Al Azhar University
Faculty of Engineering
Architectural Department

جـــامعة الأزهـــــر
كـــلية الهندســـــة
قســـــم العمـــــارة

تأثير تكنولوجيا المعلومات علي تطور الفكر المعماري

Influence of Information Technology on the Development of Architectural Ideology

إعداد

المهندس محمد حسن خليل أحمـــد
المعيد بكلية الهندسة - جامعة الأزهر
لنيل درجة (التخصص) الماجستير

إشـــراف

أ.د.م/ أسامة محمد عبد الرحمن الراوي
أستاذ مســـاعد بقســـم العمـــارة
كلية الهندسة–جامعـــة الأزهـــر

أ.د/ محمـــد محمـــدالسيد سـراج
أستاذ العمارة والتخطيط العمراني
كلية الهندســة – جامعة الأزهــر

٢٠١١

" اذا مات ابن ادم انقطع عمله الا من ثلاث:
صدقة جارية ،
أو علم ينتفع به،
أو ولد صالح يدعو له"

صدق رسول الله (صلي الله عليه وسلم)

الإهداء

إلي من أطال نهاره بالعمل من أجلي ... أبي.

إلي من أسهرت ليلها بالدعاء لي ... أمي.

إلي من أشدد بهم أزري ... إخوتي.

إلي من يهمُها أمري ... زوجتي.

إلي من أنساني هموم الحياة ... إبني.

شكر وتقدير

أحمد الله تعالي الذي وفقني وأعانني علي إنجاز هذا البحث،
وأود أن أعبر عن إمتناني وشكري العميق للأستاذ الدكتور **محمد محمد السيد عبدالله سراج** أستاذ العمارة والتخطيط العمراني بكلية الهندسة جامعة الأزهر ، لقبوله مهمة الإشراف علي البحث وعلي توجيهاته وملاحظاته القيمة التي أمدني بها خلال فترة إعداد البحث وحتي اللحظات الأخيرة والذي أعطاني الكثير من وقته.

كما أتقدم بالشكر والتقدير إلي الأستاذ المساعد الدكتور **أسامة محمد الراوي** أستاذ العمارة والتصميم المعماري بكلية الهندسة جامعة الأزهر ، لقبوله مهمة الإشراف علي البحث وما أعطاني الكثير من وقته وما قدمه لي من نصح وتوجيهات منهجية بناءة كانت عوناً في إعداد وإنجاز هذا البحث، خلال فترات البحث الأولي وحتي اللحظات الأخيرة .

كما أتقدم بالشكر والتقدير إلي الأستاذ المساعد الدكتور **علاء الدين السيد فريد** أستاذ العمارة والتصميم المعماري بكلية الهندسة جامعة الأزهر ، لما بذله معي من جهد وما أعطاني الكثير من وقته وما قدمه لي من نصح وتوجيهات في المرحلة النهائية من البحث.

كما أسجل عرفاني بالجميل وتقديري **لأساتذتي الأجلاء أعضاء هيئة التدريس بقسم العمارة** علي ما قدموه من عون ورعاية وتوجيه مستمر في كل وقت وحين.
وأخيراً، أتقدم بالشكر والتقدير إلي كل من كان له الفضل في إخراج هذا البحث في هذه الصورة ولو بالفكر أو المشورة وأوجه شكري إلي أساتذتي أعضاء لجنة المناقشة لما بذلوه من وقتهم الثمين ولما سيضيفونه إلي هذا البحث من ثراء علمهم ، وأصالة فكرهم ، وتزويدي بالملاحظات القيمة التي سيكون لها بإذن الله الأثر المفيد في وصول هذا البحث إلي غاية طيبة.

وبالله التوفيق...

محمد حسن خليل

بطاقة التعريف بالباحث

- تخرج في كلية الهندسة قسم العمارة - جامعة الأزهر مايو ٢٠٠٤ بتقدير عام إمتياز مع مرتبة الشرف.
- تقدير مشروع التخرج إمتياز .
- الترتيب علي الدفعة :الأول .
- عين معيداً بكلية الهندسة – جامعة الأزهر- بتاريخ ١-١-٢٠٠٦.
- مشاركة ومعاونة أعضاء هيئة التدريس بقسم العمارة – جامعة الأزهر- في أداء المهام التدريسية للطلاب.
- تاريخ التسجيل لرسالة الماجستير ديسمبر ٢٠٠٥ .
- الحصول علي جائزة تشجيعية بمسابقة تصميم محطة مترو الملك الصالح والتي نظمتها جامعة القاهرة للطلاب للعام الدراسي ٢٠٠٣/٢٠٠٤.
- الفوز بالعديد من المسابقات أثناء العمل مع فريق التصميم والمسابقات في مكتب المهندسون الاستشاريون ايهاف (أ.د/ عزالدين فهمي – أ.د/ حسين عباس).

إقرار

يقر الباحث بإلتزامه بالأمانة العلمية وعدم النقل و الإستنساخ من الأبحاث والرسائل التي تناولت هذا الموضوع وأن الإقتباسات المسموح بها علمياً والواردة في هذا البحث موضحة المصادر والمراجع في مواضعها

الإســـم : محمــد حســـن خلـــيل أحمـــد
الوظيفة : معيد بكلية الهندسة – جامعة الأزهر
٢٠١٠

ملخص البحث

- **تعيش** البشرية حالياً عصر تكنولوجيا المعلومات بجميع صورها وتأثيراتها فى كل جوانب الحياة اليومية، حيث تترك التقنية أثراً واضحاً علي الفكر الإنسانى بشكل عام والفكر المعمارى بشكل خاص، والذي يتأثر بما حوله من متغيرات سواء ثقافية ، دينية ، وبيئية ، وتكنولوجية، حتى انتقلت العمارة من عمارة الأحجار والفراغات الضيقة والمحدودة المساحات إلى آفاق جديدة عبر الزمن فكان التنوع الواضح فى مواد البناء وطرق الإنشاء وإتساع الفراغات وتتابعها بأشكال غير محدودة.

- ومع تسارع إيقاع العصر الذى نعيشه ووضوح دورتكنولوجيا المعلومات فى حياتنا وسهولة الحصول على المعلومات التي ساعدت في التغلب علي العديد من الصعوبات مما يستدعي سرعة العمل لمواكبة التطور المستمر لتطور التكنولوجيا وتحديد كيفية الاستفادة منها وتوجيهها بما يفيد العمارة والفكر المعمارى.

- **موضوع** هذا البحث يتناول تكنولوجيا المعلومات بما وصلت اليه من علوم وتقنيات حديثة وتأثيرها على الفكر المعمارى وكيفية التعامل معها وفهم معطياتها وجوانبها الايجابية والسلبية.

- وعلي ذلك فقد تم تقسيم البحث إلي أربعة أبواب تحتوي علي تسعة فصول.

- **تناول الباب الأول** تكنولوجيا المعلومات وعالمها الجديد وذلك من خلال فصلين ، حيث تناول الفصل الأول دراسة المفاهيم والمصطلحات العلمية المتعلقة بتكنولوجيا المعلومات والفكر المعماري وتوضيح مراحل تطوره عبر التاريخ ومدي ترابط الفكر المعماري بالتكنولوجيا ، فيما ناقش الفصل الثاني دراسة أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات علي العمارة والعمران بشكل عام مع توضيح لأهم المفاهيم والنظريات التي تغيرت أو إستحدثت نتيجة لظهور تكنولوجيا المعلومات.

- **وتناول الباب الثاني** دراسة تحليلية لمنظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات بإعتبارها الوسط الذي يصوغ المعماري من خلاله أفكاره وذلك من خلال مقارنة تحليلية لما قبل وما بعد تكنولوجيا المعلومات . حيث تناول الفصل الأول دراسة تأثير تكنولوجيا المعلومات علي أدوت التصميم لتحديد أوجه الإختلاف بين أدوات التصميم التقليدية وأدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات، بينما تناول الفصل الثاني دراسة تأثير تكنولوجيا المعلومات علي العملية التصميمية وذلك من خلال دراسة تحليلية للعملية التصميمية في عصر تكنولوجيا المعلومات وما أتاحته من إمكانيات للفكر المعماري، وتناول الفصل الثالث دراسة تأثير تكنولوجيا المعلومات علي عملية الإنتاج والتنفيذ ، ودراسة ما أحدثته تكنولوجيا المعلومات من تطور كبير في إستخدامات التقنيات الرقمية بكافة صورها في إنتاج وتنفيذ عناصر المبني.

- **بينما تناول الباب الثالث** دراسة العمارة المعاصرة في ظل الواقع الجديد (عمارة الدوافع) من خلال دراسة العناصر المكونة للمبني . حيث تناول الفصل الأول تأثير تكنولوجيا المعلومات علي التكوين الإنشائي وما أتاحته تكنولوجيا المعلومات من إمكانيات ساعدت علي إبتكار تكوينات وحلول إنشائية تميزت بالجرأة والتعقيد والتي تم التغلب عليها بواسطة برمجيات الحاسوب والتقنيات الرقمية . وتناول الفصل الثاني تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ وتطور مفهوم إستخدام المواد وظهور أشكال وأنواع جديدة من

المواد أهمها المواد الذكية والتي أُدمجت مع أنظمة التحكم وأنظمة الإتصالات مما فتح المجال نحو ظهور ما يسمي بالعمارة الذكية وتطبيقاتها المختلفة . بينما تناول الفصل الثالث تأثير تكنولوجيا المعلومات علي الوظيفة والفراغ ودراسة تغير طبيعة وشكل الوظيفة مما أثر علي إستخدام الفراغ وبحث أوجه التأثير علي شكل وتكوين الفراغ ودور المعماري في التعامل مع هذه المتغيرات.

- **أما الباب الرابع** والأخير فقد خصص لدراسة الحالة والتي أُختير متحف الواقع اللإفتراضي والذي يعد مثالاً واضحا لتأثُر الفكر المعماري بتكنولوجيا المعلومات علي كافة المستويات (الأدوات المستخدمة في التصميم ، عملية التصميم ، عملية الإنتاج والتنفيذ ، التكوين الإنشائي ، المواد المستخدمة والمحددة للفراغ ، الوظيفة والفراغ).

- لتنتهي الدراسة بطرح الإستنتاجات والتي تم تصنيفها إلي قسمين:

القسم الأول : إستنتاجات نظرية.

والقسم الثاني : إستنتاجات تختص بنتائج دراسة الحالة، وكذلك تحديد التوصيات المرتبطة بجوهر البحث وأهدافه.

قائمة المحتويات	رقم الصفحة

الإهداء
الشكر والتقدير
ملخص البحث ..... أ
قائمة المحتويات ..... ج
قائمة الأشكال ..... ذ
قائمة الجداول ..... ص
المقدمة ..... م
هيكل البحث ..... ي

١ -الباب الأول : تكنولوجيا المعلومات

المقدمة ١

١-١ الفصل الأول : المفاهيم والمصطلحات العلمية

١-١-٠ تمهيد ٢
١-١-١ التكنولوجيا TECHNOLOGY ٢
١-١-٢ المعلومات INFORMATION ٢
١-١-٣ تكنولوجيا المعلومات INFORMATION TECHNOLOGY (IT) ٣
١-١-٤ العناصر المكونة لتكنولوجيا المعلومات ٣
١-١-٤-١ الحاسب الآلي COMPUTER ٣
١-١-٤-٢ أنظمة الإتصالات COMUNICATION SYSTEMS ٤
١-١-٤-٣ التحريك الأتوماتيكي والذكاء الصناعي ٤
١-١-٥ مراحل التطور التاريخي للتكنولوجيا ٤
١-١-٦ النقلات النوعية للحاسب الآلي ٥
١-١-٧ أجيال الحاسب الآلي ٧
١-١-٨ أنواع الحاسب الآلي طبقاً للتطبيق ١٠
١-١-٩ أنظمة تكنولوجيا المعلومات INFORMATION SYSTEMS ١٢
١-١-١٠ الفكر المعماري ١٣
١-١-١١ خلاصة الفصل الأول ١٥

١-٢ الفصل الثاني : أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات وتأثيرها علي العمارة والعمران

١-٢-٠ تمهيد ١٨
١-٢-١ الفكر المعماري من الثورة الصناعية إلي ظهور تكنولوجيا المعلومات ١٨
١-٢-٢ الأبعاد الظاهرة لتكنولوجيا المعلومات ٢٠
١-٢-٣ عصر العمارة الرقمية ٢٣
١-٢-٤ الكمبيوتر يساعد علي دراسة الحلول المعمارية والإنشائية والبيئية ٢٨

قائمة المحتويات		رقم الصفحة

١-٢-٥	**خلاصة الفصل الثاني.....**	٣١
١-٢-٦	**خلاصة البـــاب الأول.....**	٣١

٢ -الباب الثاني : منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات

	المقدمة.....	٣٣

٢-١ الفصل الأول : أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-١-٠	**تمهيد .....**	٣٥
٢-١-١	**أدوات التصميم التقليدية .....**	٣٥
٢-١-٢	**بداية ظهور الكمبيوتر كآداة مساعدة علي التصميم .....**	٣٧
٢-١-٣	**صناعة البرمجيات والعمارة .....**	٣٧
٢-١-٤	**البرامج المساعدة علي التصميم .....**	٤٠
٢-١-٥	**الجيل الأول لبرامج التصميم – النماذج الرقمية الثنائية والثلاثية الأبعاد.....**	٤٠
٢-١-٥-١	البرامج المساعدة على مسح الموقع وتحديد تضاريسه Surveying.....	٤١
٢-١-٥-٢	البرامج المساعدة على الرسم.....	٤١
٢-١-٥-٣	برامج النمذجة ومحاكاة الواقع Modeling and Visualization	٤١
٢-١-٥-٤	برامج الحسابات الأنشائية والبيئية Structural and environmental calculation	٤٢
٢-١-٥-٥	أهم خصائص الجيل الأول.....	٤٣
٢-١-٦	**الجيل الثاني لبرامج التصميم – البرامج التكاملية والتفاعلية.....**	٤٤
٢-١-٦-١	الفكرة العامة لنماذج معلومات المبني (BIM).....	٤٤
٢-١-٦-٢	إدارة منظومة البناء بإستخدام نماذج معلومات المبني (BIM).....	٤٤
٢-١-٦-٣	مراحل تطور نماذج معلومات المبني (BIM).....	٤٦
٢-١-٦-٤	المعلومات كمحرك لمنظومة البرمجيات	٤٨
٢-١-٦-٥	أنواع نماذج معلومات المبني (BIM)وفقاً للإستخدام.....	٤٩
٢-١-٦-٦	أهم خصائص الجيل الثاني	٤٩
٢-١-٧	**خلاصة الفصل الأول.....**	٥٦

٢-٢ الفصل الثاني : عملية التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٢-٠	**تمهيد .....**	٥٩
٢-٢-١	**المقارنة بين العملية التصميمية الورقية ، والعملية التصميمية الرقمية .....**	٦٠
٢-٢-١-١	المصمم Designer	٦٠
٢-٢-١-٢	الوسط المساعد علي عملية التصميم Medium.....	٧٥
٢-٢-١-٣	توليد وإنتاج الأفكار Generation (Ideas – Shapes – Freeform)....	٧٦
٢-٢-١-٤	تقييم التصميم Evaluation of design	٧٧
٢-٢-١-٥	قياس أداء المبني Performance of Building.....	٨٠
٢-٢-٢	**خلاصة الفصل الثاني.....**	٨٣

قائمة المحتويات	رقم الصفحة

٢-٣ الفصل الثالث : عملية الإنتاج والتصنيع في عصر تكنولوجيا المعلومات		
٢-٣-٠	**تمهيـد**	٨٥
٢-٣-١	**البرامج المساعدة علي التصنيع**	٨٥
٢-٣-١-١	برامج الكام (CAM)	٨٥
٢-٣-١-٢	برنامج كاتيا (CATIA)	٨٦
٢-٣-٢	**فرانك جيري ودوره في تطوير منظومة البناء**	٨٦
٢-٣-٣	**عملية التصنيع والإنتاج الرقمي**.....	٨٧
٢-٣-٣-١	المسح الثلاثي الأبعاد - من المادي إلي الرقمي.....	٨٧
٢-٣-٣-٢	التصنيع الرقمي - من الرقمي إلي المادي.....	٨٩
٢-٣-٣-٣	مرحلة التصنيع الثنائي الأبعاد.....	٨٩
٢-٣-٣-٤	التصنيع بطريقة الطرح.....	٩١
٢-٣-٣-٥	التصنيع بطريقة الإضافة.....	٩٢
٢-٣-٣-٦	التصنيع للتكوينات.....	٩٥
٢-٣-٣-٧	إستخدام برمجيات الحاسب الآلي في تكوين الأسطح	٩٥
٢-٣-٤	**التجميع Assembly**	٩٨
٢-٣-٥	**خلاصة الفصل الثالث**.....	١٠١
٢-٣-٥	**خلاصة البـــــاب الثالث**.....	١٠٢
	٣ -الباب الثالث : الواقع الجديد (عمارة الدوافع)	
	المقدمة.....	١٠٤
	٣-١ الفصل الأول : تكنولوجيا المعلومات لها تأثير مباشر علي التكوين الإنشائي	
٣-١-٠	**تمهيـد**	١٠٧
٣-١-١	**تأثير تطور تقنيات البناء علي الفكر المعماري**	١٠٨
٣-١-٢	**الإستفادة من الطبيعة في إختيار التكوين الإنشائي**	١٠٩
٣-١-٢-١	الأشكال النقية والواضحة	١١٢
٣-١-٢-٢	الأشكال المعقدة	١١٢
٣-١-٣	**الأسطح المنحنية غير المنتظمة (NURBS)**	١١٢
٣-١-٣-١	كيفية التحكم في الأسطح المنحنية غير المنتظمة	١١٤
٣-١-٣-٢	مراحل تحويل الأسطح المعقدة إلي أسطح إنشائية.....	١١٦
٣-١-٤	**خلاصة الفصل الأول**.....	١٢٩

قائمة المحتويات		رقم الصفحة

٣-٢ الفصل الثاني : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ		
٣-٢-٠	تمهيـد.....	١٣١
٣-٢-١	المواد الذكية	١٣٢
٣-٢-٢	المواد الذكية والتصميم	١٣٤
٣-٢-٣	خصائص وأنظمة المواد الذكية	١٣٥
٣-٢-٤	المادة وأنظمة التحكم	١٤٢
٣-٢-٥	خلاصة الفصل الثاني.....	١٤٧
٣-٣ الفصل الثالث : تكنولوجيا المعلومات لها تأثير مباشر علي الوظيفة والفراغ		
٣-٣-٠	تمهيـد.....	١٤٩
٣-٣-١	مراحل تطور الفراغ	١٤٩
٣-٣-٢	الفراغ المعمارى و التحول من عصر الآلة إلى عصر الحياة الرقمية.....	١٥٠
٣-٣-٣	الفراغ كوسط ناقل للمعلومات	١٥٣
٣-٣-٤	الفراغ الإليكتروني	١٥٥
٣-٣-٤-١	خصائص الفراغ الإليكتروني	١٥٥
٣-٣-٤-٢	الأنشطة التي يمكن أدائها من خلال الفراغ الإليكتروني	١٥٥
٣-٣-٤-٣	مدينة الفراغ الإلكتروني Cyber Space City	١٥٦
٣-٣-٤-٤	المصمم المعماري والفراغ الإليكتروني	١٥٦
٣-٣-٥	البعد التشكيلي للفراغ في عصر تكنولوجيا المعلومات	١٥٨
٣-٣-٥-١	البعد الإنساني	١٦٠
٣-٣-٥-٢	البعد البيئي.....	١٦١
٣-٣-٦	خلاصة الفصل الثالث.....	١٦٢
٣-٣-٧	خلاصــة البـــــاب الثالث.....	١٦٣
٤ -الباب الرابع : دراسة الحالة – متحف الواقع الإفتراضي		
٤-١	المقدمة.....	١٦٦
٤-٢	تغير أنماط المباني في عصر تكنولوجيا المعلومات.....	١٦٦
٤-٣	متحف الواقع التخيلي كنموذج	١٦٦
٤-٤	المتحف في المطلق.....	١٦٦
٤-٤-١	من هم زوار المتحف؟	١٦٦
٤-٤-٢	ماهي الفائدة من زيارة المتحف ؟.....	١٦٧
٤-٤-٣	الهدف من إنشاء المتاحف	١٦٧
٤-٥	الفكرة العامة لمتاحف الواقع الإفتراضي.....	١٦٧
٤-٦	الواقع الإفتراضي داخل الفراغ الهجين.....	١٦٧
٤-٧	الإنغماس في عالم الخيال عبر تطبيقات التفاعل.....	١٦٨
٤-٨	العروض التي تقدم من خلال متاحف الواقع الإفتراضي.....	١٦٨
٤-٩	مبادئ تصميم متاحف الواقع الإفتراضي.....	١٧٠

قائمة المحتويات	رقم الصفحة

٥- الخلاصة والنتائج

٥-١	الخلاصة والنتائج الدراسة	١٨٠
٥-٢	توصيات الدراسة	١٨٣
٥-٣	المراجـــع	١٨٥
٥-٤	مسرد بالكلمات العسيرة Glossary	١٩٠
	ملخص البحث باللغة الإنجليزية.....	A

رقم الشكل	قائمة بالأشكال	رقم الصفحة

الباب الأول : تكنولوجيا المعلومات

١-١ الفصل الأول : المفاهيم والمصطلحات العلمية

(١-١)	يوضح الآلة الحاسبة والتي استخدمت البطاقات المثقوبة لكي تقوم بعمل الحسابات عن طريق المعلومات المخزونة.....	٦
(١-٢)	يوضح ضخامة حجم الحاسب الآلي ، وضخامه مكوناته في جيله الأول.....	٦
(١-٣)	يوضح مكونات الحاسب الآلي.....	٦
(١-٤)	يوضح الشريحة الإليكترونية المتكاملة (Ship) A.....	٦
(١-٥)	يوضح أقصي إندماج علمي تكنولوجي.....	٩
(١-٦)	يوضح النقلات النوعية في إستخدام الحاسب الآلي.....	٩
(١-٧)	يوضح سطح احد البرمجيات التي قام المعماريون ببرمجتها للحصول علي حلول للمساقط المعمارية.....	١١
(١-٨)	يوضح إحدي التجارب لوضع حلول معمارية لفيلا دور واحد.....	١١

١-٢ الفصل الثاني : أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات وتأثيرها علي العمارة والعمران

(١-٩)	يوضح تغطية سقف مسرح باريس والذي إستخدم الحديد المطاوع فيه كمادة انشائية مما أتاح بحور واسعة ،عام ١٧٨٦.....	١٩
(١-١٠)	يوضح جسر البوابة الذهبية (Golden Gate Bridge) ، ولاية كاليفورنيا ، الولايات المتحدة،١٩٣٣-١٩٣٧.....	١٩
(١-١١)	يوضح بعض عوامل تأثير الثورة الصناعية علي العمارة والعمران.....	١٩
(١-١٢)	الأقمار الصناعية أصبح لها دور ملموس في الحياة وأمكن تطويعها في خدمة العمارة والعمران	٢١
(١-١٣)	تطبيقات الواقع الإفتراضي أتاحت مشاهدة التصميمات وساعدت علي إتخاذ القرارات في مراحل مبكرة من التصميم.....	٢١
(١-١٤)	شكل يوضح أنظمة المحاكاة والواقع الإفتراضي التي يمكن بواستطها دراسة مدي توافق المباني مع البيئة المحيطة.....	٢١
(١-١٥)	يوضح تنظيم ومراقبة إشارات المرور، وقياس الكثافات للمشاة والآليات بواسطة أنظمة تكنولوجيا المعلومات.....	٢٤
(١-١٦)	شكل يوضح تأثير تكنولوجيا المعلومات علي كافة جوانب الحياة.....	٢٤
(١-١٧)	الكمبيوتر و البرامج المعمارية سهلت التعامل مع الأشكال و أتاحت أفكار غير مسبوقة.....	٢٤
(١-١٨)	يوضح المسجد الكبير بإحدي قري مالي كأحد الأمثلة علي مباني الطين.....	٢٧
(١-١٩)	يوضح مشروع متحف جوجنهايم ببلباو بأسبانيا كأحد الأعمال التي تدل علي التعبير الرقمي.....	٢٧
(١-٢٠)	يوضح مراحل عملية التصميم التقليدية.....	٢٧

رقم الشكل	قائمة بالأشكال	رقم الصفحة

(١-٢١)	يوضح مراحل عملية التصميم الرقمية.....	٢٧
(١-٢٢)	شكل يوضح دراسة الفراغات و الخدمات التي أجريت على رسومات المعماري Kahn's، مشروع " The Salk institute"	٢٨
(١-٢٣)	شكل يوضح الدراسة الثلاثية الأبعاد لفكرة مشروع بنك هونج كونج من تصميم نورمان فوستر..	٢٩
(١-٢٤)	شكل يوضح دراسة توزيع الإضاءة علي الواجهات الخارجية لمشروع بنك هونج كونج من تصميم نورمان فوستر.....	٢٩
(١-٢٥)	الدراسات الإنشائية لهيكل مشروع بنك هونج كونج من تصميم نورمان فوستر.....	٣٠
(١-٢٦)	شكل يوضح دراسة تاثير الرياح علي النظام الإنشائي في مرحلة التصميم الإبتدائي ، مشروع بنك هونج كونج	٣٠

٢ –الباب الثاني : منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-١ الفصل الأول : أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

(٢–١)	شكل يوضح مراحل تطور أدوات التصميم	٣٦
(٢–٢)	يوضح الهيكل الإنشائي للطائرات والسفن بإستخدام برنامج الكاتيا.....	٣٨
(٢–٣)	يوضح بعض أعمال المعماريين في الخمسينيات والستينيات مستوحاة من وحي طرق بناء السفن والطائرات.....	٣٨
(٢–٤)	يوضح متحف جوجنهايم للمعماري فرانك جيري، وتكوين من الأسطح الحرة الغير منتظمة بفضل تكنولوجيا المعلومات.....	٣٨
(٢–٥)	ديجرام يوضح الفارق بين المنظومة التقليدية والمنظومة الرقمية.....	٤٥
(٢–٦)	يوضح فريق العمل أثناء متابعة سير العمل في الموقع عبر شبكة المعلومات الدولية.....	٤٥
(٢–٧)	صورة بالقمر الصناعي لموقع متحف مصر الكبير ،توضح علاقة المتحف بأهرامات الجيزة....	٥٠
(٢–٨)	يوضح لقطات دراسية لمشروع متحف مصر الكبير من الداخل والخارج ، تم تنفيذها بواسطة نماذج وضع الأفكار الإبتدائية ونماذج التصميم.....	٥٠
(٢–٩)	يوضح الموقع العام لمتحف مصر الكبير.....	٥١
(٢–١٠)	مسقط الدور الأرضي لمتحف مصر الكبير.....	٥١
(٢–١١)	يوضح قاعة السلم العظيم Grand Stair الخاصة بعرض المقتنيات بمتحف مصر الكبير.....	٥٢
(٢–١٢)	يوضح نموذج ثلاثي الأبعاد لعناصر الحركة والإنتقال بين قاعات العرض المختلفة داخل المتحف	٥٢

رقم الشكل	قائمة بالأشكال	رقم الصفحة

(٢-١٣)	نموذج دراسي لعناصر تكوين الواجهة الخارجية لمتحف مصر الكبير وعلاقتها بالفراغات الداخلية	٥٢
(٢-١٤)	مراحل دراسة تركيب السقف لمتحف مصر الكبير بواسطة نماذج التفاصيل.....	٥٣
(٢-١٥)	شكل يوضح مراحل دراسة تكوين السقف متحف مصر الكبير ، وتفاصيل التركيب والتنفيذ.....	٥٤
(٢-١٦)	يوضح الدراسات التي يمكن أن تقوم بها برامج ال BIM	٥٥
(٢-١٧)	يوضح الدراسات البيئية ببرامج الBIM، التي أجريت علي الجامع الكبير بأبوظبي، دولة الإمارات المتحدة.....	٥٥
(٢-١٨)	شكل يوضح الإختلاف الجوهري بين نماذج الجيل الأول و الجيل الثاني	٥٦
	٢-٢ الفصل الثاني : عملية التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات	
(٢-١٩)	شكل يبين أعمال المعماري فرانك جيري قبل وبعد استخدامه تكنولوجيا المعلومات.....	٦٣
(٢-٢٠)	مشروع مركز ساتا Sata Center بالولايات المتحدة ، من تصميم فرانك جيري.....	٦٣
(٢-٢١)	نماذج ثلاثية الأبعاد لكامل مشروع مركز ساتا ، يوضح من خلالها دراسة طرق الإنشاء.....	٦٤
(٢-٢٢)	شكل يوضح مراحل دراسة الصوتيات علي كلاً من الماكيتات الدراسية ، والنماذج الثلاثية الأبعاد ، مشروع قاعة والت ديزني للموسيقي.	٦٥
(٢-٢٣)	مشروع مبني بلدية لندن، بإنجلترا ، ٢٠٠٢.....	٦٧
(٢-٢٤)	شكل يوضح مسقط أفقي الدور الأول ، لمبني بلدية لندن.....	٦٧
(٢-٢٥)	شكل يوضح الدراسات التحليلية لتأثير درجات الحرارة ، وأشعة الشمس علي الواجهات علي نموذج ثلاثي الأبعاد محاكي لمبني بلدية لندن.....	٦٧
(٢-٢٦)	قطاع يوضح عناصر الواجهة المعرضة لأشعة الشمس ، لمشروع مبني بلدية لندن.....	٦٨
(٢-٢٧)	شكل يوضح كيفية إنتاج ألواح زجاج الواجهات بواسطة الحاسب الآلي ، إعتماداً علي بيانات النموذج الثلاثي الأبعاد.....	٦٨
(٢-٢٨)	شكل يوضح مرحلة تحويل فكرة مشروع مبني بلدية لندن من نموذج ثلاثي الأبعاد إلي رسومات التنفيذ.....	٦٩
(٢-٢٩)	شكل يوضح دراسة مراحل الإنشاء لمبني بلدية لندن بشكل متسلسل وبصورة رقمية.....	٦٩
(٢-٣٠)	شكل يوضح بعض أعمال المعماري لارس سباي بروك.....	٧١
(٢-٣١)	شكل يوضح المتحف التفاعلي للماء ، من أعمال المعماري لارس سباي بروك	٧١

رقم الشكل	قائمة بالأشكال	رقم الصفحة

(٢-٣٢)	أعمال المعماري بن فان بركل ، وتطوير البرامج لخدمة الأفكار التصميمية....	٧٢
(٢-٣٣)	شكل يوضح علاقة التصميم بالتمثيل الرقمي.....	٧٥
(٢-٣٤)	شكل يوضح فريق التصميم بشركة BMW أثناء دراسة التصميم من خلال تقنيات الواقع الإفتراضي.....	٧٨
(٢-٣٥)	شكل يوضح الأشكال الإقليديسية في الحضارات السابقة ، والأشكال الحرة الغير منتظمة.....	٧٨
(٢-٣٦)	مشروع حديقة الجنة، للمعماري نيكولاس جريشو.....	٨١
(٢-٣٧)	مشروع مطار دبي الدولي، الإمارات العربية المتحدة.....	٨١
(٢-٣٨)	شكل يوضح تطور العملية التصميمية من خلال اتاحة أبعاد وامكانيات المحاكاة والمعالجة وتحسين الأداء من خلال التفاعل مع النماذج الثلاثية الأبعاد.....	٨٢

٢-٣ الفصل الثالث : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي الإنتاج والتصنيع

(٢-٣٩)	شكل يوضح العلاقة التبادلية بين كلاً من أدوات التصميم والعملية التصميمية والإنتاج والتنفيذ....	٨٥
(٢-٤٠)	يوضح الشكل الإستعاري لشكل تمثال سمكي ، بمشروع فيلا أوليمبكا ببرشلونة، بأسبانيا.....	٨٨
(٢-٤١)	شكل يوضح عملية المسح الرقمي علي المجسمات (الماكيت) لتحةيلها إلي نماذج رقمية.....	٨٨
(٢-٤٢)	شكل يوضح النموذج المادي (الماكيت) لقاعة الموسيقي بمشروع والت ديزني، والنموذج الثلاثي الأبعاد بعد عملية التحويل الرقمي.....	٨٨
(٢-٤٣)	شكل يوضح مشروع الإحساس بالموسيقي، من تصميم فرانك جيري ، بسياتل بواشنطن ، الولايات المتحدة.....	٩٠
(٢-٤٤)	شكل يوضح الهيكل الإنشائي لمشروع الإحساس بالموسيقي، والذي استخدمت طرق التقطيع الثنائي والثلاثي الأبعاد في تنفيذه.....	٩٠
(٢-٤٥)	شكل يوضح ماكينات التقطيع ثنائية وثلاثية وخماسية المحاور.....	٩٠
(٢-٤٦)	شكل يوضح ماكينة التقطيع بواسطة الماء Water Jet.....	٩٣
(٢-٤٧)	شكل يوضح ماكينة الحفر ذات المحاور الثلاثة والتي استخدمت في تنفيذ مشروع Azholf Tower، من أعمال المعماري فرانك جيري، وذلك في أعمال الحوائط الخرسانية.....	٩٣
(٢-٤٨)	شكل يوضح بعض ماكينات التقطيع بالليزر، المستخدمة في طريقة التصنيع بالإضافة.....	٩٦
(٢-٤٩)	شكل يوضح مشروع معرض السيارات BMW ، بجينيف بسويسرا، وإستخدام التكنولوجيا الحديثة في المبني.....	٩٦
(٢-٥٠)	شكل يوضح مطعم جورجيس بمركز بومبيدو بباريس ، بفرنسا.....	٩٩

رقم الشكل	قائمة بالأشكال	رقم الصفحة
(٢-٥١)	شكل يوضح مراحل إختيار الشكل النهائي لأحد أسطح مشروع الإحساس بالموسيقي بسياتل ، بالولايات المتحدة.....	٩٩

٣-الباب الثالث : الواقع الجديد (عمارة الدوافع)

٣-١ الفصل الأول : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي التكوين الإنشائي

(٣-١)	شكل يوضح علاقة نظريات العمارة بالتقنيات الإنشائية	١٠٨
(٣-٢)	مشروع اوبرا سيدني تجربة تؤكد أهمية دور المعماري في متابعة مراحل التنفيذ لتحقيق افكاره	١١٠
(٣-٣)	شكل يوضح بعض أعمال المعماري كالترافا.....	١١١
(٣-٤)	مشروع متحف جوجنهايم Guggenheim Hermitage Museum، من أعمال المعمارية زها حديد.....	١١١
(٣-٥)	شكل يوضح تحليل الخطوط غير المنتظمة ، والتي تعود في الأصل إلي تجميع العديد من الحدود الخارجية لشكل الدائرة المنتظمة.....	١١٣
(٣-٦)	شكل يوضح الخطوط غير المنتظمة (NURBS) والتي تتكون من مجموعة من المنحنيات التي يمكن التحكم بها بواسطة نقاط محورية خاصة للتحكم.....	١١٣
(٣-٧)	شكل يوضح الأسطح المنحنية NURBS التي ساعدت تكنولوجيا المعلومات علي إنجازها وإطلاق الإبداع المعماري في إستخدام مثل هذه التشكيلات المعقدة في المباني.	١١٥
(٣-٨)	شكل يوضح استاد عش الطائر، بكين، تكوين صارخ امكن تحقيقه بواسطة برامج التحليل.....	١١٧
(٣-٩)	مشروع Hercules Monument Visitor التكرار مع التعقيد والديناميكية.....	١١٧
(٣-١٠)	الفراغات المفتوحة في مدينة مصدر الطاقة ، بأبوظبي ، بالإمارات المتحدة.....	١١٧
(٣-١١)	شكل يوضح بعض أعمال المعماري Mac / Kolaton	١١٩
(٣-١٢)	بعض متاحف جزيرة السعديات، ابو ظبي،الامارات العربية المتحدة.....	١١٩
(٣-١٣)	شكل يوضح استخادم المعماري جريج ليان برامج التحريك Animation Software لدراسة تكوين الواجهة الخارجية ومعبراً عن التكرار مع التعقيد والديناميكية.....	١١٩
(٣-١٤)	مشروع متحف فيكتوريا وآلبرت ، للمعماري دانيال ليبوسكند ، لندن ، المملكة المتحدة، استخدمت برامج للتحليل الانشائي لتحليل النظام الانشائي.....	١٢٢
(٣-١٥)	مشروع مجمع السباحة الأوليمبي ، المعماري PTW ، تم تطويرأنظمة إنشائية للهيكل الخارجي بواسطة برامج تم إعدادها للمساعدة على تجميع الهيكل الفقاعي.....	١٢٢
(٣-١٦)	مشروع Great Court ، لندن ، المملكة المتحدة ، للمعماري نورمان فوستر.....	١٢٧
(٣-١٧)	شكل السقف من الداخل بمشروع Great Court ، لندن ، المملكة المتحدة للمعماري نورمان فوستر.....	١٢٧

رقم الشكل	قائمة بالأشكال	رقم الصفحة
(٣-١٨)	الأفكار الأولية لسقف بمشروع Great Court ، قامت على دراسة تجميع بالونات الصابون و تقاطعها معا ، كما استخدمت برامج التحليل الإنشائي لدراسة نقاط التحميل.....	١٢٧
(٣-١٩)	شكل يوضح العديد من التجارب التي أجريت بمساعدة البرامج للوصول إلى الحل الأمثل لتكوين السقف	١٢٧
(٣-٢٠)	شكل يوضح تحليل القوي للجمالون الإنشائي لسقف متحف Great Court.....	١٢٨
(٣-٢١)	شكل يوضح مرحلة دراسة التفاصيل المعمارية لعناصر السقف الإنشائي بمشروع Great Court.....	١٢٨
	٣-٢ الفصل الثاني : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ	
(٣-٢٢)	المواد التقليدية للبناء (الاحجار ، والاخشاب ، والطين).....	١٣٣
(٣-٢٣)	أجهزة الإستشعار الطبيعية في جسم الانسان والنباتات والحيوانات.....	١٣٣
(٣-٢٤)	شكل يوضح بعض نماذج المواد الذكية في الاغراض الحربية.....	١٣٣
(٣-٢٥)	شكل يوضح نماذج من استخدام المواد الذكية في المنسوجات، والتي انتقل إستخدامها في الواجهات المعمارية	١٣٦
(٣-٢٦)	نموذج استخدام المواد الذكية في تغيير ألوان المواد الداخلية للسيارة.....	١٣٦
(٣-٢٧)	شكل يوضح الزجاج الذي يتغير (إما شفاف أو معتم) وفقاً لما يريده المستخدم	١٣٦
(٣-٢٨)	نموذج من مشروع متحف الفن الحديث بباريس عام ١٩٨٨ ، للفنان سيجمار - الفنون الرقمية .	١٣٩
(٣-٢٩)	قام كل من كريس جلستر ، وأفشين ميهن ، وتوماس روسن بتصميم حوائط مصنوعة من الخرسانة الحرارية	١٣٩
(٣-٣٠)	شكل يوضح النوافذ التي تحول طاقة الضوء الي طاقة حرارية.....	١٣٩
(٣-٣١)	قام نورمان فوستر بإستخدام أنظمة المبانى الذكية فى العديد من مشروعاته ومنها المبنى الرئيسى لبنك كومرز	١٤٣
(٣-٣٢)	أستخدمت مادة Photochromic فى تنفيذ زخارف على الزجاج مصنعة من الزجاج الضوئى.	١٤٣
(٣-٣٣)	شكل يوضح تغير بنية المواد الذكية وتغير خصائصها يساعد علي تخزين الطاقة وإعادة استخدامها عند الحاجة.....	١٤٥
(٣-٣٤)	شكل يوضح الحساسات Sensors والمواد الذكية في تكامل يحقق رصد الفعل وعن طريق أنظمة التحكم يتم إصدار رد الفعل.....	١٤٥
(٣-٣٥)	استخدمت المواد الذكية وأنظمة الاتصالات في العديد من التطبيقات المعمارية مثل الأبواب والنوافذ.....	١٤٦
(٣-٣٦)	قامت مجموعة المعماريون دى إيكو بتصميم حائط تفاعلي يتأثر بحركة الزوار وتحقيق عمارة متحركة وتفاعلية.....	١٤٦

رقم الشكل	قائمة بالأشكال	رقم الصفحة

٣-٣ الفصل الثالث : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي الوظيفة و الفراغ

(٣-٣٧)	الفراغات الداخلية بفيلا سافوي ، من تصميم المعماري ليكوربوزيه ١٩٢٨-١٩٣١.....	١٥١
(٣-٣٨)	شكل يوضح بعض تصميمات المعماري فرانك جيري للفراغات الداخلية في العديد من أعماله...	١٥١
(٣-٣٩)	سقف قاعة معرض جوجنهايم للفن ، والذي أطلق علي سقفها السقف الذكي.....	١٥٤
(٣-٤٠)	شكل يوضح تفاعل الجمهور مع تقنيات العرض ، بمتحف العلوم ، بلندن ٢٠٠٤ م	١٥٤
(٣-٤١)	شكل يوضح تصمم الديكور الداخلي بإحدي غرف فندق سالوم بمدينة مكسيكو سيتي بالمكسيك، ٢٠٠٢م.....	١٥٤
(٣-٤٢)	شكل يوضح تحول أنظمة العمل إلي أنظمة رقمية علي كافة المستويات.....	١٥٧
(٣-٤٣)	شكل يوضح تحول كافة الخدمات إلي التكنولوجية الرقمية.....	١٥٧
(٣-٤٤)	شكل يوضح بورصة نيويورك الإفتراضية ، بالولايات المتحدة الأمريكية، من تصميم المعماري المصري هاني رشيد.....	١٥٧
(٣-٤٥)	شكل يوضح تطور إستخدام تقنيات الواقع الإفتراضي لإعطاء تأثيرات زخرفية داخل الفراغ بأشكال متنوعة، مشروع سيتا ليهاتين ، بالسويد ٢٠٠٢م.....	١٥٩
(٣-٤٦)	شكل يوضح تطوير كل عناصر المنزل لتحقيق التواصل والتفاعل رقمياً عبر شبكة المعلومات بشكل متكامل، مشروع تجريبي بمتحف العلوم، لندن ٢٠٠٣ م.....	١٥٩
(٣-٤٧)	شكل يوضح التواصل بين أفراد الأسرة مابين برلين ولندن عبر شبكة المعلومات، مشروع تجريبي بمتحف العلوم، لندن ٢٠٠٣م.....	١٥٩

٤ -الباب الرابع : الواقع الجديد (عمارة الدوافع)

(٤-١)	الانغماس في عالم من الواقع الإفتراضي.....	١٦٩
(٤-٢)	مرحلة محاكاة الواقع وإعداد قواعد البيانات.....	١٦٩
(٤-٣)	الفراغ كوسط لنقل المعلومات.....	١٦٩
(٤-٤)	يوضح توزيع عناصر متحف الواقع الإفتراضي.....	١٧١
(٤-٥)	مكونات منطقة المدخل لمتاحف الواقع الإفتراضي.....	١٧١
(٤-٦)	يوضح التجهيزات الخاصة بفراغات أو قاعات العرض.....	١٧٣
(٤-٧)	يوضح طريقة ربط الزائر بأجهزة العرض.....	١٧٣
(٤-٨)	يوضح مسار الحركة في المتاحف التقليدية.....	١٧٥

رقم الشكل	قائمة بالأشكال	رقم الصفحة
(٤-٩)	يوضح مسار الحركة في متاحف الواقع الإفتراضية.....	١٧٥
(٤-١٠)	يوضح رصد حركة الزوار بواسطة اجهزة الإستشعار.....	١٧٦
(٤-١١)	يوضح الفراغات التفاعلية في متحف علوم الماء.....	١٧٦

رقم الجدول	قائمة بالجداول	رقم الصفحة

٢ -الباب الثاني : منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-١ الفصل الأول : أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

(٢-١) بعض البرامج المساعدة علي التصميم والتي بدأ العمل بها في بريطانيا عام ١٩٦٩ وفي الولايات المتحدة عام ١٩٧٠..... ٣٩

(٢-٢) بعض البرامج المساعدة علي التصميم والمستخدمة حاليا في العديد من الشركات و المكاتب الهندسية..... ٤٣

٢-٢ الفصل الثاني : عملية التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

(٢-٢) مقارنة توضح تأثير الثقافة والتكنولوجيا علي ابراز الابداع المعماري..... ٧٣

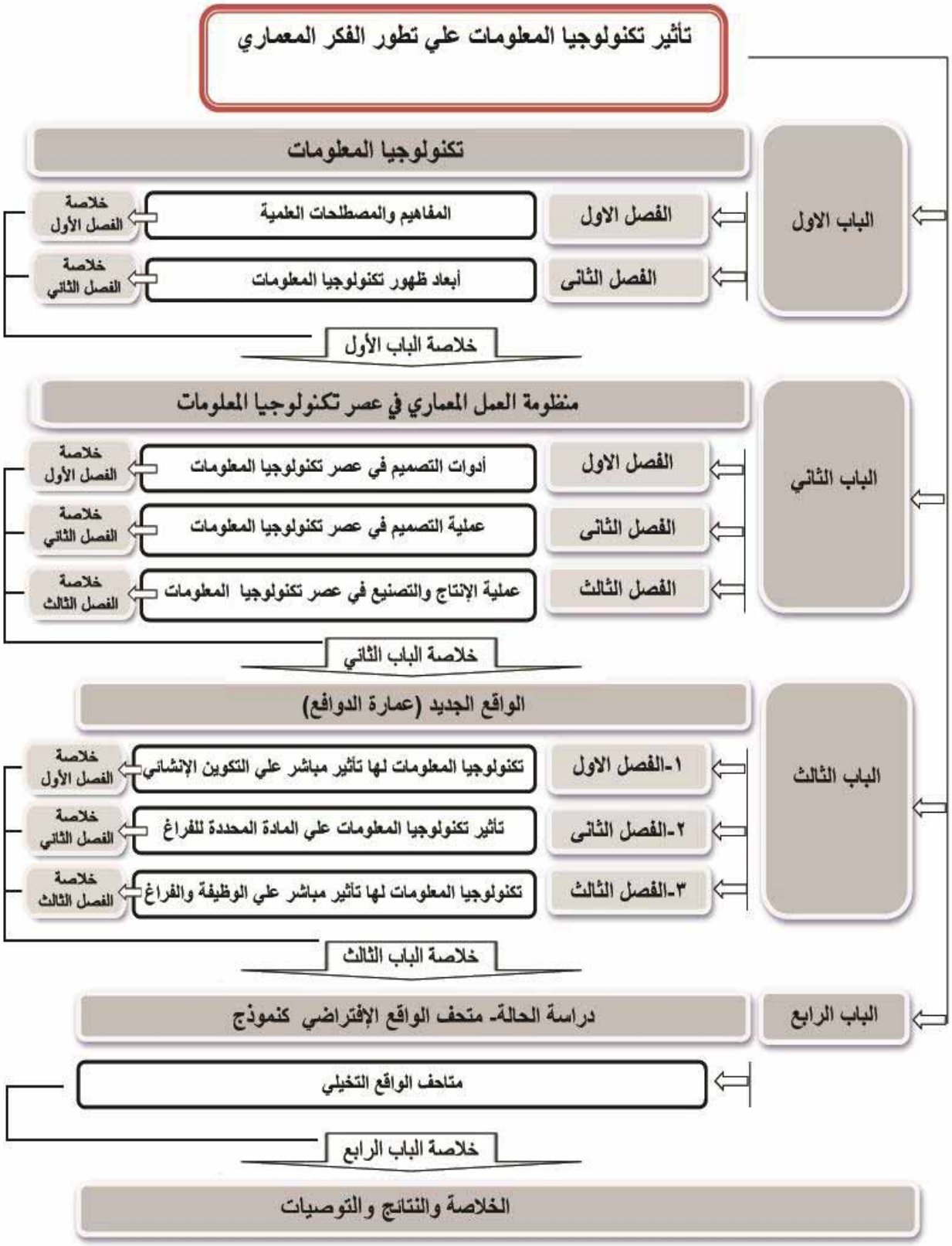
٣-الباب الثالث : الواقع الجديد (عمارة الدوافع)

٣-٢ الفصل الثاني : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ

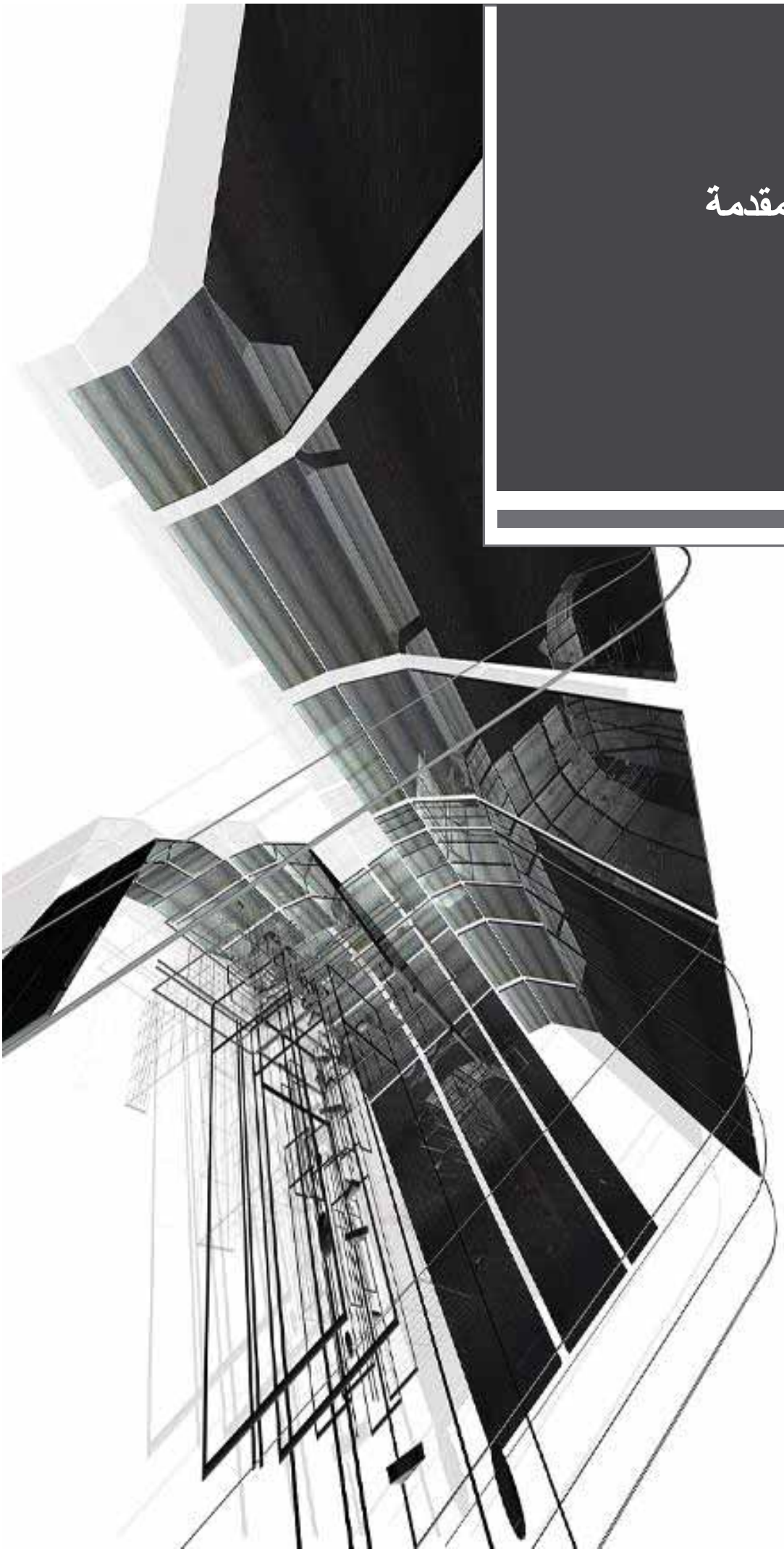
(٣-١) مقارنة بين خصائص المواد التقليدية وخصائص المواد الذكية..... ١٤١

(٣-٢) نماذج من النوع الأول والنوع الثاني من المواد الذكية..... ١٤١

هيكل البحث


تأثير تكنولوجيا المعلومات علي تطور الفكر المعماري
الباب الاول
تكنولوجيا المعلومات
الفصل الاول
المفاهيم والمصطلحات العلمية
خلاصة الفصل الأول
الفصل الثانى
أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات
خلاصة الفصل الثاني
خلاصة الباب الأول
الباب الثاني
منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات
الفصل الاول
أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات
خلاصة الفصل الأول
الفصل الثانى
عملية التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات
خلاصة الفصل الثاني
الفصل الثالث
عملية الإنتاج والتصنيع في عصر تكنولوجيا المعلومات
خلاصة الفصل الثالث
خلاصة الباب الثاني
الباب الثالث
الواقع الجديد (عمارة الدوافع)
١-الفصل الاول
تكنولوجيا المعلومات لها تأثير مباشر علي التكوين الإنشائي
خلاصة الفصل الأول
٢-الفصل الثانى
تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ
خلاصة الفصل الثاني
٣-الفصل الثالث
تكنولوجيا المعلومات لها تأثير مباشر علي الوظيفة والفراغ
خلاصة الفصل الثالث
خلاصة الباب الثالث
الباب الرابع
دراسة الحالة- متحف الواقع الإفتراضي كنموذج
متاحف الواقع التخيلي
خلاصة الباب الرابع
الخلاصة والنتائج والتوصيات

المقدمة



المقدمة:

تعيش البشرية حالياً عصر تكنولوجيا المعلومات بجميع صورها وتأثيراتها فى كل صور حياتنا اليومية حيث تترك التقنية أثراً عميقاً على نواحى الفكر الإنسانى بما فى ذلك الفكر المعمارى ، الذي يتأثر بما حوله من متغيرات سواء ثقافية ، دينية ، وبيئية ، وتكنولوجية ، ولكن الملاحظ هنا أن التكنولوجيا المعاصرة – تكنولوجيا المعلومات-هي العنصر الرئيسي في إحداث العديد منالتغيرات علي كافة نواحي الحياة.

- ومن هذا فإن **موضوع** هذا البحث يتناول تكنولوجيا المعلومات بما وصلت إليه من علوم وتقنيات حديثة وتأثيرها على الفكر المعمارى وكيفية التعامل معها وفهم معطياتها وجوانبها الايجابية والسلبية حيث أن :

- حيث أن التكنولوجيا هى العلم والفن مجتمعين معاً ، مما يلزم معه أن نتفهم طبيعة التكنولوجيا التى نعمل بها من أجل أن نتعامل معها بطريقة صحيحة . حيث أن جميع الأزمنة كانت تظهر فيها تقنيات جديدة تكون عاملاً مساعداً على دفع منظومة الفكر المعمارى حتى انتقلت العمارة من عمارة الأحجار والفراغات الضيقة والمحدودة المساحات إلى أفاق التطور عبر الزمن فكان التنوع الواضح فى مواد البناء وطرق الإنشاء وإتساع الفراغات وتتابعها بأشكال غير محدودة. ومع تسارع إيقاع العصر الذى نعيشه وظهور التكنولوجيا فى حياتنا وسهولة الحصول على المعلومات وسرعة العمل لمواكبة التطور المستمر أصبح هناك حاجة ماسة للمتابعة الدائمة والمستمرة لتطور التكنولوجيا وكيفية الاستفادة منها وتوجيهها بما يفيد تطور الفكر المعمارى.

- **الأسباب التي أدت إلي إختيار البحث :**

١ - المتغيرات التي أحدثتها تكنولوجيا المعلومات علي الساحة المعمارية ، وما تبعها من متغيرات علي الفكر المعماري كانت أوضح معالمه الأعمال المعمارية المعاصرة.
٢ - التعرف علي علاقة الفكر بالتقنية ومدي قدرة الفكر علي توظيف التقنية.
٣ - استكشاف نقاط القوة والضعف لاستخدام التكنولوجيا في العمل المعماري.

- **النتائج المرجوة من كتابة البحث:**

١ - الوصول إلي منهجية علمية توضح كيفية الإستفادة من إيجابيات هذه التقنية ، وكيفية تلاشي الوقوع في سلبياتها.
٢ - تبصرة المعماري العربي بأهمية دور هذه التقنية وتأثيرها علي الفكر المعماري.
٣ - توضيح النظريات التي إستَّحدثت في عمليات التصميم ، وتأثير ذلك علي المبني والمستخدم.
٤ - توضيح تأثير تكنولوجيا المعلومات علي عمليات الإنتاج والتنفيذ.
٥ - التعرف علي القدرات والإمكانات التي اتاحتها تكنولوجيا المعلومات للمعماري لمساعدته علي تحديد الأنظمة والطرق الإنشائية المناسبة.

- **موضوع البحث:**

هذا البحث يتناول تكنولوجيا المعلومات بما وصلت إليه من علوم وتقنيات حديثة ، وتأثيرها على الفكر المعمارى من جانب ، والممارسة العملية لجوانب التصميم والعمل المعماري من جانب آخر. ففي ظل ظهور العديد من المصطلحات الحديثة التي تعبر عن عصر تكنولوجيا المعلومات مثل "العمارة الرقمية ، والعمارة المعلوماتية ، والعمارة الذكية ، والمباني الذكية ، والعمارة الإفتراضية ، وعمارة الميديا ، والفراغ

الهجين ، والفراغ الإفتراضي ، والإنتاج الرقمي ، والتصنيع الرقمي ، والروبوت الذي يقوم بالتجميع والتنفيذ لعناصر المبني ، والعديد من التعبيرات التي تحاول الوصول إلي معالم العمارة المعاصرة"، فتم تتبع التكنولوجيا التي تجمع هذه العناصر والمصطلحات فوُجد أنها تقع جميعها تحت عنوان واحد يجمعها وهو تطبيقات تكنولوجيا المعلومات في العمارة ، مما أدي الي إختيار تكنولوجيا المعلومات عنوان البحث لدراسة عناصر وعوامل وعلاقة هذه التكنولوجيا بالعمارة.

- **لمن البحث:**

١ ـ للمتخصصين من معماريون وباحثون ومهندسون في كافة التخصصات المترابطة بالعمل المعماري، نظراً لتشابك التخصصات المتعلقة بموضوع البحث .
٢ ـ للطلاب العمارة بهدف التعرف علي النظريات الحديثة والمتعلقة بالعمارة المعاصرة.
٣ ـ للقائمين علي تطوير الصناعة في الوطن العربي ، لما يتضمنه البحث من معلومات فنية تتعلق بطرق الإنتاج والتصنيع والتنفيذ للمباني في ظل تكنولوجيا المعلومات ، وما يطرحه البحث من تقنيات حديثة يمكن الإستفادة منها وتطويرها وتطويعها بما يخدم العمارة وصناعة البناء في العالم العربي.

- **الدراسات السابقة:**

موضوع البحث من الموضوعات التي عمل عليها الغرب وقام علي تطويرها ، وتحديثها وتطويعها بما يتناسب مع مجتمعاته وبيئته ثقافته وأحياناً بما يحقق بها الإبهار والترفيه والإستعراض. لم يكن للعالم العربي دور يذكر في ذلك ، إلا من بعض الترجمات أو البحث في الموضوع والكتابات والمقالات العلمية ، والقليل جدا من الرسائل العلمية التي تتعلق بأحد تطبيقات تكنولوجيا المعلومات دون الحديث أو البحث في التكنولوجيا الرئيسية (تكنولوجيا المعلومات). ولذلك نجد أن هذا الموضوع غير مطروق من قبل الباحثين العرب إلا من أحد أو بعض جوانبه ، ولذلك إعتمد الباحث بشكل كبير علي المصادر التالية مرتبة تنازلياً وفقاً للدراسة والبحث والتحليل والنقل والإقتباس في بعض المواضع:

١ ـ الكتب.(باللغة الإنجليزية).
٢ ـ الأبحاث المنشورة. (باللغة الإنجليزية).
٣ ـ المجلات العلمية المتعلقة بالتصميم وموضوع البحث. (باللغة الإنجليزية).
٤ ـ الأبحاث العلمية (رسائل الماجستير والدكتوراه). (باللغة الإنجليزية).
٥ ـ الأبحاث العلمية (رسائل الماجستير والدكتوراه). (باللغة العربية).
٦ ـ الشبكة الدولية للمعلومات (الأنترنت Net Work).
٧ ـ المقابلات المصورة مع المعماريون (فيديو).

- **ماهي نوعية المعلومات التي يحتويها البحث:**

- **تعريفات :** تتعلق بتوضيح المصطلحات العلمية التي تضمنها البحث .
- **معلومات فنية:** تتمثل في توضيح تكنولوجيا المعلومات ، وتطبيقاتها المختلفة ، وأنواع التجهيزات والماكينات المستخدمة ، وطرق إستخدامها أثناء عرض موضوع البحث.
- **معلومات تفصيلية:** تتعلق بشرح النظريات الواردة في البحث وأراء أبرز المعماريون الذين استخدموا وطوروا تطبيقات تكنولوجيا المعلومات ، وإستعراض للأمثلة التوضيحية ودراسات الحالة.

- **المدخل لتناول الموضوع:**
تم تناول المشكلة من منطلق نظري ، حيث تم تحديد **المشكلة البحثية** و **الفرضية البحثية وأهداف البحث ومنهجية البحث**.

المشكلة البحثية :

- تتمثل المشكلة البحثية في إستكشاف مدي تأثر الفكر المعماري بالتكنولوجيا أو العكس، ودراسة هل هناك تأثير أم لا ؟ ومدي إمكانية التطوير وكيفية الإستعانة بها كأدوات جديدة إستخدمها المعماريون العالميون في إنتاج أفكار ونظريات جديدة لأعمالهم ؟، ومع مرور عقدين علي بزوغ تكنولوجيا المعلومات ، شوهد فيها تحولات كبيرة علي صعيد ممارسة المهنة في التصميم والتصنيع والإنتاج والتنفيذ والتي أصبح هناك حاجة إلى الإلمام بالإتجاهات المعمارية الحديثة والتواكب معها ومعرفة إيجابياتها وسلبياتها وتأثيرها على المجتمع. فالمعمارى هو من يستطيع أن يوظف كل ما أوتى من تقنية ومواد لصالح البشرية وعمرانها.

- حيث ظهرت فى الحقبة الأخيرة أنظمة حديثة وتقنيات لم يكن بإمكان المعماري تصميمها وتنفيذها من قبل إلا مع ظهور تكنولوجيا المعلومات وتكامل العلوم الحديثة معاً لتكوين منظومة من أفكار كانت تعتبر قديما خيال على مستوى :

١- الإنشاء Structure.

٢- الفراغ Space.

٣- المواد Material.

وكل مايوجه هذه العناصر الثلاثة هو فكر المعمارى بعناصره المتضمنة للعلم والثقافة والابداع ، مما يدعوا إلي طرح العديد من الاسئلة للإجابة عليها من خلال الدراسة :

١ -ماهية التكنولوجيا ؟
٢ -دورها في التطور البشري ؟
٣ -ماهي تكنولوجيا المعلومات ؟
٤ -ماهو تأثير تكنولوجيا المعلومات علي الحياة المعاصرة؟
٥ -ماهو الفكر ؟
٦ -ماهي الاشياء التي تؤدي الي تطور الفكر المعماري ؟
٧ -متي بدأ التفكير في إستخدام تكنولوجيا المعلومات في مجال العمارة ؟
٨ -مدي تأثر المنظومة المعمارية ؟ والي أي مدي تطور الفكر المعماري ؟
٩ -كيف إستفاد المعماريون من إمكانيات هذه التكنولوجيا ؟ وكيف وظفت ؟
١٠ - ماهي أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات (الوسط الذي يفكر من خلاله المصمم)؟
١١ - ماهو شكل العملية التصميمية في عصر تكنولوجيا المعلومات (العملية الذهنية والممارسة العملية)؟

١٢ – هل تطورت عملية والإنتاج والتنفيذ في عصر تكنولوجيا المعلومات ؟ وهل للفكر المعماري دور في ذلك ؟

١٣ – هل تأثر المنتج المعماري (المبني وعناصر تكوينه) بتكنولوجيا المعلومات والفكر المعماري؟

فرضية البحث :

هناك شواهد تدل علي تأثر العملية التصميمية عامة والفكر المعماري - بإعتبار أنه القائم و المتحكم في العملية التصميمية- خاصة ، وأن هذا التأثر تم بشكل إما مباشر بدافع من المعماريين بالتوجه الي هذه التكنولوجيا لمعرفة أسرارها والإستفادة منها مثل الاستفادة بالعديد من العلوم الاخري ، أو غير مباشر كرد فعل لما أحدثته تكنولوجيا المعلومات علي تطور الحياة والمجتمع والعمارة .

أهداف البحث :

- يتمثل هدف البحث في دراسة كافة العوامل التي أتاحتها تكنولوجيا المعلومات من أدوات وتقنيات وامكانيات للمعماري والتعرف علي الابداع المعماري في التعامل مع هذه التكنولوجيا .
- دراسة العملية التصميمية وتأثير تكنولوجيا المعلومات علي تعامل الفكر المعماري معها.
- رصد عوامل التأثر من خلال تطور المعالجات والأفكار لعناصر المبني ومكوناته علي صعيد المادة والفراغ والانشاء والبيئة .
- التأكيد علي أهمية دراسة التكنولوجيات المعاصرة وكيفية الاستفادة منها في تطوير منظومة العمل المعماري .
- تقديم محتوي علمي يفيد القارئ للتعرف علي دور هذه التكنولوجيا في مواجهة العديد من مشكلات العصر .

منهجية البحث:

إعتمدت منهجية البحث علي التعرف علي المشكلة البحثية وتحديد أبعادها من خلال صياغة مجموعة من الاسئلة التي تدور حول موضوع البحث لكي يتم الاجابة عنها من خلال فرضية البحث ودراسة الي أي مدي تحققت الفرضية ، وذلك من خلال التدرج من المدخل النظري للمشكلة الذي ارتكز علي:

أولاً :المنهج الاستقرائي :

الذي يستقريء الكتابات النظرية التي ترتبط بموضوع البحث، فيما يخص الثورة الرقمية وتأثيراتها على جوانب الحياة المختلفة وبالتالي على العمارة بشكل عام، ومن ثم علىالفكر المعماري.

ثانياً : المنهج التحليلي :

حيث تم دراسة وتحليل العديد من المنهجيات والنظريات والاتجاهات الحديثة التي تتناول تكنولوجيا المعلومات وتأثيرها علي العملية التصميمية و مناهج التصميم وأدوات التصميم كتحليل للواقع الذي

أحدثته هذه التكنولوجيا علي العمارة ونظرياتها ، وأيضا العديد من الاتجاهات الفكرية المعاصرة لابرز المعماريين الذين استفادو من هذه التكنولوجيا ، الي دراسة وتحليل المشاريع التي قاموا بتصميمها وتنفيذها ، والتقنيات الرقمية التي استخدمت في المعالجات المعمارية وفي مرحلة الانتاج والتنفيذ ومن خلال دراسة أهم المتغيرات التي أحدثا التفاعل بين الفكر المعماري وتكنولوجيا المعلومات علي المباني باعتبارها المنتج الشاهد علي مدي تأثر الفكر.

ثالثاً: منهج دراسة الحالة :

وتقوم الدراسة من خلاله بتحليل مثال واقعي لمعرفة كيفية تأثير تكنولوجيا المعلومات على مباني المتاحف، حيث اختير متحف الواقع التخيلي Virtual Reality Museum كنموذج ، نظرًا لكونه نموذجا يحمل معظم ما تحمله تكنولوجيا المعلومات من امكانيات وما طوره الفكر المعماري من أفكار في هذا النوع من المباني ووضوح التأثير في جوانب كثيرةمن شقي العلاقة بين الثورة الرقمية ومباني المتاحف وهما الأنشطة والتصميم.

١ -الباب الأول
تكنولوجيا المعلومات

١ ـ ١ الفصل الأول : المفاهيم والمصطلحات العامة

١ ـ ٢ الفصل الثاني : أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات وتأثيرها علي العمارة والعمران

١ -الباب الأول: تكنولوجيا المعلومات

مقدمة الباب الأول:

يتناول هذا الباب تكنولوجيا المعلومات، وبيان كل ما يتعلق بتكنولوجيا المعلومات من مفاهيم ومصطلحات، مع توضيح جوانب تأثيرها علي الحياة بصفة عامة والعمارة والعمران بصفة خاصة. وذلك بهدف التعرف علي طبيعة وخصائص هذه التكنولوجيا وعناصر الإستفادة منها ، حيث تم تقسيم الباب إلي فصلين :

- **حيث يتناول الفصل الأول** دراسة المفاهيم والمصطلحات العلمية المتعلقة بتكنولوجيا المعلومات والفكر المعماري، وتوضيح ماهية هذه التكنولوجيا ومراحل نشأتها وتطورها عبر التاريخ. كما يوضح هذا الفصل ماهية الكمبيوتر أو الحاسوب وأنظمة الإتصالات والتحريك الأتوماتي بصفتها العناصر المكونة لتكنولوجيا المعلومات، والتعرف علي مراحل تطورها علي مستوي التقنية ومستوي العلوم والمعرفة ، ومدي القدرة علي التعامل مع المعلومات، والتي أصبحت هذه التكنولوجيا هي الأداة التي تتحكم فيها . كما تم توضيح ماهية المعلومات بإعتبارها المكون الرئيسي لهذه التكنولوجيا ، لينتهي الفصل بتوضيح ماهية الفكر المعماري ومدي ترابط الفكر المعماري بالتكنولوجيا بشكل عام وتكنولوجيا المعلومات بشكل خاص ، وهو ما يعد مرحلة إنتقالية لظهور أبعاد جديدة تؤثرعلي العمارة والعمران.

- **فيما يتناول الفصل الثاني** درسة أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات علي العمارة والعمران بشكل عام ، مع توضيح لأهم المفاهيم والنظريات التي تغيرت أو إستحدثت نتيجة لظهور تكنولوجيا المعلومات ، مما ساعد علي ظهور مفهوم جديد للعمارة بوصفها بالعمارة الرقمية ووصف منظومة الممارسة المهنية لمهام المكتب بالمنظومة الرقمية ، والتعبير عن ترابط تخصصات المهنة بالتكامل الرقمي ، وإذا كان هذا الفصل يتناول أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات علي العمارة والعمران بشكل عام ، فإنه يعد تمهيداً لدراسة عوامل تأثير تكنولوجيا المعلومات علي تطور الفكر المعماري بشكل أكثر عمقاً وهو موضوع الباب التالي.

١ -الباب الأول

تكنولوجيا المعلومات وعالمها الجديد

١ ـ١ الفصل الأول : المفاهيم والمصطلحات العلمية

١ ـ٢ الفصل الثاني : أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات وتأثيرها علي العمارة والعمران

١-١-٠ تمهيد :

من أبرز سمات المشهد المعماري المعاصر تعبيره عن طموحات المتغيرات الحضارية المتشابكة، واحتوائه علي عدد من التحولات المعمارية المتلاحقة ،هذه التحولات تتضمن بعض النزعات التي تهدف الي المواكبة المباشرة للمتغيرات في السياسة والإقتصاد والحياة الإجتماعية بوجه عام وفي العلوم والتكنولوجيا بوجه خاص . وأن منها ما يمثل ردود أفعال أو صيغات موائمة للتغيرات في الفكر والفلسفة والثقافة المعاصرة ، علي أن أهم هذه التحولات المعمارية تلك المرتبطة بالتطورات المتلاحقة في تقنيات الإتصالات وتكنولوجيا المعلومات التي يشهدها عالم اليوم والتي تدعو الي إعادة النظر في مفهوم وفلسفة العمارة ذاتها وفي بنيتها المادية والفراغية التقليدية ، وبيان مدي إستمراريتها وتدعو أيضا الي وضع تصور جديد لمستقبل العمارة والعمران في عالم مجتمع المعلومات.

ومن خلال توضيح المفاهيم المتعلقة بموضوع البحث ، إبتداءاً **بالتكنولوجيا (Technology)** بمفهومها العام ، مروراً **بالمعلومات (Information)** ، ثم تعريف تكنولوجيا المعلومات **(IT) INFORMATION TECHNOLOGY** ، وذلك بهدف الوصول إلي مفهوم عام لهذه التكنولوجيا (تكنولوجيا المعلومات) مما يمكن القارئ من سهولة الربط بينها كتكنولوجيا معاصرة وتطبيقاتها في العمارة، وجوانب تأثيرها علي الفكر المعماري.

١-١-١ التكنولوجيا TECHNOLOGY:

- كلمة تكنولوجيا **(Technology)** أصلها كلمة إغريقية قديمة مشتقة من كلمتين هما **(Techno)** وتعني المهارة الفنية ، أوعمل اليد ، وكلمة **(Logos)** وتعني العلم أو الدراسة ، ومن ذلك فإن مصطلح تكنولوجيا يعني تنظيم المهارة الفنية والمعرفة في تحقيق الأهداف والتغلب علي الصعوبات.[١] وكلمة تكنولوجيا لها العديد من التعريفات منها :

- **وعرف دانييل بل Daniel Bell**[٢] التكنولوجيا علي أنها هي التنظيم الفعال لخبرة الإنسان من خلال وسائل منطقية ذات كفاءة عالية وتوجيه القوى الكامنة في البيئة المحيطة بنا للاستفادة منها في الربح المادي.

- ويري الباحث أن أدق التعريفات هو التعريف الذي بدأ مع ظهور التكنولوجيا المعتمدة علي العلم مما يضيف الكثير للتعريفات السابقة ، والذي يوضح أن :

" التكنولوجيا هي استخدام المعرفة العملية (Practical knowledge) لتحديد أسلوب عمل أي شيء بإسلوب يمكن تكراره "[٣]

" The use of scientific knowledge to specify ways of doing things in a reproducible manner."

١-١-٢ المعلومات INFORMATION :

وهي كلمة لها العديد من التعريفات والتي يختلف معناها وفقاً للإستخدام أو الموضع، وسيتم وتوضيح ذلك طبقاً **لأصل الكلمة ومدلولها اللغوي ، وتعريفها وفقاً للمعجم الموسوعى لمصطلحات المكتبات كالتالي**:

---

(١) **د. مصطفي بغدادي. ٢٠٠٤.** آفاق جديدة للتقنية أم تراجع لتقاليد العمارة ، هل هناك تعارض بين الفكر، والتقنية، مجلة البناء السعودي. ٢٠٠٤، ص ١٦١.

(2) **Bell, Daniel.***The Coming of Post-Industrial Society* .London :Basic Books, 1976.p 26

(٣) **عوض مختار هلودة. ١٩٩٩.** *المراكز التكنولوجية*. القاهرة : المكتبة الأكاديمية، ١٩٩٩. كراسات علمية، ص ١٦.

- **المعلومات من حيث مدلولها اللغوى:**

كلمة مشتقة من المادة اللغوية عِلْم ، وهى مادة غنية بالكثير من المعانى (كالعلم والإحاطة ببواطن الأمور والوعى ، والإدراك ، واليقين ، والإرشاد ، والإعلام ، والشهرة ، والتميز ، والتيسير ، وتحديد المعالم ، والمعرفة ، والتعليم ، والتعلم ، والدراية ... إلى آخر ذلك من المعانى المتصلة بوظائف العقل) ، والمعلومات أو Information كلمة إنجليزية مشتقة من اللاتينية Informatio التى كانت تعنى فى الأصل عملية الاتصال أو ما يتم إيصاله أو تلقيه.[١]

- **تعريف المعلومات وفقا للمعجم الموسوعى لمصطلحات المكتبات والمعلومات[٢] :**

١ - هي البيانات التى تمت معالجتها لتحقيق هدف معين أو لاستعمال محدد ، لأغراض اتخاذ القرارات ، أى البيانات التى أصبح لها قيمة بعد تحليلها ، أو تفسيرها ، أو تجميعها فى شكل ذى معنى والتى يمكن تداولها وتسجيلها ونشرها وتوزيعها فى صورة رسمية أو غير رسمية وفى أى شكل.
٢ - هي المقومات الجوهرية فى أى نظام للتحكم.
٣ - هي المفهوم المتصل بالبيانات نتيجة لتجميعها وتناولها.
٤ - هي بيانات مجهزة ومقيمة خاصة إذا تم استيفاؤها من مجموعة من الوثائق أو الأشكال .

- **تعريف دانييل بل Daniel Bell[٣]:**

تعرف المعلومات بأنها مجموعة التعبيرات أو البيانات المنظمة للحقائق والأفكار ، والتي تعرض قراراً أو حكماً مسبباً أو نتائج تجريب ، والتي تنقل إلي الآخرين من خلال وسائط إتصال بأسلوب منظم .

" A Set of Organized Statements of Facts or Ideas, Presenting a Reasoned Judgment or an Experimental Result, which is Transmitted to others through some Communication Medium in some Systematic form ."

١-١-٣ تكنولوجيا المعلومات (IT) INFORMATION TECHNOLOGY :

هي التكنولوجيا التي تجمع فى كيانها كلاً من الحاسب الآلي والإتصالات ونُظم التحكم الأتوماتيكي في آن واحد.[٤]

وتتكون تكنولوجيا المعلومات من مجموعة من العناصر تعمل علي تحقيق الإستفادة العملية من إدارة هذه المعلومات وتوجيهها نحو مايريده الإنسان.

١-١-٤ العناصر المكونة لتكنولوجيا المعلومات:

١-١-٤-١ الحاسب الآلي COMPUTER:

آلة تحتوي علي مكون مادي صلب وآخر فكري ، حيث تساعد الإنسان علي إجراء عمليات لوغارتمية وفق برامج تشغيل وتطبيق يتم تصميمها لتؤدي أهدافاً محددة مثل

(١) حشمت قاسم . مدخل لدراسة المكتبات وعلم المعلومات . القاهرة ، دار غريب ، .1990، ص ٥٥
(٢) أحمد محمد الشامى ، سيد حسب الله . المعجم الموسوعى لمصطلحات المكتبات والمعلومات . الرياض ، دار المريخ، ص٣٤
(3) Bell, Daniel .The Coming of Post-Industrial Society .London :Basic Books, 1976,p 175.
(٤) نبيل علي. تحديات عصر المعلومات. القاهرة: دار العين للنشر، ٢٠٠٣،ص١٤.

التصميم بمعاونة الحاسب الآلي وقواعد البيانات والحسابات وأداء الأعمال المختلفة بدقة وسرعة عالية دون أخطاء. فالحاسب الآلي إذا غُذِيّ ببيانات صحيحة فإنه يعطي إجابات صحيحة. أي أن الحاسب الآلي آداة إخترعها الإنسان لأداء تتابع من العمليات علي البيانات المقدمة له بطريقة منظمة ومنطقية وبسرعات عالية ويعمل بدون تدخل العامل البشري خلال وقت إجراء تلك العمليات.[١]

١-١-٤-٢ أنظمة الاتصالات COMUNICATION SYSTEMS :

هي التكنولوجيا التي تستخدم كوسيط يتم من خلاله تحقيق التواصل بين شخصين أو عدة أشخاص ، ويستخدم في تحقيق ذلك العديد من وسائل سلكية أولاسلكية وأنظمة نقل بيانات ومحطات تقوية ، وكذلك ربط المرافق والخدمات عبر أنظمة الإتصالات ، وكابلات الألياف البصرية مع المرسل والمتلقي في أي من ربط المرافق مثل (التليفونات والأجهزة الإذاعة والتليفزيون ،والتليفونات المحمولة، وشبكة المعلومات،....).[٢]

١ ـ ٤ ٣ التحريك الاتوماتيكي والذكاء الصناعي :

تطور علمي أصبح من الممكن بموجبه جعل الآلة تقوم بأعمال مبرمجة مسبقاً بشكل نمطي ووفقاً لما تم تنصيبها عليه لكي تقوم بمهمة أو عملية ما.[٣]

١ ـ ٥ مراحل التطور التقني للحاسب الآلي :[٤]

مر الحاسب الآلي بالعديد من مراحل التطور تتلخص فيما يلي:

- في عام ١٨٨٠ استطاع المخترع الامريكي Herman Hollerith تطويرآلة حاسبة لكي تقوم بعمل الحسابات وذلك عن طريق تصنيف المعلومات المخزنة علي البطاقات المثقوبة .شكل (١-١)
- وفي عام ١٨٩٦ وبعد عدد من الاندماجات ظهرت شركة (IBM) والتي كان لها دور كبير في تطوير وتصنيع الحاسب الآلي.
- وفي أوآخر العشرينيات وبداية الثلاثينيات من القرن العشرين ظهرت أنواع جديدة من الحاسبات وإستطاع المهندس الإمريكي Vanner Bush من تطوير المحلل وأصبحت الحاسبة قادرة علي حل المعدلات التفاضلية.
- وفي عام ١٩٣٩ استطاع عالما الفيزياء الامريكيان John V. Atanasoff وBerry Clifford من انتاج نموذج حاسوب مستند علي نظام العد الثنائي.
- ومع عام ١٩٤١ استطاع المخترع الالماني KonradZuse من إبتكار حاسوب تم استخدامه في تصميم القذيفة والطائرة.
- وبحلول عام ١٩٤٤ إنتهي عالم الرياضيات Howard Aiken من تطوير سلسلة IBM.
- وكان اختراع الترانزيستور فى نهاية الخمسينيات من القرن العشرين إيذاناً ببدء رحلة مثيرة للتصغير المتناهي، فقد حل هذا العنصر الصغير الحجم محل الصمامات الإلكترونية الضخمة (نسبياً)، وسرعان ما استبدل بشرائح الدوائر الإلكترونية المتكاملة Integrated Circuits المصنوعة من بلورات السيلكون والتي يمكن تمثيلها بغابة كثيفة للغاية من

(١)،(٢) **نبيل علي**، *تحديات عصر المعلومات*. القاهرة : دار العين للنشر، ٢٠٠٣،ص١٢.
(٣) **زين عبد الهادي**.*الذكاء الإصطناعي*. القاهرة : المكتبة الأكاديمية، ٢٠٠٠،ص٢٠.
(4) Morrogh, Earl .Information Architecture An Emerging 21st Century Profession .New Jersey :Pearson Education, 2003,P52

وحدات الترانزيستور ، ونتيجة لذلك زادت سرعة الحاسب الآلي من آلاف العمليات الحسابية فى الثانية الواحدة إلي سرعة النانو ثانية أو بلايين العمليات فى الثانية الواحدة، وهكذا تقلص حجم حاسب آلي فترة الستينيات الضخم حتي أصبح بنهاية الثمانينات فى حجم راحة الكف وتضاعفت في نفس الوقت سرعة إجراء العمليات. شكل(١-٢)،(١-٣)، (١-٤)

- وفيما يتعلق بجانب الإتصالات فقد حدثت النقلة النوعية عند إستخدام الألياف الضوئية النحيلة ذات السعة الهائلة لنقل البيانات التي تفوق سعة أسلاك النحاس الغليظة بعشرات الآلاف من المرات.
- وعلي جانب البرمجيات فقد كان تطورها أسرع نظرا لتحولها إلي مجموعات مدمجة من حزم الأوامر المصممة (Modules) لتلبية احتياجات المستخدمين المختلفة ، إضافةً إلي إقتحامها لمجالات مستحدثة لم تكن في الحسبان من قبل مثل تطبيقات الواقع الإفتراضي التي أثرت بشكل مباشر علي علوم ومعارف كثيرة مثل الطب وعلوم الفيزياء والميكانيكا والاحياء والكيمياء ، وكذلك عالم الترفيه (ممثلا في السينما والمسرح والخ...) ، فقد إرتقي الحاسب الآلي من كونه آلة حاسبة ضخمة لسحق الأرقام ومعالجة البيانات Data processing (لإستخراج الفواتير وكشوف الحساب) إلي آلة لتخزين المعلومات ومعالجتها Information processing وإسترجاعها من أجل استخراج الإحصائيات والمؤشرات ودعم القرار.

١-١-٦ النقلات النوعية للحاسب الآلي :[١]

- **الخمسينيات (١٩٥٠: ١٩٥٩) :**

استخدام لغة الآلة Machine Language ولتطبيق واحد فقط.

- **الستينيات (١٩٦٠: ١٩٦٩):**

ظهرت اللغات الرفيعة High Level Languages وكذا نظم التشغيل O.S(Operating Systems) والمشاركة في التشغيل والتطبيقات المتعددة Time sharing.

- **السبعينيات (١٩٧٠: ١٩٧٩):**

التفاعيلية Interactive وقواعد البيانات اللغات الخاصة بالمستخدمين ونظم التصميم والتشغيلCAM/CAD والطرفيات الذكية مع بقاء التشغيل المركزي.

- **الثمانينيات (١٩٨٠: ١٩٨٩) :**

إدخال الصوت ومعالجة الصور والتعرف علي الشكل Pattern Recognition واللغات الأرفع وآلية المكاتب مع أسلوب توزيع المعالجة والتشغيل.

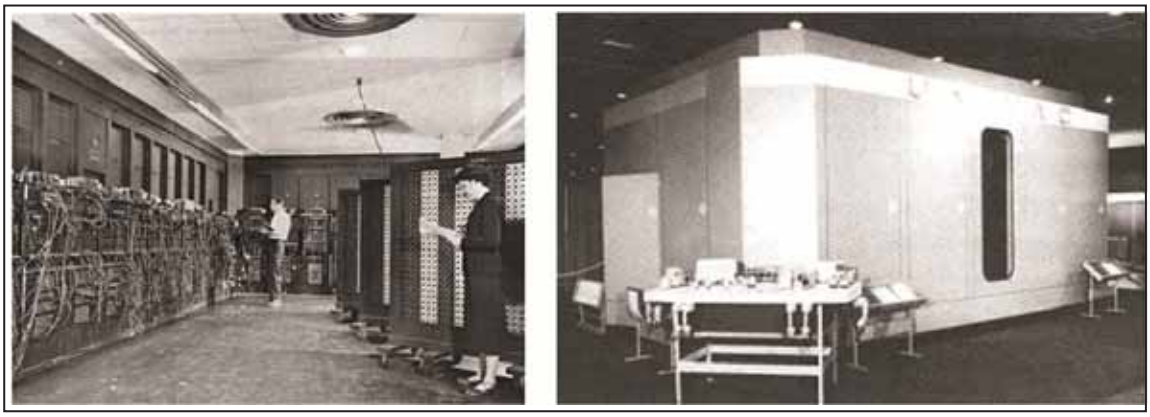
- **التسعينيات (١٩٩٠: ١٩٩٩):**

إنتاج البرامج والنظم بطريقة آلية Case Tools وقواعد بيانات معرفية ومعلوماتية والذكاء الصناعي ومعالجة المضمونات اللغوية (النصوص) والنهاية الطرفية ذات القدرات العالية وكذا أشباه الأوضاع الطبيعية (الواقع الإفتراضيVirtual Reality)، وتكنولوجيا المعلومات هي احدي المكونات الرئيسية في التكنولوجيا المتقدمة Advanced Technology ، وترتبط بها وعلي رأسها الإلكترونات الدقيقة Microelectronics Technologyوالمواد Material Technologyوالحيوية Biotech والضوئية Optical . وتلي بداية ظهور الحاسبات التفكير في شبكة دولية للمعلومات وهي ما تعرف الان بشبكة الانترنت تتويجاً للاندماج بين

(١) **نبيل علي،** *تحديات عصر المعلومات*. القاهرة : دار العين للنشر، ٢٠٠٣.

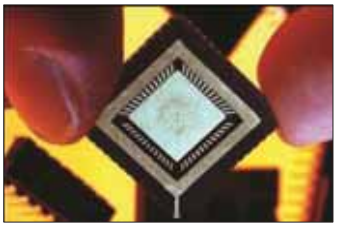
شكل (١-١) : الآلة الحاسبة والتي استخدمت البطاقات المثقوبة لكي تقوم بعمل الحسابات عن طريق المعلومات المخزونة

المصدر :
http://en.wikipedia.org/wiki/Computer, 25-10-2005.



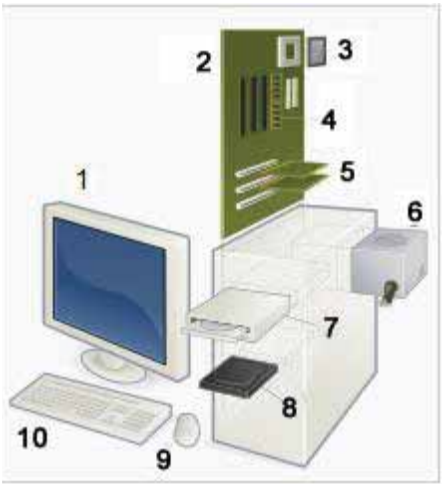
شكل (١-٢) : يوضح ضخامة حجم الحاسب الآلي ، وضخامه مكوناته في جيله الأول

المصدر :
http://en.wikipedia.org/wiki/Computer, 25-10-2005.



شكل (١-٤) : الشريحة الإليكترونية المتكاملة A Ship

المصدر :
http://en.wikipedia.org/wiki/Computer, 25-10-2005.



مكونات الحاسوب:

١. الشاشة(Monitor)
٢. اللوحة الام (Motherboard)
٣. وحدة المعالجة المركزية (CPU)
٤. الذاكرة الرئيسية(RAM)
٥. ربط العناصر الجانبية(PCI)
٦. مولد الطاقة(Power)
٧. قارئ القرص المضغوط (CD)
٨. القرص الصلب (Hard Disk)

شكل (١-٣) : مكونات الحاسب الآلى

المصدر :
http://en.wikipedia.org/wiki/Computer, 25-10-2005.

الحاسب الآلي والاتصالات والبرمجيات. لتبرز المعلومات وأصبحت الانترنت نافذة للإنسان على العالم،يمارس من خلالها وعن بُعد معظم الأنظمة الذهنية والعملية.

- وأوشك تلاحم كل من تكنولوجيا المعلومات مع علم الفيزياء(بذراته وبلوراته وموصلاته وأشباه موصلاته ، وشرائحه السيلكونية) أوشكت أن تصل إلي أقصي مداها في تحقيق سرعات أعلي لقدرة الحاسب الآلي الحسابية.. مما يؤدي إلي ارتفاع درجة الحرارة .. مما يتدهور معه أداء العناصر الإلكترونية ، وبالتالي يقل أداء الحاسوب للعمليات التي تنفذ عليه.

- ومن جهة أخري فقد كاد تصغير العناصر الفيزيائية الجامدة أن يصل إلي حدوده القصوي، وما أن كشفت الفيزياء عن عجزها حتي أظهرت الأحياء قدراتها الخفية غير المحدودة ، فها هي المعلومات تستعد للقاء أكثر إثارة مع التكنولوجيا الحيوية. كما أن علم الميكروبيولوجي الحديث يلوذ بالنهج المعلوماتي سعياً لكشف أسرار الجينات ولغتها ذات الأبجدية الرباعية، ونصوصها الوراثية الكامنة فى كرومسومات نواة الخلية.[1] فى المقابل تصبو تكنولوجيا المعلومات لمحاكاة العناصر البيولوجية من خلايا وأنسجة وأعضاء فيما يتعلق بقدرتها الفائقة على التكيف مع البيئة والتعلم ذاتياً، بل وهناك توجه لإستخدام العناصر البيولوجية الأولية كوحدة أساسية لبناء الحاسب الآلي أكثر سرعة وذكاء ومرونة.

- إن تكنولوجيا المعلومات التى تجمع فى كيانها الحاسب الآلي ووحدات الإتصال ونظم التحكم الأتوماتيكي المبرمج مسبقا قد إندمج فيها لأول مرة في التاريخ كل من الحاسب الآلي وثورة الاتصالات، كما اندمجت كل من البرمجيات والأفكار والأساليب الهندسية. إن هذا المزيج العلمي التكنولوجى ، يمثل درجة عالية من درجات الأندماج ، وهو يتعامل بصورة مباشرة وفعالة مع ثنائية المكان والزمن ، فقد فرضت تكنولوجيا المعلومات سيطرتها على المكان مما الغي الحدود بين البعيد والقريب ، وإستطاعت تكنولوجيا الواقع الافتراضي Virtual Reality بعوالمها الرمزية ان تدمج الزمن لسيطرتها ، لينتهي الفاصل بين القديم والحديث ويختلط الماضى المنصرم والحاضر الراهن والمستقبل القادم ، فكل منها قابل أن يُستحضر من خلال المحاكاة الرقمية .[2] شكل (١-٥).

١-١-٧ أجيال الحاسب الآلي :

منذ بناء أول الحاسب الآلي عصري طور في جامعة بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٤٦ (أطلق عليه لفظ ENIAC[*]) شهد العالم تطوراً هائلاً يتمثل في عدة أجيال رئيسية مر بها. وتجري حالياً أبحاثاً متلاحقة بغرض تطوير أجيال من الحاسب الآلي يكون أسرع ألف مرة مما هو متاح حالياً وفيما يلي عرض لهذه الأجيال:

---

[*] إختصار لكلمة Electronic Numerical Integrator And Computer.

** ومن الشركات التي كان لها السبق في ذلك شركة ريمنجتون راند Remington Rand الأمريكية التي أنتجت جهاز كمبيوتر وأطلقت عليه اسم (UNIVAC-1) ثم تبعها دخول شركة آي – بي – أم IBM مجال البحث والتطوير والتصنيع والتسويق لأجهزة الكمبيوتر في الخمسينيات.

(1),(2) Whyte, Jennifer .Virtual Reality and the built environment .Oxford :Architectural Press ,2002, P2.

