تصميم معماري III

م.علي سعد عبد الوهاب

جامعة المثنى

كلية الهندسة

قسم هندسة العمارة

المحاضرة رقم 7 – الاسبوع السابع

الواجهات الذكية

مشروع تصميم المكتبة المركزية – جامعة المثنى

1- المدخل :

الواجهات "هي الوجه الخارجي للمبنى أو مجموعة الوجوه التي نراها بشكل عام بحسب المحور البصري لعين الناظر، وهي المعبر عن الانشاء وتقنية البناء ونوعية مادة البناء للجدار .[10]

أما المباني الذكية بحسب الجمعية الأمريكية للطاقة والسلامة :"هي المباني التي تضمن الحفاظ على الطاقة، والبيئة، وتؤمن الأمن والسلامة والمتانة، والديمومة لتحقيق العائدية الانتاجية خلال المرحلة التشغيلية للمبنى وتحسن كل صفاتها من خلال دورة حياة المبنى في جميع مراحلها".[1]

سيتم في هذا البحث استعراض أنواع من الواجهات الذكية والاطلاع على طرق تنفيذها التي بدأت تنتشر في صناعة العمارة في القرن الحالي من أجل إنتاج مبان صديقة للبيئة ومناسبة للسكن والعمل ومختلف النشاطات.

2- الواجهات الذكية:

يمكننا أن نصف الواجهات بأنها ذكية إذا تميزت بقدرة على التحكم في سلوكها تجاه البيئة الخارجية فتتجاوب معها لتؤمن بيئة داخلية تتناسب مع مستثمر الفراغ مستخدمة إنشائية مميزة تسمح بمرونة التطبيق فبذلك تساهم في:

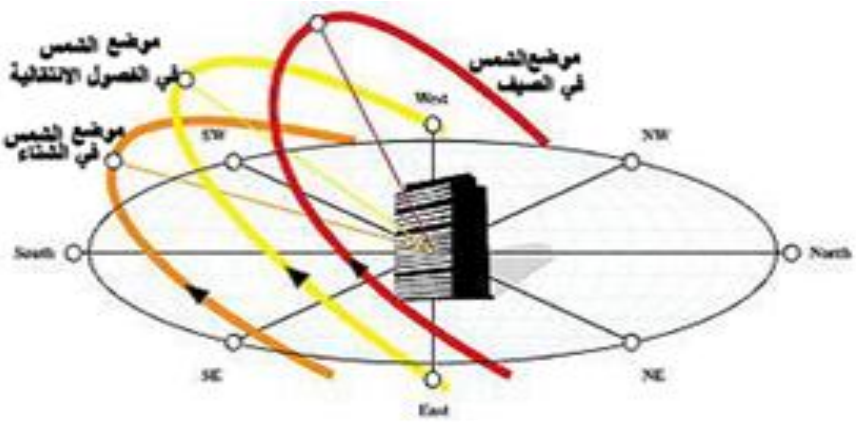
- تحقيق اضاءة نهارية جيدة تساعد في ترشيد استهلاك الطاقة.
- تأمين الراحة المناخية بتقليل الفقد الحراري خلال الطقس البارد.
- توفير اتصال بصري مع البيئة الخارجية.
- توفير تهوية طبيعية بأقصى حد ممكن فبذلك تحسن من أداء المنشأة، و تقلل من تأثيرها السلبي على البيئة المحيطة خلال دورة حياة المبنى.

– تطوير التقنيات المتعلقة بطرق إنشاء الواجهات لتحقيق خصائص وظيفية مميزة.

لذلك لابد من معرفة و دراسة أنظمة التظليل الشمسي عند دراسة الواجهات فهي جزء لا يتجزأ من تصميمها لتؤمن بذلك وفراً في الطاقة المستخدمة في التدفئة والتبريد قد تصل لـ40%.[6]

3-الاعتبارات التصميمية للواجهات الذكية:

يتأثر أداء الطاقة للمبنى بشكل الواجهات فغلاف المبنى يؤمن عزلاً حرارياً كبيراً، ويخفف من تسرب الهواء كما يتحكم بالإشعاع الشمسي، ويؤمن إضاءة نهارية تقلل من استهلاك الكهرباء، ومن أحمال التدفئة الناتجة عن الإضاءة الصناعية. فمن المتطلبات الأساسية أثناء دراسة الواجهات معرفة اتجاهها لتحقيق تظليل جيد للمبنى خلال ساعات اليوم الواحد وكذلك على مدار العام كله كما في الشكل (1)

