التطبيقات التقنية الحديثة للتصميم الرقمي في العمارة

د/ حمد صالح عبد الفتاح علي اسماعيل
مدرس بقسم الهندسة المعمارية -كلية الهندسة بالمطرية -جامعة حلوان
engasa@hotmail.com

ملخص البحث

سهلت تكنولوجيا برامج التصميم الرقمي عملية تمثيل التصميم والرسم المعماري وأصبح إستخدام معظم المعماريين لهذه البرامج لتطوير الأفكار وليس فقط رسمها أو التعبير عنها. حيث يمكن لهذه البرامج أن تقوم بالتنسيق بين عدة معطيات وأنواع مختلفة من المعلومات التي يتم تزويد البرنامج بها لتكون أشكالاً إنسيابية ومتناسقة دون تحديد وظيفة معينة لها، هذا جعل من الممكن خلق أشكال عضوية وديناميكية بطريقة منظمة ومحكمة مما ساعد في نقل هذه الأفكار من خيال المصمم إلى حيز الواقع. وكل هذا أدى إلى ولادة أنماط جديدة من المعمار لم تكن موجودة من قبل لم يكن بإمكان المعماري تصميمها وتنفيذها الا مع ظهور تكنولوجيا للمعلومات وتكاملها مع العلوم الحديثة معا لتكوين منظومة من الأفكار كانت تعتبر خيالاً فيما سبق.

حيث نجحت الثورة الرقمية في دمج العديد من التطبيقات التكنولوجية والإنطلاق بها إلى تطبيقات أكثر تعقيداً وتوغلت في كافة أزرع التكنولوجيا التي تؤثر على العمارة بشكل مباشر أو غير مباشر، كتكنولوجيا الواقع الإفتراضي، الذي أطلق العنان للمعماريين في حرية الفكر والإبداع بدون قيود ناقلاً المعماري إلى عالم الواقع الإفتراضي أو الواقع الحقيقي المعزز بعناصر افتراضية. اعتماداً على إستراتيجيات حاسوبيَّة متقدِّمة قادرة علي دمج تقنيات البيئة الثلاثيَّة الأبعاد مع القدرة على إستخدام اليد في عملية التصميم الرقمي من خلال التقاط بيانات التصميم من حركات اليد الحرَّة. ومع إستمرار هذا التقدم ربما نكون على الطريق لتصميم أنواع جديدة من التكنولوجيا يمكنها قراءة أفكار المعماري والتعبير عنها فقط باستخدام الأفكار، وهذا قد لا يكون خيالياً كما نتوقع إذا أخذنا بعين الإعتبار التقدم الذي حدث في القرن الأخير والتسارع الذي يستمر به.

الاشكالية البحثية:

إن إختراق التكنولوجيا الرقمية إلى حياتنا اليومية أمر لا بد منه ولا جدوى من مقاومته. فاستخدامها في عملية التصميم يضيف بعداً جديداً للمعمار يمكننا من أن نجسد أفكارنا التي يصعب دائماً التعبير عنها بشكل كامل. وهذا ما نفتقده فى عمارتنا المحلية من ملاحقة العالم فى هذه التكنولوجيا لمواكبة العمارة العالمية في إخراج منتج معماري متميز عالميا، وتكمن المشكلة في عدم وضوح أهمية تأثير تطبيقات التصميم الرقمي ومنها الواقع الافتراضى للمعماريين المحليين على عملية التصميم ومن ثم علي المنتج المعماري، وكيفية الاستعانة بها كأدوات جديدة استخدمها المعماريون العالميون في انتاج أفكار ونظريات جديدة لأعمالهم.

هدف البحث:

يهدف البحث إلي: تحديد المجالات التطبيقية لتقنية التصميم الرقمي في مجال الفكر المعماري كأداة لضمان التصميم والتنفيذ والاستخدام الامثل ا للمباني بما يحقق إنتاج منشأت معمارية تخضع لجميع أنواع الاختبارات قبل تنفيذها.

فرضية البحث:

التصميم الرقمي يرفع من كفاءة العملية التصميمية مقارنة بالأسلوب التقليدي لإتمام مراحل التصميم المعماري وعلى ضوء هذه المقارنة يمكن تحديد مدى التأثير الإيجابى في إستخدام التصميم الرقمي في عملية الإبداع المعمارى والإعتماد عليه كعامل مساعد لتحفيز وتنشيط الأفكار ودعم الإبداع في العمل المعمارى وإنعكاس كل ذلك على تميز المنتج المعماري.

الكلمات المفتاحية:

التصميم الرقمي، العمارة الرقمية، الواقع الافتراضي، المحاكاه، الفكر المعماري، المنتج المعماري.

مقدمة

يشغل التصميم المعماري مكانة هامة لدى المعمارين حيث يعد محور إرتكاز العمل والفكر المعمارى ولذلك يمثل بؤرة الاهتمام لدى المعمارين على المستوى العملى والمهني والأكاديمي، مع تطور تكنولوجيا الحاسب مع الثورة الرقمية ثم المعلوماتية ظهرت عدة أجيال: الأولى تكنولوجيا الحاسب برامج الكومبيوتر " Soft wear "، والثانية الرقمية الانترنت " Internet "، والثالثة المعلوماتية الإنفو ميديا " info media" ، وقد كان لهذا التطور تأثيره المباشر على العمارة والعمران، فظهر ما يطلق عليه التفكير المعمارى الرقمى أو الاتجاهات التصميمية الجديدة فى عصر الثورة الرقمية فهبت ثورة التغير علي مفاهيم العمارة التقليدية، فتحول الشكل المعمارى

من الكتل الإستاتيكية إلى الكتل الديناميكية بالإضافة إلي ظهور فراغات غير مادية، " CYBERSPACES "، محكومة بقواعد وقوانين مستجدة أكثر تحرراً من تصميم الفراغات الفيزيائية[1]. ومن ثم يسعى المعماريون على مستوى العالم الى استخدام أرقى التقنيات المتاحة والاطلاع على أحدث التطورات والأفكار للوصول إلى أحدث المعلومات والبيانات لحل المشاكل والقضايا المعمارية بالإضافة إلى سعيهم الى تطويع واستغلال أفضل الامكانيات لتقديم أفكارهم وعرضها بالشكل الذي يحقق البساطة والوضوح، ليس فقط لأعضاء فريق التصميم من التخصصات غير المعمارية بل أيضا لتحقيق الوضوح لدى المستهدفين من غير المتخصصين. وقد قدّمت هذه التقنيات خدمة كبيرة للمعماريين والمشتغلين في كافة الاختصاصات الأخرى في قطاع البناء من خلال الإسراع بعملية الرسم، وإمكانية عرض الأفكار المعمارية والإنشائية وخصائص المبني في المراحل المختلفة.

حيث يعد المنتج المعماري نتاجاً لمجموعة من الأنشطة الذهنية لشبكة فكرية معقدة يقوم بها المصمم لحل مشكلة تصميمية معينة طبقا للظروف والعوامل والمحددات الخاصة بها، فالتصميم المعماري يجب النظر اليه كمنظومة شاملة ومتكاملة مع التخصصات الأخرى ليتمكن المصمم من انتاج منتج معماري ابداعي متميز شامل ومتكامل.

1- العمارة في افاق رقمية: Architecture in the Digital Horizons

العمارة الرقمية هو مصطلح يقصد به العصر الذي نعيشه حاليا والذي بدأ مع إتجاه المعماري فرانك جيري في تطوير تقنيات تساعده على تحقيق أفكاره التي تميزت بالتعقيدات الكثيرة في الكتلة والفراغ والإنشاء، تعتمد العمارة الرقمية على النمذجة الحاسوبية والبرمجة والمحاكاة والتصوير وإنشاء كل الأشكال الافتراضية وتستخدم العمليات الحسابية المعقدة لينتج عنها مجموعة متنوعة من الأشكال المعقدة بسهولة كبيرة مما يؤدي إلى أشكال جديدة غير قياسية للعمارة[1]. وتترك للمصمم حرية الاختيار وزيادة الإمكانيات في التصميم المعماري. لأمر الذي أدي إلي ترابط مراحل التصميم المختلفة بعملية التنفيذ عن طريق برامج الكاد والكام (CAM / CAD)، وبرامج الكاتيا computer aided three-dimensional interactive application (CATIA) في منظومة متكاملة ومترابطة.

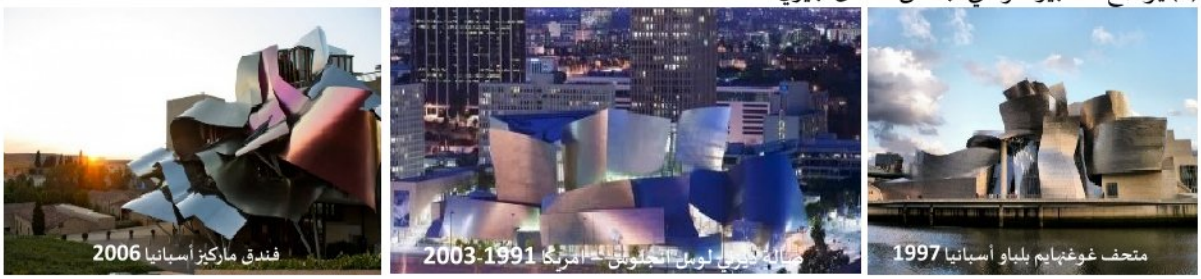
1-1 التمثيل الرقمي في مهام التصميم المعماري DIGITAL REPRESENTATION IN ARCHITECTURAL DESIGN PRACTICE

يقول الدكتور علي رأفت [2] "*لم تعد الهندسة المعمارية في حاجة إلى الارتباط بالمساقط الأفقية أو القطاعات والارتفاعات والواجهات لتستبدل الطرق التقليدية في التعامل مع المبني من صورة ثنائية الأبعاد إلى التعامل مع المبني بالكامل من خلال النموذج ثلاثي الأبعاد* " فالتمثيل الرقمي هي الطريقة التي تستخدم في إستعراض الأفكار ليتم دراستها وتداولها بين التخصصات المختلفة بواسطة الكمبيوتر وشبكات المعلومات وأنظمة الإتصالات. وفي هذا يقول جيبسون ماكرا [3] "Gibson Macrae"" *نحن نعيش الآن في عصر الآلة ولكن بظهور تكنولوجيا المعلومات يبدو أن الفكر المعماري قادر على الإستفادة من العلوم المعاصرة وتوظيفها فيما يلبي الإحتياجات الضرورية للحياة .*" وعلى ذلك فإنه يوجد ثلاثة عناصر رئيسية يجب توفرها لتطبيق التصميم وهي كالتالي[3]:

- التعبير الرقمي لتكوين المبني Digital expression of building form
- التكامل الرقمي لمتخصصي إستخدام المعلومات التصميمية Digital integration of specialist design information
- التنظيم الرقمي للمهام المكتبيةDigital organization of office practice

1-1-1 التعبير الرقمي لتكوين المبني Digital expression of building form

المقصود بالتعبير الرقمي لتكوين المبني أنه التعبير الذي يستقر في ذهن المتلقي نتيجة لإستخدام التقنية الرقمية في تصميم وإنتاج المبني، والذي يتضح في أعمال المعماري " فرانك جيري ." فللوهلة الأولى حينما نرى أحد أعماله، فإنه يتبادر إلى ذهننا أن هناك لغة معمارية تختلف في تعبيرها عن الأسلوب التقليدي في استخدام المواد في تكوينات المبنى. وهذا التعبير يطلق عليه التعبير الرقمي، والذي يرتبط بالتقنية الرقمية نظرا لأنها التقنية المستخدمة في تكوين المبنى[4]. ومن الأعمال المعمارية الإبداعية لفرانك جيري مشروع قاعة حفلات والت ديزني الموسيقية والعديد من مشاريعه الحديثة والتي اعتمدت التعبير الرقمي لتكوين المبني شكل رقم (1) يوضح التعبير الرقمي لبعض اعمال جيري.



شكل رقم (1) لبعض اعمال المعمارية لفرنك جيري واستخدامه التعبير الرقمي لتكوين المبني

Mathewson, Casey C. M. FRANK GEHRY "**Frank O. Gehry : selected works : 1969 to today**" Richmond Hill, Ont: Firefly Books, 2007.

1-1-2التكامل الرقمي Digital integration

المقصود بالتكامل الرقمي هو الطريقة التي تساعد على ربط كافة التخصصات الهندسية المشتركة في مشروع ما-إما عن طريق شبكة داخلية أو شبكة المعلومات الدولية – وذلك لدعم اتخاذ القرار بطريقة سريعة ولتلافي المشاكل التصميمية نتيجة للتعديلات المستمرة في كل مراحل تطور المشروع .كما يمكن ربط مراحل التصميم الابتدائي بعمليات التصنيع والإنتاج ثم التنفيذ لكي يتم اتخاذ القرارات التي تتناسب مع تكنولوجيا البناء وظروف الموقع [4]. ويتم تدعيم كل ذلك في شكل رقمي حيث تكون البيانات والمعلومات المتداولة بين فرق التصميم المختلفة في صورة نماذج ثلاثية الأبعاد.

1-1-3 التنظيم الرقمي Digital organization

المنظومة الرقمية هي التي تجمع في كيانها كل المشاركين في المنتج المعماري بدءاً من العميل(المالك) ، المطورون العقاريين، ومتخذي القرار، فريق العمل كافة التخصصات العاملة في المنتج المعماري بهدف وضع اسلوب تداول المنتج المعماري وإخراجه وعرضة وكذلك التواصل المعلوماتي مع بعضهم البعض في مراحل التصميم المختلفة لخروجه إلى حيز التنفيذ، وهذا التنظيم الرقمي يساهم خلال مراحل التصميم المختلفة في التعرف على رأي العملاء ومدي تقبلهم لما يتضمنه المنتج من أبعاد فلسفية ووظيفية .وفي الوقت نفسه يساعد المنظومة الرقمية على ربط عمليات التصميم بتكنولوجيا البناء التي تحولت أيضا إلى صورة رقمية[4]. وشكل رقم (2) يبين الفرق بين التنظيم في عملية التصميم التقليدية والتكامل والتنظيم في ومراحل التصميم الرقمي.

