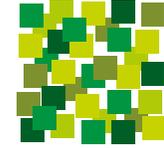




USAID
من الشعب الأمريكي

مشروع توفير المياه والطاقة من خلال
التصميم والبناء



JORDAN GBC
المجلس الأردني للأبنية الخضراء
Jordan Green Building Council



نصائح حول تصميم وتركيب
العزل الحراري

مقدمة عن العزل الحراري

بالرجوع إلى إحصائيات وأرقام تقرير ٢٠١٢ لوزارة الطاقة والثروة المعدنية، تستهلك البيوت حوالي ٣% من الطاقة الإجمالية وحوالي 41% من الطاقة الكهربائية الوطنية للأردن. لذا، ومع النمو المتزايد لقطاع الإسكان، تتأكد أهمية التركيز على الأداء الحراري الأمثل للمنازل والذي يترتب عليه توفيراً ملموساً في إجمالي الطاقة المستهلكة على مستوى الأردن وعلى الأخص في قطاع المساكن والبيوت. لذا يتعين عليك كمهندس مصمم و/أو مطور عقاري أن تحقق متطلبات مالك المنزل لتحقيق أهداف استدامة الأداء الحراري بالشكل الأمثل.

لبناء منزل ذي كفاءة عالية في صرف الطاقة يجب الأخذ بعين الاعتبار العديد من الأمور في مرحلة التصميم، إذ أن تحقيق متطلبات صاحب المنزل الجمالية والوظيفية فقط لا يعتبر كافياً بل يجب الاهتمام بمتطلبات تحسين كفاءة المبنى من ناحية استهلاك الطاقة. هنا، بإمكانك أن تجد بعض الإرشادات التي ستساعدك في تدارك وفهم بعض النواحي التي لا يتم تناولها في طريقة الإنشاء التقليدية مثل التصميم والتنفيذ السليم للعزل الحراري. يعتبر العزل الحراري جزءاً مهماً من أجزاء غلاف المبنى الذي يجب أن يتكامل تصميمه مع باقي الأجزاء منذ البداية مؤدياً في نهاية الأمر إلى تقليل احتياجات المبنى للطاقة في التسخين والتبريد.

انتقال الحرارة

هنالك ثلاث طرق لانتقال الحرارة:

١ الإشعاع الحراري

حرارة مباشرة يمكن للجلد الإحساس بها

٢ التوصيل الحراري

حرارة تنتقل من مكان ساخن إلى آخر بارد من خلال نفس المادة أو من خلال تلامس مادتين

٣ الحمل الحراري

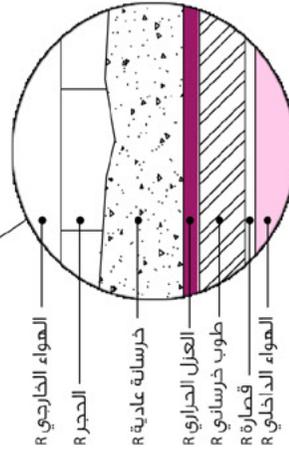
حرارة تنتقل بالحمل عبر الغازات والسوائل المتحركة حيث تحمل جزيئات هذه الغازات والسوائل الحرارة خلال حركتها من المكان الحار إلى المكان البارد

أداء العزل الحراري

تصنف المواد حسب قدرتها على نقل الحرارة. يعبر عن هذه القدرة بالقيمة (R Value) أي "المقاومة الحرارية".

كلما زادت قيمة (R Value) زادت قدرة المادة على العزل الحراري.

من المؤشرات الأخرى المهمة لتقييم الانتقالية الحرارية خلال متر مربع واحد للطبقات المختلفة من العنصر الإنشائي بتأثير فرق درجة حرارة واحدة للهواء داخل وخارج المبنى هي قيمة (U Value) أي "معامل انتقال الحرارة".