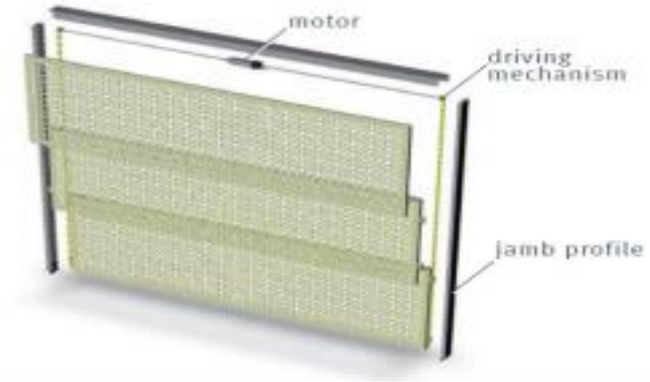


الشكل(1):حركة الشمس على مدار العام [الباحث]

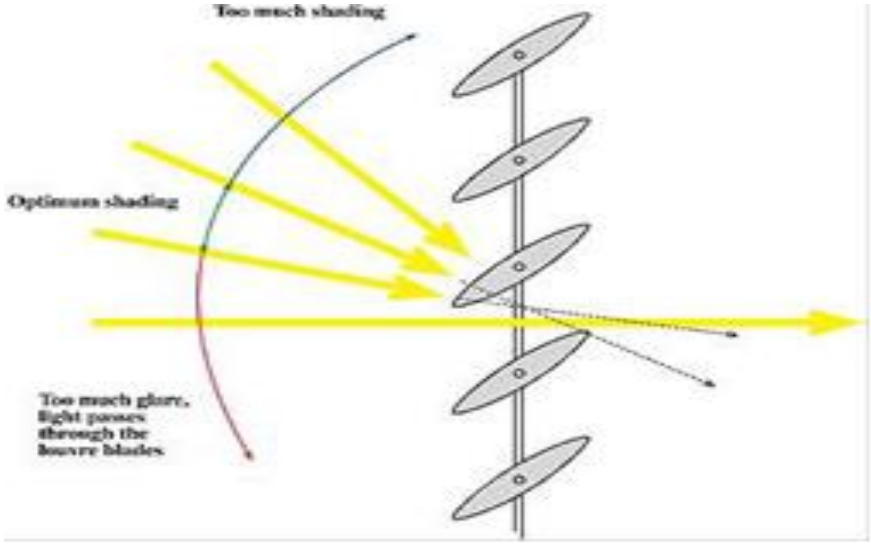
وتحسن تدفق الحرارة، وتؤمن مستوى ضوء طبيعي جيد داخل المبنى، فتساعد في تقليل تكاليف تشغيله.

فالتظليل الجيد يساعد في تخفيف الحرارة والسطوع داخل المبنى، فكلما اتجهنا شمال خط الاستواء تزداد الحاجة إلى إدخال أشعة الشمس التي تساعد في عملية التدفئة، ويمكننا معمارياً التحكم بذلك من خلال تركيب شفرات (ثابتة أو متحركة) على واجهات المبنى.

فالشفرات المتحركة(**controllable shading**) تتميز بقدرتها: على التظليل الجيد والمرونة وتأمين رؤية جيدة بفضل برامج كمبيوتر خاصة يتم التحكم بها يدوياً أو أوتوماتيكياً مما يجعلها تتبع مسار الشمس وتتكيف مع البيئة المحيطة كما في الشكل(2) والشكل(3)



الشكل)2(:عناصر الشفرات المتحركة.]6[

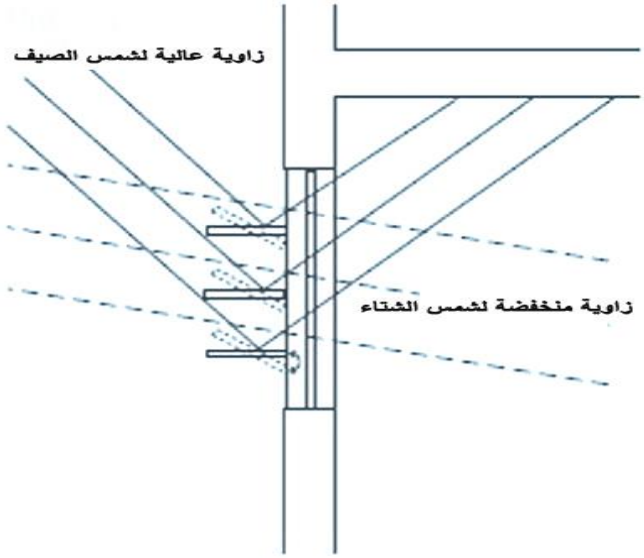


الشكل (3):توضح آلية عمل الشفرات المتحركة.[6]

أما الشفرات الثابتة **(fixed shading)** وهي الأكثر شيوعاً فتثبت بشكل أفقي على الواجهة الجنوبية وشاقولياً على الواجهتين الشرقية و الغربية كما في الشكل(4)

الشكل(4):أشكال الشفرات الثابتة.[6]

وهي تعتبر غير مرنة مع التغيرات البيئية الخارجية، ومفيدة في المناخات الثابتة.