شكل رقم (2) يبين الفرق بين التكامل والتنظيم في عملية التصميم التقليدية والتكامل والتنظيم في ومراحل التصميم الرقمي[3] من حيث تداخل العلاقات والتخصصات في التواصل بين الاطراف المشاركة في مراحل التصميم المختلفة.

2-1 تكامل التصميم المعماري والانشائي كمنظومة تحويل الأسطح والاشكال المعقدة الي أسطح إنشائية

إن تطور الفكر المعماري الحالي هو نتاج التأثر بتكنولوجيا المعلومات مما كان له تأثير على تغير منظومة البناء بما فيها الحلول، والتكوينات الإنشائية والتى كان لابد أن تتطور مع تطور الأشكال والتكوينات التى أحدثتها الثورة الرقمية، فتطور أنظمة البناء جزء مرتبط بالعمارة ولا يمكن فصلها عن عملية الإبداع المعمارى .يقول دكتور علي رأفت:[5] *"الإنشاء وسيلة لتحقيق الابداع، بتشكيل الفراغات الداخلية، والكتل الخارجية لكنه ليس هدفا في حد ذاته، ويتكون الانشاء من مواد إنشائية وطرق تجميع على مدار حياة الانسان على الأرض" وأصبح الملف المعماري هو الملف الإنشائي في اشارة إلي طبيعة العملية التصميمية الرقمية، والي مدي ترابط وتكامل منظومة البناء، ساعد التكامل الرقمي على العمل بفكر منظومى يعتمد على المناقشة المستمرة بين المصممين والمصنعين والمبرمجين والتقنيين، وطبقا لروية مكتب "أوف آراب" التي تقول "إن هندسة الإنشاء نشاط إبداعى يعتمد على التخيل والحدس والإختيار المقصود لحلول ممكنة غالباً ما تتنوع فى الطرق التى لا يمكن مقارنتها بالأساليب الكمية"* وذلك ما قام به المهندسون الإنشائيون فى مكتب" أوف آراب[6] عندما يحاورون معمارى عملاق مثل(نورمان فوستر) فى كل التفاصيل وكيف كانوا يطورون التفاصيل مع المعمارى للتأكد من وصولهم إلى الشكل الذي يريده المعمارى للمشروع. فإذا كان إهتمام المهندس الإنشائي والتقني هو التأكد من كفاءة المبنى الإنشائية، إلا أن الهدف البصري والجمالى والوظيفى يعد من مهام المعمارى [7].

1-2-1 طرق تصنيف وتمثيل الاشكال Classification Methods and representation forms

وهناك مجموعة من الخطوات لتحويل الأسطح والاشكال المعقدة الي أسطح إنشائية مثل دراسة طبيعة هذه الأشكال وخصائصها ، تكوين مجموعة من فرق العمل المختلفة لدراسة الاشكال المعقدة والمشاكل الناتجة وكيفية التغلب عليها، تجريب هذه الأشكال وإختبارها بمساعدة الكمبيوتر والوقوف على الشكل النهائى مما أوجد طريقة تصنيف لتمثيل الأشكال كالتالي:

1-1-2-1 الأشكال النقية الواضحة Pure shapes

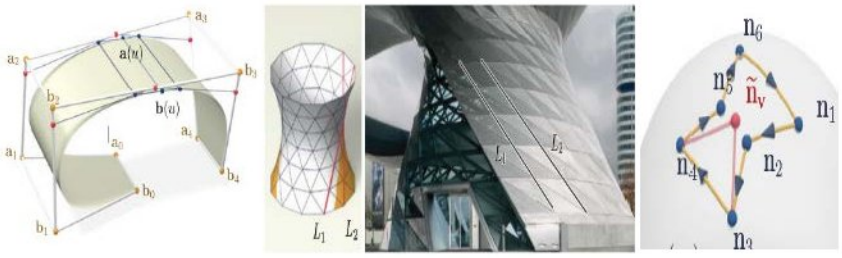
ويعتمد هذا الاتجاه على تحويل الأشكال والتكوينات الهندسيةالبسيطة الواضحة إلى عناصر للتصميم بحيث يمكن إعادة إستخدامها من جديد لتوليد أفكار جديدة. فتجد الفراغ (مستطيل، مربع دائرة) والمكون من عدة حوائط تحول إلى أشكال مكونة لهذا الفراغ، وبإختلاف قيمها ممكن أن تكون فراغات لانهائية، وهذه هى الفكرة التى تم إقتباسها فى برامج الكمبيوتر من تحويل عناصر المبانى المعمارية إلى عناصر للتصميم يمكن التصميم بها والتغيير فى أبعادها بواسطة الحاسوب [6]

2-1-2-1 الأشكال المعقدة Complex shapes

ويطلق عليها أشكال معقدة نتيجة لصعوبة توصيفها هندسيا بالأسلوب التقليدي من الأسطح المتعامدة أو ذات الزوايا الثابتة أو الأشكال المتعارف عليها .مما أدي الي تصنيف علماء الرياضيات هذه الأشكال إلى تصنيف يجمع طبيعة تكوينها بشكل كبير .هذا التصنيف أطلق عليه بالتكوينات الطبولوجية (Topology) والتي صعب التعامل معاها بالحسابات التي تعتمد علي العقل البشري، وتعبر عن الأشكال التى تتحرك وتتغير باستمرار فى الحجم والتكوين[6].

3-1-2-1 الاشكال والأسطح المنحنية غير المنتظمة (NURBS) [8]

هذا الاختصار يرمز الى(Non -Uniform Rational B - Splines) والذى بدأ التعرف على هذا النوع من الأسطح عام ١٩٥٠ بواسطة المهندسين الذين كانوا فى حاجة الى طريقة تسهل التعامل مع الأسطح الحرة (Freeform Surfaces) والذين احتاجوا الى طريقة أو تقنية تسهل التعامل مع هذه الأسطح التى يقوم المصممون برسمها وإيجاد طريقة للتحكم فيها، وقد مرت هذه الأسطح بمراحل من التطوير للوصول لطريقة التحكم واستطاعوا أن يصلوا إلى نقاط للتحكم فى هذه الأسطح يمكن بواسطتها التحكم فيه بطريقة سهلة يطلق عليها البارامتر (Parameters) كما أمكن الوصول الى امكانية عمل Render ومن المميزات التى أضافتها نقاط التحكم على الأسطح NURBS سهولة التحكم و التغيير وكلما زادت عدد النقاط كلما أتاح امكانية التغيير والتحكم بشكل أكثر دقة .كما أن هذه الأسطح يمكن التحكم فيها بواسطة أنصاف أقطار الأقواس المتماسة معا والرواسم للشكل L1,L2 انظر شكل رقم (3).



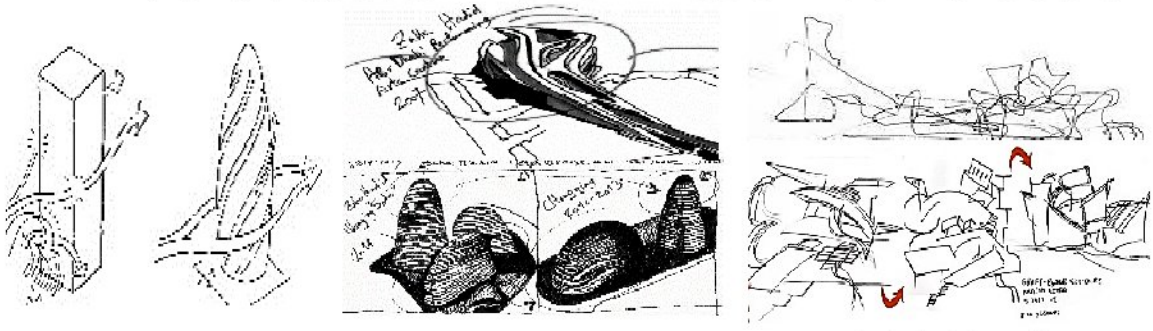
الشكل رقم (3) يبين نقاط التحكم وممسات الاقواس للتحكم فى هذه الأسطح (NURBS) بطريقة سهلة يطلق عليها البارامتر
المصدر:
Adriaenssens, F. Gramazio **"Advances in Architectural Geometry 2016"** Hochschulverlag AG an der ETH Zürich,2016.

3-1 مراحل التصميم الرقمي Digital Design Process

تتم مراحل التصميم بخطوات منظمة ومنهجية علمية، إلا أنها في الوسط الورقي تعتمد على العقل البشرى فقط وإبداعه وأفكاره وخبراته، دون تفاعل يظهر الجوانب الإيجابية والسلبية فى المشروع والمقصود بكلمة وسط التصميم هو البيئة التي يقوم من خلالها المصمم بممارسة العملية التصميمة، وتتم هذه العملية عن طريق التفاعل مع هذا الوسط، وفى هذه الحالة يكون المصمم هو المتفاعل والوسط الورق، أما الوسائط الرقمية هو المتفاعل معه. ويكون هناك ترابط مستمر بين المصمم والوسط عبر المعلومات فى إتجاهين من المصمم إلى الوسط والعكس، ويكون الغرض من التفاعل هو ترجمة الافكار إلى رسومات أو نماذج ثلاثية الأبعاد [9]. وتتكون عملية التصميم الرقمي من أربع مراحل وهي كما يلي[10]:

1-3-1 الإسكتشات والدراسات التمهيدية sketches and preliminary studies

يبدأ التصميم الرقمي بدراسة موقع المشروع وما يحيط به من عوامل يمكن أن تؤثر على الفكرة التصميمية، دراسة كيفية تحقيق فكرة للمشروع تجمع بين فكر المصمم، والجوانب الوظيفية من خلال إسكتشات توضيحية لدراسة الفكرة الأولية للمشروع بما تحتويه من متطلبات وظيفية، وتشكيلية عن طريق الإسكتشات اليدوية .وعن أهمية الاسكتش يقول المعمارى يقول فرانك جيري : (بمجرد أن أتعرف على حجم المشروع وعلاقته بالموقع وما يريده العميل، يمكنني البدء بوضع الإسكتشات، فالأسكتش هو التعبير عن الأفكار التى دور فى ذهن المصمم، وحلقة الوصل بين الحقيقة والخيال) [10] شكل رقم (4) يبين مجموعة من الإسكتشات.



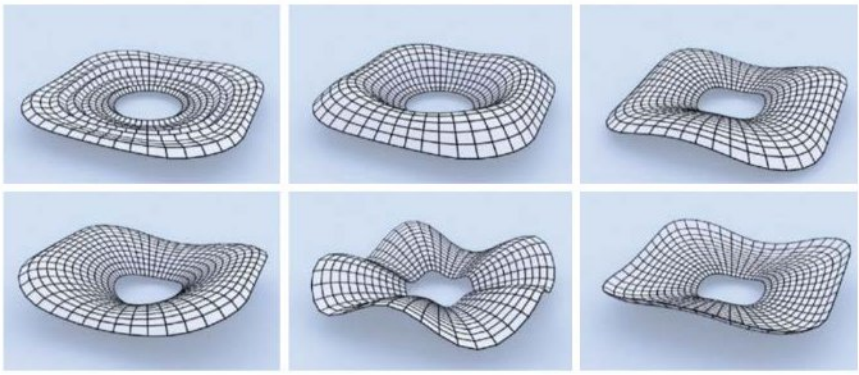
(أ) بعض إسكتشات لفرنك جيري (ب) بعض إسكتشات لزها حديد (ج) بعض إسكتشات لنورمان فوستر

الشكل رقم (4) يبين مجموعة من الإسكتشات لمجموعة من المعماريين العالمين كخطوة اولي من خطوات التصميم الرقمي المصدر:
www.pinterest.com/pin/485192559827078151

ثم إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للموقع، وإجراء التحليلات المناخية عليها للوقوف على إتجاهات الرياح، ودرجات الحرارة، وتضاريس الموقع، و ....إلخ .البدء بوضع العديد من الأفكار المبدئية للمشروع، ويكون إنتخاب البديل المناسب عن طريق تعريضه لبرامج التحليل المختلفة في المراحل التالية، وبعد تصميم. نورمان فوستر لبرج سويس ري Swiss re Tower لندن شكل رقم (4-ج) مثالاً واضحاً على ذلك، حيث تم تكوين كتلة المشروع بناءً على محاكاة لحركة الرياح في الموقع، واستفاد فوستر من هذه الرياح عن طريق فتح جزء أعلي سطح المبني وسحبه داخل المبني عن طريق تصميم فناء داخلي يدور بشكل حلزوني داخل المبني إلى أن يتم تفريغه من فتحة أسفل المبني، وهو ما ساعد على الوصول إلى تهوية طبيعية داخل المبني، بالإضافة إلى تقليل فترات عمل المكيفات.

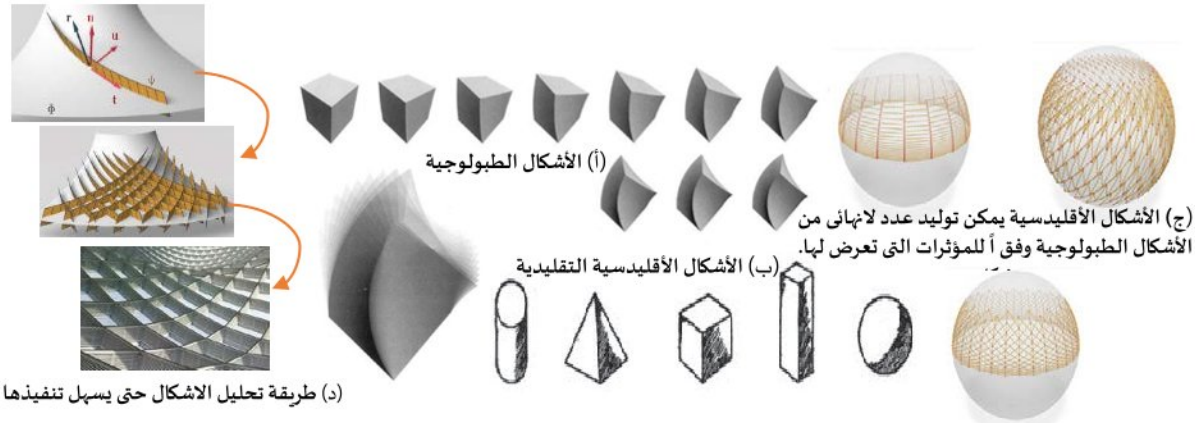
2-3-1 توليد الافكار-الاشكال-التكوينات وتمثيلها Ideas -Shapes -Free from Generation and Representation

من المراحل الهامة فى عملية التصميم الرقمي مرحلة وضع الأفكار الخاصة بالتكوين الخارجى للمبنى وكذلك التصميم الداخلى، وساعدت برمجيات الرقمية على تسهيل التشكيل والتكوين للمصمم المعمارى، فأتاحت له مجالا واسع اً من الأفكار التى لم تكن ممكنة من قبل[11] انظر شكل رقم (5).هذه الاشكال تمكن المصمم من الخروج عن الأشكال الإقليدسية، والتى حددها ليكوربوزيه فى كتابه نحو عمارة جديدة (Towards a New Architecture) هذه الأشكال لها خصائص مختلفة عن الأشكال الإقليدسية، والتى أُطلق عليها الأشكال الطبولوجية (Topology shapes) وبعد أن أصبح من السهل تحليل الأشكال والكتل الطبولوجية رياضياً، ظهرت العديد من البرمجيات التي تطوع الأشكال الغير منتظمة لتساعد علي تكوين فكرة تصميمة وفروع هذا العلم كثيرة ومعروفة باسم الهندسة اللاكمية الجبرية والتي تقيس علاقات التركيبات الكتلية علي مستوي الأشكال عن طريق المعادلات الجبرية [12].



