الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة المعمارية
قسم علوم البناء والتنفيذ

دراسة معايير و أساليب استخدام عناصر الواجهات عالية التقنية في المباني التجارية لمدينة دمشق

بحث أعد لنيل درجة الماجستير في كلية الهندسة المعمارية في جامعة دمشق

اعداد
م . أحمد الجبر

بناءا على قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا في جامعة دمشق
رقم/1010/ تاريخ 8 /2 /2016 القاضي بتشكيل لجنة الحكم المؤلفة من :

الأستاذ المشرف	الأستاذة الدكتورة	الأستاذ الدكتور
د.م سمير سلوم	**د.م ناديا البصير**	**أ.د.م غسان عبود**
....	....	....

نوقشت الرسالة بتاريخ 12/ 4 /2016 و اجيزت من قبل لجنة الحكم

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة المعمارية
قسم علوم البناء والتنفيذ

دراسة معايير و أساليب استخدام عناصر الواجهات عالية التقنية في المباني التجارية لمدينة دمشق

بحث أعد لنيل درجة الماجستير في كلية الهندسة المعمارية في جامعة دمشق

اشراف
د. سمير سلوم

اعداد
م . أحمد الجبر

دمشق نيسان 2016

إهداء ...

إلى كل من كان له يد في اتمام هذا العمل و أخص بالذكر

أستاذي الدكتور سمير سلوم الذي كان خير مشرف و سند والذي كرس وقته وجهده في توجيهي بحضوره تام في كل لحظة

الأستاذ الدكتور غسان عبود لإهتمامه و عونه في تسهيل العقبات
الأستاذ الدكتور جميل فتة الذي كان له دور هام في بدايات البحث
المهندس سمير حمودة لما قدم من نصح و دعمه المعنوي
الأستاذة الدكتورة ناديا البصير لإهتمامها و دعمها المعنوي
المهندسة هبة اسحق لما قدمته من عون لإتمام البحث
المهندسة شذى الخطيب لتسهيلها بعض عقبات الحالات الدراسية
المهندسة فرح السراج لما قدمته من عون في تسهيل عقبات الحالة الدراسية

إلى عائلتي التي كانت سندا لي في فترة البحث
إلى أصدقائي و أحبتي سناء و محمد و مرح و عامر ......

ملخص البحث

تعتبر واجهات المباني هي الفاصل بين البيئة الداخلية و البيئة الخارجية ولذلك عليها أن تقوم بوظائف حيوية هامة و تعد الدراسات المتعلقة بمغلفات المباني من أهم دراسات علوم البناء كون هذه المغلفات لها الدور الأكبر في التأثير على جودة الراحة لمستخدمي هذه المباني و كفاءة أداء المبنى فيما يتعلق بجوانب الحفاظ على الطاقة والموارد .

على الرغم من أن الواجهات الأبنية التجارية الحالية تقدمت تقدما ملحوظا في العقدين الماضيين إلا أن الأنظمة التي تعتمد عليها قاصرة عن الإستجابة لتغيرات البيئة المحيطة التي تشهد تغيرات كبيرة مناخيا و اقتصاديا .

ونظرا للتطورات التقنية العلمية الحديثة وخاصة في المجالات الصناعية الداعمة لصناعة الإنشاء و ظهور تقنيات فائقة يمكننا توظيفها و الاستفادة منها محليا لخدمة الأهداف المطلوبة من واجهات المباني .

يدرس هذا البحث الواجهات العالية التقنية وتطبيقاتها في المباني التجارية بهدف تطويرالواجهات التجارية في مدينة دمشق سعيا للوصول لحالة تقنية تخدم تحقيق المتطلبات من الواجهات و تحقق استراتيجية تخفيض كلف التشغيل واستهلاك الطاقة من خلال مايلي :

دراسة تطور هذه الواجهات و تحديد المعايير الإنسانية والإقتصادية المطلوب تحقيقها عبر هذه الواجهات ومن ثم تحديد المفاهيم التقنية لهذه الواجهات في سبيل تحديد مميزات و خصائص هذه الواجهات لإستخدامها في تطبيقات الواجهات التجارية بأسلوب علمي .

و يتم بعد ذلك دراسة جدوى تطبيق هذه المفاهيم محليا و ما يمكنها أن تقدمه في حال استخدامها مع مايناسب بيئة و مناخ مدينة دمشق .

الكلمات المفتاحية : الواجهات التجارية ـ الواجهات التقنية ـ تقنية ـ الذكية ـ التجارية الحديثة ـ التقنيات العالية ـ مغلفات المباني العالية الأداء ـ معايير التقنية ـ خواص الواجهات العالية التقنية .*

فهرس المحتويات

فهرس الأشكال

فهرس الصور

فهرس الجداول

مقدمة

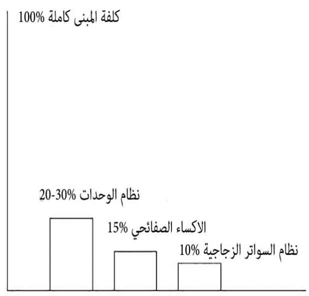
خلال العقدين الماضيين توجهت المباني لزيادة وظائفها و تقليل كلفها و ضمن هذا السياق قاد تضمين التكنولوجية لهذا الهدف إلى ظهور مفاهيم المباني التقنية و مغلفات المبنى التقنية والتي في فترات بداية ظهورها تبنتها مباني تجارية تعنى بتضمين هذه التقنيات لقدرتها على تمويلها و لجدواها الإقتصادية .

وفي إطار انتشار التكنولوجية الرقمية والصناعية وخاصة في مجالات اكتشاف الفضاء وصناعة الطيران ووسائل النقل شهدت هذه الصناعات في العقد الاخير ظهور تقنيات و مواد عالية الأداء استفادت منها صناعات الإنشاء .

نتيجة التطور التقني أصبحت المباني تتضمن العديد من الأنظمة التكنولوجية المتحكمة في البيئة الداخلية من أنظمة ميكانيكية و كهربائية وضوئية و أنظمة الحماية والتحكم في المباني و حتى لا تشغل هذه الأنظمة حيزا في ارتفاع الفراغات ولزيادة عدد الطوابق ضمن أقل ارتفاع ممكن بدأ التركيز على نقل هذه الانظمة وتضمينها ضمن الواجهات لتحقيق أداء أفضل .

ففي تقرير هيئة الطاقة في مدينة كاليفورنيا سنة 2006 وصف أداء الواجهة بصفته منتجا للحلول التقنية المتضمنة فيها [Patterson et al 2013] [1]

تظهرالنسبة المتداولة بحسب الأكاديمية الملكية البريطانية للهندسة لكلف انشاء المبنى التجاري مقارنة مع كلف التشغيل وهي 1: 5 : 200 حيث (1= كلفة الإنشاء 5 = كلفة الصيانة و تشغيل المبنى و 200 = كلف إدارة الاعمال التجارية)[Harroyt 1998] [2] .



شكل رقم : (1) المصدر Klien 2013

مخطط يظهر نسبة كلفة الواجهة لكلفة المبنى

حيث تعادل كلف تشغيل المبنى 5 أضعاف كلف انشائه وبحسب كلاين فإن كلفة إنشاء الواجهة تشكل نسبة تتراوح من 10 - 20 % من كلفة إنشاء المبنى [klien 2013] [3]

---

1 MIC PATTERSON, LEED AP [BD+C] + JENNIE MATUSOVA. High-Performance Facades . http://www.enclos.com/

2 Evans, R, Haryott, R, Haste, N and Jones, A (1998) The long term costs of owning and using buildings, London: Royal Academy of Engineering.

3 Tillmann Klein , Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department , Achen . Germany

و من هذا المنطلق تظهر أهمية الإستثمار في الواجهات كون نسبة كلفتها الإبتدائية في مراحل الإنشاء صغيرة بالنسبة لكلف تشغيل المبنى .

يوضح الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ في تقرير أن الأنشطة البشرية تترك في جميع أنحاء العالم علامة كبيرة على الأرض و مواردها وسكانها فنحن نستهلك اليوم موارد ثمينة من الأرض بسرعة قياسية من منظور قاصر للمستقبل . والنتيجة هي استنزاف الموارد و المشهد الضار و إنتاج النفايات و التلوث و يعد تأثير الإنسان هو أبرزها من حيث تغير المناخ، والذي هو سبب انبعاث غازات الدفيئة كأبرز عامل من عوامل تغير المناخ وتسهم البيئة المبنية في هذا التأثير بنسبة كبيرة [IPCC 2007] [1].

تعتبر منظمة الصحة العالمية أن **تغير المناخ** حاليا هو مشكلة مباشرة خطيرة على حياة الإنسان ورفاهه والذي سيظهر في العقود القادمة [WHO 2008] و الحقيقة هي أن البلدان الأقل نموا هي الأكثر تضررا من تغير المناخ بينما مساهمتها في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري تكون في الحد الأدنى [صندوق التراث العالمي WHF 2009].ولذلك فإن الإهتمام بتقليل الأثر الناتج عن البيئة المبنية يعتبر أولوية .

أما في مجال الطاقة فيتم إلى اليوم يتم استيفاء 85٪ من احتياجات الطاقة في العالم من مصادر الطاقة غير المتجددة و مع سياسات استهلاك الطاقة الحالية في جميع أنحاء العالم فإنه من المتوقع أن يزيد بنسبة 40٪ في عام 2030. وسوف يوظف الوقود الأحفوري بنسبة 77٪ لتلبية هذه الزيادة [IEA 2009][2].

هذا هو من دون شك يشكل تهديدا خطيرا لمستقبلنا المشترك فالحاجة المتزايدة للمواد الخام والمياه العذبة والطاقة يمكن أن تطلق العنان لسيناريوهات كارثية أيضا .

وضمن أزمة الطاقة و الإهتمام المتزايد في تقليص الإستهلاك و الأبحاث التي تجرى و الجهود المبذولة حتى الآن فإن قطاع المباني يبقى يتطلب الكثير من الموارد و يولد كمية كبيرة من التلوث و الفضلات .

في الوقت الحالي يتم استهلاك حوالي 40 % من الطاقة الأولية في الدول الصناعية ضمن قطاع الابنية [EC 2005, CBS 2009] . ومع النمو السكاني، والتوسع القادم من الاقتصادات الجديدة، مترافقة مع إنشاء الثروات الجديدة و ازدياد صرامة متطلبات الراحة والصحة و استهلاك الموارد من قبل البيئة المبنية فإنه من المتوقع **زيادة استهلاك الموارد ضمن الممارسات والسياسات الحالية .**

1 Intergovernmental Panel on Climate Change , Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland. 2007 pp 104

2 وكالة الطاقة الدولية

أما محليا فشهدت مدينة دمشق صياغة صورة حديثة للواجهات و مغلفات المباني وخاصة خلال العقدين الماضيين باستخدام مواد البناء الحديثة حيث أن دخول التقنيات الجديدة في البناء كان له دور في تكوين الصورة البصرية و المعمارية الجديدة للمدينة و ظهرت الواجهات الزجاجية و سعت التصاميم الحديثة للمباني التجارية نحو الشفافية لعدة أسباب و أصبح تصميم المبنى يعتمد على تحقيق أعلى مستويات الراحة الداخلية للفراغات دون الإهتمام باعتبارات الطاقة والآثار المترتبة على ضعف تصميم الواجهات على المدى البعيد حيث تكاد تخلو الدراسات المعمارية للواجهات محليا من التحقق من أداء الواجهات واستهلاكها السنوي للطاقة و خصوصا في مراحل الدراسة .

حاليا فإن الواجهات المحلية تصمم وتنفذ بصورة تقليدية بصورة ثابتة Static بينما تشهد معطيات المناخ المحلي تغيرات كبيرة و ازدادت حاجات المستخدمين **و كنتيجة تظهر الحلول التقنية لتحويل الواجهات لحالة متكيفة مستجيبة للمتغيرات كأحد الحلول الواعدة لتطوير الواجهات** .

تعاني المباني التجارية المحلية من الإعتماد الكبير على الأنظمة الميكانكية في التحكم بالمناخ الداخلي والتي تعتمد على الطاقة الكهربائية على الرغم من أن المناخ المحلي لمدينة دمشق يتمتع بإماكانات كبيرة يمكن توظيفها للمساعدة الأنظمة الميكانيكية في تحقيق أهداف المبنى وبما أن واجهات الأبنية لها الأثر الأكبر في الإسهام بالتأثير على هدر الطاقة وزيادة الإنبعاثات كونها تتحكم من خلال تصميمها بتقليل احتياجات المبنى للأنظمة العاملة بالكهرباء أو زيادتها وهذا ما يبرر **الحاجة لدراستها** بشكل معمق و خاصة فيما يتعلق بجوانب الأداء.

إشكالية البحث :

تعاني الواجهات المحلية من الإشكالات التالية والتي يتضح منها غرض البحث :

- استخدام الحلول التقليدية في معالجة الواجهات لم يعد كافيا لحل المشاكل والتعقيدات التي تسببها الأنظمة الحديثة المدخلة على المبنى ضمن التغيرات المحلية المناخية والاقتصادية

- ادخال التقنيات الحديثة بصورة غير مدروسة على الواجهات يؤدي إلى تحميل المبنى أعباءا تقنية واقتصادية تنعكس سلبا على كفاءة أداء المبنى ومدى تحقيقه للراحة في الفراغات الداخلية على حساب الطاقة

- قلة الدراسات التي تختبر امكانات الحلول التقنية في تلبية متطلبات المباني التجارية الحالية يجعل واجهات المباني المحلية متأخرة في مجال الاستفادة من الإمكانات الكبيرة التي يمكن أن تقدمها هذه التقنيات .

هدف البحث :

* دراسة الواجهات وتطورها التقني
* تحديد معايير الواجهات التجارية و متطلباتها
* تحديد مفاهيم الواجهات العالية التنقية و خصائصها و عناصرها
* دراسة أسلوب استخدام و تضمين العناصر التقنية في الواجهات التجارية
* تحديد إمكانيات الواجهات العالية التقنية و دورها في تطوير مغلفات المباني التجارية محليا

أهمية البحث :

يسهم البحث علميا في تحديد قواعد ناظمة لتضمين الواجهات العالية التقنية في المباني التجارية محليا بهدف تحقيق اقتصادية و توفير في احتياجات المبنى للطاقة مع تحقيق بيئة داخلية عالية السوية .

و رفد المهندسين و الاختصاصين بالمعلومات اللازمة لاتخاذ القرار بتضمين عناصر عالية التقنية في تصميم الواجهات يساعد المصممين على تطوير حلول تساعد في توفير استهلاك الطاقة في ضمن أزمة الطاقة التي تعاني منها المباني محليا .

تعنى الحكومات والقطاعات التجارية بتقليل كلف تشغيل المباني و السعي نحو تحقيق معايير جودة عالية للفراغات الداخلية كونها تزيد من ربحية المبنى و كفائته ومن هنا تبرز أهمية البحث كرافد مساعد للمصممين للوصول لحالة أمثل في تصميم الواجهات .

تبين الأهمية التطبيقية للبحث بحالات دراسية لجدوى تطبيق عناصر الواجهات العالية التقنية بإستهداف نماذج دراسية تمثل عينة من المباني التجارية المنتشرة محليا و مقارنة حالة تطبيق عناصر واجهات عالية التقنية على واجهاتها والفوائد المترتبة لذلك مقارنة بالحالة الراهنة للمبنى .

حدود البحث :

تنحصر حدود البحث في دراسة واجهات المباني التجارية و قد تم اختيار المباني المدروسة كمايلي :

* نوع المبنى : متعدد الطوابق

* نواع الواجهات : الواجهات الحديثة ذات الوظيفة التجارية .

* الوظيفة : التجارية .

* المكان : الجمهورية العربية السورية ، مدينة دمشق .

منهجية البحث :

تطلبت طبيعة موضوع البحث استخدام العديد من المناهج العلمية والإجراءات المناسبة للتوصل إلى نتائج علمية دقيقة و تشمل :

* المنهج التاريخي و استخدامه لتتبع مراحل تطور الواجهات تاريخيا و نموها و تغير أنماطها مع مرور الزمن أو خلال فترات زمنية محددة .

* المنهج الإستقرائي النظري استخدم في استخلاص النتائج المتعلقة بتحديد المعايير الخاصة بالواجهات التجارية

* المنهج التحليلي واستخدم في تحليل مفاهيم الواجهات العالية التقنية و استخلاص خصائصها

* المنهج الاستدلالي والاستنتاجي في الحالات الدراسية لتحديد جدوى الواجهات

مخطط البحث

تتألف الدراسة من مقدمة و ثلاث فصول رئيسية حيث توضح المقدمة أهمية البحث لتسليط الضوء على واجهات المباني التجارية و أهمية الواجهة بالنسبة للمبنى و انعكاسها على كلف التشغيل و استهلاك المبنى للطاقة وضرورة دراستها .

يقدم **الفصل الأول** لمحة عن تطور الواجهات تاريخيا للوصول إلى الواجهات التقنية و ويحدد وظائف الواجهات و متطلبات الواجهات التجارية كمعايير أساسية لتصميم الواجهات و من ثم يحدد الدواعي لتطويرها باستخدام التقنيات العالية .

يحدد **الفصل الثاني** مفاهيم الواجهات التقنية العالية و تعريفها و خصائصها و أساليب استخدامها ضمن إطار علمي يساعد على توضيح مفهومها و يشكل جملة معايير لتطبيقها

يدرس **الفصل الثالث** امكانيات و جدوى تطبيق عناصرها على المباني التجارية القائمة محليا عبر حالات دراسية محلية لإستنباط النتائج و من ثم يختم البحث بالنتائج والتوصيات .

الفصل الأول

الواجهات التجارية - تطورها و وظائفها

1 . لمحة تاريخية
2 . وظائف الواجهات
3 . .معايير تحقيق متطلبات المباني التجارية
4 . دواعي تطوير الواجهات

1. الفصل الأول : الواجهات التجارية ـ تطورها و وظائفها :

1.1. لمحة تاريخية :

1.1.1. تطور الواجهات من الجدار المصمت نحو الواجهات متعددة الطبقات :

تطورت أشكال الواجهات زمنيا من الجدار المصمت باتجاه الواجهات الشفافة عبر العصور و ساعد في هذا التطور الثورة الصناعية حيث ظهرت مباني كبيرة بحاجة لإدخال الإنارة الطبيعية لفراغاتها الداخلية . و في ظل التطور الحديث و التكنولوجية المتقدمة أخذت العمارة فكرا تصميميا واضحا مستحدثة أشكالا ومفاهيم ونظريات جديدة تجاهلت الخصوصية الإقليمية والتراثية والمحلية ورافق ذلك تجسيد مفرط للتقنية العالية في الإنشاء وفي المواد المستخدمة في البناء حيث اعتمدت فكر التقنية وخصوصا جماليات المواد المنتجة آليا و التي تحقق جودة عالية وإمكانية استخدام المجازات الكبيرة للأنظمة الإنشائية و تكامل الإنشاء والشكل المعماري فظهرت مبان بسطوح صقيلة و كتل صريحة وواجهات تغطيها مواد حديثة ذات شفافية أكبر وتقنية أعلى وصولا للواجهات الذكية ذات التقنيات الحديثة [علوش 2014] [1]

شكل رقم : (2) المصدر Ulrich 2007

مجمع Juscelino Kubitschek Complex للمعماري أوسكاير نيمير 1951
الواجهة الشمالية للمبنى تتضمن كاسرات يمكن تعديلها لكل طابق على حدى و حسب الحاجة و يجعل الواجهة متغيرة الشكل بأسلوب حديث و حسب الحاجة .

شكل رقم : (3) المصدر Ulrich 2007

واجهة تقليدية في مدينة بيلباو , اسبانيا
في مناخ البحر الأبيض المتوسط تعمل الشرفات كجزء من فراغ المعيشة خلال فصول السنة الإنتقالية (ربيع خريف) وجزء من الموزع الحراري للفراغات الداخلية في فصل الصيف .

وضح أولريتش في كتابه مبادئ إنشاء الواجهات إن التطور في أنظمة الواجهات يميل نحو زيادة التعقيد و زيادة الاحتمالات حيث أصبحت الحلول التكنولوجية مؤشرات لمدى تطور المدن في سعيها نحو واجهات ومغلفات عالية التقنية و اليوم نعلم إشكاليات الواجهات ويمكننا الحكم بشكل أفضل على إيجابياتها وسلبياتها .وعندما ننظر إلى الخصائص التكنولوجية والأنظمة للواجهات المضاعفة يمكن تتبع أصولها التاريخية العائدة للنافذة الصندوقية الخاصة بعمارة البحر الأبيض المتوسط (شكل رقم 3)

1 علوش ,ربى 2014 . دراسة تصميم الواجهات الزجاجية في المباني العامة في مدينة دمشق . رسالة ماجستير جامعة دمشق

وحاليا تطرح مواضيع في تطور تقنيات الواجهات تتضمن معايير مثل الطاقة و الراحة الحرارية للمستخدم و التفرد المعماري الخاص بالواجهة و التكيف مع المناخ و هذه المواضيع تساق عبر الأبحاث لإيجاد حلول جديدة لإنشاء واجهات تخدم وظائف متنوعة ضمن مناخات و أماكن مختلفة شكل رقم 5

شكل رقم : (4) المصدر Ulrich 2007

تفصيلة الواجهة في بيت فرانسورث في بلانو , ايلينوي .مؤلفة من زاوية فولاذية متوجهة للداخل ولوح زجاجي مفرد بدون عازل حراري و شريط خارجي يختم التفصيلة .لم يعالج حراريا لان البيت صيفي .

شكل رقم : (5) المصدر Ulrich 2007

Banco Mineiro de Produção, Belo Horizonte, Oscar Niemeyer.
المقاطع الرشيقة و الزجاج المفرد في مبنى اوسكار نيميير الإداري لأن المناخ المحلي لا يحتاج لعزل حراري وأجهزة التكييف تظهر حسب الحاجة الفردية .

و نظرا لأن الشكل والوظيفة الحاليين في إنشاء الجدران الخارجية والواجهات هو عبارة عن نتيجة لعملية تطوير طويلة و التي ترتبط بشكل وثيق بالتاريخ البشري بدءا من الشكلين الأساسيين للوجود البشري – المتمدن والرحال – و الشكل العملي و التقني والتصميمي مرتبط بظروف كل منهما وعلى ذلك يمكننا تحديد الخطوط العريضة لأشكال الجدران و الواجهات و كيفية تطورها و بالاعتماد على ظروف المناخ و تنوع أساليب الحياة و مستواها و شكل المبنى الذي ينمو من كل مجموعة بشرية ينتج لدينا مبدأين لإنشاء المغلف الخارجي للمبنى : الجدران المصمتة المصممة لتحقيق أداء عالي و واجهات مرنة مؤقتة يمكن تبديلها بسهولة [1] .

هذا و قد كانت الواجهات جزءا من عمل المعماري بشكل حصري حيث أنها في بداية تشكل العمارة الحديثة كانت تعتمد على تفاصيل بسيطة ويمكن تشكيل لوح الزجاج بسهولة و تركيبه دون الحاجة لمقاطع ألمنيوم معقدة حيث استخدمت مقاطع فولاذ ملحومة لتشكل مقاطع رشيقة .

أما الأبنية الحالية تختلف عن أمثلة مباني المعماريين ميس فاندرو ونيميير شكل رقم (4) و(5) حيث أنها تتكون من عدد كبير من الحلول المعقدة و المتقاطعة (جملة إنشائية , معدات تقنية , الواجهة أو المغلف) حيث

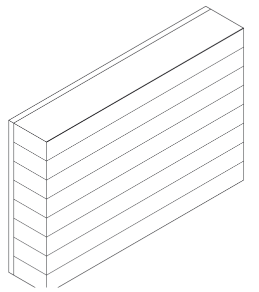
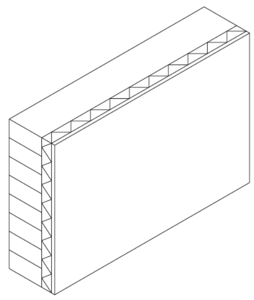
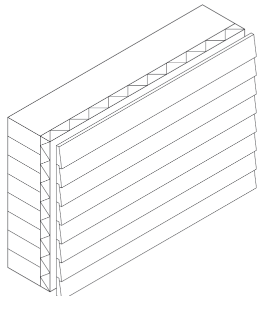
1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.

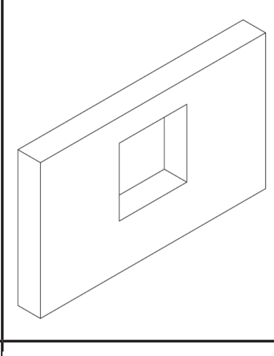
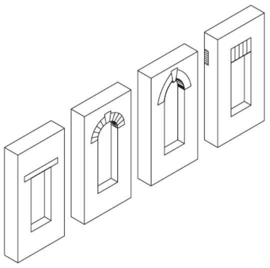
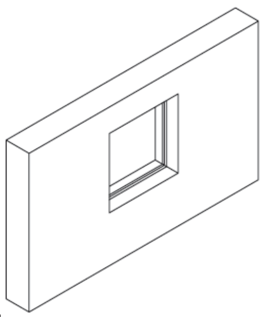
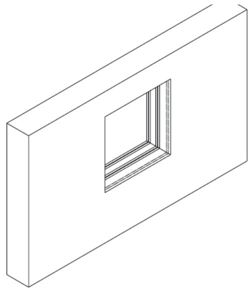
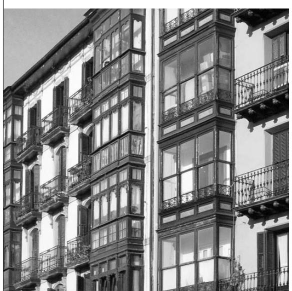
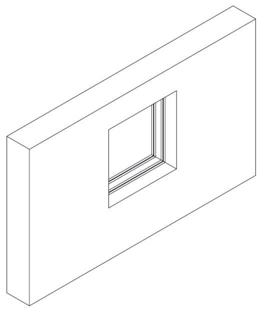
تطورت بشكل كبير و مستقل لتصبح الواجهة الحديثة عبارة عن جملة معقدة من عدد كبير من الوظائف و العناصر التقنية .

بالنظر للواجهات الحديثة في بدايتها نرى تفردها في زمنها و لكن حاليا لا تستطيع تحقيق متطلبات اليوم مثل العزل الحراري و الكتمية الهوائية و في بعض البلدان الصناعية لا يسمح باستخدام زجاج مفرد بالإضافة إلى زيادة العناصر المتداخلة و تطور تقنية الوصلات والمفاصل بين الأجزاء المختلفة في المبنى و مع تزايد الإمكانيات وتطور علوم مواد البناء بشكل كبير تطورت الحلول والمشاكل .

وحتى نتمكن من فهم الواجهات يجب دراسة الوظيفة و أيضا الشكل العام لها لتشكيل أساس معرفي يمكن على أساسه إدخال التقنيات الحديثة بشكل مناسب و تضمينها بشكل متكامل .

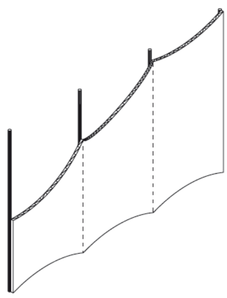
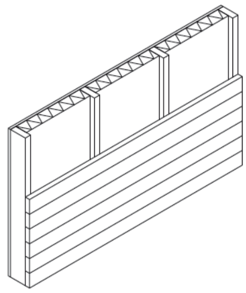
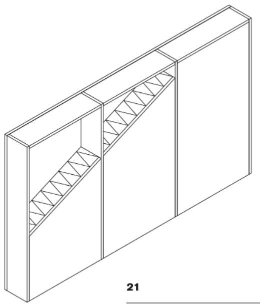
توضح الجداول التالية مراحل انتقال مغلف المبنى من الجدار المصمت نحو الواجهة بمفهومها الحالي

إنشاء الجدار المصمت	الجدار المصمت		 سوق في مدينة سينا القرن 13	يلاحظ أن القاطنين في بيئات باردة يفضلون أن يكون المغلف المحيط بهم مصمتا قدر الإمكان حيث يشكل جدار مصمت مكون من وحدات متراصة مع أو بدون طبقة حماية مناخية . كان الهدف هو بناء جدار يصمد تجاه التأثيرات المناخية الخارجية بينما يحافظ على طرق إنشاء غير معقدة قدر الإمكان
	الواجهة الدافئة			الواجهة في المناطق الحارة تملك طبقة عزل . إذا كانت الطبقة مطبقة على السطح الخارجي يجب أن تتمتع بمقاومة للرطوبة والمياه وإذا كانت مطبقة على السطح الداخلي فخاصية الاختزان الحراري للجدار لا تؤثر على البيئة الداخلية
	الواجهة الباردة		 مركز فعاليات في دوسلدورف ألمانية 2002 توجد طبقة شفافة خارجية لتحمي طبقة العزل الداخلية تسمح برؤية الهيكل والفراغ الهوائي	الواجهة في المناطق الباردة تتصف بوجود فراغ هوائي يفصل القشرة الخارجية عن جسم الجدار يقدم هذا الفراغ حماية لطبقة العزل و جسم الجدار

	مراحل التطور	شكل	مثال	الشرح
أنواع الفتحات في الجدار المصمت	**ظهور السواكف**			الفتحات في الجدران كانت في الاصل لتسمح للدخان بالنفاذ من الفراغ الداخلي و في مرحلة لاحقة في التطور تم تكبير مساحتها للسماح بالانارة الداخلة للفراغات . في البداية تم استخدام طريقة لحل مشاكل مناطق الضعف في نسيج الجدار المصمت الذي يستخدم فتحات أكبر باستخدام عوارض أفقية كسواكف ثم تحولت لأقواس ذات أشكال متنوعة وحاليا يتم الاستفادة من الجوائز الأفقية أو السواكف المعدنية الشبكية لتحقيق فتحات اكبر
	الزجاج المفرد		 مبنى فايسن هوف ,شتوتغارت , ألمانية 1927 للعمار ميس فاندرو ولوكوربوزيه و غروبيوس	كخطوة لاحقة في عملية التطوير تم ملء الفتحات بمادة شفافة (مثال شرائح من الرخام الشاف للضوء في الحمامات العامة الرومانية) لإبقاء الحرارة في الغرف مع السماح للضوء الطبيعي بالدخول للغرف . ان التطور في مادة الزجاج كمادة بناء سمح بامكانية ملئ الفتحات في الجدران بطبقة واحدة من الزجاج لاتسمح فقط بادخال الإنارة الطبيعية بل سمحت للمستخدم بمشاهدة الخارج
	النافذة الصندوقية	 نافذة مفردة تملأ تجويف في جدار مصمت لتأمين إنارة طبيعية في داخل الفراغ	 شرفات في واجهة من واجهات مدينة بيلباو بنيت من نوافذ وتعتبر احد التنوعات للنافذة الصندوقية وتستخدم كامتداد للغرف في الصيف وفي الشتاء كموزع حراري	النافذة الصندوقية تعتبر مرحلة ابعد في عملية التطوير حيث تم زيادة لوح زجاجي خلف اللوح الأول بعيد عنه نسبيا لصنع موزع مناخي (Climatic Buffer) لتأمين حاجة يفرضها المناخ أو الفصل المناخي يتم الحصول عليها بادخال لوح زجاجي اضافي لتامين الاحتياجات الموسمية للفراغ الداخلي . و بالاعتماد على درجات الحرارة يمكن للمستخدم ان يقرر عدد الالواح التي يريد فتحها أو إغلاقها
	الزجاج المعزول		 مؤسسة كارتير , جان نوفيل , باريس 1994 الواجهة مؤلفة من زجاج مفرد في القسم الأيسر من الصورة وزجاج مضاعف في القسم الايمن	لايوجد فترة بداية واضحة لظهور الزجاج المعزول أو الزجاج المضاعف ولكن يمكن اعتباره تطوير للنافذة الصندوقية , حيث يتألف من لوحين زجاجين مرتبطين معا بطبقة عازلة من الهواء أو الغاز مما شكل حاجزا فعالا بين البيئة الداخلية والبيئة الخارجية . بعد عدد من التجارب على أساليب مختلفة لتركيب الزجاج ضمن الإطارات , يتم حاليا تضمين الواح الزجاج ضمن اطار من مادة الألمنيوم بمساعدة مادة السيكلون لختم الفواصل بين المادتين .

جدول رقم : (1) تطور الواجهات المصدر الباحث

وفي تطور موازي لمراحل التطور السابقة يلاحظ في المجتمعات القروية والرحالة استخدام مبدأ الخيم التي تتألف من هيكل يحمل الغلاف الخارجي . و من البديهي لكي تسهل عملية النقل يجب أن يكون الهيكل الحامل والغلاف أخف ما يمكن انظر الجدول التالي .

	مراحل التطور	شكل	مثال	الشرح
بداية ظهور الجدران الهيكلية	**الإنشاء الخيمي**			المنشآت التي تشبه الخيم نتجت عن حاجة النقل لمكان السكن من مكان لمكان . هذه المنشآت صممت لكي يمكن فكها وتركيبها بسهولة .
	الإنشاء الهيكلي الخشبي		 منازل خشبية هيكلية في ديتمولد القرن 16 يلاحظ الهيكل الحامل في الصورة وتملأ فراغات الهيكل بمواد تعمل كمغلف و عاز	التلاشي التدريجي للجدار المصمت لإفساح المجال بتضمين نوافذ اكبر و الهيكل الخيمي الذي ينفصل فيه الهيكل عن القشرة المغلفة تم جمعهما لتشكل واجهة اكثر حداثة خفيفة الوزن . تم تحقيق هذه الغاية ببناء إطار داعم أو هيكل (بالأساس من الخشب) و ملئ الفراغات فيه بمواد مختلفة تبعا للمنطقة (أغصان, قش , طين , أجر , ...) . يتألف من عناصر خشبية نحيلة يتم إغلاقها من الطرفين بصفائح مغلفة و يعمل الفراغ الداخلي كعازل حراري بين الداخل والخارج .
	الإنشاء الخشبي ذو المنصة والإطارات Platform and balloon framing	 إطارات البالون	 الهيكل القائم ذو السكك	المقاربة الأمريكية لهذا المبدأ هو الإنشاء المعتمد على الإطارات الخشبية . يتألف من عناصر حاملة خشبية والفراغات المشكلة بينها يتم إغلاقها بمنتجات من الخشب . بما أن هذا النوع من الإنشاء هو تطور كبير عن الجدران المصمتة إلا أن خواص العزل الحراري فيه ضعيفة . يوجد نوعين يسمى احدهما إطارات البالون (Balloon Frame) و الآخر الهيكل القائم ذو السكك (platform frames) في إطارات البالون السقف لأحد الطوابق و الأرضية للطابق الأعلى محتضنين و متداخلين مع الجدران بينما في الهيكل القائم يستند على الجدران لنقل الحمولات للأساسات
جدول رقم : (2) بداية ظهور النظام الهيكلي المصدر الباحث من مراجع متعددة				

التطور الموضح سابقا أخذ الآف السنين . والخطوات اللاحقة في عملية التطوير تمت عبر مئة سنة تقريبا وفي أواخر القرن السابع عشر و بداية القرن الثامن عشر اتجه المعماريون نحو فصل وظائف الجدران المتنوعة حيث أن الجدران الحاملة والمغلفة و الناقلة للضوء أصبحت مختلفة الأشكال ومتمايزة عن بعضها على الرغم من أن ضعف التقنية و وجود بعض المحددات التقنية لم يكن يسمح حينها بالفصل التام بينها

. ومع ذلك أصبح من الممكن على سبيل المثال تضمين فتحات نوافذ اكبر ضمن الجدران دون الحاجة لوصلات إنشائية كالتي كانت تستخدم في الكنائس والكاتدرائيات .

وفي عام 1950 قام المعماري ميس فاندرو بتصميم بيت تم فيه فصل الواجهة عن الهيكل الإنشائي و اعتبارها عنصرا مستقلا من عناصر المبنى وهذا الفصل مهد لظهور الواجهات الحديثة بمفهومها الحالي (شكل رقم 6) .

أحد الأساسيات التي مهدت لهذا التطور هو نجاح المعماريين بفصل المغلف الخارجي للمبنى تماما عن الهيكل الناقل للحمولات مما سمح للجدار المصمت بالتلاشي نحو الواجهة الحديثة . وتم ارجاع وظيفة نقل الحمولات التي تقدمها الأعمدة الحاملة نحو الداخل مما سمح بتحرير الواجهة تماما عن الهيكل الحامل وظهرت جمل إنشائية خاصة بالواجهات و تم الاعتماد على المعدن بشكل أساسي لتشكيلها و على مادة الزجاج أو الإكساء الصفائحي لملئ الفراغات بين العناصر الإنشائية [Ulrich 2007] [1].

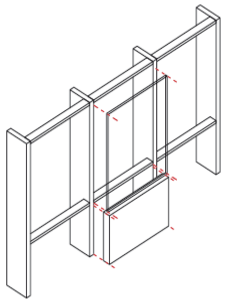
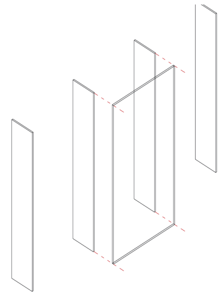
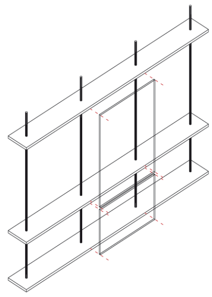
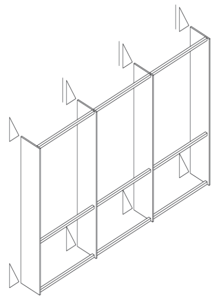
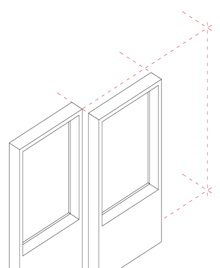
شكل رقم : (6) المصدر Ulrich 2007

بيت فرانسورث Franceworth , بلانو , إيلينوي . للمعمار ميس فاندرو , 1950
هذا البيت الصيفي المتضمن ضمن الطبيعة يقاوم الفيضانات الموسمية و يعزز حس الانفصال عن الطبيعة يعتبر مثال عن الفصل بين الهيكل الحامل والواجهة حيث يتوضع الهيكل الحامل أمام الواجهة المشكلة من ألواح زجاجية تلغي الفروق بين الداخل والخارج

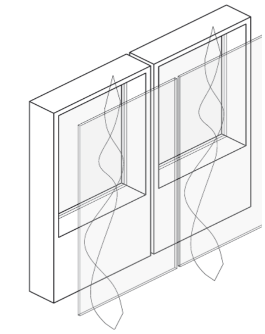
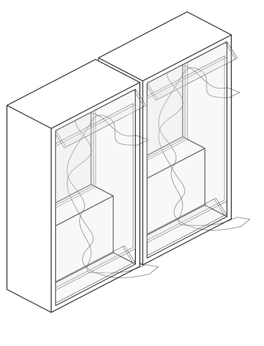
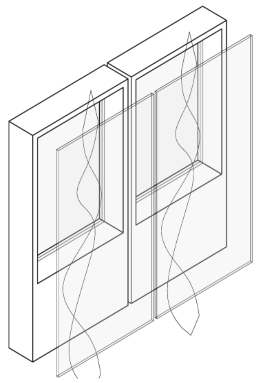
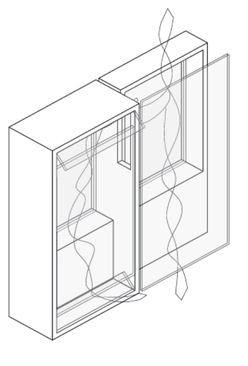
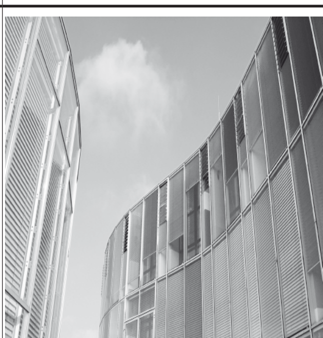
الحل اللاحق في عملية نقل الجدار المصمت نحو الواجهة بمفهومها الحديث تم عبر أفكار نظرية تم تطويرها في كل مرحلة زمنية وقادت نحو الصناديق الزجاجية التي أصبحت سمة مميزة للمدن في العصر الحالي .

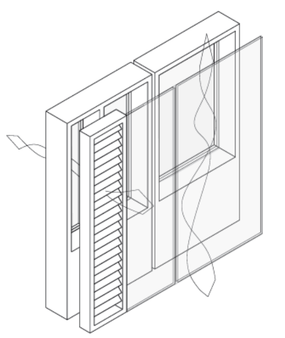
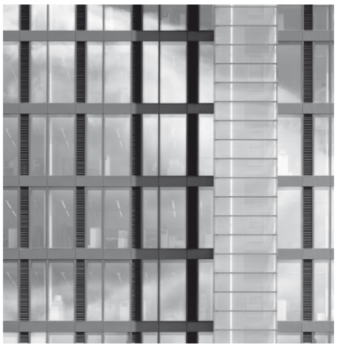
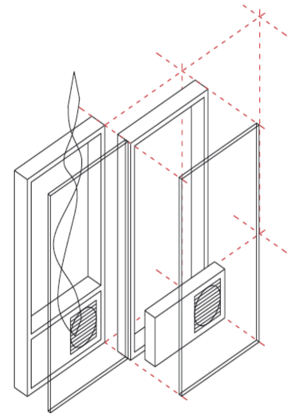
يوضح الجدول التالي أشكال الأنظمة الإنشائية للواجهات الحديثة :

1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.

		الشكل	مثال	الشرح
تلاشي الجدران نحو الواجهات الحالية الحديثة	واجهة العمود والجائز			الخطوة الثورية التالية هو تطوير في جملة العمود والجائز الذي مكن من التخفيف من الجدران المصمتة الخارجية هو تطوير الواجهة ذات جملة العمود والجائز الإنشائية . هذا النظام الإنشائي يتألف من أعمدة على ارتفاع الطابق مربوطة أفقيا بجوائز . والفراغات المتشكلة بين الأعمدة يمكن استخدامها لتأدية وظائف مختلفة كتأمين العزل والإنارة و التهوئة . في هذه الوجهات القائمة المشكلة من جملة العمود والجائز تقوم الأعمدة ليس فقط بنقل حمولات الرياح والوزن الذاتي للمنشأة للأساسات بل تؤمن دعما للغلاف و عدد من الوظائف الأخرى
	واجهة الأعمدة			على صعيد آخر من تطور جملة العمود والجائز في الواجهات و لزيادة نسبة الفتح و شفافية الغلاف الخارجي تم استخدام الواجهات ذات الأعمدة حيث يكون المعيار الإنشائي المحدد في هذه الجملة هو المسافات الأفقية بين الأعمدة
	واجهة الجوائز			عندما يتم تقليل عناصر المغلف لتقتصر فقط على الجوائز بدلا من العمود والجائز تكون النتيجة هو نظام هيكلي معلق حيث تكون الحمولات متعلقة بما يمكن شده من الأعلى لتفادي التواء العناصر الإنشائية ,مثل هذه الأنظمة تتطلب في العادة عقد ربط متينة عالية الأداء قريبة من السطح ويكون مهمة العناصر الأفقية هي مقاومة القوى الأفقية والجانبية. قوى الرياح في هذه الجملة تنقل إلى الأرض عبر الجوائز .
	جدران الستارة			من منظور إنشائي إن الأنظمة التي تعلق فيها الواجهة خارج محيط المبنى يمكن اعتبارها كسلف للجدران الساترة وعلى عكس جملة العمود والجائز فان الجدران الساترة معلقة من الأعلى بمساعدة قضبان ربط وهذه المقاربة لها ميزة تلافي التواء العناصر الشاقولية (الأعمدة) وتتميز باستقلاليتها . بما أن الإنشاء عمليا مستقل عن جملة الحمولات الأساسية للمبنى , يمكن تقسيم الواجهة حسب الحاجة و استخدام الإكساء والزجاج لتأمين الحاجات الجمالية والوظيفية المتنوعة . الحمولات الشاقولية والأفقية الجانبية للأرض طابق تلو طابق واحيانا تضاف عناصر حمل خاصة لتامين مجازات اكبر
	واجهة ذات الوحدات			يمكن تقسيم أنظمة السواتر المستخدمة حاليا لوحدات. وبالاعتماد على نمط الهيكل الإنشائي ربما يمكن الاعتماد على عناصر مسبقة الصنع خارج مكان الإنشاء و تثبيت الواجهة بشكل كامل في مكان الإنشاء . بالرغم من إيجابيات تصنيع العناصر مسبقا كضمان جودة الإنتاج و سرعة الإنجاز و التقليل من اليد العاملة ضمن الموقع إلا أنها ما تزال محدودة في المنشآت العالية كونها تحتاج إلى استثمارات لوجستية عالية (مثال الحاجة للروافع للتطبيق الواجهة العالية). و تتيح هذه الواجهة إمكانية صنعها مسبقا في المعامل بشكل كامل و تركيبها في الموقع باستخدام عمالة ومعدات اقل وتضمينها تقنيات مستقلة لكل وحدة لتقوم بمهمة مختلفة عن الوحدة المجاورة
	جدول رقم : (3) تلاشي الجدران نحو الواجهات الحالية الحديثة المصدر الباحث			

وكتطوير للواجهات الحديثة السابقة ظهرت الواجهات المضاعفة بأشكالها الموضحة بالجدول التالي :

الواجهات المضاعفة	ذات القشرة الثانية			الشكل الأول أو ما يعرف بالواجهة ذات القشرة الثانية , يتم الحصول عليها بإضافة طبقة ثانية من الزجاج على كامل المبنى من الخارج . الإيجابيات :البساطة التقنية و الإنشائية و حقيقة انه لا يتضمن الكثير من العناصر المتحركة في الطبقة الخارجية بما أن الطبقة الخارجية من الزجاج مركبة بشكل بسيط السلبيات : هي قلة إمكانيات التحكم من الداخل مع احتمالية زيادة الحرارة في الداخل
	ذات النافذة الصندوقية			الشكل الثاني يقوم على تضمين عناصر واجهات على ارتفاع الطابق والتي يمكن للمستخدم الفردي التحكم بفتحها من الأعلى والأسفل . إيجابيات هذا الحل هو الحرية التي يمنحها هذا النظام للقاطن الداخلي بالتحكم ببيئته الداخلية . السلبيات هو أن الحرية بالتحكم لطابق من الطوابق يمكن أن تنعكس سلبا على مكان أخر . مثال : الهواء المطرود من طابق يمكن أن يؤثر على جودة الهواء الداخل للطابق الأدنى . هذه المشكلة يمكن تجنبها بتنظيم مداخل ومخارج الهواء لتعمل بشكل متناسق .
	ذات الرواق			لمعالجة مشكلة تداخل الهواء الداخل لاحد الطوابق والهواء الخارج من طابق آخر تم تطوير نمط ثالث من أنماط الواجهة المضاعفة يعرف بالواجهة ذات الرواق حيث تنظم مداخل ومخارج الهواء الطبيعي بالتعاقب بين طابق وأخر . تستخدم هذه الواجهة صادات شاقولية في الفراغات بين القشرتين الخارجية والداخلية لمنع تدفق الهواء الأفقي والذي يمكن أن يزيد نسبة تداخل الضجيج بين الغرف المتجاورة . و لايمكن دائما تثبيت هذه الصادات كون هذا النمط من الواجهات يعتمد على وجود وصلات أفقية (جوائز)
	ذات البئر الصندوقي			الشكل الأكثر فعالية من أشكال الواجهة المضاعفة ولكنه يتضمن تقنية إنشاء اكبر و جهد اكبر للتحكم الهندسي به هو بدون شك التنوع الرابع المسمى الواجهة الصندوقية ذات البئر . تقوم عناصر منفصلة من الواجهة مثل النوافذ الصندوقية أو غيرها من عناصر الواجهة بإطلاق الهواء الغير مرغوب به نحو بئر متضمن بالواجهة يمتد على اكثر من طابق لضمان فعالية أداء حراري عالية . ارتفاع البئر يعني أن التأثير يتعاظم في كل طابق لضمان حركة الهواء الشاقولية ضمن البئر وبالتالي ضمان فعالية النظام . وهو يشبه وجود ملقف ضمن الواجهة .

	الواجهة المتناوبة			وصف الواجهة المضاعفة أعلاه لا يقدم حل كامل لمشاكل المتطلبات المختلفة للتهوئة . أحد المقاربات لحل هذه المشكلة كان بتطوير واجهة متناوبة .هذه الواجهة بالأساس عبارة عن مغلف أو واجهة ذات طبقة واحدة يمكن تحويلها في بعض مناطقها لواجهة مضاعفة بإضافة طبقة ثانية . الهدف هنا هو جمع فوائد البساطة في الواجهة ذات الطبقة الواحدة مع مزايا الواجهة المضاعفة
	الواجهة المتكاملة المدمجة			إن المضاعفة تخضع لتغير متتابع وتطوير عبر تضمين وظائف أخرى غير التهوئة , مثل أجهزة التكييف أو التحكم بمستويات الإنارة في الواجهة . وتعرف بالواجهة الهجينة (Hybrid façade) . وعندما يتم دفعها لأعلى المستويات يمكن أن تقدم قابلية عزل شكل المبنى نفسه عن الوظائف التقنية وتضمين هذه الوظائف في الواجهة . هذه المقاربة الإنشائية يمكن أن تولد تأزر بين إنشاء الواجهة و هندسة التحكم بالبيئة الداخلية مما يقود لتغيير أساسي في تصميم المباني و بدلا من أنظمة النواة الخدمية في المبنى يمكن للعديد من الوظائف الأساسية أن تنتقل لتتضمن في هيكل الواجهة
		جدول رقم : (4) أنواع الواجهات المضاعفة المصدر الباحث		

أحد التطورات الهامة التي يمكن ملاحظتها هو استخدام الواجهات المضاعفة وهو تطور نتج عن انتقال عدد من الوظائف المتنوعة للفراغات الداخلية لتصبح مكانيا خلف الوجهات . و لتحقيق عملانية اكبر و منطقية في الكلف المدفوعة أصبحت الوجهات المضاعفة حاليا تستخدم عند الحاجة لها و في أجزاء من المغلف بدلا من تضمينها في كامل مغلف المبنى وفي المناطق التي لها احتياجات خاصة مثلا حجب الضجيج في الشارع المجاور للمبنى والتخفيف من حمولات الرياح أو حجب التشميس الزائد . مثل هذه الواجهات يمكن أن تكون حلا ملائما واقتصاديا في بعض الحالات [1].

بعيدا عن المحددات المذكورة أعلاه المرتبطة بالواجهة المضاعفة على سبيل المثال و الإشكاليات التقنية المرتبطة بالإنشاء والتشغيل والمشاكل اللوجستية للواجهة الموديولية , أنه من المختلف عليه أن التركيز بشكل حصري على تطوير الوجهات الزجاجية كهدف نهائي وحل وحيد لا يوجد بديل عنه : إذا سعى المصمم لتضمين كل الوظائف المطلوبة في الزجاج و تبقى مشاكل في التصميم محصورة في مكون من مكونات المبنى بدلا أن تكون المشكلة متعلقه باختيار افضل مادة لإنشاء الواجهة .

1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.

في الوقت الحالي فإن الفكرة الأكثر منطقية هي فصل الوظائف المطلوبة من المغلف في المبنى لعدد من المستويات و طبيعة تضمينها في العديد من المباني عبر مكونات المبنى المتعددة والذي يهدف بالنهاية إلى جمعها في واجهة موديولية .

شكل رقم : (8)

مبنى ديبس للمعمار رينزو بيانو 1998 و مبنى كرايزلر 1999 في برلين
مظهر هذين البنائين (زجاج أو مصمت) مختلف في حين أنهما يشتركان بنفس الوظائف والاستخدام

شكل رقم : (7)

مبنى بوابة المدينة Stadttor للمعمار بتزينكا بينك 1998
مثال باكر للواجهة المضاعفة يظهر فيها الزجاج الخارجي الذي يحمي الواجهة الخشبية الداخلية .

و كتطوير حديث للواجهات تم دمج الواجهة المفردة مع الواجهة المضاعفة كتطوير أبعد يجمع الواجهات المضاعفة مع الواجهة المفردة لتشكيل ما يسمى بالواجهات المعدلة شكل رقم (10) .عند جمع هذين المفهومين الإنشائيين والوظيفيين يمكن تحقيق متطلبات الأداء المعروضة .في بعض الأحيان تسمى الواجهات المعدلة بالواجهات الهجينة Hybrid (كلمة إغريقية تعني الأتي من اتجاهين) لوصف أصولها التقنية

و بسبب أن الواجهات المضاعفة والمفردة تتنوع الحاجة إليها بحسب معيار المكان (شكل رقم 8) ففي فصل الشتاء , يمكن سحب الهواء الدافئ من الفراغ بين طبقتي الواجهة المضاعفة لتقديم هواء نقي مدفأ للفراغات الداخلية مما يقلل الحاجة للطاقة المستخدمة في التهوية . أما في فصل الصيف فالواجهة المفردة يمكنها تأمين تهوية طبيعية في حين أن الهواء المحصور بين فراغي الواجهة يمكن أن يشكل مشكلة .

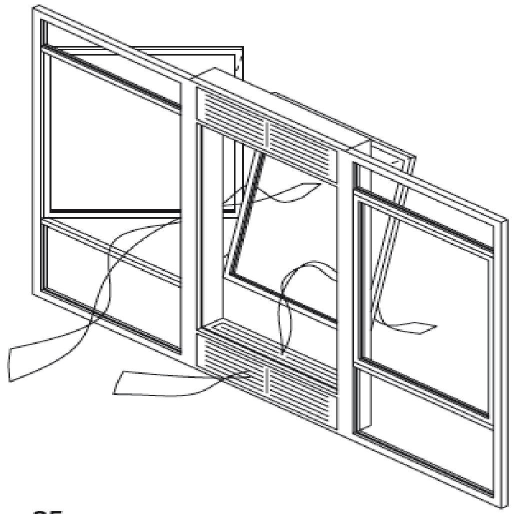
إن الفراغ بين طبقتي الواجهة المضاعفة يمكن تهويته عبر فتح فتحات التهوية حتى لا تزيد حرارة الغرف المجاورة .يمكن اعتبار الواجهات المعدلة بأنها واجهات طابقية متوازية أو واجهات ذات نوافذ .

و بملاحظة إلى التطور التقني للواجهات والتي يضاف إلها دائما عناصر تقنية مثل عناصر التدفئة في

الفراغات الداخلية و أيضا التطويرات التقنية المتمثلة في أجهزة التكييف غير المركزية ووحدات التهوية فإنه من المنطقي تضمين هذه العناصر ضمن الواجهة بشكل متكامل معها ومع موديولاتها فيظهر نتيجة لذلك ما يعرف بالواجهات المدمجة Integrated facades والتي تعتبر مرحلة مهمة من مراحل تطور الواجهات باتجاه الواجهات العالية التقنية .

شكل رقم : (9) المصدر Ulrich 2007

مبنى إدارة دييبتل في شتوتغارت ألمانية للمعماري RKW Architektur 2002 شبكة حماية من الطقس متوضعة أمام واجهة مفردة لهذه الواجهة المعدلة مما يسمح للنوافذ بأن تظل مفتوحة للتهوية الليلية و الأقسام الزجاجية في هذه الصورة هي عبارة عن واجهة مضاعفة .



35

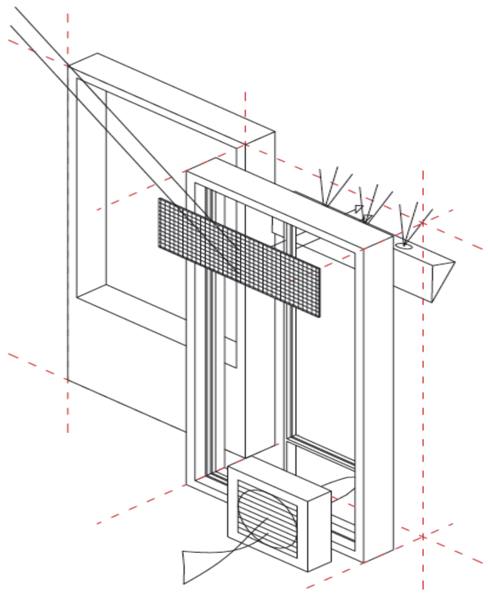
شكل رقم : (10) المصدر Ulrich 2007

الواجهة المعدلة تدمج الواجهة المضاعفة مع الواجهة المفردة . في الصيف تقوم الواجهة المفردة بتأمين التبريد لتقاوم الاحتباس الحراري المشكل في الواجهة المضاعفة وفي الشتائ يمكن سحب الهواء المدفئ من الفراغ بين الطبقات في الواجهة المضاعفة مما يقلل الحاجة للتدفئة

من منظور الإنشاء إنه من الميزات الإيجابية دمج أكبر قدر من العناصر Component ضمن الواجهة قدر ما يمكن . ويساعد على ذلك عملية التصميم الصناعي لوحدات الواجهة مما يجعل من الممكن تضمين عناصر أكثر بدقة أعلى , تثبت هذه العناصر على قشرة المبنى كنظام وحدات Unit system أو عبر إدخال طبقات إضافية Layered System .

هذه الطريقة تقلل الوقت اللازم لتجميع العناصر الخدمية لاحقا على قشرة المبنى ، وحاليا يمكن جمع الوظائف مثل التدفئة و التبريد و التهوية وأجهزة التحكم بالضوء و أجهزة التظليل و أجهزة الإنارة الصناعية و عناصر توليد الكهرباء الكهرضوئية و عناصر التدفئة بالطاقة الشمسية ضمن الواجهة المدمجة المتكاملة (شكل رقم 11) و هذه الوظائف يمكن تجمع حسب مبدأ تصميم الوحدات الموديولي Unitized Facade مما يتيح الخيار للاستشاريين تصميم الواجهة حسب الاحتياجات الموضعية لكل مكان .

و على الطرف الأخر تشكل الأجهزة غير المركزية عبئا على متطلبات الصيانة للمبنى و تزيد من تعقيد الهندسة المتحكمة بالبيئية . وبالمقابل يتحقق التوفير باستخدام أجهزة تحكم مركزي بالبيئة الداخلية و المهاوي Shafts و الدكتات Ducts [1] .



شكل رقم : (11) المصدر Ulrich 2007

الواجهة المدمجة تتضمن عدد من عناصر خدمات المبنى مما يساهم في تقليل فترة انشائ المبنى كون يمكن تضمين هذه العناصر خلال مرحلة تصنيع الواجهة .

شكل رقم : (12) المصدر Ulrich 2007

منزل كابركورن في دوسلدورف ألمانية للمعمار جاترمان 2006
الواجهة المدمجة لهذه المبنى تتضمن وحدات تبريد خلف المساحات المصمتة من الواجهة مماي يسمح بالتعديلات الموضعية لكل غرفة علا حدى .

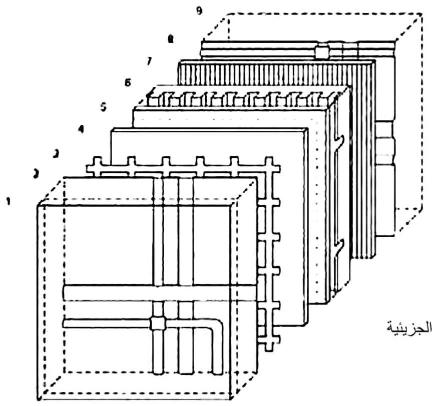
التطور اللاحق لما سبق ظهر خلال عملية تصميم المعماري فرانك لويد رايت لمبنى في مدينة لندن البريطانية في عام 1978 طور المعماري مايك دايفس Mike Davies وهو زميل للمعماري رتشادر روجرز Richard Rogers مبدأ الجدار المتعدد التكافؤ Polyvalnt wall [2]

1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.
2 (التكافؤ هو معاير كيميائي مرتبط بالشحنة الخارجية للذرة والذي يعطي مؤشرا لقابلية اتحاد العنصر كيميائية مع غيره)

2.1.1. الجدار متعدد الوظائف Polyvalent Wall

في عام 1981 و بالمشاركة مع ريتشارد روجرز قام مايك دافيز Mike Davies بتطوير فكرة للجدار متعدد الوظائف وفي مقالته المسماة (جدار لكل الفصول) وضح المفهوم بوجود عدد من الطبقات الوظيفية ضمن عنصر زجاجي تقوم بتأمين الحماية من الشمس والحرارة وتعدل الوظيفة أوتوماتيكا حسب الظروف المحيطة شكل رقم (13) .

تسعى فكرة هذا الجدار لإنشاء واجهة بعيدة عن وظائفها الكلاسيكية من عزل واغلاق ويمكن ان تقوم بوظائف أخرى متل التحكم البيئي و التهوئة و التحكم الموضعي بالانارة وتأمين الطاقة التي يحتاجها المبنى و غيرها من الوظائف [Ulrich 2007] [1].



1) قشرة مناخية من السيليكا وطبقة تحتية
2) طبقة حساسات و تحكم خارجية
3) شبكة خلايا كهرضوئية
4) طبقة مشعة حرارية / ماص أنتقائي
5) طبقة عاكسة تعمل بالتيار الكهربائي
6) طبقة مسامية غازية تعتمد على المسامية الجزيئية
7) طبقة عاكسة تعمل بالتيار الكهربائي
8) طبقة تحكم منطقي تحوي حساسات
9) طبقة سيليكا فاصلة والقشرة الداخلية

شكل رقم : (13)

الجدار متعدد التكافوء و طبقاته

يقول دافيز:

" ما نحتاجه هو صمام ثاني Diode بيئي يقوم بدور جهاز تقدمي يعمل كقاطع متغير يغير الخصائص الحرارية والطيفية و يعتبر كمعالج ديناميكي متفاعل ذو قدرات متعددة ويعمل كمغلف للمبنى . هذا الصمام يعتمد منطقيا على صفات الزجاج الفيزيائية العالية ويجب عليه أن يتضمن أداء متكيفا ذو مدى أكبر فيما يتعلق بالقدرات الحرارية والبصرية ضمن جدار متعدد الوظائف (متعدد التكافؤ) وهذا الجدار بصفته مغلفا للمبنى سوف يزيل التمييز بين المصمت والشفاف بقدرته على الحلول محل كلا الحالتين وبالضبط الجيد لتدفق الطاقة ديناميكيا في كل الاتجاهين اعتمادا على الحالة الداخلية والخارجية سيكون سطح الجدار قابلا لنقل الطاقة بكسبها أوفقدانها من مناطق المبنى الحارة أو الباردة جدا " [Davies 1981] [2] .

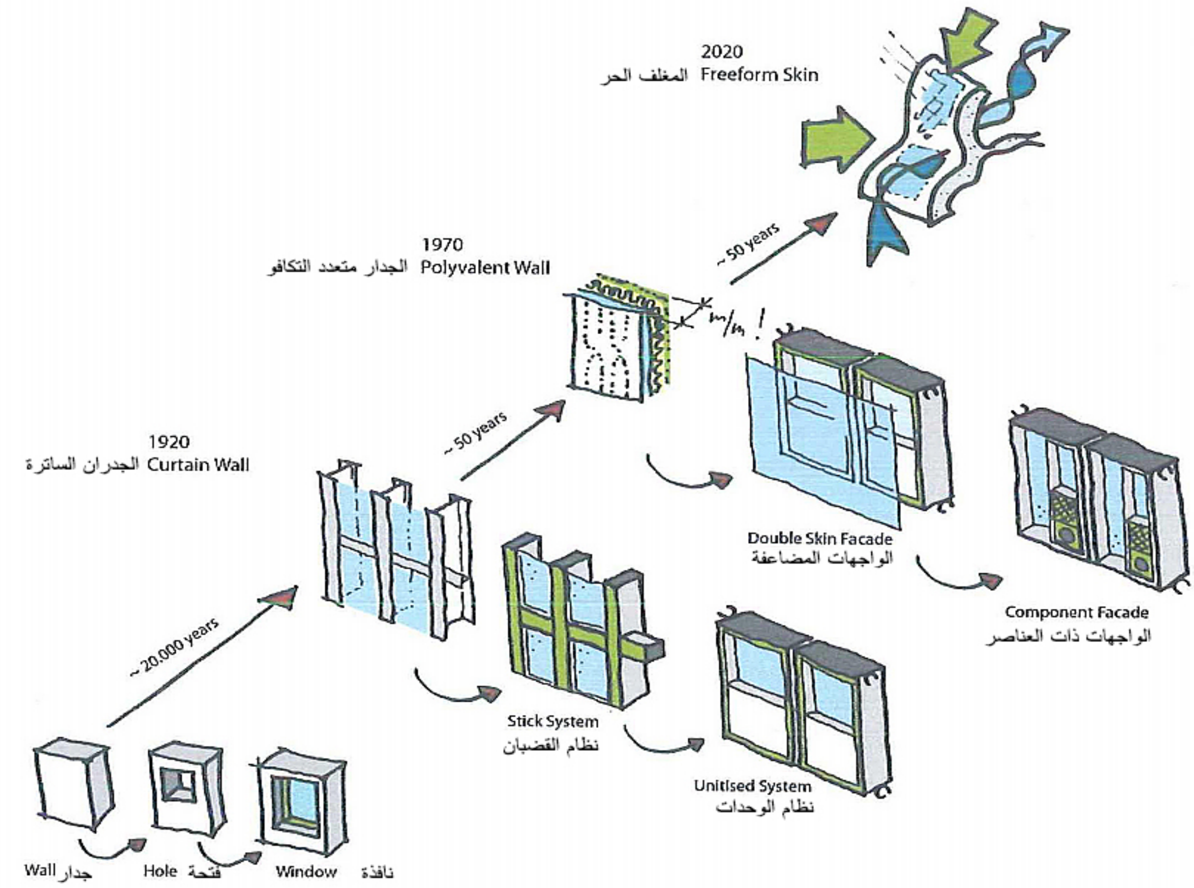
1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.

2 Davies,M. (1981). A wall for all seasons. RIBA Journal, 88(2):55-57.

وصل تطوير الواجهات بعد ذلك نقطة هامة بظهور مصطلح (الواجهة الذكية) من فكرة الجدار متعدد الطبقات وعلى الرغم من أن التقنية لم تكن عاملا مساعدا في تلك الفترة فإن الجدار متعدد الطبقات كان نظرة مستقبلية و عاملا محركا في السعي لتحقيق تقنية أعلى في الواجهات الحديثة .

3.1.1. إمكانيات التصنيع المضاف في تطوير أشكال الواجهات

في المؤتمر العالمي لمغلفات الواجهات الذي انعقد في دونوستيا -سان سبايتيان في إسبانية سنة 2012 طرح هولجر ستاروس من جامعة العلوم التطبيقية في ديتلمود , ألمانية بحثا يوضح التطبيقات والأفاق المستقبلية للتصنيع المضاف [1] في مجال العمارة وإنشاء الواجهات . يظهر هذا البحث أفكارا و نتائج من مشاريع قيد التنفيذ ومشاريع بحثية ضمن جامعة ديلفت التقنية [2] وجامعة هوخشوله أوستفيستليبه [3]



شكل رقم : (14) المصدر شتاروس 2012

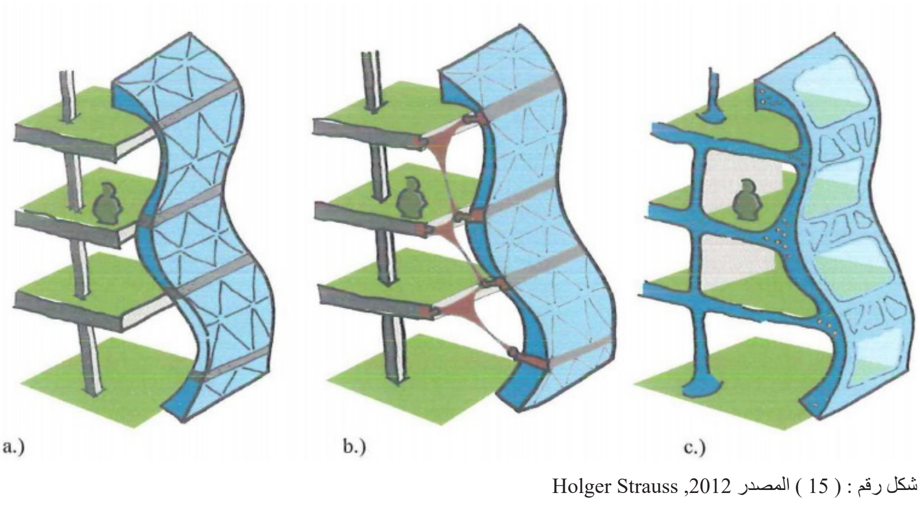
شكل يوضح تطور مغلف المبنى Holger Strauss ,2012

1 Additive Manufacturing
2 Technical University of Delft, Netherlands
3 University of Applied Sciences – Hochschule Ostwestfalen-Lippe – in Detmold, Germany.

يطرح فكرة التطور للواجهات من خلال : تغطية الفتحات للنوافذ المتضمنة أجزاءا حركية و عبر جدران ساترة ذات لوح زجاج مفرد لأنظمة المقاطع الشاقولية Mullionوالأفقية Transom وحتى وصلت للواجهات ذات الوحدات الزجاجية بعد طرح ميك دافيس لفكرة الجدار متعدد التكافؤ Ployvalent wall بصفته مرحلة انتقالية لتطويرفكرة الواجهات المضاعفة (الشكل رقم14)

و مع تطورأنظمة الحاسوب المساعدة للتصميم المعماري أو ما يعرف اختصارا ب CAAD [1]والتي مكنت من التواصل عبر الشبكة العنكبوتية وساعدت في عملية التصميم الرقمي و مع ظهور برامج و تقنيات سمحت بالتصنيع من خلال ملفات التصميم مباشرة والوصول لأجزاء واجهات بمقياس 1:1 من بيانات رقمية مباشرة دون الحاجة لرسم المخططات أصبحت التكنولوجية الجديدة تدفع الحدود التصميمية . [2][Holger 2012]

يذكر هولجر أن تطبيق التصنيع المضاف Additive manufacturing يمكننا من تصميم أجزاء تقدم تقنية أكثر تطورا ودقة للوصلات وعناصر تحميل الواجهة . وهذا لا يتعلق بالضرورة باستبدال أنظمة الواجهات المتعارف عليها بل تعزيزها مثلا عبر الطباعة ثلاثية الأبعاد لعقد حساسة في وصل الواجهات تمكننا من تقليل استهلاك المواد و تطوير طرق التجميع و تقليل الأيدي العاملة . وهذه خطوة متقدمة لتطوير أشكال الواجهات و اكسسوارتها .



شكل رقم : (15) المصدر Holger Strauss ,2012

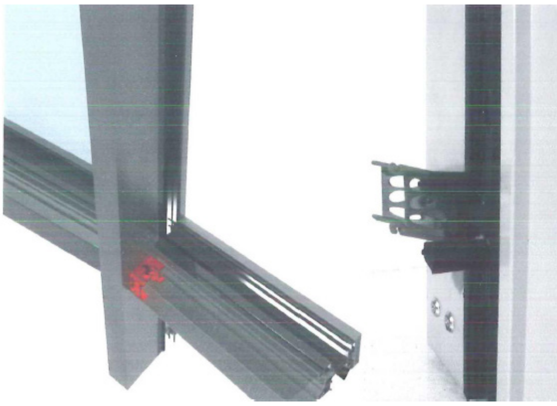
شكل يوضح علاقة مغلف المبنى مع الهيكل الإنشائي c) المغلف مندمج مع الهيكل b)المغلف متصل جزئيا مع الهيكل a) المغلف حر

عبر ملاحظة تطور تصاميم أكثر ذات شكل حر باستخدام تكنولوجية متطورة لربط عناصر الواجهة وإنشاء التفاصيل التنفيذية لها يجب إعادة النظر في إدراكنا الفراغي لمغلف المبنى والإمكانيات التي يقدمها بعد فصله عن الجملة الأساسية للمبنى أو التكامل معها والتأثير فيها (شكل رقم 15) .

1 (Computer Aided Architectural Design)

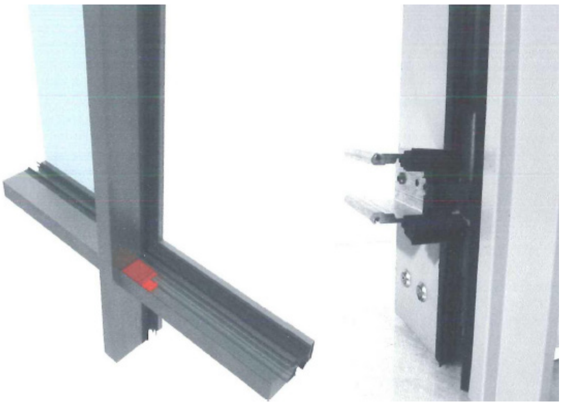
2 Holger Strauss (June 20, 21, 22, 2012). AM Envelope -Potentials of Additive Manufacturing for facade construction . Paper for the VI International Congress on Architectural Envelopes , Donostia-San Sebastian, Spain.

طرح هولجر دراسة تبدأ بدراسة أجزاء الواجهة التي تؤثر في أشكالها تقنيات الصناعة على مستوى عناصر الواجهات و عرض أحد النتائج بتسمية وصلة كانوبير المعدلة ضمن أنظمة الواجهة ذات القضبان Stick System والتي تقدم حلا محسنا لتجميع الواجهة وزيادة تشكيلها نحو تحقيق واجهات اكثر مرونة في التشكيل (شكل رقم16 و17) [Holger 2012][1] .



شكل رقم : (16)

وصلة مطبوعة فراغيا تمكن من تشكيل ثلاثي الأبعاد للواجهة



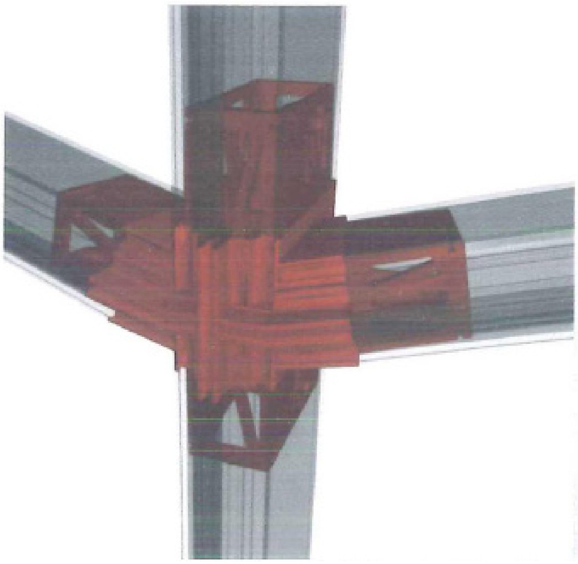
شكل رقم : (17)

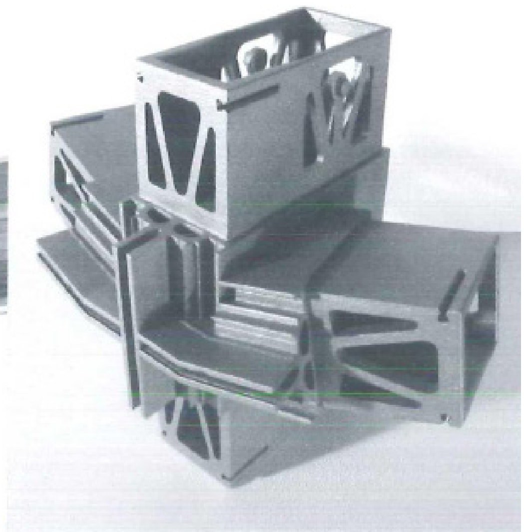
وصلة عادية ذات محورين X و Y

كل الزوايا والثقوب متكاملة رقميا من خلال التصنيع المضاف لذلك فهي مخصصة وتم توليد الوصلات الملائمة بشكل دقيق لكل مفصل ربط على حدى وعلاوة على ذلك تم التوفير في المواد ويمكن ادارك هذه القيمة المضافة حتى ضمن هذه التفصيلة الصغيرة و تم التجميع ضمن نظام واجهات ذي قضبان ذات مواصفات قياسية متعارف عليها وكل هذا النظام يمكن تصنيعه مسبقا باستخدام مكنة ال CNC للسبك المعدني والتي تحقق زاويا دقيقة .

