مجلة العمارة والتخطيط، م٢٨(١)، ص ص ١٠٣-١٢٨، الرياض (٢٠١٦م / ١٤٣٧هـ)

مقالة استعراضية

تطور استخدام الزجاج في العمارة

ربا محمد العلوش

عضو هيئة تعليمية - كلية الهندسة المعمارية - جامعة دمشق

archrubaaloosh@yahoo.com

قدم للنشر في ٩/ ٦/ ١٤٣٥هـ؛ وقبل للنشر في ٢٧/ ٧/ ١٤٣٥هـ

ملخص البحث. كان الزجاج من التحف النادرة في بداياته، ومن ثمَّ تطوَّر استخدامه من أغراض تزيينيَّة على الجدران والأسقف إلى استخدامه في النوافذ لتمكين الضوء من الوصول إلى الفراغات المعتمة الكبيرة في الكنائس والكاتدرائيات. ثم قدمت العمارة القوطيَّة الزجاج الملوَّن إلى العامَّة بألوانه البهيَّة بوصفه مادَّة نقية للنوافذ، وانتشر استخدام الزجاج في المعارض الأوروبية الكبيرة وصولاً إلى المستنبتات الزجاجية في القرن السابع عشر والثامن عشر الميلادي، ومن ثم ظهور المباني العامة الكبيرة ذات المجازات الواسعة التي ساعدت الثورة الصناعية على ظهورها في القرن التاسع عشر فقدمت مباني تعتمد تقنية العمارة الصناعية التي مثلها الطراز الدولي، وكانت الواجهات الزجاجية هي أغلب واجهات مبانيه، واعتمد مطورو هذا الطراز ومصمموه على الألواح الزجاجية بوصفها مادة معمارية أساسية، وعندها ركز المعماريون أكثر فأكثر على التلاعب بالظل والنور والانعكاس والرؤية، إضافة إلى تطوير أنواع الزجاج وبشكل خاص خلال العقود الأخيرة لتلبية المتطلبات المعمارية والبيئية والإنشائية كافة؛ لذلك يقدم هذا المقال دراسة لتطور استخدام الزجاج في العمارة من خلال عرض ازدهاره والنكسات التي مر فيها وصولاً إلى الواجهات الزجاجية الحديثة (الجدران الستارية الزجاجية) (Glass Curtain Wall). تطورت الواجهات الزجاجية بشكل كبير خلال السنوات الأخيرة من ناحية نوع مادة الزجاج والتقنية العالية في صناعته التي تظهر مرونة توافق الشكل المعماري المطلوب، ومن ناحية تطور التقنيات المستخدمة ممثلة بالواجهات الذكية لتلائم مختلف الظروف والمتطلبات، كما تطورت أساليب التصميم المعماري، ومن الأمثلة العالمية التي تجسد هذا التطور hearst tower و Nord Lb Building و Media Wall و London Hall وبرج خليفة وبرج المملكة وأبراج البحر ومبنى بنك مسقط الجديد. تنبع أهمية المقال من كونه يستعرض جزءاً مهماً من تاريخ استخدام الزجاج في العمارة يهم الباحثين والمهتمين بالزجاج من معماريين ومؤرخين، ويلقي الضوء على تأثيره على الطابع المعماري للمباني. يهدف المقال إلى رصد تطور استخدام مادة الزجاج في العمارة عبر العصور بشكل عام، وعرض تطور تقنيات استخدامها في العمارة، وتتبع أهم المباني التي استخدم فيها الزجاج منذ القديم وصولاً إلى الستارة الزجاجية بفترة الحداثة والروح الجديدة التي أعطتها لهذه المباني، والتوصل إلى تلخيص المراحل المهمة لتطور استخدامها في العمارة ووصفها لتكون مرجعاً مبسطاً للمعماريين والدارسين ومنطلقاً لدراسات أعمق في هذا المجال.

الكلمات المفتاحية: الزجاج في العمارة، العمارة الحديثة، الواجهات الزجاجية، الواجهات الذكية.

المقدمة

عكست نظريات العمارة التي ظهرت في القرن الماضي المفاهيم الدارجة في الزخرفة وفي غنى الواجهات بالعناصر المعمارية، ونادت بالشكل والرمزية.

وفي ظل التطور الحديث والتكنولوجيا المتقدمة أخذت العمارة فكراً تصميمياً واضحاً مستحدثة أشكالاً ونظريات جديدة تجاهلت الخصوصية التراثية والمحلية، ورافق ذلك تجسيد مفرط للتقنية العالية في الإنشاء والمواد، فظهرت مبانٍ بسطوح صقيلة وكتل صريحة مغلفة بالزجاج .[1]

فكانت الرغبة في استخدام الشفافية في أغلفة المباني هي المحرك الأساس لتطوير أنواع جديدة من الواجهات، فأخذت النوافذ الزجاجية تكبر شيئاً فشيئاً حتى أصبحت تمتد من الأرض حتى السقف، لتصبح ستارة زجاجية مستقلة عن الهيكل الإنشائي تعرف الآن باسم الجدران الستارية الزجاجية (Glass Curtain Wall).

وكأي تجربة مرَّ استخدام الزجاج في الواجهات بنكسات، وبازدياد الخبرة والتطور التقني تم التوصل لاستخدام الواجهات الزجاجية بشكل أمثل لتحقيق الفائدة والراحة والجدوى الاقتصادية.

١ – تطور استخدام الزجاج في العمارة:

١-١ ثقافة استخدام الزجاج في شرقي البحر الأبيض المتوسط:

كانت صناعة الزجاج في فترة ما قبل الميلاد محدودة وغامضة ومُقتصِرة على الكهنة والسحرة، وكانت الأواني والقطع الزجاجية تعتبر مجوهرات وتحفاً زجاجية نادرة يمتلكها الأغنياء فقط بديلاً للأحجار الكريمة. ثم أصبح الزجاج عديم اللون بشفافيته النادرة وخروجه عن المألوف بمتناول عامة مواطني الإمبراطورية في ٤٠ بعد الميلاد، فقُدِّم الزجاج إلى العمارة في هذه الفترة (Wigginton,1996).

كما استخدم الزجاج الملون أيضاً لأغراض تزيينية في الأبنية الخاصة والعامة على كل من الجدران والأرضيات والأسقف في الكنائس البيزنطية. فازدهر استخدام الزجاج في القرن الرابع الميلادي في عمارة الأبنية الدينية في روما، وساعدت شمس البحر الأبيض المتوسط القوية مع الزجاج الملون في إبداع عرض رائع للقصص التوراتية ضمن الكنائس. وتعتبر كنيسة القديس بول في القسطنطينية، التي بنيت عام ٣٣٧ بعد الميلاد مثالاً جيداً لاستخدام الزجاج الملون في الكنائس (Elkadi,H.2006).

أسست تقنيات صنع نوافذ من الزجاج الملون في أوروبا بالقرن الثاني عشر للكاتدرائيات والكنائس التي كانت من أولى المباني التي احتاجت إلى التزجيج.

ومن أهم الأمثلة لتلك الفترة كاتدرائية Denis في باريس، انظر الشكل رقم (١)، كما

---

١ – استخدمت كلمة "glesum" لأول مرة في ألمانيا لتعبِّر عن الزجاج وهي تعني "شفاف" ومنها جاءت كلمة 'glass'.

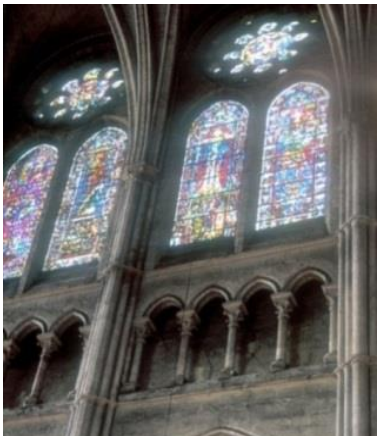
استخدم الزجاج الملون في نوافذ كنائس البلقان (Central Balkans. Wigginton,1996).

الشكل رقم (١): الزجاج الملون في كاتدرائية Denis في باريس (Wigginton,1996)

١-٢ الزجاج في العمارة القوطية:

حرَّر طراز العمارة القوطية[٢] في القرن الثالث عشر الجدران من كونها ركائز دعم إنشائي، فاستطاع إحداث ثقوب في الجدران مكنت وصول الضوء إلى الفراغات الداخلية المعتمة سابقاً (Wigginton,1996)، ومن أشهر الأمثلة عن الزجاج الملوَّن كاتدرائية Antwerp (١٣٥٢م)، حيث استخدم الزجاج بشكل كبير في واجهة المدخل (Elkadi,H.2006)، والنوافذ بشكل الزهور لكاتدرائية Strasbourg (١١٩٤-١٢٥٠م) الشكل رقم (٢)، وكاتدرائية Chartres (١١٩٤-١٢٢٠م) الشكل رقم (٣) (Patterson,2008).

الشكل رقم (٢): نوافذ الزهور لكاتدرائية Strasbourg (Wigginton,1996)



الشكل رقم (٣): نوافذ بشكل الزهور لكاتدرائية Chartres (Wigginton,1996)

كان ابتكار المستنبتات botanic gardens في أوروبا تطويراً مهماً آخر في أواخر القرن السادس عشر الميلادي (Elkadi, H., 2006)، حيث تطلبت النباتات الغريبة التي تم إحضارها من قبل مستكشفين أوروبيين رعاية خاصة وهنا تم إدراك أهمية الزجاج في الأداء الحراري وهو ما قاد بطريق الصدفة إلى تطوير المستنبتات وصولاً إلى البيوت الزجاجيَّة لمزيد من التحكم بالبيئة والضوء.

٢- العمارة القوطية هي مرحلة من العمارة الأوروبية التي تميزت بأشكال هندسية وبتعبيرية مميزة وجديدة في أواخر القرون الوسطى وبخاصة من منتصف القرن الثاني عشر الميلادي إلى نحو عام ١٤٠٠ للميلاد.

