ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)

Vol. 51, No. 3 July. 2022, pp.1-14

Journal Homepage: http://erj.bu.edu.eg

الأغلفة الذكية والتكيف المناخي في العمارة

Smart Envelope And Climate Adaptation In Architecture

Nabil Ashry Ibrahim[a]- Islam Nazmi Suleiman[b] – Osama Mohamed Saleh[c]

[a] Professor, Faculty of Engineering at Shoubra Benha University

[b] Professor, Faculty of Engineering at Shoubra Benha University

[c] Assistant Lecture, Faculty of Engineering at Shoubra Benha University

الملخص:

تركز الدراسة على تصميم الغلاف الذكي وعلاقته بنهج التصميم البيئي والمناخي، حيث التكنولوجيا ودورها الواسع في إنشاء أغلفة ذكية بمفهوم معاصر حيث التعامل مع أداء غلاف المبنى من خلال مفاهيم موضوعية، ففي "عصر المعلومات" الجديد ظهرت مقترحات كثيره لأغلفة المباني تعتبر أكثر ذكاءً وتفاعلاً حيث يُنظر إلى "الواجهة الذكية" على أنها العنصر المركزي في تطور شكل المبنى لتوفير التحكم البيئي والراحة الداخلية لدى المستفيدين دون الإضرار بالبيئة المحيطة.

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الاستقرائي في عرض مفهوم الغلاف الخارجي والعوامل المؤثرة عليه وكيف أن التكنولوجيا أثرت في الغلاف بشكل كبير، ساعد ذلك على تحويل الغلاف من الشكل التقليدي إلى أشكال أكثر تعقيداً وذكاءاً تتفاعل مع استراتيجيات التصميم المناخي. كما تناقش الدراسة مفهوم الأغلفة الذكية بشكل عام والأغلفة التكيفية بشكل خاص، وذلك من خلال مجموعة من المستويات. المستوى الأول، دراسة المؤثرات المناخية الخارجية التي تؤثر على الغلاف واستخلاص العوامل الخارجية الرئيسية المؤثرة عليه. المستوى الثاني، دراسة مفهوم الغلاف وأهدافة وتصنيفة ومعرفة انظمة التحكم فيه وتأثير التطور التكنولوجي عليه. المستوى الثالث، عمل مصفوفة التقييم بين المؤثرات الخارجية والأنظمة التي تساعد على التكيف من أجل تقييم الأغلفة الذكية التي تساعد على التكيف المناخي.

الكلمات المفتاحية: الغلاف الخارجي - الذكاء - التكيف - الراحة - الطاقة.

المقدمة:

أثر التطور التكنولوجي بشكل كبير على كافة المجالات والتطبيقات، وظهرت تطبيقات التكنولوجيا في مجال العمارة بشكل عام ومجال الأغلفة الذكية بشكل خاص، حيث كان هناك تطور واضح وملحوظ في أشكال وتصنيفات الأغلفة الذكية، الأمر الذي جعل الأغلفة الذكية واحدة من أهم المجالات والبحوث الحالية. شكل (1)

ذكر (Edvan Hinte2003) ان نجاح تطبيق تقنية ما من التقنيات الحديثة المستخدمة في المباني مثل أنظمة الواجهات الذكية، يتطلب نجاح في التوازن وتحقيق الكفاءة مع عوامل أساسية ثلاث وهي (البيئة - الراحة - الإقتصاديات)[1] أو كما يطلق عليه أحيانا (P3) إشارة إلي (Profit - People - Plant).شكل(2)

فعند الحديث عن تكيف المبنى مع الوسط المحيط ورفع كفائة فراغاته الداخلية، لابد من ذكر الغلاف الخارجي له، ومعرفة مدى ذكاء هذا الغلاف في كونه يستطيع توفير الطاقة والتكيف مع ديناميكية الوسط المحيط من أجل توفير الراحة الداخلية للمستفيدين.

شكل 1 اختلاف وتنوع شكل الغلاف على حسب الوظيفة والمناخ المصدر:الباحث

شكل2 تكاملية البيئة والراحة والاقتصاديات. المصدر: [1]

ذكر **(Edvan Hinte2003)** أن الذكاء يمكنه أن يحسن من مستويات الراحة في البيئات الداخلية بما يضيفه من إستجابة آلية لمتطلبات وإحتياجات مستخدمي المبني نحو تغيرات البيئة الداخلية والخارجية، لتحسين الراحة السمعية والبصرية والحرارية كما يساعد على التكيف المناخي وتوفير إستهلاك الطاقة.**[1]**

المشكلة البحثية:

مـع التطـور التكنولـوجي وتطـور اسـاليب الإنشـاء وظهـور المعالجـات المختلفـة فـي التشـطيبات الخارجيـة، ظهـرت أغلفـة المبـاني بأشكال كثيـرة وبأسـماء متعـددة، فـي المشـهد العـالمي والأقليمـي والمحلـي، وبـدلاً مـن أن تلعـب تلـك الأغلفـة التقليديـة دوراً هامـاً فـي ايجـاد بيئـة داخليـة أفضـل تعتمـد علـى تـوفير الطاقـة، أصـبحت تلـك الأغلفـة المعماريـة التقليديـة عبئـاً علـي المبنـى بالإضـافة الـى تأثيرهـا السـلبي علـى النـواحي الانسـانية لمسـتعملي الفراغـات وكـذلك تأثيرهـا السـلبي علـى البيئـة، ولـذلك فـإن اسـتعمال الأغلفـة التقليديـة اصـبح المبنـى عبئـاً حراريـاً على المستخدم، وعبئاً اقتصادياً على مالكه بسبب الإستهلاك المفرط للطاقة المهدرة في عمليات التبريد والتسخين والتهوية والإنارة.

الهدف:

تهـدف الدراسـة للوصـول إلـى مصـفوفة تقيـيم تسـاعد علـى فهـم الأغلفـة الذكيـة للمبـاني وتقيـيم دورهـا فـي التكيـف المنـاخي مـن اجـل تـوفير الراحـة الداخليـة للمسـتخدمين وتـوفير اسـتهلاك الطاقـة، يكـون ذلـك فـي ضـوء التكنولوجيـا المتاحـة. يـتم ذلـك مـن خـلال عـدة مسـتويات، بدايـة مـن دراسـة المـؤثرات الخارجيـة علـى الغـلاف ثـم دراسـة مفهـوم الغـلاف وتصـنيفة ومعرفـة انظمـة الـتحكم فيـه، ومـن ثـم اسـتخلاص مصفوفة التقييم.

منهج البحث:

تعتمـد الدراسـة علـى المـنهج الإسـتقرائي وتتكـون مـن جـانبين أساسـيين، الجانـب الأول اسـتعراض لمفهـوم الغـلاف ومعرفـة دورة ووظائفـة وتحديـد المـؤثرات الخارجيـة عليـة، وتوضـيح العناصـر الأساسـية المكونـة لـه، ومـن ثـم معرفـة الجوانـب الرئيسـية التـي تخـص الراحـة الداخلية. والجانب الأخر هو استنتاج مصفوفة التقييم الرئيسية التي من خلالها نستطيع فهم الغلاف، ومدي تكيفه مع تلك المؤثرات.

1- مفهوم الغلاف ووظائفه:

1-1- العمارة الحديثة والواجهات الحرة:

كانت أغلفة المباني تحتوي على ديكورات عالية ومسـتوى متقدم جداً من الزخرفة، وفي بداية القرن العشـرين، جرّمت حركة العمارة الحديثة الواجهات الزخرفية. صرح (Adolf Loos1998) بأن الزخرفة هي جريمة، واصفًا العمارة الحديثة " لقد تجاوزنا الزخرفة، لقد حققنا البساطة "**[2]**. وأشار إلى رفض حركة العمارة الحديثة لتزيين الواجهات، وأنها يجب أن تدعم التمثيل المباشر للمساحة وعناصر البناء من خلال واجهات شفافة وحرة. **شكل(3)**

شكل 3 يوضح مفهوم الواجهة الحرة في العمارة الحديثة - منزل (Farnsworth) بواسطة (Mies van der Rohe) [26]

اقتـرح (Mostafavi 2005) أنـه بمجـرد أن يصـبح غـلاف المبنـى مسـتقلاً عـن هيكلـه، يمكـن أن يتـدلى مثـل السـتارة أو الملابـس "[3] وبهذا المعنى، يُنظر إلى غلاف المبنى على أنه مستقل عن هيكل المبنى.

يـرى الباحـث، أن الغـلاف عنـدما يكـون منفصـلا عـن المبنـى يعطـي حريـه فـي التعامـل معـه وفـي تصـميمه، ولا يكـون هنـاك قيـود تخـص الغـلاف وارتباطـه بـالمبنى كـالنواحي الانشـائية وغيرهـا، الأمـر الـذي يسـمح للمصـمم التعامـل معهـا فـي مرحلـة التصـميم المبكـر وكـذلك التعامل مع الواجهات التقليدية القائمة وتطويرها إن لزم الأمر حتى تكون المباني القائمة جزءاً من الحل المطروح.