الجيل الأول:

ظهر هذا الجيل في أوائل الخمسينيات حيث قامت عدة شركات في الولايات المتحدة الأمريكية بإنتاج الحاسبات الآلية لكي تستخدم تجارياً في الصناعة والحكومة.** إلا أنه يلاحظ علي أجهزة الحاسب الآلي لهذا الجيل كبر الحجم واستخدام الصبابات المفرغة Vacuum Tubes التي كانت تعمل بأشعة المهبط Cathode Ray وكانت تتعامل هذه الأجهزة مع البطاقات المثقبة والأشرطة الورقية والممغنطة والإسطوانات والأقراص المدمجة. [١] شكل (١-٦)

الجيل الثاني :

ظهر هذا الجيل في آواخر الخمسينيات وبداية الستينيات حيث أصبح الحاسب الآلي ذا حجم متوسط بعد إدخال " الترانزستور" في تصنيعه بدلاً من الأنابيب المفرغة. وقد ساعد ذلك في التغلب علي مشكلة الحرارة وتقليل معدلات الأخطاء والتوقف، كما وفر في الطاقة الكهربائية اللازمة للتشغيل الذي ساهم في تقليل التكلفة عما كانت عليه أجهزة الحاسب الآلي الجيل الأول. **ولم يظهر دور المعماريين في الاستفادة من الجيلين الأول والثاني في العمارة لأن هذين الجيلين كانا في مرحلة البدء في التطور والتي كان من عيوبها البطيء في إجراء العمليات الحسابية.** [٢]

الجيل الثالث :

بدأت معالمه تظهر في أواخر الستينيات معتمداً علي استخدام الدوائر المتكاملة Integrated Circuits المتناهية الصغر التي حلت محل الترانزيستور في الحاسب الآلي. وقد أدي هذا التطور إلي استيعاب ذاكرات ذات سعات كبيرة وأحجام صغيرة جداً وتعمل بكفاءة عالية في تخزين واسترجاع المعلومات ، وأصبحت أجهزة هذا الجيل تتسم بالصغر وقلة التكلفة التي صارت في متناول الكثيرين. **وصاحب هذا الجيل ظهور البرمجيات للرسم والتصميم بمساعدة الحاسب الالي إلا أنها كانت في طور التجريب والاختبار ولم تصل بعد إلى الممارسة العملية والمهنية .** [٣]

الجيل الرابع :

تم التوصل في هذا الجيل لصناعة الذاكرات المعتمدة علي شرائح أو رقائق Chips السيليكون ذات الحجم المتناهي الصغر لكن بسعات تخزينية كبيرة جداً حيث أنه في الإمكان تخزين ملايين الحروف علي شريحة صغيرة جداً مما أدي إلي انتشار أجهزة الحاسب الآلي الشخصي أو الميكروكومبيوتر المعتمدة علي الرقائق الدقيقة Microchips التي أصبحت تؤثر علي كثير من مجالات الحياة المعاصرة. **وصاحب هذا الجيل تطور تطبيقات البرمجيات بشكل واسع في جميع التخصصات الهندسية ، وبدأ انتشار استخدامها في الممارسة العملية المهنية إلى جوار أدوات الرسم والتصميم التقليدية.**

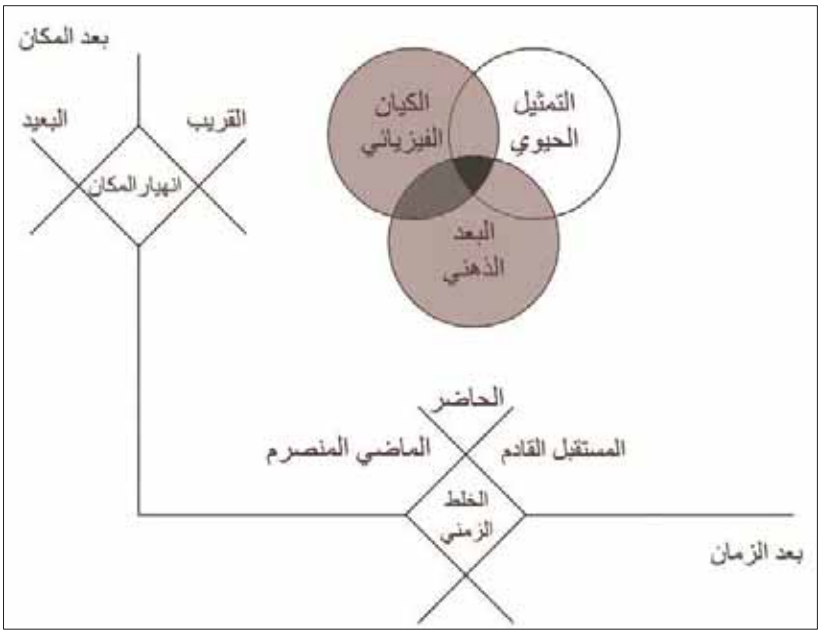
الجيل الخامس :

هذا الجيل هو جيل المستقبل الذي تتسارع فيه الأبحاث وتتزايد الاستثمارات نحو تطويره بحيث تزداد قدراته علي قراءة وكتابة لغات عديدة والتفكير إلي حد يشبه العملية التي يقوم بها المخ البشري. وبذلك اشتمل الحاسب الآلي المستهدف أو الحاسب الآلي السوبرعلي دوائر متكاملة أكبر كثيراً من سابقتها وبالتالي إحتوي علي ذاكرات يزيد حجمها عشرات آلاف المرات علي ذاكرات الأجهزة الحالية، وبالتالي سيعمل بسرعات تفوق السرعات الحالية، وبذلك سوف يصبح الحاسب الآلي الجديد قادراً علي التحدث بسهولة مع مستخدميه. ويستخدم هذا الجيل من قبل الشخص الذي لا يعرف الكثير عن تكنولوجيا الحاسب الآلي .

---

(١) **محمد محمد الهادي،** *تكنولوجيا المعلومات وتطبيقها*. القاهرة : دار الشروق، ١٩٨٩، ص٥٩.

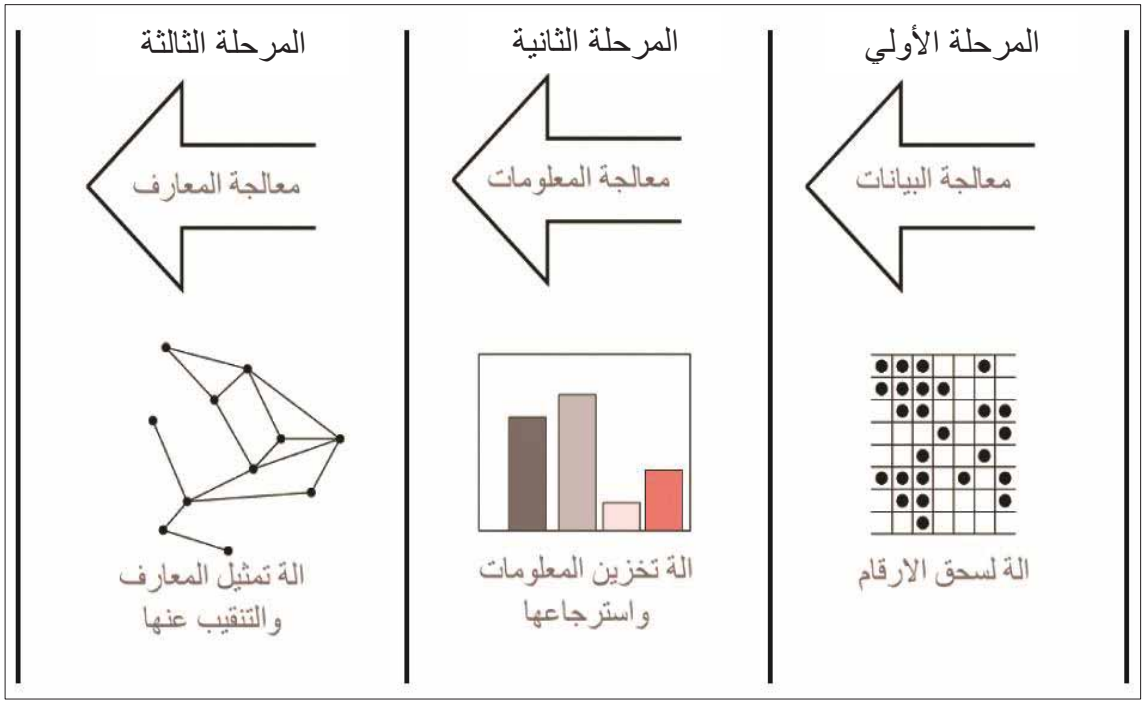
(2),(3) **Broadbent, Geoffrey. 1973.** *Design in Architecture.* London : John Wiley & Sons, 1973,P 299.



شكل (١-٥) : يوضح أقصي إندماج علمي تكنولوجي للحاسب الالي

المصدر :

نبيل علي، *تحديات عصر المعلومات*. القاهرة : دار العين للنشر،٢٠٠٣.



شكل (١-٦) : النقلات النوعية في إستخدام الحاسب الآلي

المصدر :

نبيل علي، *تحديات عصر المعلومات*. القاهرة : دار العين للنشر،٢٠٠٣.

ومن الملاحظ أن الجيل الجديد مبنى علي ما يطلق عليه الوظائف أو ما يستطيع الجهاز القيام به، كما يظهر قدراً من الذكاء الاصطناعي الذي يهدف إلي تسخير المعرفة لخدمة الإنسان في حياته المعاصرة . **ومع هذا الجيل تحولت كافة صور الممارسة العملية المهنية إلى صورة رقمية على مستوى أدوات التصميم والعملية التصميمية والإنتاج والتصنيع والتنفيذ.** [1] **أما على مستوى المبنى فقد طور المعماريون التجريبيون علاقة المستخدم بالمبنى عن طريق التفاعل مع عناصر المبنى لتلبية احتياجاته الأساسية والترفيهية ، ومن أمثلة هذا النوع من المباني مباني متاحف الواقع الافتراضي التفاعلية والتي تساعد على تقديم المعلومة من خلال تفاعل الزوار مع العناصر المعمارية (الحوائط والأسقف والأرضيات)التي تم دمجها مع عناصر الكترونية متصلة بالحاسب الآلي لكي يتم تقديم المعلومات من خلالها.**

الجيل السادس :

هذا الجيل قام علي العلوم الاساسية الأربعة والذي يمثل ذروة التقدم العلمي لتكنولوجيا المعلومات حاليا وهي العلوم ذات الصلة الوثيقة بعلم لغات الحاسب الآلي .. وتحديداً علوم :

١ -علـم وظائف الاعضاء (وظائف المخ وجهازي النطق والسمع).
٢ -علـم النفـــس.
٣ -اللسانيات (اللغويات).
٤ -المنطـــــق.

ومع هذا الجيل تطور دور المعماري إلى الدخول في مراحل إعداد البرمجيات ، كما أنه قام بتطوير أداء المبنى من خلال قواعد بيانات التي يتم الاحتفاظ بها في وحدات للتحكم بحيث يتم الرجوع إليها،[2] حيث استطاع المعماريون التجريبيون علي اعداد برمجيات تساعدهم علي وضع حلول للمساقط الأفقية، وكانت النتائج قياسية حيث استطاعوا الحصول علي العديد من الحلول الصحيحة لمسقط أفقي لاحدي الفيلات ، كما كان أحد الحلول مشابه لحل وضعه المعماري بنسبة ١٠٠%، شكل (١-٧) ، (١-٨).

١-١-٨ أنواع الحاسب الآلي طبقاً للتطبيق[3]:

تنقسم أجهزة الحاسب الآلي تبعاً للطريقة التي تعالج البيانات بواسطتها للتطبيقات المختلفة وفقاً لما يلي:

- **أولاً : الحاسب الآلي الرقمي Digital Computer :**

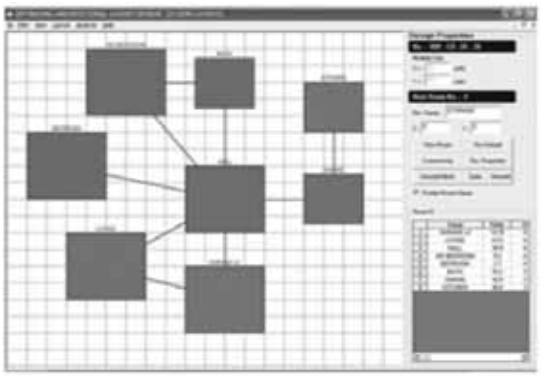
وهوالحاسب الآلي المنتشر استخدامه في كثير من المجالات والمهام الخاصة والعامة للفرد أو المنظمات ، ومنها المكتبة أو مراكز المعلومات هو الذي يستخدم نظام " الترميز الرقمي " الذي يمثل البيانات مهما كان نوعها كالأرقام والحروف الهجائية والرموز الخاصة، ولهذا النوع من الحاسب الآلي الرقمي وحدة تخزين ذات مميزات خاصة تستطيع القيام بالعمليات الحسابية المختلفة كالجمع والطرح والضرب والقسمة وغيرها .. هذا بجانب تخزين كميات كبيرة من المعلومات ومعالجتها وفقاً لترتيب معين واسترجاع مخرجاتها المحددة ، وسوف نستعرض في هذا الفصل مكونات الحاسب الآلي الرقمي والآلات الملحقة به.

وقد استخدم الحاسب الآلي الرقمي كوسط يتم من خلاله الرسم والتصميم ، وهو الشكل الشائع استخدامه في المكاتب المعمارية ، ومع تطور أجيال الحاسب الآلي وظهور الحاسب الآلي المحمول أصبح استخدامه شائعا وسهلا في مواقع التنفيذ وخاصة عمليات المسح الرقمي وتحديد الإحداثيات ، وربطه بأجهزة المكاتب الرئيسية عن طريق شبكة المعلومات، الأمر الذي ساعد على توفير الوقت وسرعة اتخاذ القرارات.[4]

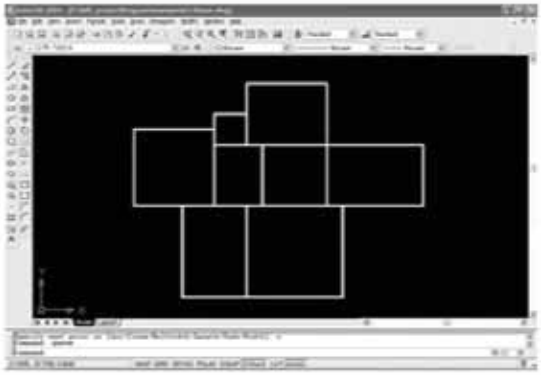
---

(1),(2) **Broadbent, Geoffrey. 1973.** *Design in Architecture.* London : John Wiley & Sons, 1973,P 308.
(3) Howes, Christopher Woodward and Jaki .Computing in Architectural .London :Spon Press, 2005.P 03.
(١) **علي رأفت. ٢٠٠٧.** *عمارة المستقبل.* القاهرة : مركز أبحاث انتر كونسلت، ٢٠٠٧، ص ١٥٤،١٥٦.

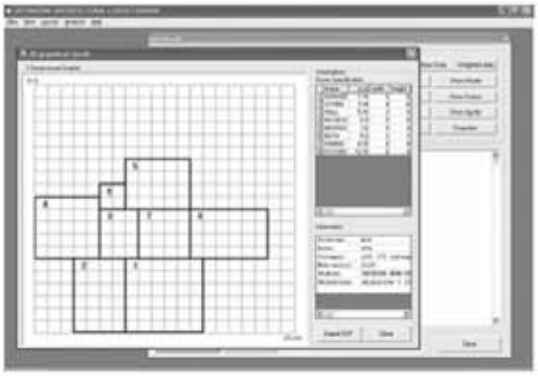
أ) شكل يوضح مرحلة اعداد البرمجة



ب) شكل سطح البرنامج

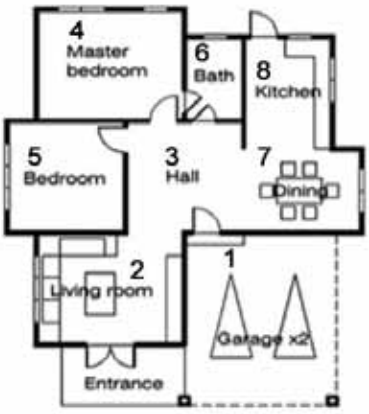


د) اخراج الحل المعماري في صورة ملف كاد

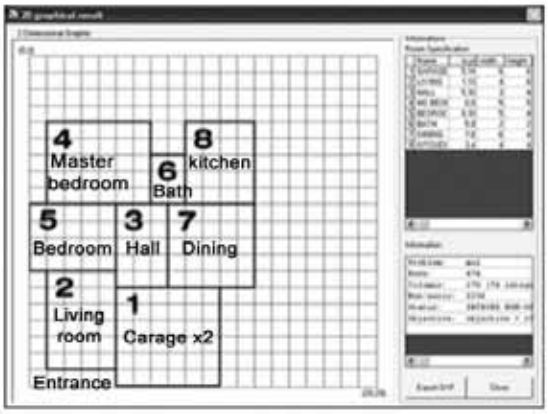


ج) مرحلة انتاج الحل المعماري

شكل: ١-٧
شكل يوضح سطح أحد البرمجيات التي قام المعماريون ببرمجتها للحصول علي حلول للمساقط المعمارية
المصدر:
Martain Bob. Computer aided Architectural design, springer, 2005.



أ) الحل للمسقط الأفقي كما قام بتصميمه المعماري



أ) أحد الحلول التي قام بوضعها البرنامج المعماري ، والذي تطابق مع الحل الذي وضعه المعماري

شكل: ١-٨
يوضح أحدي التجارب لوضع حلول معمارية لفيلا دور واحد
المصدر:
Martain Bob. Computer aided Architectural design, springer, 2005.

- **ثانياً : الحاسب الآلي التناظري ANALOG COMPUTER** :

يختلف هذا النوع من أجهزة الحاسب الآلي عن الحاسب الآلي الرقمي السابق الإشارة إليه ، حيث أنه يتعامل مع بيانات تمثل قيم أو مقادير في أشكال مادية متغيرة تتواجد بين نقطتين في الدائرة الكهربائية كالموازين الخاصة بالأوزان والأثقال وموازين الحرارة والضغط .. الخ، كما يستخدم الحاسب الآلي التناظري في كثير من الأغراض العلمية كحل المعادلات وتوجيه المدافع والصواريخ والأقمار الصناعية .. الخ. ويعمل الحاسب الآلي التناظري بواسطة الزمن الحقيقي أي أن مخرجاته تظهر فور إدخال الإشارات إليه ، كما أن الإشارات الناتجة عنه تتحكم بدورها في توجيه الفعل أو العملية المطلوب آدائها، ويسمح الحاسب الآلي التناظري بمحاكاة النظم الطبيعية الفعلية وملاحظة نتائج المتغيرات .

ويتسم هذا النوع من أجهزة الحاسب الآلي بعدم ترجمة البيانات إلي رموز مما ساعد في سرعة جمع البيانات من مصدرها ، كما أنه أفاد في القدرة علي التحكم في كثير من العمليات وخاصة الصناعية منها.

وهذا النوع تم استخدامه معماريا في صورة أجهزة للتحكم في أنظمة المبنى وقياس الآداء البيئي وإعطاء مؤشرات للتغييرات البيئية المحيطة وربطها بقواعد البيانات لتنظيم آداء المبنى ، وتم من خلال هذا النوع تطوير تطبيقات المباني الذكية .[1]

- **ثالثاً : الحاسب الآلي المختلط أو الهجين HYBRID COMPUTER :**

يجمع هذا النوع من أجهزة الحاسب الآلي بين خواص كل من الحاسب الآلي الرقمي والحاسب الآلي التناظري بهدف تحقيق أحسن وأمثل الفوائد التي يشتمل عليها كلاً من الرقمي والتناظري ، وبذلك فإن للالحاسب الآلي المختلط القدرة علي المعالجة الرقمية للبيانات التي أدخلت تناظرياً وبالعكس.

وهذا النوع يستخدم بكثرة في المتابعة والمراقبة الأمنية كما يستخدم في متابعة أعمال الصيانة والآداء للتجهيزات التكنولوجية للمباني.

١-١-٩ أنظمة تكنولوجيا المعلومات :[2]

وتتكون من كلاً من : نظم المعلومات INFORMATION SYSTEMS ، والبرمجيات SOFTWARE ، وشبكة المعلومات NET WORKS .

- **أولاً : نظم المعلومات INFORMATION SYSTEMS :**

وتتضمن كل من وسائل وأساليب الحفظ والاسترجاع المختلفة ، ووسائل الإتصال وأنظمة الحاسبات ، ونظم الوسائط المتعددة وكذلك النظم المدمجة والنظم التفاعلية.

- **ثانياً : البرمجيات SOFTWARE :**

وهي تفعيل نظم البيانات لأداء تطبيقات محددة وفقاً لقواعد المعرفة المبنية علي نظم المعلومات Knowledge Based Information Systems (KBIS) وكذلك نظم التصميم والتخطيط للتعامل مع الشبكات والتي تتضمن أيضاً نظماً للتحقق من فاعلية البيانات Validation.

(2)**Broadbent, Geoffrey. 1973.** *Design in Architecture.* London : John Wiley & Sons, 1973, P 308.
(3)Howes, Christopher Woodward and Jaki .Computing in Architectural .London :Spon Press, 2005,P25.

- **ثالثا : شبكات المعلومات NET WORKS :**

وهي إسلوب لربط الحاسبات و نظم المعلومات في أنظمة متكاملة علي مستويات مختلفة قد تشمل مؤسسة واحدة أومجموعة مؤسسات علي المستوى المحلي أو العالمي. كما أن استيعاب تكنولوجيا المعلومات أساس في برامج التنمية الشاملة والتطوير، ولذا فغرس مفاهيمها بدأ في جميع الدول المتقدمة في مراحل التعليم الأساسي.

وبتوضيح أنظمة تكنولوجيا المعلومات نكون قد استعرضنا أهم ملامح وخصائص وإمكانيات تكنولوجيا المعلومات ، كما أنه سيتم توضيح الفكر المعماري لبيان أهميته في الاستفادة من هذه التكنولوجيا فيما يلي :

١-١-١٠ الفكر المعماري :

الفكر بشكل عام هو أمراً مألوفاً لدى الناس يمارسه كثير منهم ، ومع ذلك فهو من اكثر المفاهيم غموضاً وأشدِّها استعصاءً على التعريف. ولعلَّ مردَّ ذلك إلى أن الفكر لا يقتصر أمرُه على مجرد فهم الآلية التي يتم بها ، بل هو عملية معقدة متعددة الخطوات تتداخل فيها عوامل كثيرة تتأثر بها وتؤثر فيها . كذلك فهو نشاط يحصل في الدماغ بعد الإحساس بواقع معيَّن ، مما يؤدي إلى تفاعلٍ ذهنيٍّ ما بين قُدُرات الذكاء وهذا الإحساس والخبرات الموجودة لدى الشخص المفكر ، ويحدث ذلك بناءً على دافعٍ لتحقيق هدف معين بعيداً عن تأثير المعوقات .

- **والفكر:** في مفهومه العام هو الحكم على الواقع ،وهو بشكل خاص عملية نقل الواقع بواسطة الحواس إلى الدماغ و وجود معلومات سابقة به يُفسر بواسطتها الواقع. [١]

- **أمّا الفكرة:** فهي نتيجة للعملية الفكرية .

ويتضح لنا من هذا العرض أن الفكر عملية ذهنية لها أركان وشروط ، وتدفعها دوافع ومثيرات ، وتقف في طريقها العقبات . كما نلاحظ تعدد الجوانب وكثرة العوامل المتداخلة والمؤثرة والمتأثرة بالتفكير ، ولعلَّ هذا ما يُفسّر كثرة التعريفات الواردة عن التفكير ، وبناءً على ذلك يمكن صياغة التعريف التالي للفكر:

- **الفكر:**هو مجمل الأشكال والعمليات الذهنية التي يؤديها عقل (ذهن) الإنسان، والتي تمكنه من نمذجة (خلق نموذج) ، وبالتالي تمكنه من التعامل معه بفعالية أكبر لتحقيق أهدافه . [٢]
- **التفـــكير:**هو تشغيل العقل في مشكلة للتوصل الي حلها.[٣]
- **المفـــــــكر:**[١] هو الذي يشتغل بتحريك النفس في المعقولات.

يعرف الإدراك الحسي بانه الإحساس بالواقع والانتباه إليه ، **أما الخبرة** فهي ما اكتسبه الإنسان من معلومات عن الواقع ، ومعايشته له، وما اكتسبه من أدوات التفكير وأساليبه ، **وأما الذكاء** فهو عبارة عن القدرات الذهنية الأساسية التي يتمتع بها الناس بدرجات متفاوتة . ويحتاج التفكير إلى دافع يدفعه ، ولا بد من إزالة العقبات التي تصده وتجنب الوقوع في أخطائه بنفسية مؤهلة ومهيئة للقيام به.

---

(١)،(٢) التكامل الإقتصادي العربي، **٩-١٠ ديسمبر ٢٠٠٩**. مؤتمر الفكر السنوي.

(3)Webster's II New College Dictionary, Webster Staff, Webster, Houghton Mifflin Company, Edition: 2, illustrated, revised Published by Houghton Mifflin Harcourt, 1999, ISBN 0395962145, 9780395962145, pg. 1147.

(4) http://en.wikipedia.org/wiki/Thought , 25-10-2008

عملية التفكير تتضمن أيضا التعامل مع المعلومات ، كما في حالة صياغتنا للمصطلحات، والإسهام في عملية حل المشكلات ، والاستنتاج واتخاذ القرارات ، ويعتبر التفكير أعلى الوظائف الإدراكية التي يندرج تحليلها وتحليل العمليات التي تسهم في التفكير ضمن إطار علم النفس الإدراكي Cognitive Psychology.

- **عناصـــــر الفكـــــر :**[١]

١ -	الواقـــــــــع	:	مثل أن يوجد أمام الإنسان شجرة مثمرة
٢ -	الحـــــــــواس	:	مثل حاسة البصر لإدراك الواقع الذي أمامه
٣ -	المعلومات السابقة	:	إي معلومات عن الثمرة التي يراها فيعرفها
٤ -	الدماغ الصالح	:	للربط بين الواقع والمعلومات السابقة

من خلال التعريفات السابقة نجد أن عناصر الفكر قد تحققت في تعريف " برودبينت " [*] للفكر المعماري.

- **تعريف الفكـــر المعماري:**

هو الفكر القائم علي إيجاد التوازن التفاعلي بين الإنسان (بشقيه المادي والمعنوي) والبيئة (بشقيها المادي والمعنوي) ، وبإستخدام طرق ومواد الإنشاء المناسبة.[٢]

وهو ما يجعلنا بحاجة إلي التعرف علي ماهية وخصائص الأدوات والطرق والمواد والأساليب الإنشائية التي يستخدمها المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات ، ودراسة البيئة المحيطة به في ظل عصر الثورة المعلوماتية وذلك للتعرف علي دور المعماري في إيجاد التوازن التفاعلي بين الإنسان والبيئة وهو موضوع الفصل التالي.

[*] برودبينت من المعماريين الذين ناقشوا نظريات العمارة وتطور الفكر وعمليات التصميم ، ومناقشة دور الكمبيوتر في هذا الإطار.

(١) التكامل الإقتصادي العربي. **٩-١٠ ديسمبر ٢٠٠٩**. ٩-١٠ ديسمبر ٢٠٠٩. مؤتمر الفكر السنوي.

(2)**Broadbent, Geoffrey**.*Design in Architecture*. London :John Wiley & Sons, 1973, P364.

١-١-١١ خلاصة الفصل الأول

يتضح مما سبق أن تكنولوجيا المعلومات مرت بمراحل مختلفة إلي أن وضح تأثيرها علي منظومة العمل المعماري ، وهذه المراحل كانت كالتالي :

١ مرحلة الظهور والتطور :

أ - للتكنولوجيا دور هام في التطور البشري، وأن هذا التطور يحدث في صورة عصور تحول أو موجات تحول، والتي مرت بصورة بطيئة عبر مئات السنين وزادت سرعة هذه التحولات مع حلول الثورة الصناعية في منتصف القرن الثامن عشر.

ب -ظهرت تكنولوجيا المعلومات في منتصف القرن التاسع عشر وكان قوامها الحاسب الآلي وأنظمة الإتصالات والتحريك الأتوماتي ، ومرت بمراحل من التطور المتعاقب والمتسارع نحو الأسرع والأصغر والأنفع .

١ مرحلة ظهور تكنولوجيا المعلومات في العمارة :

أ - مر الحاسب الآلي - أهم عناصر تكنولوجيا المعلومات - بستة أجيال ، وكان بداية ظهور دورللكمبيوتر ومدي إستفادة المعماري من إمكانياته كانت مع الجيل الثالث ، حيث كان الجيلين الأول والثاني في طور التطور وفي حالة بطء لم يشجع المعماريون علي الإستفادة منه.

ب - مع ظهور الجيل الثالث ظهرت البرمجيات للرسم والتصميم بمساعدة الحاسب الالـي إلا أنهـا كانت في طور التجريب والاختبار ولم تصل بعد إلى الممارسة العملية والمهنية .

ت - مع ظهور الجيل الرابع تم تطور تطبيقات البرمجيات بشكل واسع في جميع التخصصات الهندسية ، وبدأ إنتشار استخدامها في الممارسة العملية المهنية إلى جوار أدوات الرسم والتصميم التقليدية.

ث - ومع ظهور الجيل الخامس تحولت كافة صور الممارسة العملية المهنية إلى صورة رقمية على مستوى أدوات التصميم والعملية التصميمية والإنتاج والتصنيع والتنفيذ. أما على مستوى المبنى فقد طور المعماريون التجريبيون علاقة المستخدم بالمبنى عن طريق التفاعل مع عناصر المبنى لتلبية احتياجاته الأساسية والترفيهية ، ومن أمثلة هذا النوع من المباني مباني متاحف الواقع الافتراضي التفاعلية والتي تساعد على تقديم المعلومة من خلال تفاعل الزوار مع العناصر المعمارية (الحوائط والأسقف والأرضيات)التي تم دمجها مع عناصر الكترونية متصلة بالحاسب الآلي لكي يتم تقديم المعلومات من خلالها. ومع هذا الجيل تطور دور المعماري إلى الدخول في مراحل إعداد البرمجيات ، كما أنه قام بتطوير أداء المبنى من خلال قواعد بيانات التي يتم الاحتفاظ بها في وحدات للتحكم بحيث يتم الرجوع إليها .

ج - في ضوء تقسيم الحاسب الآلي إلي ثلاثة أنواع والتي تم تحديدها في كلاً من الحاسب الآلي الرقمي والحاسب الآلي التناظري والحاسب الآلي الهجين، تم إستخدم الحاسب الآلي الرقمي كوسط يتم من خلاله الرسم والتصميم ، وهو الشكل الشائع استخدامه في المكاتب المعمارية ، ومع تطور أجيال الحاسب الآلي وظهور الحاسب الآلي المحمول أصبح

إستخدامه شائعا وسهلا في مواقع التنفيذ وخاصة عمليات المسح الرقمي وتحديد الإحداثيات ، وتم ربطه بأجهزة المكاتب الرئيسية عن طريق شبكة المعلومات ، الأمر الذي ساعد على توفير الوقت وسرعة اتخاذ القرارات.

ح - بينما تم إستخدام الحاسب الآلي التناظري معمارياً في صورة أجهزة للتحكم في أنظمة المبنى وتشغيله وقياس الآداء البيئي وإعطاء مؤشرات للتغييرات البيئية المحيطة وربطها بقواعد البيانات لتنظيم آداء المبنى ، وتم من خلال هذا النوع تطوير تطبيقات المباني الذكية .

ع- بينما استخدم الحاسب الآلي الهجين بكثرة في المتابعة والمراقبة الأمنية كما يستخدم في متابعة أعمال الصيانة والآداء للتجهيزات التكنولوجية للمباني.

وبتوضيح دور تكنولوجيا المعلومات في العديد من جوانب الحياة ، وبدماجها في العمل المعماري إتجه الفكر المعماري نحو البحث عن توظيف لهذه التكنولوجيا (تكنولوجيا المعلومات) في منظومة العمل المعماري ، مما إستلزم توضيح ماهية الفكر المعماري ، والذي تم التوصل إلي كونه المحرك للمنظومة المعمارية من خلال التعريف ، والذي بين أن الفكر المعماري هو الفكر القائم علي إيجاد التوازن التفاعلي بين الإنسان (بشقيه المادي والمعنوي) والبيئة (بشقيها المادي والمعنوي) ، وبإستخدام طرق ومواد الإنشاء المناسبة.

وهو ما يؤكد أهمية التعرف علي ماهية وخصائص الأدوات والطرق والمواد والأساليب الإنشائية التي يستخدمها المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات ، ودراسة البيئة المحيطة به في ظل عصر الثورة المعلوماتية ، وذلك للتعرف علي دور المعماري في إيجاد التوازن التفاعلي بين الإنسان والبيئة ، ولكن قبل ذلك فإنه قد تولَّدَ عن وجود المعماري في وسَط تكنولوجيا المعلومات أن ظهرت بعض التغيرات والتي كان نتاجها ظهور أبعاد جديدة أثرت علي العمارة والعمران ، وهو موضوع الفصل التالي.

١ -الباب الأول

تكنولوجيا المعلومات

١ ـ١ الفصل الأول : المفاهيم والمصطلحات العلمية

١ ـ٢ الفصل الثاني : أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات وتأثيرها علي العمارة والعمران

١-٢-٠ تمهيد:

بعد أن تناولنا في الفصل السابق توضيح المفاهيم والمصطلحات ومراحل التطور لكل من التكنولوجيا والفكر بوجه عام وتكنولوجيا المعلومات والفكر المعماري بوجه خاص نتناول في هذا الفصل أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات علي كل من العمارة والعمران . حيث أن الطفرة الثقافية والاجتماعية التي أحدثتها ثورة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات أثرت علي الفكر المعماري بشكل مباشر. الأمرالذي دفع المعماريون والمصممون العمرانيون والمخططون إلي إعادة النظر والتدقيق في العديد من النظريات والتطبيقات ذات الصلة المباشرة بهذا التطور التقني الذي نتج عنه تغير في المفاهيم والنظريات . فنجد علي سبيل المثال أن تطبيقات تكنولوجيا المعلومات والواقع الإفتراضي قللت من الإحتياج إلي الإنتقال من مكان إلي آخر، وساعدت علي تلاشي الفرق بين الحقيقة والخيال ، وما هو ملموس وما هو غير ملموس ، وما كان يعتبر خيالا أصبح من الممكن تصديقه وتحويله إلي واقع . وفى نهاية القرن العشرين أصبحت ثورة المعلومات عاملا مؤثرا في تغيير طبيعة التفكير والإبداع المعماري ، وفتح باب تجريب الأشكال والتكوينات غير المعتادة وأصبح للإكتشافات العلمية الحديثة مردود علي الفكر المعماري مما أدي إلي تطور منظومة العمل المعماري في ممارسة العمليات التصميمية ، وكذلك تطورالتواصل بين فريق العمل للتخصص الواحد وللتخصصات المختلفة لتتحول في النهاية إلي منظومة رقمية.

١-٢-١ الفكر المعماري من الثورة الصناعية إلي ظهور تكنولوجيا المعلومات:

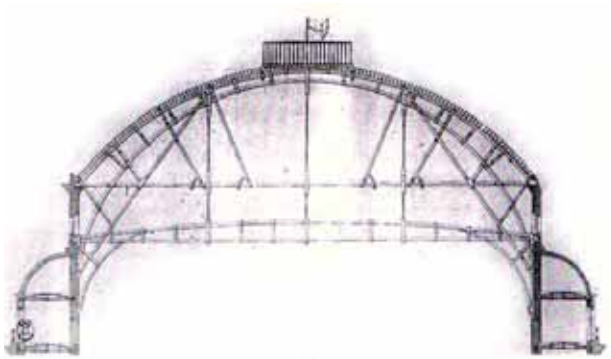
مع نهاية القرن التاسع عشر، أصبح تأثيرالثورة الصناعية واضحاً فى مجالي الهندسة المعمارية والتخطيط العمراني ، حيث ساعدت الثورة الصناعية علي زيادة الطاقة وتطوير تكنولوجيا البناء والمواد مما أدي إلي سرعة تنفيذ المدن وإمتداد العمران . فقد ساعد إستخدام الفولاذ والحديد والأسمنت المسلح على زيادة البحور بين الأعمدة وإنشاء المباني متعددة الطوابق. ففي عام ١٧٨٦ قام فيكتور لويس بإستخدام الحديد المطاوع في تغطية سقف مسرح باريس – شكل (١-٩). وهو ما أتاح بحور واسعة ذات مسافات غير مسبوقة ، ويعد جسر البوابة الذهبية **(Golden Gate Bridge)** بولاية كاليفورنيا ، الولايات المتحدة، ١٩٣٣-١٩٣٧ أحد الأمثلة التي تعبر عن ذلك ، حيث تحققت مسافة بين الدعامات الرئيسية وصلت إلي ١٢٨٠ متر طولي كما بشكل (١-١٠)، وذلك نظراً للتطورالكبير في الأنظمة الإنشائية نتيجة للإستخدام الفولاذ والحديد. وأصبحت للصناعات الجديدة والإبتكارات العلمية مردود علي مجال البناء من جهة والأعمال الميكانيكية من جهة أخرى ، مثال ذلك أعمال المصاعد مثل مصعد " أوتيس " الميكانيكي (Otis) الذي ساعد علي إنتاج أنواع جديدة من المباني مثل ناطحات السحاب. كما ظهرت العديد من النظريات والأفكارالجديدة مثل المسقط المفتوح والنظام الهيكلي والواجهات الزجاجية، وظهر ذلك جلياً في أعمال رواد العمارة منذ بداية القرن العشرين ومنهم " لويس سوليفان (١٨٥٦- ١٩٢٤) " و " ليكوربوزيه " و " ميس فان دروه " و " فرانك لويد رايت "، مما أدي إلي تطور مفهوم الحياة الحضارية فى القرن العشرون، وظهورالمدينة الرأسية أو العامودية The vertical city.[1] شكل (١-١١).

كما أن تطور الإتصالات الناشئة والتقنيات الإعلامية Nascent communications and media Technologies، مثل التيلجراف* Telegraphy التصوير الجوي* Aerial photograph والتليفزيون، والسينما.

(1)zellner, peter .Hybrid space :New forms in digital age .London :Thames & hudson, 1999,P13.

*جهاز اتصالات استخدم في أوائل القرن العشرين لإرسال البرقيات والنصوص يعتمد على ترميز الحروف بنبضات كهربائية ويرسلها عبر الأسلاك إلى آخر يقوم بطبع تلك النبضات ويحولها إلى رسائل مفهومة ومقروءة .

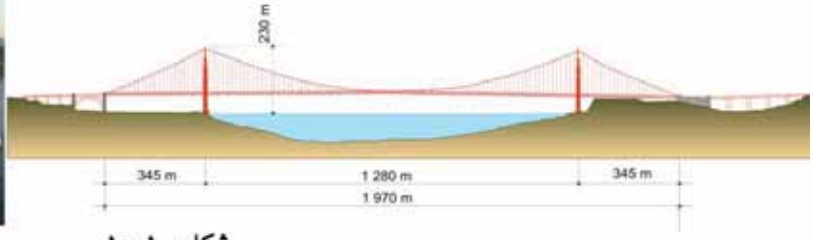
**وسيلة لتصوير الأماكن والمباني والمدن من أماكن مرتفعة ويمكن أن تلتقط بواسطة الطائرات أو المنطاد أو الصواريخ بهدف دراسة العناصر المصورة في البعد الثالث والتعرف علي معلومات لا تتضح في التصوير الفوتغرافي التقليدي.



شكل: ١-٩

شكل يوضح تغطية سقف مسرح باريس والذي إستخدم الحديد المطاوع فيه كمادةانشائية مما أتاح بحور واسعة ،عام ١٧٨٦

المصدر:
Giedion, Sigfried. 1967. Space, Time and Architecture. s.l. : Harvard University Press, 1967,P174



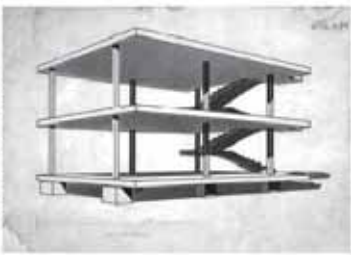
شكل: ١-١٠

شكل يوضح جسر البوابة الذهبية (Golden Gate Bridge) ، ولاية كاليفورنيا ، الولايات المتحدة، ١٩٣٣-١٩٣٧

المصدر:
Giedion, Sigfried. 1967. Space, Time and Architecture.s.l. : Harvard University Press, 1967,P177

(ج) إستخدم ليكوربوزيه التصوير الجوي في إختيار موقع المدينة ودراسة إمكانياته

(ب) المدينة الرأسية أحد النظريات التي وضعها ليكوربوزيه.



(أ) المباني الهيكلية والمسقط المفتوح والواجهات الزجاجية أحد النظريات التي وضعها ليكوربوزيه.

شكل: ١-١١

شكل يوضح بعض عوامل تأثير الثورة الصناعية علي العمارة والعمران

المصدر:
Hight, Christopher. 2008. Architectural Principles in the Age of Cybernetics. Oxon : Routledge, 2008,P92,168

والذي أعاد تشكيل إحساس الإنسان بمدي قرب المسافة الجغرافية، وتقريب المسافات عن طريق استعمال السيارات والقطارات والطائرات ، والانتقال من مدينة إلي أخري ، مما أدى إلى تسهيل التبادلات التجارية وظهور الحاجة إلي إنشاء الطرق السريعة. كما أن إكتشاف الفضاء الخارجي والوصول إلي القمر وإرسال الأقمار الصناعية – شكل (١-١٢) وإستكشاف جغرافية الأرض، والوصف المكاني بدقة عالية عن طريق الأقمار الصناعية، وتحديد إحداثيات المدن والشوارع والمباني، ساعدت علي إعادة صياغـــة فكرة المكان، وأصبح من الممكن رؤية أي مدينة أو مبنـي من أي مكان فى الحال بمساعدة وسائل الاتصال الرقمية ، وشبكة الإنترنت.[١] ومن هذا المنطلق أدرك المعماريون أهمية الإتصال بالعلوم الأخري لتحقيق أهدافهم مما دفع البعض إلي الإنشغال بالأبحاث المتعلقة بالتصنيع والمواد Manufacturing and Materials ودراسة ما يمكن أن تتيحه التكنولوجيا الرقمية والبرمجيات Software للعمارة والعمران وكيفية إدماج هذه التقنيات في كيان بحثي واحد.

١ ٢ ٢ الأبعاد الظاهرة لتكنولوجيا المعلومات:

يوجد أبعاد عديدة لظهور تكنولوجيا المعلومات علي الحياة بشكل عام والعمارة بشكل خاص ، وفي كلا الجانبين يتأثر الفكر المعماري حيث أنه المسئول عن تحقيق الإحتياجات الإنسانية ، ولذلك نقوم بتوضيح أبعاد ظهور تكنولوجيا المعلومات وتأثيرها علي كل من : **العلاقة بين والواقع والخيال ، المدينة في عصر تكنولوجيا المعلومات ، الأجيال الجديدة أو المعاصرة من المعماريين ، المعماريون التجريبيون ومحاولاتهم في تجريب الأشكال من خلال الهندسة اللاكمية** ، وذلك فيما يلي :

- **تأثير تكنولوجيا المعلومات علي العلاقة بين الواقع والخيال :**

إرتبطت العمارة علي مدار التاريخ بالواقع ، وكان التبادل المادي هو الشكل المتعارف عليه في ذلك الوقت، والمتمثل في نقل أو تحويل عناصر حقيقية "مادية" إلي عناصر غير مادية مثل الخطابات والتي إستبدلت بالبريد الإلكتروني ، والنقود التي تحولت إلى تحويلات بنكية عبر الشبكات الالكترونية ، والرسومات الورقية إلى رسومات رقمية . وبذلك يتحول التبادل المادي إلى تبادل لا مادي . وعلي صعيد العمل المعماري تحول التعبير عما يدور في ذهن المصمم من خلال وسائط مادية مثل الورقة والقلم إلي التعبير بواسطة الحاسب الآلي، وذلك مع ظهور تقنيات الواقع الإفتراضي ، حيث ساعدت تلك التقنيات علي إظهار الأفكار في صورة محاكاة للواقع ولكنها ليست حقيقية. شكل (١-١٣).

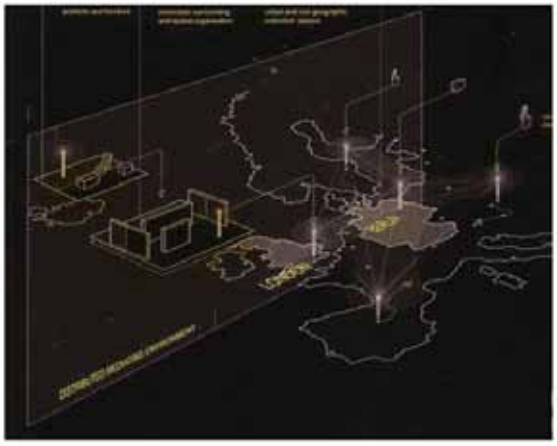
وفى هذا السياق فإن المصممين التجريبيين قاموا باختبار التقنية الرقمية فى كافة التطبيقات المعمارية لإحداث اندماج وارتباط بين المبني ومستخدميه ، وعلى أوجه كثيرة لتحقيق السكن والملائمة والراحة والأمان مما ساعد علي تحول المبني إلي تطبيق من تطبيقات الذكاء الإليكتروني والتفاعل مع مستخدميه وإستجابته لمتطلباتهم الحياتية اليومية بشكل لم يكن متاح أو متوقع من قبل[٢] .

- **المدينة في عصر تكنولوجيا المعلومات:**

من خلال تعاقب العقود يتضح لنا كيف تطورت السمات الأساسية للمدينة من مرحلة إلي أخرى حتي وصلت إلي ما وصلت إليه فى المدن الحديثة والبلدان المتطورة من تلاشي الحدود بين الدول

(1)Morrogh, Earl .Information Architecture An Emerging 21st Century Profession .New Jersey : Pearson Education, 2003, P102.

(2)zellner, peter .Hybrid space :New forms in digital age .London :Thames & hudson, 1999, P16.

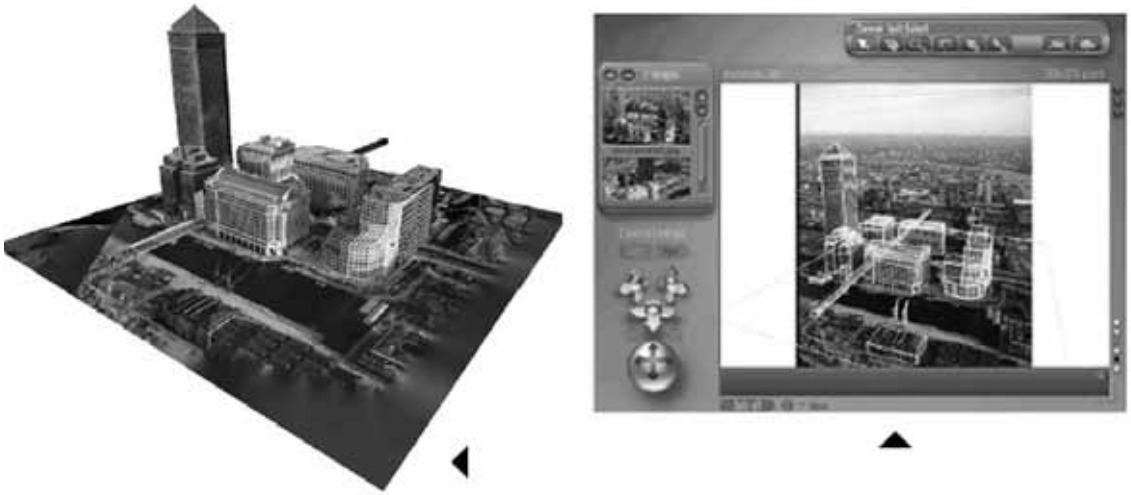


شكل ١-١٢: الاقمار الصناعية اصبح لها دور ملموس في الحياة وامكن تطويعها
في خدمة العمارة والعمران

المصدر:
Aprile, Walter and Mirti, Stefano. 2005. Architectural Design. [ed.] Helen Castle. 4dspace: Interactive Architecture. Jan/Feb 2005, 75 No.1, pp. 30-37.

شكل ١-١٣: تطبيقات الواقع الإفتراضي أتاحت مشاهدة التصميمات وساعدت علي إتخاذ القرارات في مراحل مبكرة من التصميم

المصدر:
AEngeli, Maia. 2001. Bits and Spaces. Zurich : Birkhäuser Basel, 2001.



شكل ١-١٤: من خلال أنظمة المحاكة والواقع الإفتراضي يمكن دراسة مدي توافق المباني مع البيئة المحيطة

المصدر: Whyte, Jennifer. 2002. Virtual Reality and the built environment. Oxford : Architectural Press, 2002, P18

وبين الفضاء العام والخاص ، وتحول العالم إلي قرية صغيرة. وإنتشار العولمة في السياسة والإقتصاد والثقافة ، لتأتي تكنولوجيا المعلومات وتحدث عولمة من شكل جديد هي العولمة الإليكترونية وسيطرة الطراز الواحد وغياب الهوية المعمارية. ونتيجة لهذه المتغيرات ظهرت أنماط وعائلات معمارية وإختفت أخري ، فأصبحت ناطحات سحاب الخمسينيات ، ومراكز التسوق فى الستينيات ، أشكالاً حضرية معتادة أو متقاعدة بالمقارنة بما وصلت إليه أنماط المدن المعلوماتية، وأنظمة الاتصالات والشبكات وربط القريب بالبعيد عن طريق تقنية المعلومات وما تشمله من أنظمة تحديد المواقع العالمية (جي بي إس)* G.P.S - شكل (١-١٤) ، وأنظمة الإتصالات التي تحقق التواصل بين الإنسان وكافة الإحتياجات مثل أنظمة الإئتمان الشخصي الإلكتروني . والتواصل عبر شبكة المعلومات وهو ما دفع المعماريون التجريبيون إلي إجراء تجارب وفلسفات لمدن المستقبل ، ودراسة كيفية صياغة أنماطها الحضرية والمعمارية بما يخدم راحة الإنسان . ومن أمثلة ذلك أفكار المدن الالكترونية ، والقرى الذكية ، والتي تطبق فيها عمليات ربط كافة عناصر المدينة بشبكة معلومات وقواعد بيانات ، وإعداد أنظمة للتحكم وإتخاذ القرار تلقائياً وعن بعد مثل تنظيم إشارات المرور والمراقبة الأمنية وتلبية إحتياجات الجمهور إليكترونياً والعديد من الأنظمة الخدمية، ويوضح شكل (١-١٥) تنظيم ومراقبة إشارات المرور، وقياس الكثافات للمشاة والآليات بواسطة أنظمة تكنولوجيا المعلومات والتحكم في فتح إشارات المرور بما يساعد علي تحقيق كفاءة في شبكة الطرق.

كما يوضح شكل (١-١٦) كيف أثرت تكنولوجيا المعلومات علي كافة جوانب الحياة،علي مستوي البيئة ، والمستوي الإنساني ووسائل الإتصال بالآخر. فعلي مستوي حياة الإنسان أثرت تكنولوجيا المعلومات علي الإنسان في المنزل ، في المدرسة والجامعة، وفي العمل، في المتجر، وأثناء الحركة أو التجوال. وعلي صعيد البيئة المحيطة بالإنسان نجد أن الإنسان يمكن أن يمارس أعماله من خلال البيئة الواقعية أو البيئة الإفتراضية أو عن طريق الإبحار عبر شبكة المعلومات الدولية. أما علي صعيد ربط الإنسان بالواقع نجد أن الإنسان أصبح من الممكن أن يتواصل عبر أجهزة التليفون المحمول أو الأجهزة الاسلكية.

- **الأجيال الجديدة من المعماريين:**

نشأ العديد من معماريو العصر الحالي في بيئة تكنولوجيا المعلومات، والذي شهد تحول التصميم المعماري من الاستوديو التقليدي إلي إستوديو التصميم الرقمي. وهذا الجيل يشبه إلي حد كبير جيل رواد استخدام تكنولوجيا المعلومات في العمارة (مثل نورمان فوستر، وفرانك جيري) الذي واكب الثورة الرقمية والذي نشأ بثقافة وفنون هذه الفترة الزمنية واتجه رواده نحو تطوير الهندسة المعمارية متأثرين بالتكنولوجيات المحيطة بهم . كذلك ظهر الجيل الحالي والذي كان من تداعياته التأثر بثقافة تكنولوجيا المعلومات والتفاعل مع المنظومة الرقمية وكان من نتائج هذا التفاعل ظهور حركات فكرية جديدة كان من أهم مظاهرها إنتاج تكوينات وأشكال غير أقليديسية -هندسة الأشكال التقليدية - والتي يطلق عليها الهندسة الكمية ، وسوف يتم تناولها في الفصل الثاني من الباب الثاني من هذا البحث.

- **المعماريون التجريبيون وتطبيقات الهندسة اللاكمية:**

استخدمت برمجيات الكمبيوتر في تسهيل التحكم في التكوينات غير المنتظمة (الطبولوجية) مما ساعد المعماريون التجريبيون على توظيف هذه التكوينات لابتكار أفكار جديدة للمشروعات المعمارية حيث أمكن التغلب على مشاكل الرسم والتصنيع والتنفيذ لهذه التكوينات بواسطة برامج الكاد والكام (CAD&CAM)[1] ، شكل(١-١٧) وتقوم فكرة الهندسة اللاكمية على مفهوم الطبولوجيTOPOLOGY*.والذي

---

* G.P.S إختصار لكلمة The Global Positioning System أو نظام تحديد المواقع العالمي.

[1] (CAD) – computer aided drafting & design - (CAM) computer aided manufacturing. (برامج مساعدة على التصميم والتصنيع).

** كملة اغريقية ذات مقطعين (Topos : وتعنى الفراغ أو المكان ، والمقطع الثانى Logos وتعنى دراسة) وهو يعنى فرع الرياضيات القائم على دراسة خصائص الأشكال الغيرمنتظمة والغير مرتبطة بالخصائص المعتادة للأشكال الهندسية مثل المسافات والأطوال وما إلى ذلك من الخصائص المترية للأشكال الهندسية.

يعنى بدراسة الأشياء بناء على العلاقات المتبادلة فيما بينها دون النظر إلى البعد الهندسي في هذه العلاقة مثل علاقة التقارب والتباعد وعلاقة الأعلى بالأسفل، وعلاقة المنغلق بالمفتوح وذلك من خلال تكوينات غير منتظمة وغير مرتبطة بخصائص واضحة، ومثل التكوينات الطبولوجية الموجودة في الطبيعة (تكوينات الجبال، السحب، الكثبان الرملية.. إلخ) وذلك على عكس التكوينات والأشكال الإقليديسية والتي يمكن توصيفها بناء على خصائصها الهندسية (مثل المكعب والهرم والاسطوانة ،والمنشور ،...الخ).

١ ٤ ٣ عصر العمارة الرقمية:

هو تعبير يقصد به العصر الذي نعيشه حاليا و الذي بدأ مع إتجاه المعماري فرانك جيري إلي تطوير تقنيات تساعده علي تحقيق أفكاره التي تميزت بالتعقيدات الكثيرة في الكتلة والفراغ والإنشاء - يقول الدكتور علي رأفت " لم تعد الهندسة المعمارية فى حاجة إلي الارتباط بالمساقط الأفقية أوالقطاعات والارتفاعات والواجهات لتستبدل الطرق التقليدية في التعامل مع المبنـــي مـن صورة ثنائية الأبعاد إلي التعامل مع المبني بالكامل من خلال النموذج ثلاثي الأبعاد "[١] الأمرالذي أدي إلي ترابط مراحل التصميم المختلفة بعملية التنفيذ عن طريق برامج الكاد والكام (CAM / CAD) ، وبرامج الكاتيا (CATIA)* أو (COMPUTER AIDED THREE DIMENSIONAL INTERACTIVE APPLICATION) فى منظومة متكاملة ومترابطة . كما تم استخدام العديد من المواد في التعبيرعن التقنية الرقمية وذلك نتيجة لعمليات التصنيع الرقمي وفنياتها ، ومن هذه المواد الأخشاب والأحجار والمواد المصنعة بأنواعها وألوانها المختلفة . بالإضافة إلى استخدام الشاشات الرقمية والكريستالية كواجهات خارجية وأنظمة الإتصالات والتحريك الأتوماتي كمظهر من مظاهر التأثر بتطبيقات تكنولوجيا المعلومات بصورها المختلفة في كافة عناصر المبني. وبناءاً علي ماسبق إستعراضه من تطور جذري في خطوات إقامة المبني بدايةً من كونه فكرة ووصولاً إلي خطوات تنفيذه علي أرض الواقع ، فإن للعمارة بناءاً علي ذلك تعريفات قد إستحدثت منها ما ذكره المصمم الفرنسي والتقني والعالم النظري بيرنارد كاشي " Ber nard cache " الذي عرّف العمارة في عصر تكنولوجيا المعلومات **(علي أنها الفن التقني الذي سيطرت عليه بشكل كبير التقنيات الإلتكرونية)** ، مستنداً فى ذلك إلي تقنيات توليد الأشكال بإستخدام الكمبيوتر ، ومنها على سبيل المثال الحفر على الأخشاب بواسطة ال "CNC Routers" ** ، وتقنيات الحفر على الرخام باستخدام الـ " laser " و الـ " Water jet " ***.شكل (١-١٧)

- **التمثيل الرقمي فى مهام التصميم المعماري**

: DIGITAL REPRESENTATION IN ARCHITECTURAL DESIGN PRACTICE

هي الطريقة التي تستخدم في إستعراض الأفكار ليتم دراستها وتداولها بين التخصصات المختلفة بواسطة الكمبيوتر وشبكات المعلومات وأنظمة الإتصالات. وفي هذا يقول جيبســون ماكرا "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 "**[٢]. وعلى ذلك فإنه يوجد ثلاثة عناصر رئيسية في تطبيق تقنيات المعلومات فى التصميم المعمارى وهي كالتالي:

---

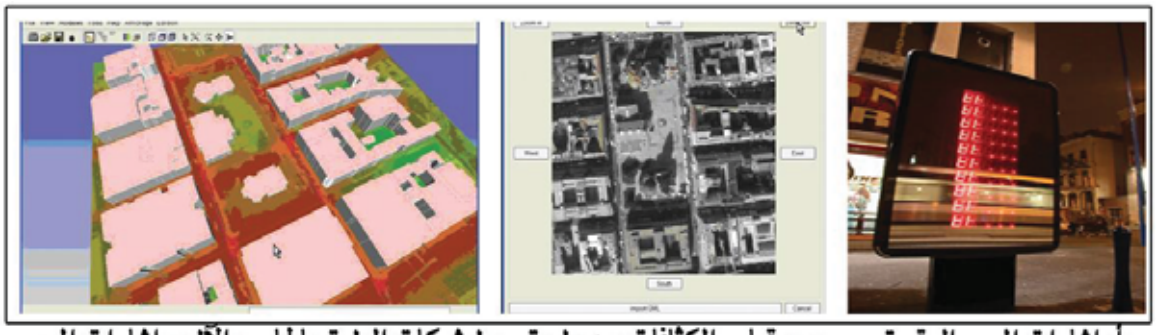
(١) رأفت علي، *عمارة المستقبل* .القاهرة ,مركز أبحاث انتر كونسلت ,٢٠٠٧.

(2) Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005, P 06.

* CATIA: هو برنامج يستخدم لتحويل المجسمات الطبيعية إلي رسومات هندسية بواسطة ماسح رقمي فراغي يقوم بترجمة المجسم الثلاثي الأبعاد وبعد ذلك يمكن إخراج الرسومات التنفيذية والتفصيلات اللازمة لتشييد المبني.

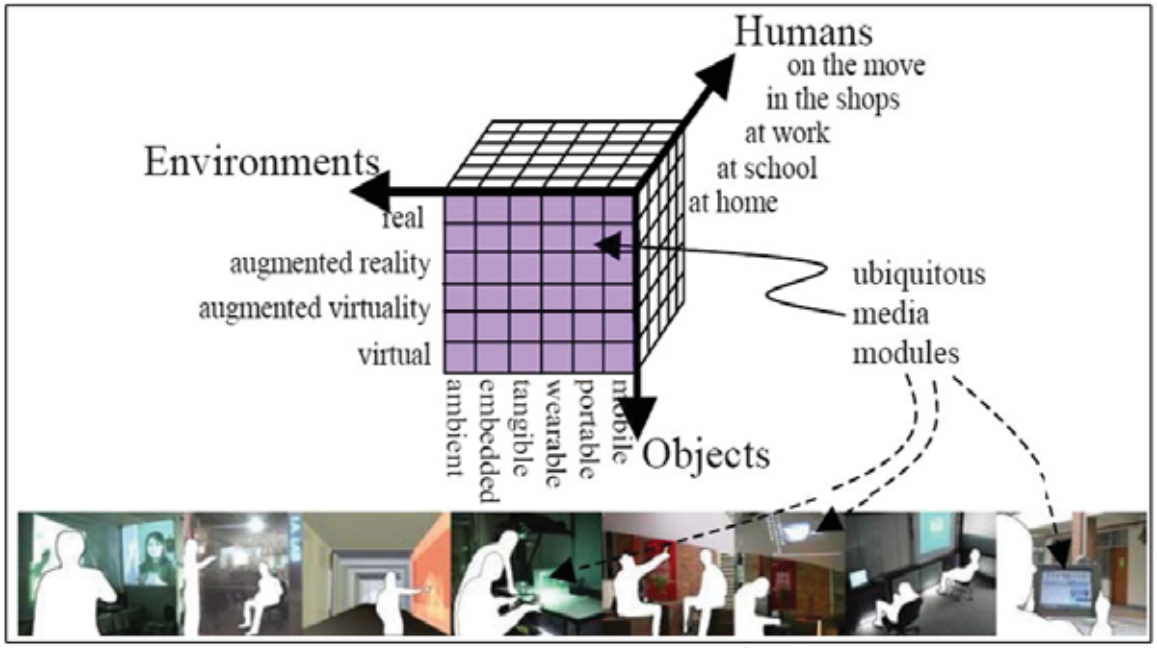
** CNC ROUTERS : ماكينة تستخدم لتقطيع المواد بتقنية رقمية حيث يتم ربطها بالكمبيوتر لتنفيذ عمليات الأخشاب المراد تشكيلها في صورة ثنائية
الأبعاد وهناك ماكينات أُخري تستخدم في التقطيع ثلاثي الأبعاد.

** Water jet : ماكينة تستخدم لتقطيع المواد بتقنية رقمية حيث تستخدم قوة دفع الماء في تقطيع الرخام والألواح المعدنية ويتم ربطها بالكمبيوتر لتنفيذ العمليات المطلوبة.

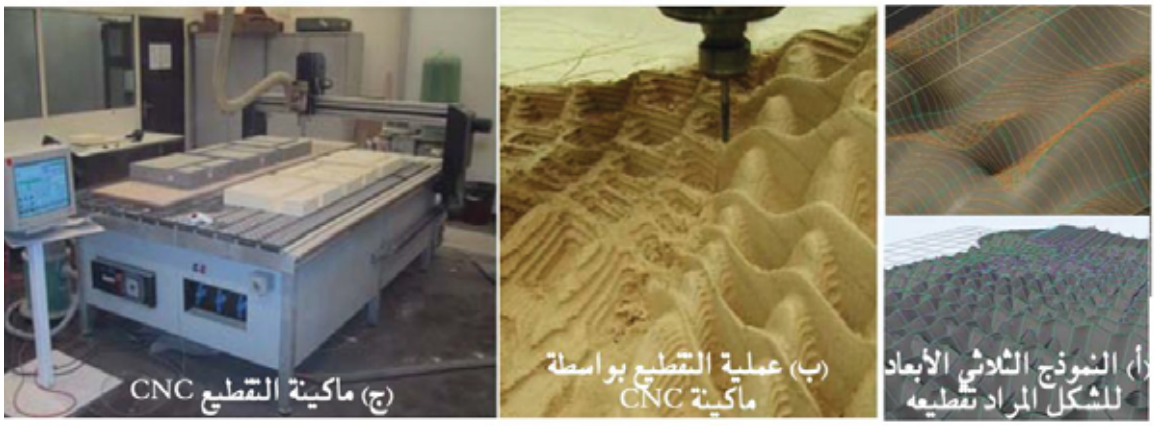


(أ) إشارات المرور الرقمية (ب) قياس الكثافات عن طريق ربط شبكات الطرق بالحاسب الآلي، وإشارات المرور

شكل (١-١٥):
يوضح تنظيم ومراقبة إشارات المرور، وقياس الكثافات للمشاة والآليات بواسطة أنظمة تكنولوجيا المعلومات
المصدر:
Aprile, Walter and Mirti, Stefano.Architectural Design. [ed.] Helen Castle. 4dspace: Interactive Architecture.Jan/Feb 2005



شكل (١-١٦) تأثير تكنولوجيا المعلومات علي كافة جوانب الحياة
المصدر:
Brandon, Peter, Kocat " urk, Tuba and J. Mitchell, William. 2008. Virtual Futures for Design,Construction & Procurement. s.l. : Wiley-Blackwell, 2008.



شكل (١-١٧)
الكمبيوتر والبرامج المعمارية (الكاد والكام cad &cam) سهلت التعامل مع الأشكال وأتاحت أفكار غير مسبوقة
المصدر:
Taylor & Francis, 2005. :Design and manufacturing. London .Kolarevic, Branko. 2005. Architecture in the digital age

أولاً: التعبير الرقمي لتكوين المبني Digital expression of building form.
ثانياً: التكامل الرقمي لمتخصصي إستخدام المعلومات التصميمية Digital integration of specialist design information.
ثالثاً: التنظيم الرقمي للمهام المكتبية Digital organization of office practice .

أولاً: 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 ، وهو نفس الإنطباع الذي يفصل فيه المتلقي بين الطرز المختلفة ؛ فعمارة فترة الحداثة تبدوا وللوهلة الأولي مختلفة عن عمارة عصر النهضة.[1]
ويعد استخدام المواد الطبيعية وأساليب البناء التقليدية التلقائية ، ومنها على سبيل المثال مادة الطين وهوما يعد نمطاً تقليدياً في كثير من بلدان العالم التي تستعمل هذه المادة المحلية المتاحة لهم والتي تعطـي أنظمـة للبنـاء محدودة بإمكانيات مادة الطين في التشكيل والقدرة على التحمل – شكل (١-١٨). وهو ما يؤدي إلى تعبير واضح يترسخ في ذهن المشاهد لهذا النمط من البناء وهو تعبير يختلف عن التعبير الرقمي 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 . ومن الأعمال المعمارية الإبداعية لفرانك جيري مشروع قاعة حفلات والت ديزني الموسيقية والعديد من مشاريعه الحديثة والتي أخذت التعبير الرقمي سواء في التصنيع أو عملية التنفيذ أو التشكيل. شكل (١-١٩).

وكذلك نجد أن أعمال المعماري " أنتوني جودي **Gaudi** " والتي تأثرت بالمواد التي ظهرت في فترة الثورة الصناعية (الحديد والخرسانة المسلحة) وقدرتها الفريدة على التشكيل ، والتي ساعدت " أنتوني جودي " على إبداع أشكال نحتية تميزت باستخدام الأسطح المنحنية في أطراف المبني وذلك للتعبير عن منهجه في استعارة المبنى أشكالا من الطبيعة تجعله يتماشي معها.

وفي إطار الحديث عن التعبير الرقمي يطرح السؤال التالي والذي وجه إلى المعماري العالمي " هاني رشيد " * في نيويورك ٢٠٠٢، **هل ما زال الشكل يتبع الوظيفة ؟** [2] والذي أجاب عنه **" أن الشكل في عصر تكنولوجيا المعلومات أصبح يتبع الأداة Tool والأداة أصبحت تتيح كل ما يريده الإنسان". ومن خلال الفهم المشترك للتعبير الرقمي المتعلق بما أتاحه الكمبيوتر من توليد النماذج ثلاثية الأبعاد وثنائية الأبعاد والتي تساعد علي التحليل خلال عملية التصميم مما أضاف إمكانية التحكم فى السطوح والكتل وتوليد الأشكال المعقدة من الأجسام البسيطة والأولية والتعرف**

(1),(2) Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford :Architectural Press, 2005, P 09, 10

* معماري مصري تخرج من جامعة عين شمس،ولد سنة ١٩٥٨وهو أحد اللذين طوروا العمارة الرقميه،و ربط بينها و بين العالم الواقعي و قام بتطوير أفكاره و تفعيلها في الواقع بعد تأسيس شركه Asymptote في نيويورك.ومن أشهر أعماله بورصة نيويورك الإفتراضية ص ٠٠

على خصائص الأشكال وإمكانية إعطاء النموذج المعماري الشكل النهائى لمواد التشطيب وحساب التأثير الحراري عليه.[1]

ثانياً: التكامل 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.[1] ويتم تدعيم كل ذلك في شكل رقمي حيث تكون البيانات والمعلومات المتداولة بين فرق التصميم المختلفة في صورة نماذج ثلاثية الأبعاد – ويوضح شكل (١-٢٠) ، (١-٢١)، الفرق بين مراحل عملية التصميم التقليدية ومراحل عملية التصميم الرقمي.

ثالثاً: التنظيم الرقمي للمهام المكتبية DIGITAL ORGANIZATION OF OFFICE PRACTICE:

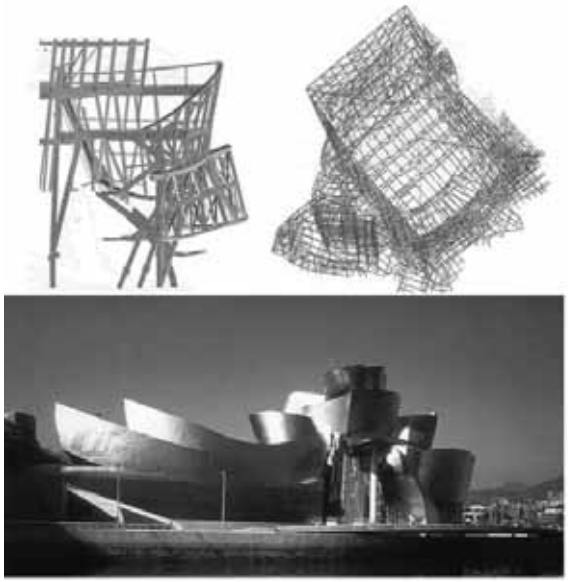
المنظومة الرقمية هي التي تجمع في كيانها كل المشاركين في المنتج المعماري بدءاً من العميل (المالك) ، فريق العمل (كافة التخصصات العاملة في المنتج المعماري بهدف خروجه إلى حيز التنفيذ) ، المطورون العقاريون ، ومتخذي القرار بهدف وضع اسلوب تداول المنتج المعماري وإخراجه Presentation وكذلك التواصل المعلوماتي مع بعضهم البعض في مراحل التصميم المختلفة . وهذا التنظيم الرقمي يساهم خلال مراحل التصميم المختلفة في التعرف على رأي العملاء ومدي تقبلهم لما يتضمنه المنتج من أبعاد فلسفية ووظيفية.[2] وفي الوقت نفسه يساعد المنظومة الرقمية على ربط عمليات التصميم بتكنولوجيا البناء التي تحولت أيضا إلى صورة رقمية .[3]

ويعتبر Louis Kahn (من رواد عمارة الحداثة) وهو أحد الذين قاموا بوضع اقتراحات تتعلق بربط عملية التصميم بتكنولوجيا المواد والبناء في منظومة موحدة . حيث قام بعمل أبعاد لأجزاء الخرسانة الجاهزة وفقا للعلاقة مع نصف قطر ذراع ونش الرفع ، لكي يساعد علي سرعة وسهولة عملية التنفيذ ، شكل (١-٢٢). كما أنه كان لأفكار Louis Kahn أثر عميق علي المعماري Norman Foster في بداية دراسته للأفكار التصميمية لمبني " بنك شنجهاي " في هونج كونج ، والذي يصل ارتفاعه الي ١٨٠ متر، حيث إعتمد في فكرته العامة علي التنفيذ علي مراحل والتعامل مع المبني بنفس طريقة تفكير Khan's ، ولكن Norman Foster أضاف عليه فكرة Laminated Plan علي شكل أربع باكيات (وصلت في التصميم النهائي ثلاث باكيات) معلقة علي ثلاثة جمالونات عملاقة علي حسب الارتفـاع ، ووجود فراغ Double Height في مستوي الجمالون ، الخدمات والحركة الرأسية تم فصلها عن الادوار بشكل يسمح بعدم التداخل بين الفراغات الخدمية والوظيفية.[4] ولبساطة هاتين الفكرتين واللتان تعطيان المزيد من المرونة والحلول المتنوعة، ومع تحريك Core الخدمات التقليدية الي أطراف المبني استطاع Foster أن يحصل علي فراغ مفتوح وبشكل بانورامي والفراغات الداخلية أصبحت متصلة مع الـ Landscape .

(1)Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008, P04.
(2)Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005, P24.
(3)Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008,P28.
(4)Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005, P22.

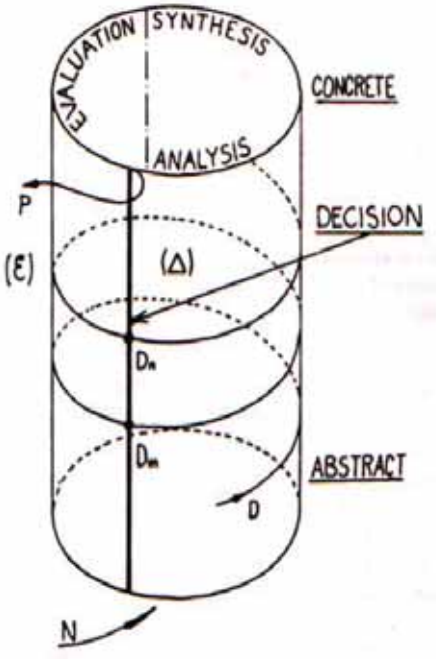
شكل ١-١٨:يوضح المسجد الكبير باحدي القري بمالي، كأحد الأمثلة علي مباني الطين.

المصدر:
SzalapajP.j., Cad Principles for Architectural Design
Architecturalpress, Butterworth-Heinemann, 2001,P11



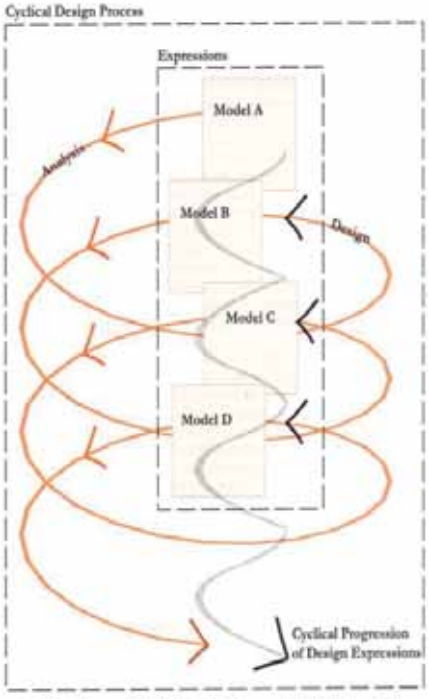
شكل ١-١٩:يوضح مشروع متحف جوجنهايم بيلباو،أسبانيا، كاحد الأعمال التي تدل علي التعبير الرقمي.

المصدر:
WatersJohnK. Blobitecture Waveform architecture and digital design
Massachusetts Rockport Publishers 2003,P42



شكل ١-٢٠:يوضح مراحل عملية التصميم التقليدية

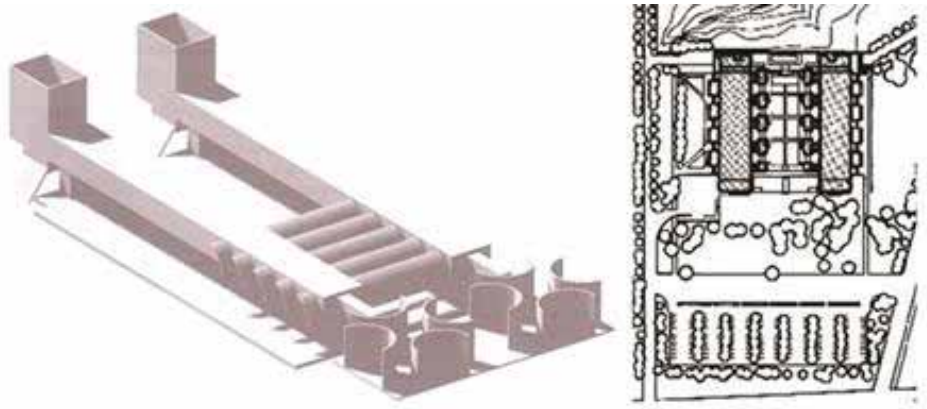
المصدر:
BroadbentGeoffrey Design in Architecture
London John Wiley & Sons1973.P58.



شكل ١-٢١:يوضح مراحل عملية التصميم الرقمية

المصدر:
SzalapajP.j., Cad Principles for Architectural Design
Architecturalpress, Butterworth-Heinemann, 2001,P7

ومع تقدم مراحل التصميم استطاع Foster دراسة الافكار التصميمية والاماكن الخدمية والانشائية من الاسكتش الاولي بواسطة الامكانيات التي أتاحتها البرامج المساعدة من التعرف علي معوقات التصميم وبالتالي فان دراسة المبني في مرحلة التصميم الاولي علي شكل وحدة متكاملة سواء بالاسكتشات أو البرامج المساعدة للتصميم أتاحت إمكانيات دراسة المبني بشكل متكامل قبل تنفيذه.[1] قام المهندسون الانشائيون Ove Arup & Partner تصميم ثمانية عناصر انشائية عبارة عن صارى طويل لتدعيم المبني واضافة الي استخدام Vierendeel Structure والتي استعملت لتربـــط بين العناصر الانشائية الرأسية والعناصر الانشائية الافقية بشكل منتظم مع المبني ، والتي تم اختبارها إنشائياً بمساعدة الحاسب الآلي.



شكل : ١-٢٢

يبين دراسة للفراغات والخدمات أجريت علي رسومات المعماري Kahns في مشروع The Salk institute

المصدر

http://www.greatbuildings.com/buildings/Salk_Institute.html

١-٢-٤ الكمبيوتر يساعد علي دراسة الحلول المعمارية والإنشائية والبيئية:

إن استخدام نماذج محاكية للمبني بإستعمال أنظمة الكاد (CAD)* ساعد علي تمثيل العمليات الحسابية والإنشائية للمبني، كما يمكن تمثيل الوحدات المديولية بين الأعمدة والمسافات اللازمة فيما بينها وتوزيع الاحمال المختلفة ، وبالمثل فإن عناصر الإنشاء الأساسية في " مبني بنك هونج كونج " – مثلا - أمكن بنائها علي برامج الكاد ، وبواسطة الكمبيوتر أمكن وضع العناصر الانشائية الثانوية وباستخدام أدوات البرنامج يمكن الحذف والاضافة والتعديل .[2]

كما أمكن التعرف علي المناطق التي يحدث بها إنحراف أو إنحناء Deflection بواسطة استخدام برامج متطورة من الحسابات الانشائية وإمكانية التعرف علي هذه المناطق ورؤيتها في النموذج ثلاثي الابعاد كما ساعدت هذه البرامج علي توفير اوقات التصميم.

ويوجد حاليا العديد من برامج الـ Software متاحة لجميع مراحل التصميم والتفاصيل الخاصة بالمبني، كما أنها تتيح أقصي انتفاع من التقنيات الحديثة في كل جوانب التصميم ، والتصنيع ، وتقليل الاوزان والاحمال ، كما تساعد علي تحليل التكلفة الكلية للمبني. وبالتالي أمكن تحقيق ما كان يصبو إليه العديد من المصممين من القدرة علي العمل في منظومة تربط عناصر المهنة المختلفة في دائرة واحدة مع القدرة علي عمل التحليلات ووضع خطط لمراحل التصميم المختلفة.[3] شكل (١-٢٣)، وشكل (١-٢٤)، وشكل (١-٢٥)، وشكل (١-٢٦).

*تعد البرامج التي تقوم بالحسابات الإنشائية أحد البرامج المساعدة علي التصميم، ومن أمثلة هذه البرامج : برنامج الساب SAP ، وبرنامج الريفت الإنشائي Revet – structure.

(1)Wigginton, Michael and Jude Harris .Intelligent skins .Oxford :Architectural Press,2002,P53.

(2)Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005,P23.

(3)Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008,P 93.

Figure : CAD isometric view.

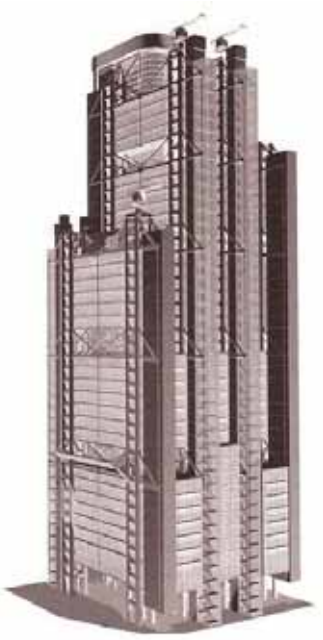


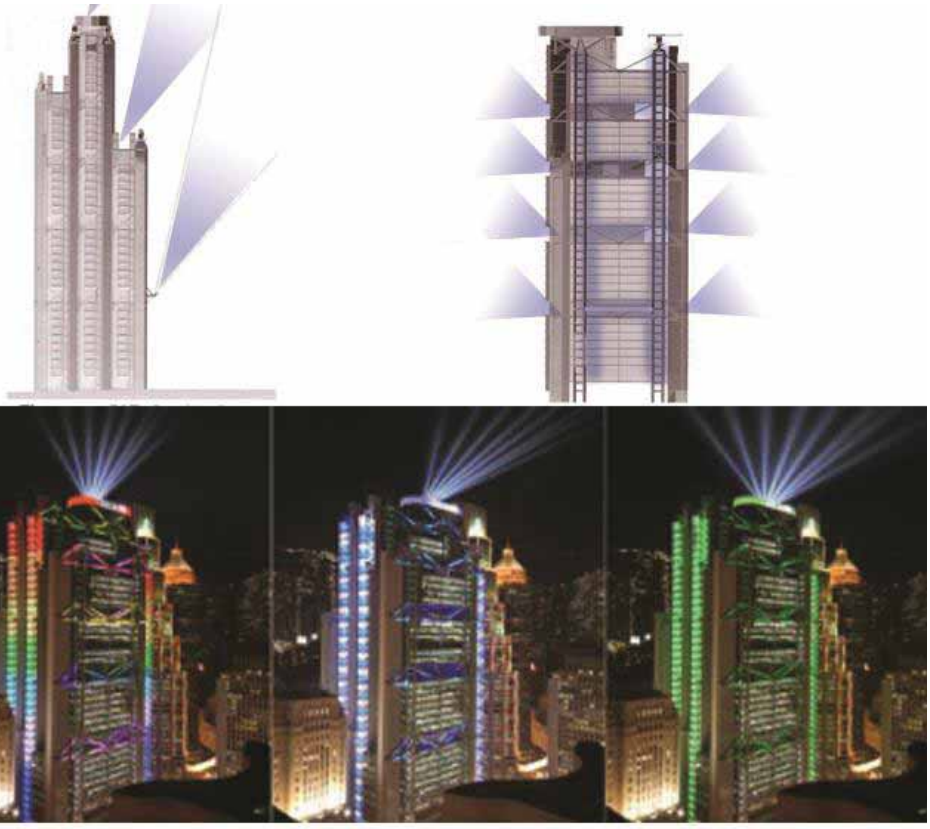
Figure : CAD isometric view.

شكل ١-٢٣

تين دراسات ثلاثية الأبعاد توضح الفكرة المعمارية لمشروع بنك هونج كونج من تصميم نورمان فوستر .

المصدر:

www.NormanFoster.com



شكل ١-٢٤

تين دراسة توزيع الإضاءة على الواجهات الخارجية **لمشروع بنك هونج كونج من تصميم نورمان فوستر**

المصدر:

www.normanfoster.com

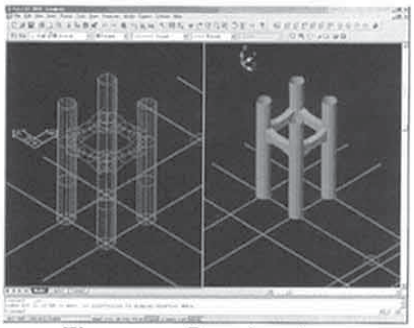


Figure : Beam insertion.

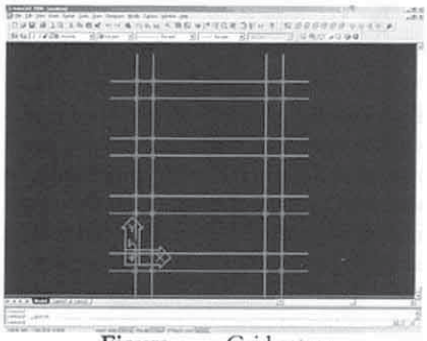


Figure : Grid setup.

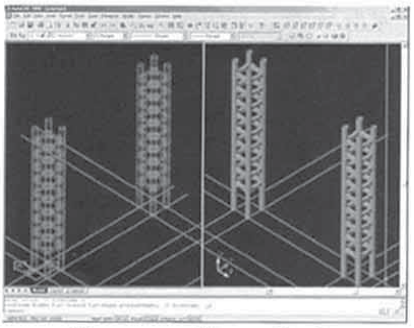


Figure : Mast replication.

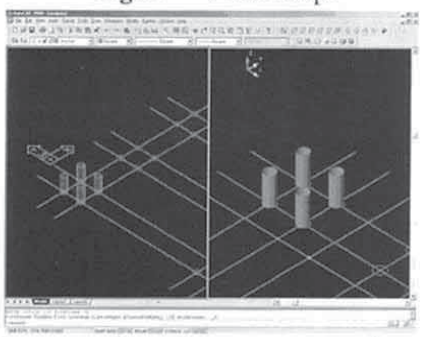


Figure : Extruding component sections

شكل ١-٢٥

يبين الدراسات الإنشائية لهيكل المبنى ، مشروع بنك هو نج كونج من تصميم نورمان فوستر

المصدر : Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford :Architectural Press, 2005.

tion in side view.

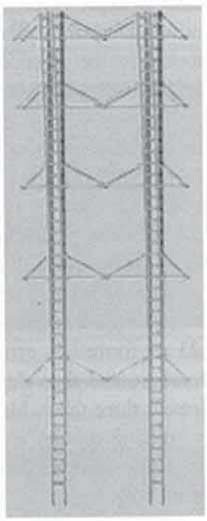


Figure : Deflection in front view.

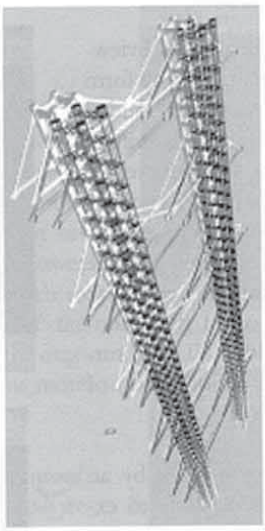


Figure : Deflection analysis.

شكل ١-٢٦

يبين دراسة تأثير الرياح علي النظام الإنشائي في مرحلة التصميم الإبتدائي، مشروع بنك هونج كونج.

المصدر

Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford :Architectural Press, 2005.

١ ٤ ٥ خلاصة الفصل الثاني

١ -مرت العمارة في عصر تكنولوجيا المعلومات بمراحل من التطور شابهت التطورات التي أثرت علي العمارة في عصر الثورة الصناعية ، من ظهور أنماط جديدة للمباني وظهور نظريات وأفكار تعبر عن متغيرات الحياة الحضرية . حيث تلاشت الحدود بين الحقيقة والخيال وساعد التبادل الامادي علي التواصل المباشر وأصبح للإبتكارات الجديدة مردود علي العمارة والعمران ، كما ساعدت التقنيات الرقمية علي سهولة إنتاج الأشكال مما فتح المجال للفكر المعماري علي النحت والتشكيل الفراغي بحرية أكبر.

٢ -أصبحت أنظمة الإتصالات عنصر هام في حياة اللإنسان ، وتطورت إلي أن أصبحت أحد أنماط الحياة المعاصرة مما أدي إلي إعادة صياغة العديد من المفاهيم . حيث لم يعد هناك فرق بين الزمان والمكان - خلط بين الزمان (المستقبل القادم والماضي المنقضي) وانهار البعد بين المكان (القريب والبعيد)- وبناءً على ذلك تغيرت العديد من الثوابت. فلم يعد الانسان مقيد بالزمان أو المكان نتيجة لامكانية التواصل المباشر مع من يريد عبر شبكات الإتصال كما إستخدمت تكنولوجيا المعلومات في العديد من التخصصات التي طُورت بما يتناسب مع امكانيات هذه التكنولوجيا.

٣ -تغيرت الحياة الحضرية وبدء المعماريون في التجاوب مع هذه التغيرات وقام بعض المعماريون بإستخدام أدوات تكنولوجيا المعلومات في تجريب إنتاج التكوينات والأشكال ، والذي أصبح للحاسب الآلي دور كبير في المساعدة علي تحقيق العديد منها .

٤ -بناءاً على ظهور تكنولوجيا المعلومات وانطلاق العديد من المعماريون للإستفادة من إمكانياتها بدأت تظهر تعبيرات ومصطلحات جديدة مثل : عصر العمارة الرقمية ، التمثيل الرقمي في ممارسة التصميم المعماري ، التعبير الرقمي ، التكامل الرقمي ، المنظومة الرقمية ، بل وأعيد النظر في نظريات العمارة ومناهجها ، حتى **طرح تساؤل هام وهو : هل ما زال الشكل يتبع الوظيفة في عصر تكنولوجيا المعلومات ؟ وأجيب عنه بأن الشكل أصبح يتبع الأداة أو التقنية وفي عصر المعلومات أصبحت الأدوات تتيح كل ما يرغبه الإنسان.**

- **وبما أن الأداة في عصر تكنولوجيا المعلومات أصبحت تتيح كل شئ فإنه من الهام دراسة إمكانيات هذه الآداة وماذا يمكن أن تقدم للفكر المعماري ، وهو موضوع الفصل القادم.**

٢- الباب الثاني

- منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-١ الفصل الأول : أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٢ الفصل الثاني : عملية التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٣ الفصل الثالث : عملية الإنتاج والتنفيذ في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢- الباب الثاني : منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات

مقدمة الباب الثاني:

- **يتناول هذا الباب** دراسة تحليلية لتأثير تكنولوجيا المعلومات علي كل من : **أدوات التصميم ، والعملية التصميمية ، وعملية الإنتاج والتنفيذ** ، بإعتبارها الوسط الذي يصوغ من خلاله المعماري أفكاره وذلك من خلال مقارنة تحليلية لما قبل وما بعد تكنولوجيا المعلومات. ويتم ذلك من خلال فصول :

- **حيث يتناول الفصل الأول** دراسة تحليلية لتأثير تكنولوجيا المعلومات علي أدوت التصميم وذلك بهدف تحديد أوجه الإختلاف بين أدوات التصميم التقليدية وأدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات. كما سنتناول أيضاً مناقشة للمميزات التي أضافتها تكنولوجيا المعلومات لأدوات التصميم ، والتي ساعدت المصمم علي توفير الجهد والوقت وإتاحة إمكانيات كبيرة للتحكم في إنتاج الأشكال والتكوينات التي كان من الصعوبة بمكان إنتاجها بالطرق التقليدية ، وتأثير ذلك علي فكر المصمم وبالتالي العملية التصميمية وذلك من خلال الفصل الذي يليه.

- **و يتناول الفصل الثاني** دراسة تحليلية لتاثير تكنولوجيا المعلومات علي العملية التصميمية ، وذلك من خلال تحليل للعملية التصميمية في عصر تكنولوجيا المعلومات. ودراسة أوجه القوة والضعف بينها وبين الطرق التقليدية من خلال مقارنة بين **العملية التصميمية التقليدية (الورقية)** ، و**العملية التصميمية الرقمية** ، وهل هناك تكامل أم تعارض ؟ وبيان أهم عناصر التأثير علي صعيد كلاً من :

  - **المصمم .**
  - **التمثيل الورقي والذي تحول إلي رقمي.**
  - **توليد الأفكار.**
  - **التقييم.**
  - **قياس الأداء.**

  بالإضافة لعرض تجارب لأبرز المعماريون الذين إستفادوا من هذه التكنولوجيا.

- **ويتناول الفصل الثالث** دراسة تأثير تكنولوجيا المعلومات علي عملية الإنتاج والتنفيذ ، وذلك بهدف تحديد ما أحدثته تكنولوجيا المعلومات من تطور كبير في إنتاج وتصنيع وتنفيذ كافة عناصر المبني بواسطة التقنيات الرقمية. والتي أصبحت تمثل الضلع الثالث والمكمل للثالوث المكون لمنظومة العمل المعماري والتي أصبحت منظومة رقمية علي صعيد أدوات التصميم ، والعملية التصميمية ، والإنتاج والتنفيذ. كما يوضح هذا الفصل مدي قوة ترابط هذه المنظومة ، وأن المصمم أصبح من الضروري عليه اللإلمام بكافة عناصرها.