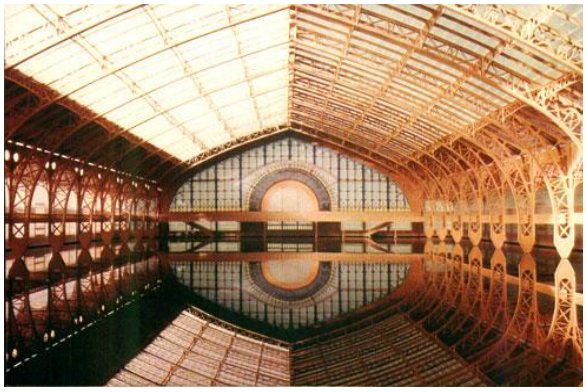
١-٣ انتشار استخدام الزجاج في العمارة:

تميَّز القرن السابع عشر الميلادي بوصول استخدام الزجاج لكافة طبقات المجتمع (Hix,1996). وأدَّى الاهتمام بالإضاءة في ذلك الوقت إلى ابتكار فكرة إمالة الزجاج للحصول على كمية أكبر من ضوء الشمس (Wigginton,1996).

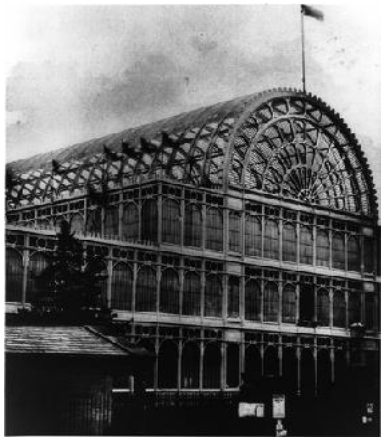
وسهَّل تَحسُّن صناعة الزجاج التحوُّل إلى البيوت الزجاجية في أوائل القرن الثامن عشر الميلادي بواجهات زجاجية كبيرة مُوجَّهة نحو الجنوب (Elkadi,H.2006).

فأظهر تصميم مستنبت حديقة العطارين Apothecaries' Garden في تشيلسي Chelsea عام ١٧٥١م بيتاً كبيراً ذا أجنحةٍ على كلا الجانبين ذات سقوفٍ زجاجيةٍ مائلةٍ بزاوية ٤٥°. ولم تُستخدَم البيوت الزجاجية في تلك الفترة لتربية النباتات فقط بل استُخدِمَت أيضاً بوصفها فراغات ثقافية ودراسية كما في جامعة ليدن Leyden University (Wigginton,1996).

مكَّن تطوُّر إضافي على الطريقة الأسطوانية في صناعة الزجاج، في القرن التاسع عشر الميلادي، من إنتاج ألواح زجاجيَّة كبيرة، وهو ما ساعد على تطور البيوت الزجاجية (Wigginton,1996)، وتوسّع استخدامها بشكل كبير مع تطوُّر المعارض الكبيرةِ مثل معرض Palais de Machines في فرنسا ١٨٨٩م الشكل (٤) (Schittich,1999)، وقصر الكريستال Crystal Palace في إنكلترا ١٨٥٢م، الشكل رقم (٥).



الشكل رقم (٤): Palais de Machines (Schittich,1999)



الشكل رقم (٥): Crystal Palace (Frampton,2002)

فكانت عمارة البيوت الزجاجية فريدة واختلف تصميمها الهندسي تماماً عن نماذج العمارة الكلاسيكية، وأفضل مثال على ذلك مستنبت Palm House الشكل رقم (٦)، في الحدائق النباتية الملكية في بريطانيا (Wigginton,1996)، الذي تميز بأناقة التصميم وباستخدام ألواح الزجاج الكبيرة والإنشاء المعدني المتين.

إنّ ظهور أنواع جديدة من المباني (خاصَّةً في البلدان الصناعيَّة) في النصف الأول من القرن التاسع عشر الميلادي مثل مباني السكك الحديديَّة

الشكل رقم (٦): مستنبت Palm House، ١٨٤٥-١٨٤٨م في الحدائق النباتية الملكية في لندن (Wigginton,1996)

والمطارات، وتطوُّر صناعة الحديد والزجاج إبان الثورة الصناعية[٣] والاستخدام الكبير للفولاذ الإنشائي وفيما بعد الإسمنت المسلح بأعمدة صغيرة نسبياً لدعم الحمولات الكبيرة؛ جعل الجدران الخارجية غير مطلوبة للدعم الإنشائي، فأصبحت أخف وزناً وأكثر تحرراً من الجدران التقليدية في الماضي، وهو ما أفسح المجال لاستخدام متزايد للزجاج بوصفه واجهة خارجية فظهرت الجدران الستارية الزجاجية (glass curtain wall) المعاصرة، (Sebestyen & Pollington,2003). وهو ما ساعد على ظهور طابع معماري خاص فظهرت أبنية ذات نمط حديث بفراغات كبيرة وبمجازات واسعة لاحتواء عدد كبير من الناس. ويُعتبر مبنى Oriel Chambers، الشكل رقم (٧)، من تصميم المعماري البريطاني Peter Ellis في Liverpool بإنكلترا عام ١٨٦٤م؛ البناء الأول في العالم المحاط بستارة زجاجية شفافة تمتد من الأرض حتى السقف، لتمكين وصول الضوء بشكل أكبر لداخل المبنى وتنوير أكثر للفراغ والتقليل من تكاليف الإنارة.

الشكل رقم (٧): مبنى Oriel Chambers في Liverpool (Patterson,2008)

وأعطى استخدام الزجاج في واجهات تلك الأبنية طابعاً فريداً تتميَّز به وهو ما أدَّى إلى خلق ''روح جديدة'' للعمارة في تلك الفترة (Elkadi,H.2006).

١-٤ الزجاج والحداثة:

كانت أوروبا تبحث عن بداية جديدة بعد الحرب العالمية الأولى، من ناحية أساليب جديدة في العمارة ومن ناحية فعاليات اجتماعية جديدة وأفكار حديثة ونماذج جديدة لـ «الروح الجديدة» (Elkadi,H.2006). حيث نشر المحدِّثون الإيطاليون هذا المفهوم، فظهر عام ١٩٠٩م بيان رسمي

٣- الثورة الصناعية: ١٧٥٠-١٨٥٠م هي التغيرات في الزراعة والتصنيع والتعدين والنقل والتكنولوجيا، ولها تأثير عميق على الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية والثقافية في المملكة المتحدة، ثم انتشرت بعد ذلك إلى جميع أنحاء أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية واليابان، ثم بقية دول العالم.

للمدينة الحديثة الجديدة منسوب للمعماري Fillipo Marrinetti، في Le Figaro، الذي دعا فيه إلى التخلِّي تماماً عن الماضي وتدمير كل ما هو قديم من مكتبات ومعارض وقصور، وتبنَّى Antonio Sant' Elia تلك الأفكار في رؤيته لـ Citta Nuova عام ١٩١٤م وهي مدينة مكائن ضخمة (تشبه المباني) مصنوعة من الحديد والزجاج (Wigginton,1996).

واستُخدم تعبير ''الرُّوح الجديدة'' مرَّة أخرى في هذا الوقت اسماً لمجلة كتب فيها Le Corbusier سلسلة مقالاته التي تدعم رؤيته للعمارة الحديثة (Elkadi,H.2006). فكان قادراً على جذب انتباه المعماريين وبلورة كيانات مثالية لـ ''الرُّوح الجديدة'' مثل: تصميمه لمبنى Unite d'Habitation المبين بالشكل رقم (٨)، حيث يظهر من خلاله بساطة التصميم واستخدام المواد الحديثة.

الشكل رقم (٨): مبنى Unite d›Habitation (Elkadi,H.2006)

حيث وصف ناطحات السحاب التي صمَّمها بأنَّها ''واجهات هندسية هائلة الارتفاع كلُّها من الزجاج، عكست بهاء زرقة السَّماء... إنَّها ضخمة لكنَّها موشورات متألقة'' (LeCorbusier,1987:178). فكان الزجاج مرَّة أخرى أداةً في هذا الوصف.

وأوضح Jencks[٤] أنَّها كانت اتحاداً بين الحاجة لكفاءة الآلة والرُّوح الجديدة وهو ما قاد إلى الطراز الدولي[٥] المرتبط بالحداثة في أوروبا (Elkadi,H.2006).

ومن الأمثلة الأولى للحداثة مبنى Hallidie Building في San Francisco، ومدرسة Bauhaus، الشكل رقم (٩)، في Dessau التي صممها Walter Gropius عام ١٩٢٦م، (Elkadi,H.2006)، وهو من أشهر معماريِّي الطراز الدولي.

الشكل رقم (٩): مبنى Bauhaus (Gropius,1965)

قدم Gropius في هذه المدرسة فكرة أولية للجدران الستارية على أنها عبارة عن ألواح من الزجاج بين قوائم من الحديد (Gropius,1965)، فكان مبنى الورش أهم مبنى فقد أكسبه غلافه الزجاجي

٤- Charles Alexander Jencks (١٩٣٩)م: معماري أمريكي صاحب نظريات معمارية، له كتب عن تاريخ عمارة الحداثة وما بعد الحداثة.

٥- الطراز الدولي: مصطلح أطلق في بداية القرن العشرين عمَّ الدول الأوروبية وتحولت العمارة في ظله من مبان متميزة ومتفردة إلى طراز عام يحتذى به، وأصبحت عمارة اللازمان واللامكان.

بريقاً بلورياً وخفة وشفافية، كما أعطى انطباعاً نفسياً إيجابياً عند الطلاب داخل فراغات العمل، حيث يشعر الطالب بالمتعة أثناء مشاهدة المباني الأخرى والطبيعة الخلابة بالإضافة إلى الإضاءة التي تتخلل كل ركن من أركان الفراغ، الشكل رقم (١٠).