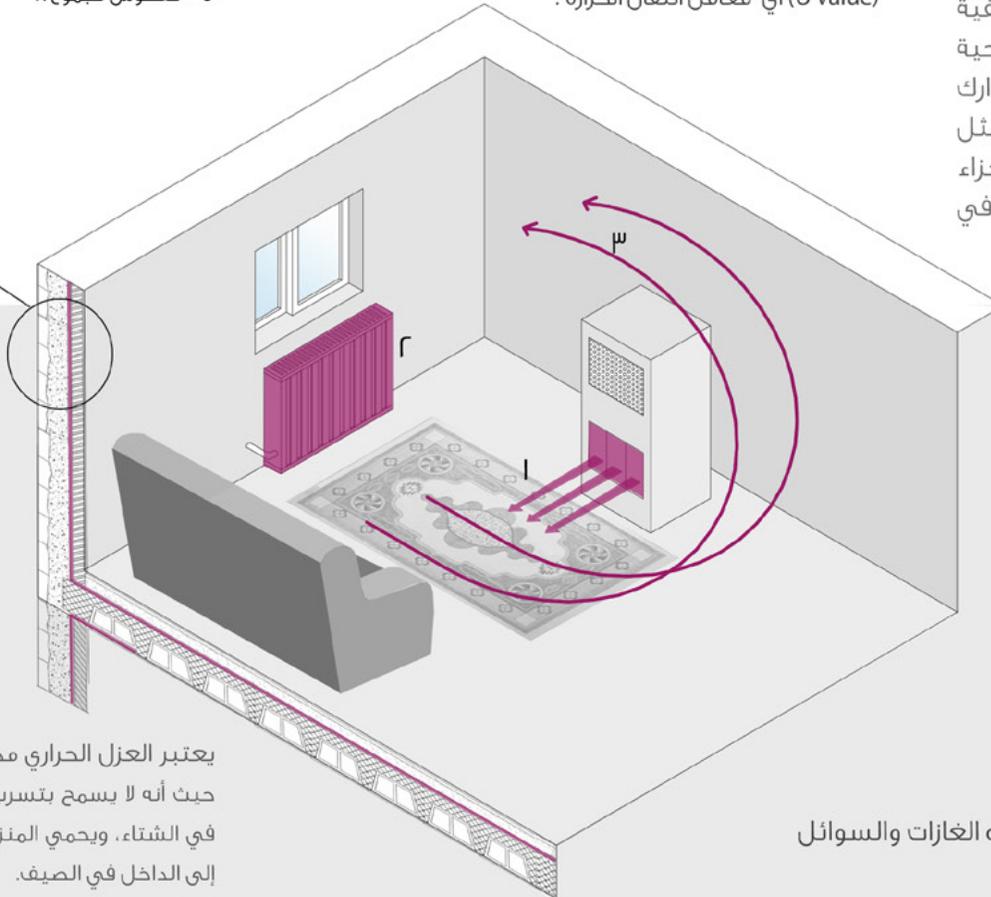


الهواء الخارجي R
الحجر R
عزل عادية R
العزل الحراري R
طوب خرساني R
قضبان R
الهواء الداخلي R

مجموع R = حاصل جمع كل قيم R للمواد
U = معكوس مجموع R

المقاومة الحرارية (R Value)

هي المقاومة التي يبديها العنصر الإنشائي أمام انتقال الحرارة بالتوصيل من خلاله، وزيادتها تعني زيادة قدرة العنصر الإنشائي على عزل الحرارة.



يعتبر العزل الحراري مهماً للتحكم بالانتقالية الحرارية، حيث أنه لا يسمح بتسرب الحرارة من الداخل إلى الخارج في الشتاء، ويحمي المنزل من اختراق الحرارة من الخارج إلى الداخل في الصيف.