٢- الباب الثاني

- منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-١ الفصل الأول : أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٢ الفصل الثاني : عملية التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٣ الفصل الثالث : عملية الإنتاج والتنفيذ في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-١-٠ تمهيد

يهتم هذا الفصل بتوضيح بداية استخدام أدوات جديدة في التصميم مع دخول عصر المعلومات ودخول الكمبيوتر في العمل المعماري. و توضيح الفرق بين أدوات التصميم التقليدية وأهميتها في مرحلة الأفكار الأولية ، وبين أدوات التصميم الرقمية. و بيان متي بدأ إستخدام الأدوات الجديدة ، ومراحل تطويرها والتي مرت بجيلين هما: الأدوات المساعدة علي التصميم ، و أدوات محكاة الواقع في صورة نماذج معلوماتية Building Information models أو (BIM) . مع توضيح أهم مميزات كل جيل والفرق بينهما ، والامكانيات التي أتاحها كل جيل للمصمم ، وبداية فإن إستعراض أدوات التصميم التقليدية يساعد علي التعرف علي ما أضافته تكنولوجيا المعلومات إلي أدوات التصميم .

٢-١-١ أدوات التصميم التقليدية :

إن أدوات التصميم بالنسبة للعديد من المصممين ، هى حلقة الوصل بين فكر المصمم والمنتج النهائى . فإذا كان القلم والورقة هما أدوات مساعدة علي ترجمة الافكار ، و المصمم هو المتحكم فى العملية التصميمة بما يملكه من فكر وثقافة ومعلومات فإن الكمبيوتر كأداة جديدة قد إستحوذت علي فكر المصممين لما له من إمكانيات تختلف عن الأداة التقليدية. ولكى نتعرف على هذا التأثير ، يجب أن نتعرف اكثر على الآداة التقليدية وهى القلم والورقة لمعرفة الفارق الذى أحدثة الكمبيوتر .حيث يقوم المصمم بدراسة المشروع في مراحله المختلفة وتبدء عملية التصميم بعد أن يستوعب متطلبات المشروع ويضع التصورات والافكار في صورة اسكتشات لتساعده علي تحليل الافكار الاولية ونقدها ودراستها وعن أهمية الاسكتش يقول المعمارى فرانك جيرى (Frank Gery) **"and more clear to me I start doing sketches As soon as I understand the scale of the Building and the Relationship to the site and the Relationship to the client as it becomes more**[1]. أو **(بمجرد أن أتعرف على حجم المشروع وعلاقتة بالموقع وما يريده العميل ، يمكننى البدء بوضع الأسكتشات ، فالأسكتش هو التعبير عن الأفكار التى دور فى ذهن المصمم ، وحلقة الوصل بين الحقيقة والخيال).**

- **وتتميز الاسكتشات بالتالى :**[2]

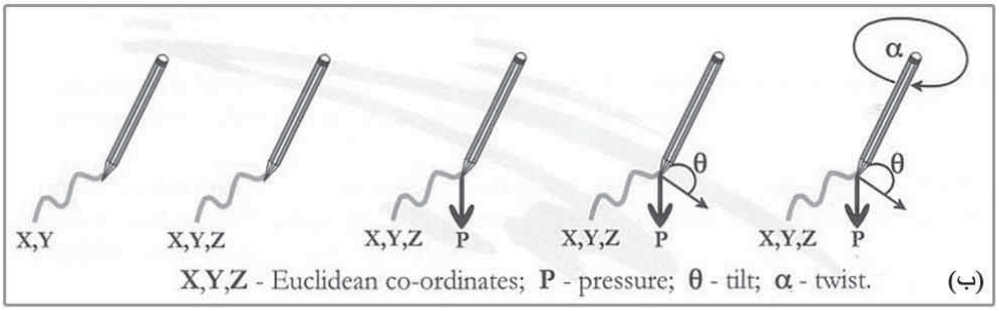
١ - **السرعه العالية :** حيث انها اسرع وسيلة لتحويل الأفكار التى تدور فى ذهن المصمم إلى حقيقة بالمقارنة بأى وسلية اخرى.

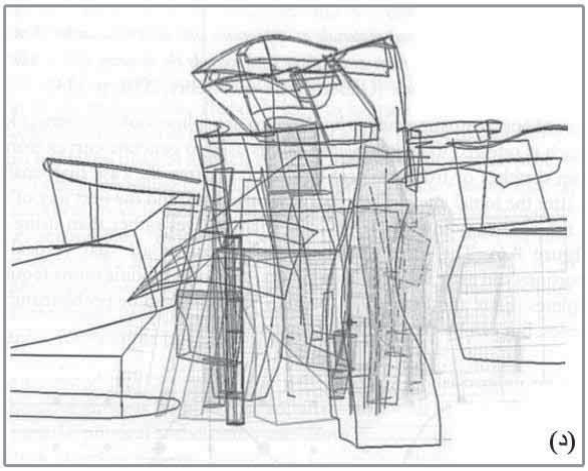
٢ - **وسط مساعد للتصيميم :** وهو مايطلق عليه التصميم الورقى الذى يمثل الأسكتش والورق كوسط يحتوى الافكار .

٣ - **القدرة على دراسة الكل والجزء** : وهو مرتبط بمراحل التصميم وتطوير الافكار . فتتسم إسكتشات الـ Scheme Design بسرعة الخطوط دون الدخول فى تفاصيل ، مرحلة الـ Conceptual design تتسم بالتعرض لدراسة عناصر المشروع من حركة ، ووظيفة وشكل للغلاف عبر موديل أو نموذج يقوم المصمم برسم اسكتش للفكرة مع دراسة هذه العناصر من أكثر من زاوية .أما مرحلة التفاصيل فيقوم المصمم بتكبير العناصر المراد دراستها بشكل أوضح عن طريق رسم أسكتشات تفصيلية موضحا بها مكونات العنصر المعمارى وشكلة ونسبه وطريقة تركيبه والمواد المكونة له كما يوضح شكل (٢-١).

(1)Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005, P211.

(2)Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005, p212.





(أ): الإسكتش هو الطريقة الأسرع والأفضل للتعبير عن أفكار المصمم.

(ب): القلم هو أداة التصميم التقليدية وتعبيرها عن الأشكال محدد بالمحاور الثلاثة x,y,z.

(جـ): تأثير تكنولوجيا المعلومات على الفكر المعماري أثمرت عن وضع اسكتشات تتماشى مع ما اتاحته من قدرة على تنفيذ الأشكال المعقدة.

(د): اسكتش رقمي لأحد مشروعات فرانك جيري.

شكل: ٢-١
تطور أدوات التصميم على الفكر المعماري

المصدر:
Architectural Press, 2005. :Oxford .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Szalapaj, Peter

وهكذا ارتبطت العمارة بالأشكال الأقليدسية الهندسية * . وفى عصرالنهضة خرج التخيل من البرواز الثابت إلى مناظير (ألبرتى) كطريقة لتوضيح الأفكار المعمارية والتي تبلورت فيما بعد إلى الأبعاد الثلاثة **(3D)** فى إسلوب متواضع فى النماذج المجسمة بالمواد المختلفة ، والتى يمكن رفع أسقفها لبيان الدواخل بأى مقياس مناسب . كما تحولت المناظيرالمعمارية التى كان أغلبها بالأبيض والأسود إلى الألوان الكاملة. يقول دكتور(على رأفت) **" إن تخيلنا عن العمارة أنها إرتبطت بالوسط المتاح لنا التعبير به لنقل أفكارنا للمتلقى وللتنفيذ. وقد بدأ هذا الوسط ثنائى الأبعاد على شكل مساقط وواجهات تخرج ميكانيكيا او باليد . المستندات تسلم للإستشاريين للمراجعة والتحديث ، والرسومات كلها فى حدود برواز ثابت ثنائى الابعاد . جميع الطرق أصحبت الآن طرقاً قاصرة فى التوضيح . وقد إستفادت العمارة من التقدم الهائل الذى حدث فى مجالات الحاسب الالى فى النصف الاخير من القرن العشرين "**.[١]

٢-١-٢ بداية ظهور الكمبيوتر كآداة مساعدة علي التصميم :

مع نهاية فترة الخمسنيات وبداية الستينات من القرن العشرين نجد أن المعماريون إستفادوا من تطور صناعة السفن والطائرات في إقتباس بعض الأفكار المشابهة علي صعيد التكوين والطرق الإنشائية ومواد البناء والتكسيات ولكنها كانت أفكار بدائية شكل (٢-٣). ولكن مع ظهور البرمجيات المساعدة علي التصميم في نهاية فترة الستينات وبداية السبعينات من نفس القرن بدأت تنتقل هذه التجارب إلي حيز جديد من التجريب والتي تبلورت مع نجاح المعماري فرانك جيري في أن نقل تكنولوجيا التصميم والتصنيع في هذين المجالين (صناعة الطائرات والسفن) إلي العمارة ، وذلك أثناء تصميمه لمتحف جوجنجهايم في بلباو (Guggenheim Museum in Bilbao)، والذي كانت فكرته قائمة علي استخدام الاسطح المنحنية والغير منتظمة. فصناع السفن والطائرات يحتاجون الي اسلوب وادوات رسم متطورة تساعدهم علي رسم وتنفيذ الأسطح الدورانية والمنحنية بدقة عالية حيث لا يوجد مجال للخطأ . فكان بإمكانه القدرة على إنتاج النماذج الثلاثية الأبعاد الدقيقة لكل قطع التيتانيوم المكونة للشكل وكذلك أنظمة الإنشاء المعقدة [٢]. ، ومع تطور هذه الصناعة أعدت برامج مساعدة بواسطة الكمبيوتر تسهل تمثيل وتحقيق هذه الاسطح ، ووجد " فرانك جيري " الحل في برنامج استخدمته احدي شركات صناعة الطائرات الفرنسية اطلق عليه **كاتيا (CATIA)** أو **COMPUTER AIDED THREE DIMENSIONAL INTERACTIVE APPLICATION** والتي تعني التطبيق التفاعلي الثلاثي الابعاد بمساعدة الحاسب الالي، والتي تم تطويرها فيما بعد لتكون متوافقة مع التصميم و الانشاء والتحليلات الانشائية ولتكون مصدر لمعلومات التشييد والبناء ، ويوضح ذلك كلاً من شكل (٢-٢)، (٢-٤).

٢-١-٣ صناعة البرمجيات والعمارة:

تعتبر البرامج المساعدة علي التصميم تطبيق من تطبيقات البرمجيات (Software Application) والتي تمثل احد العناصرالمكونة للبرامج (Software) . ويستطيع المطور لهذه البرامج أن يقوم بتعديل وتطوير البرامج المساعدة علي التصميم بواسطة لغات البرمجة languages Programming لتكون المعلومات والبيانات هي القاعدة التي يعتمد عليها التطوير .

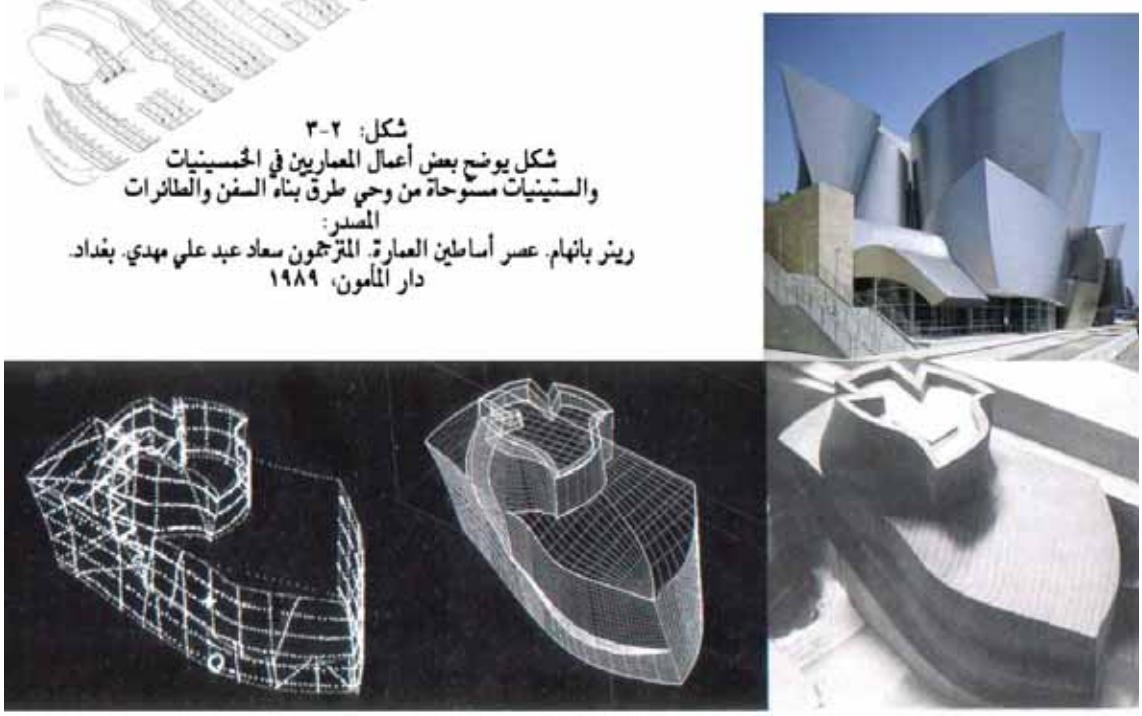
* **الأشكال الإقليدسية** هي التي بينها ليكوربوزيه بأنها الاشكال الهندسية الأساسية مثل المربع والمستطيل والمثلث والدائرة ومتوازي الأضلاع والقطع المكافئ ، والمكعب والإسطوانة والمنشور والكرة ، وهذه الأشكال إعتمد عليها المصمم في إنتاج الأشكال والتكوينات قبل تكنولوجيا المعلومات إلا بعد التجارب الفردية مثل أعمال المعماي أنتوني جودي.

(١) د.علي رأفت .عمارة المستقبل. القاهرة: مركز أبحاث انتركونسلت، ٢٠٠٧.

(2) Abel, Chris .ARCHITECTURE,TECHNOLOGY AND PROCESS .Oxford :Architectural Press, 2004,P91.

شكل: ٢-٢
شكل يوضح الهيكل الإنشائي للطائرات والسفن بإستخدام برنامج الكاتيا
المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

شكل: ٢-٣
شكل يوضح بعض أعمال المعماريين في الخمسينيات والستينيات مسوحاة من وحي طرق بناء السفن والطائرات
المصدر:
رينر بانهام. عصر أساطين العمارة. المترجمون سعاد عبد علي مهدي. بغداد. دار المأمون، ١٩٨٩



شكل: ٢-٤
شكل يوضح متحف جوجنهام للمعماري فرانك جيري ، وتكوين من الأسطح الحرة الغير منتظمة بفضل تكنولوجيا المعلومات
المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

ويحتاج تطوير البرنامج الواحد الي فريق من المبرمجين والمطورين ، والذي يحتاج الي التواصل مع العاملين في المجال الذي سيقوم البرنامج بخدمته (التصميم أو التصنيع أو التنفيذ). ومع التطورفي البرمجيات ووضوح مدي أهميتها في تسهيل وأداء الاعمال بدأت تنشأ شركات لإعداد البرمجيات وتسويقها ومن أشهر الشركات في هذا المجال شركة ميكروسوفت[1]. (حيث طورت برامج المكتب وبرامج الحسابات وبرامج الرسم) والتي حققت من وراء اعداد هذه البرمجيات ثروة طائلة تخططت ميزانيات العديد من الدول . وبدأت تظهر شركات متخصصة لأعداد البرمجيات لتخصصات بعينها وظهر في نهاية الستسنيات من القرن العشرين مجموعة من هذه البرمجيات (جدول ٢-١)[2]، التي تخدم التخصصات الهندسية ولكن بصورة بدائية وظل التطور مستمر الي أن حدثت الطفرة في هذه البرمجيات في بداية القرن الحادي والعشرين، والتي نقلت برمجيات العمارة من برامج مساعدة علي التصميم الي أن أصبحت نماذج للبناء المعلوماتي . مما دفع العديد من المعماريين والمصممين إلي الإنضمام إلي هذه الشركات لدراسة احتياجات ومتطلبات العملية التصميمية ومراحل البناء المختلفة ولكي يطوروا من ادوات المستقبل وتحليل احتياجات ومشاكل التصميم لايجاد حلول لها في البرمجيات التي يطورونها. ويوضح جدول ٢-١ بعض البرامج المساعدة علي التصميم، والتي بدأ العمل بها في بريطانيا عام ١٩٦٩ ، وفي الولايات المتحدة عام ١٩٧٠.

م	أنواع البرامج التي تم انتاجها للمساعدة علي التصميم وكافة عناصر منظومة البناء	Name of Program
١	برامج تخزين واسترجاع المعلومات لاستخدامها في تصميم المشروعات بما في ذلك عناصر المشروع ، والمواصفات ، والأداء ،... الخ	Storage and retrieval of information for use in design including catalogues of components, performance specification, etc.
٢	هياكل تنظيمية للبيانات التي ستستخدم في التصميم	Structures against which design data can be classified
٣	نماذج حاسوبية لإنشاءات المدينة	Computer models of city structures
٤	مسح الموقع ، والخرائط الكنتورية ، الخ	Site survey, contour maps, etc.
٥	تحديد المسطحات ومسارات الحركة ، بما في ذلك المشاة والخدمات والمركبات ، وعمل الأنابيب وتخطيطات الصرف	Space allocation and circulation in buildings, including pedestrian, vehicular, services, pipe work and drainage layouts
٦	تقدير ومراقبة التكاليف والكميات	Estimating, cost control and quantities
٧	تصميم قاعات المحاضرات و الغرف	Auditorium and lecture room design
٨	المحاكاة ، ومراقبة التكاليف والكميات	Simulating , cost control and quantities
٩	**التحكم في المحيط البيئي :** • البيئة العامة • البيئة الحرارية • الإضاءة • الصوت	Environmental Control : • General • Thermal • Lighting • Sound
١٠	الحسابات الإنشائية	Structural Calculations
١١	أعمال البناء والتشييد واختيار المكونات	Building Construction and Component Selection

(1)zellner, peter .Hybrid space :New forms in digital age .London :Thames & hudson, 1999,P22.

(2)Broadbent, Geoffrey.Design in Architecture. London :John Wiley & Sons, 1973,P 308,P205.

م	أنواع البرامج التي تم انتاجها للمساعدة علي التصميم وكافة عناصر منظومة البناء	Name of Program
١٢	الرسومات التفاعلية والعرض البصري	Interactive graphics and visual Display
١٣	رسم المنظور	Perspective Drawing
١٤	إعداد رسومات التصميم والإنتاج والتنفيذ	Preparation of Design and Production Drawings
١٥	المواصفات	Specifications
١٦	الجداول	Schedules
١٧	إدارة المشروعات	Management in General
١٨	حساب الرواتب	Office Accounting and Payroll
١٩	شبكة التحليل والجدولة	Network Analysis and Scheduling
٢٠	تعيين القوي العاملة	Assignment of Manpower
٢١	التحكم بواسطة الكمبيوتر في المبانة المستخدمة	Computer Control of Buildings in Use

جدول(٢-١): بعض البرامج المساعدة علي التصميم والتي بدأ العمل بها في بريطانيا عام ١٩٦٩ وفي الولايات المتحدة عام ١٩٧٠

٢-١-٤ البرامج المساعدة علي 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 يحتوى بداخله كل المعلومات والبيانات التى تهم جميع التخصصات الهندسية العاملة على إخراج المبنى إلى حيز التنفيذ .[١]

ومرت البرامج المساعدة على التصميم بجيلين من التطور هما:

٢-١-٥ الجيل الأول للنماذج الرقمية – النماذج الثنائية والثلاثية الابعاد :[٢]

١. برامج المساعدة على مسح الموقع وتحديد تضاريسه Surveying
٢. برامج تحرير الرسومات Drafting electronic & Technical drawing
٣. برامج النمذجة ومحاكاة الواقع مرئيا Modeling & Visualization
٤. برامج الحسابات الأنشائية والدراسات البيئية Structural and Environment Studies

إهتم الجيل الاول للبرامج المساعدة على التصميم بمساعدة الحاسوب (Computer Aided Design) بتلبية احتياجات التخصصات الهندسية المختلفة عبر مجموعة من البرامج التى كانت تعد بواسطة مجموعة من الشركات قامت بدراسة منظومة العمل المعمارى من مهندسين ، مصممين ، أنشائيين ، منفذين ومقاولين ، وعملاء بما يخدم هذه التخصصات ويحقق لها المبيعات التى تريد أن تصل إليها . كما إهتم مطوروا البرامج بالتعرف على كل ما يحتاجه

(1)Woodward, Christopher and Jaki Howes .Computing in Architectural Practice .London :Spon Press , 1998,P30.

(٢) المرجع السابق ص ٣١.

المصمم ليساعد علي تسهيل العملية التصميمية ، واستخدموا لذلك شعار وضع لهذه البرامج وهو **"ما ستشاهده هو ما ستحصل عليه أو " What you see is what you get"**. وهو ما يعني أن ما ستقوم به من رسومات وأفكار أو محاكاة للواقع هو ما سيتم تنفيذه تماماً وتشاهده بعد التفيذ كما رأيته علي الكمبيوتر . ولتحقيق هذا الشعار قامت هذه الشركات بالبحث عن الحلول والمشاكل التى تواجه الممارسين لكى يساعدوا علي حلها بواسطة البرمجة ، وذلك من خلال عدة برمجيات متخصصة وهي التالي ذكرها.

٢-١-٥-١ البرامج المساعدة على مسح الموقع وتحديد تضاريسه SURVEYING :

وهذه البرامج تساعد على نقل الإحداثيات والأبعاد من الموقع عبر إستخدام جهاز التيودليت الألكترونى (EDM) Electronic Theodolite وتحويله إلى نموذج رقمى يمكن التعامل معه بواسطة البرامج الهندسية .

٢-١-٥-٢ البرامج المساعدة على الرسم ELECTRONIC) DRAFTING DRAWING (TECHNICAL) :

وتساعد هذه البرامج على إعداد الرسومات فى شكل ثنائى الأبعاد Two dimensions وإمكانية التعديل والحذف والإضافة بطريقة مماثلة لعملية الرسم التقليدية معتمدا على إظهار الرسومات فى شكل إما نقطى أو خطوط أو منحنيات. ويمكن إدخال أوامر التشغيل إما بواسطة لوحة المفاتيح keyboard أو الفأرة Mouse وإذا كان إدخال الأوامر بهذه الطريقة يبدو أبطء من أستخدام اليدين فى الطريقة التقليدية إلا أن إحتفاظ الكمبيوتر بالمعلومات مهما زاد حجمها مع المميزات الأخرى من السهولة فى التعديل وتكرار العناصر يزيد من سرعة العمل ويساعد على تقليل الوقت .[١]

٢-١-٥-٣ برامج النمذجة ومحاكاة الواقع MODELING AND VISUALIZATION :

إن فكرة إستخدام النموذج المحاكى للواقع فكرة قديمة ، ولكن تمثيلها رقميا أعطى المصممين أداة نموذجية تساعد على التعرف على الشكل النهائى للمنتج وإعادة تقيمه بما يساعد على توفير المال والجهد ، والخروج بالمنتج إلى الواقع عن قناعة .وذلك عبر التعبير عن عناصر المبنى فى شكل ثلاثى الأبعاد 3Dimesions ، مع إعطاء الأسطح مواد التشطيب . وهذه النماذج كانت بداية ظهور الجيل الثانى من البرامج المساعدة عبر التطوير الذى ركزت عليه شركات إعداد البرامج كوسيلة للوصول إلى النموذج المثالى للعمل المعمارى وإدارة منظومة البناء . كما كانت الطريق لإستخدام الحركة مع النموذج لمحاكاة الزمن وأحداثة عبر البرمجيات المحاكاة للحركة Animation (Visualization) والتى تعتمد على أخذ العديد من اللقطات للنموذج والتى يطلق عليها "Frames " فى إتجاة الحركة . وعبر برامج الحركة يتم ربط هذه اللقطات معا ليكونو متوالية متتابعة مستمرة ليكونوا فيلم فيديو ، وهو ما يطلق عليه "Fly around" أو "A walk through" ، وتطور العمل على إنتاج نماذج محاكاة ليصل من النماذج المحاكاة الثابتة إلى النماذج المتحركة (Animation) ، إلى أن وصلت هذه النماذج إلى قمة المحاكاة وهى المحاكاة للواقع عبر تكنولوجيا الواقع الإفتراضي Virtual Reality

(١) المرجع السابق ص ٣٣.

(visualization) [١]. وهى أنظمة استخدمت فيها عناصر الإدخال للكمبيوتر Input devices بما تشتمله من عناصر وأستحدث عليها عناصر تساعد المستخدم على رؤية الواقع مع الأنغماس فى تجربة المحاكاة ومن هذه الأجهزة الـ (Data Helmet) والتى تسمح للمستخدم بمشاهدة الواقع التخيلى مع الحركة داخله ومشاهدة الأحداث والبيئة المحيطة مع الأستجابة لردود أفعاله عبر التفاعل ، يوجد العديد من أساليب العرض بإستخدام الواقع التخيلى (Virtual Reality) .

٢-١-٥-٤ برامج الحسابات الأنشائية والبيئية STRUCTURAL AND ENVIRONMENTAL CALCULATION :

على عكس إستخدامات البرامج الهندسية المعمارية من عدم التوصل إلى برامج تصميم مباشرة قادرة على عمل متطلبات العميل وتقييمها وتطويرها، فإن مطوروا البرامج إستطاعوا أن يعدوا برامج قادرة على عمل الحسابات الأنشائية والبيئية وذلك أستنادا على قوانين الهندسة الأنشائية [٢] . وذلك لوضوح معادلاتها وسهولة إدخال هذه المعطيات إلى الكمبيوتر فيوجد العديد من البرامج تسهل التصميم للعناصر الإنشائية للمبنى، بل ويمكن إخراج جميع العناصر الأنشائية للمبنى موضحا بها أساليب التنفيذ والأجهادات والأحمال مع توضيح أماكن العناصر الأنشائية التى بها عيوب ، ليس هذا فحسب بل يمكنك عمل التصميم الأنشائى لمبنى بالكامل وإخراج كل اللوحات التى تخص مجالات [٣]:

- القواعد ، والأساسات ، الهيدوليكا Foundations , Piling , hydraulics
- التحليل الأنشائى Structural Analysis ، حمل الرياح Wind Load، الأحمال المعدنية Steel Loads ، الخرسانية Concrete ، الخشب Timber Masonry.
- حسابات الطاقة والمراقبة Energy consumption and monitoring.
- الخدمات الميكانيكية Mechanical Services ، المصاعد Lifts، أعمال التكييف A/C .
- الخدمات الكهربائية Electrical Services .

٢-١-٥-٥ أهم خصائص الجيل الأول :

١ - المساعدة على التصميم وتسهيل عملية الأنتاج عبر أمكانية الحذف والأضافة والتعديل والتكرار .
٢ - إمكانية محاكاة الواقع وإعطاء شكل حقيقى للمبانى قبل تنفيذها .
٣ - سهولة إجراء الحسابات مع السرعة والدقة .
٤ - التعبير عن المبنى يأتى فى صورة رسومات منفصلة بشكل مماثل لعملية الرسم والتصميم التقليدية ، وبشكل يعد الحاسب الآلي فيه كوسط للرسم وبديل عن الورق دون ربط للعناصر المبني والرسومات التي تتعلق به فى إطار واحد (وهو ما أحدثه الجيل الثاني التالي ذكره).

(1)Whyte, Jennifer .Virtual Reality and the built environment .Oxford :Architectural Press, 2002,P41.
(2)Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008,P25.
(٣) المرجع السابق ص ٢٦.

٥ - التخصصات الهندسية التى تعتمد على الحسابات والمعادلات الرياضية يمكن إعداد برامج مساعدة للتصميم لها بسهولة ، وذلك لسهولة إعداد البرمجة لها نظراً لإعتماد البرمجة على قواعد البيانات المعدة مسبقاً ، ويوضح جدول (٢-٢) بعض البرامج المساعدة علي التصميم .

Company	Product Name	Company	Product Name
Advance Graphics Systems	VISONAEL	Ditek international	Dyna CADD (Windows)
Accugraph Corp.	Mountain top	EDS GDS Solutions	GDS
Alias Research	Alias Sonata	Engineered Software	Power Draw
American Small Business Computer, Inc.	Design CAD 2 D	Evaluation Computing	Easy CAD
Amiable Technologies, Inc	FlexiCAD	Evaluation Computing	Fast CAD
Archway Systems	Pen Drafter	Evaluation Computing	Fast CAD 3Dw/ RenderMan
Ashlar Inc.	Vellum	Foresight Resources Corp.	Drafix CAD Ultra
Auto-Trol Technology Corp	Jazzline	Foresight Resources Corp.	Drafix Windows CAD
Auto.dessys, Inc.	Form-Z	Fourthought, Inc.	SNAP
Autodesk Retail Products	AutoSketch (windows)	Graphisoft	ArchiCAD
Autodesk Retail Products	Genenic CADD	Graphsoft, Inc	MiniCad+
Autodesk Inc.	AutoCAD	IBM Corporation	IBM AES
c.a.s.Agift, Inc,	GIFTS	Intergraph Corp.	Micro Station
CADAM, Inc	IBM CAD/Plus	International Microcomputer Software, Inc	TurbCAD
Cadcorp	Wincad, 3D Studio, Microstation	ISICAD, Inc	CADVANCE
Cadkey, Inc	Drawbase	Point Line USA	MegaMODEL
CAD, MAX Corporation	CADMAX	Modem Computer-Aided Engineering. Inc	INTERTIA/In Solid
CADwprls Onc.	Drawbase	Point Line U,S,A,	Point Line
Caroline Informatique	MTEL	Schrolf	Silver Screen
CEDRA Corp.	The CEDRA System	Sigma Design, Inc.	ARRIS
Computevision	CADDS6	StereoCAD, Inc.	REALTIME
Computevision	CYWare	STRATA, Inc.	Strata Vision 3D
Computevision	Versa CAD	Swanson Analysis System, Inc	ANASYS FEA
Dassault Systems of America	Professional CADAM	UNIC, INC	Arcitrion II
Data Automation	DGS/2000	Wavefront Technologies, Inc.	The Advanced Visualizer
Design CAD Inc	Design CAD 20.30 Mac	Wechers & Partner Datentechnik GmbH	LOGOCAD
Dicens Data Sysems, Inc	DesignBid		

جدول (٢-٢) : بعض البرامج المساعدة علي التصميم والمستخدمة حاليا في العديد من الشركات والمكاتب الهندسية.
المصدر :
Steele, james : Architecture and Computers: Action and Reaction in the Design Revolution. London: Watson-Guptill, 2002.

٢-١-٦ الجيل الثانى لبرامج التصميم – البرامج التكاملية والتفاعلية :

وهو الجيل الذي يعتمد علي نماذج معلومات المبني BIM أو (Building Information Models). وهو مشروع محاكى للمشروع الحقيقى ويحتوى على نموذج ثلاثى الأبعاد يمثل المشروع الحقيقى بمكوناته (حوائط ، أرضيات ، أسقف ، ....)، مع ربط هذه المكونات مع العناصر الأنشائية والموقع والتكييف وجميع التخصصات المكونة للمبنى مع توثيق هذه المعلومات بما يسمح بالإستفادة منها فى التصميم والتعديل والتحليل والتوصيف وتحرير الرسومات.[١]

٢-١-٦-١ الفكرة العامة لنماذج معلومات المبني (BIM) :

تعتمد فكرة الـ BIM على محاكاة العملية التصميمة والتنفيذية فى الحقيقة عبر عالم من الواقع التخيلى (Virtual Reality) بما يتيح دراسة المشروع والمرور بداخلة ومعرفة المشاكل والصعوبات التى قد تواجه القائمين على المشروع . كما أنها أداة ضبط للمشروع قبل تنفيذه فى الواقع ، كما تساعد على التعرف على المشاكل وفحصها عبر ملف يحتوى على التخصصات والتجهيزات المختلفه للمبنى ومدى توافقها أو أختلافها مع إعطاء المرونة للوصول إلى حلول . كما تساعد هذه البرامج على عمل تواصل مستمر بين مراحل البناء والتصميم وإعداد مخططات دراسية ، ومستغلا لغة البرمجة فى دراسة المؤثرات المختلفة على المبنى . كما يمكن إعداد كل الأجهزة والتركيبات الخاصة بالتكييف والصحى والميكانيكا ، ومعرفة الأماكن التى ستثبت بها ومدى إقتصادية هذه الحلول ، بالإضافة إلى إعداد جداول الكميات والمواصفات لكل بنود المبنى.[٢] شكل (٢-٥)

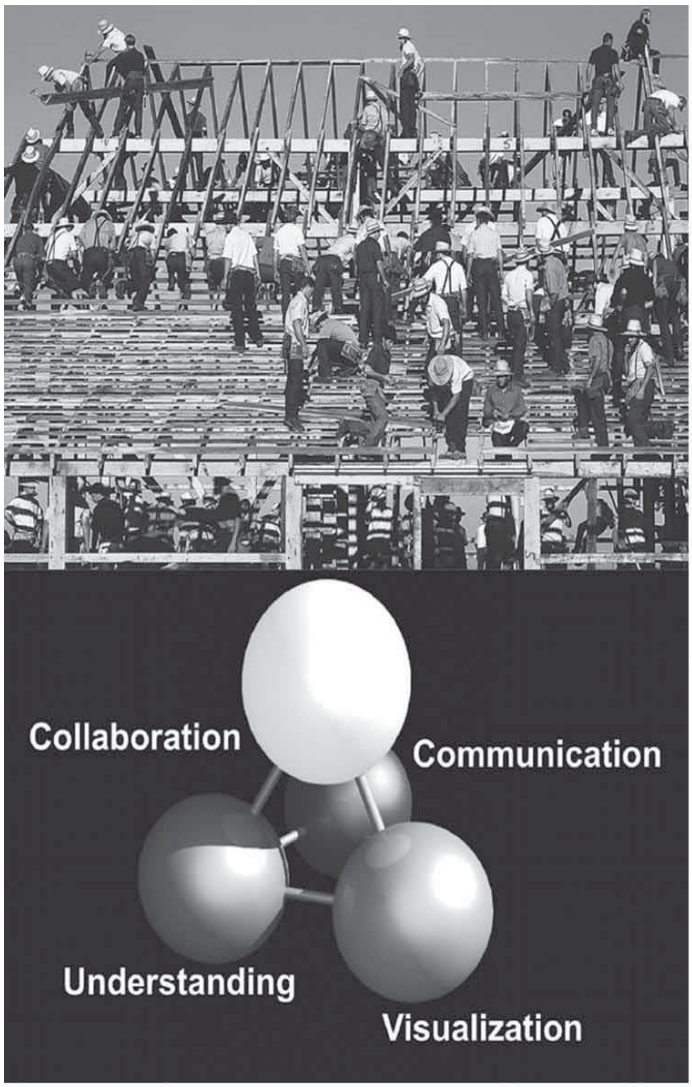
٢ ـ ٦ ـ ٢ إدارة منظومة البناء بإستخدام نماذج معلومات المبني (BIM):

من أهم المميزات التي أتاحتها برامج ال BIM سهولة إدارة مشروعات البناء عن طريقها ، وذلك من خلال الإجراءات التالية :

١ -تحديد الغرض من أستخدام الـ BIM (تنصيب المشروع وتحديد الأهداف Set project and process goals) حيث أن إستخدامات الـ BIM تختلف وفقا للغرض منها وتختلف باختلاف التخصص المستخدم للنموذج المحاكى للعملية التصممية .
٢ -إختيار فريق العمل وتوزيع الأدوار بداية من مدير المشروع والمنسق العام لإدارة نموذج الـ BIM إلى جميع المتعاملين مع النموذج من جميع التخصصات.
٣ -إختيار الأدوات المساعدة من برمجيات Software ، ووصلات links، وطرق الأتصال لربط فريق العمل بشبكة معلومات موحدة تسهل التواصل بين فريق العمل .* شكل (٢-٦)

- وبعد الإجراءات السابقة يتم البدء في المشروع ومراحله المختلفة بمساعدة النماذج الثلاثية الأبعاد التي يتم توظيفها لخدمة إدارة المشروعات عن طريق تصنيفها وفقاً لطبيعة العملية المطلوبة كالتالي:

(1)Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008,P31.
(2)Dzambazova, Tatjana, Greg Demchak and Eddy Krygiel .Mastering Revit Architecture 2008 . Indiana :Wiley Publishing, 2008,P01.



أ-منظومة العمل في الموقع قبل تكنولوجيا المعلومات كانت تفتقر لسرعة التواصل بين التخصصات المختلفة، واعتمادها علي الجهد البشري.

ب - ديجرام يبين التكامل في منظومة العمل المعماري من خلال برامج ال BIM عبر الاتصالات,الواقع الافتراضي, التفاهم والتوافق.

شكل: ٢-٥
ديجرام يوضح الفارق بين المنظومة التقليدية والمنظومة الرقمية.
المصدر:
Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008.

شكل: ٢-٦
يوضح فريق العمل أثناء متابعة سير العمل في الموقع عبر شبكة المعلومات الدولية
المصدر:
Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008.

٢-١-٦-٣ مراحل تطور نماذج معلومات المبني (BIM):[1]

يتم تطور النموذج الثلاثى الأبعاد عبر ثمانية مراحل كالتالى :

أولاً: نماذج وضع الأفكار المبدئية CONCEPTUAL OR SCHEMATIC MODELS:

وهذا النموذج لا يحتاج إلى تفاصيل ويعتمد على التجريد والتبسيط وهى طبيعة التصميم الأبتدائى ، حيث يعتمد على وضع أفكار كثيرة وإختيار الأفضل بينها والمناقشة بين فريق العمل ويقوم المعمارى بتنفيذ هذا النموذج .

ثانياً: نماذج التصميم DESIGN MODELS :

وهذه النماذج تعتمد على مستوى متوسط من التفاصيل وتكون بمثابة النقطة الحقيقية لبدء المشروع. فالعديد من التفاصيل سوف يتم تطوريها بالتعاون مع التخصصات الأخرى ويكون الغرض الأساسى من هذه النماذج هو تحليل التصميم وأخذ آراء التخصصات الأخرى فى ملائمة التصميم للغرض المصمم له وتلبية الأحتياجات والخدمات اللازمة . ويقوم المصمم بتنفيذ هذا النموذج ومن الممكن أن يتضمن بعض العناصر التى يتم إدخالها بواسطة التخصصات الأخرى مثل العناصر الأنشائية ، والتجهزات الكهروميكانيكية.

ثالثاً: نماذج التنفيذ CONSTRUCTION MODELS :

ويتضمن هذا النموذج مستوى أعلى من التفاصيل ، وذلك للوصول إلى الشكل النهائى للمبنى ، وتقوم كل التخصصات بإستخدام النموذج التصميمى ودراسته وتحليله، ثم القيام بالتصميم وإجراء التعديلات على النموذج الثلاثى الأبعاد. وفى هذه المرحلة تظهر المشاكل الخاصة بالتعارض أو التداخل بين التخصصات المختلفة ، ليتم التعامل معها وحلها عبر هذا النموذج ، وفى هذه المرحلة يقوم المعمارى بعمل النماذج والتعديل عليها فى النموذج الرئيسى وتكون هناك نماذج مماثلة للإنشائيين ، الميكانيكيين ..إلخ ، ولكن المسؤل عن أجراء التطابق وإدخاله إلى النموذج الرئيسى هو المعمارى .

رابعاً : النماذج الخاصة بمرحلة التفاصيل DETAILING MODELS :

وتغطى هذه النماذج تفاصيل جميع أجزاء المشروع ، وتعتمد هذه النماذج على التحليل البصرى فقط. ومثال ذلك دراسة تركيب عناصر الحوائط الزجاجية Curtain walls وعلاقتها بالاسقف الداخليه للادوار ، حيث يمكن مشاهدة هذه العلاقة بسهوله عن طريق المودل والدوران بزوايا الرؤية لتكون أداةً مفيدة جداً فى إتخاذ قرارات صائبة فى التركيبات والتجهيزات وطرق التنفيذ .

---

(1)Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008,P56.

* اختيار البرامج المساعدة من برمجيات Soft Ware وفقا لما يتناسب مع التخصص سواء معماري أو انشائي أو كهرباء أو تكييف يعتمد علي مدي امكانية تبادل المعلومات من برنامج لاخر حيث أنه ليست كل البرامج تسمح بالتواصل بينها ، وان كان مؤخرا بدء تدارك هذه المشكلة وايجاد امتدادت يمكن التحويل اليها بحيث يمكن لكل برامج ال BIM أن تتبادل المعلومات.

خامساً : نماذج رسومات التشغيل SHOP DRAWING MODELS :

وتعتمد هذه النماذج على مستوى عالى من التفاصيل مع ضرورة وضوح معلومات التصنيع والتنفيذ . ولذلك نجد أن العديد من المصممين الآن يستخدمون هذه النماذج للوقوف على إمكانية التصنيع لتفادى وقوع المشاكل فى مرحلة التنفيذ مع الأستفادة من إمكانيات هذه النماذج من دقة وسرعة فى المحاكاة. ويمكن تطوير هذه النماذج من خلال البرمجة لكى تتصل مرحلة التصنيع بماكينات ومعدات الأنتاج والتنفيذ بإستخدام ماكينات (CNC ، NC). ويقوم بتنفيذ هذه النماذج التخصصات العاملة عليها للوصول إلى أعلى مستوى من التفاصيل المطلوبة . مع أهمية دور المتابعة والمراجعة من جميع التخصصات على الشكل النهائى للتفاصيل فمواسير التكييف ، إطفاء الحريق تحتاج متابعة من الإنشائى لضمان عدم تعارضها مع النظام الانشائى وهكذا ..... ويكون ذلك واضحا بإستخدام النموذج الثلاثى وإستخدام التكبيروالتصغير للمراجعة بالعين البشرية بالإضافة إلى إمكانية كشف برامج الـ BIM عن أماكن الخلل والتعارض بين التجهيزات .

سادساً: نماذج تعديل الرسومات علي ماتم بناؤه AS BUILT MODELS :

وتقوم هذه النماذج على ما تم بناؤه فى الموقع ولكن بالإتصال مع نموذج الـ (BIM) ، ولكى تتم هذه النماذج بالشكل الصحيح، يجب أن يبدء العمل بها مع بداية تنفيذ المشروع خطوة بخطوة بحيث إذا انتهى الجدول الزمنى تكون هذه النماذج فى الشكل النهائى للمبنى. وتحتاج هذه النماذج إلى إدارة جيدة ومتابعة مستمرة بين أفراد ومجموعات العمل على التصميم والتنفيذ وبإستخدام أجهزة المسح الألكترونى مثل الماسح بإستخدام الليزر ثلاثى الأبعاد (3D laser Scan). وتستخدم النقاط الملتقطة بواسطة الماسح الألكترونى فى أنشاء وتنفيذ نموذج الـ BIM للرسومات والمبانى المنفذة. ويمكن عمل الأتصال بين هذه الأجهزة والبرمجيات القائمة على تنفيذ هذه النماذج عبر شبكة الأتصالات والأقمار الصناعية .ويوضح شكل (٢-٧)،(٢-٨) مراحل تطور نماذج ال (BIM) .

سابعاً: نماذج التشغيل والصيانة OPERATIONS AND MAINTENANCE MODEL :

وتعتمد هذه النماذج على مستويات متعددة من التفاصيل مع ربط دائم مع المبنى بعد التنفيذ وتطوير مستمر لما يُستجد على المبنى من متغيرات لتلبية الصيانة الدورية والدائمة للمبنى. ولكى يتم ذلك يتم إعداد مخطط للمبنى يجمع به كل ما يخص المبنى من عناصر وأجزاء وتفاصيل كما تم توضيحه فى نماذج الـ (BIM) السابقة مع توافر العناصر التالية :

١ -التحديث المستمر للمعلومات والتطورات التى تحدث فى المبنى .
٢ -وجود الأتصال والأستشعارعن بعد بجميع عناصر المبنى مع ربطها بنموذج ال (BIM).
٣ - إستقبال كل هذه المعلومات ومعالجتها وتحليلها وإعطاء نتائج تخص جميع عناصر المبنى وعلاقتها بالتخصص المسؤول عن صيانتها لإتخاذ القرارات المناسبة .

ثامناً: نماذج التحليل MODEL ANALYSIS :[1]

تم إعداد البرمجيات التى تساعد على إعداد تحليلات على النموذج الثلاثى الأبعاد، والمحاكى للمبنى تماما فى جميع الظروف، والأحوال المحيطة به بشكل مماثل تماما للحقيقة، وربطها بشبكة المعلومات ووسائل الأتصالات لتعطى المصمم الجالس أمام شاشة الكمبيوتر كل ما يسهل له العمل والدراسة الحقيقة للأفكار المناسبة للمبنى والبيئة المحيطة، ويتم تصنيف هذه التحليلات كالتالي:

(1)Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008,P56.

- **التحليلات النوعية QUALITATIVE ANALYSIS :**

وتساعد هذه التحليلات فريق التصميم على إتخاذ القرارات فى مراحل التصميم ودراسة الوظيفة لفراغات المبنى ، معرفة الطرق المثلى للبناء عبر إجراء تحليلات لإنظمة الأنشاء ، وتوفير المجهود والتقليل من الأخطاء عبر تحليلات تظهر الأماكن التى يحدث بها مشاكل وتداخل لأنظمة البناء .

كما تساعد تحليلات المناخ والظروف البيئية على إختبار الحلول المصممة لموائمة الظروف المناخية المحيطة بالمبنى، ويجرى العمل بشكل متسارع نحو إعداد برمجيات تساعد على تحليل شبكة الحركة والتنقل بين مسارات المشروعات .

- **التحليلات المتسلسلة SEQUENTIAL ANALYSIS :**

وتشير هذه التحليلات إلى الدراسات التى تعتمد على الوقت وتنظيم مسار وخطوات العمل فى المشروع أو المبنى بتنظيم مهام العمل ودخول فرق البناء والمعدات والمواد بما يوفر المال والوقت والمجهود ويتم توضيح هذه التحليلات بواسطة الجداول والمنحنيات الخطية.

٢-١-٦-٤المعلومات كمحرك لمنظومة البرمجيات :

من خلال معرفة مراحل تطور النماذج الثلاثية الأبعاد المستخدمة فى مراحل التصميم والتنفيذ المختلفة نرى أن المعلومات هى المحرك لهذه المنظومة وهو المراد الذى تبحث عنه التخصصات الهندسية للتعامل معه وأخذ القرارات . ولذلك كان التعرف على طبيعة المعلومات وكيفية التعامل معها مؤثر فى تطوير هذه العملية فنجد أن الأسئلة التى يتم طرحها لإنجاح هذه العملية تعتمد فى الأساس على المعلومات كالتالى :

- ماهى نوع المعلومات التى نحتاجها لربطها بأجزاء وعناصر النموذج المحاكى للمبنى ؟ وأى مستوى من التفاصيل نحتاجها لذلك ؟
- هل ربط هذه المعلومات بالنموذج سهل أم يحتاج إلى خطوات وعمليات متعددة (جداول معلومات ،تحليل ، معالجة .....) ؟
- ماهى الفورمات Format التى سيتم وضع المعلومات عليها ؟
- هل سيتم عمل تحويل للمعلومات لإستقبالها بالشكل الذى يتفق مع برمجيات نماذج الـ (BIM) ؟
- هل سيتم تخزين المعلومات كقواعد معلومات (Data Base) للإستفادة منها فى نمذجة المبانى ؟
- ماهى المعلومات التى سيحتاجها فريق العمل لمباشرة مهام كل مجموعة فى نفس الوقت دون تعارض لتوفير الوقت ؟ وماهى المعلومات التى سيحتاجونها للتواصل فيما بينهم ؟

- هذا ويعد مشروع متحف مصر الكبير بالجيزة والمطل علي سفح الاهرامات من المشروعات التي استخدمت برامج ال BIM في كافة مراحلها . وذلك بدءاً بالمسابقة التي أجريت وطرحت عالمياً ، حيث تم إعداد نموذج ثلاثي الابعاد محاكي لمسطح الأرض ، وعلاقتها بالموقع والأهرامات ، مع توضيح تضاريس الموقع والهضبة التي كانت تحيط بالموقع ، وتوضيح زوايا الرؤيا ،والشوارع المحيطة. شكل (٢-٧) ، ثم تم طرح هذا النموذج للمتسابقين لكي يستعينوا به في وضع الأفكار ، كما تم وضعه علي الموقع الإليكتروني للمسابقة مع مستندات المسابقة لمن يريد المشاركة دون القدوم لأرض المشروع .

- وتعد الفكرة التي فازت بالمسابقة * من الأفكار المعقدة وذلك نظراً لتعاملها مع ظروف الموقع ، والتي هي عبارة عن هضبة متدرجة المناسيب ، بالإضافة إلي إستخدام المصمم سقف المشروع كي تمثل إستمرارية للتدرج الطبيعي للهضبة ، باللإضافة لرغبته بأن يسمح سقف المتحف بالرؤية من خلاله ، بالإضافة إلي تصميمه سقف يمثل شرائح مثلثة مركبة معاً بطريقة تسمح بمرور الضوء دون الأشعة ، وتمت دراسة الفكرة بإستخدام برامج ال BIM في كل عناصر المشروع بدأً بإختيار الموقع مروراً بتحديد زوايا الرؤيا والتي جاء تصميم المتحف عبارة عن مخروط رؤية شكل (٢-٧) ، شكل (٢-٨) متجه نحو الأهرامات الثلاثة (بواسطة نماذج التصميم) . تم بناء نموذج المتحف بشكل كامل كنموذج محاكي للمتحف الذي سيتم بناءه ، الحوائط ، والبلاطات والسلالم والأسقف (نماذج التنفيذ والمواد المستخدمة) ، والعناصر الإنشائية (نماذج الإنشاء)، والتجهيزات الميكانيكية . ثم تم دراسة عناصر الحركة للزوار ، شكل (٢-٩) و (٢-١٠) و (٢-١١) وأماكن التماثيل والمحتويات المتحفية ، ووضع خطط تحميل الآثار ومسارات حركة آليات النقل بما يسمح بتلافي مشاكل التعارضات التي تحدث وقت التنفيذ ، بالإضافة لذلك تم إعداد نماذج خاصة بدراسة التركيبات الفنية المعقدة لكل عناصر المشروع وبخاصة سقف المشروع والواجهة الرئيسية للمتحف في صورة نماذج ثلاثية الأبعاد شكل (٢-١٢) لتوضيح كيفية تركيب العناصر الإنشائية ، ومواضع الزجاج وكيفية تثبيته في العناصر الإنشائية شكل (٢-١٣) و (٢-١٤) و (٢-١٥) ، وتفاصيل عناصر التثبيت ، ثم إجراء الحسابات الإنشائية ، والتأثيرات البيئية علي كافة عناصر المشروع .

٢ ـ ٦ ـ ٥ أنواع نماذج معلومات المبني (BIM) وفقاً للإستخدام :[1]

١ - نماذج خاصة بإعداد موقع المشروع Site models (context - land , Buildings , landscape , etc) .
٢ - نماذج خاصة بإعداد الرسومات المعمارية للمبني بما يحتويه من حوائط ، وأرضيات ، وعناصر حركة ، ...الخ Architectural model (Walls , floors , Circulation , Special objects , etc) .
٣ - نماذج خاصة بإعداد الرسومات الإنشائية ، والعناصر الميكانيكية ، والكهربائية ، والصحية (Structural model , Plumbing , Electrical , Mechanical) .
٤ - نماذج خاصة بالتجهيزات الخاصة بالمبني ، والعناصر المكملة FP model (, Equipment Scaffolding , formwork , Finishes , Temporary construction , ……etc) .

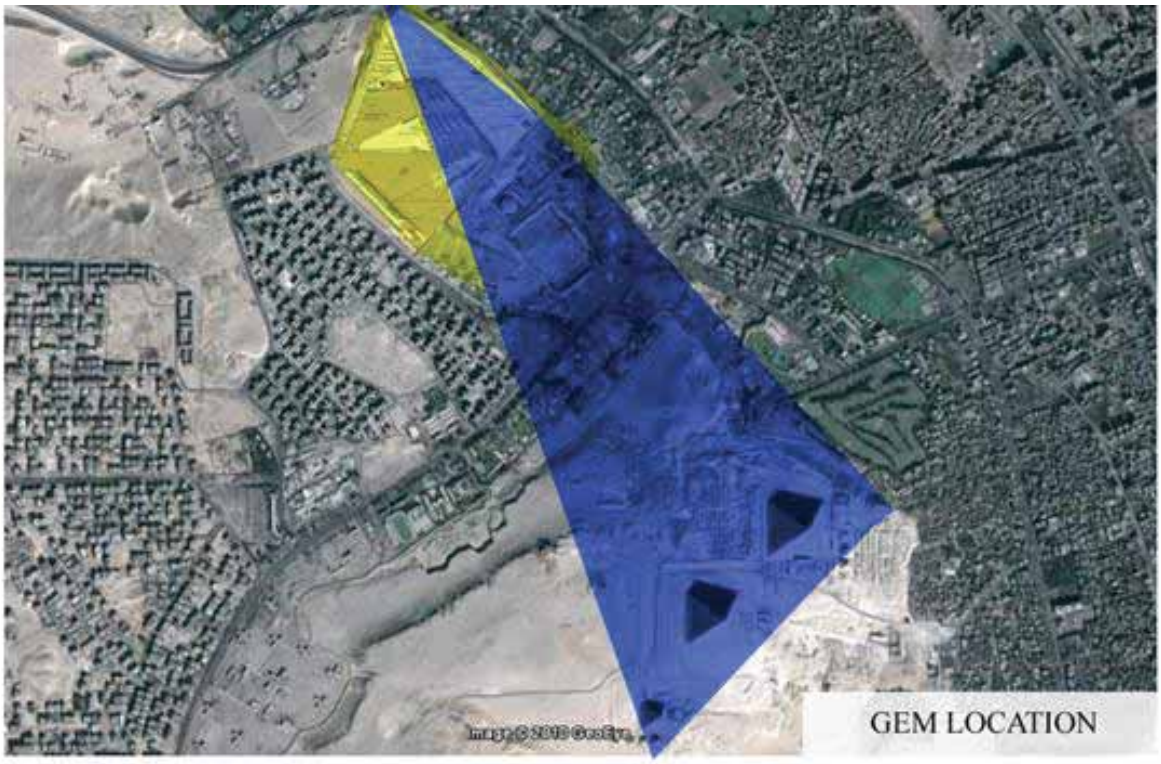
٢ ـ ٦ ـ ٦ أهم خصائص الجيل الثاني :

١ - تحقيق التكامل بين جميع التخصصات الهندسية رقمياً .
٢ - المساعدة على و ضع المصمم في مرحلة تقييم للأداء في المراحل المبكرة للتصميم .
٣ - جميع الرسومات تحرر من النموذج الثلاثي الأبعاد ، وبالتالي لايوجد تعارض بين التخصصات حيث أن التعديل يظهر لكل التخصصات تلقائياً عبر الشبكة الرابطة بينهم .
٤ - الربط بين عملية التصميم والتصنيع والتنفيذ .
٥ - إمكانية الوقوف على تكلفة المبنى بالتوازي مع عملية التصميم مما يساعد على اتخاذ اجراءات مناسبة لذلك .
٦ - امكانية ربط عناصر المشروع مع شبكة المعلومات و أنظمة G.P.S لتحقيق التواصل الرقمي ، ويوضح شكل (٢-١٦)،(٢-١٧) التحليلات المختلفة لكافة العناصر المكونة للمبني والتي يمكن أن تدرس من خلال نماذج ال (BIM) ، ويوضح شكل (٢-١٨) الفرق بين الجيل الأول والجيل الثاني.

---

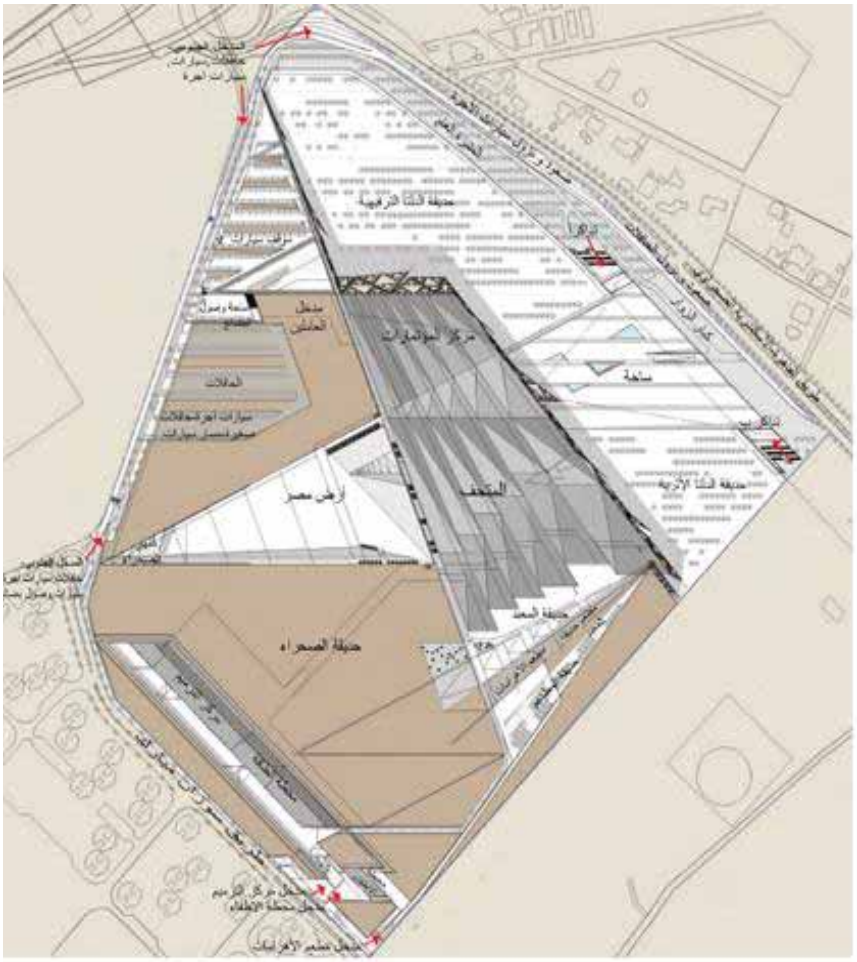
* يتكون فريق التصميم الدولي الفائز من١٤ مكتبا استشاريا من٦ دول هي أيرلندا وإنجلترا ومصر وهولندا والنمسا وكندا، وقد شارك٣٠٠ مهندس وخبير إستشاري دولي ومحلي في وضع الرسومات والدراسات الخاصة بالمتحف، واستغرقت دراسة الجدوي٤ أعوام ونصف،
ثم عاما آخر لكراسة الشروط، ثم بعدها تم طرح المشروع لفترة بلغت عاما ونصف العام لوضع التصميم للمرحلتين الأولي والثانية. المتحف المصرى الكبير the Grand Egyptian Museum .

(1)Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008,P108.



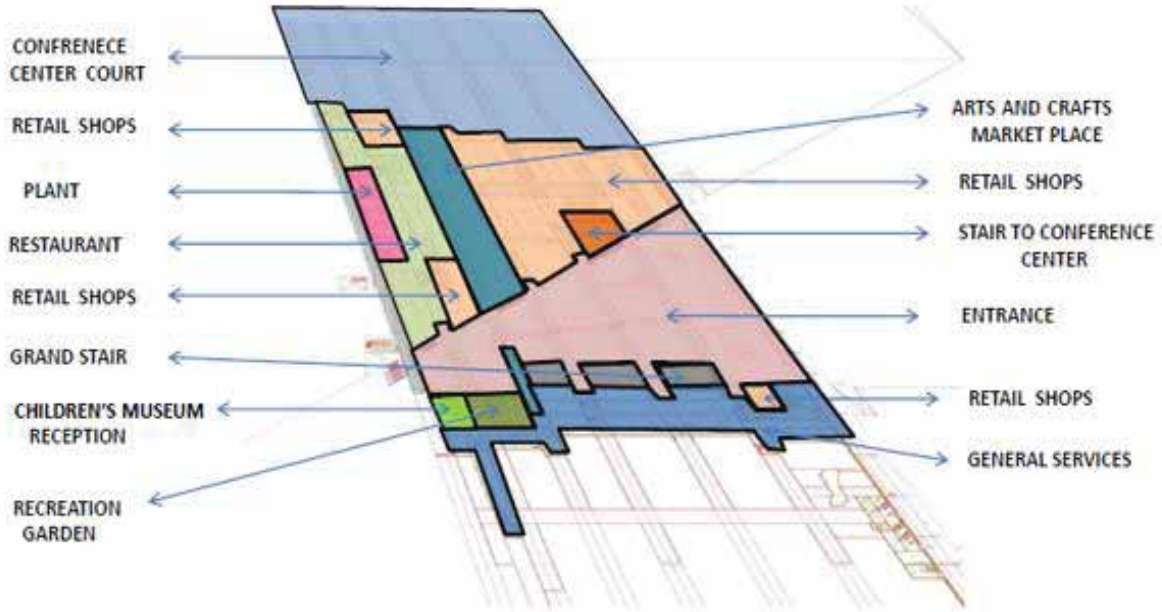
شكل: ٢-٧
صورة بالقمر الصناعي لموقع متحف مصر الكبير ، توضح علاقة المتحف بأهرامات الجيزة
المصدر:
اللجنة الفنية لمتحف مصر الكبير

شكل: ٢-٨
شكل يوضح لقطات دراسية لمشروع متحف مصر الكبير من الداخل والخارج ، تم تنفيذها بواسطة نماذج وضع الأفكار المبدئية ونماذج التصميم
المصدر:
اللجنة الفنية لمتحف مصر الكبير



شكل: ٢-٩
شكل يوضح الموقع العام لمتحف مصر الكبير

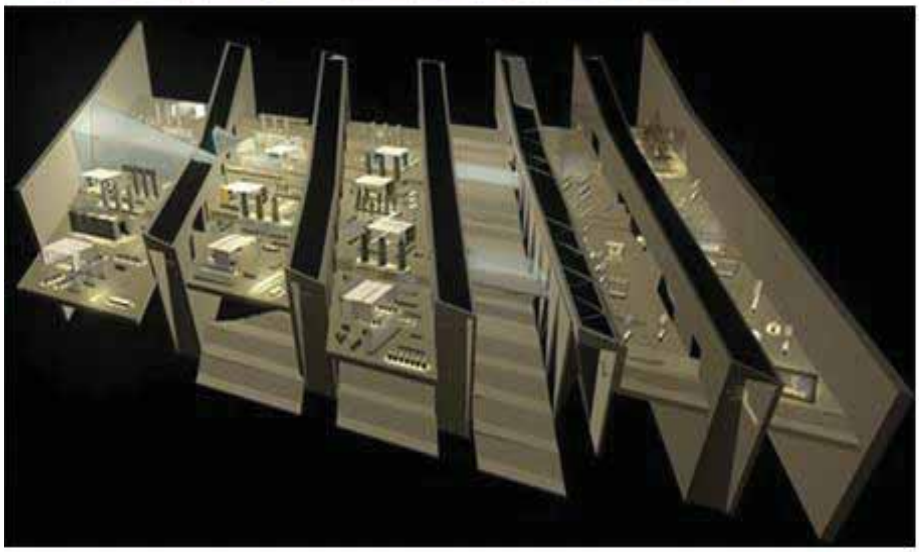
المصدر:
اللجنة الفنية لمتحف مصر الكبير



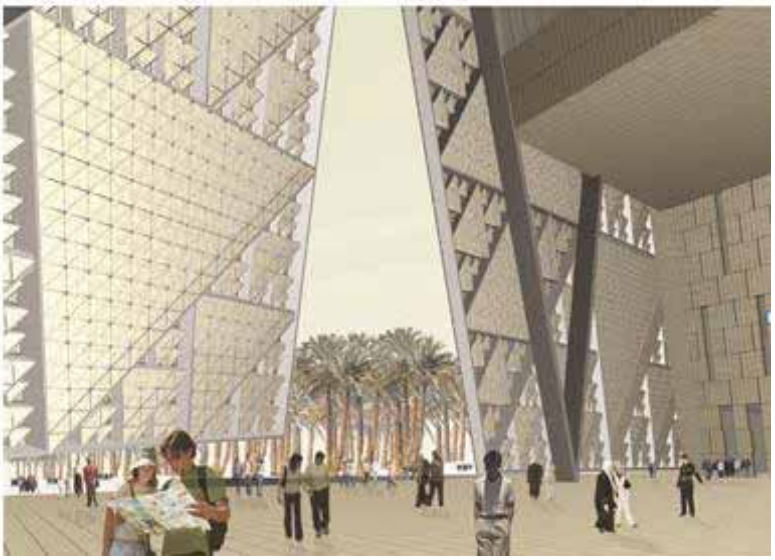
شكل: ٢-١٠
مسقط الدور الأرضي لمتحف مصر الكبير

المصدر:
اللجنة الفنية لمتحف مصر الكبير

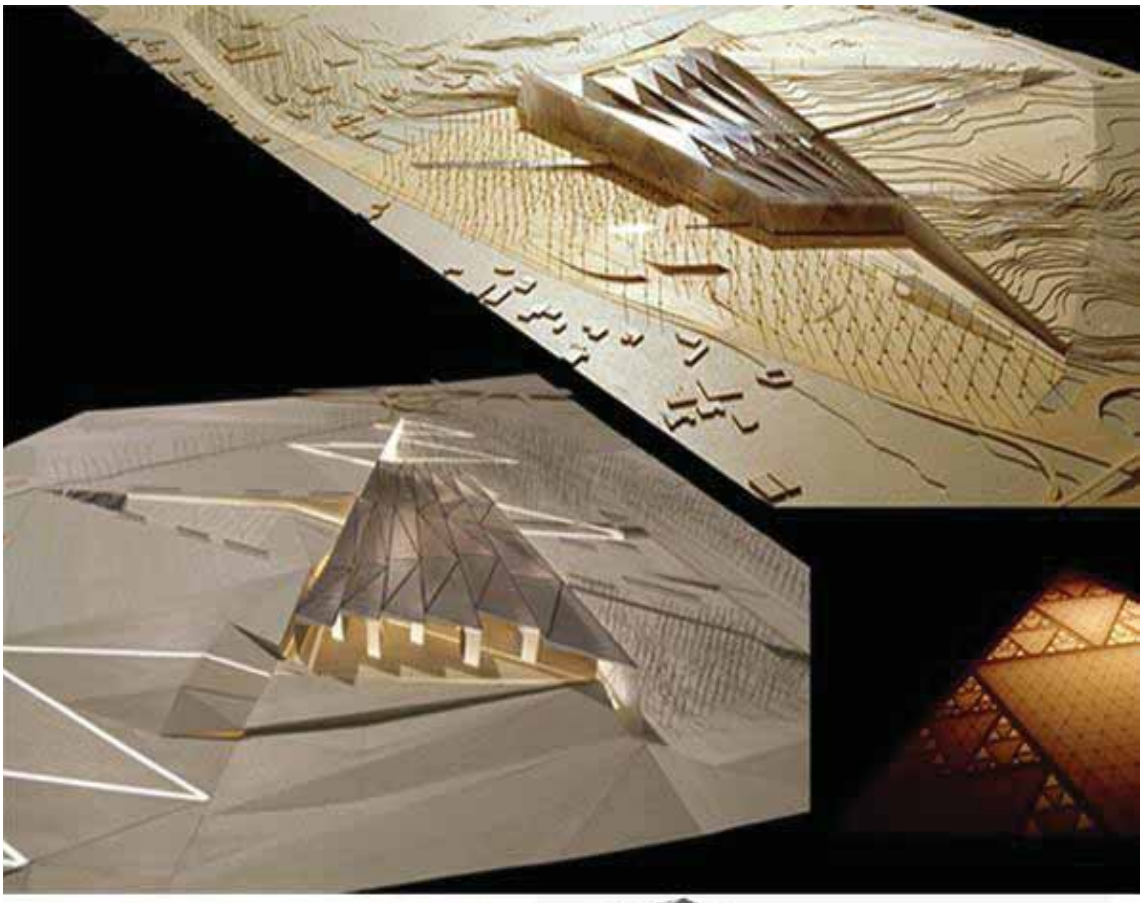
شكل: ٢-١١
شكل يوضح قاعة السلم العظيم Grand Stair الخاصة بعرض مقتنيات المتحف
المصدر:
اللجنة الفنية لمتحف مصر الكبير

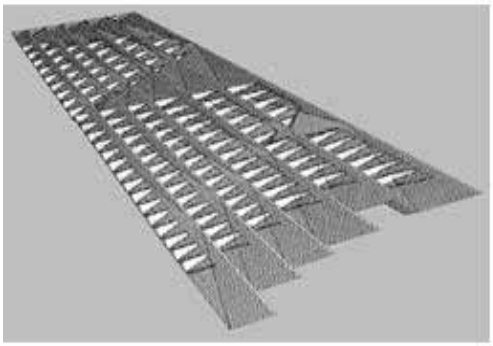


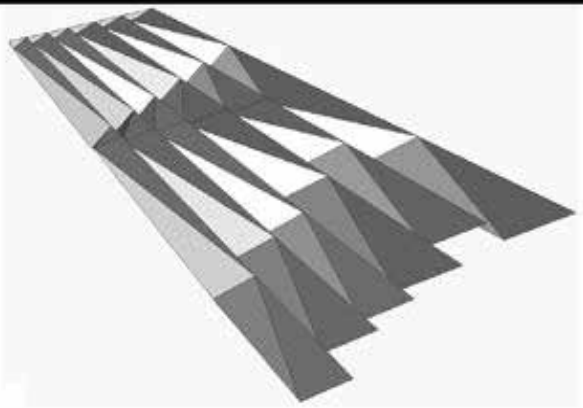
شكل: ٢-١٢
شكل يوضح نموذج ثلاثي الأبعاد يوضح عناصر الحركة والتناقل بين قاعات العرض المختلفة داخل المتحف
المصدر:
اللجنة الفنية لمتحف مصر الكبير

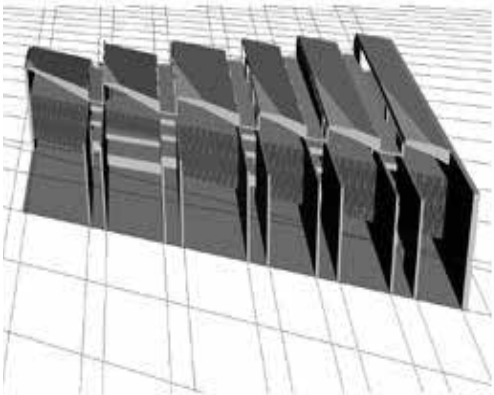


شكل : ٢-١٣
نموذج دراسي لعناصر تكوين الواجهة الخارجية لمتحف مصر الكبير وعلاقتها بالفراغات الداخلية
المصدر:
اللجنة الفنية لمتحف مصر الكبير



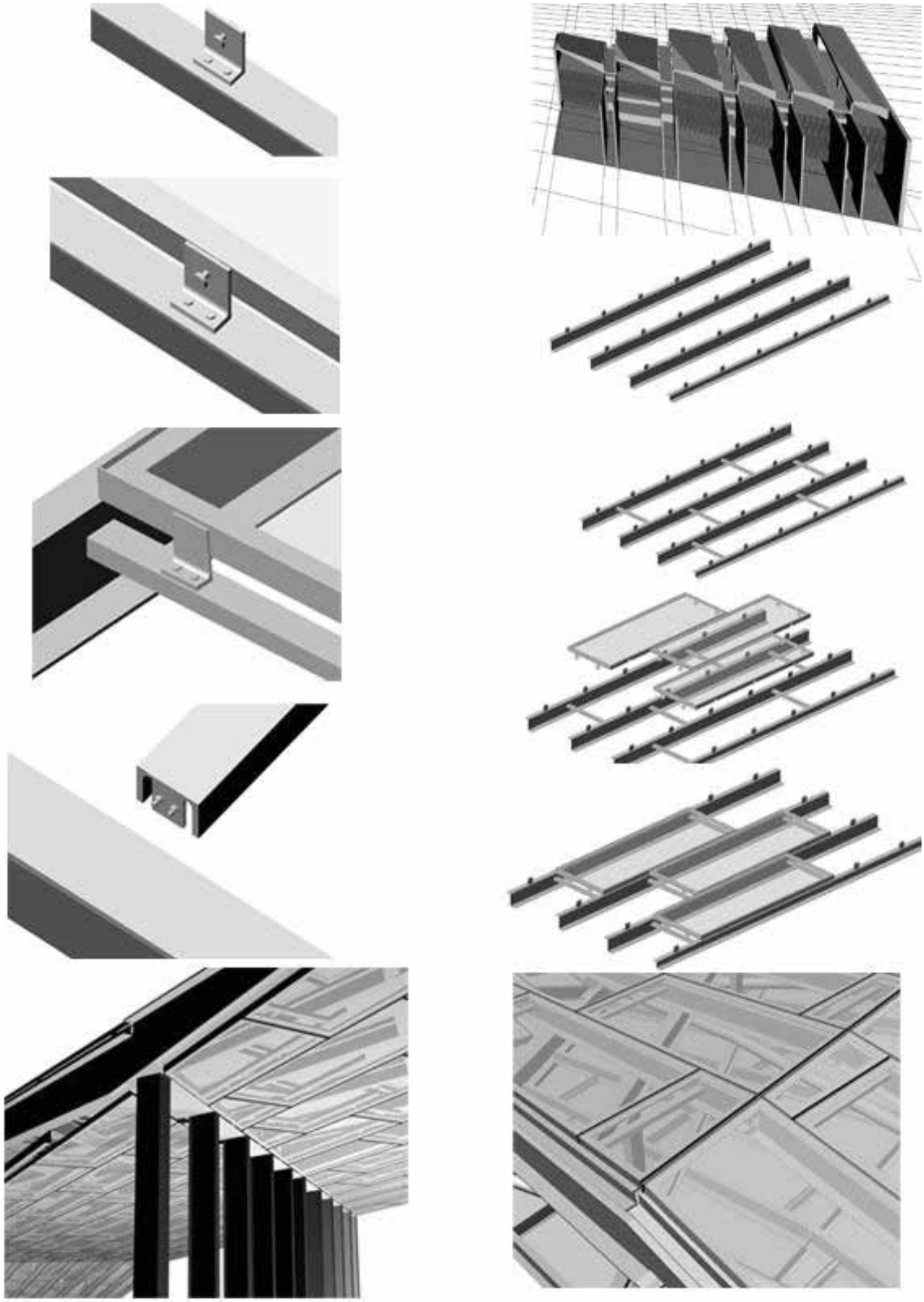






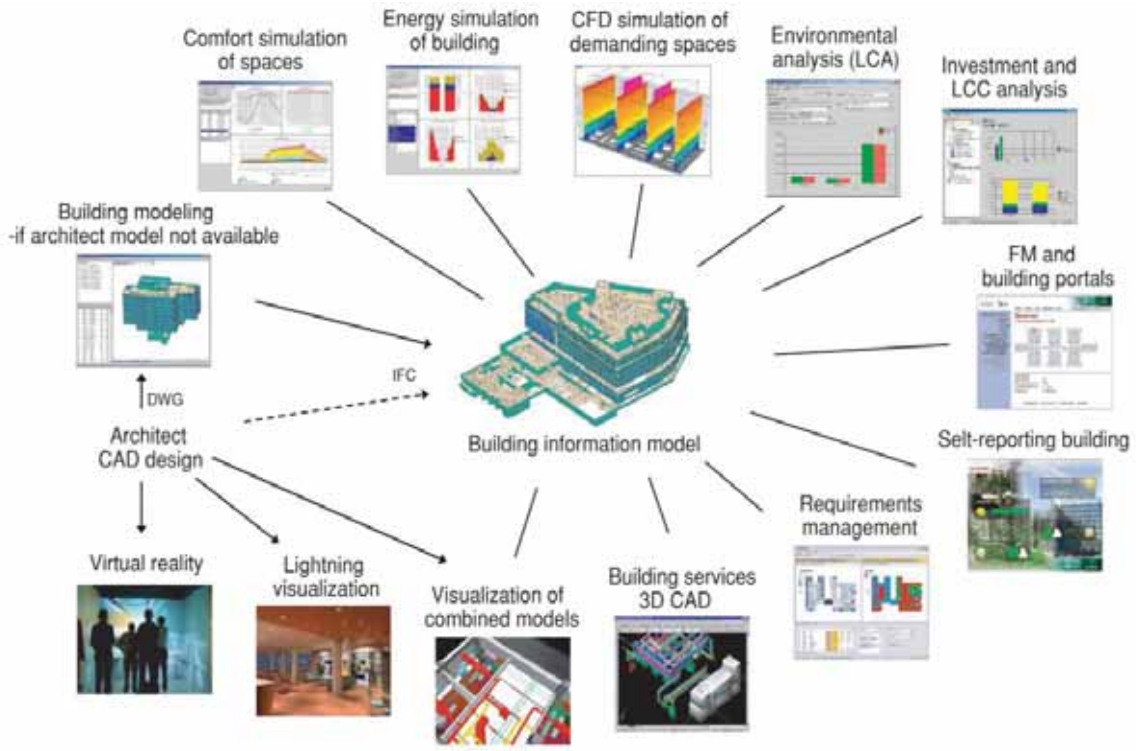
شكل: ٢-١٤
شكل يوضح مراحل دراسة تركيب السقف لمتحف مصر الكبير بواسطة نماذج التفاصيل

المصدر:
اللجنة الفنية لمتحف مصر الكبير



شكل: ٢-١٥
شكل يوضح مرحلة دراسة عناصر تكوين السقف ، وتفاصيل التركيب والتنفيذ

المصدر:
اللجنة الفنية لمتحف مصر الكبير

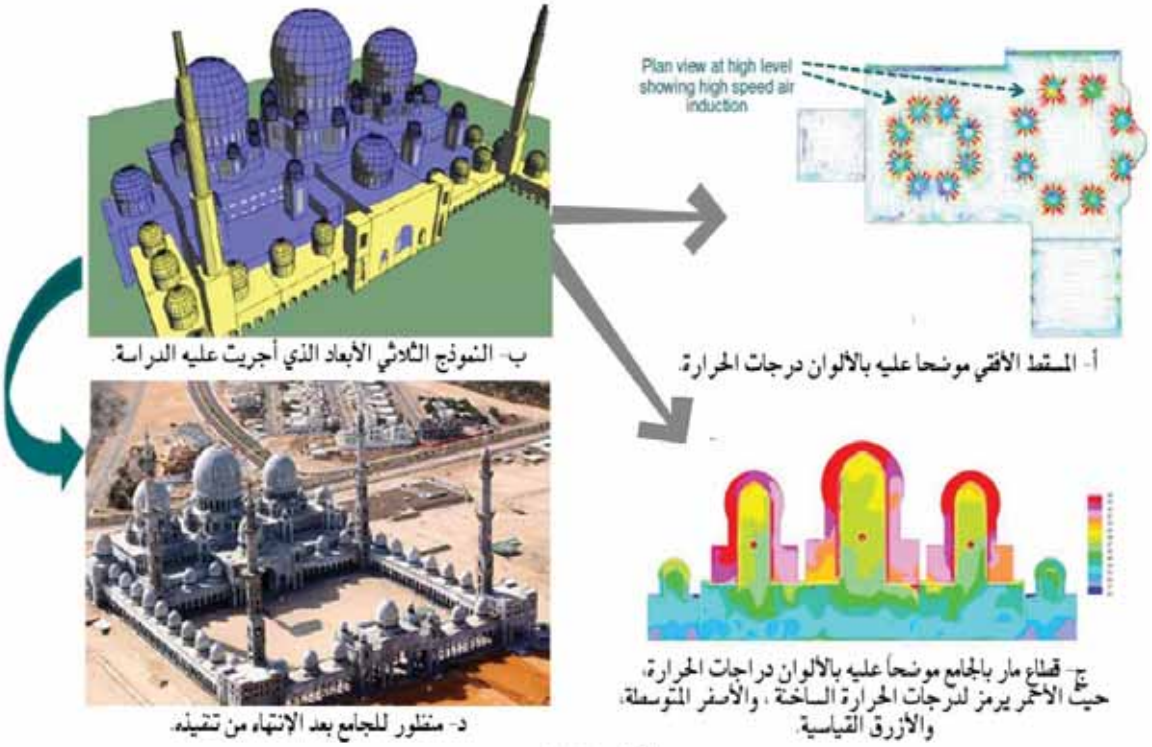


شكل: ٢-١٦

يوضح نموذج الـ BIM كنموذج محاكي للواقع يتيح دراسات كثيرة يمكن من خلالها تلافي الكثير من المشاكل وتوفير الوقت والمال والجهد

المصدر:

Brandon, Peter, Tuba Kocat ¨urk and William J .Mitchell .
Virtual Futures for Design,Construction & Procurement .Wiley-Blackwell, 2008.



ب- النموذج الثلاثي الأبعاد الذي أجريت عليه الدراسة.

أ- المسقط الأفقي موضحا عليه بالألوان درجات الحرارة.

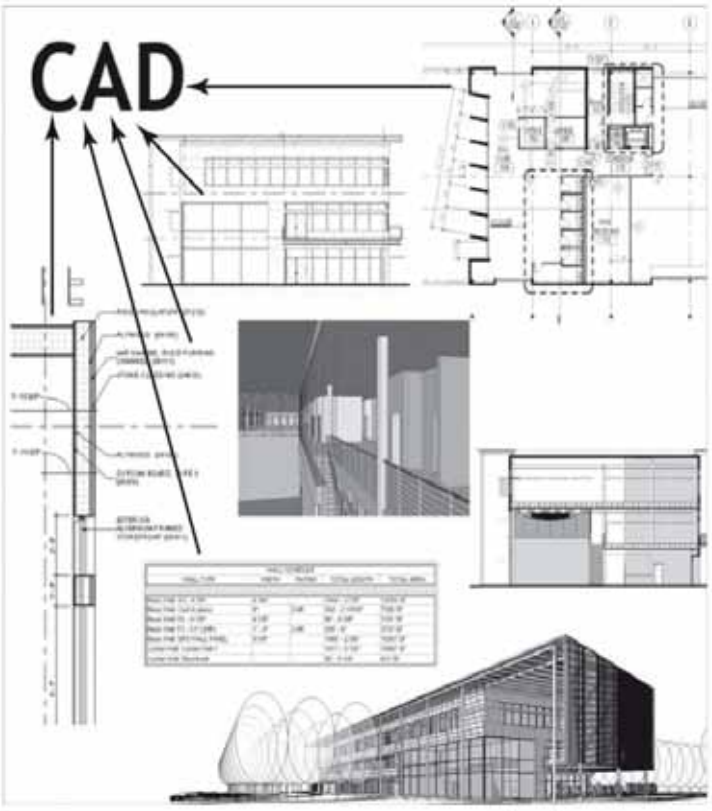
د- منظور للجامع بعد الإنتهاء من تنقيته.

ج- قطاع مار بالجامع موضحاً عليه بالألوان دراجات الحرارة، حيث الأحمر يرمز لدرجات الحرارة الساخنة ، والأصفر المتوسطة، والأزرق القياسية.

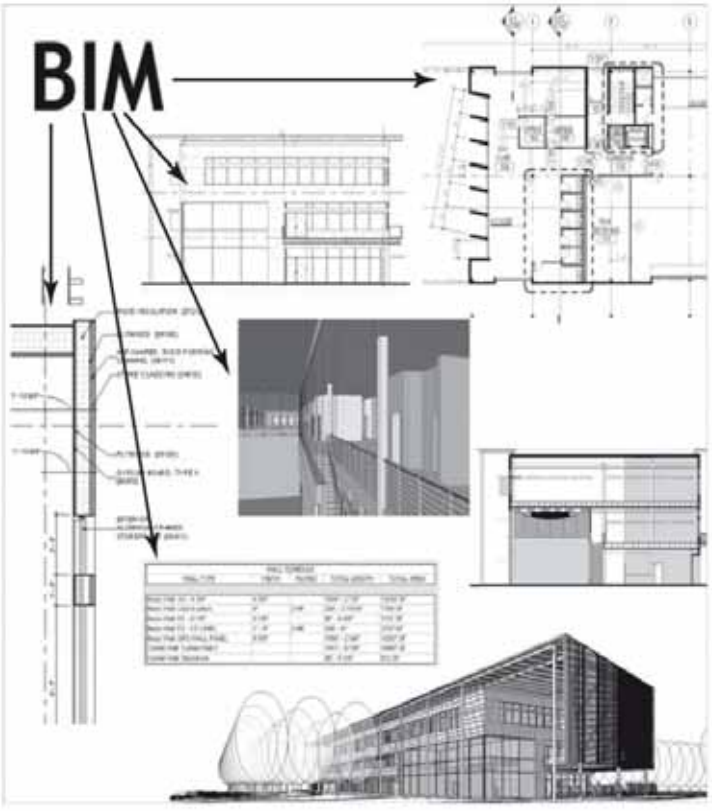
شكل: ٢-١٧

يوضح الدراسات البيئية ببرامج الـBIM، التي أجريت علي الجامع الكبير بأبوظبي، دولة الإمارات المتحدة

المصدر: www.iesve.com/Software/Case-Studies, 12-2010



أ-الجيل الأول: الرسومات غير متكاملة وقد يوجد بها العديد من الأخطاء.



ب-الجيل الثاني: نموذج محاكي للواقع تماما وهو مصدر تحرير الرسومات مما يحقق التكامل بين الرسومات ويساعد علي تلافي الأخطاء.

شكل: ٢-١٨
يوضح الاختلاف الجوهري بين نماذج الجيلين الأول والثاني

المصدر:
Brandon, Peter, Tuba Kocat ¨ urk and William J .Mitchell .Virtual Futures for Design,Construction & Procurement .Wiley-Blackwell, 2008.

٢ ـ ٧ خلاصة الفصل الأول:

١ - طبيعة أدوات التصميم قبل دخول عصر تكنولوجيا المعلومات ودورها في العملية التصميمية كأداة تم تحديدها في القلم ، الورق ، والمصمم المعماري بما يملكه من أفكار عن طريق الإسكتشات ، ووضوح أهمية الاسكتش اليدوي في ترجمة أفكار المصمم ، وأنها أفضل وأسرع طريقة يمكن أن يعبر بها المعماري عن أفكاره.

٢ - مع دخول عصر تكنولوجيا المعلومات استحدثت أدوات جديدة في التصميم أهمها الكمبيوتر والبرامج المساعدة على التصميم ، ولكن دون أن يؤثر دخول هذه الأدوات على العملية التقليدية في وضع الأفكار الإبتدائية ، ولكن الذي اختلف هو استخدام الكمبيوتر في مرحلة تطوير الأفكار واختبارها . حيث إعتبر لدى بعض المعماريين مثل المعماري فرانك جيري " كوسط للتفكير"، واعتبره البعض أمثال المعماري والناقد Rappolt " الأداة التي أتاحت للمعماريين التفكير خارج الصندوق " ، كما إعتبره البعض الآخر مثل المعماري نورمان فوستر " أنه أداة العصر التي لا يمكن ان ننعزل عنها ونعيش في ظل أدوات عصور مضت وانتهت " .

٣ - مع تطور تكنولوجيا المعلومات، ظهرت صناعة البرمجيات ودخلت المجال المعماري في صورة إعداد برمجيات مساعدة على التصميم مرت بجيلين :

- **الجيل الأول :**

وهو البرامج المساعدة على التصميم مثل الـ CAD في صورة رسومات ثنائية الأبعاد 2D، ونماذج ثلاثية الأبعاد 3D ، وهذا الجيل كان يقارب عملية الرسم والتصميم التقليدية. إلا إنه أتاح مميزات جديدة من الدقة وسهولة المسح والتعديل والنسخ والتكرار. مما ساعد على سرعة الإنجاز وتوفير الوقت ، وفي التخصصات الأخرى سهل الحسابات الإنشائية والميكانيكية والكهربية والبيئية ، وذلك نتيجة لقدرة الكمبيوتر على تخزين المعلومات ومعالجتها. إلا إنه إفتقد إلي عدم وجود ترابط بين التخصصات المختلفة ببعضها البعض ، كما أن المشروع يدرس في صورة رسومات منفصلة يتم تجميعها وربطها ببعض في مراحل منفصلة . مما ينتج عنه تعارضات كثيرة وعدم سهولة تطوير التصميم ، وتم ذكر أهم برامج هذا الجيل وما تقدمه من امكانيات للمعماري .

- **الجيل الثاني :**

وهو جيل النماذج الرقمية – نماذج الـ BIM . وهذه النماذج عالجت مشاكل الجيل الأول وسهلت تطوير المشروع . حيث أن المصمم يقوم بالتصميم في صورة نموذج محاكي للواقع ، وفي نفس الظروف المحيطة بيئياً وإنشائياً.. بل ويمكن رصد حركة المستخدمين من خلال برامج محاكاة وتجريب لما يمكن أن يحدث من حركة (سواء فعل أو رد فعل) تجاه المبنى ، كما حققت هذه النماذج التكامل بين فريق التصميم لتلافي التعارضات التي تحدث أثناء تطوير المشروع ، كما مكنت المصمم من الوقوف على أداء المبنى وتقييمه وفقاً لأفكاره التصميمية .

هذا وبعد مناقشة أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات وما أتاحته للمصمم من إمكانيات وأفكار ، فإن دراسة أثر ذلك علي عمليات التصميم سيكون الجانب التطبيقي والأثر الفعلي لهذه الأدوات سواء بالسلب أو الإيجاب ، وهو موضوع الفصل التالي.

٢- الباب الثاني

- منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-١ الفصل الأول : أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٢ الفصل الثاني : عملية التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٣ الفصل الثالث : عملية الإنتاج والتنفيذ في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٢-٠ تمهيد

بعد العرض السابق لأدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات ، وبعد أن تعرفنا على السمات والخصائص والمميزات التي قدمتها تكنولوجيا المعلومات ، والمستخدمة في المراحل المختلفة للمنظومة البنائية. نتعرض في هذا الفصل لدراسة تأثير تكنولوجيا المعلومات على العملية التصميمية، والتي كانت بمثابة عهد جديد لمناهج التصميم والتفكير المعمارى ، ونظريات العمارة ، وبشكل أطلق عليه العديد من المعماريين بأنه عصر عمارة المعلومات أو عصر العمارة الرقمية ، نسبة إلى المعلومات فى صورتها الرقمية التى هى لغة البرمجة ، والتى تترجم فى صورة يسهل عن طريقها تبادل المعلومات.

وإذا كان هذا العصر الذى أطلق عليه عصر العمارة الرقمية ، منطلق من العملية التصممية ذاتها التى أصبح التصميم والمنظومة التى يعمل فيها المصمم تعتمد على أدوات وبرمجيات ووسائط تكنولوجيا المعلومات ، فنجد أن العديد من المهتمين بالتعرف على تطور نظريات العمارة ذهبوا إلى دراسة هذه الظاهرة ومعرفة تأثيرها على العملية التصميمة ، ولكن وجدوا العديد من الصعوبات التى واجهتهم للوصول إلى هذا التأثير .

أهم هذه الصعوبات هو : حداثة استخدام الحاسب الآلي في العمارة علي الرغم من مرور أكثر من ثلاثة عقود علي دخوله المنظومة المعمارية ، ومرور قرابة العقدين علي إنتشار إستخدامه علي مستوي كافة عناصر المنظومة المعمارية . وعلي الرغم من ذلك لم يصل التاثير إلي مرحلة الوضوح الكامل لدي المتخصصين ، ولذلك نجد أن المحاولات التى أجريت للتوصل إلى العوامل المؤثرة وتحليلها إستلزم عقد العديد من المؤتمرات والمعارض والندوات والمسابقات للوصول إلى معالم واضحة لهذه العوامل .

فمن خلال المعرض الذى أقيم بمركز بومبيدو بباريس عام ٢٠٠٣ ، لدراسة الأفكار غير النمطية وغير المطروحة من قبل مع التركيز على ظاهرة العصر (عمارة المعلومات ، التصميم الرقمي). ولوحظ بشدة أن الميديا (الوسط) التى من خلالها تمارس العملية التصميمة هى العامل الرئيسي المؤثر والمحوري علي هذا التغير فى الأفكار نظرا للإمكانيات التى أتاحتها هذه الوسائط للمصمم والتى لم تكن موجودة من قبل .[١]

ومع التعرف على التكنولوجيات المؤثرة على العمارة فى كل الحقب التاريخية التى ظهرت فيها عوامل التغير فى الأفكار ، وجد أنه مثلما أثرت تكنولوجيا الماكينات والتصنيع المسبق على مناهج التصميم بالتوازى مع هذه الحقبة ، كذلك فإن وسائط الكمبيوتر وبرمجيتها أثرت على المناهج العلمية ، المنتج المعماري بل والمصمم أيضاً ، وأطلق على هذه المرحلة الجديدة بمرحلة التحول من التصميم عبر أستخدام الأوراق إلى التصميم عبر المعلومات . يقول الدكتور علي رأفت " الآن كل مراحل التصميم أصبحت رقمية ، الرسومات ، النماذج ، التصنيع ، التنفيذ ، تبادل المعلومات والتنسيق بين التخصصات "[٢]. وظهر معامل جديد كان له القدرة على تغيير شكل ومفهوم ومضمون العمارة ، وهو

(1) Oxman, Rivka" .Theory and design in the first ".Design studio-The International Journal for Design Research in Engineering, Architecture, Products and Systems) 2006,P02.

(٢) د.علي رأفت .عمارة المستقبل. القاهرة: مركز أبحاث انتركونسلت، ٢٠٠٧.

