JAUES

Journal of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 11, No. 38, January, 2016, 361-371

تأثير تطور مواد ونظم الإنشاء على تطور صياغة منظومة تشكيل الفراغ المعمارى

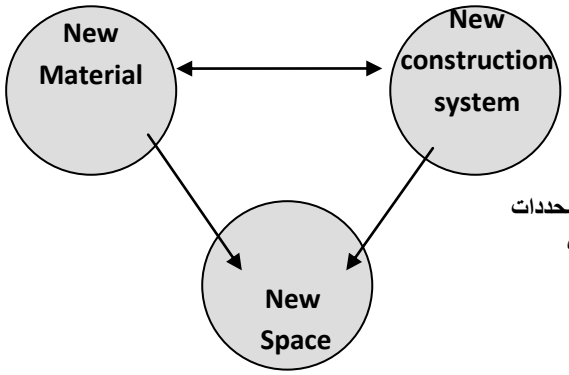
محمد عطية عطية محمد[1] وهشام سامح حسين[2] و طارق عبد الرؤوف محمد[2]

[1]معهد أكتوبر العالى للهندسة والتكنولوجيا

[2]كلية الهندسة – جامعة القاهرة

ملخص

العمارة هي أم الفنون وأكثرها تفاعلا مع الإنسان فالعمارة تحوي الحياة الانسانية بمختلف صورها ، لذا فإن الأعمال المعمارية يجب أن توفر الفراغات الوظيفية الملائمة لتأدية النشاط المحدد لها فللفراغ المعماري يعتبر أداة هامة وأساسية للوصول بالمستخدم الي التأثير المطلوب ومع تطور مواد البناء ونظم الانشاء ودخول التكنولوجيا إلى مجال التصميم المعمارى عن طريق إستخدام الحاسب الألى ظهرت بعض المفاهيم والمفردات والاتجاهات التصميمية الجديدة فى تشكيل الفراغ المعمارى والتى شكلت فميا بعد ما يسمى بالمنظومة الفراغية الجديدة. شكل (1)



شكل (1) مواد البناء ونظم الإنشاء كأحد أهم المحددات المؤثرة في تطور تصميم الفراغ المعمارى
المصدر: الباحث

١. مقدمـــــة

إرتبط تطور مفاهيم وأسس تصميم وصياغة لفراغ المعماري عبر العصور بتطور العديد من المؤثرات المباشرة على تصميم الفراغ مثل مواد البناء ونظم الإنشاء وتقنيات الكمبيوتر ولتحليل الفراغ المعماري ومكوناته يمكن الرجوع إلي المستويات الهندسية لهذا العمل من (مواد بناء ، نظم إنشاء ، نسب فراغية ، كتل ، فتحات ، ....) . ودراسة تأثير كل من هذه المستويات علي تشكيل الفراغ المعماري وعلي علاقته بباقي الفراغات في الكتلة الواحدة أو علاقته بالفراغ العمراني المحيط، فالفراغ المعماري يتحقق عن طريق توفير مواد البناء المناسبة و إستخدامها لتشكيل المنشأ في كتل متزنة ومنسقة هذا الي جانب تدعيم الفراغ بالانشاء الملائم وظيفياً وجمالياً لإقامة منظومة إنتشائية متزنة تتميز بالكفاءة فى تشكيل الفراغات،وبنظرة سريعة الي تطور تصميم الفراغات المعمارية ومواد البناء ونظم الانشاء عبر العصور نجد أن المعماري سعى جاهداً للربط بين التطور الحادث فى مواد ونظم وتقنيات الإنشاء وبين العملية التصميمية لصياغة لفراغ بما يتلائم مع هذه التطورات،وسوف يتناول البحث دراسة لتطور مواد ونظم الإنشاء لفترة تكنولوجيا البناء الحديث وتأثيرها على صياغة المنظومة الفراغية الجديدة.

2. تطور مواد ونظم الانشاء فى مرحلة تكنولوجيا البناء الحديث

إمتدت هذه المرحلة من بداية النصف الثانى من القرن العشرين وتحديدا بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية وحتى فترة العمارة المعاصرة وقد شهدت هذه الفترة تطور سريع فى مجال مواد البناء ونظم الانشاء حيث ظهرت مواد جديدة

وأعيد استخدام مواد قديمة بصورة حديثة كما كان للتكنولجيا الحديثة دورا بارزا فى تغيير الفكر المعمارى لدى المعماريين، وفى مجال الانتاج والتصنيع حيث ظهر الانتاج بالجملة بعد الحرب العالمية الثانية لزيادة الحاجة الى المبانى بصورة سريعة لاعادة الاعمار وظهور سبق التجهيز والإتجاه نحو التكنولوجيا والتصنيع الكمى وظهور الحاسب الألي وحدوث طفرة غير مسبوقة فى التصميم والتنفيذ باستخدام الحاسب،كما كان لظهور تكنولوجيا المعلومات كأحد العوامل المؤثرة على تطور المنتج المعمارى وخاصة فى نهاية القرن العشرين والذى شهد انطلاق الثورة المعلوماتية وتأثير الحاسب الألي على العمارة الأثر في حدوث تطور كبير فى مجال البناء شمل كل من مواد البناء ونظم الانشاء بتطبيقاتها الحديثة المختلفة وتأثيرها على المنتج المعمارى النهائى .