العزل الحراري في المباني

يعتبر تصميم، بناء وشراء منزل استثماراً لا يستهان به ويترتب على ذلك اختيار المكتب الهندسي المناسب الذي يتفق مع رؤية صاحب المنزل لتحقيق أماله في هذا البيت المرتجى. وبالتالي تبني العلاقة بين صاحب المنزل والمهندس المصمم على أساس الثقة من ناحية مهارة المكتب الهندسي في الأخذ بكل الاعتبارات التصميمية للمبنى مع تحقيق متطلبات العميل. ويجدر بالذكر أن موضوع كفاءة المنزل من حيث إستهلاك الطاقة عادة ما يكون أمراً ثانوياً غير مهم عند صاحب المنزل. لذلك يتوجب على

المهندس تثقيفه العميل بأهمية التصميم الحراري الكفؤ للمنزل وتحقيق المتطلبات الأساسية للعزل الحراري على الأقل كما هي موضحة في كودة العزل الحراري للمباني واقتراح حلول أفضل لإعداد المباني الجديدة لاستهلاك طاقة أقل خاصة مع حتمية تزايد أسعار الوقود غير المتجدد خلال السنوات الخمسين إلى السبعين القادمة من حياة المبنى.

لذلك، وجب التواصل منذ البداية مع صاحب المنزل لتوضيح ضرورة تكامل التصميم الحراري مع المبنى ككل منذ بداية المرحلة التصميمية حتى بلوغ الرسومات التنفيذية والبدء بتنفيذ المبنى في الموقع.

التصميم الحراري

يجب مراعاة تكامل هذه الجوانب التصميمية من البداية:

التصميم المراعي للمناخ

المناخ
التوجيه
توزيع المناطق

(يجب تصميم المبنى ليكون
ذا استتالة أكبر قليلاً على
محور الشرق-غرب)

الغلاف الخارجي للمبنى

العزل الحراري
النوافذ
التحكم بتسرب الهواء
وسائل التظليل
الجسور الحرارية

شكل المبنى وموقعه

مواد العزل الحراري

هناك العديد من مواد العزل الحراري التي تختلف في خواصها الفيزيائية والكيميائية.

ألواح جاسئة

الصوف الصخري
البولستيرين الممدد
البولستيرين المبتوق

ألواح شبه جاسئة

ألواح الصوف الجاسئة
الصخري شبه الجاسئة
البوليوريثين المرن

مواد عازلة عاكسة

غشاء الأمليوم (يتم توجيه السطح اللامع العاكس للحرارة ليقلل طبقة الهواء في التجويف)

مواد سائبة مائلة للفراغات

حببيات البيرلايت السائبة
حببيات البولستيرين السائبة

الصوف الصخري السائبة

الركام الخفيف

خرسانة رغوية عازلة للحرارة

الجانب الجنوبي:

-غرف المعيشة يجب وضعها لمواجهة الجنوب

-النوافذ يجب تكبير مساحتها لاستغلال أشعة الشمس للتدفئة في الشتاء

-وسائل التظليل يجب توفيرها للحماية من أشعة شمس الصيف المباشرة

-الشجر متساقط الأوراق يجب زرعه للاستفادة من أشعة الشمس في الشتاء والحماية منها في الصيف

شمس الشتاء

الجانب الغربي:

يمكن صد الرياح الغربية الباردة بأشجار دائمة الخضرة

شمس الصيف

الشمال

يعتبر العزل الحراري ضرورياً للأسطح الخارجية المكشوفة للهواء الخارجي حين ينشأ فرق في درجات الحرارة بين الداخل والخارج. إن الأسقف المكشوفة من أكثر الأسطح المعرضة للحرارة المباشرة و يتوجب عزلها حرارياً بشكل جيد.

تسرب الهواء يجب التقليل منه عند فتحات الغلاف الخارجي للمبنى

يجب مراعاة شكل المبنى عند التصميم للتقليل من الانتقالية الحرارية. لذا تفضل الأشكال شبه المربعة على الأشكال المستطيلة أو المتدرجة كما أن المباني العمودية أفضل من الأفقية.