مرتبط بقدرات الأداة وهو : القدرة على تبسيط التكوينات المعقدة ، والتغلب على ذلك بوسائل التصميم والإنتاج والتنفيذ الرقمى الجديدة عبر النمذجة والمحاكاة وتحويل العناصر والأجزاء المكونة للمبنى إلى معلومات. هذه المعلومات هى التى قضت تماما على مشاكل وصعوبات كان يعاني منها المعماري سابقاً في توصيف الأشكال والحجوم ، والتي أصبح الحاسب الآلي يساعد علي إجراء هذه العمليات بسهولة وسرعة ودقة عالية، وتحويلها إلى واقع بنفس الطريقة. وسيتم توضيح تأثير تكنولوجيا المعلومات علي عملية التصميم من خلال المقارنة بين: مرحلة التصميم الورقى ، ومرحلة التصميم الرقمي .

٢-٢-١ المقارنة بين العملية التصميمة الورقية ، العملية التصميمية الرقمية :

وسوف نتناول المقارنة بين العملية التصميمية الورقية ، والعملية التصميمية الرقمية من خلال العناصر التالية:

١. المصمـــم	**Designer**
٢. التمثيل الرقمى	**Representation**
٣. توليـد الأفكار	**Generation**
٤. التقييـــم	**Evaluation**
٥. الأداء	**Performance**

٢ ٢ ١ ١ المصمم **DESIGNER** :

يعد المصمم هو المحرك الرئيسى للعملية التصميمة ، وهو المركز لدائرة التصميم التى تبدأ وتنتهى عنده القرارات . فتبداء القرارت فى صورة أفكار مبدئية وتنتهى فى صورة تصميمات ليقوم بالتقييم والأختبار لمدى نجاحها ، ويبقى السؤال هل يختلف دور المصمم بالمقارنة بين المرحلة التى كان فيها التصميم ورقى وبين مرحلة التصميم الرقمى ؟.

ولكي نصل الي الاجابة على هذا التساؤل نحتاج إلى دراسات وأسئلة توجه للمعماريين أنفسهم القائمين على هذا الدور، يقول كريس آبيل (**Chris Abel**) [١] :

(If Norman Foster and Frank Gehry had practiced in ancient Greece, I imagine that they would have worshipped very different gods. With his low-energy concerns and expertise in using natural light) .

أو " هل لو وجد المعماريان نورمان فوستر وفرانك جيرى فى عصر العمارة الرومانية كانت ستختلف أعمالهم ؟ ويجيب هو عن هذا التساؤل : بإن الواضح أن فكر نورمان فوستر وفرانك جيرى الأبداعى هو الذى ميزهم ، وأنه كنت أتوقع أن أعمالهم لو كانت فى العصرالرومانى فإنها كانت ستجد طريقها للتميز عبر معالجة الفراغات وأساليب الأضاءة المبتكرة والحلول الخارجية للكتل "، وذلك يبرهن على أن المصمم

(1) Abel, Chris. ARCHITECTURE,TECHNOLOGY AND PROCESS. Oxford : Architectural Press, 2004,P91.

المبدع هو الأساس ولكن الذى يزيد من تميز هؤلاء المعماريون أنهم أختاروا أن يكونوا مبدعين بأدوات عصرهم فنجد أن نورمان فوستر نفسه يقول " كيف نجد الأقمار الصناعية من حولنا والتكنولوجيا التى ذهبت بالإنسان إلى القمر دون أن نستخدمها " .[١]

ولكن ما أحدثته التكنولوجيا فى المصمم هو التفاعل الدائم مع كل عناصر العملية التصميمة والعمل المعمارى عبر وسائط المعلومات ، مما أضفى ثقافة جديدة على المعمارى ، هذه الثقافة التى أطلق عليها كريس آبيل **(Chris Abel)** عنونا لفصل فى كتابه الهندسة المعمارية ، والتكنولوجيا ،والعملية بإسم "فرانك جيرى ونورمان فوستر تكنولوجيا واحدة وثقافتان مختلفتان" ليطرح أن التكنولوجيا التى طوعها وأستفاد منها الأثنان فى إبداع أعمالهما ، تكنولوجيا واحدة وهى تكنولوجيا المعلومات ، ونتيجة لإختلاف ثقافة المعمارى وفقاً لإختلاف المؤثرات المحيطة نتج عنها أعمال مميزة ، ولكن تعبر عن ثقافة خاصة ليثبت مرة أخرى أن المؤثر هو المصمم فى الأساس .

فنجد أن فرانك جيرى : إمتازت أعماله بالنحت والتكوينات التي تعتمد علي إستخدام الأشكال الطبولوجية * والمنحنيات غير المنتظمة ، والتي تصل في بعض الأحيان إلي الإستعارة الصريحة للأشكال. ومن المشروعات التي إستخدم فرانك جيري الحاسب الآلي في كافة مراحل التصميم مشروع فيلا أوليمبكا التى تعتبر إستعارة صريحة لشكل سمكة (شكل ٢-١٩) ، ولذلك كان إعتماده في إستخدام الحاسب الآلي علي أنه عنصر مساعد لتسهيل تحقيق الأفكار من الخيال إلي الواقع بما تحتويه من تعقيدات وصعوبات إنشائية **، وهو ما حققه ببرنامج كاتيا (CATIA)[٢] . فكان الأساس القائم على إختيار وتطوير البرنامج المساعد الذى إستعاره من تكنولوجيا تصنيع الطائرات والمكوك الفضائى ، هو أساس تسهيل التعقيد ، والتحكم فى منظومة البناء سواء فى مراحل التصميم الأولية أو المراحل المتطورة منه أو مراحل التصنيع والإنتاج والتنفيذ والإنشاء.

- مراحل العملية التصميمية لأعمال المعماري فرانك جيري :[٣]

١ -دراسة الفكرة الأولية للمشروع بما تحتويه من متطلبات وظيفية ، وتشكيلية عن طريق الإسكتشات اليدوية . يقول فرانك جيري : " إن مرحلة المشاكل الوظيفية هي ممارسة فكرية. وهو جزء لا يقل أهمية عن حل باقي المشاكل ، ومن خلال التعامل مع العميل وبعد التعرف علي رغباته ، وما يشمله المشروع من محتويات ، أبحث عن لحظة حقيقية لكي أفهم المشكلة " [٤] أو: **"Solving all the Functional problems is an intellectual exercise. That is a different part of my brain. It's not less important, it's just different. And I make a value out of solving all those problems, dealing with the context and the client and finding my moment of truth after I understand the problem."**

ففي مشروع مركز ساتا Sata Center * ، قام فرانك جيري بوضع الحلول الوظيفية بعد أن قام بدراسة متطلبات العميل، والتي قام بعرضها عليه في صورة إسكتشات ، ونماذج ثلاثية الأبعاد ، ولكن نتيجة لعدم تطور برمجيات

(١) المرجع السابق ص ١٤٧.

* تم مناقشة الأشكال الطبولوجية في الفصل الثاني من الباب الأول .

** سيتم التعرض لعمليات التنفيذ والتصنيع اوالتنفيذ الرقمي بشكل أكثر عمقاً في الفصل التالي.

(2),(3)Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005, P103.

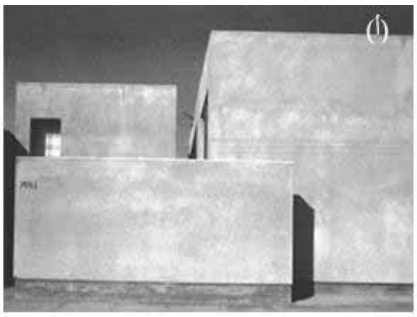
* مبني مركز ساتا Sata Center : وهو مبني خاص بمعهد MIT للتكنولوجيا ، وهو يقع ب Massachusetts , Cambridge USA. تم البدء في بناءه عام ٢٠٠٠م ، وافتتح عام ٢٠٠٤ م.

الكاد في دراسة الحلول والمتطلبات الوظيفية ، لم يستند فرانك جيري إليها- برمجيات خاصة بوضع حلول المساقط - في هذه المرحلة . شكل (٢-٢٠)
فالبرمجيات الخاصة بوضع حلول المساقط تقتصر علي وضع الديجرامات الخطية Linear Diagrams والديجرامات الفقاعية Bubble Diagrams ، بجانب قصرها علي توزيع الفراغات في صورة فراغات متجاورة ومتعامدة . وهو ما لا يتيح الإبداع في التعامل مع الموقع (وبخاصة في أعمال المعماري فرانك جيري حيث أنه يعد من المعماريين الذين يعملون بإتجاه التفكيكية)، ولذلك يمكن الإستفادة منها بشكل إسترشادي دون الدخول في مراحل متطورة من التصميم .

٢ -وضع نماذج مبدئية للفكرة في صورة ماكيت دراسي لدراسة ملائمة الحلول الفراغية والوظيفية للتكوين الإنشائي. والذي يعتمد فيه فرانك جيري علي الأشكال الطبولوجية، والمنحنيات غير المنتظمة، مما يستدعي إبتكار حلول إنشائية غير تقليدية، وهو ما يجعل من إستخدام النماذج الكاد الثلاثية الأبعاد ضروري في هذه المرحلة، وهو ما فعله فرانك جيري في العديد من مشروعاته. ففي مشروع مركز ساتا **Sata Center** قام فريق التصميم بعمل العديد من النماذج الإنشائية لكامل المبني ومناقشة طرق الإنشاء المناسبة لكل جزء بما يسمح بتنفيذ الفكرة التصميمية، شكل (٢-٢١).

٣ -بعد الإستقرار علي الفكرة المبدئية عن طريق الماكيت الدراسي ، يقوم بعمل مسح رقمي للماكيت وتحويله إلي نموذج ثلاثي الابعاد بهدف دراسته بشكل أكثر عمقاً . وهذه المرحلة هامة بدرجة كبيرة، فنجد أيضاً في مشروع قاعة والت ديزني للموسيقي والتي تحتوي علي عدد ٢٤٠٠ كرسي ، نجد أن فرانك جيري إستعان بمتخصص في دراسة الصوتيات (دكتور تويوتا Dr. Toyota).
حيث قام بإعداد نماذج (ماكيت) دراسية للقاعة لدراسة أنظمة الصوتيات ، والإضاءة . وقام فريق الصوتيات بإجراء دراسات الحيود الصوتي والصدي والتردد عن طريق الإشعاع Ray-tracing وإنعكاساتها علي أسطح الماكيت الدراسي . وبعد أن تم الإستقرار علي النموذج المثالي للتصميم قاموا بعمل نموذج ثلاثي الأبعاد للقاعة وعن طريق برمجة نماذج المحاكاة بالمعلومات والبيانات الخاصة بالدراسات الصوتية والضوئية تم تطوير شكل القاعة نتيجة للأداء الصوتي، شكل (٢-٢٢).

٤ -بعد تحويل المبني إلي نموذج ثلاثي الأبعاد يتم دراسة كافة عناصر المبني عبر الوسيط الرقمي ، ودراسة كيفية تحويله إلي رسومات للتنفيذ ، وتوضيح طرق ومواد البناء المناسبة لكل جزء. وهذه المرحلة تحتوي علي العديد من العمليات والتحليلات للأسطح وكيفية تجميع المنحنيات المعقدة أو ذات التكوين الحاد ، ويُحدد عن طريق النماذج الثلاثية الابعاد الاماكن التي تحتاج إلي دراسة ، وتمر بعدة مراحل سيتم تناولها بشكل أقصر تفصيلاً في الفصل القادم.

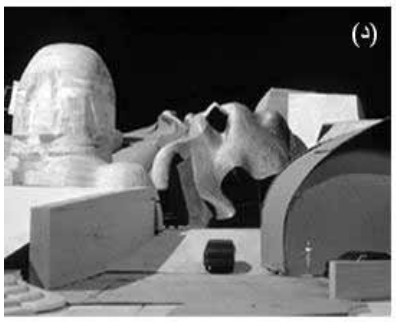


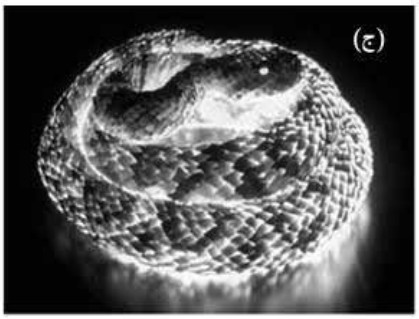
(أ) مشروع Danziger House and Studio بكالفورنيا - ١٩٦٤أحد أعمال فرانك جيري قبل تطويره لأدواته التصميمية.

(ب) تغطية على شكل تمثال سمكي، بيرشلونة ، أسبانيا.

(ج) أحد الأعمال الفنية التشكيلية لفرانك جيري على شكل ثعبان ملتف حول نفسه.

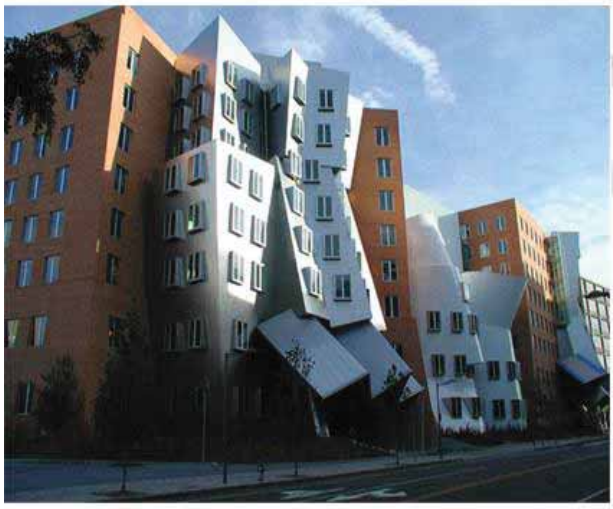
(د) مشروع Lewis House بأوهايو ١٩٨٥ - ١٩٩٥واتجاه فرانك جيري للتكنولوجيا الغير منتظمة مستفيداً من إمكانيات تكنولوجيا المعلومات.

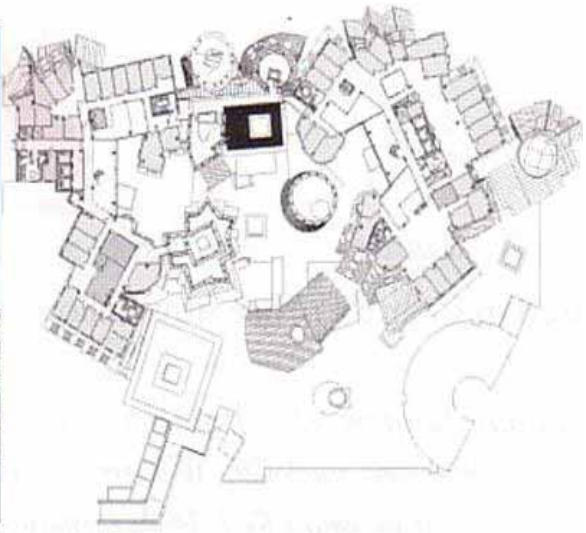




شكل: ٢-١٩
يبين أعمال المعماري فرانك جيري قبل وبعد استخدامه تكنولوجيا المعلومات.

المصدر:
Abel, Chris .ARCHITECTURE, TECHNOLOGY AND PROCESS . Oxford :Architectural Press, 2004.

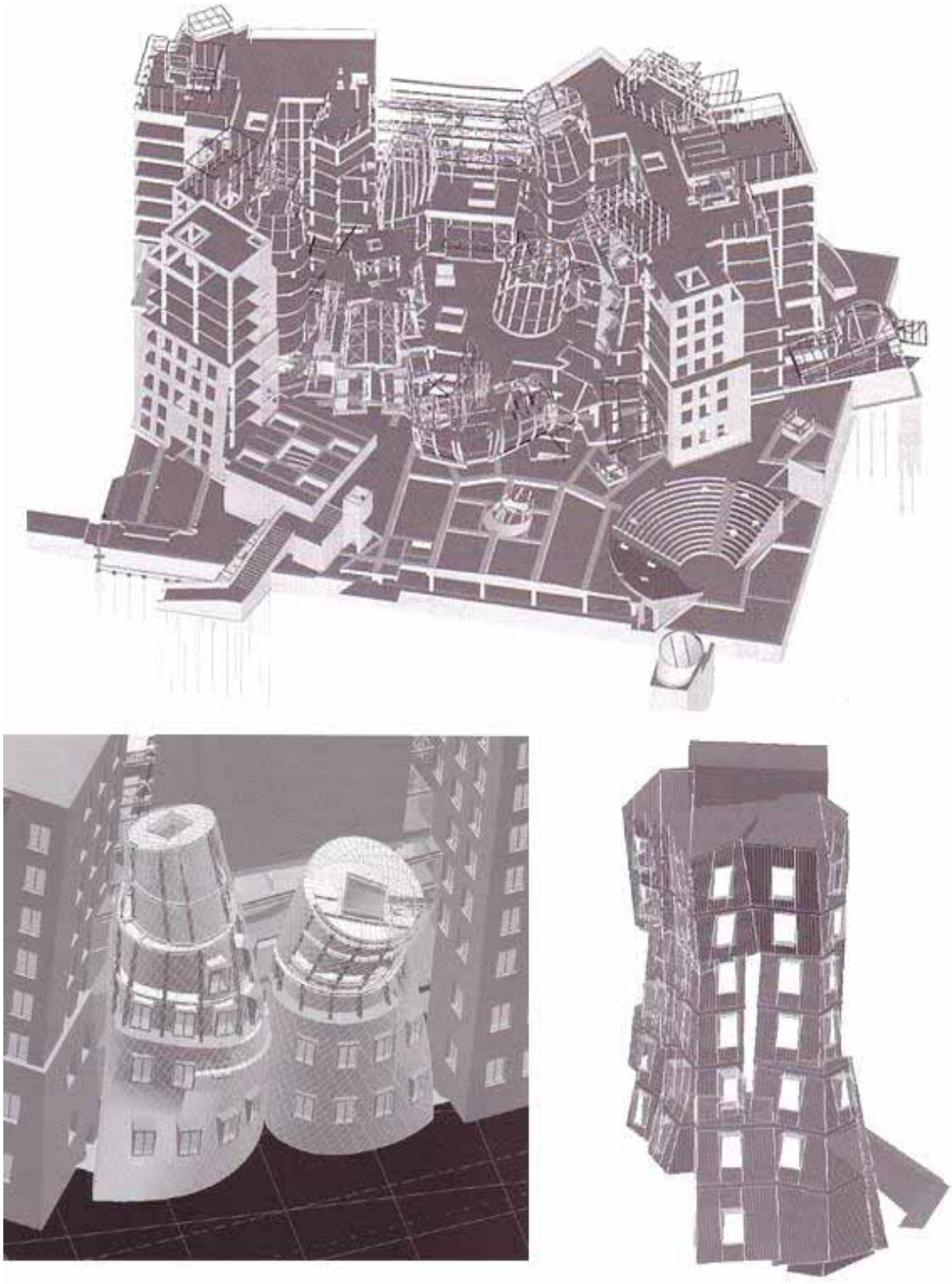




تجميع الفراغات في مشروع مركز ساتا

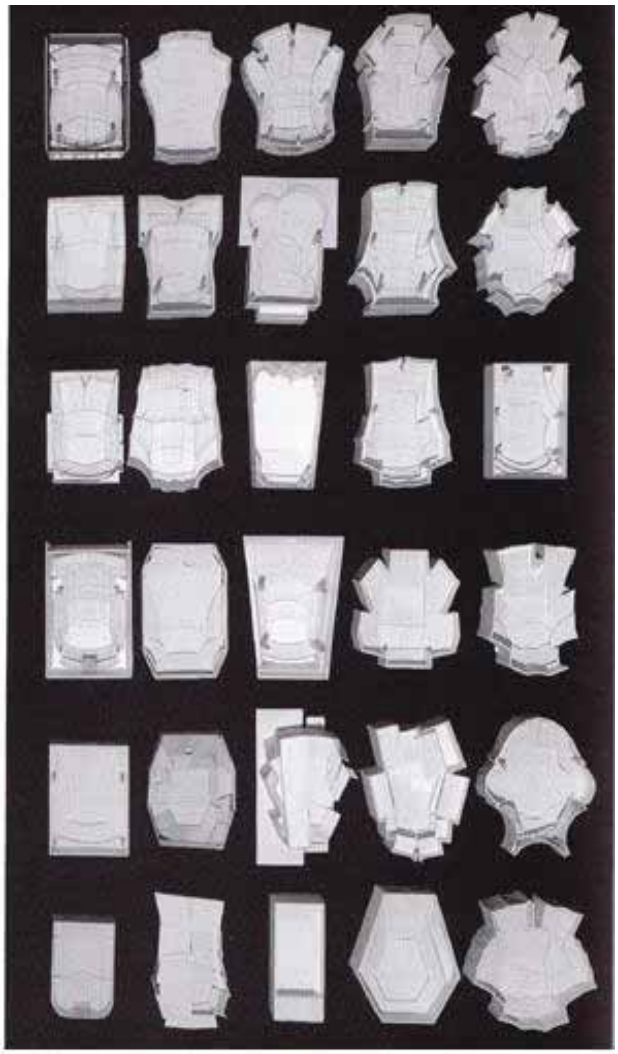
شكل: ٢-٢٠
مشروع مركز ساتا Sata Center بالولايات المتحدة ، من تصميم فرانك جيري.

المصدر:
Abel, Chris .ARCHITECTURE, TECHNOLOGY AND PROCESS . Oxford :Architectural Press, 2004.



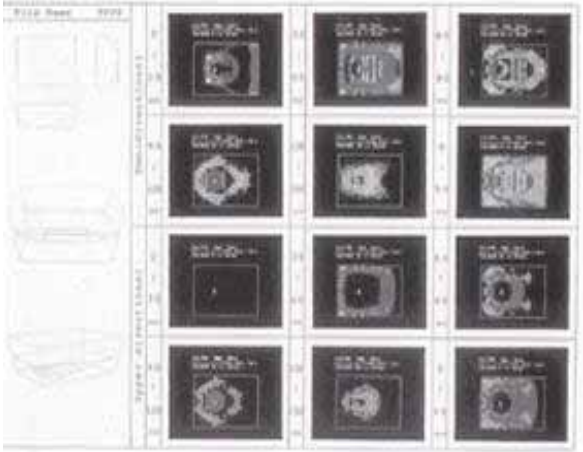
شكل: ٢-٢١
نماذج ثلاثية الأبعاد لكامل مشروع مركز ساتا، يوضح من خلالها دراسة طرق الإنشاء

المصدر:
Szalapaj, Peter. Contemporary Architecture and the Digital Design Process. Oxford: Architectural Press, 2005.



(أ) شكل يوضح الماكيتات الدراسية التي تم صنعها وإجراء الإختبارات عليها

(ب) شكل نماذج ثلاثية الأبعاد لدراسة سقف القاعة



شكل: ٢-٢٢
شكل يوضح مراحل دراسة الصوتيات على كلاً من الماكيتات الدراسية ، والنماذج الثلاثية الأبعاد ، مشروع قاعة والت ديزني للموسيقي.

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing . London :Taylor & Francis, 2005.

- أما نورمان فوستر : فنجد أن أعمالة أهم ما يميزها هى التقنية العالية والأداء المثالى المناسب للبيئة المحيطة للمبني . فكانت نظرته إلى تكنولوجيا المعلومات علي أنها أداة لتحقيق نظريته من خلال إستخدام تكنولوجيا المعلومات فى مراحل التصميم المبكرة لدراسة المبنى ، ومدى تحقيقه لمبادئ العمارة المستدامة والتوفيرفى الطاقة . ولذلك نجد أن الدراسات المناخية التى يجريها بواسطة برامج التحليل المناخى هى دراسات محورية فى إنتخاب وإختيار البديل النهائى للمشروع ، بالإضافة إلى دراسات الطرق الأنشائية والتكوين الخارجى للمبنى . فنجد مثلاً مبني بلدية لندن **Greater London Authority Headquarters** (شكل : ٢-٢٣)،(٢-٢٤). مثال واضح لهذه العملية التصميمة الرقمية ، حيث أراد المصمم (نورمان فوستر) أن تكون فكرة مشروع مبني البلدية كتعبير رمزي لمفهوم الشفافية ، والتي تعطي لكل أفراد المجتمع الحق في التعرف علي مايدور من أفكار تجاه مدينتهم . فجاءت فكرة المشروع معبرة عن هذا المفهوم ، والتي عُبر عنها معمارياً علي شكل مبني زجاجى شفاف لكى يرى الجمهور البرلمان الأنجليزى من المناطق المحيطة . ولكن المعادلة التى حققها نورمان فوستر بنجاح كبير هى أن المبنى كان متواقفا مع مبادئ العمارة المستدامة مع توفير للطاقة وتفادى لزوايا الشمس المؤثرة على المبنى ، فقد كان إختيار البديل النهائى على أساس التحكم فى تشكيل الغلاف الخارجى (والذى كان على شكل عدسة) بما يقلل من تأثير الأشعة على إرتفاع درجة الحرارة الداخلية للمبنى ، وكان للبرنامج الخاص بالتحليل الحرارى دور فى تشكيل الغلاف الخارجى ، وبالأضافة إلى ذلك التنفيذ والتصنيع لعناصر المبنى رقميا فى منظومة واحدة .[١] (٢-٢٥)، (٢-٢٦)،(٢-٢٧)،(٢-٢٨).
  - مراحل العملية التصميمية لأعمال المعماري نورمان فوستر :[٢]

١ - يبدء نورمان فوستر بدراسة موقع المشروع وما يحيط به من عوامل يمكن أن تؤثر علي الفكرة التصميمية ، ودراسة كيفية تحقيق فكرة للمشروع تجمع بين فكر المصمم ، والجوانب الوظيفية في إطار مبادئ عمارة الإستدامة .

٢ - إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للموقع قبل البدء في التصميم ، وإجراء التحليلات المناخية عليها للوقوف علي 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 (التحليلات النوعية ، والتحليلات الكمية). ويعد تصميم نورمان فوستر لبرج سويس ري Swiss re Tower مثالاً واضحاً علي ذلك ، حيث تم تكوين كتلة المشروع بناءً علي 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 إلي أن يتم تفريغه من فتحة أسفل المبني ، وهو ما ساعد علي الوصول إلي تهوية طبيعية داخل المبني ، بالإضافة إلي تقليل فترات عمل المكيفات علي مدار اليوم.

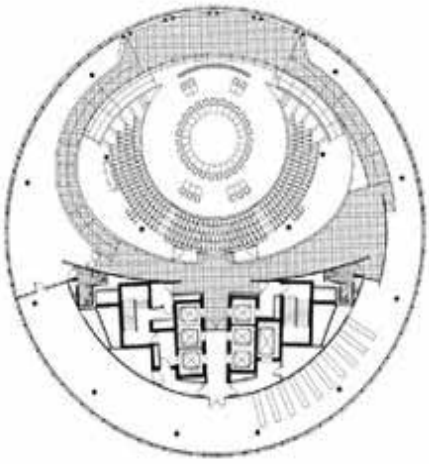
٣ - عند الإستقرار علي الشكل النهائي للمبني يتم دراسة الأجزاء المكونة للمبني من الكل إلي الجزء عن طريق نماذج التنفيذ.

٤ - يتم دراسة كيفية تنفيذ المبني عن طريق نماذج ثلاثية الأبعاد تبني البناء الذي سينفذ به المبني لمناقشة الصعوبات وكيفية التغلب عليها قبل البدء في التنفيذ. فنجد أن فريق التصميم بمكتب فوستر قام بتنفيذ مبني بلدية لندن **Greater London Authority Headquarters** بشكل رقمي عن طريق النماذج الثلاثية الأبعاد ، وذلك بإتباع نفس الخطوات التي سيقوم بها فريق التفيذ في الموقع وبشكل متسلسل ، بما في ذلك أعمال الشدات وأبراج تحميل الخرسانة والمواد ، ومحاكاة تعامل العمال والمعدات مع مراحل البناء ، وهو ما ساعد علي تلافي العديد من المشاكل أثناء مرحلة التنفيذ الحقيقية. شكل (٢-٢٩).

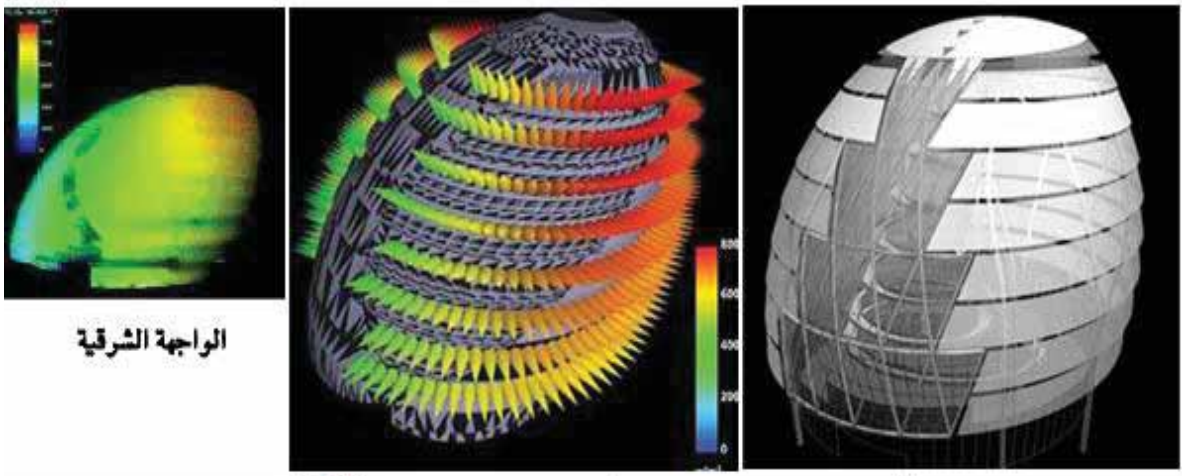
(1)Abel, Chris .ARCHITECTURE,TECHNOLOGY AND PROCESS .Oxford :Architectural Press, 2004,P95.

(2)Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005,P83.

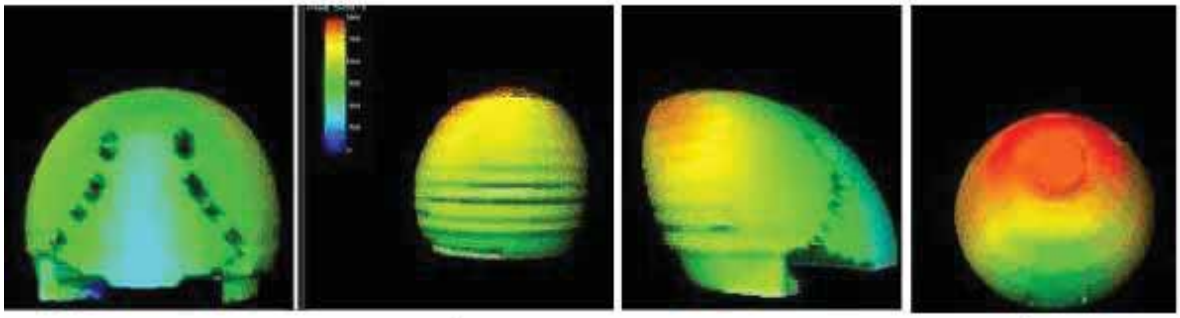
شكل: ٢-٢٣
مشروع مبني بلدية لندنGreater London Authority
Headquarters ، UK، 2002
المصدر:
http://www.fosterandpartners.com/
Projects/1027/Default.aspx, 2010.



شكل: ٢-٢٤
مسقط أفقي الدور الأول ، لمبني بلدية لندن
المصدر:
http://www.fosterandpartners.com/
Projects/1027/Default.aspx, 2010.



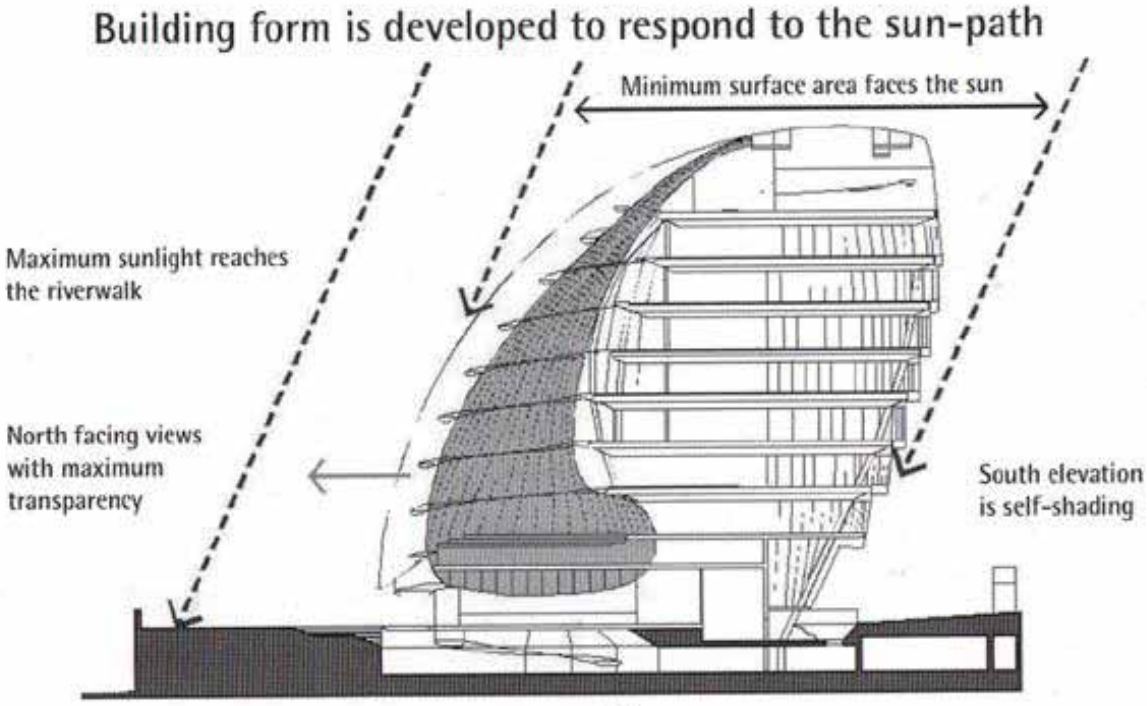
الواجهة الشرقية



المبني من أعلي | الواجهة الغربية | الواجهة الجنوبية | الواجهة الشمالية

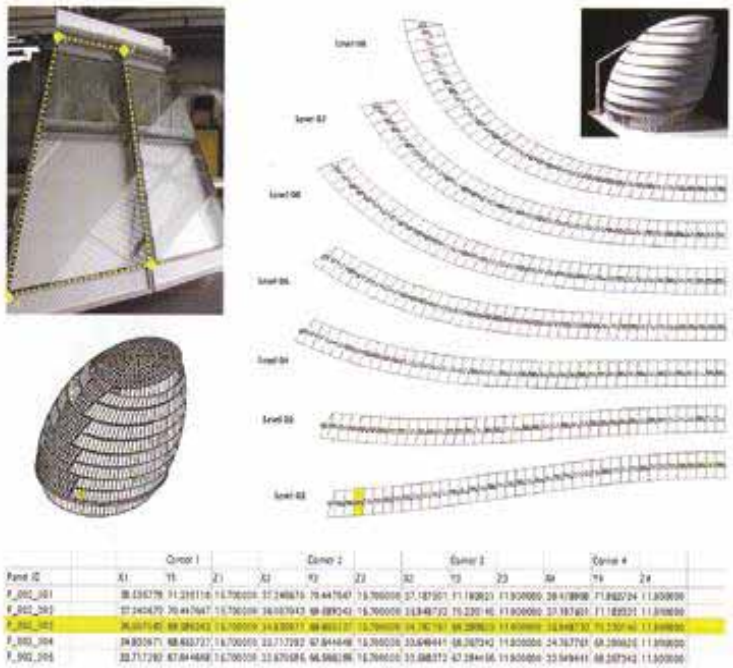
شكل: ٢-٢٥
شكل يوضح الدراسات التحليلية لتأثير درجات الحرارة ،وأشعة الشمس علي الواجهات
علي نموذج ثلاثي الأبعاد محاكي لمبني بلدية لندن.

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .
London :Taylor & Francis, 2005.



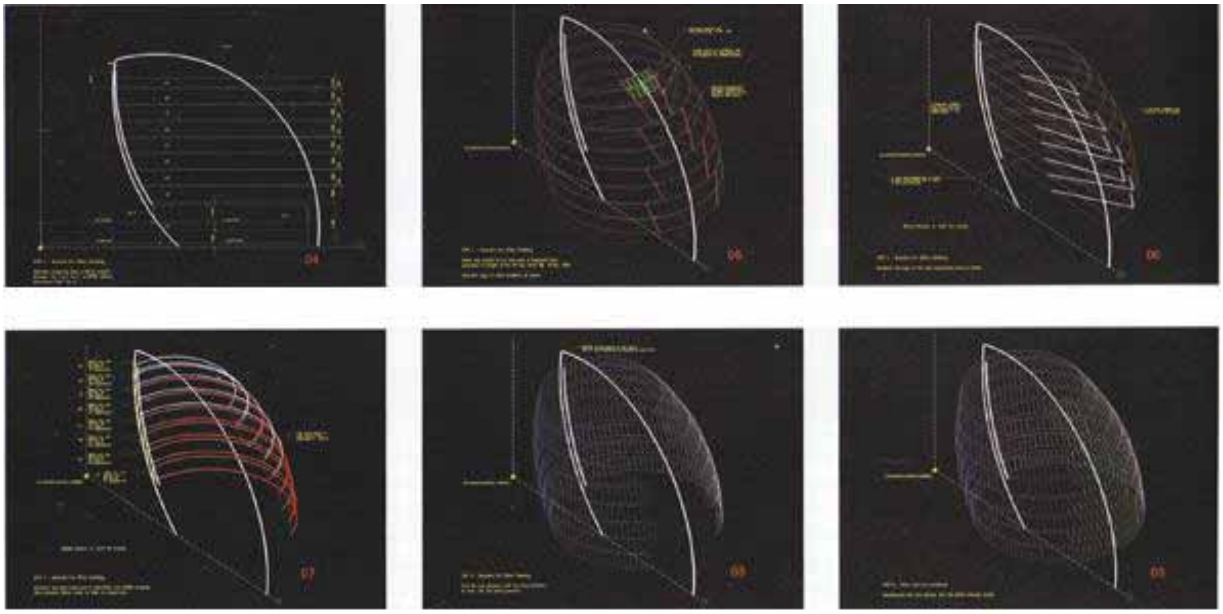
شكل: ٢-٢٦
قطاع يوضح عناصر الواجهة المعرضة لأشعة الشمس ، لمشروع مبني بلدية لندن.

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .
London :Taylor & Francis, 2005.



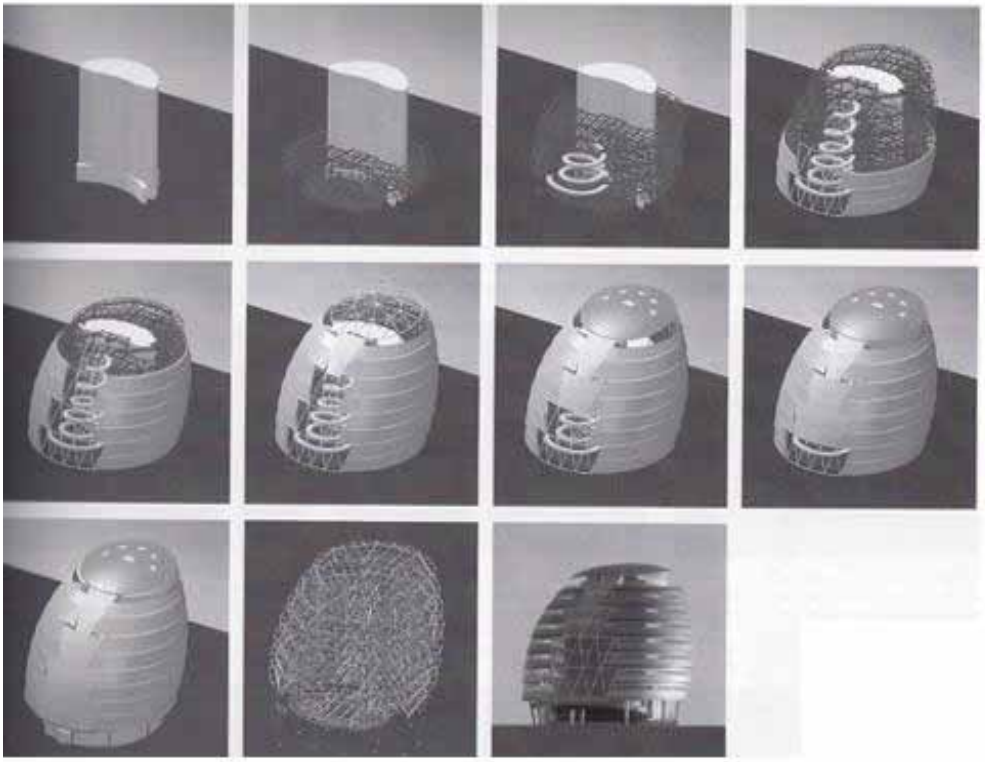
شكل: ٢-٢٧
شكل يوضح كيفية إنتاج ألواح زجاج الواجهات بواسطة الحاسب الآلي ، إعتماداً علي بيانات النموذج الثلاثي الأبعاد.

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .
London :Taylor & Francis, 2005.



شكل: ٢-٢٨
شكل يوضح مرحلة تحويل فكرة مشروع مبني بلدية لندن من نموذج ثلاثي الأبعاد إلي رسومات التنفيذ

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .
London :Taylor & Francis, 2005.



شكل: ٢-٢٩
شكل يوضح دراسة مراحل الإنشاء لمبني بلدية لندن بشكل متسلسل وبصورة رقمية.

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .
London :Taylor & Francis, 2005.

وعلى غرار المعماريان نورمان فوستر وفرانك جيرى، سار على هذا الطريق العديد من المعماريين المعاصريين، من الأجيال التى أطلق عليها جيل العمارة الرقمية، وتكونت إتجاهات فكرية جديدة قائمة على إستخدام تكنولوجيا المعلومات بصور مختلفة، ومبادئ جديدة، جعلت من خيال المصمم صورة حقيقية يمكن إيجادها من العدم .

ويعد مكتب نوكس **(NOX)** * من المكاتب المهتمة بتطبيقات تكنولوجيا المعلومات مع ربطها بمبادئ عمارة الحداثة " أطلق عليها عمارة الآلة " أو " **Machining Architecture** "[1] كمبدء محدد لفكرهم، ومستخدمين كل ما يتعلق بتكنولوجيا المعلومات من أدوات لتطوير العملية التصميمة من نماذج محاكاة، وبرامج الحركة Animation والوسائط المتعددة. ولذلك فإن كل من عناصر الزمن والحركة والتفاعل مع التكنولوجيا تعد عناصر أساسية مؤثرة على وضع الأفكار. فنجد أن مشروع متحف H2O والخاص بدراسة المياه ومراحل تكونها قام على هذه العناصر، حيث إعتمدت الفكرة على وضع سيناريو يكون للمستخدم دور كبير فى تحديده وليس الشكل التقليدى للمتاحف الصامتة والمتجمدة. فهنا التجربة مختلفة والوظيفة والحركة داخل الفراغ والمؤثرات عوامل إبهار ومفاجئة، حيث يضع الزائر فى زيارة تبدء من المدخل وتنتهى إلى باب الخروج دون أى حوائط فاصلة فى مسار واضح. وعلي صعيد التجهيزات الخاصة بالزوار ، يرتدى الزائر ملابس تقيه المياه فى بداية الزيارة، ثم يبدء الجولة لكي يخوض التجربة بنفسه دون تحديد لمسار الجولة. والعناصر المتحكمة فى هذا المسار هى أنظمة الإتصالات تربط بين كافة تجهيزات العرض ، حيث أن تجهيزات السقف عبارة عن شبكة إتصالات معقدة بها حساسات Sensors تعطى تحليل لمسار حركة الزائر وبناءا على هذه الحركة تبداء تجربة التفاعل . فكل منطقة يمر بها الزائر مخصص لها برنامج يقوم بعرض أنشطة الماء فى الطبيعة . فمرة يجد الزائر أن المياه تتبخر من الأرض من حوله ، ثم يجد المياه تتجمع من فوقه لتكون سحاب، ثم يجد المياه تمطر مياه الأمطار، ثم فى أماكن تتحول إلى ثلوج، وذلك فى تجربة غير تقليدية يطلق عليها العمارة التفاعلية أو (Interactive architecture) .[2] شكل (٢-٣٠) ، (٢-٣١)

ومن المعماريون الذين طوروا عملية التصميم مجموعة المعماريون المتحدون** (Un Studio) بقيادة المعماري بن فان بركيد (Ben Van Berked) والمعمارية كارولين بو (Caroline Bos) . فقد قاما بتطوير برمجيات للمساعدة علي التصميم ودراسة الأفكار الأولية ، ومنها برنامج يتم من خلاله توزيع عناصر المشروع مع ربطها مع كلاً من مسارات الحركة و كثافة الزوار المستخدمين للفراغات علي مدار ساعات اليوم (خاصة في المشروعات ذات الكثافات العالية) ، بحيث يتم تحديد مدي كثافة إستغلال الفراغ علي مدار اليوم وتحديد الأوقات التي يمكن خلالها حدوث إزدحام ولكي يتم ربط الفراغات معاً بشكل مثالي [2]، شكل (٢-٣٢). كما قاموا بالإستعانة ببرامج ال (BIM) في فهم وتحليل وتطوير الأفكار المعقدة ومن الأمثلة علي ذلك مشروع متحف مرسيدس بنز ، بألمانيا، والذي يتكون من صالة للعرض علي شكل رامب متدرج من أسفل إلي أعلي، ويكون الرامب الإطارالخارجي من الواجهة في تكوين نحتي معقد، وبواسطة برامج ال (BIM) أمكن تحويل العناصر المعقدة إلي عناصر مبسطة تم تعريفها رقمياً وتحديد القيم والزوايا وربطها مع طرق التنفيذ.كما قاموا بتطوير تكوين الفراغات الداخلية بحيث تعبر عن إستمرارية داخلية تربط المناسيب المختلفة.

* قام بتأسيسه المعمارى لارس سباي بروكLaurs spuy broek ، وفاز بالعديد من المسابقات المعمارية، ومن أشهر أعماله متحف الواقع التخيلي للعلوم المائية H_2O

** فريق تصميم Un Studio أو إستديو المعماريون المتحدون، قاموا بتجريب برمجيات الكمبيوتر في العملية التصميمية . وأصبح لهم إتجاه خاص ، وفازوا بالعديد من المسابقات المعمارية علي مستوي العالم .

(1)**Spuybroek, Lars. 2004.** *NOX.* London : Thames & Hudson, 2004,P12.

(2)Ben Van Berkel, Caroline Bos. 2006. *UN Studio: Design Models - Architecture, Urbanism, Infrastructure.* s.l. : Rizzoli, 2006. 0847828786, P10.

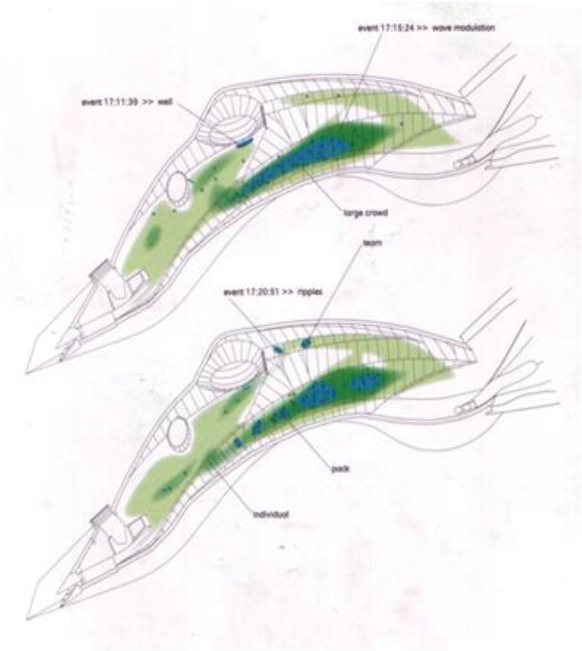
(أ):مشروع برج إداري
Oblique WTC نيويورك
بالولايات المتحدة تم تصميمه ٢٠٠٢

(ب): مشروع المتحف التفاعلي
Interactive Museum
للماء عام ٩٤-١٩٩٧بمدينة
نيلتي جانس لاند, هولندا

(ج): مشروع مركز ثقافي , مدينة ليل,
فرنسا, عام ٢٠٠١-٢٠٠٤

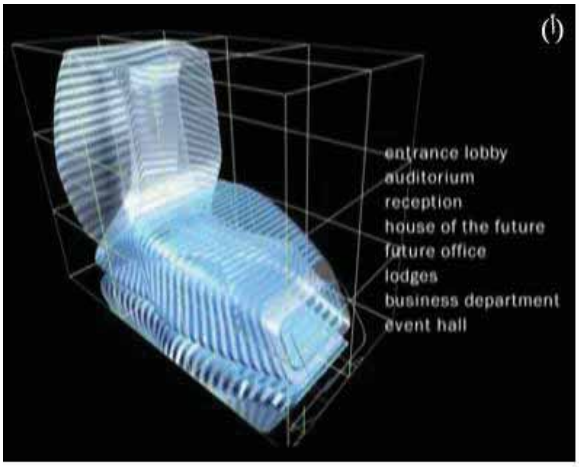
شكل: ٢-٣٠
شكل يوضح أعمال المعماري لارس
سباي بروك
Lars Spuybroek

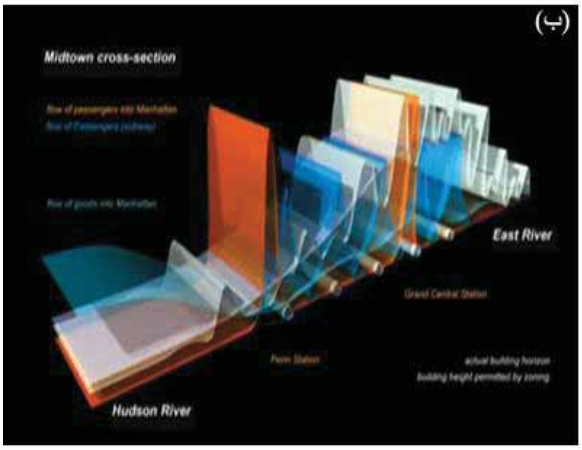
المصدر:
Spuybroek, Lars .NOX .London
:Thames & Hudson, 2004.

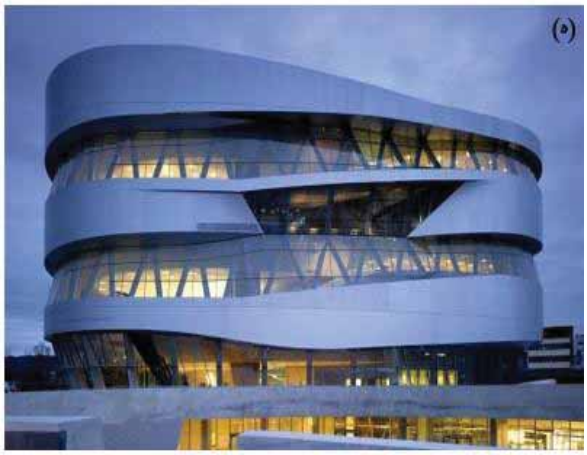


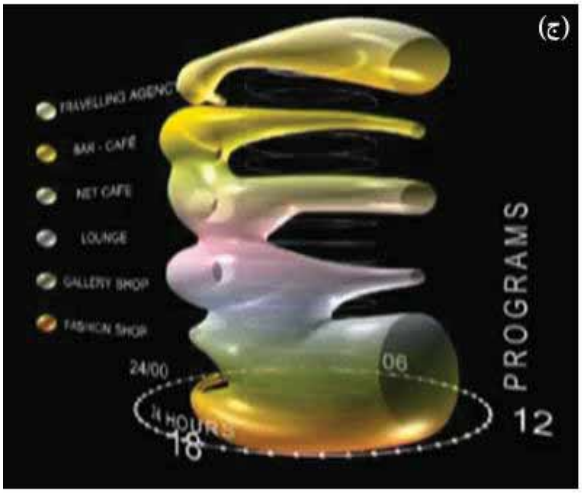
شكل: ٢-٣١
المتحف التفاعلي للماء أحد أعمال لارس سباي روك والتي استخدم فيها تكنولوجيا التفاعل والحساسات والاتصالات
لإيجاد بيئة تفاعلية بين المتحف وزائريه

المصدر:
Spuybroek, Lars .NOX .London :Thames & Hudson, 2004.









(أ -ب): طور معماريو Un Stodio برجيات معمارية تساعد على دراسة المشروع وتحقيق البرنامج الوظيفي وتحقيقه في صورة ثلاثية الأبعاد وادخال عوامل الزمن مع الحركة والمحددات المحيطة بالموقع مما ينتج عنه أفكار وظيفية مع تكوينات جريئة.

(ج): دراسة البرنامج والأنشطة لكل فراغ على المدار الـ ٢٤ساعة ليظهر حجم الفراغ وفقاً لكثافة المستخدمين في ساعات اليوم المختلفة.

(د): مشروع منحف فنون الشرق الأوسط, خور دبي, الامارات العربية المتحدة ٢٠١١-٢٠٠٨.

(ه): مشروع متحف مرسيدس بنز, شتوتجارت, المانيا, تم تكوين البرنامج الوظيفي بشكل ثلاثي الأبعاد, وتكوين معقد استخدم في برنامج الـ BIM لتبسيطه.

شكل: ٢-٣٢
أعمال المعماري بن فان بركل، وتطوير البرامج لخدمة الأفكار التصميمية
المصدر:
http//:www.unstudio.com./

بما يحقق ديناميكية فراغية وكان ذلك نتيجة لمتابعة هذه العلاقات بواسطة برمجيات المحاكاة وبرمجيات التنفيذ. ويوضح جدول "٢-٣" تأثير الإبداع والثقافة والتقنية علي الفكر المعماري وذلك لعدد من رواد العمارة المعاصرة وعصر المعلومات وذلك بهدف بيان إلي أي مدي يتأثر الفكر المعماري للمصمم نتيجة لهذه العناصر.

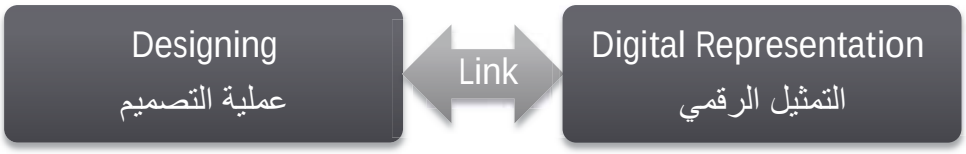
م	المعماري	الفترة الزمنية	إبداع	الثقافة	التكنولوجيا
١	ليكوربوزيه Le Corbusier	ولد عام ١٨٨٧، ومات عام ١٩٩٦٥	أستحدث أفكار ونظريات جديدة في العمارة والتخطيط كانت بمثابة أنقلاب على النظريات السابقة من تقليل الزخارف والبساطة في التشكيل والمسقط المفتوح -كما استنتج النسب الذهبية والموديل	تأثر بنشأته فى سويسرا ومن عمل أبيه فى تصنيع الساعات ودقة هذا المجال ، كما قام بزيارات لأهم الحضارات السابقة ، الفرعونية والرومانية ، الأغريقية والعديد من البلدان بخلاف تدربة فى مكاتب لمعماريين كبار فى هذا العصر.	تطوير إستخدام الخرسانة المسلحة والإستفادة من الثورة الصناعية فى التصنيع المسبق وسرعة التنفيذ
٢	فرانك لويد رايت Frank lioyd Wrigte	ولد عام ١٨٦٧، ومات عام ١٩٥٩.	وهو رائد العمارة العضوية. المبنى من الطبيعة واليها أي أنه يتفق ومظهره الخارجي وتكوينه الداخلي مع صفته وطبيعته مع الغرض الذي أنشئ من أجله في زمان معين ومكان بالذات. المرونة في التصميم وقابلية المبنى للإمتداد المستقبلي والتغيير للوظيفة عند الرغبة. - التخطيط للمسقط الأفقي الحر (المفتوح).	ولد بالولايات المتحدة الأمريكية وتأثر بالطبيعة وكان نتيجة لذلك استخدامه لموادها على طبيعتها: سواء طوب أو حجر أو أخشاب .	تطوير إستخدام الخرسانة المسلحة والإستفادة من الثورة الصناعية فى التصنيع المسبق وسرعة التنفيذ ، استخدام التدعيمات الخرسانية، فبدلاً من أن يقاوم البناء الزلازل يهتز معها، واستعمال الخوازيق المخروطية
٣	فرانك جيرى *Frank* Owen Gehry	ولد عام ١٩٢٩ م ، وأسس مكتبه عام ١٩٥٢م إلي الآن	تميز المعمارى فرانك جيرى بالتصميمات التى تعبر بالنحت والأشكال الفقاعية الغير منتظمة والجمالية فى نفس الوقت بجانب ابداعه الفريد فى تحويل	عمل جيرى فى الولايات المتحدة وكانت أعماله المبدئية تعبر عن ولعه بالتكونيات والأشكال الجديدة وكانت له محاولات لتجديد شكل المبانى المعتاد عبر	أستخدم تكنولوجيا المعلومات ممثلة فى برمجيات الحاسوب وتحديدا برنامج CATIA والذى كان له عظيم الأثر فى ترجمة فكر فرانك جيرى.

م	المعماري	الفترة الزمنية	إبداع	الثقافة	التكنولوجيا
			هذه الأشكال إلى غلاف يعبر عن الوظيفة لما بداخله مثل متحف الأحساس بالموسيقى	النحت وواجه فى أثناء تنفيذ مشروع متحف جوجنهايم صعوبة تنفيذ المشروع بالطرق التقليدية ففكر بالإستفادة من برامج تصنيع سفن الفضاء فى وكالة ناسا ، فقام بدراسة هذا البرنامج وصوله إلى نسخته المعمارية	
٤	نوكس NOX	مطلع التسعينيات حتى الآن	التعامل مع المبنى على أنه كائن حى وأن التكنولوجيا الرقمية أعطته هذه الصفة مع تطوير عملية التصميم على هذا الأساس مما نتج عنه أفكار جرينة مثل مشروع متحف الماء H2O ومشاريع التواصل عن بعد عبر العناصر المعمارية وأشارات المرور التفاعلية	تأثروا بالطفرة الكبيرة التى أحدثتها تكنولوجيا المعلومات وثقافة البرمجة والتى أطلق عليها فيما بعد بثقافة التكويد والتى أصبح تحويل كل عناصر المبنى والمعلومات الخاصة به إلى كود رقمى يخزن فى قواعد المعلومات ليتم أستخدامه فيما بعد بالشكل الذى يريده المعمارى	أستخدم تكنولوجيا المعلومات بجميع أشكالها والتفاعل معها بل وتطوريها لتكوين مبانى تفاعلية وخاصة البرمجيات حيث طوروا العديد من البرمجيات التى تساهم فى تحليل سلوك المستخدم والتفاعل معه عبر أنظمة التحكم .
٥	Un studio يو ان ستوديو	مطلع التسعينيات حتى الآن	إبداع أشكال وتكونيات معقدة وغير مألوفة مع تحقيقها للبرنامج الوظيفى بدقة عالية وكفائة مستفدين من أمكانيات تكنولوجيا المعلومات بأفكارهم التى طوروها معا مكونين أتحاد يجمعهم	ثقافة تكنولوجيا المعلومات القائمة على المعلوماتية وأهمية المعلومة والبيانات فى التعبير عن الأشياء	طوروا برمجيات تساعد على دراسة المشروعات فى المراحل الأولية، كما طوروا برمجيات تساعد على تركيب البرنامج الوظيفى والحركة والأنشاء على مدار الـ٢٤ ساعة بحيث يتناسب المبنى مع الوظيفة المطلوبة مع البيئة المحيطة

جدول (٢-٣) : مقارنة توضح تأثير الثقافة والتكنولوجيا علي ابراز الابداع المعماري
المصدر: عن الباحث

٢ ٤ ١ ٤ ٢ الوسط المساعد علي عملية التصميم **DIGITAL REPRESENTATION MEDIUM**:

والمقصود بكلمة وسط التصميم هو البيئة التي يقوم من خلالها المصمم بممارسة العملية التصميمية ، وتتم هذه العملية عن طريق التفاعل مع هذا الوسط ، وفى هذه الحالة يكون المصمم هو المتفاعل والوسط (الورق أو 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 ، وتكون المعلومات فى إتجاه التمثيل من ذهن المصمم وفى الإتجاه العكسى في صورة نتائج يستقبلها المصمم ليعيد تقسيمها.[١] وتتم 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، أو توضيح لمناطق التعارض فى الأعمال أو توضيح للنتائج. ولذلك فإن العملية الورقية عملية أساسها مهارة المصمم فى إدارة العملية التصميمة وهو ما يطلق عليه العملية السايبرناتيكية Cybernetic Process.[٢] ويوضح شكل (٢-٣٣) العلاقة بين عملية التصميم والتمثيل الرقمي.



شكل: ٢-٣٣
علاقة التصميم بالتمثيل الرقمي

المصدر

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

-أما التمثيل الرقمي فيعتمد على التفاعل بين المصمم والوسط الذى يعبر به عن أفكاره وهو الوسائط الرقمية بكامل أشكالها ، ويمر هذا التفاعل بمراحل إدخال المعلومات والتمثيل بواسطة النماذج الثلاثية المختلفة - تم تناولها فى فصل أدوات التصميم - وإخراج المعلومات ونتيجة هذا التفاعل يتأثر المصمم بالوسط الذى يتفاعل معه ، ويظل فى مرحلة تطوير مستمر للتصميم . حيث أن الوسط الذى يتفاعل معه وهو إما (البرمجيات ، أو النماذج الثلاثية الأبعاد أو الأنتاج الرقمى) ليس وسطا ساكنا مثل الورقة . 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 ، وذلك بعكس العملية الورقية . فنجد أن أستخدام تطبيقات الواقع الإفتراضي Virtual reality فى مراحل التصميم المبكرة كوسط للتصميم تساعد على تفادى مشاكل مستقبلية ، وكذلك تساعد على إتخاذ القرارات السليمة مبكرا .

وهذا الوسط (الوسائط الرقمية) يستخدمه العديد من المصممين فى المجالات المختلفة فنجد مثلا أن مصممى السيارات فى شركة BMW * يقوموا بدراسة تصميماتهم فى المراحل

(1)Oxman, Rivka" .Theory and design in the first ".Design studio-The International Journal for Design Research in Engineering, Architecture, Products and Systems) 2006, P16.

(2)Broadbent, Geoffrey .Design in Architecture .London :John Wiley & Sons, 1973, P250.

*شركة BMW لصناعة السيارات ، وهي شركة ألمانية وتعد من أكثر شركة السيارات تطويراً وإستخداماً للتقنيات الحديثة وبخاصة الرقمية.

المختلفة من خلال الواقع التخيلى (شكل ٢-٣٤) . ولذلك نجد أن النموذج الثلاثى الأبعاد الذى تتم عليه مراحل التطوير هو نموذج ملئ بالمعلومات ، ومتصل بشاشات الكمبيوتر ليحاكى السيارة الحقيقية . ومن خلال تحريك المصمم للسيارة بيديه على لوحة ألكترونية تظهر هذه الحركة كأن هناك قائد يقود السيارة فى الحقيقة . وساهمت هذه العملية على تقليل التكاليف وخاصة فى إجراءات التصادم لمعرفة مدى قوة أنظمة الحماية للقائد الذى يقود السيارة ، ومن خلال هذه العملية تم إجراء أختبارات عديدة فى ظروف مختلفة للقيادة ، ولذلك نجد أنهم قاموا فى شركة BMW بوضع إدارة خاصة للتصميم عبر الواقع التخيلى لما لها من أهميــة فى تطوير صنـاعتها .[١]

أيضا فى تصميم مشروع مطار دبى الدولى بدولة الأمارات أستخدم الواقع التخيلى (VR) لدراسة كفاءة التصميم كوسط محاكى للتصميم الحقيقى ومن خلال نموذج التصميم تعامل المصممون مع إجراءات الأمن والوقاية من الحريق للتعرف على الثغرات التى قد تواجههم فى مرحلة التشغيل النهائى للمطار .

٢ ٤ ١ ٣ توليد الأفكار– الاشكال–التكونيات

(IDEAS – SHAPES – FREE FORM GENERATION):

من المراحل الهامة فى العملية التصميمة مرحلة وضع الافكار الخاصة بالتكوين الخارجى للمبنى وكذلك التصميم الداخلى ، وساعدت برمجيات تكنولوجيا المعلومات على تسهيل التشكيل والتكوين للمصمم المعمارى ، فأتاحت له مجالاً واسعاً من الأفكار التى لم تكن ممكنة من قبل. فبواسطة برامج الكاد والكام والكاتيا (CAD \ CAM , CATIA) تمكن المصمم من الخروج عن الأشكال الإقليدسية ، والتى حددها ليكوريوزيه فى كتابه نحو عمارة جديدة (Towards a New Architecture) وهى الاسطوانة والهرم والمكعب والمنشور والكرة . وهذه الأشكال التى لم تكن مستخدمة فقط فى الحضارات الماضية (الفرعونية واليونانية والرومانية)[٢]، ولكن أيضا الأشكال الأساسية التى يتم البدء بها فى التصميم الرقمى بواسطة البرمجيات (Software) المستخدمة فى التصميم حتى وقتنا هذا . وهذه الأشكال التى كانت العنصر المكون للفراغ والتكوين الخارجى والداخلى متأثرة بمفهوم المعمارى لها ومدى قدرته على إستعمالها والتحكم فيها وتوظيفها بما يتناسب مع إمكانيات التشييد المتاحة . ومع محاولات علماء الرياضيات فى التعرف على علاقة هذه الأشكال ببعضها ، والخصائص المكونة لكل شكل ، وكيفية الإستفادة من هذه الخصائص ، فنجد المعابد الفرعونية إعتمدت على الخطوط المستقيمة بكثرة دون إستخدام الأقواس فى البناء. بينما ظهرت الأقواس فى حضارات أخرى ، وإرتبط التكوين العام لكل حضارة بمدى التعرف على خصائص هذه الأشكال ، ومدى الإستفادة منها إلى أن إستطاع علماء الرياضيات التوصل إلى الأشكال غير الأقليدسية . وهذه الأشكال لها خصائص مختلفة عن الأشكال الإقليدسية ، والتى أُطلق عليها الأشكال الطبولوجية (TOPOLOGY SHAPES)** .

وفروع هذا العلم كثيرة فى مجال الأشكال الطبولوجية ، فالقسم الأساسى من هذا العلم هو الهندسة اللاكمية الجبرية ، والذى يحاول أن يقيس علاقات التركيبات الكتلية أو علي مستوي الأشكال عن طريق المعادلات الجبرية ، مثل الأشكال التى تتعرض إلى

** تم الإشارة إلي معني كلمة طبولوجي في الفصل الثاني من الباب الأول ص ٢٢.

(1)Whyte, Jennifer .Virtual Reality and the built environment .Oxford :Architectural Press, 2002.

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

حالة من التشويه .[١] مثل عمل شد أو دوران حلزونى (Stretching or Twisting) لشكل مكعب أو إسطوانة 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 معاً ليكونوا شكل واحد ، وهذه الأشكال قد تصل إلى عدد لا نهائى من الأشكال والتكونيات وفقاً للمؤثرات التى تعرض لها . شكل (٢-٣٥)

وبعد أن أصبح من السهل تحليل الأشكال والكتل الطبولوجية رياضياً ، ظهرت العديد من الأفكار الجديدة التي تطوع الأشكال الغير منتظمة لتساعد علي تكوين فكرة تصميمة . فنجد الأفكار المستوحاة من أشكال طبيعية مثل الماء والسحاب والنباتات والحيوانات والفضاء والكون ....إلخ . يقول دكتور على رأفت " البيئة الطبيعية والكونية تشترك فى بعض المحاور والمواجهات وتتباعد فى غيرها ، والأنسان سعى أخيرا لتطوير الإمكانات التكنولوجية والانشائية الواسعة للفكر المعمارى لكى يقترب تفاعليا مع المحيط البيئى ، وقد رأينا محاولات لذلك فى العمارة العضوية فى أوائل القرن الماضى. كما أن المعماري يتجه نحو إيجاد الصلة مع هذا المحيط البيئى ، حيث تم الإستعارة من الطبيعة والكون وهو يرتفع فى الاتجاهين بالعلاقة التفاعلية أو الإستعارية الموضوعية بينه وبين محيطه المحدود واللانهائى كما يتكامل شكليا مع المحيط بالإستعارة الشكلية مما هو مألوف حوله من البيئة الطبيعية والكونية " ثم يستكمل ليوضح دور التكنولوجيا المعلوماتية وثورة الأتصالات. كما ساعدت وسائل الإتصالات العالمية على نشر التجديد نحو التشكيل البيئى الطبيعى والكونى المتحرر من الخطوط المستقيمة والزوايا القائمة والاشكال المتماثلة الإقليدسية بوجه عام ، وذلك منطلقاً إلى خصائص التشكيل الطبيعى الكونى فى منحنيات إنسيابية حرة ، وفى ترديد لتشكيلات الكون المتطور الدنياميكى الممتد المضطرب المتصادم المتشاحن ويؤكد على أهمية دور البرمجيات فى هذه الثورة العلاقة – نتيجة للبرمجيات – بين العمارة البيئية والتوجهات الطبيعية الكونية بنيت على نظرية التركيبات (**Complexity Theory**) هذه النظرية بدأت بتعقل مع ثورية روبرت فنتورى عام ١٩٦٦ ليعلن بها نهاية عمارة الحداثة". [٢]

وقد حاول بعض المعماريون في وضع أفكار بناءاً علي هذه النظرية ومنهم جون نوفيل **Gean Nouvel** [٣]، ورم كولهاس **Rem Koolhaas** ، وتويو إيتو **Toyo Ito** ورغم إختلافهم في إتجاهاتهم المهنية إلا أنهم يشتركون في هذا الخط من التفكير وفي وعيهم بالتطورات الإجتماعية." [٤]

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

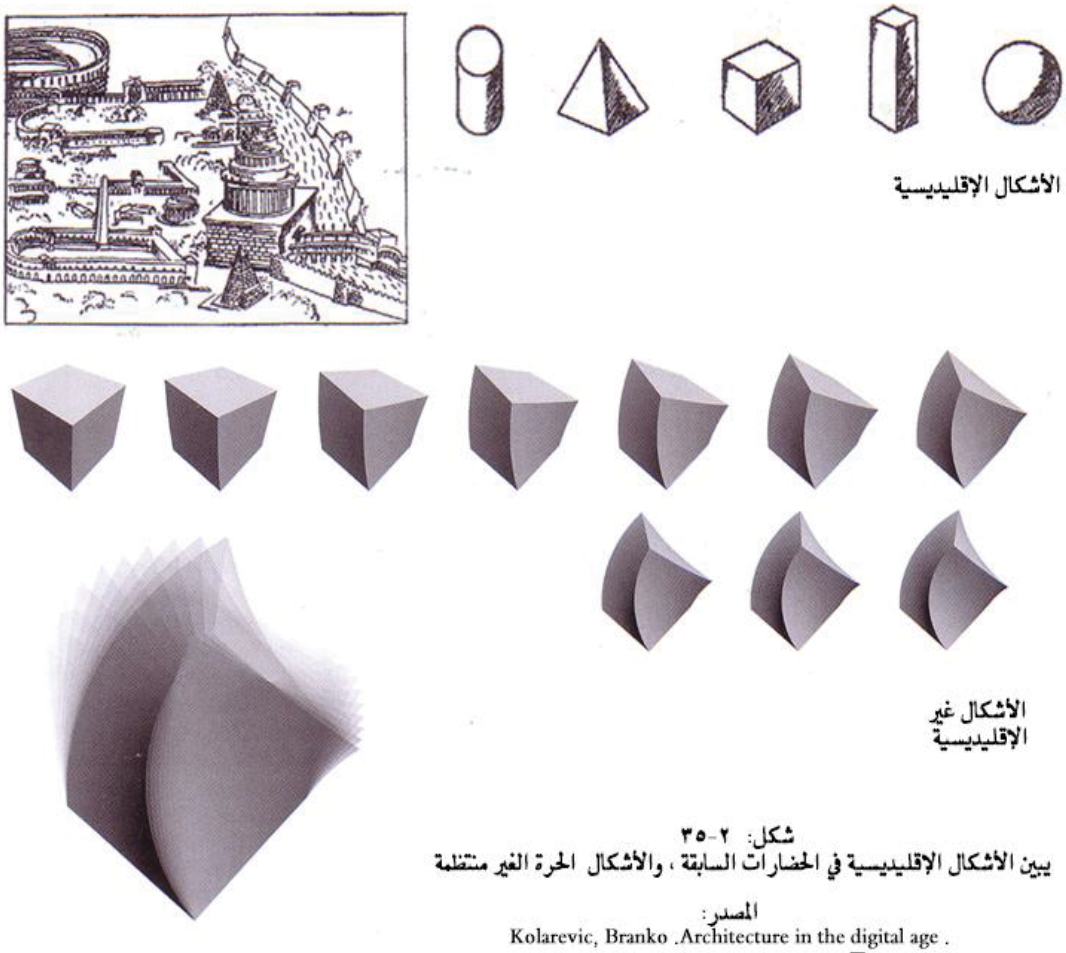
(٢) د . علي رأفت. عمارة المستقبل. القاهرة: مركز أبحاث انتركونسلت، ٢٠٠٧.

(٣) **جون نوفيل** (مهندس معماري فرنسي،)مواليد 12أغسطس 1945 في محافظة لو و غارون،فرنسا .(حاز في ٢٠٠٥ على جائزة وولف للفنون، جائزة آغاخان للعمارة) الجائزة سلمت لمعهد العالم العربي في باريس الذي قام نوفل بتصميمه)، وفي ٢٠٠٨ على جائزة بريتزكر والتي تعد أهم الجوئز المعمارية العالمية عن مجمل أعماله التي تعدت ال٢٠٠.

(٤) د . علي رأفت. عمارة المستقبل. القاهرة: مركز أبحاث انتركونسلت، ٢٠٠٧.

شكل: ٢-٣٤
يبين فريق تصميم شركة BMW لتصميم السيارات أثناء دراسة التصميم من خلال تقنيات الواقع الإفتراضي.

المصدر:
Whyte, Jennifer .Virtual Reality and the built environment .Oxford: Architectural Press, 2002.



شكل: ٢-٣٥
يبين الأشكال الإقليدية في الحضارات السابقة ، والأشكال الحرة الغير منتظمة

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age . Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

٢ ٤ ١ ٤ تقييم التصميم EVALUATION OF DESIGN :

تم توضيح إستخدمات النماذج المعمارية الثلاثية الأبعاد 3D Models ، والتى يتم عن طريقها إجراء التحليلات المختلفة على المبانى (التحليلات النوعية ، التحليلات الكمية) ، والتى تم ذكرها فى فصل "أدوات التصميم فى عصر تكنولوجيا المعلومات". ومن خلال تفاعل المصمم مع هذه النماذج والبرمجيات ظهرت أهمية التقييم والذى 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 المبنى .

أولاً: التقييم من خلال التحليلات النوعية :
تحتوى التحليلات النوعية على (التحليلات 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 . فنجد مشروع حديقة الجنة أو (The Eden Project) والذى قام بتصميمه المعمارى نيكولاس جريمشو Nicholas Grimshow فى إنجلترا[1] شكل (٢- ٣٦) . تم إستخدام هذه التحليلات منذ إختيار أرض المشروع بناء على التحليلات البيئية ، وتم إختيار أماكن المبانى بناء على تحليلات الموقع بإستخدام البرمجيات وبالتعاون مع معامل تقارير أبحاث التربة . وكانت فكرة المشروع تعتمد على مجموعة من الكرات المتصلة معا وتحتوى على حديقة تمثل تجربة للعديد من الأماكن حول العالم مثل الغابات فى أفريقيا ، والثلوج فى روسيا ، وتكبيرمقياس الحشرات بمقياس عملاق ، وكذلك العديد من الحيوانات وكانت المشكلة التى تواجه فريق التصميم هى كيفية تنفيذ الكرات بهذا الحجم الضخم . فإستعانوا ببرامج التحليلات الأنشائية ليصلوا إلى الحجم المناسب ، مع تصميم المواد المغلفة للكرة بحيث يمكن أن تقاوم تأثير الرياح . فقاموا بتطوير شكل سداسى يشبه خلايا عسل النحل ، وإجراء التحليلات البيئية عليه إلى أن نجحوا فى تطوير الشكل والأنشاء والمواد المناسبة للفكرة التصميمة .
ثانياً : التقييم من خلال التحليلات الكمية :
من مميزات التحليلات الكمية أنها تساعد على سرعة إتخاذ القرار وهذا ما يحتاجه المصمم خاص مع كثرة المحددات التصميمة التى تواجهه ، ومنها التكاليف المحددة للمشروع . وهذه النقطة فى العملية التقليدية كانت تحتاج إلى وقت كبير لكى يقوم القائمون عى حسابات الكميات والمواصفات على إجرائها في وقت قياسي يقدر بزمن إجراء الحاسب الآلي لهذه الحسابات والتي قد تأخذ وقت يقدر بالثواني والدقائق . وفى أثناء بناء المودل التصميمى يقوم المصمم بالتفكير فى التصميم وبناء العناصر المكونة للمبنى ويقوم البرنامج المساعد (BIM) تلقائيا بتخزين هذه العناصر وحصرها وتحديد نوعيتها بناءا على إختيار المصمم ، وبمجرد الإنتهاء من التصميم يستطيع المصمم أن يحصل على جداول الكميات والمواصفات وهو فى مرحلة المشروع الإبتدائى ، وبالتالى يستطيع فى هذه المرحلة تقييم مدى مناسبة أفكاره للتكاليف والميزانية المحددة .[2]

(1)Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005.
(2)Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008.

٢ ٤ ١ ٥ قياس أداء المبني PERFORMANCE OF BUILDING :

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 هو تطبيقات الواقع التخيلى (VR) وتكنولوجيا الاتصالات معاً ، 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 .

فنجد الآن العديد من المؤتمرات التى ناقشت هذه البرمجيات وشجعت على إجراء الأبحاث فى هذا المجال فهو مجال مؤثر على النواحى الوظيفية للمبانى . فمن خلال المؤتمر العالمى الحادى عشر لدراسة مستقبل البرامج المساعدة على التصميم والذى عقد عام ٢٠٠٥ فى جامعة فيّنا بالنمسا ، ناقش العديد من الباحثون أفكارهم حول تأثير البرمجيات على التعرف على مدى نجاح الآداء بالنسبة للمبانى . تم تقديم برمجيات تمثل النواة فى هذا الإتجاه للحكم على سلوك المستخدمين من داخل المبانى ، وكذلك الحركة ، وظهرت بعض النتائج التي تؤكد علي مستقبل البرمجيات فى هذا الاتجاه[١] .

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 ، و هذا 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.[٢] شكل (٢-٣٧)

ويبين شكل (٢-٣٨) الفرق بين عملية التصميم الورقية وعملية التصميم الرقمية ، وكيف أن عملية التصميم الرقمية تحولت إلي عملية تفاعلية تدور بين المصمم والوسط التصميمي (الكمبيوتر وبرمجياته) في كافة مراحل التصميم :

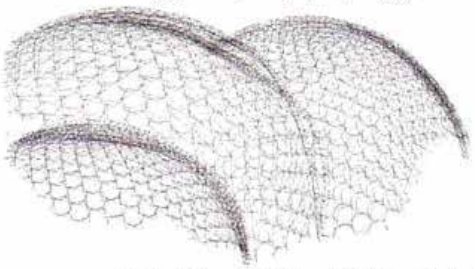
- التمثيل الرقمى **Representation**
- توليد الأفكار **Generation**
- **التقييـــم** **Evaluation**
- الأداء **Performance**

(1)Dikbas, Atilla and Raimar Scherer .eWORK AND eBUSINESS IN ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION .London :Taylor & Francis, 2004.

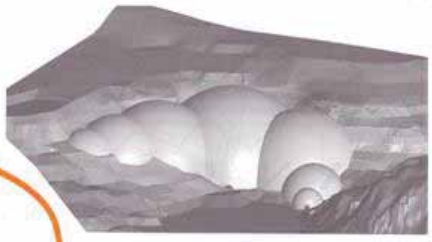
(2)Whyte, Jennifer .Virtual Reality and the built environment .Oxford :Architectural Press, 2002.

(أ): موقع المشروع

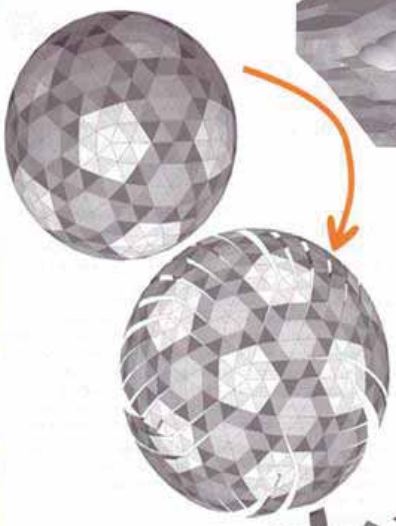
(ب): حديقة الجنة بعد انتهاء المشروع



(جـ): التكوين الإنشائش واماكن تلاقي وتقاطع الكرات
تمت باستخدام برامج التحليل الإنشائية



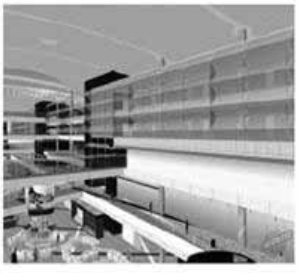
(هـ): اختيار الموقع ايضاً تم
عن طريق برامج التحليل

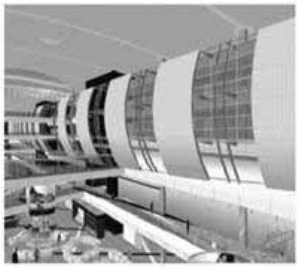


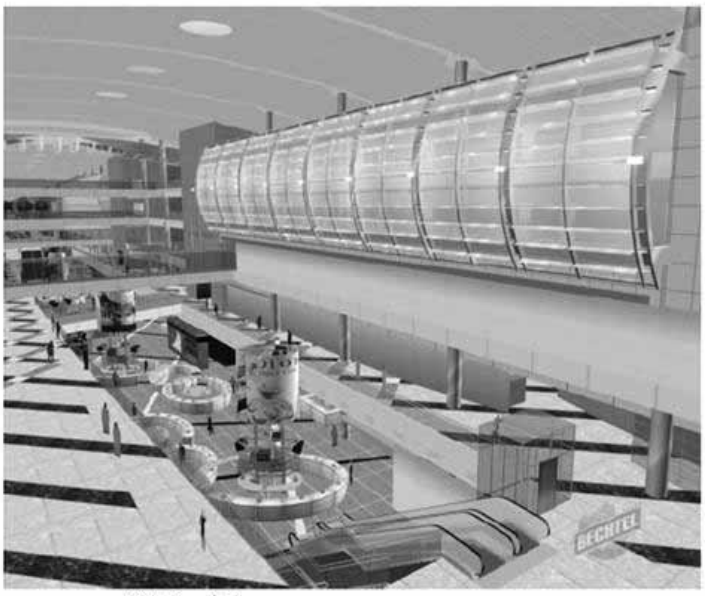
(د): التحليل
الشكلي وإفراد
الوحدات المستخدمة
في التغطية مع مادة
ETFT لم تكن لتحدث
بدون برامج التحليل

شكل: ٢-٣٦
مشروع حديقة الجنة،
للمعماري نيكولاس جريشو

المصدر:
Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford :Architectural Press, 2005.

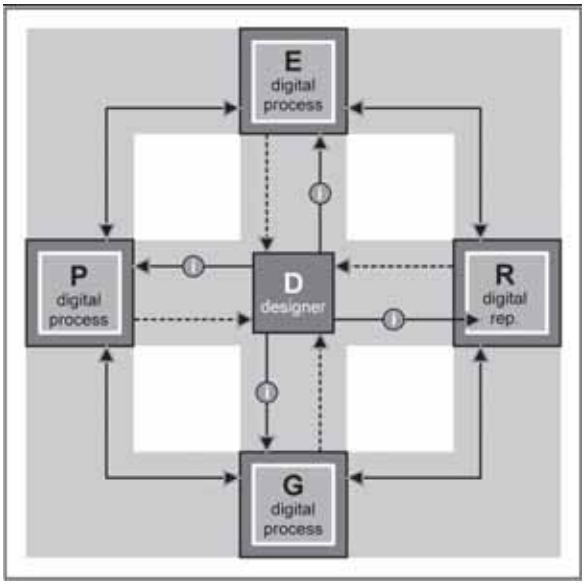


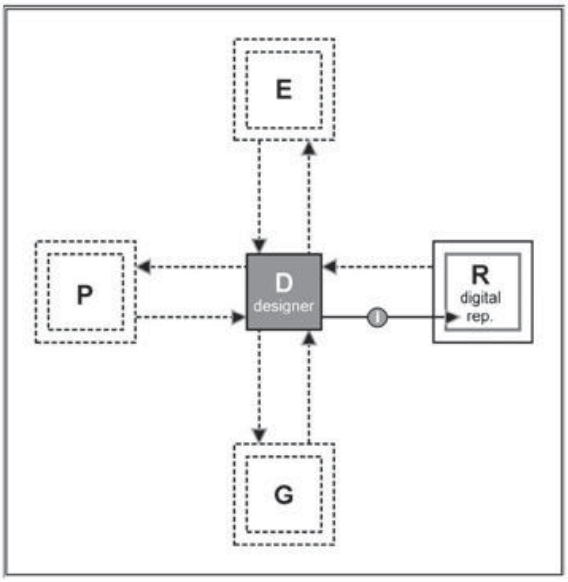




شكل: ٢-٣٧
مشروع مطار دبي الدولي، الامارات العربية المتحدة، استخدمت تكنولوجيا الـ Virtual Reality لمتابعة الأفكار مع العميل، ودراسة وقياس الأداء الأمني، وحركة المسافرين والخدمات

المصدر:
Whyte, Jennifer .Virtual Reality and the built environment .Oxford :Architectural Press, 2002.





عملية التصميم الرقمية عملية التصميم الورقية

شكل: ٢-٣٨

- تطور العملية التصميمية من خلال اتاحة أبعاد وامكانيات المحاكاة والمعالجة وتحسين الأداء من خلال التفاعل مع النماذج الثلاثية الأبعاد

- المصدر

- Oxman, Rivka. "Theory and design in the first ."Design studio-The International Journal for Design Research in Engineering, Architecture, Products and Systems(2006:261)

٢ ٤ ٢ خلاصة الفصل الثاني

١ -بعد مناقشة ما أتاحته تكنولوجيا المعلومات على صعيد أدوات التصميم وكيف تحولت الأدآة (الكمبيوتر والبرمجيات المعمارية) إلى وسط للتفكير، وكيف فتح المجال لتحقيق الأفكار الصعبة والأشكال المعقدة، ساعد ذلك المعماريون علي مراعاة أبعاد جديدة أثناء عملية التصميم ، فلا مجال للمحددات المتعلقة بصعوبة أو عدم القدرة علي تنفيذ الأفكار، ليفتح لهم المجال إلى عالم جديد ونظريات جديدة ظهرت نتيجة لأربعة عوامل كانت نتيجة لتفاعل المصمم مع ما أتاحته الأداة وهي:

أ - التمثيل والمحاكاة رقمياً للواقع وإدراك أبعاده.
ب - سهولة توليد الأفكار والتكوينات.
ج -امكانية التقييم للأفكار في مراحل التصميم المبكرة.
د -إمكانية قياس أداء المبنى وتحديد مدى تحقيق التصميم للهدف المرجو منه.

٢ -من خلال تناول تجارب العديد من المعماريين الذين إستخدموا وطوروا تقنيات تكنولوجيا المعلومات ، وعرض أعمالهم السابقة في فترة ما قبل عالم تكنولوجيا المعلومات ، ظهرت مقومات تدل علي التأثير على الفكر المعماري . وعبر البعض عن ذلك من خلال ثلاثة إتجاهات :

أ- في صورة عمارة نحتية متحررة من قيود الأشكال التقليدية ومتجه نحو عدم الإنتظام في الشكل أوالفراغات أوالأسطح وكان المعماري فرانك جيري علي رأس هؤلاء المعماريون .

ب - وعبر البعض الآخر عن تغير المضمون وتحويل المبنى إلى ما يشبه الكائن الحي واستغلال فوائد التكنولوجيا ومبادئ العمارة الذكية في تحقيق الاستدامة مثل نورمان فوستر.

ج- واستفاد البعض من امكانيات هذه التكنولوجيا في تطوير المناهج والنظريات التصميمية واعادة تعريف العمارة من خلال أعمالهم في صورة العمارة التفاعلية والعمارة المتحركة (عكس العمارة الساكنة) والعمارة الإعلامية والمعلوماتية (عكس العمارة التقليدية الجامدة) والعمارة التفاعلية (عكس العمارة غير المتفاعلة) ، ومن هؤلاء كل من المعماري فـان بن بركل (مجموعة UN Studio) ، والمعماري لارس سباي بريك (مجموعة نوكس NOX).

- ومن خلال توضيح أهمية دور تكنولوجيا المعلومات علي عملية التصميم ، فإن هذا الدور لم يتوقف عند العملية التصميمية ، بل إستمر إلي عملية الإنتاج والتصنيع والتنفيذ الرقمي ، ليس هذا فحسب بل وصل إلي مرحلة إندماج كلاً من العملتين معاً (العملية التصميمية وعملية الإنتاج والتصنيع والتنفيذ معاً) وذلك من خلال أدوات تكنولوجيا المعلومات ، وهو ما سيتم تناوله في الفصل القادم.

٢- الباب الثاني

- منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات

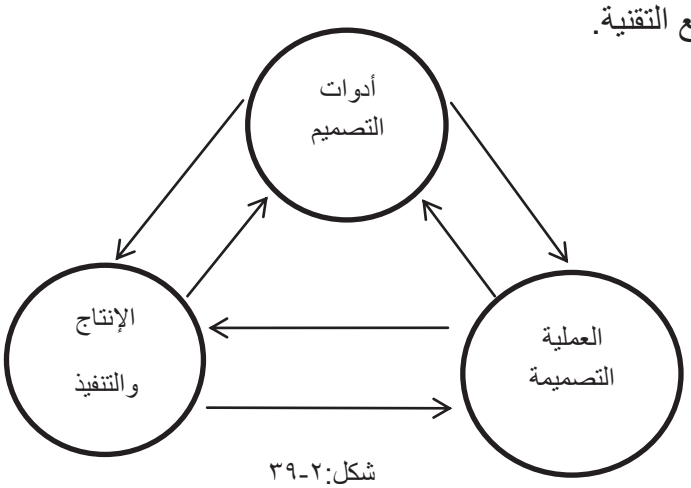
٢-١ الفصل الأول : أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٢ الفصل الثاني : عملية التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٣ الفصل الثالث : عملية الإنتاج والتنفيذ في عصر تكنولوجيا المعلومات

٢-٣-٠ تمهيد

بعد أن تحدثنا عن أدوات التصميم والعملية التصميمية في عصر تكنولوجيا المعلومات، وظهرت العلاقة القوية والتأثير المتبادل بين الآداة والمصمم، نتحدث في هذا الفصل عن تطور الإنتاج وتكنولوجيا التصنيع والتنفيذ وتأثرها بتطور كلاً من الآداة والعملية التصميمية (شكل:٢-٣٩). هذا التأثير كان له مردود على التوسع فى الأبحاث والدراسات التى أُجريت بهدف الوصول إلى طرق بسيطة لتصنيع والتنفيذ المشروعات المعمارية، والتجديد فى أشكال وأنواع مواد التشطيب وطرق البناء، ومحاولة لتجريب هذه الأشكال والطرق حتى تغير مفهوم أن " الشكل يتبع الوظيفة " ليصبح الشكل يتبع التقنية.



شكل:٢-٣٩
يوضح العلاقة التبادلية بين كلاً من أدوات التصميم والعملية التصميمية والإنتاج والتنفيذ.
المصدر:عن الباحث

وكما تحدثنا عن أدوات التصميم فى عصر المعلومات والإمكانيات التى أتاحتها للمصممين فى توصيف الأشكال والتكوينات وتمثيلها رقميا بواسطة البرامج المساعدة على التصميم الكاد (Cad)، وبرامج ال (BIM) فإن تنفيذها وتحقيقها فى الواقع يحتاج إلى مرحلة من التطوير لكي تساعد علي تسهيل عملية التصنيع والتنفيذ. هذا التطوير يكون من خلال برامج تربط النماذج الثلاثية الأبعاد (3D Models) بماكينات التصنيع، وهذه البرامج يطلق عليها برامج المساعدة علي الإنتاج والتصنيع والتنفيذ .

٢-٣-١ البرامج المساعدة على التصنيع:[١]

وتقوم هذه البرامج بإجراء عملية ترجمة للأشكال والبيانات من لغة للرسم إلي 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.

٢-٣-١-١ برامج الكام (CAM) :

وكان أول استخدام لهذه البرامج عام (١٩٧١م) فى صناعة الهيكل الخارجى للسيارات من قبل شركة رينو الفرنسية . وهي إختصار لكلمة (Computer aided manufacturing). والتى تعنى

[1]Woodward, Christopher and Jaki Howes .Computing in Architectural Practice .London :Spon Press , 1998.