الشكل(5):يوضح ألية عمل الشفرات الثابتة[6]

4_ واجهات عالية التقنية :

وهي الواجهات التي استفيد في تصميمها وإنشائها من التطور التقني والتكنولوجي وسيتم استعراض بعض نماذجها:

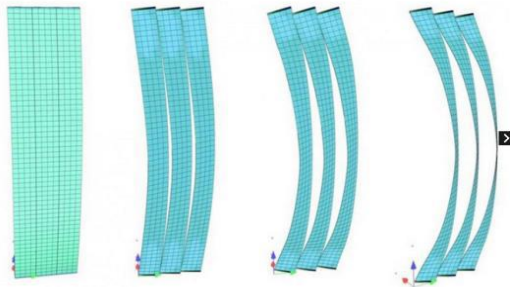
4-1الواجهات المتحركة)2([kinetic facades

تتميز هذه الواجهات بالديناميكية والقدرة على تغيير شكلها و تكوينها وتوجيهها لتستجيب بشكل أتوماتيكي للعوامل البيئية المحيطة وتغيراتها، وهذا يتضمن درجة الحرارة و الرطوبة والرياح.....الخ.كما في الشكل(6).

الشكل(6):مبنىone ocean's **في كوريا الجنوبية [2]**

فيتم دمج الشفرات المتحركة في تصميم الواجهات لتخفف من مستوى الكسب الحراري الشمسي لتؤمن بيئة داخلية مناسبة. ففي مبنى**one ocean's** في كوريا الجنوبية، تم استخدام شفرات شمسية مصنوعة من صفائح مقواه بالألياف لتكون قوية ومرنة.

موضحة في الشكل(7). فهي تتميز بوجود حافتين أحدهما قاسية والأخرى رقيقة لتكون قادرة على الانحناء غير المتكافئ فتسمح للضوء بالمرور لتؤمن وسط داخلي جيد . إن استخدام الشفرات المتحركة أمن أداء أفضل لهذه الواجهات.

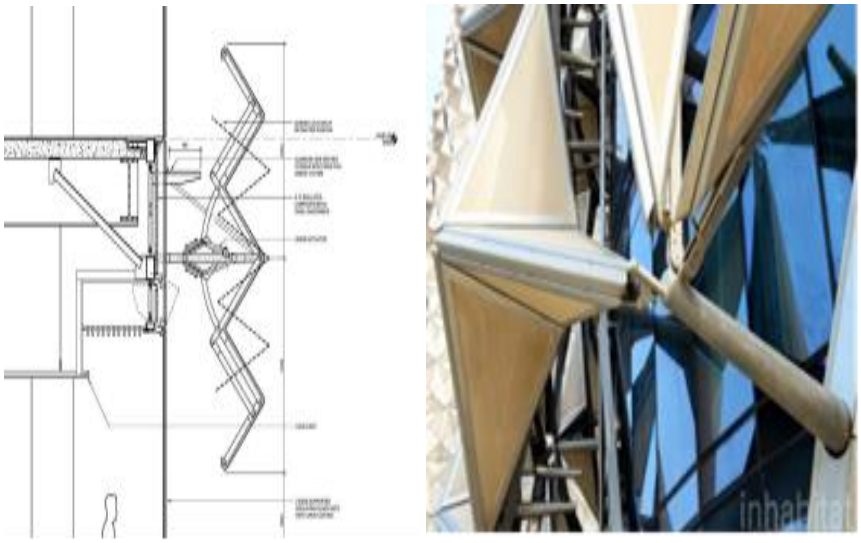


الشكل(7)الشفرات الشمسية في one ocean's [2]

وفي الشكل (8) تظهر أبراج أبو ظبي التي تم استخدام نظام تظليل ذكي ومتحرك في واجهاتها مما يؤمن خفض للحرارة المكتسبة بمقدار يصل لـ50%، فتساعد بذلك على تخفيض الحاجة لاستهلاك الطاقة إلى حد يصل لـ 40%.[2]

الشكل)8(:أبراج أبو ظبي]2[

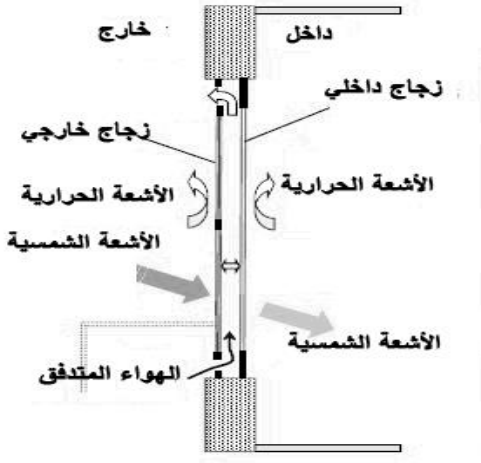
الشكل)9(الشفرات الشمسية المشربية في أبراج أبو ظبي]2[



