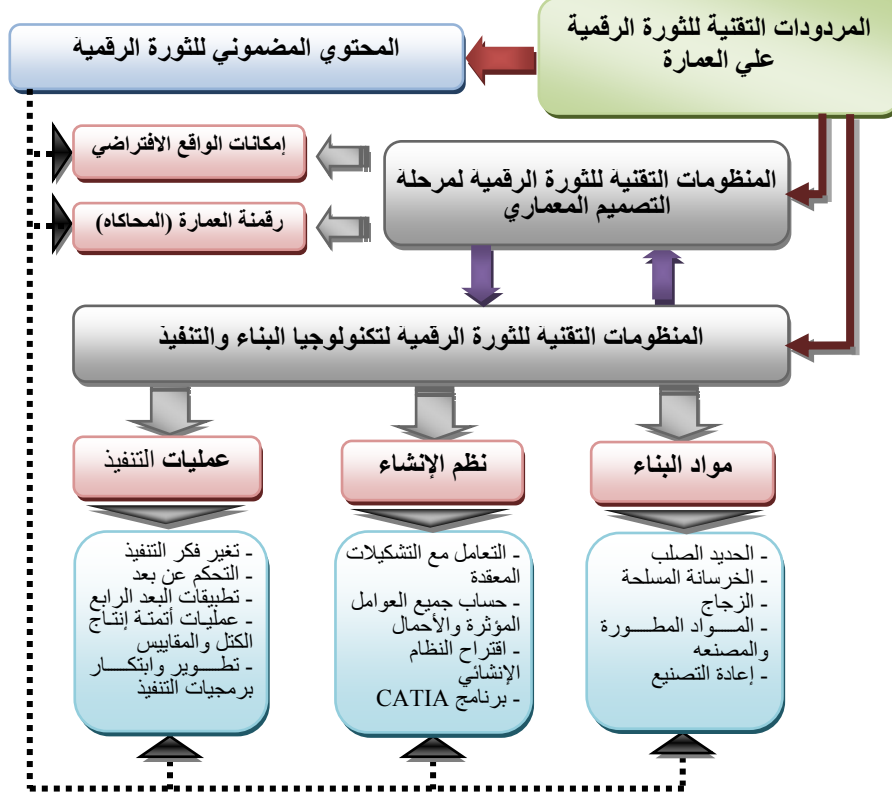
ولقد نجحت البشرية باستخدامها لتكنولوجيات الرقميات Digital Technologies في حفظ المعلومات ببنوك المعلومات وتمكنت من وضع البرامج لتحليلها وتحويلها إلي خبرات محفوظة، حيث أن الرصد الدقيق والمستمر للسلبيات والإيجابيات للعناصر الطبيعية والصناعية والمشهد البصرية يؤدي إلي فهم سريع للعلوم لتطويرها. وكلمة Digital أصبحت متداولة بعد صناعة الساعة الرقمية كما أصبح استخدامها دارجاً اليوم بعد استخدام (الرقميات) في عالم البرمجيات، ودخول تكنولوجيا الرقميات في المنتجات المستخدمة في الحياة اليومية وعندما أمكن نقل المعلومات بطريقة مشفرة في أوقات متناهية القصر، وتلك الشفرة المنقولة ما هي إلا عبارة عن تبادل تراس الرقمين صفر وواحد، ومن هنا جاء المصطلح (رقمي). وتقدمت الصناعة بخطوات واسعة لتدخل التكنولوجيات الرقمية في كل ما نلمسه ونستعمله في عصرنا اليوم، أما الميزة الجديدة المتمثلة في تخزين العديد من المعلومات في أماكن صغيرة وإمكانية نقل تلك المعلومات بسرعة فائقة عبر الهاتف والأقمار الصناعية فهي دعامة التقدم العلمي اليوم (Leach, 2002).

وعليه فإن كل تلك التطورات المصاحبة لعصر الثورة الرقمية ستؤثر بدورها علي العمارة والعمران المصاحب لها، فتطورهما إنما يرتبط بما يحرزه تطور العلوم وتطبيق التكنولوجيا في

مختلف الصناعات. ولقد تعددت أوجه التطور التكنولوجي لنظم الحاسب ووسائل المعلومات لتشمل تطبيقاتها مختلف متطلبات حياتنا اليومية، بحيث انعكست وستعكس آثارها تدريجياً علي العمارة.

فالثورة الرقمية التي يمر بها العالم اليوم ساهمت بشكل فاعل في دمج وربط العلاقة بين صناعة البناء والتصميم المعماري، وذلك من خلال برامج الكمبيوتر المتألفة فيما بينها ومناطق صناعة البناء. كذلك مساهمة الرقميات في تشكيل وتصنيع الأشكال الرقمية والتي يستحيل تنفيذها باستخدام الطرق التقليدية في البناء (Charles, 2000). أيضاً أصبحت الحاجة ملحة لتطوير وتحديث برامج التصنيع بما يتوافق مع التطور لمثيلاتها في مجالات التصميم المعماري. وهو ما حدث عند تصميم مشروع متحف جوجنهايم الجديد بأسبانيا Guggenheim Museum حيث تم الاستعانة ببعض برمجيات وكالة الفضاء الأمريكية ناسا NASA للمساهمة في عمليات التصميم المعماري والتنفيذ للمشروع وتحقيق التصور الفكري للمعماري فرانك جيري Frank O. Gehry للوصول إلي تجسيد هذا الفكر المنطور.

ولقد أفرزت الثورة الرقمية الكثير من المصطلحات الجديدة خاصة فيما يخص العمارة والتي يعد كل منها هو بمثابة وجه جديد من سمات التغيير والذي يظهر في حياتنا بشكل واضح. ولعل من أبرز تلك المصطلحات والمتعلقة بمحتوي الدراسة هو الواقع الافتراضي (VRML (Virtual Reality Model Language) - رقمنة العمارة (المحاكاة) - Simulation - الفراغ غير المادي Cyberspace. وسوف يتم تناول كل محور منهم ضمن تأثيره المباشر علي العمارة فيما يلي حيث يوضح (الشكل 1-1) المحتوى البنيوي للدراسة:-



الشكل 1 - 1. المحتوى البنيوي للمردودات التقنية للثورة الرقمية علي العمارة (التصميم المعماري - تكنولوجيا البناء)

## 2.2. المنظومات التقنية للثورة الرقمية لمرحلة التصميم المعماري:

كمردود للثورة الرقمية كان التصميم المعماري من أبرز العناصر التي تأثرت إيجابياً بإدخال تقنيات الحاسب الآلي بها. وتتعدد استخدامات تطبيقات الحاسب الآلي في مجالات التصميم المعماري المهني والتعليمي بخلاف البحوث والدراسات الأكاديمية والاستفادة من العولمة وثورة الاتصالات ( Steel, 2001). ومن الانعكاسات الظاهرة لهذه التكنولوجيا في مجال التصميم المعماري ما يعرف بالـ (Computer - Aided Architectural Design): CAAD, أو دعم الحاسب الآلي للتصميم المعماري (Szalabaj, 2001), والذي يعد وثبة كبرى في تكنولوجيا تصميم المشروعات المعمارية وخفض تكلفتها. فهو يقوي قدرة المصمم علي تعديل وتطوير وتقييم مشروعه بما يتيح من معاينة للمشروع من الناحيتين التخيلية والموضوعية, وعمل الرسومات وما يصاحبه من تحليل ودراسة مقارنة بين البدائل المختلفة (محمود, 2001), وذلك بالاستعانة بالمجسمات ثلاثية الأبعاد والتي تمنح المصمم فهم أشمل وتحكم أكبر بعناصر المشروع, فهي تعرض كم هائل من معلومات التصميم من خلال رسم قابل للتعديل – ومع ذلك تظل الطاقة الإبداعية للمصمم وخياله هي الأساس الذي يدعم هذه المجسمات لتعريف مشكلة التصميم. ومن أهم مخرجات تلك البرمجيات هو المناظير والمحاكاة (Visualization – Simulation) وتحريك المجسمات والتحرك داخلها (Animation – Walkthrough) ونظم إعداد الماكينات والمجسمات الصغيرة.