1-2 مواد البناء

تطورت مواد البناء خلال هذه الفترة كما تعددت محاولات الابتكار والتصنيع والبحث عن البدائل فظهرت مواد مستحدثة وأضيفت مواد لم تستخدم من قبل فى مجال البناء وأثر ذلك على النتاج المعمارى بصورة عامة فتطورت المبانى فى التصميم والإنشاء بصورة ومعدلات غير مسبوقة .

وفيما يلى رصد لأهم المواد التى استحدثت وتطورت خلال هذه الفترة:

1-1-2 الزجاج كعنصر إنشائى Structural Glass

تطورت تكنولوجيا صناعة الزجاج بشكل واضح فى الأونة الأخيرة فتحول الزجاج من مجرد عنصر تشكيلى داخلى لتقسيم الفراغات إلى عنصرإنشائى حيث أصبح بإمكاننا إستخدام الزجاج كعناصر انشائية حاملة. شكل (2)

وفيما يلى عرض لبعض العناصر الزجاجية التى تم تطويرها فى هذا المجال:

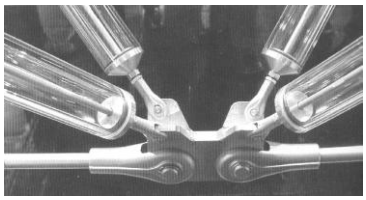
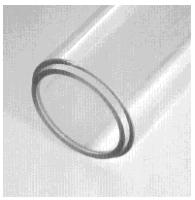
أ _ **الانابيب الزجاجية:**(Compound glass tubes as astructural element in glass skeleton)

ب_ **الصدفات الزجاجية والدورانية** (Glass Curved shells)

ج _ **الزجاج المسلح بالشبكات المعدنيه والالياف الصناعية** (Reinforced Laminted glass with metal mish or fiber)

د _ **الألواح الزجاجية المسلحة بالانسجة البلاستيكية**

(Composite Structure Using Fiber reinforced Plastic element with glass panes)

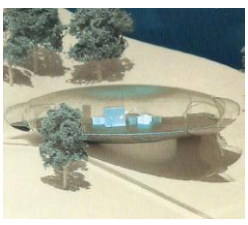
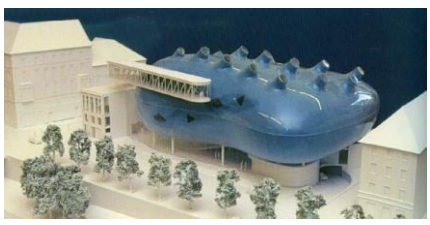



شكل (2) نماذج لبعض الأنابيب الزجاجية والوصلات المعدنية لتجميعها

(المصدر: translucent materials,Birkhauser edition detail,p.28,29)

2-1-2 المواد البلاستيكية

سهولة التشكيل وخفة الوزن وقوة تحمل والتكلفة ، عوامل ساعدت البلاستيك فى التفوق على الزجاج فى الاستخدام فى مجال العمارة ولسنوات عديده ماضية ابتعد بعض المعماريون عن استخدام البلاستيك كبديل للزجاج نظرا لظهوره بقيمة اقل من الزجاج وفى عام1992م استخدم المعمارى (Rem Koolhaas) الواح البلاستيك المعرج فى تغطيه نصف مبنى (Lanan Dance Center) فى لندن مستخدمين الالواح الشفافه والملونه. والبلاستيك كماده صناعيه يتم تصنيعه من تحويل بعض المواد الطبيعيه كما البلاستيك النصف صناعى او عن بعض المواد والمشتقات البترولیه والغاز الطبيعى وبعض المواد الكيميائية الاساسية كالكربون والاوكسجين والنيتروجين والكبريت. شكل (3)

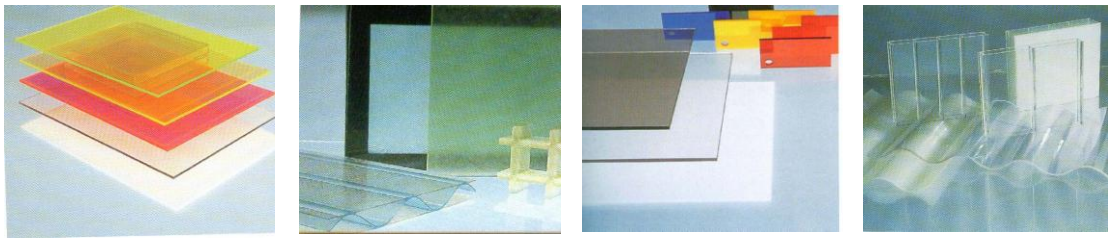
شكل (3) يمينا: منزل kunsthaus graz للمعمارى Graz من مادة PMMA

يسار: R129house للمعمارى الألمانى Verner Sobek

(المصدر: translucent materials,Birkhauser edition detail,p.55,56)

_ **أمثلة لبعض المواد الأساسية المكونة لمواد البناء البلاستيكية الحديثة** شكل (4)

PMMA : Polymethyl Methacrylate.
PC : Polycarbonate.
GRP : GLASS-Fiber Reinforced Plastic.
PET(or)PETA : Amorphous Polythylene there phthalate.
PVC : Polyvinyl Chloride.
PS : Polystyrene.
SAN : Styrene Acrylonitrite.
HPL : High Pressure Laminates.