الشكل رقم (5) يبين كيفية توليد وتحليل الأشكال والكتل الطبولوجية رقمياً من خلال تغير الرواسم والنقاط المكونة للشكل.
المصدر:
http://vdf.ch/advances-in-architectural-geometry- -2016.html

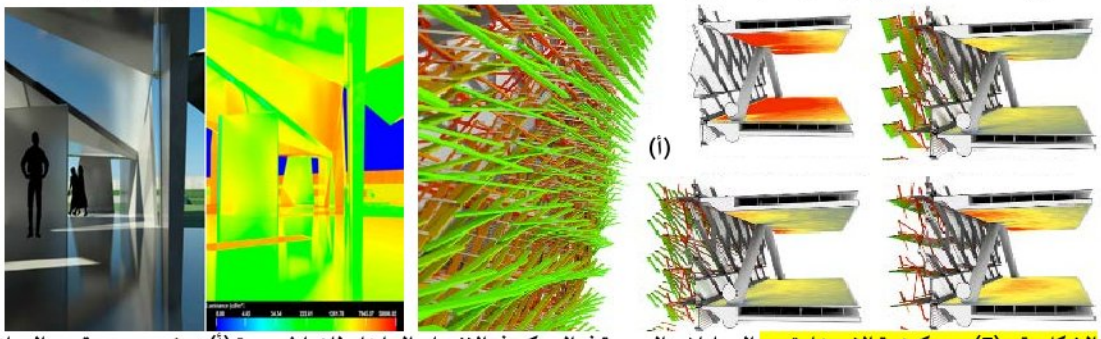
مثال علي ذلك عند عمل شد أو دوران حلزونى (Stretching or Twisting) لشكل مكعب أو أسطوانة فالناتج سيكون بعيد عن الأشكال الأقليدسية التقليدية، أو إذا تم حذف أحد أضلاع المكعب وعمل تأثير إنحناء عليه فإن هذه الأشكال ناتجة عن عمل عدة تأثيرات وتركيبات مع اً ليكونوا شكل واحد، وهذه الأشكال قد تصل إلى عدد لانهائى من الأشكال والتكوينات وفق اً للمؤثرات التى تعرض لها[12]. شكل رقم (6) يبين تمثيل هذه الاشكال المتولدة باستخدام الوسائط الرقمية بكافة أشكالها، فجميع مراحل التصميم التى كان يقوم بها المصمم بالطريقة الورقية أصبحت تتم من خلال وسط ديناميكى له قدرة كبيرة على مساعدة المصمم على دراسة المشروع بشكل حقيقى، وأكبر مثال علي ذلك تطبيقات الواقع الإفتراضي Virtual reality (VR)لإختبار الاشكال وعلاقتها بالفراغات الداخلية والخارجية من خلال التجول فيها فى مراحل التصميم المبكرة كوسط للتصميم تساعد على تفادى مشاكل مستقبلية، وكذلك تساعد على إتخاذ القرارات السليمة مبكرا.



الشكل رقم (6) يبين مجموعة من الاشكال الأقليدسية والاشكال الطبولوجية وطرق الحصول عليها بالبرامج الرقمية
المصدر: http://vdf.ch/advances-in-architectural- geometry- -2016.html بتصرف من الباحث

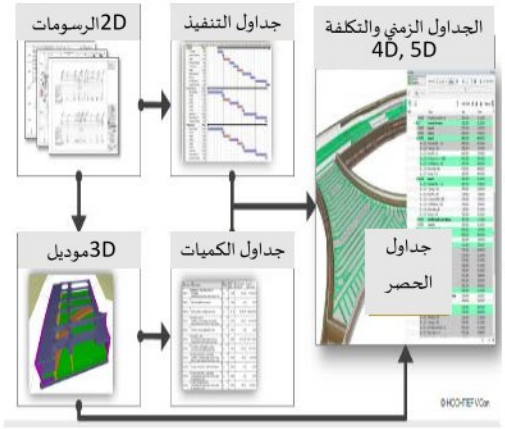
3-3-1 تقييم التصميم Evolution of Design

يتم استخدام النماذج المعمارية الثلاثية الأبعاد والتى يتم عن طريقها إجراء التحليلات المختلفة على المبانى ومن خلال تفاعل المصمم مع هذه النماذج والبرمجيات ظهرت أهمية التقييم والذي يأتى من خلال المصمم؛ بمعنى أن النماذج الثلاثية الأبعاد والبرمجيات التى تقوم بالتحليل هي الأداة، ونتيجة هذا التحليل يقوم المصمم بتقسيم التصميم فى مراحل التصميم الأولية، سواء التقييم للتحليلات النوعية والتى لها دور كبير فى تطوير الأفكار التصميمة، والتقييم للتحليلات الكمية التى يكون لها دور هام فى التحكم فى تكلفة البناء وفى مراحل تنفيذ المبني[4]. الاشكال رقم (7)، (8)، تبين طريقة التقييم والحصول على التحليلات المطلوبة.



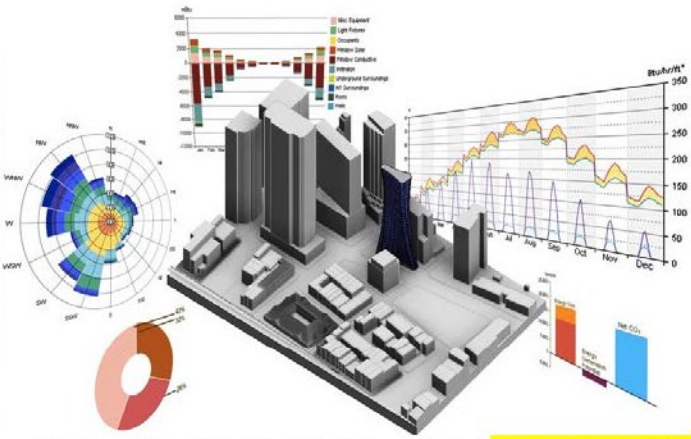
الشكل رقم (7) يبين كيفية الاستفادة من التحليلات النوعية في التحكم في الاشعاع الداخلي للفراغ صورة (أ) تبين مجموعة من البدائل لكواسر شمسية يتم تحديد مكانها زواياها من خلال التحليلات الناتجة من البرامج، صورة (ب) تبين كمية الاشعاع الناتج من الاضاءة الطبيعية والصناعية لتحديد الاشعاع والاضاءة المناسبة لوظيفة الفراغ وذلك بإستخدام برامج الكمبيوتر المناسبة لعمل هذه التحليلات النوعية

المصدر: Karen M. Kensek,"**BIM in Current and Future Practice**" Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2014.



الشكل رقم (9) جر افيك يبين من خلال الرسومات يمكن الحصول علي موديل 3D وعلى الجداول الزمنية وجداول الكميات والمواصفات والتكلفة التقديرية للمشروع

Garber, Richard," **BIM design**" John Wiley & Sons Ltd, 2014



الشكل رقم (8) جر افيك تحليلات نوعية وكمية للعوامل الخارجية المحيطة بالمبني وشدة الاضاءة لفراغ الداخلي لمبني التحليلات البيئية من حرارة، إضاءة، والتحليلات الخاصة بالأنظمة الكهرو ميكانيكية، والأعمال الصحية.

Garber, Richard," **BIM design**" John Wiley & Sons Ltd,

1-3-3-1 التقييم من خلال التحليلات النوعية:

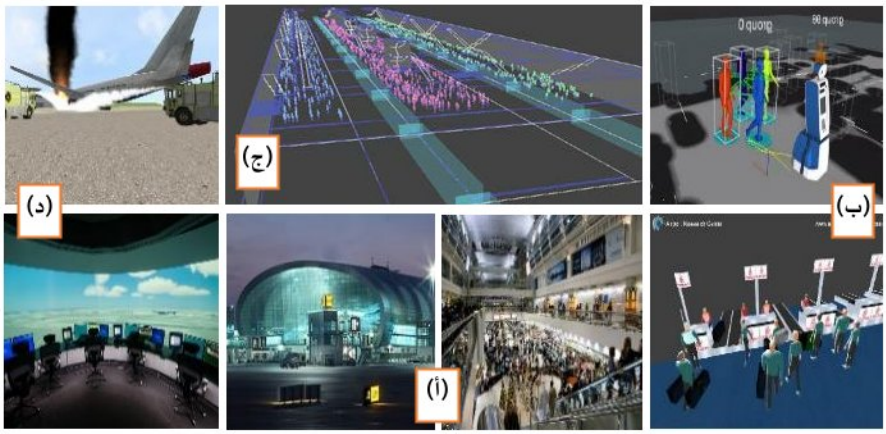
وهي خاصة بالتحليلات البيئية من حرارة، إضاءة، وصوت، وتحليلات إنشائية، وتحليلات الأنظمة الكهروميكانيكية، والصحية وقد قامت شركات البرمجة على برمجة هذه التحليلات على العديد من البرامج المعمارية، وربطها مع النماذج الثلاثية الأبعاد التى تستخدم فى مراحل التصميم الاولية، بحيث يستطيع المصمم أن يضع أفكاره الأولية بناءا على النتائج التى يريد الوصول لها.

2-3-3-1 التقييم من خلال التحليلات الكمية:

من مميزات التحليلات الكمية أنها تساعد على سرعة إتخاذ القرار وهذا ما يحتاجه المصمم خاص مع كثرة المحددات التصميمية التى تواجهه، ومنها التكاليف المحددة للمشروع .وهذه النقطة فى العملية التقليدية كانت تحتاج إلى وقت كبير، بينما في التصميم الرقمي يتم إجرائها في وقت قياسي يقدر بزمن إجراء الحاسب الآلي لهذه الحسابات،ففى أثناء بناء المودل التصميمى يقوم المصمم بالتفكير فى التصميم وبناء العناصر المكونة للمبنى ويقوم البرنامج المساعد Building Information Models (BIM) تلقائيا بتخزين هذه العناصر وحصرها وتحديد نوعيتها بناءا على إختيار المصمم، **الشكل رقم (9) يبين** عند الإنتهاء من التصميم يستطيع المصمم أن يحصل على جداول الكميات والمواصفات وهو فى مرحلة المشروع الإبتدائى، وفى هذه المرحلة يستطيع تقييم مدى مناسبة أفكاره للتكاليف والميزانية المحددة[4].

4-3-1 قياس الأداء Performance Measuring

الهدف الأساسى للمصمم هو الحصول على الأداء المناسب للمبنى ولتحقيق الوظيفة المطلوبة، وإذا كان من الصعب الحكم على مدى نجاح المشروع أثناء عملية التصميم، إلا أنه بواسطة تكنولوجيا المعلومات وتطبيقاتها إستطاع المصمم أن يصل إلى مرحلة متقدمة من الإجراءات التكنولوجية التى تساعد على توقع نجاح المشروع - .ومن أهم التطبيقات التى سهلت الحكم على أداء المبانى هي تطبيقات الواقع التخيلى (VR)، ليس فقط فى عرض المشروع ومحاكاة الشكل الخارجى والداخلى ، ولكن إستطاع بعض المعماريون التجريبيون العمل على تطوير برمجيات تساعد على محاكاة حركة الجمهور، وربطها مع شبكة إتصالات ودراسة سلوكياتهم وقت الخطر عن طريق الحساسات (sensors) والأشعة تحت الحمراء(Infrared radiation) ، وخاصة فى الحرائق لإتخاذ التدابير الملائمة من خلال مرحلة التصميم[13]، وتساعد هذه البرمجيات علي الوصول إلي المعايير القياسية للأداء، وبخاصة المشاريع العملاقة مثل مشروعات المطارات ، والتي تحتوي علي قدر كبير من التداخل في المسارات، والآليات، والتي تحتاج إلي دراسة شاملة لكل عناصر الأمان والتأمين من الحرائق والسرقة، **الشكل رقم (10)** يبين ما قام به فريق التصميم في دراسة مشروع مطار دبي الدولي للوقوف علي التصميم الداخلي، واختيار مواد التشطيب ، واختبار الحركة والكثافة ، واختبار خطة الحريق والأمن ، مما ساعد علي تحقيق التصميم أقصي درجات الأمن والسيولة في الحركة، ودراسة سيناريوهات مختلفة للتعامل مع المخاطر المحتملة.



الشكل رقم (10) يبين استخدام برمجيات المحاكاة في دراسة مشروع مطار دبي في مرحلة التصميم الابتدائي
(أ) مطار دبي صالة المغادرة
(ب) دراسة مسارات الحركة والكثافة
(ج) اختبار خطة الحريق والهروب
(د)دراسة خطة الطوارئ للمخاطر
المصدر:
William J. Mitchell, "**Virtual futures for design**", Blackwell Publishing, 2008.