1 Holger Strauss (June 20, 21, 22, 2012). AM Envelope -Potentials of Additive Manufacturing for facade construction . Paper for the VI International Congress on Architectural Envelopes , Donostia-San Sebastian, Spain.

وكمرحلة متقدمة لما سبق تم تحديد هدف لتطوير عقدة للواجهة السابقة باستخدام التقنيات الرقمية و تقنيات التصنيع المضاف وهذا هذا الجزء يحمل كل الإيجابيات للوصلة الرقمية وتطويرها أكثر .
النتيجة هي نقطة مفصل تحقق كل المتطلبات لتصنيعها بشكل مباشر باستخدام تقنيات التصنيع المضاف و تحقق بمقاييسها انسجاما مع الواجهات الحالية المتوفرة وتم استخدام معدن الألمنيوم في التشكيل والذي يعتبر مادة مناسبة للتشكيل المعدني المباشر (Direct metal Fabrication) .





شكل رقم : (18)

مفصل نيماتوكس الفراغي Nematox الإظهار الرقمي والمنتج النهائي

حيث تم تصميم نقطة المفصل رقميا باستخدام جهاز حاسب و تم إرسال الملف لطابعة ثلاثية الأبعاد [1] تستخدم المعادن للتصنيع والتشكيل) .
و من خلال الدمج الافتراضي الحاسوبي للقوائم والعوارض تم تسهيل الصعوبات ضمن الورشة وموقع البناء حيث يمكن تجميع الواجهة بشكل أسهل فيما يتعلق بمعايير الكتامة والإنتقالات الحرارية و تلافي الحلول المعقدة للعزل ضمن هذه النقط المفصلية المعقدة و بالتالي تكون النتيجة تقليل عيوب المفاصل بشكل كبير [2] .

1 EOS-DMLS-System
2 Strauss, H., AM Facades - Influence of additive processes on the development of facade constructions. 2010, Hochschule OWL - University of Applied Sciences: Detmold.

مما سبق نجد أن التقنيات الحديثة أسهمت في إعطاء آفاق أكبر لأشكال الواجهات و تحريرها من الأشكال التقليدية المعروفة وتحقيق مزايا منها [Shtauss 2010] [1]:

1) تطوير الربط بين الرسم الحاسوبي ثلاثي الأبعاد و التصنيع مباشرة من المجسم الرقمي باستخدام عملية CAD-CAM -و إمكانية صنع واجهة حرة الشكل ذات زوايا معقدة مختلفة و تحقيق التكيف الفراغي للواجهة

2) تقليل الحلول والفواصل بين أجزاء الواجهة و تصنيعها بدقة اكبر لتلافي مشاكل العزل والعيوب عند التجميع والتركيب

3) تعزيز الصناعة الرقمية

4) تحقيق جودة اكبر للمفاصل والوصلات.

5) إمكانية دراسة الأداء لكل جزء من أجزاء الواجهات و محاكاته رقميا و إجراء التعديلات المناسبة قبل التصنيع .

6) إمكانية تصنيع واجهة ذات أجزاء معقدة مختلفة مصممة بشكل خاص ضمن الحد الأدنى من الكلف والأخطاء

وبالتالي فإن التطور التقني للواجهات يسعى نحو الوصول بأشكالها لانماط حرة غير مقيدة مستفيدا من التطورات الحاصلة في المجالات الصناعية الحالية و يتوقع في المستقبل القريب أن نرى مباني ذات واجهات أكثر ابهارا و تعقيدا و مرونة أكبر في عملية تصنيع وإنشاء الواجهات الحالية .

.

1 Strauss, H., AM Facades – Influence of additive processes on the development of facade constructions. 2010, Hochschule OWL – University of Applied Sciences: Detmold.

2.1. الواجهات التجارية في مدينة دمشق

على الصعيد المحلي منذ بداية الألفية الثالثة وفي ظل التغيرات الاقتصادية والاجتماعية التي أدت لتعدد الشركات الاستثمارية و مواد البناء المستخدمة محليا و في ظل تطور التقنية شهدت مدينة دمشق ظهور العديد من المباني التجارية التي صاغت شكل مغلف المبنى الخارجي [علوش 2014][1]

تطورت العمارة في دمشق تطورا سريعا خلال العقود الماضية وانفتحت على أساليب متعددة فرضتها تدخلات المعماريين الأجانب في عمارة بعض المنشآت العامة إضافة لتباعد المباني عن بعضها بسب ازدياد عرض الشوارع و ظهور الواجهات الزجاجية ذات التشكيل الحجمي .

صورة رقم : (1)

مبنى البلو تاور و بنك الشرق التجاريين في منطقة الحمرا - دمشق

و أدت ثورة المعلومات لمعلومات ووسائل الاتصال مثل الحاسبات والأنترنت و الأقمار الصناعية و غيرها لجعل المجتمع المحلي مفتوحا و مرتبطا مع أي مكان حول الكرة الأرضية و من خلال الهيكلية الجديدة للاقتصاد و ثقافة العمل التي نشرتها الشركات متعددة الجنسيات و ذلك عن طريق الكثافة العالية لتدفق الناس (الأيدي العاملة والمهاجرين واللاجئين والسياح) والتكنولوجيا (ألألات والمصانع والإلكترونيات) و التمويل (الأموال والأسهم) و الإعلام والصور والمعلومات (التلفزيون والسينما والإذاعة والصحف والمجلات) و الأيديولوجيات والأفكار والرموز . أثرت العوامل السابقة علا مظاهر الحياة كافة و أدت لظهور أساليب معمارية غريبة عن حضارتنا العربية منها الواجهات الزجاجية المكشوفة للشمس والطبيعة بعكس عمارتنا العربية التي تحتمي من أشعة الشمس وتبحث عن الخصوصية [عبود 2007] [2]

ظهرت الوجهات الحديثة في مبنى المصرف التجاري السوري فاستخدمت فيه الواجهات الستارة عام 1975 ميلادي ومن ثم مشفى الشامي و ظهر بعدها عدد قليل و محدود من هذه الواجهات و من ثم تسارعت

1 علوش ,ربى . دراسة تصميم الواجهات الزجاجية في المباني العامة في مدينة دمشق . رسالة ماجستير جامعة دمشق
2

الوتيرة في السنوات الأخيرة و امتدت لتشمل كافة القطاعات و خاصة للقطاع التجاري حيث رصدت المهندسة ربى المباني ضمن فترة زمنية من تاريخ ظهور أول واجهة زجاجية عام 1975 و حتى نهاية عام 2012 ميلادي .

صورة رقم : (2) المصدر www.prsyria.com

المصرف التجاري السوري - ساحة يوسف العظمة - دمشق

صورة رقم : (3) المصدر www.google.com

مشفى الشامي بواجهته الزجاجية

حيث درست 47 مبنى ذي واجهات حديثة و استخلصت النتائج التالية :

- ظهرت الواجهات الحديثة الشفافة في دمشق بنسبة 85 % ضمن الألفية الثالثة
- تركز 38 % من مباني الواجهات الزجاجية (28% خاص و 10 % حكومي) في مركز مدينة دمشق

التجاري والإداري (ساحة يوسف العظمة و شارع الباكستان و عرنوس والشعلان و شارع الثورة) كما تواجد 17 % من المباني في المنطقة الحرة بالبرامكة وهي عبارة عن مباني تجارية لوكالات و شركات أما بقية المباني فقد توزعت بشكل متفرق في كفرسوسة والمزة والعباسيين والشاغور والميدان و غيرها . و كنتيجة تعتبر المباني التجارية نطاقا مهما لدراسة واجهاتها و تطويرها .

طرح بحث المهندسة ربى دراسة استقصائية عبر إجراء 150 استبيان خلال عامي 2011 - 2012 ميلادي حدد في مجموعة من المعايير المؤثرة في تطور أشكال الواجهات الحالية باتجاه الشفافية كالتالي :

* الرغبة بتسويق المباني وجذب الزبائن لزيادة المردود الاقتصادي كهدف أولي للمستثمرين والمالكين في محاولة لتمييز أبنيتهم بفكرة التصميم و استعمال طرز و مواد إكساء عالمية .

* إعطاء مظهر الحداثة وللحاق بركب التطور العالمي و تأثر مستثمري أو مالكي هذه المباني بأفكار و نماذج غربية و خاصة المرتبطين بالخارج بما فيهم المغتربين و ظهر ذلك جليا في مباني البنوك والمشافي و مباني المنطقة الحرة .

و حددت الباحثة المؤثر الرئيسي على قرار اختيار الواجهات الزجاجية بدلا من التقليدية تبعا للأشخاص كما يلي :

1) المستثمر أو المقاول بنسبة 46%
2) المعماريين بنسبة 33 %
3) شركات البناء بنسبة 15 %
4) غير معروف بنسبة 6 %

وحددت في الدراسة بعض مزايا و سلبيات الواجهات الحالية والتي تعاني منها الأبنية كالتالي :

1) كلفة استهلاك الطاقة مرتفعة بحسب 69 % من أجوبة الاستبيان
2) كلفة تنظيف الواجهات مرتفعة كما أوضح 71 %
3) كلفة صيانة الواجهات الزجاجية منخفضة كما بين 81 %
4) حققت عزلا جيدا للضجيج بحسب 78 % من المشاركين
5) تأمين إنارة طبيعية جيدة بحسب 73 %
6) التهوية الطبيعية ضعيفة بنسبة 41 %
7) لم تخفض في حمولات التكييف صيفا حيث أجاب 12% فقط بالإيجاب و لم تقلل تدفئة شتاءا حيث أجاب

7 % بالإيجاب وهذا يدل على تأثيرها السلبي من ناحية تحقيق الراحة الحرارية .

8) نسب التزجيج عشوائية و غير مدروسة

9) استخدام زجاج غامق يؤثر على البيئة الداخلية

10) لا يوجد مرونة في عملية الفتح والإغلاق للفراغات الداخلية

11) رغم استخدام الزجاج في الواجهات إلا أن التواصل البصري مع الخارج ضعيف نتيجة ضعف التصميم نتيجة عدم مراعاة معايير منها الخصوصية و الأداء الحراري والضوئي للواجهات .

11) تم استخدام الوجهات الزجاجية لتحديث شكل المبنى الخارجي و كمغلف إضافي يشكل فراغا يستخدم للعزل

12) ربطت الواجهة الحديثة الفراغ الداخلي بالخارجي حيث لعبت دورا كبيرا في المباني التجارية بزيادة الرغبة بزيارتها مما يؤدي لزيادة تسويقها و بالتالي زيادة الربح وفي مباني الشركات الإدارية يساهم هذا المعيار في زيادة الإنتاجية وزيادة الراحة البصرية والنفسية .

و خلصت الدراسة إلى إن الواجهات الحديثة تمتلك أداءا متدنيا بيئيا [علوش 2014] [1] وبالتالي تتوضح أهمية تطوير تقنية الواجهات بهدف التغلب على إشكالياتها للوصول إلى نماذج ذات كفاءة أكبر في واجهات المباني التجارية في مدينة دمشق .

1 علوش ,ربى . دراسة تصميم الواجهات الزجاجية في المباني العامة في مدينة دمشق . رسالة ماجستير جامعة دمشق

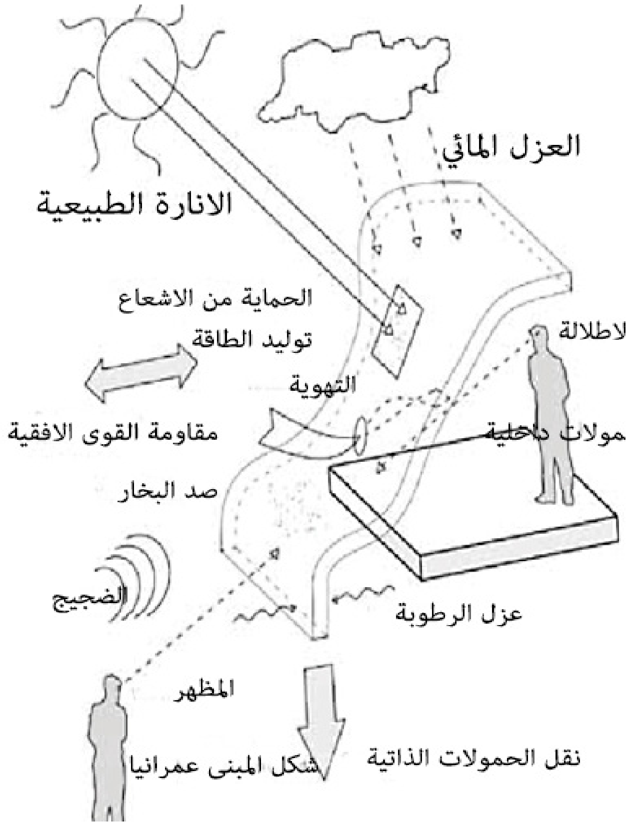
3.1. وظائف الواجهات

حتى يمكن دراسة الواجهات يجب فهم وظيفتها الناتجة من متطلبات الحاجات الإنسانية وحتى يمكن تقييم الواجهات وتطويرها وإدخال التقنيات العالية في مكانها الصحيح للوصول إلى الواجهات المتكاملة ذات الأداء العالي .

في كتاب الواجهات لكناك [Knaack et al., 2007] عرفت الوظائف بأنها متطلبات مختلفة تحتاج الواجهة لتحقيقها وتم ذكر الوظائف التالية بدون ترتيب :

1 - عزل الحرارة والبرودة والضجيج
2 - عزل المياه
3 - تأمين الإنارة الطبيعية للداخل
4 - الحماية من الأشعة الشمسية
5 - مقاومة حمولات الرياح والحمولات الداخلية و القدرة على حمل الوزن الذاتي
6 - التحكم بالبخار
7 -التواصل البصري بين الداخل والخارج
8 - الشكل المعماري

كل هذه الوظائف المختلفة حددت على مستوى واحد.



شكل رقم : (19) المصدر Knack 2007

وظائف الواجهة الأساسية بحسب أولريتش

ومع تطور التكنولوجيا وتحول صناعة البناء باتجاه العناصر المسبقة الصنع المجهزة في المعامل و المنشئات الصناعية ظهرت المواصفات القياسية و تحولت الواجهة لمنتج صناعي معماري و تم تجهيزها لتقوم بوظائف أكثر [Ulrich 2007] .[1]

يجب تقوم الواجهات بحسب المواصفات القياسية الدولية ISO ذات الرقم [ISO:7361 2007] [2] بلعب دور يحقق المتطلبات التالية :

1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.

2 ISO 7361 Performance Standards in building - Presentation of performance levels of facades made of same-source components published by International organization for standardization(ISO). ICS:91.06 0.10 Published by Ethiopian Standards Agency ©ESA 2002 .

أ) حماية المستخدم وتعني الثبات و الحماية من الحريق و التعدي

ب) مقاومة الرطوبة (الجفاف)

ت) الراحة الحرارية

ث) نقاء الهواء

ج) الراحة السمعية

ح) الشكل الجمالي

خ) صفات حسية لمسية

د) الديمومة

ذ) القدرة على مقاومة الحمولات

ر) الحفاظ على الطاقة

ز) أمان العمل

يعرف هيرتزوغ وظيفة الواجهة الأساسية بشكل عام و هو الفصل والتصفية بين الطبيعة و الفراغات الداخلية . و يضاف سلسلة الوظائف الأولية تم الإعتماد في تعدادها على افكار فتروفيوس كفكرة أن المبنى يجب أن يكون ذو متانة إنشاء و أن يكون يتمتع بعملية إنشاء معقولة) و راحة (مناخ داخلي مريح واستعمال مريح و مناسب) و الجمال (تكوين حجمي مكاني) .

وصف أيلكيلس [Eekels,1991] الوظيفة كما يلي : «وظيفة المنتج بأنها القدرة المقصودة و الواعية لتغيير البيئة المادية للمنتج « . ولتبسيطها قام أيكيلس و كروس و غيرهما بوصف الوظيفة على أنها مثل صندوق أسود . إنها تحتوي كل الوظائف اللازمة لتحويل المدخلات إلى مخرجات

تعتبر وظائف الواجهات هي المعايير الأولية لتحقيق واجهة سليمة و يعد تحقيق هذه الوظائف هو الخطوة الأولى في عملية تطوير الواجهات نحو التقنية العالية .

و بحسب الكود الدولي [ISO:7361 2007] [1] و [Klein 2013] [2] و [Cross,2008] تم جمع وتصنيف الوظائف في البحث كما يلي :

1.3.1. الجمالية

وتتضمن ما يلي :

1) الحفاظ على مظهر جيد أصيل
2) السماح برؤية المحيط
3) التواصل مع الواجهة
4) جودة الملمس والصفات الحسية

التعريف والتعبير التوضيحي : هي كل الخصائص للسطح الداخلي للواجهة الذي يستطيع المستخدم لمسه والذي يؤثر على الراحة اللمسية للمستخدم .

المعيار الفاصل : يتم بتصنيف يتم على أساسه وضع معايير خاصة للمواد المستخدمة و مدىالاستجابة للسياق العمراني و الدراسة اللونية و مراعاة المقياس والنسب و تحقيق الإيقاع

5) دراسة الانعكاسات

التعريف والتعبير التوضيحي : هو الطريقة التي يعكس بها السطح الخارجي للواجهة الإنارة الخارجية

المعيار الفاصل : اختبارات مخبرية بالاعتماد على معايير ال IEC .

2.3.1. الإنشائية والتكامل الهيكلي

وتتضمن ما يلي :

1) القدرة على حمل الوزن الذاتي وداعمة لنفسها و مستقرة

التعريف و التعبير التوضيحي : عدد الطوابق التي يمكن للواجهة من دعم نفسها ذاتيا بشكل كمن أو الواجهة التي تفصل مستويي إنشاء التي تكون فيهما مرتبطة بالعناصر الحاملة .

المعيار الفاصل : يتم الحساب بناء على أي طريقة مقبولة (حسابات برمجية أو رياضية) معطية مقدار الحمولات عند قاعدة الواجهة المحمولة ذاتيا لأقرب نسبة 5% .

2) مقاومة التشوهات الناتجة عن التمدد والتقلص

التعريف و التعبير التوضيحي :الانتقال المسموح ويقاس بالمليمترات للنقاط التي تثبت فيها الواجهة إلى العناصر الحاملة و للأجزاء من المبنى الملامسة للواجهة بالنسبة لموقعها قبل نصب الواجهة وذلك بما لا يسمح للواجهة بالانهيار أو تغيير شكلها (القيم الحدية العليا لتشوه الواجهات في ظروف الخدمة تعطى في المعيار الدولي رقم ISO 4356) .

المعيار الفاصل : يتم الحساب بأي طريقة مقبولة بهامش خطأ لا يتجاوز 5% أو باختبار مخبري تعرض فيه الواجهة لحمولات الخدمة والذي يحدد أرقام وقيم وشروط يتم تعديل الكود الدولي بناء عليها .

1 ISO 7361 Performance Standards in building – Presentation of performance levels of facades made of same-source components published by International organization for standardization(ISO). ICS:91.06 0.10 Published by Ethiopian Standards Agency ©ESA 2002 .

2 Tillmann Klein .(2013) . Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department .

3) تحمل الحمولات الإنشائية
4) حرف و مقاومة حمولات الرياح

التعريف و التعبير التوضيحي : تفاضل ضغط الهواء المسموح بين خارج المبنى و داخله والذي عنده تنهار الواجهة أو يحصل تشوه فيها يجعلها غير قادرة على القيام بمتطلباتها ويقاس بالباسكال .

المعيار الفاصل : يتم الحساب بأي طريقة مقبولة حيث تقدم النتائج مع هامش خطأ مسموح لا يتجاوز ال 5% أو يقدم أختبار مخبري يتم فيه حساب الفروقات في الضغط والتشوهات الحاصلة لمجسم للواجهة عند تعريضها لضغط هواء موجب و سالب ضمن حجرة اختبار معدة لهذا الهدف و تطبيق المعيار الدولي رقم ISO 7895 .

5) تثبيت الواجهة مع الهيكل الأساسي للمبنى
6) ممانعتها للضرر البيولوجي من النبات والطحالب
7) تحقيق الديمومة والمتانة
8) منع تدهور المواد
9) تسهيل عملية تبديل أجزاء الواجهة و عناصرها
10) القدرة على مقاومة الحمولات الزائدة عند عملية التنظيف والصيانة

3.3.1. قابلية البناء و تحقيق متطلبات الإنشاء

وتتضمن ما يلي :

1) قابلية النقل و تتضمن :

المعيار الكتلي Mass

التعريف والتعبير التوضيحي: كتلة العناصر أو كتلة مجموعة منها المرغوب بنقلها ضمن طرد أو حاوية ويعبر عنها بوحدة الكيلو غرام .

المعاير الفاصل : أي طريقة مقبولة للنقل ضمن هامش خطأ 1 %

الجزء الأكبر Bulkness

التعريف والتعبير التوضيحي : الطول الكلي والعرض والارتفاع وسماكة العنصر أو مجموعة عناصر المرغوب بنقلها ضمن حاوية و يعبر عنها بالأمتار مقربة لأقرب 0.005 متر

المعيار الفاصل : قياس على أرض الواقع ضمن حدود خطأ 5 مم

2) القابلية للتخزين :

التعريف والتعبير التوضيحي : وضع فئات مناسبة للتخزين بمراعاة عنصر أو مجموعة عناصر يراد تغليفها وهذه الفئات هي :

أ) فئة 1: يمكن تخزينه ضمن غرفة بدرجة حرارة ورطوبة معينة متحكم بها

ب) فئة 2 : يمكن تخزينها ضمن ظروف معزولة

ت) فئة 3 : يمكن تخزينها في الهواء الطلق

3) أنسبية الواجهة لإنشاء :

التعريف والتعبير التوضيحي: المدى من الساعات الدنيا والعظمى اللازمة لرفع وتركيب عناصر الواجهة مقدمة ضمن جدول يحتوي على كل الفنيين والأيدي العاملة و مجموعة الآلات و الأدوات اللازمة لهذه العملية

المعيار الفاصل : اختبار يعتمد على كتيب تعلميات المصنع

4.3.1. قابلية الوصول والصيانة

1) أن تدعم الصيانة وأعمال الإصلاحات

التعريف والتعبير التوضيحي : إشارة للإجراءات اللازمة للمحافظة على الواجهة ضمن حالة اقرب ما تكون لحالتها الأصلية و تتضمن :

أ) تحديد دورات عملية الصيانة و تواترها

ب) تحديد نوع العمالة و المواد والتوريدات اللازمة لكل عملية صيانة

ت) إيحاد طرق ممكنة و تطويرها لإزالة البقع وغيرها

ث) تحديد إمكانية تفكيك عنصر من عناصر الواجهة بدون فك عناصر مجاورة

المعيار الفاصل : اختبار مباشر بمراعاة كتيب الاستخدام للمصنع

2) تأمين وصلات لألات التنظيف

5.3.1. التحكم بالبيئة الداخلية و الحماية و الأمن

1) التحكم بالإشعاعات الشمسية

2) تحقيق الراحة الحرارية بتحقيق العازلية

أ) العازلية الهوائية :

التعريف والتعبير التوضيحي : كمية الهواء المارة عبر واحدة السطح للواجهة خلال واحدة الزمن و فرق الضغط الجوي بين خارج المبنى وداخله . حيث يعبر عن نسبة تسرب الهواء بمضاعفات ال $0.1\ m^3/(m^2.h)$ per 100 Pa للضغط الموجب والسالب .

المعيار الفاصل : فحص مخبري لعينة تمثل عدد من المفاصل والعناصر المشكلة للواجهة وتحدد القيم المقبولة والحدود المسموحة محليا .

ب) العازلية الحرارية :

التعريف والتعبير التوضيحي : هي المقاومة المقدمة من قبل الواجهة لعبور الحرارة عبر الانتقال الحراري و يعبر عنها بمضاعفات $0.1\ m^2.K.W^{-1}$.

المعيار الفاصل : حسابات أو اختبار ضمن الظروف الطبيعية للرطوبة للمواد المستخدمة ضمن سرعة رياح 5m/s بناء على المواصفة ISO/TC 163 . ويمكن استخدام أي أسلوب ضمن حدود خطأ 5% و تطبق على عينة من الواجهة مساحتها 10 متر مربع تشمل جميع انواع المواد و الفواصل والعناصر المشكلة للواجهة .

ج) نفوذية الواجهة للإشعاع الشمسي عبر الأقسام الشفافة من الواجهة :

التعريف والتعبير التوضيحي : انتقال الطاقة الشمسية عبر الإشعاع عبر الأجزاء الشفافة من الواجهة .

عامل الإشعاع الشمسي للعناصر : هو العلاقة بين جريان الطاقة الشمسية المنقولة للداخل وبين جريان الطاقة المكتسبة .

المعيار الفاصل : الحساب والاختبار بالاستعانة بمعايير ال IEC .

3) الحماية من المياه

وتشمل الحماية من الرطوبة والبخار والأمطار والثلوج

التعريف والتعبير التوضيحي : يعني عدم قدرة مياه الأمطار على اختراق الواجهة والنفاذ للسطح الداخلي مما يسبب بقع رطوبة أو إيذاء هيكل الواجهة . حيث يتم قياس حد الضغط وهو القيمة العظمى لضغط الهواء الساكن أو إذا لزم الأمر يقاس الضغط المتغير بواحدة الباسكال والذي عنده تكون الواجهة منيعة تجاه الرطوبة الخارجية ويتم ذلك بإخضاع الواجهة لاختبار المياه .

المعيار الفاصل : اختبارات مخبرية والتي يتم تحديد قيمها بناءا على البيئة المحلية لكل منطقة .

ويعتبر البخار والرطوبة من أصعب المعايير التي يراد تحقيقه بسبب نزعة الواجهات لتكاثف الرطوبة الداخلي (الخلالي :الخلوي) :

التعريف والتعبير التوضيحي : هو نتيجة تعرض الواجهات لتكاثف البخار مع الأخذ بعين الاعتبار أن أجزاء الواجهة تصنف في هذه العملية كما يلي :

* واجهة كتيمة لبخار الماء من الداخل أو الخارج : حيث يوجد عازل بخار ماء ليس أكثر من $2 * 10^{-12}$ kg/(m².s.pa) انتقال بخار ماء مما يمنع نفوذه لتجاويف عناصر الواجهة .

* واجهات كتيمة ضد بخار الماء و لكن أحتمال تشكل تكاثف لبخار المياه ضعيف جدا .

* واجهات كتيمة لبخار الماء ولكن لا تأخذ الاعتبار التالي : على الرغم من أن التكاثف يمكن أن يحدث ولكن لا ينتج عنه تساقط نقاط المياه المتكاثفة للداخل ولا تظهر أثار البقع على السطوح ولا تتأثر ديمومة الواجهة ولا أداءها .

* واجهة كتيمة ضد بخار المياه ولكن تتأثر بتكاثفه .

المعيار الفاصل :

1)في حالة الواجهة الكتيمة ضد بخار الماء : فحصوات مخبرية (أي أسلوب مقبول ضمن نسبة خطأ لا تتجاوز ال 10 %) .

2)الواجهة المرجحة أكثر لتكاثف بخار المياه : أما بطريقة الحساب متضمنة مقاومة بخار الماء لكل العناصر المختلفة المشكلة للواجهة و عازليتهم الحرارية أو اختبار مخبري والذي سيكون محدد اكثر مستقبلا في المعايير الدولية .

3) الواجهة الغير متأثرة بالتكاثف : مراقبة الأداء على أرض الواقع أو فحص مخبري والذي ستحدده المعايير الدولية مستقبلا .

4) الإسهام في تحقيق متطلبات الراحة الصوتية :

1) العزل الصوتي مع الأخذ بعين الاعتبار الضجيج الخارجي :

التعريف والتعبير التوضيحي : العزل الصوتي (واحدته الديسيبل) المقدم من الواجهة بين الخارج والداخل ويحدد من خلال المعيار 3/ISO 140 .

تحدد قيم العزل الصوتي لأقرب قيمة من مضاعفات ال (3,5,8,13,....) 5dB or 5 dB+ 3dB

المعيار الفاصل : اختبارات مخبرية ضمن المعيار 3/ISO 140 أو اختبار ميداني مرافق للمعيار .

2) العزل للأصوات المنتقل بالهواء عبر السطوح المتلامسة :

التعريف والتعبير التوضحي : ضغط الصوت بالديسيبل المقاس في غرفة والتي منها ينتقل الصوت لغرفة ملاصقة عبر الواجهة . وقيم ضغط الصوت تحدد كما في الفقرة السابقة .

المعيار الفاصل : اختبار مخبري وتحدد القيم المقبولة بالاعتماد على المعايير الدولية مستقبلا .

3) الأداء الصوتي خلال المطر و الرياح والبرد وتغيرات الحرارة والرطوبة :

التعريف والتعبير التوضيحي : هي مستويات الضجيج (اهتزاز ,صرير, صفير ,برد , تساقط المقطر .....) المنتشرة من الواجهة للداخل .

المعيار الفاصل: اختبار مخبري .

4)امتصاص الصوت من قبل السطح الداخلي للواجهة :

التعريف والتعبير التوضحي : خاصية السطح الداخلي للواجهة القادرة على امتصاص الصوت المنقول بالهواء .حيث معامل الامتصاص الصوتي للسطوح الداخلية المنهية الإكساء معرف بالمواصفات القياسية ISO 354 .

المعيار الفاصل : الاختبار مع الأخذ بعين الاعتبار المواصفة السابقة .

5) تحقيق نقاء الهواء
أ) منع الروائح الغير محبذة و الأدخنة والتلوث من الدخول
ب) التحكم بنسبة تبادل الهواء مع الخارج
ج) السماح بتهوئة طبيعية متحكم بها
د) مراعاة الرائحة المنبعثة من المواد المشكلة للواجهة

التعريف والتعبير التوضيحي : هو تصنيف تقييم الروائح للمواد المستخدمة في الواجهة و تحديد كون الواجهة باعثة أو غير باعثة للغازات و الإشعاعات الضارة . .

المعيار الفاصل : يتم تحديده عبر المراقبة المباشرة أو الاختبارات لتحديد المعايير المسموحة .

6) الحفاظ على مستوى مناخي ضمن الحد المعطى
أ) جعل الواجهة متكيفة مع تغيرات المناخ
ب) قابلية التحكم بالواجهة من قبل قاطني المبنى
7) تحقيق الراحة البصرية
أ) تأمين خصوصية بصرية
ب) تحقيق مستوى إنارة طبيعية مريح
ج) تحقيق مساحات شفافة
د) إعادة توجيه ضوء النهار (إنارة طبيعية)
ذ) تحقيق تظليل شمسي
ر) تأمين الحماية من الوهج الشمسي
8) الحماية من الغبار والرمل
9) الحماية من الحريق

التعريف والتعبير التوضيحي : جميع أجزاء المبنى القابلة للاحتراق والتي تنشر الحريق عبر سطوحها الداخلية والخارجية و السمومية و التحلل بالحرارة والقابلة للاحتراق و شفافية غازات الاحتراق التي تطلقها وقابلية أحتراق الواجهة . حيث يتم أخذ هذه العوامل لمقاومة الاحتراق ويوجد كودات محلية في كل منطقة حسب مناخها أما في حالة حدوث الحريق يجب أن تدرس المعايير التي تتعلق بزمن انتقال الحريق و مقدار ثبات الواجهة في حالة الحريق و طبيعة مقاومتها للحريق وانتشاره (المتطلبات المتعلقة بالثبات والمقاومة الحرارية معرفة و موضحة في المعيار الدولي رقم ISO 834) .

المعيار الفاصل : يتم الاعتماد على الكودات المحلية في عملية التصميم و يجرى اختبار لعناصر الواجهة لمعرفة الأداء أثناء الحريق بالاعتماد على المواصفة رقم 834 و تكون الواجهة معرضة للحمولات .

10) مقاومة الصدمات

التعريف والتعبير التوضيحي : الطاقة القصوى للتأثير وتقاس بالجول والتي لا تسبب انهيار الواجهة ولا تهدد سلامة القاطنين أو العابرين حيث يتم الفصل بين الصدمات الخارجية والداخلية و الصدمات

المعايير الفاصل : يتم إجراء اختبار مخبري بالاعتماد على المواصفة الدولية رقم ISO 7897 .

11) مقاومة فقد الأداء نتيجة صدمة :

<u>التعريف والتعبير التوضيحي</u>: تغير احد الأبعاد في سطح الواجهة و انخفاض الكتامة ضد المياه أو الهواء نتيجة الصدم من قبل أجسام صلبة .

<u>المعيار الفاصل:</u> اختبارات مخبرية لتحقيق المعيار ISO 7897

12)أن تؤمن فتحات آمنة وقابلة للتحكم

و يشمل مفهوم الأمان للفتحات منع المتطفلين من الدخول مثل اللصوص والحشرات والطيور وأيضا تحقيق الأمان للقاطنين عبر تقليل خطر السقوط من الفتحات

13) الحماية من تيارات الهواء القوية

14) الأداء في حالة الزلازل

15) الحماية من الاعتداء الخارجي و التفجيرات

المساهمة في تحقيق متطلبات السلامة من التعديات الخارجية :

<u>التعريف والتعبير التوضيحي</u> المقاومة المقدمة من الواجهات للتصدي لمحاولات التعدي من الخارج و يتم دراسة كل حالة حسب المنطقة و تحديد كود السلامة .

<u>المعيار الفاصل :</u> لا يوجد تعميم وإنما يتم تحديد معايير بناء على المنطقة و طبيعة المتغيرات فيها .

16) تسهيل عملية الهروب والإنقاذ

6.3.1. التعامل المسؤول من منطق الاستدامة

1) تقليل الطاقة المتضمنة في مواد الواجهة

2) التكيف حسب توجيه المبنى

3) تقليل كمية المواد المستخدمة

4) اختيار مواد ذات أثر بيئي قليل

5) تقليل خطوات عملية التوريد للمواد (نقل و مستودعات)

6) تقليل الطاقة المستخدمة في عملية نقل الواجهة و تجميعها

7) السماح بإعادة الاستخدام والتدوير

8) توليد الطاقة بتضمين عناصر توليد الطاقة

9) تخزين الطاقة بجمع الطاقة الحرارية والضوئية

هذه المعايير السابقة تشكل أساسا يفرض على الواجهة تحقيقه في حال الرغبة في الوصول لواجهة نموذجية وفق المعايير العالمية خطوة أولى ومن ثم يتم تحديد المعايير الخاصة بالمباني التجارية كتمهيد لتوظيف التقنيات العالية في الواجهات .يجدر بالذكر أن المعايير السابقة تشكل مبادئا لتصميم الواجهات و بالتالي فإن مدى تحققها في واجهات المباني التجارية محليا يعتبر رديفا لهدف البحث الأساسي و وهو التركيز على استخدام التقنيات العالية في الواجهات التجارية المحلية ولذلك سيفترض تحقيقها مسبقا .

4.1. معايير تحقيق متطلبات المباني التجارية

أدت أزمة الطاقة و التغيرات المناخية إلى توليد الحاجة إلى تغييرات أساسية في صناعة الإنشاءات حيث أن ما يقارب من 40% من استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أوكسيد الكربون في الولايات المتحدة الأمريكية مثلا متعلقة بالأبنية و إنشائها (دائرة الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية , 2007) [1]. وكاستجابة قامت عدة مؤسسات منها هيئة الأبنية الخضراء للطاقة والتصميم البيئي (LEED) الذي أصبح يعمل على نطاق عالمي في العديد من الدول .

أحد العوامل الأساسية في التصميم , الهندسة , و تشغيل المباني منخفضة الانبعاثات هو واجهة المبنى . وفضلا عن عمل الواجهة كفاصل جامد بين داخل المبنى و محيطه الخارجي فإن قشرة المبنى تملك الإمكانية لتوجيه الأشعة الشمسية و تصفيتها و تأمين التهوئة الطبيعية و التحكم بالكسب والضياع الحراري وتحسين نوعية الفراغات الداخلية للقاطنين داخل المبنى و صنع رابط فيزيائي و بصري بين داخل المبنى وخارجه [2]

وعلى مدى العشرين سنة الماضية بنيت العديد من المباني في وسط أوروبا تستخدم نطاقا من تقنيات الواجهات العالية. هذه الصيحات تأثرت جزئيا بتزايد كلفة الطاقة وكودات بناء أكثر تشددا و تطلعات أعلى تخص نوعية بيئة العمل و البناء[3]

وبما أن الأبنية التجارية تستخدم التكييف بشكل انتقائي و تتطلب أن تؤمن الإنارة الطبيعية والإطلالات على الموقع و التهوية الطبيعية أن تقدم إلى كافة قاطني المبنى تم بذل عناية اكبر في عملية التصميم والإنشاء لواجهة هذه المباني . حيث أصبحت عملية صناعة الواجهات تدفع باتجاه زيادة كفاءة المباني باستخدام التقنيات العالية .

1.4.1. معايير تحقيق المتطلبات الإنسانية

يمكن تلخيص العوامل التي تسهم بها الواجهة في تحقيق المتطلبات الإنسانية لجانبين :

1) الإنارة الطبيعية والراحة البصرية 2) الراحة الحرارية

تشير العديد من الدراسات التي تختبر المزايا التي يؤمنها ضوء النهار و الإطلالة الخارجية للصحة العقلية والنفسية وقابلية التعلم و الإنتاجية في بيئات العمل [Heschong ,2003] [4] . بالإضافة فإن دراسات حديثة على قابلية التكيف الحراري للإنسان قد صاغت معايير جديدة للفراغات المهوئة بشكل طبيعي والتي تتيح

1 U.S. Department of Energy,

2 Zelenay, Krystyna, Mark Perepelitza, David Lehrer. (Center for the Built Environment, University of California, Berkeley). 2011. High-Performance Facades: Design Strategies and Applications in North America and Northern Europe. California Energy Commission. Publication number: CEC-500-99-013.t .

3 Yudelson, Jerry (2009). Green Building Trends: Europe. Washington, DC: Island Press.

4 Heschong Mahone Group (2003). Windows and classrooms: a study of student performance and the indoor environment. Prepared for California Energy Commission: Sacramento, CA..

نطاقا متنوعا من درجات الحرارة وأنه عندما يتمكن مستخدمو المبنى التحكم بهذه العناصر بدلا أن تكون مفروضة عليهم يكون التأثير إيجابيا على راحة القاطنين والإنتاجية واستهلاك الطاقة [Leaman and Bordass , 1999;brager et al.,2004][1]

وكتجربة محلية في مشروع البوابة الثامنة في منطقة الصبورة في مدينة دمشق فقد تم تصميم مبنى المكاتب التجارية الأول والثاني بواجهات لا يمكن فتحها والاعتماد على تكييف داخلي فقد نتج خلل أدى فيما بعد إلى تركيب نوافذ يمكن التحكم في فتحها و إغلاقها للاستجابة لمتطلبات القاطنين .

1.1.4.1. ضوء النهار والراحة البصرية

* لضوء النهار أثر كبير على الأبنية والقاطنين فيها و هو عامل ضروري للصحة الإنسانية والإنتاجية ضمن بيئات العمل و هو عامل أساسي في التصميم المعماري و في تحديد تفاصيل الواجهات للتحكم فيه وله دور كبير في تحديد استهلاك الكهرباء .

كتاب وليام لام الكلاسيكي عن العمارة وضوء المسمى الإدراك و الإضاءة كمعطى للأشكال للعمارة [2] يبدأ بالجملة الآتية , " الضوء دائما اعترف فيه كواحد من أقوى معطيات الأشكال المتوفرة للمصمم و المعماريون العظماء كانوا دائما على فهم لأهميته كمبدأ يضع الإنسان في تواصل مع بيئته المحيطة " . [Lam,1977]

* يسهم إدخال الإضاءة الطبيعية يسهم في تأخير فترة استهلاك الكهرباء التي تستخدم في الإنارة و تؤثر إيجابا على نفسية القاطنين تقترح عدة دراسات بأنه دون التحكم الشمسي المناسب فإن القاطنين يضعون ستائرا عندما تتخطى عتبات الراحة الحرارية والبصرية وفي الغالب تبقى هذه الستائر مغلقة لفترات تمنع الفوائد المتوقعة فيما لو استخدمت نوافذ وفتحات تقليدية في البداية وكنتيجة فإن تأثير الإنارة الطبيعية على الراحة البصرية في أبنية المكاتب التجارية أصبح حقلا للعديد من الدراسات في السنوات الأخيرة بهدف تطوير نماذج متقدمة من الستائر وعمليات التظليل و أدوات مساعدة لقياس الوهج الضوئي لتساعد على تحقيق جودة للبيئة البصرية الداخلية وتحدد العتبات التي يقوم الإنسان عند تخطيها بفتح أو إغلاق الستائر أو أدوات التظليل [Gasiu and Veitch ,2006 ; Inkarojrit ,2008][3]

* تلعب أنماط تصرف القاطنين عند عدم الشعور بالراحة البصرية يقود إلى انتشار الستائر والتظليل و مايرافقه من إنقاص كمية الإنارة الطبيعية الداخلية المتوفرة فإن العديد من الدراسات ركزت على تطور أنماط التصرفات للقاطنين والتي تدخل بياناتها إلى برامج حاسوبية تتنبأ بأثر التحكم بالستائر والتظليل

1 Brager, G., G. Paliaga, and R. de Dear (2004). Operable Windows, Personal Control and Occupant Comfort. ASHRAE Transactions.

2 Lam, W. M. (1977). Perception and Lighting as Formgivers for Architecture. McGraw-Hill.

3 Galasiu, A. D. and J. A. Veitch (2006). “Occupant Preferences and Satisfaction with the Luminous Environment and Control Systems in Daylit Offices: A Literature Review.” Energy and Buildings. 38: 728-742.

على كمية استهلاك الطاقة. بالإضافة إلى تطوير نظم حلول حسابية للستائر و عمليات التظليل والتي تسمح بتطوير مفهوم الحفاظ على الطاقة من خلال أنظمة التظليل المؤتمتة و ترسم خطط لتطوير الأنظمة الموجودة للتحكم بنسبة الظل والإنارة الطبيعة للوصل إلى راحة أكبر للمستخدمين [inkarojrit 2008] [1]

* إن تحديد قياسات مستويات الراحة البصرية للقاطنين هي منطقة دراسة معقدة و قد طورت العديد من طرق للتنبوء بمقدار الوهج الذي يسبب عدم الراحة البصرية فإن هذه الطرق لا يمكن اعتمادها نظرا لاختلاف مستويات الاستجابة للوهج الضوئي عند كل فرد و أيضا لتعقيد و اختلاف نوعية البيئة المحيطة من مبنى لأخر . تقترح عدة دراسات بأن تقام علاقة ربط نسبي بين عدة مؤشرات يتم تطويرها في الوقت الحالي مثل جدول الوهج الطبيعي Daylight glare index و أرجحية الوهج الطبيعي Daylight glare probability ونسب تباين السطوع luminance contrast ratios .

بينما لايمكن اعتماد المؤشرات الأنفة الذكر بشكل دائم لقياس مدى استجابة القاطنين لبيئة معينة فإن العديد من هذه المؤشرات مثل نسب تباين السطوع المحددة من قبل كود الإنارة الدولي [IESNA 2000][2] والتي يمكن أن تخدم كدليل معياري للتصميم لمقارنة عدة حلول ومقترحات لواجهات المباني .

إضافة لذلك فإن فهم تفضيلات المستخدمين للراحة البصرية تعد منطقة دراسة تهتم بأداء الواجهات الديناميكي تجاه الإنارة الطبيعية وبينما يتم حساب عامل الإنارة الطبيعية Daylight Factor بالاعتماد على نسبة الإنارة الداخلية في نقطة محددة إلى نسبة الإنارة الخارجية الشاقولية تحت سماء ملبدة بالغيوم بتعريف لجنة الإنارة الدولية [3] .

* حساب هذه القياسات معقد اكثر من حساب معامل الإنارة الطبيعية ويتطلب برامج حاسوبية خاصة مثل DAYSIM وهو برنامج محاكاة إنارة طبيعية سنوي يعتمد على الإشعاع الشمسي و برنامج DIVA وهو برنامج يضاف على برنامج التصميم الثلاثي الأبعاد Rhino .

يوفر تقرير البحث (قياسات الأداء الديناميكي للانارة الطبيعية للتصميم المباني المستدام)[4] نقاشا تفصيليا لمزايا وإيجابيات قياسات ديناميكية الإنارة الطبيعية [Reinhart et al.,2006] . حيث تستعرض عدة قياسات وكميات تتضمن استقلالية الإنارة الطبيعية (DA) و جدولا يمثل نسبة مئوية للوقت الذي تحقق فيها شدة الإنارة لنقطة في الفراغ ضمن ساعات إشغال المبنى و أيضا شدات الإنارة الطبيعية المفيدة .

يجدر بالذكر أن هذه الأبحاث تساق ضمن تحقيق التقنية العالية في الواجهات و تحتاج لدراسات أخرى معمقة وخصوصا كون الإنارة الطبيعية تقلل حاجة المباني التجارية للإستهلاك الكهربائي .

1 Inkarojrit, Vorapat (2008). “Monitoring and Modeling of Manually-Controlled Venetian Blinds in Private Offices.” Journal of Building Performance Simulation, 1: 75-89.

2 Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) (2000). Lighting Handbook 9th Edition, New York, NY.

3 Commission Internationale de L’Eclairage – CIE

4 Reinhart, C., J. Mardaljevic, and Z. Rogers (2006). Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design. National Research Council Canada.

2.1.4.1. الراحة الحرارية

ناقش المجمع الأمريكي لمهندسي التدفئة والتبريد و تكييف الهواء في معاييره الشروط الحرارية البيئية للإنسان المستخدم للمبنى والقاطن فيه و العوامل التي تؤثر في الراحة الحرارية عموما والخلل الموضعي في الراحة الحرارية في منشوره (ASHREA STANDARD 55) و منشوره (الشروط الحرارية البيئية للإنسان القاطن) [1] والذي حدد فيه العوامل والمعايير البيئية المؤثرة حيث تتعلق الراحة الحرارية بما يلي :

- معدل الاستقلاب للقاطنين
- حرارية الألبسة للقاطنين

و يؤثر عليها أربع عوامل مناخية :

- درجة حرارة الجو
- الإشعاع الحراري
- سرعة الهواء
- درجة الرطوبة

يمكن استخدام أداة برنامج المجمع الأمريكي الحاسوبي لحساب القيم التي تحقق الراحة الحرارية بالتوافق مع التنبوء باستخدام التصويت (predicted mean vote – PMV) وهو استبيان يستجيب لتقييم القاطنين في المبنى حيث يتم وضع درجات للبرودة (-3) والحرارة القصوى (+3) ضمن مقياس مؤلف من سبع درجات . توصي أسس التصميم والمعايير أن تكون قيمة ال (PMV) ضمن نطاق (-0.5) إلى (+0.5) من القيم مع مراعاة أن هذه القيم يجب أن تتوافق مع هامش خطأ 10% من التكهن بعدم الارتياح .

بينما يعتبر نموذج التنبوء باستخدام التصويت الأكثر استخداما إلا انه يقوم على بيئات العمل الموحدة الشروط في كل النقاط من الفراغ الداخلي والتي غالبا تختلف عن الحالة الواقعية التي يتم الاحساس في المناطق القريبة من المحيط الخارجي للمغلف

و على الطرف المقابل من أداة المجمع الأمريكي قامت جامعة كاليفورنيا بتصميم نموذج افتراضي اختباري لجسم الإنسان بالتعاون مع مركز البيئة المبنية [2] ضمن مشروع عنوانه نموذج الراحة الإنساني المتطور [3] يهدف إلى تطوير نموذج للجسم البشري باستخدام الحاسب والذي يتمكن من تحسس التغيرات الحرارية الصغيرة المعقدة في محيط الجسم البشري [4] والذي يمكن استخدامه لمحاكاة الإدراك الموضعي و

1 ASHRAE Standard 55-2004. “Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.”
2 CBE- center of the built Environment
3 Advanced Human thermal Comfort Model
4 Richard de Dear, Gail Brager, Donna Cooper (1997) Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. Center for Environmental Design Research, University of California, Berkeley, CA 94720 USA .

الراحة الحرارية لأجزاء الجسم البشري مما يجعله مناسبا بشكل خاص لتقييم الراحة في البيئات الحرارية غير المتماثلة كما في مناطق الفراغات الداخلية القريبة من محيط المبنى و يمكنه أيضا محاكاة الراحة ضمن الحالة الثابتة و متغيرات البيئة العابرة قصيرة الوقت .

تم وصف إجراءات تعزز من تأثير الراحة الحرارية على القاطنين في تقرير طوره مركز البيئة المبنية التابع لجامعة كاليفورنيا(CBE)لصالح الهيئة الوطنية لتقييم توزيع فتحات النوافذ [Huizenga,2006] [1] . هذا التقرير يشمل معاينة تفصيلية للدراسات السابقة ووصف لنموذج الجسم البشري المتقدم الذي طورته

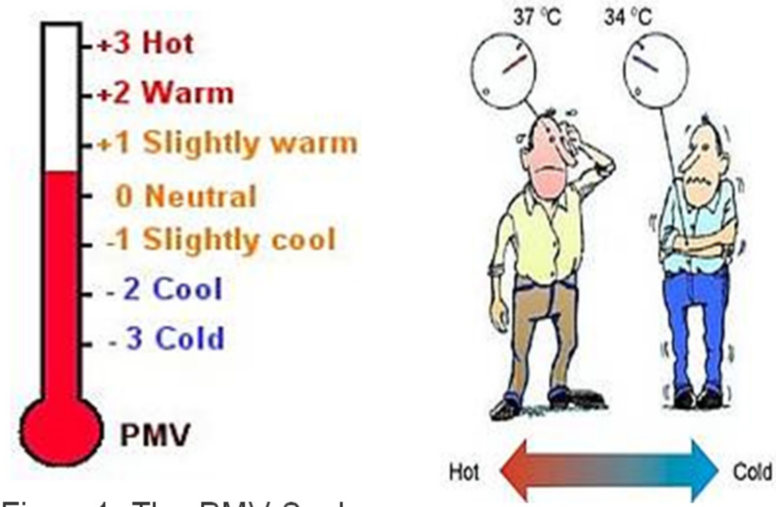


Figure1. The PMV Scale

شكل رقم : (20) مقياس فاجنر ذو السبع نقط

مقياس فاجنر

جامعة كاليفورنيا و مناقشة لتطوير فانجر (Fanger) لنماذج ال (PMV) و (PPD) . تمت مناقشة عدم الراحة الحرارية الموضعية بتفصيل في جزئي التقرير الذي قام به مركز البيئة المبنية « إحساس الجسم بالراحة الحرارية الكلية والجزئية حيث أن الجزء الأول قام بدراسة الشروط البيئية الموحدة والجزء الثاني درس الشروط البيئة المتغيرة [Arens et al., 2006] [2]. ركزت الدراسة على الملاحظة والتوقع بأن القاطنين في المبنى الذين يتمكنون من التحكم في البيئة المحيطة بهم من خلال قدرتهم على فتح وإغلاق النوافذ يرتاحون حراريا ضمن حدود أوسع لتغيرات درجات الحرارة الداخلية أكثر من القاطنين ضمن بيئة

1 Huizenga, C., H. Zhang, Mattelaer, P., T. Yu and E. Arens (2006). Window Performance for Human Thermal Comfort—Final Report to the National Fenestration Ratings Council. Center for the Built Environment, University of California, Berkeley.

2 Arens, E., Zhang, H., & Huizenga, C. (2006). Partial- and whole-body thermal sensation and comfort, Part I: Uniform environmental conditions, Part II: Non-uniform environmental conditions. Center for the Built Environment, University of California, Berkeley.

مكيفة مفروضة عليهم .وهذه الدراسات قادت لتطوير نموذج اختباري متقدم قابل للتكيف والذي تم اعتماده عام 2004 في نسخة معايير المجمع الأمريكي ASHRAE رقم 55. الكود يشترط بأن قيمة التكهن بعدم الارتياح PPD المسموحة يمكن زيادتها حتى 20% في الأبنية المهوئة طبيعيا .

وفي دراسات أخرى أحدث قام بها مركز البيئة المبنية (CBE) و تم تأكيدها بدراسات أخرى , وجد الباحثون أنه ضمن المباني المهوئة بشكل طبيعي والمباني المهوئة بشكل صنعي فإن معظم القاطنين يفضلون وجود حركة هواء أكثر والقليل منهم يرغب بالعكس [Arens et al.,2009 ; Hoyt et. Al.,2009] [1]

وهكذا تم تعديل المعايير للمجمع الأمريكي في عام 2009 ليتوسع نحو تحديد سرعة الهواء المسموحة ضمن الشروط الطبيعية والدافئة . وهذا التعديل يسمح الأن للمصممي المباني باستخدام حركة الهواء الخارجية لتطوير كل من الأداء الحراري و أداء الطاقة في المباني و تقديم فرص لتزويد المباني بأنظمة طاقة كفوءة لها حدود تبريد معينة أو أنها تعمل بشكل بطيء لتصل لكامل طاقتها متل الأرضيات والأسقف المشعة .

أما بالنسبة للبحث فسيتم اعتبار حاجات القاطنين موحدة وفق كود مجمع التبريد والتدفئة الامريكي والمصادق عالميا ذو الرقم 2007-ASHRAE 140 ,2007-ASHRAE 90.1 و الذي يعتمد عليه (LEED Energy) في تقييم أداء المباني و الذي يفترض قيم معرفة ضمن البرنامج المستخدم في الحالات الدراسية لتحديد متطلبات المباني التجارية المدروسة محليا وفق المتطلبات الدولية .

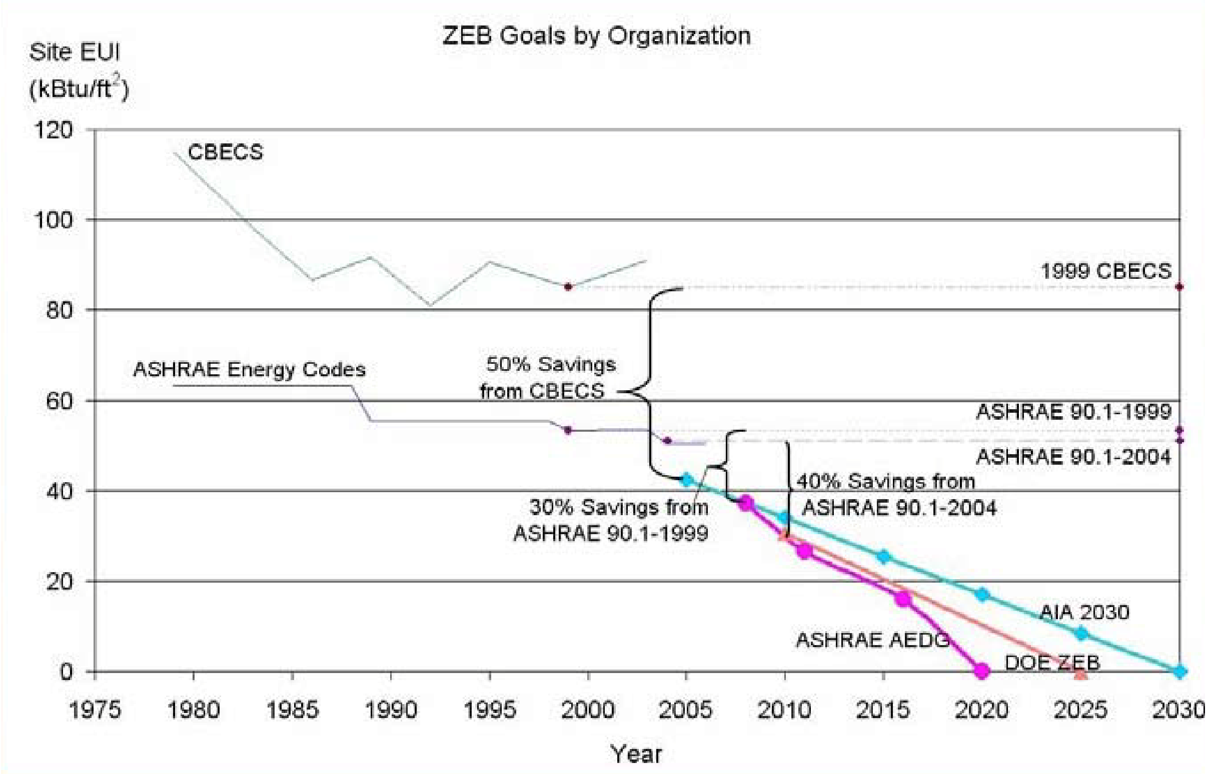
وهذا الإعتبار يعد خطوة اولى في تطوير الواجهات التجارية محليا و يطمح في المستقبل تأمين دراسات محلية و تأمين بيانات محلية تساعد في عملية تصميم الواجهات العالية التقنية محليا .

1 Arens, E., Turner, S., Zhang, H., and Paliaga, G.. (2009). Moving Air for Comfort. UC Berkeley: Center for the Built Environment.

2.4.1. متطلبات الطاقة في الابنية التجارية

1.2.4.1. الاتجاهات العالمية الحديثة

الطاقة المستخدمة في أبنية الولايات المتحدة الأمريكية توثق بمسح استهلاك الطاقة للأبنية التجارية والذي تقوم به دائرة الطاقة [1] و تدار كودات الطاقة بشكل نموذجي على مستوى الولايات و العديد من هذه الولايات تتبنى معايير المجمع الأمريكي [ASHREA 90.1] مباشرة أو تبني معاييرها الخاصة بناءا عليه و بالتزامن مع العديد من المؤسسات فإن المجمع الأمريكي ASHRAE يسعى بشكل متزايد للوصول إلى



شكل رقم : (21) المصدر Torcellini 2007

مخطط بياني يوضح أهداف الطاقة الصفرية عبر المؤسسات . المصدر عرض تقديمي ل Torcellini 2007

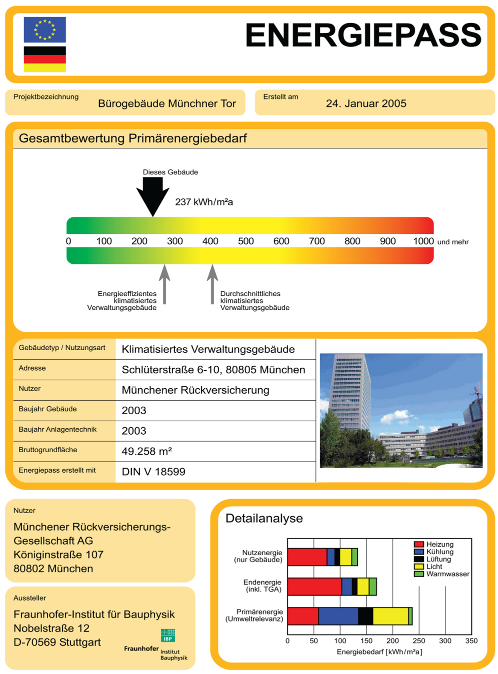
هدف الأبنية صفرية الطاقة والتي لا تستهلك أي طاقة من الخارج. إن تحدي العام 2030 يسعى للوصول إلى أبنية صفرية الطاقة في عام 2030 له دور كبير و تم تبنيه من خلال نقابة المعماريين الأمريكيين (AIA) على نطاق وطني و العديد من الشركات وقعت على التحدي مباشرة .

أهداف الطاقة واستخدام الطاقة في سنة 2003 و الموثقة عبر دائرة مسح الطاقة للأبنية التجارية [2] تظهر مخططا بيانيا لأهدف الأبنية التجارية الأمريكية عبر المؤسسات شكل رقم [3]

1 Department of Energy (DOE)
2 Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS)
3 Torcellini, P., Pless, S., Deru, M., & Crawley, D. (2006). Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition. National Renewable Energy Laboratory and U.S. Department of Energy.

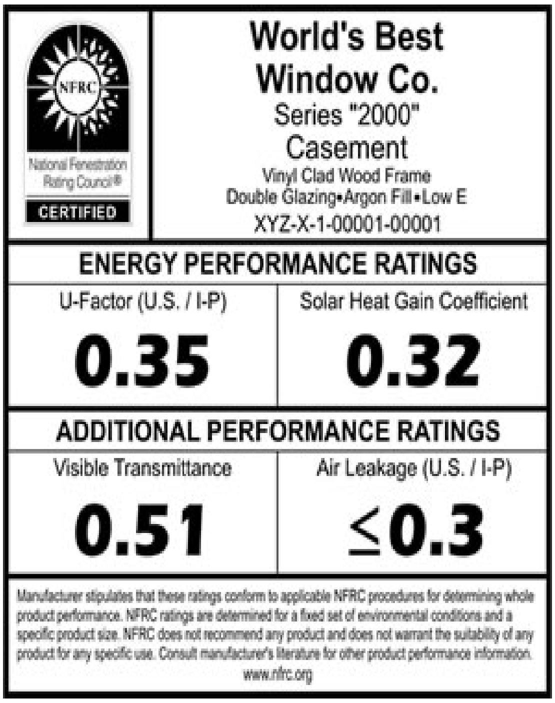
يظهر المؤشر الانخفاض المتذبذب للصيحات من عام 1980 إلى عام 2003 لاستهلاك الطاقة لابنية حقيقة من (CBECS) و هدفها نحو تخفيض استهلاك الطاقة للعشرين سنة القادمة . و بالتشابه مع العديد من المبادرات نحو ابنية صفرية الطاقة فان المؤشر لا يميز بين استهلاك المبنى للطاقة و بين توليد الطاقات المتجددة ضمن الموقع .

العديد من البحوث والبرامج التدريسية بدأت تتبنى هذا الموضوع لفهم افضل لموضوع الأبنية الصفرية في موقع دائرة الطاقة الأمريكية الإلكتروني والذي يحتوي العديد من الدراسات للعديد من الأبنية الصفرية الطاقة [1] حيث إن تحدي العام 2030 يركز على تخفيض التدريجي استهلاك الطاقة في العقدين المقبلين من الزمن .



شكل رقم : (22)

شكل شهادة الطاقة لمدينة ميونخ ـ ألمانيا (المصدر موقع مدينة ميونخ الإلكتروني)



شكل رقم : (23) المصدر موقع اللجنة الالكتروني www.nfrc.org

شكل شهادة الجودة للنوافذ المصدقة من لجنة التقييم الدولي

إن دليل تصميم الأبنية هو عبارة عن موقع إلكتروني يتم دعمه ورعايته من قبل مؤسسة علوم البناء الوطنية NIBS [2] ويحوي معايير ومعلومات عن الأبنية العالية الأداء والاستدامة والطاقة وراحة الساكنين وصحتهم تحت مسمى دليل التصميم الأبنية الكلي [3] .

خلال السنوات الأخيرة قام مجلس الأبنية الخضراء الأمريكية (USGBC) بالتحقق في الأبنية القائمة و

1 http://www.nrel.gov/buildings/
2 National Institute Of Building Science
3 http://www.wbdg.org/

تسعى لتزويدها بما يعزز أدائها و طور مجلس كاسكاديا للأبنية الخضراء [1] نظام تقييمه الخاص للذهاب إلى ما وراء نظام تقييم LEED و سمي تحدي الأبنية الحية [2] و ضمن هذا البرنامج فإن كون المبنى صفري الطاقة يعد شرطا من شروط إعطاء الشهادة . على الرغم من أن تبني المؤسسات الأخرى للبرنامج يعد بطيئا نسبيا ولكن هناك اهتمام كبير بزيادة كفاءة المبنى وأدائه .

أما في دول الاتحاد الأوروبي و بشكل مشابه للولايات المتحدة الأمريكية تم إنشاء مؤسسة من قبل البرلمان الأوروبي سميت الموجه الأوروبي لأداء الطاقة في الأبنية (EPBD) [3] في سنة 2002 ضمن خطة لتوحيد المراسيم والقوانين المتنوعة للدول الأعضاء و أسس إجراء الحسابات .

هذه المعايير تم اعتمادها في المانيا تحت اسم مرسوم الحفاظ على الطاقة تحت اسم مرسوم الحفاظ على الطاقة (EnEV)[4]

و احد ميزات الموجه الأوروبي و مرسوم الحفاظ على الطاقة الألماني هو تأسيس نظام معايير لقياس و توثيق استهلاك المبنى للطاقة عبر شهادات الطاقة التي أصدرت لكل المباني التي تزيد مساحتها عن 1000 متر مربع عام 2008 , ومع ذلك كان هناك بطئ في إصدارها .

يوجد نوعين من الشهادات المطلوبة لتقييم المباني القائمة وما يعرف أيضا بشهادة أداء الطاقة :

- (Energy Performance Certificate – EPC) والتي تحدد كفاءة المبنى الحقيقة على اعتبار استخدام المعايير والكودات و تقييم تشغيل المبنى والذي يعرف ب شهادة بيان الطاقة

- (Display Energy Certificate –DEC) والتي تقوم على كمية الطاقة الحقيقة المستخدمة على مدى سنة (شكل رقم) .

أحد المعايير التي تطبقها الأبنية الأوروبية هي القيود المفروضة على الاستهلاك الكلي للطاقة والمحدد من قبل الموجه الأوروبي لأداء الطاقة في الأبنية ففي الكود الألماني في الفقرة رقم 8 من النسخة (DIN 4108-2) بعنوان الحماية الحرارية واقتصاد الطاقة في المباني يحدد متطلبات الحد الأدنى من العزل الحراري لتنظيم الحد الأعلى لدرجة حرارة الغرفة المقبولة في فصل الصيف مثلا .

هذه الإتجاهات يوصى بأخذها بعين الإعتبار محليا لمواكبة المتغيرات ومعايير الجودة العالمية .

1 Cascadia Green Building Council
2 International Living Building Institute website: http://ilbi.org/
3 The European Directive for Energy Performance of Building
4 Ordinance– Energieeinsparverordnung

2.2.4.1. المعايير الاقتصادية و دورها في اختيار الواجهات للمباني التجارية

تعد تكاليف التصميم والتنفيذ العالية عوائقا في عملية نشر استخدام التقنيات العالية المتكيفة مع حاجات المبنى والبيئة المحيطة في الأبنية في الدول التي تنخفض فيها تكاليف وتسهم ثقافة المجتمع المحلي فيها فيما يتعلق بجودة البناء [yudelson,2009][1] . فمثلا إن مطوري الأبنية في الولايات المتحدة الأمريكية و مالكي المباني يملكون محفزات قليلة بما يتعلق بالاستثمار في مغلف عالي التقنية لأبنيتهم . من تجربتهم في مبنى المجمع العلمي لهارفرد الستون Harvard Allston Science Complex وجد المعماري بينش Behnish بأن كلفة أنظمة النوافذ أعلى بـ30 بالمئة في الولايات المتحدة الأمريكية منها في ألمانية [23].

يوجد دراسة لمنتجات التظليل الديناميكي أجريت من قبل هيسشونغHeschung Mahoune Group والتي حددت المنتجات المتواجدة في الأسواق التجارية و المحددات التي تعوق استخدامها في عمليات التظليل في أبنية الولايات المتحدة الأمريكية . أشارت هذه الدراسة إلى أن الكلفة هي أحد المعوقات الكبيرة في تضمين أنظمة التظليل الأوتوماتيكية في الأبنية [Southern California Edison .2008][4] . و في أحد تقارير هذه الدراسة يوجد تقرير يتضمن تكاليف أنظمة التظليل والتي تتنوع بتنوع المصنعين حيث يتم حسابها بالمساحة أو بالقطعة الواحدة مما يجعل من الصعوبة تقدير كلفة عناصر التظليل الأوتوماتيكي للازمة لواحدة المساحة من المغلف ويوجد عائق أخر لتضمين الأنظمة العالية التقنية في المباني والذي أشير إليه من قبل المصنعين لهذه الأنظمة هو قلة الوعي عند المستهلك لفوائد هذه الأنظمة و تعقيد عملية التصميم و تخوف مدير المبنى أو مالكه من عمليات التشغيل والصيانة لهذه الأنظمة .

أشارت نقاشات مع خبراء التصميم أنه في المشاريع التي تتضمن عناصر عالية التقنية مثل عناصر التظليل فإن القرار بتضمين هذه العناصر في المغلف الخارجي للمبني لم يكن موضوع متعلق بطرق حساب العائد الاقتصادي القياسي المعتاد . إن الحاجة لعناصر تظليل خارجي حاجة لم يتم التشكيك فيها في عدد من المشاريع منها مركز ديفيد برور David Brower Center و مبنى تيري توماس Terry Thomas و مدرسة مارين الريفية Marin Country Day School : بالأحرى كانت الحاجة لتقليل ذروة حمولات التكييف و تطبيق خطة تكييف منخفضة الطاقة . وبشكل مشابه فإن نظام التظليل في مبنى مدرسة أصدقاء سدويل Sidwell Friends School في العاصمة واشنطن لم يكن الزبون وفريق التصميم على خلاف في الكلفة المضافة :

" تم تخيل نظام التظليل كمكون مدمج ضمن العديد من الأنظمة الفاعلة والعابرة المستخدمة لتقليل استخدام

1 Yudelson, Jerry (2009). Green Building Trends: Europe. Washington, DC: Island Press.
2 Haas, Martin (2008, 2008, July 7). Personal interview with architect at Behnisch Architekten.
3 Auer, Thomas (2008, July 7). Personal interview with managing director at Transsolar KlimaEngineering.
4 Southern California Edison. Dynamic Window Shading Systems Technology Overview and Product Assessment. Design & Engineering Services, 2008.

الطاقة و كلف تشغيل المبنى و هذه المكونات مع عدد قليل من الاستثناءات لم تكن مفصولة عن بعضها وتم تحليلها و دراستها من منظور كلفة دورة الحياة للمبنى بناءا على حالات مستقلة و تم تقديمها للزبون بشكل شمولي غير مجزأ "[1]

بينما قام فريق تصميم مبنى تيري توماس في سياتل Terry Thomas Building ,Seattle بحساب العائد الاقتصادي لأساليب الحفاظ على الطاقة حيث ضمت الحسابات جميع هذه الأساليب مجموعة

شكل رقم : (24) المصدر https://buildingdata.energy.gov

واجهة مبنى تيري توماس في مدينة سياتل

بإتباع أستراتيجيات تصميم أساسية تتعلق بدراسة الكتلة والتوجيه و مراعاة تصميم الواجهة بعناية يمكن لفريق التصميم من أن يستغني عن التبريد الميكانيكي في بعض الحالات . هذا القرار يمكن أن يكون هاما ليس فقط بالتوفير الاقتصادي بل بالتقليل من استخدام الطاقة طول فترة حياة المبنى . هذه المقاربة يمكن أن تنجح في المناخ المعتدل مثل مناخ مدينة دمشق . على سبيل المثال فريق تصميم مبنى تيري توماس تمكن من الحد من الكلف الميكانيكية لتصل إلى حد أدنى قدره 172 دولار للمتر المربع باستخدام تهوئة طبيعية بدلا من الأنظمة التقليدية [2]

يوضح المعماري جابي هانسن انه على الرغم من وجود العديد من استراتيجيات التصميم استخدمت في المشروع السابق لتقليل الحمولات فإن نظام التظليل الأوتوماتيكي المستخدم كان له الدور الرئيس في تقليل الكسب الشمسي و ضمان عدم تجاوز درجات الحرارة الداخلية لعتبة محددة.[3]

يقول الاختصاصي جورج لويسوس من شركة لويسوس و أوبيلوهد الموجودة في كاليفورنيا متخصصة في كفاءة الطاقة في الأبنية وتحليل الإنارة الطبيعية أنه بناءا على خبرة شركته أنه عندما يكون النقاش مع المستثمر متعلقا على أنظمة تكييف معتمدة على التهوئة الطبيعية وعندما يقوم المهندس بالقيام بعملية دراسة جدوى بناءا على توفير الطاقة على المدى السنوي فإن فترة تحقيق المردود لا تكون قصيرة بشكل كافي

1 Whitney, Carin (2009, August 18). Personal correspondence with communications director, at KieranTimberlake .
2 ASHRAE. (2010) ASHRAE's Best: 2010 Technology Awards. ASHRAE Journal, 52(3): 56–63.
3 Hanson, Gabe (2009, July 31). Telephone interview with former associate architect at Weber Thompson.

لإرضاء المستثمر العادي وبالتي يجب على المهندس يحتاج لطرح نقاش يعتمد على طرح أنظمة بديلة و نقاش الراحة الحرارية والبصرية و يشير إلى أن العديد من الزبائن لا تدرك الفوائد المرتبطة بمقاربات كفاءة الطاقة وأنهم أيضا غير راغبين لدفع التكاليف الإضافية المرتبطة بالدراسات التي تبين هذه الفوائد و مردودها [1]

أما محليا فارتفاع تكاليف الطاقة يجعل الجانب الإقتصادي المرتب على تضمين التقنيات العالية موضوع دراسة هام يجب اعتباره نظرا لجدواها .

.1.2.2.4.1 مؤشرات دراسية للجدوى

قام هاسي وعدد من الباحثين بتقييم إمكانية تصميم واجهة مضاعفة كفؤة للطاقة للمناخ الحارو البارد و لغرض هذه الدراسة تم استخدام برامج محاكاة حاسوبية TRNSYS و TRNFLOW لمحاكاة غرفة مكتب بواجهة مضاعفة و بطرح فكرة نوافذ جديدة تتمكن من الاستفادة من الهواء المطرود يمكن تقليل حمولات التبريد في مبنى مكاتب تجاري حتى 40% بحسب الدراسة [Hasse et al. 2009] [1] .

درس تزو نموذجين من النوافذ الكهربائية الحرارية Thermoelectric لإمكانياتها في استخدامها ضمن واجهة فعالة حيث تم التوصل بناءا على بيانات مخبرية تفيد بأن نموذج النافذة ضمن الواجهة الفعالة أثر على البيئة الداخلية للغرفة المجرى عليها الإختبار ب 2-6 درجات سيليسيوس . و تم توثيق ان الكفاءة الكلية للنافذة هي حوالي 5% عندما يختبر النموذج ضمن مستوى التبريد و حوالي 13 % عندما تستخدم النافذة للتدفئة [Xu et al. 2007] [2]

هوسيغن وأخرون وضحو كيف يمكن للواجهة المضاعفة بنوافذ قابلة للتحكم و فتحات للتهوية الطبيعية أن يتم تضمينها ضمن برامج المحاكاة الحاسوبية حيث أشارت المحاكاة أن متطلبات الطاقة للتدفئة أكبر ب 20 % للواجهة المفردة بنافذة بسيطة منها للواجهة المضاعفة ذات التقنية الأعلى [Hoseggen et al. 2008] [3] .

1 Loisos, George (2009, August 18). Personal correspondence with principal at Loisos + Ubbelohde.

1 Haase M, Marques da Silva F, Amato A. Simulation of ventilated facades in hot and humid climates. Energy and Buildings 2009; 41:361-373.

2 Xu X, Dessel SV, Messac A. Study of the performance of thermoelectric modules for use in active building envelopes. Building and Environment 2007; 42:1489-1502.