الشكل(10):ألية تثبيت الشفرات المتحركة في أبراج البحر[3]

4-2 -الواجهات الشمسية:7[solar facades]

يعتمد مبدأ الواجهات الشمسية على تركيب المولدات الكهربائية الضوئية على الواجهات لتكون مصدر اً للطاقة فتو لد الكهرباء، و تكون مصدر اً للحرارة لأغراض التدفئة و التبريد. فهي في الغالب عبارة عن طبقات للواجهة الستارية أمام الجدران الداخلية المعزولة، مع وجود نفق تهوية بينهما حيث يتم وضع نفق هوائي وراء طبقة الزجاج الخارجي المعالج و ذلك من أجل منع الحرارة العالية لهذه الطبقات من زيادة الكهرباء المكتسبة . كما في الشكل(11)



الشكل (11):آلية عمل الواجهات الشمسية[10]

تمتاز الواجهات الكهربائية الضوئية بإمكانية توليد الكهرباء فتوفر من الطاقة حتى 40%وبذلك تخفف من الجسور الحرارية وتؤمن الراحة الحرارية الداخلية، ويعد مشروع **GreenPix** في الصين الظاهر في الشكل (12) أول مشروع استخدم نظام واجهة شمسية، ويعد هذا النظام مناسب للاستخدام في بلادنا.

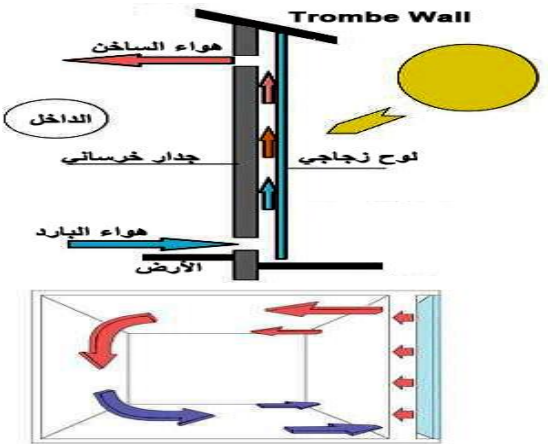
الشكل (12):الغرين بيكس في الصين[7]

فكل لوح من الألواح الزجاجية المشكلة للواجهة لديه اضاءة متغيرة اللون مثبتة خلفه. تقوم الخلايا الضوئية المدمجة على الألواح بامتصاص الطاقة و تخزينها لتساعد في إضاءة المشروع ليلاً وبذلك تتحول الواجهة لوسيلة إعلانية تفاعلية موضحة في الشكل(13)

الشكل(13):الألواح الكهروضوئية[7]

4-3- الواجهات المجّ معة :]8[

ويعتبر جدار ترومب **Trombewall** من أكثر الجدران المجّ معة بساطة ، فأشعة الشمس قصيرة الموجة تخترق طبقة الزجاج المفردة أو المضاعفة في الواجهة الموجهة للجنوب، وتصطدم بجدار سميك مطلي بطبقة ماصة مظلمة تقوم بامتصاص الأشعة وتحويلها إلى موجات طويلة من الأشعة الحرارية وتخزنها في الجدار فتنتقل الحرارة في الفراغ الموجود بين طبقات الواجهة عن طريق الجدار إلى الفراغ الداخلي كما في الشكل(14).



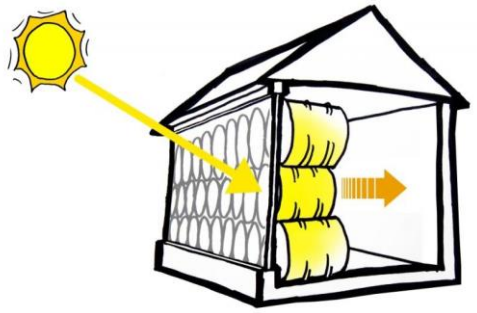
الشكل(14):يوضح ألية عمل جدار ترومب[12]

ويقوم السطح الزجاجي بمنع تسرب الأشعة الحرارية من السطح الدافئ للجدار فيتم حجز الأشعة المنعكسة في داخل حيز هوائي بسماكة(2-15) سم لتقوم بالمزيد من التسخين على سطح الجدار.

واعتماداً على إنشائية الجدار و طاقته التخزينية فإن الحرارة المكتسبة يمكن أن تفرغ بسرعة أو على مدى فترة طويلة خلال ساعات الليل فالجدار الذي تبلغ سماكته 40 سم يحتاج لحوالي 8 – 10 ساعات للوصول الى داخل المبنى و هذا يعني أن الحيز الداخلي يتلقى الحرارة لساعات عديدة بعد غروب الشمس.