4-1 تكامل البرمجيات في التصميم والتصنيع الرقمي Software integration in digital design and manufacturing

حدثت طفرة في تطور البرمجيات في بداية القرن الحادي والعشرين، والتي نقلت برمجيات العمارة رسم الي أن أصبحت نماذج للبناء المعلوماتي، وأصبحت واجهة برامج التشغيل ما هي إلا مرآة لحالة التطور التي نمر بها وأن النوافذ الخاصة ببرامج التشغيل ما هي إلا رد فعل لأفكار متوازية في عقولنا، ومع استمرارية تطور برامج التصميم تعددت وسائطها وإمكانياتها، واندمجت تدريجياً في عملية التصميم نفسه. لقد تمكّنت الوسائط الرقمية من الانتقال من وسيلة للرسم والعرض إلى جزء لا يتجزأ من عملية التصميم، وكوّنت فهماً جديداً للإبداع لدى كثير من المعماريين، مما دفع العديد من المصممين إلى استخدام هذه البرمجيات لدراسة متطلبات التصميم ومراحل البناء المختلفة وتحليل احتياجات ومشاكل التصميم لإيجاد حلول لتنفيذها خلال برامج تربط النماذج الثلاثية الأبعاد بماكينات التصنيع، وهذه البرامج يطلق عليها برامج المساعدة على الإنتاج والتصنيع والتنفيذ[13].

1-4-1 البرامج المساعدة على التصميم

البرامج المساعدة على التصميم هى الأداة التى تسهل ممارسة أنشطة التصميم، كما تساعد فريق التصميم على مشاهدة نتائج قراراتهم التصميمية وهذه البرامج مرت بمراحل من التطوير المتواصل لتسهيل مهام المصممين وانتقلت فيه من برامج المساعدة على التصميم إلى نموذج محاكى لعملية البناء يحتوي بداخله كل المعلومات والبيانات التى تهم جميع التخصصات الهندسية العاملة على إخراج المبنى إلى حيز التنفيذ. ومرت البرامج المساعدة على التصميم بجيلين من التطور هما[14]:

1-1-4-1 الجيل الأول للنماذج الرقمية -النماذج الثنائية والثلاثية الأبعاد Digital models - 2D and 3D

إهتم الجيل الأول للبرامج المساعدة على التصميم بمساعدة الحاسوب (Computer Aided Design) بتلبية إحتياجات التخصصات الهندسية المختلفة عبر مجموعة من البرامج التى كانت تعد بواسطة مجموعة من الشركات قامت بدراسة منظومة العمل المعمارى من مهندسين، مصممين، إنشائيين، منفذين ومقاولين، وعملاء بما يخدم هذه التخصصات ويحقق لها المبيعات التى تريد أن تصل إليها .كما إهتم مطوروا البرامج بالتعرف على كل ما يحتاجه المصمم ليساعد على تسهيل العملية التصميمية [14]، ولتحقيق ذلك قامت هذه الشركات بالبحث عن الحلول والمشاكل التى تواجه الممارسين لكي يساعدوا على حلها بواسطة البرمجة، وذلك من خلال عدة برمجيات متخصصة وهي كالتالي:

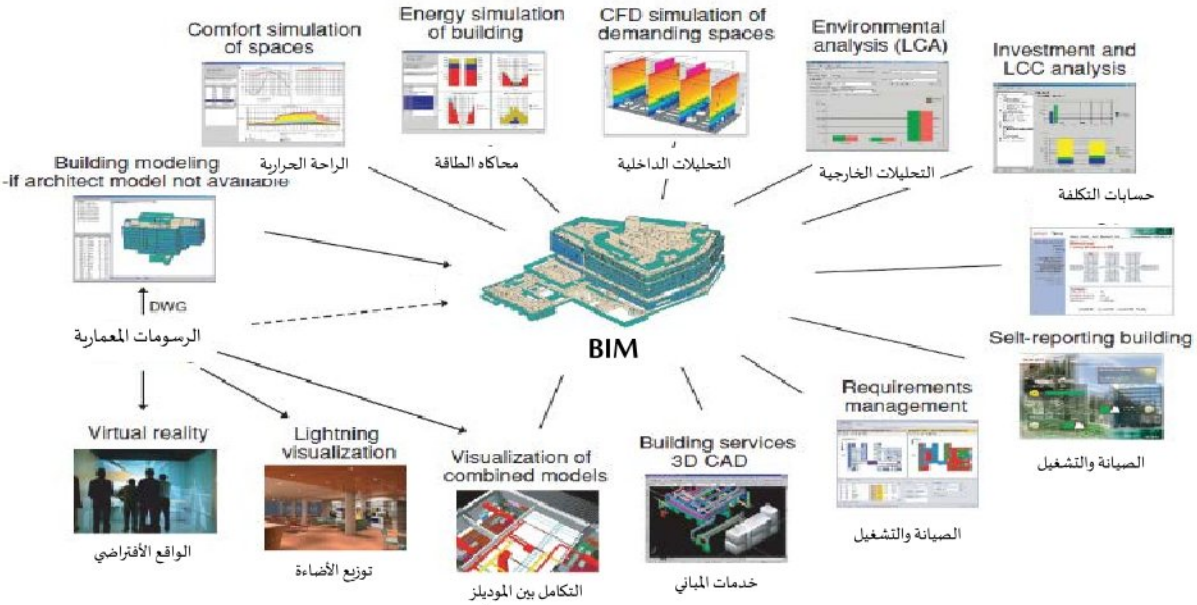
أ) البرامج المساعدة على مسح الموقع وتحديد تضاريسه SURVEYING
ب) البرامج المساعدة على الرسم DRAFTING DRAWING
ج) برامج النمذجة ومحاكاة الواقع MODELING AND VISUALIZATION
د) برامج الحسابات الإنشائية والبيئية STRUCTURAL AND ENVIRONMENTAL CALCULATION

2-1-4-1 الجيل الثانى لبرامج التصميم-البرامج التكاملية والتفاعلية (Building Information Models) (BIM)

وهو الجيل معروف باسم نَّمذجة معلومات المباني (BIM)هي عملية توليد وإدارة بيانات المبنى خلال دورة حياته، بحيث تسمح أدوات التصميم في نظام النَّمذجة المعلوماتية باستخراج مساقط مختلفة للمبنى للأغراض الإنتاجية واستخدامات أخرى. تتسق هذه المساقط مع بعضها البعض بشكل آلي؛ بمعنى أن الاشكال كلها تتطابق في مساقطها المختلفة من حيث الحجم والشكل والموقع، حيث يتم تعريف كل عنصر مرة واحدة فقط، تطابق المساقط الآلي يلغي العديد من الأخطاء التي تحدث من طريقة الرسم العادي لكل مسقط على حدة .تتم العملية في العادة بواسطة برنامج نمذجة ثلاثية الأبعاد في الوقت الحقيقي بشكل ديناميكي لزيادة الإنتاجية في مجال التصميم والبناء والتشييد [15]. تنتج هذه العملية النموذج المعلوماتي للمبنى والذي يضم العلاقات الفراغية والمعلومات الجغرافية والكميات ومكونات المبنى وخصائصه، بالإضافة إلى إعداد جداول الكميات والمواصفات لكل بنود المبنى الشكل رقم (11) يبين مكونات هذا النظام، ويعتبر هذا الأسلوب أكثر كفاءة وعملية من الطرق التقليدية في الاستعلام ومراقبة التكاليف في مشاريع البناء ويزيل هذا العديد من المعوقات والمفاجأت التي تطرأ خلال فترة التنفيذ [16].

أنواع برامج او نماذج معلومات المبني(BIM) وفقاً للإستخدام [17]:

أ) برامج خاصة بإعداد موقع المشروع.
ب) برامج خاصة بإعداد الرسومات المعمارية للمبني بما يحتويه من حوائط، وأرضيات، وعناصر الحركة.
ج) برامج خاصة بإعداد الرسومات الإنشائية، والعناصر الميكانيكية، والكهربائية، والصحية.
د) برامج خاصة بحساب الكميات وتقدير التكلفة.
ه) برامج خاصة بالجداول الزمنية وادارة المشروعات.
و) برامج خاصة بالنماذج الثلاثية الأبعاد والمحاكاة.
ز) برامج خاصة بالصيانة ومتابعة التشغيل.



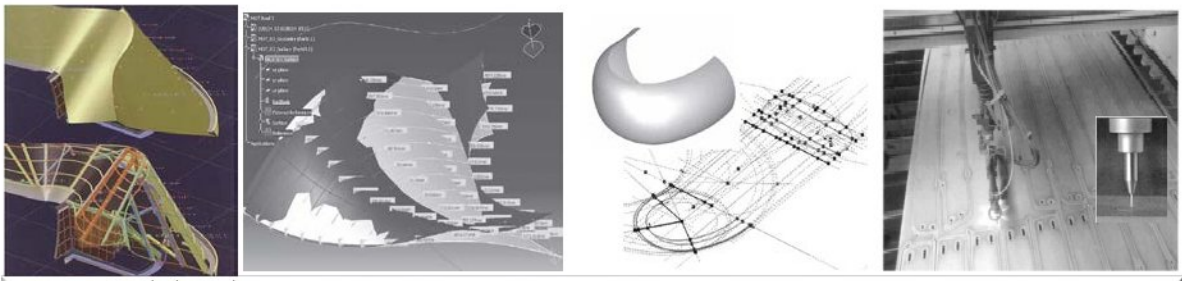
الشكل رقم (11) يبين البرامج المكونة إلى لنظام نمذجه معلومات المباني (BIM) وفقاً للإستخدام وهي برنامج نمذجه ثلاثية الأبعاد في الوقت الحقيقي بشكل ديناميكي لزيادة الإنتاجية في مجال التصميم والبناء والتشييد

المصدر: William J. Mitchell, "**Virtual futures for design Construction & Procurement**", Blackwell Publishing, 2008.

2-4-1 البرامج المساعدة على التصنيع والتنفيذ Programs to help the manufacturing and implementation

بواسطة البرامج المساعدة للتصميم أتاحت للمصممين توصيف الأشكال والتكوينات وتمثيلها رقميا فإن تنفيذها وتحقيقها فى الواقع يحتاج إلي برامج التصنيع لتسهيل عملية التصنيع والتنفيذ خلال برامج تربط النماذج الثلاثية الأبعاد بماكينات التصنيع، وهذه البرامج يطلق علها برامج التصنيع الرقمى-من الرقمى إلى المادى[8] وتقوم هذه البرامج بإجراء عملية ترجمة للأشكال والبيانات من لغة للرسم إلى لغة التكويد (التشفير)، والتى تعد لغة رقمية تفهمها الماكينات ليصبح كل عنصر من عناصر المبنى معّرف للحاسب الآلي، لكي يتم التعامل معه بما يتناسب مع طرق التنفيذ الرقمية الشكل رقم (12) يبين نماذج لبرمجة ماكينة التقطيع CNC ومن هذه البرامج[8]:

أ) برامج الكام Computer aided manufacturing (CAM)
ب) برامج Computer aided three-dimensional interactive application (CATIA)



الشكل رقم (12) يبين نماذج لبرمجة ماكينة التقطيع الرقمي CNC بلغة التكويد والتي تعتمد عليها برامج ((CAM), CATIA)
المصدر:.Kolarevic, Branko ."**Architecture in the digital age .Design and manufacturing**" .London: Taylor & Francis, 2005

2-التصميم الافتراضي والمحاكاه كأداة من أدوات العمارة الرقمية:

Virtual Design and Simulation as a tool from Digital Architecture tools

يمكن وصف الواقع التخيلي على أنه فراغ تخيلي يحتوي على وسائل عرض متطورة تعتمد على قاعدة بيانات وأجهزة اتصالات وأجهزة تفاعل تساعد على نقل الإحساس إلى المتلقي بالمادة المقدمة إليه فبالرغم من أن الفراغ خالي من العناصر، ولكنه مليء بمحتويات التفاعل التي تطفو بك في فراغ أشبه بالواقع الذي يحيط بالزائر .هذا العالم يمكن أن يشاهده المستخدم فقط عندما يرتدي الأجهزة المعدة لذلك وهي شنطة يرتديها الزائر على ظهره (Back Pack) وأيضاً Head Mounted Display (HMD) [18] وهي عبارة عن قناع يرتديه المستخدم على رأسه وبمجرد أن يرتدي المستخدم هذه الأجهزة يمكنه أن يتحرك بحرية داخل فراغات التي يقوم بدراستها وينغمس في تجربة أقرب ما يكون للعالم الحقيقي. وكان أثر ذلك كبير على عملية التصميم الرقمي ودراسته في المراحل الاولي من التصميم وأدى إلى ظهور مصطلح جديد وهو التصميم الافتراضي شكل رقم

التصميم الافتراضي المعتمد علي النماذج الرقمية أصبح ذو أهمية بالغة في مراحل التصميم الأولي للمشاركين في المشروع هو نهج للحصول على تصميمات متميزة يسهل دراستها ومراجعتها قبل تنفيذها وهذا النهج ليس فقط للحصول على نماذج افتراضية تخيلية ولكن أيضا طريقة لإدارة عملية التصميم ومشاركة الأطراف المعنية به من اجل التوصل إلى التصميم الأمثل[19]وبذلك أمكن عن طريق التصميم الافتراضي محاكاة الفرغات الداخلية والشكل الخارجي والنظام الانشائي ومحاكاة التأثيرات المناخية من حرارة واضاءة وحركة الرياح وتأثير كل ذلك علي المشروع وخصائصه المطلوبة.