1-2-الدور الوظيفي للغلاف الخارجي للمبنى:

يعد تصـميم الغلاف معقد للغاية ويجب أن يكون هناك العديد من العوامل الموجودة لضـمان المسـتويات المرغوبة فيها من الحرارة والصـوت والنواحي البصرية جنبًا إلى جنب مع السلامة مع مراعاة الشكل الجمالي. **[4]**

1-2-1- الدور النفسي: يمكن تفسير هذا الدور بسهولة من خلال النقاط التالية:

أ- السلامة والأمن:

يجب أن يكون المبنى قادرًا على تحمل العوامل الجوية من المطر والرياح والثلج والجليد، والحفاظ على سـكانه آمنين. كما يجب تصـميم المباني لحماية السكان من مخاطر الحريق. فالأمن هو الحاجة المادية لمنع السرقة أو الاختراق بينما السلامة هي الحاجة المادية للتأكيد على الذات. **[5]**

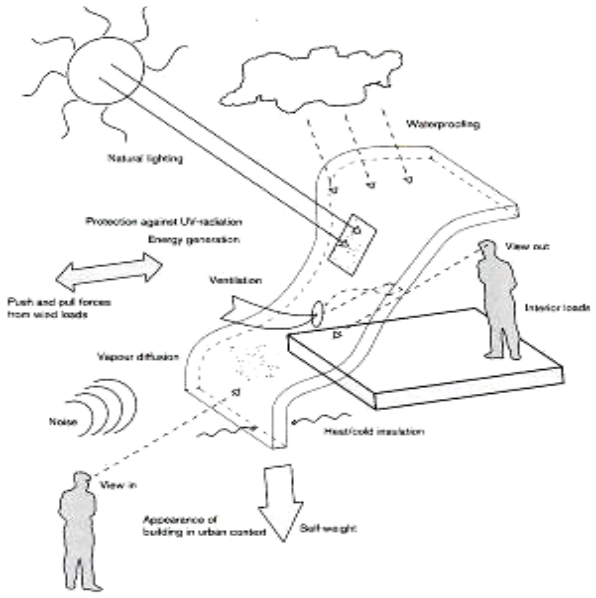
ب- الخصوصية والاستقرار:

الخصـوصـية شـعور إنسـاني متأصـل. يحتاجه المرء على المسـتوي الشـخصـي والعائلي. كما ان الاسـتقرار مسـألة وقت اعتمادًا على سـلوك المستخدمين واحتياجاتهم، حيث البحث على مكان آمن.

1-2-2- الدور البيئى:

الهدف الأساسي للبناء هو حماية الناس من الظروف المناخية الخارجية. لتلبية متطلبات الراحة للمستخدم داخل المبنى. تعتمد أنواع التغيرات البيئية على مناطق المعيشة، والمناخ العام. جُربت العديد من المحاولات لتقليل هذا الخطر بأشكال مختلفة

هناك وظائف عديدة للواجهات منها الحماية من اشعة الشمس وعدم السماحية بدخول الامطار و... بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون طويلة الأمد وسهلة الصيانة. كما أن غلاف المبني ليس وظيفته أن يتحمل أحمال المبنى ولكن يعمل كغلاف، يحمي الأجزاء الداخلية من القوى الخارجية. **شكل(4)**



شكل 4 غلاف المبنى بين متطلبات الراحة ومتغيرات البيئة. المصدر: [6]

1-2-2-1- وظائف الغلاف بين المؤثرات الخارجية ومتطلبات الراحة الداخلية:

يعتبر غلاف المبنى هو العنصر الرئيسي الحاجز بين العوامل البيئية واحتياجات المستخدمين النهائيين، والمسؤول عن تنظيم التفاعلات بين الداخل والخارج. يجب أن نصل في تصميم الغلاف الى عملية متوازنه تساعد على تحقيق الراحة للمستفيدين دون الإضرار بالبيئة وذلك باستخدام طاقة أقل. **[25]**

أ- **المؤثرات الخارجية:** تخص البيئة والتي تختلف على حسب المكان **[25] جدول(1)**

ب-

جدول1 :عوامل التأثير الخارجية على غلاف المبنى. المصدر: الباحث.

	الاضاءة	الهواء	الارض
1	كثافة الإشعاع الشمسي	درجة حرارة الهواء	درجة حرارة الأرض
2	زاوية سقوط الإشعاع الشمسي	رطوبة الجو	رطوبة الأرض
3	إشعاع	سرعة الهواء	كتلة التخزين الأرضي
4	الأفق	اتجاه الرياح	
5	بيئة البناء	جودة الهواء	
6	الغطاء النباتي	الصوت	
7		التساقط	

ت- **المؤثرات الداخلية:** تعتبر هذه المؤثرات الداخلية تخص المستخدمين بالمكان ويصعب التعامل معها على انها عناصر ثابته حيث ان المستخدمين انفسهم تختلف اعمارهم وثقافاتهم و.... **[25] جدول(2)**

جدول 2:عوامل التأثير الداخلية على غلاف المبنى. المصدر: الباحث.

	الحرارة	الصوت	عوامل بصرية	البيئة الداخلية
1	درجة الحرارة الداخليه	مستوى الصوت	إشعاع مباشر	استبدال الهواء
2	متوسط درجة الحراره	التعرض الصوتي	زاوية سقوط الضوء	جودة الهواء
3	درجة الحرارة السطحيه	صدى (الوقت)	إشعاع	
4	درجة حرارة الهواء		انتشار الضوء	
5	سرعة الهواء وحركاته		وهج	
6	رطوبة الجو		عامل ضوء النهار	
7	مستوى الصوت		إشعاع مباشر	

ث- **وظائف الغلاف:** تعمل على تنظيم العلاقة بين العوامل الخارجية والداخلية. **جدول(3)**

جدول 3 :وظائف الغلاف التي تعمل على تنظيم العلاقة بين عوامل التأثير الخارجية والداخلية. المصدر: الباحث.

	الخصائص	الحماية	امداد وظائف اضافية
1	الشفافية	حماية المطر	الإضاءة
2	العتامة	حماية الرياح	التهويه
3	توصيل حراري	الحماية الحرارية الشتوية	الرؤية الخارجيه
4	كتلة	الحماية الحرارية الصيفية	مكاسب حرارية سلبيه
5	قدرة عزل الصوت	الحماية الشمسية	مكاسب حرارية نشطه
6	سعة تخزين الحراره	حماية الوهج	انتاج الطاقة الشمسيه
7	مقاومة انتشار البخار	الحماية الصوتية	
8		الحماية البصرية	

- العوامل البيئية المؤثرة على الغلاف:

- **الاشعاع الشمسي:** هو إشعاع كهرومغناطيسي ينبعث من الشمس. تحدد الطاقة الإشعاعية النشطة شدة الإشعاع الشمسي. ويتغير على حسب الوقت من اليوم أو الموسم وكذلك بالنسبة للطقس. **[7]**

- **درجة الحرارة:** يؤثر الإشعاع الشمسي بشكل غير مباشر على درجة حرارة الهواء الخارجي عن طريق تسخين سطح الأرض.
- **جودة الهواء:** يتم تحديد جودة الهواء من خلال محتواه من الأكسجين بالإضافة إلى تلوثه.
- **الصوت:** لا يمكن في كثير من الأحيان تجنب التلوث الضوضائي، بسبب كثافة المناطق الحضرية.
- **الرياح:** هي أحد تأثيرات تدفق الهواء ونظام الضغط على الأرض. يعتمد على توزيع ضغط الهواء، ودوران الأرض، وتناوب الحرارة والبرودة على الأرض وفوق الماء، وتضاريس المناطق المختلفة.
- **تساقط الأمطار:** هطول المطر هو أحد مكونات دورة المياه، يؤدي تبريد الهواء إلى تكثيف الرطوبة المخزنة فيه ويؤدي إلى هطول الأمطار.
- **الرطوبة:** تعرف على أنها نسبية أو مطلقة. تشير الرطوبة المطلقة إلى بخار الماء المخزن في الهواء. والرطوبة المطلقة ثابتة أثناء النهار، بينما الرطوبة النسبية عرضة لتقلبات درجات الحرارة.

- متطلبات الراحة الداخلية:

تعتبر الجوانب الأساسية للراحة هي الراحة الحرارية، الراحة البصرية، الراحة الصحية، والراحة الصوتية. **[8]**

- **الراحة الحرارية:** المعروفة باسم درجة الحرارة المحسوسة الراحة الحرارية وتتكون من الإشعاع ودرجة حرارة الهواء في الغرفة. **[7]**
- **الراحة الهوائية والمائية:** تعتمد الراحة على حركة الهواء والتبريد، وكلاهما يحدث مع الحمل الحراري والتبخر. مع ارتفاع درجة الحرارة. تعتمد جودة الهواء الداخلي على جودة الهواء الخارجي والتأثيرات المحتملة.
- **الراحة البصرية:** يعتبر الضوء الطبيعي له تأثير إيجابي على الراحة البصرية للمستخدمين. فكمية الضوء المتاحة وتوزيعها أمر بالغ الأهمية. فالعين البشرية تتكيف مع ظروف الإضاءة السائدة.
- **الراحة الصوتية:** تعتمد الراحة الصوتية على الحماية من الضوضاء وضمان بيئة سليمة تتوافق مع استخدام المبنى وترتبط الصوتيات بالرفاهية وجودة البيئة الداخلية والقدرة على التركيز داخل الغرفة.