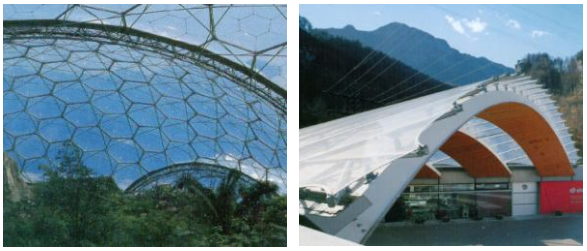


شكل (4) نماذج مختلفة من (Pet-A) (GRP) (PC) (PMMA)

(المصدر: translucent materials , p.45)

3-1-2 الأغشية Membrane مع تزايد الحاجة الى مبانى ومنشآت ذات فراغات وبحور واسعه ظهرت منذ عام 1950تكنولوجيا التغطية بالأغشية وقد ساعد على ذلك التطور الحادث فى المواد المصنعة والمخلوطة مثل البلاستيك ، هذه المواد ساعدت على ظهور منشآت ذات بحور واسعه مغطاه بأسطح نصف شفافة ذات سمك رفيع دون وجود أعمده داخلية، والأغشية عبارة عن أنسجة رقيقة لها قابلية للشد والتشكل الحر فى تغطيه الفراغات ذات البحور الواسعه ونقل الاحمال الى نقاط الارتكاز الرئيسيه ، كما أنها تتميز بقابلية تحمل ضغط الهواء والاحمال الخفيفه التى تقع عليها مثل الوزن الذاتى للأغشيه وأحمال حركةالرياح [1]، وتتكون الأغشية من شبكة نسيجيه رقيقة تختلف فى طريقة التصنيع والنسيج من نوع الى اخر وتنقسم الانسجة الى ثلاثة أنواع تبعا لطريقة النسيج : شكل (5)

1_ Mesh Fabrics .
2_Woven Fabrics.
3_Fleece , Felt Fabrics.



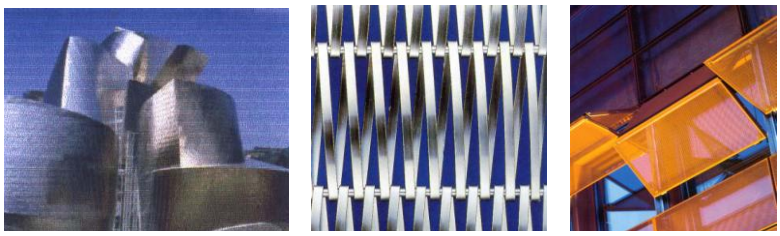
شكل (5) يمينا: PVC Membrane walchensee power station in munich
- يسارا: ETFE Membrane - Eden project,cornwall,UK

(المصدر: translucent materials , p.72,73)

4-1-2 المواد المعدنية Metal

إستخدمت المواد المعدنية فى المنشآت مع بدايات القرن التاسع عشر وتطورت بظهور الحديد الزهر والحديد الصلب فى فترة الثورة الصناعية وأصبحت تستخدم كمواد انشائية بصوره مفردة أو كمواد تسليح مع الخرسانة المسلحة واقتصر استخدام المواد المعدنية فى هذه الفتره على الدور الانشائى ومع تطور تكنولوجيا مواد البناء وظهور المواد المعدنية الجديدة مثل(الالومنيوم ، النيكل، التيتانيوم، النحاس، الزنك، والحديد المعالج ..) شكل (6) بدأ بعض المعماريين فى استخدام هذه المواد والاعتماد عليها فى تشكيل الفراغات المعمارية سواء كمواد انشائيه او كمواد مساعدة فى تقسيم الفراغ الداخلى او فى تشكيل الواجهات الخارجية للمبانى وعلى الرغم من ان الزجاج والبلاستيك استخدموا فى هذه الفتره كمواد جديدة ذات طبيعه شفافه الا ان بعض المواد المعدنية انتجت بصور وأشكال ساعدتها على اعطاء بعض خصائص الزجاج والبلاستيك مثل الشفافيه والانعكاس فظهرت الشبكات المعدنية بأشكالها المختلفه فى معالجه الواجهات.

[1] translucent materials,Birkhauser edition detail,p.58



شكل (6) إستخدام المواد المعدنية فى معالجة الواجهات

(المصدر:greatbuildings.com)

5-1-2 السبائك Alloys

ظهرت السبائك فى فتره النصف الثانى من القرن العشرين كنتاج لتطور تكنولوجيا المواد الجديدة وبدأت فى الاستخدام بكثره فى مجال العمارة ، والسبيكة عباره عن خليط من أكثر من معدن يكون نتاجه معدن جديد له خصائص مختلفة عن الخصائص الاساسية للمواد المكونة السبيكة ، فعلى سبيل المثال نجد ان سبيكة الصلب والنيتروجين تجمع بين المقاومة والجساءه العاليه مع المرونة وخفه الوزن والمقاومة للصدأ وهناك العديد من السبائك مثل سبائك الالومنيوم والليثيوم وسبائك الكوبر والزنك والقصدير الا انه من أشهر السبائك التى استخدمت فى فترة العمارة الحديثة.[1]

Brass (55 to 90 % Copper < 45 to 10 % Zink) .
Tombac (brass with a high Copper Content) . Tin
bronze (Phosphorous bronze
Titanium (67 % Nickel m up to 33 % Copper).