الشكل رقم (١٠) : شفافية مبنى الورش في مدرسة Bauhaus

يعتبر معمل Fagus للأحذية في ألمانيا من أهم أعمال Walter Gropius صممه بالاشتراك مع المعماري Adolf Meyer والذي بني عام ١٩٢٨م، وهو أول مبنى مهم حدد الخطوة الأولى في طريقة إنشاء الهياكل الحديدية لحمل الأسقف واختفاء الجدران الخارجية الصماء واستبدالها بالزجاجية يتخللها أعمدة إنشائية نحيلة (Schittich,1999) ، إن الخفة والشفافية أهم ما يميز هذا المبنى، لاحظ الشكل رقم (١١).

الشكل رقم (١١) :مبنى Fagus في ألمانيا (حسن، ١٩٩٨)

أطلق اختراع طريقة الطفو (التعويم) في خمسينيات القرن العشرين، وفيما بعد تطوير عدد كبير من التقنيات التي تتعلق بالطلاء والمعالجة؛ ما يمكن أن يسمى جيلاً جديداً من العمارة الزجاجية (glass architecture)، ترافق مع وضع أنظمة لطرق تركيب الواجهات الزجاجية (Wigginton,1996). وهكذا بدأت العمارة الزجاجية تأخذ دوراً كبيراً وجديداً، وفرض تطور الجدران الستارية في خمسينيَّات وستينيَّات القرن العشرين صورة مختلفة عن عمارة ما قبل الحرب (Elkadi,H.2006).

وإنَّ السمات العامَّة لتلك المباني هي البساطة والصرامة، أمَّا الميِّزة الرئيسة بإعطاء المساحة الأعظم لطوابق المكاتب أمَّنت مرونة استخدام ومساحات أكبر للنوافذ وبأقلِّ تكلفة ممكنة.

يعتبر المعماري Mies van der Rohe من أشهر مؤيدي الطراز الدولي، وطبق مبادئه باستخدام الحديد والزجاج، ويعد الرائد في استخدام هاتين المادتين في العمارة الحديثة (Elkadi,H.٢٠٠٦). وبرغم أن ميس لم يكن الأول في استخدام الهياكل الحديدية إلا أنه أدخل عليها الكثير من التحسينات والتطويرات وهو ما أكسبها قيماً جمالية، ويعد مبنى شقق Lake shore Drive في شيكاغو بأمريكا، عام ١٩٥١م، من أهم أعمال ميس وأول ناطحة سحاب من الفولاذ والزجاج، لاحظ الشكل رقم (١٢) (Patterson,2008)

الشكل رقم (١٢): مبنى Lake Shore (Elkadi,H.2006)

ومـن أهـمّ أعـمال ميـس أيضـاً ناطحـة سـحاب مبنـى المكاتـب في نيويـورك بأمريـكا ذات المظهـر الخارجـي مـن الزجـاج والبرونـز والتـي صمَّمهـا مع فيليـب جونسـون والمعروفـة ببنـاء سـيغرام Seagram، عـام ١٩٥٨م. كـما أنه مـن أوائل الأمثلة التي اسـتخدم فيهـا الزجاج الملون المـاص للحرارة المخفض لكسـب حرارة الشـمس بنسـبة ٢٥-٥٥٪، الشكل رقم (١٣). (Elkadi,H.2006).

الشكل رقم (١٣): مبنى Seagram (Elkadi,H.2006)

قـدم ميس في هذا المبنى تطويـراً لفكرة الواجهات المركبـة عـلى الهيـكل مبـاشرة في أعـمال Gropius حيـث أصبحـت الواجهـة عـلى شـكل غـلاف خارجـي تـم تركيبـه عـلى الهيـكل مـن الخـارج عـلى شـكل سـتائر تكسـو المبنـى مـن أعـلاه إلى أسـفله من جميـع الجهات بوصفهـا عنـصراً مسـتقلاً، تكـون فيـه النوافـذ جـزءاً مكملاً تُدعى الآن ''الجدران الستارية = Curtain Wall'' (Schittich,1999) (Elkadi,H.2006). وقد ألهمت بسـاطة هـذا البنـاء العديـد مـن المعماريـين المعاصريـن، ولكن مـع الأسـف سـبَّبت أيضـاً الكثير مـن التقليـد الرديء حـول العالم.

وهكـذا، بالرغـم من أن سـمعة الجدار السـتاري بقيت سيئة في ذلك الوقت بوصفها ظاهرة تفسد المدن، قـدم جيـل جديد مـن المعماريين لهـم أولويـات مختلفة؛ ازدهـاراً جديـداً مـن العـمارة الزجاجيـة في الثمانينيات والتسـعينيات مـن القـرن العشريـن بأبنيـة مصممـة على المبـادئ النظريـة لـــMies وLe Corbusier وWright. (Wigginton,1996).

ثـم أصبـح المعماريـون يهتمـون بالخـواص الكيميائيـة للزجـاج (الناقلية والامتصاص والإشـعاع والانعـكاس...) وطـرق تثبيتـه (Elkadi, H.2006)، التـي تظهـر في تزجيـج أهرامـات متحف اللوفـر، عام ١٩٨٨م، فاسـتخدم هنـا الزجاج ''الأبيـض المائي''أو ''الكريسـتال'' الـذي لا يغـير لـون الحجـارة عندمـا ننظـر من خلالـه، بسـماكة ١٠مم، ومكون مـن طبقتين بينهـما طبقـة رقيقة شـفافة تحافـظ على قطـع الزجاج في

مكانهـا في حالـة الكسر. كما أصبـح الهرم علامـة مميزة للمبنـى، لاحـظ الشـكل رقـم (١٤).

الشكل رقم (١٤): مبنى Pyramides الزجاجي (Wigginton,1996)

٢- الجدران الستارية الزجاجية:

تعتـبر الجـدران السـتارية أحـد أنـواع إكسـاء واجهـات المبـاني، وهـي جـدران غـير حاملـة توضـع عـلى الواجهـات الخارجيـة وليسـت مـن مكونـات الإطـار الهيـكلي للمبنـى، (تقنيـات البنـاء،٢٠١٠) (Sie,2007)، وباختصـار الجـدران السـتارية الزجاجيـة (glass curtain wall) هـي عبـارة عـن إطـارات معدنيـة بينهـا ألـواح زجاجيـة، الشـكل رقـم (١٥) وعـادة ما تدعـى بالواجهـات الزجاجيـة لأن الشيء السـائد فيها هـو الزجـاج. وتعتـبر حاليـاً مـن أهـم الأغلفـة التـي تغطـي واجهـات المبـاني الحديثـة، فهـي نظـام جـدران خارجيـة زجاجيـة تغطـي واجهـات المبنـى وترتبـط به عـن طريـق تثبيتهـا في الأعمـدة وبلاطـات الأسـقف.

تتميـز بخفـة وزنهـا ومـن ثـم ليـس لهـا حمولات تؤثـر على أبعاد الأساسـات، كما تتميـز بالصيانة القليلة وسرعـة التنفيـذ، وبالمقابـل تحتاج إلى عمالـة متخصصة لتنظيفهـا فتجهـز المبـاني برافعـات خاصـة توضـع على سـطح البنـاء لأجـل ذلـك، ويجـب أن تأخذ السـكك الخاصـة بها في الحسـبان في مرحلـة التصميـم الأولى.

الشكل رقم (١٥): الجدران الستارية الزجاجية (Patterson,2008)

مـن أهـم أنظمـة الجـدران السـتارية الزجاجيـة وفـق كل مـن (Sie,2007) و (Patterson,2008) وحسـب تسلسـل ظهورهـا:

١- نظام القضبان (Stick System):

هـو عبـارة عن شـبكة مـن قضبـان شـاقولية يتم تركيبهـا في بلاطـة السـقف وبعـد ذلـك يتـم تركيـب القضبـان الأفقيـة عـلى الشـاقولية. ويعتـبر مـن أقـدم أنظمة الجدران السـتارية وأكثرها اسـتخداماً وشيوعاً، وظهـر هـذا النظـام في منتصـف القـرن العشريـن الميـلادي.

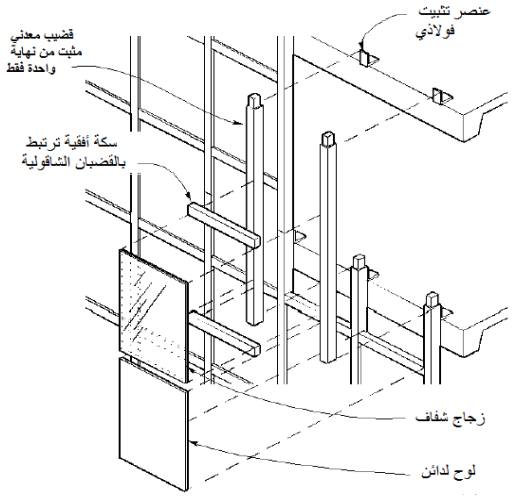
ميزاته:

- يستخدم لأشكال المباني غير المنتظمة.
- يناسب تغيرات إطار المبنى وتحركاته.

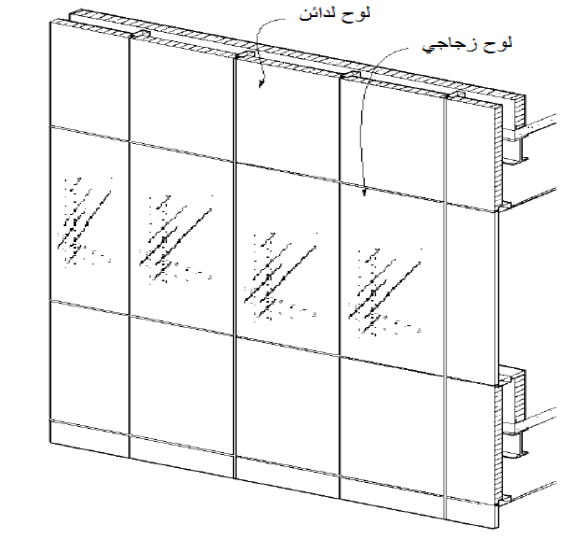
سلبياته:

- يحتاج إلى عدد كبير من الوصلات.
- يحتاج تركيبه إلى عمالة أكبر.
- يحتاج إلى وقت أكبر للتركيب مقارنة مع بقية الأنظمة بسبب تركيبه بشكل كامل في الموقع.
- تعتمد مشاكل التسرب المائي والهوائي في هذا النظام على مهارة العمال في تجميع الوصلات (site-sealed joints) بشكل محكم.