3 Høseggen R, Wachenfeldt BJ, Hanssen SO. Building simulation as an assisting tool in decision making: Case study: With or without a double-skin facade. Energy and Buildings 2008; 40:821-827.

قارن زيريفوس حمولات التبريد والتدفئة بين الواجهة المضاعفة والواجهة التقليدية المفردة في ظروف مناخية مختلفة و تم حساب الخصائص المتعلقة بالحرارة والإنارة للواجهتين وبناءا على فرضية توجيه غرفة مكتب افتراضية باتجاه الجنوب أظهرت النتائج أن المناخات التي تتمتع بفترة تشميس طويلة فإن حمولات التبرد والتدفئة أقل للواجهة المضاعفة بالمقارنة مع الواجهة المفردة .

وهذه الفروقات تتراوح بين 30 % للمناخات البحر الأبيض المتوسط و 40 % في شبه الجزيرة العربية في حالة كون الواجهة المفردة غير مجهزة بعناصر تظليل و في حالة الأبنية المجهزة بأجهزة تظليل أوتوماتيكية تصبح النسب السابقة بحدود 5.5 % و 7.5 % تقريبا [Zerefos 2007] [1]

أثبتت دراسة منشورة أن الجمع الفيزيائي للواجهة مع عناصر المبنى الميكانيكية (تكييف وتدفئة و تهوية) غير المركزية يحقق فائدة فيما يتعلق بتقليل الطاقة المستخدمة و تزيد الراحة [Mahler , Himmler et al. 2008] [2].

هذه المؤشرات السابقة تقدم تصورا عن جدوى استخدام الواجهات ذات التقنية الأعلى في واجهات المباني و تشكل سببا هاما للتعمق في دراسة الواجهات لما يمكنه ان تقدمه الواجهات العالية التقنية من فوائد وحلول .

1 Zerefos SC. On the performance of double skin facades in different environmental conditions. International Journal of Sustainable Energy 2007; 26:221 - 229.
2 Mahler, B., Himmler, R., Silberberger, C., & Matt, C. (2008). DeAL Evaluierung dezentraler außenwandintegrierter Lüftungssysteme, Abschlussbericht. Stuttgart: Steinbeiss-Transferzentrum und Steinbeis Forschungszentrum Energie-, Gebäude-, und Solartechnik. (B. f. W. u. Arbeit o. Document Number)

2.2.2.4.1. دور الكلفة في اتخاذ القرار

تعتبر الكلفة هي المعيار الذي يلاقي الاعتبار الاكبر في عملية التصميم في الواجهات العالية التقنية . ويلاحظ أنه عند التركيز على الكلفة الأولية فقط يكون هناك اهمال في الانتباه إلى الاستثمار في دورة حياة المبنى كاملة .

عدم الرغبة في الاستثمار أكثر في بداية المشروع للوصول إلى تخفيف الكلف اللاحقة بشكل أكبر يعتبر استراتيجية عمل ضعيفة والسبب المتكرر لمثل هذه الظاهرة هو أنه من يتحكم بالكلفة الأولية للتنفيذ هو غير الشخص أو المجموعة التي تتحكم بكلف عملية الصيانة والتشغيل . حيث لايملك مثل هؤلاء الأشخاص الحافز للاستثمار في المستقبل للمبنى و يملكون كل الدوافع لتقليل الكلفة المترتبة عليهم حسب وجهة نظرهم . يحتاج أن يكون المالك المعلومة وأن متعمق اكثر في عملية البناء لحل مثل هكذا تناقض .

سبب أخر هو استراتيجية الاستثمار في تشييد المباني والتي تهدف إلى المضاربة بالوصول إلى الحد الأدنى في كلف الإنشاء و بيع المنتج المنتهي أو المقارب على الانتهاء بأعلى كلفة ممكنة . حيث يكون الزيادة الأولية في كلفة الإنشاء لها أثر مضاعف في زيادة الكلفة النهائية للبيع بنسبة أكبر من نسبة الزيادة الأولية و مرة أخرى يحتاج القرار إلى مالك / زبون يملك المعرفة لادراك أن الواجهة المتكاملة ذات التقنية الأعلى ربما تزيد الكلفة الأولية و تبني هذه الكلفة الزائدة في حال وجودها .

إعتبار اقتصادي يمكن أن يكون سببا آخر للاهتمام بالكلفة الأولية حيث تسهم عوامل مثل التدفق المالي , محددات واستراتيجات الاستثمار للشركات المنفذة , معدل العائد للوصول إلى نقطة التعادل (هي النقطة التي يستعيد فيها المستثمر ما أنفقه في المشروع) , و أيضا الخدمات المصرفية في حال القرض والتي تلعب دورا في تحديد كلفة الإنشاء .

مثل هذه العوامل غير مشتركة بين جميع المستثمرين مما يجعل اتخاذ القرار في استخدام التقنيات العالية في الواجهات قرارا له صعوبات .

وإنه من المهم أدراك بأن أنظمة الواجهات العالية التقنية **لا يجب بالضرورة ان تكون ذات كلفة اكبر** حيث أنه إذا كان هناك هدف لتحقيق مستوى معين من أداء المبنى فان الواجهة المدمجة المتكاملة التي تحقق هذا الهدف قد تكون في الحقيقة ذات كلفة أقل من الواجهة ذات التعقيد الزائد عن الحاجة , وعلى سبيل المثال يسمح البناء المهوى طبيعيا للمالك بتقليل أو إلغاء كلفة نظام التكييف والتدفئة في المبنى مما يساهم بتخفيض كلفة تشغيل المبنى بشكل ملحوظ .

3.2.2.4.1. معايير اتخاذ القرار بزيادة الاستثمار في الواجهات

تعتبر **أهداف الأداء للمبنى** معاييرا هامة في عملية اتخاذ القرار وتكون هي المولدة لتصميم نظام واجهة عالية التقنية والتي تتفاعل مع البيئة المحيطة و تزيد من راحة القاطنين و تخفض كلفة تشغيل المبنى لتحقق مبنى أخضر (معايير و تصنيفات LEED) .... الخ

كلف التشغيل والصيانة هي معايير هامة أيضا فيما اذا خطط لها و صممت و ركبت بشكل مناسب و عملي تحقيق تخفيض كبير في استهلاك المبنى للطاقة .

تعتبر **أهلية و قابلية البناء تقنيا** للواجهة العالية التقنية من الإشكاليات حيث أن النظام المقترح للواجهة قد يحوي عناصر لم يثبت قبلا انا تعمل بانسجام سوية تحت ظروف محددة للمناخ أو قد تكون صعبة الإنشاء في مكان محدد و تقنيات البناء المتوفرة و هذه من الإشكاليات التي تواجهة أي تطور تقني جديد .

عملية التنفيذ و **جداولها الزمنية** يجب مراعاتها حيث أن تصنيع و تسليم عناصر الواجهة العالية التقنية ممكن أن يتعارض مع الزمن المعتاد لتنفيذ المباني مما يجعل خطة تنفيذ الواجهة التقنية تصبح مستحيلة التقنيذ و هذا صحيح بشكل خاص عندما يكون نظام الواجهة المقترح يؤثر بشكل كبير على موعد تسليم المبنى .

ويوجد معايير أخرى خفية يجب اخذها بعين الاعتبار منها الأهداف السياسية للدولة و قوانين البناء [1].

الجهود الناجحة في تطوير الواجهات في المباني دائما تتطلب قوة مسيرة في عملية اتخاذ القرار . مثل هذه القوة يمكن ان تكون بالاشكال التالية :

1 - الرغبة الشديدة للقاطنين للوصول إلى مستويات راحة اثناء العمل داخل المبنى

2 - رغبة المالك في تحقيق معايير عالمية للوصول إلى تصنيف مبناه ضمن منظومة مثل منظومة LEED لربح جائزة أو لأشهار المبنى والدعاية له .

3 - قوانين بناء أكثر صرامة تفرضها سياسة الدولة .

1 Eleanor Lee, Stephen Selkowitz, Vladimir Bazjanac, Vorapat Inkarojrit, Christian Kohler (2002) . High-Performance Commercial BuildingFaçades .(LBNL-50502) Building Technologies Program, Environmental Energy Technologies Division, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, Berkeley, CA94720

تزيد فرص نجاح الاستثمار في الواجهات إذا كان المالك و المعماري يملكون فهما لفوائد الأنظمة المتكاملة للواجهات و تضمينها ضمن كلفة المشروع ووقته حتى لو كانت بنسب متفاوتة تبعا لكل حالة تنفيذ .

بالنظر للظروف و الحالات و اشكالات اتخاذ القرار اثناء اقتراح الواجهة العالية التقنية فانه يتم اتخاذ القرار كالتالي :

1) القبول - حالة فائدة الواجهة المقترحة تتخطى كلفتها و القيمة المسقطة للنظام تغطي على سلبياتها . هذا القبول يمكن ان يكون تام أو شرطي أو معلق حتى توافر معلومات اضافية أو جديدة تساعد متخذ القرار .

2) الرفض- الكلفة التقديرية الأولية للواجهة المقترحة عالية جدا و هي اكثر من الفوائد المتوقعة منها في حال كان المعيار الاقتصادي فقط هو العامل الحاسم .

3) الرفض – لا يوجد ميزانية اضافية حيث كلفة نظام الواجهة المقترحة اكبر من كلفة الحل الاصلي و لا يتوفر مدخول يغطي الفرق في التكلفة بالرغم من الفوائد المتوقعة من الحل التقني العالي المقترح لنظام الواجهة .وكقاعدة في هذه الحالة يجب تضمين كلفة اي نظام واجهة عالي التقنية ضمن كلفة ميزانية المبنى وعدم توقع ان يوافق المالك على كلفة زائدة .

4) القرار المؤجل - حيث لا يمكن الوصول لنقطة النقاش النهائي الحاسم بين الاطراف كونه لا تتوفر معلومات وبيانات حاسمة أو يكون احد الاطراف المهمة في عملية النقاش غير متوفر حاليا وبما ان هذه الحالة تؤخر عملية التصميم و جدول المشروع إلا انها تؤمن الفرصة لتطوير نظام الواجهة العالية التقنية بشكل أفضل و تأمين معلومات مكتملة اكثر .

5) القبول الغير مباشر (التراكب) حيث تكون الواجهة في هذه الحالة جزءا مدمجا في نظام بناء اكبر متفق عليه . حيث يكون النظام العام للمبنى غير عامل بدون دور الواجهة حيث لا يهم حينها كلفة الواجهة حيث يحكم عليها ضمن الكلفة والنظام العام للمبنى[1] .

و بالنتيجة فإن كان الهدف من الواجهات العالية التقنية هو تحقيق التوفير في كلف تشغيل المبنى فإن المعيار العام لها هو تحقيق الكفائة الإقتصادية و لذلك فإن هذا المعيار يجب أيضا أن يحقق في عملية التصنيع و التركيب فتحقيق هدف توفير الكلفة يجب أن ينظر إليه بإطار شمولي .

1 Eleanor Lee, Stephen Selkowitz, Vladimir Bazjanac, Vorapat Inkarojrit, Christian Kohler (2002) . High-Performance Commercial BuildingFaçades .(LBNL-50502) Building Technologies Program, Environmental Energy Technologies Division, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, Berkeley, CA94720

5.1. دواعي تطوير الواجهات :

تنبع الحاجة لتطوير الواجهات من حاجات تتطور عبر الزمن و حاليا فإن من أهم الدواعي لتطوير الوجهات ظهور الحاجات والعوامل التالية :

1) الحاجة للتكيف 2) متطلبات الطاقة 3) ازدياد تقانة الواجهات 4) ظهور المحددات الإنشائية 5) ظهور المواد الحديثة و تكنولوجيا البناء المتطورة 6) ظهور تقنيات الصناعة التوليدية 7) تطور تكنولوجيا الحاسوب .

1.5.1. الحاجة للتكيف

تعرف الواجهة المتكيفة بأنها الواجهة التي تستجيب بشكل ثابت أو ديناميكي للظروف المحيطة المتغيرة وهذه الظروف يمكن أن تكون تغيرات في المناخ خلال السنة والأشهرو حتى خلال الساعات و يمكن أن تكون التغيرات تتعلق بالجودة الهواء الداخلي ضمن المبنى وموقع الشمس و غيرها . تحت مجموعة ظروف معينة تتغير الواجهة أو تتغير عناصرها و يتغير على أساسها ما تقدمه لمستخدمي المبنى [Ogwezi 2002] [1].

لتحقيق المستويات المطلوبة من الكفاءة والوظيفية وتأمين شروط داخلية مناسبة يجب على الواجهة أن تستجيب لتغيرات المتطلبات المطلوبة منها من قبل العوامل الداخلية والخارجية و حتى تستمر الواجهة في تأمين بيئة داخلية جيدة يجب أن تملك القدرة على الاستجابة للمحفز المتغير.

إن التحكم بالبيئة الداخلية عبر التفاعل مع البيئة الخارجية تبرز الحاجة الكبيرة للواجهة المتكيفة [Ogwezi 2002]. يطلب المستخدمين داخل المبنى بأن تكون الحرارة الداخلية ثابتة وألا يتأثروا بالوهج و الضجيج خلال كل فترات الاستخدام للمبنى ولكن البيئة الخارجية التي تولد هذه المؤثرات متغيرة بشكل كبير و تتغير خلال الدقائق والساعات و الأيام والأشهر و السنوات بشكل يجعل محاكاتها باستخدام الأساليب الحسابية التقليدية غير مجد .

وفي الداخل فإن البيئة الداخلية تكون متغيرة عندما تزداد الوظائف الداخلية ويزداد تصميمه تعقيدا وهذه الوظائف الداخلية تقدم حملا حراريا والذي يمكن التحكم به من خلال الأنظمة المناخية البيئية المتضمنة في المبنى .

إن الطاقة المطلوبة للحفاظ على المبنى ضمن مستويات الراحة يمكن أن تقلل بشكل كبير إذا كانت الواجهة قادرة على تخفيف الأثر الخارجي للحمولات التي يفرضها المناخ الخارجي .

---

1 Bridget Ogwezi (2011). Multifunctional, Adaptable Facades. School of Construction Management and Engineering, University of ReadingBuro Happold, London, UK .

نتيجة هذه التغيرات يعتمد تصميم الواجهات الحديثة محليا على تحقيق أكبر قيمة للعزل و يعد العزل التام للمبنى استراتيجية غير صحية و غير كفوءة إذ أنها تحرم المبنى من الإستفادة من ظروف المناخ الخارجية عندما تكون مناسبة و متوفرة و يوجد اشكالية كبيرة في تصميم البيئة الداخلية لتناسب المستخدمين تتعلق بالمستخدمين أنفسم حيث أن إدراك المستخدم للراحة يختلف بشكل كبير بين شخص وأخر تتعلق بعدد من العوامل منها : العمر , العرق , الملابس و الجنس مما يسبب اختلاف في مفهوم الراحة الحرارية الفردية و بالتالي فإن عدم قدرتهم على التحكم في بيئتهم الداخلية تقود لعدم الرضى ضمن المبنى مهما كان نظام إدارة المبنى متطورا ومن هذا المنطلق تظهر الحاجة لأن يكون المبنى متكيفا مع هذه الإحتياجات المتنوعة . وبالتالي فإن اخضاع القاطنين لشروط بيئة داخلية معتمدة على التكييف الميكانيكي يخالف الطبيعة البشرية وأيضا انفتاح المبنى نحو الخارج قد يعرضه لظروف مناخية غير مناسبة .

طرحت هذه الاشكاليات في تصاميم واجهات مثل واجهة مؤسسة العالم العربي في باريس لمعمارجان نوفيل والتي اعتمدت على التكيف مع مستوى الانارة الخارجية فيتم ادخاله عند الحاجة و حجبه عند الحاجة .

و بحسب أرنس فإن الدراسات تقترح في المباني المكاتب التجارية يفضل استخدام نظام طبيعي أو مختلط (طبيعي /ميكانيكي) على استخدام نظام تكييف هواء [Arens 2007] [1]

يوجد عامل أخر يتعلق بتحقيق أداء أفضل للواجهات فيما يتعلق بالتكيف وأداء الواجهات هو <u>التعارض</u> الذي يظهر ضمن تصميم الواجهات ; تحقيق الرضى في متطلبات معينة يقود لعدم الرضى في منطقة أخرى فعلى سبيل المثال كيف يمكن أن تحقق تعزيز الإنارة الطبيعة بينما تقوم بمنع الوهج و الكسب الحراري الشمسي و أيضا كيف يمكن ان تدخل التهوية الطبيعية بأقل مجهود من أنظمة التكييف والتهوية بدون إدخال الضجيج ولذلك من المهم <u>تطوير تقنيات الواجهة المتكيفة لمعالجة هذه الإشكاليات بدلا من حجبها كلها بالعزل</u> .

فالتصميم الجيد لأنظمة الواجهات والمواد العالية الأداء يجعل من الممكن معالجة هذه التعارضات و الأنظمة المتكيفة تقدم حلولا بينما تقدم كفاءة أكبر باستهلاك الطاقة [2] .

1 Arens, E (2007) Assessment of Indoor Environments, Proceedings of Roomvent2007. pp 8-12

2 Abstracts of Conference Papers: TSBE EngD Conference, TSBE Centre, University of Reading, Whiteknights, RG6 6AF, 5th July 2011. http://www.reading.ac.uk/tsbe/

2.5.1. متطلبات الطاقة

إن ازدياد الطلب على الطاقة والرغبة بتحقيق استهلاك منخفض للطاقة و ازدياد متطلبات الرفاهية والراحة أعطت الواجهة دوارا هاما جديدا .

لايجب على الواجهة فقط أن تكون معزولة بشكل فائق ولكن يجب عليها أن تكون متكيفة في سبيل تعزيز البيئة الداخلية بشكل إيجابي وهذا له دور كبير في تحقيق استهلاك أمثل للطاقة وباعتبارالواجهة جزءا متكاملا في عملية التصميم المناخي أصبح من المثالي أن تقوم الواجهة بالتغير و التكيف مع خصائصها مثل العزل والنقل الحراري والضوئي .

تتطلب بعض الوظائف أن تكون متكيفة من دقيقة لأخرى مثل الحماية من الشمس أو الشفافية لتحقيق إدخال إنارة مثالي أو لمنع الحرارة الزائدة . وبعض الوظائف تحتاج أن تتغير بشكل فصلي أو موسمي مثل كمية العزل و غيرها من الوظائف تحتاج أن تتغير وتتكيف خلال عدد من السنين مستجيبة لتغير المستخدمين و غيرها حيث يتم تكييف الواجهة بالنسبة لاستخدام المبنى وموقعه وتوجهيه وخدمات المبنى وهذا التكيف يسمح بتوفير جزء من الطاقة عبرالسماح للأنظمة المبنى المستهلكة للكهرباء بالإستفادة من الشروط الخارجية عندما تكون مناسبة [Klien 2013] [1]

شكل رقم : (25)

الواجهة الجنوبية والشمالية لأكاديمية Academia Brasileira de Letras في ريو ديجينيرو للمعمار لوكوربوزية وأوسكار نيمير .
تم استخدام عدد من أنظمة الحماية من الشمس لمنع الطاقة الحرارية الشمسية من الدخول للمبنى على الواجهة الشمالية

اعتبر أولريتش أن اعتبارات الطاقة تشكل العامل الأساسي الذي يقف خلف التطوير في الواجهات في المجالات الصناعية فالحاجة لتوفير الطاقة و العزل ضد البرد والحرارة وتخزين الطاقة تحسب بالإضافة إلى بدائل توليد الطاقة التي تختبر حاليا [Knaak 2007] [2] شكل رقم (25) .

1 Tillmann Klein .(2013) . Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department .
2 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.

3.5.1. ازدياد تقانة الواجهات

نتيجة ازدياد تقنية الواجهات تم تضمين عناصر خدمية أكثر ضمن الواجهات واليوم فإن أجهزة الحماية من الشمس الكهربائية حلت محل نظيراتها اليدوية لأنها تقوم بوظيفتها بشكل أدق بدون تدخل المستخدمين . ويوجد تطورات تشمل تضمين تقنية الحساسات لقياس ضوء الشمس والمطر و الحرارية ونسبة غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 للمناخ الداخلي . و أيضا يلاحظ الميل نحو تضمين أجهزة التهوئة مع أجهزة التزويد والطرد وأيضا مع أجهزة استعادة الحرارة ضمن إنشاء الواجهات .

هذا التطور يمكن مقارنته مع التطور في صناعة المركبات بهدف تقليل استهلاك الوقود فنحن لا نتحاج فقط لصنع محركات اقتصادية بل نحتاج لزيادة الأداء الأيروديناميكي للمركبة وتقليل وزنها و راحتها لزيادة نمط استخدام مريح وهذا ما يستدعي مقاربة جديدة في تصميم الواجهات وتحديد معايير اتخاذ القرار بتضمينها تقنيات أعلى [Klien 2013] [1] .

يتوقع أولريتش و تليمان و مارسيل و توماس [2] في كتابهم مبادئ إنشاء الواجهات أن تطور الواجهات سيتم وفق منحيين :

- التأكيد على التطور التقني مع تطور أدوات التصميم و طرق التصنيع و تعدد الأنظمة مع تبسيط الواجهة بتضمين عناصر ووظائف ضمن الواجهة مما يعقد عملية التصميم و لكن يمكن القيام به .
- ولكن الحصرية لا يمكن تطبيقها على تقنية الواجهات حيث أنه يوجد حلول صحيحة كليا أو خاطئة كليا

شكل رقم : (27)

مجمع Juscelino Kubitschek Complex للمعماري أوسكاير نيمير 1951
الواجهة الشمالية للمبنى تتضمن كاسرات يمكن تعديلها لكل طابق على حدى و حسب الحاجة بشكل يدوي .

شكل رقم : (26)

واجهة حديثة لمبنى تتحرك فيها الكاسرات أوتوماتيكيا كل على حدى 2010

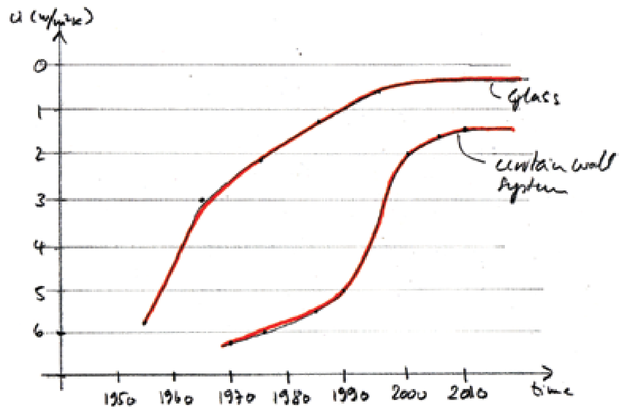
1 Tillmann Klein .(2013) . Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department .

2 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.10) Berlin : Medialis.

4.5.1. المحددات الإنشائية

إذا نظرنا لخاصية العزل للواجهات الزجاجية المستخدمة في واجهات المباني التجارية تظهر المحددات الإنشائية التالية. حيث نرى أنظمة هيكلية خطية بمواد مالئة للفتحات بينها إن كانت زجاج أو ألواح .

يظهر الشكل المقدم من قبل كاونيير[1] تطور القيمة U وهي قيمة تعبر عن الانتقال الحراري ضمن المواد للزجاج وأنظمة الجدران الساترة خلال السنوات الأخيرة في سعيها للوصول إلى قيمة الصفر والتي يكون عندها العزل تاما .



شكل رقم : (28)

تطور الأداء الحراري لأنظمة الواجهات والتزجيج المعلومات تم تقديمها من قبل Rainer Walker Interpane and Klaus Hees Kawneer

تم تطوير أداء ألواح الزجاج في مرحلة من المراحل عبر إضافة ألواح لصنع الألواح الزجاجية الثلاثية [2] وأصبحت متوفرة في منذ 1990 وتم استخدامها لعدد قليل من السنوات حيث كان معيار الجدوى محدد لها وقام بعض المصنعين بتصنيع عناصر واجهات مؤلفة من أربع الألواح زجاجية ولكن لم يتم استخدامها عدد من المحددات منها نسبة الكلفة للأداء ووزنها و سماكتها وعلى هذا يظهر المحدد الإنشائي كعائق في تطوير نظام الواجهة الساترة Curtain wall بشكل أكبر عبر إضافة طبقات إنشائية أكثر ومن منظور معماري يجب أن تكون هذه الطبقات نحيلة قدر الإمكان بينما تشكل هيكلا داعما للإنشاء .

التطورات عبر السنوات السابقة تعلقت بتضمين نظام إحكام إغلاق sealing system مع مقاطع معدنية إضافية و إضافة غلاف عاكس و التخمينات الحالية أنظمة الجدران الساترة الحالية ليست قادرة على تحقيق متطلبات الكودات الأوروبية لتقليل استهلاك الطاقة [EPBD][3] . وعلى هذا الأساس فأن مقاطع الواجهة تكون النقطة الأضعف في نظام الواجهة الكلي لتحقيق كفاءة الطاقة [Klien 2013] [4] .

1 Kawneer. (2012). Kawneer Alcoa AA100 curtain wall system: Available at: http://www.kawneer.com/kawneer/germany/en/info_page/home.asp.
2 Triple Glazing
3 Directive on Energy Performance of Buildings – EPBD
4 Tillmann Klein .(2013) . Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department .

5.5.1. مواد البناء الحديثة و التكنولوجية

التطورات في مجال التكنولوجية ومواد البناء تحقق تطورات جذرية حيث قدمت مواد جديدة فأنظمة التحويل المعادن لرقاقات تطورت من تزويدها لحاجات فردية إلى أنظمة متكاملة . أيضا ظهور ما يسمى بالمواد الذكية والتي تمتلك القدرة على التكيف لخصائصها حيث يذكر من أمثلتها المواد المولدة للطاقة و السطوح المقاومة للأوساخ والأتربة ذاتية التنظيف و الزجاج القابل للتغير باستخدام التيار الكهربائي [1] الذي بتملك خاصة تحوله من الحالة الشفافة للحالة الحاجبة للضوء و تطور أنظمة تصنيع جديدة مثل التصنيع المضاف يثير تساؤلات حول مستقبل تصنيع الواجهات أيضا .

وحاليا تشكل التقنيات الجديدة ضغطا على صناعة الواجهات باستخدام مقاطع جديدة أو عناصر جديدة مقدمة من المعماريين الدارسين للمصنعين [Klien 2013] [2]

نختبر حاليا طفرة من المواد الجديدة المستخدمة في العالم المعماري كما هو موثق من قبل مختلف الأبحاث ويعزى هذا التوجه إلى خيارات التصميم الجديدة (شكل رقم 29) ولكن البحث عن خصائص وظيفية جديدة تدفع عجلة التطور ونحن بحاجة للفصل بين المواد الجديدة كليا و بين المواد الموجودة التي تستخدم بطرق

شكل رقم : (29) المصدر flicker.com

الأليانز أرينا في مدينة مينوخ من قبل المعمار هيرتسسوغ 2009
إكساء الواجهة يتألف من مخدات عملاقة مملوءة بالهواء مصنوعة من مادة مقاومة للحريق وذات ديمومة كبيرة تسمى ETFE وهي عبارة عن رقائق بلاستيكية

جديدة . إن استخدام مادة لأهداف جديدة يدعى تحويل المواد Material transfer و يتوقع تحويل المواد بشكل أكبر في المستقبل [Knaak 2012][3]

---

1 electrochromic

2 Tillmann Klein .(2013) . Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department .

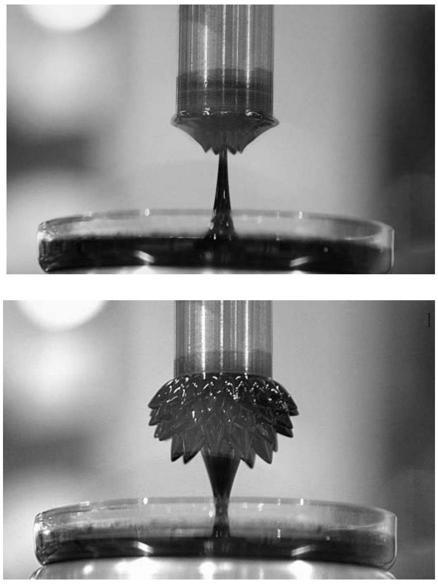
3 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.

1.2.5.5.1. تحويل التكنولوجية

تحويل التكنولوجية يحدث بنفس أسلوب تحويل المواد حيث أن المجالات الصناعية المرتبطة بصناعة الواجهات مثل صناعات السيارات والطيران والتصميم الصناعي والتي ترفد صناعة الواجهات تقدم إمكانيات غير محدودة ومع ذلك ليست كلها مناسبة للإستخدام في صناعة الواجهات .

شكل رقم : (31) (المصدر /www.nanowerk.com/)

مبنى كنسية جوبليي في روما للمعمار ريتشارد ماير 2003
تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية والرطوبة فإن جزيئات أوكسيد التيتانيوم على مستوى النانو تسرع التفاعلات الكيميائية وهذها يولد جزيئات أوكسجين تحلل المواد العضوية وهذه العملية المعروفة باسم التحفيز الضوئي تطبق في مجال صناعة الإنشاء لصنع سطوح تتصدى لملوثات الجو و الاوساخ والمواد العضوية و التي تغسلها مياه الأمطار و بالتالي يحافظ المبنى على حالته البدائية .وهذه التكنولوجية موجودة في مجال الصناعات الكيميائية و تم تحويلها لتخدم أهدافا معمارية



شكل رقم : (30)

تقنية النانو السائل في الصورة يحوي جزيئات معدن يمكن تشكليها باستخدام القوى المغناطيسية

تعتبر المعاييرالتالية ذات تأثير في ترجمة استخدام التكنولوجية في مجال معين و تحويلها لإستخدامها في صناعة الواجهات و هي كلفة أجزاء المبنى أو مواد تغليف الأسطح وسعة التصنيع وفيما إذا كان التصنيع مناسبا لمثل هذه العناصر .

يمكن لتحويل التكنولوجيا أن يحدث على مستويات مختلفة : مرحلة التصميم و مرحلة التنسيق مع باقي الاختصاصات و مرحلة التصنيع و مرحلة التجميع و أخيرا مرحلة الاتصال مع البيئة والمستخدمين .

2.2.5.5.1. تكنولوجية النانو Nanotechnology

تكنولوجيا النانو هو مجال متعدد التخصصات الجديدة في علم المواد، الذي يعد لفتح جديدة آفاق في طريقة تصميم مبانينا وتشييدها. يمكن مجال تكنولوجيا النانو التحكم في إنشاء وتطبيق والتلاعب في الهياكل المواد الجزيئية والأنظمة التي هي بين 1 و 100 نانومتر في الحجم [Klooster 2009] [1] .

1 Klooster, T. (2009). Smart Surfaces—and their Application in Architecture and Design. Basel: Birkhäuser.

تعرف هذه التقنية في مجالات صناعة النظارات البلاستيكية حيث يتم إكساء سطح الزجاج بطلاء سيراميكي يحمي الزجاج من الخدش وبنفس المفهوم تطرح فكرة وجود طبقة حامية معتمدة على تقنية النانو يمكن أن تمكن من استخدام البلاستيك الزجاجي الاقتصادي في العمارة ومن السهولة تغيير شكلها باستخدام الحرارة و هي أقرب من أي وقت مضى لأن تكون محكمة الإغلاق ضد العوامل الخارجية و استخدامها يسمح بحرية كبيرة في التشكيل المعماري والتصميمي [Knaak 2012][1] .

أسهم اختراع المجهر الالكتروني في تطور هذا المجال والذي مكننا من رؤية أثر التلاعب بالمواد ضمن هذا المستوى الجزيئي ولذلك فإننا حاليا قادرون على اختبار الإمكانيات الكبيرة للمواد وخصائصها البنيوية وقدراتها الغير موجودة في الطبيعة .

بشكل عام يمكن تقسيم المنتجات ذات تقنية النانو قيد التطوير إلى فئتين :

1) النوع الأول يشكل غالبية تطبيقات النانو الحالية في التصميم والعمارة ويتضمن تحسين خصائص الشفافية للسطوح [Yeadon 2008] [2] .

حاليا توجد العديد من المنتجات المغلفة بطبقة طلاء نانو في السوق وهذه الأغلفة الطلائية مثل : الطلاء ضد البكتيريا و الطلاء ضد الأوساخ أو الطلاء المقاوم للخدوش أو الطلاء ذاتي التنظيف والطلاء المقاوم للتآكل . وفي مجال الواجهات المتكيفة على سبيل المثال تظهر هذه التقنية بالمواد المتغيرة الطور والزجاج المتحول لونيا .

2) النوع الثاني من مواد النانو يهدف إلى تطوير فئة غير موجودة سابقا من المواد حيث تمكن هذه التقنية من تجميع ذرات مختلفة لتكوين مواد جديدة ذات هيكل بنيوي غير مألوف وكمثال لهذه المواد الفائقة الأداء يظهر في الجانب المعماري في اللواصق الفائقة و ألياف الكربون والعوازل الشفافة ومادة الجرافين[3] الثورية المشكلة من طبقة من ذات الكربون والتي تتمتع بمتانة خارقة و خفة في الوزن وشفافية و يتوقع أن تحل محل الزجاج في المستقبل القريب .

1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.

2 Yeadon, P. (2008). Smarticles: Nanotechnology materializes. ArchitectureBoston, 11(4):26-29.

3 Graphene

4.2.5.5.1. تطور تقنية المواد اللاصقة Adhesive materials technology

تدريجيا تحدث تطورات جديدة في مجال تكنولوجيا المواد اللاصقة فعلى سبيل المثال في صناعة السيارات اليوم استغني عن اللحام بالمواد اللاصقة في ضم أجزاء السيارة و لتطوير عملية إعادة التدوير تطور مواد جديدة تسمح بفصل المكونات تحت شروط خاصة فمثلا يوجد مفاصل يمكن فصلها تحت درجة حرارة 42 سيليسيوس ضمن حمام مائي عن طريق إدخال نبضات كهربائية . فإذا كننا ننظر لهذه التقنية للإستخدام المعماري فيمكن لصق المفاصل في موقع البناء لتبسيط العمل وبالتلي يمكن معالجة الوصلات المعيوبة في موقع البناء بفصلها واعادة جمعها ولصقها بسهولة [Knaak 2012] [1]

شكل رقم : (32)

شكل يوضح عناصر مجموعة باستخدام لواصق عالية الأداء

3.2.5.5.1. ظهور المواد الذكية Smart Materials

تعرف المواد الذكية بحسب أولريتش كناك بأنها المواد التي تتكيف مع الظروف الخارجية السائدة أو تستفيد منها و يوجد العديد من هذه المواد التي تجد طريقة إلى العمارة و يوجد حاليا اختبارات لطلاء زجاج مثل الطلاء المستجيب للتيار الكهربائي الذي يتحول من حالة شفافة إلى حالة عاتمة سواءا عبر التحريض الكهربائي أو بالتفاعل مع الإشعاع الشمسي . يصبح الزجاج عاتما بزيادة الإشعاع الشمسي (مبدأ يستخدم في عدسات النظارات الطبية) وعلى هذا يعمل الزجاج بشكل ذاتي على الحماية من الشمس .

أحد أنواع هذه المواد هي المواد متغيرة الطور PCM [1] تستفيد من الحرارة الكامنة .

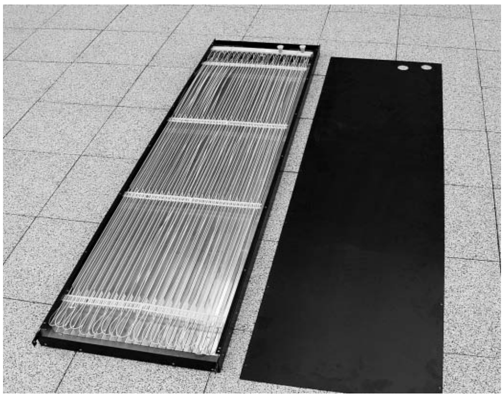
الحرارة الكامنة هي الحرارة المختزنة خلال مرحلة تغيير المادة من حالة إلى حالة مثال : حالة تحول المعدن إلى سائل وخلالها تتحول المادة من امتصاص لتشتيت للطاقة .

1 Phase Change Materials

1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.

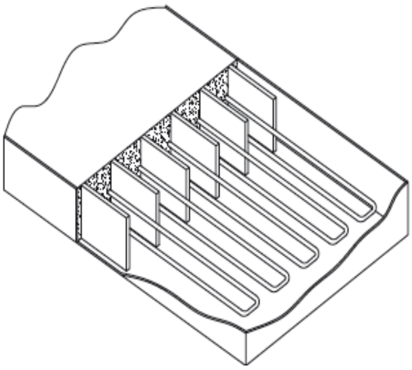
فالشمع على سبيل المثال يعالج كيميائيا ليذوب في درجة حرارة 23 سيليسيوس ويمكن تضمينه خلال اكساء الجدران مثلا ليمتص الزيادة في درجة حرارة الغرفة فلا يسمح بزيادة حرارتها بعد درجة حرارة معينة و عندما تهبط درجة حرارة الغرفة يقوم الشمع بنشر الحرارة الكامنة الممتصة معيدا إياها للغرفة وعلى هذا فإن المواد متغيرة الطور تحاكي كتلة حرارية غير موجودة ويمكنها تحقيق التوازن بين فروقات الحرارة للبيئة الداخلية .

مايزال استخدام مواد متغيرة الطور المعتمدة على الشمع حاليا يتعرض لمحددات منها معايير الحماية من الحرائق ولكن بناءا على الأبحاث الحالية يمكن أن يكون له دور كبير في منتجات المستقبل .



شكل رقم : (34)

نموذج لوحدة سقف مصممة من مادة متغيرة الطور EMPA and Transsolar 2005
هذه الوحدة (ليست مملوءة حاليا بمادة متغيرة الطور) يمكن أن تعدل درجة حرارة الغرفة
مختبرة من قبل مختبر ماتري للأبحاث في سويسرا



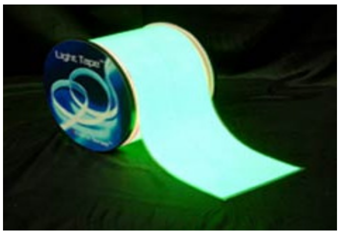
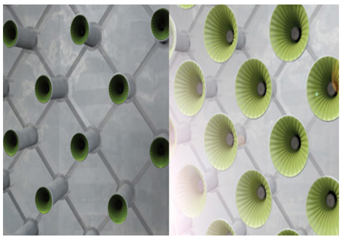
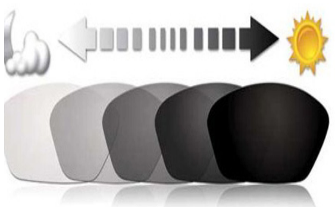
شكل رقم : (33)

مثال عملي للمواد متغيرة الطور
السكتش يظهر نظام تدفئة ارضي ضمن كتلة من مادة متغيرة الطور

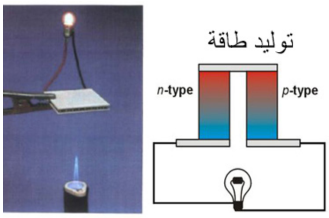
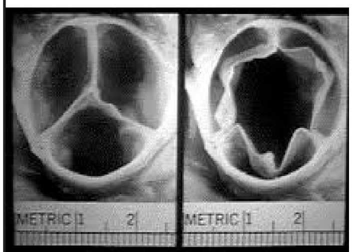
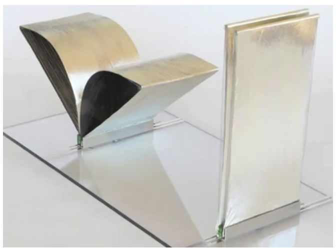
إن المتطلبات والمعايير المفروضة على المواد المستخدمة صارمة للغاية فهي تتعرض للبيئة الخارجية ولكن ينبغي أن تشكل خطرا على أي شخص داخل المبنى أو خارجه وعند إدخال مادة جديدة أو مجموعة مواد لإستخدامها في الواجهة يجب أجزاء عمليات معقدة ومكلفة لإختبارها في كثير من الأحيان لإعطائها شهادة و ادخالها للسوق التجاري.

يتوسع أداء بعض المواد الجديدة أكثر من المواد العادية مثل القرميد والبيتون و الفولاذ أو الزجاج ويعتبر مصطلح المواد الذكية حديثا نسبيا و يستخدم للمواد أو المنتجات التي تمتلك خصائص متغيرة وتكون قادرة على تغيير خصائصها الحرارية والبصرية من حالة إلى أخرى وبالعكس لتستجيب لتأثيرات كيميائية أو فيزيائية كما وضح ريتير [Ritter 2007] [1] .

وبسبب طبيعة هذه المواد الديناميكية و التكيفية تعتبر المواد الذكية من المواد المناسبة لتطبيقها في مغلفات المباني المتكيفة مع المناخ [2] ولها مبادئ كثيرة منها :

اسم المادة	الاسم الانكليزي	الشكل	الوصف
ايليكتروكرومك	electrochromic		هي مواد تتغير درجة شفافيتها عند مرور تيار كهربائي عبرها
ايكلترولومينسينت	electroluminescent		مواد تحول التيار الكهربائي المار فيها لضوء
هيجروأكتيف	hygroactive		مواد تتغير أبعادها الفيزيائية عند تغير الشروط الفيزيائية للبيئة المحيطة
فوتوكروميك	photochromic		مواد تتغير درجة شفافيتها عند تغير الإنارة المحيطة

1 Ritter, A. (2007). Smart materials in architecture, interior architecture and design. Basel: Birkhäuser
2 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010 .

اسم المادة	الاسم الانكليزي	الشكل	الوصف
بايزوايليكترك	piezoelectric		مواد تتغير أشكالها عند مرور تيار كهربائي محرض
ثيرموكرومك	thermochromic		مواد تتغير ألونها أو درجة شفافيتها عند تغير درجة الحرارة المحيطة ويتم وصفها أنها المواد ذات الذاكرة الحرارية
ثيرموايليكتريك	thermoelectric		مواد تولد طاقة كهربائية باستخدام الطاقة الحرارية
ثيرموستريكتيف	thermostrictive		مواد تتغير أشاكلها تبعا لدرجة الحرارة
خلطات المختزنة للشكل الأولي	shape memory alloys		مواد تحتفظ بالشكل الاساسي و عند تغيره يمكن باستخدام تغير درجات الحرارة او عبر تحريض كهربائي أو مغناطيسي ارجعاها للشكل الاساسي الذي شكلت عليه
المواد متغيرة الطور	phase changing materials		مواد تحتزن الحرارة و تنشرها عند انصهارها حيث تتميز بانها يمكن أن تنصهر ضمن درجة حرارة الغلاف الجوي الارضي و تستخدم كجامعات للطاقة الحرارية

جدول رقم : (5) المصدر الباحث

تستخدم المواد الذكية في بعض الأحيان ككتلة مستقلة ولكن في الغالب نجد تطبيقاتها في التغليف و تمتلك خمس خصائص تميزها عن المواد التقليدية موضحة بالجدول التالي :

الخاصية	الشرح
سرعة التلاشي	الاستجابة تحرض من قبل أكثر من حالة بيئية خارجية
الإ نتقائية	الاستجابة منفصلة وقابلة للتوقع
الفورية	الاستجابة تحدث أنيا
فعل ذاتي	الاستجابة يتم التحكم بها داخل المادة أو النظام
رد الفعل مباشر	الاستجابة تعمل موضعيا
جدول رقم : (6) المصدر عمل الباحث	

يعد مبدأ المواد الذكية يعد بالكثير من التطبيقات المستقبلية في صناعة الواجهات [1] وحاليا توجد معايير محددة فنجاح المنتج يعتمد علي معايير كثيرة منها :

- نسبة الكلفة للأداء يجب أن تكون معقولة
- عملانية المواد بصلتها بمواد البناء يجب التحقق منها
- يجب أن تكون شركات المقاولات قادرة على استخدام المنتج ضمن موارد عملها و أيديها العاملة الحالية ضمن الإطار الزمني القصير والمتوسط

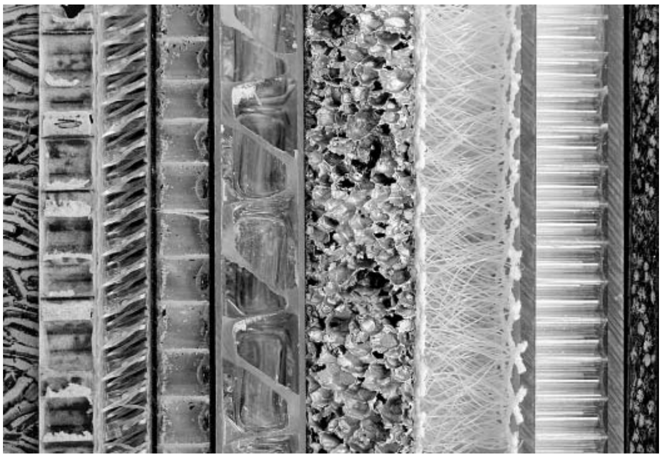
وفي حال عدم تحقق هذه المعايير يبقى المنتج حصريا للاستخدام بشكل خاص و المنتج يجب أن يكون مقبولا ويحقق قدرا من الجمالية مقبولا من وجهة نظر صناع القرار (عادة المهندس أو العميل) [Knaak 2012] [2].

1 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010

2 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis

.5.2.5.5.1 مواد البناء المركبة

مواد البناء المركبة هي المواد التي تشكل عند جمعها خصائص جديدة فعلى سبيل المثال الخرسانة المسلحة هي مادة مركبة نموذجية تحمل في ثناياها عوامل تتيح الاستفادة من قساوة الخرسانة مع قوة الشد للحديد ويوجد حاليا المزيد والمزيد من المنتجات المركبة التي تجد طريقها للهندسة المعمارية من مواد بناء خفيفة مثل الألواح المركبة متضمنة مادة مقاومة للضغط من الزجاج أو الياف الكربون أو مواد أخرى . هذه المواد في العادة تتفرع من صناعة الطيران والمركبات الفضائية وأيضا من الصناعة البحرية . وعندما تحل إشكاليات الحماية من الحريق وتحل سلبيات الكتلة الحرارية الضعيفة عندها فإن استخدام العناصر المركبة والتي تمتلك خاصيات مقاومة الحمولات بالتأكيد ستصبح مستقبل الصناعة المعمارية بحسب أولريتش .[1] [Knaak 2012]



شكل رقم : (35)

مجموعة المواد الجديدة المتوفرة في السوق وتستخدم في صناعة الواجهات

وهناك طريقة التصنيع الصناعي الجديد (بلوتروسيون) (pultrusion) يجعل من الممكن انتاج مقاطع من مادة الراتنج مطعمة بحزم ألياف حيث يمكن استخدمها كعناصر مبنى عازلة أو كمقاطع للنوافذ حيث تعتبر أحد الفوائد الكبيرة لمثل هذه المقاطع هي المقاطع المستخدم فيها البلاستك المعزز بألياف زجاجية تتمتع بشفافية كالزجاج ويمكن لصقها عليه .

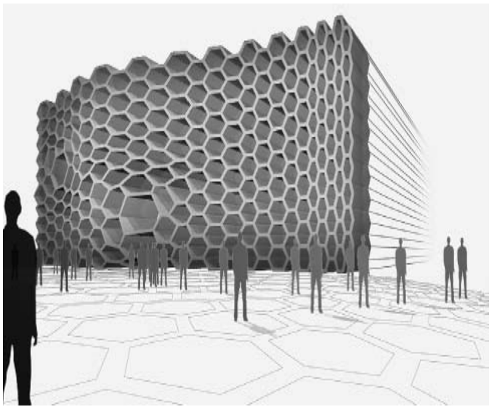
1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis

6.5.1. تقنيات الصناعة التوليدية Generative

تطورت هذه التقنية خلال العشرين سنة الماضية تطورا كبيرا حيث يمكن في المستقبل أن تصنع أجزاء مبنى كاملة من أي مادة حتى المواد الشفافة خلال عملية ذات مرحلة واحدة باستخدام طابعات ثلاثية الأبعاد فورا في الموقع ويمكن عبرها محاكاة التركيب الخلوي لأنسجة الجلد للكائنات الحية التي أثبتت متانة و ديمومة و تكيفا خلال التطور الطبيعي باعتبارها صممت خلال الزمن [1].

شكل رقم : (36)

شكل معدني حر : حجم معقد ذو عناصر متداخلة لا يمكن توليده إلا بطباعة ثلاثية الأبعاد تبنيه بشكل طبقات



شكل رقم : (37)

بناء على بينات ثلاثية الأبعاد يمكننا من بناء واجهات أو بناء أجزائها

تستخدم طرق الصناعة التوليدية في التصنيع لتشكيل النماذج الأولية و الأدوات والمنتجات الصناعية ويتم فيها تحويل بيانات الحاسوب الثلاثية الأبعاد إلى حجوم ثلاثية الأبعاد باستخدام مسحوق غير متبلور أو سوائل أو مواد رابطة [2] . ويمكننا تخيل هذه الطرق على أنها نوع من تقنيات الطباعة الثلاثية الأبعاد و بناء على خطوات عملية التصنيع يمكن إطلاق عليها مصطلح النمذجة الأولية السريعة أو التصنيع السريع .

هذه التكنولوجية تطورت على مدى العشرين سنة الماضيات بدون تضمينها بشكل فعال في المجال المعماري حيث في البدايات تم استخدام هذا الأسلوب لصناعة نماذج للمنتجات بينما حاليا يتم توظيف هذه التكنولوجية لصناعة منتجات جاهزة لطرحها بالسوق من عدد من المواد المختلفة شكل رقم 1 .

في المستقبل يمكن صناعة أجزاء مبنى كاملة من مواد مختلفة (يمكن حتى أن تكون مواد شفافة) ضمن عملية واحدة و بدون وصلات أو حلول .

1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis

2 ligamentous materials.

7.5.1. تكنولوجية الحاسوب

من حيث المبدأ تستخدم أجهزة الحاسوب في التخطيط العمراني في مجالات التواصل بين الاختصاصات والإنشاء و المحاكاة و كامل عملية البناء تعتبر عملية تواصل معلومات مختلفة من مرحلة تصميم لمرحلة أخرى .

إن التصميم بمساعدة الحاسوب CAD يمكننا من تحقيق واجهات مشكلة من عناصر مختلفة بينما ديناميكية السوائل الحاسوبية CFD [1] تحاكي خواص التدفق للهواء و المحاكاة الحرارية تمكننا من التنبوء بالعلاقة بين الواجهة والفراغ الداخلي .

شكل رقم : (38)

مركز فيانو للأبحاث للمعمارية زها حديد في فولفسبورغ 2005

البنية المعقدة الفراغية للمبنى يمكن تحقيقها فقط عبر مساعدة الحاسوب

في السابق كان الحاسوب يستخدم كأداة رسم وكتابة النصوص على المخططات المعمارية وحاليا يستخدم في الغالب بمساعدة الإنترنت لتضمين معلومات بحثية و بيانات تمكننا من تضمين التقنية المتوفرة وقريبا ستتمكن البرامج الحاسوبية من إعطاءنا مقترحات لجوانب معينة من التصميم ضمن مرحلة الدراسة مثل : تحديد سماكة الجدران المنطقية بناءا على متطلبات الطاقة [2] .

1 Computational Fluid Dynamics

2 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis

الفصل الثاني

الواجهات العالية التقنية

1 .تمهيد
2 . مفاهيم التقنية العالية في الواجهات
3 . تعريف الواجهة العالية التقنية
4 . خصائص الواجهات العالية التقنية
5 . عناصر الواجهة و مستوياتها وأساليب استخدامها

2. الفصل الثاني : الواجهات العالية التقنية

1.2. تمهيد

مع تطور تكنولوجية الواجهات ظهرت تعاريف متنوعة و مصطلحات ترتبط بعملية تطوير الواجهات وحتى يمكننا تحديد معنى كلمة عالي التقنية لابد من توضيح هذه المصطلحات و تحديد صلتها بشكل فعلي بالواجهات المتطورة لتحديد القيم و المعايير المشتركة بينها للحصول على تعريف واضح لمصطلح عالي التقنية .

فوجود مصطلحات مثل عالي الأداء و الاستدامة والواجهات الذكية و غيرها فيما يتعلق بسياق المبنى ككل أو أجزائه (الواجهة) غير واضحة و غالبا ما تتداخل مع كلمات مفتاحية دارجة مثل (الاستدامة) و (الذكية) لوصف عمل غالبا ما يكون ليس ضمن المفهومين حيث تكمن الإشكاليات حاليا في تحديد العوامل المسهمة بشكل كبير في أداء الواجهة والتي تتنوع من القيم المترية القياسية مثل معامل الإنتقال الحراري (القيمة U) إلى فيزيائية الفراغ الهوائي في الواجهات المضاعفة إلى دور التمويل للواجهات .

2.2. مفاهيم التقنية العالية في الواجهات

في العقود الماضية تعرضت المباني بشكل مطرد لتوسيع وظائفها وتقليل الكلف وتحقيق متطلبات القاطنين التي أصبحت بدرجة من التعقيد تهدف لتحقيق متطلبات واسعة عبر توظيف العديد من الأنظمة التقنية المعقدة . التطبيق الواسع للتقنية أدى إلى إدخال مصطلح المباني العالية التقنية و الواجهات العالية التقنية للبيئة المبنية .

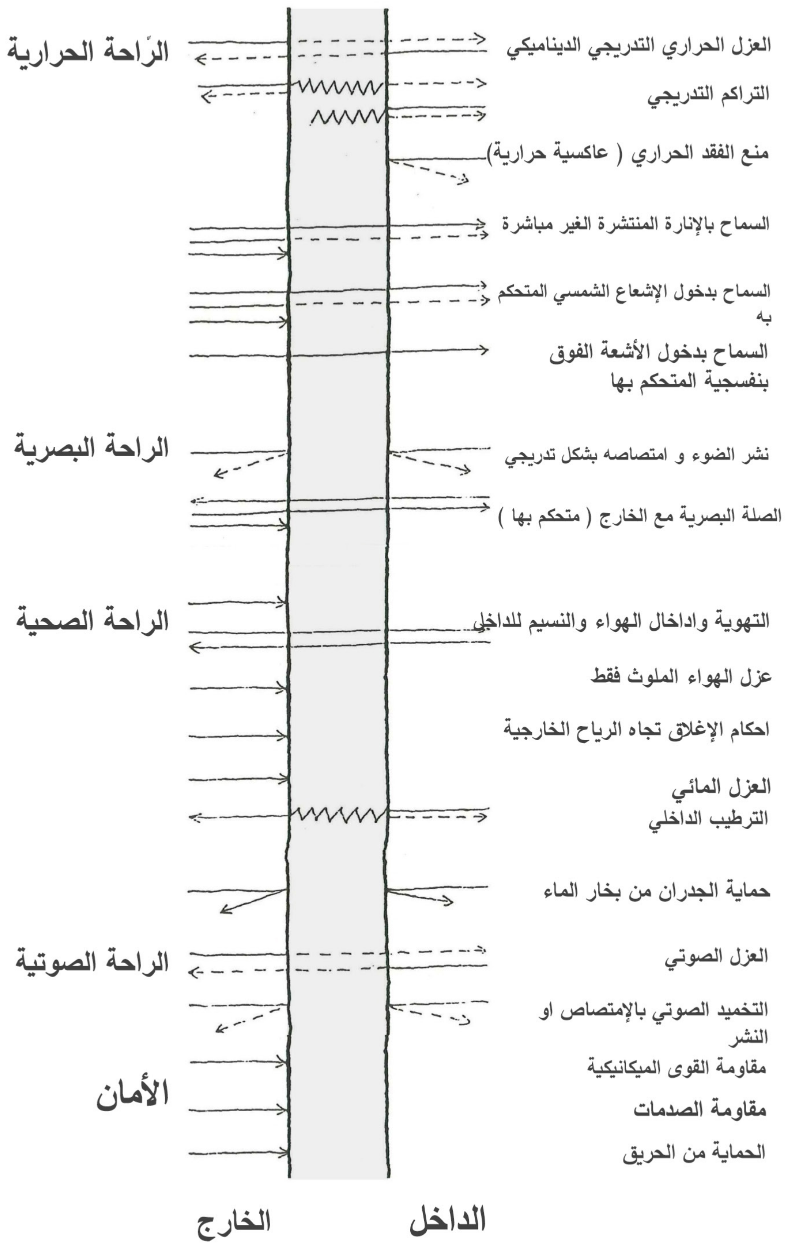
قاد الوعي الحديث لمشاكل الطاقة الحاجة إلى تحسين توازن الطاقة في المباني و إلى وجود استراتيجيات و مصطلحات مختلفة لوصف الواجهات العالية التقنية و بالرغم من أن كل التعابير تمتلك قاسما مشتركا وهو الوصول إلى استراتيجية ذات ديمومة في التعامل مع الطاقة و توسيع امكانات الواجهات في تحقيق المتطلبات الوظيفية ولكن يتم استخدام مصطلحات كثيرة غير دقيقة و بشكل غير واضح و يهدف البحث إلى توضيح خصائص و مفاهيم هذه المصطلحات والابتعاد عن إرباك المصطلحات المختلفة .

تطرح المفاهيم التالية في سياق تطوير الواجهات والتي تنضوي تحت مفهوم التقنية العالية كما يلي :

1.2.2. الوظيفة من مفهوم التكيف

كتطور لمفهوم الواجهة التي تقوم بوظائف بسيطة منها الحماية من المناخ و عزل البيئة الداخلية عن الخارجية بشكل سلبي في شروط المناخ القاسية يعتمد المصممون على عزل البيئة الخارجية عن الداخلية و يتم التحكم بالبيئة الداخلية ميكانيكا أو عبر فتحات و منافذ متحكم بها في الواجهة . ولكن في المناخات التي تعتدل فيها درجات الحرارة في أشهر معينة من السنة تكون استراتيجية تصميم واجهات متكيفة و مستجيبة هي الاستراتيجية المثلى لتقليل استهلاك الطاقة و تحقيق التفاعل البصري والحراري مع البيئة الخارجية .

ومن هذه المفهوم قام كريستوف فيلدكيلير (Christoph Feldtkeller, 1989)[1] بوضع مخطط توضيحي يحدد بعض الوظائف التي يمكن تعديلها عبر المغلف بين الخارج والداخل لتحقيق فعالية أكبر في استهلاك الطاقة و تسهم التقنيات العالية في تحقيق هذا المفهوم لأنها يمكن أن تسمح للأثر الإيجابي بالدخول وعزل الأثر السلبي بدلا من العزل التام لكافة العوامل الخارجية (شكل رقم 39



شكل رقم : (39)

شكل يوضح الوظائف المتكيفة للواجهة (Feldtkeller , 1989) (ترجمة الباحث)

1 Feldtkeller, C. (1989). Der architektonische Raum: eine Fiktion. Braunschweig: Vieweg.

2.2.2. عناصر المبنى المستجيبة Responsive Building Elements

تعرف عناصر المبنى المستجيبة بأنها أجزاء المبنى الإنشائية والتي تستخدم بشكل فاعل للنقل و تخزين الحرارة والضوء والمياه والهواء [IEA 2008] [1]

وهذا يعني أن العناصر الإنشائية مثل الجدران والأرضيات والأسقف و خلافها يتم جمعها بشكل منطقي و عقلاني و تضمينها مع خدمات المبنى مثل التدفئة و التبريد والتهوية و الإنارة .

هذا التطوير بتطبيق و تضمين عناصر المبنى المستجيبة يعتبر خطوة ضرورية نحو تحقيق تحديثات في كفاءة الطاقة في البيئة المبنية .

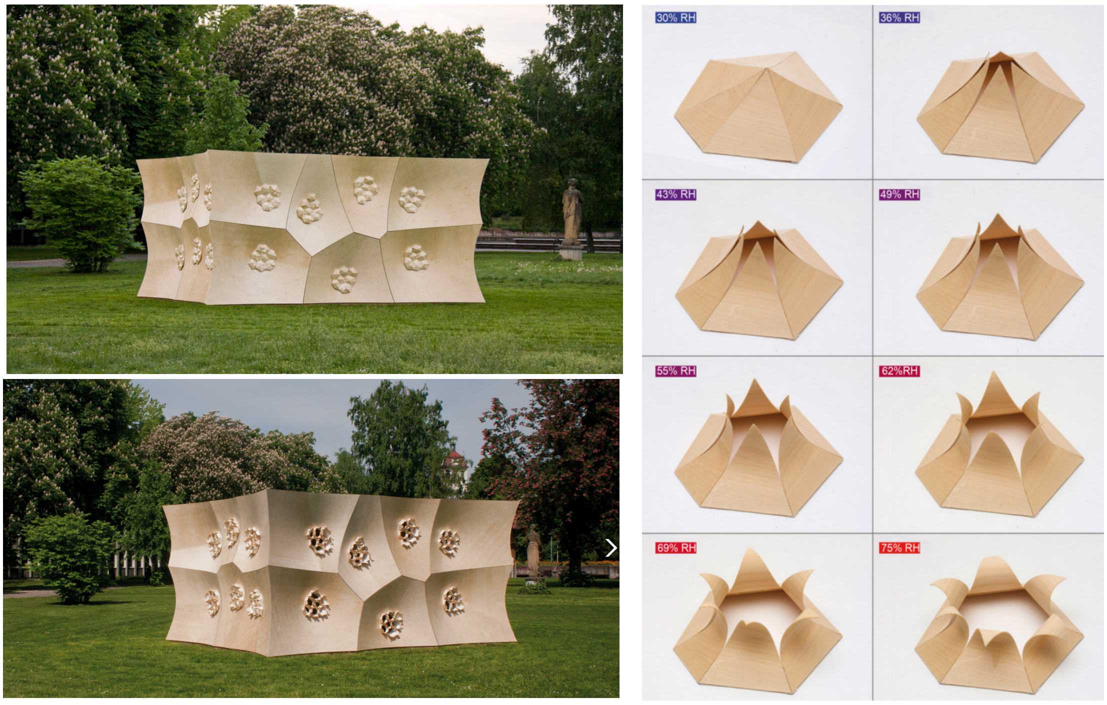
وكأمثلة لتطبيق هذا المفهوم نجدها في بعض الجوانب التالية :

* أنظمة الواجهات (الواجهات المهواة والواجهات المضاعفة و المتكيفة و العزل الديناميكي)

* الأساسات (أنظمة التبريد المتصلة مع الأرض [2] و الدكتات المضمنة [3])

* جعل أجزاء المبنى خازنة للحرارة كتليا بتفعيل الكتلة الحرارية للمبنى و أيضا يمكن تفعيلها على مستوى المواد بتطبيق المواد المتغيرة الطور .

* أنظمة الأسقف (الأسقف الخضراء)



شكل رقم : (40)

شكل يوضح قشرة الهايجروسكين HygroSkin للمعماري اكيم مينجيس Achim Menges Architect و كيفية استجابتها للوسط المحيط

---

1 International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Ascchehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University Department of Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .

2 earth coupling systems,

3 embedded ducts)

3.2.2. أنماط الواجهات بالنسبة لدرجة تفاعلها مع الوسط المحيط

يوضح هازتينغ ثلاثة أنماط من تفاعل المبنى مع البيئة الخارجية [Hasting 1989]

1) لايوجد تفاعل بين الفراغات الداخلية والخارجية و يتم تأمين المتطلبات ميكانيكا للداخل بمناخه المستقل

2)عبر تصميم منافس للمناخ يقاوم المغلف البيئة الخارجية بشكل رئيسي عبر استراتيجيات مثل العزل الحراري .

3) عبر تصميم مستجيب للمناخ يقوم المغلف كمصفي للبيئة الخارجية ويتم تحقيق التوازن عبر إلغاء القوى غير المرغوبة و إدخال القوى المناسبة .

بالنسبة لتعريف هازتينغ للتصميم المستجيب للمناخ تتوضح امكانيات الواجهة كموزع بين البيئة الداخلية والخارجية و هذه الخاصية الوظيفية الوسطية تعتبر أساسا في إدراك مفهوم المبنى المريح أيضا بتمكين القاطنين بالتدخل في التحكم المناخي الداخلي بحسب راحتهم .

و في الحقيقة فإن تأمين الراحة بشكل متناغم مع ديناميكية البيئة الخارجية يناسب حاجات الإنسان المتنوعة [Klien 2013] .[1]

4.2.2. الإنشاء المتكامل (Integral) و الإنشاء ذو الوحدات (Modular) :

عرف كارل أولريتش [Ulrich , 1993] المنتج المعماري بأنه نموذج يكون فيه أداء المنتج محددا بأداء عناصره ويتضمن توضيحا للعناصر المعمارية والعلاقات بينها و يطرح نظرية بان الطريقة التي تتوضع فيها العناصر تكون لها الإسهام الأكبر على أداء الواجهات .

تصنف الواجهات بإعتبارها منتجا معمارية من خلال أنماط إنشائها كالتالي

1) متكاملة Integral

2) ذات وحدات Modular

حيث أن الخاصية المميزة للإنشاء المتكامل بأن العناصر مرتبطة ببعض فعند الرغبة بتعديل أحد العناصر يجب تعديل العناصر الأخرى المرتبطة به . و على النقيض في الإنشاء ذي الوحدات تكون وظائف الوحدات مستقلة ويمكن أن يتم تعديلها كل على حدى [Loonen 2009] .[1]

1 Tillmann Klein , Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department , 2013 .

1 Looman, R.H.J., Van den Dobbelsteen, A.A.J.F. and Cauberg, J.J.M. (2009) Climate responsive design matching supply of renewable energy sources and energy demand patterns in dwellings for improved comfort in proceedings of SASBE2009 conference, Delft.

5.2.2. مفهوم المبنى المدمج Integrated Building Concepts

هي حلول تصميمية لتحقيق عناصر مبنى مستجيبة و دمجها مع أنظمة الطاقة ضمن نظام واحد للوصول إلى حالة أداء بيئي مثالي فيما يتعلق بمعايير الأداء التالية :

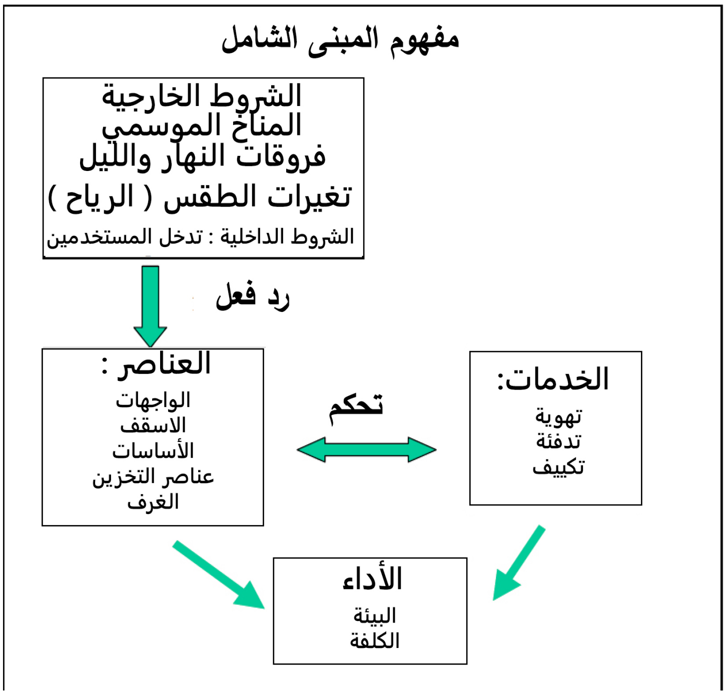
1) أداء الطاقة energy performance

2) استهلاك الموارد resource consumption

3) الحمولات البيئية ecological loadings

4) جودة البيئة الداخلية indoor environmental quality

و هذه الحلول يجب أن تحقق توازن مناسب بين الشروط الداخلية المثالية و الأداء البيئي عبر الاستجابة المتحكم بها بشكل كلي للتغيرات في الشروط الخارجية و الداخلية و أيضا لتدخلات المستخدمين و القاطنين في المبنى و يتم ذلك عبر تضمين مقاربة الثلاث خطوات (Trias Energetica) متضمنة الدمج بين العوامل الإنسانية و الاعتبارات المعمارية [IEA 2008] [1] .



شكل رقم : (41)

مفهوم المبنى المدمج (IEA , 2008) (ترجمة الباحث)

1 International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Asschehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University Department of Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .

.6.2.2 أنظمة العزل الديناميكي Dynamic Insulation Systems

يجمع مفهوم العزل الديناميكي العزل التقليدي و خصائص التبادل الحراري للمغلف الخارجي للمبنى في سبيل تحقيق تدفئة مسبقة للهواء الداخل للمبنى .

يعتبر العزل الديناميكي كأحد الأساليب المتبعة لتقليل الفقد الحراري عبر مغلف المبنى بينما يحقق جودة هواء داخلي أفضل .

أحد التقنيات الواعدة المتوفرة حاليا تسمى الجدار المتنفس Breathing wall حيث يقوم هذا الجدار بالسماح بالانتقال الهوائي عبر طبقة العازل النفوذة للهواء ويمكن لهذا النظام أن يقوم بوظيفة مبادل حراري ويتألف من طبقتين رئيسيتين :

- المغلف الخارجي ويمكن تشكيله من عنصر بيتوني مسبق الصنع أو صفيحة معدنية والذي يمكن عبره تقديم الهواء من الأعلى أو الأسفل

- طبقة العازل الديناميكي والتي يمكن أن تتألف من طبقة أو عدة طبقات من المواد القابلة للتنفس (نفوذة للهواء) انتقال الهواء عبر هذه الطبقات يمكن ضمانه باستخدام وسائل تهوية ميكانيكية وتظهر الأنظمة التي تستخدم الوسائل الطبيعية أداء مشجع أيضا [IEA 2008] [1] .

1 International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Ascchehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University Department of Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .

7.2.2. المواد متغيرة الطور Phase change Materials - PCM

هي مواد تعتمد على الروابط الكيميائية لتخزين الحرارة بشكل كامن ومن ثم إطلاق الحرارة حيث يحدث انتقال الطاقة الحرارية عندما تتغير المادة من الحالة الصلبة للحالة السائلة أو بالعكس ويطلق على هذه العملية التغير في الحالة أو الطور [IEA 2015] [1]

و تتميز هذه المواد تتغير خصائصها و حالتها الفيزيائية تحت ظروف الضغط الجوي النظامي وضمن نطاق درجات حرارة قريبة من درجة حرارة الوسط المحيط ضمن درجات حرارة للانصهار من 20-50 درجة سيليسيوس

المبدأ الأساسي هو استغلال خاصية تراكم الحرارة ضمن هذه المواد للوصول إلى درجات حرارة قريبة من عتبة الانصهار الخاصة بهذه المواد و طالما أن تغير الطور لهذه المواد جار يتم تخزين الحرارة و إطلاقها دون أن يتم الشعور بها من قبل الإنسان .

هذه الخاصية يمكن الاستفادة منها كأحد وسائل زيادة السعة الحرارية للأجزاء المبنى و بالتالي المساهمة في تقليل حمولات التبريد والتدفئة دون زيادة الوزن بشكل كبير .

يسمح تضمين مواد متغيرة الطور في إنشاء وإكساء المبنى بالتحكم بشكل أفضل بالانتقالات الحرارية و يزيد من إمكانيات الاستفادة من الطاقة الشمسية [IEA 2008] [2] .

تعمل إضافة مواد متغيرة الطور إلى مواد البناء، مثل الإسمنت (cement) أو الجبس (Gipson) على زيادة السعة الحرارية لهذه المواد وزيادة طاقة الخزن مما يساعد على تقليل التدفق الحراري إلى داخل الأبنية. غير أن وجود هذه المواد وبشكل مباشر مع مواد البناء سوف يكون مسببا لمشكلتين لا يمكن تجاوزهما، الأولى هي تقليل كفاءة مواد البناء، والثانية التسرب الذي سوف يحصل لها وهي في حالتها السائلة من خلال التشققات الموجودة في مواد البناء.

لهذه الأسباب تركز جهد الباحثين في كيفية تغليف هذه المواد متغيرة الطور (PCM) على شكل كبسولات وبحجوم مايكروية بوساطة مواد غير ذائبة بالماء ولا تتفاعل مع مواد البناء وذات خواص ميكانيكية وحرارية مناسبة [H.S.mohammed et al 2012] [3].

---

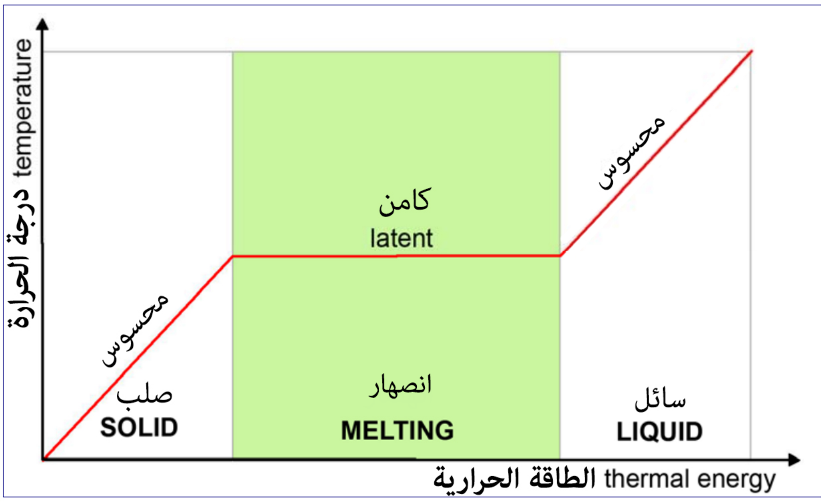
1 International Energy Agency , Designing with Responsive Building Elements . Annex 44 publications . Annex 44 publications 2015 . Nethrland .

2 International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Ascchehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University Department of Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .

3 H.S.mohammed & S.M.Abbas & S.S.Mohammed . 2012. A New Method For Preparation of Microencapsulated Phase Change Materials (PCMs) For Low Coast Energy in Cooling of Building . Department of Chemistry ,University of Baghdad .

يعتمد اختيار مواد متغيرة الطور (PCM) على بعض المواصفات المهمة، مثل امتلاكها لحرارة انصهار وكثافة عاليتين و عدم مع مواد البناء المستعملة معها و أن تكون غير قابلة للاحتراق مع الأخذ بنظر الاعتبار تكلفة هذه المواد.

اعتمادا على هذه المواصفات تعد الأحماض الدهنية (Fatty acids) والبولي اثلين كلايكول (Polyethylene glycol) والشمع (wax) والاملاح المتميئة (hydrated salts) من اهم المواد المستعملة في لهذا الغرض. بالرغم من أن الأملاح المتميئة هي الأقل كلفة من بين المواد متغيرة الطور وأكثرها سعة حرارية إلا أنها تمتلك درجة انصهار واطئة مثل (Gluber salt)($Na_2SO_4.H_2O$) درجة حرارة انصهاره (32°م) ،والحرارة الناتجة عن انصهاره تقدر ب (254 كيلو جول/كغم). أما شمع البارافين (paraffin wax) فأن درجة حرارة انصهاره بحدود (52°م) وحرارة انصهاره (212 كيلو جول/كغم) [2]، لذلك فأن الشمع هو الأكثر ملائمة في أختياره كمادة متغيرة الطور(PCM) يمكن استعمالها مع مواد البناء في أجواء مناخية مشابهة لأجواء مدينة دمشق .