1-2-3- دور المعلومات:

من الأدوار الرئيسية للغلاف قدرة الانسان البدائي على التعبير عن مشاعره وأفكاره وتسجيل مغامراته اليومية. وكانت دائماً ما تستخدم الأسطح التي شكلها البشر لنقل المعلومات. **[4]**

يرى الباحث أنه اذا ما أردنا تحقيق كل متطلبات الاحتياجات التصميمية المذكورة سابقاً، يجب الإعتماد على غلاف فعالاً ليس ثابتاً ولا تقليدياً، اذ أن الغلاف الفعال بإمكانه الإستجابة بنجاح لجميع احتياجات التصميم المطلوبة؛ وذلك لأن العوامل المؤثرة المحيطة في سياقات التطبيق الفعلية غالبًا ما تتغير عشوائيًا، لهذا السبب، يجب استيفاء هذا الشرط من خلال اللجوء إلى واجهة ديناميكية، تتميز بالتفاعل المستمر مع الظروف المناخية الخارجية ويكون لها القدرة على الإستجابة للمحفزات المحيطة.

2- الغلاف الخارجي والطاقة:

يلعب الغلاف الخارجي للمبنى دوراً هاماً في استهلاك الطاقة الإجمالية للمبنى الى جانب تأثيره الجمالي والبصري، حيث يعد نقطة الأنطلاق لمعايير كفاءة استهلاك الطاقة، فهو المسؤول الرئيسي لتحديد كمية الطاقة اللازمة (للتدفئة والتبريد والتهوية)، كما يمكن أن يحدد مقدار التهوية التي يمكن استخدامها. ويعد الغلاف من العناصر التي تستهلك طاقة بشكل كبير فعلى الصعيد العالمي، تستهلك الأغلفة في عملية التبريد والتدفئة أكثر من ثلث الطاقة المستهلكة في المباني، وترتفع الى حوالي 50% في المناطق الباردة. **[9]**

1-2- اسس تصميم أغلفة المباني منخفضة الطاقة:

عند إنشاء الغلاف أو تجديده يفضل دراسة الغلاف بالكامل بحيث تتم مراعاة جميع أجزاءه وعملية الإنشاء للكشف عن الفرص المتاحة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة، إن صميم مفهوم الاغلفة منخفضة الطاقة أو الأغلفة صفرية الطاقة هي فكرة أن الاغلفة قادرة على تلبية جميع متطلبات الطاقة لديها بتكلفة منخفضة، عن طريق موارد متوفرة محلياً وغير ملوثة للبيئة، وبمصادر الطاقة المتجددة بمعنى أدق، فالغلاف صفري الطاقة يولد مايكفي من الطاقة المتجددة في الموقع لتعادل أو تتجاوز الاستخدام السنوي من الطاقة. كما أن هناك ثلاث خطوات لتصميم غلاف المبنى منخفض الطاقة موضحة في مثلث الطاقة. **[10] شكل(5)**

- الحفاظ على الطاقة: استراتيجيات الحفاظ على الطاقة مثل، (- التهوية الليلية - التدفئة الشمسية السلبية -...)
- كفاءة استهلاك الطاقة: زيادة كفاءة نظم المبني عن طريق اتخاذ كافة التدابير اللازمة للوحدات المستهلكة.
- استخدام الموارد المتجددة: استخدام كافة الموارد المتجددة للحصول على الطاقة مثل الشمس، والرياح،و..

شكل 5 مثلث الطاقة لتصميم المباني منخفضة الطاقة. المصدر: [10]

2-2- الاغلفة الذكية كحل لترشيد استهلاك الطاقة:

يمكن تخفيض استهلاك الطاقة بالمبني عن طريق مجموعة من التحسينات مثل طرق الإنشاء المتطورة، وتحسين العزل، وتقنيات العزل التي تهدف إلى تحقيق أغلفة ذات مقاومة حرارية مرتفعة. لذلك، فإن الأغلفة الذكية للمباني ذات التقنيات والمعدات المطورة تسمح لضوء النهار بالوصول إلى داخل الفراغ مع تقليل أي أحمال إضافية (تبريد / تدفئة)، مع السماح بالتهوية الطبيعية. وفقا لذلك، يجب عند إدخال أي تحسينات على غلاف المبنى الأخذ في الاعتبار العواقب المحتملة غير المرغوب فيها في المتانة وجودة البيئة الداخلية، الأمر الذي سيعمل في النهاية على راحة الشاغلين والحفاظ على البيئة. كما يمكن توفير الطاقة من خلال أغلفة المباني بطريقتين: **طريقة مباشرة** من خلال الاستفادة من الطاقة المتجددة في توليد الطاقة . **طريقة غير مباشرة** :

من خلال ترشيد استهلاك الطاقة وذلك بالاعتماد على مصادر الإضاءة والتهوية الطبيعة وتفعيل استراتيجيات التبريد والتدفئة من خلال اختزان المبني للبرودة والحرارة. يمكن من خلال كلا الطريقتين الوصول للأغلفة ذات الطاقة الكفؤة، والأغلفة ذاتية الإمداد بالطاقة.

3- الذكاء:

يعرف (Clements - Croome) رئيس مجموعة المباني الذكية بلندن مصطلح الذكاء على أنه " ليس سمة، ولكن تسلسل هرمي معقد من مهارات معالجة المعلومات، التي تقوم على التوازن بين الأفراد وبيئتهم. وقد استخدمت كلمة "الذكي intelligent " لأول مرة في بداية الثمانينيات، مع الكلمة الامريكية "الذكي smart ". منذ ذلك الحين، أصبحت أغلفة المباني تتضمن ميزات ذكية لتكون معروفة بعد ذلك باسم "غلاف المبني الذكي" (Intelligent Building Skin) ،.أما بالنسبة لأغلفة المبنى فإن مصطلح "intelligent" يعني أمر أعلى من حيث التنظيم والأداء من smart**[11]**

3-1- الغلاف الذكي:

يعرف (Wigginton,Michael 2002) هو تكوين من مجموعة عناصر البناء التي تعمل على الحماية من الطقس الخارجي للمبنى، والتي تؤدي الوظائف التي يمكن تعديلها بشكل فردي أو بشكل تراكمي للاستجابة للتغيرات البيئية المتوقعة، للحفاظ على الراحة مع أقل استخدام للطاقة. كما ان عناصر الغلاف لها القدرة على التكيف التلقائي من خلال تعديلات التنظيم الذاتي للتكوين الخاص بها"**[12]**

جدول 4: تعريف الواجهة الذكية. الباحث.

الغلاف الذكي intelligen skin	**intelligent skin (mark skelly university of bath)**	**هي التي تدمج العديد من الوسائل ذات القابليه للتعديل والتحكم الذي له الامكانيه على التكيف بحيث يمكن استخدامها لتحسين دور الوجهه تجاه للمناخ. هذه القدرات تعطي الواجهة المقدرة على قبول او رفض الطاقه من البيئه الخارجيه وهذا يقلل من كميه الطاقه المطلوبه لتحقيق بيئه مريحه.**
	intelligent skin (battle (and mccarthy	**ينبغي ان تكون قادره على التوافق ذاتيا كي تقوم بالاستجابة المثلى تجاه المناخ لتحقيق الراحة للمستخدمين.**

يختلف "الغلاف الذكي" عن الواجهة التقليدية، حيث أنه يشتمل على أجهزة متغيرة تتيح قابلية التحكم في تكيف غلاف المبنى ليكون بمثابة وسيط للمناخ. باستخدام الواجهة بهذه الطريقة، يمكننا تزويد المبنى بالقدرة على قبول أو رفض الطاقة المجانية من البيئة الخارجية، ونتيجة لذلك تقليل كمية الطاقة الاصطناعية. **[13]**

3-2- جدليات حول الغلاف وارتباطه بمفهوم الجلد:

صرح (Adolf Loos1998) بأن الزخرفة هي جريمة، واصفًا العمارة الحديثة " لقد تجاوزنا الزخرفة، لقد حققنا البساطة "**[2]**. واصبح التوجه الرئيسي يعمل على دعم عناصر البناء من خلال واجهات شفافة وحرة.

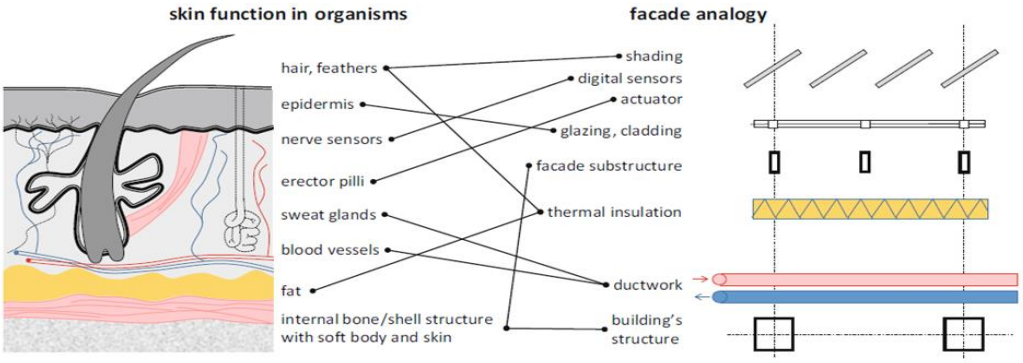
كما يشير (Mostafavi 2005) أن نتيجة ظهور الواجهة الحرة والتقنيات الإنشائية الجديدة، أمر طبيعي حيث يجب أن يكون هناك تمييز بين العناصر الإنشائية وغير الإنشائية للمبنى وكذلك بين هيكل المبنى وتغطيته، وبهذا المعنى، يُنظر إلى غلاف المبنى على أنه مستقل عن هيكله. كانت هذه الفكرة بداية مفهوم الواجهة الحرة.