و كمثال بسيط على جدار ترومب نأخذ منزل ستيف باير في نيومكسيكو الذي بني عام 1973 يتألف من براميل مملوءة بالماء تقوم بتخزين حرارة الشمس خلال النهار و يعزل الجدار عن الفضاء الداخلي بواسطة غطاء و في الليل يتم اغلاق الغطاء

الخارجي و فتح الغطاء الداخلي بحيث تخرج وتتدفق الحرارة المخزنة خلال فترة النهار إلى الغرفة كما في الشكل(15) .



الشكل (15):منزل ستيف باير[12]

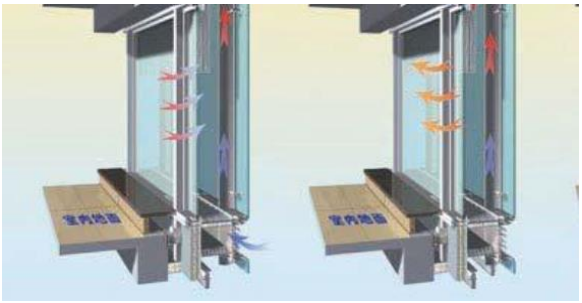
4-4 الواجهات ذات الغلاف المضاعف:)5([Double Skin Facades]

هو نظام يتكون من قشرتين تتوضعان بطريقة تسمح بحركة الهواء في النفق الذي يتوسطهما، و التهوية في هذه النفق ممكن أن تكون طبيعية أو ميكانيكية بمساعدة مرواح اعتماداً على ظروف البيئة الخارجية وساعات إشغال المبنى لتأمين)التسخين أو التهوية أو التبريد) المناسب.

فالقشرة الخارجية هي عادة ما تكون عبارة عن زجاج مفرد مقسى مكون من وحدات ذات زجاج مضاعف حيث يمكن أن تكون زجاجية بشكل كامل، أما القشرة الداخلية فيمكن أن تكون من زجاج مضاعف عازل، و هي ليست زجاجية بالكامل في معظم التطبيقات.

يتراوح عرض الممر الهوائي بين قشرتي الواجهة بين 20 سم وحتى 2 م. يمكن أن تؤمن الواجهة المزدوجة الغلاف(المحكمة الإغلاق بالنسبة للهواء) مزيداً من العزل الحراري للمبنى و ذلك للحد من الفقد الحراري في فصل الشتاء.

من ناحية أخرى فإن الهواء المتحرك في النفق داخل الواجهة المزدوجة الغلاف المهواة يمكن أن يمتص الطاقة الحرارية من الزجاج فيقلل من الكسب الحراري في المبنى موضحة في الشكل(16).

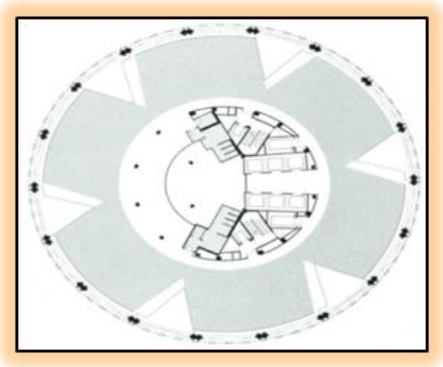


الشكل(16):يوضح آلية عمل الواجهات المضاعفة[5]

ولقد استخدم في برج Swiss re tower في لندن المبين في الشكل(17) واجهات مضاعفة الغلاف

الشكل(17):مبنىSwiss re tower[3]

تم استخدام ألواح زجاجية مثلثة الشكل في القشرة الخارجية ، يتم التحكم بها بواسطة الحاسب الالي لتفتح عندما تكون درجة الحرارة الخارجية بين 20 – 26 درجة و سرعة الرياح أقل من10 كم /سا لتؤمن المناخ الداخلي الجيد، مما يحقق وفراً يصل لـ 50% في استهلاك الطاقة و تم تأمين فضاء داخلي خالي من الأعمدة باستخدام إنشائية مميزة كما في الشكل(18).

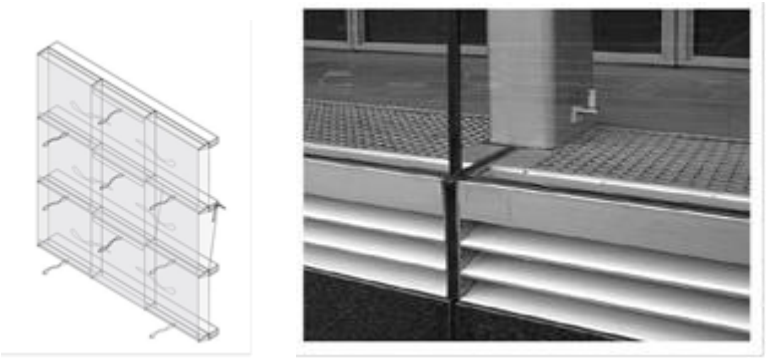


الشكل(18):مسقطSwiss re tower [3]

4-5 واجهة الممر)[5]**:)Corridor Facade(**]

تتحكم هذه الواجهة بتدفق الهواء في كل طابق على حدة، فتضاف الفواصل الشاقولية بين الفراغات للحد من انتشار الحريق و الأصوات التي يمكن أن تنتشر من خلال الفراغ بين الطبقة الداخلية و الطبقة الخارجية للواجهة . كما هو موضح في الشكل(19).