يوضح الشكل رقم (١٦) تركيب القضبان الشاقولية أولاً ومن ثم الأفقية ومن ثم الألواح الزجاجية أو ما شابه. ويوضح الشكل رقم (١٧) الشكل النهائي للواجهة بعد تركيب الألواح.



الشكل رقم (١٦): تركيب القضبان الشاقولية (Sie,2007)



الشكل رقم (١٧): الشكل النهائي للواجهة بعد التركيب (Sie,2007)

٢- نظام الوحدات (Unit System):

هو عبارة عن وحدات إطارات من الألمنيوم أو الفولاذ بارتفاع طابق، غالباً ما تكون مسبقة الصنع ويمكن تجميعها في الموقع، حيث يتم استخدام الآلات لوضع وتركيب الوحدات ويتم ربطها بالبلاطة البيتونية أو الأعمدة. وهذا النظام غير شائع بعكس نظام القضبان.

ميزاته:

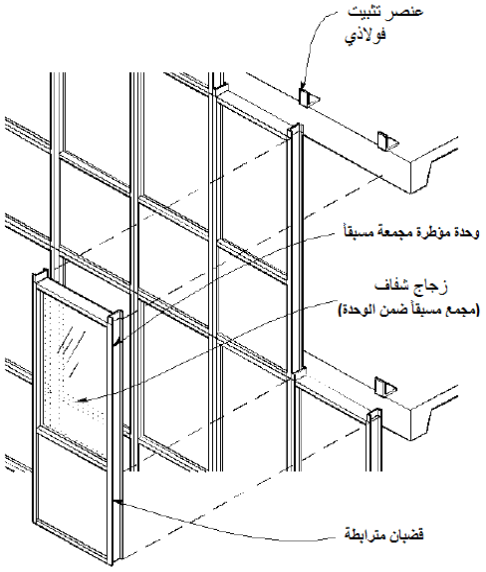
- أسرع في التركيب.
- يحتاج تركيبه إلى عمالة أقل.
- يحتاج وصلات أقل من نظام القضبان ومن ثم تقليل مشاكل التسرب المائي والهوائي في هذا النظام.

سلبياته:

- أكثر تعقيداً وصعوبة من نظام القضبان.

- يحتاج إلى مهارة أكبر.
- أغلى سعراً من نظام القضبان.
- يحتاج إلى آلات ضخمة لتركيب الوحدات.

يوضح الشكل رقم (١٨) طريقة تركيب الإطارات.



الشكل رقم (١٨):طريقة تركيب الإطارات (Sie,2007)

٣- نظام الألواح (Panel System):

تدعى أحياناً بـ ''Truss wall'' وهي وحدات مجمعة ومصنعة مسبقاً في المعمل يتم تثبيتها في الموقع مباشرة على الهيكل الإنشائي للمبنى بالأعمدة أو بالبلاطات البيتونية، ويفضل بالأعمدة (بسبب إمكانية حدوث انحناء في منتصف البلاطات وهو ما قد يؤثر على هذا النظام). تحدد أبعاد هذه الوحدات بالمسافة بين عمودين وبارتفاع الطابق الواحد لذلك لا تناسب أشكال المباني كافة، ولذلك فإن هذا النظام غير شائع في استخدامه.

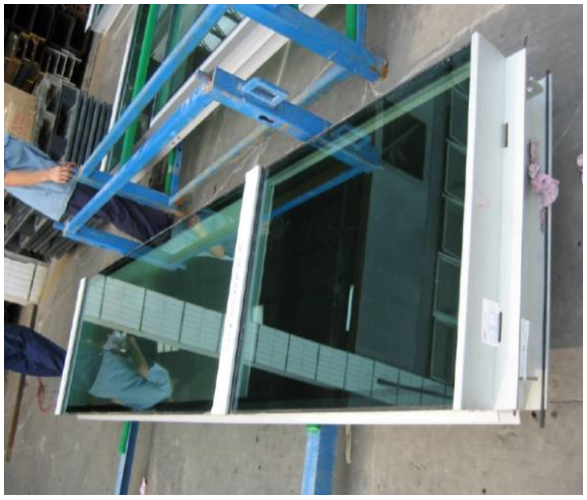
ميزاته:

- يعطي جودة أكبر نظراً لتركيبه آلياً في المصنع.
- سرعة تثبيت أكبر من بقية الأنظمة وبأقل عدد من الوصلات.
- لا يحتاج إلى مهارة لتركيبه.
- يحتاج إلى عمالة أقل.
- يساعد في حمل الوزن الزائد.

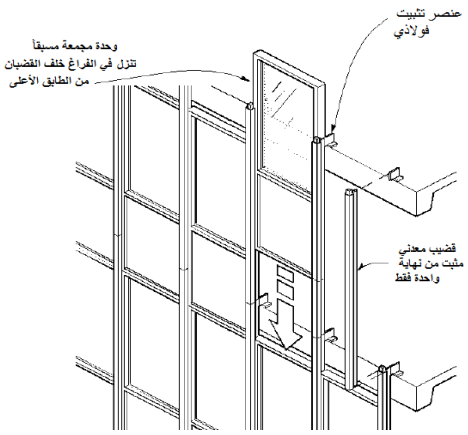
سلبياته:

- سعره أغلى من نظام الوحدات.
- لا يمكن استخدامه في المباني كافة.

حيث يوضح الشكل رقم (١٩) اللوح الزجاجي قبل التركيب والشكل رقم (٢٠) مبدأ تركيب الألواح.



الشكل رقم (١٩): اللوح الزجاجي قبل التركيب (Sie,2007)



الشكل رقم (٢٠): مبدأ تركيب الألواح (Sie,2007)

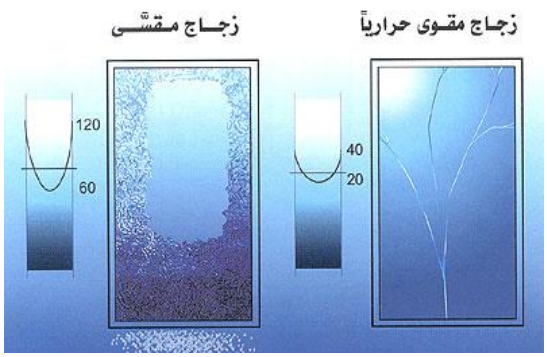
يتميز نظام الألواح (Panel) عن نظام الوحدات (Unit) بوجود قضبان داخلية (Internal Mullions) تساعد في حمل الوزن الزائد ويمكن أن يتم تصنيعها من الخرسانة في المصنع مع إمكانية وجود فتحات نوافذ يتم تركيبها في الموقع.

أهم أنواع الزجاج المستخدم في الواجهات بناءً على (Saint-Gobain Glass Exprover,2013)، الدليل الاسترشادي للعمارة الخضراء في سورية، (G.James,2012)، و (Pilkington,2012) هي:

١. الزجاج المقسى (Bent Tempered Glass): أكثر مقاومة للصدمات بـ ٥-٧ مرات من الزجاج العادي ويتحول عند تكسره إلى عدد كبير من الشظايا الصغيرة التي لا تجرح ولا تؤذي، انظر الشكل رقم (٢١). ويمكن للزجاج المقسَّى مقاومة وتحمل فروق درجات الحرارة الداخلية والخارجية تصل إلى ٣٠٠° مئوية، في حين لا تتجاوز الفروق المقابلة في الزجاج العادي قبل تكسره ٧٠° مئوية. ويستخدم في الطوابق الثلاثة الأولى من المبنى، وفي واجهات العرض والتقسيمات الداخلية للمكاتب.

الشكل رقم (٢١): الزجاج المقسى في حال تكسره (G.James,2012)

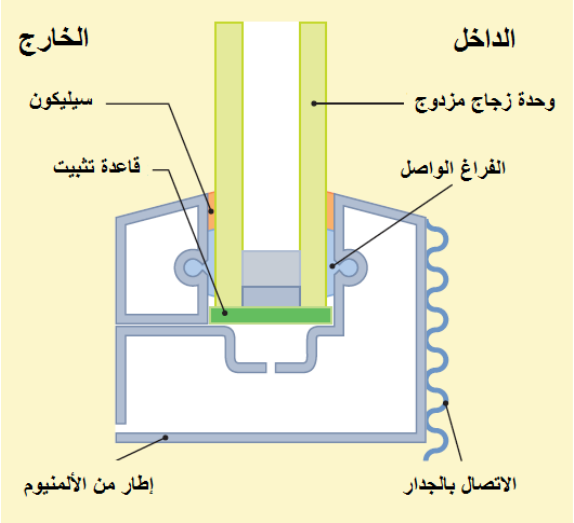
٢. الزجاج المقوى حرارياً (Heat Strengthened Glass): يتميز بمقاومة للكسر تعادل ضعفي مقاومة الزجاج العادي كما أن ميله للتحطم أقل بكثير، ويتحول عند الكسر إلى عدد قليل من القطع الكبيرة ويبقى عالقاً في إطاره دون أن يسقط، انظر الشكل رقم (٢٢). ويستخدم في الأسقف والمظلات الزجاجية والفتحات السماوية، كما ينصح به في الأبنية المرتفعة، حيث يبدأ استخدامه من الطابق الرابع وما فوق.