6-1-2 المواد الخرسانية Concrete

على الرغم من اكتشاف الخرسانة فى بدايات القرن العشرين ، الا ان فى النصف الثانى من القرن العشرين بدأ الاهتمام بها كمادة انشائية يأخذ بعداً جديداً حيث تطورت المواد ذات الأساس الخرسانى فظهرت عدة أنواع جديده مثل الخرسانة الظاهر ة والخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية وخرسانة البوليمرات والخرسانة المخلوطه بالبلاستيك والخرسانة المنفذه للضوء. شكل (7)

شكل (7) إستخدام تقنيات الكمبيوتر فى تطوير خصائص الخرسانة المنفذة للضوء (litracon)

(المصدر:www.material.nl)

2-2 نظم الانشاء

شهدت هذه الفترة حدوث تطور كبير فى تكنولوجيا مواد البناء الحديث واستخدام الحديد والخرسانة والمواد الجديدة كالبلاستيك والالومنيوم والزجاج مما أثر على حدوث طفرة انشائية كبيرة تميزت بالاستفادة القصوى من الامكانات الحديثة للمواد المستخدمة كما تعددت طرق معالجة الأساليب الانشائية تحت تأثير القوى الواقعة عليها سواء كانت قوى شد أو ضغط أو عزوم أو غيرها من القوى وقد ساعد هذا التطور الحادث فى نظم الانشاء على تطور فكر المعمارى فى تصميم الفراغات بطرق جديده وأشكال مبتكرة معتمدا على الامكانيات الفراغية للنظم الانشائية الحديثة شكل (8) ، ومن أهم النظم الإنشائية التى ظهرت فى هذه الفترة :

[1] translucent materials,Birkhauser edition detail,p.85

1. Arch-supported roof structure .
2. Beam structure .
3. Cable net
4. Central core with perimeter columns .
5. Thin shell structure .
6. Frame structure .
7. Geodesic Dome.
8. Horizontal cantilever structure .
9. Inflatable structure .
10. Membrane structure .
11. space truss.
12. Tensile structure .

شكل (8) أشكال مختلفة من الإنشاء بالقشريات الخرسانية توضح تطور الإمكانات الإنشائية الفراغية لهذا النظام من الإنشاء (المصدر: www.structurae.net)

3- المنظومة الجديدة لتشكيل الفراغ

من خلال الدراسة السابقة نجد أن التطور الذى حدث فى مواد ونظم الإنشاء الحديثة قد ساعد على إحداث بعض التغييرات فى المفاهيم الرئيسية لمنظومة تشكيل الفراغ المعمارى كما ساعد المعمارى فى إحداث ثورة فى تشكيل فراغاته بحرية معتمدا على المواد الجديدة كمنبع هام من منابع التشكيل المعمارى ، فأصبح هناك فكر جديد فى صياغة الفراغات المعمارية معتمدا على وجود مادة يسهل التشكيل بها بحرية ونظم إنشاء حديثة .. فكان نتاج ذلك تطور فى منظومة تشكيل الفراغ وظهور **المنظومة الجديدة لتشكيل الفراغ** والتى يمكن إيجاز أهم عناصرها الرئيسية فيما يلى.....

الثورة على الطبيعة الجامدة للمادة	الفراغات الديناميكية
	إظهار عناصر الإنشاء
	تطبيقات النانو فى مواد الإنشاء
الثورة على الحدود المادية للفراغ	الثورة على الأفقية والرأسية
	الإتصال الرأسى فى تشكيل الفراغ الداخلى
	الإتصال البصرى بين الداخل والخارج
التوافق مع الطبيعة فى تشكيل الفراغ	شكل الكتلة
	نسب الفتحات
	الإرتفاعات
الثورة على الجاذبية	الإتصال والإنفصال عن سطح الارض
	الفراغات و الكتل الكابولية
الثورة على الأشكال النمطية واللجوء للأشكال الحرة	الثورة على الخط المستقيم
	تطور نسب وتشكيل الفتحات
	الثورة على إتزان الكتلة

1-3 الثورة على الطبيعة الجامدة للمادة

ساعد التطور الذى حدث فى مواد ونظم الإنشاء المصمم المعمارى فى التحرر من القيود التى كانت تحد من تطور القدرة الإبداعية للمصمم عند إستخدام المواد والنظم التقليدية فى البناء فجاءت معظم التصميمات الحديثة معبرة عن التحرر من هذه القيود والثورة على الطبيعة الجامدة للمادة وتطويعها بما يتناسب مع تطور الفكر المعمارى للمصمم وقد ظهر تأثير ذلك على الفراغ من خلال