فبعدما ظهرت الواجهات الحرة بشكلها البسيط، كان هناك الحاح شديد على وجود الية واضحة لربط الواجهات بالوسط المحيط، وكذلك بمتطلبات المستخدمين، الأمر الذي جعل المنظرين يستعملون مصطلح الجلد ومقارنته بجلد الانسان، بل اعتبره البعض بأنه امتداد لجلد الانسان الذي يتكيف مع التغيرات المناخية.

حتى أصبح مصطلح "الجلد" في العمارة يستخدم كاستعارة للحدود الفاصلة وكذلك كرمز للأسطح. قارن ألبيرتي طبقات نسيج المباني بجلد الجسم وذلك من وجهة النظر البصرية وأيضاً من حيث جودة الاستجابة للتغيرات المناخية، هذه المقارنة ملهمة للغاية، حيث انها تنظر إلى غلاف المبنى كامتداد لجلد الجسم. فاعتبر هذه الطبقة المهمة من الحماية "ذكية" بما يكفي للتكيف مع التغيرات المناخية.**[2]**

3-3- نقاط التقارب بين غلاف المبنى والجلد:

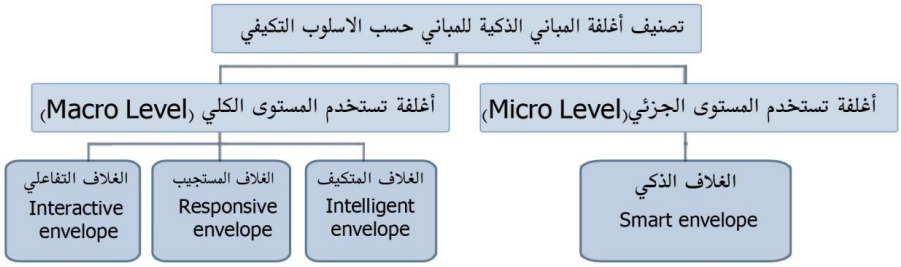
هناك مجموعة كبيرة من التشابهات بين واجهات العمارة والطبقات الواقية بالطبيعة (الجلد ، الأغشية، الأصداف، البشرة) تشترك في العديد من أوجه التشابه في الطبيعة، كما أن الجلد هو أكبر عضو يحمي الجسم من العوامل الخارجية. يتكون الجلد من من مجموعة طبقات ذات خصائص، حماية ، تنظيم، تحكم، امتصاص، حفاظ، حس. يتم عرض التشابهات بين وظائف غلاف المبنى وجلد الحيوانات**[14] شكل(6)**.



الشكل 6 القياس بين جلد الحيوان وواجهة المبنى. المصدر: [14]

4- تصنيف الأغلفة الذكية للمباني حسب مستويات السلوك التكيفي: [9]

عرف (لونين واخرون 2010) التكيف على أنه: "هو قدرة النظام على تقديم الوظيفة المرجوة منه في ظل الظروف المتغيرة، وذلك من خلال متغيرات التصميم التي تغير قيمها مع مرور الوقت" **[15].** كما سيتم تحديد ذكاء غلاف المبنى عن طريق قدرته على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة.
يتم تقييم مقياس الذكاء من خلال تحديد مستوى التحكم الذاتي، حيث أن هناك مستويان من السلوك التكيفي بغلاف المبنى، وهما: المستوى الجزئي (Micro Level)، والمستوى الكلي(Macro Level)، واللذان يمكن دمجهما سوياً **شكل7**



شكل 7 تصنيف الأغلفة الذكية للمباني حسب مستويات السلوك التكيفي. المصدر: [9]

4-1- المستوى الجزئي(Micro Level):

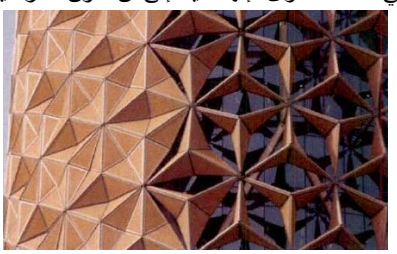
تحدث التغيرات على المستوى الجزئي في نطاق أصغر حيث يحدث التغير في المادة نفسها مثل التغير الذي يحدث في ترتيب جزيئات الماء عند تحولها الى المرحلة الصلبة،هذا التغير في خصائص المواد يمكن ان يتم اعتباره كتغير غير مرئي في الغلاف الذي يتغير. **[9]**

استخدامات المواد الذكية بالاغلفة الذكية:

يتم استخدام المواد الذكية في غلاف المبنى لترشيد وتوليد الطاقة بالمبنى. فعلى سبيل المثال، المواد الكهرضغطية والتي تنتج الكهرباء من الضغوط التي مورست عليها، لها تطبيق صغير بالأغلفة. كما ان العديد من المواد الذكية يمكنها التصرف بطبيعتها كأجهزة استشعار أو كمحركات.حيث تعمل كأجهزة استشعار عن طريق الاستجابة الى التغيرات البيئية من خلال خلق استجابة مدركه. فيمكن أن تستخدم مادة(Thermochromic) مباشرة كجهاز استشعار للتغيرات في درجة الحرارة البيئية، وذلك من خلال قدرة المادة على الاستجابة لتلك التغيرات. **[9]**

4-2- المستوى الكلي (Macro Level):

يمكن أن يتم رؤية هذه الالية بالعين المجردة، وغالباً ما تكون مرتبطة مع مختلف أنواع الحركة مثل: الطي، الانزلاق، الدوران،... الخ. وعادة ما يكون المحرك الرئيسي في المستوى الكلي هو محرك كهربائي، والذي يتم تنشيطه بواسطة أحد مدخلات أجهزة الاستشعار، بينما يتم تشغيله بواسطة مدخلات الطاقة الخارجية **شكل 8**، وبسبب حجم أغلفة المبنى في ذلك المستوى فإنها تميل إلى ان تكون أكثر ميكانيكية من المستوى الجزئي. **[16]**



شكل 8 أبراج(Al Bahar) كمثال على الأغلفة المتكيفة في المستوى الكلي، حيث تفتح وتغلق اللوحات لتظليل الواجهة. المصدر: [9]

1- الاغلفة المتكيفة (Adaptive envelopes):

الاغلفة المتكيفة للمباني (Adaptive envelopes) تكون سريعة الاستجابة باستخدام أجهزة الاستشعار والمحركات. كما أنها أيضا تتطلب المعالج والذي يقوم بتلقي البيانات من أجهزة الاستشعار وإرسال تعليمات للأنظمة الميكانيكية أو للأجزاء الآلية بكيفية الرد على المحفزات البيئية. [17]

2- الاغلفة المستجيبة (Responsive envelopes):

مصطلح "استجابة" غالبا ما يستخدم بالتبادل مع "التفاعلية" و "التكيف"، ولكن ببساطة شديدة يتم استخدامه لوصف "كيف أن النظم الطبيعية والاصطناعية يمكنها أن تتفاعل وتتكيف". في عام (١٩٧٥).

اقترح (Nicholas Negroponte) في كتابه The Architecture Machine التعريف التالي للعمارة المستجيبة،**"الاستجابة تعني أن تأخذ البيئة دورة نشطة، والبدء بدرجة كبيرة أو صغيرة من التغيرات كنتيجة الحسابات معقدة أو بسيطة".** كما أن أنظمة غلاف المبنى المستجيب (Responsive envelopes) لا تحتوي فقط على خصائص وظيفية مماثلة للموجودة بالغلاف المتكيف (Adaptive envelopes) بما في ذلك خاصية الاستشعار الفوري، والعناصر الحركية المتكيفة مع المناخ، والمواد الذكية، والتشغيل الالي، والقدرة على تجاوز المستخدم. كما يشتمل على الخصائص التفاعلية مثل الخوارزميات الحسابية التي تسمح لنظام الغلاف بالتعديل الذاتي والتعلم مع الوقت. [18]

5- أنظمة التحكم بالاغلفة المتكيفة والمستجيبة:

تحتوي جميع النظم الميكانيكية بالاغلفة الحركية للمباني على طرق للتحكم بها، وهذا يمكن أن يتراوح بين التحكم اليدوي و أنظمة إدارة المباني (Building Manegment System)(BMS). **[19]**

يتم التحكم في كل وظائف غلاف المبني عن طريق نظام تحكم رئيسي (Software) يمثل عقل النظام، ويحتوي هذا النظام علي كمية هائلة من المعادلات في صيغة (لو- إذا) وكمية هائلة من المعلومات التي تمثل قاعدة بيانات للنظام، ويتم تحميله إما على حاسب آلي يطلق عليه غالبا (Workstation Mainframe) أو علي لوحة تحكم (Control Panel)، حيث يمثل أي منهما الجهاز الرئيسى (Hardware) لنظام التحكم. **[20]**

5-1- مراحل انظمة التحكم بالاغلفة المتكيفة والمستجيبة:

يتكون نظام التحكم بالأغلفة الحركية للمباني من ثلاث مراحل:

أ- مرحلة الإدخال:

يجب أن يكون لكل عنصر طريقة استرجاع للبيانات ومجموعة من القواعد للتشغيل، فهناك سلسلة من الأساليب التي تتلقى بها العناصر المعلومات، بما في ذلك: **(أجهزة الاستشعار - البيانات المعروفة - أنظمة التحكم اليدوي - نظم التعلم).** إن قرار تنفيذ الحركية يمكن أن يأتي من خوارزميات الإدخال. يختلف كل من استخدام وتكوين هذه الإعدادات في كل مشروع ولكن يمكنها جميعا أن تنتج كل الإجراءات المختلفة المطلوبة. **[19]**

ب- مرحلة المعالجة:

إن المعالج (Processor) هو العنصر الذي يجمع الإشارات والبيانات القادمة من جميع أجهزة الاستشعار (sensors) وأجهزة التحكم (Controllers) . حيث تتم ترجمة هذا المنطق الحسابي ثم بعد ذلك الحصول على النتائج في شكل إشارة تحكم يتم نقلها إلى المحرك | المحركات (Actuators).