الشكل رقم (٢٢): الفرق بين الزجاج المقوى حرارياً والزجاج المقسى (www.madarglass.bz,2012)

٣- الزجاج العازل (Insulated Glass Unit):

يتكون الزجاج العازل من لوحين زجاجيين على الأقل، متوازيين ومثبتين معاً لتكوين وحدة مختومة بإحكام تقوم على مبدأ ملء التجويف بين ألواح الزجاج بالهواء الجاف أو بغاز كالآرغون Argon، أو الزينون Xenon، أو الكربتون Krypton. وهو ما يعطي عزلاً صوتياً وعزلاً حرارياً بحدود ٨٥٪، انظر الشكل رقم (٢٣)، ويتعزز هذا العزل بوحدات زجاج مختلفة الأنواع (عاكسة، ماصة للحرارة، ملونة، مجلتن، ...إلخ) وثخانة غير متناظرة لكسر حدة أشعة الشمس ووهجها حسب الحاجة التصميمة. كما يُملأ قضيب الألمنيوم الفاصل بين اللوحين بحبيبات ماصة للرطوبة، ويستخدم في الأبنية السكنية والتجارية والمشافي والمدارس والمطاعم والمباني المطلة على الطرق السريعة.



الشكل رقم (٢٣): مقطع توضيحي لوحدة زجاج مضاعف

(G.James,2012)

٤- الزجاج المجلتن (Laminated Glass):

يتألف من طبقتين أو أكثر من الزجاج تفصل بينها طبقة من الراتنجيات Resins (مواد عضوية)، وذلك لضمان درجة أعلى من الأمان. فإذا تلقى صدمة عنيفة أدت إلى كسر إحدى الطبقات الزجاجية، فإنه يبقى ثابتاً في مكانه ولا يتناثر، انظر الشكل رقم (٢٤). كما يتميز بضبط انتقال الطاقة الشمسية حيث يسمح بمرور ٥٤٪ من الأشعة البنفسجية، و٤٩٪ من الأشعة المرئية، و٥١٪ من الأشعة تحت الحمراء، والباقي يعكس للخارج، كما أنه يضبط العزل الصوتي لأن مادة سافليكس تضعف وتخفف ذبذبات الصوت الداخلة، ويستخدم في الفتحات السماوية والمظلات الزجاجية والأدراج الزجاجية والمدارس والمباني الأمنية (سفارات، وزارات، مطارات...).

الشكل رقم (٢٤):الفرق بين الزجاج المجلتن والعادي

(G.James,2012)

٥- الزجـاج المقاوم للرصاص (Bullet Resistant Glass): يتكـون مـن طبقـات عـدة مـن الزجـاج المجلتـن الـذي يمكـن أن يحوي طبقـة من مـادة البولي كاربونيـت؛ لـذا يتميـز بمقاومة كبـيرة للكسر وإطلاق الرصـاص، ويسـتخدم في المبـاني الماليـة ومراكز صرافة العمـلات وفي السـيارات المصفحـة.

٦- الزجـاج المقاوم للحريق (Fire Rated Glass): يتكـون مـن رقائـق عـدة تجمعهـا طبقـات بينية شـفافة مـن مـواد معينـة، ففـي الحريـق يتصـدع اللـوح الذي يواجـه اللهـب لكنه يبقـى في مكانه ولا ينهـار وتتحول الطبقـات البينيـة، بدرجـة حـرارة ١٢٠ مئويـة تقريباً، الواحـدة تلـو الأخـرى إلى رغوة سـميكة عاتمـة مرنة، تكـوّن درعاً عـازلاً يمنـع حـرارة الوهج مـن الانتقال إلى الجانـب الآخـر مـن الحريق، ويسـتمر هـذا من ٤٥ إلى ١٢٠ دقيقـة تكـون الحمايـة خلالها كاملـة، انظـر الشـكل (٢٥)، ويسـتخدم في المستشـفيات والمـدارس ومراكـز التسـوق والأبنيـة التجارية.

الشـكل رقـم (٢٥):الزجـاج المقـاوم للحريـق قبـل تعرضـه للحـرارة وبعـده (G.James,2012)

٧- الزجـاج ذاتي التنظيـف (Self Cleaning Glass): تعتمـد فكـرة تصنيعـه عـلى احتـواء بنيتـه البلوريـة عـلى خلايـا ضوئيـة كهربائيـة ميكرُويّـة حساسـة، تقوم بالاسـتفادة من طاقة الأشـعة الشمسية الواقعـة عليه، عـن طريق الخلخلة التدريجية للأوسـاخ والغبـار والكتـل العضويـة العالقـة باسـتخدام الطاقة الكهروسـتاتيكية السـاكنة المتولـدة مـن هـذه الخلايـا، (وهـذا يجعـل هـذه المـواد سـهلة الإزالـة تلقائيـاً عنـد سـقوط الأمطـار عليهـا) أو عنـد الـرش بالمـاء ودون أن تـترك أي آثـار أو بقـع، وهـو مـا يجعـل سـطح الزجـاج يبـدو نظيفاً، كـما يقلل مـن نفاذ الأشـعة فوق البنفسـجية الضارة بالإنسـان بنسـبة ٢٠٪. ويسـتخدم في أنـواع الأبنيـة كافـة.

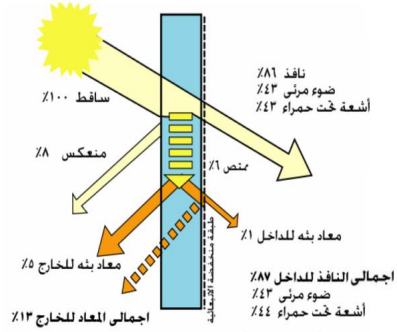
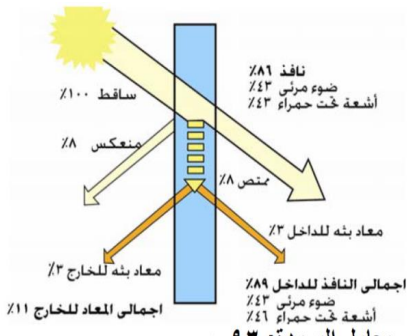
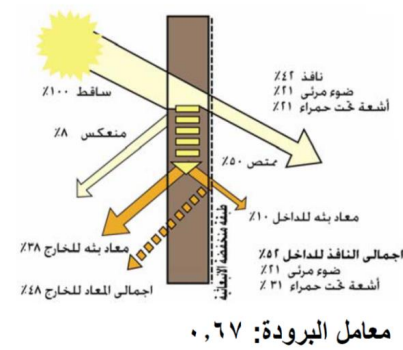
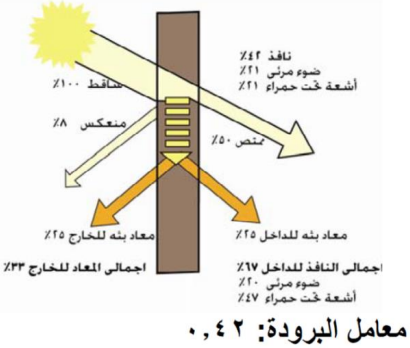
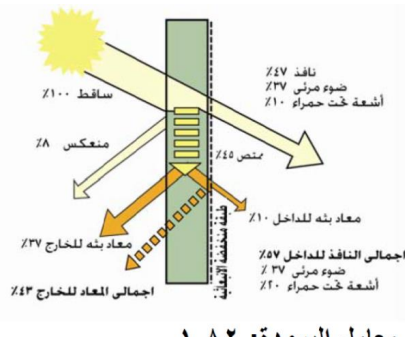
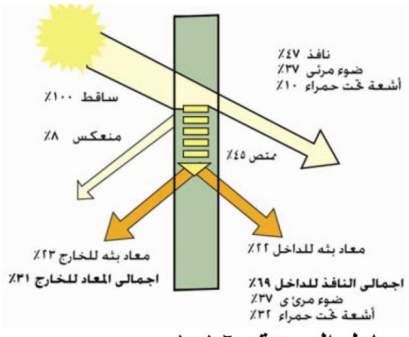
٨- الزجـاج المقلـل لنفـاذ الإشـعاع بشـكل غـير انتقائـي: يمتـاز بتقليـل كميـة الحـرارة المـارة إلى داخـل الفـراغ مـن الإشـعاع الشـمسي ويعتمـد ذلـك عـلى زيـادة امتصـاص أو عكـس الزجـاج للإشـعاع ويسـتخدم في أنواع الأبنيـة كافة، ومـن أنواعه الزجاج المـاص للحـرارة والزجـاج العاكس والزجـاج المطبوع بالسـيراميك والزجـاج متعـدد الطبقـات والأغشـية المانعـة لنفـاذ الأشـعة.

٩- الزجـاج ذو النفاذيـة الاختياريـة للإشـعاع: وهـو مـن أكثـر أنـواع الزجـاج تطـوراً حيـث يمكنهـا الانتقـاء بـين زيـادة النفاذيـة أو إقلالها تبعـاً للظروف،

وأهمها الزجاج ذو النفاذية الانتقائية لطول الموجة حيث يتسم بأنه شفاف تقريباً ولا يعوق الرؤيا أو نفاذ الإضاءة الطبيعية، بينما يكون أقل شفافية للأشعة غير المرئية، وهو ما يؤدي إلى تخفيض الكسب الحراري الشمسي إلى النصف تقريباً. (منها الزجاج الماص للأشعة تحت الحمراء، والزجاج العاكس للأشعة تحت الحمراء، والزجاج القليل الانبعاثية للأشعة تحت الحمراء) (الدليل الاسترشادي للعمارة الخضراء في سوريا، ٢٠١٢م).

يوضح الجدول رقم (١) مقارنة بين الأداء الحراري والضوئي لأنواع عدة من الزجاج ذي النفاذية الانتقائية لطول الموجة.