1-1-3 الفراغات الديناميكية (المتحركة)

الفراغات المتحركة او الفراغات الديناميكية والكتل الغير ساكنة ، كل هذه المصطلحات من الممكن التعبير بها عن الحالة البصرية للفراغات فى المنظومة الجديدة للفراغ التى تبدو فيها الفراغات بالحركة وعدم الاستقرار البصرى فعند النظر لحالة الفراغ من الداخل فى مبنى مجلس بلدية لندن لنورمان فوستر او قاعة والت ديزنى للحفلات لفرانك جيرى او الكتلة الخارجية والفراغ الداخلى لكنيسة رونشامب للكوربوزييه نجد ان استخدام المواد والنظم الإنشائية الجديدة قد ساعد المعمارى فى الخروج بالفراغ من حالة السكون البصرى إلى الحالة الديناميكية . شكل (9)

شكل (9) الفراغات الديناميكية والثورة على الطبيعة الجامدة للمادة (الباحث)

2-1-3 إظهار عناصر الإنشاء

كان لتطور مواد البناء ونظم الإنشاء وإستخدام مواد إنشائية جديدة الفضل فى إستخدام المعمارى لهذه المواد بدرجة كبيرة من الجرأة وحرية الإبداع ففى الماضى كان المعمارى يعمل على إخفاء عناصر ومواد الإنشاء المستخدمة فى المبنى سواء داخليا أو خارجيا ولكن بظهور مواد وتقنيات جديدة مثل الصلب المعالج والخرسانة الظاهرة والملونة والمواد المعدنية اللامعة مثل التيتانيوم والفولاذ والزجاج المسلح بالألياف البلاستيكية والزجاج الملون والمعاج ضد الأشعة والمواد البلاستكية المشتقة من البوليمرات والأغشية والأنسجة الرقيقة مثل البوليفينيل كلورايد (PVC) والبوليتيترفلورو ايثيلين (PTFE) والسيليكون ، ومساعدة هذه المواد للمعمارى فى إبتكار نظم إنشائية حديثة مثل القباب الجيوديسية والمنشأت المنفوخة بالهواء ونظام الكابلات المعدنية المشدودة والأنسجة والأغشية الخفيفة تمكن المعمارى من إظهار عناصر الإنشاء الرئيسية سواء فى الفراغ أو الكتلة شكل (10) وإستخدامها كعناصر نهائية فى المنشأ دون إخفائها أو تكسيتها بأى مواد أخرى .

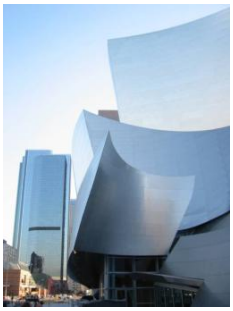
شكل (10) الثورة على الطبيعة الجامدة للمادة وإظهار عناصر الإنشاء فى الفراغ الداخلى والكتلة (الباحث)

2-3 الثورة على الحدود المادية للفراغ

لعل من أهم الإتجاهات التى أفرزتها المنظومة الفراغية الجديدة هى الثورة على الحدود والثوابت المادية النمطية للفراغ ومحاولة الخروج عن كل ما هو مألوف فى تصميم الحدود المادية للفراغ فى الأبعاد المختلفة سواء فى الخطوط الرئيسية المحددة لعناصر الفراغ الأساسية أو فى حدود الفراغ المادية مع الفراغ الخارجى أو فى الحدود الأفقية الداخلية بين الفراغات الرأسية، لذا فإنه يمكن إيجاز أهم مظاهر الثورة على الحدود المادية للفراغ فيما يلى:

3-2-1 الثورة على الأفقية والرأسية

الخطوط والزوايا والأركان الصريحة المستقيمة والممتدة داخل الفراغ من نقطة محددة إلى نقطة أخرى محددة لم يعد لها وجود مؤثر فى تصميم الفراغات الداخلية أو فى تشكيل الكتلة الخارجية وقد ساعد على ذلك الحرية والمرونة التى أتاحتها المواد والنظم الإنشائية الحديثة للمصمم المعمارى أو الإنشائى، فعند النظر إلى حالة الفراغ فى مبنى مثل قاعة والت ديزنى للحفلات لفرانك جيرى شكل (11) أو متحف جوجنهايم بنيويورك نجد أن مفهوم الأفقية المطلقة أو الرأسية الصريحة لم يعد متواجدا بالدرجة التى كان عليها قبل إستخدام المواد والنظم الإنشائية الحديثة .