الأدوات التى تساعد المهندسين والمصنعين على تسهيل الأنتاج للعناصر والأشكال المعقدة عن طريق لغة البرمجة والتشفير أو التكويد (Coding) .[١]

٢ ٣ ٤ ٤ برنامج CATIA :[٢]

وظهر هذا البرنامج فى عام ١٩٧٦م عندما قامت شركة أفينوس مارسيل داسـول الفرنسية (A vinos Marcel Dassault)* فى إنتاج برنامج يساعد على تصنيع الطائرات، والذى تم تطويره فيما بعد ليساعد على تصنيع السيارات والسفن – ثم تم بيعه لشركة (IBM) لتكون صاحبة الحقوق والملكية لتطويره، ثم إنتقل التطوير فيه إلى مجالات عديدة ومنها العمارة عن طريق المعمارى فرانك جيرى Frank Gerry.

٢-٣-٢ فرانك جيرى ودوره فى تطوير منظومة البناء :[٣]

من خلال تجربة فرانك جيرى للأفكار غير التقليدية كان تصميم التمثال السمكى الكبير والذى أطلق عليه (فيللا أوليمبكا) فى برشلونة بأسبانيا عام ١٩٩٢ (شكل: ٢-٤٠)، والذى واجه جيرى مشاكل وصعوبات فى تنفيذه، بالإضافة إلى القيود المالية لمقاول المشروع وشريك جيرى مما دفع جيرى للبحث عن إسلوب جديد لتسهيل التنفيذ، وبالفعل إقترب جيرى من تكنولوجيا تصنيع الطائرات ، وقام بدراستها وتطوير برنامج الـ CATIA ليسهل الأستفادة منه فى البناء. ولكن وجد أن إستخدام هذا البرنامج يستلزم مجموعة من إجراءات ومراحل التطور لا تتناسب مع العمارة ، فكان الحل فى إعادة إعداد خطوات التصميم وإجراءات التنفيذ فى شكل معلوماتى بنائى، ومن خلال دراسة ماكينات التصنيع وأسلوب توقيع الأسطح رقميا إستنتج الآتي :

١ -كل مراحل التصميم لها تداخل مع إجراءات وعمليات التصنيع والتنفيذ ومن ثم إستلزم تطوير عملية التصميم لتكون عملية رقمية لا ورقية .
٢ -أهمية النماذج الرقمية ودورها فى تحقيق المبنى .
٣ -أهمية فهم خصائص وقواعد الأشكال والمنحنيات حتى يسهل إجراء التمثيل رقميا فى العملية التصميمة والتنفيذية.
٤ -يجب وضع خطة واضحة لإدارة منظومة البناء .

خلال هذه الإستنتاجات تم وضع خطة توضح مراحل التصنيع المختلفة لتبسيط الأشكال المعقدة وتطوير المواد المناسبة لهذه الأشكال.

---

* وهي شركة تعمل على صناعة الطائرات بواسطة برامج الكاد والكام.

[1]Woodward, Christopher and Jaki Howes .Computing in Architectural Practice .London :Spon Press , 1998.

[٢] **Kolarevic, Branko. 2005.** *Architecture in the digital age . Design and manufacturing.* London : Taylor & Francis, 2005.

[3] **Steele, James. 2002.** *Architecture and Computers: Action and Reaction in the Digital Design Revolution .* London : Watson-Guptill, 2002..

٢-٣-٣ عمليات التصنيع والانتاج الرقمى :

وهى مجموعة العمليات التى تساعد على حل مشاكل التصنيع المختلفة، وهذه العمليات تمر فى إتجاهين متعاكسين: **الإتجاه الأول** من النموذج الرقمى إلى المبنى الحقيقى، ويكون هذا الإتجاه هوالإتجاه الرئيسى للتصنيع. **والإتجاه الآخر** وهو عكس الأول، حيث يكون النقل من النموذج المصغر للمبنى (ماكيت بمقياس رسم كبير) إلى النموذج الرقمى بواسطة الماسحات الضوئية فى عملية يطلق عليها بالهندسة العكسية (Reverse Engineering). شكل (٢-٤١)،شكل (٢-٤٢)

٢-٣-٣-١ المسح الثلاثى الأبعاد (من المادى إلى الرقمى):

تعتبر هذه الطريقة (المسح الثلاثى الأبعاد من المادى إلى الرقمى) طريقة فرانك جيرى التى يتبعها فى مرحلة التصميم، حيث يقوم بوضع أسكتشات فكرة المشروع ودراسة الفراغات والسطح أو الغلاف الخارجى للمبنى بواسطة ماكيت، ثم يقوم بواسطة ذراع إليكترونية بعمل مسح ثلاثى الأبعاد لجسم الماكيت بحيث يتكون هذا السطح من شبكة متقاطعة فى نقاط، ثم يتم نقل معلومات سطح الغلاف إلى الكمبيوتر لإكمال مراحل التصميم على النموذج الرقمى. **ويقول جيرى " إن إستخدامه للتكنولوجيا الرقمية فى هذه المرحلة ليس كوسط للفكر ولكن كوسط للترجمة من المادى إلى الرقمى"**[1] وبعد ذلك يتم تقريب نسبة الشكل الهندسى عبر التعديل بإستخدام وسائل التحكم فى الشكل والمنحنيات بطريقة الـ (NURBS) وهى طريقة تساعد على التحكم فى الأشكال المنحنية والمجسات الدائرية غير المنتظمة .[2]

- **طرق نقل الأشكال من المادي إلي الرقمي:** [3]

يتم نقل الأشكال التي يقوم المصمم بتصميمها بعمل نموذج لها إلي شكل رقمي من خلال ثلاث مراحل تستخدم فيها أجهزة المسح الرقمي كالتالي:

١) يمكن إجراء عملية النقل من المادى إلى الرقمى يدويا بواسطة ذراع رقمية ثلاثية الأبعاد يطلق عليها (The Micro scribe three dimension digitizer) أو أوتوماتيكيا بإستخدام آلة قياس منسقة (CMM) أو Coordinate Measuring Machine. والتى لديها Sensor موضعى رقمى، والذى يعمل بطريقة ميكانيكية على إتصال هذه الماكينة بالسطح الذى تم مسحه. شكل (٢-٤١)

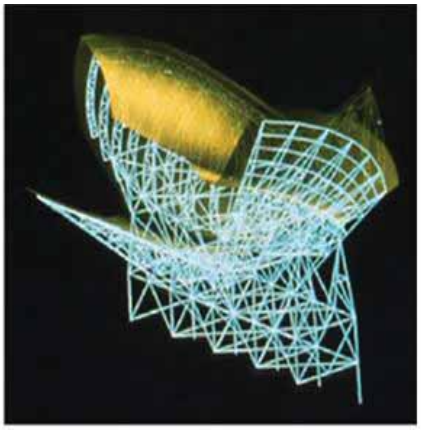
٢) أو بإستخدام المسح الغير متصل Non contact Scanning، وهو بديل أعلى فى التكلفة ، ولكن أسرع وأكثر دقة وأقل صعوبة فى العمل، وغالبا ما يكون أكثر كفاءة عند مسح الأشياء ذات المقياس الصغير. ويعتمد هذا البديل على إستخدام أشعة الليزر لإضاءة سطح الأجسام الممسوحة، والتى تنعكس لتلتقطها الكاميرات الرقمية (عادة ماتكون كاميرتان)، ثم يقوم الحاسوب بتسجيل هذه الصور. وبواسطة برامج رقمية متطورة يتم تحويل هذه الصورإلى نموذج ثلاثى الأبعاد، والذى يمكن فيما بعد تصديره فى شكل معلومات لاجراء التحليل الرقمى أو وضع نماذج للتحليل.(شكل٢-٤٢)

---

[1] Woodward, Christopher and Jaki Howes .Computing in Architectural Practice .London :Spon Press , 1998.

[2] zellner, peter .Hybrid space :New forms in digital age .London :Thames & hudson, 1999.

[3] Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.



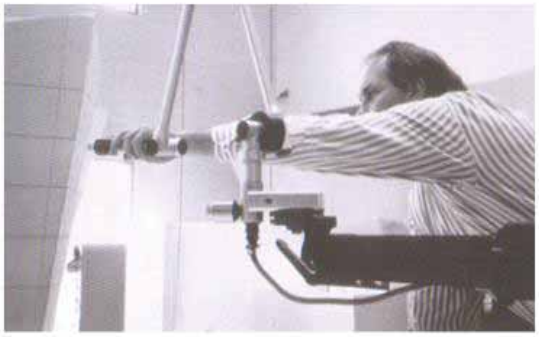
شكل ٢-٤٠
شكل يوضح الشكل الإستعاري لشكل سمكة فوق مشروع فيلا أوليمبكا ، ببرشلونة، أسبانيا.

المصدر:
Gehry, Frank .
Digital Architecture,
Hyper bodies
12 October 2007 :10-12.

The Microscribe three -dimensional digitizer .

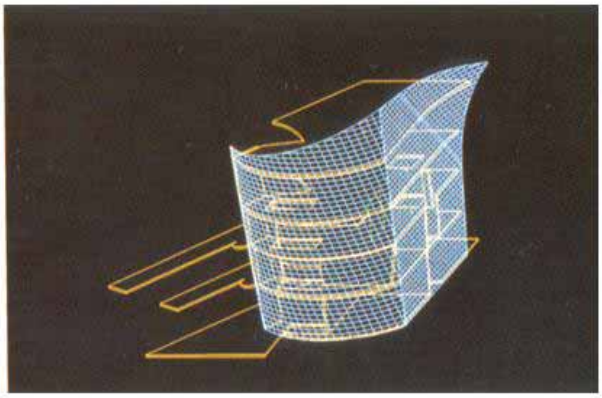
Three - dimensional laser acanner.

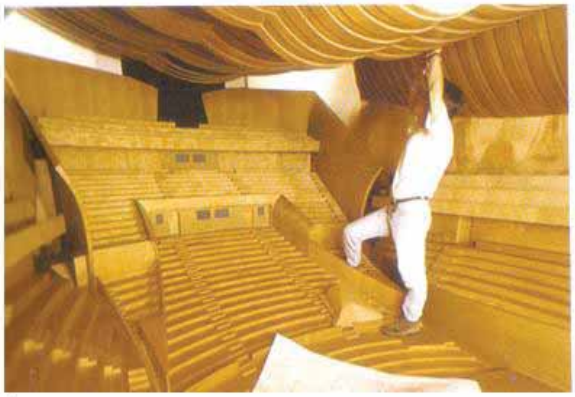
Three - dimensional laser for sit surveying.



شكل : ٢-٤١
شكل يوضح عملية المسح الرقمي على المجسمات (الماكيت) لتحويلها إلى نماذج رقمية، وبعض الماكينات المستخدمة.

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age.
Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.





شكل : ٢-٤٢
شكل يوضح النموذج المادي (الماكيت) لقاعة الموسيقي بمشروع والت ديزني ، والنموذج الثلاثي الأبعاد بعد عملية التحويل الرقمي.

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age. Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

٣) كما يوجد تقنيات للمسح ثلاثية الأبعاد يمكن إستخدامها لرصد النماذج المادية بطريقة رقمية، وأيضاً الظروف الموجودة والمحيطة بالنموذج المادى من مناظر طبيعية وطبوغرافيا وتضاريس. وتستخدم تكنولوجيا المسح بواسطة الليزر، والمعتمدة على تقنيات القياسات المختلفة بطريقة شائعة فى مسح مواقع الإنشاء فى جميع أنحاء العالم .

وتعتمد هذه التقنية على إصدار شعاع الليزر عن طريق الماسح (Scanner)، ويتم إلتقاط الضوء المنعكس وتحليل خصائصة لحساب المسافات بالنسبة إلى الشئ الذى يتم قياسه. وهناك ثلاث معلومات لكل من نقط القياس الفرديه الهامة وهي محاور الحركة الثلاثة (Z , Y , X)، بالإضافة إلى تكثيف الضوء المنعكس والذى يمكن إستخدامه لتحديد تكثيفات الإضاءة المختلفة أو حتى الألوان بالنسبة إلى لون سطح الجسم المراد مسحه. ومن مميزات المسح بالليزر إلى جانب الدقة والسرعة، الاكتشاف الوقتى للإنحرافات القياسية التى قد تحدث أثناء المسح أو فى مرحلة البناء.

٢-٣-٣-٢ التصنيع الرقمى- من الرقمى إلى المادى :

تأثرت العمارة بالأدوات والتكنولوجيا المصاحبة للعصر فى الفترة التى سبقت تكنولوجيا المعلومات، والتى إستخدم كلمة العمارة الأقليدسية (التى إستخدم فيها الأشكال الأساسية للتصميم مثل المكعب والدائرة والهرم ويستخدم فى رسمها القلم والمسطرة والبرجل)، وكانت النتيجة - كما لاحظ **وليام ميتشل - " أن المعماريين يرسمون ما يمكنهم بناؤه، ويبنون ما يمكنهم رسمه "**[١] هذه العلاقة المتبادلة بين وسائل الرسم والتمثيل والإنتاج لم تتوقف عند عصر بعينه، بل تطورت بشكل أكبر في فترة العمارة الرقمية، وهو ما ساعد المصممون علي إبتكار أشكال أكثر تعقيداً. ومثال ذلك عملية تصنيع الألواح الزجاجية غير المنتظمة الشكل فى أعمال فرانك جيرى، حيث يتم تقطيعها بإستخدام آلآت قطع رقمية تعتمد على المعلومات القادمة من النموذج الرقمى كما هو الحال أيضا فى الألواح المعدنية. فنجد فى مشروع تجربة الإحساس بالموسيقى (Experience Music Project) فى مدينة سيتيل (Seattle) قام بتقطيع ٢١ ألف لوح معدنى كل لوح مشكل بطريقة مختلفة من أجل تكوين الشكل المائل المنحنى للواجهة الخارجية .[٢] شكل (٢-٤٣)، شكل (٢-٤٤)

٢-٣-٣-٣ مرحلة التصنيع الثنائى الأبعاد :

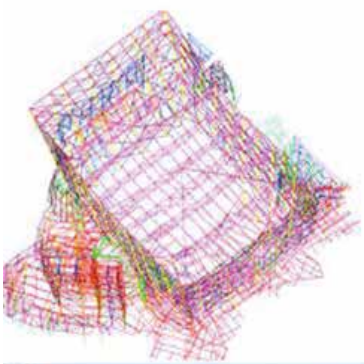
تعد هذه الطريقة فى التصنيع من أهم الطرق المستخدمة فى تطبيقات تكوين الغلاف الخارجى أو التكوينات بصفة عامة، وهى أحدى الطرق التى طورها جيرى لتساعد على تبسيط الأشكال المعقدة فالشكل المعقد يمكن تبسيطه عن طريق تجزيئه إلى وحدات صغيرة يمكن عند تجميعها أن تصل إلى الشكل النهائى. وطريقة التصنيع الثنائى الأبعاد المقصود بها: **"أساليب وطرق التقطيع للعناصر المكونة للأشكال المعقدة"** ولذلك نجد أن جيرى طور طريقة التقسيم الشبكى المنتظم أو غير المنتظم لكى يسهل تحديد هذه العناصر وإعادة تجميعها . شكل (٢- ٤٥)

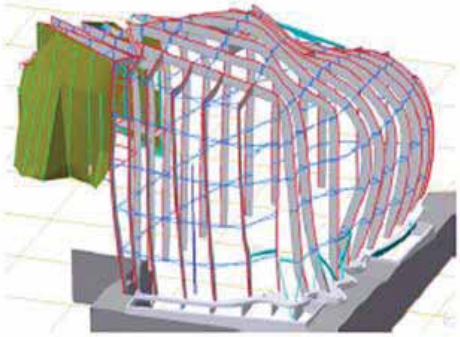
[١] د.علي رأفت .عمارة المستقبل. القاهرة: مركز أبحاث انتركونسلت، ٢٠٠٧.

[2] Iodidio, Philip .Architecture Now .London :Taschen, 2001.

شكل : ٢-٤٣
شكل يوضح : مشروع الإحساس بالموسيقى، من تصميم فرانك جيري، بسياتل بواشنطن، الولايات المتحدة.

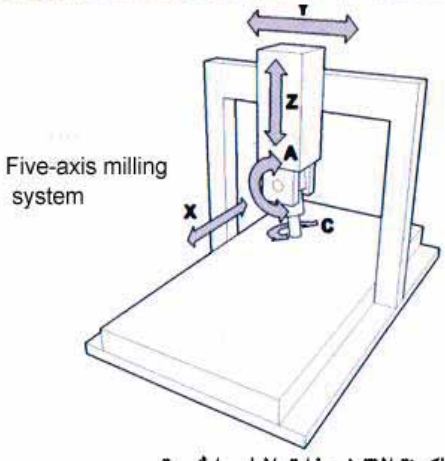
المصدر:
http://en.wikipedia.org/wiki/Frank_Gehry

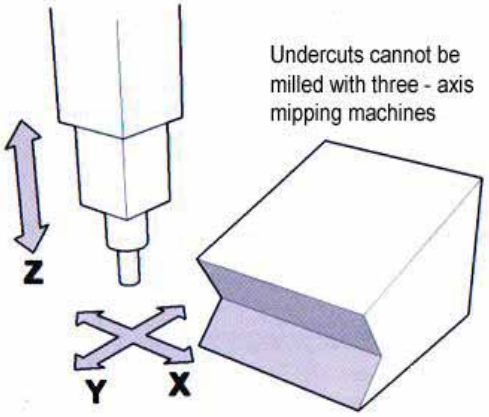




شكل : ٢-٤٤
شكل يوضح : الهيكل الإنشائي لمشروع الإحساس بالموسيقى،والذي استخدمت طرق التقطيع الثنائي والثلاثي الأبعاد، في تنفيذه.

المصدر:
Gehry, Frank" . Digital Architecture ". Hyper bodies 12 October 2007 :10-12.





شكل : ٢-٤٥
شكل يوضح : ماكينات التقطيع ثنائية وثلاثية المحاور ، وماكينة التقطيع ذات المحاور الخمسة

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age. Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

ولذلك نجد أن من أهم مراحل هذه الطريقة هى مرحلة التكويد (التشفير) للعناصر الصغيرة فهى تساعد على ثلاثة أشياء :[1]

١ -سهولة تمييز العناصر وتكوين مواصفات وأبعاد لكل عنصر .
٢ -سهولة وضع كل قطعة فى مكانها فى المشروع عن طريق التكويد (التشفير).
٣ -إمكانية حصر المواد المستخدمة بواسطة الحاسب بشكل أتوماتيكي أو تلقائئ.

- **الماكينات المستخدمة فى هذه الطريقة :**

هناك أكثر من ماكينة يمكن ان تصل إلى التشكيل والتقطيع ولكن بطرق مختلفة .

١ -فنجد ماكينة CNC* أوالتصنيع الثنائى الأبعاد من أكثر تقنيات التصنيع شيوعا، وتتضمن تقنيات التقطيع المختلفة مثل plasma arc ، وشعاع الليزر ، وماكينة التقطيع بواسطة الليزر water jet. حيث تعتمد ماكينة ال CNC فى التقطيع على محورين لتقطيع الخامات، أمّا عند إستخدام ماكينة ال Plasma arc فى القطع يتم تمرير قوس كهربى من خلال إنبثاق الغاز المضغوط فى فتحة القطع، حيث يتم تسخين الغاز إلى البلازما بدرجة عالية جداً مما يجعلها تتحول إلى غاز عند تمرير الحرارة إلى منطقة القطع.

٢ -أما طريقة قاطعات الليزر فتعتمد على إصدار ضوءا مركزاً ذا تكثيفا عاليا من الأشعة تحت الحمراء، وذلك لكي يتم دمج الغاز المضغوط عن طريق درجة حرارة عالية وثانى أكسيد الكربون لإذابة أو حرق المادة التى يراد تقطيعها. وهناك إختلافات كبيرة بين هذه الأنواع على مستوى التقنية، ومدى قدرتها على إختراق سمك المواد لتقطعيها.

٣ -أما طريقة التقطيع بواسطة المياة المركزة Water Jet : فهي طريقة تعتمد علي تركيز المياة ودفعها بقوة عالية جداً. ثم يتم مزجها مع الجزيئات الكاشطة ويتم دفعها من خلال فتحة ضيقة علي شكل تيار مركز بدرجة عالية، مما يجعلها تسبب التآكل السريع للمادة التى يراد تقطيعها، ومنتجة قطع واضحة ودقيقة. وهذه الماكينة (Water Jet) إستخدمت في تقطيع الهيكل الخارجي لجناح عرض السيارات بشركة BMW بمعرض فرانكفورت بألمانيا، حيث قطعت الألواح مباشرة من الملف الرقمي (شكل: ٢-٤٦). ففي الوقت الذي تستطيع قاطعات الليزر أن تقطع الخامات التى تستطيع أن تمتص **طاقة الضوء فقط** ، فإن قاطعات الـ water jet تستطيع قطع **أى مادة** .

٢-٣-٣-٤ التصنيع بطريقة الطرح :

يعتمد التصنيع بطريقة الطرح علي إزالة حجم معين من المواد الصلبة، وذلك بإستخدام عمليات تصنيع (متعددة المحاور) مختزلة بطريقة كهربائية وكيميائية أوميكانيكية .

[1]Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

* تم توضيحها في الفصل الأول من الباب الأول ص ٢٣.

ويمكن أن يكون التصنيع مقيداً محوريا بالسطح أوبالحجم، ونجد الآلات المقيدة محورياً مثل المخرطة أن القطعة من الخامة التى يتم تصنيعها (تقطيعها) لها محور واحد فى حركة دائرية والرأس القاطعة لها محوران للحركة الناقلة . ونجد أن آلآت التصنيع المقيدة بالسطح متطابقة من ناحية المفهوم لآلات القطع التى تم تناولها سابقا. ويوجد أيضا ماكينات يطلق عليها Routers أو الموجهات وهى ماكينة ذات محورين ، وتدار القطعة الثاقبة موازية لمحاورال (X , Y) بحيث يتم إعطاء تشكيل أو حفر عناصر ثنائية الأبعاد على الخامة .[١]

ويعد التصنيع (بطريقة الطرح) للمواد الصلبة ثلاثية الأبعاد امتداداً مباشراً للقطع الثنائية الأبعاد بإضافة إمكانية رفع أو خفض الجزء الثاقب، أى تحريك ذراع القطع بموازاة البعد الثالث (محور Z) حيث أن ماكينات القطع ذات المحاور الثلاثة يمكنها نحت المادة الخام والتحكم فيها من خلال التحكم فى الحجم. وبسبب حركة الذراع بالموازاة للمحاور الثلاثة (Z , X , Y) فإن معدل الأشكال التى يمكن إنتاجها بهذه الماكينات أكثر من الأشكال التي يمكن إنتاجها بالماكينات الثنائية الأبعاد[٢]. فنجد أن المعماري فرانك جيري إستخدم هذه الطريقة في نحت التكوينات الغير منتظمة علي الخرسانة لتكوين حوائط يمكن تجميعها وتركيبها في الموقع (بطريقة لعبة البازل Puzzle) لكي يحصل علي تكوين كتلي بكامل إرتفاع المبني، وذلك في مشروع برج زولف، بألمانيا (Zollhof Tower). حيث تم رش الخرسانة المسلحة علي الفوم والحفر علي الخرسانة وهي رخوة لتعطي التكوين المراد (كما بالشكل:٢-٤٧).

وتستخدم آلآت لها أربع أو خمس محاور لتقطيع وتشكيل المواد بطريقة أسهل مع إعطاء إمكانيات تشكيل أوسع، ففى أنظمة المحاور الرباعية يتم تزويد محور إضافى للدوران ، إما من أصل الرأس القاطعة أو القاعدة القاطعة التى تمسك بالقطعة (محور A) . وفى الأنظمة خماسية المحاور يتم إضافة محور اخر للدوران (محور B)، وفى هذا التحديد تستطيع الرأس القاطعة أن تقوم بقطع الأجزاء السفلى وتستطيع بشكل كبير زيادة الأشكال التى يمكن إنتاجها بإستخدام المحاور الرابعية والخماسية.

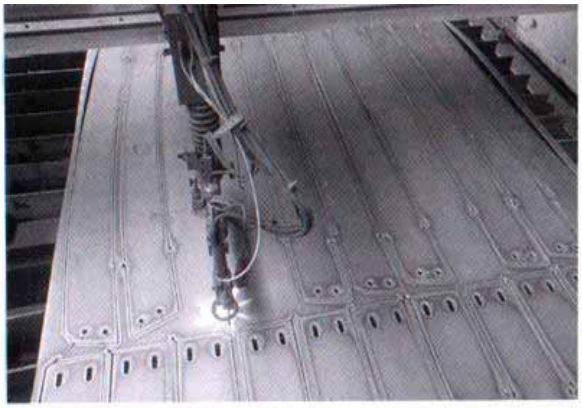
٢-٣-٣-٥ التصنيع بطريقة الإضافة Additive Fabrication :

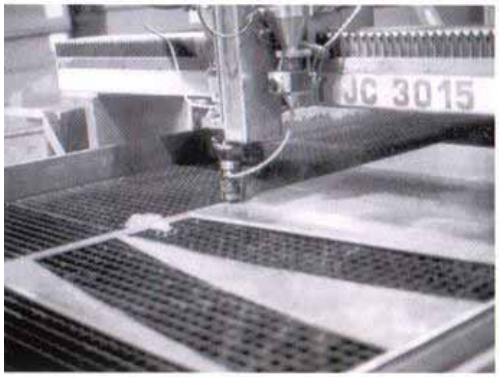
تعتبر طريقة التصنيع بالإضافة عكس طريقة التصنيع بالطرح، حيث أنها تعتمد على تكوين الأشكال والأحجام التى يصعب تكونيها بالطرق التقليدية، وذلك بطريقة تبسيط هذه الأشكال وتحويلها إلى مجموعة من الطبقات العديدة " Layer- by-Layer Faison " ، والتى عند تجميعها تكوّن الشكل أو الكتلة المراد تصنيعها، ويمكن تنفيذ هذه الطريقة بأكثر من أسلوب للتصنيع مثل :

١) تصنيع الطبقات Layered manufacturing.
٢) تصنيع التكوينات المصمتة Solid Free Form Fabrication.
٣) التصنيع السريع للعناصر المتكررة Rapid Proto Typing.
٤) التصنيع بطريقة سطح المكتب Desktop manufacturing.

[1]Kocat¨urk, Peter Brandon and Tuba .Virtual Futures for Design,Construction & Procurement . London :Wiley-Blackwell, 2008.

[2] Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.





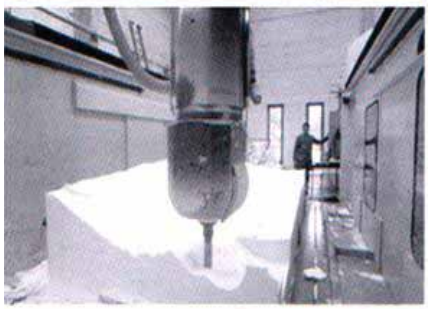
A simple CNC program.

نموذج لبرمجة ماكينة التقطيع CNC بلغة التكويد (التشفير)

```
00001
N005 G00X1. Y1.
N015 G43 H01 Z.1 M08
N0220 G01 Z-1.25 F3.5
N025 G00 Z.1
N030 X2.
```

شكل: ٢-٤٦
شكل يوضح ماكينة التقطيع بواسطة الماء (WaterJet)

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age. Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.



شكل: ٢-٤٧
شكل يوضح: ماكينة الحفر ذات المحاور الثلاثة
والتي إستخدمات في مشروع Azholf Tower بألمانيا،من أعمال فرانك جيري،
وذلك في أعمال الحوائط الخرسانية.

المصدر:
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age. Design and manufacturing .
London :Taylor & Francis, 2005.

وهذه الطرق تجتمع فى مبدأ أساسى هو التصنيع بواسطة الطبقات على رغم الإختلاف فى طرق تنفيذها.

حيث يتم تقسيم النموذج الثلاثى الأبعاد المراد تصنيعه رقميا إلى مجموعة من الشرائح أو الطبقات، والتى يخزن عليها رقميا مجموعة من المعلومات، وسيتم عن طريقها تقطيع هذه الشريحة ولكن بطريقة التقطيع الثنائى الأبعاد.

- **الماكينات المستخدمة فى طريقة التصنيع بالإضافة :**[١]

تم إستخدام ماكينات عديدة لهذه الطريقة فى التصنيع، وتختلف كل ماكينة عن الأخرى وفقا للغرض من عملية التصنيع أو المواد والمقاسات التى سيتم تنفيذها عليها. حيث تم تشغيل أول ماكينة عام ١٩٨٨م، والتى أُطلق عليها Stereo Lithography،، والتى تعنى الماكينة التى تقوم بتجسيم الأشكال والكتل عن طريق التصنيع، ثم أخذ التطور التكنولوجى فى ماكينات التجسيم الثلاثى الأبعاد فى التزايد والنمو بشكل كبير إلى أن إستخدم الحفر بالليزر والإضاءة والمواد الكيماوية ، ففى ماكينة الـ Stereo lithography يتم إستخدام البوليمرات السائلة والتى يتم تحويلها إلى مادة صلبة عند تعرضها إلى أشعة الليزر. حيث يتم وضع المادة السائلة (البوليمرات) فى وعاء كبير ويتم تصليبها ثم البدء فى أخذ الشرائح العرضية الرفيعة جداً (تصل إلي أجزاء من المليمتر) للمادة وفى عدد كبير من الشرائح التى عند تجميعها يتكون الشكل النهائى المراد تكوينه، (شكل: ٢- ٤٨).

- **ماكينة التصنيع ثلاثى الأبعاد بواسطة التصليد الحرارى :** [٢]

والتصنيع بواسطة التصليد الحراري يطلق عليها أيضاً عملية التلبيد الحرارى (Sintering)، وتستخدم هذه الطريقة للحصول على منتجات أو عناصر معمارية (حوائط أو أسقف أو بلاطات) من المساحيق أوالبودرة، وذلك من خلال تسخين المادة إلى درجة أقل من درجة الإنصهار، وبذلك تلتصق ذرات المادة التى هى على شكل مسحوق بعضها ببعض. وتعتبر هذه العميلة تقليدية فى عملية تصنيع السراميك، حيث يمكن تطبيق هذه العملية بنفس طريقة الطبقات، وتقطع المادة المكونة فى شكل طبقات وتجميعها ولصقها بالتسخين. ويمكن إجرائها على مواد مثل: البلاستيك والورق، الحديد، والمعادن، فى طريقة مشابهه لتصنيع الشمع ولكن بشكل طبقات. وهذه الطريقة تمر بمرحلتين الأولي الإضافة عن طريق صب كتلة كبيرة من الخرسانة والثانية عملية الطرح بجعل ذراع الماكينة تمرعلي الكتلة الكبيرة ثم تقوم بنحتها، وبسبب إرتفاع تكلفة طرق التصنيع بالإضافة ولمحدودية مقاسات العناصر التى يمكن تكوينها داخل الماكينات، وكذلك الوقت الطويل الذى يستغرقة تكوين المجسمات، فإن إستخدامها فى التصميم قاصرعلى الأشكال أو الكتل المعقدة، والتى تعد أشكال منحنية غير منتظمة (Curvilinear geometries). وفى التنفيذ يتم إستخدامها فى العناصر التى سيتم تكرارها فى أماكن عديدة بالمشروع. مثل: عناصر تجميع الوحدات الإنشائية فى الجمالونات، والقبب

[2] Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

السماوية عن طريق تصنيع وحدات ثابتة تساعد على سرعة التنفيذ (Rapid Prototyping). وحالياً تم إستحداث أساليب جديدة عن طريق تجريب تقنيات مختلفة تساعد على تصنيع أو إنتاج المسطحات الكبيرة بإستخدام وحدات خرسانية يتم تصنيعها وتجميعها رقميا بطريقة يطلق عليها الـ Contour Crafting، والتى تم إبتكارها بواسطة بيروك كوشينفز(Behrok khoshnevis)، من جامعة كاليفورنيا الجنوبية (University of southern California). حيث تم إعداد الشكل أو المسطح المراد تكوينه فى صورة تجميعية تعتمد على تقسيم المسطح إلى عدة أقسام يتم تنفيذ كل قسم على حدى، وتحديد أماكن الربط فى الحواف لكل سطح بحيث يسهل تجميعها وتركيبها فى الموقع .

٢-٣-٣-٦ التصنيع للتكوينات Formative Fabrication :

تعتمد هذه الطريقة من التصنيع على البرمجة المسبقة للماكينات التي ستستخدم في تكوين الأشكال المرادة، إلى جانب الطاقة المؤثرة على المواد التى سيتم تعريضها لها لكى يسهل تشكيلها. وهذه الطريقه مفيدة بشكل كبير فى تصنيع وتشكيل المواد المعدنية سواء كانت فى شكل لوحات معدنية (Metal boards) مسطحة أو فى شكل مواسير معدنية أو قطاعات معدنية غير منتظمة الشكل (Tubes or Double curved , compound surfaces)، وذلك عن طريق تعريض اللوحات المعدنية أو المواسير أو القطاعات المعدنية إلى درجات حرارة عالية مع شد (اللوحات المعدنية أو المواسير أو القطاعات المعدنية) إلى أن تصل إلى مرحلة اللدونة والإلستيكية ليسهل تشكيلها، وفى هذه الحالة تقوم الماكينة بتنفيذ الشكل المبرمج لديها عن طريق إعطاء التحكم فى الإنحناء أوتحويل المادة (الألواح أو القطاعات) إلى مجموعة من النقاط، والتحكم فى مستويات (إرتفاعاً أو إنخفاضاً) هذه النقاط لإعطاء الشكل والتكوين المراد[1]. وهذه العملية تعد من أكثر العمليات التصنيعية التى يعتمد عليها فرانك جيرى فى تصنيع الأسطح والتكوينات نظراً لكثرة إستخدامه الألواح المعدنية فى أغلفة مشروعاته (الكسوات والتجاليد الخارجية). وكذلك إستخدام المواسير والقطاعات المعدنية كنظام إنشائى لمعظم مشروعاته.ويوضح شكل (٢-٤٩) عمليات تصنيع القطاعات والمواسير المعدنية في مشروع معرض سيارات BMW بجينيف، بسويسرا، من تصميم Bernhard Franken and Abb Architekten، والتي إستخدمت ماكينة (CNC Bending) في عملية تصنيع الإنحناءات لقطاعات الألومنيوم وفقاً لملفات الكاد وتصميم المصمم.

٢-٣-٣-٧ إستخدام برمجيات الحاسب الألي في تكوين الأسطح:

تركز هذه الطريقة علي جزء خاص من تطور طرق التعامل مع الأسطح الخارجية للمبني، فكما ذكر في النقاط السابقة من طرق مختلفة للتصنيع والتنفيذ الرقمي. تنوعت بين مراحل نقل النموذج من المادي إلي الامادي، ومراحل التنفيذ عن طريق التقطيع بالطرح والتنفيذ بالإضافة، ومرحلة التصنيع للتكوينات. ننتقل في هذه النقطة إلي مرحلة متقدمة من تطور عمليات الإنتاج والتصنيع والتنفيذ الرقمي علي مستوي تكوينات الأسطح. وهي مرحلة كانت نتيجة للحاجة إلي تطوير طريقة واضحة وسهلة للتعامل مع تنفيذ الأسطح، وبخاصة الأسطح المعقدة و الغير منتظمة وذلك علي صعيد عمليات التصميم والتنفيذ أيضاً.

[1]Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005.

The SLA 250 stereolithography system by 3D systems.

ZCorp's Z406 3D printer.

Thermojet prniter by 3D Systems.

شكل : ٢-٤٨

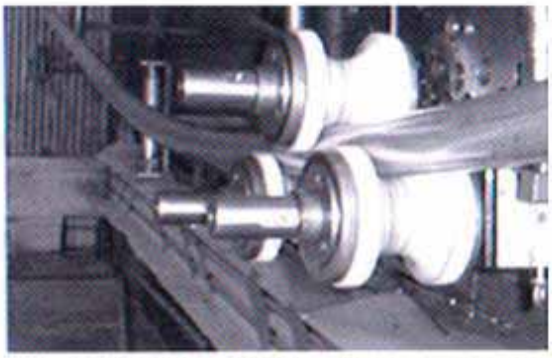
شكل يوضح : بعض ماكينات التقطيع بالليزر، المستخدمة في طريقة التصنيع بالإضافة.

المصدر:

Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age. Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

(أ) مشروع معرض سيارة BMW من الخارج.

(ب) قاعة عرض سيارة BMW من الداخل ، وتظهر القطاعات المعدنية المستخدمة كأسلوب عرض للسيارات.



(ج) القطاعات المعدنية اثناء مرحلة التشكيل بواسطة ماكينة CNC والتي تشكل الإنحناءات علي المواسير المعدنية.

(د) القطاعات المعدنية أثناء مرحلة التجميع في الموقع.

شكل : ٢-٤٩

شكل يوضح : مشروع معرض سيارات BMW ، بجينيف بسويسرا. واستخدام التكنولوجيا الحديثة في إنشاء المبني.

المصدر:

http://www.franken-architekten.de/ 2010

فنجد أن ظهور مجموعة من الأفكار التي أطلق عليها الإستراتيجيات التى تتعلق بالأسطح (Surface strategies) والتي تعنى: دراسة تكوين الأسطح (حوائط خارجية أو داخلية) ومواد التنفيذ (سواء مواد إنشائية أو تكسيات للأسطح) في إطار موحد. والمقصود هنا بكلمة إطار موحد : هو ظهور السطح أو الغلاف الخارجي للمبني وكأنه قطعة واحدة، **"بحيث لايمكن الفصل فيه بين المواد و العناصر الإنشائية"**. وهي التقنية المستخدمة في تكوين الأسطح المستخدمة فى الطائرات والسيارات بغرض ملائمة الشكل للوظيفة، والتى يطلق عليها (Monocoque Structures) و (Semi Monocoque)*.

فنجد أنه تم إستخدام هذه التقنية فى الطائرات والسيارات لمواجهة تأثير الرياح على حركة الطائرات أثناء الطيران، وكذلك السيارات. ولتفادى هذه الأحمال كان التصميم يحتاج إلى خطوط إنسيابية لتفادى مقاومة الأسطح لضغط الهواء. وكان توفيق المواد مثل الحديد والالومنيوم مع هيكل السيارة أو الطائرة يحتاج إلي تكنولوجيا تسهل هذه العملية وهى تكنولوجيا الـ (Monocoque). ولذلك نجد أن المواد المستخدمة فى هذه التكنولوجيا لها خصائص تميزها عن المواد التقليدية للبناء (الحجر ، الطوب ، الطين، والأخشاب،و..إلخ) وهى المرونة فى التشكيل والمقاومة للظروف المناخية. مثل الألومنيوم والذى يقاوم الصدأ، وكذلك المطاط (Rubbers) والبلاستيك، والمواد المركبة (Composites). ومن المواد المركبة آلياف الزجاج ، آلياف الكربون ، الخشب الرقائقى ، والأسمنت المسلح والممزوج بمواد كيماوية .[٢] ويوضح شكل (٢-٥٠) مشروع مطعم جورجيس Georges Restaurant، بمركز بومبيدوPompidou Center، باريس، حيث كانت فكرة الديكور الداخلي عبارة عن شكل سحاب، ويتم توزيع عناصر فرش المطعم من كراسي وطرابيزات من داخل السحاب، والتي إستخدمت تكنولوجيا تكوين الأشكال في اطار موحد في تنفيذ هذا السحاب. حيث تم إستخدام الحاسب الآلي في تكوين كتلة السحاب بواسطة الأسطح الغير منتظمة NURBS، ثم تم تحويل الكتلة إلي هيكل معدني مكون من العديد من الشرائح التي تم تكوينها نتاج أخذ العديد من القطاعات المتوازية لكتلة السحاب. ثم تم تكسية الهيكل المعدني بألواح من الألومنيوم.

ويظهر أهمية إستخدام الحاسب الآلي في هذه المرحلة من خلال البرمجيات، والتي نجحت العديد من البرامج المعمارية في إعداد العديد من أدوات للتحكم في إنتاج الأشكال، والتحكم فيها عن طريق التعديل والتطوير بواسطة إدراج كافة المتغيرات التي يمكن أن تؤثر علي الأسطح. ويتميز إستخدام الحاسب الآلي في هذه المرحلة في أنه يُمكّنْ المصمم من التحكم في الأسطح بإستخدام المواد المختلفة، والتعامل معها وفقاً لخواصها الطبيعية، كما أنه يساعد المصمم علي إعطاء العديد من البدائل والمقترحات لتكسية الأسطح حسب شكل المواد المستخدمة.

ومن الأمثلة التي تم فيها إتخاذ إستراتيجيات معالجة وإختيار إسلوب تجميع للأسطح: مشروع الإحساس بالموسيقى فى سياتيل،بواشنطون، بالولايات المتحدة (Experience Music project in

*وهو مصطلح مكون من كلمتين هما: **Mono** وهى كلمة إغريقية وتعنى الأوحد ، وكلمة **Coque** :وهى كلمة فرنسية تعنى الهيكل، والتى تعتمد فى فكرتها الأساسية على تكوين هيكل إنشائى واحد تأخذ فيه العناصر الإنشائية و المواد شكل واحد ويطلق أيضا على هذه التقنية أسماء أخرى مثل الكسوات الإنشائية أو الأسطح (Structural skin) ، والأسطح المضغوطة (Stressed skin) ، وحدة الهيكل أو الكتلة Unit body ، البناء الوحدوى Unitary Construction.

[2] http//:en.wikipedia.org/wiki/Monocoque,9/2010.

Seattle) [1]. والذي قام فرانك جيري وفريق العمل بالإستعانة ببرنامج الكاتيا (CATIA) في إختيار الإسلوب الأمثل لتجميع وتشكيل الأسطح، حيث تم برمجة الكمبيوتر بالمعلومات الخاصة ببدائل أبعاد الألواح المعدنية ومقاساتها المختلفة **(عملية إدخال المعلومات)**. ثم تم طلب إعطاء بدائل حلول لإختيار البديل الأمثل والذي يكون للمصمم حرية إختيار هذا البديل **(عملية إخراج المعلومات)**. وكان إختياره بين ثلاثة بدائل، إلي ان إستقر علي البديل الأمثل، والذي تم إخراج رسومات التنفيذ تلقائياً بواسطة الحاسوب.شكل (٢-٥١)

وهناك مثال آخر يوضح فاعلية إستخدام برمجيات الحاسب في تكوين الأسطح وهو: مشروع منزل (Kolatan and Mac Donald s Rayboulal)[2]، والذى تم بناؤه عام (٢٠٠٣) ، بولاية كونيتيكت ، بالولايات المتحدة الآمريكية ، مثالاً واضحاً علي إستخدام الأسطح الموحدة مع المواد (Monocoque) في عملية البناء. حيث تم بناء الهيكل الخارجى للمبنى على شكل قفص بيضاوى الشكل بواسطة برامج الكاد CAD. ودراسة إستخدام المادة المناسبة للتأكيد علي الشكل البيضاوي، والذي كان الإختيار الأفضل هو تغطتيه بمادة البولى يوريثان الرغوية (مادة عازلة ومقاومة للظروف الجوية وتساعد على عدم تآكل المواد). ونتيجة لذلك نجد أن الهيكل إنصهر مع المادة فى شكل واحد، كما أن توزيع الأحمال الإنشائية كان موزع على جميع عناصرالهيكل القفصى. والمادة لها دور كبير فى إعطاء التكوين البيضاوى الذى أراده المصمم. بالإضافة إلى مقاومتها للظروف التى قد تؤثرعلى الغلاف. كما أنها أصبحت مادة تكسو كامل المبنى (أسقف وحوائط فى إستمرارية شكلية تربط جميع الأوجه لتكون شكل متصل) .

٢-٣-٤ التجميع Assembly :

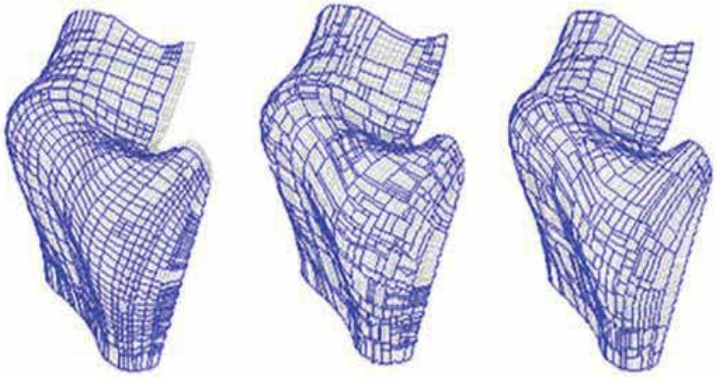
بعد أن تحدثنا عن طرق تصنيع أجزاء ومواد البناء المختلفة بأكثر من طريقة تصنيع رقمية، تأتى مرحلة تجميع هذه العناصر فى الموقع لكى تعطى التكوين النهائى للمبنى، وهي المرحلة النهائية في تنفيذ المبني. ففى مرحلة التجميع تستخدم التكنولوجيا الرقمية فى هذه المرحلة بكاملها دون تدخل أى من الطرق التقليدية (مثـــل القياس بواسطـــة شريط الأبعاد، أو إستـــخدام المهـــارات الحرفية واليدوية). فالعملية التى تتم كلها تعتمد على النموذج الرقمى الثلاثى الأبعاد، وعلى مرحلة تكويد وتشفير العناصر والأجزاء التى تم تصنيعها، بحيث يتم وضعها فى أماكنها بإستخدام التكويد والشفرة وبدقة عالية جداً حيث أنه لايُسمح بالخطأ. فكل قطعة أو عنصر من عناصر الغلاف أو الإنشاء المحدد مسبقاً يحدد مكانه على الغلاف بواسطة رقم مكوّد بحيث يكون لكل قطعة رقم لا يتكرر، وليكن مثلاّ: **(R W M 0125)** فيكون رمز **(R)** يقصد به ماكينة التقطيع المستخدمة والرمز **(W)** يقصد به أن هذه القطعة توضع كتكسية للحوائط والرمز **(M)** يقصد به أن مادة الشريحة من الميتال **(Metal)** ويكون المقصود من الرقم **(0125)** بأنه رقم الشريحة والذي يحدد خصائصها الشكلية، وموضعها علي الحائط، والذي يشمل أيضاً مكانه بالنسبة لمحاور ال **(X,Y,Z)** [3] .

[1] zellner, peter .Hybrid space :New forms in digital age .London :Thames & hudson, 1999.

[2] **Simonot, Marie - Ange Brayer and Beatrice. 2002.** *Archilab's Earth Buildings: Radical Experiments in Land Architecture.* United Kingdom : Thames & Hudson, 2002,P 130

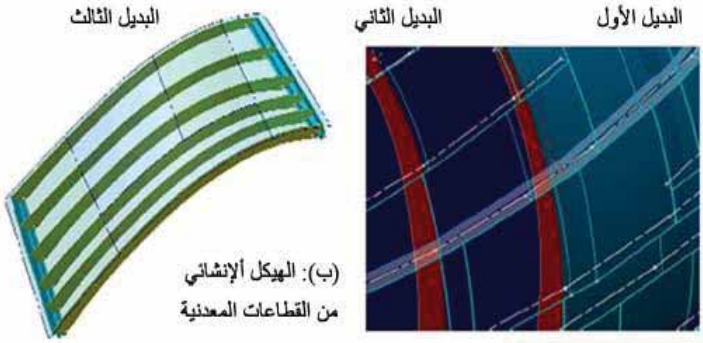
[3] zellner, peter .Hybrid space :New forms in digital age .London :Thames & hudson, 1999.

شكل : ٢ ـ ٥٠
شكل يوضح: مطعم جورجيس، بمركز بومبيدو، باريس، فرنسا.
المصدر:
http://www.floornature.com/ 2010

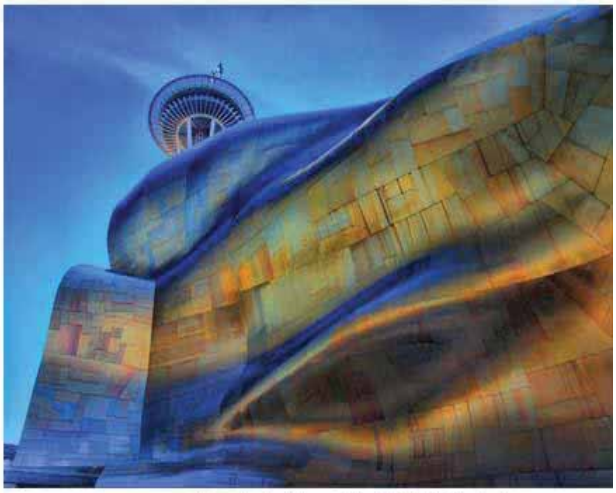


(أ): ثلاثة بدائل لتجميع الألواح المعدنية، يتم اجراء عملية تباديل وتوافيق بواسطة البرامج المعمارية واعطاء بدائل يمكن للمصمم اختيار الأفضل بواسطتها

البديل الثالث البديل الثاني البديل الأول



(ب): الهيكل ألإنشائي من القطاعات المعدنية



(جـ): الشكل النهائي لتجميع الألواح المعدنية

شكل : ٢ـ٥١
شكل يوضح : مراحل إختيار الشكل النهائي لأحد أسطح مشروع الإحساس بالموسيقيي، بسياتل، بالولايات المتحدة.
المصدر:
Gehry, Frank" .Digital Architecture ".
Hyper bodies 12 October 2007 :10-12.

وتستخدم أجهزة القياس الرقمية فى تحديد مكان كل قطعة أو شريحة، وهذه الأجهزة مثل الماسح الإليكترونى (Electronic Surveying)، وليزر تحديد المواقع (Laser Positioning)، والتوتال ستيشن (Total Station) من الأجهزة الأكثر إستخداماً فى مرحلة التنفيذ. وتكون هذه الأجهزة متصلة بكل من: البرامج (مثل كاتيا CATIA)، وموقع التنفيذ، بحيث يتم وضع كل قطعة وفقاً للكود المحدد على النموذج الثلاثى الأبعاد، وبالتوافق مع النموذج الرقمى الثلاثي الأبعاد. وتأتى مرحلة التركيب التى سيتم فيها تجميع عناصر الغلاف معا لنجد أن الإنسان الآلى أو الروبوت (Robot) له دور هام جدا فى هذه المرحلة. حيث يتم الإستفادة من النموذج الرقمى فى تحديد مهام الإنشاء والتنفيذ، وتسلسل العمليات فى الموقع، وتعد اليابان من البلدان الرائدة في هذا المجال. حيث إستفادت اليابان من تطور صناعة الروبوت لديها، وقامت بتوظيفه في تكنولوجيا البناء وبخاصة عمليات التنفيذ المسبق أو فى الموقع، والتحكم فى تنفيذ العمليات الصعبة مثل التجميع للعناصر الثقيلة، وكذلك لحامها معا أو تركيب ودهان الأماكن التى يصعب الوصول إليها، ومستفيده من نفس العملية التى يتم إستخدام الانسان الآلى فيها فى صناعة السيارات للتحكم فى السرعة والدقة وتوفير الوقت .[١]

وتعد هذه الأنظمة التى يستخدم فيها الأنسان الآلى (Robot) من أنظمة البناء التي يطلق عليها الأنظمة الذكيه Smart Systems، وجارى تطوير هذه الانظمة بسرعة كبيرة لما لها من فوائد متعددة خاصة فى المنشأت المرتفعة، والمستخدم بها عناصر أو مواد مثل الحديد والخرسانة ذات الأوزان الثقيلة، والتى يصعب التحكم بها خاصة فى ظروف موقع به أشكال حرة، وهو ما تم في عملية تنفيذ مشروع بنك جوروكو باليابان، بمدينة مجاوايا. وهو مبنى بإرتفاع عشرون طابقاً. حيث إسُتخدم فيه الروبوت فى تجميع العناصرالإنشائية والتى إعتمدت على المنشآت المعدنية (The Steel structural frame)، كما قامت الروبوتات بتجميع هذه العناصر ووضعها فى أماكنها ولحامها ومعالجتها، وتركيبها مع العناصرالخرسانية، والتحكم فى وضع الحوائط والأسقف إعتماداً على أنظمة الإدارة بإستخدام معلومات الحاسوب (A Computerized Information Management System).[٢]

[1]Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

[2]Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005.

٢-٣-٥ خلاصة الفصل الثالث:

ناقش الفصل السابق موضوع : (عملية الإنتاج والتنفيذ في عصر تكنولوجيا المعلومات) وكان ذلك **بهدف:**

أ) أولاً: التعرف علي الإمكانيات التي أتاحتها تكنولوجيا المعلومات للمعماري في مرحلة الإنتاج والتنفيذ.

ب) ثانياً: التعرف علي مراحل وخطوات التصنيع والتنفيذ الرقمية، من مرحلة الإنتهاء من وضع الأفكار إلي مرحلة تجميع وتنفيذ عناصر المشروع في الموقع.

وكانت النتائج كالتالي:

- تم رصد كافة مراحل الإنتاج والتنفيذ الرقمي والتي تضمنت سبعة مراحل هي:

١) المسح الثلاثي الأباد من المادي إلي الرقمي.
٢) التصنيع الرقمى- من الرقمى إلى المادى.
٣) **مرحلة التصنيع الثنائى الأبعاد.**
٤) **التصنيع بطريقة الطرح.**
٥) **التصنيع بطريقة الإضافة.**
٦) **التصنيع للتكوينات.**
٧) **إستخدام برمجيات الحاسب الألي في تكوين الأسطح.**

ثم إنتقلنا إلي كيفية تجميع هذه الأجزاء وتركيبها في الموقع بعد تقطيعها، وتتم المرحلتين " التصنيع والتركيب" بإستخدام الحاسب الآلي، وتلك المراحل السبعة وما تبعها من بيان لكيفية التجميع والتركيب كانت تهدف إلي ما يلي:

أ) أهمية التعرف على مراحل الإنتاج والتصنيع الرقمي وفنياتها ، وإستراتيجية التعامل مع الأسطح والتكوينات، ومدي تأثير دور تكنولوجيا المعلومات في هذه المراحل، ودورها في الربط بين عمليتي التصميم والتصنيع، حيث أن العديد من المعماريين وعلى رأسهم فرانك جيري طوروا إتجاهاتهم المعمارية وأوجدوا حلولاً ومعالجات جديدة كانت نتاج التفاعل مع هذه العملية.

ب)ظهورمبادئ جديدة للتصميم بناءً على تطور تكنولوجيا المعلومات في مجال الانتاج والتصنيع، وظهور ثقافة البرمجة Programming Culture التي أتاحت التعامل مع الأشكال والأسطح وفقاً لأسلوب ومراحل التنفيذ، ودور البرمجيات ومنها برنامج (CATIA) في ربط المصمم بالشكل النهائي للمشروع، والذي أدي إلي إجراء وتجريب بدائل متعددة لتركيب الغلاف والتكسيات المستخدمة للمبني للوصول إلي استخدام المواد المناسبة لتشطيب هذه الأسطح، كما ساعد علي تنفيذ العديد من الأعمال التي لم يكن لتنفذ لولا تكنولوجيا المعلومات.

ج) أهمية متابعة أدوات التصنيع والتنفيذ في المجالات الأخري، وذلك بهدف الإستفادة منها وتوظيف المناسب منها في تكنولوجيا البناء، وهو ما حدث في العديد من المشروعات بدءاً بإستخدام تكنولوجيا تصنيع السفن والطائرات إلي إستخدام الإنسان الآلي (الروبوت) في مجال التنفيذ.

٢-٣-٦ خلاصة الباب الثاني:

تناول هذا الباب دراسة تحليلية لمنظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات. وكان الهدف من هذا الباب دراسة ما هي أبعاد تأثير تكنولوجيا المعلومات علي منظومة العمل المعماري، ودور ذلك علي الفكر المعماري من خلال العوامل المؤثرة عليه، وذلك من خلال ثلاثة محاور هي: **المحور الأول:** أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات . **والمحورالثاني:** عملية التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات. **والمحورالثالث:** عملية الإنتاج والتنفيذ في عصر تكنولوجيا المعلومات. وكان الهدف من دراسة هذه المحاور الإجابة علي التساؤلات التالية:

١ ـ ماهو شكل منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات؟
٢ ـ هل حدث تغير في منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات؟
٣ ـ إذا كان حدث تغير فما هو هذا التغير؟
٤ ـ ما تأثير ذلك علي الفكر المعماري؟

- **ومن خلال دراسة المحاور الثلاثة استنتج التالي:**

ظهر علي مدار دراسة المحاور الثلاثة السابقة مدي تغير منظومة العمل المعماري قبل تكنولوجيا المعلومات، متأثرة بدخول تكنولوجيا المعلومات علي العناصر المكونة لها، وذلك كالتالي:

١. **المحورالأول: أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات** . حيث تحولت أدوات التصميم من أدوات للتعبير عن أفكار المصمم إلي وسط يتم من خلاله التفكير، ليس هذا فحسب بل أصبحت أدوات مساعدة علي التصميم ، وتم تطوير ذلك بواسطة الحاسب الآلي . حيث أتاحت للمصمم إمكانية رسم الأشكال المعقدة، وتحويل الرسومات من رسومات ثنائية الأبعاد إلي رسومات ثلاثية الأبعاد **تعرف علي الحاسب الآلي بشكل رقمي**. كما ساعدت فريق التصميم علي توفير الوقت والجهد عبر تسهيل التواصل من خلال برامج ال BIM لمتابعة وتطوير المشروعات مع التخصصات المختلفة وذلك في كافة مراحل التصميم.

٢. **والمحورالثاني:** عملية التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات. حيث ظهر قيمة إستخدام الحاسب الآلي في عملية التصميم بشكل واضح، وذلك لقدرته علي مساعدة المصمم علي توليد وإنتاج الأفكار Generation ، والتمثيل الرقمى لأفكاره Representation، و التقييـــم Evaluation، وقياس الأداء Performance. وبذلك تحولت عملية التصميم لعملية رقمية.في مراحل التصميم الأولي وحتي الإنتهاء من تنفيذ المشروع.

٣. **والمحور الثالث:** عملية الإنتاج والتنفيذ في عصر تكنولوجيا المعلومات. ظهرت قدرات الحاسب الآلي علي تسهيل عملية الإنتاج والتنفيذ عبر التقنيات الرقمية، علي كافة مراحل الإنتاج والتنفيذ. من أجهزة المسح الرقمي وعملية التقطيع للعناصر المعمارية أو عملية التجميع والتركيب، وهو ما شهد العديد من الوسائل والتقنيات التي لم تكن تستخدم من قبل في هذا المجال، كما وضح أهمية إشتراك المصنعين والمنفذين مع فريق التصميم في دراسة المشروع المعماري في إطار جماعي لحل المشاكل في مراحل مبكرة من التصميم، للوصول إلي معالجات وأفكار لحل مشاكل الأفكار الإنشائية المعقدة، **وذلك من خلال تقنيات الإنتاج والتنفيذ الرقمي.**

- مما سبق يتضح لنا أن منظومة العمل المعماري تحولت من منظومة تقليدية تعتمد فقط علي المجهود البشري والعقلي إلي منظومة رقمية علي كافة المستويات إستعان بها الفكر المعماري لتحقيق أهدافه وأفكاره، والذي ظهر في صورة عمارة فائقة التقنية ، واشكال ذات تكوينات غير مسبوقة، ليكون ذلك شاهداً علي تطور الفكر المعماري، وتحول منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات إلي منظومة رقمية.

٣-الباب الثالث

الواقع الجديد (عمارة الدوافع)

٣-١ الفصل الأول : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي التكوين الإنشائي

٣-٢ الفصل الثاني : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ

٣-٣ الفصل الثالث : تكنولوجيا المعلومات لها تأثير مباشر علي الوظيفة والفراغ

٣- الباب الثالث : الواقع الجديد (عمارة الدوافع)

مقدمة الباب الثالث :

- ناقش الباب السابق موضوع "منظومة العمل المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات" ، والذي تم تناول الحديث فيه عن عناصر منظومة العمل المعماري، بدءاً بأدوات التصميم وكيف تأثرت وتطورت في عصر تكنولوجيا المعلومات، كما تم تناول عملية التصميم المعماري في عصر تكنولوجيا المعلومات، وتحديد العوامل والتأثيرات التي طرأت عليها، وكيف تحولت إلي عملية رقمية. كما تم الوقوف علي عوامل تأثير تكنولوجيا المعلومات علي عملية الإنتاج والتصنيع، والتي تحولت أيضاً إلي عملية رقمية. وكان من أهم نتائج الباب السابق أن منظومة العمل المعماري قد تطورت بشكل كبير علي كافة المستويات، والذي وضح من خلال دراسة وتحليل بعض الأعمال المعمارية أن التأثير كان علي نطاق عوامل الشكل، والتكوين الإنشائي، والوظيفة، والمواد. وقد تم تناول التأثير علي الشكل كأبرز عوامل التغير في الدراسات التحليلية للأمثلة المعمارية التي تم طرحها في الباب السابق.

- ويهدف هذا الباب "الواقع الجديد(عمارة الدوافع)" إلي إستكمال دراسة عوامل التأثير علي الفكر المعماري من خلال العوامل المؤثرة عليه. حيث يناقش هذا الباب كل من: التكوين الإنشائي، والوظيفة، والمواد في عصر تكنولوجيا المعلومات وذلك من خلال ثلاثة فصول يتم فيها دراسة العمارة المعاصرة في ظل الواقع الجديد (عمارة الدوافع).

- **حيث يتناول الفصل الأول:** تأثير تكنولوجيا المعلومات علي التكوين الإنشائي وما أتاحته تكنولوجيا المعلومات من إمكانيات ساعدت علي إبتكار تكوينات وحلول إنشائية تميزت بالجرأة والتعقيد، والذي تم التغلب علي هذا التعقيد بواسطة برمجيات الحاسوب و التقنيات الرقمية.

- **ويتناول الفصل الثاني:** تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ، وكيف تطور مفهوم إستخدام المواد في عملية البناء، وظهور أشكال جديدة من المواد أهمها المواد الذكية، والتي أُدمجت مع أنظمة التحكم وأنظمة الإتصالات. مما فتح المجال نحو ظهور ما يسمي "بالعمارة الذكية" وتطبيقاتها المختلفة.

- **بينما يتناول الفصل الثالث:** تأثير تكنولوجيا المعلومات علي الوظيفة والفراغ، ودراسة تغير طبيعة وشكل الوظيفة. مما أثر علي طبيعة إستخدام الفراغ، كما تم بحث أوجه التأثير علي شكل وتكوين الفراغ، ودور المعماري في التعامل مع هذه المتغيرات.

٣-الباب الثالث

الواقع الجديد (عمارة الدوافع)

٣-١ الفصل الأول : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي التكوين الإنشائي

٣-٢ الفصل الثاني : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ

٣-٣ الفصل الثالث : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي الوظيفة والفراغ

٣-١-٠ تمهيـــد :

لاشك أن تطور الفكر المعمارى (والذى كان نتاج التأثر بتكنولوجيا المعلومات) كان له تأثيرعلى تغير منظومة البناء بما فيها الحلول، والتكوينات الإنشائية والتى كان لابد أن تتطور مع تطور الأشكال والتكوينات التى أحدثتها الثورة الرقمية . على أن التقنيات الإنشائية وتطور أنظمة البناء جزء مرتبط بالعمارة ولا يمكن فصلها عن عملية الإبداع المعمارى. **يقول دكتور علي رأفت: "الإنشاء وسيلة لتحقيق الابداع، بتشكيل الفراغات الداخلية، والكتل الخارجية لكنه ليس هدفا في حد ذاته. ويتكون الانشاء من مواد إنشائية وطرق تجميع علي مدار حياة الانسان علي الأرض".** [١] ففى كثير من الأحيان نجد أن الأفكار المعمارية تدفع العمل الهندسى - فى مجال صناعة البناء - إلى مساحات فكرية وتحديات جديدة لم يضعها التقنيون والمصنعون فى حساباتهم .

يقول " أوف آراب "* فى محاضرة ألقاها فى ١٤ نوفمبر ١٩٦٨م فى معهد المهندسين الإنشائيين فى لندن قال فيها **" إن هندسة الإنشاء نشاط إبداعى يعتمد على التخيل والحدس والإختيار المقصود لحلول ممكنة غالباً ما تتنوع فى الطرق التى لايمكن مقارنتها بالأساليب الكمية"**[٢]. ومن خلال منظومة العمل فى الصرح الكبير الذى كونه "أوف آراب" نجد أنه كوَن فريقا كبيراً من التقنيين والمصنعين والعلماء وأساتذة الجامعات وحملة الدكتوراة فى الرياضيات والفيزياء، وغيرها من العلوم - خصوصا علوم الحاسب الآلى- لكى يلتقى كل هؤلاء لتطوير نموذج إنشائى لمبنى أو حتى بلاطة من السيراميك لتكسية واجهة مبنى- وذلك لكى يصلوا إلى تحقيق مايبدعه المعماريون من أفكار جديدة . فنجد أنه من خلال تعمق المعمارى فى المشاكل التى تظهر له عند وضع فكرة ما وكيفية تحقيقها إنشائيا ومدى أهمية التعامل مع هذه المشاكل من خلال حوار يجمع كل التخصصات أن المعمارى يعبر عن مسؤليتة الإنشائية التى لاتقل عن مسؤليته المعمارية لكى يطور أفكاره ويصل بها إلى الواقع.

وذلك ما قام به المهندسون الإنشائيون فى مكتب "أوف آراب" عندما يحاورون معمارى عملاق مثل (نورمان فوستر) وآخرمثل (ليبسكند)** و (رينزوبيانو)*** فى كل التفاصيل وكيف كانوا يطورون التفاصيل مع المعمارى للتأكد من وصولهم إلى الشكل الذى يريده المعمارى للمشروع. فإذا كان إهتمام المهندس الإنشائي والتقني هو التأكد من كفاءة المبنى الإنشائية والبيئية وحتى

---

*يعد مكتب أوف أراب من أكبر المكاتب العالمية، والذي اشتهر بقدرته علي ايجاد حلول للأفكار التي بها تحديات انشائية ، ويتعامل معه العديد من المعماريين العالميين.

** دانيال ليبسكند Daniel Libeskind ، من مواليد 1946بولندا وهو معماري أمريكي الجنسية، ومهندس معماري معاصر، فاز بالعديد من المسابقات المعمارية، إضافة إلى متحف اليهود The Jewish Museum في برلين ألمانيا ومتحف الفن الحديث في دنفرا The Denver Art Museum بالولايات المتحدة الأمريكية، بالإضافة إلى العديد من المباني الخاصة والعامة حول العالم، وهو الحائز على الفوز بمسابقة أبراج التجارة العالمية The World Trade Center عام ٢٠٠٣.

*** **رينزو بيانو** Renzo Piano ، ولد في 14سبتمبر 1937 ، وهو معماري إيطالي، وحائز على جائزة بريتزكر جائزة الهندسة المعمارية والميداليه الذهبية لمنظمة أيه أى أيه. وهو من رواد عمارة الهاي تك High tech، عمل في بداية حياته معم كلاً من المعماريان نورمان فوستر، والمعماري ريتشرد روجرز.

(١)علي رأفت. ثلاثية الابداع المعماري ، الابداع المادي في العمارة ، البيئة والفراغ. المجلد الخامس ط١. القاهرة: مركز أبحاث انتركونسلت، ١٩٩٦.

(٢) مشاري بن عبدالله النعيم. "مكتب (أوف اراب) Ove Arup - لندن." مجلة البناء السعودي أكتوبر ، نوفمبر، ٢٠٠٤: ٩٨.

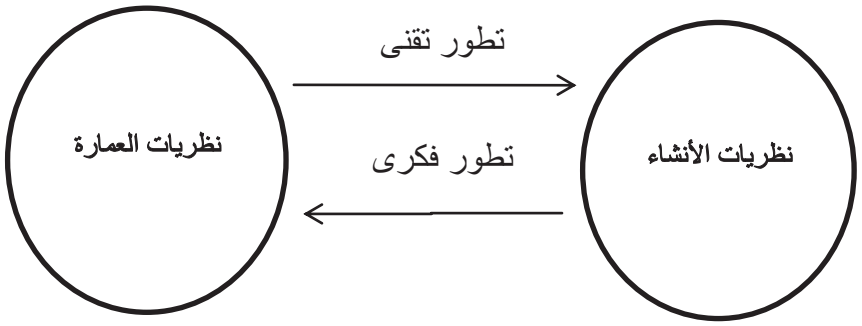
الاقتصادية، إلا أن الهدف البصرى والجمالى والوظيفى يعد من مهام المعمارى التى يجب أن يتابعها بدقة. ومن الأمثلة الواضحة على ترابط كلاً من الإبداع المعمارى و الإبداع الإنشائي، هوالأزمة التى احدثها المعمارى المصمم" أوتزون" لمشروع أوبرا سيدنى عندما إستقال من مشروع أوبراسيدنى (شكل: ٣-٢) بعد تسع سنوات من العمل فى تنفيذه، وكيف أن هذه الاستقالة ألقت بمسؤولية جسيمة على المنفذين رغم أنه تم البحث عن معماريين آخرين لإتمام العمل.

٣-١-١ تأثير تطور تقنيات البناء علي الفكر المعماري :

فى بدايات القرن العشرين ظهرت العديد من النظريات إبان التطور الذى شهدتة العمارة مع ظهور الثورة الصناعية وإختراع الماكينة فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر إلى إكتشاف الخرسانة المسلحة وما أضافته للعمارة من أفكار كانت نتيجة للتأثير الإنشائي فى الأساس ، فنجد أن المعمارى الأمريكى " فرانك لويد رايت " وأحد رواد العمارة والذى أشتهر بنظرية العمارة العضوية والتى أعتمدت على الاستفادة من الطبيعة فى كل شئ (من مواد ، أشكال ، تكوينات ، أفكار) وكان من أهم أعماله " مبنى متحف جونجهايم " والذى كان على شكل قوقعة حلزونية وتعتمد الحركة فيه على منحدرات حلزونية تصاعدية.

وواجهت فكرة المتحف عقبات إنشائية أجلت تنفيذه أكثر من مرة إلى أن تغلب عليها عن طريق الاستفادة من امكانيات الخرسانة المسلحة وكانت الفكرة أن يقوم بعمل كور أو محور داخلى (core) مكون من الخرسانة ويحتوى فى داخله على عناصر الحركة الرأسية وتنطلق منه بلاطات الأدوار والمنحدرات ، وكان لهذه الفكرة مردود كبير على نظريات الأنشاء وأيضا عندما إستوحى النظام الإنشائي لمصنع جونسون للشمع ذا الأعمدة الكثيرة نجد أنه أستوحى ذلك من نبات الفطر " بهجة الصباح " والتى تتألف من خمسة أضلاع مقوسة تتشعب من المركز ، وهى بمثابة دعامات ضلعية منحنية. وبالإضافة إلى ما سبق نجد أن المعمارى " ليكوريوزية " وهو أحد أهم رواد العمارة بجانب " فرانك لويدرايت " قد إعتمد فى نظرياته للعمارة على التطور المعاصر فى المواد والأساليب الإنشائية فظهرت فكرة المديول والبحور الواسعة والتشكيل بالخرسانة المسلحة والفراغات المفتوحة والشبابيك الركنية ...

ومما سبق نجد أن العلاقة تبادلية بين نظريات العمارة وتقنيات الإنشاء، حيث يؤثر كل منهما على الآخر ، والذي يتضح من الشكل (٣-١).



شكل: ٣-١ علاقة نظريات العمارة
بالتقنيات الإنشائية
المصدر: عن الباحث

يقول "مارش وستيدمان" : "يبدو واضحا لنا أن أعمال المعماريان العظيمان فرانك لويدرايت وليكوربوزيه كانت نتيجة لفهم عميق للأنظمة الإنشائية "[1]. كما أن التأثير الكبير لهاذين المعماريين أمتد إلى عصر المعلومات والتعبير الرقمى من خلال وضعهما لأسس ومبادئ تكوين الأشكال (Shape grammars) والتى أعتمدت على تحويل الأشكال والتكوينات الهندسية إلى عناصر للتصميم بحيث يمكن إعادة إستخدامها من جديد لتوليد أفكار جديدة.

فتجد الفراغ المكون من عدة حوائط تحول إلى أشكال مكونة لهذا الفراغ ، مستطيل ، مربع دائرة ، 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[2].

وإذا نظرنا إلى دور تكنولوجيا المعلومات هنا سنجد أن الأشكال البسيطة والأقليدسية سهل تحليلها إنشائيا بواسطة برامج الكمبيوتر الإنشائية ، ونتيجة لبرمجة خصائصها الشكلية ، وتعريف المعادلات استطاع الإنشائيون حساب العناصر الإنشائية بسهولة وهذا بالخلاف للأشكال الطبيعية المعقدة والتي تحتاج إلى برمجيات خاصة وقواعد بيانات تساعد على التعرف على مشاكل الأشكال المعقدة وتبسيطها وتحويلها إلى طريقة يمكن للكمبيوتر فهمها والتعامل معها.

٣-١-٢ الإستفادة من الطبيعة في اختيار التكوين الإنشائي :

إعتمد المعماريون على الطبيعة فى وضع أفكار للتكوينات الخارجية للمبانى ، وإعتمد الإنشائيون أيضاً على الطبيعة فى دراسة الأفكار الإنشائية وتوزيع الأحمال ومقاومة الإنشاءات الطبيعية (الأشجار ، الجبال ، الثلوج ، المياه ، السحاب ، الكثبان الرملية) للعوامل الجوية والبيئية ؛ فالطبيعة مصدر خصب للخيال لكى ينهل منه الافكار ، وكثيرا ما نجد أن العديد من الأعمال المعمارية أعتمدت فى تكوينها على التكوينات الطبيعية (مثل اوبرا سيدنى والتى اعتمدت على أشكال قشرية طائرة) شكل (٣-٢) وأعمال المعمارى (كالترافا) وهو معمارى إنشائى فى نفس الوقت، والذى نجد أن أعماله أخذت من أشكال الطيور وحركاتها أفكار إنشائية ومعمارية متكاملة معاً – شكل (٣-٣)، وكذلك " زها حديد " فى تصميمها متحف جوجنهايم بفالنسيا Guggenheim, (Vilinus Hermitage Museum, 2004)*، والذى جاء على تكوين تجريدى لشكل الحوت في تكوين ابداعي استحقت عليه " زها حديد " جائزة " البريتزكر " للعمارة (Pritzker)**. - شكل (٣-٤).

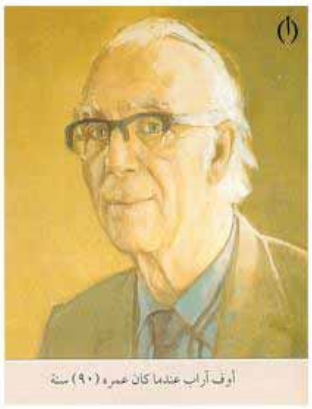
---

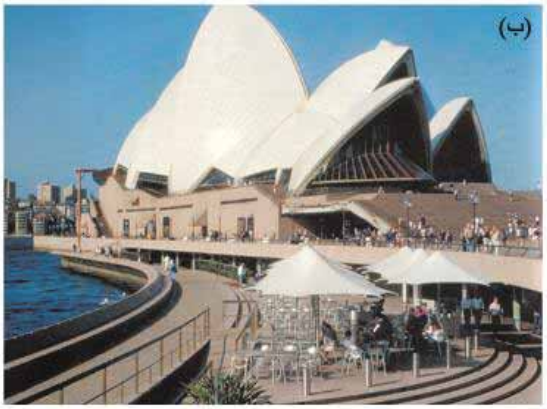
* متاحف جوجنهايم: مجموعة من المتاحف منتشرة عبر العديد من الدول، وقام بتصميمها العديد من المعماريون. ويعد متحف جوجنهايم لالولايات المتحدة الذي قام فرانك لويد رايت في بداية القرن العشرين من أشهر المتاحف علي مستوي العالم، ومن المعماريون الذين قاموا بتصميم متاحف جوجنهايم المعماري فرانك جيري وذلك ببلباو، بأسبانيا، والمعمارية زها حديد والتي قامت بتصميم متحف جوجنهايم بليتوانيا (احدي دول البلطيق – الإتحاد السوفيتي سابقاً)، والمعماري المصري العالمي هاني رشيد، والذي قام بتصميم متحف جوجنهايم الإفتراضي والذي يمكن الوصول إليه عبر شبكة المعلومات.

** وهي جائزة عالمية تمنح كل سنة من قبل من قبل عائلة بريتزكر شيكاغو من خلال مؤسسة حياة في عام ١٩٧٩ ، علي عمل معماري ابداعي قام أحد المعماريون بتصميمه وقد فاز بها العديد من أشهر المعماريون مثل فرانك جيري ورينزو بيانو تادو أندو ، وقيمة الجائزة ١٠٠،٠٠٠ دولار (الولايات المتحدة) وميدالية برونزية. وتمنح الجائزة في احتفال يقام في موقع هام معماريا في جميع أنحاء العالم.(المصدر: http://www.pritzkerprize.com).

(1) Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005,P.47

(2) Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005,P.47



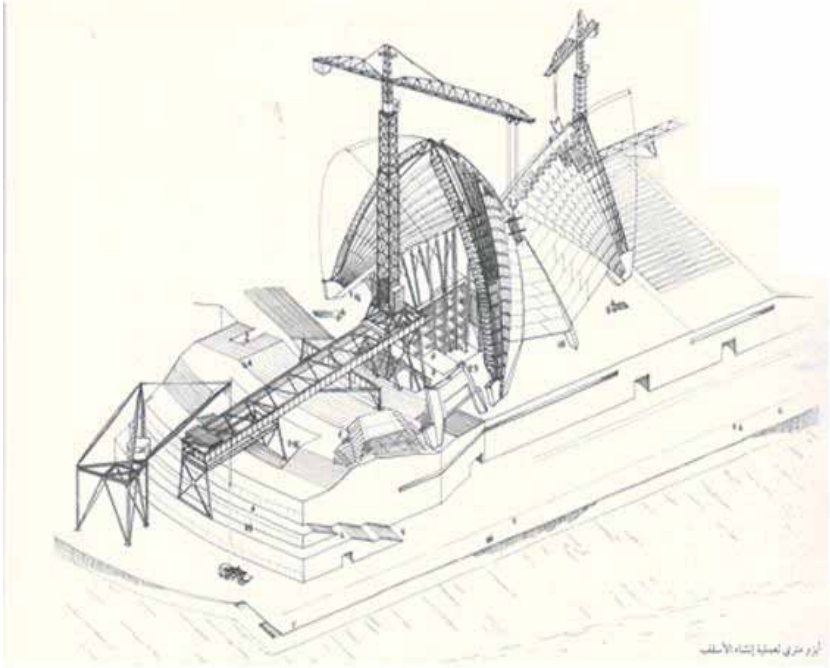


(أ): الانشائي العالمي أوف آراب والذي قام مكتبه بالحسابات الانشائية لمشروع اوبرا سيدني

(ب): مشروع اوبرا سيدني، استراليا، استغرق بناؤها تسع سنوات واكتمل عام ١٩٧٣

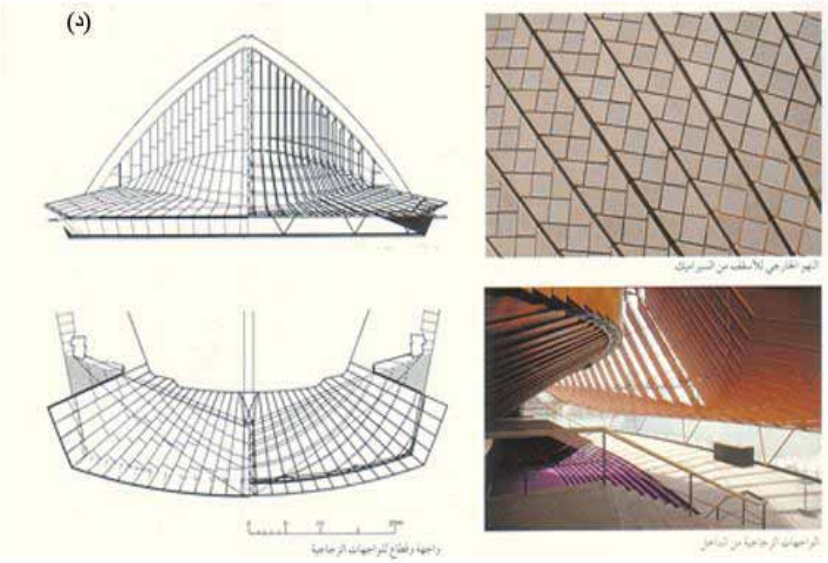
(جـ): تم تطوير أساليب انشائية غير معتادة لكي تحقق الفكرة التصميمية وعدلت المساقط الأفقية لكي يمكن وضع أوناش التحميل نظرا لصعوبة التكوين المعماري

(جـ)



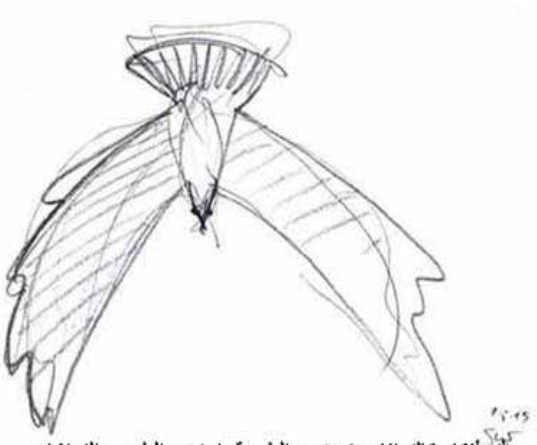
(د): تم تطوير أفكار عديدة لمعالجة الأسطح الخارجية واستخدم السيراميك كمادة مغلفة للقباب القشرية والفريمات الخرسانية والخرسانة الجاهزة

Concrete Frame & Precast Concrete Ribbed Roof



شكل : ٣-٢
مشروع اوبرا سيدني تجربة تؤكد أهمية دور المعماري في تحقيق افكاره واهمية تكامل هذا الدور مع كل التخصصات العاملة في المشروع

المصدر:
مشاري بن عبد الله النعيم. "مكتب (اوف اراب) Ove Arup - لندن."مجلة البناء السعودي أكتوبر، نوفمبر: 2004:89



(أ): أفكار كالترافا مستمدة من الطبيعة، استخدم الطيور، الفراشات . .

(جـ): محطة قطار ليون، فرنسا، ١٩٨٩-١٩٩٤

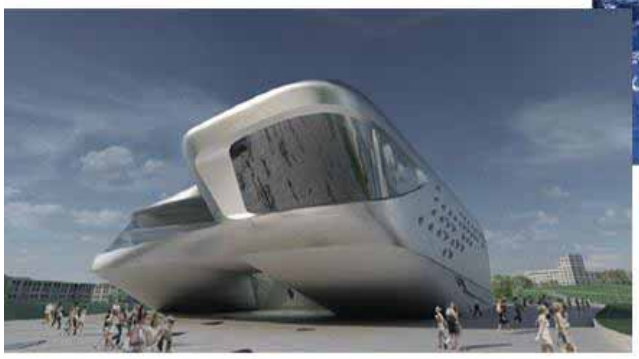
(أ): أحد استادات الدورة الأولمبية، أثينا، اليونان

شكل : ٣-٣

شكل يوضح : بعض أعمال المعماري كالترافا (مستوحاة من الطبيعة)

المصدر:

مشاري بن عبد الله النعيم. "مكتب (اوف اراب) Ove Arup - لندن."مجلة البناء السعودي أكتوبر، نوفمبر: 2004:89



شكل : ٣-٤

شكل يوضح : مشروع متحف جوجنهايم، من أعمال المعمارية زها حديد

".Guggenheim Hermitage Museum in Vilnius, Lithuania "

المصدر:

http://www.zaha-hadid.com/

ولكن مع التطور الذي احدثته تكنولوجيا المعلومات علي الأدوات والعملية التصميمية والتصنيع والتنفيذ، والامكانيات. التي اتاحتها من توليد الاشكال والافكار. نتج عن ذلك الحاجة الي البحث عن بدائل جديدة ، وأصبح الملف المعماري هو الملف الإنشائي في اشارة الي طبيعة العملية التصميمية الرقمية، والي مدي ترابط وتكامل منظومة البناء. وكما استفاد المعماريون من الطبيعية في البحث عن أفكار جديدة وأشكال لم تجرب من قبل تعامل الإنشائي مع الطبيعة من واقع أن الأفكار المعمارية التي سيتم دراستها انشائيا قامت علي أفكار من الطبيعة وبالتالي الأفضل الرجوع اليها لمعرفة اسلوب تكوينها ، وتم ذلك عن طريق تصنيف الاشكال في الطبيعة كالتالي :

١ ـالأشكال النقية . ٢- الأشكال المعقدة.

٣-١-٢-١ الأشكال النقية والواضحة :

أستفاد الانسان بحسه الفطري من هذه الأشكال، والتى تتجسد فى الكهوف، والأنفاق والتكوينات الطبيعية للجبال، والعناصر البنائية التى تبنيها الحشرات والحيوانات لبيوتها فى توليد أشكال إنشائية تساعد على تكوين فراغات وظيفية مسقوفة مثل القباب والقبوات والأقواس المنحنية. والتى جمعت فى شكلها بين التكوين المغلف للفراغ وفى نفس الوقت الأسلوب البسيط لتحويل الأحمال. ومع تطور تقنيات البناء ظهرت أفكار كثيرة تعد تطور للقبو والقبوات فى الشكل والمضمون وظهرت المنشات القشرية، والسرجية والبالونية واللوحات المطوية والتى أعتمدت على أفكار مستمدة من عوامل وأشكال موجودة فى الطبيعة. وساعد تطور علوم الرياضيات على تحليل الأنظمة الإنشائية لهذه الأشكال واجراء المعادلات التى يمكن بواسطتها التصميم الإنشائي.

٣-١-٢-٢ الأشكال المعقـدة :

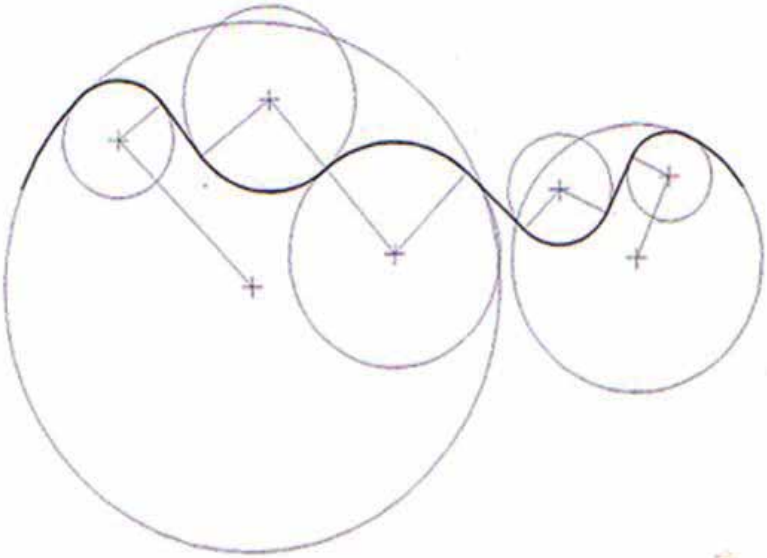
فكما توجد الأشكال البسيطة والنقية توجد أيضا الاشكال المعقدة ، ويطلق عليها أشكال معقدة نتيجة لصعوبة توصيفها هندسيا بالاسلوب التقليدي من الاسطح المتعامدة أو ذات الزوايا الثابتة أو الأشكال المتعارف عليها . مما أدي الي تصنيف علماء الرياضيات هذه الأشكال الي تصنيف يجمع طبيعة تكوينها بشكل كبير. هذا التصنيف أطلق عليه بالتكوينات الطبولوجية (Topology)* والتي صعب التعامل معاها بالحسابات التي تعتمد علي العقل البشري ، وهنا برز دور الكمبيوتر في كيفية التغلب علي حسابات هذه الاشكال،وتم اطلاق مسمي ال (NURBS) علي هذه الآسطح .

٣-١-٣ الأسطح المنحنية غير المنتظمة (NURBS):

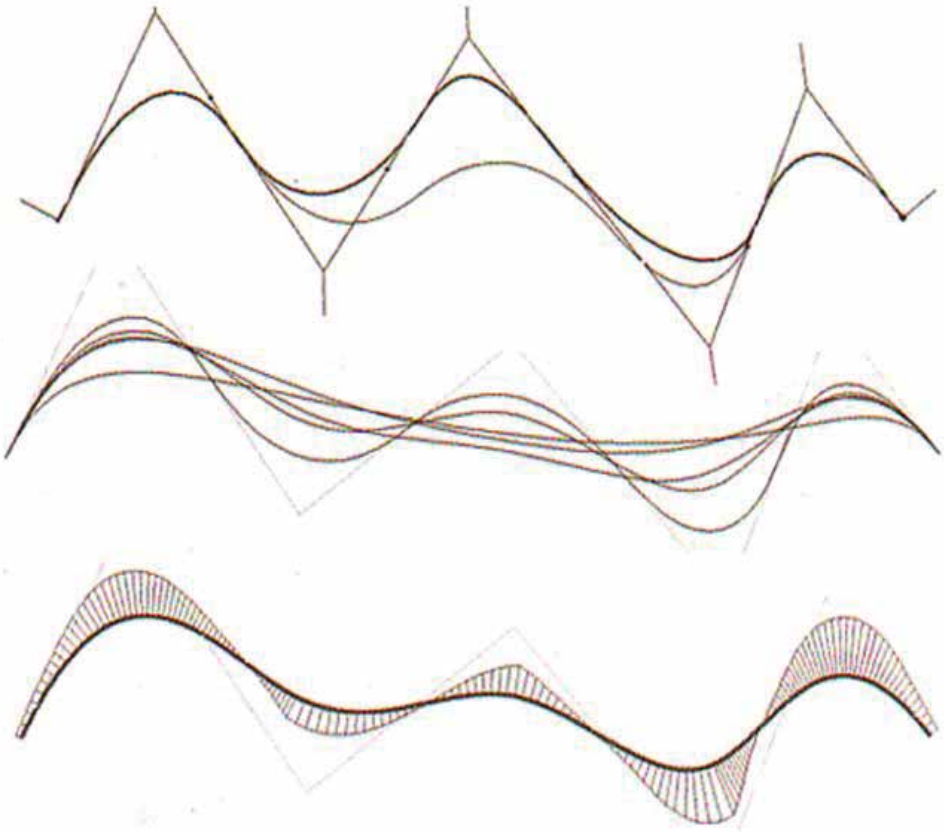
هذا الاختصار يرمز الى (Non –Uniform Rational B – Splines)[1] والذى بدأ التعرف على هذا النوع من الأسطح عام ١٩٥٠ بواسطة المهندسين الذين كانوا فى حاجة الى طريقة تسهل التعامل مع الأسطح الحرة (Freeform Surfaces) شكل (٣-٥) ، (٣-٦) ، وخاصة للمتعاملين مع صناعة السفن والسيارات فى تصنيع الأسطح الخارجية لجسم السيارة . والذين احتاجوا الى طريقة أو تقنية تسهل التعامل مع هذه الأسطح التى يقوم المصممون برسمها

*تم الاشارة اليها في فصل تأثير تكنولوجيا المعلومات علي العملية التصميمية

(1) Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London : Taylor & Francis, 2005,p.15



شكل: ٣-٥
شكل يوضح تحليل الخطوط غير المنتظمة ، والتي تعود في الأصل إلي تجميع العديد من الحدود الخارجية لشكل الدائرة المنتظمة.
المصدر
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.



شكل: ٣-٦
شكل يوضح الخطوط غير المنتظمة NURBS والتي تتكون من مجموعة من المنحنيات التي يمكن التحكم بها بواسطة نقاط محورية خاصة للتحكم

المصدر
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

وإيجاد طريقة للتحكم فيها، وقد مرت هذه الأسطح بمراحل من التطوير للوصول لطريقة للتحكم. ومن رواد هذا التطوير المهندس Pierre Beizier والذى عمل كمهندس فى شركة رينو (Renoult) والمهندس (Paul de Casteljau) والذى يعمل فى شركة ستروين (Citroen) بفرنسا واستطاعوا أن يصلوا إلى نقاط للتحكم فى هذه الأسطح عام ١٩٦٠ ومنها أستطاعوا أن يستخدموها فى برامج الـ (C A M) فى شركات السيارات ومنها تحولت هذه الأشكال الى شئ أساسى فى كل برامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر،[1] كما أمكن الوصول الى امكانية عمل Render لـ NURBS فى وادى السليكون للجرافيك من عام ١٩٨٩ الى عام ١٩٩٣ ليصل الى أن يكون التحكم فى هذه الأسطح وعمل Render لها من أساسيات برامج الجرافيك ومتاح على كل الأجهزة .

وبالتأكيد فان التطوير الذى لازم هذه الأسطح فى الحقل المعمارى كان له أثر كبير على العمل ومن أهم الأمثلة لهذه الأسطح متحف جوجينهايم من أعمال المعمارى فرانك جيرى ليعاد استخدام الشرائح المعدنية وتوظيفها فى تغطية هذه الأسطح وكذلك الـ Rubber – Sheet .[2]

ومن المميزات التى أضافتها نقاط التحكم على الأسطح NURBS (شكل: ٣-٧) سهولة التغيير والتحول من شكل الى آحر مما يعطى جيومترات كثيرة تتيح الوصول الى النتيجة المرغوبة والحصول على أعمال نحتية معقدة مع امكانية الكمبيوتر فى التحول الى عملية التنفيذ وفقا لنقاط التحكم. كما أن هذه النقاط هامة جدا لاستخدامها بواسطة الكمبيوتر فى التحول الى عملية التنفيذ حيث تتصل أجهزة C N C والخاصة بالتقطيع للأسطح بالكمبيوتر، وتقوم بالتقطيع وفقا للبيانات والأبعاد المصمم بها السطح. كما أن هذه الأسطح يمكن دمجها معا فى شكل مستمر بحيث تمثل عنصر متصل وهذا يتضح فى صناعة الطائرات ؛ فنجد أن الطائرة تظهر كعنصر واحد متصل ولكن فى حقيقة الأمر فهى مكونة من أسطح دائرية متصلة ناعمة الدوران ولا يظهر هذا التجميع فى المنتج النهائى .