و يعتبر فصل الطوابق عن بعضها البعض حلاً فعالاً في منع ارتفاع درجة الحرارة الذي يمكن أن يحدث في الطوابق العليا عندما يمر الهواء في عدة طوابق .



الشكل(19):آلية عمل واجهة الممر[5]

يتميز هذا الممر بقابلية الوصول إليه و بأنه مصمم عادة ليكون واسعا بشكلٍ كافٍ من أجل أن يتم استخدامه كمنصة للخدمة، فيتم تهوية الفراغ بين الواجهات عن طريق فتحات في مستوى السقف حيث من الممكن أن يتم تنظيم عملية تدفق الهواء عن

طريق لوحات آلية. وقد تم استخدام واجهات الممر بفراغ يصل لـ 1.40م في مبنى شتادتور في دوسيلدورف الموضح في الشكل (20).

الشكل (20): مبنى شتادتور في دوسيلدورف[5]

5- الهيكلية الإنشائية الذكية للواجهات :

تعتبر تقنية إنشاء الواجهات موضوعاً معقداً خصوصاً مع وجود واجهات ذات مجازات طويلة مما يجعل التحدي أكثر صعوبة، و يعتبر تطوير الهيكل الإنشائي الداعم لإنشاء الواجهات من الأمور الرئيسية لتطبيق التطور العلمي، فقد تطورت العديد من أنواع الإنشاء المثيرة للاهتمام في تطبيقات الواجهات و فيما يلي استعراض للأنواع العامة من أنظمة هياكل الدعم المستخدمة.

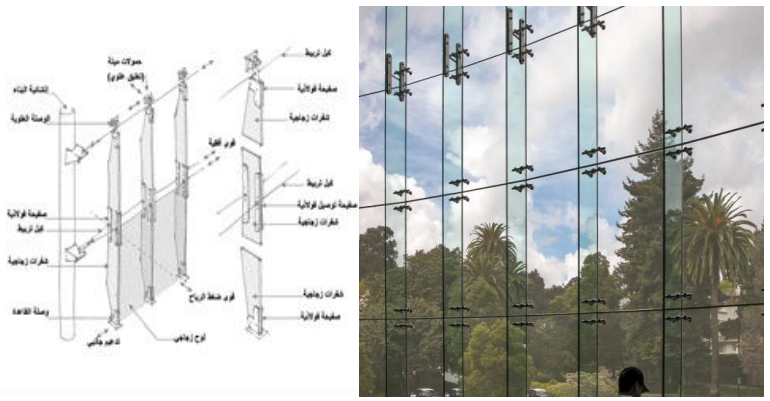
5-1 الهيكل المدعم)10[:)Strong backs[

تعتبر هذه التقنية من أبسط أنواع الإنشائية الداعمة للواجهات الزجاجية للمجازات الصغيرة)2 – 6 م (تستخدم عادة الأنابيب المستطيلة لتوفر سطحاً مستوياً و ربطاً مناسباً، يتم دمج أجزائها باللحام لاستيعاب وصلات النظام الزجاجي من نوع العنكبوتي)**spider(**. كما في الشكل)21(و تكمن أهمية الـ)**strong back** (في كونها جزء داعماً لنظام الواجهة و يوفر زجاجاً منتظماً لمجازات قصيرة مختلفة.

الشكل)21 (:أعمدة دائرية مع نظام عنكبوتي]10[

5-2 الشفرات الزجاجية)11[:)Glass Fin(]

يعتبر هذا النظام بسيط اً في مفهومه، فهو يستخدم شفرة زجاجية تتوضع بشكل عمودي على لوح الزجاج في كل خط شاقولي من الشبكة الزجاجية ، و تستخدم الوصلات العنكبوتية)**spider**(في الواجهات ذات المجازات الطويلة موضحة في الشكل(22).