شكل (11) الثورة على الأفقية والرأسية فى تصميم الفراغ الداخلى والكتل الخارجية (الباحث)

3-2-2 الإتصال الرأسى فى تشكيل الفراغ الداخلى

لعبت المواد والنظم الإنشائية الحديثة دورا مؤثرا فى تغييرملامح الحدود المادية للفراغ الداخلى ولعل من أبرز هذه الملامح هو إعطاء المعمارى الحرية المطلقة فى عمل إتصال فراغى داخلى مفتوح بين المستويات الأفقية المختلفة للمبنى بمثابة القلب المركزى أو الرئة الرئيسية المتصلة للمبنى والتى تطل عليها معظم الأدوار والوحدات الداخلية الرئيسية للمبنى، ويعد المعمارى نورمان فوستر Norman Fosterمن أبرز المعماريين الذين تأثرت أعمالهم بهذا المفهوم ويظهر ذلك فى معظم أعماله مثل مبنى بنك هونج كونج والذى يصل عدد أدواره إلى 41 طابق يطل معظمها على الفراغ الرئيسى الداخلى المفتوح بين الأدوار كما إستخدم الزجاج فى الفواصل والقواطيع الداخلية للفراغات المطلة على الفراغ الرئيسى بين الأدوار لتوفير الربط البصرى، كذلك مبنى بلدية مدينة لندن والذى يتكون من 10 أدوار يصل بينهم فراغ داخلى مفتوح بكامل الإرتفاع والذى يمثل الرئة الرئيسية للمبنى حيث يطل عليه 54 وحدة إدارية و الممر الداخلى الحلزونى الذى يحتوى على الممر والسلم اللذان يرتفعان داخل المبنى لخدمة الأدوار العشرة شكل (12) والتى تستقبل الزوار لمشاهدة الأحداث التى تجرى داخل المركز وهى تتشابه مع مبنى البرلمان الألمانى لفوستر.

شكل (12) الإتصال الرأسى فى تشكيل الفراغ الداخلى (الباحث)

3-2-3 الإتصال البصرى بين الداخل والخارج

المواد الشفافة كالزجاج بأنواعه المختلفة والمواد البلاستيكية المشتقة من البوليمرات بأنواعها المختلفة كان لها دورا كبيرا فى التغلب على الحدود المادية المصمتة للفراغ مثل الحوائط الخارجية وتحويلها من حد أو ساتر خارجى مصمت لا يسمح بالاتصال بين الفراغ الداخلى والخارجى إلا من خلا الفتحات فقط إلى حدود شفافية تسمح بعمل إتصال بصرى بين الداخل والخارج شكل (13) بنسبة كبيرة مما ساعد على ظهور عناص ومفردات فراغية جديدة فى العمارة مثل المعارض المفتوحة والمبانى الإدارية وكذلك فى مجال الزراعة حيث تم إستخدام الحدود الخارجية من الزجاج أو البلاستيك فى الصوبات الزراعية لما لها من خصائص فى تجميع وتوفير درجات الحرارة اللازمة للمزروعات داخل هذه الفراغات .

شكل (13) الإتصال البصرى بين الداخل والخارج (الباحث)

3-3 التوافق مع الطبيعة فى تشكيل الفراغ

التوافق مع الطبيعة المحيطة فى تشكيل الفراغ المعمارى يعتبر من المحددات الأساسية فى بعض المشروعات والتى تفرضها ظروف المشروع والبيئة المحيطة به كما يعتبر من الإتجاهات التصميمية لدى بعض المعمارين، لذلك نجد أن ظهور المواد والنظم الإنشائية الحديثة قد أعطى المعمارى حرية ومرونة كبيرة فى تشكيل الكتل والفراغات نظرا لما لهذه النظم والمواد من خصائص ، والتوافق مع الطبيعة فى المنظومة الحديثة لتشكيل الفراغ شكل (14) يتمثل فى ثلاث إتجاهات رئيسية :

3-3-1 شكل الكتلة

التوافق مع الطبيعة المحيطة فى تشكيل الكتل والفراغات الداخلية أحد الإتجاهات الرئيسية فى المنظومة الحديثة لتشكيل الفراغ لدى الكثير من المعماريين الذين يلجأون للتوافق مع الطبيعة المحيطة إما للطبيعة الخاصة للمشروع مثل مشروع أيدن للبيئيات لنيكولاس جريمشو أو للطبيعة المحيطة بالمشروع .

3-3-2 نسب الفتحات

التوافق مع الطبيعة والبيئة المحيطة فى تشكيل نسب الفتحات الخارجية يتأثر بعدة عوامل رئيسية مثل المناخ والتوجيه المطلوب للفراغ الداخلى والتشكيل المطلوب للغلاف الخارجى للمبنى وقد ساعدت المواد والنظم الحديثة المعمارى فى تحقيق هذه المتطلبات بنسبة كبيرة

3-3-3 الإرتفاعات

ساعدت المواد والنظم الجديدة المصمم المعمارى على محاكاة الطبيعة المحيطة فى تشكيل الكتل والإرتفاعات الخاصة بها بما يتلائم مع الظروف المحيطة بالمبنى والبرنامج التصميمى والوظيفى للمشروع .