ويمكن حصر تلك الاستخدامات في (الجدول-1) والذي يوضح أهم استخدامات بعض البرمجيات في التصميم المعماري(ثابت, 2005 ؛ أحمد, 2001 ؛ محمود, 2000):

الجدول 1. أهم برمجيات الحاسب الآلي المستخدمة في التصميم المعماري.

| اسم البرنامج                     | استخداماته في مجال التصميم المعماري.  |
|----------------------------------|---|
| <b>AutoCAD</b>                   | يستخدم لعمل رسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد لمجال العمارة والهندسة.   |
| <b>ARCHICAD</b>                  | يستخدم هذا البرنامج لعمل ما يسمى بـ (Virtual Reality Tours) و(Animation) داخل وخارج المبني بمجرد إدخال الملف الخاص بالمبني ينشئ له جميع المخرجات ثنائية وثلاثية الأبعاد المطلوبة مع إمكانية عمل تعديلات مباشرة. |
| <b>DATAAd</b>                    | يستخدم لرسم عناصر معمارية, ولتحضير تقارير عن المشروع وتقديرات التكلفة.  |
| <b>SoftCad 3D</b>                | يقوم بعمل رسومات معمارية ثلاثية الأبعاد كما يتيح عمل إظهار معماري.  |
| <b>3D Home Architect</b>         | لتصميم وعرض مساقط المنازل مع فرشها بالأثاث.   |
| <b>Ace Interior Decorator</b>    | يستخدم لعمل الديكور والفرش الداخلي للفراغات.  |
| <b>Ace Interior Decorator 3D</b> | يستخدم لعمل الديكور والفرش الداخلي ثلاثي الأبعاد.   |
| <b>Virtual Simulator</b>         | يحول الرسومات الثلاثية الأبعاد المرسومة بالـ AutoCAD إلي رسومات شبيهة بالواقع من خلال الحركة: كالسير داخل المبني- محاكاة الواقع – ...إلخ  |
| <b>3D Max Studio</b>             | يساعد في إنتاج رسومات ثلاثية الأبعاد, إظهار معماري, حركة.   |
| <b>Visual Solid</b>              | يستخدم لعمل الرسومات ثلاثية الأبعاد الشديدة التعقيد في تركيبها وبنياتها.  |

وتعتبر تقنية الواقع الافتراضي من أهم التطبيقات التي توصلت إليها عمليات التطوير في مجالات الحاسب الآلي في التصميم المعماري حتى الآن. وهي تستخدم بشكل فعال (Jalal, 2003), وبالتالي فيمكن تحديد المنظومات التقنية للثورة الرقمية في مرحلة التصميم المعماري إلي محورين:

- 1- إمكانيات الواقع الافتراضي.
- 2- رقمنة العمارة (المحاكاة).

### 1.1.2.2 إمكانيات الواقع الافتراضي

يعد دخول الحاسب الآلي والمعلومات الرقمية إلي مجال العمارة هو بحق طفرة حقيقية، لما له من مقدره فائقة في الإظهار والتجسيم ثلاثي الأبعاد (Visualization) وإظهار الحركة والمحاكاة (Simulation) للبيئة الطبيعية والمبنية، بالإضافة إلي إمكانيات في إنتاج التشكيلات والتصميمات التي يقدمها المصمم مهما تعقدت من الناحية الهندسية أو الحسابية أو التكرارية (Gillespie, 2002). وتعد تقنية الواقع الافتراضي من أهم الأبعاد للثورة الرقمية والمؤثرة بشكل فعال وحيوي علي عملية التصميم المعماري، فهو بشكل عام عبارة عن تصور تفاعلي (محاولة تفعيل المنتج المعماري لشكل مطابق للواقع) ذاتي التوجه متعدد المسارات تنتجها نظم الحاسب الآلي لكي يعرض لنا شكل اصطناعي للبيئة ثلاثية الأبعاد (Leach, 2002)، فالواقع الافتراضي Virtual Reality عبارة عن اتحاد بين ثلاث تكنولوجيات مختلفة هي الهاتف والتليفزيون وألعاب الفيديو (الاتصال عن بعد – المشاهدة والاستمتاع – سهولة الاستخدام) (عوض, 2005)، لإنتاج تقنيات فاقت إمكانيات مكوناتها وتفتح الأفاق بين المستخدمين من جميع التخصصات بما فيه العمارة لارتياح وفحص ودراسة إبداعاتهم بشكل شبه واقعي وحقيقي من خلال هذا النظام وبصورة تجريبية للمشروع لاستبيان مواطن الإبداع به وكذلك استدرارك ما يمكن أن يشوبه من أوجه قصور لا تظهر إلا من خلال تجسيد الكتلة والتفاعل شبه الواقعي معها (Ali, 2004).

وتعود أهمية تقنية الواقع الافتراضي وانتشاره إلي سهولة استعماله واتجاهه المباشر إلي العمل بنفس طريقة عمل حواس الإنسان الطبيعية (البصر – السمع – اللمس – ..... )، لتحقيق درجة عالية من التشابه مع الطبيعة والتوافق مع أسلوب إدراك وفهم البشر للمشاهد الطبيعية (Abdulhadi, 2005).

ومبدئياً يعتبر الواقع الافتراضي تطويراً للمجسمات والمناظير ثلاثية الأبعاد المنتجة بالحاسب الآلي، حيث يمكن عرض مشروع معماري بصور متكاملة علي العميل من خلال استعراض الفكرة من عدة زوايا والتعرف علي تفاصيل أكثر من خلال السير داخل المشروع Walk Through، الأمر الذي يشمل أيضاً سماع الأصوات داخل الفراغات الداخلية للمبنى. كما يمكن تخيل العملاء يسيرون داخل موقع المشروع واضعين علي أعينهم نظارات خاصة تمكنهم من رؤية التصميم المقترح وتفاصيل الموقع وتبادل الآراء والأفكار Virtue Conference فيما بينهم وتعديل الأشياء لتتوافق مع متطلباتهم (عوض, 2005). حيث تتطلب مراحل التصميم المعماري إجراء الدراسات والتحاوير بين كل من المصمم المعماري والإنشائي والعميل وهنا تظهر أهمية V. C. من خلال إجراء المناقشات داخل النموذج الافتراضي للمشروع.

وقد يظن البعض أن تقنية الواقع الافتراضي هي أشبه ما تكون بعرض (مرئي) فيديو تقليدي، إلا أنه في الحقيقة عبارة عن عرض فيلم فيديو غير منتهي أو محدد الزمن أو السيناريو أو المسار No Predetermined مسبقاً ويمكن استعراضه ومشاهدته بواسطة الشخص أو الأشخاص المستهدفين وينتهي عرضه وفقاً لرغبة الشخص (عوض, 2005)، وبالتالي فإن أهم ما يخص عملية التصميم المعماري باستخدام الواقع الافتراضي يتركز في عدة نقاط هي :-

- تقييم تشكيل المبني وشكل الكتلة الخارجية وعلاقتها بالمحيط العمراني.
- تحليل ودراسة الفراغات بواسطة الدخول للفراغات والتجول خلالها walk through.
- تقييم ودراسة تأثير الإضاءة خلال أوقات اليوم (صباحاً ومساءً) سواء كانت صناعية أم طبيعية.
- التواصل communications tool كوسيلة فعالة بين المعماري والإنشائي والاستشاريين وبين العملاء عبر حواجز المسافة واللغة، فضلاً عن البعد الاقتصادي له كأداة تسويقية فعالة للمشروعات المعمارية.