2 -1مفهوم الو اقع الافتراض والو اقع المعززوالو اقع المختلط في البيئات الإفتراضية:

إن الانغماس أو الدخول في أنظمة الواقع التخيلي تعطي المستخدم تجربة من الإحساس بالعالم التخيلي والشعور بالبيئة المحيطة (الصورة المنقولة عبر الأجهزة) وكأنها حقيقية في نفس الوقت، وذلك باستخدام الأصوات الحقيقية من طبيعة المشهد وتأثيراته، كأن تكون في غابة فانت تشعر بالتأثيرات الصوتية المحيطة بالغابة مثل حركة الأشجار وأصوات صفير الرياح وأصوات الحيوانات والحشرات .واستخدام الوسائل المرئية ومشاهدة نتائج وجودك في هذه البيئة من تغييرات كأن تظهر آثار أقدامك على الأرضية ويظهر تأثير حركة الأشجار المائلة نتيجة مرور المستخدم بجوارها، وبهذه الطريقة فان الواقع الافتراضي يقوم بعرض عالم معقد من الأبعاد الثلاثية يحتوي على عناصر ثلاثية الأبعاد منها الثابت ومنها المتحرك وبوسائط متعددة وتفاعلية ونظرا للتقدم السريع في عالم التكنولوجيا الرقمية ظهرت انواع عديدة للواقع الافتراضي طبق للاستخدام وطبقا لتعامل المستخدم معه وهي كالتالي:

2-1-1 الو اقع الافتراضي Virtual Reality (VR)

هي بيئه تفاعليه ثلاثيه الأبعاد مصممة بواسطة برامج كمبيوترية، يعتمد على ادخال المستخدم في بيئة افتراضية أو عالم وهمي بحيث يبدو هذا العالم وكأنه واقعي الشكل رقم (13-أ) يبين الواقع الإفتراضي قد يكون خيالياً أو يكون تجسيد للواقع الحقيقي ويتم التفاعل مع هذا الواقع نتيجة التفاعلات التى تحدث بين البيئه الافتراضية وحواس المستخدم وإستجاباته [20].

2-1-2الو اقع المعزز Augmented Reality (AR)

يعتمد على التكنولوجيا القائمة على إسقاط الأجسام الإفتراضية والمعلومات في بيئة المستخدم الحقيقية لتوفر معلومات إضافية أو تكون بمثابة موجه له، فهو على النقيض من الواقع الإفتراضي القائم على إسقاط الأجسام الحقيقية في بيئة افتراضية [21]. ومن خلال الواقع المعزز يستطيع المستخدم التعامل مع المعلومات والأجسام الأفتراضية في الواقع المعزز من خلال عدة أجهزه سواء أكانت محمولة كالهاتف الذكي أو من خلال الأجهزة التي يتم ارتداؤها كالنظارات، والعدسات اللاصقة جميع هذه الأجهزة تستخدم نظام التتبع الذي يوفر دقة بالإسقاط، وعرض المعلومة في المكان المناسب.

2-1-3 الو اقع المختلط Mixed Reality (MR)

ويسمى احيانا "الواقع الهجين"، هو مسألة خلق واقع جديد عن طريق دمج بيئة واقعية ببيئة افتراضية تسمح بخلط اجسام حقيقية بأجسام منتجة الكترونية كما هو واضح في شكل(13-ج)، ويسمح هذا النوع للمستخدم ان يتعامل مع كل الاجسام، بنوعيها، بشكل طبيعي[21]. ويمكن للواقع المختلط ان يحدث في الواقع الحقيقي كما في العالم المفترض وبهذا، فهو خليط من الحقيقة والافتراض.

4-1-2 الشرنقة الافتراضية Virtual cocoon

وهو أحدث نوع من الأنواع وهو مقترح لتطوير الواقع الافتراضي عن طريق استخدام خوذة للراس تحتوي على تكنولوجيا تحفز وتحاكي الحواس الخمس للإنسان وتحوي هذه الخوذة على شاشة علية الوضوح، ومكبرات صوت وجهاز كمبيوتر لاسلكي وانبوب يطلق مواد كيمائية للشم والرائحة واخرى يطلق مواد كيمائية الطعم والتذوق وكذلك تحتوي على مروحة وسخان لتغير درجات الحرارة طبق للإفتراضية المطلوبة[21] انظر شكل(13-د).

الشكل رقم (13) يبين أنواع الو اقع الافتراضي، صورة (أ) الو اقع الافتراضي(VR)، صورة، (ب) الو اقع المعزز(VR)، صورة (ج) الو اقع المختلط(VR)، صورة (د) نظارة الشرنقة الافتراضية. المصدر: https://www.google.com.eg/search?noj=1&bih=657&biw

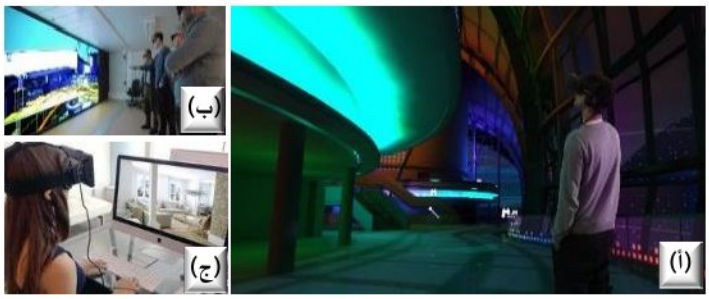
2-2 أنواع بيئات الو اقع الإفتراضي Types of Virtual Reality environments

هناك تصنيفات عديدة لأنواع الواقع الافتراضي أهمها تصنيف تيوكر[16] حيث صنف أنواع الواقع الافتراضي وفق درجة الأستغراق أي إندماج وتواجد الفرد مع البيئة الإفتراضية والقدرة على التفاعل مع جميع الأشياء المتاحة في هذه البيئة إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي[16]:

2-2-1الو اقع الافتراضي اللااستغراقي: يعتبر من أكثر الأنواع شيوعا واستخداما لقلة تكاليفه ويعتمد هذا النوع على الكمبيوتر ويستخدم المشارك هنا الوسائل التقليدية المعروفة مثل استخدام لوحة المفاتيح والفأرة والعصا من خلال استخدام أجهزة التفاعل ثلاثية الأبعاد مثل القفاز أو كرة الفضاء وهنا شعور المشارك بالاستغراق داخل البيئة الافتراضية منخفضة .انظر شكل (14-ج) المستخدم يستعمل الكمبيوتر وادوات الادخال التقليدية.

2-2-2 الو اقع الافتراضي شبه الإستغراقي: يجمع عدد المشاركين في حجرة واحدة ويشاهد العرض على شاشة كبيرة بها منحنيات في كل اتجاه ويحدث التفاعل مع البيئة الافتراضية من خلال مشارك وباقي المشاركين ملاحظين سلبين ويتجول المشارك من خلال الفأرة ولوحة المفاتيح ويتميز هذا النوع من الواقع الافتراضي بأنه يوفر الإحساس بالإستغراق بدرجة متوسطة كما أن جودة الصورة تكون عالية فضلا عن اتاحة العرض لعدد كبير من المشاهدين ولكن يعاب عليه بأنه يقتصر دور المشاركين على المشاهدة فقط (مثل القبة السماوية). انظر شكل (14-ب).

2-2-3 الو اقع الافتراضي الإستغراقي: يقدم هذا النوع خبرة مباشرة من خلال تفاعل المشارك مع البيئة الافتراضية ويتحقق ذلك من خلال ارتداء المشارك لخوذة الرأس المزودة بمنظار ثنائي يوضع على العينين ويشعر هنا المشارك بأنه موجود داخل البيئة الافتراضية حيث يشعر المشارك بالاستغراق الكامل ويعاب عليه بتكلفته العالية وانخفاض دقة الصورة مقارنة بالنوعين السابقين انظر شكل (14-أ).



الشكل رقم (14) يبين أنواع بيئات الو اقع الإفتراضي صورة (أ) تبين بيئة الو اقع الافتراضي الإستغراقي، صورة (ب) تبين بيئة الو اقع الافتراضي شبه الإستغراقي، صورة (ج) تبين بيئة الو اقع الافتراضي اللااستغراقي.
المصدر:
https://www.google.com.eg/search?noj=1&bih/
Types of VR in immersion

3-2 استخدام التقدم التكنولوجي في خلق بيئات افتراضية أكثر تفاعلية بين الانسان والحواسيب:

بسبب التطور السريع الذي يحصل في برامج التصميم سنوياً. لذا لا بد من مناقشة تأثير تكنولوجيا التصميم الرقمية على المعمار وذلك باستعراض العلاقة بين التكنولوجيا والعقل والذات، وحتى نتمكن من أن نفهم هذه العلاقات، نذكر بعض التجارب التي تحدث عنها الكاتب آندي كلارك، الاستاذ في الفلسفة وعلم الإدراك، في كتابه Natural Born Cyborgs[22] والتي يقوم فيها الإنسان بتوسيع مدى قدراته باستخدام التكنولوجيا وذلك بطريقتين: إضافة أجهزة خارجية أو زراعة أعضاء إضافية اصطناعية داخل الجسم.

3-2 -1استخدام مجسات أو حساسات خارجية:

من أبرز هذه الأمثلة أعمال الفنان الأسترالي ستيلارك المتخصص بالفنون الآلية والإلكترونية. قام ستيلارك باختراع يد آلية ليضيفها إلى يديه الطبيعيتين وذلك بتثبيتها على ذراعه اليمنى فيصبح لديه ثلاث أيدي! وللتحكم بهذه اليد الآلية بشكل مستقل عن اليدين الأخريين، قام بوصلها بعضلات بطنه بواسطة مجسات عصبية وذلك لأن عضلات البطن منفصلة تماماً عن عضلات اليدين فبالتالي عندما يقوم بانقباضات بعضلات بطنه تتحرك يده الآلية انظر شكل (15-ب). وفي تجربة أخرى سماها ستيلارك "الجسم اللاإرادي" قام بتوصيل مجسات عصبيه إلى مناطق مختلفة من جسمه وربطها بجهاز تحكم خارجي بحيث يصدر الجهاز إشارات كهربائية للجسم فيقوم بالتحرك بشكل لا إرادي انظر شكل (15-أ). وفي استعراض جمع بين التجربتين ولمحي الحدود بين التكنولوجيا وجسم الإنسان قام ستيلارك بالسيطرة على التكنولوجيا وهي اليد الثالثة بواسطة عضلات جسمه وبنفس الوقت السماح للتكنولوجيا بالتحكم بجسمه بشكل خارج عن سيطرته وذلك بوصل أطرافه الأخرى بجهاز التحكم[22].

من التجارب الأخرى التي اشتملت على إضافة أجهزة إلى الجسم هي أداة ترجمة الأفكار Thought Translation Deviceالتي طورها العالم نيلز بيربومر. مكنت هذه الأداة العديد من المرضى المشلولين كلياً من التخاطب مع الأشخاص المحيطين باستخدام الحاسوب، حيث قام بيربومر بوضع مجسات عصبية على رأس المريض بحيث تستطيع هذه المجسات أن تتحسس التيارات العصبية التي تنتج في الدماغ حين يقوم بإصدار أوامر للعضلات الإرادية بالتحرك انظر شكل (15-ج). وبما أن المريض مشلول حركياً فتمت ترجمة هذه التيارات إلى أوامر لفأرة الكمبيوتر بحيث تحركها ليمكن للمريض أن يؤشر إلى الأحرف ويكتب ما يريد أن يقوله. انظر شكل (15-د)، فمثلاً عندما يحاول المريض تحريك يده اليمنى إلى الأعلى يصدر أمر في الدماغ وتقوم المجسات بتسجيل هذا الأمر وترجمته إلى أمر تحريك الفأرة إلى أعلى وكذلك لعدة أوامر مختلفة حسب التردد الذي تستشعره المجسات[22]

الشكل رقم (15) يبين استخدام مجسات أو حساسات خارجية صورة (أ) تجربة "الجسم اللاإرادي"حيث يتم توصيل الاطراف بمجسات خارجية تتحكم في حركة الجسم، صورة (ب) تجربة اليد الثالثة، صورة (ج) وضع مجسات عصبية على رأس المريض لتتحسس التيارات العصبية، صورة (د)الكمبيوتر المستخدم في ترجمة الاشارات العصبية إلى أوامر الى الكمبيوتر. المصدر:"NATURAL-BORN" مرجع سابق.

3-2 -2استخدام مجسات زراعة أعضاء إضافية اصطناعية:

وتستخدم هذه التقنيات في الغالب في أغراض الطب أو للذين يفقدون جزء من اطرافهم ففي تجربة اشتملت على زراعة جراحية، استطاع العالم روي باكاي من جامعة إمروي في جورجيا أن يمكن مريض مشلول كلياً من التخاطب بالعالم الخارجي أيضاً من خلال فأرة الكمبيوتر ولكن بزراعة مجسات في الدماغ. تقوم هذه المجسات أيضاً باستشعار التيارات العصبية في الدماغ التي تنتج عندما يقوم المريض بتحريك عضلات جسمه[22]. وبما أن الموجات تختلف حسب نوع الحركة فأنه يمكن برمجة الحاسوب حسب الترددات الخاصة بكل مريض بحيث يمكنه ربط كل موجة بحركة معينة للفأرة، وبعد تدريب المريض لفترة من الوقت على القدرة على التحكم بالأوامر الحركية، يمكنه استخدام الفأرة بشكل ماهر وفعال.

فالعمليات الفكرية لا تجري فقط داخل الدماغ إنما تمتد لتشمل الأدوات الخارجية التي يستخدمها الإنسان في عملية التعلم والتفكير. وكلما استخدمنا الأداة بشكل أكثر تزداد المهارة وبالتالي يقل التركيز على الأداة نفسها أثناء استعمالها ويزداد التركيز على المهمة التي يتم القيام بها والنتيجة النهائية ونبدأ بالشعور بأن الأداة هي امتداد لليد أو الجسد وبالتالي تصبح "شفافة" إي تقل رؤيتنا لها وتركيزنا عليها. حينها فقط نشعر بأننا نتحكم بشكل كامل بهذه الأدوات ونبدأ بالشعور بأنها تشكل جزءاً منا"[21].