الجدول رقم (1) : الأداء الحراري والضوئي لأنواع عدة من الزجاج ذي النفاذية الانتقائية لطول الموجة

	الزجاج منخفض الانبعاثية للأشعة تحت الحمراء	الزجاج الشفاف
الزجاج العادي	 معامل البرودة: ٠,٩٩	 معامل البرودة: ٠,٩٣
الزجاج الماص البني (القيمي)	 معامل البرودة: ٠,٦٧	 معامل البرودة: ٠,٤٢
الزجاج الماص الأخضر	 معامل البرودة: ١,٨٢	 معامل البرودة: ١,١٦

٣- تطور الواجهات الزجاجية:

تطورت الواجهات الزجاجية بشكل كبير خلال السنوات الأخيرة ليس فقط من ناحية أنواع الزجاج وجودته وإنما أيضاً من ناحية تقنيات استخدامه وأساليب تصميمه في الواجهات:

• تطورت جودة الزجاج من خلال ظهور أنواع جديدة أكثر ملاءمة للبيئة وتخفض استهلاك الطاقة كالزجاج المقلل لنفاذ الإشعاع بشكل غير انتقائي والزجاج ذي النفاذية الانتقائية للإشعاع. وطورت مواد العزل ذات قيم U (معامل الانتقال الحراري الكلي) القريبة من الصفر (Wigginton & Harris, 2002)، فتتميز أغلب المباني الحديثة باستخدام أنواع تخفض انتقال الحرارة كما في برج المملكة وبرج Hearst Tower حيث تم استخدام زجاج مضاعف وإحدى الطبقتين من نوع منخفض الانبعاثية. إضافة إلى التقنية العالية في صناعته التي تظهر مرونة كبيرة وفق الشكل المعماري المطلوب، كما في مبنى London Holl وبرج خليفة. لاحظ الشكل رقم (٢٦).

• تطورت تقنيات استخدام الزجاج من خلال استخدام تقنية الواجهات الذكية لتلائم مختلف الظروف والمتطلبات، حيث أكد أيضاً كل من Harris وElkadi وWigginton أن التطور التقني، والزجاج الذكي الذي يغير أداءه بنقرة مفتاح؛ جعل مباني أتباع نظرية الواجهات الذكية لها واجهات زجاجية. وبدا الزجاج كأنه المكون الرئيس لتلك

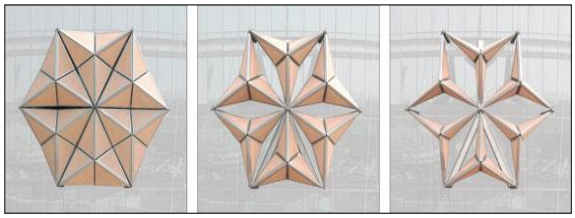
الشكل رقم (٢٦): مبان عالمية مختلفة (بتصرف من مراجع عدة)

• الأنظمة الذكية. (Wigginton & Harris, 2002) و (Elkadi,H.2006)، ومن أهم الأمثلة على ذلك مبنى Swiss Tower، الشكل رقم (٢٧)، حيث يتكون غلافه من طبقتين الخارجية منها زجاج مضاعف من نوع خاص عازل للحرارة، وتجويفه الداخلي مهوى بالستائر الزجاجية والموجهة بالحاسب الآلي.

الشكل رقم (٢٧): Swiss Tower (حسن،٢٠١١)

ومبنى أبراج البحر، الشكل (٢٨)، حيث أحيطت الواجهة الزجاجية بغلاف مشربية مستمدة من التصاميم التراثية الإسلامية وطورت لمشربية ذكية، الشكل رقم (٢٩)، متحركة تستجيب لمختلف الظروف البيئية المختلفة على مدار اليوم والفصل والسنة ساهمت بتحقيق تخفيض الحرارة الشمسية المكتسبة بأكثر من ٥٠٪ وتخفيض الحاجة لاستهلاك طاقة التكييف بمقدار ٢٥٪، وساعدت في تظليل الواجهات وهو ما أتاح التخفيف من وهج الشمس، واستخدام نوافذ زجاجية أكثر شفافية لرؤية أفضل، وإنارة طبيعية مثالية.

الشكل رقم (٢٨): أبراج البحر (www.arabic.cnn.com)



الشكل رقم (٢٩): المشربية الذكية (www.ctbuh.org)

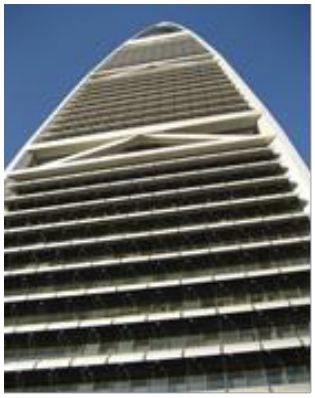
ومثل مبنى Media Wall، الشكل رقم (٣٠)، حيث يعتبر هذا المبنى أكبر شاشة وحدات ضوئية في العالم، يتم التحكم بها من خلال برامج ذكية، ويعمل هذا الغلاف كواجهة وشاشة عملاقة بنفس الوقت. للشاشة طاقة ذاتية مستدامة من خلال خلايا مولدة للطاقة دمجت ضمن وحدة الزجاج المضاعف وتم توزيعها بكثافة متغيرة لتسمح بإنارة طبيعية جيدة، كما عملت هذه الخلايا المولدة للطاقة بوصفها أجهزة تظليل تقلل من التعرض لأشعة الشمس؛ لذلك تميز هذا المبنى باستخدام مبتكر لتكنولوجيا الطاقة الشمسية.

الشكل رقم (٣٠): Media Wall (www.sgp.architct.com)

ويجب ألا نغفل دور المعماريين الأكبر والأهم في إيجاد التصميم الملائم لكل مبنى وفق معطياته البيئية والوظيفية التي صمم لأجلها. فطرق التصميم التقليدية، سواء كان من خلال استخدام المشربيات أو الأفنية الداخلية، إحدى أهم الوسائل لتحقيق راحة بيئية، كما في مبنى بنك مسقط الجديد، الشكل رقم (٣١)، حيث استخدمت مشربيات معدنية بطريقة مميزة وجميلة وحققت الغرض المطلوب منها إضافة إلى وجود أفنية داخلية ساهمت في تأمين راحة حرارية للمبنى.

الشكل رقم (٣١): بنك مسقط الجديد (www.arabic.cnn.com)

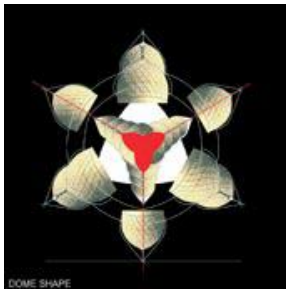
وكذلك برج الفيصلية، الشكل (٣٢)، الذي استخدم معالجات مناخية مميزة أهمها الكاسرات الشمسية على الواجهات الخارجية للوقاية من حرارة الشمس القوية للمناخ الصحراوي القاري.



الشكل رقم (٣٢): برج الفيصلية (www.sbg.com.sa)

• تطورت أساليب التصميم للتعبير عن معلومات اجتماعية وثقافية (محلية) وتعبيرية مهمة كما في برج الفيصلية فشكله الخارجي مستمد من فلسفة إسلامية في التصميم وهي تلاشي المبنى كلما ارتفع لكي يتصل بالسماء كما هي المآذن.

وكذلك شكل برج خليفة المستوحى من شكل زهرة صحراوية معروفة في المنطقة هي ''هايمينوكاليس''. لاحظ الشكل (٣٣).



الشكل رقم (٣٣): زهرة هايمينوكاليس (www.burjkhalifa.ae)

وكما في تغطية الواجهات الخارجية الزجاجية في كل من مبنى بنك مسقط وأبراج البحر بغلاف مشربية ذي أشكال هندسية إسلامية مستوحاة

من البيئة المحلية لتلك المباني لتحقيق أغراض تزيينية ووظيفية. وكذلك في مبنى Media Wall من خلال واجهة استعراضية ديناميكية متغيرة خلال اليوم وهو ما يمنحها حيوية ومتعة لا متناهية، واستخدمت هذه الشاشة لعرض الأحداث الأولمبية والفنية، ويمكن مشاهدتها من شوارع بكين الرئيسة على بعد ١كم.

وبهذا نجد أنه ظهر الآن في الأفق جيل جديد من العمارة الزجاجية بمواد وتصوّرات جديدة لاستخدام الزجاج، ومن سمات هذا الجيل أننا لا نستطيع تخيل ما سيقدم في الخمسين سنة القادمة، لكن نثق بأنه سيكون رائعاً وجميلاً، وأنه سيستغل بشكل صحيح ولكن سنعاني من توسع العمارة الزجاجية وسرعة انتشارها الذي سيؤدي إلى عدم دراستها بشكل كاف.

- وكمثال عن تطور الواجهات الزجاجية في السنوات الأخيرة نذكر مجموعة مباني مركز الملك عبد الله المالي الصديقة للبيئة، الشكل رقم (٣٤).

الشكل رقم (٣٤):مركز الملك عبد الله المالي (www.kafd.com.sa)

من حيث استخدام ألواح زجاج عال الأداء متعدد الطبقات موجهة بزوايا مدروسة تحقق التظليل للحماية من الحرارة وأشعة الشمس وتأمين عزل جيد، فألواح الزجاج المائلة الموجهة للأسفل شفافة تماماً وتسمح بإنارة مثالية للفراغات الداخلية مع تأمين إطلالة جيدة للخارج، أما الألواح الموجهة للأعلى مطلية لتظليل المساحات الداخلية وحمايتها من أشعة الشمس الصحراوية. لاحظ الشكل رقم (٣٥).

الشكل رقم (٣٥): ألواح زجاج مركز الملك عبد الله المالي (www.kafd.com.sa)

ومن حيث تصميم الهيكل الخارجي لبعض المباني المستوحى من واقع البيئة المحلية كجناح الفراشات الصحراوية التي ساعدت في تشكيل ظلال على الواجهات بحيث تقلل من التعرض لأشعة الشمس، وهي معالجة جيدة لتوفير رؤية واسعة.