ويدخل مفهوم الفراغ الإلكتروني Cyberspace ضمن بنية الواقع الافتراضي كأحد مكوناته، حيث يعرف الفراغ الإلكتروني بأنه فراغ غير محدد جغرافياً لا تحكمه مسافات ولا مقياس. يمكن الانتقال من خلاله بسرعة لانتهائه حيث لا يقع في مجال الجاذبية الأرضية. وبالتالي لا توجد محددات تصميمية تقليدية لتصميم هذا الفراغ. فلا توجد محددات مناخية أو محددات الموقع أو تدرج هرمي له كما لا توجد مواصفات للبناء خلال هذا الفراغ أو محددات اقتصادية مميزة محددة. بينما يظهر موقع الفراغ الإلكتروني كمعلومة في قاعدة المعلومات بالكمبيوتر وبالتالي تختلف محددات هذا الفراغ عن محددات الفراغ المادي. ويعتبر من محددات تصميم الفراغ الإلكتروني: حجم الفراغ المتاح علي اسطوانة الكمبيوتر وذاكرة الكمبيوتر.

#### 2.2.2. رقمنة العمارة (المحاكاة)

تعد المحاكاة ضمن الانتفاعات الخاصة بالواقع الافتراضي وهي تسمى (بالمحاكاة ثلاثية الأبعاد) لكنها تكون بصورة أوسع وأشمل لإجراء دراسات يتم فيها تقييم وتقدير عدد من الأمور وفقاً لطبيعة المشروع (مهدي، 2006). حيث يعتمد الاعتماد فقط علي برامج النمذجة ثلاثية الأبعاد 3Dimension modeling والقائمة علي Parametric design أو Associative geometry modeling والتي شاع استخدامها في تصميم وإظهار الشكل وبيئته. بل إن الأمر أكثر عمقاً وتعقيداً، فنوع البرامج المستخدمة يميل إلي المنهجية والتحليل من خلال عمليات إدخال بيانات ترتبط بنوع المشروع وفكره التصميمي والبيئة التي يُنشأ فيها، ليتم تحليل ذلك كله بأسلوب يتجاوز الأسلوب التقليدي في عملية التصميم. وقد يتطلب الأمر استخدام أكثر من برنامج واحد للوصول إلي النتيجة المطلوبة (مهدي، 2005). وتسمى أحياناً هذه البرامج ببرامج إيجاد الشكل Form Finding، والأساليب التي تعمل بها متنوعة فهي تعتمد علي الزمن كأساس، إضافة إلي امتلاكها لتقنيات التحريك Time-based Software Packages with Animation Techniques، حيث يتم إدخال بيانات ترتبط بالزمن (كحركة الأشخاص، طبيعة نشاطهم)، أو قد تكون البيانات لقوي ومؤثرات فيزيائية وبيئية مؤثرة (كالجاذبية الأرضية، أشعة الشمس، شدة الرياح، حركة الهواء، شدة الإضاءة الطبيعية كانت أم صناعية....) وذلك في حالة معينة وفي إطار معطيات معينة وفقاً لطبيعة وحجم المشروع ويتم عمل نموذج المحاكاة ثلاثية الأبعاد Simulation لهذه القوي والمؤثرات خلال إدخال بياناتها وتحليلها للخروج بهيئة معينة (Maher and Gero, 2002). بل قد تكون بيانات خاصة لطبيعة موقع علي مساحة كبيرة تُستمد معلوماته من القمر الصناعي satellite، وتحلل إلي طبقات مختلفة كالطبوغرافية ومصادر المياه والمساحات الخضراء، ليتم دراستها وتحليلها بأسلوب رقمي فعال Interactive. أما أدوات التحليل فقد تكون أياً من تخطيطات Maps، طبقات Layers، بيانات مجسمة Graphs، أنظمة مؤشريه National systems (Mark, 2001)، أو تجمع أكثر من واحد منهم. ومن إحدى إيجابيات عملية المحاكاة هي الاستفادة في دراسة وتنسيق النظم المتنوعة داخل المباني من نظم كهربائية وصحية وميكانيكية.... إلخ - ولاسيما في المشاريع الضخمة، حيث يساعد النموذج الرقمي علي التنسيق ووضع كل نظام دون تعارض مع الأنظمة الأخرى وهو ما يسمى بـ (رقمنة العمارة) وجعلها حية متفاعلة وأذكي وأدق.

## 3.2. المنظومات التقنية للثورة الرقمية لتكنولوجيا البناء والتنفيذ:

بعد من أبرز مؤثرات الثورة الرقمية الإمكانات الكبيرة والتطبيقات الهائلة التي توفرها لمجال تكنولوجيا البناء وذلك بالاستعانة بالحاسب الآلي، حيث استطاع الحاسب الآلي اختصار الوقت اللازم لتنفيذ أي مبني، واستطاع بكفاءة المساعدة في عملية تصنيع وتنفيذ أي مشروع بغض النظر عن مدى الصعوبة الموجودة في تشكيله أو بعده المكاني. ولقد استطاع العديد من المعماريين الاستفادة من معطيات الثورة الرقمية في الحاسب الآلي وإمكاناته فيما يتعلق بتصميم وتنفيذ المنشأ بمراحله المختلفة. حيث حدثت طفرة هامة في منظومة عناصر تكنولوجيا البناء تمثلت في التطور المتسارع لكل من مواد البناء ونظم الإنشاء وأساليب التنفيذ، وخاصة مع الانطلاق في تطبيقات الحاسب الآلي الذي أصبح من أهم أدوات الإبداع والتصميم والتنفيذ. ولقد أثر التطور الرقمي في تكنولوجيا الحاسب الآلي علي منظومة تكنولوجيا البناء كالتالي:-

## 1.3.2. مواد البناء

فاختيار مادة البناء هو المكمل لعملية التصميم المعماري ذلك لأن اللغة الخاصة بالمادة جزء من الشكل المعماري واندماجهما معاً Material and Form، بحيث يحققان هدفاً منشوداً ... والقدرات التصميمية هي سبب من أسباب اختيار المادة، فاختيار مادة بعينها في البناء يجعل المصمم يفرض علي نفسه اتجاه فكري معين في العملية التصميمية. لذا أصبح الشكل المعماري مقنناً باختيار وتوفيق مواد البناء المستخدمة، فمواد البناء تخدم الشكل وتؤكد التركيب الإنشائي في المقام الأول ثم تروي التاريخ والمضمون المعماري بمختلف الحضارات في المقام الثاني. ولقد أحدثت الثورة الرقمية طفرة في مواد البناء. فأبرزت العديد من مواد البناء الحديثة والمطورة - سواء كانت مواد بناء أساسية أو مواد بناء تكميلية، والتي يؤدي الحاسب الآلي فيها دوراً كبيراً سواء كان غير مباشر من خلال عمليات التصنيع والاختبارات وغيرها، أو دوراً مباشراً من خلال البرمجيات المختلفة. ومن أمثلة تأثير الثورة الرقمية علي مواد البناء :-

## أولاً الحديد الصلب:

فتح الاعتماد علي تطبيقات الحاسب الآلي - كمردود إيجابي للثورة الرقمية - أفقاً جديدة في مجال استخدام الحديد الصلب، فمع التطور الحادث في إمكانات البرمجيات حدثت طفرة كبيرة في مجال تصنيع الحديد الصلب تمثلت باستخدام برنامج CATIA (Lecyer, 2003) في تنفيذ التشكيلات المركبة أو المعقدة باستخدام الحديد الصلب (الشكل 2-). كذلك كيفية تحويل تلك التشكيلات إلى قطاعات محددة الأبعاد يمكن تصنيعها مسبقاً(علي، 2004).