شكل رقم : (42)1

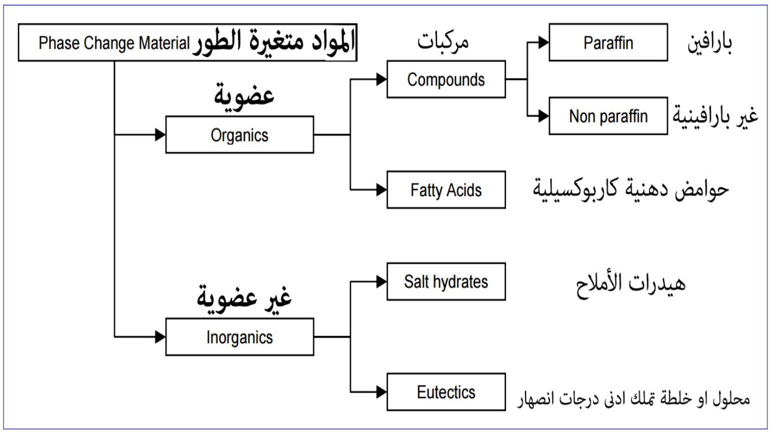
مخطط يوضح علاقة الطاقة الحرارية بدرجة الحرارة للمواد متغيرة الطور

من ميزات استخدام المواد المتغيرة الطور في المباني مقارنة بالمواد التقليدية هو سعتها التخزينية الكبيرة لنفس الكتلة والحجم [IEA 2015] [1]

عندما تكون درجة الحرارة أعلى من نقطة الذوبان تكون المواد متغيرة الطور في الحالة السائلة و عندما تكون درجة الحرارة أقل من نقطة الذوبان تعود المواد للحالة الصلبة .

1 International Energy Agency , Designing with Responsive Building Elements . Annex 44 publications . Annex 44 publications 2015 . Nethrland .

الفائدة من استخدام المواد متغيرة الطور مقارنة بالمواد التقليدية هو سعتها الحرارية الكبيرة مقارنة بمواد أخرى من نفس الوزن والحجم و أيضا سعتها الحرارية المتغيرة مما يسمح لمواد البناء المتضمنة مواد متغيرة الطور من امتلاك القدرة الديناميكية لرد الفعل المستجيب لمتغيرات البيئة الخارجية



شكل رقم : (43) المصدر

تصنيف المواد متغيرة الطور Phase changing materials vPCM

تصنف المواد المتغيرة الطور ضمن فئتين كما هو موضح بالشكل السابق :

1) مواد عضوية Organic material و تتضمن مواد بارافينية و غير برافينية

2) مواد غير عضوية Inorgnic material

المواد العضوية تناسب الاستخدام في مواد البناء نظرا لعدد من الخواص مقارنة مع المواد غيرالعضوية ومن هذه الخواص قدرتها على الذوبان بشكل متناسق و أنسبيتها خاصة لمواد البناء المستخدمة حاليا [IEA 2015] [1].

خصائص المواد المتغيرة الطور حراريا :

◄ عتبة الذوبان هي ضمن درجة التشغيل المرغوبة

◄ الحرارة الكامنة عالية بالنسبة لوحدة الحجم وبالتالي فإن حجم المستوعب لهذه المواد لإطلاق كمية معينة من الطاقة سيكون صغيرا

◄ الناقلية الحرارية لحالتي هذه المواد الصلبة والسائلة تسهم في تعزيز مراحل التخزين وإطلاق الحرارة

◄ تغيرها الصغير في الحجم والغازات التي تطلقها قليلة الضغط مما يساعد على احتوائها في وحدات .

1 International Energy Agency , Designing with Responsive Building Elements . Annex 44 publications . Annex 44 publications 2015 . Nethrland .

الخصائص الكيميائية للمواد متغيرة الطور :

◄ دورة التجمد والانصهار كاملة

◄ لا يحدث تناقص في كمية المواد بعد عدة دورات تجمد وانصهار

◄ لا تحدث تآكل في مواد البناء الأخرى

◄ غير سامة و فير قابلة للإحتراق وغير متفجرة و تحقق عوامل السلامة

3.2. تعريف الواجهات العالية التقنية

تعرف الواجهات العالية التقنية بأنها الوجهات التي تصمم وفق أسلوب يعتمد على المعرفة العلمية الحديثة لتحقيق الأهداف وخاصة عبر التطبيقات الصناعية و تحدد الأهداف للواجهات من خلال وظيفة الواجهة ومعايير الأداء المطلوب تحقيقها للفراغات الداخلية عبر مغلف المبنى .

4.2. خصائص الواجهات العالية التقنية

انتشرت العديد من التعابير والمصطلحات الحديثة التي تصف الواجهات االعالية التقنية ولذلك لابد من تحديد هذه الخصائص التي يجب أن تتمتع بها الواجهات بشكل جزئي أو كلي لتحقيق التقانة العالية ويمكن لهذه الخصائص ان تتداخل و تتشارك فيما بينها لتحقق مفهوم الواجهة العالية التقنية و هي كالتالي :

1) التحكم Controllability

2) الديناميكية Dynamic

3) الميكانيكية Mechanic

4) المرونة Flexibilty

5) الحركية Kinetic

6) التكيف Adapitivity

7) تعدد الوظائف Mulit-function

8) التفعيل Activation

9) التدميج والتكامل Integration

10) الذكاء Intelligent

11) التفاعل Interactive

12) الاستجابة Responsive

13) قابلية التطور Evolvability

1.4.2. التحكم Controllability

إن إضافة خصائص للواجهات لتساعدها على التحكم بالبيئة الداخلية كان يقوم في السابق على تحديد شروط خارجية ثابتة منها زاوية الشمس الأعظمية في فصل الصيف والشتاء أو اعتبار درجة حرارة خارجية ثابتة لتطبيق العزل الحراري وحتى في مجال تطبيق التقنيات العالية لايمكن تحقيق فعالية كاملة في أداء الواجهات دون التحكم بالواجهات آنيا حيث يجب أن تستجيب الواجهات للظروف المتغيرة بطريقة متغيرة متحكم بها [Loonen 2010] [1].

تقوم الواجهات بالتحكم بالشروط الفيزيائية المحيطة التي تؤثر على البيئة الداخلية لتحقيق حماية القاطنين في المبنى ضد القوى الخارجية و بالنظر للشروط الفيزيائية المحيطة التي تؤثر على الواجهات المذكورة سابقا يتم وضع قائمة بالقوى الخارجية و الطرق الحالية التي يتم عبرها التحكم [Straube 2008] [2]:

1) الرياح - يتم التحكم بها بمساراتها عبر شكل الهيكل و مقاومته
2) المطر - يتحكم به عن طريق العزل المائي و الغوالق و الحواجب المطرية
3) الضوء - عن طريق التظليل و الأغلفة
4) الدفق الحراري - عن طريق العزل الحراري
5) الحريق - عن طريق تضمين طبقات مقاومة للحريق
6) الدخان - عن طريق تضمين طبقات مقاومة للحرارة و عوازل هوائية
7) بخار المياه - عبر تضمين طبقات نفوذة مقاومة للبخار
8) - حمولات الصيانة - عبر تضمين وسائل وصول و مسارات مستمرة ذات مقاومة إنشائية
9) الحياة الطبيعية الخارجية - يتم التحكم بها عن طريق شباك للطيور و حواجز الحشرات و غيرها
10) الأجسام التي تنقلها الرياح - تتم عبر حماية الفتحات
11) الثلوج - يتحكم بها عن طريق تمييل السطوح و معالجة الحواف
12) البرد - عبر طبقات مقاومة متحكم
13) الزلازل - يتحكم بها عبر الليونة والمفاصل المتحركة
14) الفيضانات - يتحكم بها عبر فتحات خاصة
15) المواد الكيميائية المنقولة بالهواء أو الأمطار - يتم عبر اختيار مواد بناء المعرضة للعوامل الخارجية
16) تجمع الغبار - عبر تمييل السطوح أو تحقيق سطوح ملساء
17) الضجيج والاهتزازات - إضافة طبقات وسطية مقللة للاهتزازات

1 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010 .
2 John Straube, Building Science Digests BSD-018: The Building Enclosure Created: 2006/08/01 online publication at http://www.buildingscience.com/documents

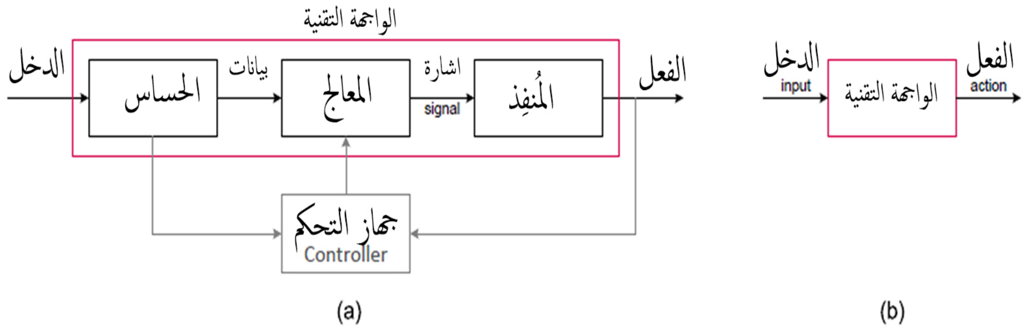
18) الانفجارات - عبر تحقيق متانة إنشائية

19) السرقة - عبر تضمين المصاريع و تجهيزات خاصة بالفتحات

20) التشقق والاهتراء - تتضمن عمليات الصيانة والفحص

و بتحقيق تحكم أفضل عبر وسائل تكنولوجية أعلى يتم نقل هذه الخاصية لمستويات أعلى .

بالإضافة لما سبق فإن أنظمة المبنى (تكييف و تدفئة مثلا) تؤثر على البيئة الداخلية و الخارجية و يجب أن تتفاعل مع الواجهة لحل المشاكل التي تسببها أو تتأثر بها منظومة المبنى و خدماته ككل والتي قد تكون عاملا مؤثرا أو متأثر بها و ذلك ضمن أفضل طريقة ممكنة .



شكل رقم : (44) المصدر (Loonen 2010)

شكل يوضح نظامي التحكم بالواجهات a) الحلقة المغلقة b) الحلقة المفتوحة

يوجد نوعين من مفاهيم التحكم وأنماطه يمكن تمييزها (شكل رقم 44) و هي :

1) الحلقة المغلقة Closed loop

2) الحلقة المفتوحة Open loop

وكما تظهر الفقرات التالية فإن التمييز بين النمطين قائم على أن كلا النمطين يمكن أن يعملا بشكل آلي ولكن النمط الأول فقط يمكن برمجته حاسوبيا بشكل مسبق .

1.1.4.2. أنماط التحكم العالي التقنية

1.1.1.4.2. الحلقة المغلقة

يتألف هذا النظام من ثلاث عناصر أساسية هي [Teuffel 2004] [1]:

1) الحساسات 2) المعالجات 3) عناصر التنفيذ .

وكما يظهر الشكل (44) يلاحظ وجود عنصر رابع وهو جهاز التحكم والذي قد يكون موجودا أو لا ضمن أداء الواجهة العالية التقنية .

<u>يعرف الحساس</u> بأنه عنصر تقني يمكنه تسجيل حالة فيزيائية أو كيميائية للشروط المناخية الخارجية (مثال : الحرارة , الرطوبة , الضغط , الصوت , السطوح , التسارع) .

هذه القيم تسجل و تحول إلى مقادير (اشارات كهربائية أو بيانات رقمية) يمكن للمعالج الحاسوبي تفسيرها و على هذا الأساس يمكن تصنيف الحساسات بشكل نمطي تبعا للمحفزات التي يمكنها رصدها .

<u>المعالج</u> هو العنصر الذي يجمع هذه الاشارات أو البيانات القادمة من الحساسات المختلفة و باستخدام قدرته على المعالجة وينتج عنه اشارات تحكم يتم ايصالها للمتحكمات الفاعلة المنفذة .

العنصر الثالث وهو **<u>المنفذات</u>** وهي عبارة عن أجهزة تحول المدخلات القادمة من المعالج إلى فعل ميكانيكي أو كيميائي أو فيزيائي [Addington and Schodek 2005] [2] .

في الواجهات العالية التقنية يمكن لهذا الفعل أن يتحول لفعل ميكانيكي على المستوى الجزئي أو الجزيئي. ويمكن استخدام خاصية التحكم والآلية لتحقيق فعال متكيف يدفع العناصر الميكانيكية المنفذة للفعل ضمن عدد من الوسائل منها :

1) الفعل المغناطيسي Magnetic switches
2) المكابس الهوائية Penumatic pistons
3) الخلطات المختزنة للشكل الأساسي Shape memory Alloys
4) أجهزة بيزو الكهربائية Piezo-Electric Devices
5) الأسطوانات الهيدروليكية Hydraulic cylinders
6) المحركات الكهربائية Electromotors

مايميز التحكم بنمط الحلقة المغلقة في الواجهات العالية التقنية هي القدرة على الاستفادة من ميزة التغذية الاسترجاعية Feedback والتي تشير إلى أن الأثر الناجم عن الاعدادات الحالية لنظام الواجهة يمكن مقارنته مع الأثر المرغوب تحقيقه من أداء الواجهة و عند الحاجة يمكن تعديل تصرف مغلف المبنى بشكل

---

1 Teuffel, P. (2004). Entwerfen Adaptiver Strukturen. PhD thesis, Universität Stuttgart, Stuttgart, Germany.

2 Addington, M. and Schodek, D. (2005). Smart materials and new technologies: for the architecture and design professions. Amsterdam: Elsevier.

فاعل وعلى هذا الأساس يمكن تحقيق تصرف متكيف مع البيئة المحيطة لمغلف المبنى على مستويين هما :

1) **موزع** بشكل جزئي عبر تضمين معالجات موضعية ضمن أجزاء الواجهة

2) **مركزي** متحكم به عبر وحدة تحكم و مراقبة مركزية يمكن ربطها مع نظام ادارة المبنى الكلي أو ربطها بشكل متفاعل مع القاطنين ضمن المبنى .

على الرغم من ان النظام المغلق يمكن ان يكون حاسما لتحقيق عمليات ناجحة لمغلف المبنى فإن النمط الثاني وهو الحلقة المفتوحة يعتبر أكثر رقيا و تعقيدا من سابقه ولكنه أيضا يقدم فوائد أكبر [Loonen 2010] [1] .

وفي السنوات الأخيرة تم تطوير العديد من استراتيجيات التحكم (تعرف أيضا بالتحكم الذكي [2]) للتحكم بنظام المبنى البيئي [Dounis and Caraiscos 2009] [3] .

و كأمثلة للأنظمة التحكم الذكي يعدد ما يلي :

1) الأنظمة متعددة الوكيل Multi agent systems

2) المتحكمات المتنبئة Predictice controllers

3) تعزيز التعلم Reinforcement Learning

ويمكن استغلال هذه الأنظمة للسيطرة على السلوك التكيفي للواجهات العالية التقنية و يذكر مفهوم الكابينة القائم على نموذج السيطرة التنبوئية (Model based predictive control) بسبب قدرتها على التفكير في المستقبل حيث يمكن حينها وضع استراتيجيات ذكية للتحكم بدلا من الاستجابة باندفاع في الوقت الحقيقي للاضطرابات التي تحدث .

2.1.1.4.2. الحلقة المفتوحة

يمتلك هذه النظام خاصية التكيف والتي تعتبر ميزة جوهرية فيه وخصوصا للأنظمة الثانوية الجزئية التي تشكل مغلف المبنى حيث يحفز رد الفعل التكيفي لها عبر محفزات بيئية محيطة مما يجعل الواجهة قابلة للتعديل الذاتي . هذا التحكم الألي يسمى (التحكم المباشرأو الفوري) [Fox and yeh 1999] [4] . لأن رد الفعل على المتغيرات البيئية يتحول فورا لعمليات تحدث دون أن تأخذ أوامر من الخارج و يتألف هذا النظام من عنصرين أساسين هما : الحساسات وعناصر التنفيذ [Loonen 2010] [5].

1 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010 .

2 انظر فقرة الذكاء

3 Dounis, A. and Caraiscos, C. (2009). Advanced control systems engineering for energy and comfort management in a building environment – A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13(6- 7):1246–1261.

4 Fox, M. and Yeh, B. (1999). Intelligent kinetic systems in architecture. In Proceedings of Managing Interactions in Smart Environments (MANSE), London, UK.

5 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010 .

ويكون التحكم بالواجهات عبر هذا المفهوم قابلا للتنبوء به و عكسه و تكراره مما يجعله نظاما ناجحا موثوقا به .

يوجد ميزات اضافية لهذا النظام منها :

1) يمكنه تعديل المناخ الداخلي آنيا

2) هذا النظام دقيق حيث تعتبر التقنية العالية هي أحد العناصر اللازمة له و هذا يحدد عدد العناصر المستخدمة نظرا لأنه ليس متصلا بمعالج مركزي و لا يحتاج لتمديدات حيث أن كل عنصر من عناصر الواجهة يعمل كنظام منفصل .

سلبيات النظام :

1) السلبية الرئيسة لهذا النظام هي حقيقة أنه يمكنه ان يستجيب للمتغيرات التي يتوقعها المصمم خلال عملية التصميم فقط .

يتم تصميم النظام المفتوح عبر تصميم مواصفات المواد أو متغيرات النظام لتشمل مدى معين بدلا من القيم الثابتة (مثلا تحديد مدى واسع لحركة الكاسرات الشمسية بدلا من تحديدها بثلاث وضعيات) و حالما يتغير معطى خارجي غير محتوى ضمن تنبؤات فريق التصميم لا يمكن حينها ضمان الأداء المطلوب .

2) بعد تصميم النظام لا يمكن للأفراد القاطنين التحكم بشكل يدوي به .

2.1.4.2. استراتيجة التحكم

من أجل تحقيق تحكم عالي الكفاءة يجب على نظام التحكم أن يدير الظروف الخارجية المتغيرة ولتحقيق تطبيق ناجح يجب ان تتكامل كل الاجهزة وتتناغم ضمن نظام تحكم مدمج وعلى هذا لأساس يجب تحقيق المعايير التالية بحسب هاريس [Poirazis 2006] [1] :

1) القاطنين يجب ان يتمكنو من التأثير على كل شيء حتى وإن كان تدخلهم يؤثر على أداء المبنى [Passen 1995] [2]

2) لهدف الحفاظ على الطاقة يجب على النظام الاستفادة القصوى من الظروف الخارجية قبل الانتقال للأنظمة التكييف والتدفئة الميكانيكية .

3) كل أنظمة التحكم يجب أن تركز على تحقيق الراحة ضمن أقل استهلاك للطاقة

4) عندما يكون المبنى غير مشغول يجب على النظام التركيز فقط على توفير الطاقة وفي فترة الاشغال

1 Harris Poirazis and Department of Architecture and Built Environment, Division of Energy and Building Design.Double Skin Facade. A report of IEA SHC Task 34 ECBCS Annex 43, Lund University, Lund Institute of Technology, Lund 2006. Sweden .

2 van Paassen, A.H.C., & Stec, W. (2001). Controlled Double Facades and HVAC. 7th world congress Clima 2000/ Napoli 2001, September 15-18 (CD-ROM). Indoor environment technology: towards a global approach (Napels), REHVA, Brussels, 2001, p. 1-15

يجب التركيز على الراحة إضافة لتوفير الطاقة .

و يجب على نظام التحكم تحقيق المهام الرئيسة التالية :

1) الحفاظ على درجة الحرارة ضمن المبنى

2) تأمين تهوية كافية للمبنى

3) ضمان مستوى إنارة طبيعية كافية داخل المبنى

3.1.4.2. متطلبات خاصية التحكم :

إن العصب الأساسي في خاصية التحكيم هو نظام التحكم في المبنى هو الحاسوب و نظام التحكم المرتبط به و في حال كون الحكم مركزي فيجب عندها على المصمم والمنفذ تأمين فراغ لغرفة الخادم (الحاسوب المركزي) و تذكر فيما يلي المعايير والمواصفات الأساسية لإنشاء غرفة السيرفر لضمان عمل النظام وهي كالتالي [hadid 2002] [1] :

لمعايير التالية تخص تصميم وتنفيذ غرفة سيرفر صغيرة إلى متوسطة الحجم.

إتباع هذه المعايير يساعد في إستمرار عمل السيرفرات ضمن ظروف العمل الطبيعية ، بالإضافة إلى حمايتها من الظروف غير الطبيعية (إنقطاع التيار).

أولا : المواصفات العامة للغرفة.

· يجب ان تكون جميع حوائط وسقف وأرضية الغرفة من مواد عازلة للصوت.

· أبواب الغرفة ، تكون بعرض106 سم الى120 سم.

* يجب ألا تحتوي الغرفة على نوافذ

ثانيا :

· الحد الأقصى للكثافة الكهربائية للتجهيزات داخل الغرفة لايجب أن تتعدى900 وات للمتر المربع الواحد تقريبا (300 وات للقدم المربع) .

· يجب أن يتم تأريض (grounding) الراكات بشكل جيد.

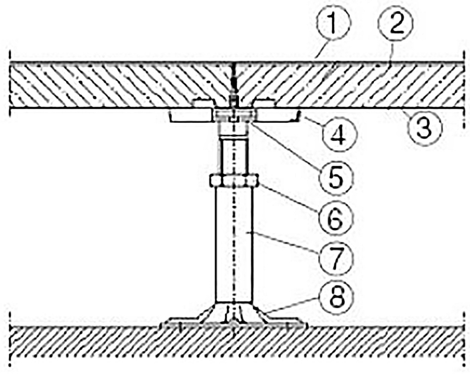
· يجب ان تحصل الراكات على مساحات فارغة كافية حولها عن الحوائط على ألا تقل عن120 سم من الامام و90 سم من الخلف.

· إرتفاع سقف الغرفة يجب ألا يقل عن ثلاثة أمتار.

· يفضل وجود هاتف واحد على الأقل بالغرفة.

ثالثا :التبريد:

1 Islam mhd abo al-hadid , Network Administrator Assistant , http://www.bayt.com/ar/specialties



1. تغطية الأرضية
2. ألواح الأرضية
3. انهاء من الفولاذ أو الالمنيوم لوجه الألواح السفلي
4. صفيحة معدنية مع انهاء مطاطي مشكلة تجمع زوايا الالواح
5. رأس القاعدة
6. الحلقة السداسية
7. أنبوب
8. قاعدة الأنبوب مرتكزة على الأرض

القواعد متصلة ببعض بوصلات افقية لتأمين الأستقرار و يتم تأريضها لمنع تشكل الكهرباء الساكنة ويتم فتح عدد معين من البلاطات و تأمين تبريد مركزي تحت الأرض المستعارة

http://www.vitianaccessfloors.com/images/p/tfb16.jpg

شكل رقم : (45)1 المصدر http://www.vitianaccessfloors.com/images/p

تفصيلة مقطع في الأرضية المستعارة المستخدمة في غرف التحكم المركزي في الأبنية حيث يستفاد من الفراغ المتشكل تحتها للعزل و تمديد الكبلات و التبريد

· يفضل نظام توزيع التبريد ان يكون أرضي

· أي نظام تكييف يجب أن يعتمد على الفريون

· يجب التحكم في درجة الحرارة والرطوبة داخل الغرفة بمكيفات ،تكون منفصلة عن نظام التبريد الرئيسي للمبنى..

· يجب تنظيم الراكات بحيث تحصل على التبريد الكافي فيما بينها.

· درجة حرارة الغرفة22 درجة مئوية 2-+ درجة.

· درجة الرطوبة بالغرفة 45% +- 5%

· يجب ان لا تقل المسافة بين المكيف والراكات عن120 سم ... تفاديا لأخطار تسرب المياه المحتملة، بالإضافة لإمكانيه عمل صيانة للمكيفات دون الحاجة لتحيرك الراكات.

رابعا التخطيط للمستقبل.

· تصميم الغرفة يجب أن يتضمن تخطيط مناسب لتصريف مكثف (الماء المتكثف) وحدة التبريد سواء عن طريق الجاذبية الأرضية «أنبوب» أو عن طريق مضخة.

· لضمان التبريد الكافي ،يجب الأخذ في الإعتبار تركيب –إن أمكن- وحدة تبريد إحتياطية إضافية بمعنى زيادة عدد المكيفات بالتصميم عن العدد المطلوب بوحدة تكييف إحتياطية.

· يجب الأخذ في الإعتبار في التصميم التوسعات المستقبلية وملائمتها مع مواصفات النظام الكهربائي.

· خلال مرحلتي التصميم والتشغيل يجب على المسؤلين حساب العزل الحراري للغرفة وهي تعمل في الظروف الإعتيادية من الحمل الحراري وحجم الهواء ، وذلك من أجل التخطيط الوقت المسموح به بين تعطل أنظمة التبريد (سواء تعطل كلي أو جزئي) ، ومتى تصل الغرفة إلى إلى الحد الأقصى لدرجة الحرارة «تحديد الوقت التي يمكن أن تعمل الغرفة فيه بدون تبريد قبل أن تصل درجة الحرارة للحد الأقصى المسموح به».

· ربما يفضل المسؤلين تركيب برامج وأجهزة آلية لإغلاق الأنظمة بناء على عدة عوامل داخل الغرفة (مثلا إنذار الحرارة ، إنذار الحريق ، مجسات المياه).

خامسا النظام الكهربائي

· يجب ان يكون للغرفة دائرة كهربائية ولوحة تحكم منفصلين يختصان بجحتشغيل الخوادم والمكيفات.

· يفضل عدم وجود أجهزة توليد الطاقة عند إنقطاع التيار «UPS» وأجهزة تثبيت التيار داخل غرفة السيرفر، وذلك لأنها تولد الكثير من الحرارة.

· يفضل وجود وحدة توزيع الطاقة A Power Distribution Unit (PDU) layout مع وحدات مراقبة الطاقة power monitoring and UPS لكل راك على حدة..

سادسا التخطيط للطوارئ

· يجب أن لا ترتبط أجهزة الطاقة الإحتياطية بنظام المبنى ، بل تعتمد الغرفة على أجهزة منفصلة.

· يجب أن تكون إمكانية الوصول للوحة التحكم بالطاقة الخاصة بغرفة السيرفر سهلة الوصول اليها –من قبل المسئولين عن الغرفة- في حالة الطوارئ والحاجة لفصل التيار.

سابعا الإنذار

· الخلاصة يفضل توفير أجهزة إنذار... (المكيفات – مجسات للمياه - الحرائق) ... يفضل أن يعطى الإنذار لكل من إدارة القسم (IT DEP) وإدارة المبنى.

ثامنا الأمن

· يجب تامين جميع مداخل غرفة السيرفر جيدا ، مع الإنذار عند الإقتراب منها.

2.4.2. الديناميكية Dynamic

تعرف الواجهات الديناميكية بأنها الواجهات المتضمنة عناصر متحركة وهذه العناصر يمكن التحكم بها على مستويات مختلفة .

حاليا تمتلك الوجهات الحديثة أثرا جديد : حيث أنها أصبحت الوسيط بين النطاق العام والداخلي الخاص مع إمكانياتها الحديثة في تحقيق التواصل بين النطاقين و يتم تطوير الواجهات الديناميكية من منطلق الرغبة في توفير استهلاك الطاقة [1][Englhardt 2012]

تظهر أهمية الأنظمة الديناميكية مقابل الأنظمة اليدوية و الأنظمة ذات الوضعيات المحدودة (مثلا مفتوح و نصف مفتوح و مغلق ..) في كونها تشمل مجال تكيف و حركة أوسع و ذو مدى أكبر و كونها تستجيب لتغيرات الآنية بسرعة أكبر مقارنة بالأنظمة التقليدية .

و ظهرت الواجهة الديناميكية بشكل واضح في صالة العرض لشركة كيفر التقنية المعروفة بمنتجاتها ذات التقنية العالية وخاصة في مجال المستشفيات (شكل رقم 1) .

شكل رقم : (46)1 المصدر www.giselbrecht.at

شكل يوضح الواجهة الديناميكية للمعماري Ernst Giselbrecht + Partner ZT GmbH

فمثلا إن أجهزة التظليل(الكاسرات الشمسية مثلا) يمكن أن ترتبط بنظام تحكم مركزي يقوم برصد موقع الشمس و يحرك عناصر التظليل لتأمين حماية داخلية من الوهج بشكل مستمر . والكاسرات الأوتوماتيكية يمكن أن تستجيب لمستويات الإنارة الطبيعية و زاوية الشمس و يمكن تدويرها بشكل تبعي لتقليل الوهج وتحقيق استمرارية في تأمين الإنارة الطبيعية .

1 Prof. Dr. Oliver Englhardt , advanced building skins International Conference on Building Envelope Design and Technology . Institute of Building Construction Graz University of Technology, Austria Page.233

هذه الأنظمة مفيدة بشكل محدد عندما يتم الأخذ بعين الاعتبار أن زاويا الشمس تختلف ليس فقط خلال اليوم بل عبر الفصول و السنة . مثلا فإن التظليل الديناميكي أظهر أنه يمكن تخفيف استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 30 % في مباني الإمارات العربية المتحدة [Hammad and abu-Hijleh 2010] [1] الواجهة الديناميكية أيضا تمتد لتصبح حاصدة للطاقة حيث يتم جعل عناصر الواجهة الحرارية والكهربائية التي تجمع الطاقة تتحرك بشكل ديناميكي والتي ترصد مسار الشمس لتحقيق مردود أكبر .

تعزز الهدف مفهوم ديناميكية الواجهات منذ تحول الواجهات من الشكل التقليدي للشكل الذي يعتمد على الشبكات الموديولية و دخول العناصر مسبقة الصنع من ألواح و زجاج بتأثيراتها على البيئة الداخلية ويمكننا أن نفترض أن المباني في المستقبل القريب سوف تكون قادرة على التواصل فيما بينها بشكل مقارب للأنظمة الحالية التي يتم تطويرها من قبل صناعة السيارات و على هذا ستمتلك غرفنا الحضرية عنصرا ديناميكيا يتم اعتباره بأن البعد الرابع المضاف للأبعاد الثلاثة الأساسية وهي الطول والعرض والارتفاع ويضيف قيمة جديدة للغرف التقليدية الحالية [Englhardt 2012][2]

1.2.4.2. أشكال رد الفعل الديناميكي :

عند حدوث أي تغير في البيئة المحيطة للواجهة يجب أن تقوم الواجهة بأحد ردود الأفعال التالية :

1) السماح بالدخول
2) العكس أو الصد
3) التخزين
4) التعديل أو التصفية
5) التوزيع أو التشتيت

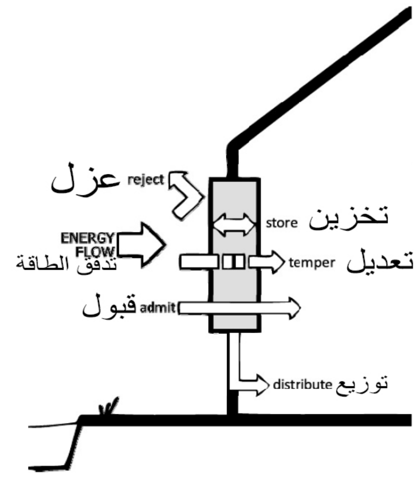


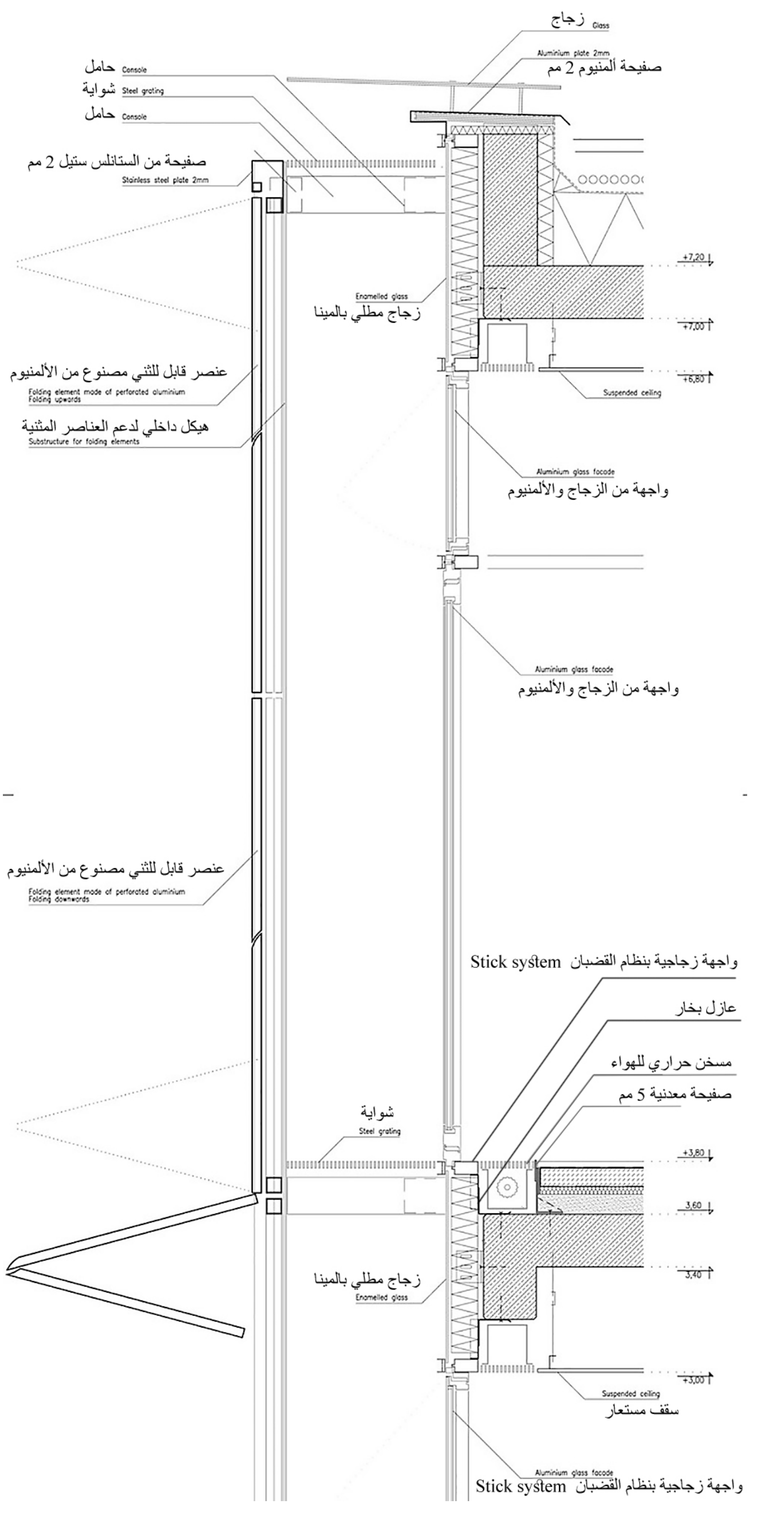
Figure 5.3: The building can interfere with the natural energy flows in different ways.

شكل رقم : (47) المصدر (Englhardt 2012)

شكل يوضحاً أنماط تفاعل المبنى مع تدفق الطاقة الخارجي

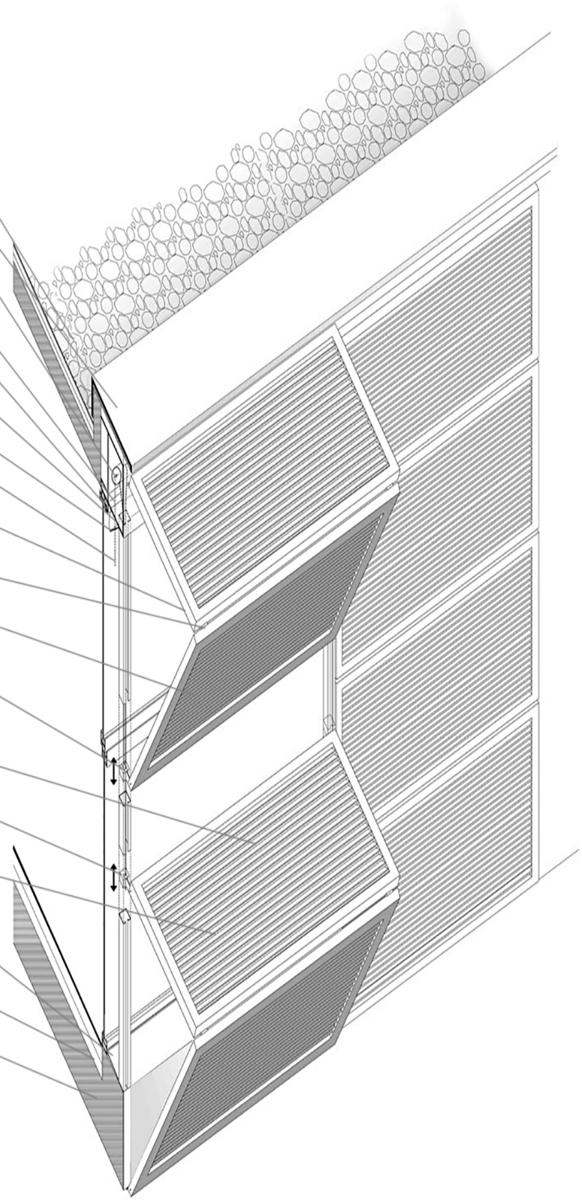
1 Hammad, F. and Abu-Hiljeh, B. (2010). The energy saving potential of using dynamic external louvres in an office building. Energy and Buildings Vol 42 Issue 10 pp.8

2 Prof. Dr. Oliver Englhardt , advanced building skins International Conference on Building Envelope Design and Technology . Institute of Building Construction Graz University of Technology, Austria Page.233



شكل رقم : (48) المصدر Oliver 2012

تفصيلة مقطع في الواجهة الديناميكية المضاعفة Ernst Giselbrecht + Partner ZT GmbH



/https://www.pinterest.com/pin/511721576382133194

شكل رقم : (49) المصدر www.pinterest.com

مقطع منظوري في الواجهة الديناميكية المضاعفة Ernst Giselbrecht + Partner ZT GmbH

3.4.2. الميكانيكية Mechanic

تشابه الخاصية الميكانيكية الخاصية الديناميكية في كونها قابلة للحركة و لكن تتميز عنها بأنها تستخدم أسلوب تحريك يعتمد على عناصر آلية محركة وعلى مبادئ علم الميكانيك في تحقيق حركتها

شكل الواجهة — مقطع في النافذة — تختزن الحرارة في المادة المتغيرة الطور من خلال عملية الذوبان و تغير خصائص المادة و تطرح الحرارة ليلا لداخل المبنى وتعود المادة وتتبلور من جديد

شكل رقم : (50) المصدر Glassx.ch

الزجاج GLass X

يمكن تصنيف الميكانيكية في مغلفات المباني ضمن فئتين بحسب رد الفعل المتكيف إما أن يكون مبني على تغير الخصائص أو التصرف على المستوى الجزيئي Micro أو على المستوى الكلي Macro و مع ملاحظة إمكانية جمع المستويين .

1) المستوى الجزيئي Micro

الميكانيكيات المتكيفة على المستوى الجزيئي يمكن تقسيمها أكثر لمجموعتين بمقاربة أدينغتون وتشوديك [Addington and sckodek 2005] [1] كما يلي :

أ) إذا كان الميكانيكية تؤثر على الطاقة الداخلية للمادة عبر تعديل التركيب الجزيئي للمادة أو البنية المجهرية وذلك يؤدي إلى تغير مواصفات المادة الحرارية أو البصرية أو كليهما .

شكل رقم : (51) المصدر [RPI, Steven Van Dessel]

تضمين الأفلام الرقيقة على المستوى الجزيئي يجعل الزجاج قادرا على توليد الطاقة الكهربائية دون تغيير في شفافية الزجاج

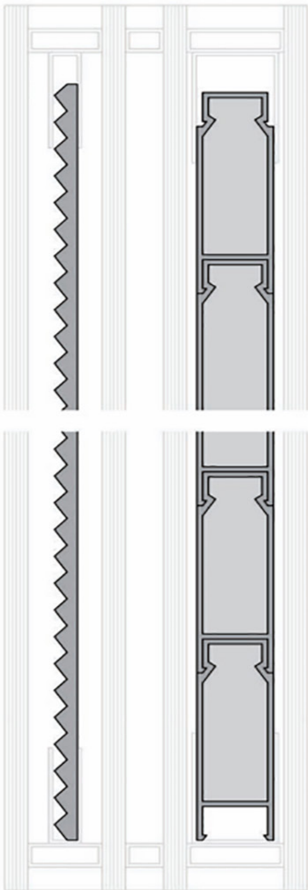
1 Addington, M. and Schodek, D. (2005). Smart materials and new technologies: for the architecture and design professions. Amsterdam: Elsevier.

GLASSX
Storage Heating Cooling

GLASSX®crystal - technical data

زجاج حراري للحماية	الزجاج 1 (الخارجي)
فراغ بلوح موشوري ومملوء بالغاز	الفراغ 1 بين الألواح
زجاج حراري للحماية منخفض الطاقة	الزجاج 2
فراغ مملوء بالغاز	الفراغ 2 بين الألواح
زجاج حراري للحماية منخفض الطاقة	الزجاج 3
فراغ بين الألواح يوجد فيه صفائح من مادة متغيرة الطور	الفراغ 3 بين الألواح
زجاج حراري للحماية مطلي بطلاء سيراميكي	الزجاج 4 (الداخلي)

Element thickness	79 mm	سماكة العنصر
Thickness tolerance	-1/+4 mm	عتبة التسامح بالسماكة
Weight	max. 95 kg/m²	الوزن
Max. surface area	4.2 m²	المساحة القصوى
Max. height	280 cm	الإرتفاع الاقصى
Max. width	150 cm	العرض الاقصى
Heat transmission coefficient (U-value)	up to 0.48 W/m²K	القيمة U
Light transmission for crystalline PCM	0 - 28 %	الناقلية الضوئية للمادة الصلبة
Light transmission for liquid PCM	4 - 45 %	الناقلية الضوئية للمادة السائلة
Total energy transfer ratio (g value):		نسبة انتقال الطاقة G :
Vertical direct irradiation	48 %	الاشعاع الشاقولي المباشر
Diffuse irradiation	29 %	الاشعاع المنتشر
Seasonal (winter months)	34 - 40 %	فصل الشتاء الموسمي
Seasonal (summer months)	17 - 22 %	فصل الصيف الموسمي
Storage capacity	1185 Wh/m²	سعة التخزين
Storage temperature	26 - 30 °C	درجة الحرارة عند التخزين



شكل رقم : (52) المصدر Glassx.ch

تفصيلة النافذة Glass X

ب) إذا كانت ميكانيكية التكيف تغير حالة الطاقة (حرارتها , ضغطها , كثافتها , الطاقة الكامنة) للمواد ولكن دون تغير المادة وهذا يؤدي إلى تبادل الطاقة من شكل لأخر . في المغلفات المتكيفة مع المناخ هذا المبدأ يطبق على خلايا الطاقة الضوئية . ومثال أخر لتغير الطاقة على المستوى الجزيئي هو تحول الكهرباء لضوء أو الكهرباء لحرارة . [1]

1 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010 .

2) المستوى الكلي Macro :

التصنيف الثاني لميكانيكية الواجهات المتكيفة مع المناخ تتضمن التكيف حيث تكون الحركة فيه يمكن إدراكها بالعين المجردة وهذا النمط من المغلفات يسمى المغلفات الحركية Kinetic Envelopes وهذا يتضمن وجود نوع من أنواع الحركات والذي يؤثر على شكل مغلف المبنى .

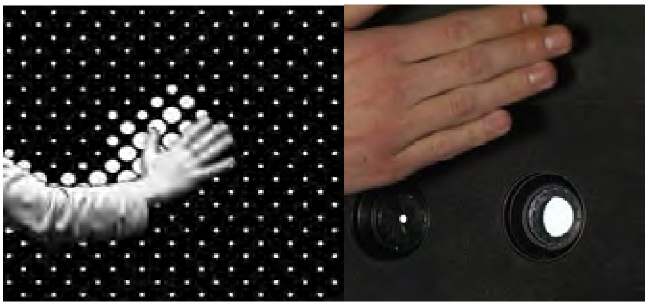
هذه الأنواع من الحركات يمكن أن تكون :

1) أجزاء الواجهة المفردة المسهمة في تشكل مغلف المبنى

شكل رقم : (54) المصدر [www.wrightinwisconsin.org]

تحرك أجزاء الواجهة المفردة المسهمة في تشكل مغلف المبنى

2) أنظمة الواجهة الجزئية



شكل رقم : (53) المصدر [Eyl and Green, 2005]

تحرك أنظمة الواجهة الجزئية

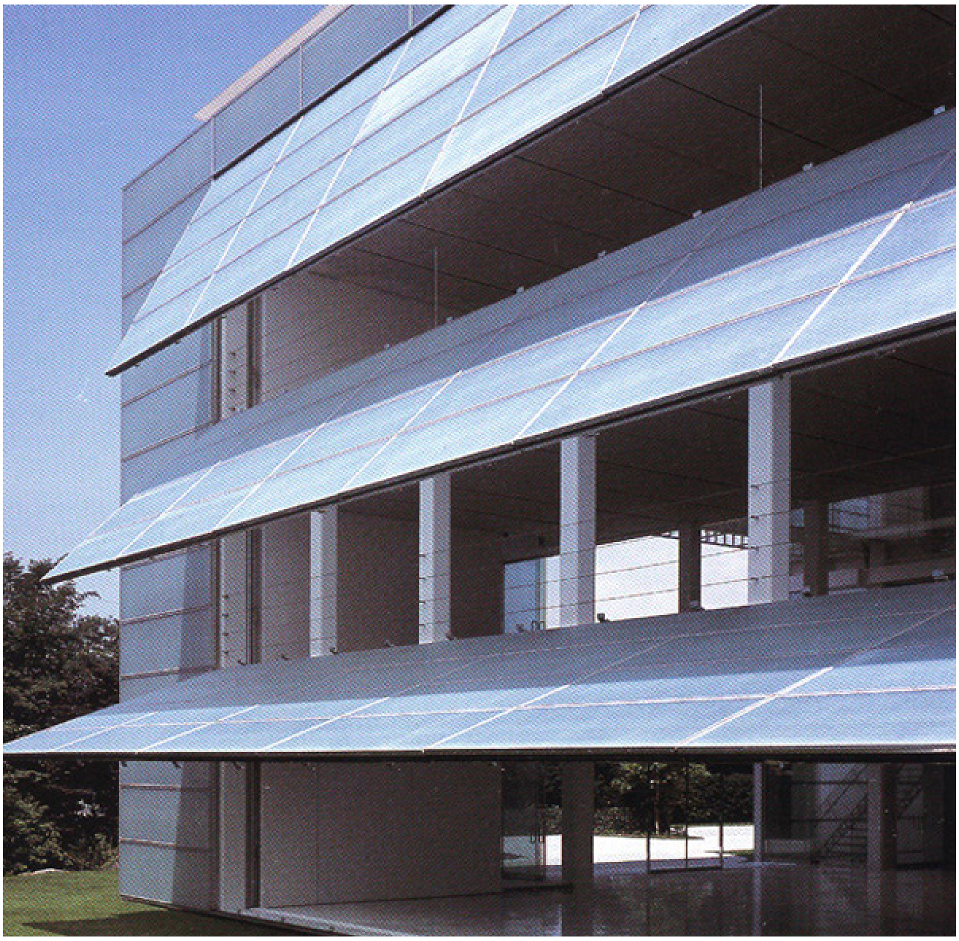
3) تحرك الواجهة ككل

أنماط الحركة هذه تتنوع و تختلف لتشمل الحركات الشائعة و هي : الطوي , الانزلاق , التوسع , التجعد , الدوران حول مفصل , اللف , التحدب , التقعر , الدوران , التحرك كمروحة ... الخ

شكل رقم : (55) المصدر [www.smharch.com]

تحرك الواجهة ككل

يعتمد التحريك للواجهة أو عناصرها على عنصر تحريك كهربائي أو باستخدام تقنيات أخرى . [1]



شكل رقم : (56) المصدر [/http://filt3rs.net]

تحرك الواجهة ككل في متحف الفن الورقي للمعماري Shigeru Ban
http://filt3rs.net/case/art-paper-museum-moving-facade-shigeru-ban-049

ففي مبنى متحف الورق تتكون الواجهة الجنوبية فيه من أجزاء شافة للضوء مشكلة من ألياف الزجاج

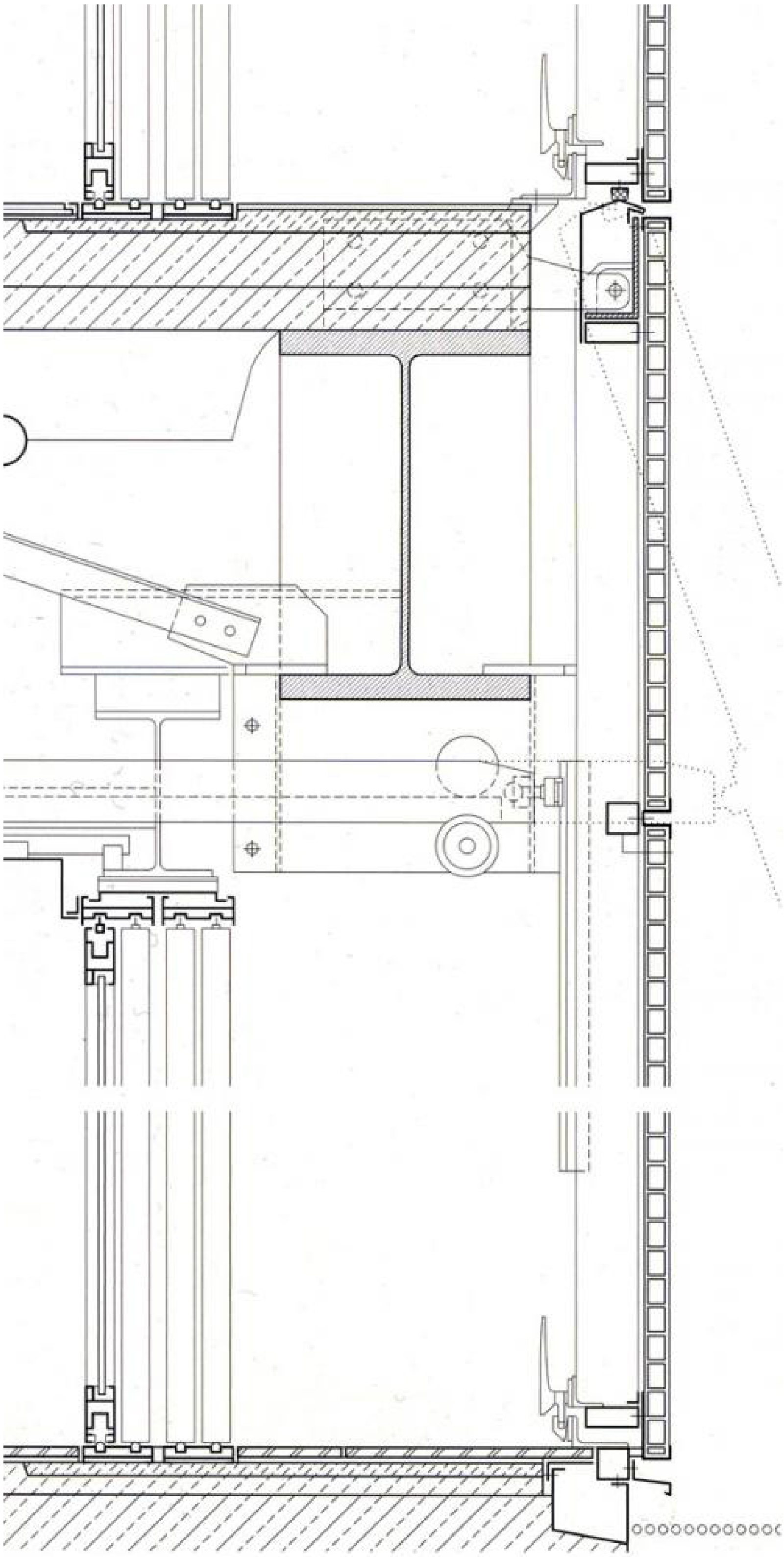
1 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010 .

شكل رقم : (57) المصدر [/http://filt3rs.net]

تحرك الواجهة ككل في متحف الفن الورقي للمعماري Shigeru Ban

المعززة بالبوليميرات ويمكن لهذه الأجزاء أن تطوى للأعلى والخارج بفضل سكك ميكانيكية توجه الحركة و عندما تطوى تشكل مظلات و تسمح للفراغ الداخلي والخارجي بالاستمرارية شكل رقم .

و تعتبر هذه الخاصية من الخاصيات المميزة للواجهات العالية التقنية والتي ترتبط بشكل وثيق بالخاصية الديناميكية والحركية للواجهة .



شكل رقم : (58) المصدر [http://filt3rs.net/]

مقطع تفصيلي في واجهة متحف الورق الفني

4.4.2. المرونة Flexibility

المرونة هي استراتيجية تشير إلى قدرة نظام على التحكم بالتغير [Saleh et al. 2009] [1] . توصف الصلابة بأنها مقاومة النظام أو ممانعته للتغير و تقوم على إضعاف حساسية النظام أو قدرته على التغير وفق معطيات البيئة دون إلغاء سبب التغيرات . بينما الأنظمة المرنة على الطرف المقابل تعرف بأنها الأنظمة المصممة للحفاظ على مستوى أداء عالي من خلال تغييرات آنية عند تغير ظروف التشغيل أو متطلبات الوظيفة ضمن تغيرت متوقعة أو غير متوقعة [Olewnik et al,. 2004] [2] .

عندما ينشأ المبنى تكون الخصائص الحرارية والبصرية ثابتة ولذلك فإن هذه الواجهات الثابتة لا يمكن أن تقدم الأداء المثالي خلال مدة معينة من السنة . وإن الطريقة الوحيدة ليتأقلم المبنى مع التغيرات المحيطة هي عبر امتلاك القدرة على تغيير وظائفها و خصائصها و أدائها عبر الزمن و بالتالي تحقق مبدأ المرونة [3] .

شكل رقم : (59)1 المصدر Englhardt 2012

الفعل المرن للشجر تجاه حمولات الرياح

تطورت الطبيعة على مدى مليارات السنين إلا أن أصلح و أقدر الكائنات نجت و صمدت عبرها وهذا لعله السبب الأساسي لدراسة الطبيعة كجزء من المعرفة العلمية [Habraken 2012] . وعلى هذا الأساس فإنه من المفيد دراسة الكائنات الحية التي تتمتع بمرونة عالية تمكنها من الصمود تجاه الشروط الطبيعية القاسية و الطبيعة تملك العديد من الأمثلة لهذه الكائنات .

عند اعتبار جلد أو قشرة الكائن الحي هيكلا إنشائيا يشابه هيكل مغلفات المباني وعبر استخلاص مبدأ المرونة التي تتمتع بها و إسقاطها بشكل جزئي أو كلي على المواصفات التي تتمتع بها واجهات المباني الحالية يمكن أن تقوم الواجهات والأسقف بدور هام في دراسة المرونة حيث أنها تشكل الحاجز بين الفراغ

1 Saleh, J.,Mark, G., and Jordan, C. (2009). Flexibility: amulti-disciplinary literature review and a research agenda for designing flexible engineering systems. Journal of Engineering Design, 20(3):307–323.
2 Olewnik, A., Braun, T., Ferguson, F., and Lewis, K. (2004). A framework for flexible systems and its implementation in multiattribute decision making. Journal ofMechanical Design, 126:412–419.
3 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010 .

الداخلي والخارجي و لها دور في فيزيائية المبنى بحسب هابراكين [Englhardt 2012] [1] .

وكمثال لخاصية المرونة في الواجهات تم في جامعة ايدنهوفن التقنية تم اجراء عدد من الدراسات للواجهات المزدوجة القشرة (المضاعفة) أظهرت تأثير القشرة الثانية على الهيكل الأساسي للواجهات وفي هذا البحث سوف نتعرض لجانبين :

1) الواجهات المرتبطة فيما بينها من خلال أنظمة الصمامات المنظمة [2] و النوابض والتي عبر مرونتها تؤثر على الحمولات المنتقلة للهيكل الأساسي للمبنى حيث أن الجمع بين النوابض والصمامات يمكن الواجهة من أمتصاص حمولات الرياح الأفقية أو تخميدها .

2) تقوم الواجهات كعنصر منفصل عن الهيكل الأساسي للمبنى بحماية الداخل . وعند تحقيق هذا الانفصال يمكن تعديل شكل الواجهة بشكل أكبر مما يجعل بالإمكان استخدام هياكل واجهات فاعلة تغير شكلها تحت أنماط مختلفة من الحمولات .

1.4.4.2. أنماط و تصنيف خاصية المرونة

يمكن أن يتم تصنيف المرونة فيما يتعلق بخاصية تعديل الشكل لثلاث مبادئ رئيسة :

<u>1) المبدأ الأول :</u> تفادي تأثير الحمولات : يقوم هذا المبدأ على ثلاث صفات وهي الاختباء و تغيير الشكل والنعومة .

هذا المبدأ يتضمن ثلاث أنماط وهي

* تقليل الحمل عن السطح	- تعديل الشكل لتقليل المنطقة المعرضة للحمل
* تقليل FORM FACTOR	- تعديل الشكل ليصبح اكثر مغزلية Aerodynamic
* تقليل الاحتكاك	- تغيير ملمس السطوح لزيادة النعومة

<u>2) المبدأ الثاني :</u> زيادة فعالية المواد :

المواد والشكل في هذا المبدأ تمتلك خاصية رد الفعل للحمولات المعرضة لها لزيادة فعاليتها و الأنماط المرتبطة بهذا المبدأ هي :

* تفعيل المواد	- يتم تفعيل عناصر الواجهة عبر خاصية تغير الشكل
* تعديل ميزات المواد	- تعديل طبيعة و مسار القوى الداخلية للمادة

<u>3) المبدأ الثالث :</u> توزيع أثر الحمل خلال زمن معين حيث توزع حمولات الصدمة عبر فترة زمنية معينة بحيث تقل القوى الأعظمية على الهيكل .

* استقبال القوى بشكل ديناميكي	- توزيع أثر الحمل عبر فترة زمنية

1 Prof. Dr. Oliver Englhardt , advanced building skins International Conference on Building Envelope Design and Technology . Institute of Building Construction Graz University of Technology, Austria Page.270

2 Damper System

2.4.4.2. السلوك المرن الديناميكي :

لفهم هذا السلوك وتوضيحه يتم دراسة تأثير الرياح كونها أكثر العوامل الديناميكية الظاهرة التي تؤثر على المباني و خاصة العالية منها و في الوقت الحالي غالبا ما يتم دراسة الرياح على أنها حمل ستاتيكي ثابت بينما في الحقيقة هي مجال ديناميكي متغير لسرعة الهواء تقوم بالتأثير على المبنى .

عندما تدفع قوة (ثابتة) صارية مثبتة فإن خصائص مادة الصارية لا تؤثر على القوى المنتقلة داخليا للأساسات بينما عندما تكون الحمولات ديناميكية متغيرة وتعمل على الصارية فمادة الصارية تؤثر في سلوك الصارية تجاه قوى الرياح فكلما كانت مرنة اكثر كلما قلت القوى الداخلية المنتقلة وبالتالي قلت القوى المطبقة على الأساسات و كمثال طبيعي على هذه الخاصية نرى العشب المتحرك تحت قوى الرياح فيما لو كانت مادته غير مرنة فإنه سوف يتكسر [Englhardt 2012] [1] .

في الجدول المذكور أدناه يتم مقارنة القوى الداخلية والقوى المؤثرة على الأساسات و التشوه لصاريتين طولهما 10 أمتار بخصائص مختلفة معرضتين لقوى الرياح بحيث تشابه القوى قوة صدم جسم وزنه 15 كيلو غرام بسرعة 10 متر في الثانية في أحلى نقطة من الصارية حيث يلاحظ مايلي :

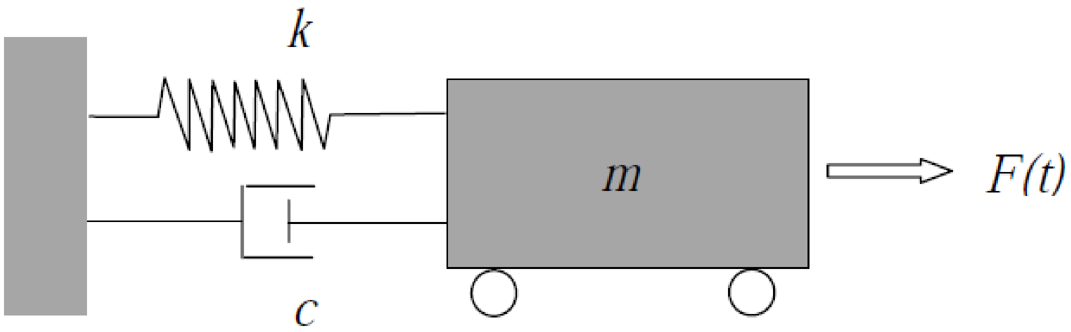
الموديل	الصارية (أ)	الصارية (ب)
الطول	10	10
مقطع الصارية	دائري150*5من الفولاذ	دائري 250*5 من الفولاذ
مساحة المقطع	2277 مم مربع	3848 مم مربع
الانزياح للقمة بتطبيق 1 كيلو نيوتن	271 مم	56 مم
صلابة النابض Spring stiffness	3690 نيوتن / متر	17860 نيوتن / مم
Kinetic force load – 15 kg at 10 m/s	750 جول	750 جول
التردد	2.5 هرتز	5.49 هرتز
الانزياح الأعظمي للقمة	640 مم	290 مم
القوة الاعظمية عند القمة	2.35 كيلو نيوتن	5.18 كيلو نيوتن
Maximum bending moment in mast	kNm 23,5	kNm 51,8
الجهد الاعظمي للصارية	N/mm2 294	N/mm2 224
كتلة الفولاذ المستخدمة	kg 179	kg 302
القوة الاعظمية على الأساسات	kNm 23,5	kNm 51,8

جدول رقم : (7) المصدر Englhardt 2012

1 Prof. Dr. Oliver Englhardt , advanced building skins International Conference on Building Envelope Design and Technology . Institute of Building Construction Graz University of Technology, Austria Page.272

يلاحظ أن تشوه الصارية (أ) أكبر وذلك بسبب السماح بتحويل الطاقة الحركية للصارية عبر زمن أكبر مما يؤدي إلى تقليل تأثير القوة و تقليل عتبة الثني الداخلية و أيضا تقليل كمية الفولاذ المستخدم و تقليل الحمولات على الأساسات .

وكنتيجة فإن المرونة تقلل الحمولات الداخلية للهيكل و تقلل استهلاك المواد ولكن الرياح ليست ذات حمولة ثابتة ولذلك يجب دراسة كيفية تصرف الهيكل في حالة السرعة المتغيرة للرياح كما سيرد في الفقرة التالية .



شكل رقم : (60) المصدر Englhardt 2012

نظام النابض و المخمد

يطرح نظام النابض و المخمد[1] كمثال لدراسة خصائص و مزايا المرونة في حال تأثير حمولات الرياح المتغيرة وذلك لأسباب منها :

1) عندما تهب الرياح لفترة قصيرة فإن الهيكل سيقوم بتأثر كما ذكر أعلاه و عندما تهب رياح ذات سرعة ثابتة خلال فترة أطول فإن الهيكل سيتأثر بصورة ثابتة ولكن في الحقيقة فإن قوة الرياح ليست ثابتة فهي تتغير سرعتها و اتجاهها عبر الزمن و تسبب اضطرابات للمنشأة .

2) عندما تكون الرياح ذات تذبذب دوري تنشأ الاهتزازات ويمكن أن تتصاعد ردود أفعالها و عزومها المشوهة لشكل الهيكل

3) تقليل صلابة الهيكل فقط بهدف تقليل الحمولات بالنظر فقط للرياح بصفتها ذات اثر ذو زمن قصير يعتبر مقاربة خطرة حاليا .

4) الحمولات الناجمة عن حمولات الرياح سوف تؤثر و تضيف حمولات جديدة يجب إعادة دراستها حيث تدرس و تحاكى و يسمى الهيكل الذي يتمتع بخاصية المرونة بالهيكل السائل Fluid Structure ويعتبر مثال عن الهيكل المرن .

تتم دراسة النظام السابق الذكر لمحاكاة السلوك الهيكلي لتذبذب دوري متناغم على منشأة مرنة حيث تحدد

1 Mass–Spring–Damper

المحددات الفيزيائية كالتالي :

(K) صلابة النابض : عندما تكون لانهائية يحدث فعل مساوي لرد الفعل ويكون الانتقال معدوما وعندها تكون الجملة مستقرة .

(C) معامل التخميد : بتغيير معامل التخميد و صلابة النابض يمكن الحصول على نتائج مختلفة .

تحدد الدراسة بثلاثة حالات يتم المقارنة بينها لكتلة وزنها 75كغ يؤثر عليها بقوى رياح بتردد 3.14 Rad/s ومطال π /2 سالب وفق ما يلي :

- الحالة رقم 1 : حمولة رياح أعظمية قدرها 1.2 kN/m^2 . صلابة النابض K= 700 N/m . معامل صلابة نابض C= 1210 Ns/m .

- الحالة رقم 2 : حمولة رياح أعظمية قدرها 0.6 kN/m^2 . صلابة النابض K= 700 N/m . معامل صلابة نابض C= 1210 Ns/m .

- الحالة رقم 3 : حمولة رياح أعظمية قدرها 1.2 kN/m^2 . صلابة النابض K= 700 N/m . معامل صلابة نابض C= 160 Ns/m .

و تسجل القيم التالية :

U max = الانحراف الأعظمي Maximum deflection

V max = السرعة الاعظمية باتجاه معين maximum velocity

a max = التسارع الأعظمي maximum acceleration,

Fk max = القوة الأعظمية المطبقة على النابض maximum spring force,

Fc max = القوة الاعظمية المطبقة على المخمد maximum damper force,

Fr max = قوة رد الفعل الأعظمية maximum reaction force,

$\sum$ E = مجموع الطاقة الممتصة من قبل المخمد (الطاقة المخمدة) sum of absorbed energy by the damper .

ضمن الجدول رقم 1 :

القيمة	u;max	v;max	a;max	Fk;max	Fc;max	Fr;max	ΣE
الوحدة	[m]	[m/s]	[m/s2]	[N]	[N]	[N]	[J]
الحالة 1	1,01	0,78	1,68	708	946	1222	1719
الحالة 2	0,5	0,39	0,842	354	473	611	429
الحالة 3	1,01	1,82	5,7	706	300	804	2431

جدول رقم : (8) المصدر Englhardt 2012

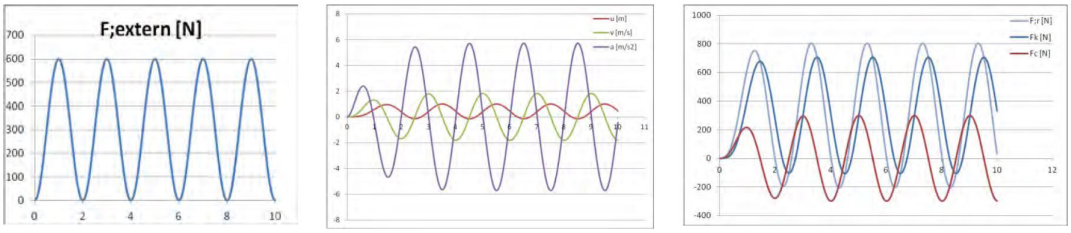
و ضمن الشكل رقم(61) تظهر منحنيات بيانية تبين الحمولات التي يتعرض لها المخمد و الانحراف الأعظمي للكتلة و يلاحظ ما يلي :

1) الحمولة المتناغمة (الطنين) تحد من إمكانية تقليل الحمولات الداخلية للهيكل بعكس القوة ذات التأثير القصير و لكن من المهم ملاحظة استخدام هيكلية النظام وقدرته لزيادة الامتصاص لردود الأفعال من قبل المخمد حيث يلاحظ في الحالة الثانية أن الانحراف هو نصف قيمة الانحراف للحالة الأولى و عبر تقيل قيمة C في الحالة الثالثة يزيد الانحراف و القوى الداخلية و لكن امتصاص الطاقة يزيد ليصل لنسبة 560 % مما يعني عند تفعيل القيمة C (جعلها متغيرة حسب الحاجة) يمكننا تعديل الهيكل ليمتص الطاقة [Englhardt 2012] [1].

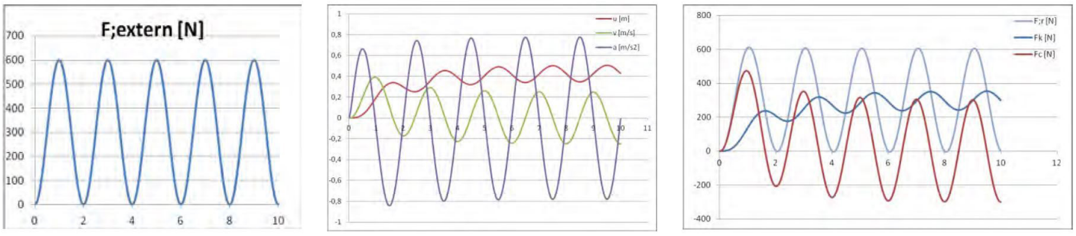
وضمن الشكل رقم 2 ص (83) يظهر أن تقليل القيمة C يزيد في البداية ثم يقلل كمية الطاقة الممتصة حيث استخدمت قيمة C=160 Ns/m مختارة لانتقال المسموح ضمن التجربة (الانحراف) وفي هذه الحالة أيضا اختيرت قيمة K حتى تحدث الاستجابة للنظام و بتفعيل القيمة K (صلابة النابض) وجعلها متحكم بها تزيد الفرص المتاحة لنا لتعديل النظام بهدف الحصول على انحرافات اقل و زيادة كمية الطاقة الممتصة لتأمين النظام و زيادة أمانه [Englhardt 2012] .

1 Prof. Dr. Oliver Englhardt , advanced building skins International Conference on Building Envelope Design and Technology . Institute of Building Construction Graz University of Technology, Austria Page.272

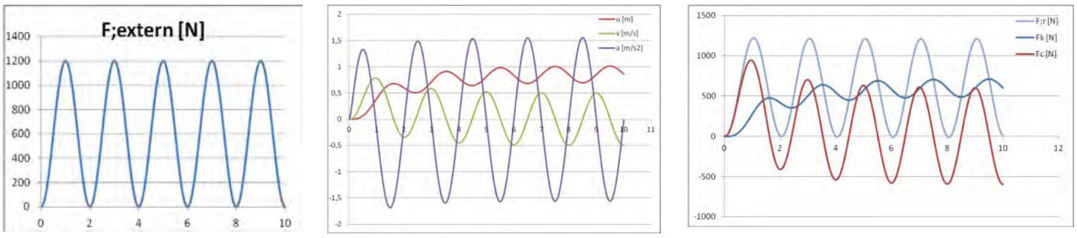
Situation 3: wind load 0,6 kN/m^2,. k = 700 N/m, c = 160 Ns/m



Situation 2: wind load 0,6 kN/m^2,. k = 700 N/m, c = 1210 Ns/m

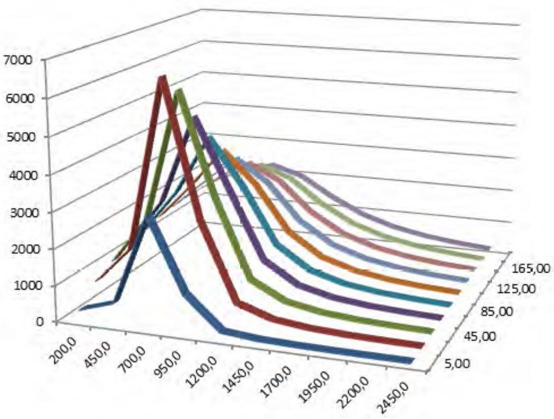


Situation 1: wind load 1,2 kN/m^2,. k = 700 N/m, c = 1210 Ns/m



شكل رقم : (61) المصدر Englhardt 2012

منحنيات بيانية للحالات 1 و 2 و3



شكل رقم : (62)1 المصدر Englhardt 2012

كمية الطاقة الممتصة كنيجة لتغير قيم C و K

3.4.4.2. مجالات تطبيق المرونة :

يمكن تطبيق المفهوم بشكل عام على كل وظائف الواجهة و حاليا فإن أكبر مجالات تطبيقها هي لتحقيق مرونة في الشكل كما وضح في الفقرة السابقة .

إن المباني بشكل عام هي منشأت ثابتة تتحرك بصعوبة ضمن الرياح و ذلك بسبب كون حركة البلاطات تسبب شعورا غير محبذا للقاطنين و هذا المعيار يشكل محددا يؤثر على حجم الهيكل و تأمين استقراره و في حال أردنا تطبيق المفاهيم المذكورة في الفقرتين السابقتين غالبا ما يناقش تطبيقها عبر إضافة قشرة ثانية للمبنى مرتبطة بالواجهة الأساسية بنظام النابض و المخمد مثلا .

هذه الاستقلالية للقشرة الثانية تسمح بانحرافات (انزياحات) أكبر جاعلة من الممكن كفاءة استخدام المواد و في هذه الحالة يمكن توظيف الفراغ المتشكل بين القشرتين لوظائف أخرى وهذه المقاربة التصميمة تتطلب تغيير مفهومنا لمتانة الهياكل الإنشائية .

شكل رقم : (63)1 المصدر Englhardt 2012

مدينة القارة المتجمدة الجنوبية للمعماريين Frei Otto, Kenzo Tange en Ove Arup & Partners

في عام 1971 تم دراسة جدوى لمدينة سميت مدينة القارة المتجمدة الجنوبية City in Antarctica من قبل المعماريين فراي أوتو و كنزو تانغ و شركة أروب [1] اظهرت لنا مغلفا مدعوما بالهواء فوق مدينة . المغلف عبارة عن قشرة مناخية تمتد 2 كيلومتر وتحمي المباني تحتها من المطر و الثلج و الهواء وتعمل في نفس الوقت كواجهة . وعلى الرغم من أن هذا التصميم مستقبلي فإن تخيل مبنى متوضع ضمن فراغ محمي فإن المبدأ نفسه يطبق على مقياس أصغر ضمن الواجهات مضاعفة القشرة .

الحماية تجاه العوامل الخارجية سوف تقلل متطلبات المبنى و تزيد من كفائته عند الاستخدام وتزيد الحرية في التشكيل المعماري له [Englhardt 2012] [2] .

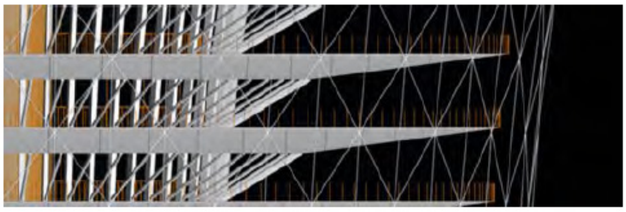
1 Frei Otto, Kenzo Tange en Ove Arup & Partners

2 Prof. Dr. Oliver Englhardt , advanced building skins International Conference on Building Envelope Design and Technology . Institute of Building Construction Graz University of Technology, Austria Page.272

أما في مجال البناء طرح البروفيسور Arjan Habraken والبروفيسور Englhardt تصميمين معتمدين على مبدأ المرونة و هما كالتالي :

1) المشروع الأول - برج المكاتب القطعي :

هو عبارة عن برج ذو ارتفاع 150 متر مغلف بواجهة ثانية هيكلية تحمي المبنى و مستقلة إنشائيا و تتألف هذه الواجهة من شبكة كابلات مغزلية مثبتة على صارية وسطية مكسوة بقشرة من العناصر الغشائية المملوئة بالهواء . الهيكل المؤلف من شبكة الكابلات يشكل هيكلا ذو خاصية تغيير شكل فعالة يمكنه التشوه عندما تزيد حمولة الرياح عليه وهذا التشوه سوف يحد من أثر هبوب الرياح و تكون القوى للهيكل الداخلي هي عبارة عن قوة محورية فقط (وزن الهيكل بحمولات شاقولية) . و بسبب صغر مقاطع الكابلات يمكن تحقيق شفافية اكبر في الواجهة المغلفة للمبنى .