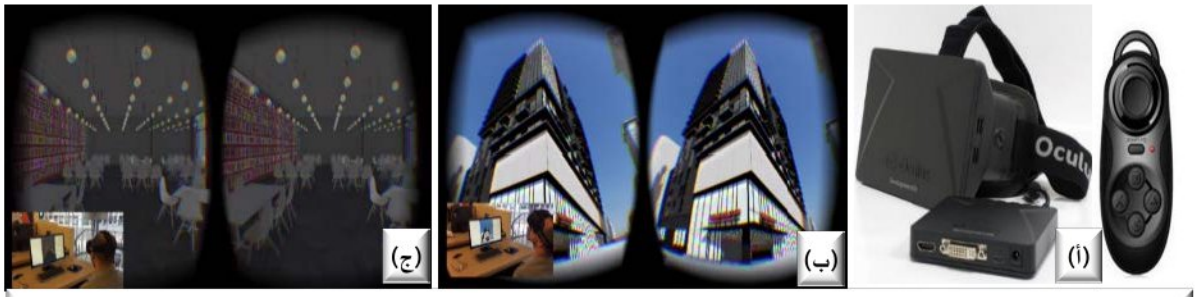
3-2 -3 تقنيات جديدة لديها القدرة على التقاط بيانات التصميم من حركات اليد الحرَّة:

قامت مجموعة Carrier Johnson + CULTURE للتصميم المعماري بدء تطوير إستراتيجيات حاسوبيَّة متقدِّمة لتقنيات الرَّسم الافتراضي تعتمد هذه التقنيات علي دمج تقنيات البيئة الثلاثيَّة الأبعاد مع القدرة على إستخدام اليد في عملية التصميم، كالحسَّاسات القابلة للارتداء أو البسيطة كشاشات الكومبيوتر اللوحي لديها القدرة على التقاط بيانات التصميم من حركات اليد الحرَّة، وهكذا نستطيع عن طريق أدوات التصميم هذه نحت أشكال وفراغات باستخدام أيدينا كالنحاتين. عن طريق خلق صلة بين المحاكاة والتصوُّر عبر مختلف منصَّات البرمجيات والأجهزة [23]. وتعتقد المجموعة أنَّه باستخدام النَّمذجة الإيمائية (التصميم باستخدام الاشارة) للواقع الحقيقي والافتراضي نستطيع إحداث نقلة نوعيَّة في فهم الرُّسومات بالمقاييس الحقيقية. وبهذا يتحوَّل النموذج الثُّلاثي الأبعاد لرسم ديناميكي يمكن توظيفه بشكل أفضل في حالة فراغيَّة غامرة أو محيطيَّة، وهذا يعني أن المصمِّمين لا يرون نماذجهم الثلاثية الأبعاد كنماذج افتراضية بل كبناء افتراضي قابل للتحقيق[23].

وتعتبر هذه الوسائل التمثيلية للتصميم المعماري مؤثرة بشكل كبير على نتيجة العملية التصميمية، لأن هذه الوسائل هي التي تعبر عن التصميم وتنقله من مخيلة المصمم إلى العالم المرئي. فعندما يقوم المعماري باستخدام الحاسوب في عملية التصميم والتمثيل، فأنه يتصل به فيشكل منظومة فكرية مزدوجة coupled cognitive system يتم فيه تبادل المعلومات والأفكار بين الأداة والإنسان[23]. وظهرت أدوات تقنية جديدة تلعب هذا الدور ومن هذه التقنيات الجديدة:

3-2 -3 -1البيئة الافتراضية:Virtual Environments

التقنيات المستخدمة في منصَّات الواقع الافتراضي تعطي المصمِّم القدرة على تحويل الأشكال والنماذج الثُّلاثيَّة الأبعاد إلى بيئة افتراضيَّة يمكن التنقل بها بواسطة نظام الرأس (Oculus Rift DK2 headset)[24] ووحدة تحكم ريموت باليد انظر شكل (16-أ)، وبهذه الطَّريقة يستطيع المعماريُّون والمصممُّون اختبار وتقييم قراراتهم التصميميَّة عن طريق اختبارهم لميّزات الفراغ المصمَّم في بيئة ذات مقياس حقيقي[23]. بحيث يمكن تعديله في بيئة الواقع الإفتراضي الأصليَّة للمشروع مثل ظروف الإضاءة الطبيعيَّة والصناعيَّة وطبقات الأثاث والمواد. انظر شكل (16-ب)، (16-ج) وتساعد هذه التقنية في إعطاء المصمِّم حريَّة الحركة داخل النموذج لاكتشاف والتحقُّق، بهذه الطريقة تقدَّم النماذج مقاربة بسيطة للمواد والدَّرجات اللَّونيَّة المستخدمة من أجل أداء أفضل في التقديم الرَّسمي للمشروع.



الشكل رقم (16) يبين تقنية البيئة الافتراضية صورة (أ) نظام الرأس(Oculus Rift DK2 headset) وحدة التحكم ، صورة (ب) توضح دراسة المبني من الخارج، صورة لدراسة العناصر الخارجية (ج) دراسة المبني من الدخل من خلال التجول الحر لدراسة العناصر الداخلية
المصدر: https://www.youtube.com/watch?v=TlY18B4aUSg

3-2 -3 -2 الواقع الإفتراضي الصوري:Photorealistic VR

وهذه التقنية تعتمد على تكنولوجيا الواقع المعزز (AR)، وتستخدم هذه التقنية من أجل تسهيل عمليَّة تقديم العروض للعميل. يفضَّل في هذه الحلات أن يتم تقديم المشروع بعرض صور تحاكي الواقع، ولتنفيذ ذلك يتم استخدام أساليب التقديم الصورة بانوراميه باستخدام الهواتف الذكيَّة لمشاركة البيئة الثلاثية الأبعاد الصوريَّة للتَّصميم (أي بالاعتماد على الصور) يتم تحويلها فيما بعد لبيئة كرويَّة باستخدام تطبيق جهاز Round Me الذي يعمل على نظاميّ Android و .iOS بالتعاون مع Google Cardboard سيكون باستطاعة المعماريّين في المكاتب استخدام تطبيق Google Photosphere أو أي تطبيق مشابه للصور الكرويَّة والصُّور البانوراميَّة من أجل خلق صور كرويَّة لمواقع البناء ومشاركتها مع العاملين في المكتب والمستشارين والمقاولين والعملاء. تسمح هذه الصور البانوراميَّة بمستوى أعلى لتوثيق عمليَّة الإنشاء، كما تسمح أيضاً للمشاركين غير القادرين على زيارة المشروع أن يختبروا عمليَّة إنشاء المشروع بطريقة أكثر دقَّة وشموليَّة.ومؤخراً قامت شركة جوجل بطرح نظام الراس باسم daydream view Google بحيث يمكن وضع الموبيل داخل النظارة والحصول على رؤية ثلاثية الابعاد[22]. **انظر الشكل رقم (17)**

الشكل رقم (17) يبين تقنية الو اقع الإفتراضي الصوري عن طريق استخدام الموبيل وعمل جولة افتراضية داخل الفراغات
المصدر: https://www.youtube.com/watch?v=T4pwoTLhpuo

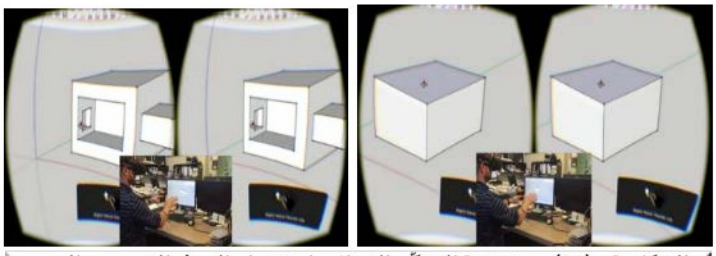
3-2 -3- 3 تقنيات التحكُّم الإيمائي Gestural Control

تسمح تقنيات التحكم الايمائي للمصمِّمين بالمشاركة الفعَّالة بشكل أكبر في المشروع في مرحلة التصميم، حيث استغلَّ المطوِّرون حقيقة أن إنتاج النماذج الرقميَّة في السنوات الأخيرة أصبح أكثر سرعةً من انتاج النماذج الماديَّة. ويتم الاعتماد على حركة اليدين دون الحاجة للإدخال بواسطة لوحة المفاتيح أو الفأرة انظر الشكل رقم (18)، وشكل رقم (20)، والاعتماد على مجموعة متنوِّعة من متتبعات الحركة مثل Kinect Microsoft وأجهزة الإدخال الإيمائي مثل[23] Motion Leap انظر الشكل رقم (19)، وشكل (21) هذه التقنيات تخلق تفاعل افتراضي بين أيدي المصمم والمنصَّات البرمجيَّة المختلفة المستخدمة في عملية التصميم. حيث استطاعوا إنشاء خريطة من الحركات الإيمائيَّة التي يمكن ترجمتها للأدوات الشَّائعة، عبر الاستفادة من حساسيَّة الإدخال الموجودة في كاشف Motion Leapوالتَّطبيقات البرمجيَّة مثلGame wave .

الشكل رقم (18) يبين تقنية التحكّم الإيمائي باستخدام اليد للتحكم في البرامج
المصدر:
http://www.archdaily.com/783677/4-ways-virtual-and-augmented -reality

الشكل رقم (19) يبين أجهزة الإدخال الإيمائي مثل Motion Leap
https://www.google.com.eg/search?q=Gesture+Control&biw=1366&bih

يسمح سير العمل باستخدام التحكُّم الإيمائي بتفاعل مبتكر وقدرة خلق بين المصمِّم والعناصر في برنامج التصميم، قد أعطتنا الإضافات مثل Firefly لبرنامج Rhino3D/Grasshopper و Game waveلبرنامج Sketch upالمرونة اللازمة لخلق تعريفات مخصَّصة تستخدم أيدي المصمِّم وأصابعه كوحدات إدخال وتتحكم بالكاميرات داخل برنامج التصميم في حين تتلاعب بنفس الوقت بالتصميم بطريقة أكثر سهولة وتفاعلية من وحدات الادخال التقليدية كلوحة المفاتيح والفأرة[23] .



الشكل رقم (20) يبين تقنية التحكّم الإيمائي باستخدام اليد في التصميم والرسم
المصدر:
https://www.youtube.com/watch?v=K0WD3_X0gEY

الشكل رقم (21) يبين، الاعتماد على مجموعة متنوّعة من متتبعات الحركة مثل Motion Leap, Kinect
https://www.google.com.eg/search?q=Gesture+Control&biw=1366&bih

4-2 تحديات التصميم الرقمي:

كأي نوع آخر من أنواع التكنولوجيا، لدى الحاسوب تأثيرات إيجابية وأخرى سلبية على مهنة المعمار ولكن هناك مجموعة من التحديات التي تواجه أي تكنولوجيا في بداية الأمر ومن هذه التحديات:

أ) التكلفة الكبيرة للحصول على هذه التكنولوجيا من اجهزة وبرمجيات متخصصة.
ب) استخدام الحاسوب يتطلب تدريباً كبير للحصول علي منتج ابداعي جيد لكن تعقيد الحاسوب يمكنه إعاقة هذه العملية.
ج) تحظى بعض التصاميم بالتقدير ليس لجودتها المعمارية بل للتقنيات الرقمية التي استخدمت في التعبير عن التصميم مما يشكل إنجازاً فنياً أكثر من معمار مسؤول
د) هذا النوع من التكنولوجيا يحول المستخدم إلى شخص كسول.

3 -الدراسة التحليلية:

في ظل الأطروحات التي تتناولها الدراسة لإمكانات التصميم الرقمي غير المسبوقة في العمارة ويظهر جلياً لنا ما قدمته من إبداعات تنفيذية هائلة وأصبح للمعماري المقدرة على إطلاق عنانه للإبداع دون شروط أو قيود تنفيذية، ولتوضيح ذلك تم انتخاب مثالين أحدهم قديم في بداية استخدام التصميم الرقمي والاخر الحديث لدراك ان التطور في استخدام التصميم الرقمي ليس في جودة المنتج المعماري ولكن ايضا في سهولة الانتاج واختصار كثير من الوقت مما أدي إلى السرعة والدقة في الأداء والتنفيذ و سيتم التحليل من خلال النقاط التالية :

- مراحل التصميم الرقمي (الإسكتشات المبدئية – التكوين الداخلي والخارجي للمبني – الدراسات النوعية والكمية)
- قياس الاداء من خلال المحاكاة أو الموديل
- التنفيذ الرقمي

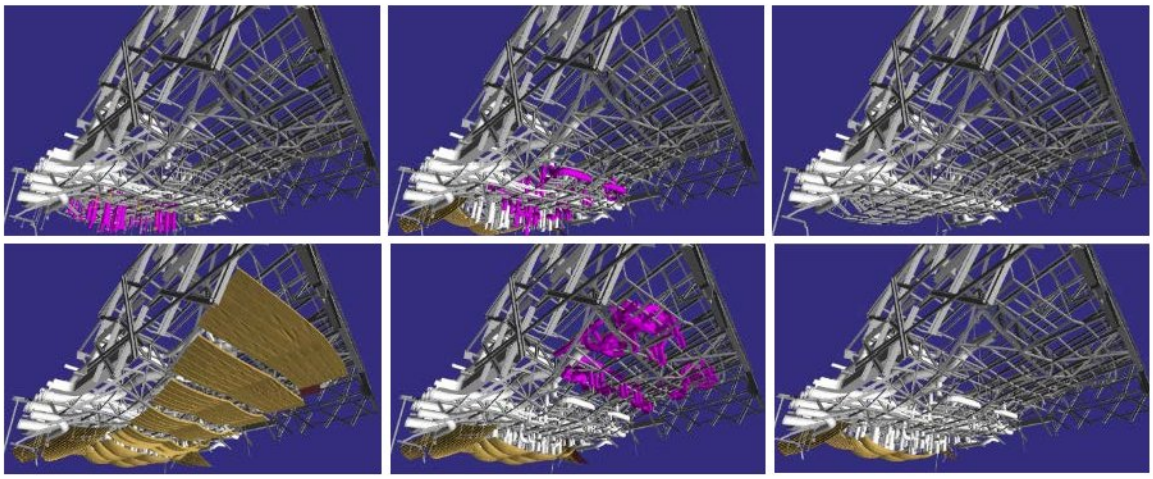
3 – 1المشروع الأول قاعة الموسيقي والت ديزني (Walt Disney) 1987 -2003

صمم المهندس المعماري فرانك جيري قاعة حفلات والت ديزني، بتكليف من "ليليان ديزني" زوجة والت ديزني وذلك في عام 1987، دامت أعمال البناء فيها فترة طويلة حتى تم افتتاحها يوم 24 أكتوبر سنة 2003، بتكلفة تصل إلى حوالي 275 مليون، تصميم البناء من الداخل ليكون مريح للزوار حيث وخصصت قاعة للموسيقى في مركز البناء يمكن أن تتسع لحوالي 2500 زائر، فرانك جيري قد صممها أيضامن الخارج تبدو قاعة حفلات والت ديزني الموسيقية كما لو أنها عبارة عن مجموعة من المضخمات الصوتية "البافلات" الملتصقة ببعضها البعض ضمن كتلة بنائية واحدة، بالإضافة إلى استعمال طلاء من المعدن بغية إظهار جاذبية البناء وإعطائه اللمعان المطلوب إعتمد جيري في تصميم قاعة حفلات والت ديزني على كل تقنية تكنولوجية حديثة خاصة بالرسومات الأحادية والثنائية والثلاثية الأبعاد وبمعلومات دقيقة وحرفية عالية، في سبيل إبداع توليفة من هذه التجارب المختلفة ليقدم بذلك أعلى مستويات المهنية في الهندسة المعمارية الحديثة.