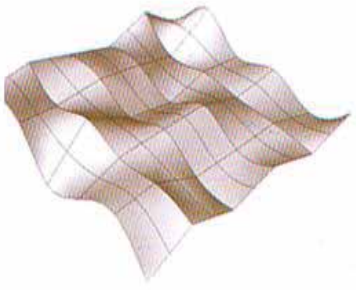
٣-١-٣-١ كيفية التحكم في الأسطح المنحنية غير المنتظمة :

يمكن التحكم بالـ NURBS عن طريق نقاط التحكم سواء بتحريكها أوتقليل المسافات فيما بينها كما أن تغيير الزوايا بين الـ Spline تعطى أشكال متغيرة تساعد المصمم علي انتاج العديد من الأشكال والتكوينات، كما أن الأسطح NURBS (شكل: ٣-٧) مكونة من الـ Segment. وهى العنصر المحددة للشكل ووفقا لنوع هذه ال Segments (يوجد أنواع منها مثل Cubic Bezier) تظهر الأسطح اما متغيرة فى الزوايا ونقاط التحكم أو متساوية فى حركة التموج. وكلما زاد عدد الـSegments والـ Control points كلما أتاح امكانية التغيير والتحكم بشكل أكثر دقة. كما أن هذه الأسطح يمكن التحكم فيها بواسطة أنصاف أقطار الأقواس المتماسة معا وطول الخط وهذا يظهرفى البرمجيات باختلاف استخداماتها فى كيفية التعامل مع هذه الأسطح .[3]

(1) http //:en.wikipedia.org/wiki/Non-uniform_rational_B-spline

(2) Kocat¨urk, Peter Brandon and Tuba .Virtual Futures for Design,Construction & Procurement .London :Wiley-Blackwell, 2008.

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

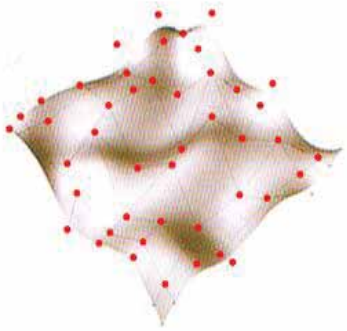


أ) المنحنيات المستمرة
يطلق علي هذا النوع من الأسطح بتحليل الحمار الوحشي نظرا لتكوين الأسطح خطوط مثل خطوط الحمار الوحشي

Curvature continuity:
the zebra analysis.

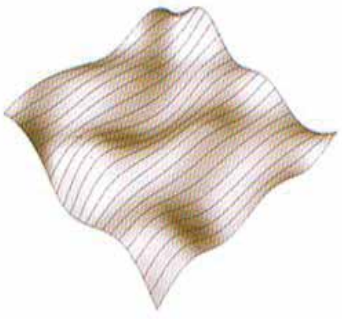
ب) المنحنيات المستمرة
يطلق علي هذا النوع من الأسطح بتحليل جيوسن
Gaussian Analysis

Curvature continuity:
the Gaussian analysis.



ج) نقاط التحكم في الأسطح المنحنية أو ال NURBS

The control lattice for
a NURBS surface.



د) الأسطح المنحنية المكونة من خطوط كنتور متوازية ، وكل خط به العديد من النقاط المرتفعة والمنخفضة

Isoparametric contours in the "U"
direction of a NURBS surface.

شكل: ٣-٧
شكل يوضح الأسطح المنحنية Nurbs التي ساعدت تكنولوجيا المعلومات على إنجازها وإطلاق الإبداع المعماري في إستخدام مثل هذه التشكيلات المعقدة في المباني.
المصدر
Kolarevic, Branko .Architecture in the digital age .Design and manufacturing .London :Taylor & Francis, 2005.

٣ ٤ ٣ ٤ مراحل تحويل الأسطح المعقدة الي أسطح إنشائية :

أولاً: دراسة طبيعة هذه الأشكال وخصائصها فى الطبيعة .
ثانياً: تطوير برامج حاسوب لكى تساعد على حل المشاكل الحسابية المعقدة والتصميم .
ثالثاً: تكوين مجموعة من فرق العمل المختلفة (علماء ، فنيين ، مهندسين ، أكاديميين ، معماريين) ودراسة المشاكل الناتجة وكيفية التغلب عليها .
رابعاً: تجريب هذه الأشكال وإختبارها بمساعدة الكمبيوتر والوقوف على الشكل النهائى[1] .

أولاً: دراسة طبيعة الأشكال وخصائصها فى الطبيعة :

وهذه الدراسة تعتمد على تتبع أصل الفكرة المعمارية والشكل الذى أختاره المعمارى ؛ فإذا وجدنا أن المعماريون أستخدموا أشكال امواج البحر ، وعش الطائر (شكل :٣-٨) ، وكرات الثلج وبلوراتها وحركة السحاب، وكذلك استخدموا كتل تعبر عن الحركة والأنصهار والذوبان والالتواء والإنكسار، وأيضا أستخدموا عناصر تفصيلية من تكبير جذور النباتات وأوراق الشجر وبذور النباتات (شكل : ٣-٩) والأعشاب رغبة فى الحصول على أشكال جديدة وغير مسبوقة . إلا أن الطريقة التى إتبعها الإنشائيين لكى يمكن حساب وتصميم هذه الأشكال أنشائيا أعتمدت على عاملين أساسيين :

- **دراسة قوانين الطبيعة التى أثرت عليها (النمو ، الشمس ، الرياح ، المياه) .**
- **تصنيف هذه الأشكال وطبيعة تكوينها .**

o **دراسة قوانين الطبيعة التى أثرت علي التشكيلات المعمارية :**

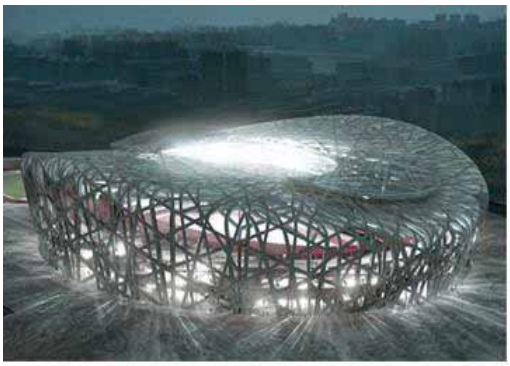
فإذا كان الشكل- الموجة مثلا - يعتمد على تأثير حركة الهواء على الماء من شد وجذب وعلو وإنخفاض ، كما يعتمد على خصائص الماء كسائل يسهل تشكيله وتكوينه وفقا للعوامل المؤثرة عليه فإن استقراء هذه المؤثرات ودراسة حركتها وقوانينها والتى ستعود إلى قوانين الفيزياء وخصائصها، وإلى الكيمياء هى الطريقة المثلى للوصول إلى حسابات دقيقة يمكن تطويرها إلى حسابات إنشائية .

وكذلك عند دراسة شكل نباتى وليكن مثل (بذور زهرة عباد الشمس) *. فيمكن الوصول إلى خصائص هذا الشكل عن طريق دراسة مراحل نمو الزهرة وطبيعة تجميع وتركيب هذه الحبوب أو البذور وكذلك المؤثرات الطبيعية من شمس ورياح ومياه (شكل :٣-١٠).
وعند دراسة العناصر الميكرسكوبية المكبر(العناصر التي يتم تكبيرها بواسطة الميكرسكوب) لأحد جذوع النبات أو بعض كرات أو بلورات الثلج (مثل مشروع مجمع السباحة الأوليمبى بالصين والذى كان على شكل لوح من الثلج يظهر الغلاف الخارجى له فى شكل بلورات ثلجية متلئلئة)[2] والذى تم دراسة طبيعة تكوين بلورات الثلج لكى يسهل تحويلها إلى عناصر إنشائية، الأمر الذى تطلب تكبير جزيئات البلورات

*والذى تم تصميم عناصر إنشائية بيئية فى ساحة عامة بمشروع مدينة مصدر الطاقة (مشروع تقوم حكومة أبو ظبي بتنفيذه للحصول علي الطاقة من الطبيعة دون الإعتماد علي المصادر الضارة بالبيئة) بأبو ظبي للطاقة المستهلكة على شكلها.

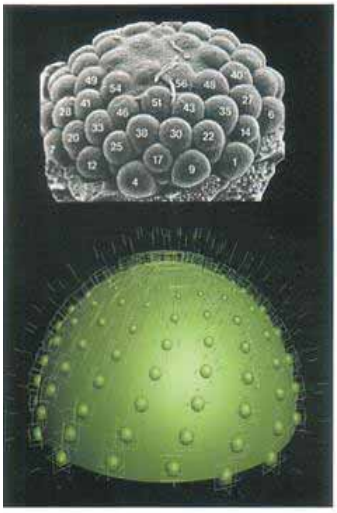
(1) Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005.

(2) Menges, Achim" .Architectural Design ".Techniques and Technologies in Morphogenetic Design March/April 2006 :42-53.

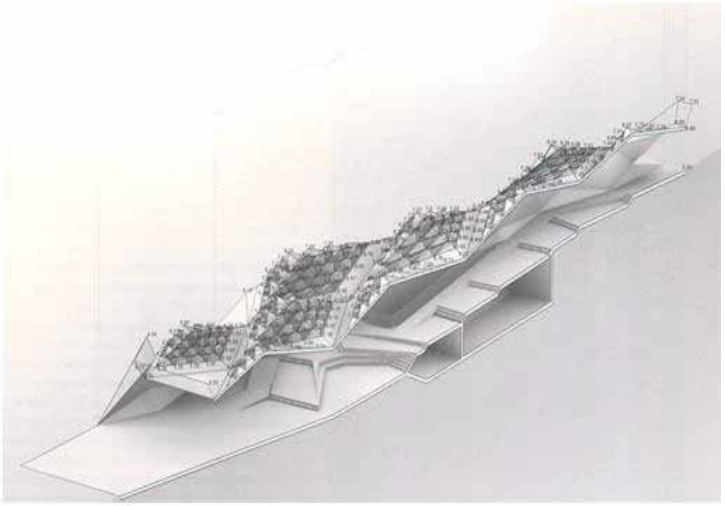


شكل: ٣-٨
شكل يوضح: استاد عش الطائر، بكين، تكوين صارخ امكن تحقيقه بواسطة برامج التحليل الانشائي والمعماري

المصدر:
مشاري بن عبد الله النعيم. "مكتب (اوف اراب) Ove Arup - لندن."مجلة البناء السعودي أكتوبر، نوفمبر: 2004:89



المصدر
" .Instrumental Geometry ".Techniques and Technologies in Morphogenetic Design March /April 2006 :38,39.



شكل: ٣-٩
مشروع Hercules Monument Visitor التكرار مع التعقيد والديناميكية، (استخدمت برامج تحليل المحاكاة التكوينات المتكررة في النباتات، وتجريدها وتحويلها الى نظام انشائي، يتفاعل مع البيئة والاضاءة الخارجية)

شكل: ٣-١٠
الفراغات المفتوحة في مدينة مصدر الطاقة، ابو ظبي (استعيرت عناصر انشائية مستوحاة من شكل زهرة عباد الشمس لتغطيته)

المصدر
" .Instrumental Geometry ".Techniques and Technologies in Morphogenetic Design March /April 2006 :38,39.

ودراسة كيفية تركيبها واختلاف مقاسات البلورات وكيفية تجميعها وكيفية محاكاة عناصر تكوين غلاف الثلج الشفاف الامر الذى جعل فريق التصميم يقوم بعمل نماذج حقيقية تفصيلية للبلورات لدراسة التحليل الإنشائي لها وكيفية تنميطها وتكرارها وكيفية تكسيتها بمادة تعطى الشكل الطبيعى الشفاف للبلورات فتم إختيار مادة ETFT* الشفافة لتكسية الغلاف الخارجي .

- **تصنيف الأشكال وطبيعة تكوينها :**

لايمكن الحكم على الأشكال المعقدة والمستعارة من الطبيعة فقط على الشكل ولكن يمكن التعامل معها وفقا لحركتها أو سكونها وفقا لثلاث حالات كلا منها تعبر عن طبيعة تكوين مختلفة عن الاخرى :

أ) الديناميكية dynamic :

وتعبر عن الاشكال التى تتحرك وتتغير باستمرار فى الحجم والتكوين مثل الثلوج فهى تنصهر عند التعرض للشمس ومثل الزهور التى تتحرك وتتفتح باستمرار وفقا لمصدر الأضاءة وللتعبير عنها فى أشكال وتكوينات معمارية يتم دراسة هذه الحركة والتغيرات بشكل مستمر وأحيانا تحتاج إلى دراسة بالفيديو وتسجيل الملاحظات . "أستخدم المعمارى كولاثان ماكدونالد : Koltan Mac Donald هذه الطريقة فى وضع أفكار العديد من المنازل "[1] عن طريق إعداد التصميم الكامل للمبنى وأنهاء الكتلة الخارجية وتحويلها إلى نموذج ثلاثى الأبعاد ثم إعطاء تأثيرات على الكتلة بواسطة البرنامج (إنصهار ، ذوبان ، ذبول) مما يجعل الشكل النهائى للمبنى كأنه منصهر. شكل (٣-١١).

ب) التعقــيد (complex) :

مع زيادة التعقيد فى تكوين الشكل يحتاج التعامل معه إلى العديد من النقاط التى يمكن بواسطتها التحكم فيه بطريقة سهلة يطلق عليها البارامتر (Parameters) أو المتغيرات التى تعبر عن كل نقطة موجودة على سطح الشكل أو التكوين ويمكن إعطاء قيم يتم عن طريقها التغيير فى الشكل ويتم إستخدامها فى العديد من الاعمال المعمارية مثل أعمال فرانك جيرى (متحف جوجنجهايم أبو ظبي)، و"زها حديد" (مركز الفنون والموسيقي)[2] - وجان نوفيل (متحف اللوفر بأبو ظبي) [4]ونورمان فوستر (مشروع سويزر ار اي في لندن Swither RE). شكل (٣-١٢).

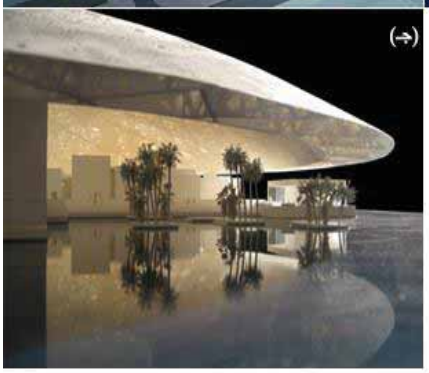
*مادة مصنعة تشبه الزجاج ولكنها أقوي منه ، وأكثر قدرة علي تحمل الضغوط ، وتستخدم حديثا في المشاريع الرقمية لسهولة تشكيلها وتركيبها.

(1)Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005,P.20

(٢)طارق عبد الفتاح طارق النعيم. "عمارة مذهلة للقرن الجديد." متاحف جزيرة السعديات - ملتقي لثقافة وفنون العالم يوليو، ٢٠٠٧: ٤٦-٦٥.

شكل: ٣-١١
قام المعماري Kolaton/Mac بتصميم العديد من المنازل، مستخدما التعبير الديناميكي، خواص انصهار وذوبان الأشكال

المصدر
zellner, peter .Hybrid space :New forms in digital age .London :Thames & hudson, 1999.



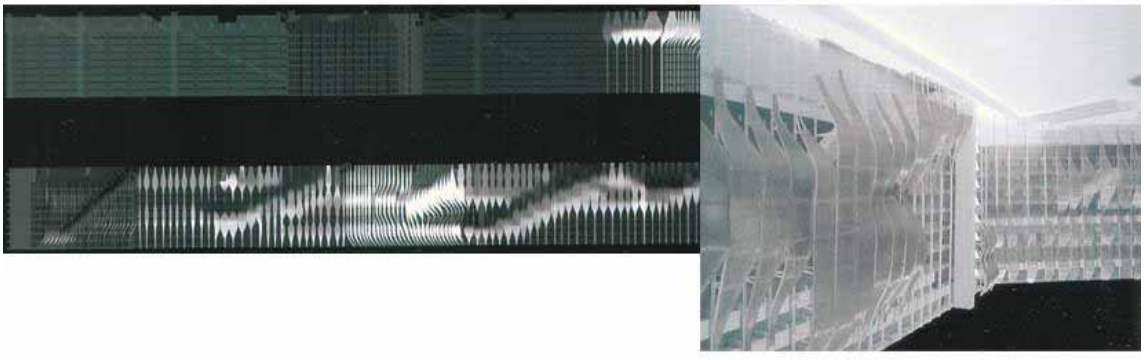
(أ): متحف جوجنهايم، أبوظبي، المعماري فرانك جيري

(ب): مركز الموسيقى والفنون، زها حديد تهبير ديناميكي لا يعرف عناصره الانشائية من المعمارية

(جـ): متحف لوفر أبوظبي، المعماري جان نوفيل، صمم القبة لتعطي ظلالاً طبيعية، وتمر من خلالها بعض أشعة الشمس

شكل: ٣-١٢
بعض متحف جزيرة السعديات، ابو ظبي،الامارات العربية المتحدة

المصدر
طارق عبد الفتاح طارق النعيم. "عمارة مذهلة للقرن الجديد". "متاحف جزيرة السعديات- ملتقى لثقافة وفنون العالم يوليو، ٢٠٠٧



شكل: ٣-١٣
استخدم المعماري جريج ليان برامج التحريك Animation Software لدراسة تكوين الواجهة الخارجية وعبراً عن التكرار مع التعقيد والديناميكية

المصدر
Wolfram, Stephen" .Architectural Design ".Programming Cultures July/August 2006 :38-45.

ج) التكرار مع التعقيد والديناميكية (Iterative) :

ويتم التعامل مع هذه الأشكال (مثل شكل حبوب زهرة عباد الشمس) عن طريق دراسة أحد العناصر المتكررة وتخزين قيمها ومؤثراتها والاستفادة من المعلومات المخزنة فى دراسة المتكررات مع تغيير الحجم والابعاد والمسار المحدد لهذة الأشكال . قام " جريج ليان Greg lynn بدراسة العديد من هذه الأشكال وقام بتصميم مشروع للإسكان بهولندا عام ٢٠٠٦ (شكل: ٣-١٣) مستخدماً برامج التحريك Animation software لدراسة تكوين الأشكال مستفيدا من تكراريات الأشكال النباتية ،[1] مما أدي إلي تصميم واجهة خارجية متنوعة الأشكال والبرمتريات لعدد ١٥٠ وحدة ، تم إنشائها من وحدة أساسية ثم التعامل معها وفقا لمبادئ التكرار والاستفادة من المعلومات المخزنة على الكمبيوتر وإعطاء متغير فى الـ (X , Y , Z) لكل عنصر بما يسمح بعدم تكرار أى عنصر من عناصر الواجهة .

ثانياً: تطوير برامج الحاسب الآلي لكى تساعد على حل المشاكل الحسابية المعقدة :

لكى يصل المعمارى إلى حل لهذه الأفكار والتكوينات الشكلية اللانهائية والمثيرة للتجريب ، بعد أن تحدثنا عن طبيعة تكوينها ، لجأ إلى تطوير برامج تسهل له التعامل مع هذه الأفكار ، وقد تم التوضيح فى الفصل الأول من الباب الثاني بعض هذه البرامج ، ولكن هذه البرامج السابق الحديث عنها أعدت لخدمة تخصصات مهنية محددة ، وبما يحتاجه الجميع من البرامج فى شكل موحد ، ولكن نتيجة لتطوير بعض من المعماريين المجربين لمناهج جديدة للبحث فى الأشكال والتكوينات والوظائف لجأ البعض إلى تطوير برامج تتناسب مع أهدافه وبما يسهل التعامل مع التعقيدات التى تواجهه أثناء تحويل الأشكال المعقدة إلى واقع.

ويمكن القول بأن هذه البرامج لا تخضع لمنظومة بعينها أو شكل محدد بل من الممكن توليد عدد كبير من البرامج للمشروع الواحد ولحل مشكلة ما فمثلا " أحتاج المهندسون الإنشائيون فى مكتب أوف آراب إلى تطوير برامج تساعد على حساب الأشكال التكرارية على الواجهات الرقمية للعديد من المشاريع ومنها مشروع المتحف الذى قام المعمارى " دانيال ليوبسكند " بتصميمه فى لندن متحف فيكتوريا والبرت (V&A Museum) على شكل هندسى معقد واحتاج الأمر إلى التعاون مع علماء رياضيات لتطوير مصفوفة هندسية تمكنهم من توقع الأشكال البارزة على الواجهة ومعرفة الغاطس والبارز باستخدام هذه البرامج "[2] (شكل ٣-١٤)، وقد يواجه المصمم (المعمارى ، الإنشائي) العديد من الصعوبات التى تحتاج إلى حسابات فائقة لايمكن إجراؤها بدون الاستعانة ببرامج الكمبيوتر خاصة فى الأفكار التى تعتمد

(1) Menges, Achim" .Architectural Design ".Techniques and Technologies in Morphogenetic Design March/April 2006 :42-53.

(٢) مشاري بن عبدالله النعيم. "مكتب (أوف اراب) Ove Arup - لندن." مجلة البناء السعودي أكتوبر ، نوفمبر، ٢٠٠٤: ١٤٤.

على عدم التكرار وكذلك الدقة ، والتوثيق لكى يتم استرجاع كل المعلومات التى سيتم الإستعانة بها فى مراحل التصنيع والتنفيذ.

ففى مشروع المبنى الأوليمبى لمسابقات السباحة فى بكين والذى كان على شكل قطعة ثلج تم تطوير برنامج متخصص لدراسة الأشكال المكونة لهيكل المبنى والتى كانت على شكل العديد من الهياكل الثمانية والسداسية والمتشابكة معا فى منظومة معقدة لايوجد فيها قطعة مثل الأخرى. فقد تم برمجة هذه الأشكال لدراسة كيفية تجميعها وتركيبها معا وكانت النتيجة ان ولد الكمبيوتر الأشكال المطلوبة فى توافق يعطى استمرارية لتكوين الشكل الخارجى وبقى كيفية عمل التفاصيل المناسبة لهذه التكوينات.

وقد قام فريق العمل بتطوير برنامج يسهل الوصول إلى عدة تفاصيل أمكن تنميطها وفقا للمتغيرات ، وتم تجريبها فيما بعد على نموذج تفصيلى (واحد إلي واحد) فى الحقيقة لاحد أجزاء المبنى للتأكد من قدرة المبنى الإنشائية "[1] شكل (٣-١٥). ويعد العامل الرئيسى فى تطوير هذه البرامج هو الفهم للغة البرمجة وفنياتها وهو الأمر الذى قد يحتاج من المصمم التعاون مع فريق من العمل فى تخصصات مختلفة ، لكى يمكن التغلب على المشكلة التى تواجهه .

ثالثاً: تكوين مجموعة من فرق العمل المختلفة :

كلما زاد العمل تعقيدا كلما أحتاج إلى الاستعانة بالتقنيين والفنيين والخبراء والعلماء من التخصصات المختلفة للوصول إلى حلول جديدة مبتكرة تسهل التعقيد ، وكما واجه مشروع " أوبرا سيدنى " المشاكل التى أثرت على قرار استكمال المشروع من عدمه عن طريق تكوين مجموعة من المتخصصين والتقنيين والمهندسين والعلماء للوصول إلى نظام إنشائى يتناسب مع فكرة المشروع ، الأمر الذى أخذ وقتا طويلاً، مما دعى مكتب **" أوف أراب "** المسئول عن المشروع إلى تطوير حسابات إنشائية كانت تحتاج إلى مساعدة الكمبيوتر وفقا لرأى فريق العمل. إلا أن الكمبيوتر لم يكن قد تطور بعد إلى هذه المرحلة ، ولكن الأمر الذى ساعدعلى التغلب على صعوبات المشروع هو فريق العمل المتنوع التخصصات والتفكير معا لحل المشاكل بطريقة إبداعية فقد احتاج تطوير أنظمة التحميل للعناصر الفراغية المصممة للمشروع (شكل الشراع)[2] إلى عدة مراحل من اختيار نظام التغطيات القشرية .

وقد تم اختيار الحديد والجمالونات كإسلوب إنشائى يتناسب مع البحور الواسعة لقاعة الأوبرا وطريقة ومسافة وضع هذه التراسات ، وكيفية تكسية الغلاف الخارجى وكيفية التنفيذ ووضع الماكينات والألات ، الأمر الذى استدعى تنفيذ العديد من المجسمات المصنعة لمحاكاة طرق التنفيذ حتى يمكن تحليل الأنظمة الإنشائية بل وإجراء الاختبارات على هذه النماذج لقياس نجاحها ، وقد تم تعديل الشكل الخارجى للأوبرا أكثر من مرة إلى أن تم الوصول إلى طريقة تحليل الغلاف باستخدام شكل البرتقالة وتقسيمه إلى عناصر يمكن تجميعها فى الموقع بسهولة.

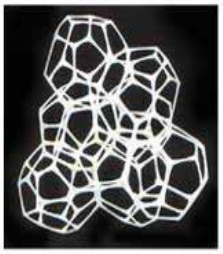
(1) Menges, Achim" .Architectural Design ".Techniques and Technologies in Morphogenetic Design March/April 2006 :42-53.

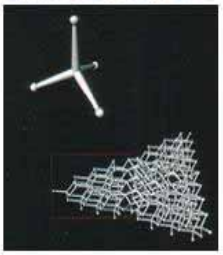
(2) A.jenks, Charles .The language of post-modern architecture .London :Academy Edition, 1984,P.42

شكل: ٣-١٤
مشروع متحف فيكتوريا والبرت , المعماري دانيال ليبوسكند , لندن , المملكة المتحدة, استخدمت برامج للتحليل الانشائي لكي تساعد علي النظام الانشائي الذي يتكون من بلاطة سقف متصلة الي أعلي كما تم اعداد برامج لكي تنتج وحدات تلقي ظلالا علي الواجهة

المصدر:

مشاري بن عبدالله النعيم. "مكتب)أوف اراب(Ove Arup - لندن." مجلة البناء السعودي أكتوبر , نوفمبر, ٩٨. ٢٠٠٤:





شكل: ٣-١٥
مشروع مجمع السباحة الأوليمبي ، المعماري PTW ، تم تطوير أنظمة إنشائية للهيكل الخارجي بواسطة برامج تم اعدادها للمساعدة على تجميع الهيكل الفقاعي

المصدر:

Menges, Achim. "Architectural Design." Techniques and Technologies in Morphogenetic Design March/April 2006: 42-53.

هذه التجربة تؤكد على أهمية دراسة المشروع فى مراحل التصميم الأولية بشكل يسهل مراحل التصنيع والتنفيذ معاً، وهو ما أمكن تحقيقة بواسطة برامج الكمبيوتر وعن طريق شبكة المعلومات فى تحقيق التواصل مع فريق العمل فى مراحل المشروع وعلى نموذج موحد يمكن تداوله بين جميع التخصصات* ، ومن خلال هذه النماذج والمناقشة المستمرة بين المصممين والمصنعين والمبرمجين والتقنيين تحول النموذج الثلاثى الأبعاد إلى وسط للتفكير لايمكن الاستغناء عنه . ويطلق علي هذا التواصل بين فريق العمل المتعدد التخصصات بالتكامل الرقمي ، والذي يكون فيه كل عناصر المشروع في دائرة مغلقة ، ويحدث تفاعل بين كل التخصصات بشكل مختلف عن المنظومة التقليدية ' والتي كانت تعتمد علي أن المعماري هو الرابط بين التخصصات والموزع للأدوار.

إلا أن التكامل الرقمي ساعد على تلافي المشاكل التى تواجه فريق العمل فى فكر منظومى يعمل على بناء المشروع فى الواقع التخيلى (VR) مسبقا وتحليله وإعطاء الفروض والحلول المناسبة ، ويكون الإبداع جماعى لفريق العمل ، وبينما يقوم المعمارى بوضع تصوراته الأولية لحل مشروع ما لابد من إجراء مجموعة من الخطوات التنظيمية ، هذا الأمر كان مؤثر على إعادة صياغة خطوات ومراحل التصميم فى عصر المعلومات .[1]

رابعاً: تجريب هذه الأشكال وإختبارها بمساعدة الكمبيوتر والوقوف على الشكل النهائى :

تم اختيار مشروع تصميم سقف مشروع The great court بلندن بالمملكة المتحدة – شكل (٣-١٦)، كتجربة حقيقية تم فيها اجراء هذه الاختبارات والتحليلات التي مكنت فريق التصميم من السقف ومواجهة التحديات التي واجهتهم.

❖ **نموذج تصميم سقف الفناء الكبير بالمتحف البريطانى بإنجلترا (دراسة حالة) :**

تعد العملية التصميمة التى أجريت لتصميم هذا المشروع نموذجا مثاليا للتعبير عن كيفية التغلب على كلا من المحددات المحيطة بالمشروع ، والتعقيد التكوينى للشكل المراد تصميمه ، الأمر الذى أستدعى تكوين فريق عمل كبير ، أنغمس فى المشروع ودرس المحددات المحيطة بالمشروع ، وحدد خطوات ومراحل العمل التى تتناسب مع الفكرة التصميمة .

والمبني مصمم في الأساس كمتحف (المتحف البريطاني) ، وهو مبنى تاريخى قام بتصميمه سير روبرت سميرك " Sir Robert Smirk"[2] فى عام ١٨٥٠م - شكل (٣-١٦)، وهو مبنى مصمم على شكل كتلة كبيرة مستطيلة الشكل وبها فناء كبير يتوسطه قبة للقراءة ، وتم طرحة كمسابقة للتصميم فى عام ١٩٩٦م ، وفاز بها المعمارى الإنجليزى نورمان فوستر Norman Foster، وكان الهدف من المسابقة تصميم سقف يغطى الفناء ويربط بين القبة الدائرية وكتلة الفناء على أن يحقق السقف عدة متطلبات ، منها :

*تم الأشارة إلى النماذج التصميمة فى فصل أدوات التصميم في عصر تكنولوجيا المعلومات.

(2)Whyte, Jennifer .Virtual Reality and the built environment .Oxford :Architectural Press, 2002.

(3)http//:www.fosterandpartners.com/Projects/0793/Default.aspx

١ -أن يتماشى مع الطراز التاريخى للمتحف ، أو يبرز جماله فى توافق وأنسجام .
٢ -أن لايمثل أسلوب أنشائه عائقا بصريا للضوء ، وأن يكون بسيطا حتى لاتطغى العناصر الإنشائية على مسطحات الزجاج .
٣ -أن يتناسب مع وظيفة المتحف والنشاط الداخلى وعند تنفيذه لايؤثر على ممارسة الأنشطة.

ومن خلال تحديد محددات التصميم التي أحاطت بالمشروع والتي اعتبرها فريق التصميم محددات كثيرة ومعقدة، يمكننا التعرف أكثر علي أهمية إستخدام تكنولوجيا البناء في مرحلة دراسة التكوين اللإنشائي.

- **محددات التصميم Design Constraints :**[١]

إعتبرت المشكلة الرئيسية لتصميم سقف المتحف المغطى للفناء الكبير هى كيفية الوصول إلي تصميم جيومترى هندسى يتعامل مع المحددات التالية :

١ -التجاوب مع الطراز المحيط ، والتجانس مع التكوين الكتلى للمتحف ، خاصة أن القبة التى تتوسط الفناء ليست فى المركز تماما ، مما يشكل صعوبات إنشائية أخرى .
٢ -كيفية تحقيق أفكار إنشائية تساعد على أعطاء مساحات أكبر للزجاج خاصة أن المساحة المطلوب تغطيتها كبيرة وتحتاج إلى أنظمة إنشائية تحقق الهدف .
٣ -أرتفاع القبة أقل من أرتفاع سقف الفناء الأمر الذى يتطلب أن يكون السقف مائلا فى إتجاه القبة وهو ما يمكن أن يمثل مشاكل للأحمال ومقاومة الرياح وتجميع مياه الأمطار .
٤ -كيفية تصميم سقف يمكن تنفيذه أثناء ممارسة أنشطة المتحف ، مما يستدعى أن تكون الأفكار متماشية مع طرق التنفيذ التى تحقق ذلك .
٥ -شكل الشبكة الإنشائية عامل مهم ومؤثر على الشكل الجمالى وأسلوب تجميع الزجاج ، وأبعاد الزجاج الذى يمكن ان يغطى الفراغ .

- **الحلول المعمارية والمحددات المحيطة (الإنشائية والتنفيذية) :**[٢]

قام المعمارى نورمان فوستر (Norman Foster) بالتعاون مع مكتب بوروهابولد الإنشائي (BuroHappold) بدراسة الأفكار وتطويرها مع المحددات المحيطة بالمشروع مع فريق العمل. وقد أرتكزت الفكرة المعمارية على أهمية التأكيد على البيئة الداخلية المفتوحة للفناء وربطة مع قبة القراءة والتأكيد على مركزيتها من خلال تغطية إنشائية مكونة من مواد خفيفة مرتكزة على الحديد (steel) والزجاج (Glass) مع تكوين يساعد أنشائيا على التغلب على أماكن الانحناء فى الأماكن التى يزيد بها البحر والشد فى الأطراف والأركان مع التعامل مع أماكن تحميل وزن التغطية عند القبة بشبكة إنشائية تتلافى مشكلة عدم التمركز للقبة – شكل(٣-١٦).

[1]Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005.

[2]Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005,P.60

وكان الحل أن تم البدء فى دراسات على أشكال فقاعية ودراسة تركيبها وتجميعها معا والتعرف على أشكال نقاط التجمع للوصول إلى حل شبكى يمكن تطبيقة على سقف المتحف ثم القيام بنمذجة هذه الفكرة على الكمبيوتر للحصول على نموذج محاكى يمكن التفكير من خلاله ، وتم الوصول ببرامج التحليل الإنشائية إلى تكوين يمكن من خلاله تلافى المحددات التى سبق الإشارة إليها ، ومع تطوير هذا الحل وجد العديد من الصعوبات الإنشائية التى تحتاج إلى حلول إنشائية جديدة فالتكوين الذى أحدثته برامج التحليل الإنشائي يحتاج أن تكون التكسية

الخارجية على شكل ثنائى الانحناء (Doubly Curved) وهو ما ساعد على توزيع الأحمال وتحويل الأسطح المكونة إلى عناصر شد وضغط وفقا للمكان المنفذة به.
ولكن هذا على مستوى السطح ، ولكن العناصر الإنشائية التى ستحمل السطح (والذى سيكون من زجاج) تحتاج إلى تطوير يسمح بشكل منتظم فى استمرارية فراغية وهذا الشكل غالبا ما سيكون قبة إنشائية ، هذه الشبكة يطلق عليها الشبكة الجيوديسية والتى تستخدم فى القباب والأقبية والأشكال الدورانية لتوصيف الشكل ولكنها ستكون هنا إنشائية .

- **إختيار الشكل الأمثل The optimization of shape :**

إن إختيار الشكل الأمثل الذى يتناسب مع الفكرة العامة للمشروع يمر بمراحل من التطوير المستمر ؛ فبالإضافة لتحقيقة للنواحى الوظيفية والجمالية فلابد من توافقه مع الأحمال الإنشائية فقد مر إختيار الشكل الأنشائي للجمالونات الحاملة للزجاج بدراسات تجريبية للعديد من أفكار التوزيع المختلفة أستخدم فيها التوزيع المركزى للأحمال ، والتوزيع المتعامد ، ووجد فيه مشاكل إنشائية يمكن أن تتسبب فى انهيار السقف. وكان التعبير عن هذه الاختبارات بواسطة برامج إنشائية تعبر عن أماكن التحليل والأحمال عن طريق التعبير اللونى بدرجات ألوان الطيف من الأحمر والأصفر والأزرق ليعبر مثلا اللون الأحمر عن الأماكن التى سيحدث بها أنهيار (possible collapse) أو التى ستكون فى خارج حدود الأمان ، ويتدرج التعبير اللونى إلى الأصفر والأزرق للتعبير عن المعدلات الآمنة للتحميل. ما يمكن التعبير عن التحليل بواسطة الأسهم ، وكانت النتيجة تكوين شبكة فقعاية مستمرة تتكون من مثلثات مجمعة معا بما يتناسب مع توزيع الأحمال وتلتقى رؤوس هذه المثلثات عند أماكن التقاء الجمالون الإنشائي مع سقف الفناء ، الأمر الذى سمح بتوزيع كامل للأحمال على كل أضلاع الجمالون مع تقليل وزن العناصر الإنشائية .

- **إختيار المواد الإنشائية Structural Materials:**

تعد المواد الإنشائية عنصر هام فى دراسة الأسلوب الإنشائي خاصة فى المشروعات التى تحتوى على بحور واسعة ، ومن الضرورى توافر عدة عناصر فى المواد المستخدمة . منها القدرة على التحمل وخفة الوزن والقدرة على التشكيل والمتانة ، ويعد الحديد (steel) أفضل المواد التى تتوافر بها هذه الخصائص ولذلك تم استخدامها كمادة إنشائية للجمالونات الحاملة للسقف.

أما العناصر المكونة للجمالون (Members) فكان اختيار قطاعاتها بناءً على دراسة تحليلة بواسطة الكمبيوتر لدراسة أفضل شكل للقطاع، وتم تجريب القطاع الدائرى ، والقطاع المستطيل

، ولكن كان القطاع المربع هو الأفضل وروعى فى التحليلات مقاومة القطاع للعوامل الجوية وعدم النفاذية للهواء ومياه الأمطار .كما أنه كان من الأفضل فى التوافق مع القوى التى سيتعرض لها (ضغط ، شد ، انحناء ، التواء) وتطويره ليستجيب لكل العوامل المؤثرة ومنها نقل الأحمال من عنصر إلى عنصر إلى أن تحول الأحمال إلى سقف الفناء الحامل للسقف المصمم ، وكانت الأبعاد النهائية التى تم التوصل إليها بواسطة التحليلات هى ٨٠٠ مم وذلك لكى يتحمل الزجاج ويمكن تركيب الزجاج به ، وعموما نجد أن القطاعات تدرجت أبعادها من ٨٠٠ مم إلى ٢٠٠ مم بالقرب من القبة ووفقا للحسابات الإنشائية .[١]

أما بالنسبة للمواد المستخدمة كتكسية والتى تم اختيارها فكان يجب أن تتميز بخفة الوزن، لتقليل الأحمال الميتة على التراس، وكذلك الشفافية، والقدرة على مقاومة العوامل الجوية فتم اختيار مادة (E F T A). وهى مادة مصنعة شفافة وخفيفة الوزن تتناسب مع الوظيفة المطلوب تحقيقها ، وتعتبر أخف من الزجاج ويسهل تشكيلها لكى تكون بشكل منحنى مزدوج (Doubly Curved) كما يمكن أن تغطى مسطح يصل إلى ٢م بلا أى تأثير على المتانة ، كما تم رش الزجاج بمادة كيميائية تساعد على فلترة أو تصفية إضاءة الشمس من الأشعة فوق البنفسجية الضارة وتصل نسبة شفافيتها إلى ٦٥% بما يسمح بالرؤية الجيدة دون اضرار على الزوار، شكل(٣-١٧) ، شكل (٣-١٨) ، شكل (٣-١٩) ، شكل (٣-٢٠).

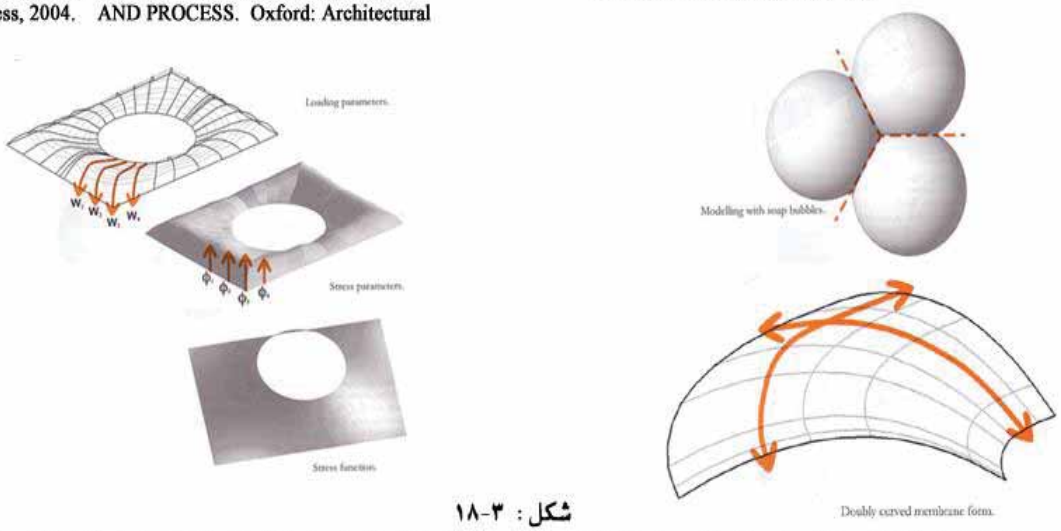
- **النقاط التجميعية :**

تم تصميم أفكار كثيرة لتفصيلة تجميع الأعضاء الإنشائية ، وما يتناسب مع التغيرات الكثيرة للتكوين الهندسى الفقاعى ، واستعان فريق التصميم بالاسكتشات والتحليل بواسطة الكمبيوتر وتجريب الأفكار والتى وصلت إلى سبعة أفكار لم تنجح ، وكان الشكل النهائى عبارة عن مستطيل ذو سماكة قليلة وبه عناصر مائلة على شكل نجمى تسمح لعدد ستة عناصر إنشائية (Members) أن تجمع به ، وتم إعداد هذا التجميع بواسطة محاكاة لنموذج ثلاثى الابعاد وتحديد الأشكال التى يتم تجميعها بطريقة اللحام آليا ، أو بواسطة الروبوت والعناصر التى ستجمع بطريقة التركيب بالمسامير ، ودرست هذه الأفكار بين المصممين والمصنعين والمقاولون الذين وضعوا أفكارهم ومهارتهم فى التعامل مع هذه التفاصيل – شكل (٣-٢١) .

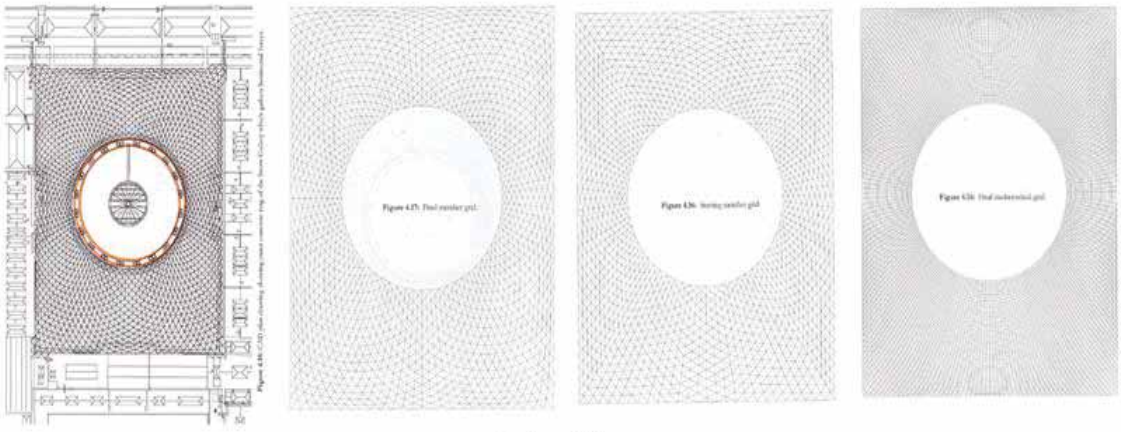
[1]Szalapaj, Peter .Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005,P.71

شكل: ٣-١٦
مشروع Great Court ، لندن ، المملكة المتحدة ، للمعماري نورمان فوستر
المصدر:
.Abel, Chris. ARCHITECTURE,TECHNOLOGY AND PROCESS
Oxford: Architectural Press, 2004.

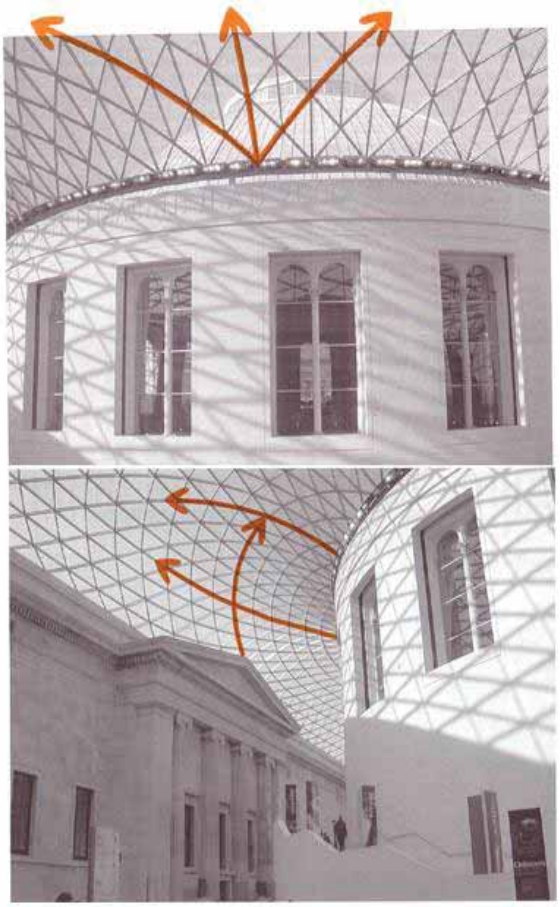
شكل: ٣-١٧
شكل السقف من الداخل ،مشروع Great Court ،
لندن ، المملكة المتحدة ، للمعماري نورمان فوستر
المصدر:
Abel, Chris. ARCHITECTURE,TECHNOLOGY
Press, 2004. AND PROCESS. Oxford: Architectural



شكل : ٣-١٨
الأفكار الدولية للسقف ، قامت على دراسة تجميع بالونات الصابون و تقاطعها معا ، كما استخدمت برامج التحليل الانشائي لدراسة نقاط التحميل
المصدر
Szalapaj, Peter. Contemporary Architecture and the Digital Design Process. Oxford: Architectural press ٢٠٠٥ .

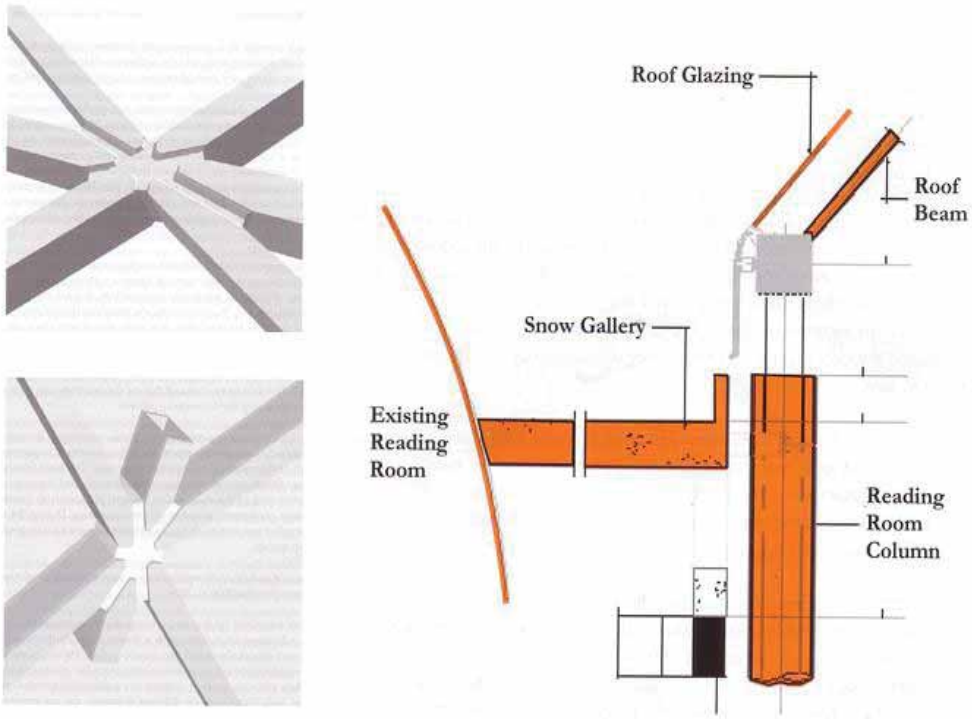


شكل : ٣-١٩
شكل يوضح: العديد من التجارب التي أجريت بمساعدة البرمجيات للوصول إلى الحل الأمثل لتكوين السقف انشائياً .
المصدر
Szalapaj, Peter. Contemporary Architecture and the Digital Design Process. Oxford: Architectural press ٢٠٠٥ .



شكل : ٣ـ٢٠
شكل يوضح تحليل القوي للجمالون الإنشائي لسقف متحف Great Court

المصدر
Szalapaj, Peter. Contemporary Architecture and the Digital Design Process. Oxford: Architectural press ٢٠٠٥ .



شكل : ٣ـ٢١
شكل يوضح: مرحلة دراسة التفاصيل المعمارية لعناصر السقف الإنشائي (Sky Light)
والتي مرت بمراحل تطوير استخدمت فيها قياسات الشد و الضغط و الإلتواء بواسطة برامج التحليل الإنشائي

المصدر
Szalapaj, Peter. Contemporary Architecture and the Digital Design Process. Oxford: Architectural press ٢٠٠٥ .

٣ ٤ ٣ خلاصة الفصل الأول

تم في هذا الفصل دراسة تأثيرتكنولوجيا المعلومات علي التكوين الإنشائي، وكان ذلك بهدف إستكمال دراسة عوامل التأثير علي الفكر المعماري، والتي بدأت في الباب الثاني بدراسة منظومة العمل المعماري في ظل عصر تكنولوجيا المعلومات، ولقد أثبتت أن منظومة العمل المعماري تحولت إلي منظومة رقمية، **وفي هذا الفصل** قامت الدراسة علي التعرف علي نتائج تأثير تكنولوجيا المعلومات علي الفكر المعماري من خلال دراسة أحد أهم مراحل التفكير المعماري، وهي التفكير في التكوين الإنشائي، و خلصت الدراسة في هذا الفصل إلي ما يلي:

١) مع تحول منظومة العمل المعماري إلي الصبغة الرقمية علي مستوي: (أدوات التصميم، عملية التصميم، عملية الإنتاج والتصنيع)، وظهور أفكار معمارية معقدة علي مستوي الشكل والتكوين الخارجي والداخلي للمبني، وبالتالي التكوين الإنشائي. نجد أن الفكر المعماري إستعان بقدرات وإمكانيات الحاسب الآلي في التغلب علي الصعوبات التي تواجهه، وكان ذلك في صورة تحليل لطبيعة التكوينات الموجودة في الطبيعة والمعمار الكوني، وذلك لتحديد مستوي الصعوبة وتحليل هذه التكوينات بواسطة برمجيات الحاسب الآلي، ثم تحويلها إلي تكوينات إنشائية يمكن تنفيذها بسهولة في موقع التنفيذ.

٢) بدأ ظهور العديد من المعالجات للأسطح المعقدة للمساعدة علي سهولة التحكم فيها وتنفيذها، ومنها الأسطح غير المنتظمة، والتي أطلق عليها (NURBS) لتتحول إلي تكوينات إنشائية يسهل التحكم فيها، ودراستها بناءاً علي الحسابات بواسطة البرمجيات الإنشائية المتخصصة كأحد روافد التطور التقني لتكنولوجيا المعلومات.

٣) أهمية إعداد وتنظيم فرق العمل المختلفة والمشتركة في العمل المعماري (التصميم المعماري، الإنشائي، الإنتاج والتنفيذ) ومناقشة صعوبات الفكرة التصميمية في مرحلة مبكرة لإيجاد حلول مبكرة له، والإستفادة من خبرات فريق العمل، ومن هذه التجارب تجربة المعماري نورمان فوستر، حيث استفاد المعماري نورمان فوستر من خبرات مكتب " بولوهابول " الإنشائية والمصنعين في حل الفكرة المعمارية لسقف متحف الـ (Great Court).

٤) ساعدت تكنولوجيا المعلومات على إختبار وتجريب العديد من الحلول والتكوينات الإنشائية في مرحلة دراسة الحلول النهائية. فقد تم الوصول إلى الحل الأمثل والشكل المناسب للأفكار في العديد من المشروعات (مثل مشروع Great Court) بلندن ، حيث أن الاختيار النهائي للفكرة كان نتاج تفاعل كامل بين فكر المصمم وإمكانيات الأداوات التصميمية والتنفيذية ، وخبرات المنتجين والمنفذين.

٣-الباب الثالث

الواقع الجديد (عمارة الدوافع)

٣-١ الفصل الأول : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي التكوين الإنشائي

٣-٢ الفصل الثاني : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ

٣-٣ الفصل الثالث : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي الوظيفة والفراغ

٣-٢-٠ تمهيد :

- ناقش الفصل السابق تأثير تكنولوجيا المعلومات علي التكوين اللإنشائي، وكيف ساعدت تكنولوجيا المعلومات علي إبتكار تكوينات وحلول إنشائية تميزت بالجرأة والتعقيد؛ والذي تم التغلب علي هذا التعقيد بواسطة برمجيات الحاسوب و التقنيات الرقمية.

- **ويتناول هذا الفصل** تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ، وذلك **بهدف** دراسة مدي تطور مفهوم إستخدام المواد في عملية البناء؛ مما أدي إلي ظهور أشكال جديدة من المواد أهمها المواد الذكية، والتي أُدمجت مع أنظمة التحكم وأنظمة الإتصالات؛ مما فتح المجال نحو ظهور ما يسمي "بالعمارة الذكية" وتطبيقاتها المختلفة، ولذلك فإن إستخدام المواد الذكية Smart Materials في العمارة هو المثال الذي سنتعرض له بالدراسة في هذا الفصل؛ وذلك لأنها النموذج المثالي لتوضيح مدي تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة وبالتالي الفكر المعماري.

فإستخدام المواد Materials علي مدار تاريخ العمارة يعد أحد أهم العوامل المؤثر على إنتقال تقنيات البناء من شكل إلي آخر. مما دعي علماء التاريخ إلي تصنيف فترات التاريخ نسبة المواد التى أثرت على تغيير الحضارة (العصر الحجرى، العصر البرونزى، العصر الحديدى). والمواد المستخدمة لا تتوقف علي المادة الإنشائية فقط، فنجد أن تقدم علم الكيمياء فى الحضارة الفرعونية قد أثر على تطور الحضارة، وخاصة علم التحنيط كما أثر على استخدام المواد والألوان فى زخرفة واجهات المعابد والمقابر الملكية، وكذلك فى المنتجات والحلى ، (شكل ٣-٢٢).

من هنا يتضح أن المادة لها دور كبير فى تطوير وإحداث نقلات تفصل بين عصر وآخر. فإكتشاف الحديد والخرسانة فى عصر الثورة الصناعية قد أثر على المبانى من خلال البحور الواسعة، والأبراج فائقة الأرتفاع، وسهولة التشكيل والتكوين للأسطح، ومع هذا التطور المستمر للمواد عبر العصور، ومع التقدم الذى أحدثتة الكيمياء والفزياء (في القرن العشرون) على خصائص المواد؛ أدي ذلك إلي بدء ظهور مصطلح الذكاء على الكثير من المنتجات مثل الطائرات الذكية Smart Planes، البيوت الذكية Smart Houses، والدهانات التى تغير لونها Color changing paint.

وبدأ ظهور المواد الذكية عندما قامت وكالة ناسا عام ١٩٩٢ بتحديث وتطوير أساليب للدفاع عن الولايات المتحدة الأمريكية، وذلك بتطوير مواد تتيح أمكانيات جديدة للأسلحة والجنود، فقامت بصناعة الطائرات الذكية معتمدة على التخفى أثناء الطيران بإستخدام تقنية تغير لون الطائرة وعدم إكتشافها أثناء التجسس (شكل ٣-٢٤)، كما قامت بتطوير ملابس الجنود وتطوير أنسجة تتلون مع الوسط المحيط بها، كما أنها تكون متصلة دائما بمراكز إسعاف الجنود عن طريق زرع أجهزة حساسة داخل هذه الانسجة لتعطى إشارات إلى مراكز الإسعاف للتعرف على أماكن الجنود المصابة لاسلكيا.[1] ومع تطوير هذه المواد والتقنيات على مستوى الخصائص التكوينية للمادة ، تم إحداث إندماج بين هذه المواد وتكنولوجيا المعلومات لينتج تكامل مشابه للتكامل الطبيعى الذى خلقه الله (عز وجل- ولله المثل الأعلي) فى المخلوقات والنباتات – وهو التكامل الذى ينتج عنه

(1) Addington, D .Michelle and Daniel L .Schodek .Smart Materials and New Technologies . Burlington :Architectural Press, 2005.

تفاعل الكائنات الحية مع الطبيعة والبيئة المحيطة والتكييف مع تغيراتها ، هذه التغيرات التى تكون فى الصورة التالية:

أولاً: تغيرات في البيئة المناخية
ثانياً: تغيرات في البيئية الضوئية
ثالثاً: تغيرات في البيئية الصوتية

وهذه التغيرات تؤثر علي الحس الانساني، وعلي الراحة الفسيولوجية. فمثلاً عين الأنسان تتأثر بالضوء، ونتيجة لهذا التأثيرتغلق الجفون أو تبقى مفتوحة بنسبة تساعد على الرؤية، وكذلك الحدقة تتسع أو تقل وفقاً لقوة الضوء أو ضعفه لكى تساعد على تلافى تأثيرات هذه الإضاءة على العين ذاتها من جهة وعلى الرؤية من جهة أخرى.[١] كما أن الجلد البشرى يفرز العرق عند التعرض لدرجات حرارة عالية لترطيب درجة حرارة الجسم شكل (٣-٢٣). وتتكيف الحيوانات مع البيئة عن طريق التفاعل البيولوجى مع البيئة فمنها من ينشط ليلاً ويري فى أقل درجات الضوء أو يعتمد على إصدار الأشعة، وإستقبال موجاتها لتحديد المسافات، ومنها من يعتمد على التخفى عن طريق محاكاة الطبيعة وقدرته الذاتية على تغيير لونه مثل الحرباء. وبناء على ذلك قامت فكرة المواد الذكية، لتنمية أستشعار المواد للمحيط والتعامل معه بما يخدم المصمم.

٣-٢-١ المواد الذكية Smart materials :

على الرغم من كثرة إستخدام مصطلح المواد الذكية Smart Materials إلا أنه لايوجد لها معنى محدد . فكلمة smart ، وكلمة intelligent : يستخدمان كتوصيف للمواد أو الأنظمة والتى يمكن الإستفادة منها وتوظيفها بما يخدم رغبة المصمم .[٢]

وفيما يلي عرض لبعض هذه التعريفات:

(أ) تعريف وكالة ناسا NASA للمواد الذكية :

المواد الذكية مواد عضوية أو عضوية معدنية معقدة التركيب تظهر على أشكال مختلفة من البوليمرات*(اللدائن) حيث يتم تصنيعها على هيئات مختلفة لتستخدم كمجسات خاصة لبعض الأجهزة الحساسة .[٣]

(ب) تعريف موسوعة التكنولوجيا الكيميائية :

المواد الذكية عبارة عن مجموعة من المركبات أو المواد التى تستجيب للمؤثر الخارجى وتتفاعل معه، مثل الضغط ودرجة الحرارة والرطوبة ودرجة الحموضة والكهربائية أو المجالات المغناطيسية.[٤]

---

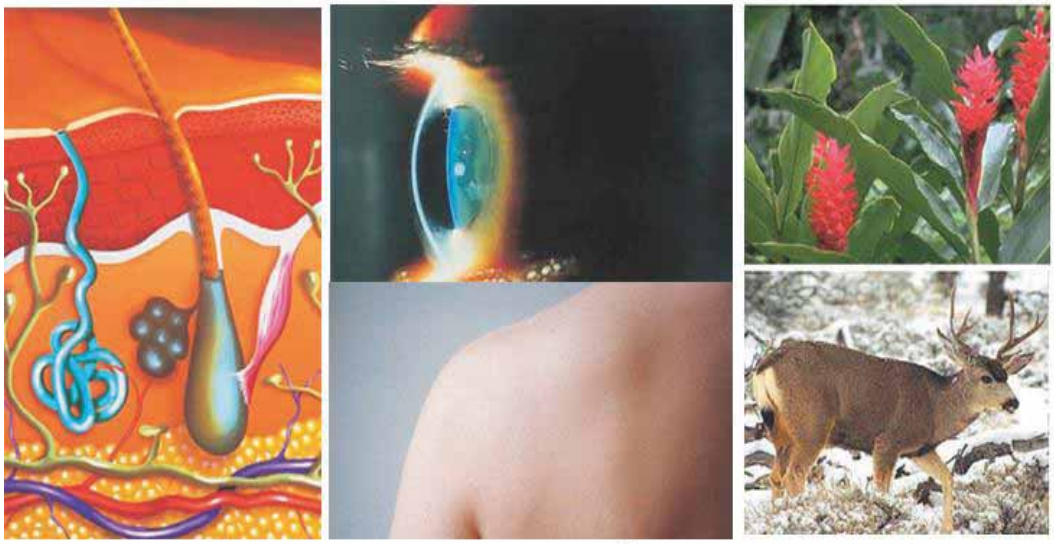
(1), (3), (4) Addington, D .Michelle and Daniel L .Schodek .Smart Materials and New Technologies .Burlington :Architectural Press, 2005.

(2) http//:en.wikipedia.org/wiki/Smart_material.

*البوليمرات أو المكوثرات هو مركب ذو وزن جزيئي مرتفع مكون من وحدات جزئية مكررة. وقد تكون هذه المواد عضوية أو غير عضوية أو عضوية معدنية، وقد تكون طبيعية أو اصطناعية في أصلها. وقد أصبحت المكوثرات تلعب دورا أساسيا وكلّيا في استخدامات الحياة اليومية وذلك بسبب مجموعة خواصها الفريدة. فهي مواد أساسية في القطاعات الصناعية اليومية مثل المواد اللاصقة، ومواد البناء، والورق، والملابس، والألياف، واللدائن، والسيراميك، والخرسانة، والسائل البلوري (Liquid crystal)، والمقاوم الضوئي (photoresists)، ومواد التكسية (coating). كما أن المكوثرات متواجدة في معظم مكونات التربة والنباتات والكائنات الحية. وهي مهمة في التغذية، والهندسة، وعلم الأحياء، الطب، والحواسيب، واستكشاف الفضاء، والصحة، والبيئة. وتستخدم كلمة **بلاستيك** أو **لدائن** استخدامًا خطأ للدلالة على المكوثرات، في حين أن المكوثرات تضم أصنافا ضخمة من المواد التركيبية والطبيعية المتباينة في الخواص.

شكل : ٣-٢٢
المواد التقليدية للبناء (الاحجار ، والاخشاب ، والطين) استخدمت كمواد ساكنة وذات خصائص داخلية ثابتة

المصدر:
Wigginton, Michael and Jude Harris. Intelligent skins. Oxford: Architectural Press, 2002.



شكل : ٣-٢٣
شكل يوضح: أجهزة الاستشعار الطبيعية في جسم الانسان، والحيوانات

المصدر:
Addington, D. Michelle and Daniel L. Schodek. Smart Materials and New Technologies. Burlington: Architectural Press,

ب) استخدام المواد الذكية في طائرات التجسس

أ) استخدام المواد الذكية في ملابس الجنود

شكل : ٣-٢٤
شكل يوضح بعض نماذج المواد الذكية في الأغراض الحربية

المصدر:
Addington, D. Michelle and Daniel L. Schodek. Smart Materials and New Technologies. Burlington: Architectural

من التعريفين السابقين يتضح أنها عبارة عن مواد يمكن أن يستفاد منها فى مجال التصميم، وذلك لكونها مواد حساسة للبيئة المحيطة، وبناءاً على ذلك فهى تتمتع بميزة تماثل للاستجابة لمتغرات درجات الحرارة في الجلد أو حركة العين عند التعرض لشدة الضوء أو إستجابة النباتات للضوء، وبناءاً علي هذه العلاقة التفاعلية بين المادة والبيئة المحيطة يمكن وضع أفكار تصميمية وإعداد أفكار من شأنها أن تحول المنتجات أو المبانى إلى مبانى ذكية .[١]

٣-٢-٢ المواد الذكية والتصميم:

إذا كان التأثير البصرى للمبانى مرتبط بالمادة المكونة للسطح المرئى، وأن المادة فى الواقع هى الأسطح وما تحتويه من مكونات، وهذا التأثير له دور كبير فى التعرف على الأشياء وتحديد ماهيتها، فالحجر مثلاً يعطى الإحساس بالثبات والقوة والخشونة والأخشاب تعطى الأحساس بالدفء والمعدن يعطى الأحساس بالصلابة والقوة .

ونظراً لكون المواد السابقة ثابتة الخواص فقد تم تصنيفها علي انها مواد تقليدية ، بالخلاف للمواد الذكية التي جاءت لتعبر عن شكل غير معهود للمعماريين ومستخدمي المبني، وذلك فيما يتعلق برؤية الإنسان التقليدية للمبني، وما تحدثه من تأثيرعلي شخصية المبنى من خلال مواد إنشائه. **فإذا كانت الأهرامات مرتبطة بالأحجار، وبرج إيفل مرتبط بالحديد، وفيللا سافوى لليكوربوزية مرتبطة بالخرسانة. فإن المواد الذكية غايرت هذه الثوابت ، حيث يمكن أن يكون المبنى بأكثر من لون أو تأثير أو شكل ، فمثلاً ما يمكن أن تراه بالنهار بهيئة ما فإنه يمكن أن تتغير ليلاً. أو أن يتغير شكل التكوين الخارجى** وفقاً لإستخدامه. هذا التغير الذى جاء بعد التغيرات التى سبقت فى صناعات الفضاء والسيارات والمنتجات الذكية.

- ومن التطبيقات الذكية للمواد أيضاً، أنه تم إنتاج أنسجة يسهل تنظيفها بل انها تنظف نفسها بنفسها تلقائياً. وهذه التقنية تم الاستفادة منها معماريا فى زجاج الواجهات للمبانى شاهقة الارتفاع لكى يمكن أن تنظف تلقائيا دون الحاجة الي وجود العناصر الميكانيكية المتحركة التي قد تشوه المباني في أكثر الاحيان.أو عند وجود مشروع تكوينه الخارجي لا يسمح بتركيب وحدة التنظيف المتحركة علي الواجهة. فهذه المواد تقوم بتغيير خصائصها وفقاً للمؤثرات المحيطة مثل الضوء ودرجة الحرارة. ووفقاً لهذه التأثيرات يقل معامل إلتصاق الأجسام العالقة عليها فتنزلق أو تتطاير وهو ما يؤدى إلى إمكانية تنظيف نفسها تلقائيا شكل (٣-٢٥). والتي استخدمت مادة تيتنيوم ديوكسيد (Titanium dioxide (Tio2) في هذا المجال كمادة لها القدرة علي تغيير مع معامل التصاق المواد العالقة.
- **فقد استفاد المعماريون التجريبيون*** من تجارب مصممى السيارات في هذا المجال الذين قاموا بتوظيف العديد من المواد الذكية في تصنيع العديد من التطبيقات الني يمكن أن تتغلب علي العديد من المشاكل التي تواجه قائد السيارة مثل مواجهة مشكلة نوم بعد قائدي السيارات اثناء فترات القيادة الطويلة، وذلك عبر رصد حركة جفون العين بواسطة كاميرا مثبتة أعلى زجاج السيارة الأمامى، والتى تقوم بالتعرف على مدي يقظة قائد السيارة عن طريق سرعة إغلاق الجفن وتكرارها وفقاً لبرامج كمبيوتر معدة مسبقا ، ووفقا لذلك يتم إعطاء ألوان الأزرق لكى تحدث جو هادئ والبرتقالى لكى يتنبه ويتيقظ ، والأخضر لتحقيق جلد المفروشات ليغير لونه وفقا للحالة التى عليها القائد. كما إستخدمت المواد ذكية فى الزجاج عبارة عن (EL Film) وهي طبقة من الكريستال السائل فى زجاج السقف تنير - وفقا لرغبة القائد - لكى يشاهد السماء أو تعتم بشكل تام لتعطى خصوصية كاملة للفراغ الداخلي للسيارة دون أن تؤثر علي الرؤية. وقد كان لهذا الاتجاه في صناعة السيارات تأثير مباشر علي تطور التصميم في الفراغات الداخلية شكل (٣-٢٦).

---

* قام فريق التصميم الذي قام باستخدام المواد الذكية في التصميم الداخلي للسيارة مايباخ (Maybach) من إنتاج شركة مرسيدس.

- أما مصنعى ومصممى ملابس (سُتر) رواد الفضاء فقد تم تطوير أنسجة تسهل الاتصال مع القواعد الأرضية من خلال خلايا متصلة بـ Bluetooth* متطور متوافق مع نسيج السترة، ودون أى وصلات سلكية مما يخفف أعباء التوصيلات عن رائد الفضاء.
- كما استخدمت المواد الذكية فى تصميم المفروشات بأشكال مختلفة كنوع من أنواع الإبهار للزوار. منها ماله علاقة بتغيير اللون فى الطاولات فى المطاعم عن طريق التأثير الناتج عن وضع أكواب للشاى أو القهوة على الطاولة والتى يستخدم فى صنعها مادة تتأثر بالحرارة Thermo Chromic، وتحول هذا التأثير إلى ألوان متدرجة من الأحمر إلى البنفسجى وفقا لتغير درجة الحرارة .
- كذلك استخدامت المواد التى تشع إضاءة فى تصميم هجين مع الزجاج لتعطى تأثيرات بصرية مبهرة، واستخدمت الدهانات الذكية فى التصميم الداخلي ، ولم يقتصر تفاعل المواد الذكية مع البيئة المحيطة علي اللون والضوء فقط بل تأثرت أيضاً بالتغير في درجات الحرارة أو شدة الإضاءة لتقوم بتغيير خصائصها الداخلية بما يسمح بتمدد سطحها أو انكماشه مما يؤدى إلى تغير شكل المنتج، واستخدمت هذه المنتجات بشكل كبير فى التصميمات الداخلية للمباني، وفي وسائط الاعلان فى مداخل الأسواق التجارية وصالات العرض.[1] كما تم انتاج أنواع من الزجاج تتحول من الشفافية إلي الإعتام أو العكس (شكل :٣-٢٧) .

٣-٢-٣ خصائص وأنظمة المواد الذكية :[2]

تعد كلمة " الذكاء" المستخدمة فى التعبير عن المواد الذكية تعبيرا لا يقتضى بالضرورة أن تكون المواد فى حد ذاتها ذكية، ولكن المقصود أن هذه المواد تعطى رد فعل وإستجابة للعوامل البيئية المحيطة ويصدر عنها تغيرات متجددة. هذه التغيرات يمكن إستقبالها بواسطة أجهزة تحكم مبرمجة مسبقاً لتتفاعل مع خصائصها الطبيعية في الفراغ الداخلي للمبني مع هذه المواد، ومن ثم تعطي إشارة بالتحكم فى العناصر المراد توظيفها وفقا لما يريده المصمم. فمثلاً النوافذ الذكية، والتى تعتمد علي إستخدام مواد تقوم بتغيير لونها أو تغيير شفافيتها للوصول الي انعدام وضوح الرؤية، هذه النوافذ تتميز بالاستجابة والتفاعل مع أشعة الشمس بكافة عناصرها من ضوء وحرارة وزوايا الحركة المتغيرة، وبالتالي فإن التحكم في هذه النوافذ يحدث عبر ايصال إشارة (signal) إلى مجموعة من المحركات التي تقوم بتحريك كاسرات الشمس، لتعطي الدرجات

المطلوبة من الإضاءة الطبيعية في الفراغ الداخلي للمبني.[3] ولكى نتعرف بشكل أعمق على ماهية وطبيعة هذه المواد فإننا في حاجة للتعرف على خصائصها والتى تنقسم إلى نوعان :

- **النوع الأول من المواد الذكية :**

وهى المواد التى تخضع للتغير فى واحد من خصائصها أو أكثر وهذه الخصائص تشمل الخصائص (الكيمائية Chemical – أو الميكانيكية Mechanical - او الكهربائية Electrical – أو المغناطيسية Magnetic – أو الحرارية Thermal) فى رد فعل مباشر نتيجة لحدوث تحفيز

*Bluetooth : تكنولوجيا حديثة تستخدم لنقل المعلومات لاسلكياً مما يساعد علي تحقيق التواصل بين رائد الفضاء ومركز الاتصال .

(1), (2) Ritter, axel .Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design .Berlin : Birkhäuser Basel, 2006.

(3)Addington, D .Michelle and Daniel L .Schodek .Smart Materials and New Technologies . Burlington :Architectural Press, 2005.

أ) النسيج الذي يغير زخارفه مع تغير أوقات اليوم

ب) والانسجة التي لا تتسخ بواسطة تغيير خصائصها لمنع نفاذ اي عوالق أو سوائل اليها.

ج) استخدام المواد الذكية في الحفاظ علي الواجهات من الإتساخ

شكل : ٣-٢٥
شكل يوضح نماذج من استخدام المواد الذكية في المنسوجات ، والتي انتقل استخدامها الي الواجهات المعمارية

المصدر:
ritter, axel. Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design. Berlin: Birkhäuser Basel, 2006.

شكل : ٣-٢٦
نموذج استخدام المواد الذكية في تغيير ألوان المواد الداخلية للسيارة

المصدر:
ritter, axel. Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design. Berlin: Birkhäuser Basel, 2006.

شكل : ٣-٢٧
شكل يوضح الزجاج الذي يتغير وفقا لما يريده المستخدم ليكون اما شفاف أو معتما

المصدر:
ritter, axel. Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design. Berlin: Birkhäuser Basel, 2006.

لهذه الخصائص وهذه التغييرات تحدث تلقائيا دون استخدام أنظمة تحكم خارجى ، فمثلا المواد التى تغير ألوانها (photochromic material) تقوم بتغيير لونها عند التعرض لأشعة الشمس وخاصة الأشعة فوق البنفسجية[1]. ومن أمثلة هذه المواد :

- **المواد الحرارية (Thermochromic) :**

وهذه المواد عندما تتعرض لطاقة حرارية تقوم المادة بتغيير التركيب الجزيئى لها وتكوين تركيب جزيئى جديد له هيكل يتميز بانعكاسات طيفية مختلفة عن الهيكل الأصلى ، ونتيجة لذلك ينعكس الإشعاع فى النطاق المرئى ويقوم بتغيير لون المادة .[2]

ويوجد العديد من المواد التى تعمل بهذه الخاصية والتى تم الأستفادة منها معماريا فى العديد من التطبيقات :

- الأصباغ الحرارية Thermochromic Pigment
- الزجاج الحرارى Thermochromic Glass
- البلاستيك الحرارى Thermochromic Plastics

ومن تطبيقتها فى المشاريع المعمارية :

(أ) الحوائط الحرارية Thermo wall:

وقد تم استخدامها فى مشروع متحف الفن الحديث بباريس عام ١٩٨٨ ، حيث قام الفنان سيجمار بولك (Sigmer polke) بإعداد عمل فنى على حائط دائرى ، و قام بدهانه بثلاث أنواع مختلفة من الكريستال السائل Liquid Crystal (والتى تقوم بتغيير درجة حرارتها ثم تتحول كريستالاتها إلى منشور يعكس الإضاءة بألوان مختلفة) وقام بوضع هذا الحائط فى مكان مفتوح السقف وتسقط عليه أشعة الشمس ، بحيث تتغير درجة حرارة الكريستال السائل مع تحرك مسار الشمس فيعطى ألوان مختلفة تعبر عن حركة الشمس ، وفى تطبيقات أخرى على الحوائط الحرارية ، يقوم المصمم بتسليط ضوء يتم التحكم فيه من مصدر إضاءة متصل مع مجموعة من الحاسبات ، وفق برنامج خاص يقوم فيه مصدر الضوء بارسال التصامبم المعدة مسبقا لتظهر على الحائط فيما يطلق عليه " الفنون الرقمية " شكل (٣-٢٨).

(ب) الخرسانة المضيئة أو الخرسانة الحرارية Thermochromic concrete:

قام كل من المصممين كريس جلستر Chris Glaister، وأفشين ميهن Afshin Mehin، وتوماس روسن Tomas Rosen* بتصميم حوائط مصنوعة من الخرسانة الحرارية، وذلك بخلطها بمواد حرارية ، وقاموا بإعداد رسومات من الأرقام بشكل نقطى ووضعها بداخل حائط خرسانة ، بحيث تظهــر وتختفى وفقا لدرجة الحرارة الواقعة عليها (شكل:٣-٢٩).

(ج) المواد المغناطيسية الموصلة للكهربائية Magnetorheological:

وهي من المواد الذكية التي تعطى خواصا متغيرة وفقا لتغير المجال المغناطيسى المسلط عليها وتتكون من مجموعة من المقاومات التي تحوي أيونات أو دقائق معدنية ممغنطة من أيونات أو دقائق من مادة مغناطيسية (Ferromagnetic) فى مائع حامل (carrier) لهذه الأيونات أو الدقائق .

وتستخدم معماريا فى مواد التشطيب لإعطاء تغيير فى الألوان وفقا للتأثير الواقع عليها من خلال المجالات المغناطيسية وذلك بتسليط هذه المجالات على المواد فيحدث ترتيب جديد لدقائق المادة وتصطف بترتيب بعضها فوق بعض فتتغير كريستالية المادة وتغير لون الضوء المسلط عليها ليعطى ألوانا أخرى ، وعند أزالة المجال المغناطيسى تعود المادة إلى خواصها السابقة فى أقل من جزء من الثانية.

(1) http//:en.wikipedia.org/wiki/Photochromism

(2)http//:en.wikipedia.org/wiki/Thermochromism

* فريق مكون من ثلاثة مصممين معماريين قاموا بتجريب استخدامات المواد الذكية في العديد من الاعمال المعمارية.

(د) المواد المضيئة Photochromics:

وهي من المواد الذكية وتقوم بتغييرألونها عند تعرضها لأشعة أو إضاءة .
وتستخدم في العديد من التطبيقات منها (حتي الآن) :

- الدهانات الضوئية photochromic Pigments
- الزجاج الضوئى photochromic Glass
- البلاستيك الضوئى photochromic Plastics

وقد تم استخدامها تطبيقها فى العديد من المشاريع منها متحف الفن بميونخ والذى قام المصمم بيكرجيورز كوهن بتصميمه (Becker Gewers Kuhn & Kuhn Architest) ، عام ١٩٩٢وأستخدم فيه المصمم الزجاج الضوئى photochromic Glass لكى يقوم المبنى بتغيير ألوان واجهاته تلقائيا وفقا لشدة الإضاءة الخارجية.

- كما استخدمت هذه المادة فى تنفيذ زخارف على الزجاج الضوئى المثبت مع زجاج " تقليدى " بحيث تتغير ألوان الزخارف عند تعرضها للضوء وتظهر جمالها فى ألوان مختلفة وكذلك تم تصميم دهانات تستجيب للضوء وتحوله إلى ألوان ، وكذلك تحويل اشعة الشمس إلي طاقة يمكن تخزينها (شكل :٣-٣٠). وتعد المواد الذكية التى تغير ألونها وفقا لخصائصها الداخلية كثيرة ولايتسع المجال لشرحها ويمكن ذكرها وتوضيح خصائصها التى تتغير وفقا للمؤثرات كالتالى :

- **مادة كيموكروميك Chemochromic :**

وتقوم هذه المادة بتغيير ألونها عند حدوث أى تغير فى خصائصها الكيميائية .

- **مادة اليكتروكروميك Electrochromic :**

وهى مادة تقوم بتغيير ألونها بواسطة الكهرباء وعند تعرضها لمجال كهربى .

(ج) مادة الكريستال السائل Liquid Crystals :

وتقوم بتغيير ألونها عند التعرض لمجال كهربى يحدث تغيير فى حركة ووضعية كريستالاتها وهى عبارة عن مناشير ضوئية ، ونتيجة لتغيير حركتها تتغير زوايا تحليل الضوء فتعطى ألوان مختلفة.

- **النوع الثانى من المواد الذكية :**[1]

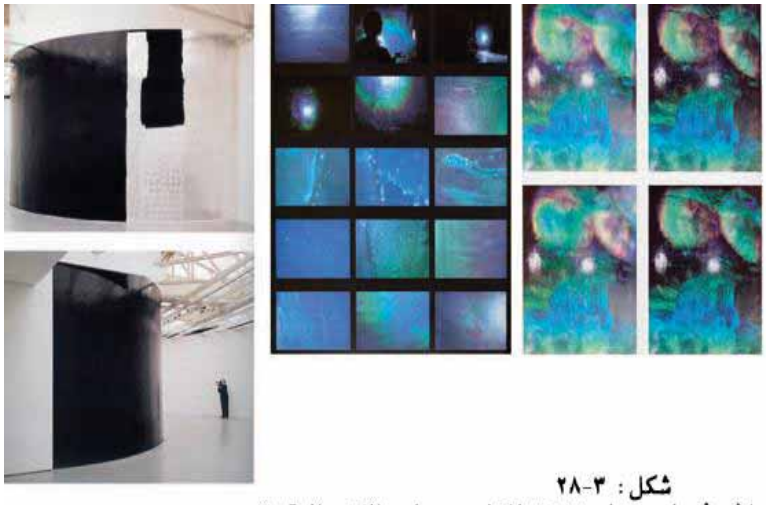
تعتمد فكرة هذه المواد على إستطاعتها تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى ، فالطاقة موجودة فى الطبيعة بأشكال مختلفة والمواد تعرض لهذه الطاقة وقد تحتفظ بها ولكن المواد الذكية يمكنها أن تحول الطاقة إلى صورة أخرى من الطاقة ، ومن أمثلة هذه المواد:

(أ) المواد المشعة أو المضيئة Fluorescence :

ويطلق عليها أيضا photoluminenscent ويمكن تصنيفها على أنها مواد متفسفرة (photosphoresent) وتعتمد على خصائص سلوكها الضوئى وعلاقته مع الزمن ، حيث يتم إثارة خصائصها من خلال جزئ من الضوء ، وخاصة الاشعة فوق البنفسجية ، ولكنها تعود إلى حالتها الأولى عن طريق فصل الضوء عنها.

- ويمكن لهذه المواد أن تبعث ضوءا منها خلال فترة تواجد ضوء النهار حيث ستمتص الأشعة فوق البنفسجية من ضوء النهار ويمكن توجيه مصدر إضاءة أصطناعى اليها ليلا يصدر أشعة فوق بنفسجية لتضئ الغرف المظلمة .

(1)Addington, D .Michelle and Daniel L .Schodek .Smart Materials and New Technologies .Burlington : Architectural Press, 2005.

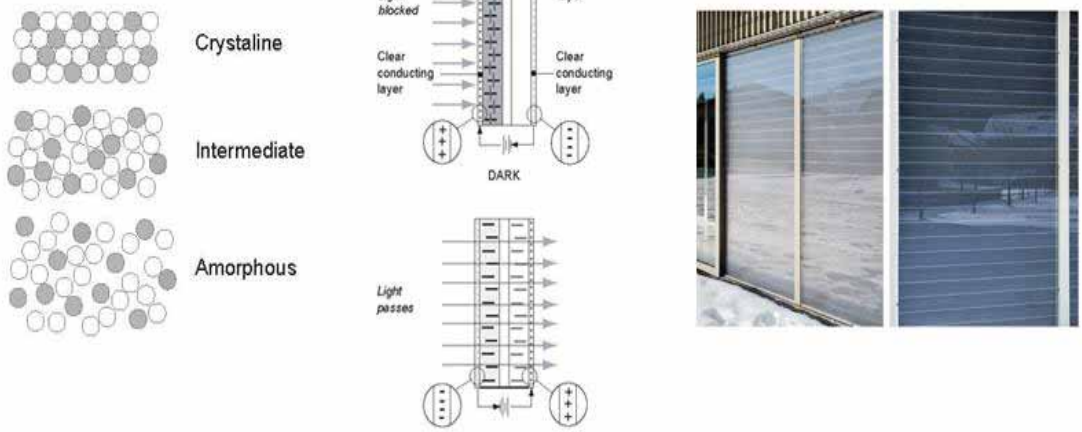


شكل : ٣-٢٨
نموذج من مشروع متحف الفن الحديث بباريس عام ١٩٨٨، للفنان سيجمار - الفنون الرقمية .

المصدر:
Ritter, axel. Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design. Berlin: Birkhäuser Basel, 2006.

شكل : ٣-٢٩
قام كل من كريس جلستر Chris Glaister ، وأفشين ميهن Afshin Mehin ، وتوماس روسن Tomas Rosen بتصميم حوائط مصنوعة من الخرسانة الحرارية المضيئة.

المصدر:
Ritter, axel. Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design. Berlin: Birkhäuser Basel, 2006.



شكل : ٣-٣٠
شكل يوضح النوافذ التي تحول طاقة الضوء الي طاقة حرارية

المصدر:
ritter, axel. Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design. Berlin: Birkhäuser Basel, 2006.

- من تطبيقاتها المعمارية فى المنتجات :
- الدهانات المضيئة والمدهونة بهذه المواد والتى يمكن أن تضئ بضوء النهار .
Based Paints -Luminous Dispersion –Day Light.

ويسهل طلائها أو رشها على الأسطح وتستخدم على الخرسانة المسلحة ، توجد كأوراق حائط ، أو أنسجة وتدهن بها الأخشاب .
ومن تطبيقاتها فى المشروعات المعمارية :
أستخدمت فى العديد من المشاريع وبخاصة فى الفراغات الداخلية لإضائتها ويمكن أستخدامها فى المتاحف والمعارض لإعطاء إبهار ضوئى نتيجة التحكم فى الألوان وتغييرها وفقا لتسليط أشعة فوق بنفسجية عليها .

(ب) المواد التى تغير الطاقة أو تخزنها Exchanging -Energy :
وتعتمد هذه المواد على خصائص المادة الكريستالية حيث تم إستخدام المواد التى يسهل تحويلها من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة عن طريق التأثير بالطاقة الحرارية أو الكهربية أو الضوئية .

(جـ) المواد التى تخزن الضوء Storing smart Materials -Light :
وهذه المواد لديها الخصائص التى تمكنها من تخزين الطاقة فى صورة ضوء.

(د) المواد التى تخزن الحرارة Heat - Storing smart Materials :
وهذه المواد لديها خصائص تمكنها من تخزين الطاقة فى صورة طاقة حرارية والتي يمكن الاستفادة منها في تدفئة المبني عند درجات الحرارة المنخفضة وبالتالي توفير الطاقة.

(و) المواد التى تخزن الكهرباء Storing smart Materials Electricity:
وهذه المواد لديها من الخصائص ما يمكنها من تخزين الطاقة فى صورة طاقة كهربائية.

(هـ) المواد التى تخزن الهيدروجين Storing smart Materials -Hydrogen :
وهذه المواد لديها خصائص تمكنها من تخزين الطاقة فى صورة هيدروجين .

- وفائدة هذه المواد **(النقاط من أ :هـ)** كبيرة للهندسة المعمارية حيث يمكن التعامل مع الطاقة بشكل يمكن من إعادة إستخدامها فى توفير الطاقة بأشكال مختلفة ، ومن تطبيقاتها المعمارية :
- استخداماتها فى الزجاج لتقليل إنتقال درجة الحرارة من الخارج إلى الداخل وتحويلها إلى طاقة يمكن الأستفادة منها فى التدفئة عند الحاجة إليها.
- كما يمكن استخدامها فى الدهانات للتدفئة فى المناطق الباردة ، وكذلك استخداماتها فى بلاطات سيراميك الأسقف.

ومن تطبيقاتها المعمارية المباشرة، تم تصميم نوافذ زجاجية مكونة من عدة طبقات ، بحيث تكون المواد التى تخزن أو تحول الطاقة فى المنتصف وأمامها طبقات من الكريستال السائل Liquid Crystal بحيث يتم توصيل طبقات الكريستال السائل بالكهرباء لتمنع وصول أشعة الشمس إلى المادة المخزنة للطاقة فى حالة عدم الرغبة فى تخزين الطاقة وتتناسب هذه الطريقة مع البيئة الحارة، وفى البيئة الباردة يتم فصل التيار الكهربى لتسمح طبقة الكريستال السائل بمرور أشعة الشمس وتخزين الطاقة الحرارية ، وإعادة إستخدامها على مدار اليوم شكل (٣-٣٠).
وتعد المواد الذكية التى تحول الطاقة أو تخزنها وفقا لخصائصها كثيرة ولايتسع المجال لتوضيحها جميعا ومنها علي سبيل المثال المواد التالية – جدول (٣-١):
(١) المواد التى تصدر ضوءا عند تعرضها إلى أشعة ضوئية photoulouminescents.
(٢) المواد التى تصدر ضوءا عند تعرضها إلى طاقة كهربية Electroluminescents.
(٣) المواد التى تصدر ضوءا عند تعرضها إلى طاقة حرارية Thermoluminescents.

ويوضح الجدول التالى أنواع المواد الذكية وخصائصها الداخلية والطاقة الناتجة منها وفقا للمؤثرات:

نوع المادة		مدي التغير في خصائص المادة
المواد التقليدية	Traditional Materials	تعطي رد فعل ثابت للمؤثرات الخارجية (الضوء – اشعة الشمس – الرياح – الضوء – درجات الحرارة).
• المواد الذكية النوع الأول : المواد التي تغير من خصائصها	Smart Materials	تعطي العديد من ردود الأفعال وفقا للمؤثر الداخلي أو الخارجي
المواد الذكية النوع الثاني : المواد التي تحول الطاقة	Smart Materials	يمكن أن تعطي ردود فعل يمكن حسابها أو التحكم بها
الأجهزة والأنظمة الذكية	Smart devices and systems	يتم دمج المواد الذكية في الأجهزة والأنظمة، مع رصد لاي رد فعل أو تغيير في البيئة المحيطة ونقله للجهاز أو النظام لكي يمكن التحكم في البيئة المحيطة .
البيئات الذكية	Intelligent environments	الجمع بين الإختلافات الجوهرية في ردود الأفعال للبيئة المحيطة للأجهزة والانظمة الذكية لكي يمكن استخدامها للتكيّف مع المؤثرات المحيطة بالبيئة الخارجية أو الداخلية.

جدول : ٣-١ مقارنة بين خصائص المواد التقليدية وخصائص المواد الذكية.

المصدر:

Addington, D .Michelle and Daniel L .Schodek .Smart Materials and New Technologies .Burlington : Architectural Press, 2005.

نوع المادة الذكية		التأثير الداخلي	التأثير الخارجي
النوع الأول : التغير في الخصائص			
المواد الحرارية	Thermomochromics	تغير في درجة الحرارة	تغيير اللون
المواد المضيئة	Photochromics	تغيير في الأشعاع الصادر	تغيير اللون
المواد التي تغير خصائصها وفقاً للخصائص الكيميائية	Chemochromics	التغير في التركيز الكيميائي	تغيير اللون
المواد التي تغير خصائصها وفقاً للطاقة الكهربية	Electrochromics	التغير في التيار الكهربي	تغيير اللون
مادة الكريستال السائل	Liquid crystals	فرق الجهد الكهربي	تغيير اللون
النوع الثاني : التغير في الطاقة			
المواد التي تضئ وفقا للتغير في الجهد الكهربي	Electroluminescents	فرق الجهد الكهربي	الأضاءة
المواد التي تضئ وفقا للتغير في الاشعاع	Photoluminescents	تغيير في الأشعاع الصادر	الأضاءة
المواد التي تضئ وفقا للتغير في التركيز الكيميائي	Chemoluminescents	التغيير في التركيز الكيميائي	الأضاءة
المواد التي تضئ وفقا للتغير في درجات الحرارة	Thermoluminescents	التغيير في درجة الحرارة	الأضاءة

جدول : ٣-٢ نماذج من النوع الأول والثاني للمواد الذكية

المصدر:

Addington, D .Michelle and Daniel L .Schodek .Smart Materials and New Technologies .Burlington : Architectural Press, 2005.

٣-٢-٤ المادة وأنظمة التحكم Elements and control systems :

بعد أن تم توضيح إمكانيات المواد الذكية وخصائصها، والتعرف على إمكانياتها وقدراتها فى التفاعل الايجابي مع البيئة المحيطة وما ينتج من تغيّر فى خصائصها المباشرة (الضوء ، والحرارة ، الكهرباء) مما يؤدي إلى الإستفادة من هذه الخصائص وتطويعها فى أنظمة التحكم الأتوماتيكى واللاسلكي – شكل (٣-٣١) لتكون أنظمة ذكية.هذه الأنظمة قد تؤدي إلي تغير في كل جوانب الحياة البشرية. ونظراً لما تحدثه من تغيّر في أنماط استخدام المنشآت المعمارية والتجمعات العمرانية. وهى أنظمة بها الكثير من التفاصيل والتعقيدات. **ولكن كفكرة عامة هى الأنظمة التى تقوم بإستقبال أو التأثر بتغيير خصائص المواد الذكية وتحويلها إلى بيانات يمكن معالجتها وفقا لبرامج معدة مسبقا وإخراج هذه البيانات فى صورة أوامر التشغيل للعناصر الموجودة في المبني.**

هناك علاقة متبادلة بين تكنولوجيا المعلومات والمادة، فالتكنولوجيا إستفادت من تطور المواد الذكية وفى نفس الوقت تكاملت معها لبناء عقل إليكترونى للمواد ، الأمر الذى أدى إلى ظهور اتجاهات حديثة لتصميم المنشآت العامة للمبانى الذكية ، والبيوت الذكية ، والواجهات الذكية ، وتتكون أنظمة التحكم والتي تتكامل مع المواد الذكية من العناصر التالية :

(١) الحساسات Sensors، الكاشفات Detectors ، محولات الطاقة Transducers* شكل (٣-٣٢).
(٢) أنظمة التحكم Control Systems.
(٣) النظم الميكانيكية الكهربائية الصغيرة MEMS (Electrical Mechanical Micro-Systems)
(٤) شبكات الإستشعار Sensor Networks .
(٥) نماذج المدخلات والمخرجات Output Models/Input.