الشكل - 2. متحف جوجنهايم لفرانك جيري والتمكن من التشكيل الكتلّي للحديد الصلب بالاستعانة ببرمجيات الحاسب الآلي المتطورة.

### ثانياً الخرسانة المسلحة:-

ففي إطار الثورة الرقمية والاعتماد علي برمجيات الحاسب الآلي تلاشت عوائق استخدام الخرسانة وأصبح هناك حرية في التشكيل بها مهما زاد اتساع البحور مما أتاح الحرية للإبداع المعماري (Semester, 2002). ويقتصر التطور في استخدام الخرسانة المسلحة علي تحسين خواصها وذلك عن طريق الإضافات المتعددة وهي إضافات إما تكون لزيادة الأحمال أو تكون لتخفيف الوزن حيث تتنوع هذه الإضافات طبقاً للمكان والظروف والاستخدام (علي, 2004). وكأحد ظواهر الثورة الرقمية وكدليل علي المدنية والارتقاء العلمي, بدأت الدول المتقدمة في استبدالها بالحديد الصلب في المنشآت, وبالتالي أصبح دورها مكملاً في العملية الإنشائية في حين أنها ذات إمكانيات كفاية أوسع إنشائياً ومعمارياً واقتصادياً.

### ثالثاً الزجاج:

لا يزال الزجاج يؤدي دوراً هاماً في تقنية مواد البناء فيفضل الثورة التقنية طور الزجاج ليصبح من مواد التقنية المتقدمة, فأصبح الزجاج حالياً من المواد الذكية مثل Chromogenic Glass والذي يحول من صفاته وفقاً لاحتياجات المبنى ومتعدد الخواص البصرية, كما ظهرت أنظمة وأنواع الزجاج المتقدمة Advanced Glazing Systems Techniques (Andrea, 1999), وتنقسم إمكانيات الثورة الرقمية فيما يخص الزجاج لعاملين أولاً من الناحية التصنيعية: حيث استحدثت البرمجيات والتي تتم من خلالها وبواسطة الحاسب الآلي عمليات التصنيع للتركيبات التشكيلية الزجاجية المعقدة, بتحويلها إلي بيئة رقمية ومن ثم التحكم فيها وتجسيدها إلي كيان مصنع. ثانياً من الناحية التركيبية والتكيفية: فلقد تم ابتكار العديد من المعالجات للزجاج والتي تغير من صفاته الطبيعية حيث اقترن بالألياف الضوئية والألياف المكبرة, أما في تقنية النانو (راجع -1-), أنتج بخاصية الشبكة النشطة Active Matrix حيث يتم دراسة مواصفات وخصائص التصنيع علي هذه الشبكة للتحكم في الخواص المطلوبة, حيث تسير هذه الخواص في دورة مدمجة مرتبطة بنظام ذكي لدمج غشاء إلكتروني رفيع مع الزجاج يلحق به المواصفات المرغوب بها. ومن أمثلة هذه الخواص: التوصيل الكهربائي (فأصبحت مواصفاتها أفضل من رقائق السيليكون التي هي الأساس في مواد تقنية النانو), العزل الحراري, مقاومة الصدمات, والتحكم المناخي. وظهر مؤخراً الزجاج الذاتي التنظيف والمعالج كيميائياً ليقوم بتنظيف نفسه تلقائياً عن طريق خواصه الطبيعية والتي تمت معالجتها من قبل.

### رابعاً المواد المطورة والمصنعة:

حيث طورت صفات بعض المواد لتدخل كمادة إنشائية كانعكاس إيجابي لمحاولة الاستفادة الفعلية من الإمكانيات التقنية للثورة الرقمية في مجال مواد البناء فلقد شملت تلك التغيرات كافة المواد بل الأكثر هو ابتكار المواد الجديدة المصنعة.

وتعد مواد البناء المحاكية للحبوية هي من أهم إبداعات الثورة الرقمية, حيث خضعت تلك العملية إلي تشكيل المواد عن طريق التحكم الميكانيكي بالحاسب الآلي رقمياً CNC- Computer Numerical Control Machining. وقد جاءت تقنية النانو حبوية في أوائل القرن الواحد والعشرين كخطوة هامة في علوم مواد البناء حيث اعتمد التوفيق فيها علي أساسين (عبد القادر, 2006):-

- تطوير خلية مفردة من كائن حي, تعيش أطول فترة مثل قشرة السليكون.
- تجميع الخلية المطورة بنفس طريقة تجميعها في العضلات العضوية وذلك لزيادة كفاءة التركيب الإنشائي لها, عن طريق توفير مادة ثاني أكسيد السليكون اللامبلورة القشرية  $SiO_2$  بالتحكم الذكي في الحجم والتركيب.

وبالتالي ينتج عن ذلك مواد البناء المحاكية للحبوية والتي من مواصفاتها قابليتها لتوليد الطاقة... وفي هذه العملية يحدث مزج بين علوم البلورة والكيمياء غير العضوية والمواد الفخارية التي تتم بتقنية ميكرو- إلكترونية في مقياس نانويوتقني (راجع -1-), فعملية النانويوتقني مرتكزة علي فكرة



التطبيق وقابلية التصميم للمواد المركبة في مقياس النانو(راجع -2-), وتعتبر هذه العملية عمارة جزيئية لعلاقتها البيولوجية بأصغر جزئ ذري في تكوين المادة. كما يعد من أهم ابتكارات الثورة الرقمية في مجال مواد البناء المطورة والمصنعة هي مواد البناء الذكية, حيث تعتمد علي مبدأ مقتبس من الطبيعة البيولوجية للإنسان, فالإنسان يتصف بالحياة والعقل حيث أنهما خاصيتان متكاملتان, وقد تم استغلال هاتين الصفتين لابتكار نوعية جديدة من مواد البناء والتي سميت "بالذكية", حيث توزع العضلات والأعصاب في جميع أنحاء الجسم بشكل يمكنها من الاستجابة للمتغيرات الخارجية بصورة تلقائية(سعيد, 2003), وهو نفس المبدأ المتبع في مواد البناء المحاكية للحويبة.

والفرق بين تقنية النانوحيوية عن تلك المواد أن المواد الذكية هي نتاج تداخل ما بين المواد التقليدية والأنظمة الإلكترونية الدقيقة, حيث أحدث ذلك التداخل ثورة في المواد, فتلك المواد لها المقدرة علي التقييم والإصلاح الذاتي والإحساس بالحرارة والبرودة.... وغيرها من المتغيرات والمؤثرات الطبيعية أو غير الطبيعية مثل التعرف علي أشخاص محددين, أو التغير لتوفير بيئة أفضل لهؤلاء الأفراد. وتتم تلك الاستجابة للمتغيرات والتفاعل معها من خلال مجموعة المجسات الإلكترونية Sensors خلال المادة لتتحكم في صفاتها(حلاوة, 2004). وبالتالي فتلك المواد ذات مقدرة علي العمل من خلال منظومة إلكترونية يتم التحكم فيها عن بعد حيث تتصف تلك المواد بـ (سعيد, 2003):-

- المقدرة علي الإحساس بالطاقة.