4-3 الثورة على الجاذبية

شكل (14) التوافق مع الطبيعة فى التشكيل من حيث شكل الكتلة والفراغ ونسب الفتحات والإرتفاعات (الباحث)

شغلت فكرة الثورة على الجاذبية الأرضية ومحاولة التغلب على الإرتباط البصرى بين الكتل والفراغات المعمارية الكثير من المعماريين لفترات طويلة فى محاولة منهم لعمل إنفصال بصرى بين لمبنى وسطح الأرض وكانت أولى هذه المحاولات للمعمارى لوكوربوزييه فى فيلا سافوى بإستخدام الخرسانة المسلحة وبظهور المواد الجديدة مثل الحديد الصلب والكابلات المعدنية والنظم الإنشائية الحديثة مثل (Arch-supported structure) و(Cable net) و(Frame structure)و(Horizontal cantilever structure)و(space truss) بدأت فكرة الفصل بين المنشأ وسطح الأرض تدخل إلى حيز التنفيذ وظهر مفهوم الثورة على الجاذبية كعنصر مهم من عناصرالمنظومة الحديثة فى تشكيل الكتل والفراغات وكان من أهم عناصره

3-4-1 الإتصال والإنفصال عن سطح الأرض

إستفاد المعمارى من المواد والنظم الجديدة فى عمل إنفصال بصرى للفراغ أو الكتلة الرئيسية للمبنى عن سطح أرض وأكد فقط الإتصال الوظيفى عن طريق ربط المنشأ بالأرض من خلال عناصر الإتصال الرأسية اللازمة .

3-4-2 الفراغات و الكتل الكابولية

الخرسانة المسلحة والحديد الصلب من المواد التى ساعدت المعمارى على خلق مفاهيم جديدة فى التكوين والإنشاء وظهور الفراغات والكتل الكابولية الضخمة، كما ساعدت المواد الخفيفة فى التشطيب الخارجى لهذه الكتل فى تطوير المنظومة الفراغية . شكل (15)

شكل (15) الإتصال والإنفصال ومحاولة التغلب على الجاذبية (الباحث)

5-3 الثورة على الأشكال النمطية واللجوء للأشكال الحرة

الثورة على الأشكال النمطية واللجؤ للأشكال الحرة فى تصميم الفراغ المعمارى كانت من نتائج إستخدام المعمارى للمواد الجديدة والنظم الإنشائية الجديدة والتغلب على الحدود المادية للفراغ والخروج عن إستخدام المواد والنظم التقليدية والشبكات الموديولية النمطية التى كانت تحد من إطلاق حرية الإبداع المعمارى فى التصميم ، لذلك كان الإبداع واللجؤ للأشكال الحرة فى تصميم الفراغ جزء من أجزاء المنظومة الحديثة لتشكيل الفراغ وقد تمثلت الثورة على الأشكال النمطية واللجؤ للأشكال الحرة فى الأتى

1-5-3 الثورة على الخط المستقيم

إستفاد المعمارى من المواد والنظم الجديدة فى التغلب على النمطية والملل فى الأشكال الفراغية عن طريق الثورة على الخطوط المستقيمة الصريحة واللجؤ للخطوط المنحنية والأشكال الحرة الأكثر جمالا فى التعبير عن الفكرةالتصميمية التى يريد بها المعمارى الوصول إلى أقصى درجات التوافق مع العنصر الوظيفى للمنشأ شكل (16) وقد إنعكست ثورة المعمارى على الخطوط المستقيمة فى تصميم الفراغ على

- المستوى الأفقى للتصميم
- المستوى الرأسى فى الواجهات الخارجية
- المستوى التصميمى للفراغ الداخلى

شكل (16) إنعكاس الثورة على الخط المستقيم على المستويات التصميمية للفراغ (الباحث)

2-5-3 تطور نسب وتشكيل الفتحات

تأثرت الفتحات الخارجية من حيث الأشكال والنسب بتطور المنظومة الفراغية والإستفادة من الإمكانات الفراغية للمواد والنظم الجديدة، وبدلا من الأشكال التقليدية للفتحات ظهرت الأشكال الجديدة مت الفتحات الشريطية المحورية والفتحات المائلة والفتحات ذات الأشكال الحرة شكل (17) ، كذلك تغيرت النسب التقليدية للفتحات وتحررت من ضوابط وقيود المواد القديمة فى تشكيل الفتحات، لذا فقد ساهم التحرر فى تشكيل الفتحات بجزء كبير فى تطور المنظومة التصميمية للفراغ الداخلى والكتل الخارجية للمنشأ .

شكل (17) الثورة على نسب وتشكيل الفتحات للفراغ (الباحث)

3-5-3 الثورة على إتزان الكتلة

الإتزان البصرى والإدراكى للكتل والفراغات المعمارية من العناصر التصميمية التى لم يعد لها وجود فى النمظومة الفراغية الحديثة فقديما إضطر المعمارى للإلتزام بالثبات اللازم لإتزان الكتل بصريا مقيدا بالإمكانات الإنشائية للمواد المستخدمة أنذاك، أما بعد ظهور المواد والنظم الجديدة بدأ المصمم فى الثورة على محاور الإتزان الرئيسية للفراغ سواء فى المستوى الأفقى أو الرأسى أو على المستوى الفراغى شكل (18) فظهرت الكتل والفراغات غير متزنة بصريا على الرغم من إتزانها إستاتيكيا .

شكل (18) الثورة على نسب وتشكيل الفتحات والإتزان البصرى للكتلة والفراغ (الباحث)

4- خلاصة البحث :

1_ ساعدت التغيرات التى حدثت فى مجال مواد البناء ونظم الإنشاء المصمم المعمارى على التصميم بمرونة وحرية إبداع أكبر وبالتالى تطورت المفاهيم التصميمية للفراغ لدى المصمم المعمارى.