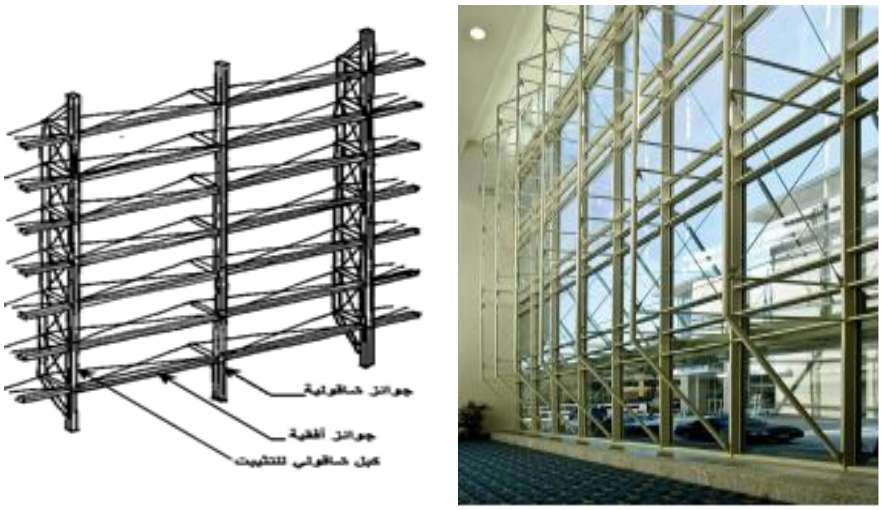


الشكل(22):ألية تنفيذ واجهات الشفرات الزجاجية[11]

5-3- نظام الجوائز:] 4[

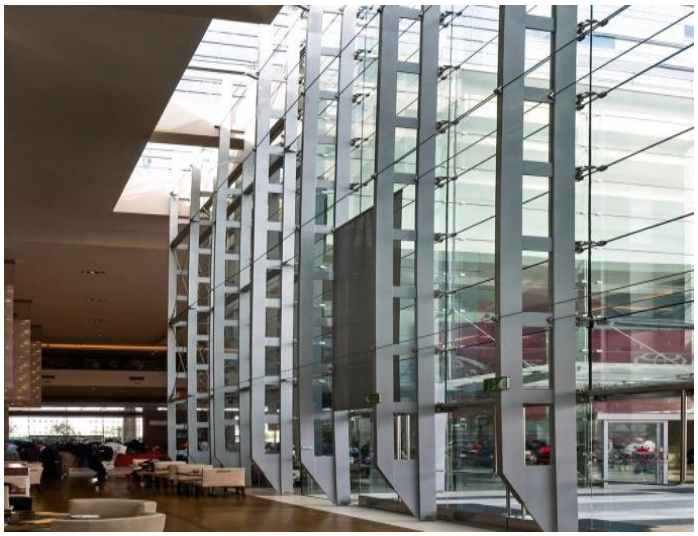
يستخدم في هذا النظام الجوائز المستوية من مختلف الأنواع و الأشكال، لدعم الواجهات الزجاجية لذلك يجب تحديد المسافات بين الجوائز بدقة بوصفها جزء اً وظيفي اً من الشبكة الزجاجية، وغالب اً ما تستخدم أنظمة الشد الجانبي لتحقيق استقرار هيكل الواجهة و تو ضع عناصر الجوائز البسيطة في كل مفصل شاقولي من الشبكة الزجاجية مع الجوائز الكابلية لتخفيف الحدود الانشائية للواجهة.

ويعد مركزwaltere washingtion convention center الموضح في الشكل (23) مثالا على النظام الجائزي فالجوائز الشاقولية تمثل العنصر الإنشائي الأساسي، حيث تم ربط الجوائز من الأعلى مع عناصر أفقية بين الجوائز و تم تدعيمها داخلياً بواسطة شدادات كوسيلة للتخفيف من كتلتها المرئية.



الشكل(23):الجائز المستخدم في مركز المؤتمرات[11]

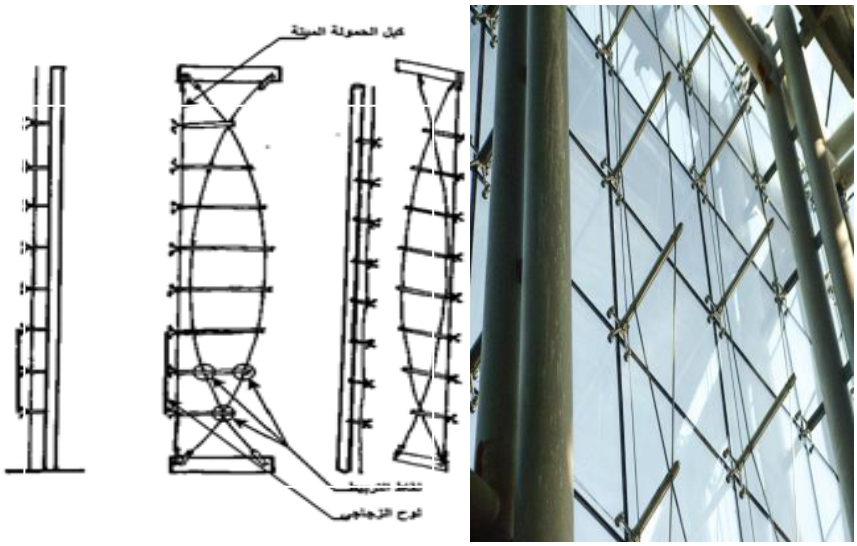
أما في eskind biomedical libary المبين في الشكل (24) فالواجهة تتألف من جائز شبكي خارجي مربوط أفقياً لتأمين هيكل إنشائي يدعم الواجهة الزجاجية المستمرة.