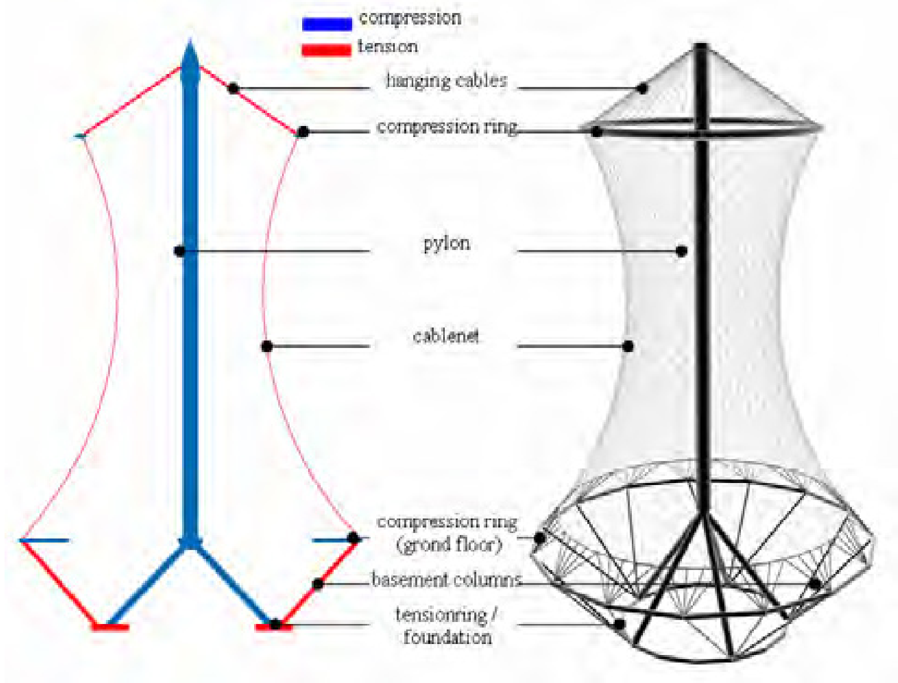
شكل رقم : (64)1 المصدر 2012 Englhardt

تصور لشكل التصميم المقترح

الشكل رقم 64 يوضح تصور لتصميم المبنى حيث يلاحظ أن وجود الأعمدة يقتصر على الداخل و الفراغ الداخلي ضمن شبكة الكابلات يمكن أن يستخدم بحرية في تصميم المبنى الداخلي .

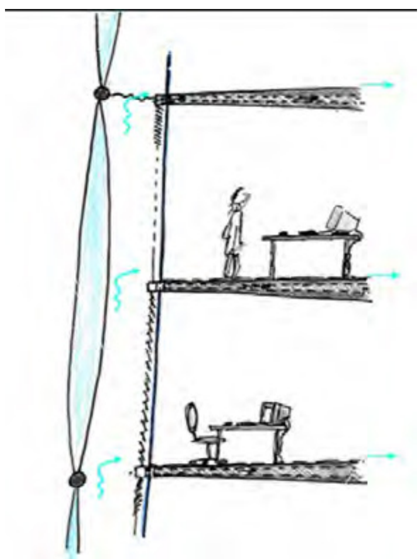
شبكة الكابلات يمكن أن تشد مسبقا لمنع الكابلات من الإرتخاء ولتقليل التشوه . في الشكل رقم 2 يحسب التشوه ويوضح بطريقة بصرية حيث أن أكبر تشوه يصل لحد ال 900 ملم لهذه المنشأة و بيستخدم الفراغ المتشكل بين الواجهة الثانية بوصلاتها المرنة مع المبنى يمكن التحكم بحركة الهواء و تنظيمها .

و بالتعاون مع هيكل القبو و الأساسات تصمم شبكة الكابلات كمنشأة متوازنة تتساوى فيها قوى الشد مع قوى الضغط ويظهر الشكل رقم 1 ص 86 توازن القوى فراغيا .



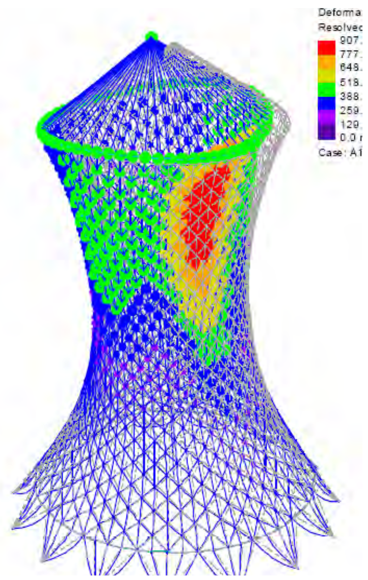
شكل رقم : (65)1 المصدر Englhardt 2012

النظام المغلق للبرج



شكل رقم : (66) المصدر Englhardt 2012

سكتش مقطع يوضح علاقة الواجهة مع الهيكل الداخلي للمبنى



شكل رقم : (67) المصدر Englhardt 2012

تمثيل لتأثير حمولات الرياح على المغلف المرن للمبنى

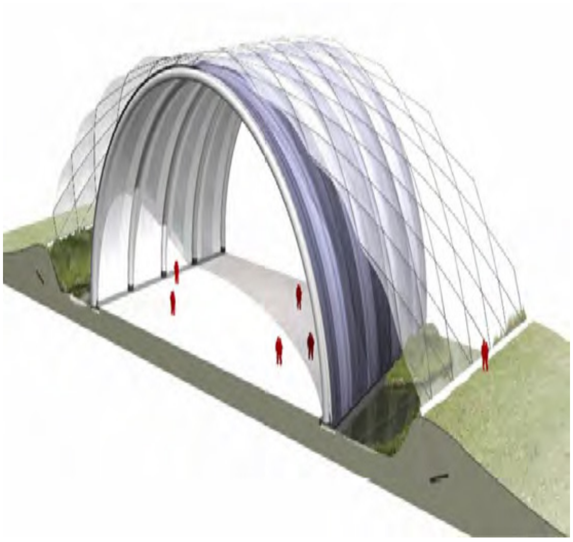
2) المشروع الثاني - حاجز الصوت الغشائي :

يعاني القاطنين في منطقة هووفدروب في هولندا دوار الضجيج من الصوت المنخفض التردد المولد من الطائرات التي تقلع و تهبط في المطار المجاور ولهذا تم تصميم واجهة مرنة تشكل حاجزا للصوت .

يتألف هذا المبنى الطويل (1800 متر) المشكل على هيئة شريط من قشرتين داخلية و خارجية حيث تتألف القشرة الداخلية (الواجهة الأولى) من أقواس ذات إكساء غشائي مدعوم بالهواء ذات مجاز 6 متر محمولة على عناصر مشكلة من مادة ال PVC مغلفة بالبوليستر وفي أعلى العناصر الداعمة للهيكل الداخلي توجد أنابيب مائية بقدر 28 مم مصفوفة بجانب بعضها لامتصاص الصوت و تؤدي وظيفة أخرى هي امتصاص طاقة الشمس و نقلها

صورة رقم : (4) المصدر Englhardt 2012

منظور عين الطائر للمنشأة



شكل رقم : (68) المصدر Englhardt 2012

مقطع منظوري للمنشأة v

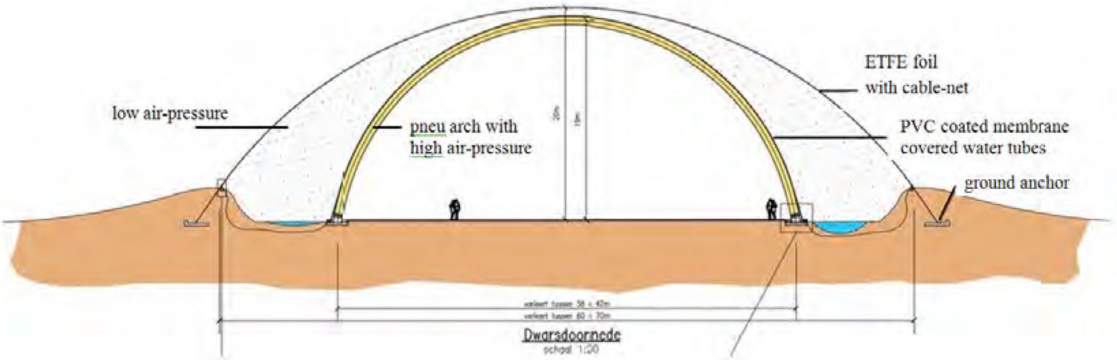
القشرة الخارجية تتألف من رقائق مشكلة من مادة ال ETFE ومقواة بشبكة كابلات و متوازنة تعتمد على فرق الضغط بين رقائق ال ETFE و العناصر الإنشائية المشكلة من مادة ال PVC .

القشرة الداخلية والخارجية منفصلتين عن بعضهما و يقوم الفراغ المشكل بين هذه الطبقتين بدور العازل مما يعني أن القشرة الداخلية محررة من الضغط الخارجي وقادرة على القيام بوظائف أخرى .

الضغط المشكل من الأمواج الصوتية سوف يؤثر على القشرة الخارجية التي سوف تتشوه بتأثير الرياح بينما العناصر الداخلية ستكون ثابتة و لان القشرة الخارجية مفصولة عن القشرة الداخلية ليستا مرتبطتين إنشائيا سوف يتم امتصاص التشوه و تحييده ضمن الفراغ المشكل بين القشرتين و تؤكد الدراسات التي قامت بها جامعة أيندهوفن (هولندا) هذا السلوك للمنشأة [Englhardt 2012] [1]

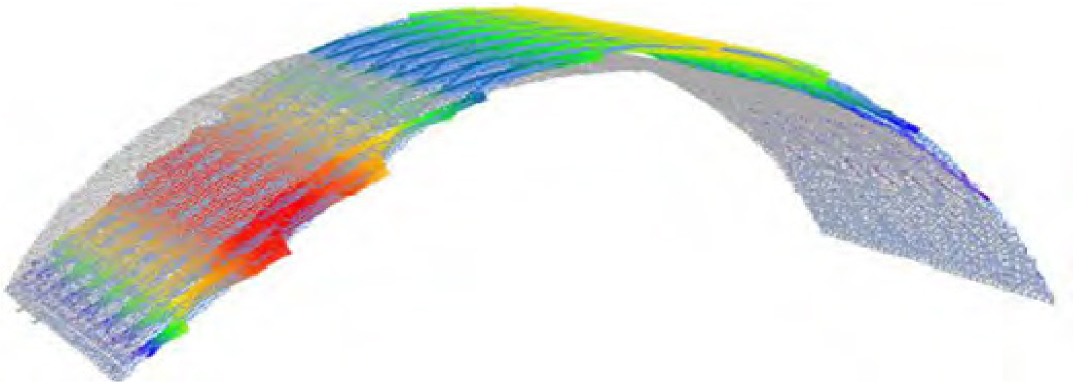
1 Prof. Dr. Oliver Englhardt , advanced building skins International Conference on Building Envelope Design and

لأن الناس في الداخل لا تواجه التشوه الخارجي للقشرة الخارجية ليست هناك الحاجة لفرض قيود على التشوه و حده ضمن نطاق معين و هذا يؤدي إلى تحقيق كفاءة أعلى للمواد المستخدمة والتي تكون من متطلباتها المعتادة أن تكون متينة تجاه هذه الشروط الخارجية .



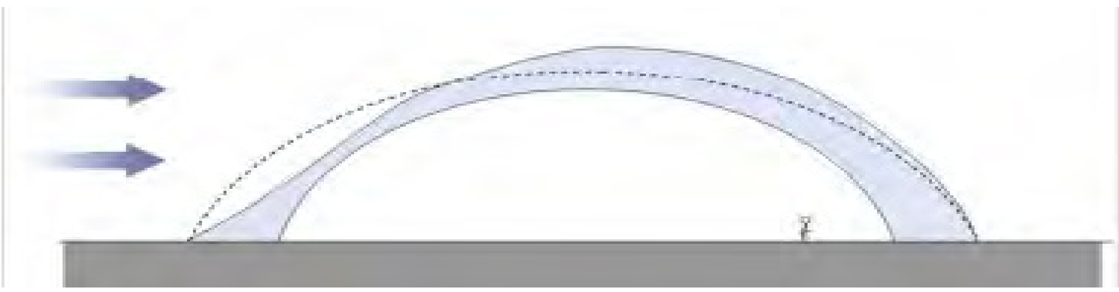
شكل رقم : (69)1 المصدر Englhardt 2012

مقطع توضيحي في المنشأة



شكل رقم : (70)1 المصدر Englhardt 2012

التشوه الحاصل في القشرة الخارجية المعرضة للحمولات



شكل رقم : (71)2 المصدر Englhardt 2012

القشرة الخارجية تتشوه بسبب الرياح والقشرة الخارجية ثابته لا تتأثر

Technology . Institute of Building Construction Graz University of Technology, Austria Page.272

وبسبب استقلالية القشرتين و حركة الهواء في الفراغ بين القشرتين تتحرر القشرة الداخلية من الحمولات يمكن تصميم أقواس خارجية ذات أداء مثالي لتحمل الضغط الخارجي ويمكننا حينها تصميم الأقواس

شكل رقم : (72)3 المصدر 2012 Englhardt

اختبار الواجهة المشكلة من أنابيب المياه لامتصاص الصوت في المختبر

الداخلية ذات أوزان أخف و مقاطع أصغر وذات حمولات قليلة [Englhardt 2012] [1]

و كنتيجة لما سبق فإن للواجهة المرنة أثر كبير في فيزيائية المباني و تلعب دورا كبيرا في تحمل الحمولات الإنشائية و في الكيفية التي يسلكها المبنى تجاه هذا الحمولات و كما مر في دراسة جملة النابض والمخمد يمكن ن تلعب الأنظمة التقنية دورا في رفع كفاءة أداء الواجهة وتقليل الحمولات الداخلية و السيطرة على ردود الأفعال ليصبح المبنى أمتن مع تقليل كمية المواد المستخدمة و تقليل أبعاد المقاطع الهيكلية المستخدمة في الواجهات و تحقيق شفافية أكبر و يمكننا عبرها التحكم بشكل أكبر و تحقيق أداء أمثل [Englhardt 2012] [2].

يجدر بالذكر أن خاصية المرونة هي خاصية عامة يمكن تطبيقها على عدد كبير من المجالات الفيزيائية فمثلا يمكن تحقيق مرونة في وظائف مختلفة لإختبار مجالات أوسع للواجهات العالية التقنية و اقتصرت الأمثلة المذكورة سابقا بغرض التوضيح على تحقيق خاصية المرونة فيما يتعلق بالشكل ولوظيفة محددة هي مقاومة قوى الرياح و تخفيض الضجيج و يمكن أن تتوسع لحماية القاطنين من شروط مختلفة مثل الزلال و قوى الصدمات و خلافها .

1 Prof. Dr. Oliver Englhardt , advanced building skins International Conference on Building Envelope Design and Technology . Institute of Building Construction Graz University of Technology, Austria Page.272

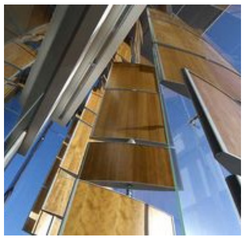
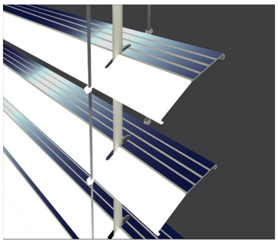
2 Prof. Dr. Oliver Englhardt , advanced building skins International Conference on Building Envelope Design and Technology . Institute of Building Construction Graz University of Technology, Austria Page.272

5.4.2. الحركية Kinetic

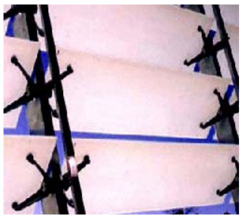
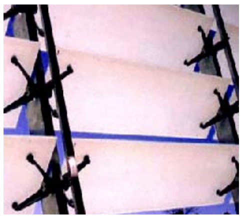
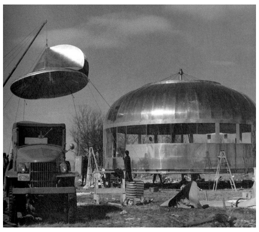
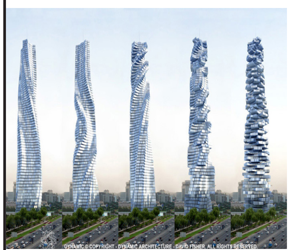
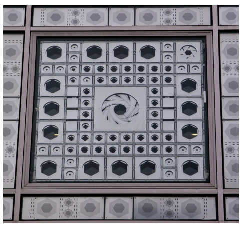
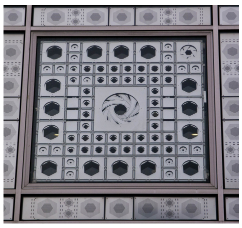
تظهر الصفة الحركية للواجهة كخاصية يمكن أن تتمتع بها الواجهات العالية التقنية و يتم تمييز هذا المفهوم كونه أحد مجالات العلوم التطبيقية في مجال علوم البناء .

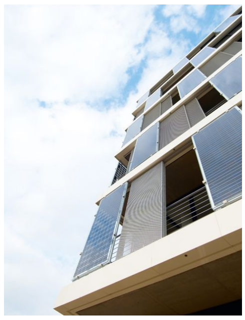
العمارة الحركية kinetic architecture تتميز بتفعيل الخاصة الديناميكية ضمن الواجهات وعناصرها حيث تتنوع العناصر الحركية للواجهات لتشمل العديد من التكوينات ضمن المباني الحالية [El sheikh 2011] [1] .

يوضح الجدول التالي أنماط الواجهات الحركية الحالية

طرق التعديل المناخي				
	الإشعاع الشمسي	الإنارة الطبيعية	التهوية	الكهربائيات (الطاقة)
سطوح خارجية شاقولية	 كاسرات شاقولية من الخشب للتحكم بالشمس carabanchel foreign office architects madrid ,Spain 2003	 كاسرات معدنية شاقولية للتحكم با الإنارة FOA: Bluemoon Hotel, Groningen, Holanda, 2001	 كاسرات معدنية شاقولية للتحكم بالتهوية FOA: Bluemoon Hotel, Groningen, Holanda, 2001	
سطوح خارجية أفقية	 عناصر أفقية مصنعة من الألمنيوم للتحكم Caltrans District 7 Headquarters, Morphosis. Los Angeles, 2004	 عناصر أفقية مصنعة من الألمنيوم للتحكم Caltrans District 7 Headquarters, Morphosis. Los Angeles, 2004	 عناصر أفقية مصنعة من الألمنيوم للتحكم Caltrans District 7 Headquarters, Morphosis. Los Angeles, 2004	
عناصر حركية داخلية	 عناصر متحركة داخلية مبنى لجامعة اريزونا ASU biomedical Building , Nysan ,Arezona, 2006	 عناصر متحركة داخلية مبنى لجامعة اريزونا ASU biomedical Building , Nysan ,Arezona, 2006	 عناصر عاملة للحماية الشمسية و التهوئة الداخلية GSW headquarters ,Sauerburch hutton architecture berlin DE , 1999	 مقترح من قبل جيركن لتوليد الطاقة و حجب الشمس بجمع الستائر ذات العناصر الأفقية مع خلايا توليد طاقة Inhabitat 2009 , Bright concept

1 Mohamed Mansour El Sheikh 2011 , INTELLIGENT BUILDING SKINS: PARAMETRIC-BASED ALGORITHM FOR KINETIC FACADES DESIGN AND DAYLIGHTING PERFORMANCE INTEGRATION , UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA .

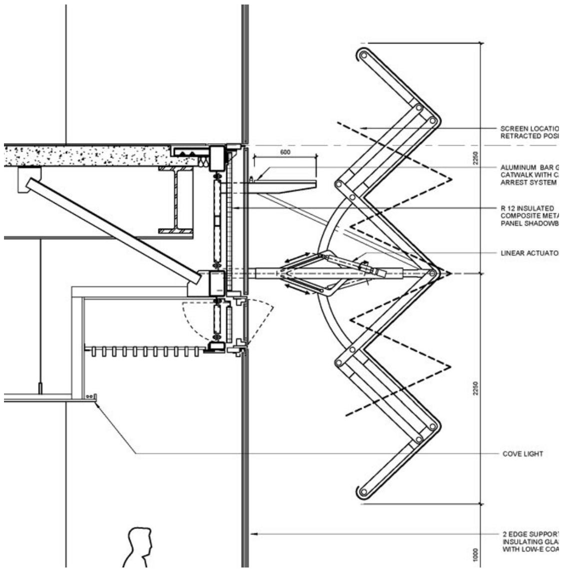
كاسرات أفقية	 كاسرات أفقية شافة للضوء تقوم بالحماية الشمسية و تأمين الإنارة الطبيعية BRE Environmental Building Wateford UK,1996	 كاسرات أفقية شافة للضوء تقوم بالحماية الشمسية و تأمين الإنارة الطبيعية BRE Environmental Building Wateford UK,1996	 كاسرات مصممة لزيادة سرعة الهواء The animal foundation , tate snyder Kimsey , Las vegas , USA 2005	
كاسرات شاقولية	 كاسرات شاقولية متحركة قابلة للتعديل Neutra VDL Studio and Residences 2300 Silver Lake Blvd, Los Angeles	 عناصر عاملة للحماية الشمسية و التهوئة الداخلية GSW headquarters ,Sauerburch hutton		 خلايا طاقة ضوئية تتبع مسار الشمس One River Terrace, New York City ,Colt architect , USA 2008 .
الدوران الأفقي		 كاسرات شاقولية تتحرك بشكل أفقي لتتعقب حركة الشمس و تحمي الداخل من الوهج +تؤمن اطلالة Burton Barr Central Library / Phoenix, USA 1995	 عنصر تهوية قابل للتعديل حسب الحاجة Dymaxon House, Buckminister fuller , Wiechite KS 1973.	 بلاطات تدور بحركة أفقية دورانية على محور برج لتوليد الكهرباء Dynamic architecture 2010 David Fisher , Fox 2009
مستويات شاقولية دورانية	 فتحات تحاكي قزحية العين تغلق و تفتح حسب الحاجة بحركة دورانية شاقولية Arab World institute , jean nouvel ,Pris France , 1989 .	 فتحات تحاكي قزحية العين تغلق و تفتح حسب الحاجة بحركة دورانية شاقولية Arab World institute , jean nouvel ,Pris France , 1989 .		 خلايا طاقة ضوئية تدور حول مبنى لتحصد الطاقة EWE Arena , Oldenburg Germany 2006

مستويات شاقولية منزلقة	 واجهة ذات مستويات شاقولية منزلقة بشكل أفقي للتظليل وتوليد الطاقة headquarter building in leipzig, germany | by bhss architekten.				 واجهة ذات مستويات شاقولية منزلقة بشكل أفقي للتظليل وتوليد الطاقة headquarter building in leipzig, germany | by bhss architekten.
	جدول رقم : (9) المصدر Englhardt 2012				

1.5.4.2. أنماط الحركة

تحدد أنماط الحركة في الواجهات الحركية بما يلي [El sheikh 2011] [1] :

1) الثني Folding : تثنى عناصر الوجهة بشكل أفقي أو شاقولي



شكل رقم : (74)1 المصدر www.evolo.us

تفصيلة واجهة تتحرك بأسلوب الثني

CJ Research Center's /Yazdani Studio

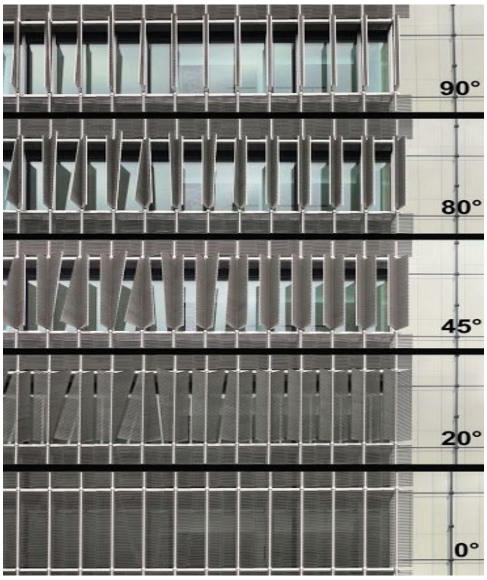
شكل رقم : (73)1 المصدر www.evolo.us

الواجهة تتحرك بأسلوب الثني

CJ Research Center/Yazdani Studio

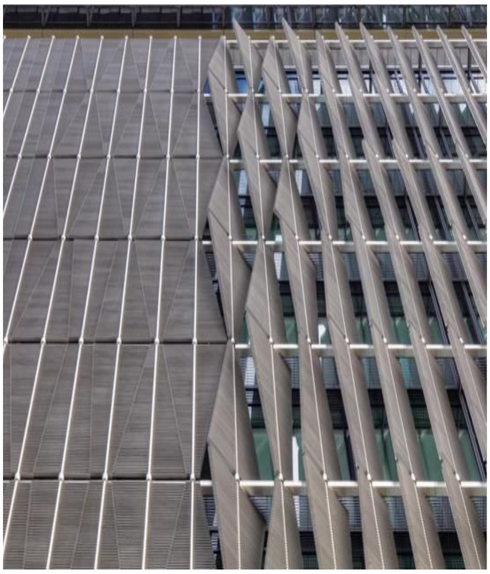
2) الدوران حول محور Rotation

1 Mohamed Mansour El Sheikh 2011 , INTELLIGENT BUILDING SKINS: PARAMETRIC-BASED ALGORITHM FOR KINETIC FACADES DESIGN AND DAYLIGHTING PERFORMANCE INTEGRATION , UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA .



شكل رقم : (75)1 المصدر www.pinterest.com

تفصيلة واجهة تتحرك بأسلوب الدوران حول محور
ThyssenKrupp Quarter facades: a giant›s gentle skin



شكل رقم : (76)1 المصدر www.pinterest.com

تفصيلة واجهة تتحرك بأسلوب الدوران حول محور
ThyssenKrupp Quarter , Essen , Germany

3) الدوران حول محورين 2Axis Rotation

شكل رقم : (77)1 المصدر www.adaptivebuildings.com

نظام تظليل يدور بحركتين دوارانيتن حول محورين متخالفين للمعماري Tayler short
Penumbra - A Kinetic Daylighting and Shading System

4) الزلق Sliding

شكل رقم : (78)1 المصدر www.adaptivebuildings.com

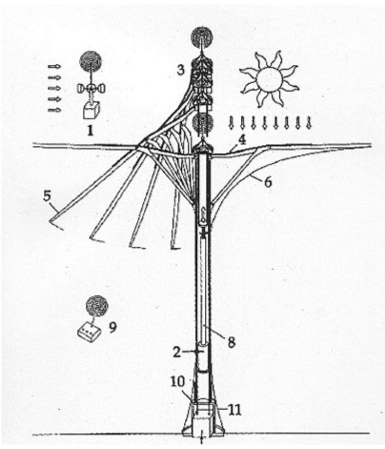
نظام تظليل خطي على السقف في مبنى مدينة العدل في مدريد اسبانية يتحرك بالزلق
City of Justice (AP + TSJ) Ciudad de Justicia | Madrid, Spain | 20062011- | Strata

شكل رقم : (81)1 المصدر /http://inhabitat.com/residence-sliding-house-drmm
----
بيت ريفي للمعماري drMM تتحرك فيه الواجهة بطريقة الزلق لتكيف مع شروط البيئة المحيطة
A Countryside Sliding Glass House Designed by dRMM

5) التوسع Expandig

شكل رقم : (79)1 المصدر www.pinterest.com

عنصر يتحرك باستخدام خاصية التوسع
Holy Mosque in Medina), Frei Otto, Bodo Rasch



شكل رقم : (80)1 المصدر www.pinterest.com

مقطع عنصر يتحرك بخاصية التوسع

وكمثال للخاصية الحركية للواجهات تعتبر ابراج البحر في أبو ظبي في دولة الإمارات العربية المتحدة المفتتحة في عام 2012 تجربة رائدة تم استخدام فيها عناصر واجهة حركية ذات أشكال هندسية مستوحاة من العمارة العربية وهي عبارة عن أبراج زجاجية يبلغ ارتفاعها حوالي 140 متر و مساحة البرج الواحد 35000 متر مربع يتكون كل منها من 25 طابق تضم مكاتب تجارية و مقر لمجلس أبو ظبي للإستثمار الذي صممته شركة ايداس العالمية . انظر الشكل التالي

شكل رقم : (82)1 المصدر Albian 2013

أبراج البحر في مدينة أبو ظبي

شكل رقم : (83)1 المصدر Albian 2013

عناصر الواجهة لأبراج البحر في مدينة أبو ظبي

تعتبر «أبراج البحر» الواقعة على شارع الشيخ خليفة بن زايد (السلام سابقاً) أحدث برجين تم تصميمهما من قبل شركة إيداس، وانتهى العمل منهما في 2012، وزودت هذه الأبراج بنظام تظليل «المشربية»، كما أنها مزودة ببلور كريستال على شكل خلية نحل تغلف المبنى من الخارج، ما يؤدي إلى حماية المبنى من أشعة الشمس وتقليل استهلاك الطاقة بنحو 50%، [Albaian 2013][1] وضمان الحصول على الحد الأدنى من الطاقة الشمسية في جميع الأوقات. لا يقلل نظام المشربية المتحركة نسبة الأشعة الشمسية المكتسبة فحسب، ولكنه يقلل الاعتماد على استخدام الزجاج الكثيف الملون، بحيث تسمح بالإطلالة على أكبر قدر من المناظر الطبيعية من المبنى، والاستخدام الأقل للإنارة الاصطناعية، مع توفير بيئة داخلية أفضل للمستخدمين.

يوضح كريس ويلكينسون عضو لجنة التحكيم بهذه الجائزة : «واجهة أبراج البحر يتم التحكم بها عن طريق الكمبيوتر لتستجيب للظروف المثلى للتعامل مع الطاقة الشمسية والضوء، ولم يتحقق هذا الإنجاز على هذا المستوى من قبل.. وبالإضافة إلى ذلك، فإن هذه التعبيرات على هذا السطح الخارجي تربط المبنى بشدة مع سياقه الثقافي «.

و كنتيجة لما سبق يثبت أهمية الصفة الحركية في الواجهات لتحقيق أداء أعلى في المباني وتخفيف استهلاك الطاقة

1 http://www.albayan.ae/

6.4.2. التكيف Adaptivity

يستخدم مصطلح الواجهات المتكيفة مع المناخ في هندسة المباني لوصف مجموعة من الواجهات والمغلفات التي تتفاعل مع الفروقات الحاصلة في بيئتها بطريقة ديناميكية حيث تكون الأبنية التقليدية تمتلك مغلفات ثابتة لا تستجيب ولا تقوم بعمل تجاه الطقس المتغير و متطلبات القاطنين بينما تمتلك الواجهات التي تمتلك خاصية التكيف القدرة على التغير مع الزمن [1].

عوضا عن عزل المبنى عن البيئة المحيطة فإنه من المنطقي الاستفادة منها وهذه الاستفادة لها تأثير ايجابي على مستويات الراحة للقاطنين و أيضا على استهلاك الطاقة . في أوروبة هذه التقنية تطورت لتصبح استراتيجة إنشاء لأن المناخ المعتدل و النظيف يسمح بالتهوئة والتشميس المناسبين .

شكل رقم : (84)1 المصدر Looman 2012

درجات تكامل العناصر التقنية مع تصميم المبنى

في محاضرة لهندسة النظم عرف التكيف بأنه قدرة النظام على تحقيق الوظيفة المطلوبة تحت ظروف متغيرة من خلال تغيير القيم الفيزيائية لعناصر التصميم المختلفة عبرالزمن[Ferguson et al 2007] [2].

و كنتيجة فإن أنظمة الواجهات المتكيفة مع المناخ يمكن أن تعمل بالاستجابة لتغيرات البيئة المحيطة و هذا يحقق توفير طاقة هائل مقارنة بالواجهات التقليدية . تقوم هذه الواجهات بدور معدل للمناخ وكوسيط بين البيئة الخارجية والداخلية لحل مشاكل الانتقالات الحرارية والضوئية بانسب طريقة ممكنة .

في كتاب أسس إنشاء الواجهات عرف أولريتش [Ulrich et.al ,2007] المباني القادرة على الاستجابة لتغيرات المناخ بتعبير الواجهة المتكيفة .

تعرف الواجهة المتكيف بأنها الواجهة التي تستجيب بشكل ثابت أو ديناميكي للظروف المحيطة المتغيرة وهذه الظروف يمكن أن تكون تغيرات في المناخ خلال السنة والأشهرو حتى خلال الساعات و يمكن أن تكون التغيرات تتعلق بالجودة الهواء الداخلي ضمن المبنى وموقع الشمس و غيرها .

1 http://en.wikipedia.org/wiki/Climate_adaptive_building_shell

2 Ferguson, S., Lewis, L., Siddiqi, A., and deWeck, O. (2007). Flexible and reconfigurable systems: nomenclature and review. In Proceedings of the ASME 2007 Design Engineering Conference, Las Vegas, Nevada.

و تحت مجموعة ظروف معينة تتغير الواجهة أو تتغير عناصرها و يتغير على أساسها ما تقدمه لمستخدمي المبنى [Ogwezi 2002] [1].

يعتمد مفهوم التكيف و يعرف كما يلي :

مغلفات المباني المتكيفة مع المناخ هي المغلفات التي تمتلك القدرة على تغيير وظيفتها و خصائصها و استجابتها بشكل سريع و عكسي لتستجيب لتغير متطلبات الأداء وتغير المناخ المحيط . ومن خلال القيام بذلك يقوم مغلف المبنى بزيادة أداء المبنى بشكل فعال بما يتعلق باستهلاك الطاقة بينما يحافظ على ظروف بصرية و حرارية داخلية مقبولة .

يحوي مصطلح مغلفات المباني المتكيفة مع المناخ العديد من المعاني مثل (ممكن التحكم به , فعال , قابل للتعديل , ديناميكي , متقدم , متفاعل , متحرك , متغير انتقائي , متحول , حساس , واعي , مقاوم , ذكي , مستجيب ..) [Loonen 2010] . [2]

1 Bridget Ogwezi (2011). Multifunctional, Adaptable Facades. School of Construction Management and Engineering, University of ReadingBuro Happold, London, UK .

2 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010 .

1.6.4.2. تاريخ الواجهات المتكيفة

ضمن سياق التكنولوجية في الزمن التي ظهرت فيه استفادت البيوت الريفية بالشكل الأمثل من إمكانيات توفير الطاقة .حيث أن الحرارة المنتجة من الماشية استخدمت لتدفئة المبنى و القش والتبن لم يستغلا كعلف فقط بل كعازل .استهلاك الطاقة عبر إشعال النار في الحطب كان في حده الأدنى . النوافذ كان لها مغاليق شكلت موزعا حراريا وسطيا بين لوح الزجاج والمغلاق الخشبي ليلا وهذا المبدأ يماثل الواجهة المضاعفة الحديثة انظر الصورة (5)

صورة رقم : (5) المصدر Knack 2012

بداية ظهور التكيف في الواجهات عن طريق المصاريع الشمسية

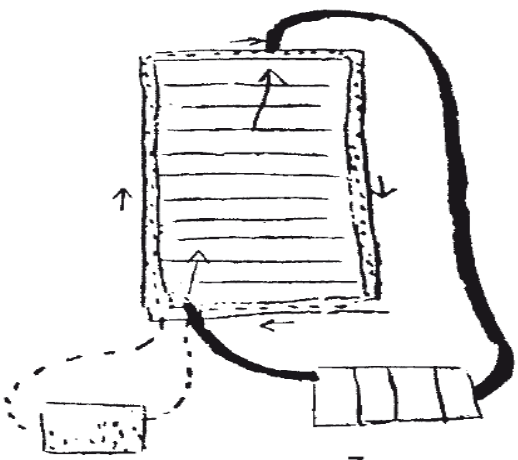
في منطقة جبال الألب الأوروبية هذه الطريقة ما تزال موجودة حتى يومنا هذا . الواجهات المضاعفة برأي اوليرتش Ulrich تشكل أحد الأسس والأساليب العامة التي تساهم في الحماية من التأثيرات المناخية الخارجية . قبل تطوير الزجاج العازل كانت توضع نافذة ثانية في نظام فتحات ثنائي النافذة تساهم بخلق فراغ هوائي يمكن التحكم به ويشكل موزعا حراريا .

الجمع بين لوحين زجاج ضمن هذه النافذة الصندوقية يشكل عازلا جيدا يمكن أن يتكيف تجاه المناخ السائد . وضمن فصل الشتاء تبقى النافذتين مغلقتين بينما في فصل الصيف يمكن فتح النافذة الخارجية لتأمين التهوية. في الوقت الحالي يتم استخدام الزجاج بشكل أكبر وهذا ما يزيد مشاكل الحرارة الزائدة في الصيف والبرودة الزائدة في الشتاء .

في عام 1929 وضع لوكوربوزييه فكرة لمغلف مبنى يؤثر بشكل إيجابي على المناخ الداخلي الشكل رقم (85) تحدث فيها لوكوربوزييه عن مصطلح (mur neutralisant) ويعني الجدار المحييد من دمج كلمة حيادي وجدار حيث قال:" نحن نرى هذه الجدران المحييدة ضمن الجدران الزجاجية أو الحجرية أو كليهما .

هذه الجدران تكون من عنصرين بينهما فراغ بعده سنتيمترات بينهما ...هي دارة تقلل التداخل بين العناصر ,يدفع هواء ساخن بينها إن كانت في موسكو و باردا إن كانت في داكار. النتيجة : يمكن للإنسان تعديل الحرارية بحيث يبقى العنصر الداخلي ضمن نطاق درجة حرارة تقدر ب 18 سليسيوس . المنزل بهذه الطريقة يمكن أن يعزل بسرعة و لا يدخله الغبار . ولا حتى الحشرات أو الناموس ولا ضجيج"

أفكار لوكوربوزييه لم تحال لنتيجة مرضية كون أفكاره كانت تسبق عصره . اليوم فإن جداره المحييد يمكن أن ينظر له كبداية لمفهوم للواجهة الطاردة للهواء Exhaust-air Facade ; هذا النوع من الواجهات يسمح بتعديل البيئة الداخلية للفراغات المستخدمة بشكل فردي و مستقل عن البيئة الخارجية عبر الجمع بين الهيكل المضاعف ووحدة التبريد الميكانيكي .



7

Mur neutralisant

شكل رقم : (85)1 المصدر Knack 2012

تصور الجدار المحييد بحسب سكتش لمعماري لوكوربوزييه

بينما سعى لوكوربوزييه إلى تعديل مناخ الغرف المجاورة للواجهة من خلال بيئة صنعية ضمن مغلف المبنى مستقلة عن المناخ الخارجي فإن المفاهيم البيئية الحالية تستخدم الفراغ بين طبقتي الواجهة لصنع موزع حراري . وعلى هذا الأساس يكون الفراغ بين طبقات الواجهة هو الوسيط بين الداخل والخارج [Knack 2007][1].

يوجد مفهوم آخر يعرف الواجهة كطبقات معدلِة مشابهة للفلتر بين الخارج والداخلي والتي تسمح بتبادل الظروف المناخية عبر الواجهة معتمدة على المتطلبات .بينما مفهوم لوكوربوزيه (الجدار الحيادي) بني على فكرة تحييد المناخ الخارجي بشكل فاعل Active وإلغاء تأثيره على المناخ الداخلي تقوم هذه الواجهات بمفهوم آخر عبر تسخير البيئة الخارجية و جعلها متاحة لإستغلالها . هذه الواجهات المعرفة باسم الواجهات الجامعة Collector Facade توظف الطاقة البيئية عبر أساليب غير فعالة أو سلبية Passive . هذه الواجهة أيضا تحتوي على فراغ موزع ضمن طبقات الواجهة و لكنها على خلاف المفاهيم التي ذكرت في الفقرة السابقة مثل الجدار الحيادي فإنها تتفاعل مع المناخ الخارجي عبر قشرتها الخارجية .

1 Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 978-3-7643-7962-9,PP.14) Berlin : Medialis.

2.6.4.2. الواجهة المتكيفة الثابتة

من خلال الاستفادة من إمكانات المواد والمواد الذكية، ويمكن واجهة تغيير خصائصها الفيزيائية وتتفاعل بطريقة محددة سلفا إلى الظروف الداخلية والخارجية. وهناك مثال قديم جدا هو مباني الأسكيمو.

فمساكنهم ، مصنوعة من الثلج والجليد، يستخدم حقيقة أن الثلج هو عازل ممتاز للحفاظ على المناطق الداخلية من المسكن تصل إلى درجة حرارة 16 ° C من حرارة الجسم فقط [Holihan et al. 2003] [1]
هذه الواجهة تحافظ على كمية الطاقة الخارجية اللازمة لضمان راحة الإنسان إلى أدنى حد ممكن. الواجهة تكيف نفسها بسهولة لارتفاع درجة الحرارة الداخلية: عندما يذوب الجليد في الداخل، فإنه يعمل ويملأ الفواصل والفواصل التي تحدث أثناء عملية البناء مما يجعل الواجهة محكمة الإغلاق .

3.6.4.2. إمكانيات التطوير في الواجهات المتكيفة

في مؤتمر لجامعة وايتنايت في سنة 2011 [2] طرح الباحثون في مجال المحاكاة الحيوية Biomimetics كيف يمكن تعلم دروس من كائنات الحية وكيفية التكيف لحل مشاكل الإنسان .و كما اقترح تشتيش فأن الأخذ بعين الاعتبار مفهوم الواجهة كجلد أو قشرة يمكنها الإستجابة كما تستجيب جلود الكائنات الحية يمكن تعلم درس يستفاد منه لجعل الواجهة متعددة الوظائف و متكيفة تستخدم الحد الادنى من الطاقة و مستدامة [Schittich 2003] [3].

أقترح ويجينتون وهاريس أنه عبر تطوير فكرة قشرة مع ذكاء صنعي يشبه الجهاز العصبي مرتبط بشكبة يمكن تحقيق تطورات هامة في تطوير الواجهة المتكيفة . الشبكات العصبية الصنعية هي نماذج حاسوبية تحاكي الجهاز العصبي لدى الحيوانات [Wigginton and Harris 2002] [4].

إن الجهاز العصبي هو ما يربط الجلد بالدماغ و من خلال هذا الاسقاط يمكن ربط الواجهة بنظام إدارة المبنى بنفس الأسلوب يمكن للواجهة التعلم والتكيف وبناء خوارزميات معتمدة على عملية التدريب والتجربة .

الجسم البشري بحسب شبكة ال BBC في سنة 2011 أوضحت أن الجلد البشري يمكن أن يتكيف عبر الزمن ليستجيب بطرق جديدة مختلفة عن المعتادة [Gershenson 2011] [5].

1 Holihan et al (2003) How warm is an Igloo?, Cornel University Library. BEE453 – 2003 Student papers. [accessed 18/04/2011)URI: http;/hdl.handle.net/1813/125]

2 Abstracts of Conference Papers: TSBE EngD Conference, TSBE Centre, University of Reading, Whiteknights, RG6 6AF, 5th July 2011. http://www.reading.ac.uk/tsbe/

3 Schittich, C. ed. (2003) In Detail: Building Skins. Shell, Skin, Materials. Base,l Boston, Berlin. Birkhauser

4 Wigginton, M and Harris, J. (2002). Intelligent Skins. Oxford: Elseiver Science pp. 13,19

5 Gershenson, C. Artificial Neural Networks for Beginners [accessed 28/05/2011 http:/arvix.org/ftp/cs/papers/0308/0308031.pdf

.7.4.2 تعدد الوظائف Multi Funtcion

مبدأ تعدد القدرات ينحدر من متطلبات الأداء الغير متزامنة أو الحاجة لتحقيق أدوار جديدة عبر الزمن حيث يوجد معيار رئيسي في مبدأ تعدد القدرات وهو أن تكون الوظائف القابلة للتعديل هي جزء من المتطلبات المبدأية للمبنى [Ferguson et al 2007] [1].

تعدد القدرات في الواجهات توضح من خلال مثال وهو شرفة بلوم فرايم (Bloomframe) التي يمكنها ديناميكيا تغيير وظيفتها من نافذة لشرفة حسب الرغبة بناءا على الظروف المناخية الخارجية و رغبة القاطنين شكل رقم 1

صورة رقم : (6) المصدر

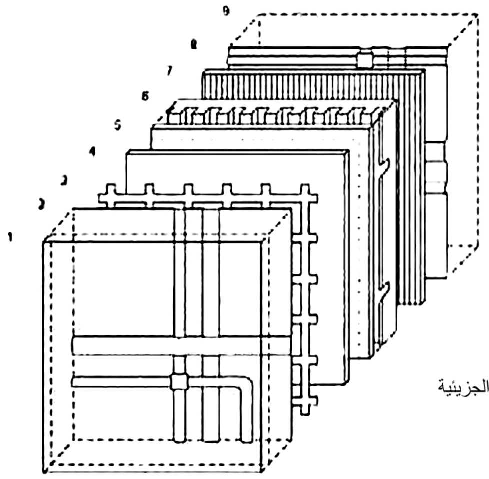
شرفة بلوم فرايم Bloomframe 2010

في عام 1981 و بالمشاركة مع ريتشارد روجرز قام مايك دافيز Mike Davies بتطوير فكرة للجدار متعدد الوظائف صورة رقم (6) . وفي مقاله المسمى «جدار لكل الفصول « وضح المفهوم بوجود عدد من الطبقات الوظيفية ضمن عنصر زجاجي تقوم بتأمين الحماية من الشمس والحرارة وتعدل الوظيفة أوتوماتيكا حسب الظروف المحيطة . الجدار نفسه يؤمن الطاقة التي يحتاجها المبنى و على الرغم من أن التقنية لم تكن عاملا مساعدا فإن الجدار متعدد الطبقات كان نظرة مستقبلية و عاملا محركا لتحقيق تقنية الواجهات الحديثة .

يقول دافيز : « ما نحتاجه هو صمام ثاني Diode بيئي يقوم بدور جهاز تقدمي يعمل كقاطع متغير يغير حرارية والخصائص الطيفية .يعتبر كمعالج ديناميكي متفاعل ذو قدرات متعددة ويعمل كمغلف للمبنى . هذا الصمام يعتمد منطقيا على صفات الزجاج الفيزيائية العالية ويجب عليه أن يتضمن أداء متكيف مداه اعلى فيما يتعلق بالقدرات الحرارية والبصرية ضمن جدار متعدد الوظائف (متعدد التكافؤ) وهذا الجدار بصفته مغلفا للمبنى سوف يزيل التمييز بين المصمت والشفاف « [Davies 1981] [2] .

---

1 Ferguson, S., Lewis, L., Siddiqi, A., and deWeck, O. (2007). Flexible and reconfigurable systems: nomenclature and review. In Proceedings of the ASME 2007 Design Engineering Conference, Las Vegas, Nevada.
2 Davies,M. (1981). A wall for all seasons. RIBA Journal, 88(2):55–57.



1) قشرة مناخية من السيليكا وطبقة تحتية
2) طبقة حساسات و تحكم خارجية
3) شبكة خلايا كهرضوئية
4) طبقة مشعة حرارية / ماص أنتقائي
5) طبقة عاكسة تعمل بالتيار الكهربائي
6) طبقة مسامية غازية تعتمد على المسامية الجزيئية
7) طبقة عاكسة تعمل بالتيار الكهربائي
8) طبقة تحكم منطقي تحوي حساسات
9) طبقة سيليكا فاصلة والقشرة الداخلية

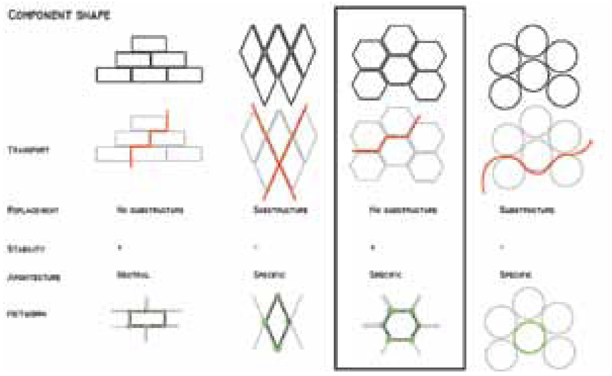
شكل رقم : (86) المصدر Davis 1981

الجدار متعدد الوظائف و طبقاته

1.7.4.2. أنماط الواجهات ذات الوظائف المختلفة :

لفهم أوضح لكيفية إضافة وظائف مختلفة للواجهات يجب تحديد الأنماط الرئيسة العامة لأشكال الوجهات و في هذا السياق تم تطوير مقاربات من طلاب برنامج الماجستير للواجهات الدولية في جامعة ديلفت التقنية في هولندة حيث تم تصنيف الواجهات ضمن سيناريوهين بغرض تضمينها وظائف مختلفة وهي :

1) الواجهة المشكلة من وحدات
2) الواجهة المؤلفة من طبقات



شكل رقم : (87) المصدر Klien 2013

نمط الوحدات المختارة للدراسة

شكل رقم : (88) المصدر Klien 2013

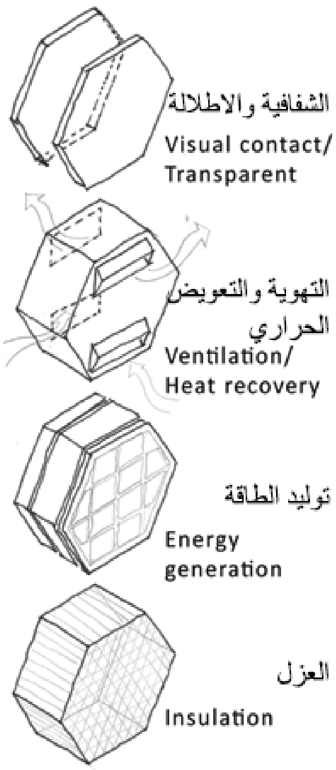
جناح المعرض الأسباني اكسبو 2006 للمعاريين Foreign Office Architects

وتم طرح مقاربة لإدخال وظائف مختلفة فيها ضمن الحالات التالية على سبيل المثال لا الحصر [Klien 2013] [1]:

1 Tillmann Klein .(2013) . Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture,

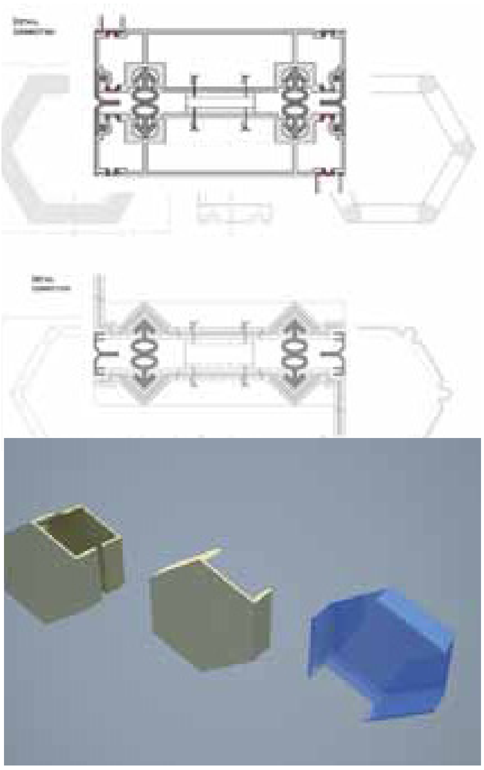
1.1.7.4.2. الواجهة المؤلفة من وحدات

تم اختيار شكل المسدس المستوحى من تراكب خلايا النحل التي تمتلك الخاصية بأنها تستوعب أكبر كمية من العسل ضمن اقل فراغ ممكن وتضمين هذه الوحدات وظائف مختلفة شكل رقم 4



شكل رقم : (89) المصدر Klien 2013

وظائف مختارة متنوعة لنفس الواحدة



شكل رقم : (90) المصدر Looman 2013

تفصيلة عناصر الواجهة ذات الوحدات

يتم التحكم بالعناصر لاسلكيا و هي مربوطة بوحدة معالجة مركزية تعطي الأوامر لكل وحدة على حدى ويمكن تبديل العناصر و تطويرها حسب الحاجة و تمتاز هذه الطريقة بامكانيات التصنيع القصيرة زمنيا كون يمكن تصنيع العناصر مسبقا و تضمينها الخدمات اللازمة خارج الموقع ويمكن إعادة استخدام العناصر و تدويرها عند انتهاء فترة خدمة الواجهة [Klien 2013] [1]

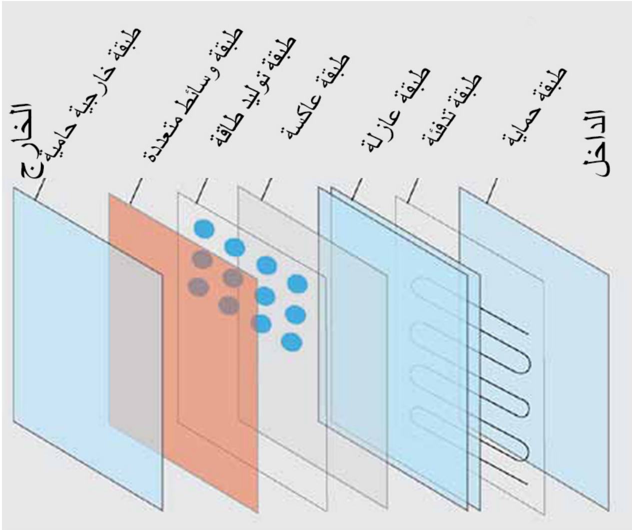
يقدم هذا المفهوم نهجا جديدا كاملا لطريقة بناء و توزيع الواجهات و يمكن إضافة وظائف لاحصر لها غير مقتصرة فقط على وظائف الواجهة فيمكن تضمين وحدات لها وظيفة الرفوف الداخلية و تضمين شاشات عرض ضمنها ويمكن التعامل مع الوحدات مثل عبوات الشراب المعادة للمعمل لإعادة استخدامها أو ترقيتها ويمكن أن تتشارك عدة شركات في التصنيع و تضمين عناصر الواجهة خدمات مختلفة .

Architectural Engineering + Technology department .

1 Tillmann Klein .(2013) . Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department .

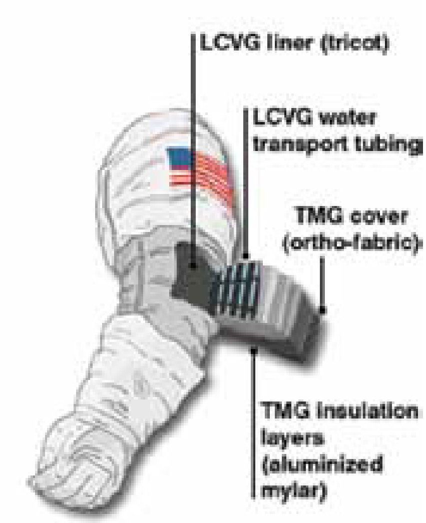
2.1.7.4.2. الواجهة المؤلفة من طبقات :

توجد أمثلة مختلفة عند جمع طبقات ذات خائص مختلفة تؤدي لأداء عالي فبدلة رواد الفضاء ذات سماكة من بعض مليمترات يمكنها أن تحمي الإنسان من درجات حرارة منخفضة و اشعاعات ضارة .



شكل رقم : (92)1 المصدر Looman 2013

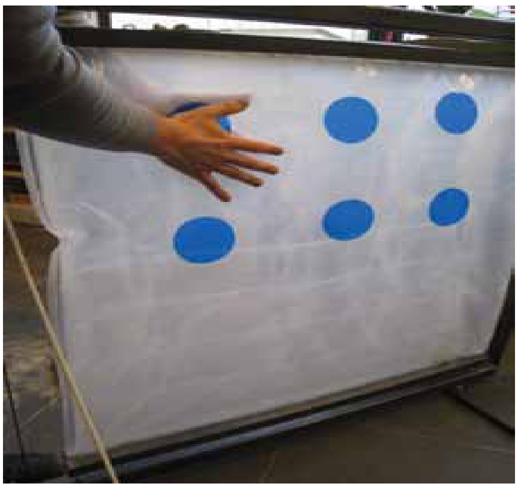
طبقات مشكلة للواجهة المقترحة



شكل رقم : (91)1 المصدر Nasa 2013

طبقات بدلة رائد الفضاء ذات سماكة 7 ملم

في هذا النظام يتم إنشاء وظائف الواجهة من خلال الجمع بين طبقات مختلفة وتتحقق وظائف العزل من خلال طبقات هوائية و طبقات عاكسة ويتم شد الطبقات من الأطراف لخلق صلابة للواجهة و دمج أنابيب شعرية تمر فيها مياه دافئة لأغراض التدفئة في الشتاء والتبريد في الصيف .



شكل رقم : (93)1 المصدر Looman 2013

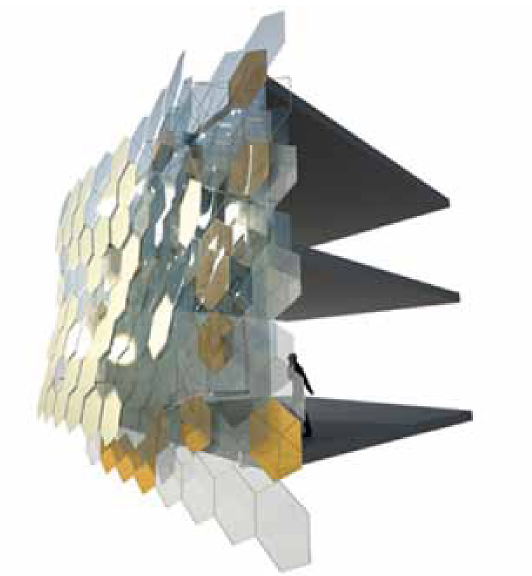
نموذج لواجهة متعددة الطبقات

كل هذه الطبقات تتوضع مؤقتا حتى يتم جمعها بواسطة الضغط ويتم تعديل ترتيب الطبقات حسب حاجات

المستخدم و توجيه المبنى والفكرة المعمارية .

معماريا يمكن دمج طبقات ذات الوان مختلفة ويمكن ان تكون الواجهة شفافة أو شافة أو معتمة ويمكن إعادة ترتيب الطبقات لضبط خصائص الواجهة أو إضافة تقنيات جديدة ويمكن أن تصمم الواجهة بأشكال فراغية أو مستوية .

تشكل طبقات الواجهة من مادة مركبة تدعى ال ETFE بشكل رقائق مفرغ فيما بينها بشفط الهواء و بالتالي ليس هناك حاجة إلى أي تواصل بين الطبقات كما يمكن تصنيع كل منها على حدى ولفها و نقلها للموقع وتمكن هذه الطبقات من جعل الواجهة خفيفة جدا و تستهلك اقل كمية من المواد ويمك إعادة تدوير طبقات الواجهة و تكون خصائص العزل في هذه الواجهة عالية معتمدة على ترتيب الطبقات ولكن تعدد الطبقات قد يؤدي إلى تقليل شفافية الواجهة ويتم تجاوز هذه الإشكالية بتطوير الطبقات و اعتماد تقنيا أعلى في توزيع ذرات المواد ضمن الطبقة الواحدة و استخدام طبقات عازلة عتمد على مواد شفافة مثل الأيروجيل Aerogel .



شكل رقم : (94)4 المصدر Klien 2013

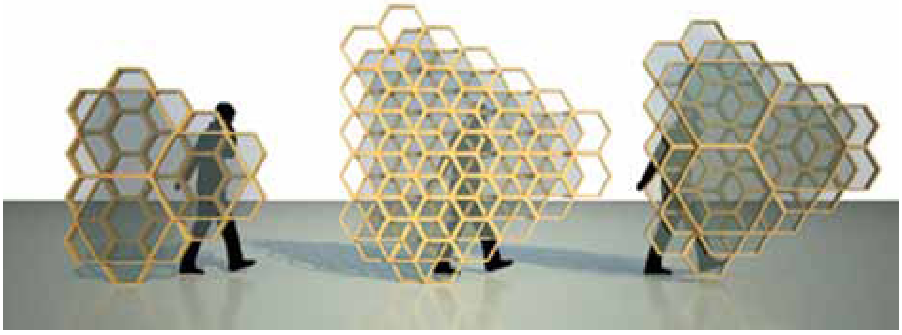
تصور للواجهة ذات العناصر والطبقات

ويمكن دمج النمطين بنمط هجين يستخدم مزايا النمطين السابقين في نموذج طرحه شينجي وو وبارد فان دين ايندي ووتر شتريتفيكير من جامعة ديلفت التقنية سنة 2010 [Klien 2013] [1]

حيث تم طرح فكرة واجهة مؤلفة من ثلاث طبقات رئيسة و هي :

1) الطبقة الهيكلية مصنوعة من مكونات حاملة متوضعة في الوسط و تكون كتيمة تجاه الهواء و معزولة حرارية

1 Tillmann Klein .(2013) . Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department .

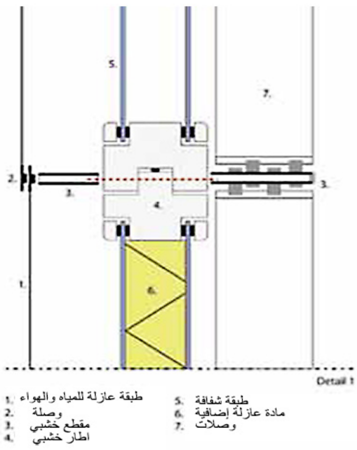


شكل رقم : (95) المصدر Klien 2013

أشكال العناصر المتنوعة القياس الممكن تشكيلها

صورة رقم : (7) المصدر Klien 2013

نموذج لجزء من الواجهة



شكل رقم : (96) المصدر Klien 2013

تفصيلة الواجهة

2) طبقة خارجية تشكل طبقة حماية من الأمطار والرياح والعوامل الخارجية و هذا يسمح بتبسيط هيكل الواجهة ويمكن إضافة عناصر الواجهة في هذه الطبقة من خلايا كهر ضوئية و كاسرات و خلافها

3) الطبقة الثالثة تستخدم لربط ألواح عازلة شفافة و أجهزة التكييف والتدفئة والتهوية الميكانيكية أو أي جهاز يؤدي وظائف تخدم البيئة الداخلية

هذا النظام مقوى باستخدام كابلات تربط بين الطبقات .

يمتلك هذا المفهوم العديد من الميزات الإيجابية منها التفكيك وإعادة الاستخدام في أماكن أخرى و سرعة التصميم وتضمين ابتكارات واختراعات موضعية و يسمح بدقة وظيفية أعلى.

مما سبق يلاحظ أن لصفة تعدد الوظائف للواجهة فوائد واضحة تنقل الواجهة من تحقيق وظائف بسيطة لتضمينها وظائف أكثر تعقيدا و تحقق أداءا أعلى .

8.4.2. التفعيل Activation

1.8.4.2. مفهوم التفعيل

في العقود الأخيرة اتجه تصميم المباني منخفضة الطاقة باتجاهين : التقنية الفعالة و استراتجيات التصميم الذاتي أو السلبي [1] . مصطلح سلبي يشير للمبنى وشكله الخارجي بدون خدماته التقنية حيث يكون المبنى مسؤولا بشكل مباشر عن التقاط و تخزين و توزيع الطاقة الشمسية بهدف تقليل استهلاك الوقود الأحفوري لتكييف و تبريد الفراغات الداخلية [Perteous and Macgregor 2005] [2] .

تقود هذه الاستراتيجية في الغالب إلى مباني محكمة الإغلاق مع عزل كبير و تحقيق توازن بين التهوئة و استراجاع الحرارة المفقودة . وفي المناخات الدافئة على الطرف المقابل تقوم استراتيجيات التصميم السلبي بمحاولة الاستفادة من تصميم المبنى بالتوافق مع الطاقة الطبيعية المتوفرة بهدف الإبتعاد عن الحرارة الزائدة بدون الحاجة لإستخدام أنظمة تكييف عاملة بالكهرباء . [3]

ضمن هذا السياق يعتبر مفهوم فاعل Active معاكسا لمفهوم السلبي Passive حيث يعبر عن أنظمة التكييف و التدفئة والتهوية المستخدمة للطاقة بشكل كبير وأنظمة الإنارة الصناعية التي يحاول النظام السلبي تلافيها .

بالتالي فإن أنظمة المغلفات المتكيفة مع المناخ تكون مرتبطة بالتقنيات العالية الفاعلة وهذا التناقض قد يقود لفهم خاطئ بان مفهوم الواجهات العالية التقنية يناقض التصيميم السلبي . وفي الحقيقة فإن الأهداف التصميمة لكليهما هي متشابهة و منها تقليل متطلبات الطاقة بينما يتم الحفاظ على مستويات راحة جيدة داخليا .

بالمقارنة مع الواجهات المتكيفة فإن التصميم السلبي يقدم مزايا متعددة حيث ينحدر التصميم السلبي غالبا من تقنيات تقليدية ولذلك فهو سهل التطبيق وموثوق وهو ما يجعله ذو فعالية اقتصادية . وبالإضافة لذلك فإن هذه الأنظمة لا تحوي في الغالب على أجزاء متحركة وبالتالي لا تحتاج لأنظمة تحكم معقدة و لكنها لا تحقق دائما متطلبات الأداء لانها تعتمد على مفهوم الصلابة و بالتي لا تعامل دائما بشكل جيد مع الظروف المناخية الغير متوقعة ولا تحقق جعل المبنى مستجيبا و ديناميكيا للبيئة الخارجية [Wigginton and Harris 2002] [4] .

مما سبق فإن مفهوم الفعال والسلبي ليسا دائما متناقصين ويمكنهما العمل بشكل متوازي ضمن نظام مشترك هجين لتعزيز أداء المبنى .

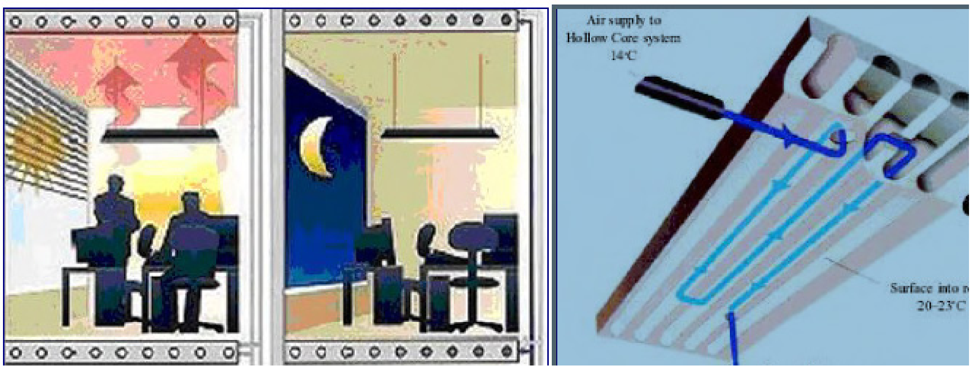
1 Passive design Strategy
2 Porteous, C. andMacGregor, K. (2005). Solar architecture in cool climates. London: Earthscan.
3 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010
4 Wigginton,M. and Harris, J. (2002). Intelligent skins. Oxford: Butterworth – Heinemann.

2.8.4.2. تفعيل الكتلة الحرارية للمبنى Thermal Mass Activation

يعرف تفعيل الكتلة الحرارية للمبنى بانه الاستخدام الفعال لكتلة المبنى أو المغلف والتي يمكن أن تستخدم لتخزين الطاقة الحرارية (لأغراض التدفئة والتبريد) [IEA 2008].

تتضمن العناصر المستخدمة في هذه المبدأ : مغلف المبنى متضمنا الواجهات و القواطع الداخلية و الفرش وأيضا يمكن تفعيل هيكل المبنى الإنشائي في هذه العملية .

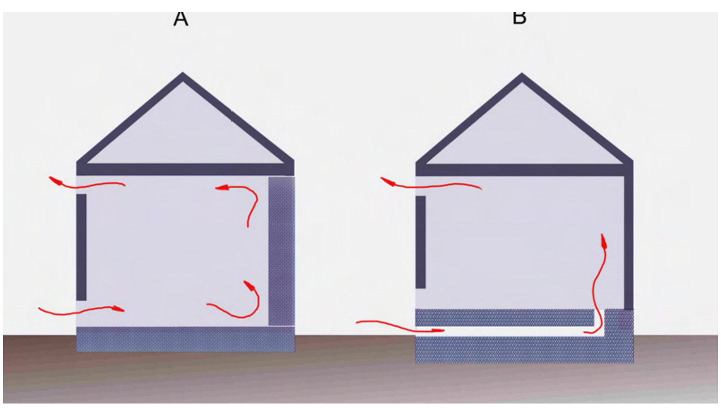
يوجد مثال معروف لهذا المفهوم وهو ما يعرف بال (التبريد الليلي) والذي يقلل أو يلغي الحاجة لتبريد المبنى بشكل ميكانيكي .



شكل رقم : (97)4 المصدر [Cauberg 2010]

----

1) مبدأ تفعيل السطوح يتضمن فقط سطوح عالعناصر على اليسار
2) على اليمين يتضمن مبدأ التفعيل نواه العنصر من الداخل .



شكل رقم : (98)4 المصدر [Cauberg 2010]

A) تفعيل السطوح
B) تفعيل النواة

و كمحور تطوير لهذا المفهوم تقدم مقاربة جديدة و هي جمع الكتلة الحرارية للمبنى مع أنظمة التبريد و التدفئة بالتهوية للمبنى . حيث أن نظام التهوية الذي يستفيد من الكتلة الحرارية للمبنى يمكن أن يقلل حمولات التبريد و التدفئة دون زيادة الكلفة [IEA 2008] [1] .

1 International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Asschehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University

و من أجل تخزين الحرارة يجب تمييز خاصيتين حراريتين أساسيتين للمواد و هما :

1) السعة الحرارية بالنسبة للكثافة

2) نسبة الامتصاص الحراري

الخاصية الأولى تحدد قدرة المادة على تخزين الطاقة الحرارية و الثانية تحدد قدرة العنصر على جذب و تحرير الطاقة الحرارية .

التأخر الزمني (Time lag) هو الفرق الزمني بين زمن تغير درجات الحرارة من درجة الحرارة القصوى للدنيا الخارجية و بين زمن تغير درجتي الحرارة القصوى والدنيا للداخل . زيادة السعة الحرارية يمكن أن يقلل بشكل كبير تقلبات الحرارة اليومية [IEA 2009] [1] .

ويوضح الجدول التالي التأخر الزمني لجداران سماكتها 30 سم مشكلة من مواد مختلفة [Asan 1998] [2] .

المادة	التأخر الزمني بالساعات
طين Adobe	10
قرميد Common brick	10
قرميد إكساء Face Brick	6
الاسمنت المسلح Concrete heavy wieght	8
الخشب Wood	20 *
* التأخر الزمني للخشب كبير بسبب رطوبته	
جدول رقم : (10) المصدر Asan 1998	

3.8.4.2. تصنيف مبادئ و تقنيات التفعيل الحراري للمبنى :

بالنسبة لموقع الكتلة الحرارية يوجد نوعين للكتلة الحرارية ضمن المبنى :

1) الكتلة الحرارية الخارجية مثل الواجهات والأسقف المعرضة لدرجة الحرارة المحيطة و تغيراتها

2) الكتلة الحرارية الداخلية مثل الفرش و الجدران الداخلية المعرضة للحرارة الداخلية .

و بالنسبة لسعة المخزن الحراري يمكن تمميز نوعين من الكتلة الحرارية للمبنى :

1) الكتلة الخفيفة السريعة المكونة من الواجهة ومواد مثل الزجاج والتي تستجيب بسرعة للبيئة

2) الكتلة الثقيلة والتي تمتلك سعة حرارة كبيرة جدا ولكنها تفتقد لسرعة الاستجابة حيث تأخذ استجابتها

Department of Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .

1 International Energy Agency , IEA ECBCS Annex 44 Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings (Part 2 Responsive Building Elements , Energy conservation in building and community system programme 2009 .