يعتبر فرانك جيري من رواد حركة العمارة التفكيكية، والعمارة الرقمية [25] وله طريقة مميزة في عمل مراحل العملية التصميمية للمشروع، وجدول رقم (1) يبين هذه المراحل.

3-1-1المراحل التصميمية للمشروع وجدول رقم (1) يبين هذه المراحل وهي كالتالي:

- دراسة الفكرة الأولية للمشروع بما تحتويه من متطلبات وظيفية، وتشكيلية عن طريق الإسكتشات اليدوية.
- وضع نماذج مبدئية للفكرة في صورة ماكيت دراسي لدراسة ملائمة الحلول الفراغية والوظيفية للتكوين الإنشائي، والذي يعتمد فيه على الأشكال الطبولوجية، والمنحنيات غير المنتظمة، مما يستدعي إبتكار حلول إنشائية غير تقليدية.
- بعد الإستقرار على الفكرة المبدئية عن طريق الماكيت الدراسي، يقوم بعمل مسح رقمي للماكيت وتحويله إلى نموذج ثلاثي الابعاد بهدف دراسته بشكل أكثر عمقاً. في مشروع قاعة والت ديزني للموسيقي إستعان بمتخصص في دراسة الصوتيات حيث قام بإعداد نماذج (ماكيت) دراسية للقاعة لدراسة أنظمة الصوتيات، والإضاءة. وقام فريق الصوتيات بإجراء دراسات الحيود الصوتي والصدى والتردد عن طريق الإشعاع Ray-tracing وإنعكاساتها على أسطح الماكيت الدراسي.
- بعد تحويل المبني إلى نموذج ثلاثي الأبعاد يتم دراسة كافة عناصر المبني عبر الوسيط الرقمي، ودراسة كيفية تحويله إلى رسومات للتنفيذ، والتكوينات للكتل الخارجية والتحليلات للأسطح وكيفية تجميعها مع بعضها ودراسة كيفية تنفيذها.
- استخدام برنامج 4D في رسم النماذج المعقدة لتنفيذها. انظر شكل رقم (22) مراحل استخدام نماذج 4D في تصميم السقف الداخلي في القاعة مع حل العلاقات والتقاطعات الخاصة بالقاعة من مسارات التكيف والاضاءة والانظمة الأخرى المستخدمة داخل قاعة الموسيقي.



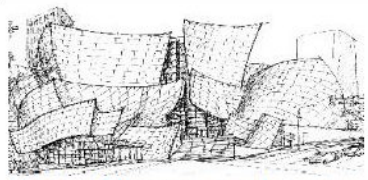
الشكل رقم (22) يبين مراحل استخدام نماذج 4D في مراحل التصميم للسقف الداخلي لقاعة الموسيقي الرئيسية
Stanford University team and Disney Imagineering "**We built the "unbuildable** " Walt Disney Concert Hall,(Los Angeles, CA) STANFORD UNIVERSITY , CIFE, 2015

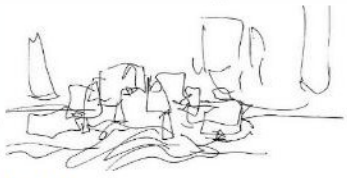
جدول رقم (1) الدراسة التحليلية للمشروع الاول (الباحث)

مشروع والت ديزني (Walt Disney) 1987 -2003

الموقع: لوس انجلوس	**المعماري:** فرنك جيري Frank Gehry	**مساحة المشروع:** 18000 متر مربع

مراحل التصميم الرقمي



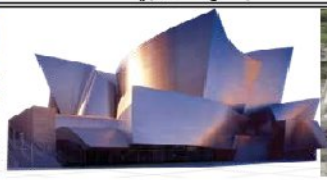


https://www.google.com.eg/search?q=walt+disney+sketch

مرحلة الإسكتشات

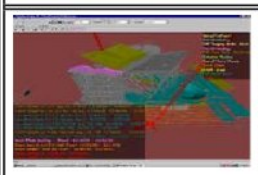
المصدر: فرنك جيري /قاعة-حفلات-والت-ديزني/www.al-mashahir.com

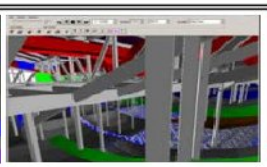
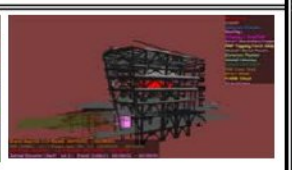
مرحلة التكوينات والفرغات الداخلية



المصدر: مرجع سابق فرنك جيري /http://www.marefa.org/index.php

مرحلة دراسة التكوينات والاشكال الخارجية

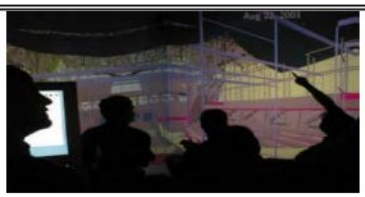
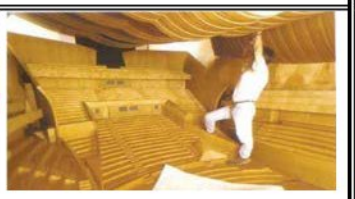


المصدر: مرجع سابق John Haymaker

مرحلة الدراسات التحليلية النوعية والكمية

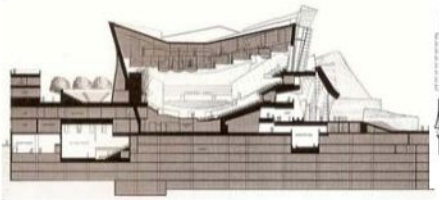
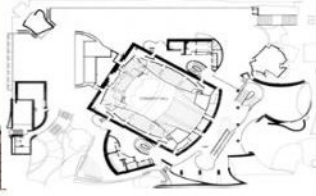
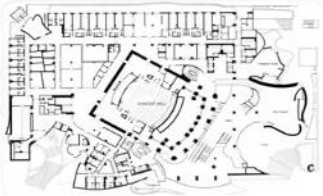
قياس الاداء دراسة الموديل أو المحاكاة

المصدر: مرجع سابق John Haymaker

استخدام الماكيت ونظم المحاكاة في دراسة القاعة الداخلية

الرسومات التنفيذية

http://www.archdaily.com/441358/ walt-disney/concert

مرحلة الرسومات التنفيذية

مراحل التنفيذ

http://www.archdaily.com/441358/ walt-disney/concert

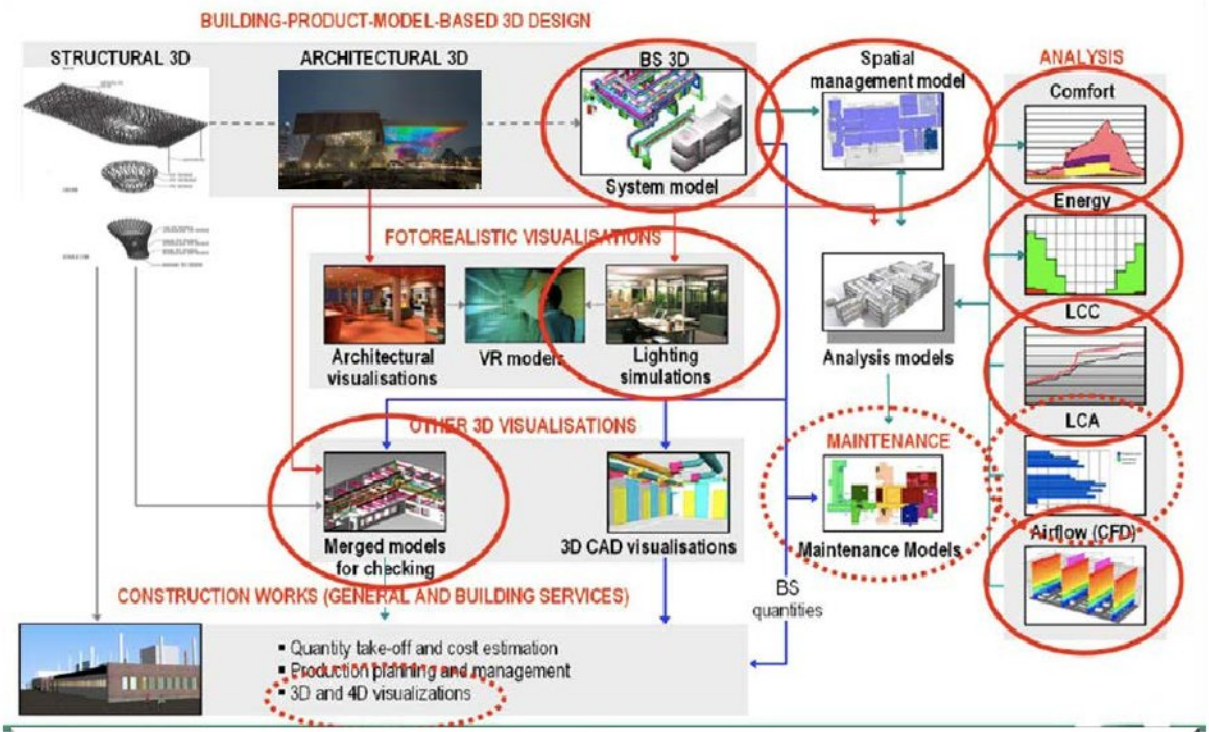
مرحلة التنفيذ

2-3 المشروع الثاني مجمع سينمائي في مدينة بوسان Busan Cinema

قام فريق COOP HIMMELB(L)AU مكتب المعماري النمساوي بتصميم مركز بوسان السينمائي ليضاهي كبرى الصروح السينمائية في العالم، والذي سيكون مقراً لمهرجان Pusan العالمي للأفلام، فاز هذا التصميم في مسابقة معمارية عالمية عام 2005، وتم الانتهاء من تنفيذ المشروع عام 2012، كان المفهوم الأساسي لهذا المشروع تداخل المساحات المفتوحة والمغلقة والأماكن العامة والخاصة بحيث تندمج فيه التقنيات التكنولوجية والمعمارية.

يتكون المشروع من ساحةٍ عمرانية تضم العديد من المناطق المتداخلة فيما بينها مثل الوادي العمراني ومنطقة السجادة الحمراء "ريد كاربيت"، إلى جانب ممر الشهرة وبارك كانالPIFF ، وقد تم تشكيل هذه الساحة مظللة بسقفين كبيرين، تم تصميم هذين السقفين باستخدام تقنية محوسبة متطورة مضاءة بأضواءLED حيث تعكس هذه الأسقف مختلف الاحتفاليات والأحداث المرافقة لمهرجان على شكل رسومٍ جرافيكية متحركة [26].

يعكس الهيكل الانشائي للمشروع التكنولوجيا الحديثة لنظم الإطارات الفراغية SPACE FRAME كعناصر سقفيه يستند على قاعدة مخروطية مزدوجة من جهة واحدة، ويظهر السقف كبروز يمتد 85 متر مقاربا في تصميمه مرتين لطول جناح طائرة "Airbus 380"، يثبت الهيكل المخروطي السطح من جهة واحدة، ويغلف كعمود من شبكة معدنية شعرية ليحمل السقف.



الشكل رقم (23) يبن التكامل بين البرامج المستخدمة والمعلومات والبيانات التي يمكن الحصول عليها اثناء عملية التصميم الرقمي لمشروع Busan Cinema **حيث تم ذكر هذه البرامج في شكل رقم (11) البرامج المستخدمة مع BIM**

2-3-1 المراحل التصميمية للمشروع وجدول رقم (2) يبين هذه المراحل وهي كالتالي:

- دراسة الفكرة الأولية للمشروع بما تحتويه من متطلبات وظيفية، وتشكيلية عن طريق الإسكتشات اليدوية.
- الاعتماد على التصميم الرقمي في جميع مراحل التصميم ويوضح شكل رقم (23) للحصول على المعلومات والبيانات اللازمة لعمل التحليلات النوعية والكمية وقياس الاداء واختيار الطريقة المناسبة للتنفيذ.
- عمل موديل للسقف حيث اعتماد تصميمه للسقف علي شكل شاشة كبيرة لخلق سماء افتراضية VIRTUAL SKY من خلال الواح الطاقة LED، ليغطي المدخل والمسرح المدرج المفتوح ليعكس الفضاء الحضري العام المستمر والمتعدد الوظائف لتعكس الثقافة المعاصرة، ولخلق حياة حضرية تتسم بالحيوية ليلا، وتبقى مرئية خلال النهار.
- استخدام تقنية عالية في ربط هياكل انشائية واطارات فارغيه لحمل السقف ولتعليق عناصر الاتصال من خلال الكابلات، وابتكار مواد بناء جديدة مرنة لإخفاء الهيكل الانشائي الداخلي واظهاره في الاجزاء الخارجية
- استعمال التكنولوجيا الرقمية في عمل التصميم الافتراضي متجاوز بذلك العقبات التعبيرية والانشائية. لتحرير الشكل من الثوابت التصميمية لإخراج الشكل المعماري المتميز.
- الاعتماد على البرمجيات الرقمية في توليد تشكيل القطع المتكررة في الاشكال المخروطية.