- سهولة الفك والتركيب والإحلال والتبديل.

- خفة الوزن وقوة الاحتمال والقدرة علي الالتئام.

- القدرة علي التحول وفقاً لملائمة البيئة المحيطة وظروفها.

إضافة إلي ذلك فإن هناك العديد من المواد الجديدة المصنعة والتي تستخدم حالياً في المباني سواء كمواد إنشائية أو مواد توكسيات داخلية وخارجية, ويعتبر التطور العلمي الكبير للثورة الرقمية خاصة مع بداية القرن الواحد والعشرين هو العامل الأساسي في ظهور اكتشافات تلك المواد الجديدة الواعدة(علي, 2004).

#### خامساً مستقبل إعادة التصنيع Recycling:

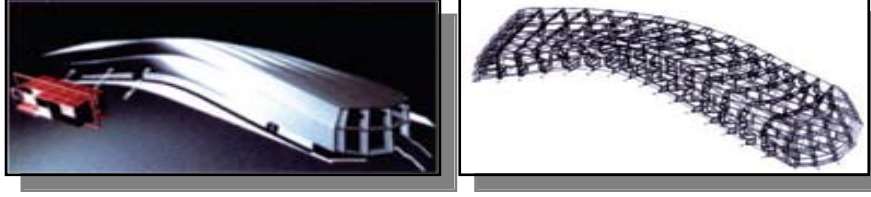
يعتبر ارتفاع أسعار مواد ووحدات البناء التقليدية والمنتجة للمرة الأولى وارتفاع نسبة الغازات الضارة المتصاعدة أثناء تصنيعها, إلي جانب زيادة الطاقة المستخدمة في التصنيع, من الأسباب الرئيسية للاتجاه نحو استخدام مواد البناء البديلة المنتجة من إعادة تدوير المخلفات (ثابت, 2004). وذلك في ظل التحديات الاقتصادية المرتبطة بالعمولة التي يواجهها العالم, هذا بالإضافة إلي نقص مصادر المواد الخام اللازمة لتصنيع مواد البناء التقليدية وتقلص مصادر مواد البناء الطبيعية.

حيث وجد أنه يمكن إعادة تصنيع العديد من المواد كالخرسانة والأخشاب والمعادن والزجاج والبيتومين وورق الحائط وغيرها من مخلفات البناء, كل يتم علاجه وتدويره مرة أخرى طبقاً لشروط معينه(Daniels, 1998). وعليه فمجال الابتكارات لعمليات إعادة التصنيع في ظل عصر الثورة الرقمية هو الحل الأمثل والاقتصادي للحفاظ علي تلك الثروة.

#### 2.3.2. نظم الإنشاء

في ظل تطبيقات الثورة الرقمية تبدلت النظرة المعتادة لنظم الإنشاء بما يفوق الخيال, فبرمجيات الحاسب لم تعد لمجرد الحسابات الإنشائية المعتادة, بل علي العكس من ذلك فمع ما أتاحتها الإمكانيات التقنية أمكن إنشاء أي كتلة مهما كانت تبدو مستحيلة من خلال إمكانيات المحاكاة والتجسيم ثلاثي الأبعاد السابق الذكر عنهم. وبالتالي أمكن حساب جميع المؤثرات الخارجية والتي يمكن أن يتعرض لها المبنى من مخاطر طبيعية كالرياح والزلازل والأعاصير...- وذلك وفقاً لطبيعة البيئة التي سيقام بها المنشأ - هذا إضافة إلي الأحمال المتوقعة علي المبنى (Catherine, 2001). أي أن الحاسب

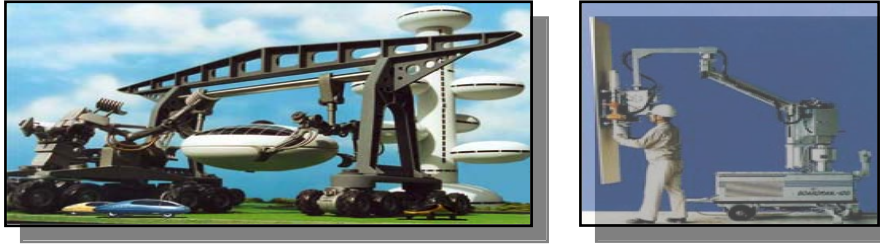
يمكن أن يقترح نظام إنشائي معين للمبني في ضوء توافقه مع مواد البناء والبعد الاقتصادي (مدة التنفيذ- التكلفة) وفقاً لمعطيات خاصة عن المبني لكل ما يتعلق بالجانب الإنشائي والتصميمي كي يتم الحصول على نتائج واقعية صحيحة (Sebesttyen, 2002). ومن الثورات البرمجية في مجال نظم الإنشاء هو دخول برنامج CATIA في العملية التصميمية الإنشائية (<http://www.catia.ibm.com>), وما يمتلكه من قدرات فائقة لم تعد هناك بواسطتها أي معوقات لتنفيذ أي تشكيلات مركبة أو معقدة (الشكل-3).



الشكل - 3 نموذج لتحليل النظام الإنشائي للكتلة البنائية بواسطة برمجيات الحاسب الآلي (Rocker, 2002)

### 3.3.2. عمليات التنفيذ

تأثرت منظومة التنفيذ بصورة فعالة كنتيجة لتأثير تكنولوجيا الحاسب الآلي وكانعكاس مباشر للثورة الرقمية فتعددت مجالات الاعتماد عليه بدءاً من ميلاد الفكرة التصميمية وحتى تحويلها لبيئة رقمية بواسطة الحاسب الآلي ثم إلي وحدات قابلة للتنفيذ بما في ذلك عمليات التصنيع والإدارة الخاصة بها، يلي ذلك عمليات الإشراف ومتابعة التنفيذ واستخدام معدات بناء مؤتمنة يتم التحكم فيها من بعد سواء في معدات الحفر أو الرفع أو حتي النقل والتركيب، حتي في طرق القياس وسبق التصنيع حيث تزود تلك المعدات ببرمجيات ذكية مزودة ببيانات خاصة بالموقع والسرعة والأوزان والرياح..... وكل متغيرات التنفيذ والموقع (Sebesttyen, 2002).، ليتم التحكم فيها عن بعد وبما يضمن عدم حدوث أي عوائق أو تصادم وتفاذي كافة المخاطر. وعامة فمرحلة التنفيذ هي المرحلة المتوقع انتشارها في هذا القرن لم لها من اختصار في الوقت والتكلفة بشكل مؤثر فضلاً عن أهمية جودة المنتج المعماري (الشكل-4).

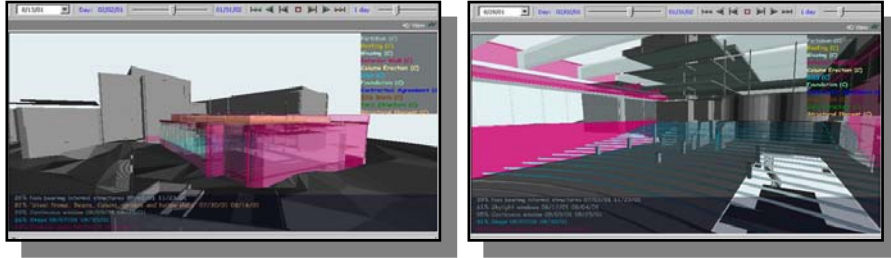


الشكل - 4. (الي اليمين) إمكانية التحكم عن بعد في عمليات التنفيذ- (الي اليسار) سيطرة التقانات المبرمجة عن بعد في العمل والتنفيذ باستخدام آلات متعددة الوظائف

([http://www.Theveusproject.com/vp\\_gallery/construction\\_gry.htm](http://www.Theveusproject.com/vp_gallery/construction_gry.htm))

ولعل من أهم المؤثرات الابتكارية للثورة الرقمية في التنفيذ هي ظهور تطبيقات البعد الرابع 4D Technologies (<http://www.stanford.edu/group/4D/related/related.shtml>)، وتعد تقنية 4D هي بمثابة طفرة إبداعية رائعة لعمليات التنفيذ (الشكل-5)، لما تحققة من قدر عالي من الدقة في عمليات التنفيذ لأي منشأة في ظل تلافي أي أخطاء أو عيوب أو معوقات للبرنامج التنفيذي للمشروع (Charles, 2000).