2 Asan, H. and Y.S. Sancaktar. 1998. Effects of wall's thermophysical properties on time lag and decrement factor. Energy and Buildings 28(2):159-166

فترات أطول ويظهر الجدول التالي بعض المواد المستخدمة للتخزين الحراري [Cauberg 2010] [1]

المادة	المميزات	المساوء
الماء	كلفة قليلة	يتطلب مخزن للمياه واحتمال التسرب وارد
البيتون والحجر	يتمتع بثبات ويمكن أن يوظف كجدران و أرضيات ...	وزنه الزائد و كلفته
المواد متغيرة الطور PCM	يتمتيز بتدميجه و قلة الحجمه	كلفته كبيرة حاليا وحاليا لاتوجد دراسات تثبت مدى ديمومتها

جدول رقم : (11) مقارنة بين مواد التخزين المختلفة المصدر Cauberg 2010

4.8.4.2. عناصر المبنى الفاعلة بناءا على مبدأ التفعيل :

تصنف عناصر المبنى الفاعلة ضمن فئتين رئيسيتين بالنسبة لمبدأ التفعيل العاملة به كالتالي :

1) عناصر تفعيل السطوح الحرارية Surface mass activation

2) تفعيل النواة الحرارية Core themal mass activation

ويمكن التصنيف بناءا على عنصر النقل الحراري المستخدم في عملية التفعيل ضمن النظامين التاليين :

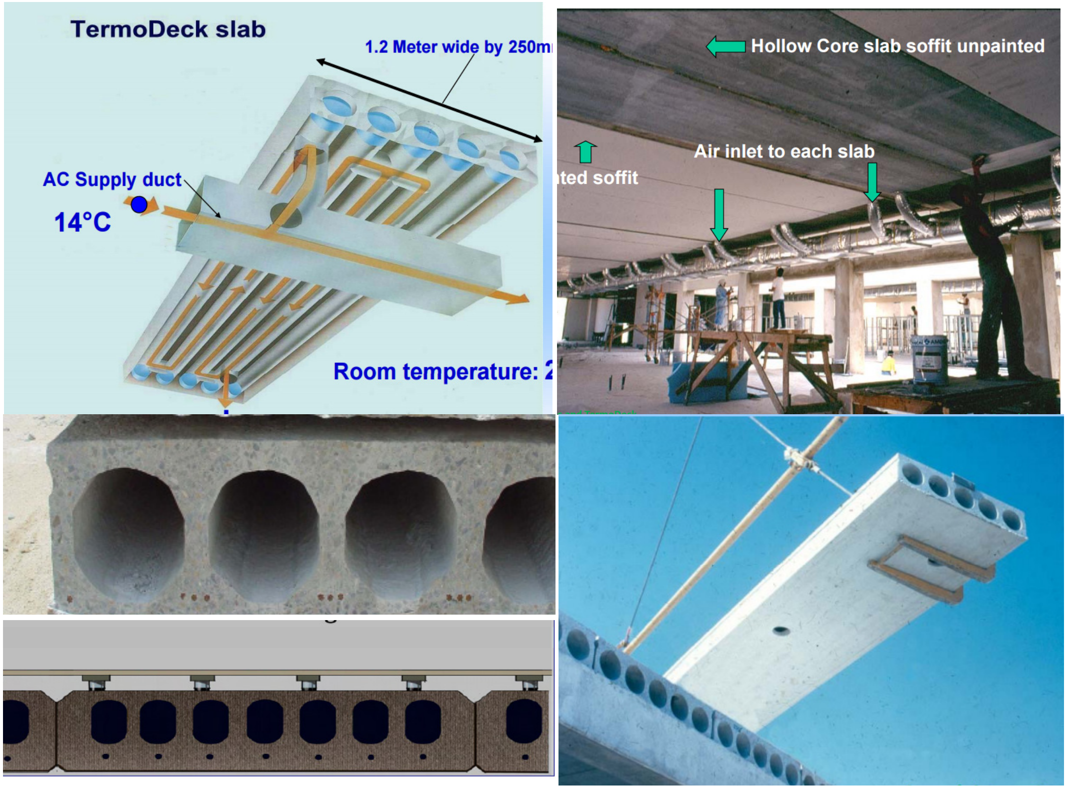
أ) الأنظمة الناقلة باستخدام الهواء Airborne Systems وتعتمد على تأمين فراغات ضمن عناصر المبنى يتحرك الهواء عبرها و تستخدم للتبريد والتدفئة (مثال : بلاطة التيرموديك Termodeck انظر الشكل رقم

والتي تجمع الحرارة نهارا لتطلقها ليلا ويمكن جمعها من نظام تبادل أرضي[2] أو مع عناصر الواجهة

ب) الأنظمة الناقلة باستخدام المياه Water Based system و هي الأكثر شيوعا مثل أنظمة التدفئة الارضية باستخدام أنابيب المياه و هذه الأنابيب يمكن تضمينها ضمن العناصر الإنشائية في الموقع أو ضمن عناصر المبنى بشكل مسبق الصنع

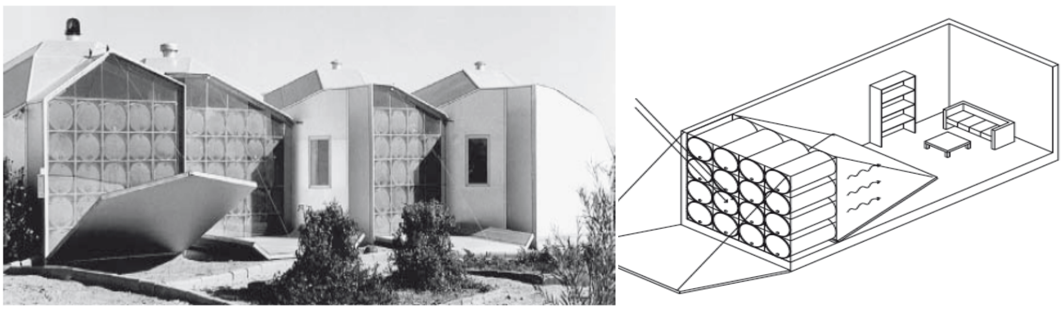
1 Cauberg–Huygen Raadgevende Ingenieurs BV, 2010 . Designing with responsive building components . Aalborg University Sohngaardsholmsvej 57 , DK–9000 Aalborg ,DENMARK

2 Ground heat exchanger



شكل رقم : (100)

تفعيل النواة



شكل رقم : (99)4 المصدر [Knack 2007]

مثال أخر لتفعيل السعة الحرارية للواجهة و تطويرا لمبدأ لجدار ترومب مبني في نيو ميكسكو في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1973. صممت فيه الواجهة من براميل نفط مملوءة بالمياه تخزن حرارة الشمس نهارا وتشعها ليلا

و كمثال لخاصية التفعيل وكتطوير لمبدأ الواجهات الجامعة وبهدف الوصول في عام 2020 إلى تحقيق مباني صفرية الطاقة تم بناء نموذج واجهة مستقبلي لمبنى سكني في مدينة هامبورغ في ألمانية مغلف بمادة اليخضور.

هذا المبنى الأحيائي Bio Intelligence Quotient House أو أختصارا BIQ حيث تم أنفاق ما يقارب 6.5 مليون دولار لتحويل واجهة من أربع طوابق إلى مصنع طاقة حي . مليارات الأحياء الطحلبية محتواة ضمن 129 مفاعل حيوي زجاجي تشكل كواسر شاقولية تقوم بعملية التركيب الضوئي و تتكاثر عندما تشرق الشمس إضافة إلى أن هذه الكاسرات يمكن أن تتحرك على المحور الشاقولي لتتبع حركة الشمس . أنظر الشكل رقم (101)

شكل رقم : (101)

المبنى الأحيائي

شكل رقم : (102)

عنصر الواجهة في المبنى الأحيائي

تعمل الواجهة كالتالي :

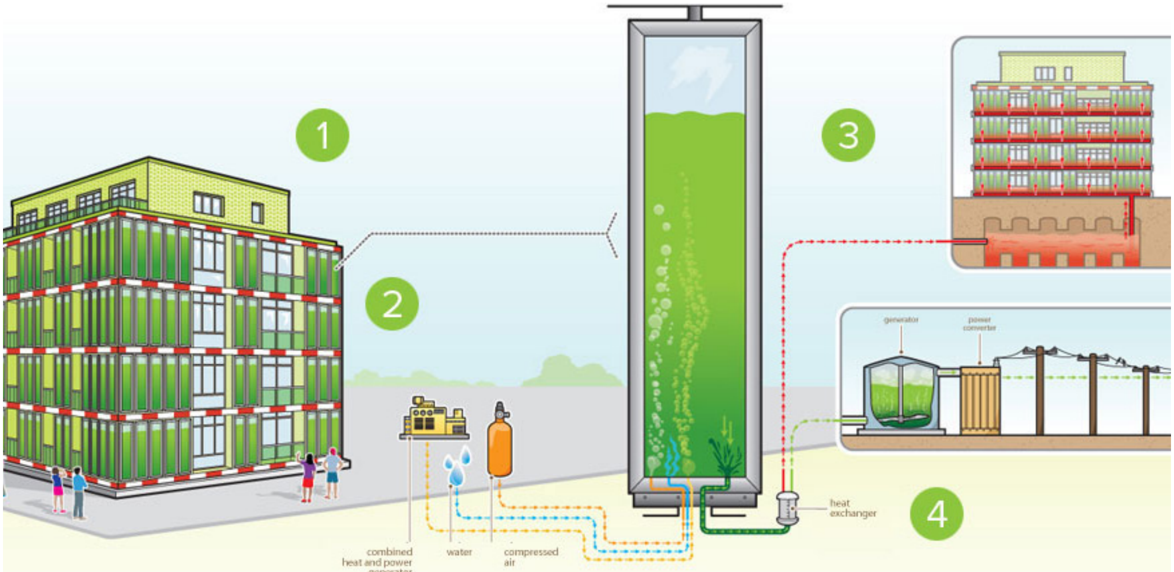
1) تثبت المفاعلات الحيوية كما سميت على الواجهة الجنوبية للمبنى و صممت لتعمل تقريبا دون الحاجة إلى أيدي بشرية أو حتى تنظيف . كل حاوية سماكتها 3 إنشات (7.62 سم) و أرتفاعه 266 سم و يحوي 6 جالونات من المياه ضمن لوحي زجاج للحماية .

2) يوجد نظام معقد لتدوير المياه يبقي الطحلب حيا و يدفع المياه و الفوسفور والنيتروجين عبر الحاوية . تأمين الغذاء و ثاني أوكسيد الكربون يأتي من أنبوب عادم من مولد في الطابق الأرضي . طلقات من الهواء المضغوط تمنع الطحلب من تشكيل قوام سميك , بينما تعمل خرزات صغيرة على كشط السطح الداخلي للزجاج حتى لا تتشبث الكائنات الحية به .

3) عندما يتكاثر الطحلب تتولد حرارة مما يعني أن يوما مشمسا يمكن أن يوصل درجة الحرارة ضمن المفاعل الحيوي ل 40 درجة سليسيوس . ينتقل الماء ضمن دورة عبر مبادل و يسخن المياه في خزانات ثانوية والذي يسري عبر أنابيب تدفئة أرضية للمبنى لتدفئة الغرف أو لتأمين درجة حرارة أولية لمياه الاستحمام . المياه الساخنة الزائدة عن الحاجة تخزن في حفرة تحت المبنى . كل الطحلب الموجود في المفاعلات الحيوية يولد حريرات كافية لتدفئة أربع شقق على مدار السنة .

4) كل أسبوع على الأقل تفرغ الطحالب من الماء و تشحن للجامعة حيث تعالج للحصول على الميثان والهيدروجين .

يجدر الإشارة إلى أن كفاءة عملية تحويل الضوء إلى كتلة عضوية هي 10% و لتحويله لحرارة هي 38%

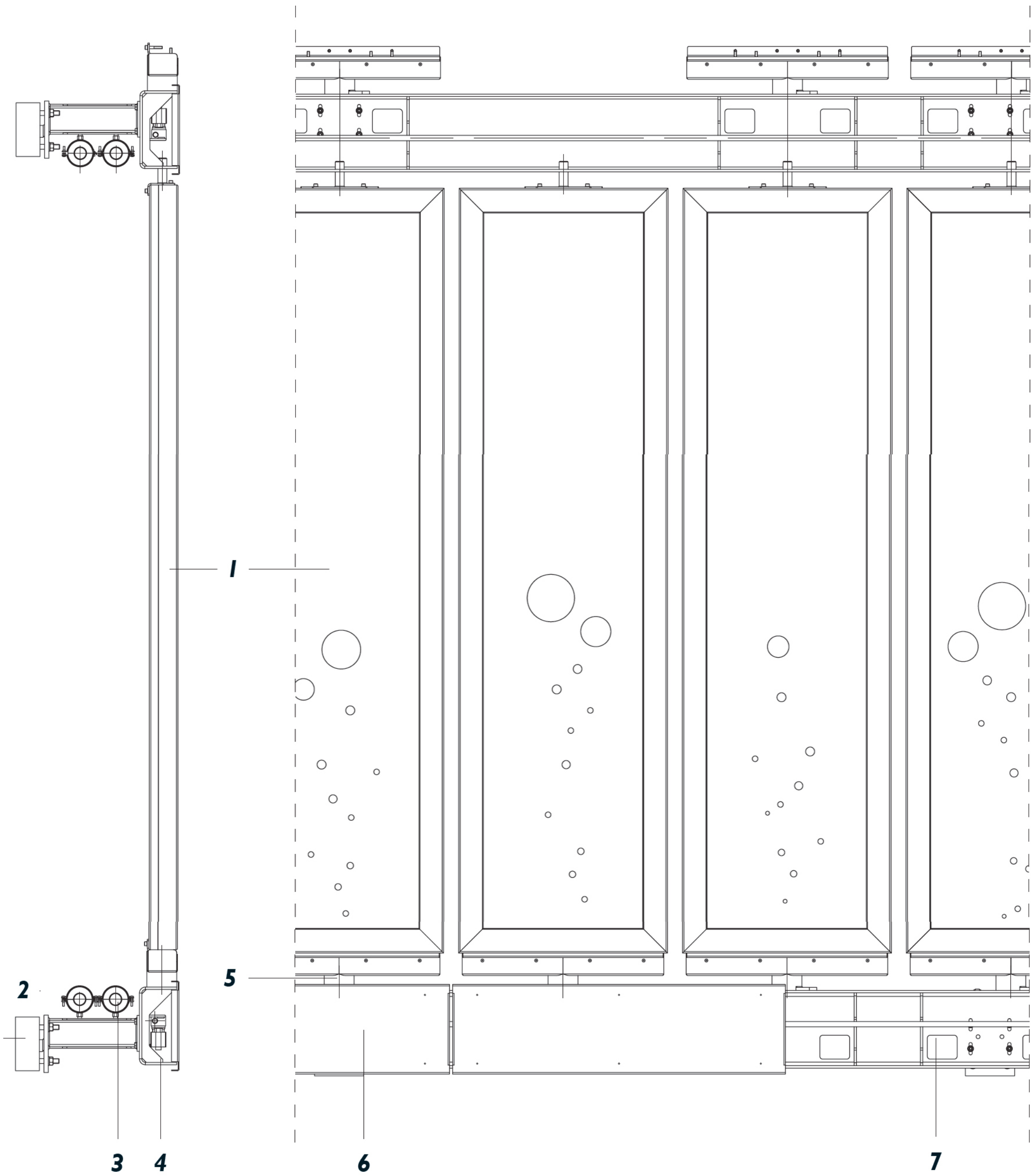


شكل رقم : (103)

مخطط العلاقة بين الواجهة وأنظمة المبنى الأحيائي

وبالمقارنة مع الخلايا الكهرضوية الشمسية التي تملك 12-15 % نسبة كفاءة و أنظمة تسخين المياه التي تملك 60-65 % نسبة كفاءة فإن هذا النموذج الأولي يعد منافسا جيدا لهذه التقنيات بالإضافة إلى قدرته على تخليص الجو من غاز ثاني أوكسيد الكربون من الجو المحيط .

و كما يظهر المثال السابق فإن خاصية التفعيل يمكن تطبيقها ليس فقط لتفعيل الكتلة الحرارية للمبنى والاستفادة من السعة الحرارية لعناصر الواجهة بل ويمكن تفعيل توليد الطاقة و تفعيل مجالات أخرى مستقبلا .



كاسرة الوريقة الشمسية الخارجية	1	***SolarLeaf external louvre***
زاوية تثبيت مع عازل حراري لنقل الحمولات للهيكل الأساسي	2	***Brackets with thermal breaks for the transfer of loads to the primary substructure***
نظام أنابيب	3	***Pipework for the medium to enter and leave***
هيكل ثانوي بمقطع U	4	***Sub-frame, rolled steel U-section***
تثبيت حول محور دوراني	5	***Pivot fixing allowing rotation***
اكساء صفائحي	6	***Metal cladding***
تأمين هواء متحكم به من قبل مغانط	7	***Supply of pressurised air, controlled by magnetic valves***

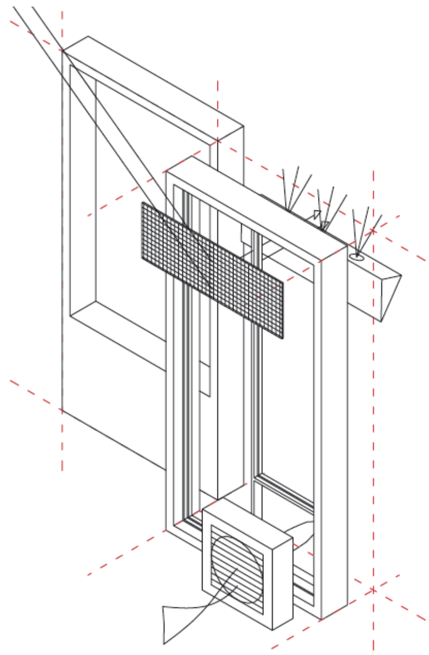
شكل رقم : (104) المصدر www.coltgroup.com

مقطع في واجهة المبنى الأحيائي

9.4.2. التدميج و التكامل Integration

بالنظر إلى التطور التقني للواجهات والتي يضاف إلها دائما عناصر تقنية مثل عناصر التدفئة في الفراغات الداخلية و أيضا التطويرات التقنية المتمثلة في أجهزة التكييف الغير مركزية ووحدات التهوية فإنه من المنطقي ضمين هذه العناصر ضمن الواجهة بشكل متكامل معها ومع موديولاتها .

من منظور الإنشاء إنه من الميزات الإيجابية دمج أكبر قدر من العناصر Component ضمن الواجهة قدر ما يمكن . وإن عملية التصميم الصناعي لوحدات الواجهة يجعل من الممكن تضمين عناصر أكثر بدقة أعلى , تثبت هذه العناصر على قشرة المبنى كنظام وحدات Unit system. هذه الطريقة تقلل الوقت اللازم لتجميع العناصر الخدمية لاحقا على قشرة المبنى .



شكل رقم : (105) المصدر Ulrich 2007

الواجهة المدمجة تجمع عددا من عناصر خدمات المبنى و يمكن عبرها تقليل زمن إنشاء المبنى كون عناصر الخدمة يمكن تضمينها خلال فترة التصنيع

حاليا يمكن جمع الوظائف مثل التدفئة و التبريد و التهوية وأجهزة التحكم بالضوء و أجهزة التظليل و أجهزة الإنارة الصناعية و عناصر توليد الكهرباء الكهرضوئية و عناصر التدفئة بالطاقة الشمسية ضمن الواجهة المدمجة المتكاملة .شكل رقم 38 .و هذه الوظائف يمكن تجمع حسب مبدأ تصميم الوحدات الموديولي Unitized Facade مما يتيح الخيار للإستشاريين تصميم الواجهة حسب الاحتياجات الموضعية لكل مكان وعلى الطرف الأخر تشكل الأجهزة الغير مركزية عبئا على متطلبات الصيانة للمبنى و تزيد من تعقيد الهندسة المتحكمة بالبيئية . وبالمقابل يتحقق التوفير باستخدام أجهزة تحكم مركزي بالبيئة الداخلية و المهاوي Shafts و الدكتات Ducts إن مصطلح الواجهة المدمجة Integraded Facade العالية التقنية

يشير إلى الطبقة الخارجية التي تحمي المبنى من الطقس الخارجي والتي تسهم في تحقيق متطلبات التدفئة والتبريد والتهوية والإضائة و تعزز الراحة الداخلية من خلال تدابير فعالة موفرة للطاقة [IEA 2008] [1] .

1.9.4.2. درجات التكامل بين الشكل المعماري والانشائي للواجهة :

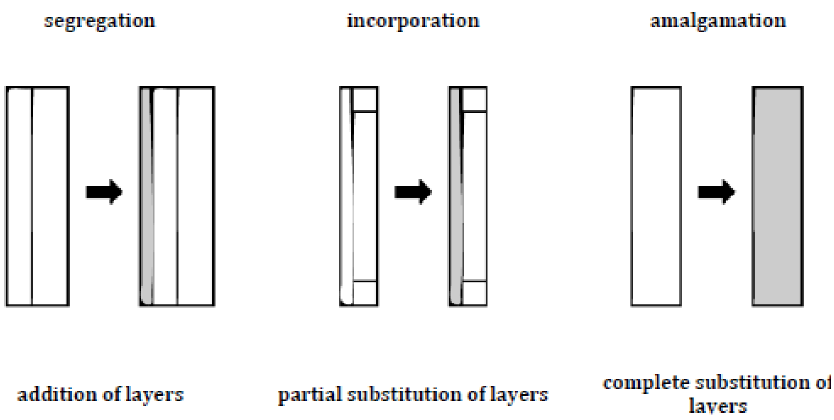
إن واجهة المبنى أو المغلف (القشرة) هي الفاصل الأولي بين الداخل والخارج و تخدم العديد من الوظائف . و لخدمة هذه الوظائف تكون الواجهة غالبا مؤلفة من عدد من الطبقات حيث تكون الطبقات الضخمة مؤلفة في العادة من مادة واحدة و ذات دعم ذاتي (إنشائية مستقلة) بعكس الطبقات الأخرى التي تحتاج لهيكل داعم .

يوجد ثلاث أنماط من التراكيب لعناصر الواجهة بحسب [Hegger et al. 2008; Figure 5.7] [2] .

1) فصل العناصر : مثال إكساء عازل للماء موضع فوق عنصر إنشائي

2) جمع العناصر: يحقق عند جمع عنصرين ذي وظيفتين مختلفتين ولكن كل منهما يقوم بوظفيتة بشكل جزئي مثل توضع العازل ضمن طبقتي واجهة

3) دمج العناصر يحقق عندما يقوم العنصر نفسه بعدد من الوظائف حيث يمكن لعنصر إنشائي ان يقوم مقام المغلف ان يقوم (load bearing monolithic wall) بوظيفة مغلف المبنى



شكل رقم : (106) المصدر Ulrich 2007

من اليسار لليمين توضح الأشكال مبدا : 1) إضافة طبقات 2) فصل جزئي للطبقات 3) فصل الطبقات

و لزيادة أداء عنصر مبنى موجود أو جديد يمكن إضافة عدة طبقات جديدة للتشكيل الحالي وهذه الاستراتيجية تستخدم بشكل أكبر عند زيادة الأداء لمبنى موجود مسبقا .

1 International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Ascchehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University Department of Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .

2 Looman, R.H.J., Van den Dobbelsteen, A.A.J.F. and Cauberg, J.J.M. (2009) Climate responsive design matching supply of renewable energy sources and energy demand patterns in dwellings for improved comfort in proceedings of SASBE2009 conference, Delft.

2.9.4.2. أنماط التدميج :

وتتجلى أهمية هذه الخاصية في حالات عندما تكون الواجهة مؤلفة من عدد من الطبقات والعناصر و لتحديد الأنماط للواجهات المدمجة يتم اعتماد المعايير التالية :

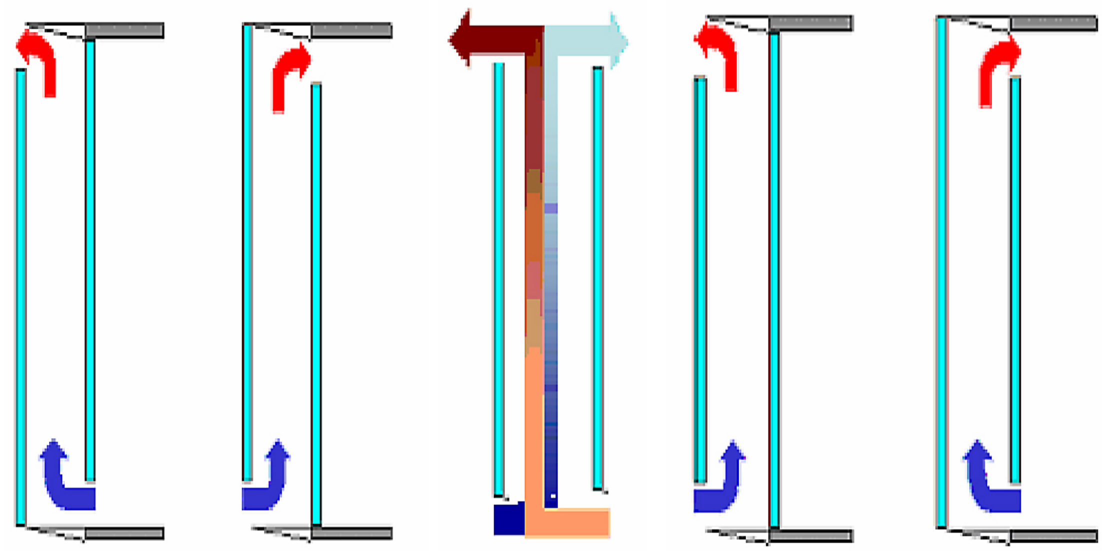
1) طبيعة التهوية

حركة الهواء ضمن فراغات الواجهة تحدد طبيعة التهوية و يتم تحريك الهواء بعدة أشكال منها

- التهوية الطبيعية Natural Ventilation
- التهوية الميكانيكية Mechanical Ventilation
- التهوية الهجينة Hybrid Ventilation والتي تستفيد من كل من النظامين السابقين و تجمعهما ضمن نظام واحد

2) مسار حركة الهواء

مسارات حركة الهواء ضمن الواجهة المدمجة تحدد بشكل أساسي كيفية اندماج الواجهة مع أنظمة المبنى و كيفية تكامل الواجهة مع نظام إدارة المبنى وتوفير الطاقة .



شكل رقم : (107) المصدر IEA 2008

الواجهة المدمجة باعتماد تصنيفات حركة الهواء للواجهات المضاعفة كمعيار للتصنيف

يظهر الشكل رقم (107) الترتيبات الممكنة وهي كالتالي :

- طرد الهواء Exhaust Air
- التزويد بالهواء Supply Air
- نظام التدفق القابل للعكس Revesible Air Flow
- الستارة الهوائية الخارجية Outdoor Air Curtain
- الستارة الهوائية الداخلية Indoor Air Curtain

و كمثال لمبنى استخدمت فيه هذه الخاصية مقر شركة سلفورسل Sulfurcell Headquarters

أثبتت هذه الشركة بتصميم مركز قيادتها بأن الإنشاء الشمسي يمكن أن يكون ذو قيمة جمالية عالية واقتصاديا بنفس الوقت .

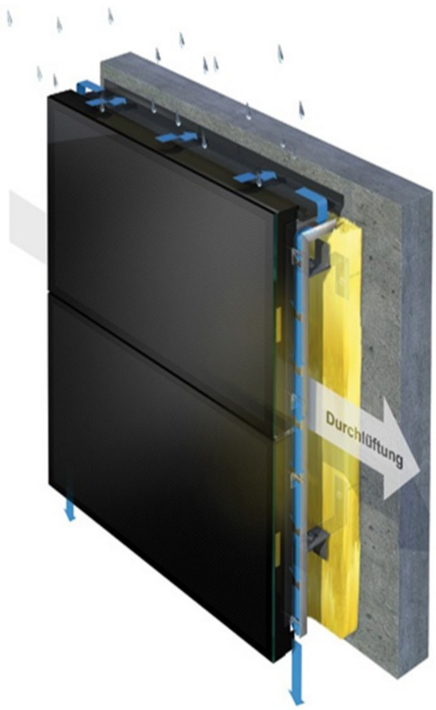
يتألف المبنى من إدارة و قاعة إنتاج تهدف إلى إحداث ثورات جديدة في عالم العمارة .

صورة رقم : (8) المصدر IEA 2008

مقر شركة سلفورسل Sulfurcell Headquarters

العنصر الرئيس الموجود على مبنى الإدارة هو علب شمسية والذي أنتشر في هذه المنطقة سابقا . سطوح هذه العلب تتألف من مئات من ألواح الزجاجية عديمة الإطار مما يسمح للواجهة أن تكون ذات تشكيل أنيق . الألواح الشمسية يتم تعليقها كما تعلق الواجهات المعدنـــــية التقليدية ويمكن بواسطتها كساء السطوح غير المستويــــــة وحتى السطوح المنحنية .

علب الواجهة الشمسية تهوى من الخلف و مجهزة بمصرف مائي خاص بها وهذا يمكنها من أن تتخلص من مـــــياه الأمطار بطريقة متحكم وهذا يسمح للعازل الحــــــراري الموجود خلفها أن يبقى جافا كما هو موضح بالصورة .



شكل رقم : (108) المصدر IEA 2008

تفصيلة عنصر الواجهة عالي التقنية مقر شركة سلفورسل Sulfurcell Headquarters

إن الفراغ الهوائي الموجود خلف هذا الإكساء يمكن من أن يخفض من الضياع الحراري للمبنى ويبقي عليه بـــــاردا وبمعزل عن أشعة الشمس المباشرة و يوفر كلفة تسوية السطوح الخلفية ويؤمن حماية من العوامل الجوية الخارجية .

أن ال900 علبة الموجودة في المبنى توفر ثلث احتياجات المبنى من الطاقة وهذا فيما يتعلق بالطـــــاقة التي تؤمنها الواجهة أما باقي احتياجات المبنى للطاقة فيتم تأمينها عن طريق نظام طاقة شمسي موجود على سطح غرفة الإنتاج

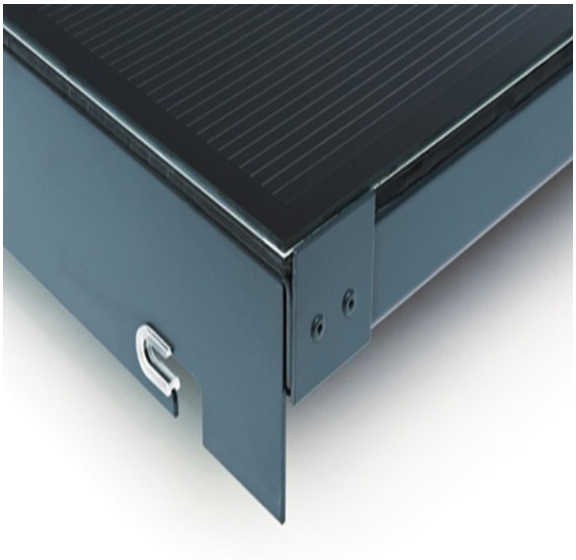
مما يضمن أن مبنى الإدارة يعتمد 100 % على الطاقة التي يؤمنها المبنى بنفسه [GreenSource Magazine 2008][1]

1 GreenSource Magazine , Emerald Architecture: Case Studies in Green Building (GreenSource): Case Studies in Green Building McGraw Hill Professional, 2008

و من هذا المثال تظهر أهمية جمع عناصر الواجهات بخاصية التدميج والتكامل لتحقيق عدد من الوظائف المختلفة ضمن مظهر جميل و مقاطع صغيرة الأبعاد موفرة في المواد والحجوم التي يمكن أن تشغلها الواجهة التقليدية التي تقوم بنفس الوظائف .

شكل رقم : (109) المصدر IEA 2008

شكل يوضح اندماج العناصر التقنية للواجهة



شكل رقم : (110) المصدر IEA 2008

تفصيلة عنصر الواجهة

و يعتبر الاتجاه نحو التدميج و التكامل كخاصية من خواص الواجهة العالية التقنية هدفا من أهداف التصميم الذي يسعى نحو تقليل استهلاك الموارد و تقليل أوزان و حجوم المغلفات التي تتضمن مجموعة كبيرة من العناصر التقنية و الطبقات التي تعمل بوظائف مختلفة .

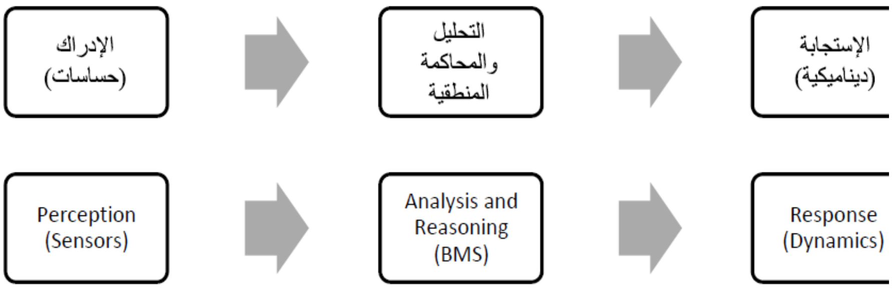
.10.4.2 الذكاء Intelligent

تعرف المغلفات الذكية كما يلي :

هي مجموعة أو تركيب مؤلف من عناصر إنشائية محدودة ضمن المنطقة المخصصة للحماية من الطقس ضمن المبنى والتي تؤدي وظائف يمكن تعديلها بشكل فردي أو تراكمي لتستجيب بشكل يمكن التنبؤ به (متوقع) لتغيرات البيئة المحيطة لتحافظ على الراحة ضمن أقل استهلاك للطاقة [IEA 2008] [1] .

مفهوم (الذكاء) بما يتعلق بحالة الواجهات المضاعفة مثلا ينتقل بالواجهة من حالة استاتيكية ثابتة لواجهة ذات تفاعل ديناميكي .

مصطلح ذكي استخدم لأول مرة في عام 1980 لوصف الأبنية و منذ ذلك الحين أصبحت واجهات المبنى تتضمن ميزات تعرف باسم قشرة البناء الذكية حيث تشكل القشرة الخارجية القسم الأكبر من نظام المبنى الذكي .



شكل رقم : (111) المصدر IEA 2008

مراحل عملية الذكاء

إن وصف الواجهة كعنصر ذكي يتطلب وجود الخاصية الديناميكية و التي تتيح التفاعل مع التغيرات النهارية والموسمية و مع متطلبات القاطنين من أجل تحقيق توفير في استهلاك الطاقة كهدف رئيس و تجمع جميع تعاريف الذكاء تعترف بتأثير الكائنات الحية من حيث السلوك التفكير .

<u>الذكاء في الواجهات :</u>

بتطبيق خاصية الذكاء على الأبنية بصيغة الواجهات الذكية تظهر أهمية الناس كمصدر استلهام في تطبيقات العمارة الذكية و ينبغي تمييز مفهوم الذكاء عن التكامل أو الآلية في المباني . و غالبا مايشار إلى الذكاء من قبل عندما تستخدم عناصر الواجهة الصفة الآلية فمثلا تشغيل واطفاء الأضواء أو فتح وإغلاق الباب آليا لا ينبغي اعتبارها ذكاءا و ذلك بسبب عدم وجود عملية المحاكمة المنطقية.

1 International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Asschehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University Department of Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .

يوفر كليمانت تعريفا لمصطلح الذكاء بأنه :

الذكاء ليس سمة بل هو مهارة معالجة البيانات المتشعبة المعقدة والتي تتضمن تحقيق توازن متكيف بين القاطنين داخل المبنى و بيئتهم [Clements-Croome 2004] [1]

وعرفت مؤسسة الأبنية الذكية [2] الأبنية الذكية بانها :

المبنى الذكي هو المبنى الذي يوفر بيئة منتجة قليلة الكلفة عبر تعديل عناصره الأربع الرئيسة - الأنظمة , الهيكل , الخدمات , الإدارة والعلاقات فيما بينها . المباني الذكية تساعد المالكين و الإداريين و القاطنين لإدراك أهدافهم في مجالات الكلفة و الراحة و الأمان و المرونة بعيدة المدى و التسويق .

لا يوجد هناك عتبة للذكاء ينجح أو يفشل المبنى بها . الذكاء الامثل للأبنية هو توظيف الحلول و ربطها بحاجات المستخدم [iBuilding Website 2010][3].

1.10.4.2. تعريف الفعل الذكي Intelligent Behaviour

من أجل معرفة المزيد حول خصائص التصرف الذكي يجب ربطه بمسار الذكاء المرتبط بالانسان حيث يتم توضيح أربعة خصائص رئيسة يجب أن تنقل للمغلف بحسب [Wyckmans 2005] وهي :

1) القابلية لتشكيل أنماط تصرف
2) القابلية لحل المشكلات
3) القابلية للتكيف مع البيئة المحيطة
4) القابلية للإدراك و المنطقية و التصرف

2.10.4.2. وظائف المغلف الذكي :

بالنظر للخصائص السابقة التي يتمتع بها المغلف الذكي من الإدراك والمحاكمة المنطقية ومعالجة البيانات والتصرف تبرز ثلاث أهداف لتحقيقها باستخدام المغلف الذكي [Wyckmans 2005] [4] وهي :

1 Clements-Croome, Professor Derek. Intelligent Buildings: Design Management and Operation. Thomas Telford Publishing, 2004.

2 Intelligent Building Institute (IBI)

3 iBuilding Website, n.d. http://www.ibuilding.gr/definitions.html.

4 Annemie Wyckmans, Intelligent Building Envelopes(Architectural Concept & Applications for Daylighting Quality),Doctoral thesis for the degree of doktor ingeniør . Norwegian University of Science and Technology Faculty of Architecture and Fine Art Department of Architectural Design, History and Technology 2005 .

1) القدرة على معالجة الإختلافات :

التكيف يسمح للمغلف الذكي بالتأقلم مع الظروف المتغيرة للبيئة المحيطة به المكونة من ثلاث عناصر :

- عنصر البيئة الخارجية مع شروط المناخ و الموقع المحيط
- عنصر داخلي محتوى ضمن قشرة المبنى
- عنصر داخلي مئلف من مستخدمي المبنى و شروطهم و أنماط تصرفهم المختلفة

ضمن هذه البيئة يجب على المغلف الذكي أن يسجيب بشكل مقبول للاختلافات بين هذه العناصر و تحديد الأولوليات و معايير الأداء المطلوبة و بالإضافة لذلك يجب على المغلف أن ياخذ بعين الإعتبار تغير قدرته على الأداء مع لزمن بسبب التقادم أو تجمع الغبار على سبيل المثال .

2) القدرة على حل التناقضات

يطلب في بيئة ديناميكية معقدة من مغلف المبنى أحيانا أن يكون قادرا على تحقيق مساومة في بعض الأحيان لمجموعة مناسبة من الأولوليات وفي نفس الوقت قد يوجد عدد من أنماط الفعل المناسبة لتحقيق هدف معين ولكل نمط منها أثاره الجانبية الخاصة به . مغلف المبنى الذكي يكون قادر بشكل فعال على توقع الأثر الجانبي للفعل المختار وتضمينه ضمن معاييره في البحث عن الحل المثالي .

عند إدارة المغلف لعدد من الاولوليات و تحقيقه لمعايير الأداء يجب أن يكون المغلف مرنا وذلك يعطه القدرة على إيحاد الحل المناسب بشكل أفضل

3) القدرة على التعامل مع تصرفات البشر العشوائية

يشكل قاطني المباني نقطة تركيز معينة فيما يتعلق بالمتطلبات المتغيرة المتضاربة التي يحتاج مغلف المبنى لتسويتها و بشكل مثالي فإن مغلف المبنى الذكي يجب أن يكون قادرا على التكيف لحاجات المستخدم .يجدر بالملاحظة ان اختلاف حاجات البشر ناجم عن اختلاف موقعهم بالنسبة لوجهة المبنى و ملابسهم و معدلات الاستقلاب لديهم [Selkowitz 1999].[1] هذه الاختلافات تم الاشارة اليها في كودات الأبنية [IEA 2000].[2]

بالإضافة لذلك فأن احساس القاطنين بالسيطرة والتحكم ببيئة عملهم ذو درجة كبيرة من الاهمية

1 Selkowitz, S.E. (1999). High performance glazing systems: architectural opportunities for the 21st century. Lawrence Berkeley National Laboratory Report No. 43332. Presented at the Glass Processing Days Conference. Tampere, Finland.

2 IEA (International Energy Agency) (2000). Daylight in Buildings: A source book on daylighting systems and components. A report of IEA SHC Task 21 / ECBCS Annex 29. Berkeley (USA): Lawrence Berkeley National Laboratory. LBNL-47493.

3.10.4.2. أساليب تحقيق الذكاء

1.3.10.4.2. تطبيق الإدراك

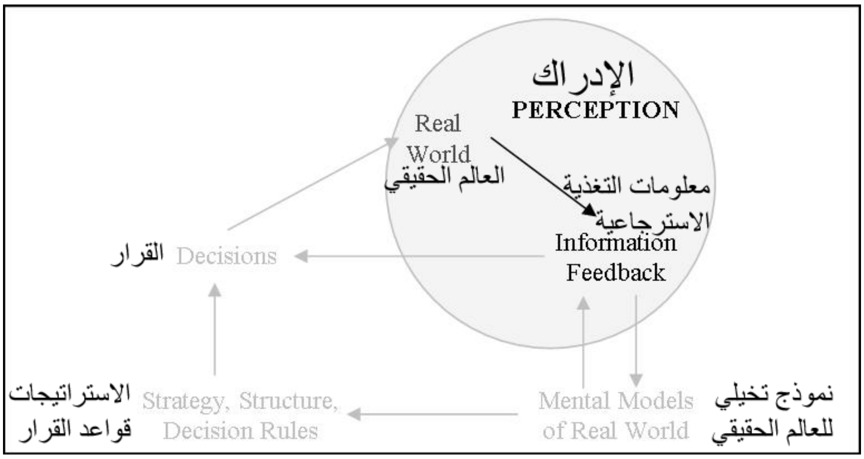
تسخدم في هذه العملية المواد والعناصر التي تجمع البيانات المختلفة بهدف تحويلها لمعلومات و تعمل كنظام تغذية استرجاعية Feedback ترصد مايلي :

- الشروط البيئية الداخلية والخارجية
- الحاجات و متطلبات و تصرفات قاطني المبنى
- النتائج والعوائد الناجمة عن فعل الواجهة

الشكل رقم 1 يوضح عملية الإدراك و كيف تساعد مغلفات المبنى الذكي من خلال جمع المعلوات

إن إدراك الشروط البيئية المحيطة يتم وفق ثلاث أساليب هي :

1) الحساسات بأنواعها المختلفة والتي ترصد متغيرات البيئة المختلفة المصممة لالتقاطها
2) محطات رصد خارج المبنى
3) الأقمار الصناعية



شكل رقم : (112) المصدر Wyckmans 2005

عملية الإدراك

و إدراك البيانات للمستخدمين يتم من خلال نوعين أساسين هما :

1) حساس الإشغال ويلتقط بيانات عن اشغال و خلو المبنى بالدرجة الاولى و يتطور ليتقط عدد القاطنين و أماكنهم و مستوى الحركة السريعة والبطيئة و ذلك باستخدام حساسات حركة أو حساسات أشعة تحت الحمراء أو حتى يمكن استخدام نظام مراقبة الدوام و مراقبة المداخل والمخارج

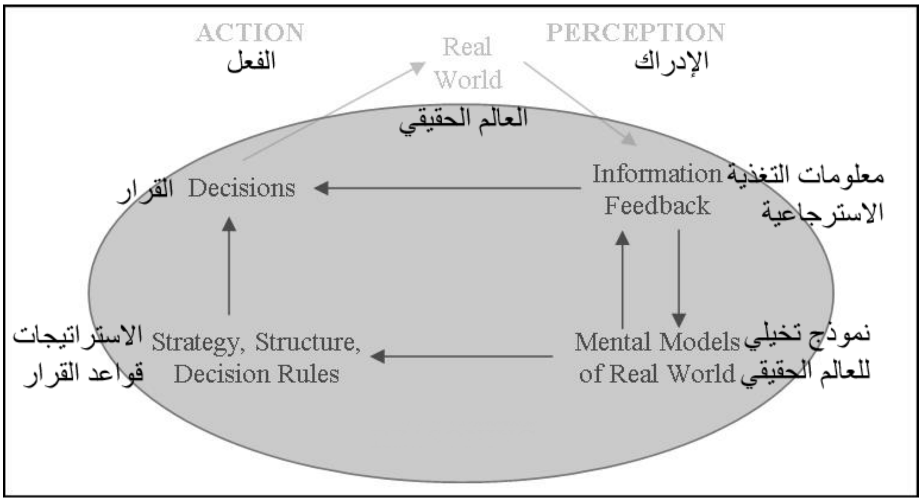
2) تحقيق تواصل بين نظام المبنى والقاطنين من خلال واجهة مستخدم تحقق درجة معينة من التواصل بين قاطني المبنى واجهة المبنى و تسمح لهم بالتحكم بالنظام وتسمح للنظام بادخال بيانات تخص حاجات المستخدمين و احساسهم بالبيئة المحيطة و نقلها لنظام التحكم بالمبنى .

2.3.10.4.2. تطبيق المحاكمة المنطقية

تحقق هذه العملية من خلال :

- معالجة البيانات المقدمة من عدد من المصادر المختلفة الخاصة بعملية الإدراك للوصول لحل مثالي
- القدرة على توقع الشروط البيئية المحيطة
- القدرة على تعلم تفضيلات المستخدمين
- توقع نتائج أفعال الواجهة و ما يترتب عليها من تغيير الشروط الفيزيائية المحيطة

الشكل السابق يوضح عملية المحاكمة المنطقية لمغلف المبنى و يتم استخدام أنظمة تقنية حاسوبية غير



شكل رقم : (113) المصدر Wyckmans 2005

عملية المحاكمة المنطقية

تقليدية تعرف بالأنظمة الحاسوبية المرنة والتي لا تتقيد بالقيم الرقمية (0,1) و تدخل مبادئ الأحتماليات ضمن منظوماتها

الشكل رقم 3 يوضح خاصئص هذه التقنيات .

و هذه الأنظمة هي :

1) الأنظمة الخبيرة Expert systems : تعتمد هذه الأنظمة على معلومات الخبراء والدراسات السابقة

2) أنظمة الشبكات العصبية الرقمية Artificial neural networks : تعتمد على محاكاة الدماغ البشري بشبكاته العصبية و هذا النظام يمكن تدريبه للحصول على النتيجة المطلوبة

3) الأنظمة الغائمة Fuzzy System : وتعتمد على المقاربة المنطلقية التقريبية ويستخدم للتعامل مع البيانات الغير دقيقة و المتضاربة و يقارب العلاقة بين الإنسان والإلة ويعزز التواصل فيما بينهما

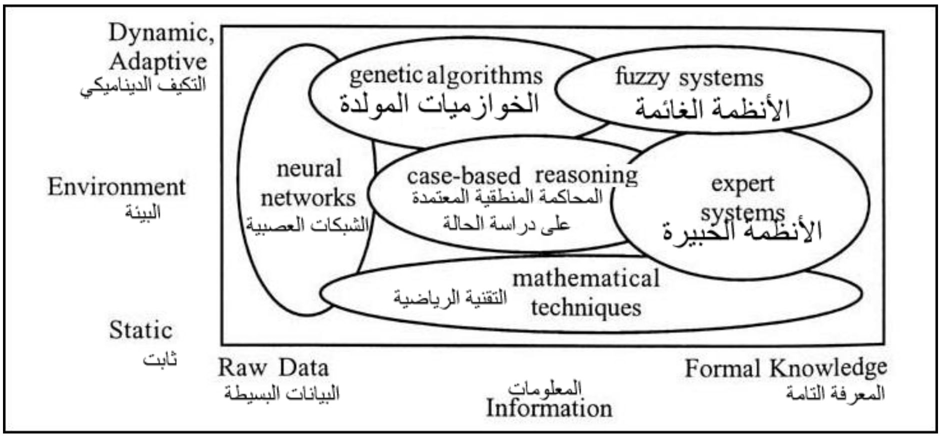
4) الخوارزميات المتطورة Evolutionary algorithms : وهي مستوحاة من التطور الطبيعية البيولوجي

و مبدأ الإنتقاء التطوري عبر فترة زمنية و تدعم هذه الخوارزميات حلول مختلفة للمشكلة و تتطلب قدرات حاسوبية خارقة .

5) المحاكمة المنطقية المعتمدة على دراسة الحالة Case-based reasoning: وتعتمد على حل المشكلات بالاعتماد على تجارب سابقة تراكب خبرات فوق بعضها لأستخدامها مستقبلا لتوليد قاعدة معرفية جديدة و تحتاج لمعلومات و فترة زمنية لتوليد النتائج

هذه التقنيات يمكن أن تستخدم كأنظمة عاملة قائئمة بحد ذاتها ويمكن دمجها مع بعضها ضمن أنظمة هجينة نظرا لطبيعتها المكملة لبعضها .

3.3.10.4.2. تحقيق الفعل



شكل رقم : (114)المصدر Wyckmans 2005

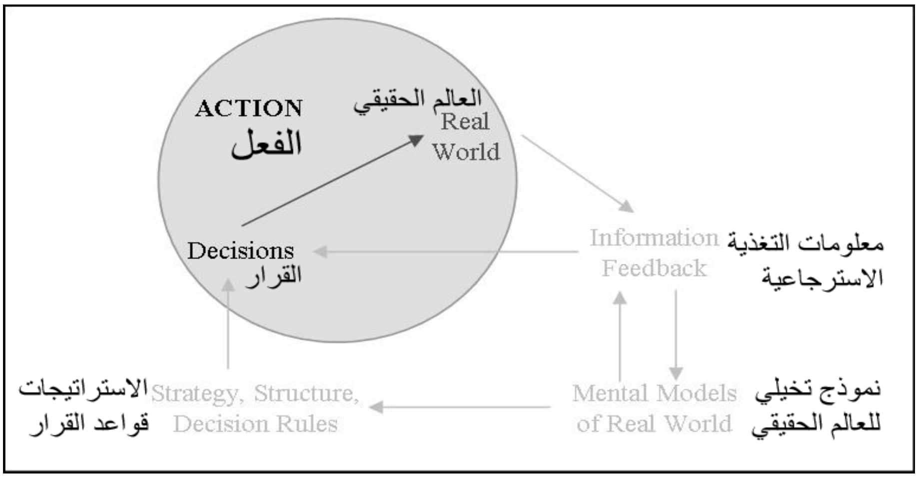
أنظمة المحاكمة المنطقية

يتم تحقيق الفعل باستخدام مواد و عناصر الواجهة التي تسمح للمغلف بالاستجابة لتغرات البيئية المحيطة و تنقسم لثلاث مجموعات :

1) المواد الفعالة التي تتغير خصائصها الفيزيائية والكيميائية لتتمكل من الاستجابة للبيئية المحيطة و منها المواد متغيرة الطور Phase Changing Materilas

2) تعديل الشكل باستخدام الخاصية الحركية و الميكانيكية و المرونة

3) التركيبات التجيميعة Compostion : أيضا جمع العناصر في المغلفات يمكن استخدمه لتحسين تكيف المغلف للبيئة المحيطة باستخدام خاصية التدميج

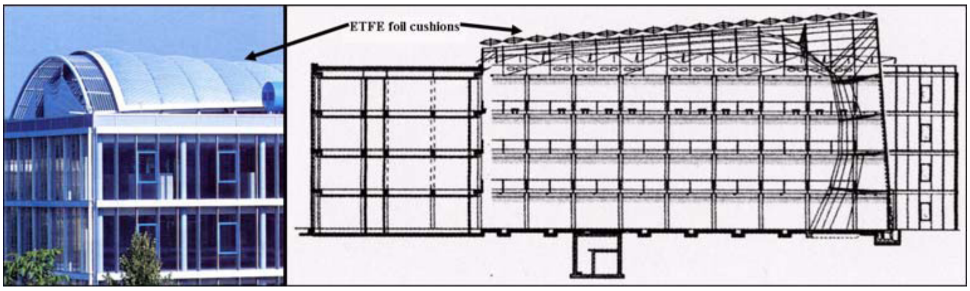


شكل رقم : (115) المصدر Wyckmans 2005

الفعل

و كمثال يلاحظ مبنى Festo TechnologyCenter, Esslingen- والذي استخدمت فيه مادة ال ETEFE[1] المركبة و المشكلة على هيئة وسائد منفوخة فوق فناء البناء كبديل خفيف للزجاج و هذه الوسائد تمتلك القدرة على حجب الأشعة فوق البنفسجية UV الضارة و تمتلك خواص بصرية شافة و شفافة .

هذه الوساد مشكلة من طبقات ذات سماكة 100-200 نانو متر و بأبعاد تصل ل 25 متر بعرض 3.5 متر و يمكن تشكليها بانحناءات مختلفة و يتم فتحها بمضخة لضغط 250-400 باسكال وبسبب الضغط الداخلي يمكن للوسائد تحمل الحمولات الخارجية كالثلج .



شكل رقم : (116) المصدر Wyckmans 2005

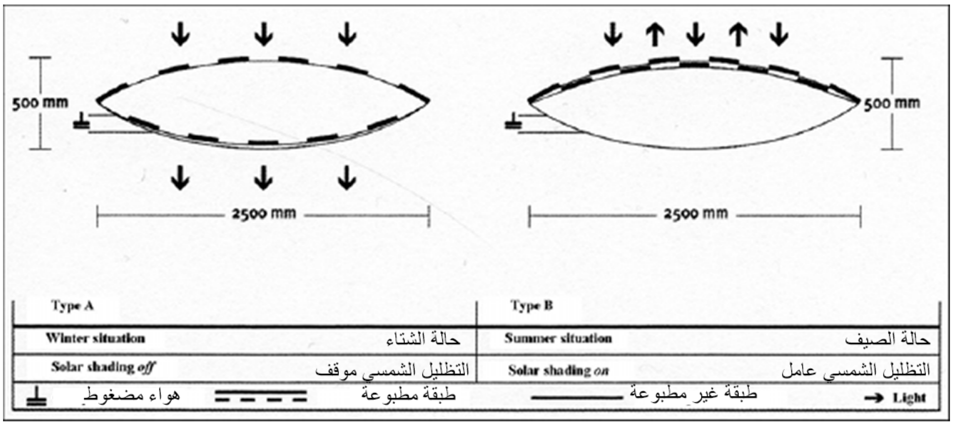
البناء الذكي لمقر شركة فيستو

يراقب ضغط الهواء ضمن الوسائد بشكل مستمر و تقليله باستخدام مراوح صغيرة عند الحاجة وهذه المادة غير قابلة للاحتراق و مضادة للأتربة فهي لا تحتاج للتنظيف المستمر كالزجاج .

هذا المبنى المنشأ في عام 2001 تم فيه طباعة طبقتي الوسادة الخارجية والداخلية بمربعات بيضاء شطرنجية لتتمكن من التحكم بشدة الإنارة الداخلة للفناء في حالة النفخ والتفريغ للوسادة انظر الشكل رقم ويمكن تبريد الوسائد بزيادة الرطوبة داخلها و بالتالي التحكم بدرجة حرارة الفناء الداخلي .

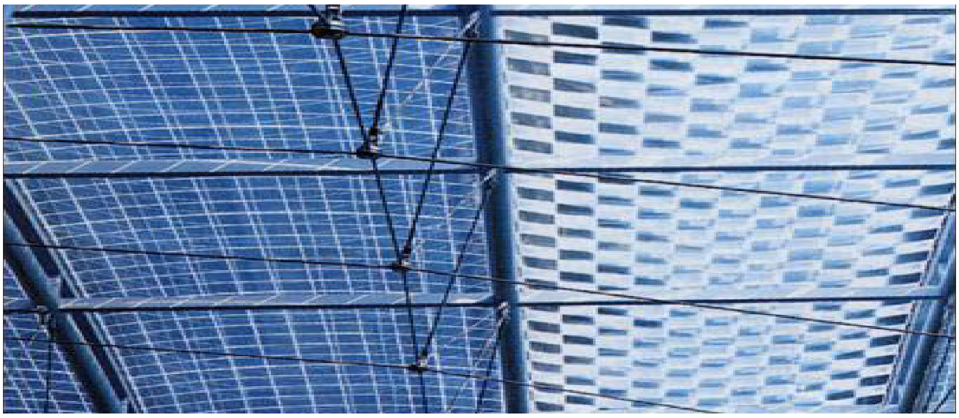
1 Ethylene Tetra Fluor Ethylene

هذا التشكيل المؤلف من ثلاث طبقات واحدة منها شفافة واثنتان تمتلك طبعات شطرنجية متعاكسة تمثل القدرة على جعل الانتقال الإشعاع الشمسي الداخل للمبنى يتراوح من 50-93 % و بالتلي تحقيق كفاءة أكبر في التظليل أو إدخال الإشعاع الشمسي عند الحاجة و ذلك ينعكس إيجابا على كفاءة المبنى ويمكن زيادة كفاءة الوسائد من خلال طلاءها بأغلفة منخفضة الطاقة[1]وتقليل قيمة U من 1.9 W/m2k ل W/ 0.6 m2k .[2]



شكل رقم : (117)المصدر Wyckmans 2005

مبدأ التظليل الشمسي للوسائد باستخدام الضغط لرقائق مادة ال ETEFE لوسائد هوائية مشكلة من ثلاث طبقات واحدة منها شفافة



صورة رقم : (9)المصدر Wyckmans 2005

مبدأ التظليل الشمسي للوسائد باستخدام الضغط لرقائق مادة ال ETEFE لوسائد هوائية مشكلة من ثلاث طبقات واحدة منها شفافة

و بالتالي فإن خاصية الذكاء ذات أهمية في استقراء تغيرات البيئة لتحقيق فائدة هامة في التطبيقات المعمارية للوصول لجدوى أفضل في المباني التي تمتلك واجهات عالية التقنية .

1 Low –E coating
2 http://www.festo.com

.11.4.2 التفاعل Interactive

مصطلح التفاعل بحسب فيلكوف وثون غالبا ينسب للأعمال الفنية التي تستخدم الحاسوب حاليا أكثر من استخدامها في الواجهات وعلى الرغم من ذلك فإن مغلف المبنى المتفاعل يعرف باستخدام واجهة تستخدم تقنية الحاسوب لجعل قاطني المبنى والمارة أو أشخاص معينين ينخرطون مع الواجهة عبر حساسات أو شاشات أو أجزاء آلية [Velikov & Thun 2012] [1] و الأداء البيئي للواجهة أو مغلف المبنى ليس بالضرورة أن يكون هدفا رئيسا أو أن يتم تضمينه ضمن وظيفة تحقيق حاجات المستخدمين .

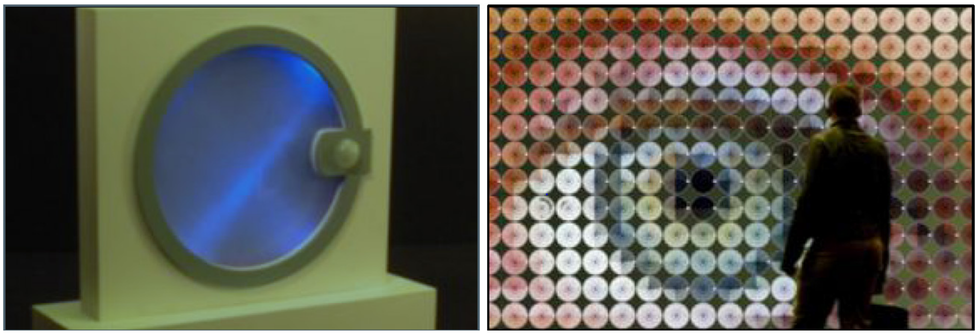
وعلى سبيل المثال تظهر واجهة الجرين بيكس GreenPix التي لا تستهلك طاقة المركبة في مبنى زيكوا الترفيهي في بكين والتي تتفاعل مع مضمونها و مع المستخدمين عبر واجهة ذات مقياس كبير تعمل كشاشة عرض تستخدم إنارة الليد والمطبقة على الواجهة الزجاجية للمبنى تعمل عى حصد الطاقة في النهار واستخدامها ليلا لأنارة الواجهة [GreenPIX 2009] [2] .

صورة رقم : (10) المصدر GreenPIX 2009

مبنى جرين بيكس GreenPIX تظهر في الصورة واجهة متعدد الوسائط تُظهر شاشة من عناصر إنارة ليد LED على اليسار و تفصيلة الخلايا الكهرضوئية المدمجة فيها

وتظهر هذه الخاصية في نموذج يسمى قشرة البيكسيل Pixelskin وهو تركيب ذو إمكانيات للتحكم بضوء النهار والأطلالة الخارجية باستخدام حواسيب مصغرة و حاساسات تمكن أغشية لونية [3] تتحول من حالة شفافة لحالة شفافية نصف شفافة . تقوم الواجهة المصممة من قبل Sachin Anshuman بوظيفة نافذة تفاعلية فكلما اقترب شخص منها تقوم الحساسات المدمجة فيها بتحويل نقاط الأغشية لحالة شفافة لمجموعة أقراص متجاورة الأقرب للشخص مولدة أثر تفاعلي مع المستخدم [Brownell 2009] [4] .

1 Velikov, K., & Thun, G. (2012). Responsive Building Envelopes: Characteristics and Evolving Paradigms. In F. Trubiano, Design and Construction of High-Performance Homes: Building Envelopes, Renewable Energies and Integrated Practice (pp. 75-92). Routledge.
2 GreenPIX. (2009). Retrieved April 19, 2012, from GreenPIX: http://www.greenpix.org/
3 Chromatic Films
4 Brownell, B. (2009, August 14). PixelSkin01. Retrieved October 25, 2011, from Transmaterial



شكل رقم : (118) المصدر Everett 2009 Ashuman 2009

واجهة قشرة البيكسل على اليسار و صورة مولدة باستخدام الحاسوب على اليمين

1.11.4.2. أشكال التفاعل :

تحدد أشكال التفاعل مع الوسط المحيط من خلال ثلاث حالات :

1) الحالة السلبية : عزل البيئة الداخلية عن الخارجية
2) الحالة المستجيبة : تتفاعل الواجهة مع البيئة الخارجية و تعمل بدور مصفي و معدل للبيئة الخارجية
3) الحالة الهجينة : تضمن تحول الواجهة بين الحالتين

و تتوضح أهمية المغلف و امكانيته لموزع بين البيئة الداخلية والخارجية و هذه الخاصية الوظيفية الوسطية تعتبر أساسا في إدراك مفهوم المبنى المريح أيضا بتمكين القاطنين بالتدخل في التحكم المناخي الداخلي بحسب راحتهم [Fountain et al. 1996, Mahdavi and Kumar 1996] .[1].

تركز الأنظمة ذات التقنية العالية حاليا على تطوير الواجهات و حتى الذكية والديناميكية والحركية منها بربطها مع احتياجات المستخدم بصيغة تفاعلية عبر استخدام الوسائط المتعددة ومنها أجهزة الهاتف اللوحي المحمول و من المتوقع قريبا أن تشتمل الواجهات على خاصية التفاعل .

1 Looman, R.H.J., Van den Dobbelsteen, A.A.J.F. and Cauberg, J.J.M. (2009) Climate responsive design matching supply of renewable energy sources and energy demand patterns in dwellings for improved comfort in proceedings of SASBE2009 conference, Delft.

.12.4.2 الاستجابة Responsive

تعرف الاستجابة كما يلي :

1) في علم النفس هي فعل أو شعور يستجيب لبعض المحفزات أو التأثيرات .

2) الطريقة التي عبرها يستجيب جهاز لمحفز أو مدى من المحفزات [قاموس أوكسفورد 2009] .

من هذا التعريف يمكن أن يعرف التصرف المستجيب بأنه رد فعل يمكن قرائته لمحفز و هذا الرد يرغب منه تغيير الحالة بهدف الحفاظ على نوع معين من الأداء . يمكن أن يكون هذا التغير تغيرا معماريا لعناصر الواجهة أو تغيرا فيزيائا لموادها . في حالة التصميم العالي التقنية المستجيب للمناخ يكون الهدف الحفظا على الراحة الداخلية .

أبنية اليوم تسعى للاستجابة بشكل مطرد للمناخ وذاك لإزدياد المعلومات المتوفرة حول المناخ و بالتالي القدرة على توقع الطقس و بالتالي عند تضمين الإستجابة كخاصية تستخدمها الواجهة للاستجابة لتغيرات المناخ لتحقيق هدف التكيف مع المناخ من أجل الحفاظ على الإدارة الناجعة للتدفئة وأنظمة التبريد وبالتي تخفيض تكاليف تشغيل المبنى و استهلاكه للطاقة .

تاريخيا تصميم المباني الموفرة للطاقة تجنب الخوض في التعقيدات المحتملة لخاصية الاستجابة من خلال حصر العلاقة المستجيبة على المعلومات المناخية و تم دمج امعلومات المناخية المتنوعة وتصنيفها ضمن متوسطات تلغي القيم الغير متوقعة للتغيرات الكنية الحقيقة و استعيض عنها بقيم موسمية ثابثة فتم تصميم واجهات المباني بناءا على قيمة درجة الحرارة المتوسطة في فصل الصيف مثلا و بهدف جعل المباني أكثر كفاءة للطاقة يجب جعلها أكثر حساسية لتغيرات المناخ الطفيفة .

تعرف الواجهات المستجيبة كما يلي :

هي الواجهة التي تقوم برد فعل على تغيرات البيئة المحيطة الخارجية أو الداخلية بهدف تحقيق تقليل استهلاك الطاقة للمبنى [ROE 2013] [1]

خصائص الإستجابة تحدد كما يلي :

.1.12.4.2 أنماط الإستحابة

يجب أولا تحديد فيما إذا كان أداء الواجهة المستجيبة ظاهرا للعين المجردة وهذا المعيار يفصل العديد من تقنيات المبنى التي لا تمتلك أثرا ظاهرا للعيان مثل الواجهات المضاعفة التقليدية وأنظمة التهوية المخفية و غيرها من الواجهات التي تظهر استجابتها للعين المجردة و تحدد أنماط الإستجابة بالطرق التالية :

1 R. Stouffs, P. H. T. Janssen, S. Roudavski, B. Tunçer (eds.), Open Systems: Proceedings of the 18th International Conference of the Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2013, 000–000. © 2013, The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Hong Kong

شكل رقم : (119)المصدر McLaren

مثال لعنصر واجهة مستجيب

1) تغير المكان و الاتجاه : مثلا عبر تعديل التظليل للاستجابة لتغير موقع الشمس وشدتها (التظليل المستجيب) و هذا يمكن أن ياخذ شكلا ميكانيكا مثل المصاريع و الكواسر الشمسية المتحكم بها ميكانيا

2) تغير الشكل : عبر الأثر الظاهر لتغير الشكل كنتيجة لتغيرات البيئة المحيطة أو وجود مؤثر فمثلا يمكن استخدام مواد مرنة في الواجهات تتحرك مع الرياح أو كمثال آخر توجد مواد مشكلة من شرائح أو صفائح تتمدد بقيم مختلفة مما يجعلها تنثني عندا تعرضها لحرارة الشمس ويذكر مثال نموذج طوره المعماري Yadon لواجهة متسجيبة ذات شكل متغير .

3) تغير اللون أو الشفافية : عبر تغير المظهر البصري للمواد نتيجة لتغير البيئة المحيطو أو عبر مؤثر و توجد امثلة منها المواد التي تتغير بتحريضها بتيار كهربائي أو تعريضها للضوء و المواد المتغير الطور [1] .

4) اظهار البيانات : تقوم الواجهة بعرض معلومات غير مرئية بصورة مرئية كدرجات الحرارة و سرعة الرياح و الرطوبة وذلك عبر طرق منها الإظهار الرقمي أو تدرجات الالوان أو الحركة و غيرها .

هذا النمط يعرض تدفق بيانات غير مرئية و يعرضها للناس (كعارض و سائط متعددة) و بينما يمكن الواجهة من جعلنا نرى الطقس إلا أنها لاتسهم في تخفيض الطاقة بل على العكس .

كل هذه الأنماط المرئية للتغيرات الحاصلة في الواجهة المستجيبة يمكن تعديلها بطريقة لتوليد أثر ديناميكي .

1 Phase Changing materilas

2.12.4.2. سرعة الإستجابة

يمكن تصنيف سرعة الاستجابة لثلاث فئات كما يلي :

1) الآنية - استجابة مرئية (ضمن ثواني) في مظهر الواجهة كنتيجة لتغيرات في المدخلات . على سبيا المثال تغير لون الزجاج [1] كهربائيا كنتيجة لتغير الجهد الكهربائي .

2) متأخرة - تغير في المظهر والذي يعزى لتغير في شروط الطقس ولكن يحدث في وقت لاحق (في العادة ضمن نطاق 10 ثواني لعدة دقائق) . المثال النمطي لهذه الحالة هو تغير لون الزجاج [2] بفعل الضوء .

3) المؤجلة - تغير في مظهر الواجهة والذي يحدث خلال ساعات بعد تغير الشروط المحيطة . المثال لهذه الحالة هو تحول المواد متغيرة الطور خلال الليل والنهار .

شكل رقم : (120) المصدر BAU 2013-Bericht

مادة متغيرة الطور (Glass X Crystal) تشكل عازلا حراريا و تحمي من الإشعاع الشمسي حيث تمتص الحرارة نهارا وتطرحها ليلا . تجمع هذه الواجهة مزايا الواجهة الزجاجية و الجدران المصمتة حيث تدخل ضوء النهار للمبنى و تختزن الحرارة أكثر من جدار بيتوني

3.12.4.2. مستوى الإستجابة :

عندما يكون التغير مدرك نميز ثلاث مستويات للإستجابة :

1) التغير المجهري : تجري التحولات على المستوى الجزيئي أو الذري وبالتي تظهر موحدة للعين البشرية فمثلا الزجاج الذي يتغير لونه بفعل تغير جهد التيار الكهربائي يتغير لونه كاملا في وقت واحد .

2) التغير على مستوى العناصر الجزئية : هذا التغير مرئي للعناصر المرئية والتي هي من الصغر بحيث لا ترى كعناصر متغيرة مستقلة بل يرى الأثر موزعا

3) التغير على مستوى العنصر : على هذا المقياس تكون عناصر المبنى المستجيبة كبيرة بشكل كاف ليتم استيعابها كعناصر مستقلة مثل الكاسرات والمصاريع .

والتمييز بين المستوى الأول و الأخير ليس مطلقا بل هو مرتبط بمقياس المبنى نفسه فعلى سبيل المثال فإن

1 electrochromic glass
2 photochromic glass,

المصاريع الممتدة على طول طابق في مبنى صغير مؤلف من طابقين أو ثلاثة ستبدو عناصر مميزة كما في مبنى Biokatalyse في مدينة جراتز بينما على مبنى كبير مثل مبنى GSW المصمم من قبل المعمار Sauerbruch Hutton تظهر الاستجابة كأثر موزع [ROE 2013] [1] .

بالإضافة لذلك فإن تبسيط تعقيد العنصر المستجيب و خاصة ميكانيكيته يمكن أن يقلل التعقيد الكلي للنظام و يخفض من كلفته لجعله منطقي وقابل للتنفيذ و القاعدة أنه كلما كان النظام حساسا أكثر للمتغيرات فإنه

شكل رقم : (121) المصدر wyckmans 2005

مصاريع تمتد على طول الطابق

شكل رقم : (122) المصدر Sauerbruch 2000

مصاريع تمتد على طول الطابق و تظهر استجابتها كأثر موزع للناظرفي مبنى GWS

سيكون معقدا و مكلفا . و لجعل الاستجابة متحكما بها فكلا نظامي التحكم المغلق والمفتوح (انظر فقرة التحكم) يمكن تمييز الفوائد كما يلي :

- **النظام المفتوح Open loop Control** يكون فيه التحول للعنصر المستجيب مباشرا دون الحاجة لتحليل البيانات في أمكنة أخرى (وحدة تحكم مركزية) و السلبيات هي صعوبة توقع الاستجابة بشكل دقيق بينما تمتاز بسرعة الاستجابة و ذات كلفة منخفضة .

- **النظام المغلق Closed Loop Control** تؤخذ فيه البيانات من قبل حساسات و معالجتها رقميا و إصدار أوامر للعناصر المستجيبة و هو نظام اكثر تعقديا و يمتلك خاصيات منها الاستفادة من الحساسات كنظام تغذية استرجاعية يمكننا من معرفة الأثر الناجم عن الاستجابة و بالتي يمكن لهذا النظام التعلم عبر الزمن ويضيف إمكانية تدخل البشر و تعديل القيم المستخدم للتحكم بالاستجابة و تعديلها لتحسين الاستجابة .

1 R. Stouffs, P. H. T. Janssen, S. Roudavski, B. Tunçer (eds.), Open Systems: Proceedings of the 18th International Conference of the Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2013, 000–000. © 2013, The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Hong Kong

يوجد ثلاث أنواع مختلفة لطريقة الإستجابة :

1) الطرق الغير متكيفة .

2) الطرق المتكيفة : وتشمل تحكم المستخدم و الألية و الذكية .

3) مواد البناء الذكية .

التدابير الغير متكيفة تعتبر مناقضة لمبادئ التصميم المستجيب ولكنها جزء منه لأنها تعنى بتدابير توفير الطاقة التي تركز على توفير الراحة الحرارية من خلال إدارة تدفق الطاقة المحيطة (مثال العزل) .

أما التدابير المتكيفة تكون متغيرة عبر العديد من الأساليب حيث يكون أبسط نموذج لها عبر تدخل المستخدم (مثل : فتح النوافذ و إرخاء الساتر)

و يمكن إدخال النظم الألية للطرق المتكيفة من خلال تضمين بعض العناصر للنظام مثل القواطع الزمنية و التيرموستات أو حساسات أخرى .

4.12.4.2. أشكال الاستجابة :

يقوم محفز مناخي بإطلاق تصرف مستجيب يكون إما :

1) ثابت Static معدل ليستجب لعوامل المناخ مثل معدل درجات الحرارة السنوي , زاوية تشميس معينة ,أو زاوية هبوب الرياح السائدة .

2) دوري Cyclic حيث تكون الحلول التصميمية المستجيبة للشروط الدورية معدلة الأداء دوريا خلال دورة النهار مثلا

3) ديناميكي Dynamic و تكون متغيرة لتستجيب لمتغيرات المناخ العشوائية .

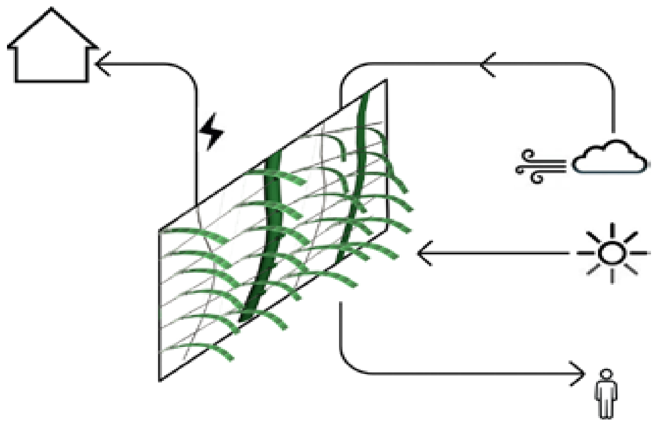
و كمثال لهذه الخاصية تطرح حالتين دراسيتين تخيلتين تعتمدان الاستراتيجيات التالية :

1) الاستراتيجية 1 : الاستغناء عن نظام الإدارة و معالجة البيانات كليا و تطوير مادة بسيطة تستجيب ميكانيكا بشكل ذاتي من خلال نظام تحكم مفتوح و تعويض الطاقة اللازمة لهذا النظام بجعل الواجهة تولد الطاقة .

2) الاستراتيجية 2 : الاستغناء عن كل العناصر المتحركة و تحقيق أثر الانزلاق مع التحكم به بنظام الحلقة المغلقة جنبا إلى جنب مع عدد من عناصر الواجهة الفردية .

التجربة رقم 1: تعتمد الاستراتيجية رقم 1 الموضحة أعلاه و باستخدام الرياح كمحرك يقود الخاصية الديناميكية تبدأ التجربة بمحاكاة أثر الرياح على العشب كنموذج تسعى لمحاكاته و تم استخدام نموذج أولي يحاكي العشب يسمى ورقة الشمس Solar Blade و الذي يتألف من خلية كهرضوئية مرنة (مثل النانوسولار [1]) متوضعة على شريطة معدنية مشكلة من الفولاذ أو الألمنيوم و التي تسمح لها بالانثناء بينما تحافظ على وظيفة توليد الطاقة .

التصميم يأخذ شكل المئات من هذه الشفرات الشمسية المرنة التي تثبت على نوابض ومن ثم تعلق على شبكة من الكابلات تسمح لها بالانثناء للرياح . والقصد من ذلك تحقيق أثر يمكننا من رؤية الطقس وجعل اثر تيارات الرياح الموضعية ظاهرا .



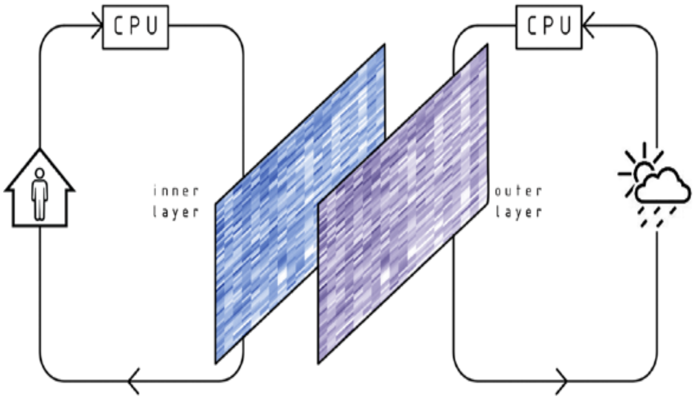
شكل رقم : (123) المصدر ROE 2013

نموذج التجربة رقم 1 بنظام حلقة مفتوحة و مدخلين هما الشمس والرياح و مخرجين هما الكهرباء و البصريات

النتيجة : هذا النظام البسيط ذو الحلقة المفتوحة يمتلك الإمكانية المحتملة لتأمين إظهار الطقس من خلال نسيج المبنى ولكن إمكانيته لتوليد الطاقة يجب تقييمها كونها تعتمد على كثير من المتغيرات منها ديناميكية الهواء و مرونة المواد و موقع الشمس وكون العناصر يمكن أن تظلل نفسها أحيانا .