الشكل)24(:جائز الشبكي]4[

4-5 الجوائز الكابلية)4 [:)Cable Truss]

تعتبر أنظمة الجوائز الكابلية الموضحة في الشكل(25) تطورا للهيكل الداعم للواجهة فالجوائز الكابلية تعتمد على إدخال قوى مسبقة الشد إلى العناصر المشدودة لتوفير الاستقرار والتحكم بالانحرافات تحت تأثير حمولة التصميم، لذلك يجب أن تتم موازنة هذه القوى في مقابل ردود الأفعال التي سيتم نقلها إلى حدود الهيكل و من المهم معرفة أن الأحمال الناتجة هي ليست أحمال منتظمة مثل قوى الرياح أو الزلازل و إنما أحمال دائمة كالحمولات الميتة



الشكل (25):استخدام الجوائز الشبكية[4]

5-5الشبكة الكابلية) 4[:)Cable Net]

تشكل شبكة الكابلات واحدة من أكثر أنظمة الواجهات جمالا فهي تؤمن الشفافية المثلى.

قام المعماري Frei Otto بتطوير استخدام شبكة الكابلات كنظام إنشائي في السبعينات القرن الماضي و يعد مبنى شركة poly في الصين المنشأ عام2007 الظاهر في الشكل(26) من أهم المنشأت التي تم استخدام شبكة كابلية فيه.

الشكل(26): poly corporation headquarter[4]

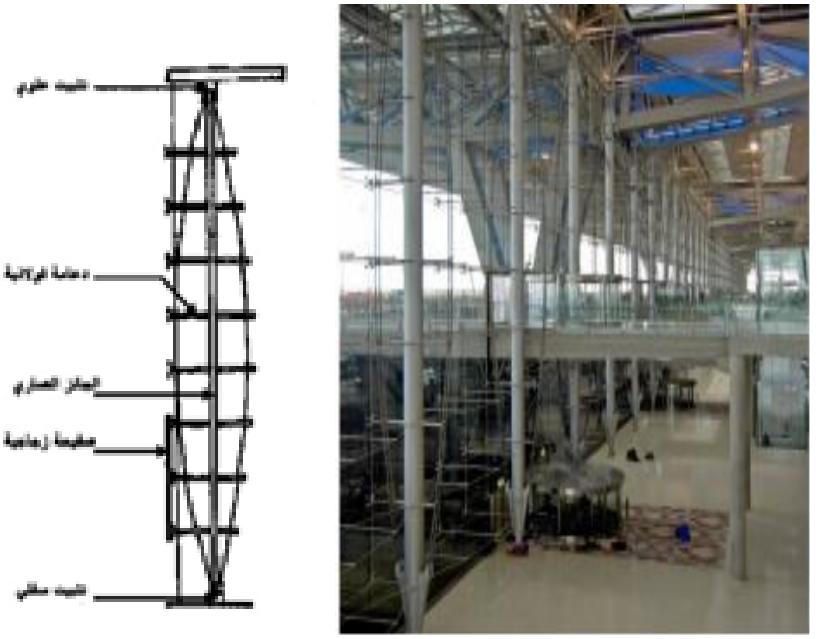
وكذلك يمكن اعتبار eadquarters Commission في واشنطن الموضح في الشكل(27) نموذج إنشائي لشبكة مزدوجة الإنحناء .

الشكل(27):مبنى Commission Headquarters **[4]**

5-6 الجائز الصاري):(4[Mast truss]

الصـاري))**mast** (هـو انبـوب ذو مقطـع مسـتدير، تعلـق كـابلات الإنشـائية العنكبوتية)**spreaderstruts**(لتثبيت الألواح الزجاجية في نهاياته و يتم استيعاب الحمولات الميتة الشاقولية للزجاج عن طريق كابل متدلي يوضع وراء مستوي الزجاج تماما و يدعم نهايات الدعامات. موضح في الشكل(28).

يعتبـر هـذا النظـام اقتصـادياً فـي المجـازات التـي تتـراوح بـين 6 – 20 م و يمكـن استخدامه في مجازات أطول بعد تقوية الصارية بواسطة كابلات تقوية و التي تدمج الـ **spreaders**لمقاومة قوى الفتل.



لشكل)28(:إنشائية الجائز الصاري]4[

شكرا لحسن الاصغاء