ويعني البعد الرابع إضافة عنصر رابع هو عامل الزمن لتنفيذ المجسمات ثلاثية الأبعاد بواسطة الحاسب الآلي. بالتالي يتم تحليل البرنامج الزمني للتنفيذ ثم إدماجه طبقاً للمراحل الزمنية المتتالية (Semester, 2002). وذلك لتلافي الصعوبات أو المشكلات التي قد تستجد أثناء عملية التنفيذ وتوقعها إضافة إلي التعرف علي أنسب الحلول والمعالجات لتلك المشكلات. وتلك الأداة التخيلية أطلق عليها اسم Imagineering Tool VRML (راجع 3-).



4D model showing construction target on August 13, 2001 from the exterior view (Left) and on August 28, 2001 from the auditorium interior (Right).

الشكل - 5. نموذج لإحدى المشاريع المطبق بها تقنية 4D في عمليات التنفيذ  
(<http://www.stanford.edu/group/4D/related/related.shtml>)

كذلك فإن عمليات سبق التصنيع لكافة أجزاء المبنى في ظل ما يسمى عمليات أتمتة إنتاج الكتل والمقاييس تحولت في ظلها عمليات التنفيذ إلي مجرد عملية اختيار لأجزاء وعناصر المبنى وكيفية ترتيبها، وتحول دور المنفذ لدور تجميعي لتلك الأجزاء وإداري (Ibrahim, 2003). وبصفة عامة فإن أتمتة عمليات التنفيذ (معدات البناء المؤتمتة) هي من متغيرات التقنية الرقمية للبعد الإنشائي للنتاج المعماري حيث تتصف تلك المعدات بما يطلق عليه الذكاء الصناعي التحكمي والذي تستطيع من خلاله وبواسطته التفاعل المتميز في عمليات التنفيذ حتي من بُعد بسرعة ودقة فائقة، والأهم من ذلك هو المقدرة علي تنفيذ النتاجات البنائية المعقدة.

ولقد تبني المعماري فرانك جيري تلك البرمجيات وأنشأ مؤسسة Gehry Technologies (<http://www.gehrytechnologies.com>)، والتي تقوم بتطوير تلك البرمجيات الخاصة بالتنفيذ والتصنيع وإدارة المشروعات....، وتبني نظرية المشروع الرقمي Digital ويوضح (الجدول 2) بعض أهم البرمجيات الهامة المساعدة في عمليات التصميم والتنفيذ والتي تتبناها المؤسسة (علي، 2004؛ Semester, 2002):

الجدول 2. بعض البرمجيات الحديثة المساعدة في عمليات التصميم والتنفيذ والتصنيع والتي تتبناها مؤسسة (Gehry Technologies).

| البرنامج        | توصيفه   |
|-----------------|--|
| CATIA Version 5 | برنامج متكامل يعتمد في تشغيله علي تقنيات (CAD – CAM – CAE) (راجع 4-)   |
| DELMIA          | من البرمجيات الشاملة والتي تتحكم وتدير العملية التصنيعية بالكامل وعلي كافة المستويات   |
| Smart Team V5   | من أهم البرمجيات والمساعدة في عملية التصنيع حيث تتم عمليات التصنيع بمساعدة البرنامج طبقاً للمواصفات المطلوبة وطبقاً لأقل التكاليف المتاحة، كذلك يساعد البرنامج في إدارة العملية التصنيعية. |

برنامج هام يدخل في عمليات التصنيع بما له من قدرات وإمكانيات كبيرة من تحويل الأسطح المتنوعة إلى بيئة رقمية يمكن التحكم فيها، مما يساعد في الدقة في عمليات التصنيع

ENOVIA

### 3. مستقبل الثورة الرقمية وتقنياتها وأثره على التصميم المعماري والتنفيذ وممارسة المهنة (الفكر المعماري وحقب التغيرات)

تقف العمارة اليوم في بدايات القرن الواحد والعشرين أمام تحديات تقنية المعلومات، مما أدى إلى ظهور العمارة الرقمية والتي تشعب بسماحتها الاحتياجات الإبداعية والفكرية للمعماريين. فلقد أثرت تقنية الاتصالات على عملية التصميم المعماري والتنفيذ، فأصبح هناك علاقة ما بين فريق العمل المعماري ووسائل الاتصالات سواء كان لنفس التخصص أو التخصصات الأخرى التي تخدم العمارة... حيث تحدد المعلومات الرقمية نوع وشكل مفردات التصميم. ولقد أفرزت العمارة الرقمية مجموعة من المبادئ الفكرية أهمها:

- التصميم والتحليل في بيئة رقمية.

- الخروج بالعمارة من حدود الحيز المادي.

- دعم الاتجاهات الفكرية الشخصية والأفكار غير التقليدية.

حيث توفر تقنيات الثورة الرقمية تشكيل مراحل التصميم المعماري ليس فقط لما تقدمه من تقنيات ذات مقدرة واعدة كأداة للاتصال البصري، بل أيضاً لما تقدمه من خدمة علي درجة عالية من الأهمية والفاعلية يمكن فهمها علي أنها فرصة للتشغيل التجريبي Trial Run باستخدام تقنيات الواقع الافتراضي والمحاكاة، وذلك لكي يختبر المعماري تصميماته. أي أن المعماري يستطيع أن يتعرف علي المشاكل والأخطاء الفعلية التي يتضمنها التصميم المقترح والعمل علي تعديلها، بالإضافة إلي إمكانية التعرف علي مواطن الجمال أثناء تحركه افتراضياً Virtually داخل التصميم المقترح. كذلك فدخل الحاسب الآلي بإمكاناته الهائلة في أنشطة المنظومة الإنشائية، حيث أصبح من الاعتبارات الهامة بل والمحدد المعياري لكفاءة ونجاح المبني في مدي أداء المبني للعمليات التقنية الرقمية بكفاءة عالية، فصار هناك تكامل بين عملية التصميم المعماري والمنظومة الإنشائية لتكنولوجيا البناء ( مواد البناء – نظم الإنشاء – أساليب التنفيذ )، وصار من الضروري حماية الاستفادة من تقنيات الثورة الرقمية في رفع الكفاءة الإنشائية للمبني لمرود الاستفادة منها في العملية التصميمية، مما أدى إلي أن تكون هناك حرية في تشكيلات الكتل الغير مسبوقة الاستخدام – كذا المواد والإبداعات الخيالية للنظم الإنشائية.