1 Nanosolar .com

التجربة رقم 2 : تعتمد الاستراتيجية رقم 2 ذات الحلقة المغلقة ويتم الاعتماد على زجاج معالج يمتلك خاصية تغيير شفافيته من خلال تغيير جهد التيار الكهربائي المعرض له [1] والذي يتملك القدرة على تغيير الشروط بدون أجزاء متحركة و هو بالمقارنة مع الأنظمة الميكانيكية يعتبر أقل كلفة يتم تقسيم الواجهة لعدد من المساحات بقياس وحدة قرميد هذه المساحات يمكنها أن تنتقل من الحالة الشفافة للعاتمة من خلال تطبيق فرق جهد كهربائي ويتم عن طريق حساس قراءة الوان السماء و موضع الغيوم والشمس و تزويد الطبقة الخارجية بصورة مجردة عن السماء حيث تقوم كل مساحة بتغيير شفافيتها لتستجيب للمناخ و الطبقة الداخلية يم التحكم بها من قبل المستخدم و بينما تجري الغيوم في السماء تقوم الواجهة بتعديل شفافيتها كنيا للحفاظ على مستوى إنارة طبيعية ثابت متجانس .



شكل رقم : (124) المصدر ROE 2013

نموذج التجربة رقم 2 نظام حلقة مغلقة لطبقتي واجهة داخلية وخارجية منقطة

النتيجة : هذه الواجهة المنقطة ذات الحلقة المغلقة يمكنها توليد تفاعل مميز بين ديناميكية المناخ الخارجية و بين حاجات المستخدم في الداخل وأيضا يجب دراسة جدوى هذه الواجهة بشكل مفصل .

وأخيرا فإن تقنيات الواجهات العالية التي تعتمد خاصية الاستجابة وخاصة ذات النظام المفتوح ما تزال اتجاها مستقبليا يجب اختباره على نطاق أوسع حيث تظهر أهميته في الواجهات العالية التقنية و خصوصا التي تستخدم هذه الخاصية لوسيلة لتحقيق أداء عالي التقنية للواجهات و زيادة معلوماتنا عن المناخ و تحقيق تواصل أفضل بين الإنسان و مغلفات المباني الحالية .

1 Electrochromic Glass

13.4.2. قابلية التطور Evolvability

إن متطلبات الأبنية و ظروفها المستقبلية غير معروفة حاليا ومن الصعوبة التنبوء بها . ولذلك فإن مغلفات المباني التي يمكن أن تتطور عبر الزمن تعتبر وسيلة للتغلب على عدم التأكد مما سيأتي من أحداث [Loonen 2010] .

تعرف قابلية التطور بأنها قدرة النظام على التوسع و التعديل و قبول الإضافات والتحسينات عبر الزمن لتحقيق التطور والبقاء ضمن عملية تطور المباني المشابهة لعملية الاصطفاءالطبيعي لدى الكائنات الحية .

قابلية التطور أو كما يسميها البعض قابلية البقاء [saddiqi and de Weck 2008] [1] يمكن أن توظف للتعامل مع تغير ما يلي :

1) أهداف نظام المبنى

2) بيئة التشغيل

3) نظام المغلف نفسه

في الواجهات القابلة للتطور فإن تغير أهداف المبنى يلعب دورا مثلا عند تحويل مبنى مكاتب لمدرسة أي عند تغير وظيفة المبنى وفي مثل هذه الحالة فإن أنظمة المبنى الخدمية تصبح غير ملائمة و تحتاج للتبديل أو التعديل .

و كمثال للتغير بيئة التشغيل مثلا تغير المناخ المتوقع في المستقبل القريب .

ولا تتغير المتطلبات والبيئة المحيطة فقط فالمبنى نفسه ونظامه يتغير عبر الزمن من خلال مثالين هما تأثير الطقس على مغلف المبنى و إضعاف أدائه و تجمع الأتربة والغبار في نظام التهوئة والتكييف المرتبط بالواجهات وفي الحالات الثلاثة يمكن للواجهات المتكيفة ذات القابلية للتطور أن تقدم أداءا ثابتا للمبنى عبر الزمن[Loonen 2010] [2].

1 Siddiqi, A. and de Weck, O. (2008). Modeling Methods and Conceptual Design Principles for Reconfigurable Systems. Journal ofMechanical Design, 130(10).

2 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010 .

5.2. عناصر الواجهة و مستوياتها و أساليب استخدامها

عند اعتبار الواجهة كمنتج صناعي معماري فمصطلح منتج يعتمد على مستوى العناصر المكونة لنظام الواجهة ويتم التعامل مع الواجهة على مستوى تفاصيل أدق .

وضح أيكوت [Eekhout ,2008][1] المستوى الهرمي للمبنى بالنسبة لمكوناته الصناعية (شكل رقم) . حيث يبدأ المدى الهرمي من المواد الأولية و ينتهي بالمبنى المجمع أو المركب . ويوجد فيه توضيح أقرب للخطوات المختلفة ضمن هذه الهرمية و التي تتخذ عند التحول بين أجزائها . و كمثال : إن التحول بين المادة الأولية (الطين) لمادة مصنعة (قرميد) يحتاج إلى تصنيع أو تكرير و التحول من عنصر مبنى (جدار) لقطعة من مبنى مكتمل يحتاج إلى وصل و جمع .

و تطوير المنتج يشمل العناصر sub-element إلى أجزاء المبنى building segment. .

التسلسل الذي وضعه أيكوت يناسب بشكل عام كل منتجات المبنى الصناعية وقام الباحث بتبسيطه قليلا ليقترب من نطاق تصميم الواجهات (شكل رقم) . بما أن التسلسل يوضح مجموعة بنود محددة بنطاق يبدأ و ينتهي فسيتم تسمية الخطوات المختلفة ضمن هذا النطاق بمتسويات المنتج Product Level .

تصنف متسويات المنتج (الواجهة) كما يلي :

- اللوازم الأولية Materials و هي المكونات الأساسية بدون معالجة أو تشكيل مثل الزجاج والفولاذ وتشمل المواد المركبة .

- اللوازم الأساسية Standard Materials المتوفرة ضمن نطاق البضائع الأساسية مثل ال I-Beam و المقاطع الجاهزة و القرميد ..

- اللوازم التجارية Commercial Materials التي تشكل لهدف خاص مثل مقاطع الألمنيوم للنوافذ الخاصة بكل مبنى .

- العناصر Element التي تشكل من مواد تجارية مختلفة مثل وحدة الزجاج المضاعف المشكلة من الواح زجاجية و مباعدات المنيوم و سيليكون .

- المكونات الجزئية Sub-Components وهي تركيبات مستقلة ذات وظيفة واحدة مثل اطار النافذة والكاسرة الشمسية .

- المكونات المركبة Components والتي عرفها أيكوت على أنها وحدات مستقلة الوظيفة مصنعة من عدد من العناصر المركبة . تجمع خارج الموقع وتنقل للموقع و تعتبر أجزاء الواجهة المشكلة من وحدات Unitised Facade مثالا .

- جزء المبنى Building part يعرف بانه مجموعة عناصر و مكونات ذات وظيفة متشابهة رئيسة مثل

1 Eekhout, M. (2008). Methodology for product development in architecture. Amsterdam: IOS Press.

جدران الستارة

- المبنى لا يحتاج إلى توضيح أكثر .

شكل رقم : (125) المصدر ROE 2013

العمليات التي تتعرض لها المواد في مراحل التصنيع للوصول لمنتج الواجهة

و على هذا الأساس يتم توضيح مستويات المنتج Product Level ضمن الشكل التالي

الألمنيوم / الفولاذ / الزجاج	المواد	Material
القضبان ذات الاشكال الاساسية	المواد الأساسية	Standard material
مقاطع مخصصة / لوح الزجاج / المطاط	المواد التجارية	Commercial material
النوافذ / وحدات الزجاج المعزولة	العناصر	Element
الكاسرات و أجهزة التظليل	العناصر الجزئية	Sub component
وحدات مصنعة مسبقا	التكوينات	Component
أنظمة الجدران الساترة المتكاملة	الأجزاء الكبيرة	Building part
	المبنى كاملا	Building

Product level

شكل رقم : (126) المصدر Loonen 2013

عناصر الواجهة و مستوياتها

إن البحث الذي قام به أولريتش يجمع المعرفة من عدد من الأبحاث لجهات مختلفة منها نظريات التصميم والهندسة البرمجية وادارة المشاريع و جهات تطوير المنتجات الصناعية حيث يطرح نظرية ان الطريقة التي تجمع بها الأجزاء والعناصر هي التي تملك الأهمية الكبيرة في تحديد تصرف و أداء المنتج في السوق و تحدد قرارات و اختيارات أقسام تطوير المنتج في الشركات المصنعة .

النتائج التي توصل لها تقدم لنا المفردات التالية :

- كل المنتجات التي تتألف من عناصر ذات أداء والتي تشكل المكونات الجزئية Component .والتي منتجها المعماري يمكن ان يكون ذي وحدات أو متكاملا مع عنصر أخر جزئي أو بعلاقة مفرد مع العديد و يستخدم مفهوم أداء الهيكل لتوضيح العلاقة .

- أهمية أختيار المنتج المعماري ضمن نطاقات هي : تغير المنتج و التنوع و المعايير الصناعية و تطوير المنتج و أدائه

-النظام ذي الوحدات يمكنه تعزيز الأداء لخاصية معينة أو معيار متطلب عبر استخدام مكون جزئي نموذجي .أما توزيع الوظيفة لعدة أجزاء و تضمين العناصر ضمن الهيكل تشكل استراتيجية للواجهات المتكاملة Integrated وخصوصا لتحقيق اهداف منها تخفيض الحجم والوزن والشكل .

- الأداء الموضعي للمنتج المعماري يمكن تعزيزه عبر استخدام وحدات محلية أما تحقيق متطلب شامل يستلزم استراتيجية مدمجة .

1.5.2. أماكن توضع عناصرالواجهات بالنسبة للهيكل الإنشائي للمبنى

يتم تمييز خمس أماكن لتوضع الواجهات بحسب [Herzog 2004] [1]

و أشكال ربط العناصر الإنشائية للواجهات مع الهيكل الأساسي للمبنى :

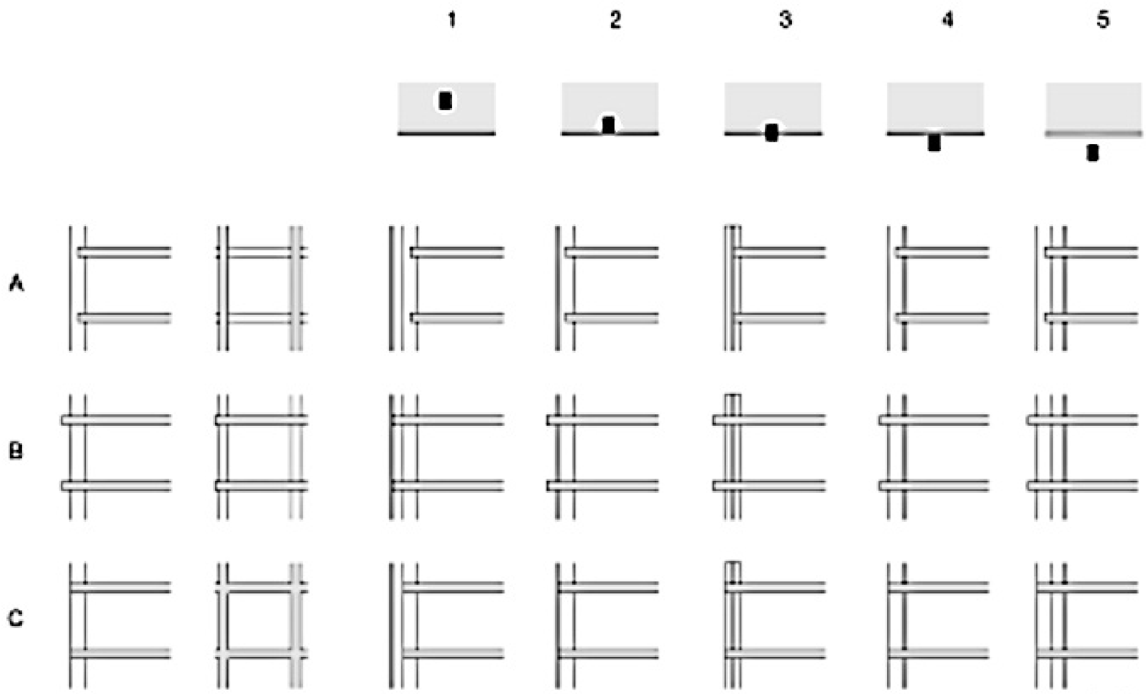
1) عناصر الواجهة ذات هيكل مستقل

2) عناصر الوجهات متوضعة خارج المبنى و متصلة بالهيكل الأساسي للمبنى

3) عناصر الواجهة متوضعة بين الخارج والداخل

4) عناصر الواجهة داخل الهيكل الإنشائي للمبنى

5) عناصر الواجهة داخلية



شكل رقم : (127) المصدر Herzog 2004

شكل يوضح توضح عناصر الواجهة بالنسبة للهيكل الإنشائي

1 Facade constrcution manual

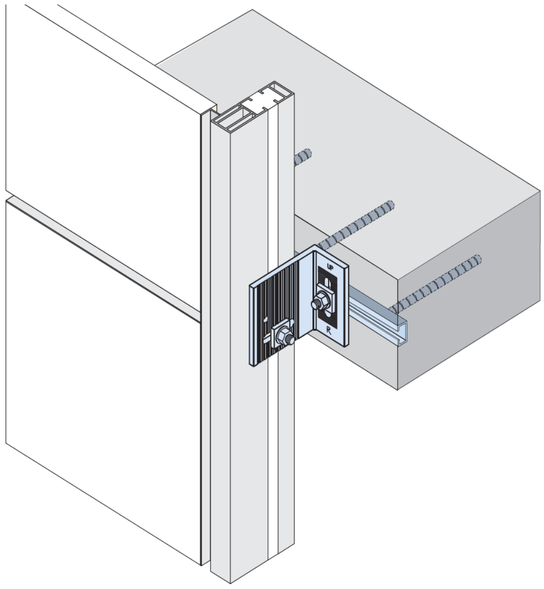
2.5.2. أساليب تثبيت عناصر الواجهات

يتم ربط عناصر الواجهات مع الهيكل الأساسي بتأمين نقاط ارتكاز أو رسو Anchoring متصلة بالهيكل الإنشائي الأساسي للمبنى باتصال متين بإحدى الحالات التالية :

1) النقاط مثبتة على السطح الأفقي العلوي أو السفلي للبلاطة أو الجائز الأولي

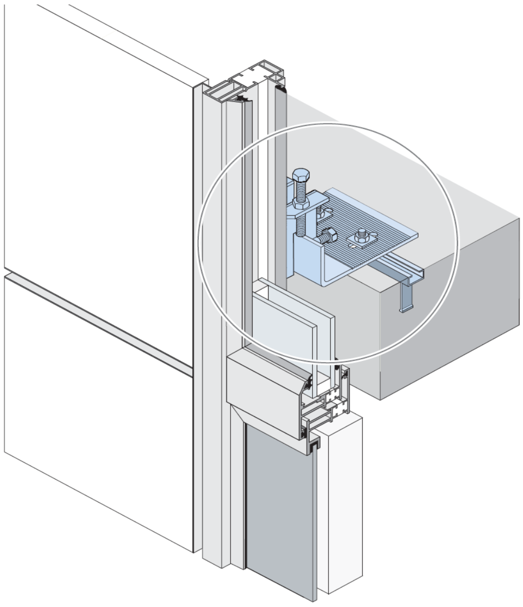
2) النقاط مثبتة على السطح الشاقولي لسطح البلاطة أو الجائز أو العمود للهيكل الإنشائي الأساسي .

يفضل تأمين هذه النقاط أثناء عملية الإنشائي و ربطها بشكل متين مع حديد تسليح المبنى و يمكن تأمينها بعد عملية الإنشائي من خلال عملية زرع قضبان فولاذية و تثبيتها بالحقن وتثبت على هذه النقاط ويفضل أن تتصل هذه النقاط بسكك تثبت عليها عناصر الواجهة لتحقيق خاصية المرونة وسهولة المعايرة .



شكل رقم : (128) المصدر HALFEN · HCW 14.1-US 2014 ·
www.halfenusa.com

شكل يوضح نقاط الإرتكاز الشاقولية المتصلة بالسطح الجانبي للعنصر الإنشائي



شكل رقم : (129) المصدر HALFEN · HCW 14.1-US 2014 ·
www.halfenusa.com

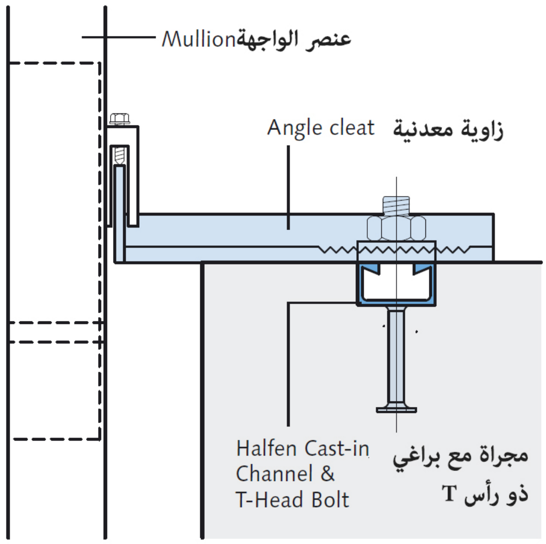
شكل يوضح نقاط الإرتكاز الأفقية المتصلة بالسطح الأفقي للعنصر الإنشائي

صورة رقم : (12) المصدر HALFEN · HCW 14.1-US 2014 ·
www.halfenusa.com

شكل يوضح نقاط الإرتكاز الشاقولية المتصلة بالسطح الجانبي للعنصر الإنشائي

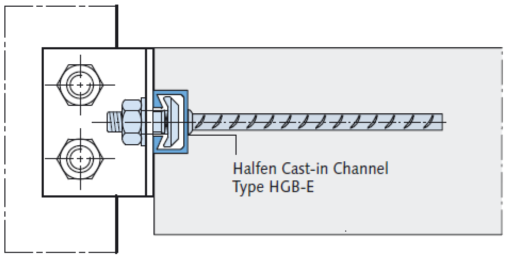
صورة رقم : (11) المصدر HALFEN · HCW 14.1-US 2014 ·
www.halfenusa.com

شكل يوضح نقاط الإرتكاز الأفقية المتصلة بالسطح الأفقي للعنصر الإنشائي



شكل رقم : (130) المصدر HALFEN · HCW 14.1-US 2014 ·
www.halfenusa.com

تفصيلة نمطية لوصل عنصر الواجهة مع الهيكل الإنشائي للمبنى



شكل رقم : (131) المصدر HALFEN · HCW 14.1-US 2014 ·
www.halfenusa.com

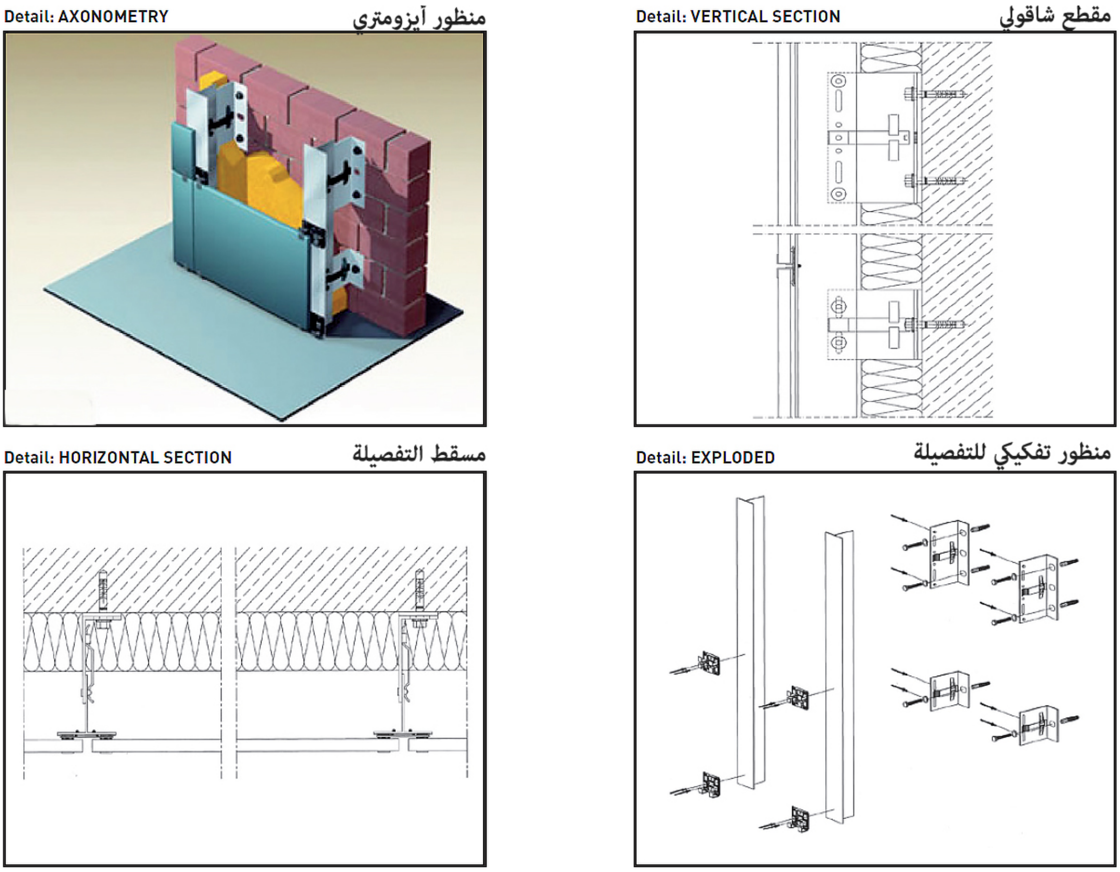
تفصيلة نمطية لوصل عنصر الواجهة مع السطح الجانبي للعنصر الإنشائي للمبنى حيث يلاحظ أن السكة أو المجراة تمتلك زوائد معدنية متداخلة مع العنصر الإنشائي و كلما كان الوصل بين السكة أو نقاط التثبيت ذات متانة تحقق قدرة هذه العناصر على تحمل الحمولات الميتة للواجهة بالإضافة لحمولات الرياح .

شكل رقم : (132) المصدر HALFEN · HCW 14.1-US 2014 ·
www.halfenusa.com

شكل يوضح كيفية التثبيت

يتم اختيار صفائح معدنية باشكال تسمح بتركيب عناصر الواجهة عليها وذات ثقوب مختلفة تسمح بزلقها أثناء التركيب لتحقيق أكبر دقة ممكنة .

يوضح النموذجين التاليين أكثر تفصيلا لاكثر انظمة تركيب الواجهات استخداما في تثبيت عناصر الواجهات على الهيكل الأساسي للمبنى و على الرغم من أن التفاصيل تختلف وتتنوع توعا لا حصر له إلا أنها تتشابه في المبدأ العام

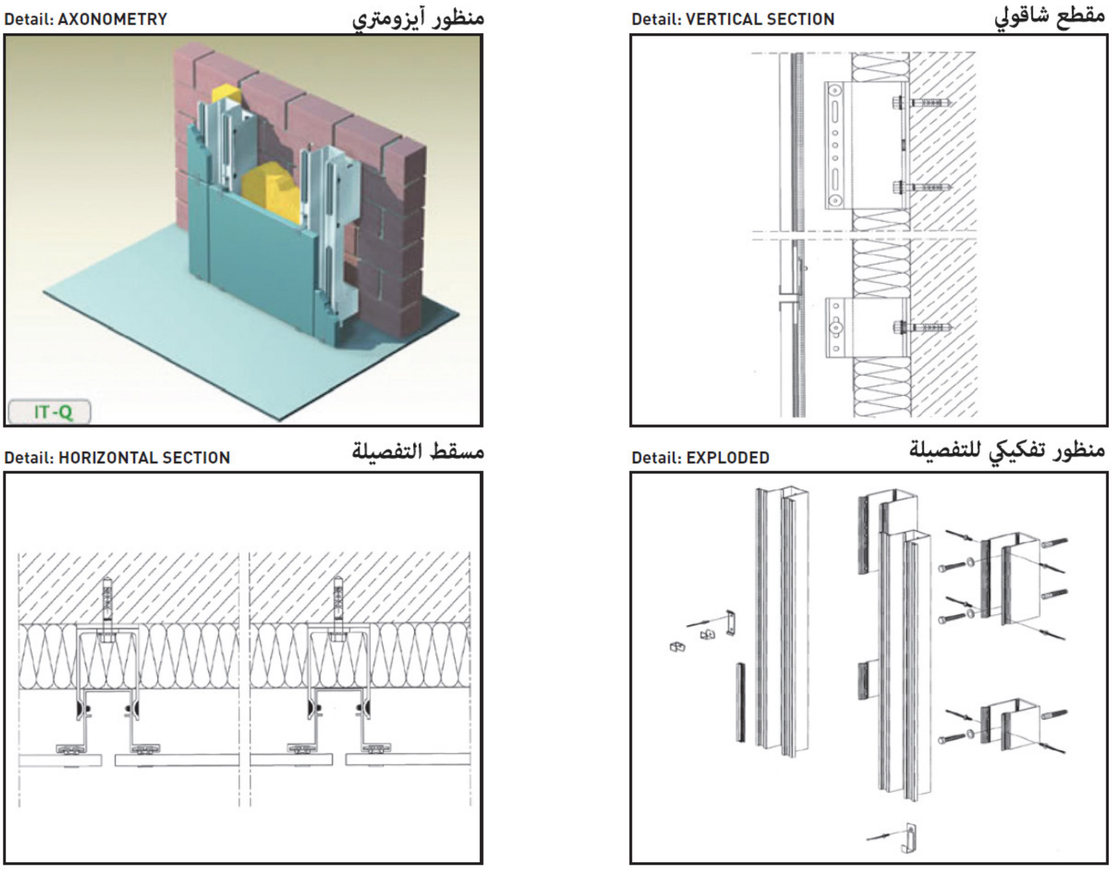


شكل رقم : (133) المصدر Cooperativa Ceramica d'Imola S.c

شكل يوضح تثبيت عناصر الواجهة بالمقاطع المعدنية المثبتة على الهيكل الإنشائي للمبنى

1) النموذج الأول : تؤمن نقاط تثبيت متصلة بالهيكل الإنشائي للمبنى يتم تثبيت عليها زاوية فولاذية بسماكة تمكنها من حمل الوزن الميت للواجهة بالأضافة للحمولات الإضافية التي يمكن أن تتعرض لها الواجهة من حمولات صيانة و رياح وغيرها وهذه الزوايا تسمح بتثبيت مقاطع معدنية بشكل حرف T يتم تثبيت الإكساء الخارجي للواجهات عليها و هو أبسط نموذج ممكن

يتم الربط بين العناصر باستخدام براغي تثبيت تدخل ضمن فتحات مصممة لتسمح بتمدد وتقصل العناصر و تمكن المنفذ من معايرتها عند الحاجة .



شكل رقم : (134) المصدر Cooperativa Ceramica d'Imola S.c

شكل يوضح تثبيت عناصر الواجهة بالمقاطع المعدنية المثبتة على الهيكل الإنشائي للمبنى

2) النموذج الثاني : وهو الاكثر شيوعا في تركيب الواجهات الزجاجية والإكساء الصفائحي حيت يثبت إكساء الواجهة من الطرفين بمقطع معدني بشكل حرف U يسمح بوجود فواصل بين عناصر الإكساء للواجهة و لذلك يجب على العنصر المعدني الحاضن لهذا العنصر أن يكون بنفس الشكل ويتم تثبيته بنقاط ثبيت على العنصر الإنشائي

ميزة هذا النموذج هو قدرته على معالجة حالة التمدد والتقصل بشكل أفضل من السابق كما يمكن تحقيق قابلية التطوير فيه كون الفراغ بين عناصر الإنشاء يمكنه بتصميم متوقع للمستقبل اضافة عناصر أخرى .

إن أنظمة الواجهات الحالية تؤمن حاجات ووظيفيات بسيطة تتعلق بمتانة المنشأة و استقرارها و مقاومة الحمولات المعرضة لها بالإضافة لتحمل وزنها الذاتي و محليا بدأ بالتركيز على وظائف أخرى منها العزل الحراري .

بهدف تطوير الواجهات الحالية وخصوصا في المباني التي سوف تنشأ يجب التركيز على كل عنصر من عناصر الواجهة بصفته عنصرا عالي التقنية فيمكن مثلا دراسة زوايا التركيب لتتضمن بعض خصائص الواجهات العالية التقنية و منها خاصية المرونة مثلا .

ويمكن تدميج نظام التكييف ضمن عناصر الهيكل الأساسي للواجهة فالفراغ الذي يشكله مقطع معدني مربع او دائري من مقاطع هياكل الواجهات يمكن تضمينه خاصية التدميج بدمج نظام التهوية أو التبريد أو التدفئة فيه . كما يمكن مثلا استخدام الفراغ المشكل بين طبقة الإكساء الخارجية و بين القشرة الداخلية للمبنى سواءا كانت مصمته في حال الإكساء الصفائي أو كانت زجاجية في حالة الواجهات المضاعفة لتتعديل المناخي المستجيب للشروط الخارجية عبر فتحات تملك خاصية التحكم .

كل هذه الأمثلة والإمكانيات السابقة لاحصر لها في حدود الإبداع والإبتكار و يجب أن تخضع للتحليل والمقارنة فيما بينها لتوليد مصفوفة معايير شاملة مناسبة لبيئة دمشق المحلية و لتحقيق أنسبية فيما يتعلق باداء المبنى ومدى ملائمته للقاطنين .

الفصل الثالث

الحالات الدراسية

1 .تمهيد
2 .الأدوات المستخدمة في تقييم أداء الواجهات
3 .الحالات الدراسية
4 . مقارنة الحالات
5 . النتائج

3. الفصل الثالث : الحالات الدراسية

1.3. تمهيد

بتطبيق الخواص السابقة في الفصلين الأول الذي تم فيه تحديد المعايير التي تحدد الهدف من استخدام التقنية العالية والمتمثلة في وظائف الواجهات و متطلبات المباني التجارية وتحديد الخواص التي يجب ان تتمتع بها الواجهات العالية التقنية يهدف الفصل الثالث لدراسة فوائد تطبيق هذه الخاصيات على الواجهات

2.3. الأدوات المستخدمة لتقييم أداء الواجهات :

مع بداية ظهور الحاسبات الصغيرة بدأت إمكانية تقييم المنشآت حراريا علي مدي يوم كامل، وقد كان يتم ذلك بمعرفة سلوك المنشأ في أحر يوم في السنة وأبرد يوم فيها. ومع زيادة سعة ذاكرة الحاسب وسرعة أدائه، وأصبح التقييم علي مدار عام كامل ممكناً مما أتاح فرصة كبيرة للمعماري في أن يعرف كيف يمكن أن يكون أداء المبني – الذي صممه معمارياً - تحت ظروف المناخ المختلفة أثناء العالم.

هذا وقد ظهرت العديد من البرامج والتي تعطي تقييماً لأداء المبني علي مدار العام عن طريق تمثيل التبادل الحراري بين الفراغ الخارجي والداخلي وتقدير الأحمال الميكانيكية للتبريد والتكييف مثل برنامج إلا أن هذه البرامج تعاني من عدم وجود تقييم لبعض العناصر التي تساعد في تقليل الحمل الحراري (كالأسقف المائلة، المنحنية، النافذة المائلة، الفناء الداخلي،.....) بالإضافة إلي عدم وجود الأهمية النسبية بين الفترتين الحارة والباردة، ولذلك فقد ظهرت الحاجة إلي نماذج رياضية جديدة يمكن إدخالها للحاسب بهدف تمكين المعماري من اتخاذ القرارات التصميمية المناسبة وهذه البرامج مبسطة وسهلة الاستخدام وتعطي مؤشرات لتقييم وسائل الاكتساب الحراري بنسبة خطأ مقبولة والهدف منها هو تمكين المصمم من تقييم البدائل المختلفة عنده بحيث ينتقي الأفضل من حيث توفير الطاقة وتوفير البيئة المناسبة وتوفير المتطلبات المعمارية وتتيح له الفرصة أيضا لمعرفة تأثيرالتغيرات المختلفة التي يمكن أن يقوم بها علي كميات الطاقة المكتسبة داخل المبني [Ali 2011] [1].

1.2.3. أهمية استخدام أدوات محاكاة الطاقة أثناء مراحل التصميم

أصبح استخدام الحاسب الكلي لعمل محاكاة رقمية حلا شائعا للمخططات المعقدة في مجال دراسات البيئات الحرارية. فقبل ظهور الحاسب الكلي كان المهندس إذا واجهته ظاهرة ما يريد دراستها، يلجأ إلي المعادلات الرياضية، وإذا زادت عن حد معين (معادلتين أو ثلاث علي الأكثر) أو تعقد شكل المعادلات يلجأ إلي الحلول البيانية ولذلك تحتوي كثير من العلوم الهندسية علي أجزاء كثيرة يمكن حلها بالرسومات البيانية، ولذلك فقد ازدهرت مثل هذه الحلول وتوارت إلي الخلف الحلول التي تعتمد علي المعادلات وأصبحت

1 Ahmed Aly , 2011 , Using simulation to evaluate and improve the thermal performance of residential buildings , Master of Science , Department of Architecture , Faculty of Engineering , Assiut University, E G Y P T

مجالاً للأبحاث النظرية فقط. ومع ظهور الحاسب الكمي – والذي أصبح في إمكانه حل الكثير من المعادلات في ثوانٍ – معدودة تراجعت الحلول البيانية وأصبحت الحلول التي تعتمد علي المعادلات هي المفضلة إذ أن نتائجها أدق، والأهم من ذلك فإن الحاسب يتعامل معها ببساطة وأصبحت الصعوبة هي إمكانية صياغة المشكلة في شكل أو نموذج رياضي.

2.2.3. البرامج حسابية:

تعتمد على معادلات ونماذج رياضية لحساب قيمة درجات الحرارة الداخلية المتوقعة داخل الفراغات العمرانية من خلال قائمة الخصائص المكانية والمشيدة، وبمقارنة كمية الحرارة التي يجب التخلص منها للوصول إلى الراحة الحرارية يمكن تحديد قيمة الأحمال الحرارية (الطاقة) المطلوبة للتبريد في فترات الإجهاد الحراري الزائد، وكذلك تحديد أحمال التسخين المطلوبة شتاء، ومن النماذج الرياضية أيضًا تلك المستخدمة في تقييم كفاءة الأداء الحراري للمباني من خلال معدلات رياضية تحدد الكفاءة الحرارية للمباني وأنسجتها العمرانية صيفًا وشتاء وذلك من منظور كفاءة التظليل الخارجي له.

1.2.2.3. التصميم المناخي بمساعدة الحاسب:

هو تطبيق مباشر لأفكار تكنولوجيا التصميم بشكل عام،لأنه يساعد في اتخاذ القرارات التصميمية المناخية بدون مجهود كبير في الحسابات الرياضية، مما يسمح بتسهيل عملية التصميم المناخي ليمكن استخدامها في مراحل مبكرة من التصميم المعماري أو العمراني. ويوضح الجدول رقم (12)، مقارنة توضح الفارق بين التصميم المناخي بالطرق المعتادة، وبين ما يمكن أن يصبح عليه العمل بمساعدة الحاسب [El Zafarany 2009] [1].

	الدراسات المناخية التقليدية	الدراسات المناخية بمساعدة الحاسب
البيانات المناخية	يتم الحصول على البيانات المناخية لأقرب محطة أرصاد جوية للموقع من مقر هيئة الأرصاد الجوية، بعد إجراءات رسمية طويلة إن كانت البيانات المطلوبة لأغراض علمية تطلبها جهة أكاديمية أو بمقابل مادي كبير إن كانت لأغراض تجارية . ونادرًا ما تكون هذه البيانات في الصورة المطلوبة للتصميم المناخي المعماري أو العمراني.	يمكن في معظم بلاد العالم الحصول على البيانات على أقراص أو بيانات مناخية في صورة قياسية من خلال شبكة المعلومات، وتضم برامج التصميم المناخي المتقدمة البيانات المناخية لمعظم المدن الرئيسية التي تغطيها هذه البرامج . أما في دمشق فمن الصعب الحصول على مثل هذه البيانات رقميًا حيث أنها ليست في صيغة قياسية، كما أن معظم البرامج العالمية للتصميم المناخي لا تشمل دمشق أو البلاد العربية في نطاق اهتمامها، مما جعل من الحصول على هذه البيانات مهمة صعبة تعرقل استخدام الحاسبات في التصميم المناخي.
تحديد الإشعاع الشمسي كما وكيفا	يتم تحديد الإشعاع الشمسي باستخدام خرائط حركة الشمس المنشورة في كتب التصميم المناخي لخطوط عرض محددة، ويتم استخدام بيانات أقرب خط عرض له خريطة منشورة كما تستخدم بعض الخرائط البيانية لتحديد الإشعاع الشمسي الساقط على كل اتجاه من الأسطح الأفقية أو الرأسية	يمكن لبرنامج تحديد مسار الشمس وحساب زاوية ارتفاع الشمس واتجاهها في أي لحظة من اليوم أو السنة في أي موقع في العالم بمجرد تحديده، وكذلك رسم مسار حركة الشمس وتغير أشكال الظلال في صورة متحركة، كما يتم حساب كمية الطاقة الشمسية الساقطة على أي سطح وفى أي اتجاه، سواء في صورة مفردة أو في صورة جداول أو رسومات مطبوعة، أو في صورة ملفات رقمية قياسية يمكن لبرامج التصميم المناخي قراءتها، بحيث يتم توصيف الإشعاع الشمسي المؤثر.

1 Abbas El Zafarany, Climatic Design Of Buildings, Op Cit., pp. 96:98.

	الدراسات المناخية التقليدية	الدراسات المناخية بمساعدة الحاسب
تحليل البيانات المناخية	إن البيانات المناخية في صورتها المباشرة غير ذات جدوى تقريبًا للتصميم المناخي المعماري والعمراني، بل يجب تحليلها لفهم الظروف المناخية وتأثيرها على الراحة الحرارية للإنسان . وتستخدم لذلك حاليا خرائط بيانية مبسطة مثل الخريطة البيومناخية مثلا، التي تتعامل مع متغيرين هما درجة الحرارة والرطوبة النسبية، أو الخرائط المعقدة التي تتعامل بشكل شامل مع باقي المتغيرات مثل خرائط درجة الحرارة المؤثرة القياسية والتي تحتاج لاستعمال ٦٠ خريطة مختلفة لتقييم الظروف المناخية مما يقلل من استعمالها عمليا رغم دقتها.	يمكن أن يتم هذا التحليل بواسطة برامج الحاسب الكلي بدقة أو إذا لم يتيسر يمكن استخدام طرق التحليل البيانية من خلال التعامل مع ست متغيرات : درجة حرارة الهواء - الرطوبة النسبية –الإشعاع الشمسي والحراري – حركة الرياح - النشاط البشرى - نوع الملابس. وهى مجموعة من المتغيرات ذات العلاقات المعقدة يصعب التعامل معها بيانياً على ورقة ذات بعدين، في حين تكون مخرجات التحليل بواسطة برنامج الحاسب واضحة في صورة تحدد للمصمم الفرص المتاحة، والظروف التي يجب معالجتها بتصميماته . وتفتح الباب بذلك لتحديد مدى ملائمة الظروف المناخية لممارسة نشاط معين في وقت ما، فمثلاً لتقييم موقع قرية سياحية، يمكن تحديد الأوقات التي يمكن خلالهاممارسة الأنشطة بالهواء الطلق.
استنتاج الظروف المناخية المعدلة نتيجة لمحددات الموقع	يتم تعديل الظروف المناخية بناءاً على المحددات المحلية للموقع عملية هامة قبل الشروع في التصميم المناخي، وهى تتم حاليًا بواسطة خرائط مسارات الشمس والرياح، التي يتم توقيع المباني المحيطة كلها بطرق معقدة لتحديد خواص التعرض للشمس في الموقع أو نمط سرعات الرياح في وجود مباني أو أشجار في المنطقة.	يمكن أن يقوم برنامج الحاسب الكلي بحساب تأثير المباني المحيطة على المناخ في الموقع بدرجة عالية من الدقة، تسمح باستنتاج كمية الإشعاع الشمسي الساقطة واتجاهها وأنماط الإظلال طوال العام على كل مساحة الموقع والمباني المقامة عليه، بحيث يمكن حساب تأثيرها على تصميم المبنى أو التجمع العمراني.
مرحلة اقتراح الحل	يقوم المصمم باقتراح الحلول بناءا على خبرته الشخصية وتفضيلاته لنمط معماري معين أو باستخدام جداول ماهونى التي يمكن أن تقدم له النصح باستخدام محدود من الحلول المناخية غير المقيمة كمياً ولا يوجد طريقة عملية لاختبار الحل المقترح.	يمكن لقاعدة معلومات تضم المعالجات المناخية والمصنفة جيدا ترشيح مجموعة من الحلول تصلح نظريا للمنطقة محل الدراسة، وبناءا على اختبارها بالتمثيل الرقمي يتحدد أفضلهم.
مرحلة تقييم الحل	وهذه أكبر مشكلة تواجه التصميم المناخي التقليدي، حيث يصعب تقييم أداء أي معالجة مناخية مقترحة.	يتم التقييم باستخدام برامج التمثيل الرقمي، التي تعطى تقييما كميا دقيقا يسمح بالمقارنة بين البدائل المختلفة لتحديد أفضلها مناخيا.
	جدول رقم : (12) المصدر Aly 2011	

و يلاحظ من الجدول السابق أن برامج التمثيل الرقمي تشكل جزءا من أدوات التصميم المناخي وليس كلها، وهو ما يعنى أن فكرة التصميم المناخي بمساعدة الحاسب ليست مطبقة بشكل كامل اليوم، رغم وجود عشرات البرامج للتمثيل الرقمي للسلوك الحراري للمباني والتي ينصب دورها على المرحلة الأخيرة من التصميم وهى تقييم الحلول.

ولهذا الوضع مبرراته المنطقية، فنقطة الضعف الرئيسية في منظومة التصميم المناخي كانت ولا تزال في مرحلة تقييم الحلول، لذا كان من الطبيعي أن يكون التركيز الرئيسي عليها، إلا أن التطور المستقبلي يقتضى اكتمال باقي جوانب التصميم في نفس الأداة، لتكمل دور التمثيل الرقمي.

3.2.3. مميزات استخدام التمثيل الرقمي :

كان التطور المنطقي هو اللجوء لأدوات جديدة للتصميم تستفيد من قدرات الحاسبات، تمثل بعضها في تحويل الطرق اليدوية البيانية إلى طرق كلية بنفس شكلها الأصلي للاستفادة من سرعة وسهولة أداء الحاسب الكلي، بينما قامت أخرى على فلسفات مختلفة تماماً، طورت بشكل أساسي من أجل استخدامها في برامج الحاسبات، مثل الطرق العددية لدراسة انتقال الحرارة أو ديناميكا الموائع الحسابية [El Zafarany 2009] [1] .

وتتلخص مميزات استخدام أدوات التمثيل الرقمي في :

1) **سرعة أداء عمليات التمثيل الرقمي واستخلاص النتائج :** وخاصة عند مقارنها بأي وسيلة أخرلتقييم الحلول المناخية.

2) **عدم الاحتياج لأجهزة مكلفة أو متعددة :** فالاعتماد يكون على حاسب كلي قد لا يكون مكلفاً وقد يكون متوافراً بالفعل في أي مكتب هندسي أو مؤسسة بحثية، حيث أنه يقوم بتقييم ودراسة كافة جوانب السلوك المناخي، بدلاً من استعمال عدد كبير من الأجهزة التي يدرس كل منها جانباً واحداً من السلوك المناخي

3) **التكامل:** فكل من المعدات المذكورة يتعامل مع جانب واحد دون أن يكون هناك وسيلة لتقييم التأثير المتبادل بينها، بينما يمكن باستخدام البرامج الشاملة للتمثيل الرقمي تقييم أداء مبنى من كل الجوانب(تقريبا) في . نفس الوقت

4) **انخفاض تكلفة التصميم :** حيث تقل تكاليف المعدات والنماذج وكذلك تكاليف وقت المهندسين الذين يقومون بالعمل يدويا مما يزيد من فرص استخدام التصميم المناخي عمليا في الممارسة المهنية.

5) **التفاعل :** يمكن عمل أي تعديل في البديل وإعادة اختباره بسرعة دون الحاجة إلى بناء نموذج مادي جديد، مما يعنى إمكانية تجربة عدد كبير من البدائل بسهولة.

6) **عدم الاحتياج لفهم تفاصيل السلوك المناخي** مما يسهل على المصممين المعماريين والعمرانيين غير المتخصصين في التصميم المناخي استخدامه إذا كان لديهم مجرد وعي عام بمفاهيمه.

4.2.3. تصنيف برامج التمثيل والمحاكاة الرقمية :

ظهرت خلال السنوات الثلاثين لأخيرةا عشرات من برامج التمثيل الرقمي، قدمت الحلول لعديد من مشاكل التصميم المناخي في الغرب، ولا تزال خطوات التطور مستمرة، وتظهر بضعة برامج جديدة كل شهر. تختلف برامج التمثيل الرقمي المتاحة في العشرات من جوانب المقارنة، فبعضها شديد البساطة يتعامل مع متغير واحد أو اثنين، بينما بعضها يتعامل مع مئات لا متغيرات، كما يتعامل بعضها مع المبنى كأنه فراغ واحد في حين يتعرف بعضها الكخر علي التصميم الداخلي تفصيلياً، فبعضها هدفه تقييم أداء

1 Abbas El Zafarany, Climatic Design Of Buildings, Op Cit., pp. 96:98.

المبنى والتحقق من توافقه مع القوانين المنظمة لاستهلاك الطاقة، والكخر يهتم بتصميم أفضل نظام للتكيف، وثالثة تهتم بحساب فوائد استخدام الطاقة الشمسية داخل المباني وغيرها ولو كان الهدف هو دراسة وتصنيف هذه البرامج لاختيار أفضلها أو تحديد مناسبة أحدها لاستخدام معين، لكان من الأهمية سرد كل التصنيفات الممكنة، ولكن الهدف من دراسة البرامج المتوافرة حاليا هو التعرف بشكل عام على إمكانيات فكرة التمثيل الرقمي على الوفاء باحتياجات المصمم المعماري والعمراني في التصميم المناخي، واتجاهات التطور في هذه البرامج ليمكن تحديد الخطوة التالية المتوقعة في تطورها، ليمكن للإضافات الجديدة لهذه البرامج أن تتماشى مع الفلسفات المعاصرة والمستقبلية للتطور في المجال، لذلك كان التركيز على تصنيف البرامج من حيث تكاملها وتغطيتها للمتغيرات المختلفة التي تؤثر في اتخاذ القرار التصميمي.

1.4.2.3. البرامج الجزئية :

قد يتم بناء نموذج يمثل جزئية واحدة من السلوك المناخي للمبنى، مثلاً انتقال الحرارة عبر الحوائط الخارجية، أو انتقال الإشعاع عبر النوافذ، أو الإضاءة الطبيعية والصناعية... الخ ، وتستطيع هذه النماذج التنبؤ بدقة بسلوك العناصر المعمارية محل الدراسة وتضع في الاعتبار كل المتغيرات التي تتعامل معها، وهكذا يمكن الوصول إلى نتائج مفيدة بخصوص هذه الجزئية محل الدراسة في وقت قصير . ولكن يعيب هذه النماذج الجزئية العديد من عيوب الطرق المبسطة، وهى عدم إدراج المتغيرات
للعناصر الأخرى المؤثرة في التصميم.

2.4.2.3. البرامج الشاملة :

وهى نوع من النماذج التمثيلية، والتي تشمل كافة جوانب السلوك المناخي للمبنى في مختلف عناصره، وهذه النماذج التمثيلية عند ترجمتها إلي برامج تصبح ضخمة للغاية وتطلب أجهزة كبيرة، ويصبح استخدامها صعبًا، لكنها تقدم نتائج ذات مصداقية عالية، يمكن الاعتماد عليها.
والنماذج الشاملة ذات عدد قليل في العالم أبرزها (DOE -2) الذي يتم تطويره تحت رعاية وزارة الطاقة الأمريكية، وبرنامج (ESPr) الذي يتم تطويره في جامعة (Strathclayde) البريطانية.
فبدأ العمل بتلك البرامج خلال عقد السبعينات، واستمر التطور والإضافة إليها من خلال العشرات من الباحثين الذين حصل كل منهم على درجات علمية من خلال تصميم اءأجز من هذه البرامج.
ولهذه البرامج عدة مميزات منها ما يلي [Ali 2011] [1].
1) - القدرة على تغطية كافة المتغيرات بدرجة دقة عالية، وعدم التساهل في افتراض قيم ثابتة للمتغيرات غير الثابتة بحيث تفقد النتائج دقتها.

1 Ahmed Aly , 2011 , Using simulation to evaluate and improve the thermal performance of residential buildings , Master of Science , Department of Architecture , Faculty of Engineering , Assiut University, E G Y P T

2) - وجود قواعد معلومات كبيرة عن نوعيات العناصر المعمارية ومعدات التكييف والبيانات المناخية وأنماط الإشغال ...الخ، مما يقلل من الجهد المبذول في عملية جمع المعلومات .

3) - توافر برامج مساعدة لها تسهل عمليات إدخال المعلومات وعملية تحليل النتائج بسهولة .

4) - مقبولة على المستوى العالمي كبرامج لها مصداقية، ويمكن الاعتماد عليها في اتخاذ إجراءات قانونية (مثل الترخيص ببناء مبني مستوفي لاشتراطات التصميم المناخي).

5) - كان يعيبها في الماضي ضخامة حجمها واحتياجها إلى أجهزة حاسبات مكلفة للعمل عليها.

ولكن يعيبها مجموعة من العيوب العامة

- صعوبة تعلم استخدامها نتيجة لتعقيدها وكبر حجمها وتعدد وظائفها إلى درجة تتعدى احتياج المصمم الفعلي أحيانًا .

- استخدامها في التعامل لأساليب مع المستخدم بطيئة نتيجة لنشأتها في عقد السبعينات حيث لم تكن طرق التعامل المصورة مع مستخدمي الحاسبات معروفة، مما يزيد من صعوبة استخدامها وتعلمها، ورغم وجود بعض البرامج المساعدة التي تساعد بعضها على العمل بشكل أكثر ودية، إلا أن طريقة التشغيل تبقى معتمدة على فكرة التشغيل المستقل عن المستخدم، حيث يقوم المستخدم بإعداد ملف يحدد مدخلاته، ثم يشغل البرنامج ليتلقي ملف يضم المخرجات في ثلاث عمليات مستقلة تفقد المستخدم التفاعل مع البرنامج .

- صعوبة الإضافة إليها وتطويرها نتيجة الالتزام بملفات مترجمة وقديمة محدودة الإمكانيات مما دفع بعض الباحثين للمناداة بإعادة كتابة هذه البرامج مرة أخري بطريقة حديثة، وإن كن قرار إعادة كتابة هذه البرامج عملية تلاقي معارضة كبيرة داخل المؤسسات التي قامت بتمويلها وتنفيذها .

- احتياج بعض الأجهزة وأنظمة تشغيل غير منتشرة مثل UNIX .

3.4.2.3. البرامج التجيميعة

وهو نمط من النماذج التمثيلية مبني علي تحقيق التكامل والشمول المطلوب في نموذج عبارة عن تجميع مجموعة من النماذج الجزئية من خلال برنامج رئيسي يقوم بتنظيم علاقتها ومدخلاتها ومخرجاتها، بحيث يجمع بين مميزات البرامج الجزئية، وتكامل البرنامج الكلى.

وهذا النوع من النماذج يتسم بالمرونة في النمو، حيث يمكن تطوير كل برنامج جزئي على حده وتطوير أداء البرنامج الشامل بدون تعديل في جوهره، مما يسمح لباحثين أو لشركات عديدة بتطوير

أجزاء البرنامج بشكل مستقل، ويمكن للمستخدم اختيار برنامج جزئي يناسب احتياجاته أكثر، أي أن يصبح البرنامج العام أقرب إلى نظام تشغيل متخصص منه كبرنامج تطبيقي.

وهذا النوع من النماذج يتماشى مع الاتجاهات الحديثة في هندسة البرامج، التي تعتمد أكثر فأكثر على مكونات أو عناصر يمكن فكها وتجميعها ويتيح المرونة في التصميم والتنفيذ.

وهذا النمط المرتب ربما كان هو الأكثر ملائمة للظروف المحلية، حيث يصعب تكوين فرق بحثية كبيرة ولفترات طويلة وتوفير ميزانيات وإدارة محترفة، ... الخ، وهو ما يلزم لتطوير نموذج تمثيلي من النوع الشامل، ولكن يمكن لبرنامج هيكلي تجميعي أن يصبح باب تطوير مكوناته على مر السنوات تدريجيًا حتى لو عمل كل باحث بشكل مستقل وقد قامت هيئة تطور الطاقة مؤخراً بتحديد الخطوط العريضة لتصنيف أدوات تصميم المباني، فتم تحديد تصنيف الأنواع كالتالي

* برمجيات محاكاة التحليل المناخي التي على ضوئها يتم تحليل البيانات المناخية لموقع معين وتقديم الخطوط العريضة للتصميم.

* برمجيات محاكاة البناء الشامل والتي تحدد الخطوط العريضة للاستهلاك الكلي لمبنى معين وتأثير تعديل عناصر المباني على الاستهلاك الكلي . تشمل مثل هذه العناصر من غطاء المباني والنوافذ والإضاءة الاصطناعية وأنظمة التيار المتردد عالي الفولطية... الخ .

* القوانين والمعايير التي تتم بموجبها محاكاة المباني وذلك لتحديد ما إذا كانت مطابقة لقوانين الطاقة أم لا .

* برمجيات محاكاة عناصر البناء مثل أنواع الجدران وتصميم النوافذ وتصميم التظليل وتصميم ... الخ .

* برمجيات المحاكاة العامة مثل تكاليف دورة حياة الطاقة والتلوث البيئي ومحاكاة الهندسة الخضراء والمحافظة على الماء وحركة الرياح والهواء/ محاكاة التهوية... الخ .

بتحديد أدوات تصميم المباني، تكون عدة برامج أكثر شيوعاً من الأخريات حسب سهولة الاستخدام والتكلفة وتكاملها مع برامج الـ (CAD) وصورة المنتج النهائي سواء كان مخططات أو صفحات إكسيل .

5.2.3. برامج المحاكاة المستخدمة في دراسة الأداء الحراري :

ظهرت في الأعوام الخمسين الأخيرة عدة برامج لمحاكاة طاقة المباني و تم استخدامها ، فكان لابد من عمل مقارنة حديثة بين خصائص وإمكانيات أكبر ٢٠ برنامج للمحاكاة، حيث أن المحاكاة تقوم على المعلومات التي يقدمها صناع البرامج في الجوانب التالية: خصائص النمذجة العامة، الأحمال الحرارية لمناطق الدراسة، غلاف المبنى والإضاءة الطبيعية والشمس، التهوية، سريان الهواء، نظم الطاقة المتجددة، النظم والمعدات الكهربية، نظم التبريد والتدفئة، معدات التبريد والتدفئة، الانبعاثات البيئية، التقييم الاقتصادي، توافر بيانات المناخ، سرد النتائج، الصلاحية، وواجهات المستخدم، والربط بالبرامج ، ويوضح جدول (13) عرض لبرامج محاكاة طاقة المباني الأخرى والتوافر

اسم البرنامج	اسم البرنامج التجاري	وصف عام البرنامج
(BLAST)	(BLAST) Version 3.0 Level 334. August 1998	يقوم النظام بالتنبؤ باستهلاك الطاقة وأداء نظم الطاقة والتكلفة في المباني، وأيضاً يقوم التنبؤ بالأحمال الحرارية بالفراغ كل ساعة من بيانات الطقس وإنشاء المبنى وتفاصيل التشغيل باستخدام اتزان حراريلانتقال الحرارة بالتوصيل والحمل والإشعاع لكل الأسطح واتزان حراري لهواء الغرفة، يشمل ذلك أحمال النقل الحراري من الخارج إلي الداخل، الأحمال الشمسية، الكسب الحراري الداخلي، وإستراتيجية التحكم في درجة الحرارة المستخدمة للحفاظ على درجة حرارة الفراغ.
(BSim)	BSim Version 4.4.12.11	يقدم البرنامج محاكاة سهلة لتفاصيل عمليات المحاكاة الهيدروحرارية للمباني والمنشأت.
(DeST)	Designer's simulation toolkits. (DeST) Version 2.0	يسمح هذا البرنامج بالتحليل التفصيلي للعمليات الحرارية للمبنى وأداء نظم التبريد والتدفئة والتهوية، كما يجري حسابات كل ساعة لدرجات الحرارة الداخلية وأحمال التبريد والتدفئة للمباني.
(DOE-2.1E)	DOE-2.1E Version 121. September 2003	يتنبأ البرنامج باستخدام الطاقة كل ساعة وتكلفة الطاقة للمبنى بناء على بيانات الطقس كل ساعة وكذلك الوصف الهندسي للمبنى وبيان نظام HVAC . استخدم البرنامج لأكثر من ربع قرن لدراسات تصميم المباني وتطوير واختبار مواصفات طاقة المباني في الولايات المتحدة والعالم، حيث عمل القطاع الخاص بالبرنامج وطور أكثر من عشرين واجهة مستخدم تسهل استخدامه
(ECOTECT	ECOTECT Version 5.50. April 200	أداة تحليل وتصميم معمارية تربط برنامج نمذجة ثلاثي الأبعاد بعدد كبير من وظائف تحليل الأداء التي تغطي جوانب الحرارة، الطاقة، الإضاءة، الظل، الصوتيات والتكلفة.
(Ener-Win)	Ener-Win Version EC. June 2005	يحاكي استهلاك الطاقة في المباني على أساس شهري وسنوي، أحمال التدفئة والتبريد القصوى وكسر التدفئة الشمسية عبر الزجاج ومساهمة الإضاءة الطبيعية وتحليل تكلفة دورة الحياة، وتقدم بيانات التصميم حسب المناطق وتبين أحجام مجاري التكييف ومتطلبات الطاقة الحرارية.
(Energy Express	Energy Express. Version 1.0. February 2005	يحسب البرنامج استهلاك وتكاليف الطاقة في مرحلة التصميم، تسمح واجهة المستخدم بعمل نموذج سريع ودقيق، ويشمل البرنامج نموذجا ديناميكيا لانتقال الحرارة للمناطق مع نموذج لنظام HVAC.
(Energy-10	Energy-10 Version 1.8. June 200	صمم هذا البرنامج لتسهيل تحليل المباني في بدايات مراحل التصميم مع التركيز على تقديم أداة شاملة تناسب فرق تصميم المباني الصغيرة.
(EnergyPlus	EnergyPlus Version [٨] 1.2.2. April 200	يقوم البرنامج على أهم خصائص وإمكانيات BLAST و DOE-2.1E، يقوم محرك المحاكاة في البرنامج بإدخال وإخراج الملفات النصية، ويتم حساب الأحمال للزمن الذي يحدده المستخدم.

اسم البرنامج	اسم البرنامج التجاري	وصف عام البرنامج
(eQUEST	eQUEST Version 3.55. February 200	برنامج سهل لتحليل طاقة المباني، لذا يقوم البرنامج بتقديم نتائج عالية الجودة من خلال محرك صنع المبنى وكذلك محرك قياس كفاءة الطاقة وبرنامج عرض النماذج بيانية، كما يقدم البرنامج إمكانية تقدير تكلفة الطاقة، وتنفيذ إجراءات كفاءة الطاقة.
(ESP-r)	ESP-r Version 10.1. February 2005	برنامج عام – متعدد الأغراض والحسابات – لمحاكاة النظم، إنه يقوم على مبدأ « المحاكاة تتبع الوصف «، حيث أن المستخدم يقوم بالتحكم في درجة تعقيد عمليات التحكم الهندسية والبيئة والتشغيل لموافقة متطلبات المشروع، إنه يدعم توازن الطاقة في كل منطقة وعلى كل سطح.
(HAP)	Hourly analysis program (HAP) Version 4.20a	يقدم البرنامج أداتين في حزمة واحدة هما تحديد حجم نظم HVAC التجارية ومحاكاة طاقة المبنى كل ساعة للخروج باستهلاك الطاقة السنوي وتكاليف الطاقة، وتستخدم نتائج وبيانات الإدخال من حسابات تصميم النظام مباشرة في دراسات الطاقة.
(HEED)	HEED Version 1.2. January 2005	يتطلب البرنامج أربعة مدخلات فقط: مساحة الطابق، عدد الطوابق، الموقع (الكود البريدي)، ونوع المبنى، كما تعتبر نقطة قوة البرنامج هي سهولة الاستخدام، بساطة الإدخال، وتنوع العروض البيانية، سرعة الحساب والقدرة على مقارنة بدائل التصميم بسرعة، يوجد البرنامج علي الموقع مجاني ويمكن تحميله
(IDA ICE)	IDA indoor climate and energy 3.0. April 2005	يقوم البرنامج على محاكاة عامة للنظم القياسية، إنه يوفر واجهات مدمجة مختلفة لمختلف فئات المستخدمين
(IES /VES	IES /Virtual EnvironmentS Version 5.2. December 2004	حزمة متكاملة من التطبيقات التي ترتبط بواجهة مستخدم مشتركة ونموذج بيانات متكامل منها: عمل وتعديل النموذج الثلاثي الأبعاد، تحليل الأحمال الحرارية علي المبني، درجة الحراراة الداخلية والخارجية، التهوية الطبيعية . وغيرها
(PowerDom	PowerDomus Version 1.5. September 2005	داة محاكاة للمبنى ككل لتحليل الراحة الحرارية واستخدام الطاقة، حيث طور البرنامج لنمذجة انتقال الحرارة والرطوبة في المباني عند تعرضها لأية ظروف مناخية. يقوم النموذج بالتنبؤ بدرجات الحرارة والرطوبة في الحوائط متعددة الطبقات لأي فترة زمنية والحرارة والرطوبة النسبية لأية منطقة.
(SUNREL	SUNREL Version 1.14. November 2004	يقوم هذا البرنامج المحاكاة على أساس كل ساعة، حيث أنه يساعد على تصميم مباني صغيرة كفؤ الطاقة حيث تسود الأحمال التفاعلات الديناميكية بين غلاف المبنى وبيئته وشاغله
(TRACE)	TRACE 700 Version 4.1.10. November 2004	نقسم البرنامج إلى أربعة مراحل حسابية مميزة: التصميم، النظام، المعدات، والاقتصاديات. يقوم البرنامج بحساب الكسب الحراري للمبنى بالتوصيل من خلال أسطح المبنى وكذلك الكسب الحراري من الأشخاص، الإنارة، والأجهزة الكهربية.
(TAS)	Tas Version 9.0.7. May 2005	TAS هو حزمة من منتجات البرامج التي تحاكي الأداء الديناميكي الحراري للمباني ونظمها - أهم الوحدات هو TAS building Designer(A-TAS)، الذي يقوم بعمل المحاكاة الديناميكية للمبنى مع دمج أثر حركة الهواء الطبيعية والصناعية. - للبرنامج مدخلات هندسية ثلاثيات الأبعاد تضم رابط CAD. - TAS Systems هو محاكي نظم التدفئة والتبريد، يمكن ربطه مباشرة بمحاكي المبنى، ويقوم بتحديد حجم سريان الهواء وأحجام النباتات والطاقة الكلية المطلوبة. - الجزء الثالث هو Tas Ambiens، وهو حزمة قوية وسهلة الاستخدام تعطي [*] ثنائية الأبعاد CFD مقطعا للتباين في المناخ الموضعي في فراغ ما
(TRNSYS)	TRNSYS Version 16.0.37. February 2005	برنامج محاكاة يستخدم أسلوب يقوم على المكونات، قد تكون بهذه المكونات ببساطة مضخة أو ماسورة، أو معقدة بقدر مناطق متعددة من المبنى. يتم تجميع المكونات باستخدام واجهة بصرية تعرف باسم TRNSYS Simulation StudiO بينما يتم إدخال بيانات المبني من خلال واجهة بصرية مخصصة، ثم يقوم محرك المحاكاة بحل المعادلات الجبرية التفاضلية التي تمثل النظام.
Eco Designer	EcoDesigner STAR	برنامج مدمج ضمن برنامج النمذجة أركيكاد يمكن المصمم من تقدير كلفة تشغيل المبنى و حساب أداء الطاقة الكلي واختبار و مقارنة أداء عدة حلول تصميمية و دراسة الواجهات وتأثيرها على أنظمة تكييف و تدفئة المبنى و هو البرنامج المستخدم في الدراسة

جدول رقم : (13) المصدر الباحث

3.3. الحالات الدراسية :

1.3.3. الحالة رقم 1 :

تم اختيار مبنى تجاري نمطي من مباني دمشق الواقع في منطقة الحمرا في دمشق شكل رقم 1 كنموذج للحالة الدراسية تبعا للمعايير التالية :

صورة رقم : (13) المصدر Google Earth

موقع المبنى المدروس في منطقة الحمراء

1) المبنى ذو خمس طوابق يعد نموذجا دراسيا لمنطقة الحمرا والصالحية و عرنوس و الجسر الابيض والشعلان كون معظم ارتفاعات المباني التجارية في هذه المنطقة هو خمس طوابق و بحسب دراسة للباحثة علوش[علوش 2014] [1] للمباني التجارية في دمشق والتي شملت 47 مبنى فإن متوسط عدد الطوابق لهذه المباني ذات الوظيفة التجارية كان 5 و بسبب كون العينات المدروسة من مناطق متعددة اعتمد ارتفاع خمس طوابق كمتوسط طبيعي عام للمباني التجارية في مدينة دمشق حتى تاريخ الدراسة .

2) واجهات المبنى المدروس ذات توجيه جنوبي غربي مما يجعل المبنى أكثر عرضة لتغيرات المناخ

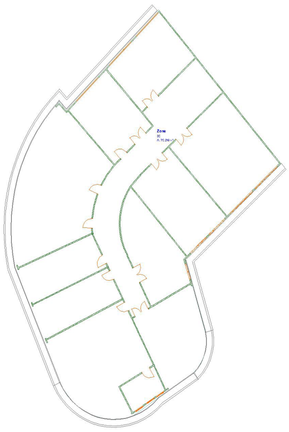
3) توجه مستثمري المبنى لزيادة تزجيج الواجهات كما يظهر في الشكل رقم (الطابق رقم 1) والذي يطرح إشكاليات يجب دراستها بافتراض ان المستثمرين يميلون لزيادة نسب التزجيج .

4) المبنى مشابه لمعظم مباني المناطق المحيطة فيما يتعلق بنسب الفتح والاغلاق وتعرضه لمداخلات التزجيج بدون نواظم و معايير .

1 علوش ,ربى . دراسة تصميم الواجهات الزجاجية في المباني العامة في مدينة دمشق . رسالة ماجستير جامعة دمشق

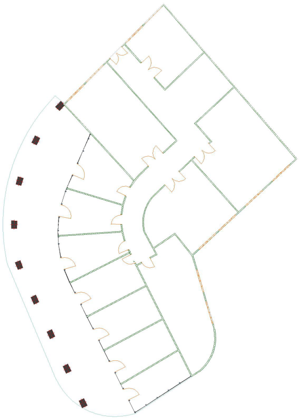
صورة رقم : (14) المصدر الباحث

صورة توضح المبنى المدروس و مداخلات الواجهات المتجهة نحو التزجيج



شكل رقم : (135) المصدر الباحث

كروكي لمسقط الطابق المتكرر للبناء المدروس



شكل رقم : (136) المصدر الباحث

كروكي لمسقط الطابق الأرضي للبناء المدروس

1.1.3.3. استراتيجة الدراسة :

نظرا للمداخلات الغير مدروسة المتوقعة مستقبلا لهذا النوع من المباني تم اعتبار سيناريو وهو تزجيج كامل الواجهات بزجاج عادي مع مقاطع ألمنيوم بسيطة كما يظهر في الطابق الأول و الثاني من الجهة الجنوبية للمبنى و اعتمادها نتائجها كأساس يتم مقارنة الحالات به .

تم تحديد ثلاثة حالات مختلفة لمعالجة الواجهات وهي كالتالي :

1) الحالة رقم 1 حالة المبنى الأصل للمقارنة

تم تزجيج كامل الواجهات بزجاج شفاف بسماكة 10 مم و مقطع المنيوم تقليدي بسماكة 100 مم .

2) الحالة رقم 2 : ويتم فيها تضمين خاصية التحكم في الواجهة

تم استبدال الزجاج في الحالة رقم 1 بزجاج عالي الأداء Low-E مضاعف ذو معامل ناقلية حرارية U- Value =1.3 W/m2K .

3) الحالة رقم 3 يتم فيها تضمين خاصية الديناميكية

حيث يضاف للحالة رقم 2 استخدام عنصر تظليل ديناميكي موسمي وهو عبارة عن نبات متسلق تظلل اوراقه الواجهة صيفا و تتساقط شتاءا لتسمح بتشميس الفراغات الداخلية

4) الحالة رقم 4 :

يتم استبدال عنصر التظليل الموسمي في الحالة رقم 3 بعنصر تظليل ديناميكي متسجيب آنيا للتغيرات لإثبات فعالية الاستجابة الانية .

2.1.3.3. الأدوات المستخدمة في الدراسة :

يستخدم في محاكاة الحالات السابقة برنامج الأرشيكاد Archicad للنمذجة الثلاثية الأبعاد و برنامج حساب الأداء المتضمن به Eco designer والذي كان برنامجا مستقلا تم توحيده مع البرنامج الأساسي تحت مسمى Energy Evaluation في النسخة رقم 18 من برنامج الأرشيكاد .

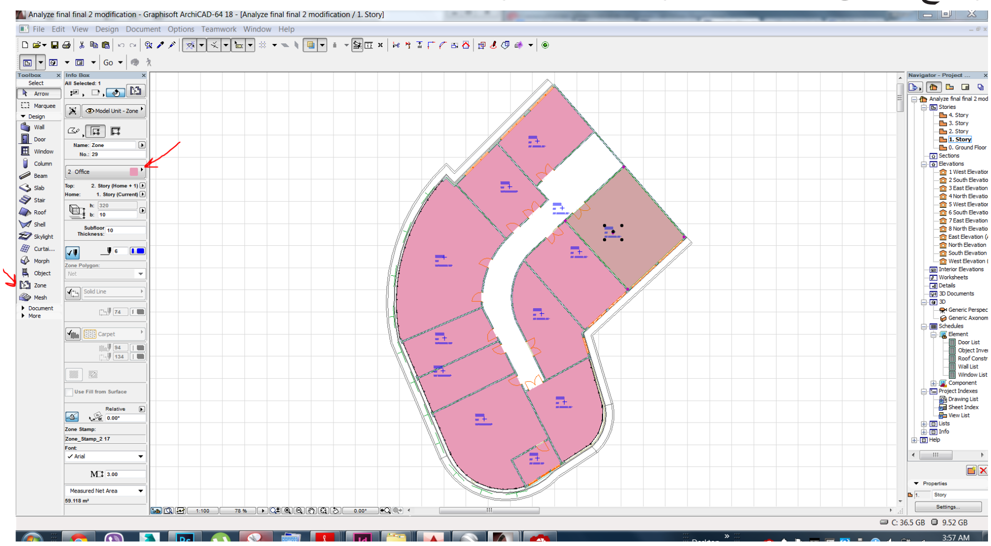
يقوم هذا البرنامج بحساب أداء الطاقة في المبنى .

3.1.3.3. خطوات الدراسة :

تتم خطوات الدراسة باستخدام البرنامج السابق وفق المراحل التالية :

1) رسم المسقط و بناء قواطع الفراغات الداخلية والخارجية ليتم تحديد الفراغات والكتل الحرارية لأقسام المبنى باستخدام أمر ال Zone و إعطاء سمة تجارية لهذه الفراغات كمحلات تجارية في الطابق الارضي و مكاتب تجارية في باقي الطوابق ليقوم البرنامج بحساب تقديري لحمولات التكييف والتهوئة و استهلاك الكهرباء التقديري لهذه الفراغات

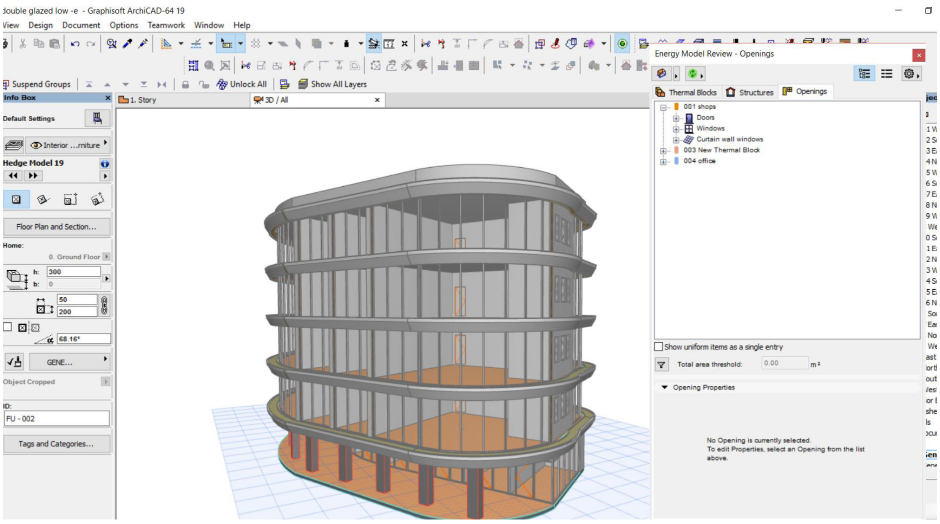
2) بعد النمذجة المبنى بشكل ثلاثي الأبعاد و تحديد الفراغات تتم تحديد الواجهات الستارة و نمذجتها لتمتد على ارتفاع الطابق بحسب الأستراتيجة المذكورة سابقا تمهيدا للانتقال لحساب الطاقة .



شكل رقم : (137) المصدر الباحث

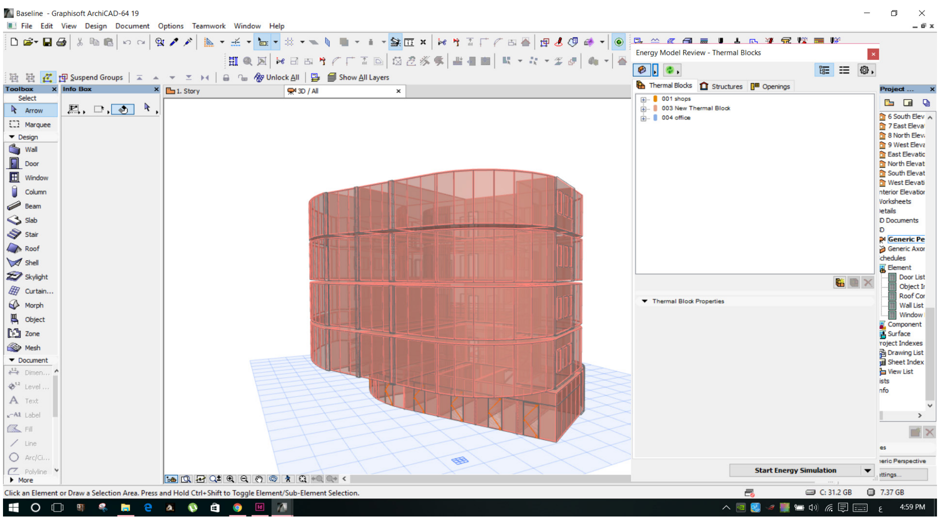
مراحل الدراسة

3) يتم تشغيل حساب الطاقة وعمل تحديث للفراغات الحرارية لضمان أنها محكمة الاغلاق بالهيكل الخارجي والبلاطات والجدران الداخلية ويتم تحديد فترات تشغيل المبنى وتحديد ايام العطلة و المعطيات المناخية الخاصة بمدينة دمشق .