وهذه العناصر تعامل معها المعماريون التجريبيون أمثال مجموعة نوكس (Nox) للتصميم المعماري، ومجموعة يو ان أستوديو (UN studio) ، وآخرون . على إنها تمثل مستقبل العمارة وقاموا بوضع أفكار تعتمد على التحريك الأتوماتيكى مثل الحائط المتحرك الذى يستشعر حركة الزوار ، والذى قام بتصميمه مجموعة المعماريون دى أيكو (Deco Architects) بناء على مستشعرات جسم الإنسان من خلال الحرارة حيث يقوم الحائط بالحركة والتغير فى الشكل بناء على " فعل الزائر ورد فعله " وكذلك نحو الأشخاص في الفراغ . شكل (٣-٣٢)

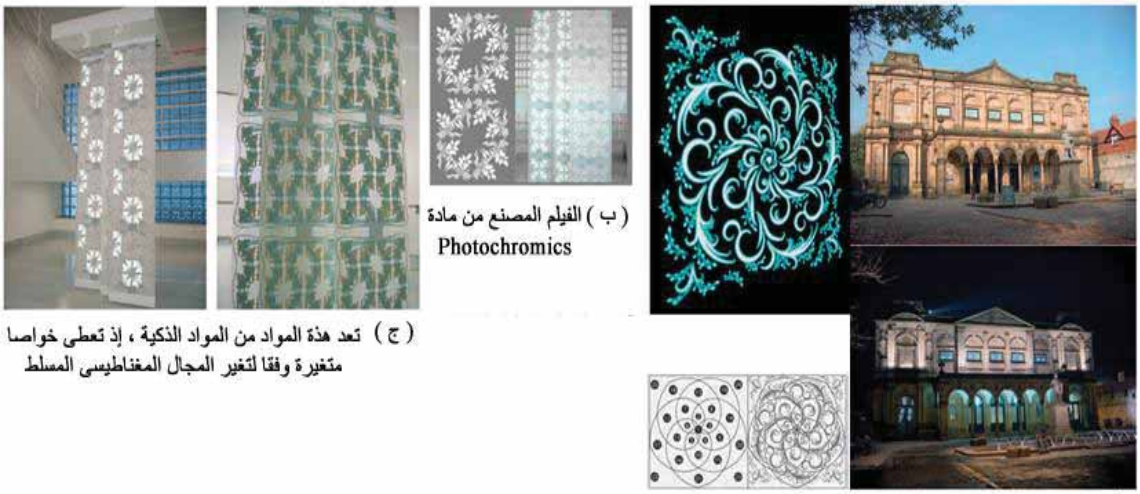
كما استخدمت هذه الأنظمة بكثرة فى الواجهات لتحقيق الملائمة مع البيئة المحيطة من خلال التحكم فى التوجيه للرياح ، والإعتام للزجاج عند الحاجة لذلك ، وتخزين الطاقة وإعادة إستخدامها، **كما قام نورمان فوستر بإستخدام أنظمة المبانى الذكية فى العديد من مشروعاته ومنها على سبيل المثال المبنى الرئيسى لبنك كومرز (Commerz bank Headquarters) وكانت عناصر الذكاء المستخدمة فيه نتيجة للتقدم فى مجال أنظمة التحكم والتى تعتمد على تكنولوجيا الإتصالات وتكنولوجيا المعلومات.** فقد حدث تطور للفكر التصميمي ومواد البناء مما أدي الي إكتشاف إمكانيات هذه التكنولوجيا وإنتاج مبانى غير مسبوقة شكلا وموضوعاً ، وظهر هذا التأثير بدايةً بالواجهات الخارجية وإنتهائاً بالتفاعل الإيجابي بين المبني وبين مستخدمي هذه المباني.

*** أنواع الحساسات:**

١- حساسات الإضاءة (□□□□□□□□□□□□) وتعتمد على المواد الذكية التى تستشعر الإضاءة .
٢- حساسات الحرارة (□□□□□□□□□ □□□□□) وتعتمد على المواد الذكية التى تستشعر الحرارة.
٣- حساسات الصوت (□□□□□□□ □□□□□) وتعتمد على المواد الذكية التى تنتج مجالات كهربائية وتستشعر الموجات الصوتية وتحولها إلى قوة يمكن تحديد أبعادها .
٤- حساسات الرطوبة (□□□□□□□ □□□□ □□ □) وتقوم بقياس درجات الرطوبة فى الجو ، وهى طريقة قياس صعبة حيث تعتمد على معاملات كثيرة منها ضغط الجو (□□□□□□□□□□) ودرجة حرارة الجو ومحتوى الهواء من الرطوبة .
٥- أجهزة أستشعار تعمل باللمس (□□□□□□□ □□□□□) وتستفيد من درجة حرارة جسم الأنسان عند ملامسة أصبع المستخدم لجهاز أو شاشة (أستخدمت شاشات اللمس مواد الكريستال السائل فى العديد من التطبيقات المعمارية) ومنها الواجهات والحوائط والأرضيات والنوافذ الذكية والأبواب الذكية .
٦- حساسات الحركة (□□□□□□□ □□□□ □) وأستخدمت هذه الحساسات فى العديد من التطبيقات منها أنظمة الأمان . وتستخدم أشعة فوق الحمراء (وهو الأشعاع الكهرومغناطيسى مع الطول الموجى) .

(أ) مبني بنك Commerz Bank Headquarters (د) نموذج يوضح أنظمة التحكم والذكاء المستخدمة في المبني (ب) تم التحكم في درجة الحرارة من خلال التحكم في اعتام أو شفافية الزجاج (ج) مسقط الدور المتكرر (ه) جهاز التحكم في البيئة الداخلية للمبني

شكل : ٣-٣١
قام نورمان فوستر بإستخدام أنظمة المبانى الذكية فى العديد من مشروعاته ومنها المبنى الرئيسى لبنك كومرز Commerz bank Headquarters
المصدر:
Wigginton, Michael and Jude Harris. Intelligent skins. Oxford: Architectural Press, 2002.



(أ) استخدمت المواد الذكية في المباني الكلاسيكية في تغيير أشكال الزخارف علي الزجاج عن طريق توجيه الاضاءة أو حجبها ووفقا لضوء الشمس أو الاضاءة الصناعية (ب) الفيلم المصنع من مادة Photochromics (ج) تعد هذة المواد من المواد الذكية ، إذ تعطى خواصا متغيرة وفقا لتغير المجال المغناطيسى المسلط

شكل : ٣-٣٢
أستخدمت مادة Photochromics فى تنفيذ زخارف على الزجاج مصنعة من الزجاج الضوئى ومركبة من زجاج عادى " تقليدى " بحيث تتغير ألوان الزخارف عند تعرضها للضوء وتظهر جمالها فى ألوان مختلفة ، وكذلك تم تصميم دهانات تستجيب للضوء وتحوله إلى ألوان

المصدر:
ritter, axel. Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design. Berlin: Birkhäuser Basel, 2006.

- مميزات استخدام المواد الذكية مع أنظمة التحكم :

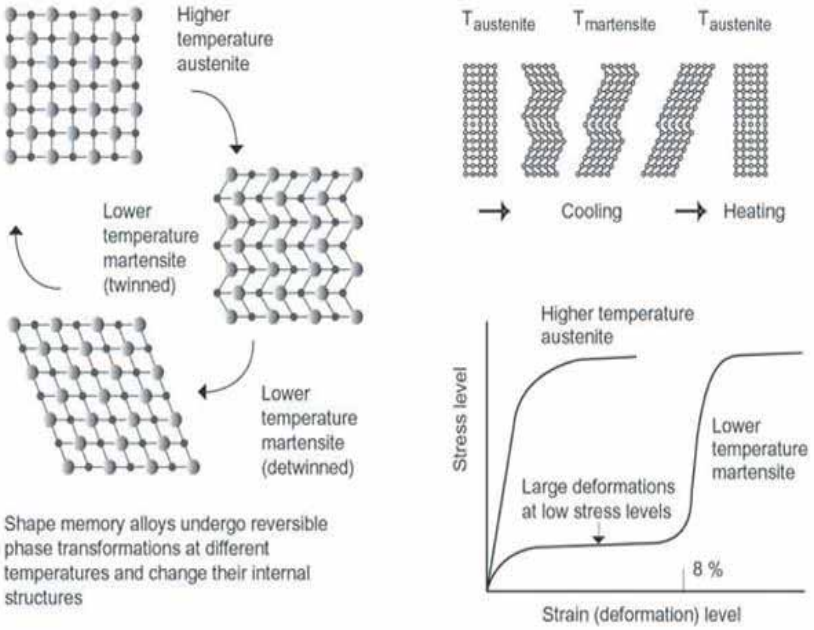
أ) المساعدة علي تكوين نظام إدارة ذكى للمبنى (Building management system) يتحكم فى كل عناصر المبنى.

ب) المساعدة علي الحصول علي بيانات المناخ (weather data) للتعرف علي درجات الحرارة الخارجية والداخلية والتعامل معها وفقاً لمتطلبات عناصر الراحة في الفراغات الداخلية للمبني.

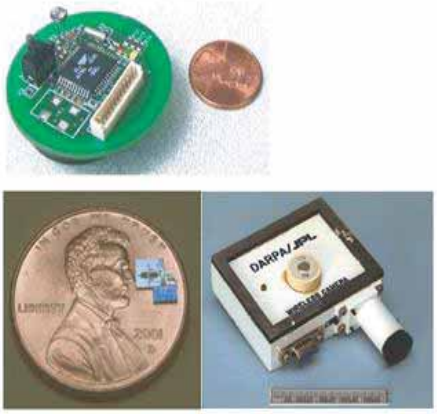
ت) القدرة علي التفاعل مع الإضاءة (Responsive Lights) مما ينتج عنه تحديد زوايا أشعة الشمس وإيصال بياناتها إلى أجهزة التحكم لتقوم بدورها في إعادة إصدار أوامرها بتحريك عاكسات الضوء الداخلية التي تتكون من مواد عاكسة ولكنها لا تسبب وهجاً يؤثر سلباً علي الراحة داخل المبني.

ث) اصدار أشعة تساعد علي إستشعار الزوار المتواجدين في فراغ ما (Occupant override) وتحديد إذا ماكان عددهم قد تخطي المسموح به لتوفير التهوية الملائمة لهم.

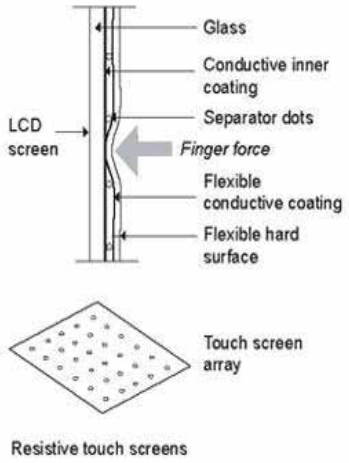
- ومما سبق نجد أن أنظمة التحكم هى الشكل النهائى لإندماج المواد الذكية مع تكنولوجيا المعلومات والإتصالات، وعن طريق دمجها بالمبني يمكن للمعماري الحصول علي العديد من الأفكار التي تساعده علي الحصول علي بيئة قياسية لراحة الإنسان. شكل (٣-٣٣)،(٣-٣٤)،(٣-٣٥)،(٣-٣٦).



شكل : ٣-٣٣
تغير بنية المواد الذكية وتغير خصائصها مما يساعد علي تخزين الطاقة واعادة استخدامها عند الحاجة
المصدر:
Addington, D. Michelle and Daniel L. Schodek. Smart Materials and New Technologies. Burlington: Architectural Press, 2005.



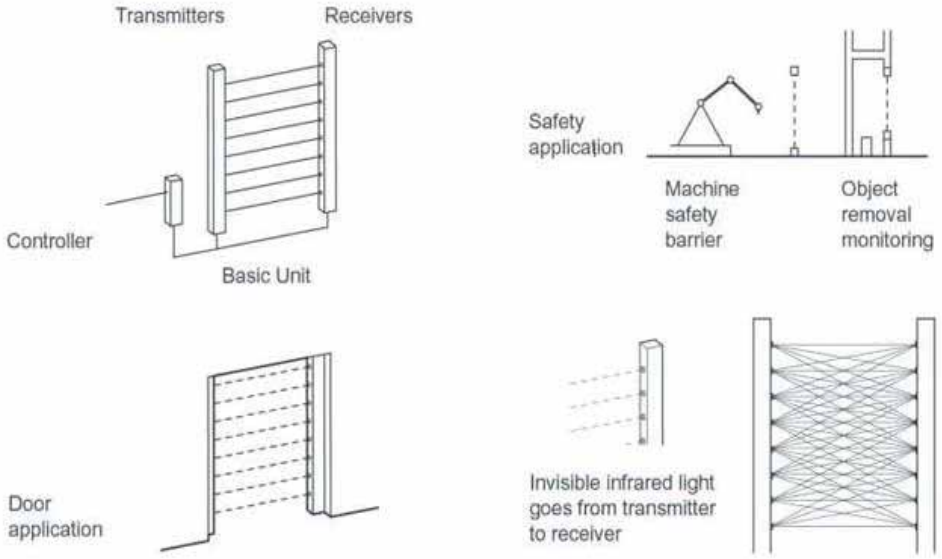
(ب) أحجام الحساسات قد تكون أقل من حجم العملة



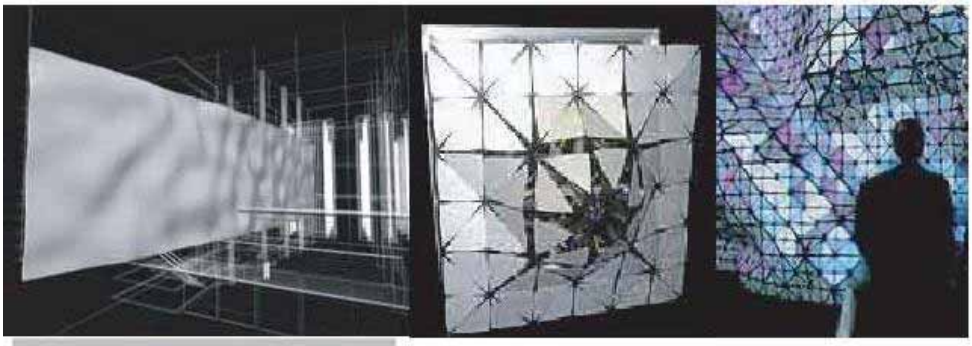
(أ) نموذج للاستشعار باللمس من خلال شاشة تفاعلية مكونة من مادة الكريستال السائل

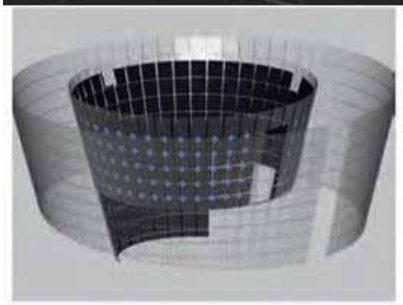
شكل : ٣-٣٤
الحساسات Sensors والمواد الذكية في تكامل يحقق رصد الفعل وعن طريق أنظمة التحكم اصدار رد الفعل

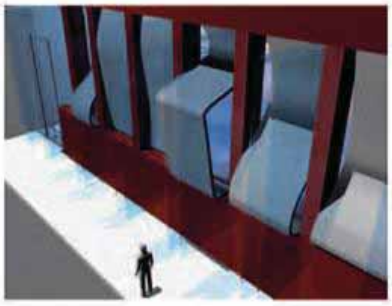
المصدر:
Addington, D. Michelle and Daniel L. Schodek. Smart Materials and New Technologies. Burlington: Architectural Press, 2005.



شكل : ٣-٣٥
استخدمت المواد الذكية وأنظمة الاتصالات في العديد من التطبيقات المعمارية , مثل الابواب والنوافذ والفراغات لاستشعار حركة المستخدمين وتحقيق الراحة والامان.
المصدر:
Addington, D. Michelle and Daniel L. Schodek. Smart Materials and New Technologies. Burlington: Architectural Press, 2005.







شكل : ٣-٣٦
قامت مجموعة المعماريون دى أيكو Deco Architects من تصميم حائط تفاعلي يتأثر بحركة الزوار وتحقيق عمارة متحركة وتفاعلية
المصدر:
Spuybroek, Lars. NOX. London: Thames & Hudson, 2004.

٣-٢-٥ خلاصة الفصل الثاني

ناقش هذا الفصل تأثير تكنولوجيا المعلومات وتأثيرها علي المادة، وكان ذلك بهدف دراسة مدي تطور مفهوم إستخدام المواد في عملية البناء. وكان التركيز علي المواد الذكية لأنها الشكل الذي عمل علي ربط المبني بالأنظمة الذكية والتحكم في المبني، وكانت الخلاصة لهذا الفصل في النقاط التالية:

١. استخدمت المواد التقليدية كالأحجار والأخشاب والطين ،.... في الحضارات السابقة انشائياً وتشكيلياً ، وتميزت خصائص هذه المواد الساكنة بانها لا تتغير، ومع إكتشاف المواد الذكية التي تغير من خصائصها الداخلية نتيجة لما يحدث من تأثيرات من البيئة المحيطة ، مما يؤدي إلي تغير ألوانها أو أشكالها أو طاقتها الداخلية، الأمر الذي فتح الطريق إلى التفكير في كيفية الاستفادة من هذه المواد. وفتحت وكالة ناسا لأبحاث الفضاء الطريق نحو إستغلال وتوظيف هذه المواد في العديد من مجالات الحيوية والعلمية . واستخدمت من قبل الجيش الأمريكي في طائرات التجسس والحرب الإلكترونية مما أدي إلي تغيرات في استراتيجيات الحروب ، كما إستخدمها مصممي الأزياء في وضع أفكار جديدة للملابس مثل الفستان الذي يغير شكله مع تغير أوقات اليوم، وفي السيارات والعديد من مجالات التصميم.

٢. بدء المعماريون التجريبيون في طرق باب هذه المواد والإستفادة منها في مجالات التصميم والابهار الضوئي ، وكذلك الملائمة والاستدامة مع البيئة المحيطة (من هؤلاء المعماري نورمان فوستر)، وظهرت أفكار البيوت الذكية بناءً على تزاوج هذه المواد مع تكنولوجيا المعلومات والتحكم الأوتوماتي عن بعد.

٣. إستخدمت هذه المواد لرصد العديد من التغيرات المحيطة، مثل الصوت والضوء والحركة والحرارة والبرودة، .... ووظفت بما يخدم أغراض العملاء ويحقق الرفاهية.

٤. تعامل بعض المعماريون مع هذه المواد وأنظمة التحكم على أنها مستقبل العمارة وبدأو في اعداد أفكاراً مستقبلية لما يمكن أن يكون عليه المبنى في المستقبل.

٣-الباب الثالث

الواقع الجديد (عمارة الدوافع)

٣-١ الفصل الأول : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي التكوين الإنشائي

٣-٢ الفصل الثاني : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ

٣-٣ الفصل الثالث : تأثير تكنولوجيا المعلومات علي الوظيفة والفراغ

٣-٣-٠ تمهيد :

مر الفراغ المعمارى بتطورات كثيرة عبر التاريخ متأثر بالتقنيات وتكنولوجيا البناء من جهة ، وبالعوامل الإنسانية و الإعتبارات الوظيفية والبيئية من جهة . وظهر الفراغ المعماري فى صورة كائن حى ينمو مع الزمن ويتأثر بكل متغيرات العصر ، فالفراغ يعبر عن شخصية قاطنيه ، وإذا كان المعمارى هو الذى يقوم بتحديد الفراغ وتشكيله وفقا لما يناسب الأحتياجات الإنسانية فإنه يتأثر أيضا بتخيل المعمارى ورؤيته للفراغ. ونتيجة للتطورات المتلاحقة فى الحياة بشكل عام والتكنولوجيا بشكل خاص نرى أن الفراغ يشكل إنعكاساً كبيراً لهذا التطور. وفى هذا الفصل **إيضاح لكيفية تطور الفراغ المعمارى، وكيف أنه تأثر بتكنولوجيا المعلومات، وكيف تعامل الفكر المعمارى مع التغيرات التى أحدثتها تكنولوجيا المعلومات، وكيف تم التعبير عنها فى صورة فراغات تحقق أحتياجات المستخدمين التى تغيرت بدورها من حيث الأحتياجات الحسية أو الأحتياجات الفزيائية** . ولكى يتم التعرف على هذه التغيرات سنبدأ بالتعرف علي تطور الفراغ وماهيته عبر الزمن مع عرض سريع لأبرز التطورات التى أجريت على الفراغ وخاصة فى القرن العشرين .

٣-٣-١ تطور الفراغ:

ذكر " سيجفريد جيديون Sigifrid Gieodion " فى كتابه " الفراغ والزمن والعمارة (Space Time , and Architecture)[1] أن تطور الفراغ المعمارى قد مر بثلاث مراحل، **المرحلة الأولى** وهى المرحلة التى تكون فيها الفراغ من خلال وجود التقاء بين الكتل المختلفة ، وهى مرحلة العمارة المصرية القديمة والسومارية والأغريقية، أما **المرحلة الثانية** ، وهى التى بدأت فى منتصف الحضارة الرومانية عندما بدأت إشكالية التعرف علي الفراغ الداخلى وعناصر تكوينه من خلال إستخدام التغطية بالقبو والقباب مما أدي إلي مرور الفراغ بمراحل من التطور في والتكوين والمعالجات (الإنشائية والبيئية) فأدي ذلك الي مرونة داخلية أكثر من ذي قبل وقد أستمرت هذه المرحلة حتى نهاية القرن الثامن عشر. أما **المرحلة الثالثة،** فهى التى بدأت مع بدايات القرن العشرين ، حيث أضيف البعد الزمني إلي الأبعاد الثلاثة للفراغ وتم إدراك الفراغ من خلال الحركة فيه ؛ وبالتالى رؤيته من أكثر من نقطة وزاوية ، وفى هذا الوقت ألغيت فكرة إدراك الفراغ من خلال المنظور ذو النقطة الواحدة .

- ومع بداية القرن العشرين وبالتواكب مع الثورة الصناعية وما أحدثته من متغيرات على المجتمع وظهور مفاهيم حديثة مثل الحداثة والتى دعت إلى البساطة فى كل شئ ، والإبتعاد عن الزخرفة والبعد عن كل ماهو غير وظيفى ، وقد عبر عن ذلك " ميس فان دروه " فى مقولته الشهيرة " القليل يتيح الكثير Less is more "[2] وهو إنما أراد بمقولته هذه ، التخلص من الزخارف والإضافات ، بقوله " نحن نرغب فى الطراز الذى يعطى كل شئ مكانه المناسب ، كما نرغب فى أن يمتلك كل شئ مكانه المناسب طبقا لطبيعته ".
كما عبر" ليكوريوزيه" عن رؤيته للفراغ فى مقولته الشهيرة " البيت آلة للعيش فيهـا A house is a machine for Living in "[3] – شكل (٣-٣٧) وتطوير رواد العمارة للفراغ وفقا للتغيرات التى أحدثتها الثورة الصناعية وتأثيرها على المواد وأنظمة الأنشاء وظهور أفكار مثل فكرة

(1) Giedion, S .(١٩٦٧).Space, Time and Architecture, Cambridge, Massachusetts Harvard
University Press.

(٢) رينر بانهام. عصر أساطين العمارة. المترجمون سعاد عبدعلي مهدي. بغداد: دار المأمون، ١٩٨٩.

(3)Hight, Christopher .Architectural Principles in the Age of Cybernetics .Oxon :Routledge, 2008.

الفراغ الشامل عند " ميس فان دروه " Universal space وهو فراغ يمكن تقسيمه حسب الحاجة وبمرونة فائقة ، بواسطة قواطيع شفافة حيث أن هذه القواطيع لا تصل إلى السقف ولم يلجأ إلى التعبير الوظيفى للهيئة الخارجية للمبنى ولكن إلى التعبير عن حقيقة الفراغ الداخلى فى صورة صندوق زجاجى .

- ونظراً لما نتج عن هذه الإتجاهات من تبسيط زائد للفراغ المعماري وتجريده من كل ما يمكن أن يميز شخصيته العامة والخاصة فقد أدى ذلك إلى الملل والأنقلاب على مبادئ الحداثة والرغبة فى العودة إلى الماضى. إلى أن طور "فرانك جيرى" منظومة التصميم واستحدث أدوات ساعدت علي تجريب أنماط جديدة من التكوينات الغير منتظمة للفراغ مما أدي إلي تغير بنية الفراغ من حيث الشكل والتكوين والتحول من البساطة والوضوح والنظام إلى الفوضي الخلاقة والتعقيد في الشكل وعدم إنتظام الكتل المحددة للفراغ ، وعرفت عمارة "فرانك جيرى" بالتفكيكية والتى لا تعتمد فى الأصل على أية قواعد فى التصميم المعمارى للفراغات ، سواء فى البعدين أو الثلاثة أبعاد – شكل (٣-٣٨). يقول المعمارى " بيتر آيزنمان " Peter Eisenman[١] أن عمارة التفكيك هى البحث بين القبيح ضمن الجميل ، واللامنطقى ضمن المنطقى . ولكن رغم هذا فإن فراغات " جيرى " قد كشفت عن إمكانات هائلة للأشكال غير المنتظمة ، حيث يمكن أن تتحقق بها هيئات فراغية مثيرة وجذابة إضافة إلي إحداث صورة ذهنية لدي المستخدمين تضيف متعة إستثنائية أثناء إستخدام الفراغ .

٣-٣-٢ الفراغ المعمارى و التحول من عصر الآلة إلى عصر الحياة الرقمية :

التحول من تكنولوجيا الأنالوج إلي التكنولوجيا الرقمية أدي إلي زيادة السرعة في كافة تفاصيل الحياة مما أدي إلي توفير الوقت. ومع التطورات غير المحدودة فى الإمكانيات الإليكترونية، فقد بدأت الحدود العمرانية في فقدان قيمتها الحسية، وتقاربت المسافات المعنوية بين الفراغات الخاصة والعامة، وبين الطبيعية والحضرية. وقد رأينا أن عائلات بأكملها من الأنواع المعمارية والحضرية وقد قلت أهميتها فى النصف الأول من القرن العشرين مثل ناطحات سحاب الخمسينيات الصندوقية ذات الحوائط الستائرية، والمراكز التجارية المجمعة المتعددة الأدوار Department stores، فى حين أن أشكالاً حضرية جديدة قد ظهرت مثل الأبراج الانسيابية، والشوارع والمراكز التجارية الشريطية، والمبانى المنتجة للمعلومات بدون شخصية خاصة، وقد ظهرت فى طبوغرافيا المدن الاليكترونية على الأطراف غير المحددة للقرى - أشكال طبولوجية حضرية بسرعة فائقة عن طريق الرأسمالية العالمية.

وكما كانت الكهرباء والمصاعد والتليفونات سببا فى الامتداد الرأسى الحضرى ، فإن تكنولوجيا المعلومات الحالية تدفع المدن إلى الإمتداد الأفقى من خلال الشخصية الأليكترونية وبطاقات الدفع وقواعد البيانات . وقد أمكن تحديد المواقع فى النظام الحضرى الممتد عن طريق نظام G.P.S والتى زودت به المدن الكبيرة .وكما قال الفيلسوف الفرنسى والمنظر الأول للسرعة "بول فرليو Paul Virilio" **" زيادة السرعة تقضي علي وجود الفراغ المادي، وتحوله إلي فراغ إفتراضي، ونتيجة لتطور ثورة الإتصالات وتكنولوجيا المعلومات وصل العصر الحديث إلى السرعة المطلقة في كل شئ فأصبح التواصل مع الآخرين يتم عن طريق تكنولوجيا الإتصالات والمعلومات بشكل مباشر و فى الزمن الحقيقى"** مما قلل الحاجة للسفر لأن العالم سيأتى إلينا . وكل شئ سيحدث على شاشة الكمبيوتر ، والإستعمالات المعمارية للإتصالات المتعددة التى يهاجمها البعض على أنها قد سببت أزمة فى العمارة ، وفى الحقيقة فإنها أصابتها فى أصولها . وقد حدث هذا عندما بدأت الوسائط المتعددة فى تغيير مفردات ولغة العمارة بتغير واجهاتها الخارجية مذيبة الحدود بين الشكل والوظيفة .[٢]

ونتيجة لما أتاحته تكنولوجيا المعلومات من إمكانيات لم تكن موجودة من قبل سيتغير مفهوم وشكل الفراغات وفقا لهذه الأمكانيات :

١- السرعـــــة (تبادل المعلومات).
٢- سهولـــة الأتصـــــال.
٣- سهولة وسرعة الحصول على المعلومات .
٤- التحكم عن بعـــــد .

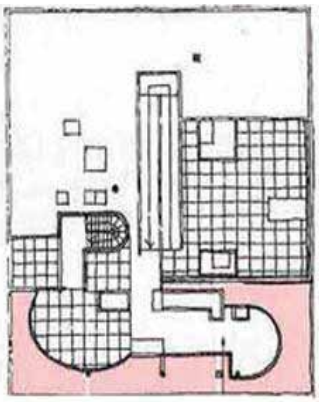
---

[١] الطاشكندي، فرحات (٢٠٠٣ م)، عمارة التفكيك، مجلة عمران، الرياض، العدد ٤، سبتمبر

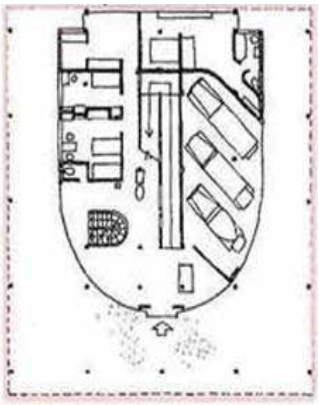
[٢] رأفت علي . عمارة المستقبل. القاهرة: مركز أبحاث انتركونسلت، ٢٠٠٧.

فيلا سافوي من الخارج

فراغ المعيشة بفيلا سافوي ◄



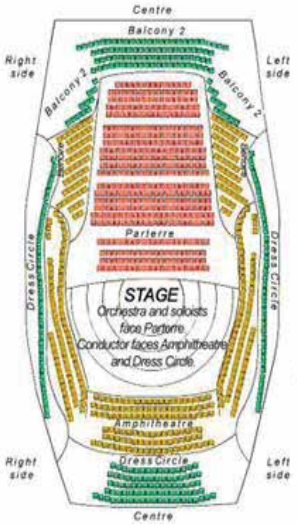
المسقط الأفقي للدور الأول



المسقط الأفقي للدور الأرضي

شكل: ٣-٣٧
الفراغات الداخلية بفيلا سافوي، من تصميم المعماري ليكوربوزيه، ١٩٢٨-١٩٣١
المصدر:
Hight, Christopher. Architectural Principles in the Age of Cybernetics. Oxon: Routledge, 2008.

الفراغات الداخلية بمشروع الإحساس بالموسيقي، من أعمال فرانك جيري ◄



مسقط أفقي قاعة الموسيقي بمشروع قاعة والت ديزني ◄

الفراغ الداخلي لقاعة الموسيقي بمشروع قاعة موسيقي والت ديزني، من أعمال فرانك جيري ◄

شكل: ٣-٣٨
يوضح : تصميم فرانك جيري للفراغات الداخلية في العديد من أعماله
المصدر:
Abel, Chris .ARCHITECTURE, TECHNOLOGY AND PROCESS . Oxford :Architectural Press, 2004.

فالسرعة فى تبادل المعلومات ستؤدى إلى زيادة فى دمج وإذابة الحدود بين القريب والبعيد، وسيؤدى ذلك إلى عولمة إليكترونية، إضافة إلى العولمة فى شكلها التقليدى، مما سيقلل الوقت. ويؤدي إلي حضور المكان إليك، وسيؤثر على أشكال كثيرة وأنماط من الوظائف، وستتحول المدن إلى مدن إليكترونية، يكون شكل المدينة مُعبَراً عنه فى صورة واقع إفتراضى وسيتحول الفكر المعمارى من المبانى التقليدية إلى فكر جديد من خلال مراحل إنتقالية تدريبية يحل فى ذروتها الكمبيوتر محل المظاهر التقليدية للمبانى من مكتبات ومراكز تجارية وصالات محاضرات وقاعات للدرس وصالات الترفية والسينما والمسرح . وستختفى المخازن وقاعات الفهارس والبيلوجرافيا وطاولات الرسم .[١]

- وبإنتشار الإستخدامات الإليكترونية تم صياغة كل مجالات العصر بإضافة حرف "e" قبله فى اللغة الأنجليزية ، مثال ذلك :

e -mail , **e -commercee** , **e -Leaming** , **e –makiting** , **e -government** ..... **etc**.

وستتحول هذه الأنشطة إلى فراغات إفتراضية **"Virtual Reality"** يتم التعامل معها من خلال فراغ المنزل أو العمل أو المراكز التجارية أو المقاهى الألكترونية. وستلغى العديد من الفراغات التى تحولت إلى مساحات رقمية (المخازن) وتتخفف المبانى من العديد من هذه الفراغات، وستظل المكاتب الإدارية للإدارات العليا فقط والتى من الممكن تجميعها فى مبانى متعددة الإستخدامات مجهزة بتقنيات التواصل عن بعد والشبكات الرقمية .

- ستتحول فراغات تقليدية فى وظائفها إلى فراغات رقمية (إجراء عمليات الجراحة بواسطة الروبوت والمتابعة والعلاج عن بعد- إجراء عمليات الشراء والبيع فى البورصة فى فراغ المنزل - الشراء وإنتقاء السلع من شبكة المعلومات- العمل عن بعد ودون الإحتياج إلى الإنتقال إلى أماكن العمل).

- وستطورفراغات جديدة تتناسب مع الواقع الجديد وتتناسب مع هذا التدفق الكبير من المعلومات، وتحويل الفراغات إلى فراغات ذكية، تلبى إحتياجات مستخدميها، وتوفر الوقت، والراحةى(مبانى خدمة المعاقين وفراغات الرعاية والتعليم عبر التواصل من خلال التفاعل الرقمى -البيوت الذكية)[٢] ، وسيساعد هذا على :

١- تخفيف أحمال الطاقة .
٢- تخفيف الضغط على شبكات المرافق .
٣- تخفيف التزاحم المرورى .
٤- تقليل نسبة التلوث .

ولكن سيؤدى أن يكون الإنسان أكثر سكوناً وأقل حركة وهو ما يحذر منه الأطباء لأنه يعبر عن إحتياج آخر فسيولوجى وهو الحاجة إلى النشاط ، وهو ما قد يؤثر أيضا كعلاج لهذه المشكلة إلى تواجد فراغات أساسية تحتوى على صالة ألعاب رياضية فى كل منطقة وزيادة نسبة المسطحات الخضراء وطرق المشاة للتشجيع على الحركة خارج الفراغات والبعد عن التأثيرات الضارة للتواجد بكثرة وسط الإتصالات اللاسلكية لخطورتها على الجسم*.

(١)، (٢) رأفت علي . عمارة المستقبل. القاهرة: مركز أبحاث انتركونسلت، ٢٠٠٧.

*يحتاج جسم الأنسان إلى البعد عن التأثيرات الكهرومغناطيسية التى تحدث نتيجة للأجهزة والشاشات الرقمية حيث تزداد كمية الكهرباء فى جسم الانسان عن معدلها المقبول وهو ٠٫٢ فولت إلى أن تصل فى بعض الأحيان إلى ١٠٠ فولت [٣]، هذه الكهرباء تؤثر على أنتظام خلايا المخ العصبية والأوامر الصادرة للأعضاء المختلفة والحساسة كالقلب والرئتين والكبد وخلافة ، وتهتم معاهد التصميم الهندسى الحيوى □□□□□□ □□□ بالإقلال أو منع مثل هذه التأثيرات وذلك عن طريق توجيهات هندسية معينة كأستعمال الكابلات المعزولة والقماش العازل للموجات على الكراسى وخاصة المعدنية والأسرة ذات الزمبركات (السست) ، وكإيصال جميع الأجهزة الكهربائية بالأرض لكى تتسرب لها شحنة الموجات ، أو أستعمال الستائر حول غرف النوم لعزلها عن الموجات الخارجة ليلا ".

- سهولة الحصول على المعلومات أدي إلى تحول الفراغات إلى أشكال جديدة كانت للوسائط المتعددة دور كبير فيه مع تكنولوجيا الإتصالات فالفراغات تحولت إلى وسيلة عرض للمعلومات أدت إلى إنغماس المستخدمين فى عوالم جديدة ، مثل المشروع الذى قام بتصميمه المعماريون "Nl and OLe Bouman.kas Oosterhusis-Oostehuis" عام ٢٠٠١ وهو مشروع " Transports programmable visitor pavilion"[1] حيث يتم تصميم الفراغ الداخلى ليكون واجهة إليكترونية كبيرة للعرض متداخلة مع النظام الأنشائى ويمكن أن تغير معلوماتها وألوانها ومحتواها فى وقت واحد والفراغ مكون على شكل ديناميكى غير منتظم يحوى عروض رقمية يراها الزائر فى صورة فراغ أليكترونى المادة المكونة له هى الشاشات الأليكترونية.

- كما قامت المصممة "زها حديد" بتصميم معرض جوجنهايم للفن Guggenheim art gallery[2] بطوكيو عام ٢٠٠٢– شكل (٣-٣٩) حيث تم تصميم الفراغ الداخلى متصلا مع السقف فى إستمرارية واحدة وبمساحة ٦٠٠م[2] وببلاطة سقف ذكية " smart slab " لتقوم بعرض الفنون والمعلومات للمستخدمين داخل وخارج المبنى ، فالفراغ تحول من الفراغ الساكن إلى الفراغ المتفاعل والمعلوماتى .وأدى تحول المنتجات الرقمية والشاشات الأليكترونية إلى غلاف داخلى أوخارجى للفراغ وتحويل الحوائط والأرضيات والأسقف والنوافذ إلى الحوائط الأليكترونية wall- e، والأرضيات الإليكترونية floor-e والأسقف الإليكترونية slab -e، والنوافذ الإليكترونية windows- e ، ليتحول الفراغ إلى وسط معلوماتى يتم فيه عمليات تفاعلية بين الإنسان والفراغ ووضع العديد من الأفكار وإجراء العديد من التجارب التى من الممكن أن تغير الأنشطة المستقبلية للفراغ – شكل (٣-٤٠) .

٣-٣-٣ الفراغ كوسط ناقل للمعلومات :

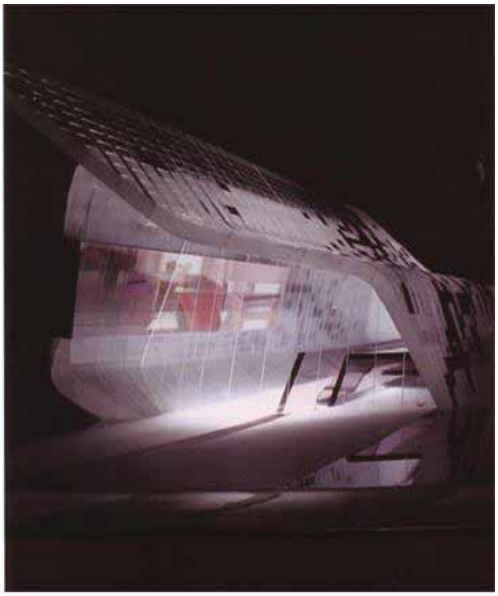
إن تحول عناصر الفراغ إلى عناصر إليكترونية ذكية مع برمجتها وتجهيزها بأساليب تكنولوجية أدي إلي تحقيق التفاعل مع الزوار ، فظهرت أنشطة وأفكار تبحث تحويل الفراغات إلى وسيلة للترفيه ، والتثقيف عن طريق تطوير أنظمة التفاعل وإستخدام الحساسات وأنظمة التحكم ، وأصبحت متاحف المعلومات هى الشكل الذى يمكن أن يحقق هذه الأنشطة ، وأصبحت الوظيفة التقليدية للمتحف من عروض متحفية ثابتة يحظر فيها اللمس والاقتراب إلى عروض يتم من خلالها التفاعل الكامل واللمس والإقتراب بين الزوار والمنتجات و العروض المتحفية ، وظهور أنشطة جديدة يمكن أن تمارس من خلال هذه المتاحف، ومنها الرسم على الجدران والشاشات الرقمية.

ومثال آخر علي تغير نمط الوظيفة مشروع متحف العلوم science Museum ، بلندن والذي افتتح فى عام ٢٠٠٤ م، وتم عرض أساليب جديدة من تكنولوجيا العرض استخدم فيها التفاعل كأساس بنى عليه المتحف ، حيث دعى كل من الأطفال والشباب إلى التعرف على أوجه العلوم المختلفة وأشكالها المختلفة عن طريق اللمس والتفاعل واللعب مع هذه العلوم فى صورة رقمية مبهرة ، حيث تم تصميم دائرة من المطاط Rubber وقطرها ٦ متر ، وتم وضع عامود به تيار كهربى بحيث إذا دخل الزائر هذه الدائرة وحاول ان يلمس العامود يتم إيصال شعور للزائر بالصدمة الكهربائية فى صورة مبسطة لا تؤذى الزائر ويتم فى هذه الحالة تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة أخرى لتنتقل إلى الزائر عن طريق الشعور الجسدى بالطاقة ، كما تم إعداد فراغات تتم فيها عروض بالصوت والضوء ويمكن للزوار الرقص على أنغام الموسيقى والحركة وتتفاعل معه الإضاءة والصوت وفقا لحركته وعن طريق فيديو بروجكتورمتحرك وأنظمة إليكترونية وحساسات للحركة داخل الفراغ .

-أيضاً فى مشروع "Grand Hotel Salome" بمدينة مكسيكوسيتى عام ٢٠٠٢ – شكل (٣-٤١) تم تصميم غرف النوم على شكل دائرة من الأكريليك الذى يوضع بداخله شاشة إليكترونية من مادة مرنة لتأخذ الشكل الدائرى ولكى تغطى زوايا رؤيا على حدود الدائرة (٣٦٠) وتم إعداد نظام تواصل كامل بالشوارع المحيطة لكى تعطى إحساس بأنه مطل على فراغ خارجى من كل الزوايا.

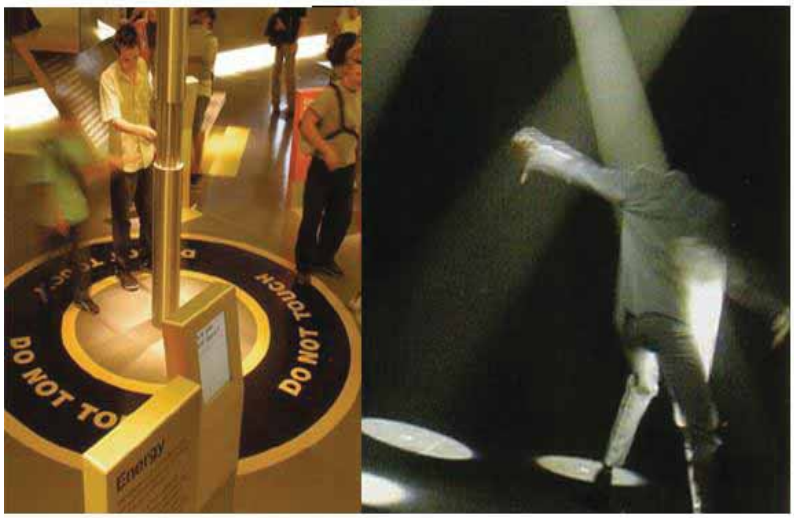
---

(1),(2) Aprile, Walter and Stefano Mirti" .Architectural Design ".4dspace :Interactive Architecture Jan-Feb 2005 :30-37.



شكل: ٣-٣٩
يوضح: سقف قاعة معرض جوجنجهايم للفن،والذي أطلق علي سقفها بالسقف الذكي Smart Slab، ٢٠٠٢م.

المصدر:
Aprile, Walter and Stefano Mirti. "Architectural Design." 4dspace: Interactive Architecture Jan/Feb 2005, 30-37.



شكل: ٣-٤٠
يوضح تفاعل الجمهور مع تقنيات العرض ، متحف العلوم بلندن، ٢٠٠٤م.

المصدر:
Aprile, Walter and Stefano Mirti. "Architectural Design." 4dspace: Interactive Architecture Jan/Feb 2005: 30-37.

شكل: ٣-٤١
يوضح تصميم الديكور الداخلي بإحدي غرف فندق سالوم بمدينة مكسيكو سيتي بالماكسيك، ٢٠٠٢م.

المصدر:
Aprile, Walter and Stefano Mirti. "Architectural Design." 4dspace: Interactive Architecture Jan/Feb 2005, 30-37.

وتم إعداد فكرة مشابهة فى نفس الفراغ ولكن لإعطاء إحساس بالانتقال المادى إلى الفراغات الخارجية والتعبير عنه فى شكل ثلاثى الأبعاد ، وتم تجربة محاكاة للتواجد فى مبارة لكرة القدم ومحاكاة شعور التواجد فى وسط الملعب ورؤية اللاعبين مباشرة للاعبين أثناء اللعب وليس الأكتفاء بالزوايا العلوية والخارجية خارج مساحة الملعب .[١]

٣-٣-٤ الفراغ الإلكتروني Cyber Space:[٢]

قام العديد من المتخصصين بوضع تعريفات مختلفة للفراغ الإلكتروني "Cyber Space" وقام مايكل بنديكت "Michael Bendict" والذي كتب كثيراً حول هذا الموضوع وعرف الفراغ الإلكتروني على انه "الشبكة العالمية" ، والتي تستخدم من قبل الزوار أو المستخدمين، في التواصل أو التعليم أو الترفيه او العمل عن طريق الحاسب الآلي أو أي وسيلة اتصال وبطريقة تستخدم فيها أنظمة التمثيل المادي أو الواقع الإفتراضي "Virtual reality" للتمثيل والمحاكاة الإفتراضية. وهو فراغ لا يحتوي على حدود مكونة له بل فراغ تخيلي يبحر فيه الزائر ويتفاعل معه وبنيته الأساسية هي البيانات والمعلومات والتي يعبر عنها في صور مختلفة.

٣-٣-٤-١ خصائص الفراغ الكتروني Characteristic of Cyber Space:[٣]

يتميز الفراغ الإليكتروني بعدة خصائص، وهي :

١. أن الإنسان يشعر به من خلال عملية محاكاة يدركها الذهن في صورة خيالية ويمكن أن يستخدم في تطبيقات معلوماتية مثل (القراءة، الكتابة، الملاحظة.) .

٢. يتم الدخول إلى هذا الفراغ من خلال الحاسب الآلي المتصل بشبكة المعلومات عبر خطوط الإتصال السلكية أو اللاسلكية، وهو فراغ يجمع كيانه شبكة المعلومات الدولية (الإنترنت) والإتصالات في وقت واحد.

٣. يُمَكِن مستخدميه من التفاعل والتواصل الفردي أو الجماعي ويستخدم في هذا التفاعل الصوت والصورة وأحياناً الحركة عبر شاشة الحاسب الآلي أو التليفون المحمول أو أجهزة الإتصالات الرقمية.

٣-٣-٤-٢ الأنشطة التي يمكن أن تنفذ من خلال الفراغ الإلكتروني "Cyber Space"[٤]

- المحادثات الهاتفية Telephone Conversation
- البريد الإلكتروني Electronic mail (E- mail).
- بريد الهاتف والرد الإلكتروني أو المجيب الآلي Telephone mail and answering machine.
- مطالعة الأخبار والمنتديات News groups and Forums.
- غرف الدردشة Chat Rooms.
- تصفح الإنترنت Surfing the internet.

(1)Aprile, Walter and Stefano Mirti" .Architectural Design ".4dspace :Interactive Architecture Jan-Feb 2005 :30-37.

(2)BENEDIKT, MICHAEL, Cyberspace :Some Proposals, in *Cyberspace :First Steps*, MIT Press, London, 1991, p.122

(3)WHITTLE, B .DAVID, *Cyberspace :The Human Dimension*, W.H .Freeman Co., New York, 1996, p.7

(4)WHITTLE, B .DAVID, *Cyberspace :The Human Dimension*, W.H .Freeman Co., New York, 1996, p.10

- المكتبات الإلكترونية، مثل بروتوكول نقل الملفات عبر المواقعElectronic Libraries.
- عقد المؤتمرات الإلكترونية Electronic Conferencing.
- الدعوة للمؤتمراتConference calls.
- الواقع الإفتراضي Virtual Reality.
- التليفزيون التفاعلي في جميع اشكاله، بما في ذلك أجهزة الهاتف المرئي Interactive TV of all forms, including Visual Telephones.
- الخدمات المتعددة عبر شبكات المعلومات، مثل الصرف الآلي للنقود.
- مزاولة الأعمال والتعليم عن بعد.
- عمليات البيع والشراء.
- الأعمال الإدارية.

٣-٣-٤-٣ مدينة الفراغ الإلكتروني Cyber Space City:

إن ما سبق عرضه من خصائص الفراغ الإلكتروني يوضح قلة الإحتياج إلي العديد من الفراغات المادية نتيجة للتواصل والتبادل الرقمي من خلال الفراغات الإلكتروني، وهو ما قلل من أهمية انتقال الأفراد وممارسة الأعمال بشكل مباشر.

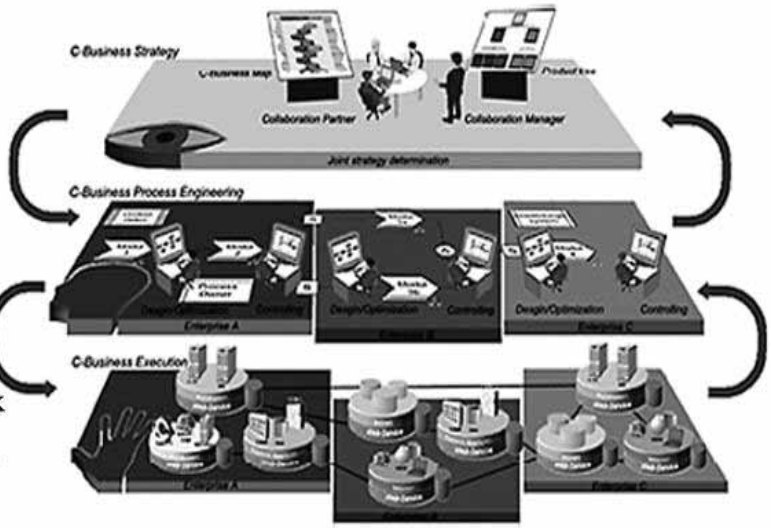
وبالتالي فإن سؤالاً يطرح نفسه تلقائيا عن مدي إحتفاظ المباني بفراغاتها التقليدية التي قد تستبدل بالفراغات الإليكترونية؟ ولقد طرح بعض المعماريون أفكارهم المستقبلية مثل " تايلور مارك "Taylor Mark" [1]والذي توقع أن تختفي العمارة وتتحول إلى ماضي وتستبدل بهذا الفراغ الإليكتروني مما سيؤدي الي زيادة السرعة وعدم الإحتياج إلى الإنتقال المادي وبالتالي فقدان الحاجة إلى المكان بصبغته المعهودة، ويوضح شكل (٣-٤٢)، شكل (٣-٤٣) تحول أنظمة العمل من أنظمة مادية إلي انظمة تعتمد علي تكنولوجيا المعلومات، علي صعيد تنفيذ ومباشرة الأعمال، وعلي صعيد التواصل بين فريق العمل، وعلي صعيد التعامل مع الأفراد.

فعلى صعيد الفراغ الإلكتروني Cyber Space، تسعى العديد من المؤسسات إلى تطوير أنظمة التخاطب والإعلان وتقديم الخدمات عن طريق الإنترنت وهو ما طرح أفكاراً لمطوري البرامج والشبكات عن طريق طرح بدائل محاكاة كاملة لتحويل التفاعل الحقيقي إلى تفاعل تستخدم فيه نماذج يطلق عليها الأفاتار Avatar كنموذج محاكي يختارالمستخدم أقرب نموذج يشبهه في الحقيقة ويطلق عليه إسمه ويتجول به كأنه هو الذي يسير في الفراغ المحاكي فمثلاً إذا اختار المستخدم أن يذهب إلى أحد المراكز التجارية للتسوق فيقوم محرك البحث بتوجيهه إلى أحد المراكز ليقوم بتجربة التسوق والتجول بشكل محاكي تماماً للواقع، حيث سيسير الأفاتار في مسارات الحركة ويرى المستخدم من خلاله كل ما يمكن أن يراه في حالة تواجده هو في المركز التجاري، وإذا اختار أن يشتري (سترة) فإن الأفاتار Avatar سيقوم بتجربتها وإعطاء صورة كاملة للسترة وبدائلها المتاحة.

٣-٣-٤-٤ المصمم المعماري والفراغ الإلكتروني:

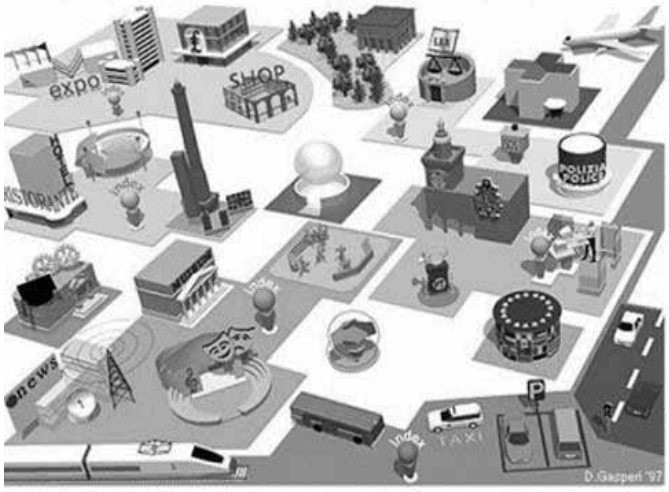
بدأ الإعتماد علي المعماريون في تصميم مباني إفتراضية علي شبكة المعلومات تعبر عن شخصية المؤسسة صاحبة الموقع. فقد اسندت بورصة نيويورك تصميم مبني إفتراضي لها علي شبكة المعلومات الإنترنت إلي المعماري هاني رشيد ، وانتهي من تصميم المبني الإفتراضي عام ٢٠٠١، وذلك ليساعد المستثمرين بمباشرة عمليات البيع والشراء للسندات والأسهم المالية من موقعهم دون الحاجة إلي الذهاب الي مبني البورصة ، وبشكل محاكي تماماً للواقع،(٣-٤٤).

(1) Mark Taylor -Elec ro ec re, in Any, No.3, No Dec 1993, p.9



شكل: ٣-٤٢
يوضح تحول أنظمة العمل الي أنظمة رقمية علي كافة المستويات

المصدر:
Dikbas, Atilla and Raimar Scherer. eWORK AND eBUSINESS IN ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION. London: Taylor & Francis, 2004.



شكل: ٣-٤٣
يوضح تحول كافة الخدمات الي التكنولوجية الرقمية،

المصدر:
http://www.nettuno.it/bologna/MappaWelcome.html

شكل: ٣-٤٤
بورصة نيويورك الإفتراضية، من تصميم المعماري المصري هاني رشيد، ٢٠٠١م

المصدر:
http://www.asymptote.net/interiors-and-furniture/nyse-3dt-virtual-reality-environment/

ومع هذه التطورات والتحولات في مفهوم الفراغ التي يتوقع البعض ان تنصهر العمارة وتكنولوجيا المعلومات ليكونا منتجاً جديداً، تستبدل فيه كافة العناصر المعمارية بعناصر إليكترونية، لينشأ عالم تسيطر عليه تكنولوجيا المعلومات، لينتج جيلاً جديداً من المعماريين سيبدأ في الظهور والدلائل على توجه العديد من المعماريين إلى ذلك كثيرة، منها أن العديد من أقسام وكليات ومعاهد العمارة على مستوى العالم قد تحولت إلي أقسام دراسية تعتمد على دراسة التكنولوجيا الرقمية بكامل صورها، وتقديم ابحاث علمية وتجريبية لنماذج بنائية تعتمد على هذه الفكرة، مثل جامعة Tu Delft بهولندا* ، ودراسة البيئة التفاعلية Interactive Environments وكذلك كلية بارتيليت بلندن، للعمارة والبيئة المبنية The School of Bartlett of Architecture** ، حيث قام المصممان والباحثان " والتر أبريل Walter aprile، وستيفانو ميرتي Stefano Mirti " ، بطرح العديد من الأسئلة لمعرفة ما وصل إليه المعماريون التجريبيون وما استفادوه أو تعلموه من المصممين التفاعليين **" What Architects can learn from Interactive Designers"** وطرحوا من خلال دراستهم العديد من تجارب المعماريون في تفاعل الإنسان مع الفراغ من خلال تكنولوجيا المعلومات –، ومن الأمثلة: نماذج المحاكاة والتفاعل مع مستخدمي الفراغ والإستجابة لحركته ولدرجة حرارة الجسم من خلال إضاءة الفراغ واعطاء بعض التوجيهات الصوتية للمستخدم، وكذلك تجاربهم في الواجهات التفاعلية وهو ما قد يؤدي إلى نقلة جديدة في البعد التشكيلي للفراغ، شكل (٣-٤٥)،(٣-٤٦)،(٣-٤٧).

٣-٣-٥ البعد التشكيلي للفراغ في عصر تكنولوجيا المعلومات

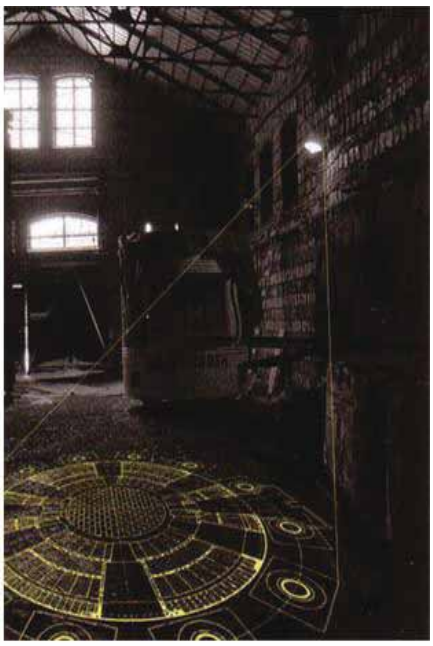
بعد أن استعرضنا الإمكانيات التي أتاحتها أدوات التصميم والإنتاج والتصنيع في عصر تكنولوجيا المعلومات للفكر المعماري والذي انعكس على الأعمال المعمارية والتكوينات المعقدة والأشكال الحرة والديناميكية، نستكمل تأثير إنتاج هذه التكوينات على الفراغ الداخلي، حيث نجد أن المصمم واجه مشكلة كيفية الإستفادة من معالجة هذه التكوينات من الداخل، وكانت احد الحلول على يد المعماري " فرانك جيري"[٢] ، حيث قام بفصل التكوين الخارجي عن الفراغ الداخلي وتحويل الفراغ الخارجي إلى غلاف كي يحقق الفائدة وهو ما أدى إلى تحول بعض الفراغات في المباني إلى فراغات ذات أسقف مفتوحة، حيث أن الواجهات والأسقف ظلت متصلة معاً في تكوين واحد ليعطي الإنطباع العام للمستخدم أنه في فراغ مفتوح يمثل الغلاف الخارجي سقف هذا الفراغ. كما قام المعماري نورمان فوستر بتصميم الجامعة الحرة في برلين وقام بفصل الغلاف الخارجي عن الفراغات الداخلية ليتمكن من دمج الفراغات معاً وليؤكد إستمرارية التكوين الخارجي وتتأكد الفكرة خارجياً وداخلياً. كما أن اختلافات الجيومتريات والتكوين الخارجي أدت إلى عدم انتظام الفراغات الداخلية مما نتج عنه تنوع الفراغات وعدم تماثلها وإكتشاف معالجات جديدة وهو ما نظر إليه البعض بأنه أدى إلى عدم التكرار الذي يؤدي إلى الملل، مثل فراغات متحف الإحساس بالموسيقى للمعماري فرانك جيري[٤] حيث تحولت الفراغات الداخلية

*وهي من الجامعات التي إهتمت بالتكنولوجيا الجديدة وعلى رأسها تكنولوجيا المعلومات كوسيلة لتطوير مدن المستقبل وتوقع ما يمكن أن تحتويه من عناصر ، وقامت بتركيز أبحاثها في مجال العمارة التفاعلية وتطبيقاتها في العمارة.

**وهي أحد أشهر الكليات التي اهتمت بدراسة التفاعل وتأثيره على البيئة المبنية وأجريت العديد من الأبحاث والدراسات التي اهتمت بتجارب المعماريون التجريبيون في مجال التفاعل وتأثيره على الفراغ.

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

(2) zellner, peter .Hybrid space :New forms in digital age .London :Thames & hudson, 1999.

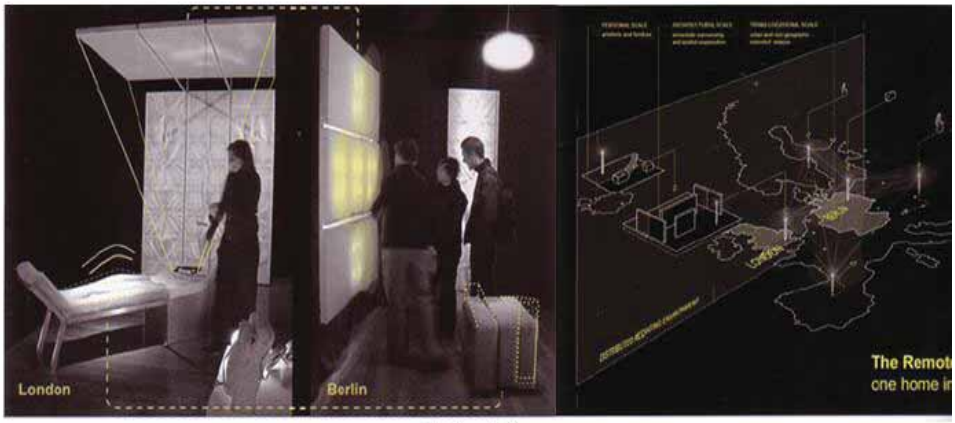


شكل: ٣-٤٥
يوضح تطور استخدام تقنيات الواقع التخيلي لأعطاء تأثيرات زخرفية داخل الفراغ بأشكال متنوعة، مشروع ميتا ليهاتين، بالسويد ٢٠٠٢

المصدر:
Aprile, Walter and Stefano Mirti. "Architectural Design." 4dspace: Interactive Architecture Jan/Feb 2005.

شكل: ٣-٤٦
تطوير كل عناصر المنزل لتحقق التواصل والتفاعل رقميا عبر شبكة المعلومات بشكل متكامل، مشروع تجريبي بمتحف العلوم، لندن ٢٠٠٣

المصدر:
Aprile, Walter and Stefano Mirti. "Architectural Design." 4dspace: Interactive Architecture Jan/Feb 2005.



شكل: ٣-٤٧
التواصل بين أفراد الاسرة مابين برلين ولندن عبر شبكة المعلومات, مشروع تجريبي بمتحف العلوم، لندن ٢٠٠٣

المصدر
Aprile, Walter and Stefano Mirti. "Architectural Design." 4dspace: Interactive Architecture Jan/Feb 2005.

إلى قاعات للعرض متنوعة الأشكال والألوان ومزيج بين الزوايا الحادة والخطوط المنحنية وهوما نال إعجاب الزوار.

البعد الآخر من أبعاد التأثير على التشكيل هو عدم التقيد بالشكل فإذا كانت الحوائط والأرضيات والأسقف عبارة عن شاشات أو عناصر إلكترونية، يمكن أن تتحول وتتغير في اللوان والأشكال، فكيف تتحقق الهوية ؟ وهو ماسيؤدي إلى أن يفقد الفراغ خصوصيته وذاكرته وستتحول إلى عناصر للعرض والتفاعل. قام فريق التصميم للأنظمة متعددة الخصائص (A Multidisciplinary Team) بمعهد المعلوماتية (Neuron informatics, Zurich)، بزيورخ، بسويسرا بإعداد مجموعة من للتصميمات المتنوعة لواجهات للعرض والتفاعل أطلق عليها (Ada): أو الغرفة الذكية كفراغ تفاعلي يعتمد على تحويل عناصر الأرضيات إلى وحدات متصلة بشبكة اتصالات وحساسات ترصد حركة الزوار وتعطي رد فعل لحركتهم في صورة إضائة أو الوان أو صور تعرض على الحوائط، واستخدمت لهذه التأثيرات وحدات مخصصة من إضائة النيون Neon متصلة بأنظمة التحكم لكي تتغير ألوانها وفقاً لحركة الزائر. هذاوبعد التعرف علي البعد التشكيلي ننتقل إلي البعد الإنساني، والبعد البيئي.

٣-٣-٥-١ البعد الإنساني

هل تغير إحساس الإنسان بالفراغ؟

لا يمكن إعطاء إجابة مؤكدة على هذا السؤال ولكن الواضح أنه هناك اختلاف، ولكن إلى الأفضل أم إلى الأسوأ، وهو أمر يحتاج إلى المزيد من الدراسات والأبحاث ولكن مع المتغيرات التي حدثت وتحدث في نمط الحياة يمكننا أن نفصل بين كل من:

١. البعد الحسي
٢. البعد المادي

فإذا كان البعد المادي تطور أو تبدل وهو ما قمنا برصده في الفصول السابقة، فما أثير ذلك على البعد الحسي؟

- إذا كانت تكنولوجيا المعلومات حولت الفراغ إلى وسط لنقل المعلومات، وإذا كانت تكنولوجيا المعلومات ساعدت على توفير الوقت والجهد، وإذا كانت تكنولوجيا المعلومات ساعدت على تحقيق التواصل بين أفراد العائلة والأفراد مهما بعدت المسافات. فما هو تأثير ذلك على الحس الإنساني؟
- وإذا كانت تكنولوجيا المعلومات ساعدت على تحويل المبنى وكامل عناصره على الذكاء ، فما تأثير ذلك على الحس الإنساني؟

لا يمكننا إعطاء رد على هذه التساؤلات ولكن يمكننا إعطاء أمثلة على مظاهر الإستفادة من التطور التكنولوجي في تحويل عناصر المبنى إلى عناصر ذكية، حيث نجد أن العديد من الأفكار والأبحاث طُورِت لخدمة المعاقين وكبار السن. والذين يحتاجون إلى عناية دائمة في تحقيق بعض عناصر المتابعة وحل بعض مشاكل التواصل، مثل معاقي الإبصار يمكنهم التجول داخل المنزل عن طريق رصد حركتهم بحساسات الحركة وتوجيههم صوتياً، ومعاقي السمع يمكن توجيههم بصرياً بواسطة واجهات العرض والتفاعل، وهناك العديد من الأفكار التي تسارع مراكز الأبحاث والمعماريون التجريبيون في دراستها.

٣-٣-٥-٢ البعد البيئي

من خلال عرضنا لنماذج التحليل البيئي على المباني والتي تستخدم لإجراء دراسات وتأثيرات البيئة المحيطة وظروفها المختلفة على المباني في مرحلة التصميم، نجد أن العديد من المعماريين استفادوا من هذه البرامج في تحليل:

١. حركة الرياح وتحويلها إلى صورة الوان وأسهم تحدد اتجاه الرياح.[١]
٢. وصف شكل الرياح وطبيعة تكوينها والحركة الناتجة عن اصطدامها مع بالمبنى ووصف اماكن التأثر بحركة وقوة الرياح بالألوان المتدرجة من الأحمر كرمز للأماكن شديدة التأثر، ومتدرجة إلى الأزرق كرمز للأماكن التي لا يوجد تأثير عليها.
٣. بيان درجات الحرارة في صورة لونية متدرجة من الأحمر إلى الأزرق حيث يرمز الأحمر إلى الأماكن ذات درجات الحرارة العالية ومتدرجة في الألوان إلى الأزرق جيث يرمز إلى المناطق ذات درجات الحرارة المنخفضة والمعتدلة.
٤. بيان أماكن الإظلال والتشميس مما أدى إلى التصميم المبكر للفراغ مع التحليل البيئي وتكوين الفراغ بما يحقق الملائمة للبيئة المحيطة واتخاذ القرارات التصميمة التي تساعد على تلافي المشاكل المستقبلية من واقع أن المصمم معايش للظروف الطبيعية من خلال هذه النماذج المحاكية للواقع.

قام بعض المصممين وعلى رأسهم المعماري نورمان فوستر بتطوير العملية التصميمية وإجراء هذه التحليلات في مراحل مبكرة للتصميم على العديد من أعماله ونحت الكتل لتتوافق مع البيئة المحيطة، ومن الأمثلة الشهيرة تصميمه لمشروع برج سويسرا آر اي، بلندن،[٢] حيث قامت فكرة المشروع على إجراء دراسات بيئية على موقع المشروع ومن خلال نماذج التحليل البيئي والتي أظهرت حركة الرياح في الموقع في شكل حركة دائرية وهو ما جعل المعماري نورمان فوستر يتخذ من هذه الحركة محور لفكرته التصميمة، حيث قام بتصميم البرج على شكل كتلة دائرية مسلوبة من القمة ومنتفخة من الوسط وضيقة من الأسفل. واستفاد من حركة الرياح الدائرية في تحريك الهواء على الغلاف وتحويله إلى قمة البرج وقام بفتح أعلى البرج وكون شكل قمة في فوهة البرج، مما أدى إلى تحريك الهواء داخل البرج أيضاً ووجه هذا الهواء ليدور داخل البرج من خلال فناء حلزوني يدور حول فراغات البرج مما يساعد على سحب وتفريغ الهواء وإخراجه من أسفل البرج كمعالجة بيئية متطورة ، ثم قياس أداء ومدى نجاح هذه الأفكار في مرحلة التصميم وهو ما تحقق بالفعل على أرض الواقع. كما استخدمت أنظمة تحليل الإضاءة الطبيعية والصناعية من خلال نماذج محاكاة الضوء وذلك لتحديد أماكن الإبهار الضوئي والتي يفضل تفاديه لتأثيرها الضار على مستخدم الفراغ[٣]، أو لإيجاد حلول ومعالجات للفراغات ذات الإضاءة الضعيفة ، وذلك من خلال بناء مشروع في البيئة الإفتراضية وقياس درجات شدة الإضاءة حيث تقوم هذه النماذج بتحديد الأماكن التي يحدث بها إبهار أو إظلام أو ضعف إضاءة.

من خلال تطبيقات المواد الذكية وتنظيم أدائها من خلال أنظمة التحكم أمكن تحقيق الراحة الحرارية لمستخدمي الفراغات بل وتخزين الطاقة عن طريق تحويل الإضاءة أو الحرارة إلى طاقة وإعادة استخدامها عند الحاجة.

(1) Eddy K r ygiel, B r a d l e y N i e s .Green BIM:Successful Sustainable .Indianapolis, Indiana : Wiley Publishing, 2008.
(2) http-:-www.fosterandpartners.com-Projects-0793-Default.aspx.
(3) Kymmell, Willem .Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008.

٦-٣-٣ خلاصة الفصل الثالث:

١. مر الفراغ بمراحل متعددة شهدت التغير في الشكل والتكوين والوظيفة كنتيجة لتطور أنظمة البناء ، إلا أن دخول عصر المعلومات أوجد تغير مختلف عن التغيرات السابقة ، ليس فقط في الشكل ولا في المضمون، ولكن قل الإحتياج إن لم يكن انعدم للعديد من الوظائف التي استبدلت بتكنولوجيا جديدة مثل فراغات التخزين والأرشيف لظهور تكنولوجيا جديدة من التخزين من خلال الأقراص المدمجة ووحدات التخزين من خلال الكمبيوتر، قاعات المحاضرات وصالات الإجتماعات ، نتيجة للتواصل عبر شبكات الاتصالات وتطور أنظمة المكتبات لتتحول إلى المكتبات الإلكترونية ، وكذلك العديد من عناصر الفراغ مثل الحائط الإلكتروني Wall-e ، الأرضية الإلكترونية e-Floor، السقف الإلكتروني e-Roof، النوافذ الإلكترونية e-Windows ، هذه التغييرات ستعيد النظر في مدى أهمية الإحتياج إلى فراغات الواقعية الثابتة، للتحور إلى الفراغات الإفتراضية ، عبر عوالم افتراضية Virtual Communities ستؤثر على تحول معظم عناصر المدينة إلى عوالم افتراضية، وتحول الفراغ إلى فراغ إلكتروني.

٢. كما ستؤثر وسائط المعلومات والوسائط المتعددة على تحول الفراغ إلى وسط لنقل المعلومات مما سيؤكد على قلة احتياج مستخدم الفراغ إلى العديد من الخدمات التي تحتاج للإنتقال وهو ما سيؤثر على هذه الفراغات ودى الإحتياج لها.

٣. ومن خلال هذه التطورات سيواجه الفكر المعماري إشكالية التعامل مع الفراغ في عصر تكنولوجيا المعلومات، في ظل تطور كل ما يخص الحياة من أمور غير واضحة وغير محددة الإتجاه.

٤. ومن خلال هذه الطفرة، سيدمج العديد من الفراغات وسيستغني عن البعض الآخر، وسيظهر أنماط جديدة من المباني التي تحتوي على وظائف عدة واستخدامات هجينة ليتأكد لنا أن الفراغ في عصر تكنولجيا المعلومات أصبح له شكل جديد.

١. الفراغ الهجين Hybrid Space.

٢. الفراغ الإلكتروني Cyber Space.

٥. ومع تحول الفراغ إلى فراغ افتراضي أو فراغ الكتروني سيتحول ايضاً المعماري إلى المعماري الذي يماؤس مهنته في عالم افتراضي ويقوم بتصميم عوالم افتراضية لكي يستخدمها الزوار والمتعاملين على شبكة المعلومات.

٣-٣-٧ خلاصة الباب الثالث

تناول هذا الباب دراسة تحليلية للواقع الجديد للعمارة وكان الهدف من هذا الباب "الواقع الجديد(عمارة الدوافع)" إستكمال دراسة عوامل التأثير علي الفكر المعماري من خلال العوامل المؤثرة عليه وذلك من خلال ثلاثة محاور هي: **المحور الأول:** تأثير تكنولوجيا المعلومات علي التكوين الإنشائي. **والمحور الثاني:** تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ . **والمحور الثالث:** تاثير تكنولوجيا المعلومات علي الوظيفة للفراغ .وكان الهدف من دراسة هذه المحاور الإجابة علي التساؤلات التالية:

١ ـ هل تغير الواقع الحالي للعمارة مع تحول **منظومة العمل المعماري إلي منظومة رقمية** [١] ؟
٢ ـ ما مدي هذا التغيير؟
٣ ـ ما تأثير ذلك علي الفكر المعماري؟

- **ومن خلال دراسة المحاور الثلاثة استنتج التالي:**

ظهر علي مدار دراسة المحاور الثلاثة السابقة مدي تغير الواقع المعماري متأثراً بتحول منظومة العمل المعماري إلي منظومة رقمية حيث :

١. **عبر المحورالأول:** تأثير تكنولوجيا المعلومات علي التكوين الإنشائي: إتجه الفكر المعماري نحو حرية الإبداع دون التقيُد بصعوبات الإنتاج والتصنيع والتنفيذ، وابداع أفكار إنشائية جديدة توحدت فيها التكوينات المعمارية مع التكوينات الإنشائية، مما أدي إلي ظهور أفكار إنشائية جديدة ومتنوعة تنوع واضح.

٢. كما ظهرت أهمية إستخدام الحاسب الآلي في مرحلة دراسة التكوينات الإنشائية في مراحل التصميم الأولي وحتي الإنتهاء من تنفيذ المشروع.

٣. وضح أهمية إشتراك دراسة المشروع المعماري في إطار جماعي بمشاركة المصنعين والمنفذين مع فريق التصميم في حل المشاكل في مراحل مبكرة من التصميم للوصول إلي معالجات وأفكار لحل مشاكل الأفكار الإنشائية المعقدة.

٤. **وعبر المحورالثاني:** تأثير تكنولوجيا المعلومات علي المادة المحددة للفراغ: ومن خلال استخدامات المواد الذكية (Smart Materials)، دخل بعد جديد على العمارة وهو تحول المبني الى مايشبه الكائن الحي، حيث أتاحت المواد الذكية تكوين أنظمة للإستشعار، والإحساس بالبيئة المحيطة.

٥. **وعبر المحورالثالث:** تأثير تكنولوجيا المعلومات علي الوظيفة والفراغ: ومع التطورات المجتمعية والمهنية نتيجة للتأثر بتكنولوجيا المعلومات، بدأ الفراغ بالتلاشي أو التحول إلى الفراغ الهجين أو التحول إلى الفراغ الإفتراضي وتغيرت فلسفة الفراغ ليتحول إلى وسط لنقل المعلومات.

- **كما ظهر أن هناك العديد من التوقعات كانت الدراسة قد توقعتها بدء بعضها في التحقق منها:**

أ) نتيجة لقلة أو إنعدام الحاجة إلى العديد من الفراغات سينشأ أنواع جديدة من المباني وتختفي أنواع أخرى، وسينتج عن ذلك فترة إنتقالية تتم فيها عمليات من التجريب والإختبار. وستصل إلى زيادة الحاجة إلى المباني المتعددة الإستخدام والمجمعة في مباني موحدة لتتحول فيه

[١] من خلال الإستنتاج الذي تم التوصل إليه في الباب السابق أن منظومة العمل المعماري تحولت إلي منظومة رقمية تعتمد علي تكنولوجيا المعلومات في كافة عناصرها.

المؤسسات الكبيرة إلى مجرد مكتب تتجمع به الإدارة وتتحول باقي الفراغات إلى فراغات إلكترونية Cyber spaces.

ب) ستتحول الفراغات الحالية إلى بدائل إلكترونية، وسيتم التعامل من خلالها، وذلك سيحتاج إلى تطوير أنظمة التفاعل وقد ينشأ عنه شكل جديد من أشكال التواصل منها تجربة الـ Avatar أو القرين الذي يقوم بالأعمال في البيئة الإفتراضية.

ت) سيتحول العديد من المعماريين إلى تصميم العديد من المباني والبيئات التي سيتجول بداخلها الزوار تخيلياً.

- **هذه التحولات السابقة في كل عناصر المبنى (الهيكل والتكوين الإنشائي، المواد، الفراغ والوظيفة) تؤكد على التأثير الذي أحدثته هذه التكنولوجيا على الفكر المعماري بل وفي مفاهيم وثوابت العمارة والعمران.**

٤-الباب الرابع

دراسة الحالة – متحف الواقع الإفتراضي كنموذج

٤- الباب الرابع : دراسة الحالة – متحف الواقع الإفتراضي كنموذج

٤-١ مقدمة الباب الرابع :

يتناول هذا الباب دراسة الحالة والتي أُختير متحف الواقع اللإفتراضي كمثال واضح لتأثُر الفكر المعماري بتكنولوجيا المعلومات علي كافة المستويات (الأدوات المستخدمة في التصميم ، عملية التصميم ، عملية الإنتاج والتصنيع ، التكوين النشائي ، المواد المستخدمة والمحددة للفراغ ، الوظيفة والفراغ). وذلك من خلال توضيح ماهيته ، والعروض التي تقدم من خلاله ، والتقنيات الرقمية التي يُتحكم بواسطتها في تقديم العروض والتفاعل مع الزائرين ،التجهيزات التي يجهز بها الزوار ، ودراسة مبادئ تصميم هذا النواع من المباني وطبيعة الحركة داخله .

٤-٢ تغير أنماط المباني في عصر تكنولوجيا المعلومات:

ظهر العديد من المباني متأثرة بتطور تكنولوجيا المعلومات كما سبق الإشارة في الفصل السابق ، ومن هذه المباني المكتبات الإليكترونية ، والمباني التعليمية للتعليم عن بعد ، مثل الجامعات اللإليكترونية ، ومباني الخدمات والمعلومات ، وخدمات البريد الإليكتروني ، والعديد من الأنماط والأشكال التقليدية التي تحولت من الشكل التقليدي إلي الصبغة الرقمية **ومن هذه الأمثلة متحف الواقع التخيلي.**

٤-٣ متحف الواقع الإفتراضي كنموذج:

تم إختيار هذا النموذج ليعبر عن تأثر الفكر المعماري بتكنولوجيا المعلومات، وذلك لأنه أحد مظاهر التغيرات التي أحدثتها تكنولوجيا المعلومات علي كل من الحياة المعاصرة والفكر المعماري ، من خلال تحول إسلوب العرض التقليدي من العروض الواقعية الصامتة والساكنة الي العروض الإفتراضية المتحركة والمتفاعلة مع الزوار ، وذلك عكس العروض الواقعية والمادية ، ليتحول الفراغ من فراغ يحتوي الآثار أو المعروضات الي فراغ خالي يستخدم كوسط لنقل المعلومات والترفيه ومن خلال شرح اسلوب عرض ومبادئ تصميم هذا النوع من المباني سيتضح لنا عوامل التأثير علي الفكر المعماري .

٤-٤ المتحف في المطلق :[1]

يعتبر المتحف هو المبنى أو المكان الذي يحتوي ويعرض المعرفة الإنسانية بأشكالها المختلفة لفترات معينة، ويوضح مراحل تطورها عبر حقب التاريخ المختلفة. وهو مكان يعمل على خدمة المجتمع وتنميته سواء كانوا باحثين متخصصين أو عامة الشعب بغرض التعليم أو الدراسة أو الترفيه. ومن خلال هذا التعريف يمكننا أن نرى أن جميع أنشطة المتاحف قائمة على خدمة زائري المتاحف.

٤-٤-١ من هم زوار المتحف ؟

١ -الطلاب والباحثون والدارسون في جميع المجالات المختلفة يمكنهم زيارة المتحف للتعرف على أنواع الفنون الخاصة بالعمارة والخلفية التاريخية لهذه الفنون.

٢ -العامة المنجذبون أو المتعلقون بمعرفة التاريخ والفنون والثقافة والعلوم الحديثة من جميع الجنسيات والسياح.

(1) Arab Region Virtual Museum. **Refaat, Nahed K.** s.l. : Virtual Museum Pathfinders - Fall 2000.

٤-٤-٢ ما هي الفائدة من زيارة المتحف ؟

يمكن الاستفادة من زيارة المتحف في العديد من الاشياء كالتالي :

- معلومات عن محتوى المتحف حيث يمكن للزائرين الوصول إلى كم هائل من المعلومات المفيدة عن الاثار والقطع الفنية وبما يغطي الخلفية التاريخية والنواحي الاقتصادية ومدارس الفنون وتأثيرها على الحرف اليدوية والصناعات الخاصة بالفنون مع القدرة على فحص المحتوى عن قرب.
- معلومات عن المتحف واكتساب معلومات خاصة بهذه النوعية من المتاحف وتطورها وفي نفس الوقت فهم قيمتها في تنمية المجتمع وتثقيفه.
- اتصال مباشر مع محتويات المتحف ومعرفة الأبعاد المتعلقة به.
- المتعة والترفيه.
- أن يلعب دوراً تنظيمياً بالنسبة للمبادرات الفنية والثقافية والقدرات لضمان وضع متكامل في مجتمع المعلومات العالمي.

٤-٤-٣ الهدف من المتحف:

- تبادل ومشاركة الخبرات الخاصة بالفنون لحضارة ما أو تكنولوجيا ما أو فن ما....
- إتاحة فرص جديدة تساعد على إتصال الشعب مع المعلومات من خلال الزيارة والدراسة والترفيه.

٤-٥ الفكرة العامة لمتحف الواقع الإفتراضي:[1]

يمكن وصف متحف الواقع التخيلي على أنه متحف خالي من المعروضات ولكن هذا المتحف عبارة عن مجموعة من غرف تحتوي على وسائل عرض متطورة تعتمد على قاعدة بيانات وأجهزة اتصالات وأجهزة تفاعل تساعد على نقل الاحساس إلى المتلقي بالمادة المقدمة إليه فبالرغم من كون المتحف خالي من العناصر، ولكنه مليء بمحتويات التفاعل التي تطفو بك في فراغ أشبه بالواقع الذي يحيط بالزائر. هذا العالم يمكن أن يشاهده الزائر فقط عندما يرتدي الأجهزة المعدة لذلك وهي شنطة يرتديها الزائر على ظهره (Back Pack) وأيضاً (HMD) Head Mounted Display [2] وهي عبارة عن قناع يرتديه الزائر على رأسه. (شكل : ٤-١)
وبمجرد أن يرتدي الزائر هذه الأجهزة يمكنه أن يتحرك بحرية داخل فراغات المتحف وينغمس في تجربة من المتعة والتعلم.

٤-٦ الواقع الإفتراضي داخل الفراغ الهجين Virtual Reality in a Hybrid Space:

في التجربة المعتادة لأنظمة متاحف الواقع التخيلي فان المستخدم أو الزائر يشاهد البيئة المحاكاة المحيطة به وهو واقف في مكانه. ولكن حديثاً يمكن للزائر أن يشاهد البيئة المحاكاة بينما هو يتجول ويشاهد الآخرين أيضاً من الزوار معه في نفس البيئة وذلك عن طريق أجهزة

(1)Arab Region Virtual Museum. **Refaat, Nahed K.** s.l. : Virtual Museum Pathfinders - Fall 2000.
(2)Virtual Reality Technology. **Hirose, Michitaka.** The International Journal of Virtual Reality, 2006, 5(2):31-36.

التفاعل والتي تقوم بنقل حركة الزائر إليها وتقوم بعمل Render لها مباشرة واظهارها بالمشهد المرئي لباقي الزوار. إن متحف الواقع التخيلي كسر كل الحواجز لدى المعرفة وإيضاحها بالشكل الذي يترائى لخيال العقل البشري.

ويطلق على المتحف التخيلي بأنه عبارة عن فراغ هجين لكونه تخيلي وواقعي في نفس الوقت معتمداً على عوامل الإحساس البشري (البصر ، السمع ، الاحساس ، . .). ومن أمثلة المتاحف الواقع الإفتراضي والتي يمكن أن تزار من خلال شبكة المعلومات متحف (كون استكمر kunstkammer)[1] . شكل (٤-٢)

٤-٧ الإنغماس في عالم الخيال بواسطة التفاعل:

إن الانغماس أو الدخول في أنظمة الواقع التخيلي تعطي الزائر تجربة من الاحساس بالعالم التخيلي والشعور بالبيئة المحيطة (الصورة المنقولة عبر الأجهزة) وكأنها حقيقية في نفس الوقـت، 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 الزائر بجوارها ، .. وهكذا في تجربة ممتعة تزيد من احساس الزائر بالعالم المحيط.

وبهذه الطريقة فان المتحف يقوم بعرض عالم معقد من الأبعاد الثلاثية يحتوي على عناصر ثلاثية الأبعاد منها الثابت ومنها المتحرك وبوسائط متعددة وتفاعلية، شكل (٤-٣).

٤-٨ العروض التي تقدم من خلال متاحف الواقع الإفتراضي:[2]

إن محتويات متحف الواقع التخيلي متعددة ولكنها غالباً ما تعتمد على ثلاثة أفكار أساسية .

١- التجريب	1- Experimentation
٢- الثقافة	2- Culture
٣- الترفيه	3- Entertainment

ويوجد العديد من التجارب لمتاحف الواقع التخيلي قائمة على هذه الأفكار ، ومنها :

أولاً: متاحف العلوم Since Museums:[3]

وهي متاحف تستعرض أحدث ماوصل إليه العلماء من علوم ، ومنها متاحف إكتشاف البحار The Sea Storm Museum. حيث تقوم فكرة هذا المتحف على تخيل عالم البحار وما تحتويه من أسرار كثيرة فيمكنك أن تزور المتحف وتسبح في عالم البحار لتشاهد السفن التي غرقت في الأعماق كما يمكنك أن تشاهد أساليب .الصيد التقليدية ويمكنك أن تشاهد الشعاب المرجانية بألوانها كما يمكنك أن تشاهد أسرار المحيطات وخباياها.

(1) http://www.kunstkammer.d

(2)M.Hirose. CABIN-A MultiScreen Display for Computer Experiments, Proc. 2rd International Conf. 0n *Virtual Systems and Multimedia* (VSM M'97),pp78-83,1997

(3)Speech at Museums, Civilization and development conference, Amman 1994.

Hooper-Greenhill, E.

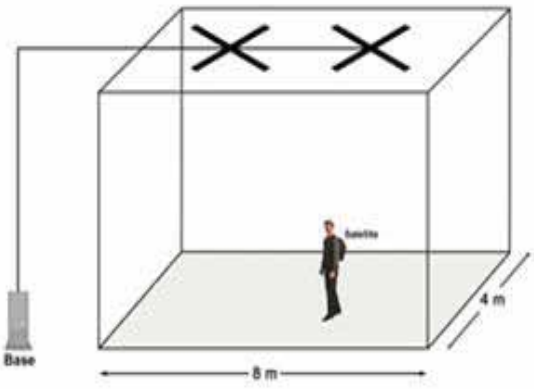
شكل ١.٤

الانغماس في عالم من الواقع التخيلي

المصدر : Virtual Reality Technology and Virtual Reality Tech-nology and. Hirose, Michitaka. The International Journal of Virtual Reality, ٢٠٠٦

شكل : ٤-٢ مرحلة محاكاة الواقع , وإعداد قواعد البيانات

المصدر : The Visitor as Virtual Archaeologist, team work



(ب) الزائر اثناء التجول داخل الفراغ وتوزيع وحدات الإستشعار عن بعد

(أ) البيئة التي يراها الزائر

شكل: ٤-٣ الفراغ كوسط لنقل المعلومات

المصدر : Virtual Reality Technology and Virtual Reality Technology and. Hirose, Michitaka. The International Journal of Virtual Reality, ٢٠٠٦

ثانياً: متاحف الفنون Museums of Arts :[1]

وهذه المتاحف فريدة في عالم الفنون حيث يمكنك أن تكتشف الأعمال الفنية من نقاط جديدة من الرؤية لم تكن تستطيع رؤيتها من قبل فيمكنك أن ترى القطعة من جميع زوايا الرؤية ويمكنك أن تراها من أسفلها ويمكنك أن تدخل داخلها كالقطع المجوفة من الداخل كالأكواب والآنية والتماثيل النحتية المجوفة ويمكنك أن تشاهد لوناً جديداً من عالم الفنون وهو Electro Art والذي يعتمد على التشكيل والرسم بواسطة أجهزة الكترونية أما المادة المرسوم عليها فهي الهواء في تشكيلات مبهرة. ومن أمثلة الفنون متحف الموسيقى The Sacred Music Museum حيث يمكن رؤية الآلات الموسيقية كما يمكنك أن تعزف عليها ويمكنك أن تشاهد فرق موسيقية شهيرة وكأنك داخل الأوبرا.

ثالثاً: متاحف زيارة الماضي وزيارة أحداث التاريخ The Castro Museum:

ومن هذه المتاحف متحف لاكتشاف الحضارة والأبنية القديمة فيمكنك أن تتجول في المباني الرومانية القديمة وتتعرف على بعض الثقافات الخاصة بهذه الحضارة وغيرها.

٤-٩ مبادئ تصميم متاحف الواقع الإفتراضي :

أولاً : منطقة المدخل يتم التعريف بطبيعة نشاط وعروض المتحف وذلك من خلال إحدي الطرق التالية:

١ - تحديد مكان أو حيز للعرض بإستخدام تطبيقات الواقع اللإفتراضي إما أن يكون في حيز المدخل أو أن يكون مسرح، شكل (٤-٤).

٢ - يتم تجهيز كلاً من حيز المدخل أو المسرح بتقنيات العرض والتي تشتمل تقديم أو شرح في صورة فيلم فيديو ويستخدم في ذلك الصوت والصورة والتي يتم من خلالها شرح خلفية تاريخية أو مقدمة عن كيفية الإستفادة من الزيارة وما هو نشاط المتحف، شكل (٤-٥).

٣ - يتم تحديد فراغ لتجهيز الزوار بأجهزة تحقيق العرض.