كما أن تصميم الشكل الخارجي لمباني المركز كان نتيجة فهم عميق لمبادئ الهندسة الإسلامية واحترام النسب الهندسية التي تدعم طرق البناء التقليدية في المنطقة، وأن تصميم مجموع الأبنية بشكل عام مستمد من نماذج متراكبة ومتكررة كما في النمط الإسلامي، لخلق أنماط متشابكة وتصميم هندسي لا نهائي يخلق توازناً وتناغماً في مباني المركز كلياً. كما تم تصميم بعض المباني بنواة مركزية بوصفها فناء داخلياً رأسياً يربط المبنى بأكمله بصرياً لتوفير الحماية من الحرارة العالية والأحمال الشمسية وهذه النواة أكثر كفاءة من الناحية الإنشائية، إضافة إلى تصميم مباني المركز المالي حول العديد من الأفنية الداخلية المشجرة لتساعد في ترطيب المناخ وخلق الظلال لخفض درجات الحرارة، مع وجود حدائق داخلية ضمن الأبنية. كما يظهر في الشكل رقم (٣٦).

كما تم تعزيز الطاقة الكهربائية من خلال تركيب ألواح لتوليد الطاقة الشمسية ودمجها ضمن وحدة الزجاج المضاعف في الواجهات الخارجية. كما لاحظنا في الشكل رقم (٣٥).

الشكل رقم (٣٦):مركز الملك عبد الله المالي (www.kafd.com.sa)

٤- أثر استخدام الزجاج (الواجهات الزجاجية) في الواجهات المعمارية:

٤-١ الأثر المعماري:

سمحت الواجهات الزجاجية بدمج الفراغات الداخلية مع الخارجية، وشكلت كسوة أو مغلفاً خارجياً رقيقاً يقوم بإكساء المبنى وحمايته، مع واجهة داخلية شفافة وكبيرة. ويعتمد نجاح تطبيق هذه الميزة على توجيه الواجهات الداخلية الشفافة على أهم المعالم العمرانية والمعمارية المجاورة. كما أنها خالفت قاعدة «الشكل يتبع الوظيفة» في العمارة الحديثة حيث لا يمكن تمييز وظيفة الفراغات الداخلية للمبنى من الخارج. وأثرت تقنية الواجهات الزجاجية على التصميم الداخلي فتميزت بفراغات مفتوحة تسمح باستغلال أكبر لكامل المساحة المتوفرة، ومرونة في تقسيم الفراغات الداخلية من خلال الفرش المعماري حسب الحاجة وبأقل التكاليف، ووصول الإنارة والتهوية الطبيعية إلى عمق المبنى.

٤-٢ الأثر الجمالي:

قلبت ظاهرة البشرة الزجاجية المفاهيم العمرانية والمعمارية، ولم تعد وظيفة الواجهات الزجاجية تقتصر على إلغاء المسافة المحسوسة بين داخل المبنى وخارجه، وإنما تعدتها لتؤدي دوراً تكوينياً وتعبيرياً مهماً، له أهداف مظهرية جمالية وحضارية. كما أنها خالفت بشكل جذري القواعد والأسس المطبقة سابقاً في التكوين المعماري وتصميم الواجهات حيث كان المبنى بكتله وسطوحه وتفاصيله (أفاريز حجرية، عناصر زخرفية،... إلخ) يمثل المصدر والأساس الذي تنبع منه السمات الجمالية والتعبيرية للتكوين المعماري، فظهرت مبان تعتمد على التكوين الحجمي بسطوح ملساء لامعة، تتميز بالخفة والبساطة.

كما يرتبط نجاح وتألق تطبيقات الواجهات الزجاجية بما يجاورها في الوسط المحيط، أو الأهداف التي سيتم إسقاطها على السطح الزجاجي للمبنى كالنسيج العمراني المجاور أو العناصر الطبيعية. كما أن تغير مظهرها خلال اليوم يعطيها حيوية وديناميكية.

٤-٣ الأثر الاجتماعي:

أعطت حضارة استخدام الواجهات الزجاجية بعداً اجتماعياً وبدأت عصراً معمارياً جديداً. فتصميم المباني بكل تفاصيلها يؤثر في سلوكيات الإنسان والمجتمع المستخدم لها وهذا ما أكده Scheerbart حيث يرى أن ''الزجاج وبخاصة الملون يقضي على الكراهية ويقود إلى عصر جديد'' (Hix,1996)، فبساطة وشفافية الواجهات الزجاجية جعلت الإنسان أكثر انفتاحاً ووضوحاً في أفكاره. كما أصبحت الواجهات الزجاجية تعبر عن معلومات اجتماعية وثقافية مهمة مثل إحساس الفخامة، فالتقنية والمواد المتطورة إحدى أهم وسائل توصيل هذه المعلومات.

٤-٤ الأثر الإنشائي:

تعتبر الواجهات الزجاجية ستائر تكسو المبنى من أعلاه إلى أسفله ومن جميع الجهات بوصفها عنصراً مستقلاً عن الهيكل الإنشائي، حاملاً وليس محمولاً، يساعد بتخفيف الحمولات الميتة بسبب حذف الجدران الخارجية الصلبة ومن ثم تصغير أبعاد الأساسات والأعمدة وهو ما يؤدي إلى تخفيض النفقات اللازمة لإشادة المبنى واختصار المدة اللازمة لتنفيذه وسرعة وضعه بالاستثمار.

٤-٥ الأثر البيئي:

بسط تطور تقنيات الزجاج نفوذ العمارة على الطبيعة بشكل مثير ومكن المعماريين من تحجيم دور قوى الطبيعة في تحديد شكل الواجهات التي تحوَّل دورها من الحماية من قوى الطبيعة إلى التعامل معها، ومن حماية الشاغلين من البيئة الخارجية إلى تأمين راحة بيئية داخلية، لكن الواجهات الزجاجية المغلقة ذات الأنظمة الميكانيكية المدروسة سببت في

بدايات استخدامها استهلاك طاقة ضخماً أدى إلى فشلها جمالياً ووظيفياً، فكانت الواجهات الذكية هي الحل وهي محور التطور (وكان الزجاج المكون الرئيس فيها).

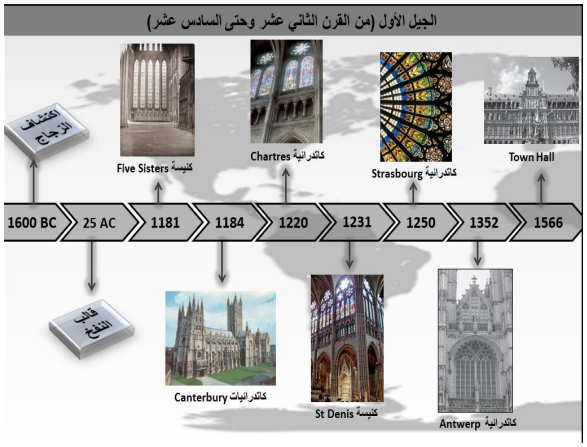
وبهذا نجد أن التصميم الجيد مع استخدام الزجاج الملائم والتقنية الحديثة (الواجهات الذكية) كفيل بتحقيق مختلف أنواع الراحة مع ترشيد في استهلاك الطاقة الذي يعتبر مؤشراً لدرجة الراحة في الأبنية وله تأثير كبير بالحفاظ على البيئة.

النتائج والتوصيات

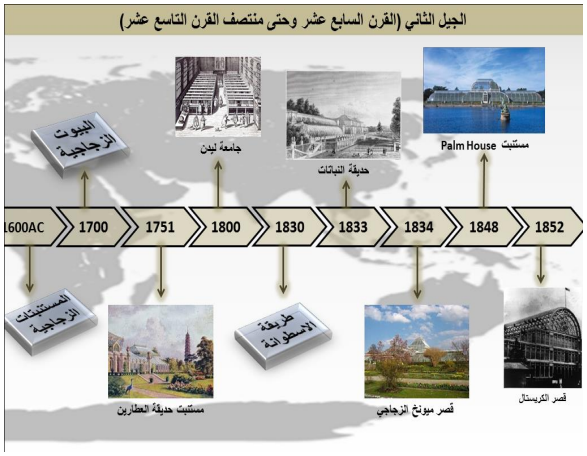
١- يمكن تقسيم مراحل تطور استخدام الزجاج في العمارة إلى خمسة أجيال:

الجيل الأول (من القرن الثاني عشر حتى السادس عشر الميلادي) يتمثل بنوافذ العمارة القوطية، حيث كانت الكاتدرائيات والكنائس من أولى المباني التي احتاجت إلى التزجيج بسبب ضخامة حجمها، فأصبحت الجدران أكثر تحرراً مما سبق وتمكن المعماريون من إحداث فتحات نوافذ زجاجية لتمكين دخول الضوء للفراغات الداخلية. انظر المخطط (١).

الجيل الثاني (القرن السابع عشر وحتى منتصف القرن التاسع عشر الميلادي) يتمثل بظهور المباني الوظيفية نفعية وهي المستنبتات الزجاجية والجدران الزجاجية المائلة للاستفادة من أشعة الشمس ومن الأداء الحراري للزجاج (ميزة الحبس الحراري للزجاج) انظر المخطط (٢).



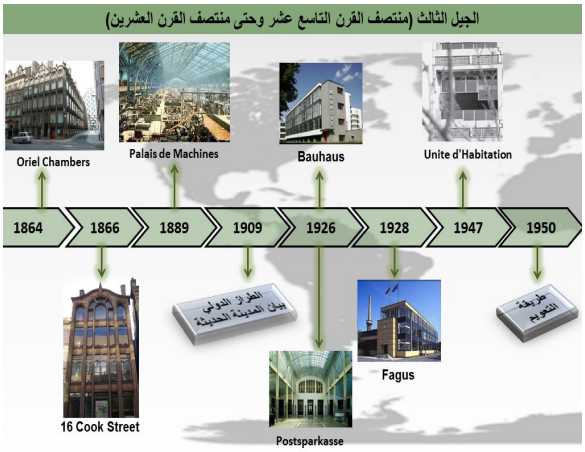
المخطط (١): تطور استخدام الزجاج في الجيل الأول



المخطط (٢): تطور استخدام الزجاج في الجيل الثاني

الجيل الثالث (منتصف القرن التاسع عشر وحتى منتصف القرن العشرين الميلادي) يتمثل بظهور الجدران الستارية الزجاجية التي كانت نتيجة لتطور مواد وأساليب الإنشاء، وظهور المباني العامة ذات الفراغات الواسعة والمجازات الكبيرة، لتحقيق خصائص وظيفية نفعية كالتشميس والإنارة الطبيعية وخصائص تعبيرية (شكلية) مثلت عمارة

الحداثة التي اتسمت بالبساطة واستعمال المواد المتطورة كالحديد والزجاج. انظر المخطط (٣).