ج- مرحلة الإخراج:

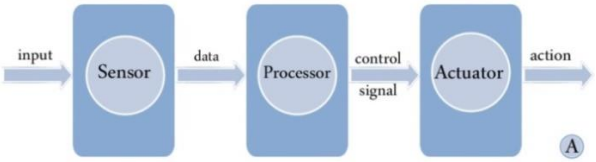
المحرك (Actuator) هو الجهاز الذي يحول المدخلات - والتي تكون على شكل إشارة تحكم - إلى مخرجات على شكل سلوك ميكانيكي، أو كيميائي، أو فيزيائي. فهو يحرك النظام المزود بمصدر للطاقة والذي عادة ما يكون طاقة كهربائية، أو هيدروليكية، أو هوائية ويحولها إلى حركة. **[15]**

2-5- تصنيف أنظمة التحكم بالاغلفة المتكيفة والمستجيبة:

إن التصنيف الأساسي لأنظمة التحكم بالاغلفة المتكيفة و المستجيبة يقع بين التحكم المباشر (Direct control) أو ما يسمى بالتحكم ذي الحلقة المفتوحة (Open- loop control)، والتحكم غير المباشر (Indirect Control) أو ما يسمى بالتحكم ذى الحلقة المغلقة (Closed - loop control). **[19]**

أ- أنظمة التحكم (المباشر / ذو الحلقة المفتوحة):

يتميز (Open - loop Control) بحقيقة أن القدرة على التكيف هي خاصية متأصلة في النظم الفرعية التي يتألف منها غلاف المبنى. يتم تشغيل السلوك التكيفي بتلقائية وذلك باستخدام تحفيز بيئي معين مما يجعل غلاف المبنى المستخدم ذلك النظام ذاتي التكيف. وأحيانا يطلق على هذا النوع من التحكم المستقل "التحكم المباشر. وفيه كل جزء مسؤول عن نفسه، ذاتي التكيف. **[15]، شكل9**

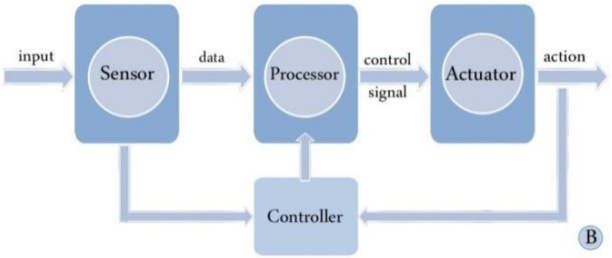


شكل 9 : نظام التحكم المباشر / ذو الحلقة المفتوحة بالأغلفة المتكيفة و المستجيبة. المصدر: [15] بتصرف

ب- أنظمة التحكم (غير المباشر / ذو الحلقة المغلقة):

تعد أنظمة التحكم غير المباشر أكثر تقدما من أنظمة التحكم المباشر، حيث تسمح بإدارة المبنى ككل. هذه الأنظمة لديها ميزة كبيرة فهي قادرة على استيعاب المتغيرات المتعددة ومعالجة كل مكون لإنتاج المزيد من النتائج المتقدمة على أساس متطلبات أكثر صرامة. إن الجودة المميزة لنظام التحكم ذي الحلقة المغلقة (closed - loop control) تتمثل في القدرة على الاستفادة من التغذية الراجعة (Feedback)، حيث يمكن مقارنة الأداء الحالي بالنتيجة المطلوبة، وإذا اقتضى الأمر يمكن تعديل سلوك الغلاف بفعالية. **[19]**

يتكون نظام التحكم غير المباشر (النظام ذو الحلقة المغلقة) (closed – loop Control) من الثلاثة عناصر الأساسية وهي: أجهزة الاستشعار، والمعالجات، والمحركات، بالإضافة إلى عنصر رابع وهو وحدة التحكم. **شكل10 [15]**



شكل 10 نظام التحكم غير المباشر ذو الحلقة المغلقة بالأغلفة المتكيفة و المستجيبة. المصدر: [15] بتصرف

وفقًا لذلك، فإن المعايير الأساسية التي يجب أن يُعتبر المبنى من خلالها ذكيًا هي:

- نظام الإدخال الذي يستقبل المعلومات عن طريق جهاز استقبال المعلومات.
- المعالجة وتحليل المعلومات.
- نظام الإخراج الذي يتفاعل مع المدخلات في شكل استجابة.
- اعتبار الوقت الذي يجعل الاستجابة تحدث في الوقت المطلوب.
- القدرة على التعلم.

1- قياس وجمع البيانات (المدخلات)

العديد من المشاريع قادرة على جمع معلومات مفصلة في الوقت الحقيقي تتعلق بالظروف البيئية خارج المبنى وداخله. غالبًا ما تكون هذه البيانات محددًا أساسيًا في قرارات التحكم في التقنيات الذكية. يتم إجراء القياسات النموذجية لكافة العوامل المؤثرة. **[21]**

2- معالجة وتحليل المعلومات

تتم معالجة المعلومات في نظام التحكم في البناء (BCS). (Building Control System) تتحكم BCS في جميع الأنظمة كوحدة وتتحكم في كل نظام على حدة. يطلق عليه تكامل النظام (BSI).(Building System Integrator) لكي تتكامل الأنظمة ، يجب أن تحتوي على عناوين تعترف بها الأنظمة الأخرى. يحقق تطبيق نظام إدارة المباني (BMS) (Building Manegment System) ثلاثة أهداف: أولاً ، رصد ظروف البناء والأعطال واستخدام الوقود ، وثانيًا، إدارة وظيفة الصيانة بشكل أكثر كفاءة؛ وثالثاً السيطرة على الخدمات المختلفة.

3- النواتج والردود (الاستجابة):

تأتي مخرجات BCS كأوامر للأنظمة وفقًا للقرار. يمكن أن تتخذ الاستجابة الخارجية شكلين: ثابت وحركي. يمكن أن تكون الاستجابة الخارجية الثابتة في شكل درجة حرارة أو بصرية أو سمعية أو تغيير في الضوء. من ناحية أخرى، تأتي الاستجابة الحركية في شكل حركة؛ عندما يقرر النظام فتح أو إغلاق الباب. **[21]**

4- النظر في الوقت:

يعد الوقت أمرًا بالغ الأهمية للنظام الذكي، حيث يجب أن تحدث جميع الاستجابات والقرارات في الوقت المطلوب أو ضمنه. على سبيل المثال ، يجب أن تبدأ أجهزة إنذار الحريق في الوقت المحدد، ويجب أن تبلغ أنظمة الصيانة عن المشاكل في الوقت المحدد، بعبارات بسيطة، أفضل استجابة ليست سريعة فحسب، بل إنها مدروسة. **[22]**

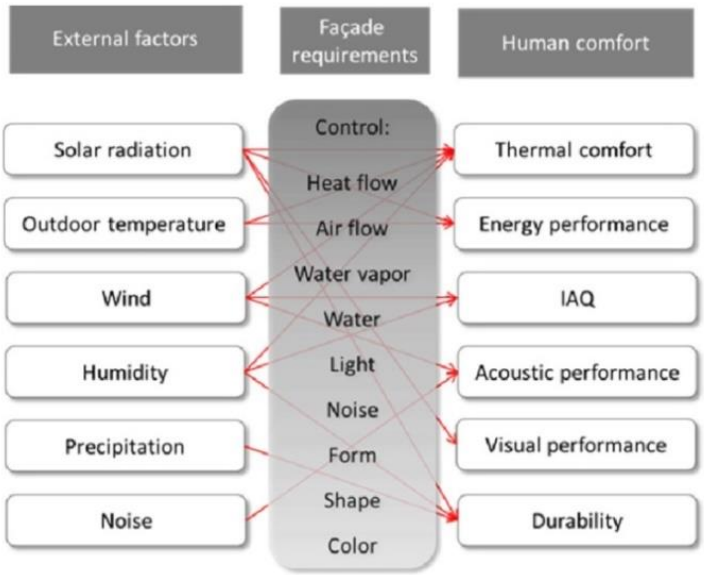
5- القدرة على التعلم:

خاصية القدرة على التعلم تستطيع أن تفعل أي شيء سوى الاستجابة للظروف البيئية الحالية والوضع الناجم عن الواجهة نفسها. بغض النظر عن مدى تطورها، فهي أجهزة مخصصة، قادرة على التكيف مع ظرف معين في ذلك الوقت المحدد، ولكنها غير قادرة على الحفظ أو التخزين أو الاستعداد لظروف أخرى. **[23]** فهى ذاتية لحدث معين.