جدول رقم (2) الدراسة التحليلية للمشروع الثاني (الباحث)

مجمع سينمائي في مدينة بوسان Busan Cinema 2005 -2012

الموقع: كوريا الجنوبية	المعماري: COOP HIMMELB (L) AU Wolf	مساحة المشروع: 32000 م^2

مراحل التصميم الرقمي

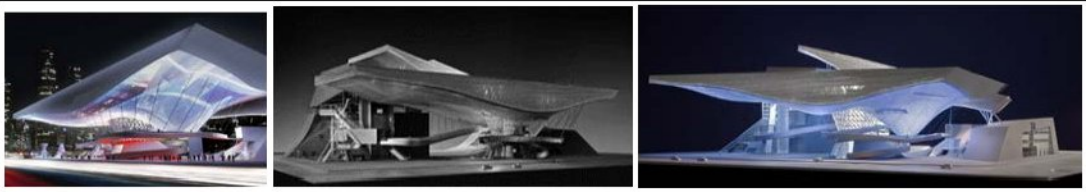
مرحلة الإسكتشات — www.coop-himmelblau.at/projects /busan-cinema

مرحلة دراسة التكوينات والفرغات الداخلية — http://www.archdaily.com/165954/busan

مرحلة دراسة التكوينات والاشكال الخارجية — http://www.archdaily.com/165954/busan

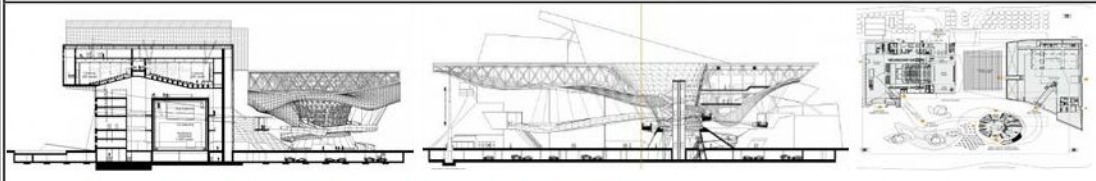
مرحلة الدراسات التحليلية — www.coop-himmelblau.at/projects /busan-cinema

قياس الاداء دراسة الموديل أو المحاكاة



استخدام الموديل لقياس الاداء — www.coop-himmelblau.at/projects /busan-cinema

الرسومات التنفيذية



مرحلة الرسومات التنفيذية — www.coop-himmelblau.at/projects /busan-cinema

مراحل التنفيذ

مرحلة التنفيذ — http://www.archdaily.com/165954/busan

3-3 نتائج الدراسة التحليلية:

من خلال الأمثلة التحليلية والتي اوضحت انه نتيجة التكنولوجيا الرقمية حدث تغير في مراحل التصميم المعماري ليس فقط لما تقدمه من تقنيات ذات مقدرة واعدة كأداة للاتصال البصري، بل أيضاً لما تقدمه من خدمة على درجة عالية من الأهمية والفاعلية يمكن فهمها على أنها فرصة للتشغيل التجريبي Trial Runباستخدام تقنيات الواقع الافتراضي والمحاكاة، وذلك لكي يختبر المعماري تصميماته .أي أن المعماري يستطيع أن يتعرف على المشاكل والأخطاء الفعلية التي يتضمنها التصميم المقترح والعمل على تعديلها، وبالتالي اختبار التصميم المقترح لدراسة وتقييم وقياس كفاءة واداءة وذلك من خلاب النقاط التالية:

- تقييم تشكيل المبني وشكل الكتلة الخارجية وعلاقتها بالمحيط العمراني.
- تحليل ودراسة الفراغات بواسطة الدخول للفرغات والتجول خلالها walk through
- قياس اداء المبنى ودراسة تأثير الاضاءة والتهوية خلال اوقات اليوم سواء كانت طبيعية أو صناعية
- التواصل كوسيلة فعالة بين المعماري والتخصصات الاخرى والعملاء عبر حواجز الزمن والمسافة واللغة

كذلك استخدام الحاسب بإمكاناته الهائلة في انشطة المنظومة الانشائية، حيث أصبح من الاعتبارات الهامة بل والمحدد المعياري لكفاءة ونجاح المبني في اداءة للعمليات التقنية الرقمية بكفاءة عالية، فصار هناك تكامل بين التصميم المعماري والمنظومة الانشائية مما أدي حرية في تشكيلات الكتل الغير مسبوقة الاستخدام لذلك لم تعد التشكيلات المعمارية المعقدة تمثل عبئاً تنفيذياً وذلك لتوافر الادوات التكنولوجيا اللازمة لتنفيذ الاشكال المركبة والمعقدة وهو ما انعكس بالإيجاب على النتاج المعماري.

4-نتائج البحث: -

في ظل الأطروحات التي تناولتها الدراسة لإمكانات الثورة الرقمية الغير مسبوقة في التصميم المعماري وأصبح للمعماري المقدرة على إطلاق عنانه للإبداع دون شروط أو قيود تنفيذية، وفي ظل ذلك تتحدد أهم نتائج الدراسة فيما يلي:

أ) أفرزا التصميم الرقمي مجموعة من المبادئ الفكرية أهمها:
- التصميم والتحليل في بيئة رقمية.
- الخروج بالعمارة من حدود الحيز المادي.
- دعم الاتجاهات الفكرية الشخصية والأفكار غير التقليدية.

ب) احدثت النظم الرقمية الجديدة ثورة في مفهوم المنطق التصميمي نقلت التفكير الكلاسيكي لشبكة التصميم الكلاسيكية المكونة من مربعات متساوية (المديول) والتي ظهرت مع الثورة الصناعية إلى مدى أكثر تعقيدا يتوافق مع الاشكال الحديثة.

ج) ان التطور الهائل في ادوات التصميم الرقمي أدى الى تغيير في طريقة صياغة الافكار في العملية التصميمية حيث أحدث هذا التطور تغيراً وظيفيا وتشكيليا وانشائيا في النمط الحديث للعمارة والتي اصبحت أكثر تعقيدا وخرجت عن قوانين ومسلمات الشكل السائد للعمارة التقليدية.

د) من آثار التصميم الرقمي تقلص أهمية التوحيد القياسي Standardizationفي_الإنشاء وذلك لصالح التعدد والتنوع في التشكيل وتحرر الفكر، وفي حين كان الحل المعماري ضرورة حتمية من نتائج الثورة الصناعية ذات الاتجاه الداعي إلى التوحيد القياسي والإنتاج على نطاق واسع بحيث يؤدي ذلك لتحقيق سهولة وسرعة في الإنتاج لأسباب اقتصادية بحتة.

ه) أنتجت لنا أدوات التصميم الرقمي الجديدة قدرات إضافية للمبدع المعماري ليس فقط في خلق الفراغ بأبعاده الثلاثة والتأمل فيها، ولكن أيضا في إدراكه للبعد الرابع ومراقبة التصميم والأفكار أوّلا بأول، وتبادل الأفكار مع الاخرين من خلال معايشة المنشأة في الفراغ المرئي. تلك الخبرات ما كانت لتكتسب إلا بعد معايشة المنشأة بعد بنائها فيزيائيًا.

و) أدى اتباع منهجية التصميم الرقمي إلى تغير اليات التصميم في المؤسسات والشركات والمكاتب الهندسية، فالمعماري لم يعد يعمل بصورة منفصلة ولكن أصبح يعمل بطريقة جماعية ومتكاملة للأنشطة التصميمية المختلفة Task integration (العمل المتكامل) مما يستوجب بالضرورة ربط جميع التخصصات الهندسية بالتقنيات الرقمية.

ز) سيشهد هذا العصر تطور سريع في خبرات وكفاءات معماريين صغار السن بسبب الخبرات المكتسبة من معايشة المنشآت مرئيًا وتصحيح الأخطاء التصميمية قبل التنفيذ تلك الخبرات ما كانت لتكتسب إلا في سنوات متعددة.

5-التوصيات: -

- ضرورة سعي المعماريون إلى الاستفادة من التطور الرقمي والاهتمام بسبل التقنية المعاصرة لتكوين خلفية معرفية لواقع العلوم والفكر والتكنولوجيا السائدة في عصره، كونها تمثل محفزا أو متغيرا مهما على المنتج المعماري للقدرة على المنافسة الدولية في ظل العولمة والأسواق المفتوحة.
- تبني الجامعات وأقسام العمارة للبعد الرقمي عند القيام بتطوير مقررات التصميم المعماري والتنفيذ وتكنولوجيا البناء، في ظل تشجيع طلاب العمارة على التعرف على آخر التقنيات الحديثة في آل مجالات الحواسب وربطها بالتصميم المعماري ومن ثم الحصول على جيل واعد من المعماريين المؤهلين لمواجهة سمات العصر وتحدياته، في إطار تبني الجامعات وأقسام العمارة مهمة توفير التقنيات الأحدث بشكل مستمر.

- ضرورة الإعتماد على التصميم الرقمي في توجيه الطلبة نحو تبني النقد الحر وتبادل الآراء التصميمية فيما بينهم من جهة، وبينهم وبين الكادر التدريسي من جهة ثانية، وبينهم وبين محيط أكبر من المختصين عن طريق الانترنت .ومكافئة الجهود التي يبذلها الطلبة في هذا المجال .
- أهمية الإستفادة من التطور الذي أحدثته التكنولوجيا الرقمية على الإنتاج والتصنيع والتنفيذ الرقمي مع دراسة واقع العمل في المنطقة العربية ومعرفة إلى أي مدى يمكننا الاستفادة منها.
- ضرورة الاهتمام بعمل حلقات وورش عمل تناقش التطورات التقنية وأثرها على ممارسة المهنة من خلال النقابات والجامعات، مع ضرورة توجيه البحث العلمي في عمل دراسات نحو اختيار وتوظيف التقنيات المستحدثة بما يتوافق مع ظروف وإمكانات ومتطلبات المجتمع.
- يوصي بدراسة عواقب هذه التحولات التكنولوجية السريعة على واقعنا وعمارتنا المحلية، وهنا يكمن التحدي في أن نجيد استخدام التكنولوجيا وأن نتمسك بهويتنا الإنسانية ولا نسمح للتكنولوجيا بإبعاد المعماري عن دوره الأصلي وهو إعمار الأرض وجعل وجود الإنسان عليها آمناً وبناءً.

6-المراجع: -

(1) I. Australia Pty **"Cyberspace: The World of Digital Architecture"** Images Publishing Dist Ac, **2010.**

(2)علي رأفت ."**عمارة المستقبل** ".القاهرة :مركز أبحاث انتركونسلت، ٢٠٠٧

(3)Szalapaj, Peter "**Contemporary Architecture and the Digital Design Process**" .Oxford :Architectural Press, 2005.

(4)Kymmell, Willem ."**Building information modeling**" .New York: McGraw Hill, 2008.

(5) علي رأفت .ثلاثية الابداع المعماري، "الابداع المادي في العمارة، البيئة والفراغ" .المجلد الخامس .القاهرة :مركز ,انتركونسلت، 1996.

(6)مشاري بن عبدالله النعيم" .مكتب (أوف اراب) Ove Arup لندن ".مجلة البناء السعودي أكتوبر ، نوفمبر، ٢٠٠٤.

(7)علي رأفت ."**عمارة المستقبل** ".القاهرة :مركز أبحاث انتركونسلت، ٢٠٠٧

(8)Kolarevic, Branko ,"**Architecture in the digital age .Design and manufacturing**" ,London : Taylor & Francis, 2005.

(9) Oxman, Rivka" **Theory and design in the first** "Design studio-The International Journal for Design Research in Engineering, Architecture, Products and Systems, 2006.

(10)NICK DUNN **"DIGITAL FABRICATION IN ARCHITECTURE**", by Laurence King Publishing Ltd, 2012.

(11) Adriaenssens, F. Gramazio **"Advances in Architectural Geometry 2016"** vdf Hochschulverlag, AG, 2016.

(12) Kolarevic, Branko ."**Architecture in the digital age .Design and manufacturing**" .London: Taylor & Francis, 2005.

(13) Woodward, Christopher and Jaki Howes "**Computing in Architectural Practice**" .London: Spon Press, 1998.

(14)Mario Carpo, "**The Digital Turn in Architecture 1992–2012**",John Wiley & Sons Ltd, 2013..

(15)Eastman, C. (2009)." **Building Information Technology: Digital Building Lab** ". Retrieved April 9, 2011, from http://bim.arch.gatech.edu/?id=402

(16)Dzambazova, Tatjana, Greg Demchak and Eddy Krygiel ."**Mastering Revit Architecture 2008**" .Indiana: Wiley Publishing, 2008.

(17)Kymmell, Willem ."**Building information modeling**" .New York: McGraw Hill, 2008.

(18) Virtual Reality Technology. "**Hirose, Michitaka".** The International Journal of Virtual Reality, 2006, 5(2):31-36.

(19)Jonathan Linowes **"Unity Virtual Reality Projects"** Packt Publishing Ltd., Birmingham B3 2PB, UK,2015.

(20)Cecília Sík Lányi **"Virtual Reality and Environments"** InTech, Janeza Trdine, Croatia, 2012.

(21)Kymmell, Willem **"DIGITAL FABRICATION IN ARCHITECTURE**" New York: McGraw Hill, 2006.

(22) ANDY CLARK, **"NATURAL-BORN CYBORGS Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence"**, Oxford University Press, Madison Avenue, New York, 2003.

(23) J. Gorge, **"Virtual and Augmented Reality Will Revolutionize the Way We Practice Architecture"** Oxford: Architectural Press, 2015.

(24)www.archdaily.com/783677/4-ways- augmented-reality-will-revolutionize-the-way-we-practice-architecture.

(25) John Haymaker "**Challenges and Benefits of 4D Modeling on the Walt Disney Concert Hall Project**" STANFORD UNIVERSITY, CIFE Working Paper #64 January, 2001.

(26) http://www.coop-himmelblau.at/architecture/projects/busan-cinema-center//11-2016

(27) https://www.google.com.eg/search?noj=1&bih=657&biw/10-2016

(28) https://www.google.com.eg/search?noj=1&bih/Types of VR in immersion/11-2016

(30) **https://www.youtube.com/watch?v=TlY18B4aUSg**/12-2016

(31) **https://www.youtube.com/watch?v=T4pwoTLhpuo**/12-2016

(32) **https://www.youtube.com/watch?v=K0WD3_X0gEY**/12-2016