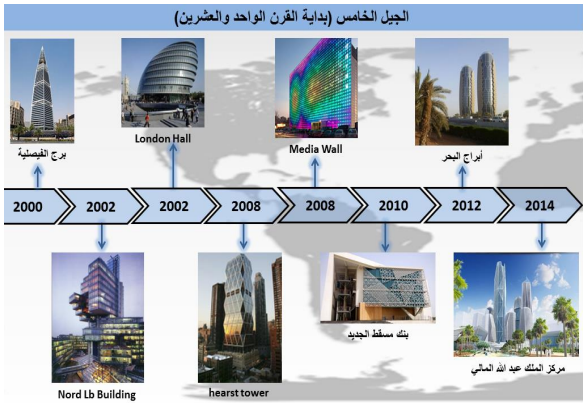


المخطط (٣): تطور استخدام الزجاج في الجيل الثالث

الجيل الرابع (النصف الثاني من القرن العشرين) يتمثل بازدهار عمارة الواجهات الزجاجية من خلال وضع أنظمة خاصة بإنشاء الواجهات وتطوير تقنيات صناعة زجاج المتعلقة بالطلاء والمعالجة لتحقيق خصائص أفضل من حيث السلامة والأمان والأداء الحراري. انظر المخطط (٤).

المخطط (٤): تطور استخدام الزجاج في الجيل الرابع

الجيل الخامس (بداية القرن الحادي والعشرين) يتمثل بجيل جديد من العمارة الزجاجية، بمواد جديدة وتصوّرات جديدة لاستخدام الزجاج. فطورت أنواع الزجاج الذكي الذي يغير أداءه بنقرة مفتاح والملائم لعمارة بيئية ومستدامة. انظر المخطط (٥)



المخطط (٥): تطور استخدام الزجاج في الجيل الخامس

٢- تطور استخدام الزجاج في العمارة بشكل إيجابي في مختلف المراحل مع وجود نكسات سلبية في بعض الأوقات ولمدة محدودة، لكن هذه السلبيات دفعت المطورين التجاريين والمقاولين لابتكار الأفضل.

٣- كان لاستخدام الواجهات الزجاجية (Glass Curtain Wall) أثر كبير على العمارة والبيئة والإنسان اتضح في نواح عدة، كما أعطى قيمة مضافة لاستخدامها:

أ. على الصعيد المعماري: مرونة وسهولة في المساقط المعمارية.

ب. على الصعيد الجمالي: خلق روح جديدة لمفاهيم الجمال سواء كان ذلك من ناحية تصميم الواجهة الخارجية أو من ناحية الابتكار في الحجوم والأشكال المعمارية.

ج. على الصعيد الاجتماعي: خروج مبانيها عن المفهوم السلبي لـ «عمارة اللازمان واللامكان» وتصميم مبان زجاجية مرتبطة بالخصوصية الإقليمية والإرث الحضاري للمكان، وهو ما أعطاها هوية وطابعاً معمارياً مميزاً وبذلك توسع دور الواجهات الزجاجية للتعبير عن معلومات اجتماعية وثقافية.

د. على الصعيد البيئي: في البداية كان ظهور الواجهات الزجاجية في البلدان ذات المناخ البارد مدفوعاً بالحاجة إلى اكتساب أكبر قدر من الطاقة الشمسية، ولم تناسب المناطق ذات المناخ الحار بسبب التقنية الضعيفة للزجاج ولأساليب التصميم في ذلك الوقت، ومع مرور الزمن والتطور الهائل على مختلف الصعد (نوع الزجاج، أساليب التصميم، التقنيات الحديثة كالأنظمة الذكية) أصبح استخدام الواجهات الزجاجية ملائماً لمختلف البيئات (ومنها الحارة) وقد استعرضنا أمثلة لمبان من بيئات مختلفة (لندن/ بريطانيا، بكين/ الصين، هانوفر/ ألمانيا، مسقط/ سلطنة عمان، الرياض/ المملكة العربية السعودية، دبي/ الإمارات العربية المتحدة... وغيرها).

ه. على الصعيد الإنشائي: حقق استخدام الواجهات الزجاجية ميزات مهمة أهمها تخفيف الحمولات الميتة التي أعطت مرونة وبشكل خاص الامتداد الرأسي لمبانيها.

٤- يمتاز الزجاج بكونه مرن التشكيل حسب الشكل المطلوب، وترافق ذلك مع تطور الأنظمة الإنشائية الخاصة بالواجهات الزجاجية بشكل كبير خلال السنوات الأخيرة بحيث تستجيب لأشكال المباني كافة.

٥- الزجاج هو الخيار الأفضل بين المواد الصديقة للبيئة والقابلة لإعادة التدوير حيث يحتاج الزجاج إلى عشر الطاقة اللازمة لتصنيعه في حال تدويره، وقلة الانبعاثات الغازية له مقارنة مع المواد الأخرى.

٦- يمكن تحقيق الجدوى الاقتصادية، رغم الكلفة العالية لبناء الواجهات الزجاجية، باستثمار المنشأة بشكل سريع نتيجة اختصار زمن البناء والإكساء مقارنة بالطرق التقليدية، كما أنّ المظهر الحديث للتغطية الزجاجية يساهم في تسويق تلك المنشآت. بالإضافة إلى الاستفادة الكبيرة من أشعة الشمس في الإنارة والتدفئة وتوفير الطاقة، ومن ثم خفض كلفة تشغيل المبنى على المدى الطويل.

٧- يقل استخدام الواجهات الزجاجية في المناطق التي تشهد كوارث طبيعية أو حروباً. حيث يرتبط استخدامها بالاستقرار السياسي والاقتصادي في أي منطقة بشكل كبير، بسبب أن الزجاج سريع التكسر؛ لذلك يقل استخدامها في المناطق التي تشهد اضطرابات.

المراجع

المراجع العربية:

حسن، نوبي محمد. نظريات العمارة، دراسة في تغيير الفكر المعماري عبر التاريخ، جامعة الملك سعود، (١٩٩٨).

حسن، نوبي محمد. نظريات العمارة، جامعة الملك سعود، (٢٠١١).

English References:

Elkadi, H. (2006), 'Cultures of Glass Architecture, Great Britain by MPG Books Ltd, Bodmin, Cornwall.

Frampton, K. (2002), Labour, Work and Architecture, London: Phaidon.

Gropius, W. (1965), The New Architecture and the Bauhous. London: MIT Press.

Harris, J., Elkadi, H., and Wigginton, M. (1998), 'Evaluation of the Intelligent Skin', Renewable Energy. Oxford: Elsevier.

Hix, J. (1996), Glass House, London: Phaidon.

Jencks, C. (1985), Modern Movements in Architecture, Harmondsworth: Penguin.

Jencks, C., and Kropf, K. (eds) (1997), Theories and Manifestos of Contemporary Architecture, Chichester, Wiley-Academy.

Le Corbusier. (1987), The Decorative Art of Today, translated by James Dunnett, London: Architecture Press.

Patterson, M. (2008), Structural Glass Facades: A Unique Bulding Technology. University of Southern California. U.S.A

Schittich, C. (1999), Glass Construction Manual. Institut for intemationale Architktur -Dokumentation GmbH, Munich.

Sebestyen, G. and Pollington, C. (2003), New architecture and technology. Architectural Press

Sie, W., W. (2007), Analysis and Design of Curtain Wall Systems for High Rise Building. University of Southern Queensland. China.

Wigginton, M. (1996), Glass in Architecture, London: Phaidon.

Wigginton, M., and Harris, J. (2002), Intelligent Skins, Oxford: Architectural Press.

Web References:

www.arabic.cnn.com
www.burjkhalifa.ae
www.ctbuh.org
www.kafd.com.sa
www.sbg.com.sa
www.sgp.architct.com

Review Article

Development of Usege of Glass in Architecture

Ruba Mohmmed Alalloosh

Teaching staff - Faculty of Architecture -Damascus University

archrubaaloosh@yahoo.com

Received 9/4/2014 ; accepted for publication 26/5/2014

Abstract: In its beginning, glass was considered a rare art of work, and its application advanced from decorative usage on the walls and ceilings to using it in the windows to allow the light to reach the vast dark spaces in churches and cathedrals. then the Gothic architecture presented the colored glass with its fascinating colors as a pure material for the windows, and usage of glass became widespread in the big European galleries and the glass houses in the 17th and 18th century, afterwards the emergence of public buildings with vast spaces by the help of the industrial revolution in the 19th century which presented buildings that depends on the industrial architecture technique which are related to the international style. And most of these buildings façades were glazed façades. Designers and developers of this style depended on glass as an essential architectural material, and architects focused more and more on the manipulation made by shadow, light, reflection and visibil ty, in addition to the development of glass types especially in the last decades to respond to the architectural, environmental and structural needs or demands. Therefore, this research studies glass advancement in architecture by shoing its prosperity and its degradation until we reach the glazed curtain wall.Through the last few years, glazed façades advanced and developed effectively in the type of glass used, and the high tech in its manufacturing that shows flexibility which accommodates with the architectural form, and advancement in the techniques used to form it represented in the smart façades which can accommodate to all circumstances and demands. From the international examples which show this advancement are: London Hall, Media Wall, Nord LB bank in Germany, Hearst Tower, Khalifa Tower, the Kingdom Tower, Towers of the Sea, and the building of the new bank of Masqat.

Key words: Glass in architecture, Modern architecture, Glass curtain facades, Smart facades.