يرى الباحث من الطرح السابق بأن الذكاء ليس التشغيل الآلى للعنصر فقط، إذ أن التشغيل الآلى قد تتم على نوعين، كإجراء يتم تنفيذه بنمط محدد مسبقًا وغير قابل للتغيير، والثاني في شكل إجراء يتم تنفيذه من أجل نتيجة محددة مسبقًا يعتقد أن العملية قد تتغير على طول الطريق وهذا النموذج يمكن وصفها بالتشغيل الآلى الذكي. فلو ان الذكاء يعني التشغيل الآلى بالاطلاق فإن النوع الاول من التشغيل الآلى لا يرتبط بمفاهيم الذكاء السابق ذكرها في شئ. وانما يجب ان يرتبط العنصر الذكي بنظم التشغيل التي تشتمل على عنصر الاستجابة.

6- مصفوفة التداخل بين العوامل الخارجية والراحة الداخلية والتي تحدد وظيفة الاغلفة التكيفية: شكل 11

يجب أن يكون غلاف المبنى، الذي يعمل كوسيط بين البيئة الداخلية والمناطق المحيطة الخارجية، مصممًا بشكل مناسب يكون فيه قادرا على تحقيق الاستجابة اللازمة من اجل ايجاد الراحة المطلوبة.



شكل. 11 الدور التخطيطي للأغلفة التكيفية. المصدر: [24]

يرى الباحث أن العوامل الخارجية تؤثر في محددات الراحة على سبيل المثال الاشعاع الشمسي نجده يؤثر على تحقيق الراحة الحرارية وتوفير الطاقه وكذلك الراحة البصرية كما ان الرياح تؤثر على الراحة الحراية لانها تعمل على نقل الحرارة من الخارج الى الداخل كما تؤثر الرياح على جودة الهواء الداخلي وكذلك تؤثر على الراحة الصوتية والتي تخص الضوضاء الخارجي، وهكذا.

لذلك نجد ان انعكاس العوامل الخارجية على الراحة الداخلية يكون كالتالي: جدول 5

جدول 5 التأثير المتبادل بين العوامل الخارجية والراحة الداخلية. المصدر: الباحث.

	العوامل الخارجية	الراحة الداخلية
	اشعاع شمسي	الراحة الحرارية
		اداء الطاقة
		الاداء البصري
	درجة الحرارة الخارجية	الراحة الحرارية
		اداء الطاقة
	الرياح	الراحة الحرارية
		IAQ
		الاداء الصوتي
	الرطوبة	الراحة الحرارية
		IAQ
	الطقس	الراحة الحرارية
		اداء الطاقة
	الضوضاء	الاداء الصوتي

7- مستويات تحليل الاغلفة التكيفية:

تشـتمل مسـتويات تحليل الاغلفة على مسـتويين، **المسـتوى الاول** وفيه يتم دراسـة تحليلية للتعرف على الغلاف من حيث النوع ووضـعية ونظام التشغيل ودرجة التكيف ونوع المناخ و....، **والمستوى الثاني** يتم قياس النقاط المستخلصـة من العوامل الخارجية والداخلية وعلاقتها بالانظمة من حيث نوع التشغيل ودرجة التكيف ونوع الاستجابة ونظام التشغيل.

7-1- المستوى الأول خصائص تكيف الاغلفة: جدول 6

جدول 6 العوامل الرئيسية المحددة للاغلفة التكيفة. **[25]** بتصرف الباحث

	الاستخدام	سكني	قطاع الخدمات	اخر
مستوى التحليل	حالة المناخ	الاستوائية	المنطقة استوائية	
		جاف / صحراوي	المنطقة التي يكون فيها متوسط مستوى هطول الأمطار أقل من الحد الجاف	
		معتدل	منطقة دافئة	
		قاري	يتميز المناخ بصيف دافئ وشتاء بارد وتساقط الأمطار بغزارة على مدار العام	
		قطبي	المناخ مع متوسط درجة حرارة أكثر الشهور سخونة أقل من 10 درجة منوية	
	مقياس التطبيق	العنصر / المادة	تكيف جزئي على مستوى خصائص المادة	
		تكيف كلى	تكيف كلى على مستوى الغلاف بالكامل	
		تكيف مشترك	مستوى تكيف مشترك بين الجزئي والكلي	
	النوع	واجهة عازلة	تقليل تدفق الحرارة من خلال الغلاف بين البيئة الداخلية والخارجية	
		واجهة زجاجية	عنصر الزجاج يهدف لضمان مستوى مناسب من الإضاءة الطبيعية والتهوية	
		تظليل	يهدف العنصر بشكل أساسي إلى التحكم في الإشعاع الشمسي الساقط	
		أنظمة الفتح	عنصر متعلق بأجهزة الفتح / المناولة	
		أجهزة حصاد الطاقة	عنصر يهدف إلى حصاد وتخزين الطاقة	
		أجهزة توليد الطاقة	يهدف إلى إنتاج الطاقة (بشكل عام عن طريق تحويلها من شكل إلى آخر)	
	مقصد او هدف الواجهة	الراحة الحرارية	التكنولوجيا / التقنيات المعتمدة لضمان الراحة الحرارية للبيئة الداخلية	
		الأداء البصري	ضمان الأداء البصري في المقام الأول ، مما يعني إجراء التحكم في الضوء	
		الراحة الصوتية	التقنيات المعتمدة لضمان الراحة الصوتية للبيئة الداخلية في المقام الأول	
		إدارة / توليد الطاقة	التكنولوجيا / التقنيات المعتمدة لإدارة / تجميع / تحويل الطاقة بشكل أساسي	
		IAQ	التكنولوجيا / التقنيات المعتمدة لضمان مستوى جودة هواء مناسب	
		تفاعل وتحكم المستخدم	التكنولوجيا / التقنيات المعتمدة للسماح بشكل أساسي بتفاعل المستخدمين	
		آخر	التكنولوجيا / التقنيات التي لا تتناسب مع الفئات المذكورة أعلاه	
	وضعية التشغيل	سلبي	تنشيط التقنيات عن طريق الحوافز الخارجية ذات الطبيعة المختلفة	
		نشيط	إذا تم تنشيط التقنيات من خلال التحكم الكهربائي أو الميكانيكي	
	نظام التشغيل	نظام الادخال	حراري – كهرومغناطيسي – ضوء- يدوي-.....	
		نظام المعالجة	من خلال وحدة المعالجة المركزية / اخر	
		نظام الاخراج	التنشيط من خلال تعديل في الإضاءة (مستجيب للشمس)	
	مدخلات الاستجابة	خارجي	التنشيط من خلال حدث خارجي	
		جوهري	التنشيط التلقائي من خلال المحفزات البيئية	
		الضبط الذاتي	التنشيط الذاتي حسب المتغيرات الخارجية	
		تحكم المستخدمين	التنشيط اليدوي من قبل المستخدمين	
	درجة التكيف	تشغيل / إيقاف	إذا كانت الميزة التكيفية غير قابلة للتكيف ولكن تم تشغيلها أو إيقاف تشغيلها	
		تدريجي	إذا كانت الميزة التكيفية تدريجية وفقًا لسيناريو التشغيل المختلف	

7-2- المستوى الثاني مصفوفة اسقاط عوامل التكيف وعلاقتها بأنظمة التكنولوجيا: جدول 7

وفيه يتم قياس النقاط المستخلصة من العوامل الخارجية والداخلية وعلاقتها بالانظمة من حيث نوع التشغيل ودرجة التكيف ونوع الاستجابة ونظام التشغيل من حيث الادخال والمعالجة والاخراج.

جدول 7 المصفوفة التي تجمع بين عوامل التكيف وعلاقتها بأنظمة التكنولوجيا. المصدر: الباحث.

	عناصر الهدف المقصود	عام			مدخلات الاستجابة		نظام التشغيل		
		نوع تكنولوجيا	التشغيل سلبي-نشط	درجة التكيف	نوع الاستجابة	وقت الاستجابة درجة التكيف	الإدخال	المعالجة	الإخراج
	الشمس								
1	التظليل الشمسي								
2	انحراف الضوء								
3	حماية الوهج								
4	تحكم في ضوء النهار								
	درجة حرارة								
6	العزل الحراري								
	الهواء								
7	تهوية								
	مستخدم								

8	التحكم في الاتصال البصري								
	عوامل صوتية								
9	عزل الصوت								
	الطاقة								
10	توليد الطاقة								
11	تخزين الطاقة								
	عمليات اضافية								
12	التدفئة والتبريد								
13	الترطيب								
14	كهرباء								

8- الأمثلة التحليلية:

يتم عرض لبعض الامثلة التحليلية التي تخص الاغلفة التكيفية ومراجعة مستويات التقييم عليها لفهم عملية التكيف بصورة شاملة.

8-1- معايير اختيار المباني:

وضعت الدراسة مجموعة من معايير اختيار الاغلفة التكيفية جدول8

جدول 8 معايير اختيار عينات الدراسة. المصدر: الباحث.