كل ذلك فضلاً عن أن استخدام الطرق والمواد المؤتمتة في البناء كان له دور واضح في تلك الصياغة، فالتكامل بين تكنولوجيا الثورة الرقمية والتصميم المعماري وتكنولوجيا البناء هو المنظومة الجديدة لتلك الألفية والمؤثرة علي صياغات نتاجاتها البنائية، حيث لم تعد التشكيلات المعمارية المعقدة تمثل عبئاً كبيراً للتنفيذ وذلك لتوافر الأدوات التكنولوجية اللازمة لتنفيذ الأشكال المركبة والمعقدة بما تضم من النظم الخطية وغيرها من البرامج بإمكاناتها الهائلة والتي انصبت جميعها في خدمة العملية التصميمية والتنفيذية والتصنيعية وهو ما انعكس بالإيجاب علي الناتج المعماري. وفي ظل ذلك تغير مفهوم الاعتماد علي نظم وبرمجيات الحاسب الآلي من مجرد أداة رسم وتعبير إلي أداة هامة تلعب دوراً محورياً ورئيسياً في مستقبل المنتج المعماري وممارسة المهنة المعمارية بصورة عامة، مما سيؤدي إلي تغير آليات العمل في المؤسسات والشركات والمكاتب، فالمعماري لم يعد يعمل بصورة منفصلة فسيكون هناك تكامل للأنشطة التصميمية (Task Integration العمل المتكامل)، مما يستوجب بالضرورة ربط جميع أجزاء المكتب الهندسي ( المعماري – الإنشائي – الصحي – الكهرباء – التكييف – التنفيذ ) بالتقنيات الرقمية المتنوعة، وعليه سيكون علي المختص بالرسومات التنفيذية والمواصفات وتحليل الأسعار والإنشائيين مراجعة والدخول إلي أجزاء المبني من خلال

التقنيات الجديدة، مما سيؤدي إلي تغيير نظم المؤسسات الهندسية لتحقيق الاستفادة القصوى من تلك النظم.

وبالتالي تظهر الضرورة الحتمية لأن يكون المصمم المعماري ملماً بالأنظمة التقنية المتقدمة لمعطيات الثورة الرقمية لعملية التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء ( مواد البناء – نظم الإنشاء – أساليب التنفيذ )، حتى يستطيع الاستفادة منها بما ينعكس بالإيجاب علي مشروعه.

#### 4. خلاصة البحث

تمثل التكنولوجيا الإلكترونية دون أدنى شك أداة العصر الفعالة، وتثير برمجياتها بإمكاناتها الواسعة وبما تفتحه من آفاق ممتعة عند عملية التصميم. ففي إطار ما تناولته الدراسة يجعل من التكنولوجيا أكثر من مجرد أداة، فالتحول إلي انتقاء نوع معين من المعلومات يرتبط كثيراً بالفكر السائد، وتصميم البرمجيات أكثر من مجرد أداة، إذ تتجاوزها إلي الفكر الذي صممها. إن العلاقة بين الأيديولوجيا والأداة الجديدة – أي البرمجيات الإلكترونية – تكتسب أهميتها طالما أن حتمية استخدام هذه الأداة لا مفر منه. إن التمكن من الأداة يتيح فرصة تطويرها، ولا يمكن التمكن منها دون فهم مكوناتها وأساليب عملها. فالأداة أي أداة لا بد أن تخضع بعد اختراعها لفكر يشكلها ويطورها وفقاً لأغراضه ويطورها وفقاً لحاجاته. والفرصة مازالت متاحة أمام المجتمعات العربية، فالأداة تعيش مرحلة التطور، ومن ثم فالإلمام بكيفية تكوينها وتركيبها يعطي الفرصة لتطويعها وفقاً للأيديولوجيات المختلفة والخاصة بطبيعة المجتمع العربي وطموحاته في التقدم والهيمنة العلمية والسبق البرمجي والبحثي

#### 5. النتائج والتوصيات

في ظل الأطروحات التي تناولتها الدراسة لإمكانات الثورة الرقمية الغير مسبوقه في التصميم المعماري وتكنولوجيا البناء، يظهر جلياً لنا ما قدمته من إبداعات تنفيذية هائلة لتنفيذ نتاجات بنائية ما كانت لتنفذ بدون تلك الإمكانيات وقد كانت للوهلة الأولى ضرباً من ضروب الخيال. لكن مع تطورات العصر تغيرت تدريجياً السمات التوصيفية للعمارة، وأصبح للمعماري المقدرة علي إطلاق عنانه للإبداع دون شروط أو قيود تنفيذية، كمرودود إيجابي لتلك الثورة الرقمية.

**وفي ظل ذلك تتحدد أهم نتائج الدراسة فيما يلي:**

- 1- قدمت الثورة الرقمية إمكانيات هائلة في المساعدة في تنفيذ الشكل بالتقنيات والنظم الحديثة وهو ما جعل من عملية التصميم المعماري عملية إبداعية بلا عوائق، وفتح آفاقاً جديدة أمام المعماري للانطلاق والإبداع وكذا أفرز تشكيلات معمارية غير مسبوقه بالاستعانة بأحدث التقنيات.
- 2- إن الاعتماد علي الرقمية في عمليات التصميم المعماري والمنظومة الإنشائية لاشك انه كأحد مظاهر التطور التكنولوجي، أدى إلي السرعة والدقة في الأداء والتنفيذ، والوصول لصياغات بنائية غير مسبوقه التنفيذ. في إطار ذلك كله يتشكل المدخل لعمارة القرن الواحد والعشرين.
- 3- إن ما تشهده الساحة المعمارية عالمياً، من تأثير الثورة الرقمية والمعلوماتية وتكنولوجيا البرمجيات والحاسب الآلي، يمثل مرحلة جديدة هي الانطلاقة في المنتج المعماري مع بداية القرن الواحد والعشرين، وهو بدوره ما يشكل المدخل لعمارة المستقبل.
- 4- نتيجة التطور التكنولوجي والتقني سيحظي الممارسين الجدد بخبرات واسعة نتيجة المعايضة والتجول داخل فراغات المباني وتصحيح الأخطاء التصميمية قبل التنفيذ وهذا كان غير متاح سابقاً.
- 5- إن المعماري هو جزء من البيئة المحيطة به يتفاعل ويتكامل معها بمعطياتها المتجددة والمتفاوتة في ظل منظومات وطروحات العصر، مما أوجب عليه أن يتفاعل إيجابياً مع ما يقدمه العلم لا أن

ينجاهله ويستنكره، بل علي العكس لا بد أن يقدمه لمجتمعه كي يلبي احتياجاته ومتطلباته الواقعية بصورة تنموية واعية صادقة.

## التوصيات

- في ظل الأطروحات التي تناولتها الدراسة:
- 1- يجب علي المعماري الاهتمام بسبل التقنية المعاصرة حتي لا تتخلف العمارة عن العصر الذي توجد به.
  - 2- ضرورة تحول المعماريين من مستهلكين للتطبيقات المعمارية إلي عنصر فاعل في تطوير وتحديث خصائص تطبيقات الحاسب الآلي.
  - 3- ضرورة سعي المعماريون إلي الاستفادة من التطور في جميع مجالات العلوم وابتكاراتها في العمل المعماري بجميع تشعباته.
  - 4- الاهتمام بالرقمية كأداة تصميمية وليس كنهج للاستفادة القصوي من تعزيزاتها لعملية التصميم المعماري وكذا تكنولوجيا البناء (المنظومة الإنشائية) بكافة مراحلها.
  - 5- البحث عن العمارة الأصلية لكل بيئة وكيفية توفيقها مع الفكر والتقنية المعاصرة.
  - 6- تبني الجامعات وأقسام العمارة للبعد الرقمي عند القيام بتطوير مقررات التصميم المعماري والتنفيذ وتكنولوجيا البناء، في ظل تشجيع طلاب العمارة علي التعرف علي آخر التقنيات الحديثة في كل مجالات الحواسيب وربطها بالتصميم المعماري ومن ثم الحصول علي جيل واعد من المعماريين المؤهلين لمواجهة سمات العصر وتحدياته، في إطار تبني الجامعات وأقسام العمارة مهمة توفير التقنيات الأحدث بشكل مستمر.
  - 7- ضرورة الاهتمام بعمل حلقات وورش عمل تناقش التطورات التقنية وأثرها علي ممارسة المهنة من خلال النقابات والجامعات، مع ضرورة توجيه البحث العلمي في عمل دراسات نحو اختيار وتوظيف التقانات المستحدثة بما يتوافق مع ظروف وإمكانات ومتطلبات المجتمع.
  - 8- النظر إلي المنافسة الدولية في ظل ما بعد العولمة والأسواق المفتوحة