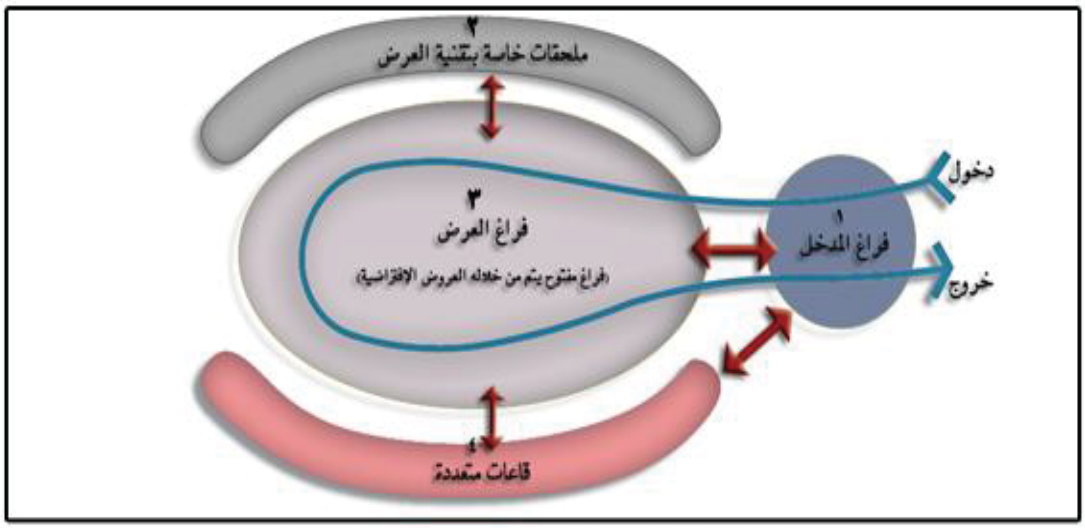
- GPS	أنظمة التتبع وتتبع المواقع
- CCD CAMERA	كاميرا متابعة العروض الثلاثية الأبعاد
- MICROPHONE	مايكروفون للتعبير والتفاعل الصوتي مع الأحداث
- THERMOMETR	مقياس درجة الحرارة
- HEART BEAT SENSOR	مستشعر نبضات القلب
- FLAT SWITCH	محول مسطح
- RECORDER AND WINDOWS MACHINE	مسجل وعروض ويندوز

ثانياً : فراغ أو قاعة العرض

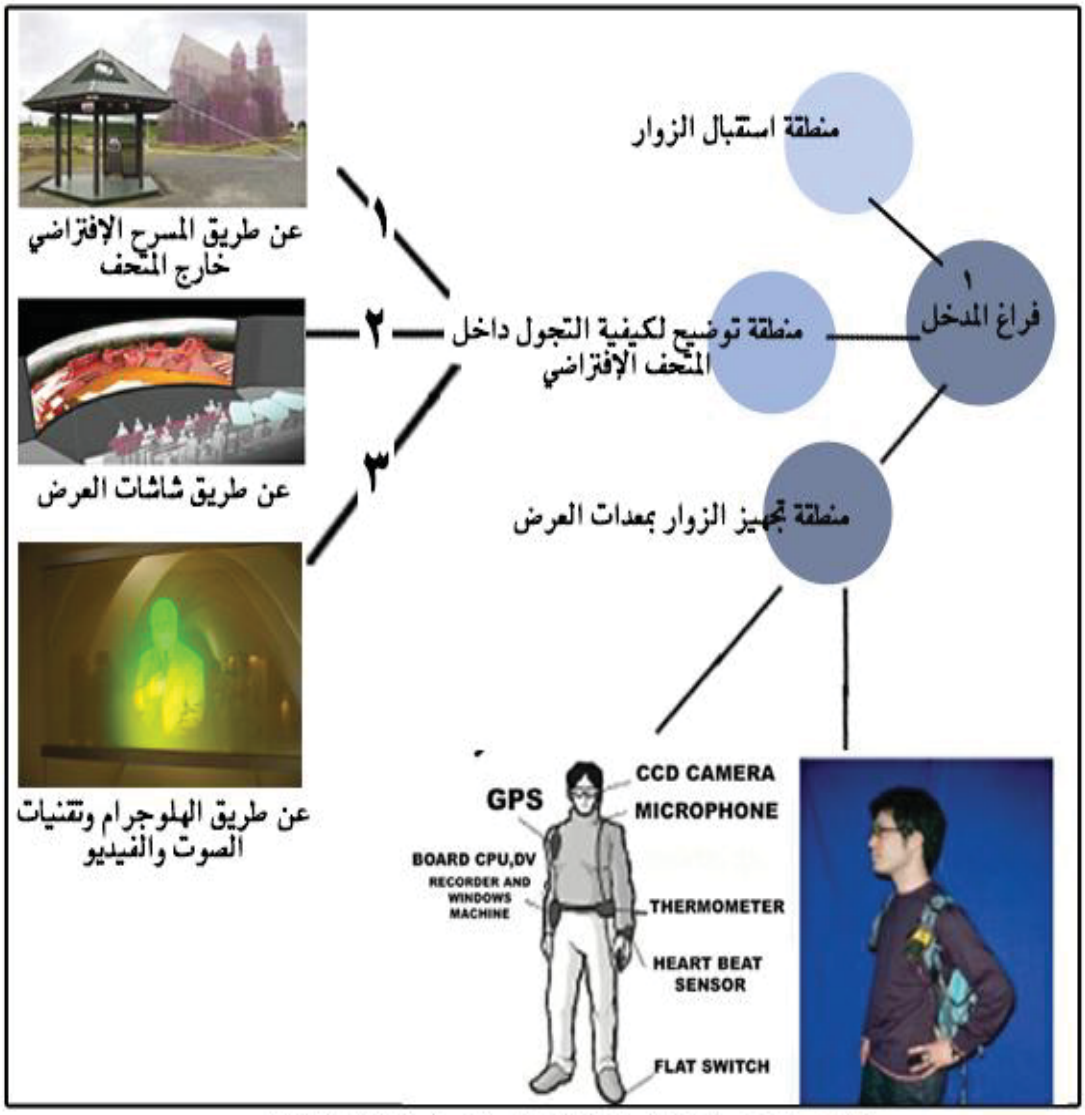
من المميزات التي أعطاها متحف الواقع التخيلي لزواره حرية الحركة داخل المتحف عبر تقنيات حديثة مثل Wireless Design فهذه الأنظمة تحتوي على أجهزة معقدة منها الثابت (Base) ومنها المتحرك (Mobile System)* متصلة بالعناصر الثابتة مثل فكرة الأقمارالصناعية واتصالها بالأرض فكل زائر يمتلك Satellite والذي يحتوي على Back Pack وقناع خاص بعرض الواقع التخيلي Headset وتقوم أجهزة الإحساس Sensors بتبادل نقل المعلومات واستشعار الحركة ونقلها إلى القاعدة وال Satellite لتقوم بالتوجيه، (شكل: ٤-٦).

(1)Speech at Museums, Civilization and development conference, Amman 1994.
Hooper-Greenhill, E.

*أجهزة اتصالات لربط الزائرين بقواعد البيانات.



شكل: ٤-٤: يوضح توزيع عناصر متحف الواقع الإفتراضي
المصدر: عن البحث



شكل: ٤-٥: مكونات منطقة المدخل لمتاحف الواقع الإفتراضي
المصدر: عن البحث

M **وحدات الإستشعار Sensors**:[1]

ووظيفتها نقل كل البيانات التي يمكن قياسها (الحركية – الصوتية – الحرارية - . .) الخاصة بالزائر إلى القاعدة (Base) والتي تقوم بعرض أو إيقاف وسائل العرض والتأثيرات المحيطة بالزائر. بالاضافة إلى امكانية استجابتها لبعض العوامل الاخرى مثل الأشعة المختلفة (الكهروموجية – تحت الحمراء) إضافة إلى شدة الاضاءة وغيرها من العوامل التي لايتسع المجال لذكرها.

M **وحدة التحكم Control unit**:[2]

وهي المسئولة عن نقل المعلومات إلى الكمبيوتر الرئيسي والذي يقوم بدوره بتحليل هذه المعلومة لمعرفة أي اتجاه سيسلك الزائر لاختيار السيناريو المناسب والذي سيراه الزائر عند سلوكه هذا الاتجاه.هذه المعلومة سيتم نقلها إلى نظام تحديد المواقع (Satellite) في الشبكة اللاسلكية المحلية داخل المتحف بالنسبة لهذا المستخدم، وطبقاً لهذه المعلومة سيتم توليد الصورة التخيلية المناسبة والتي سيراها المستخدم عند سيره في هذا الاتجاه، (شكل ٤-٦)، (شكل : ٤-٧).

M **البرمجيات المستخدمة Software**:[3]

جميع المحتويات التي نراها في المتحف التخيلي تتم إدارتها وتوليدها عن طريق برنامجين رئيسيين.

١ - Rendering engine:

والذي يقوم بعمل مسح وتجميع للمؤثرات البصرية الثلاثية الابعاد التي نراها.

٢ - Interactive engine:

محرك التأثيرات وهي تشمل المؤثرات السمعية والحركية. والتفاعل الذي يتم بين الزائر والعالم التخيلي يعتمد على موضع (مكان) هذا الزائر على خريطة العالم الإفتراضي، وإلى أي إتجاه ينظر، والاثنان يتم التحكم فيهما عن طريق ما يطلق عليه state machine ، هي التي تتحكم في بث أحداث العرض للظهور طبقاً لسلوك الزائر إزاء ما يراه. وبهذه الطريقة تم إستخدام ادوات العرض المبتكرة لتطوير أفكار العرض الإفتراضية لتصبح ممكنة.

- **الحركة داخل متحف الواقع الإفتراضي :**

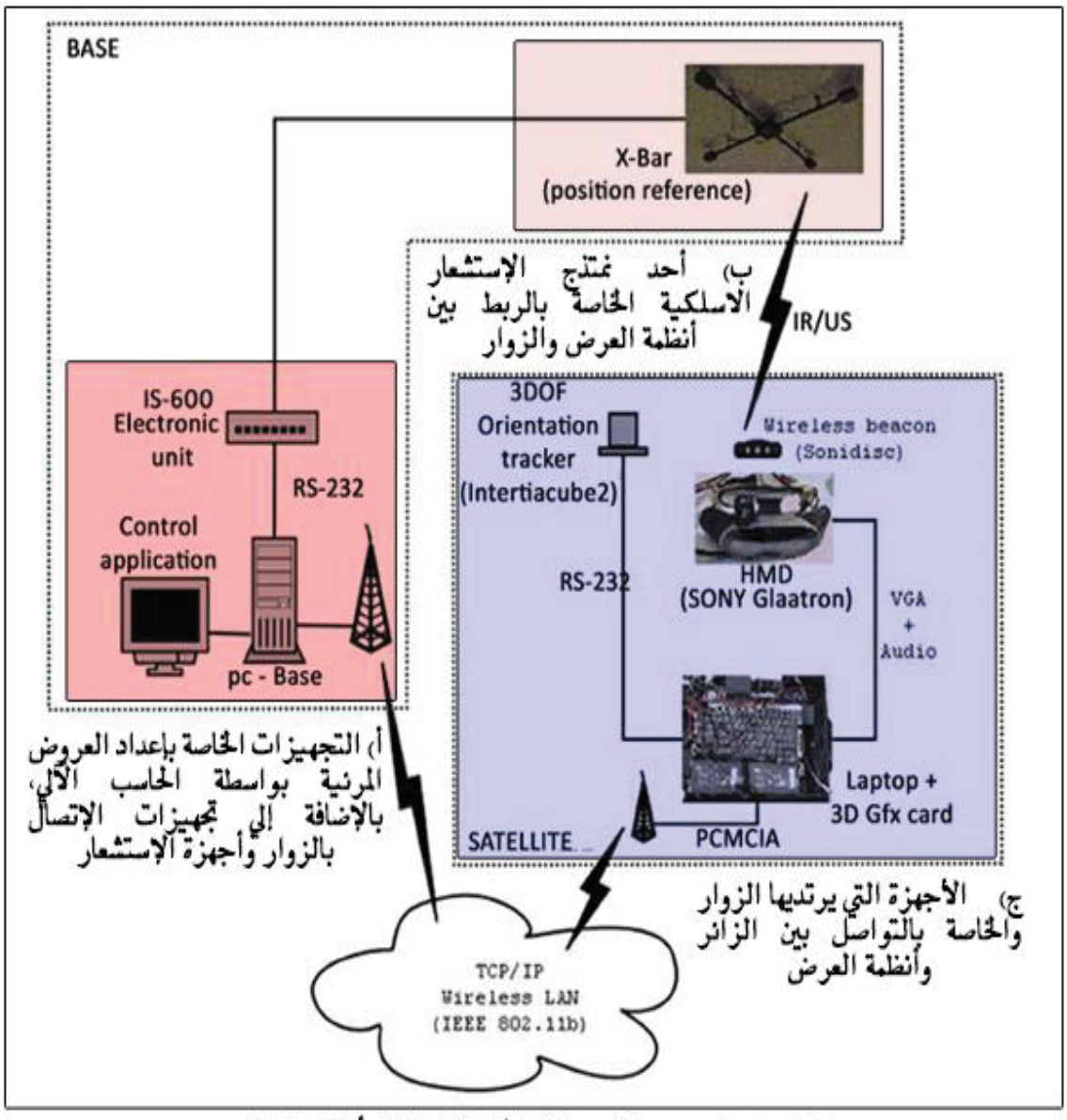
يوجد نمطين من الحركة داخل متحف الواقع الإفتراضي:

١ -النمط التقليدي للحركة داخل المتاحف بشكل عام (التقليدية) والذي يتجول فيه الزائر وينتقل من فراغ إلي آخر بشكل متسلسل ، وتكون الفراغات في هذه الحالة منفتحة علي بعضها ويشاهد الزائر العرض من خلال مروره بها. وقد استخدم في هذا النمط أفكار العروض بواسطة تطبيقات الواقع الإفتراضي دون وضوح تأثير للفكر المعماري علي فراغات هذا النوع من المتاحف علي مستوي الفراغات أو المواد أو التكوين أو العملية التصميمية ، وكان الدور الأكبر لمصممي البرمجيات والتأثيرات والحركة

(1)Mixed Realities: Improving the Planning Process by Using. **WÖSSNER, Joachim KIEFERLE and Uwe.** s.l. : Scientific Literature Digital Library and Search Engine.

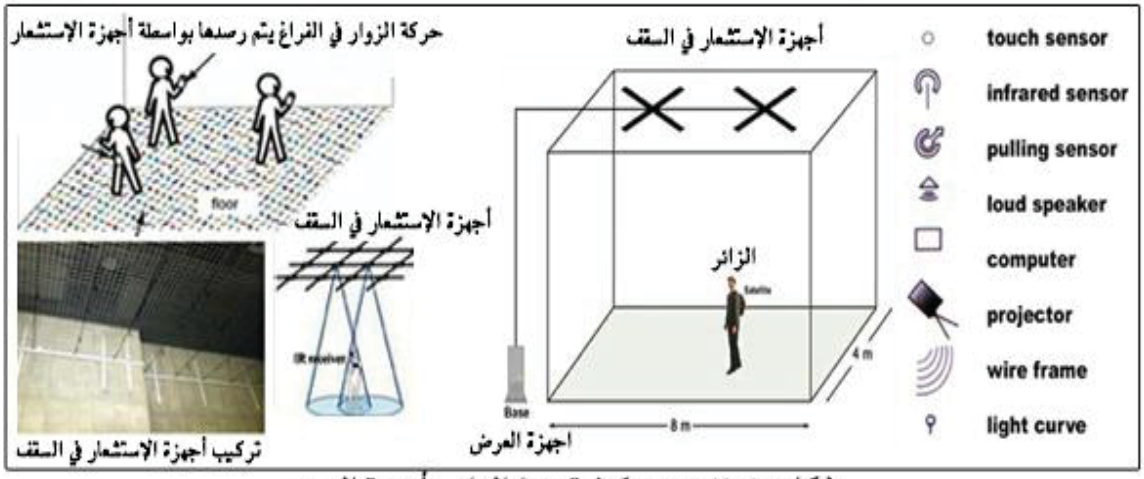
(2) speech at Museums, Civilization and development conference, Amman 1994. Hooper-Greenhill, E.,

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



شكل: ٤-٦: يوضح التجهيزات الخاصة بفراغات أو قاعات العرض

المصدر: Hirose, Michitaka. *Virtual Reality Technology*. The International Journal of Virtual Reality, 2006.



شكل: ٤-٧: يوضح كيفية ربط الزائر بأجهزة العرض

المصدر: Hirose, Michitaka. *Virtual Reality Technology*. The International Journal of Virtual Reality, 2006.

٢ ـأما النمط الثاني للحركة داخل متاحف الواقع التخيلي ، فهو الحركة الغير مقيدة بحدود الفراغ ، والذي يكون للزائر الحرية في الحركة والتنقل لمشاهدة ما يرغبه ، وهذا النمط ظهر نتيجة لتوجه بعض المعماريون نحو الإستفادة من تكنولوجيا المعلومات ، ودراسة تطبيقات التفاعل وكيفية تقديم العروض بشكل مبتكر للزوار ، ومن المعماريون الذين قاموا بهذا الدور المعماري لارس سباي بروك* Laurs spuy broek . ومن أهم الأعمال التي قام بها في هذا المجال مشروع متحف ال H2O** والخاص بدراسة المياه ومراحل تكونها. وأعتمدت الفكرة على وضع سيناريو يكون للمستخدم دور كبير فى تحديده وليس الشكل التقليدى للمتاحف (الصامتة أوالمتجمدة) فهنا التجربة مختلفة والوظيفة والحركة داخل الفراغ والمؤثرات عوامل إبهار ومفاجئة. حيث يضع الزائر فى زيارة تبتدء من المداخل وتنتهى إلى باب الخروج دون أى حوائط فاصلة فى مسار واضح. حيث يرتدى الزائر ملابس تقيه المياه فى بداية الزيارة ثم يترك ليخوض التجربة بنفسة، بدون تحديد لمسار الجولة، لكن العناصر المتحكمة فى هذا المسار هى عناصر التكنولوجيا. فالسقف عبارة عن شبكة أتصالات معقدة بها حساسات senses تعطى تحليل لمسار حركة الزائر، وبناءا على هذه الحركة تبداء تجربة التفاعل، فكل منطقة يمر بها الزائر مخصص لها برنامج يقوم بعرض أنشطة الماء فى الطبيعة فمرة يجد الزائر أن المياه تتبخر من الأرض من حوله، ثم يجد المياه تتجمع من فوقه لتكون سحاب، ثم يجد المياه تمطر مياه الأمطار، ثم فى أماكن تتحول إلى ثلوج فى تجربة مثيرة يطلق عليها العمارة التفاعلية أو (Interactive architectural)، (شكل: ٤-٨).

تكوين الفراغ في متاحف الواقع الإفتراضي:

يوجد نوعان من الفراغات لمتاحف الواقع الإفتراضي:

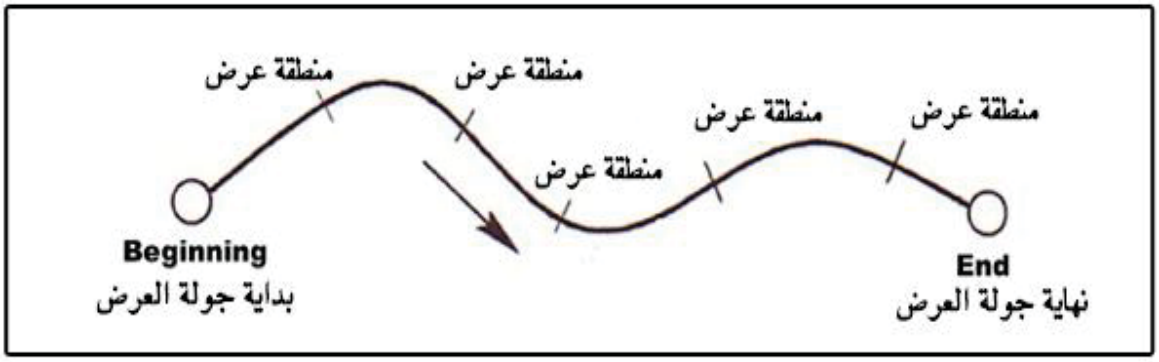
النوع الأول : الفراغات الإفتراضية عبر شبكة المعلومات ، وهذا النوع مرتبط بالمتاحف الحقيقية والتي تقوم بتوثيق معروضات المتحف، وتقديمها في صورة نماذج ثلاثية الأبعاد، وعرضها من خلال مواقع إلكترونية. وفي هذه الحالة يشاهد الزائر المتحف من خلال شبكة المعلومات في أي مكان حول العالم ، ويطلق علي هذا الفراغ الفراغ الإليكتروني.

النوع الثاني : الفراغات الحقيقية أو الواقعية المصمطة والتي لا تحتوي علي معروضات حقيقية (مادية) ولكن يتم العرض من خلالها في صورة نماذج محاكاة للعروض الغير حقيقية (غير مادية) وفي هذا النوع يكون للفراغ عدة خصائص:

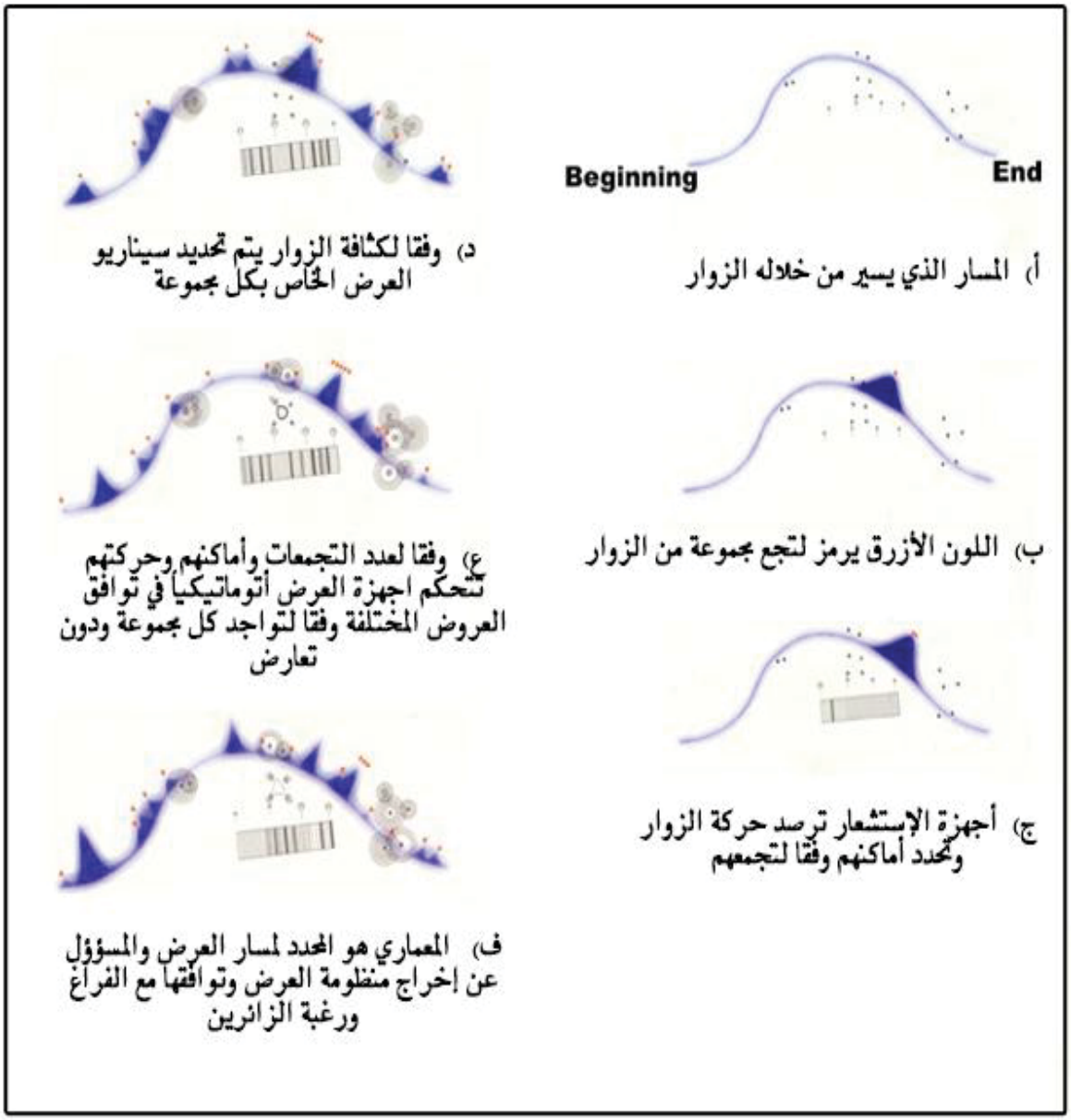
١ ـالفواصل بين الفراغات والعروض تحولت من الشكل التقليدي الذي تكون فيه الفراغات محددة للمسارات لكي تصبح فراغات مفتوحة وممزوجة ببعضها لكي تساعد علي فتح مجال الرؤية بين الزوار، ولتأكيد الشعور بطبيعة العروض ، وخاصة إذا كانت العروض المصممة بها مشاهد رؤية للطبيعة (في حالة العروض التي تقدم للتجول داخل الغابات أو الحضارات السابقة) والحركة من خلالها والصعود والهبوط من مكان إلي آخر، شكل (٤-٩)،(٤-١٠).

٢ ـالفراغ أصبح تصميمه متماشياً مع التقنيات المستخدمة في العروض والتي أصبح لها تجهيزات خاصة ، فنجد مثلاً ان المعماري Laurs spuy broek قد قام بتصميم متحف الماء علي شكل فراغ مستمر، وقام بتصميم السقف علي شكل قضيب مستمر تركب به كاميرات العرض ، وحساسات تتبع الزوار ويمكن أن تتحرك علي مسار القضيب لكي تساعد علي تحقيق التفاعل بين الزوار، شكل (٤-١١).

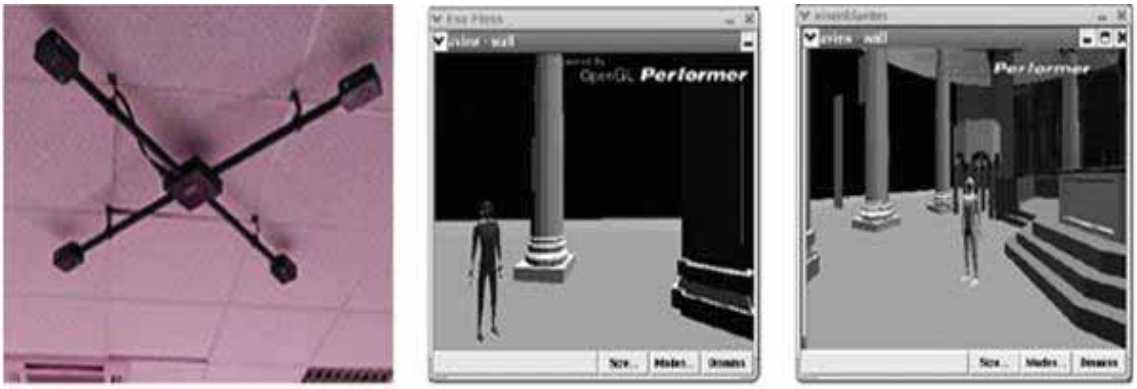
* سبق الإشارة إلي دوره في تطوير عمليات التصميم في الفصل الثاني من الباب الثاني ص ٧٠.
** تم توضيح فكرة المتحف والعرض في الفصل الثاني من الباب الثاني ص ٧٠.



شكل: ٤-٨: يوضح مسار الحركة في المتاحف التقليدية
المصدر : عن البحث



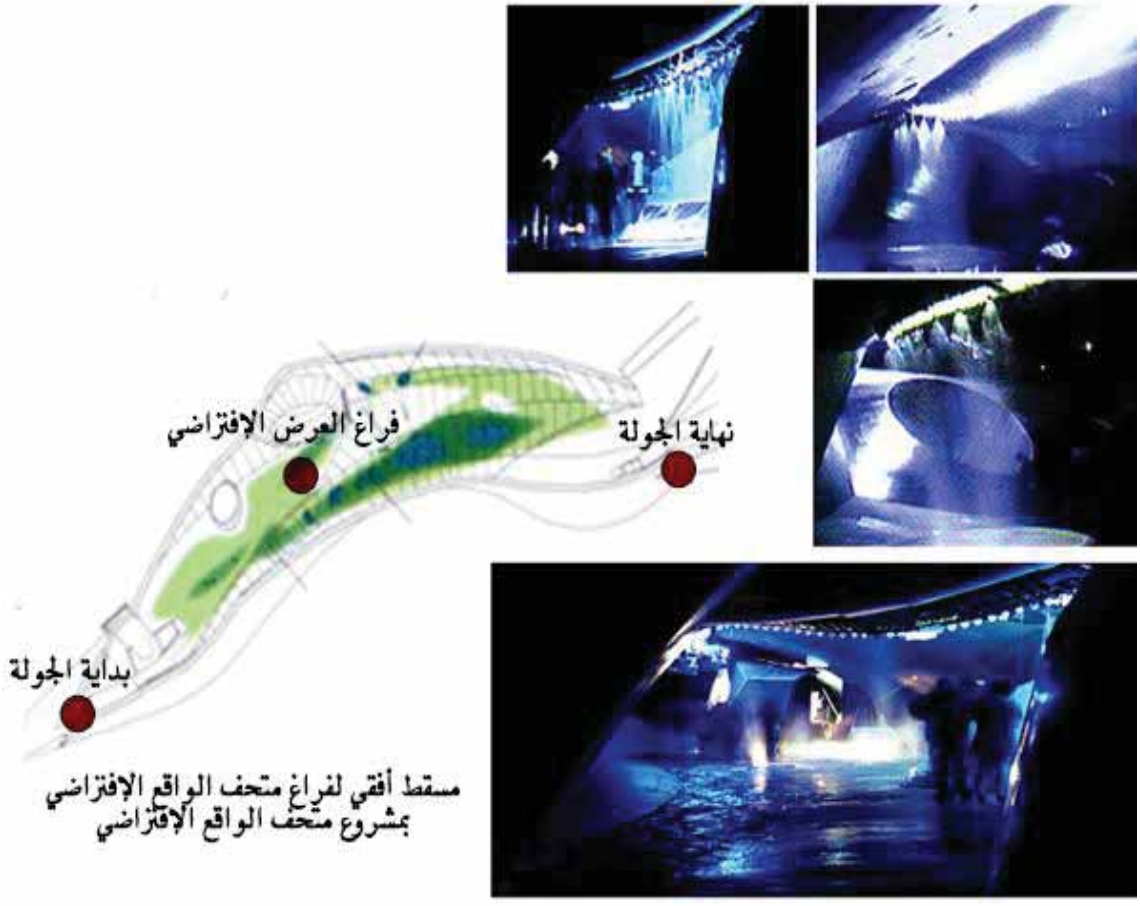
شكل: ٤-٩: يوضح مسار الحركة في متاحف الواقع الإفتراضية
المصدر : Spuybroek, Lars. NOX .London :Thames & Hudson, 2004



شكل: ٤-١٠

يتم رصد حركة الزوار وإنتقالهم من مكان إلي آخر بواسطة أجهزة الإستشعار

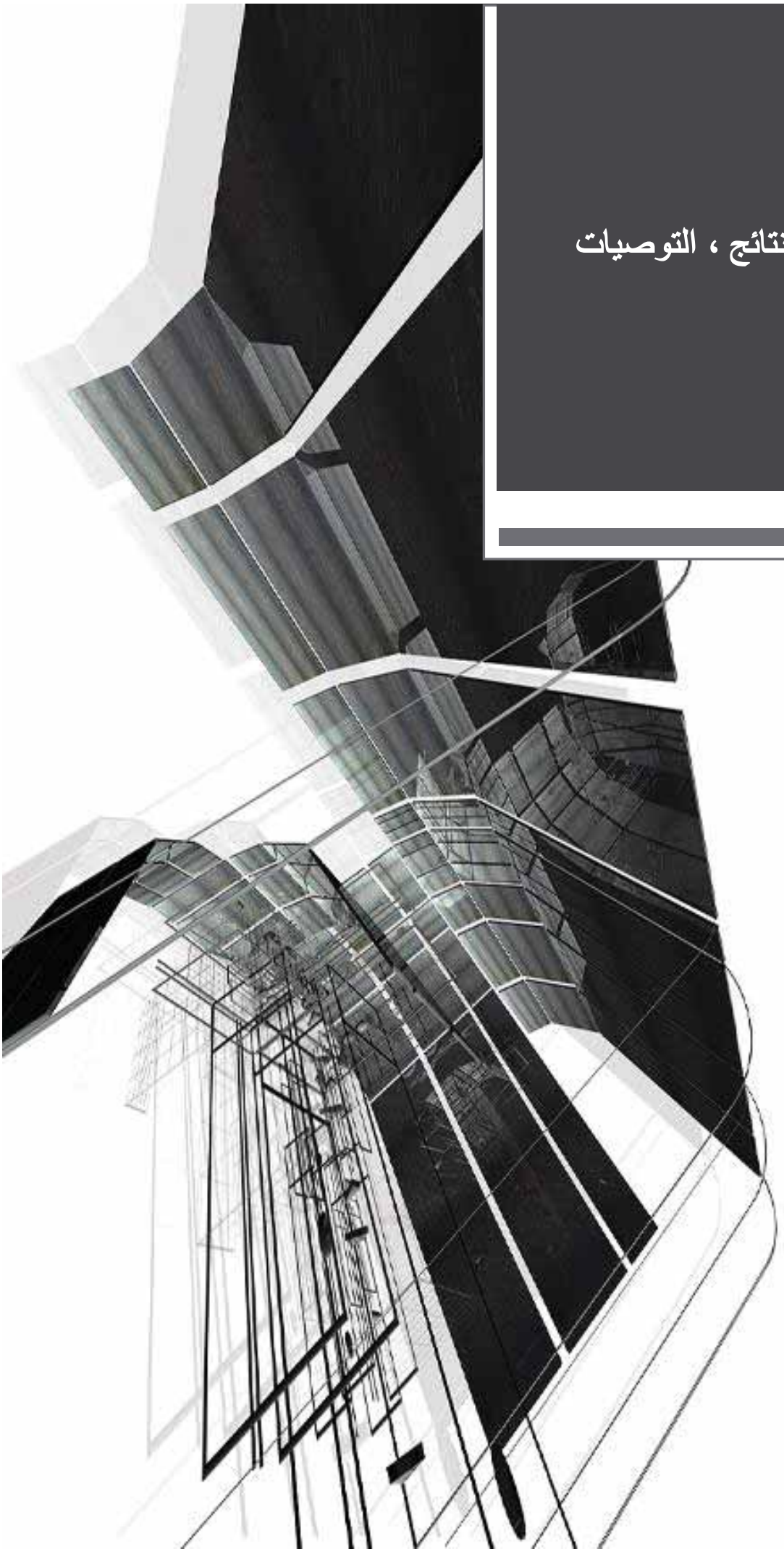
NETWORKING SUPPORT FOR COLLABORATIVE VIRTUAL REALITY PROJECTS IN NATIONAL, EUROPEAN
Fraunhofer Institute for Media Communication, :AND INTERNATIONAL CONTEXT. Ferdinand Hommes, Eva Pless. s.l.
.Schloss Birlinghoven, ٥٣٧٥٤ Sankt Augustin, Germany



شكل: ٤-١١يوضح الفراغات التفاعلية في متحف علوم الماء

المصدر : Spuybroek, Lars. NOX .London :Thames & Hudson, 2004

الخلاصة ، النتائج ، التوصيات



٥-١ الخلاصة

يتضح مما سبق أن تكنولوجيا المعلومات مرت بمراحل مختلفة إلي أن ظهر لها دور في العمارة هذه المراحل كانت كالتالي :

- **مرحلة الظهور والتطور :**

١ - للتكنولوجيا دور هام في التطور البشري، وأن هذا التطور يحدث في صورة عصور تحول أو موجات تحول، والتي مرت بصورة بطيئة عبر مئات السنين وزادت سرعة هذه التحولات مع حلول الثورة الصناعية في منتصف القرن الثامن عشر.

٢ - ظهرت تكنولوجيا المعلومات في منتصف القرن التاسع عشر وكان قوامها الكمبيوتر وأنظمة الإتصالات والتحريك الأتوماتيكي، ومرت بمراحل من التطور المتعاقب والمتسارع نحو الأسرع والأصغر والأنفع .

- **مرحلة ظهور تكنولوجيا المعلومات في العمارة :**

٣ - مرالكمبيوتر أهم عناصر تكنولوجيا المعلومات بستة أجيال ، وكان بداية ظهور دور للمعماري مع الجيل الثالث ، حيث كان الجيلين الأول والثاني في طور التطور، وفي حالة بطء لم يشجع المعماريون علي الإستفادة منه.

٤ - مع ظهور الجيل الثالث ظهرت البرمجيات للرسم والتصميم بمساعدة الحاسب الالـي. إلا أنهـا كانت في طور التجريب والاختبار ولم تصل بعد إلى الممارسة العملية والمهنية .

٥ - مع ظهور الجيل الرابع تطورت تطبيقات البرمجيات بشكل واسع في جميع التخصصات الهندسية، وبدأ إنتشار استخدامها في الممارسة العملية المهنية إلى جوار أدوات الرسم والتصميم التقليدية.

٦ - ومع ظهور الجيل الخامس تحولت كافة صور الممارسة العملية المهنية إلى صورة رقمية على مستوى أدوات التصميم والعملية التصميمية والإنتاج والتصنيع والتنفيذ. أما على مستوى المبنى فقد طور المعماريون التجريبيون علاقة المستخدم بالمبنى عن طريق التفاعل مع عناصر المبنى لتلبية احتياجاته الأساسية والترفيهية ، ومن أمثلة هذا النوع من المباني مباني متاحف الواقع الإفتراضي التفاعلية والتي تساعد على تقديم المعلومة من خلال تفاعل الزوار مع العناصر المعمارية (الحوائط والأسقف والأرضيات) التي تم دمجها مع عناصر الكترونية متصلة بالكمبيوتر لكي يتم تقديم المعلومات من خلالها. ومع هذا الجيل تطور دور المعماري إلى الدخول في مراحل إعداد البرمجيات ، كما أنه قام بتطوير أدآء المبنى من خلال قواعد البيانات التي يتم الاحتفاظ بها في وحدات للتحكم بحيث يتم الرجوع إليها .

٧ - في ضوء تقسيم الكمبيوتر إلي ثلاثة أنواع والتي تم تحديدها في كلاً من الكمبيوتر الرقمي والكمبيوتر التناظري والكمبيوتر الهجين، تم إستخدم الكمبيوتر الرقمي كوسط يتم من خلاله الرسم والتصميم ، وهو الشكل الشائع استخدامه في المكاتب المعمارية ، ومع تطور أجيال الكمبيوتر وظهور الكمبيوتر المحمول أصبح إستخدامه شائعا وسهلا في مواقع التنفيذ وخاصة عمليات المسح الرقمي وتحديد الإحداثيات ، وتم ربطه بأجهزة المكاتب الرئيسية عن طريق شبكة المعلومات ، الأمر الذي ساعد على توفير الوقت وسرعة اتخاذ القرارات.

٨ - تم إستخدام الكمبيوتر التناظري معمارياً في صورة أجهزة للتحكم في أنظمة المبنى وقياس الآداء البيئي، وإعطاء مؤشرات للتغييرات البيئية المحيطة وربطها بقواعد البيانات لتنظيم آداء المبنى ، وتم من خلال هذا النوع تطوير تطبيقات المباني الذكية .

٩ - كما تم استخدام الكمبيوتر الهجين بكثرة في المتابعة والمراقبة الأمنية كما يستخدم في متابعة أعمال الصيانة والآداء للتجهيزات التكنولوجية للمباني.

وبوضوح ظهور تكنولوجيا المعلومات في العديد من جوانب الحياة ، وإدماجها في العمل المعماري ، إتجه الفكر المعماري نحو البحث عن توظيف لهذه التكنولوجيا (تكنولوجيا المعلومات) في منظومة العمل المعماري ، مما إستلزم توضيح ماهية الفكر المعماري ، والذي تم التوصل إلي كونه المحرك للمنظومة المعمارية من خلال التعريف والذي بين أن الفكر المعماري هو الفكر القائم علي إيجاد التوازن التفاعلي بين الإنسان (بشقيه المادي والمعنوي) والبيئة (بشقيها المادي والمعنوي) ، وبإستخدام طرق ومواد الإنشاء المناسبة.

١٠ مرت العمارة في عصر تكنولوجيا المعلومات بمراحل من التطور شابهت التطورات التي أثرت علي العمارة في عصر الثورة الصناعية ، من ظهور أنماط جديدة للمباني وظهور نظريات وأفكار تعبر عن متغيرات الحياة الحضرية. حيث تلاشت الحدود بين الحقيقة والخيال وساعد التبادل اللامادي علي التواصل المباشر، وأصبح للإبتكارات الجديدة مردود علي العمارة والعمران، وساعدت التقنيات الرقمية علي سهولة إنتاج الأشكال مما فتح المجال للنحت والتشكيل الفراغي .

١١ لم يعد هناك حدود بين الحقيقة والخيال. حيث أن أنظمة الاتصال الحديثة أعادت صياغة العديد من المفاهيم. حيث لم يعد هناك فرق بين الزمان والمكان، (هناك خلط بين الزمان- المستقبل القادم والماضي المنقضي) ، وانهار البعد بين المكان (القريب والبعيد) وبناءً على ذلك تغيرت العديد من الثوابت، فلم يعد الانسان مقيد بالزمان أو المكان نتيجة لامكانية التواصل المباشر مع من يريد عبر شبكات الإتصال، واستخدمت تكنولوجيا المعلومات في العديد من التخصصات التي طُورت بما يتناسب مع امكانيات هذه التكنولوجيا.

١٢ تغيرت الحياة الحضرية وبدء المعماريون في التجاوب مع هذه المتغيرات وقام البعض بإعادة صياغة لفكرة التعامل مع الواقع الجديد ، وبناءاً على ذلك ظهرت بعض الأعمال التي تعبر عن ذلك على صعيد نتاج الأشكال، تغير الوظيفة، استخدام الأدوات التصميمية، ظهور أجيال جديدة من المعماريين. كما إستخدمت هذه التكنولوجيا في توليد أفكار وحلول وإتجاهات فكرية جديدة.

١٣ بناءاً على تغير وجه العمارة، بدأت تظهر تعبيرات ومصطلحات جديدة مثل عصر العمارة الرقمية، التمثيل الرقمي في ممارسة التصميم المعماري، التعبير الرقمي، التكامل الرقمي، المنظومة الرقمية، بل وأعيد النظر في نظريات العمارة ومناهجها، حتى **طرح تساؤل هام، هل مازال الشكل يتبع الوظيفة في عصر تكنولوجيا المعلومات؟ .. فكانت الإجابة للعديد من المعماريين بأن الشكل أصبح يتبع الأداة أو التقنية وفي عصر المعلومات أصبحت الأدوات تتيح كل ما يرغبه الإنسان.**

١٤ إقتصرت أدوات التصميم قبل دخول عصر تكنولوجيا المعلومات علي القلم ، الاسكتش ، والمصمم المعماري بما يملكه من أفكار ، كما إقتصر دور هذه الأدوات علي ترجمة أفكار المصمم فقط وظهر أهمية الإسكتش اليدوي في ترجمة أفكار المصمم وتبين أنها أفضل وأسرع طريقة يمكن أن يعبر بها المعماري عن أفكاره.

١٥ مع دخول عصر تكنولوجيا المعلومات إستحدثت أدوات جديدة في التصميم أهمها الكمبيوتر والبرامج المساعدة على التصميم ، ولكن دون أن يؤثر دخول هذه الأدوات على العملية التقليدية في وضع الأفكار الإبتدائية ، ولكن الذي إختلف هو إستخدام الكمبيوتر في مرحلة تطوير الأفكار وإختبارها حيث إعتبر لدى بعض المعماريين -فرانك جيري Frank Ghery- كوسط للتفكير،

واعتبره البعض امثال "Rappolt" الأداة التي اتاحت للمعماريين التفكير خارج الصندوق، وإعتبره البعض الآخر مثل المعماري نورمان فوستر أنه أداة العصر التي لا يمكن ان ننعزل عنها دون أن نوظفها في تحقيق أهداف تتناسب مع البيئة المحيطة وبما يساعد علي تحقيق الوفر في الطاقة (طبيعية أو آلية) والتوظيف الأمثل لها وهو توجه يساعد علي تحقيق مبادئ الإستدامة .

١٦ ظهرت صناعة البرمجيات ودخلت ولأول مرة في المجال المعماري في صورة إعداد برمجيات مساعدة على التصميم مرت بجيلين:

- **الجيل الأول:** وهو البرامج المساعدة على التصميم مثل الـ CAD في صورة رسومات ثنائية الأبعاد 2D، ونماذج ثلاثية الأبعاد 3D، وهذا الجيل كان يقارب عملية الرسم والتصميم التقليدية. إلا أنه أتاح مميزات جديدة من الدقة وسهولة المسح والتعديل والنسخ والتكرار، مما ساعد على سرعة الإنجاز وتوفير الوقت. أمّا في التخصصات الأخرى سهل الحسابات الإنشائية والميكانيكية والكهربية والبيئية نتيجة لقدرة الكمبيوتر على تخزين المعلومات ومعالجتها. إلا أنه إفتقد عدم وجود ترابط بين التخصصات المختلفة ببعض. كما أن المشروع يُدرس في صورة رسومات منفصلة يتم تجميعها وربطها ببعض في مراحل منفصلة، مما ينتج عنه تعارضات كثيرة وعدم سهولة تطوير التصميم، وتم ذكر أهم برامج هذا الجيل وما تقدمه من امكانيات.
- **الجيل الثاني:** وهو جيل النماذج الرقمية – نماذج الـ BIM. وهذه النماذج عالجت مشاكل الجيل الأول ، وسهلت تطوير المشروع. حيث أن المصمم يقوم بالتصميم في صورة نموذج محاكي للواقع، وفي نفس الظروف المحيطة بيئياً وانشائياً. بل ويمكن رصد حركة المستخدمين من خلال برامج محاكاة، وتجريب لما يمكن أن يحدث من حركة (فعل ورد فعل) اتجاه المبنى، كما حققت هذه النماذج التكامل بين فريق التصميم لتلافي التعارضات التي تحدث اثناء تطوير المشروع، ومكنت المصمم من الوقوف على أداء المبنى وتقييمه وفقاً لأفكاره التصميمية.

١٧ ساعد الحاسب الآلي المعماريون علي إكتشاف أبعاد جديدة أثناء عملية التصميم ، ليفتح لهم المجال إلى عالم جديد ونظريات جديدة ظهرت نتيجة لأربعة عوامل كانت نتيجة لتفاعل المصمم مع ما أتاحته الأداة وهي:

١. التمثيل والمحاكاة رقمياً للواقع وإدراك أبعاده.
٢. سهولة توليد الأفكار والتكوينات.
٣- امكانية التقييم للأفكار في مراحل التصميم المبكرة.
٤- إمكانية قياس أداء المبنى وتحديد مدى تحقيق التصميم للهدف المرجو منه.

ومن خلال تناول تجارب العديد من المعماريين الذين إستخدموا وطوروا تقنيات تكنولوجيا المعلومات ، وعرض أعمالهم السابقة في فترة ما قبل عالم تكنولوجيا المعلومات ، ظهرت مقومات تدل علي التأثير على الفكر المعماري ، وعبر البعض عن ذلك من خلال ثلاثة إتجاهات :

أ- في صورة عمارة نحتية متحررة من قيود الأشكال التقليدية ومتجه نحو عدم الإنتظام في الشكل أوالفراغات أوالأسطح ، وكان المعماري فرانك جيري علي رأس هؤلاء المعماريون .

ب- وعبر البعض الآخر عن تغير المضمون وتحويل المبنى إلى ما يشبه الكائن الحي واستغلال فوائد التكنولوجيا ومبادئ العمارة الذكية في تحقيق الاستدامة مثل نورمان فوستر.

ج- استفاد البعض من امكانيات هذه التكنولوجيا في تطوير المناهج والنظريات التصميمية وإعادة تعريف العمارة من خلال أعمالهم في صورة العمارة التفاعلية والعمارة المتحركة (عكس العمارة الساكنة) والعمارة الإعلامية والمعلوماتية (عكس العمارة التقليدية الجامدة) والعمارة التفاعلية (عكس العمارة غير المتفاعلة) ، ومن هؤلاء كل من المعماري فـان بن بركل (مجموعة UN Studio) ، والمعماري لارس سباي بريك (مجموعة نوكس NOX).

١٨ ترابط العلاقة بين أدوات التصميم والعملية التصميمية وعملية التصنيع والإنتاج والتنفيذ في عصر تكنولوجيا المعلومات ، حيث يحتاج المصمم منذ بداية وضع الأفكار الأولية أن يتواصل مع المنتجين والمصنعين للإستفادة من أفكارهم في تطوير التصميم والوقوف على أفكار إبداعية بسيطة من خلال خبرات المصنعين والمنتجين الرقميين.

١٩ وضوح أهمية التعرف على مراحل الإنتاج والتصنيع الرقمي وفنياتها ، وإستراتيجية التعامل مع الأسطح والتكوينات ومدي تأثير دور تكنولوجيا المعلومات في هذه المراحل ودورها في الربط بين عمليتي التصميم والتصنيع، حيث أن العديد من المعماريين وعلى رأسهم فرانك جيري طوروا إتجاهاتهم المعمارية ، وأوجدوا حلولاً ومعالجات جديدة كانت نتاج التفاعل مع هذه العملية.

٢٠ ظهور مبادئ جديدة للتصميم بناءً على تطور تكنولوجيا المعلومات في مجال الانتاج والتصنيع، وظهور ثقافة البرمجة Programming Culture التي أتاحت التعامل مع الأشكال والأسطح وفقاً لأسلوب ومراحل التنفيذ، ودور برنامج مثل برنامج (CATIA) في ربط المصمم بالشكل النهائي للمشروع وتجريب بدائل متعددة لتركيب الغلاف والتكسيات المستخدمة ومدى إمكانية إستخدام المواد المناسبة لتشطيب هذه الأسطح.

٢١ تطور الفكر المعماري كان نتاج تفاعل المصمم مع كل من: الأدوات، والإنتاج، والتصنيع الرقمي والذي بدوره قام بتطوير العملية التصميمية بما يتناسب مع احتياجات العميل.

٢٢ أهمية دور المعماري كقائد للعمل المعماري في الاستفادة من استخدامات التكنولوجيا في المجالات الصناعية والعلمية المعاصرة مما ساعده على تسهيل عمله وتحقيق أهدافه.

٢٣ العلاقة بين تطور الفكر المعماري وتكنولوجيا المعلومات أفرزت أفكار إنشائية جديدة كانت نتيجة لمساعدة الحاسوب في القدرة على حساب هذه الأشكال والتكوينات كما ساعد الحاسوب على إمكانية إنتاجها وتصنيعها.

٢٤ نتيجة لما أتاحته تكنولوجيا المعلومات للفكر المعماري من امكانيات، اتجه المعماريون إلى الطبيعة واستخدام أشكال غير مستخدمة من قبل وكان لهذا الاتجاه إستخدام أشكال معقدة أحياناً تحقق الصدمة البصرية نتيجة لعدم الإعتياد علي هذه الأفكار، ومن هذه الأعمال استاد عش الطائر لكرة القدم والذي افتتح في دورة بكين في الصين عام ٢٠٠٨.

٢٥ إستخدمت الأسطح غير المنتظمة والتي يطلق عليها (NURBS) في التكوينات الإنشائية كأحد روافد التطور التقني لتكنولوجيا المعلومات وقدرتها علىالتحكم في هذه الأسطح والتكوينات.

٢٦ تم تطوير العديد من برامج الحاسوب لكي تساعد على حل الصعوبات الإنشائية نظراً للجوء المعماريين إلى استخدام أشكال غير نمطية وتكراراها بشكل غير منتظم، الأمر الذي يحتاج إلى برامج وتكنولوجيا تساعد على تلافي الأخطاء وتحقيق الدقة.

٢٧ أهمية تكوين مجموعة من فرق العمل المختلفة (التصميم المعماري، الإنشائي، التصنيع) ومناقشة صعوبات الفكرة التصميمية لإيجاد حلول مبكرة لها والاستفادة من خبرات فريق العمل. وهو

ما قام به المعماري نورمان فوستر في العديد من أعماله (استفاد المعماري نورمان فوستر من خبرات مكتب بولوهابول الإنشائية والمصنعين في حل الفكرة المعمارية لسقف متحف الـ (Great Court).

٢٨ ساعدت تكنولوجيا المعلومات على تجريب العديد من الحلول والتكوينات الإنشائية للوصول إلى الحل الأمثل، والشكل المناسب للفكرة، وهذا التأثير على الفكر واضح حيث أن الإختيار النهائي للفكرة كان نتاج تفاعل كامل بين فكر المصمم وإمكانيات الأداة.

٢٩ إستخدمت المواد التقليدية كالأحجار والأخشاب والطين ،.... في الحضارات السابقة إنشائياً وتشكيلياً ، وتميزت خصائص هذه المواد الساكنة بأنها لا تتغير، ومع إكتشاف المواد الذكية التي تغير من خصائصها الداخلية نتيجة لما يحدث من تأثيرات من البيئة المحيطة ، مما يؤدي إلي تغير ألوانها أو أشكالها أو طاقتها الداخلية، الأمر الذي فتح الطريق إلى التفكير في كيفية الاستفادة من هذه المواد. وفتحت وكالة ناسا لأبحاث الفضاء الطريق نحو إستغلال وتوظيف هذه المواد في العديد من مجالات الحيوية والعلمية، واستخدمت من قبل الجيش الأمريكي في طائرات التجسس والحرب الإلكترونية مما أدي إلي تغيرات في استراتيجيات الحروب ، كما إستخدمها مصممي الأزياء في وضع أفكار جديدة للملابس مثل الفستان الذي يغير شكله مع تغير أوقات اليوم، وفي السيارات والعديد من مجالات التصميم.

٣٠ بدء المعماريون التجريبيون في طرق باب المواد الذكية والإستفادة منها في مجالات التصميم والابهار الضوئي ، وكذلك الملائمة والاستدامة مع البيئة المحيطة (من هؤلاء المعماري نورمان فوستر)، وظهرت أفكار البيوت الذكية بناءً على تزاوج هذه المواد مع تكنولوجيا المعلومات والتحكم الأوتوماتي عن بعد.

٣١ إستخدمت هذه المواد لرصد العديد من التغيرات المحيطة، مثل الصوت والضوء والحركة والحرارة والبرودة، .... ووظفت بما يخدم أغراض العملاء ويحقق الرفاهية.

٣٢ تعامل بعض المعماريون مع هذه المواد وأنظمة التحكم على أنها مستقبل العمارة وبدأو في اعداد أفكاراً مستقبلية لما يمكن أن يكون عليه المبنى في المستقبل.

٣٣ مر الفراغ بمراحل متعددة شهدت التغير في الشكل والتكوين والوظيفة كنتيجة لتطور أنظمة البناء، إلا أن دخول عصر المعلومات أوجد تغير مختلف عن التغيرات السابقة، ليس فقط في الشكل ولا في المضمون، ولكن قل الإحتياج إن لم يكن انعدم للعديد من الوظائف التي استبدلت بتكنولوجيا جديدة مثل فراغات التخزين والأرشيف لظهور تكنولوجيا جديدة من التخزين من خلال الأقراص المدمجة ووحدات التخزين من خلال الكمبيوتر، قاعات المحاضرات وصالات الإجتماعات، نتيجة للتواصل عبر شبكات الاتصالات وتطور أنظمة المكتبات لتتحول إلى المكتبات الإلكترونية، وكذلك العديد من عناصر الفراغ مثل الحائط الإلكتروني e-Wall، الأرضية الإلكترونية e-Floor ، السقف الإلكتروني e-Roof، النوافذ الإلكترونية e-Roof ، هذه التغييرات ستعيد النظر في مدى أهمية الإحتياج إلى فراغات الواقعية الثابتة، للتحور إلى الفراغات الإفتراضية، عبر عوالم إفتراضية Virtual Communities ستؤثر على تحول معظم عناصر المدينة إلى عوالم إفتراضية، وتحول الفراغ إلى فراغ إلكتروني.

٣٤ كما ستؤثر وسائط المعلومات والوسائط المتعددة على تحول الفراغ إلى وسط لنقل المعلومات. مما سيؤكد على قلة إحتياج مستخدم الفراغ إلى العديد من الخدمات التي تحتاج للإنتقال وهو ما سيؤثر على هذه الفراغات ومدى الإحتياج لها.

٣٥ ومن خلال هذه التطورات سيواجه الفكر المعماري إشكالية التعامل مع الفراغ في عصر تكنولوجيا المعلومات، في ظل تطور كل ما يخص الحياة من أمور غير واضحة وغير محددة الإتجاه.

٣٦ ومن خلال هذه الطفرة، سيدمج العديد من الفراغات وسيستغني عن البعض الآخر، وسيظهر أنماط جديدة من المباني التي تحتوي على وظائف عدة واستخدامات هجينة ليتأكد لنا أن الفراغ في عصر تكنولجيا المعلومات أصبح له شكل جديد.

١. الفراغ الهجين Hybrid Space.

٢. الفراغ الإلكتروني Cyber Space.

٣٧ ومع تحول الفراغ إلى فراغ إفتراضي أو فراغ إلكتروني سيتحول أيضاً المعماري إلى المعماري الذي يمارس مهنته في عالم افتراضي ويقوم بتصميم عوالم افتراضية لكي يستخدمها الزوار والمتعاملين على شبكة المعلومات.

٣٨ ومن خلال استخدامات المواد الجديدة ظهر بُعد جديد في العمارة، وهو تحول المبني الى مايشبه الكائن الحي حيث اتاحت المواد الذكية تكوين أنظمة للشعور والإحساس بالبيئة المحيطة.

٣٩ ومع التطورات المجتمعية والمهنية نتيجة للتأثر بتكنولوجيا المعلومات، بدأ الفراغ بالتلاشي أو التحول إما إلي الفراغ الهجين أو إلى الفراغ الإفتراضي. مما ادي إلي تغير فلسفة الفراغ ليتحول إلى وسط لنقل المعلومات.

٤٠ هذه التحولات السابقة في كل عناصر المبنى (الهيكل والتكوين الإنشائي، المواد، الفراغ والوظيفة) تؤكد على التأثير الذي أحدثته هذه التكنولوجيا على الفكر المعماري، بل وفي مفاهيم وثوابت العمارة والعمران.

النتائج:

١. أجابت الدراسة عن التساؤلات التي طرحت في الإشكالية البحثية عن ماهية التكنولوجيا، ودورها في التطور البشري، وتأثيرها على الحياة العاصرة. ووضح أن هذا التاثير كان له بالغ الأثر في التأثير على الفكر المعماري بإعتبار أن أي منتج معماري هو منتج إجتماعي إنساني من الدرجة الأولى، ويحقق الوظيفة والجمال وينتج عن طريق المصمم المعماري، والذي يعتبر محوراً رئيسياً بشخصه والمامه بالفن والعلوم وظروف العصر والمجتمع.

٢. كما أجابت عن ماهية الفكر، ومتى بدات استخدامات تكنولوجيا المعلومات في العمارة، وكيف إستفاد المعماريون من امكانيات هذه لتكنولوجيا، حيث وضح أن التأثير لم يعد تأثير على الفكر المعماري فقط بل على العمارة ككل، ووضوح هذا المعنى في أعمال رواد إستخدامها مثل فرانك جيري ونورمان فوستر، وعلى الأجيال الجديدة من المعماريون والذين أطلق عليهم المعماريون التجريبيون، وظهر إلى أي مدى تغيرت منظومة العمل المعماري إلى المنظومة الرقمية التي تعمل من خلال التكامل الرقمي، التمثيل الرقمي.

٣. تحول العمارة إلى عصر العمارة الرقمية، والتي من أهم سماتها التغير والتطور السريع، والتواصل مع تكنولوجيات العصر والتطور معها.

٤. وضوح تأثر الفكر المعماري بأدوات تكنولوجيا المعلومات وقدرتها على تحقيق أفكاره وخياله، ليقول البعض بأن الشكل أصبح يتبع الأداة، والأداة أصبحت تتيح كل ما يرغبه المعماري.

٥. لقد تأكد من خلال الدراسة تحرر المعماري من قيود العمارة الرسمية، والتوجه نحو الطبيعة بكل ما تملكه من كنوز وأفكار وعمارة كونية، وتحرير شكل الغلاف الخارجي من قيود الإستعمال الداخلي والتوجه نحو الإبهار التقني.

٦. كما توجه الفكر المعماري نحو مواد جديدة لم تستخدم من قبل وهي المواد الذكية التي استخدمها في دمج المبنى مع المحيط البيئي.

٧. كما تفاعل الفكر المعماري مع متغيرات العصر ومتطلباته ومع الاحتياجات الوظيفية الجديدة. ليتغير مفهوم الفراغ إلى وسط لنقل المعلومات، فراغ افتراضي، فراغ هجين، أو إلى التلاشي تماماً.

٨. ظهرت أنماط جديدة من المباني التي إعتمدت على ما أتاحته تكنولوجيا المعلومات من إمكانيات، وتعامل معها الفكر المعماري في صورة مباني تجمع بداخلها هذه التقنيات، وتحويل المبنى إلى التفاعل مع الإنسان ، والترفيه الرقمي، والتعليم عن بعد وتحقيق الخدمات عن بعد، والتواصل مع أفراد العائلة عن بعد.

٩. تطورت نظريات ومناهج التصميم وأساليب وتقنيات التنفيذ بشكل متسارع أدى إلى كثرة الإتجاهات الفكرية وتنوعها.

١٠. ولكن يبقى العديد من التساؤلات إلى أين ستصل بنا هذه التكنولوجيا، وهل سيستمر بنا الشكل الكلاسيكي للمدينة الراسخة والثابتة في الأذهان، وهل سيظل دور المعماري كما هو؟

٥-٢ التوصيات:

١. موضوع تكنولوجيا العلومات وتأثيرها على العمارة بشكل عام والفكر المعماري بشكل خاص من الموضوعات الخصبة والحديثة والتي لا تزال الرؤية غير واضحة إلى أي مدى ستصل بنا وإلى أي مدى سنستفيد منها، ولذلك يُوصى بالإنتباه إليها كتكنولوجيا معاصرة، وزيادة وتكثيف الدراسات في تطبيقاتها وامكانياتها.

٢. ضرورة تطوير النظم الأكاديمية للتعليم المعماري وتشجيع الطلاب على التعرف على أدوات التصميم والبرمجيات الحديثة وكيفية تطوير مراحل التصميم من خلالها.

٣. أهمية متابعة تطور نظريات التصميم والمناهج التي تحولت نظريات للتصميم الرقمي لكي تساعد في حل المشاكل التصميمية بطرق جديدة وإتاحة أفكار مختلفة.

٤. أهمية الإستفادة من التطور الذي أحدثته تكنولوجيا المعلومات على الإنتاج والتصنيع والتنفيذ الرقمي مع دراسة واقع العمل في المنطقة العربية ومعرفة إلى أي مدى يمكننا الإستفادة منها.

٥. مع تحرر المعماري من إشكالية ربط الغلاف الخارجي بالإستخدام الداخلي نرى انه من المفيد قيام دراسات على توضيح نوعيات المباني التي من الممكن أن تستفيد من هذه الميزة والتي من الممكن أن تفتح المجال أمام الفكر المعماري لإبداع أفكار جديدة.

٦. من واقع الدراسة ، ومن خلال التغييرات التي احدثتها تكنولوجيا المعلومات على الحياة المعاصرة ومنها الوطن العربي نجد أننا تحولنا إاى مستهلكين لأعمال الكثير من المعماريين الغربيين وتحول بعض بلدان المنطقة العربية نحو السعي بسرعة لنقل أحدث ابتكاراتهم وأعمالهم التي تقدم الإبهار التقني، ولذلك يوصي بدراسة عواقب هذه التحولات على اقعنا وعمارتنا المحلية.

٧. التشجيع على متابعة كل ما هو جديد ومتاح في ساحة العلوم الأخرى والاجتهاد في جلب الإستفادة من هذه العلوم فيما يساعد على تطوير العمل المعماري.

٨. قوة تكنولوجيا المعلومات في تحقيق التواصل المباشر وعبر أنظمة الإتصالات والواقع الإفتراضي مما يساعد على التوجه نحو تطوير المنظومات الخدمية والترفيهية و الإستفادة من هذه الإمكانيات ودراسة كيفية تحقيق التوافق بين المبنى ومستخدميه من خلال تطوير الفراغات وأنظمة التفاعل بين المبنى والزوار أو الستخدمين.

٩. من خلال واقعنا في المنطقة العربية ، يوصي بتعزيز وتطوير منظومة التصميم التقليدية وتحويلها إلي منظومة للتصميم الجماعي بدلاً من المنظومة القائمة على الأفراد وربطها بالتقنيات المعاصرة ، وذلك بهدف التغلب على الصعوبات والتعقيدات التقنية في مرحلة مبكرة.

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر العربية:

أ) الكتب :

١) **عوض مختار هلودة.** المراكز التكنولوجية. القاهرة : المكتبة الأكاديمية، ١٩٩٩. كراسات علمية.

٢) **نبيل علي.** تحديات عصر المعلومات. القاهرة : دار العين للنشر، ٢٠٠٣.

٣) **علي رأفت.** ثلاثية الإبداع المعماري ، عمارة المستقبل. القاهرة : مركز أبحاث انتر كونسلت، ٢٠٠٧.

٤) **علي رأفت.** ثلاثية الابداع المعماري ، الابداع المادي في العمارة ، البيئة والفراغ. القاهرة : مركز أبحاث انتركونسلت، ١٩٩٦. المجلد ط١.

٥) **رينر بانهام .**عصر أساطين العمارة. [المترجمون] سعاد عبدعلي مهدي. بغداد : دار المأمون، ١٩٨٩.

٦) **محمد محمد الهادي.** تكنولوجيا المعلومات وتطبيقها. القاهرة : دار الشروق، ١٩٨٩.

ب) المجلات والدوريات :

٧) **مشاري بن عبدالله النعيم.** مكتب (أوف اراب) Ove Arup - لندن. *مجلة البناء السعودي*. أكتوبر ، نوفمبر، ٢٠٠٤، صفحة ٩٨.

٨) **طارق عبد الفتاح طارق النعيم.** عمارة مذهلة للقرن الجديد. متاحف جزيرة السعديات - *ملتقي لثقافة وفنون العالم*. يوليو، ٢٠٠٧، الصفحات ٤٦-٦٥.

ثانياً : المصادر الأجنبية::References

9) **A.jenks, Charles.**The language of post-modern architecture .London :Academy Edition, 1984.

10) **Abel, Chris.**ARCHITECTURE,TECHNOLOGY AND PROCESS .Oxford :Architectural Press, 2004.

11) **Addington, D .Michelle and Schodek, Daniel L.**Smart Materials and New Technologies .Burlington : Architectural Press, 2005.

12) **Alvin, Toffler.**The Third Wave, Balman, 1981.

13) **Aouad, G., Child, T., Marir, F .and Brandon, 1997 .**(*Open Systems for Construction*) OSCON .(Final Report)DOE Funded Project .(Salford :University of Salford . http//:www.scpm.salford.ac.uk/siene/osconpdf.pdf .

14) **Aprile, Walter and Mirti, Stefan .** Architectural Design , Helen Castle .4dspace : Interactive Architecture .Jan/Feb 2005, 75 No.1.

15) **Archer, I. and Nabdam compounds,** Northen Ghana, in shelter in Africa, Oliver, Barrie & Jenkins,1971 .

16) **Bell, Daniel.**The Coming of Post -Industrial Society :A Venture in Social Forecasting . London :Basic Books, 1976.

17) **Brandon, Peter, Kocat ¨ urk, Tuba and J .Mitchell, William.** Virtual Futures for Design,Construction & Procurement .s.l. :Wiley-Blackwell, 2008.

18) **Brayer, Marie Ange and Simonot, Beatrice.** Archilab's -Future House .London : Thames & Hudson, 2002.

19) **Broadbent, Geoffrey.** Design in Architecture .London :John Wiley & Sons, 1973.

20) **Bullivant, Lucy.** Intelligent Workspaces .4d Space:Interactive Architecture .Jan/Feb 2005.

21) **C .Elsenpeter, Robert and J .Velte, Toby .**Build Your Own Smart Home .New York : McGraw-Hill, 2003.

22) **Canada, Scientific Council of.** Planning now for an information socity -Tomorrow is too late .s.l. :1982.

23) **Cornick, Tim.** Computer -Integrated Building Design .London :Taylor & Francis; 1st ed edition , 2005.

24) **Danial, Bell.** The Coming of post industrial Society .s.l. :Basic Book .

25) **Dikbas, Atilla and Scherer, Raimar.** eWORK AND eBUSINESS IN ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION .London :Taylor & Francis, 2004.

26) **Droege, Peter.** Intelligent Environments Spatial Aspects of the Information Revolution .Amsterdam :JAI Press, 1997.

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

28) **Eddy K r ygiel, B r a d l e y N i e s.** Green BIM:Successful Sustainable .Indianapolis, Indiana :Wiley Publishing, 2008.

29) **Engeli, Maia .2001.** Bits and Spaces . Zurich :Birkhäuser Basel, 2001.

30) **Gehry, F .and Gehry Talks :** architecture +process, Thames & Hudson, 1999.

31) **Gehry, Frank .2007.** Digital Architecture .Hyper bodies .October 12, 2007.

32) **Hani Rashid,** Designboom interview, New York,2002.

33) **Hight, Christopher.** Architectural Principles in the Age of Cybernetics .Oxon : Routledge, 2008.

34) **Hinte, Ed van and Neelen, Marc.** Smart Architecture .Rotterdam :010 Uitgeverij, 2003.

35) **Howes, Christopher Woodward and Jaki.** Computing in Architectural .London : Spon Press, 2005.

36) **Hirose, Michitaka.** *Virtual Reality Technology.* The International Journal of Virtual Reality, 2006.

37) **Iodidio, Philip.** Architecture Now .London :Taschen, 2001.

38) **jeong, ji-seong .** Future & Idea Competition .*IAC* .2004.

39) **Ken, Browen.** Total Defence or Insight .1997, Vol .10, January -March.

40) **Kocat¨urk, Peter Brandon and Tuba.** Virtual Futures for Design,Construction & Procurement .London :Wiley-Blackwell, 2008.

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

42) **Kymmell, Willem.** Building information modeling .New York :McGraw Hill, 2008.

43) **Lawson, Bryan.** THE LANGUAGE OF SPACE .Oxford :Architectural Press, 2001.

44) **Lawson Bryan,** What Designers Know .Oxford :Architectural Press, 2004.

45) **LeCuyer, Annette.** ETFE Technology and Design .Berlin :Birkhauser, 2008.

46) **Lynn, G .Animate form,** Princeton Architectural Press, New York,1999 .

47) **LYONS, ARTHUR.** MATERIALS FOR ARCHITECTS AND BUILDERS .Oxford :Elsevier, 2007.

48) **MARTENS, BOB and BROWN, ANDRE .**COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN FUTURES 2005 .Netherlands :Springer, 2005.

49) **Menges, Achim.** Architectural Design .Techniques and Technologies in Morphogenetic Design .March/April 2006, pp .42-53.

50) Instrumental Geometry .Techniques and Technologies in Morphogenetic Design . March /April 2006, Vol .76 No 2, pp .38,39.

51) **Morris, J .and Blier , S.P .and Butabu** :Adobe Architecture of West Africa**,** Princeton Architectural press, 2003.

52) **Morrogh, Earl .**Information Architecture An Emerging 21st Century Profession .New Jersey :Pearson Education, 2003.

53) **Novitski, B .J .and Mitchell, William.** Rendering Real and Imagined Buildings . New York :RockPort Publishers, 1998.

54) R.A .Issa, Raja, Flood, Ian and J .O'Brien, William. 4D CAD and Visualization in Construction .London :Taylor & Francis, 2003.

55) ritter, axel. Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design . Berlin :Birkhäuser Basel, 2006.

56) Seels, B .B .& Richey. Instructional Technology :The Definition and Domains of the Field .London :Assn for Educational, 1994.

57) Spiller, Neil. Digital Architecture Now .London :Thames & Hudson, 2008.

58) Spuybroek, Lars. NOX .London :Thames & Hudson, 2004.

59) Steele, James. Architecture and Computers :Action and Reaction in the Digital Design Revolution .London :Watson-Guptill, 2002.

60) Szalapaj, P.j . Cad Principles for Architectural Design, Architectural press, Butterworth-Heinemann, 2001 .

61) Szalapaj, Peter. Contemporary Architecture and the Digital Design Process .Oxford : Architectural Press, 2005.

62) Terzidis, Kostas. Algorithmic Architecture .Burlington :Elsevier Ltd, 2006.

63) Oxman, Rivka. Theory and design in the first**.** Haifa :Elsevier, Design studio-The International Journal for Design Research in Engineering, Architecture, Products and Systems, 2006.

64) Waters, John K. Blobitecture Waveform architecture and digital design . Massachusetts : Rockport Publishers, 2003.

65) Whyte, Jennifer. Virtual Reality and the built environment .Oxford :Architectural Press, 2002.

66) Wigginton, Michael and Harris, Jude .2002.*Intelligent skins* .Oxford :Architectural Press, 2002.

67) Wolfram, Stephen. Architectural Design .*Programming Cultures* .July/August 2006.

68) Woodward, Christopher and Howes, Jaki. Computing in Architectural Practice . London :Spon Press , 1998.

69) zellner, peter. Hybrid space :New forms in digital age .London :Thames & hudson, 1999.

ثالثاً: المواقع علي شبكة الإنترنت: (World wide web) :

70) http//:en.wikipedia.org/wiki/Computer.

71) http//:en.wikipedia.org/wiki/Monocoque.

72) http//:en.wikipedia.org/wiki/Stereolithography.

73) http//:en.wikipedia.org/wiki/Topology.

74) http//:www.fosterandpartners.com/Projects/0793/Default.aspx.

75) http//:www.greatbuildings.com/buildings/Hongkong_and_Shanghai_Ban.html.

76) http//:www.greatbuildings.com/buildings/Salk_Institute.html.

77) http//:www.unstudio.com./

78) http://en.wikipedia.org/wiki/Thought

79) www.fosterandpartners.com

80) www.zaha-hadid.com

81) http ://en.wikipedia.org/wiki/Non-uniform_rational_B-spline

82) http//:en.wikipedia.org/wiki/Smart_material.

83) http//:en.wikipedia.org/wiki/Photochromism

84) http//:en.wikipedia.org/wiki/Thermochromism

85) http-:-www.fosterandpartners.com-Projects-0793-Default.aspx

86) www.nox-art-architecture.com/

٤-٥ مسرد بالكلمات العسيرة Glossary :

مسرد باللكلمات العسيرة المذكورة باللغة الإنجليزية وشرحها باللغة الإنجليزية ، ولا يوجد تعريب لها مع توضيح أقرب معني باللغة العربية وشرحها مذكور في سياق إستخدامها في البحث باللغة العربية.

Actuator: **المشغل الميكانيكي**
A control element that is driven by a signal, often electrical, that produces enough power to operate a mechanical element, such as a valve. Common actuator types are electromechanical, hydraulic and pneumatic.

Artificial Intelligence: **الذكاء الصناعي**
Programs that can perform activities that are typically associated with human intelligence, such as recognition.

Analysis: **التحليل**
"A separating or breaking up of any whole into its parts, especially with an examination of these parts to find out their nature, proportion, function, interrelationship, etc." (Webster's *New World College Dictionary*). It is the analysis of the project that generates the understanding to be able to construct a model of the project; and it is the analysis of the model. that generates the understanding to improve our methods of actualizing the project.

Automatic: **أتوماتيك**
This word has so many meanings attached to it that it only needs a warning in the context of its use in connection with building information modeling. There is very little that is truly automatic, so it will be worthwhile to find out just exactly what is meant in any specific context. There will be instances where *automatic* may still involve an extraordinary amount of manual input; it is good to be prepared for situations like this. It may also be possible that the automatically created results will not be usable as anticipated, and this also may create much anticipated work on behalf of the user. In general, to run a test prior to committing to a specific approach is well worth it; just be sure that the test includes all aspects of the complete process.

BIM: **نماذج معلومات المبني**
• *Building information model* is a virtual representation of a building, potentially containing all the information required to construct the building, using computers and software. The term generally refers both to the

model(s) representing the physical characteristics of the project and to all the information contained in and attached to components of these models. When BIM is used in a sentence, it will depend on the context whether it means building information model or building information modeling. A BIM may include any of or all the 2D, 3D, 4D (time element—scheduling),
5D (cost information), or *n*D (energy, sustainability, facilities management, etc., information) representations of a project.
• *Building information modeling* is the act of creating and/or using a BIM. The term has been widely accepted as including almost anything that may be found in this text.There is a widespread dissatisfaction with the use of this term among the practitioners in the field; numerous other terms are regularly introduced to describe the general approach to this field, yet most individuals continue to use BIM due to lack of agreement on any other name. This book will not dwell on definitions of the name, but focus on the concepts, tools, and processes that are connected to this broad area.

Collaboration: **التعاون والتكامل**

Collaboration means working together cooperatively, as a team. This assumes that all persons who collaborate have the same goals in relation to the work that needs to be performed. True collaboration requires all participants to have a similar understanding of these goals so that their efforts can be supportive and complementary of one another.

Good examples of successful collaboration are the efforts of members of a sports team who are attempting to win a competition, or members of a musical ensemble who are performing. Clearly in these examples there is not much room for any member of the group to become too independent; all efforts need to be accurate, well timed, and supportive of the goals of the whole group to achieve success. One important aspect of
successful collaboration in these examples is the need for practice, discipline, and strategic planning.

Communication: **أنظمة الإتصالات**

This is the transfer or exchange of information, generally between individuals or groups. Communication takes place when information is both provided and received; a form of confirmation that information was in fact transmitted and received is important. It is notable that communication does not necessarily imply understanding, on the part of either the provider or the

receiver of the information, although this understanding is often presupposed and can thus easily lead to misunderstandings.

Component: **العناصر**

The word *component* may refer to an element in a 3D model, or it may also indicate an individual part of a BIM, e.g., the mechanical model or the structural model. It will be necessary to derive the specific meaning from the context.

Conceptual: **الأولي أو الإبتدائي أو التمهيدي**

Conceptual relates to the initial stages where an idea or thought is the beginning element for a process of development.

Construction Project: **بناء المشروع**

This is synonymous with building project, and it refers to the planning, preparation, and construction of a building. Projects typically are performed by individuals who use methods to achieve certain results. Figure G.1 outlines this relationship and will be the basis for most discussions in this book.

Coordination: **التنسيق**

"To bring into proper order, arranging, harmonious adjustment" (Webster's *New World College Dictionary*). Coordination is an essential activity in a construction project where multiple disciplines are sharing the same space for their components.

Cost Analysis: **تحليل التكلفة**

The analysis of cost can refer both to the construction cost and to the life cycle cost of a project or component of a project.

Chemochromics: **مواد الكيموكروميك (مادة من المواد الذكية)**

Materials that change their color in response to changes in the chemical composition of their surrounding environment.

Cladding: **التكسية**

The outer sheathing of a building that provides the final layer of the envelope. The cladding is exposed to weather and thus needs to be durable while, simultaneously, it is the cladding that is most responsible for a building's appearance.

Composite: **مركب أو مؤلّف**

a multi-component material produced when metal, ceramic or plastic materials provide a macrostructural matrix for the distribution of strengthening agents, such as filaments or flakes, throughout the material, increasing its structural performance. Each component, however, maintains its properties.

Curtain wall: **الحوائط الستائرية والتي لا يوزع عليها أحمال**
An exterior non -load bearing skin of a building.

Detector: **المكتشف**
A device that responds to a change in some energy – usually light – and produces a readable signal.

Electrochromics: **مواد اليكتروكروميك (أحد أنواع المواد الذكية)**
Materials that change their color in response to changes in an electric field; often used to change the transparency of glass laminates.

Electroluminescents:
Materials that luminescence or emit light when subjected to an electric field.

Fiber-optics: **الآليف البصرية**
Strands , cables or rods that carry light by internal reflection; used in lighting and communications. The fibers can be glass or of PMMA.

Fluorescence: **المواد المشعة أو المضيئة**
fluorescence is the property of some atoms and molecules to absorb light at a particular wavelength (higher energy) and to emit light (luminescence) of longer wavelength. If the luminescence disappears rapidly after the exciting source is removed, then it is termed fluorescence, but if it persists for a second or more, it is termed phosphorescence.

HVAC: **مختصر لكلمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء**
An acronym for heating, ventilation and air conditioning.

Illuminance: **الإضاءة**
The density of light flux on a surface, the ratio of incident flux to the area of the surface being illuminated.

Laser: **الليزر**
An acronym for light amplification by the stimulated emission of radiation. A quantum device for producing coherent (parallel) light .

LCD: **شاشة العرض الكريستالية**
Liquid crystal display. The typical display sandwiches a liquid crystal solution between two polarizing sheets. When electric current is applied to the crystals, they are aligned in such a manner so as to block transmitting light.

Liquid crystals: **الكريستال السائل**
Anisotropic molecules that tend to be elongated in shape and that have an orientational order that can be changed with the application of energy.

Luminance: **الإنارة**
The light flux that is reflected from a surface.

Luminescence: **المواد المتلئلة**
The emission of light from a substance when electrons return to their original energy levels after excitation. Luminescence is an overarching term referring to any light production that involves the release of photons from electron excitation.

Magnetorheological: **أحد أنواع المواد الذكية**
MR fluids go from fluid to solid when subjected to a magnetic field due to a change in their rheological properties, including viscosity, plasticity, and elasticity.

MEMS: **إختصار لكلمة مايكرو اليكترونيك ماشين**
Microelectronic machines; typically small devices based on silicon chip technologies that combine sensing, actuating and computing functions. The term is an acronym for microelectromechanical system but today almost any micro-scaled device is referred to as a MEMS device.

Microprocessor : **المايكرو بروسسور**
The IC-driven arithmetic logic of a computer.

Micro-scale: **مقياس المايكرو**
Length dimensions on the micrometer to 0.1mm scale.

Nanotechnology: **تكنولوجيا النانو**
The exploitation of the property differences between the scale of single atoms to the scale of bulk behavior. Also, the fabrication of structures with molecular precision.

Pervasive computing: **إنتشار الكمبيوتر**
When computational and interactive devices are seamlessly integrated into daily life.

Phase change: **مرحلة التغيير**
The transformation from one state (solid, liquid, gas) to another.

Phase transformation: **مرحلة التحول**
Change that occurs within a metal system, most often refers to a change in crystalline structure.

Photochromics: **أحد أنواع المواد الذكية التي تغير لونها عند التعرض إلي تغير في الطاقة بواسطة الإضاءة أو الأشعة فوق البنفسجية**
Materials that change their color in response to an energy exchange with light or ultraviolet radiation.

Privacy film:
A type of film that is transparent from particular view angles and opaque from other angles (often called view directional film).

Radiant:
Energy electromagnetic energy as photons or waves.

Radiation:
The emission of radiant energy.Reflectance the ratio of reflected to incident radiation.

Reflection:
The amount of light leaving a surface. Surfaces are subtractive , so the amount of reflected light must always be less than the arriving or incident light. Furthermore, the angle of incidence is equal to the angle of reflection.

Refraction:
The bending of a light wave when it crosses a boundary between two transparent mediums with different refractive indices.

Reverberation:

reverberation is the continuance of collected sound reflection in a space. The reverberation time is the amount of time it takes for a sound level to drop by 60 dB after it has been cut off.

Semiconductor:
A nonmetallic material, such as silicon or germanium, whose electrical conductivity is in between that of metals and insulators, but it can be changed by doping.

Sensor:
A device that quantifies its energy exchange to provide measurement of an external energy field.

Shape memory effect:
the ability of a material to be deformed from one shape to another and then to return to its original shape after a change in its surrounding stimulus environment (e.g., thermal, magnetic). In metals, this phenomenon is enabled by a phase transformation.

Thermochromics:
materials that change their color in response to a thermal energy exchange with the surrounding thermal environment.

Thermoelectric effect:
the conversion of a thermal differential into a current (Seebeck effect) and vice versa (Peltier effect).

Thermophotovoltaic:
a device that converts longwave thermal radiation into electricity.

Thermotropics:
materials that change their optical properties due to a thermally produced phase change.

Thin films:
A large class that is commonly used to refer to any thin amorphous film of semiconductor layers.

Database—Centralized and Federated:
A database is a "large collection of data in a computer, organized so that it can be expanded, updated and retrieved rapidly for various uses" (Webster's *New World College Dictionary*). The terms *centralized* and *federated* are used by Bentley systems to describe the nature of the organization of the information in a BIM. A centralized database implies all the data in a single—centralized—location and managed all together by a single entity. Federated means "united by common agreement under a central authority" (Webster's *New World College Dictionary*). A federated database consists of various databases managed by different entities that have agreed upon a system of working together to permit access to each of those databases. A single entity can then oversee the management of the various databases, without having to manage them in detail. In the real world, centralized databases are generally either small and controlled or quite challenging to manage due to their size and complexity. It is thus more realistic to plan on intentionally federating the databases for a large complex construction project than to hope to manage them in a centralized format.

Dimensionality—2D, 3D, 4D, 5D, *n*D
The common convention referring to the "geometric dimensions of some physical or abstract system" (Webster's *New World College Dictionary*), where 2D space is a flat plane; 3D space is three-dimensional space, e.g., length, width, and height; 4D space adds time as a dimension; 5D space will generally refer to cost; and *n*D will refer to any other yet undetermined quantity added to the mix, e.g., energy analysis, sustainable design, or facilities management information.

File Format
The file format refers to the nature of the computer files extension, i.e., the three letters after the period in a file name that indicate the software it is authored by, or intended for. Software tools create files in their native file format and often permit the translation of these files into other file formats that make the information available to other software tools. This is at the core of interoperability, the free (and complete) interchange of information among various files of different file formats.

IFC:
IFC means *industry foundation class*; it is a term coined by the International Alliance for Interoperability. The IFC is a standard file format for 3D

models that will permit information to be exchanged among all models that can be translated into this file format. It is an attempt to bring about standards for a common language between the various model authoring and analyzing software tools. The website www.iai-international.org will provide more information on these concepts and standards.

Interface:

The interface of software is what we see on the screen. It is the visual impression of the software and affects the possibilities for interaction on the part of the user. A software tool is evaluated both by its interface and by its ability to process data.

Link:

A *link* is a connection between elements; these elements may be elements within a file or a file in its own right. Thus an icon (element) in a file can be linked to another document so that document becomes "attached" to the host file, and the information in that document is accessible through the host file by clicking on the icon.

Mapping:

Mapping refers to the transfer of information from one format to another.

Method:

"A way of doing anything; mode; procedure; process, esp., a regular, orderly, definite procedure or way of teaching, investigating, etc." (Webster's *New World College Dictionary*).

Model:

A *model* is a representation of an object or an idea, usually with a certain degree of abstraction. A model is meant to represent reality—not to be reality. As the model takes more factors into consideration that bring it closer to representing reality, it can become more detailed and more complex. In this text the meaning of *level of detail* refers to the physical details that are represented in the model, i.e., how small the pieces of the object are that can be seen in the model. The *level of complexity* refers to the structure of the model and to the information that can be accessed through the model; e.g., the model components such as architectural, structural, mechanical, etc., will provide access to information that is contained in or attached to these models.

Parametric:

A parametric object or component is an object (or component) that permits a (usually limited) choice of values for defined parameters. A parameter is a variable value (as in a mathematical equation) that, when it changes, gives a different but related characteristic to the original object. An example is a steel beam in a 3D model that can have the size of the beam as one of its parameters. This means that the specific beam in the model needs to have its size specified, and it will thus reflect its physical size and weight accurately in the model. The chosen values for the parameters generate parametric information. In the case of the steel beam, the size of the beam implies a variety of information that will be determined by its size, e.g., its width, thickness, total weight (resulting from the length), etc.

Planning:
"To devise a scheme for doing, making, or arranging" (Webster's *New World College Dictionary*) . The BIM processes largely improve the planning activities of construction projects to reduce risk and waste and to increase quality and profitability.

Prefabrication:
Prefabrication is challenging when the assembly takes place in the field. The use of BIM permits the coordination of various project parameters so that it becomes more likely that prefabrication is planned and implemented successfully.

Project Team:
All the persons directly involved (on a more than occasional or one-time basis) with the planning and realization of the construction project.

Schematic:
Project planning traditionally is arranged in phases. The first phase is schematic design, followed by design development, then the construction documentation phase
is completed before the bidding phase begins, and the last phase is the construction of the project. The schematic phase includes all preliminary planning for the project, and BIM models with a low level of detail are proving very beneficial at this stage of the work.

Sequence:
A *sequence* refers to the order in which the tasks for a construction project are completed. The BIM may include a series of images (movie) showing

the order in which a project is assembled, and this is called a sequence analysis; it is a visual way to show the construction schedule.

Simulation:
This means "the reproduction of the essential features of something, for example, as an aid to study or training" or "the construction of a mathematical model to reproduce the characteristics of a phenomenon, system, or process, often using a computer, in order to infer information or solve problems" (Encarta *World English Dictionary*). In our sense of the word it will refer to the computer representations of objects and processes related to construction projects. Also see *Virtual.*

Virtual Construction:
Virtual means *not real*, and this refers to the processes taking place in the computer. *Virtual construction* is a term used by CIFE and Graphisoft to describe the use of a 3D computer model to simulate not only the design of a structure but also its assembly, the construction process. Virtual construction will likely include the analysis of the construction time and costs of the project through the use of a cost database connection and a link to scheduling software. See *Simulation.*

Visualization:
Visualization is "the creation of a clear picture of something in the mind, or a clear picture of something created in the mind" (Encarta *World English Dictionary*). A 3D model is a symbolic representation of an object that is designed to aid in the visualization of that object. This word is closely tied to understanding and communication; it is necessary in a construction project to transfer the visualization of one individual to others so that the group can make progress on the same basis in the project. As was noted under Communication, visualization does not necessarily imply correct understanding either. It is, however, required to have a correct visualization to generate correct understanding of a subject or object.

X-Ref
X-Ref is a term used in AutoCAD that means cross-reference. It is a file that exists outside of the actual project file, but is referenced in the project file so that it actually appears to be part of it. The advantage of an X-Ref is that since it exists in its own right, it can be modified independently and used in multiple host files. Thus updating an X-Ref will update all projects using that particular file. The concept is very similar to that of library part or

module in other software tools. An X-Ref can be an entire project in its own right, and several layers of embedded X-Refs are not uncommon in complex projects.

Summary:

umanity lives now, in the age of information technology, with its all manifestations and effects, in the all aspects of the daily life, as technology has a clear influence on the human ideology, in general, and the architectural ideology, in particular, which is greatly influenced by the surrounding changes, whether cultural, religious, environmental, or technological, till architecture transferred from the architecture of stones, narrow spaces, and limited areas to a new horizon through time. So, there was a clear diversity in the materials of construction, the ways of structure, and its sequence with unlimited shapes.

As a result of the quick development of the age in which we live, and the clear role of information technology in our life, and the easy way by which we can get the information helping in overcoming many obstacles, we should work hard and fast to keep pace with the continual development of information technology, and determine how to benefit from this technology in developing architecture and architecture ideology.

The subject of this research is the development of information technology and its influence on architecture ideology and how to deal with this technology and understand its positive and negative aspects.

So, the research is divided into four parts containing nine chapters.

The first part tackles information technology and its new world. The first chapter focuses in the study of the concepts and scientific terms related to Information technology and architecture ideology, and clarified the stages of its development, through history, and show the extent to which architecture ideology associates with technology. hereas, the second chapter tackles the dimensions of the emergence of information technology and its effect on architecture and construction , in general, and clarifies the most important concepts and theories that were changed and originated as a result of the emergence of information technology.

The second part tackles the influence of information technology on design tools, design process, manufacture and production process, being the medium through which the architect materializes his ideas, and this can be achieved through an analytical comparison between the situations

before and after information technology. The first chapter tackles the influence of information technology on design tools to determine the differences between traditional design tools and design tools in the age of information technology. □hereas, the second chapter tackles the influence of information technology on design process, through analyzing the design process, in the age of information technology, and the potentials made possible to architectural ideology. The third chapter tackles the influence of information technology on the manufacture and production process and the use of digital techniques, in its all forms, in producing and manufacturing the elements of the building.

The third part tackles the study of contemporary architecture, in the shade of the new reliability □architecture of motives), through studying the elements of the building. The first chapter tackles the influence of information technology on the structural formation and the possibilities that information technology gave, the possibilities which, in turn, helped in creating formations and structural solutions characterized by boldness and complexity which are overcome by computer programs and digital techniques. The second chapter tackles the influence of information technology on the materials limiting the space and development of the concept of using materials and the emergence of new shapes of materials. Smart materials, the most important of these new materials, are integrated with control systems and communication systems, which resulted in the emergence of what is called smart architecture and its different applications. The third chapter tackles the influence of information technology on the function and space. It, also, tackles the change of the nature and the shapes of the job, which, in turn influenced the use of space. This chapter, as well, focuses on the aspects of influencing the shape and the formation of the space, and the role of the architect in dealing with these changes.

And for the fourth and last part, it□s dedicated to the case study, the museum of virtual reality, which is a clear example of the influence of information technology on the architecture ideology, on all levels; tools used in design, design process, manufacture and production process, and structural formations, used materials limiting the space and the function of the space.

The case study ends in posing the conclusions which are divided into two sections. The first section tackles the theoretical conclusions, whereas the second section tackles the conclusions related to the case study, and the recommendations associated with the core of the research and its objects.

Al Azhar University
Faculty of Engineering
Architectural Department

Influence of Information Technology on the Development of Architectural Ideology

By

Mohammed Hassan Khalil
The Demonstrator at Department Faculty of Engineering
Al Azhar □niversity

□.sc in Arch.

Under supervision of

Associate professor. Dr. Osama Mohammed Alrawy
Associate professor of architecture
Faculty of Engineering
Al Azhar University

Prof. Dr. M.M. Alsayed Serag
Professor of Architecture & Urban Planning
Faculty of Engineering
Al Azhar University

2011