يشتمل الغلاف على ميزه ذكية	**تاريخة تصميمه او انشاؤه في القرن 21**	**عدم ارتباط الغلاف بالهيكل الانشائي**	**مبنى عام**	**مبنى قائم/تجريبي**
حتى يتم الحاق صفة الذكاء به(محل الدراسة)	**هى الحقبة الزمنية الاخيرة للتكنولوجيا**	**حتى تكون المباني القائمة جزء من الحل**	**حتى يتم الحكم علية بصورة شمولية**	**قد يكون مبنى قائم او مبنى تجريبي**

8-1-1-عرض ومناقشة مثال: Surry Hills Library and Community Centre (2009) شكل12

شكل 12 واجهة مبنى: Surry Hills Library and Community Centre 2009 المصدر: **[25]**

- **مقدمة**

مشروع مبنى المكتبة ومركز رعاية الاطفال ويوجد به غرف مجتمعية ومساحة للفنون والحرف اليدوية بمساحة 2500 متر مربع. ولتحقيق هدف الاستدامة للمشروع، فإنه يتضمن عدد من الاستراتيجيات الموفرة للطاقة كنموذجاً مبتكراً للاستدامة.

- **إمكانيات التصميم.**

العوامل الجوهرية في التصميم تشتمل على أجهزة تظليل النسيج الآلية، والتهوية ذات الوضع المختلط، ومجموعة الطاقة الكهروضوئية الشاملة، وتجويف التبريد الحرارية الأرضية، والسقف الأخضر، وجمع مياه الأمطار وإعادة تدويرها، وبالطبع اختيار المواد المستدامة. كما تقوم أنظمة إدارة وتحكم المباني المحوسبة (BMS) بمراقبة الظروف البيئية الداخلية للمبنى والتحكم فيها تلقائيًا، وتعديل فتحات التهوية ومظلات الشمس طوال اليوم للتحكم في الحمل الحراري والضوء والظل، وتشغيل وإطفاء الأضواء عند الحاجة. يقوم نظام إدارة المباني أيضًا بمراقبة وتسجيل كل من الأنظمة الكهربائية والهيدروليكية لزيادة الكفاءة البيئية للمبنى وتحديد أعطال النظام.

أ- **مستوى التحليل الأول:** جدول 9

جدول 9 نتائج تحليل واجهة مبنى: Surry Hills Library and Community Centre 2009 المصدر: الباحث.

1	الاستخدام المقصود					
	سكني	قطاع الخدمات				خاص
2	الوضع الحالي للمبنى					
	بناء تجريبي	مبنى قائم				تحت التشيد
3	المناخ					
	الاستوائية	جاف / صحراوي	معتدل	قاري		قطبي
4	مقياس التطبيق الخاص بالواجهة					
	العنصر / المادة	عنصر تقني مكون من تجميع عناصر				أسلوب كامل للواجهة
5	نوع الواجهة					
	عازلة	زجاج	تظليل	أنظمة الفتح	جهاز حصاد / توليد الطاقة	آخر
6	الغرض الرئيسي					
	الراحة الحرارية	الأداء المرئي	الراحة الصوتية	إدارة / توليد الطاقة	IAQ	التفاعل وتحكم المستخدمين	آخر

7	الميزة الذكية					
	الحصاد (الجمع) والتخزين	التحكم	منع / رفض	السماح بالتفاعل		
8	وضعية التشغيل					
	سلبي	نشيط				
9	نوع مشغل الوظيفة الذكية					
	الحراري	الكهرومغناطيسي	بصري	جودة الهواء	بواسطة الشاغلين	آخر
10	نوع مدخلات الاستجابة					
	خارجي	جوهري	الضبط الذاتي	تحكم المستخدمين		
11	درجة القدرة على التكيف					
	تشغيل / إيقاف	تدريجي				

ب-مستوى التحليل الثاني:جدول 10

جدول 10 نتائج تحليل واجهة مبنى: Surry Hills Library and Community Centre 2009 المصدر: الباحث.

	عناصر الهدف المقصود	عام				مدخلات الاستجابة		نظام التشغيل		
		نوع تكنولوجيا	التشغيل سلبي-نشط	درجة التكيف	نوع الاستجابة	وقت الاستجابة درجة التكيف	الإدخال	المعالجة	الإخراج
	الشمس								
1	التظليل الشمسي	كاسرات	نشط	تدريجي	حركي	الوقت الفعلي	ضبط ذاتي	BMS	نعم
2	انحراف الضوء	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد	لايوجد
3	حماية الوهج	كاسرات	نشط	تدريجي	حركي	الوقت الفعلي	ضبط ذاتي	BMS	نعم
4	تحكم في ضوء النهار	كاسرات		تدريجي	حركي	الوقت الفعلي	ضبط ذاتي	BMS	نعم
	درجة حرارة								
6	العزل الحراري	مساحة وسيطة	نشط	تدريجي	ثابت	نعم	نعم	نعم	نعم
	الهواء								
7	تهوية	مختلط	نشط	تدريجي	مساحة وسيطة	نعم	نعم	نعم	نعم
	مستخدم								
8	التحكم في الاتصال البصري	واجهة زجاجية	نشط	تشغيل-ايقاف	حركي	الوقت الفعلي	ضبط ذاتي	BMS	نعم
	عوامل صوتية								
9	عزل الصوت	ممتص	نشط	تدريجي	ثابت	نعم	نعم	نعم	نعم
	الطاقة								
10	توليد الطاقة	كهروضوئية	نشط	تدريجي		الوقت الفعلي	ضبط ذاتي	BMS	نعم
11	تخزين الطاقة	لايوجد	لا	لا	لا	لا	لا	لا	لا
	امدادات اخرى								
12	التدفئة والتبريد	تجويف ارضي							
13	الترطيب	سقف اخضر							
14	كهرباء	كهروضوئية							

8-1-2-عرض ومناقشة مثال: استاد لوسيل - قطر (2021) شكل 13

مقدمة:

تقع مدينة لوسيل على مسافة قريبة شمال مدينة الدوحة وسيكون ملعب لوسيل مبنى على أحدث طراز بتصميمه المبتكر، الذي تم تصميمه ليكون واحداً من أهم الملاعب في مونديال قطر 2022. تم تصميم الاستاد حتى يكون محافظاً على البيئة.

تصاميم السقف المعقدة:

تم استخدام أحدث المواد لبناء السقف للسماح بدخول الكمية المثلى من الضوء إلى داخل الاستاد. وسيسمح السقف بمرور الضوء للنمو المثالي لعشب الملعب والحفاظ على درجة الحرارة المناسبة دون الاحتياج الى المكيفات الصناعية، لقد بذلت الإدارة جهدًا كبيرًا للحفاظ على الموارد أثناء البناء وبعده. ويضم التقدم في استاد لوسيل كل جانب من جوانب الحفاظ على كل مادة وتقليل استخدامها. ويتم إعادة تدوير النفايات والمياه والموارد الطبيعية الأخرى. في الوقت نفسه، يتم فحص البناء لضمان عدم وجود انبعاثات تعمل على التلوث.

شكل 13 واجهة مبنى: مبنى استاد لوسيل (2021) المصدر: [27]

8-1-3-عرض ومناقشة مثال: معرض إكسبو UAE Pavilion for the Expo 2020 Dubai شكل 14

مقدمة:

معرض إكسبو 2020 وهو مبنى حاصل على شهادة LEED البلاتينية.فهو مهتم بموضوع الاستدامة، فالهيكل متوافق مع لوائح ومواصفات المباني الخضراء في دبي (DGBR).

الميزة الذكية:

لتحقيق الفكرة المركزية للجناح وهي "الصقر أثناء الطيران" ، تم تصميم السقف على شكل أجنحة تصور تدفق الحركة. هناك 28 جناحا مصنوعة من ألياف الكربون ، وهذه الأجنحة تدور حول نقطة واحدة. فحركة الأجنحة تغذيها المحركات الهيدروليكية. كما يمكن فتح السقف بالكامل في ثلاث دقائق بفتح الأجنحة. كما تم دمج هيكل السقف مع الألواح الكهروضوئية التي تمتص ضوء الشمس عندما تكون الأجنحة مفتوحة. كما يحمي الهيكل هذه الألواح من المطر والعواصف الرملية.

يوجد ميزة معمارية أخرى مدمجة داخل جناح الإمارات العربية المتحدة ، وهي فتحة سقفية. تم تصميمها على شكل شعار إكسبو 2020 ويقع على ارتفاع 27.8 متر. يوفر الضوء الطبيعي داخل مساحة الجناح. علاوة على ذلك ، تم تصميمه بطريقة أنه في حالة حدوث حرائق عرضية ، سيتم فتح الشوايات المحيطة للتدارك الأمر.

شكل 14 واجهة مبنى: مبنى استاد لوسيل (2021) المصدر: [28]

9- تحليل مقارن بين عينات التحليل:

عرض تحليل مقارن بين مشاريع التحليل والتي تمت على المستوى الاول والثاني: جدول11

جدول 11 تحليل مقارن لعينات الدراسة . المصدر: الباحث.