## المراجع

- أحمد، م هـ، 2001. التصميم بمساعدة الحاسب الآلي باستخدام قواعد الشكل كأداة للتكوين، رسالة دكتوراه، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.
- ثابت، ن ص، 2005. اتجاهات استخدام الوسائط الرقمية في مجالات التصميم والرسم المعماري، المؤتمر المعماري الدولي السادس، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط.
- ثابت، ن م، 2004. استخدام المخلفات كمواد بناء بديلة للمواد التقليدية، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثامن، كلية الهندسة، جامعة الأزهر.
- حسن، ن م، إبريل 2004. البيئة المدرسية في عصر الثورة الرقمية، مجلة البناء، العدد 164، المملكة العربية السعودية.
- حلاوة، إ م، 2004. الثورة التكنولوجية وانعكاساتها علي البيات المباني الذكية، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.
- سعيد، ع ص، 2003. التطور في استخدام مواد البناء وتأثيره علي الفكر المعماري في العمارة المعاصرة، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط.
- عبادة، ج، 2001. هندسة الخيال@ عمارة المعلومات، مجلة مدينه، القاهرة، فبراير.
- عبد القادر، ه م، 2006. تسخير تقنية مواد البناء لمتطلبات الفكر المعماري المعاصر في ظل التوفيق والملائمة، مؤتمر قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

- علي, م.ع., 2004. التطور التكنولوجي كمدخل لعمارة القرن الواحد والعشرين, رسالة ماجستير, قسم الهندسة المعمارية, كلية الهندسة, جامعة القاهرة.
- عوض, أ.م., 2005. الواقع الافتراضي واستخداماته في التصميم المعماري, المؤتمر المعماري الدولي السادس, قسم العمارة, كلية الهندسة, جامعة أسيوط.
- فريد, ع.ا., 2002. المعلوماتية في التصميم المعماري, رسالة دكتوراه, قسم العمارة, كلية الهندسة, جامعة الأزهر.
- محمود, أ.ع., 2001. استخدام الحاسب الآلي في العملية التصميمية (الإطار الشكلي), رسالة دكتوراه, قسم الهندسة المعمارية, كلية الهندسة, جامعة القاهرة.
- محمود, ي.س., 2000. التمثيل الكتلّي في الهندسة المعمارية, كاد CAAD, الوسائل السابقة والاحتمالات المستقبلية, رسالة دكتوراه, قسم الهندسة المعمارية, كلية الهندسة, جامعة القاهرة.
- مهدي, ن.س., 2006. استخدام البرمجيات الإلكترونية في التصميم المعماري, آداة أم أيديولوجيا, مؤتمر قسم الهندسة المعمارية, كلية الهندسة, جامعة القاهرة.
- مهدي, ن.س., 2005. عمارة العولمة. الكونية في إنتاج الشكل, مؤتمر قسم الهندسة المعمارية, كلية الهندسة, جامعة القاهرة.
- ABDULHADI, N., 2005. *Assessment of the Virtual Building Concept as A New Approach*, Sixth International Architectural Conference, Department of Architecture, Assiut University – Faculty of Engineering.
- ALI, KH., 2004. et al *A virtual reality Applications Gallery: towards a more concrete and dynamic relationship between architecture and virtual reality*, Barcelona: Third International Congress: Arquitectura 3000, Cited in: <http://www.ckk.chalmers.se/vr/arquitectura3000/ws2.html>
- ANDREA, C., 1999. *Intelligent Glass Facades*, Material Practice, Design Brikhauser.
- CATHERINE, S., 2001. *Eco-Tech: Sustainable Architecture And High Technology*, Thames & Hudson, London.
- CHARLES, J., 2000. *Architecture 2000 & beyond (succession the art of predication)*, Willey Academy.
- DANIELS, K., 1998. *Low-Tech Light –Tech high – Tech*, Birkhauser (architectural).
- GILLESPIE, A., 2002. *Digital Lifestyles and the Future City, Designing For a Digital World*, John Wiley & Sons LTD.
- IBRAHIM, A.H., 2003. *New Architectural Forms in The Digital Age*, Master theses, Department of Architecture, Faculty of Fine Arts, Alexandria University, 12-36.
- JALAL, M.A., 2003. *Teaching Arch. Visual – Experience Through VR – KSU, Riyadh, SA* journal of Kaau. Envi. D. Sciences, Vo11.
- LEACH, N., 2002. Introduction, *Designing For a Digital World*, John Wiley & Sons LTD.
- LECYER, A.W., 2003. *Steel & Beyond*, Birkhauser Verlag AG.
- MAHER, M. L., & GERO, J. S., 2002. *Agent models of 3D virtual worlds*, ACADIA: Thresholds, California State Polytechnic University, Pomona.
- MARK, B., 2001. *Cyberspace – the World of Digital*, The Image Publishing Group pty Ltd, Australia.
- ROCKER, I., 2002. Versioning- Evolving Architectures, *Architectural Design*, John Wiley & Sons Limited, U K – London, No.05, 10-17.
- SEBESTTYEN, G., 2002. *New Architecture & Technology*, Architecture Press.
- SEMESTER, G., 2002. *New Architecture & Technologies*, Architectural Press.
- STEEL, J., 2001. *Architecture and Computers "action and reaction in digital design revolution"*, Laurence King Publishing.
- SZALAPAJ, P., 2001. *CAD Principles for Architectural Design*, Architectural Press.

#### **Web – Resources**

<http://www.catia.ibm.com>

<http://www.gehrytechnologies.com>

<http://www.stanford.edu/group/4D/related/related.shtml>

<http://www.Theveusproject.com/vp-gallery/construction-glry.htm>

**1- تقنية مركبات النانو:** هي تقنية تحدد مميزات المواد في مقياس النانومتر التي غالباً تختلف عن مميزات حجمها بالحجم العادي (فالنحاس النانو أصلب خمس مرات من النحاس العادي ...). وفيها تدمج أجزاء مركبات المادة بكامل حجمها في مقياس النانومتر. وبالتالي تكون ذات دقة وكفاءة أعلى وغير مكلفة اقتصادياً.

**2- النانومتر:** هو جزء من بليون من المتر. ويقصد بفكر النانو هو إعادة أي شيء إلى أصغر جزء ذري في تكوينه.

**3- VRML: Stands for Virtual Reality Markup Language** يقصد بها التقنية الممكنة للمستخدمين من استعراض النموذج الثلاثي الأبعاد من كافة زواياه تبعاً للمراحل التنفيذية المتتالية المختلفة

4- **CAD: Computer Aided Drafting**

التصميم بواسطة الحاسب الآلي

- **CAM: Computer Aided Manufacturing**

التصنيع بواسطة الحاسب الآلي

- **CAE: Computer Aided Engineering**

الهندسة بواسطة الحاسب الآلي

- **CAC: Computer Aided construction**

التنفيذ بواسطة الحاسب الآلي