2_ ساعدت التطورات التى حدثت فى المفاهيم النصميمية المصمم المعمارى على إحداث تغيرات كبيرة فى المنظومة التصميمية للفراغ المعمارى معتمدا على المرونة التى أتاحتها المواد والنظم الجديدة كمنبع هام من منابع التشكيل المعمارى

3_ كان من نتاج تطور المفاهيم التصميمية ظهور المنظومة الجديدة فى تشكيل الفراغ المعمارى والتى أفرزت العديد من المفاهيم التصميمية الجديدة فى صياغة الفراغ المعمارى.

المراجع

أولاً : المراجع العربية

١ - السمنى، ماجد فؤاد، (2008)،"عمارة النانو – العمارة وتقنية النانو" ، رسالة ماجستير،كلية الهندسة-جامعة الاسكندرية.

٢ - حميدة، فهد عبدالعزيز، (2010)، "عمارة النانو الخضراء"، رسالة ماجستير،كلية الهندسة - جامعة الإسكندرية.

٣ - سالم،حاتم فكري، (2010)،"مركز بحوث النانو"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة - جامعة الإسكندرية.

٤ - مجلة الدوحة الالكترونية، العدد (68)، 2013 يونيو تاريخ الدخول (8-1-2014).

٥ - عمر، محمد إسماعيل، (2006) ، تكنولوجيا صناعة الزجاج ،ط1 : دار الكتب العلمية، القاهرة.

٦ - الحامولى، نثيلة عبد السميع، (2003)، تأثير العمارة الزجاجية على الطابع المعمارى منظور تكنولوجى ومفهوم متطور لأستخدام الزجاج فى عملية التصميم المعمارى ،رسالة دكتوراه ،كلية الهندسة - جامعة القاهرة.

٧ - رمضان، منى سيد، (2008)،الزجاج الذكى وإستخداماته فى البيئة المصرية ، رسالة ماجستير ،كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان.

٨ - فكرى،أحمد أحمد والزعفرانى ،عباس محمد (2006)،"الزجاج ذو النفاذية الاختيارية للإشعاع الشمسى مدخل للتصميم البيئى للفتحات الخارجية فى المبانى، مؤتمر قسم الهندسة المعمارية ،كلية الهندسة – جامعة القاهرة .

٩ - على رأفت، الإبداع الفنى فى العمارة،مركز أبحاث إنتركونسلت، الجيزة،1997.

١٠ -على رأفت، الإبداع الإنشائى فى العمارة،مركز أبحاث إنتركونسلت، الجيزة،1997.

١١ -على رأفت، الشكل والمضمون ،مركز أبحاث إنتركونسلت، الجيزة،2007.

١٢ -على رأفت، عمارة المستقبل ،مركز أبحاث إنتركونسلت، الجيزة،2007.

١٣ -عمرو القطان، الحديد والصلب والمبانى المعاصرة فى مصر ، رسالة ماجستير _ كلية الهندسة _ جامعه القاهرة

١٤ -محمد ، محمود عويضة(1984) ،التكنولوجيا الحديثة فى البناء، دار النهضة العربية للطباعة والنشر،بيروت .

١٥ -محمد محمود عويضة،تطور الفكر المعمارى فى القرن العشرين، دار النهضة العربيةللطباعة والنشر،بيروت، 1984 .

ثانياً : المراجع الأجنبية

1. Brian M. Deal, Robert J. Nemeth, and Lee P. DeBaille: Energy Conservation Strategies for Windows and Glazed Surfaces, US Army Corps of Engineers ، Construction Engineering
2. Research Laboratories, USACERL Technical Report 98/74, July 1998
3. BAKER,GEOFFREY H.DESIGN STRATEGIES IN ARCHITECTURE.
4. ARNHEIM,AUDOLF.THE DYNAMICS OF ARCHITECTURAL FORM
5. D'ARCY THOMPSON, on growth&form.
6. MOORE,CHARES&ALLEN FERALD.dimensions,(space,shape&scale in architecture) .
7. ABERCROMBIE,STANLEY.architecture as art.
8. RUDOLF ARNHEIM.art&visual perception,barkley,California,1954 .
9. Sigfried Giedion , Space , Time & Architecture , Harvard University press , 1974
10. The Macmillan Encyclopedia Of Arch & Tech change.
11. Peter Gosse , Architecture in 20 th Centure , benedikt Tashen Verlag
12. Sir Banister Fletcher , History of Architecture , SK.Jain for CBS Publishers & Distributors , 1996.
13. Pedro Guedes , The Macmillan Ency . of Arch.and Tech .change , 1979

ثالثاً : المواقع الإلكترونية

1. www.greatbuilding.com
2. www.structurae.net
3. www.arch.com
4. www.zaha-hadid.com
5. www.fosterandpartners.com
6. www.foster.com.au
7. www.daniel-libeskind.com
8. www.daniel-libeskind.com/projects/show-all/jewish-museum-berlin
9. www.artcyclopedia.com/artist/gehry_frank