	Surry Hills Library and Community Centre (2009)	Umbrella façade at Madrid pavilion (2021)	UAE Pavilion for the Expo 2020 Dubai
معلومات عامة	المكان استراليا – مبنى قائم – قطاع عام	ستاد لوسيل مبنى قائم – قطاع عام	المكان برشلونة – مبنى قائم – قطاع عام
الميزة الذكية	الغلاف موفر للطاقة	الغلاف موفر للطاقة	الغلاف مصدر للطاقة
التكيف	الغلاف يعمل تدريجي و يساعد على عملية التظليل والتهوية المختلطة	الغلاف به مواد ذكيه تتكيف مع الوسط المحيط	الغلاف يعمل تدريجي و يساعد على تنظيم كمية دخول الضوء والحرارة وانتاج الطاقة
التقنيات	غلاف مصنوع من عناصر تظليل تعمل آلياً للتكيف مع المناخ وضبط التهوية والاضاءة	غلاف من مواد ذكية يساعد على مرور الضوء وضبط الحرارة اللازمة	غلاف مصنوع من اللوحات الكهروضوئية التي تمتص ضوء الشمس
التحكم	التحكم بواسطة الضبط الذاتي	التحكم بواسطة الضبط الذاتي	التحكم بواسطة المستخدمين

10- النتائج والتوصيات:

نتائج تخص الغلاف والمناخ:

- يعد التصميم المناخي للغلاف، عملية مرنة تتغير وتتكيف وتتوافق وفقًا للظروف والتحليلات الخاصة بالقوى الخارجية (الشمس – الحرارة – الرياح – الامطار – الضوضاء) من اجل توفير الراحة الداخلية (الحرارية والبصرية والصوتية وجودة الهواء الداخلي).
- يعتبر الغلاف الذكي جزء من المبنى الذكي من حيث الاتصالية والبرمجة وادارة التشغيل وقاعدة البيانات، إلا أن الدراسة تبنت فكرة ان الغلاف منفصل انشائياً عن المبنى حتى يكون الغلاف التقليدي جزء من الحل.

- تعتبر الأغلفة الذكية مستدامة وخضراء بينما لا تعد الأغلفة الخضراء ذكية، اذ أن العامل الرئيسي الذي يميز الذكي هو دخول العامل التقني التكنولوجي، فكل زكي اخضر وليس كل اخضر ذكي.

- تعد الاستجابة هى العامل الأهم في معرفة الذكاء وكذلك عامل الوقت اللازم لاستجابة، كما أن الاستجابة تشتمل على التشغيل الالى ولا يشتمل التشغيل الالى على عوامل الاستجابة، فكل مستجيب مؤتمت وليس كل مؤتمت مستجيب.

- استجابة المواد الذكية الثابتة واستجابة الاغلفة الديناميكية المتحركة من شأنها أن تقلل بشكل كبير من استهلاك الطاقة في المبنى من خلال تمكين مكونات الغلاف من التكيف ويمكن أيضًا جمع الطاقة لتحقيق بناء لا يستهلك الطاقة.

نتائج تخص الغلاف والراحة:

- كلما زاد مستوى تكيف الغلاف مع العوامل الخارجية زادت الراحة الداخلية، كما أن عوامل الرضا الداخلية والراحة تختلف من عمر لاخر ومن سن لأخر، لذلك لا يمكن تحديد عوامل الراحة الداخلية بشكل دقيق، وتثبيتها بشكل عام وذلك لان الأمر يختلف على حسب بيئة العمل والمناخ ونوع المستخدم وعمره.

- عوامل الراحة الداخلية محل جدل، حيث تعتبر عوامل منفصلة ومشتركة في نفس الوقت، وقد تؤثر العوامل بالسلب على البعض الاخر، فمثلاً عند حاجة الغلاف لمرور الهواء لعمل تهوية طبيعية فأن ذلك يساعد على دخول الضوضاء.

التوصيات

- الوصول الى الموقف التوافقي في الغلاف الذي يحقق التوازن بين المحاور الثلاثة الراحة والتكلفة والبيئة.
- تعتبر الأغلفة التقليدية عبأ على المبنى والبيئة وخاصة في المناطق ذات الطبيعة الحارة اذا ان عملية الراحة تعتمد بالاساس على استهلاك الطاقة، فيعد استعمال الأغلفة الذكية الثابتة والحركية أمر ضروري في تلك المناطق.
- توعية المجتمع لفهم ومعرفة هذا التوجه سواء المستثمرين او المستخدمين. الامر الذي يساعد على دعم التنفيذ والتشغيل.
- ضرورة وجود جهاز قومي لتنظيم وتطبيق مفهوم الغلاف الذكي ومراقبة جدواه بعد التشغيل.

11- الدراسات المستقبلية:

- دراسة مفهوم تواصل الغلاف الذكي مع الجوانب الاجتماعية الثقافية التي من خلالها تحقيق مفهوم التكامل بين تكيف الغلاف مع المكان بصوره عامة بدلاً من التكيف مع المناخ فقط.
- دراسة العوامل المتداخلة في تصميم الغلاف الذكي مثل (دراسة التعارض الحادث بين كيفية تحقيق التهوية الطبيعية والوصول الى راحة صوتية في نفس الوقت).
- دراسة قائمة على التحليل المقارن بين حالة الاغلفة التكيفية الثابتة والتي تعتمد على المواد الذكية. والاغلفة الحركية والتي تعتمد على النظام الميكانيكي، وذلك من حيث الجدوى الإقتصادية اثناء التنفيذ وبعد التشغيل.
- دراسة قائمة على دراسة الشفافية في الواجهات وعلاقتها بالاداء الحراري، حيث ان الواجهات الشفافة أمر مطلوب الى أن الضوء الداخل يكون محمل بحمل حراري.

مراجع الدراسة:

[1] - Ed van Hinte, et al, Smart architecture, 010 Publishers, Rotterdam (2003).
[2] - Loos, A., 1998. Ornament and Crime. In: Ornament and Crime: Selected Essays. California: Ariadne press.
[3] - Mostafavi, D. L. a. M., 2005. Surface Architecture. s.l.:MIT Press.
[4] - ElGhazi, Yomna Saad. BUILDING SKINS IN THE AGE OF INFORMATION TECHNOLOGY. Diss. Faculty of Engineering at CAIRO UNIVERSITY GIZA, 2009.
[5] - Popovec, J., Outside In: Building Envelopes, http://www.multifamilyexecutive.com/industrynews. asp?sectionID=545&articleID=604001 accessed 8-10-2008.
[6] - Knaack, Ulrich et al.; Façades: Principles of Construction, published by Birkhäuser Basel; 1 edition (2007).
[7] - Boeke, J., Knaack, U., & Hemmerling, M. (2019). Superposition matrix for the assessment of performance-relevant adaptive façade functions. Journal of Facade Design and Engineering, 7(2), 1-20.
[8] - Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., & Auer, T. (2014). Façades: principles of construction (Second and revised edition ed.). Basel, Switzerland ; Boston: Birkhäuser.
[9] - مروة ابراهيم. استخدام الاغلفة الذكية للمباني لترشيد الطاقة بمصر, رسالة ماجستير, كلية الهندسة جامعة عين شمس,2016.
[10] - Haase, Matthise, et al., Sustainable Façade Design for Zero Energy Building in the Tropics, PLEA(2006).
[11] - EL Sheikh Mohamed Mansour, Intelligent building skins: Parametric-Based Algorithm For Kinetic Facades DESIGN AND Day lighting Performance integration, MSc-thesis, Faculty of the US Scool of Architecture, University of Southern California, (May 2011).
[12] - Wigginton,Michael, et al., Intelligent skins, First Edition, Reed Educational and Professional Publishing Ltd, USA, (2002)
[13] -The Centre for Window and Cladding Technology ,Intelligent facades, http://www.cwct.co.uk/ibcwindow/adaptive/adapt.html accessed 01-06-2008.
[14] - Sandak, A., Sandak, J., Brzezicki, M., & Kutnar, A. (2019). Bio-based building skin . Springer Nature.
[15] - Loonen, R, C, G, M, et, al, Climate adaptive building shells: state-of-the-art and future challenges2010.
[16] - Modin, Hanna, Adaptive building envelopes, MSc – thesis, Chalmers University of Technology,Sweden, 2014.

[17] - Tashakori, Mahzad, Design of a computer controlled sun- tracking façade model, Msc – thesis, the Graduate School College of Arts and Architecture,The Pennsylvania State University, (May2014).
[18] - Velikov, Kathy, et al., Responsive Building Envelopes, In: Trubiano Franca (Ed), Design and Construction of HighPerformance Homes, First Edition, Routledge, USA, (2013).
[19]-Hansanuwat, Ryan, Kinetic Facades as Environmental Control
Systems: Using Kinetic Facades to Increase Energy Efficiency and Building Performance in Office Buildings, MSc – thesis, Faculty of The School of Architecture, University of Southern California, (May 2010).
[20] – محمد السيد ستيت. مستقبل امباني الذكية في مصر, رسالة دكتوراه, كلية الهندسة جامعة عين شمس,2013.
[21]-ElGhawaby, M.,The future of smart architecture in Egypt, Architecture, M.Sc. in Architecture, Dept. Faculty of Engineering, Ain Shams University, Cairo, Egypt, 2005.
[22]-Sherbini, K. & Krawczyk, R. Overview Of Intelligent Architecture, ASCAAD International Conference, e-Design in Architecture, KFUPM, Dhahran, Saudi Arabia. 2004.
[23]-Hasselaar, B., Climate Adaptive Skins: towards the new energy-efficient façade. Delft University of Technology, The Netherlands, 2005.
[24]-Aelenei, Daniel, Laura Aelenei, and Catarina Pacheco Vieira. "Adaptive Façade: concept, applications, research questions." Energy Procedia 91 (2016).
[25]-Frighi, Valentina. Smart Architecture-a Sustainable Approach for Transparent Building Components Design. Springer Nature, 2021.
[26]-https://saoromaomoveis.wordpress.com/2011/05/28/farnsworth-house-em-illinois-por-mies-van-der-rohe.
[27]-https://www.qatar2022.qa/ar/lusail- stadium/sustainability.
[28]-https://www.globalmediainsight.com/blog/uae - pavilion-expo-2020-dubai/.