شكل رقم : (138) المصدر الباحث

مراحل الدراسة



شكل رقم : (139) المصدر الباحث

مراحل الدراسة

4) يتم تحديد أنظمة المبنى الأساسية وهي كالتالي :

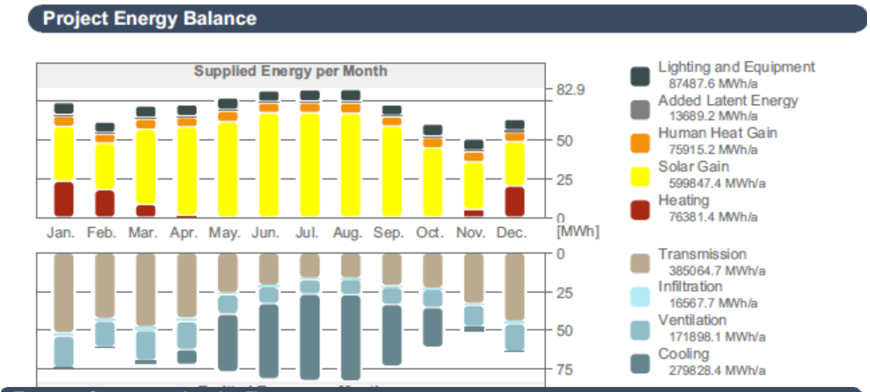
بالنسبة لقسم المحلات : تم اعتماد نظام تدفئة قائم على الكهرباء باستخدام عدم تحديد للنظام ليقوم البرنامج بتحديد قيم افتراضية بناءا على اعداداته المسبقة للنظام و نظام تبريد قائم على وحدات منفصلة لكل محل و نظام تهوئة طبيعي

قسم المكاتب : نظام التدفئة مركزي قائم على تسخين المياه بدرجة 90 مئوية و نظام تبريد مركزي بسعة تبريد مقدارها 24000 Btu/hr و نظام تهوئة مركزي بكفاءة طاقة 85% و ضغط 150 باسكال وقسم موزعات وممرات ذو نظام تهوئة طبيعي .

5) بعد تحديد المدخلات السابقة تتم عملية حساب الطاقة وتظهر النتائج التالية

4.1.3.3. نتائج الدراسة : تظهر نتائج الدراسة كما يلي :

الحالة رقم 1: حالة الأساس للمقارنة Baseline (زجاج مفرد مع مقطع المنيوم تقليدي) :



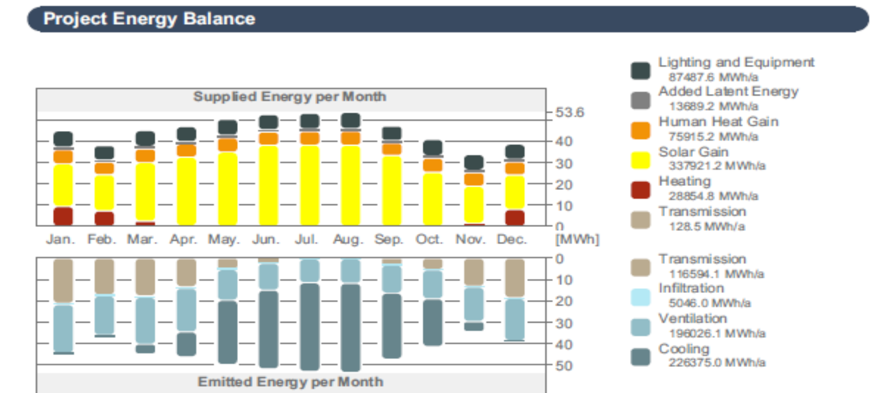
Energy Consumption by Targets

Target Name	Energy Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost SP/a	CO_2 Emission kg/a
Heating	76381	0	0	0
Cooling	279828	0	0	0
Service Hot-Water	0	0	0	0
Ventilation Fans	0	0	0	0
Lighting & Appliances	87487	262462	699901	24828
Total:	443697	262462	699901	24828

شكل رقم : (140) المصدر (الباحث)

تقرير حساب الطاقة للحالة رقم 1

الحالة رقم 2: استخدام زجاج مضاعف متحكم Low -e (تحكم)



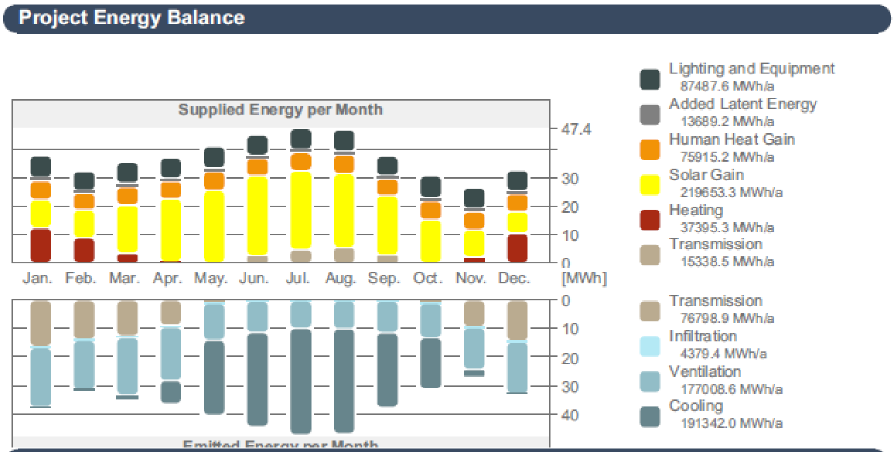
Energy Consumption by Targets

Target Name	Energy Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost SP/a	CO_2 Emission kg/a
Heating	28854	0	0	0
Cooling	226375	0	0	0
Service Hot-Water	0	0	0	0
Ventilation Fans	0	0	0	0
Lighting & Appliances	87487	262462	699901	24828
Total:	342717	262462	699901	24828

شكل رقم : (141) المصدر (الباحث)

تقرير حساب الطاقة للحالة رقم 2

الحالة رقم 3 : إضافة عنصر التظليل الموسمي (ديناميكية)



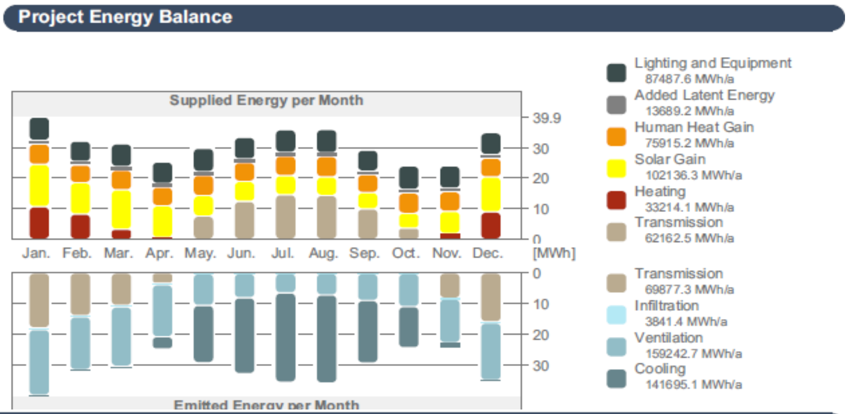
Energy Consumption by Targets

Target Name	Energy Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost SP/a	CO_2 Emission kg/a
Heating	37395	0	0	0
Cooling	191342	0	0	0
Service Hot-Water	0	0	0	0
Ventilation Fans	0	0	0	0
Lighting & Appliances	87487	262462	699901	24828
Total:	316225	262462	699901	24828

شكل رقم : (142) المصدر (الباحث)

تقرير حساب الطاقة للحالة رقم 3

الحالة رقم 4 : إضافة عنصر التظليل ديناميكي أني (استجابة)



Energy Consumption by Targets

Target Name	Energy Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost SP/a	CO_2 Emission kg/a
Heating	33214	0	0	0
Cooling	141695	0	0	0
Service Hot-Water	0	0	0	0
Ventilation Fans	0	0	0	0
Lighting & Appliances	87487	262462	699901	24828
Total:	262396	262462	699901	24828

شكل رقم : (143) المصدر (الباحث)

تقرير حساب الطاقة للحالة رقم 4

و بمقارنة قيم الحالات بتحديد حمولات التبريد والتدفئة كقيم للمقارنة ينتج الجدول التالي

	حمولات التدفئة السنوية Heating load		حمولات التبريد السنوية Cooling load	
	[Kw/h]	100 %	[Kw/h]	100 %
حالة 1 : حالة الأساس للمقارنة زجاج مفرد شفاف 10 مم + مقطع المنيوم 100 مم	76318	% 100	279828	% 100
حالة 2 : زجاج مضاعف Low-e خاصية التحكم بدون عنصر تظليل	28854	% 38	226375	% 80
حالة 3 : عنصر تظليل موسمي خاصية تحكم + خاصية ديناميكية	37935	% 49	191342	% 68
حالة 4 : عنصر تظليل آني خاصية تحكم + ديناميكية + استجابة آنية	33214	% 43	141695	% 50

جدول رقم : (14) المصدر الباحث

نستنتج من الجدول السابق أن جدوى تطبيق عناصر الواجهات العالية التقنية على المباني التجارية المحلية له أثر كبير في تخفيض استهلاك الطاقة و خاصة فيما يتعلق بحمولات التدفئة والتبريد و خاصة في المباني التي تستخدم مساحات زجاجية كبيرة و بمواد بناء و مقاطع ألمنيوم ليست جيدة .

إن استخدام خاصية التحكم في إدخال الإشعاع الشمسي للفراغات الداخلية يساعد في تقليل استهلاك الطاقة بما يخص حممولات التدفئة بشكل خاص ولكنه يؤدي لزيادة حمولات التبريد .

وعلى الطرف المقابل إن تظليل الواجهات يسهم في تقليل حمولات التبريد ولكنه يستلزم زيادة حمولات التدفئة كون الفراغات الداخلية تصبح مظللة شتاءا .

و لذلك فإن تضمين الخاصية الديناميكية في عملية التظليل له دور ايجابي في زيادة الايجابيات وتقليل السلبيات و حل التعارض السابق

فعند استخدام عنصر التظليل فأنه سيقلل من حمولات التبريد بشكل ملحوظ ليقلل حمولات التبريد بنسبة تصل ل 30 % (الفرق بين الحالة 2 والحالة 4) . و سيزيد حمولات التدفئة بنسبة تصل ل 9 % بالنسبة لعنصر التظليل الموسمي و اكثر في حال كان عنصر التظليل ثابتا وفي حال كون التظليل مستجيب آنيا يمكن تخفيض هذه النسبة لحد 5% مع تخفيض كبير في حمولات التبريد يصل ل 30 % و كلما كانت الاستجابة معززة بنظام أدق يمكن تجاوز هذه الزيادة في حمولات التدفئة للوصول لكفاءة مثلى في توفير الطاقة باستخدام التقنية العالية .

2.3.3. الحالة رقم 2 :

1.2.3.3. وصف الحالة

تم اختيار مبنى تجاري وهو السيتي مول QUEEN CENTER الموجود في منطقة المزة حيث يتميز المبنى بواجهاته الزجاجية الحديثة .

اختير المبنى وفق معايير هي ارتفاعه المتوسط والمشابه لمعظم المولات التجارية مثل الداماسكينو و الشام سيتي سنتر لتشمل الدراسة عينات مختلفة من المباني .

المبنى ذو العشر طوابق تغلفه واجهة مزودجة القشرة من الزجاج الملون و بمقاطع المنيوم معزولة

صورة رقم : (15)

صورة توضح المبنى المدروس

شكل رقم : (144)

واجهة المبنى المدروس

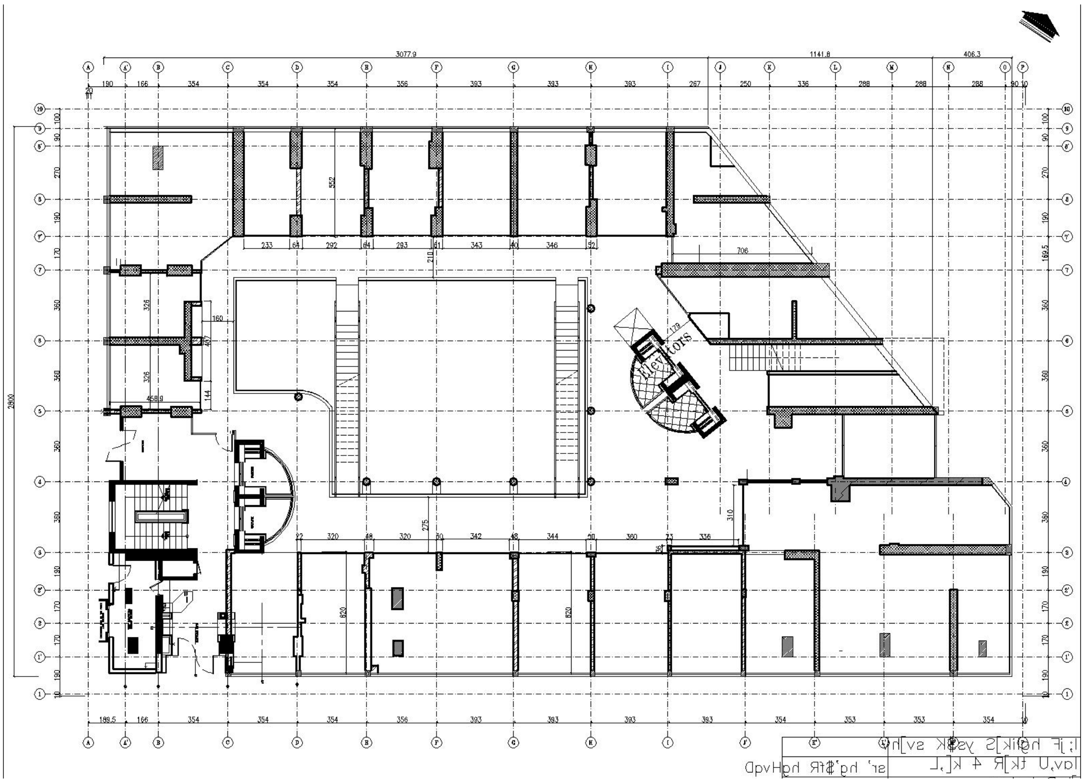
2.2.3.3. استراتيجية الدراسة

بعد اثبات جدوى استخدام الواجهات العالية التقنية في واجهات المباني التجارية في الحالة الدراسية السابقة يتم الاستعاضة عن الواجهة الزجاجية الحديثة الموجودة حاليا في المبنى بواجهة تتمتع بالمعايير التالية :

1) الواجهة ذات زجاج مزدوج القشرة يتمتع بخاصية التحكم باستبدال الزجاج بزجاج يتمتع بخاصية التحكم بالاشعاع الشمسي

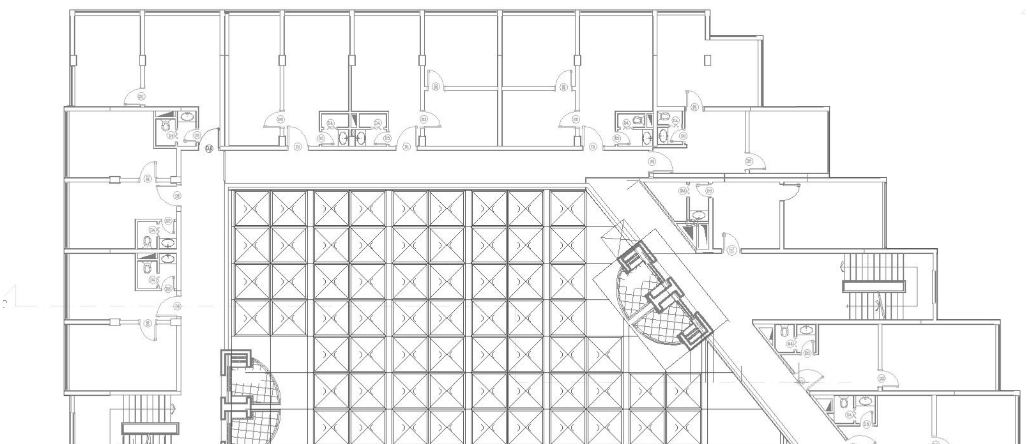
2) بتطبيق احد معايير الواجهات التجارية المذكورة في الفصل الأول وهي خاصية الراحة البصرية و تحقيق شفافية أكبر و تواصل بصري مع المحيط يتم استخدام الزجاج الشفاف و مقارنة استهلاك الطاقة بين الحالة الأساسية بالنسبة فيما يتعلق بحمولات التدفئة والتبريد وبين الحالة المقترحة .

3) إضافة عنصر تظليل عالي التقنية على الواجهات و ملاحظة الفروقات .



شكل رقم : (145)

مسقط الطابق الارضي للمبنى المدروس



شكل رقم : (146)

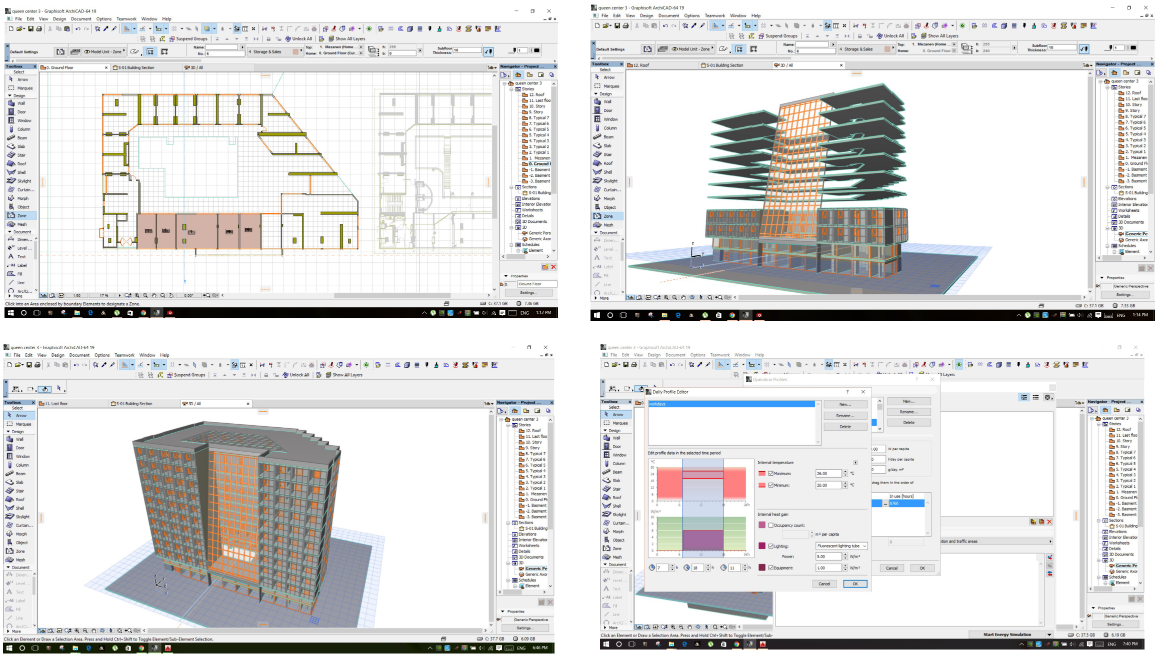
مسقط الطابق المتكرر للمبنى المدروس

3.2.3.3. خطوات الدراسة

تتابع الخطوات الدراسة كما في الحالة رقم 1 مع ملاحظة الاختلافات التالية :

1) عدد ساعات اشغال المبنى 24 ساعة على مدار كامل الأسبوع

2) عمق الفراغات عن الواجهة بمتوسط 6 م تقريبا ويعد أكثر عمقا من الحالة السابقة



شكل رقم : (147)

مراحل دراسة المبنى ضمن البرنامج

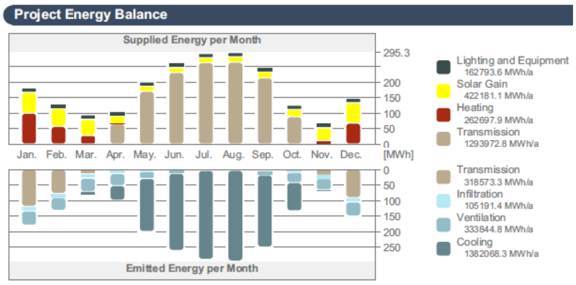
تحدد حالتين للمقارنة و هما :

1) الحالة رقم 1 : وهي الحالة الراهنة لواجهة المبنى وفيها الواجهة عبارة عن زجاج مضاعف ملون باللون الأزرق مع مقاطع ألمنيوم ذات عازلية جيدة

2) الحالة رقم 2 :وهي الواجهة العالية التقنية يستبدل الزجاج بزجاج شفاف لتحقيق معيار الشفافية و الراحة البصرية [1] وهذا الزجاج منخفض الطاقة Low-E يتمتع بخاصية التحكم مضافا له عنصر تظليل ديناميكي

1 معيار الشفافية انظر الفصل الأول

نتائج الحالة رقم 1 :



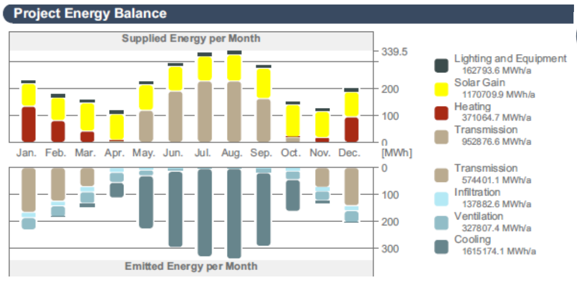
HVAC Design Data

Thermal Block	Heating Demand Yearly [kWh]	Heating Demand Hourly Peak [kW]	Cooling Demand Yearly [kWh]	Cooling Demand Hourly Peak [kW]	Internal Temperature Min. [°C]	Internal Temperature Max. [°C]
002 New Thermal Block	262697	517.7 05:00 Jan. 04	1382068	799.1 16:00 Sep. 15	15.0 08:00 Jan. 04	27.0 23:00 Jul. 08
All Thermal Blocks:	262697	517.7 05:00 Jan. 04	1382068	799.1 16:00 Sep. 15		

شكل رقم : (148)

نتائج الحالة الأولى كما ظهرت في برنامج المحاكاة

نتائج الحالة رقم 2 :



HVAC Design Data

Thermal Block	Heating Demand Yearly [kWh]	Heating Demand Hourly Peak [kW]	Cooling Demand Yearly [kWh]	Cooling Demand Hourly Peak [kW]	Internal Temperature Min. [°C]	Internal Temperature Max. [°C]
002 New Thermal Block	371064	630.4 05:00 Jan. 04	1615174	978.4 16:00 Aug. 30	15.0 08:00 Jan. 20	27.0 25:00 Jul. 06
All Thermal Blocks:	371064	630.4 05:00 Jan. 04	1615174	978.4 16:00 Aug. 3		

شكل رقم : (149)

نتائج الحالة الثانية كما ظهرت في برنامج المحاكاة

و بمقارنة قيم الحالات بتحديد حمولات التبريد والتدفئة كقيم للمقارنة ينتج الجدول التالي

	حمولات التدفئة السنوية Heating load		حمولات التبريد السنوية Cooling load	
	[Kw/h]	100 %	[Kw/h]	100 %
حالة 1 : حالة الأساس للمقارنة زجاج مضاعف ملون	371064	% 100	1615174	% 100
حالة 2 :الواجهات العالية التقنية زجاج مضاعف Low-e + عنصر تظليل ديناميكي	262697	% 70	1382068	% 85

جدول رقم : (15) المصدر الباحث

نستنتج من الجدول السابق أن تطبيق عناصر الواجهات العالية التقنية يمكن أن يسهم في تقليل حمولات التدفئة بنسبة 30 % و حمولات التبريد بنسبة 15 % حتى في المباني ذات الواجهات الجيدة والمعزولة .

3.3.3. الحالة رقم 3

1.3.3.3. وصف الحالة

بعد دراسة مبنى منخفض الارتفاع في منطقة الحمرا و مبنى الكوين سنتر ذو العشر طوابق اختير مبنى مرتفع الطوابق لدراسة تأثير استخدام الواجهات العالية التقنية في المباني المرتفعة .

لذلك اختير مبنى برجي متواجد في منطقة جسر فكتوريا في مدينة دمشق وهو برج دمشق الواقع على شارع الجمهورية . يتألف هذا المبنى من عدد من الطوابق يبلغ 24 طابقا بالإضافة لطابق أرضي تشغلها وظائف تجارية من محلات تجارية و مكاتب و شركات .

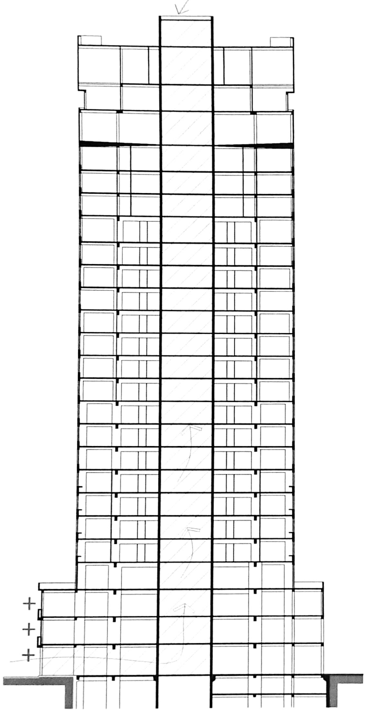
يبلغ ارتفاع البرج 88 مترا ويلاحظ ان معظم الفراغات الداخلية تبغ مساحتها حوالي 25 مترا مربعا لكل غرفة يتم الوصول غلها من نواة و ممرين .

صورة رقم : (16) المصدر google earth
موقع عام للمبنى المدروس

يبين المسقط المتكرر للبرج سماكات الجدران الخارجية 20 سم مع إكساء حجري بأبعاد نوافذ 190 سم بالارتفاع و عرض 300 سم و هي ذات تأثير أقل على الفراغات كون الفراغات عميقة (9 م) .

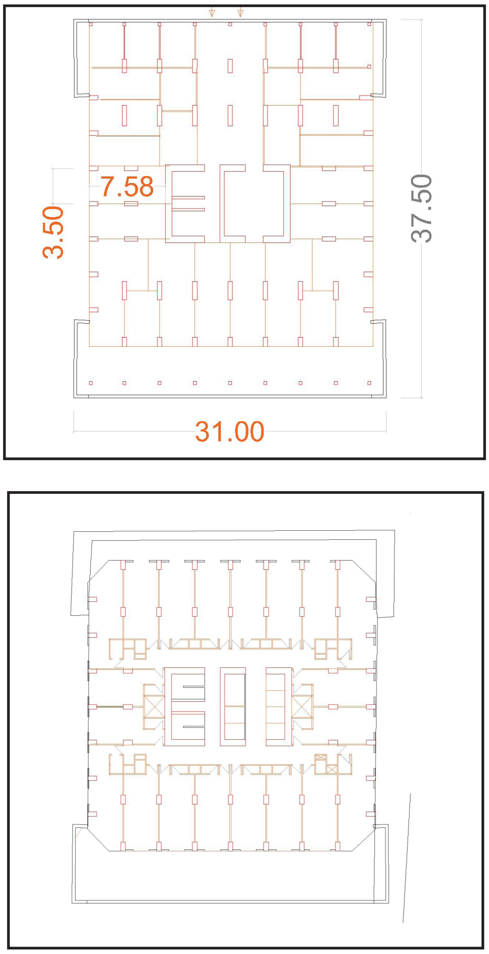
شكل رقم : (150) المصدر قلجينو 2014

صورة توضح واجهة المبنى المدروس



رسم توضيحي (١٦) مقطع في البرج

- التهوية الصاعدة من فراغ الدرج الشاقولي .
- نلاحظ العنق الضيق الوحيد الذي يمرر التيارات الهوائية لفراغ الدرج من خلال البهو الرئيسي في الطابق الأرضي.
- فراغ الدرج مغلق من الأعلى
- خلو المبنى من أي مناور تساعد على التهوية الصاعدة



شكل رقم : (151) المصدر قلجينو 2014

صورة توضح المسقط الأرضي و المتكرر للمبنى و مقطع في البرج

2.3.3.3. استراتيجة الدراسة

يتم نمذجة الحالة الراهنة للبرج بواجهته و اعتمادها للمقارنة و يتم تبديلها بواجهة عالية التقنية مؤلفة من زجاج مضاعف مضاف له لوح زجاج لتشكيل فراغ يحمي عنصر المدمج حيث تستخدم خاصية التدميج عنصر التظليل ضمن جسم النافذة مما يساعد على استخدام عناصر تظليل ذات مقاطع أصغر واخف وزنا لانها تكون محمية من الحمولات الخارجية .

تقارن ثلاث حالات للواجهة وهي كالتالي :

1) الحالة رقم 1 (الحالة الراهنة)

- زجاج مفرد سماكة 8 مم

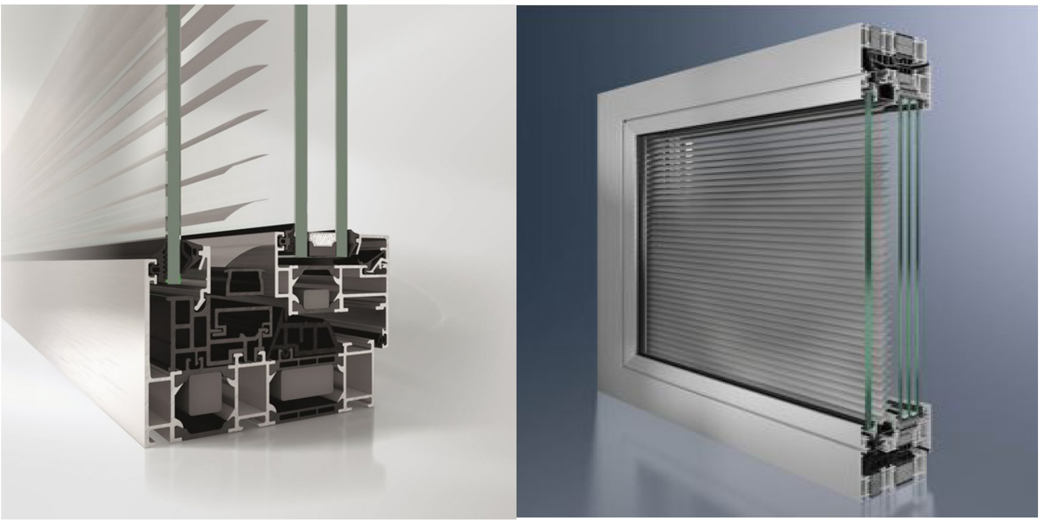
- مقطع المنيوم تقليدي

2) الحالة رقم 2

تستبدل النوافذ بنوافذ صندوقية مؤلفة من مقطع المنيوم معزول و زجاج مضاعف متحكم بالاشعاع الشمسي مع فراغ هوائي مقداره 2 سم بالإضافة للوح زجاجي ثالث .

3) الحالة رقم 3

يضاف للحالة السابقة عنصر تظليل ذو وزن خفيف مدمج بين طبقات النافذة (خاصية التدميج) و هذا العنصر يسمح بتظليل الفراغات الداخلية بنسبة 80 % ويتم فتحه بنسبة 100 % في فصل الشتاء للسماح بالتشميس للفراغات الداخلية و تقليل حمولات التدفئة . وفق التفصيلة المبينة في الشكل أدناه .

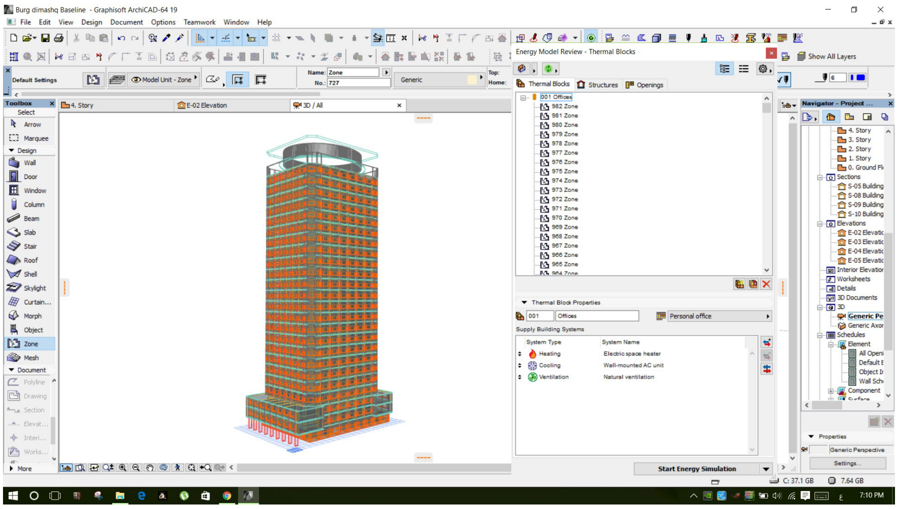


شكل رقم : (152) المصدر Schuco Bim

شكل يوضح النافذة المستخدمة في الواجهة البديلة

3.3.3.3. خطوات الدراسة

تتم نمذجة المبنى باستخدام برنامج الارشيكاد ما في الحالات السابقة مع تحديد الفراغات ووظائفها و تحديد ساعات العمل و أنظمة المبنى للتكييف والتدفئة ويتم توليد النتائج .

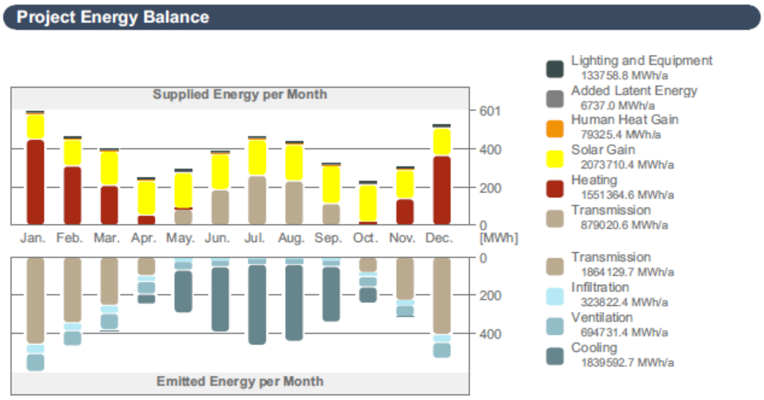


شكل رقم : (153) المصدر الباحث

شكل يوضح مراحل الدراسة

4.3.3.3. نتائج الدراسة

نتائج الحالة رقم 1 :



Energy Consumption by Targets

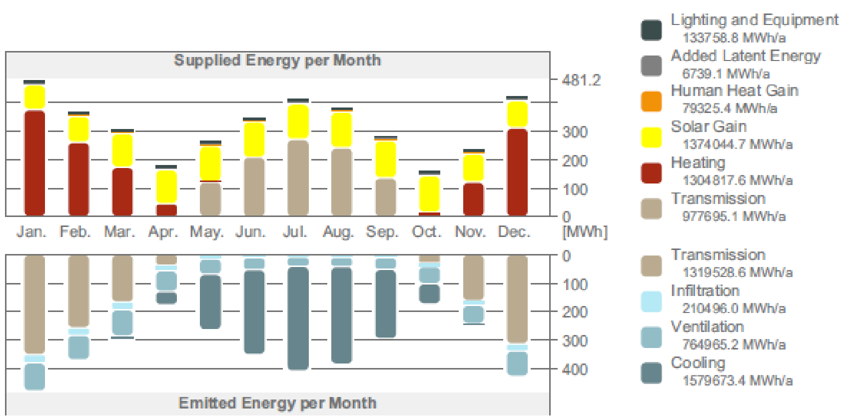
Target Name	Energy Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost GBP/a	CO_2 Emission kg/a
Heating	1551364	0	0	0
Cooling	1839592	0	0	0
Service Hot-Water	0	0	0	0
Ventilation Fans	6554	19662	0	1415
Lighting & Appliances	133758	401276	0	28891
Total:	3531270	420939	NA	30307

شكل رقم : (154) المصدر الباحث

شكل يوضح نتيجة المحاكاة للحالة رقم 1 كما تظهر في البرنامج

نتائج الحلة رقم 2 :

Project Energy Balance



Energy Consumption by Targets

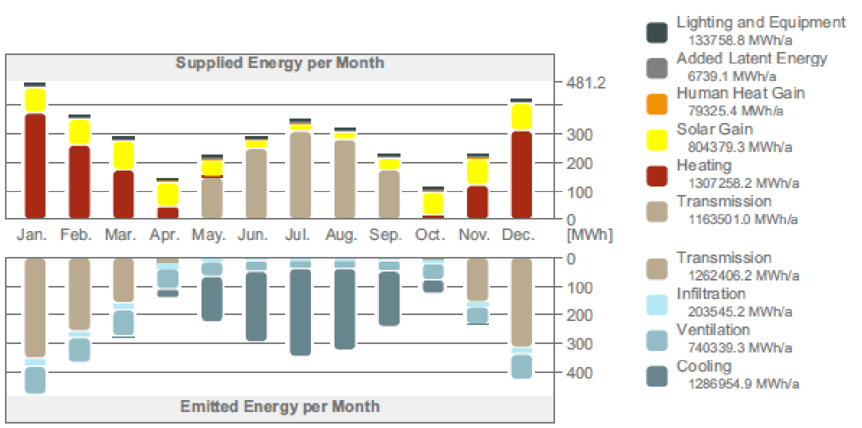
Target Name	Energy Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost GBP/a	CO_2 Emission kg/a
Heating	1304817	0	0	0
Cooling	1579673	0	0	0
Service Hot-Water	0	0	0	0
Ventilation Fans	6554	19662	0	1415
Lighting & Appliances	133758	401276	0	28891
Total:	**3024804**	**420939**	**NA**	**30307**

شكل رقم : (155) المصدر الباحث

شكل يوضح نتيجة المحاكاة للحالة رقم 2 كما ظهرت في البرنامج

نتائج الحالة رقم 3 :

Project Energy Balance



شكل رقم : (156) المصدر الباحث

شكل يوضح نتيجة المحاكاة للحالة رقم 3 كما ظهرت في البرنامج

Energy Consumption by Targets

Target Name	Energy Quantity kWh/a	Primary kWh/a	Cost GBP/a	CO_2 Emission kg/a
Heating	1307258	0	0	0
Cooling	1286954	0	0	0
Service Hot-Water	0	0	0	0
Ventilation Fans	6554	19662	0	1415
Lighting & Appliances	133758	401276	0	28891
Total:	**2734526**	**420939**	**NA**	**30307**

شكل رقم : (157) المصدر الباحث

شكل يوضح نتيجة المحاكاة للحالة رقم 3 كما ظهرت في البرنامج

و بمقارنة قيم الحالات بتحديد حمولات التبريد والتدفئة كقيم للمقارنة ينتج الجدول التالي

	حمولات التدفئة السنوية Heating load		حمولات التبريد السنوية Cooling load	
	[Kw/h]	100 %	[Kw/h]	100 %
حالة 1 : حالة الأساس للمقارنة زجاج مفرد شفاف 10 مم + مقطع المنيوم تقليدي	1551364	% 100	1839592	% 100
حالة 2 : زجاج ثلاثي Low-e خاصية التحكم + تدميج بمقطع واحد	1304817	% 84	1579673	% 85
حالة 3 : زجاج ثلاثي + تظليل خاصية التحكم + تدميج + ديناميكية	1286954	% 82	1307258	% 71

جدول رقم : (16) المصدر الباحث

نستنتج من الجدول السابق أن عناصر الواجهات العالية التقنية يمكن أن تحسن استهلاك المبنى للطاقة و خصوصا فيما يتعلق بحمولات التدفئة والتبريد بنسب تتراوح من 15 % وحتى 29 % و سبب اختلاف هذه النسب في حالة المبنى هو أن عمق فراغات المبنى الداخلية أكبر من الحالات السابقة ولذلك يكون تأثير الواجهات على أداء المبنى أقل من سابقتها ومع ذلك فإن قيمة التوفير في مجموع الحمولتين تبلغ 800000 كيلو واط ساعي سنويا .

4.3.3. مقارنة الحالات

من الحالات السابقة وبمقارنة نسب التوفير في استهلاك الطاقة بما يتعلق بحمولات التدفئة والتبريد وباعتماد أكبر نسبة توفير سنوي يمكن ان تحققها الواجهات العالية التقنية بحسب التقنيات المستخدمة في الحالات المدروسة ينتج لدينا الجدول التالي :

الحالة (المبنى)	نسبة التوفير السنوي		متوسط نسبة التوفير في الحمولتين	نمط الإنشار	ملاحظات
	حمولات التبريد	حمولات التدفئة			اختلافات الحالة الراهنة
مبنى الحمراء	% 50	% 57	% 54	كبير	* الواجهات غير معزولة مؤلفة من زجاج مفرد و مقاطع المنيوم تقليدية . * المبنى مشغول 13 ساعة * زيادة تزجيج غير مدروسة * لا يوجد عناصر تظليل * عمق الفراغ 5 متر
مبنى الكوين سنتر	% 15	% 30	% 22.5	قليل	* الواجهات جيدة و معزولة * لا تحقق معيار الشفافية * المبنى مشغول 24 ساعة * لا يوجد عناصر تظليل * عمق الفراغ 6 متر
مبنى برج دمشق	% 29	% 18	% 23.5	نادر	* الواجهات سيئة و غير معزولة * المبنى مشغول 10 ساعة * لايوجد عناصر تظليل * عمق الفراغ 9 متر

جدول رقم : (17) المصدر الباحث

من الجدول السابق و في حال اعتماد الواجهات على تقنية أعلى يلاحظ تباين في نسب التوفير نتيجة عدد من المحددات التالية :

1) ساعات الإشغال
2) عمق الفراغات
3) حالة الواجهة الحالية

و لذلك لابد من تحديد بعض المعايير في حال وضع استراتيجية عامة مناسبة محليا للمباني التجارية و هي أنماط انتشار هذه المباني حيث يلاحظ مايلي :

1) نمط المبنى التجاري ذو 5 طوابق بواجهات زجاجية و عمق فراغات 5 متر و هي الحالة الأكثر شيوعا في مباني دمشق التجارية و التي يمكن للتقنيات العالية تحقيق وفر فيها يصل لنسبة 54 %

2) نمط المبنى التجاري ذو 10 طوابق بواجهات زجاجية جيدة و وعمق فراغات يصل 6 متر و هي الحالة الأقل شيوعا في مدينة دمشق يمكن للتقنيات العالية توفير 22.5 % من استهلاك الطاقة فيما يتعلق بتوفير حمولات التدفئة والتبريد

3) نمط المبنى التجاري البرجي ذو 24 طابق وفراغات بعمق 8.5 متر يمكن لعناصر الواجهات العالية التقنية توفير ما يقارب 23.5 %

هذه النسب تؤكدها دراسات عالمية فمثال أبراج البحر في مدينة ابو ظبي في الإمارات العربية المتحدة حيث تمكن تصميم واجهاتها الحركية من تقليل استهلاك الطاقة بنحو 50%، [Albaian 2013] [1] .

النتيجة :

باستخدام عناصر الواجهات العالية التقنية يمكن تحقيق وفر في استهلاك الطاقة بنسب تتراوح من 22.5 % وحتى ال 54 % في المباني التجارية في مدينة دمشق تبعا لحالة المبنى الراهنة .

1 http://www.albayan.ae/

النتائج والتوصيات

4. النتائج والتوصيات :

مما سبق **تظهر النتائج** التالية :

1) يميل التطور في أنظمة إنشاء الواجهات التجارية نحو زيادة التعقيد و الإحتمالات لتوسيع نطاق وظائفها باستخدام الحلول التكنولوجية عالية التقنية .

2) حتى تتمكن المباني التجارية المحلية من مواكبة هذه التطورات يجب وضع معايير وأسس لتوظيفها حتى لا تصبح عبئا على هذه المباني وهذه المعايير يجب أن تستند إلى الحاجة والوظائف التي يتطلب تحقيقها أو يتوقع أن تقوم بها مستقبلا .

3) يسهم استخدام عناصر الواجهات العالية التقنية في تعزيز أداء المباني التجارية محليا بما ينعكس بشكل إيجابي على أداء المبنى التجاري بتحقيق معايير الراحة الحرارية والبصرية للقاطنين ضمن مفهوم الحفاظ على الطاقة و تحسين جودة البيئة الداخلية وحل الإشكلات والتعارضات عن وجود عدد مختلف من الأنظمة الميكانيكية والكهربائية و تعارضها مع تخفيف استهلاك الطاقة

4) إن تحسين واجهات الأبنية التجارية يتناسب بشكل طردي جودة البيئة الداخلية للمباني التجارية كون الواجهة وعناصرها هي المسهم الأكبر في تحقيق هذا الهدف .

5) عملية دراسة الأداء الحراري و استهلاك الطاقة خلال عملية التصميم تنعكس فوائده على كلف تشغيل المباني التجارية التي تسعى لتقليل كلف تشغيلها و زيادة ارباحها

6) ضمن تصميم جيد للواجهات وعند ادخال التقنيات العالية **يمكن تحقيق وفر في استهلاك الطاقة بما يتعلق بحمولات التدفئة والتبريد بنسب تصل ل 54 % بالمقارنة مع الحلول التقليدية المستخدمة في الواجهات التجارية محليا** وهو ما يعد خطوة هامة لوضع مدينة دمشق ضمن المدن العالمية التي تسعى لخفض استهلاك الطاقة .

7) استخدام المحاكاة والتمثيل الرقمي في مرحلة دراسة الواجهات له دور كبير في رفع سوية الدراسة للمباني ويساعد بشكل كبير على مناقشة حلول مختلفة لتغليف المباني بمغلفات مستجيب لحاجات القاطنين و تخفف من كلف تشغيل المبنى اللاحقة التي تؤثر على البيئة المبنى .

8) إن الحلول العالية التقنية في تصميم الواجهات ليست بالضرورة أن تكون مكلفة أو تحتاج لتجهيزات كبيرة ولذلك على المصمم أن يتعرف على الخصائص التي يجب أن تتميز بها الواجهات العالية التقنية لتوليد حلول متكاملة و شاملة ضمن الإمكانيات المتوفرة .

9) في الحالات الدراسية أظهرت عناصر الواجهات العالية التقنية تفوقا على عناصر الواجهات التقليدية فيما يتعلق في أداء المبنى و في الحالة الدراسية لمبنى الحمراء تظهر أنه عند استخدام تقنيات أعلى يكون

المردود أكبر بحسب الجدول التالي

	حمولات التدفئة السنوية Heating load		حمولات التبريد السنوية Cooling load		متوسط نسبة التوفير السنوي
	[Kw/h]	100 %	[Kw/h]	100 %	
حالة 1 : حالة الأساس للمقارنة زجاج مفرد شفاف 10 مم + مقطع المنيوم 100 مم	76318	% 100	279828	% 100	% 100
حالة 3 : عنصر تظليل موسمي خاصية تحكم + خاصية ديناميكية	37935	% 49	191342	% 68	% 42
حالة 4 : عنصر تظليل آني خاصية تحكم + ديناميكية + استجابة آنية	33214	% 43	141695	% 50	% 54
جدول رقم : (18) المصدر الباحث					

وبالتالي يتوصل للنتيجة التالية

<u>تسهم عناصر الواجهات ذات التقنيات الأعلى بتحقيق أهداف المباني التجارية بتخفيض كلف التشغيل لتحقيق مردود وربح أكبر مما ينعكس إيجابا على الربحية وبالتالي على الإقتصاد المحلي .</u>

و عند إدراك هذه الفائدة و بالأخذ بعين الإعتبار كلف تضمين هذه التقنيات و المدة المتوقعة لإستخدام المبنى يتم اتخاذ القرار بتضمينها لكل مبنى على حدى حيث تعد عملية اتخاذ القرار بتضمين التقنية العالية قرارا متفردا و خاصا بكل حالة دراسية بحسب ظروف كل مبنى و كل مستثمر .

10) وضع استراتيجيات لتوفير الطاقة عبر تضمين الواجهات عناصر عالية التقنية تحقق جدوى اقتصادية هامة في ظل الظروف الحالية المحلية والتي تتأثر بتغيرات المناخ و ارتفاع كلف الطاقة

11) في كل عملية تطوير تقني يستلزم في المراحل الأولى اثبات جدواها و عند توفر هذا المعطى فإن المجالات الفنية والتقنية والصناعية الداعمة تمتلك إمكانية تقليل الكلف الأولية المرتبة على ادخال التقنيات العالية في مجال صناعة الواجهات وتأمين أفضل التقنيات ضمن أقل الكلف لتحقيق تطوير نوعي في مجال استخدام التقنيات العالية في عناصر الواجهات التجارية .

و من هذا المنطلق **تظهر التوصيات التالية** كما يلي :

1) زيادة الاستثمار في مجالات التقانة العالية بما يتعلق بأداء الواجهات و خاصة التجارية

2) تدريب كوادر متخصصة في دراسة الواجهات الراهنة عن طريق أدوات التمثيل الرقمي لتقييم الوضع الراهن للمباني التجارية

3) تأمين البيانات المناخية الدقيقة لمدينة دمشق وجعلها متوفرة بشكل ميسر للكادر الهندسي المحلي بالإضافة للخصائص الحرارية للمواد المتوفرة محليا يساعد في رفع سوية الدراسات المتعلقة بالواجهات .

4) تحديث متطلبات الإضبارة التنفيذية المقدمة فيما يتعلق بأداء الطاقة للواجهات يشكل قاعدة هامة في دفع عملية التصميم المعتمدة على استخدام عناصر الواجهات العالية التقنية يسهل تطبيقها ضمن أقل كلفة ممكنة

5) زيادة الإهتمام والوعي بعوائد و جدوى تطبيق التقنيات العالية في الواجهات و جدواها الاقتصادية حيث أن جدوى الاستثمار في الواجهات العالية التقنية يمكن أن يحقق العائد أو نقطة التعادل خلال فترة لا تزيد عن 5-10 سنوات ليتحرر من جزء كبير من تكاليف تشغيل المبنى ولكن تحقيق مثل هذا الأمر يحتاج لوعي كبير لكافة الجوانب المتعلقة بالواجهات و مجالات تأثيرها و يعد المعماري المسؤول عن هذه الناحية .

6) تضمين مقررات دراسة الواجهات كمقرر داعم لمقرر التصميمات التنفيذية أو مندمج معها لتأهيل كادر قادر على إيجاد حلول أكثر فعالية للواجهات الحالية بهدف تطويرها .

7) تعزيز الأبحاث النظرية بالاختبارات العملية الموثقة والداعمة للنتائج النظرية التي توصلت لها الدراسات السابقة والحالية و جمع كل البيانات والدراسات الخاصة بالواجهات و تسهيل الوصول إليها بصيغة رقمية وعن طريق الإنترنت بالإضافة للمراجع الموجودة في كلية الهندسة المعمارية والتي يتطلب الوصول اليها وقتا أطول حاليا لزيادة تفعيلها و استنباط النتائج منها

و على صعيد استراتيجات الدولة يوصى بما يلي :

1) تحديد معايير مطلوبة من واجهات المباني تحقيقها فيما يتعلق بتوفير استهلاك الطاقة و قيم الناقلية الحرارية المسموحة في الواجهات لتعتبر معيارا أساسيا يبدأ به للوصول بالتدرج لمستوى عالي من تصميم الواجهات .

2) تحديد خطة زمنية أسوة بالاتحاد الأوروبي للوصول لخفض استهلاك المباني للطاقة عبر تصميم كفوء للواجهات .

3) تأمين تسهيلات و دعم للمواطنين والمستثمرين والمصممين القادرين على تحقيق وفر في استهلاك الطاقة عبر تصميم جيد للواجهات .

4)تثقيف المعماريين الدارسين بالدرجة الأولى يجنب المالكين والمستثمرين تكاليف اقتصادية بعد عملية إنشاء المباني و تشغيلها تؤدي لزيادة الربح و دفع الاقتصاد الوطني .

5) جعل البيانات المناخية من محطات الأرصاد الجوية متوفرة لمصممي المباني ضمن مكاتبهم و اماكن عملهم و ضمن الجامعات

6) رصد أداء المباني و تقييم الواجهات الحالية و أثرها العمراني والبيئي في سبيل اعداد قاعدة بيانات سهلة الوصول اليها ليتمكن طلاب الجامعات من أجزاء التجارب و اقتراح الحلول المناسبة ضمن معايير علمية تساهم في تحقيق الأهداف المطلوبة .

الخاتمة :

يقول ستيف جوبز وهو أحد أكبر المسهمين في تطوير التقنية :" التكنولوجية ليست هي المهمة والمهم هو أن تمتلك إيمانا بالبشر فهم أذكياء وجيدون و إذا قدمت لهم الأدوات فإنهم سيصنعون بها شيئا رائعا "

يطرح هذا البحث كونه مرحلة من مراحل ستمتد على مدى سنوات في عملية تطوير الواجهات المحلية و أداة مسهمة في تقديم دراسة في مجال الأبحاث العلمية المحلية المتعلقة بتطوير جانب من جوانب صناعة الإنشاء و تسليط الضوء على نقاط هامة و خاصة في مرحلة إعادة إعمار الوطن لأننا نملك الإمكانيات المحلية القادرة على صنع المعجزات .

- انتهى البحث -

المراجع

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) , Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland. pp 104.
2. Wu, F, Jacobs, D, Mitchell, C, Miller, D and Karol, MH(2007) "Improving Indoor Environmental Quality for Public Health: Impediments and Policy Recommendations", Environmental Health Perspective, No. 115(6): pp. 953–957..
3. علوش ,ربى 2014 . دراسة تصميم الواجهات الزجاجية في المباني العامة في مدينة دمشق . رسالة ماجستير جامعة دمشق
4. Ulrich Knaack,Tillmann Klein,Marcel Bilow,Thomas Auer.(2007) Facade Principle of construction. (Vol.ISBN 9789-7962-7643-3-,PP.14) Berlin : Medialis.
5. Davies,M. (1981). A wall for all seasons. RIBA Journal, 88(2):55–57.
6. Holger Strauss (June 2012). AM Envelope -Potentials of Additive Manufacturing for facade construction . Paper for the VI International Congress on Architectural Envelopes , Donostia-San Sebastian, Spain.
7. Strauss, H., AM Facades (2010) - Influence of additive processes on the development of facade constructions. , Hochschule OWL - University of Applied Sciences: Detmold.
8. ISO 7361 Performance Standards in building (2002) - Presentation of performance levels of facades made of same-source components published by International organization for standardization(ISO). ICS:91.06 0.10 Published by Ethiopian Standards Agency ©ESA .
9. Tillmann Klein .(2013) . Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department
10. Zelenay, Krystyna, Mark Perepelitza, David Lehrer. (Center for the Built Environment, University of California, Berkeley). (2011). High-Performance Facades: Design

Strategies and Applications in North America and Northern Europe. California Energy Commission. Publication number: CEC-500013-99-.t .

11. Yudelson, Jerry (2009). Green Building Trends: Europe. Washington, DC: Island Press.
12. Heschong Mahone Group (2003). Windows and classrooms: a study of student performance and the indoor environment. Prepared for California Energy Commission: Sacramento, CA..
13. Brager, G., G. Paliaga, and R. de Dear (2004). Operable Windows, Personal Control and Occupant Comfort. ASHRAE Transactions.
14. Lam, W. M. (1977). Perception and Lighting as Formgivers for Architecture. McGraw-Hill.
15. Galasiu, A. D. and J. A. Veitch (2006). "Occupant Preferences and Satisfaction with the Luminous Environment and Control Systems in Daylit Offices: A Literature Review." Energy and Buildings. 38: 728–742.
16. Inkarojrit, Vorapat (2008). "Monitoring and Modeling of Manually-Controlled Venetian Blinds in Private Offices." Journal of Building Performance Simulation, 1: 75–89.
17. Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) (2000). Lighting Handbook 9th Edition, New York, NY.
18. Reinhart, C., J. Mardaljevic, and Z. Rogers (2006). Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design. National Research Council Canada.
19. ASHRAE Standard 552004-. "Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy."
20. Richard de Dear, Gail Brager, Donna Cooper (1997) Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. Center for Environmental Design Research, University of California, Berkeley, CA 94720 USA
21. Huizenga, C., H. Zhang, Mattelaer, P., T. Yu and E. Arens (2006). Window Performance for Human Thermal Comfort—Final Report to the National Fenestration Ratings Council. Center for the Built Environment, University of California, Berkeley.

22. Arens, E., Zhang, H., & Huizenga, C. (2006). <u>Partial- and whole-body thermal sensation and comfort, Part I: Uniform environmental conditions, Part II: Non-uniform environmental conditions</u>. Center for the Built Environment, University of California, Berkeley.

23. Arens, E., Turner, S., Zhang, H., and Paliaga, G.. (2009). Moving Air for Comfort. UC Berkeley: Center for the Built Environment.

24. Torcellini, P., Pless, S., Deru, M., & Crawley, D. (2006). Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition. National Renewable Energy Laboratory and U.S. Department of Energy.

25. Yudelson, Jerry (2009). Green Building Trends: Europe. Washington, DC: Island Press.

26. Haas, Martin (2008, 2008, July 7). Personal interview with architect at Behnisch Architekten

27. Auer, Thomas (2008, July 7). Personal interview with managing director at Transsolar KlimaEngineering.

28. Southern California Edison. (2008) Dynamic Window Shading Systems Technology Overview and Product Assessment. Design & Engineering Services, .

29. Whitney, Carin (2009, August 18). Personal correspondence with communications director, at KieranTimberlake .

30. ASHRAE. (2010) ASHRAE's Best: 2010 Technology Awards. ASHRAE Journal, 52(3): 56–63.

31. Hanson, Gabe (2009, July 31). Telephone interview with former associate architect at Weber Thompson.

32. Loisos, George (2009, August 18). Personal correspondence with principal at Loisos + Ubbelohde.

33. Eleanor Lee, Stephen Selkowitz, Vladimir Bazjanac, Vorapat Inkarojrit, Christian Kohler (2002) . High-Performance Commercial BuildingFaçades .(LBNL-50502) Building Technologies Program, Environmental Energy Technologies Division, Ernest Orlando

Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, Berkeley, CA94720

34. Haase M, Marques da Silva F, Amato A (2009) . Simulation of ventilated facades in hot and humid climates. Energy and Buildings; 41:361373-.
35. Xu X, Dessel SV, Messac A. Study of the performance of thermoelectric modules for use in active building envelopes. Building and Environment 2007; 42:14891502-.
36. Høseggen R, Wachenfeldt BJ, Hanssen SO. Building simulation as an assisting tool in decision making: Case study: With or without a double-skin facade. Energy and Buildings 2008; 40:821827-.
37. Zerefos SC. On the performance of double skin facades in different environmental conditions. International Journal of Sustainable Energy 2007; 26:221 - 229.
38. Mahler, B., Himmler, R., Silberberger, C., & Matt, C. (2008). DeAL Evaluierung dezentraler außenwandintegrierter Lüftungssysteme, Abschlussbericht. Stuttgart: Steinbeiss-Transferzentrum und Steinbeis Forschungszentrum Energie-, Gebäude-, und Solartechnik. (B. f. W. u. Arbeit o. Document Number)
39. Bridget Ogwezi (2011). Multifunctional, Adaptable Facades. School of Construction Management and Engineering, University of ReadingBuro Happold, London, UK .
40. Arens, E (2007) Assessment of Indoor Environments, Proceedings of Roomvent2007. pp 812-
41. Abstracts of Conference Papers: TSBE EngD Conference, TSBE Centre, University of Reading, Whiteknights, RG6 6AF, 5th July 2011. http://www.reading.ac.uk/tsbe/
42. Tillmann Klein .(2013) . Integral Facade Construction , Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department .
43. Kawneer. (2012). Kawneer Alcoa AA100 curtain wall system: Available at: http://www. kawneer.com/kawneer/ germany/en/info_page/home.asp.
44. Klooster, T. (2009). Smart Surfaces—and their Application in Architecture andDesign. Basel: Birkhäuser.
45. Yeadon, P. (2008). Smarticles: Nanotechnology materializes. ArchitectureBoston,

11(4):26–29.

46. Feldtkeller, C. (1989). Der architektonische Raum: eine Fiktion. Braunschweig: Vieweg.
47. International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Ascchehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University Department of Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .
48. Looman, R.H.J., Van den Dobbelsteen, A.A.J.F. and Cauberg, J.J.M. (2009) Climate responsive design matching supply of renewable energy sources and energy demand patterns in dwellings for improved comfort in proceedings of SASBE2009 conference, Delt
49. International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Ascchehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University Department of Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .
50. International Energy Agency , Designing with Responsive Building Elements . Annex 44 publications . Annex 44 publications 2015 . Nethrland .
51. R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis (ID: 0570677) . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , 2010
52. John Straube, Building Science Digests BSD-018: The Building Enclosure Created: 200601/08/ online publication at http://www.buildingscience.com/documents
53. Teuffel, P. (2004). Entwerfen Adaptiver Strukturen. PhD thesis, Universität Stuttgart, Stuttgart, Germany.
54. Addington, M. and Schodek, D. (2005). Smart materials and new technologies: for the architecture and design professions. Amsterdam: Elsevier.
55. Dounis, A. and Caraiscos, C. (2009). Advanced control systems engineering for energy and comfort management in a building environment - A review. Renewable and

Sustainable Energy Reviews, 13(6- 7):1246–1261.

56. Fox, M. and Yeh, B. (1999). Intelligent kinetic systems in architecture. In Proceedings of Managing Interactions in Smart Environments (MANSE), London, UK.
57. Harris Poirazis and Department of Architecture and Built Environment, Division of Energy and Building Design.Double Skin Facade. A report of IEA SHC Task 34 ECBCS Annex 43, Lund University, Lund Institute of Technology, Lund 2006. Sweden .
58. van Paassen, A.H.C., & Stec, W. (2001). Controlled Double Facades and HVAC. 7th world congress Clima 2000/Napoli 2001, September 1518- (CD-ROM). Indoor environment technology: towards a global approach (Napels), REHVA, Brussels, 2001, p. 115-
59. Prof. Dr. Oliver Englhardt , advanced building skins International Conference on Building Envelope Design and Technology . Institute of Building Construction Graz University of Technology, Austria Page.233
60. Hammad, F. and Abu-Hiljeh, B. (2010). The energy saving potential of using dynamic external louvres in an office building. Energy and Buildings Vol 42 Issue 10 pp.8
61. IEA, Energy Conservation in Buildings and Community Systems(2009) Annex 44, Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings, Expert Guide - Part 2 [accessed online http:/www.ecbcs.org/docs/Annexe_44_Expert_Guide_RBE.pdf 282011/05/]
62. Addington, M. and Schodek, D. (2005). Smart materials and new technologies: for the architecture and design professions. Amsterdam: Elsevier.
63. Saleh, J.,Mark, G., and Jordan, C. (2009). Flexibility: amulti-disciplinary literature review and a research agenda for designing flexible engineering systems. Journal of Engineering Design, 20(3):307–323.
64. Olewnik, A., Braun, T., Ferguson, F., and Lewis, K. (2004). A framework for flexible systems and its implementation in multiattribute decision making. Journal ofMechanical Design, 126:412–419.
65. Mohamed Mansour El Sheikh 2011 , INTELLIGENT BUILDING SKINS:

PARAMETRIC-BASED ALGORITHM FOR KINETIC FACADES DESIGN AND DAYLIGHTING PERFORMANCE INTEGRATION , UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA .

66. Ferguson, S., Lewis, L., Siddiqi, A., and deWeck, O. (2007). Flexible and reconfigurable systems: nomenclature and review. In Proceedings of the ASME 2007 Design Engineering Conference, Las Vegas, Nevada.
67. Bridget Ogwezi (2011). Multifunctional, Adaptable Facades. School of Construction Management and Engineering, University of ReadingBuro Happold, London, UK .
68. Holihan et al (2003) How warm is an Igloo?, Cornel University Library. BEE453 - 2003 Student papers. [accessed 182011/04/)URI: http;/hdl.handle.net/1813125/]
69. IDCOP:Innovation in Design, Construction & Operation of Buildings for People (2006) Building Envelope Technologies. Report 2. pp 23-
70. IEA, Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme (2001), Proc. Int Conf and Workshop. Pp17
71. Schittich, C. ed. (2003) In Detail: Building Skins. Shell, Skin, Materials. Base,l Boston, Berlin. Birkhauser
72. Wigginton, M and Harris, J. (2002). Intelligent Skins. Oxford: Elseiver Science pp. 13,19
73. Gershenson, C. Artificial Neural Networks for Beginners [accessed 282011/05/ http:/arvix.org/ftp/cs/papers/03080308031/.pdf
74. Ferguson, S., Lewis, L., Siddiqi, A., and deWeck, O. (2007). Flexible and reconfigurable systems: nomenclature and review. In Proceedings of the ASME 2007 Design Engineering Conference, Las Vegas, Nevada.
75. Porteous, C. andMacGregor, K. (2005). Solar architecture in cool climates. London: Earthscan.
76. International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Ascchehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University Department of

Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .

77. International Energy Agency , IEA ECBCS Annex 44 Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings (Part 2 Responsive Building Elements , Energy conservation in building and community system programme 2009 .
78. Asan, H. and Y.S. Sancaktar. 1998. Effects of wall's thermophysical properties on time lag and decrement factor. Energy and Buildings 28(2):159166-
79. Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV, 2010 . Designing with responsive building components . Aalborg University Sohngaardsholmsvej 57 , DK-9000 Aalborg ,DENMAR
80. International Energy Agency , Energy Conservation In Building and Community System Programme Annex 44 (State of the art Review Vol.1 State of the art review by Oyvind Ascchehoung & Inger Anderson) . Published By Aalborg University Department of Ciivil Engineering Sohngaardsholmsvej 57, DK-9000 Aalborg, Denmark .
81. Looman, R.H.J., Van den Dobbelsteen, A.A.J.F. and Cauberg, J.J.M. (2009) Climate responsive design matching supply of renewable energy sources and energy demand patterns in dwellings for improved comfort in proceedings of SASBE2009 conference, Delft.
82. GreenSource Magazine , Emerald Architecture: Case Studies in Green Building (GreenSource): Case Studies in Green Building McGraw Hill Professional, 2008
83. Clements-Croome, Professor Derek. Intelligent Buildings: Design Management and Operation. Thomas Telford Publishing, 2004.
84. Annemie Wyckmans, Intelligent Building Envelopes(Architectural Concept & Applications for Daylighting Quality),Doctoral thesis for the degree of doktor ingeniør . Norwegian University of Science and Technology Faculty of Architecture and Fine Art Department of Architectural Design, History and Technology 2005 .
85. Selkowitz, S.E. (1999). High performance glazing systems: architectural opportunities for the 21st century. Lawrence Berkeley National Laboratory Report No. 43332. Presented

at the Glass Processing Days Conference. Tampere, Finland.

86. IEA (International Energy Agency) (2000). Daylight in Buildings: A source book on daylighting systems and components. A report of IEA SHC Task 21 / ECBCS Annex 29. Berkeley (USA): Lawrence Berkeley National Laboratory. LBNL-47493.

87. Velikov, K., & Thun, G. (2012). Responsive Building Envelopes: Characteristics and Evolving Paradigms. In F. Trubiano, Design and Construction of High-Performance Homes: Building Envelopes, Renewable Energies and Integrated Practice (pp. 7592-). Routledge.

88. R. Stouffs, P. H. T. Janssen, S. Roudavski, B. Tunçer (eds.), Open Systems: Proceedings of the 18th International Conference of the Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2013, 000–000. © 2013, The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Hong Kong

89. Siddiqi, A. and de Weck, O. (2008). Modeling Methods and Conceptual Design Principles for Reconfigurable Systems. Journal ofMechanical Design, 130(10).

90. Ahmed Aly , 2011 , Using simulation to evaluate and improve the thermal performance of residential buildings , Master of Science , Department of Architecture , Faculty of Engineering , Assiut University, E G Y P T

91. Ritter, A. (2007). Smart materials in architecture, interior architecture and design. Basel: Birkhäuser

92. Evans, R, Haryott, R, Haste, N and Jones, A (1998) The long term costs of owning and using buildings, London: Royal Academy of Engineering.

المواقع الألكترونية :

1. http://www.nrel.gov/buildings/ موقع دائرة الطاقة الأمريكية الألكتروني
2. http://www.wbdg.org/ دليل التصميم الأبنية الكلي
3. International Living Building Institute website: http://ilbi.org/
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Climate_adaptive_building_shell
5. iBuilding Website‖ http://www.ibuilding.gr/definitions.html. موقع متخصص بالأبنية الذكية
6. www.greenpix.org/ موقع الجرين بيكسيل
7. www.nfrc.org موقع هيئة التدقيق الوطني
8. https://buildingdata.energy.gov موقع بيانات مسؤول عنه مخبر وكالة الطاقة الوطنية للطاقات المتجددة
9. www.flicker.com موقع الكتروني للوسائط الرقمية النقطية
10. www.nanowerk.com
11. www.giselbrecht موقع المعمار ايرنست جيسلبريشت
12. www.Glassx.ch موقع الشركة المصنعة للزجاج
13. www.wrightinwisconsin.org
14. www.smharch.com
15. www.evolo.us موقع مجلة متخصصة بالتطوير التقني في مجالات الابنية
16. www.pinterest.com موقع الكتروني للوسائط الرقمية النقطية
17. www.adaptivebuildings.com موقع مبادرة الأبنية المتكيفة
18. http://inhabitat.com مدونة الكترونية تعنى بالتصميم المستقبلي
19. www.halfenusa.com موقع شركة مقاولات لتنفيذ الواجهات
20. www.prsyria.com

The evolution of the building envelope as a focus of design innovation in the twentieth century parallels advancements in envelope engineering and building science, as well as developments in computer engineering, cybernetics and artificial intelligence.

Additionally, new technologies, smart materials and distributed systems have spurred the introduction of biological models for understanding the behavior and design of building systems and their controls. A descriptive lexicon has emerged that employs decidedly biological terminology in conceptualizing architectural design. For example, we frequently encounter the term "building skin" in reference to the building's exterior envelope. Michael Wigginton and Jude Harris, in their book Intelligent Skins, argue that the use of the term "skin" is more than merely a metaphor; the building's envelope can be considered quite literally as a complex membrane capable of energy, material and information exchanges. It can be designed to operate "as part of a holistic building metabolism and morphology, and will often be connected to other parts of the building, including sensors, actuators and command wires from the building management system." [v e l i k o v & t h ü n][1] . Building envelopes function as an environmental filter. They form a skin around the framed structure of the building and manipulate the influence of the outdoor on the indoor environment, but are not necessarily part of the load-bearing structure itself [Glass 2002].[2]

Within the scope of this research, High Technology facade includes characteristics outlined in the second chapter in order to help architects solve conflicts and deal with facade as product to achieve their economic and environmental goals away from the missleading market terms of sustainablity and smart ..etc .

1 Kathy velikov and Geoffery Thun , Responsive Building Envelopes : Characteristics and Evolving Paradigms . Publisher conditions are provided by RoMEO . Thesis paper University of Michigan , Michigan USA.x

2 Glass, J. (2002). Encyclopedia of Architectural Technology. Chichester: Wiley-Academy. Granqvist, C.G.; Azens, A.; Isidorsson, J.; Kharrazi, M.; Kullman, L.; Lindström, T.; Niklasson, G.A.; Ribbing, C.-G.; Rönnow, D.; Strømme Mattsson, M.; Veszelei, M. (1997). Towards the smart window: progress in electrochromics. Journal of Non- Crystalline Solids 218:273-279. Elsevier Science Ltd.

Intoduction

During the past few decades, buildings have been imposed to steadily extend their functionality at diminishing cost. Increasingly varying and complex demands related to user comfort, energy and cost efficiency have lead to an extensive use of mechanical systems to create a satisfactory indoor climate. The expanding application of control technology in this context has lead to the emergence of the terms HIGH TECHNOLOGICAL Buildings and HIGH TECHNOLOGICAL FACADES to describe a built form that can meet such demands, be it to a varying degree of success. A multitude of definitions of High technological building envelopes, however, opens for divergent interpretations of the design, operation and objectives of this type of envelope.

In its 2006 report High Performance Commercial Building Facades for the California Energy Commission, the Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) team defined facade performance as a product of technological solutions [Patterson et. al 2013] [1]

Most people spend up to 90% of their time indoors, which justifies our strive for buildings that are as safe, healthy and comfortable as possible [Loonen 2010][2]

In this respect, it is worthwhile to reconsider the role of the building shell. Unlike only being a wrapper, the building shell can be entrusted with multiple vital functions that dictate the building's energy consumption and perception of indoor environmental quality. Traditionally, most building shells are 'static', whereas the climatological boundary conditions and user preferences are constantly changing. As a result, traditional façades cannot adapt to the changes it is exposed to, and this results in a loss opportunity for energy saving and increasing thermal and visual occupant comfort. High Technology facades on the other hand consider buidling shell in fundamently different way .

1 MIC PATTERSON, LEED AP [BD+C] + JENNIE MATUSOVA. High-Performance Facades . http://www.enclos.com/

2 R.C.G.M. Loonen . Climate Adaptive Building Shells . Master of Science Thesis . Architecture, Building & Planning Eindhoven University of Technology , Eindhoven , UK .

The term include 13 properties as follows :

1 Controllability

2 Dynamic

3 Mechanic

4 Flexibility

5 Kinetic

6 Adaptivity

7 Multifunction

8 Activation

9 Integration

10 Intelligent

11 Interactive

12 Responsive

13 Evolvability

and ends the 2nd Chapter by illustrating details of installation facade component to Concrete structure that is common type of construction in Damascus .

Finally the third Chapter consist of introduction to how to calculate energy consumption of buildings with different facade solution by using energy Evalutaion Programs such graphisoft Energy Evaluation .

The Thesis presents 3 Case study building within damascus city and study the amount of saving in terms of Energy Heat and cooling load incase high techonological facade element were Used .

Keyword : Facade , commercial , High tech , smart , Energy

Summary

This thesis Explore the potential of using high technology Elements in the commercial facade in damasucs local Climate .

The reseach starts by illustrating illustrating the development of facade through time from the solid wall to double facade till recent high tech facades . Then defining the Criteria which the facade has to fulfil . In addition to Previous Criteria Commercial facades has special Priorities regarding Human factors such as :

1)Thermal comfort

2) Visual Comfort and transparency

In addition to the Energy saving requirement that has great impact on retrofits on usage costs . Those Criteria define the principles which the high tech facade need to address and form the guidelines to the drive factors of facade evolution .

Then the thesis answer the following question :

Why we need to develop high technological facade ?

the 1st Section ends in conclusion that the current facades need to be apdated by utilizing High technological facade Elements .

In the 2nd Chapter the thesis define the Terms associated with high tech facades such as Intelligent facade and climate responsive building element and the concept of adaptive and Integrated Building Concepts and differnce between the Modular and integral construction .

after Previous explanation The Thesis define the term HIGH TECHNOLOGY FACADE as key point in order to set it›s Priciples and properties.

Table Of contents

Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Architecture
Department of Building Science and Construction

STUDY OF CRITERIA AND METHODS OF USING HIGH TECHNOLOGICAL FACADE ELEMENTS IN COMMERCIAL BUILDINGS IN DAMASCUS CITY

Thesis submitted in fulfilment of the requirements
for the degree of
Master of Architecture

Supervisor
Prof. Samir Salloum

By
Ahmad Aljabr

Damascus 2016