عندما لا يتواجد عزل حراري

معدل درجة الحرارة الخارجية = ٩,٨ درجة
معدل درجة الحرارة الخارجية = ٢٣,٨ درجة



فقدان حراري في الشتاء من الداخل إلى الخارج

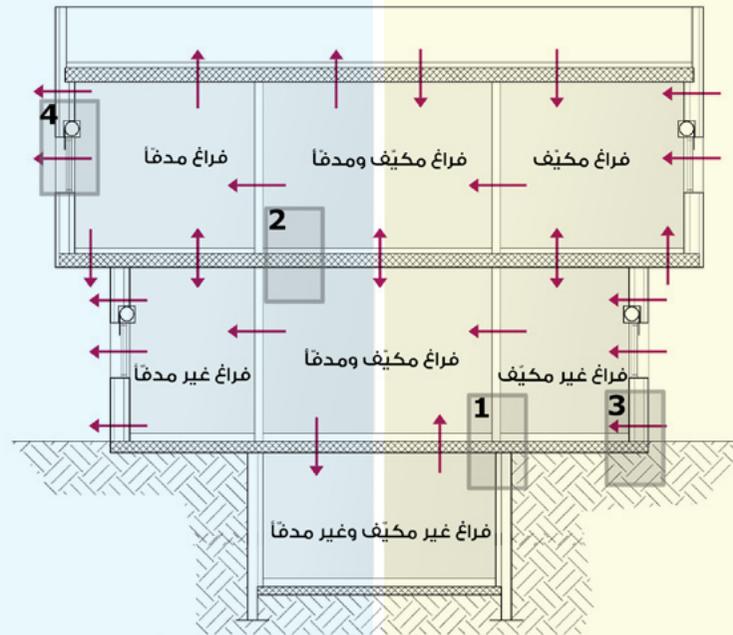
استهلاك طاقة وصرف مال أكثر للتسخين

ارتياح حراري أقل

اكتساب حراري في الصيف من الخارج إلى الداخل

استهلاك طاقة وصرف مال أكثر للتبريد

ارتياح حراري أقل



كيف يمكن تحقيق الارتياح الحراري مع العزل الحراري؟

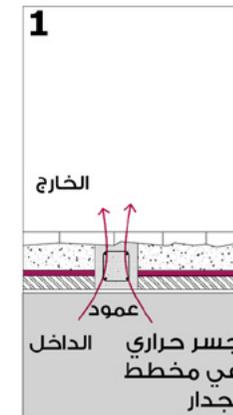
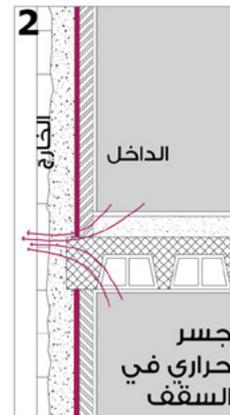
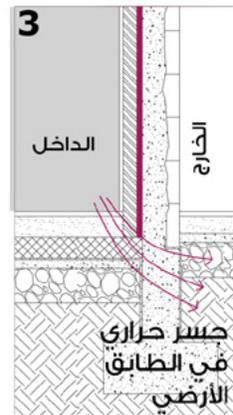
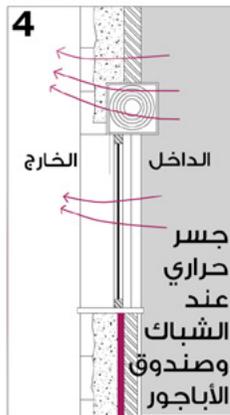
- يجب إحكام إغلاق غلاف المبنى الخارجي مع التقليل من الجسور الحرارية

- يجب التحكم بتسرب الهواء

فكر في العزل الحراري كأنه طبقة محيطة تحمي المبنى وتؤثر على انتقال الحرارة من الداخل إلى الخارج والعكس. يوضح الرسم انتقال الحرارة خلال غلاف المبنى حيث يوجد فرق في درجات الحرارة الداخلية والخارجية

لم العزل الحراري؟

الالتزام بكودة العزل الحراري... يؤدي إلى توفير في الفاتورة السنوية للتبريد والتسخين بما يعادل ٥٠%!



توضح المقاطع التالية ٤،٣،٢،١ تشكل جسور حرارية عند تعرض تلك المواضع التي تفتقد إلى العزل الحراري لفقدان حراري عال يزيد عن ذلك الحاصل من الأجزاء المجاورة لها ذات موصلية حرارية مختلفة.

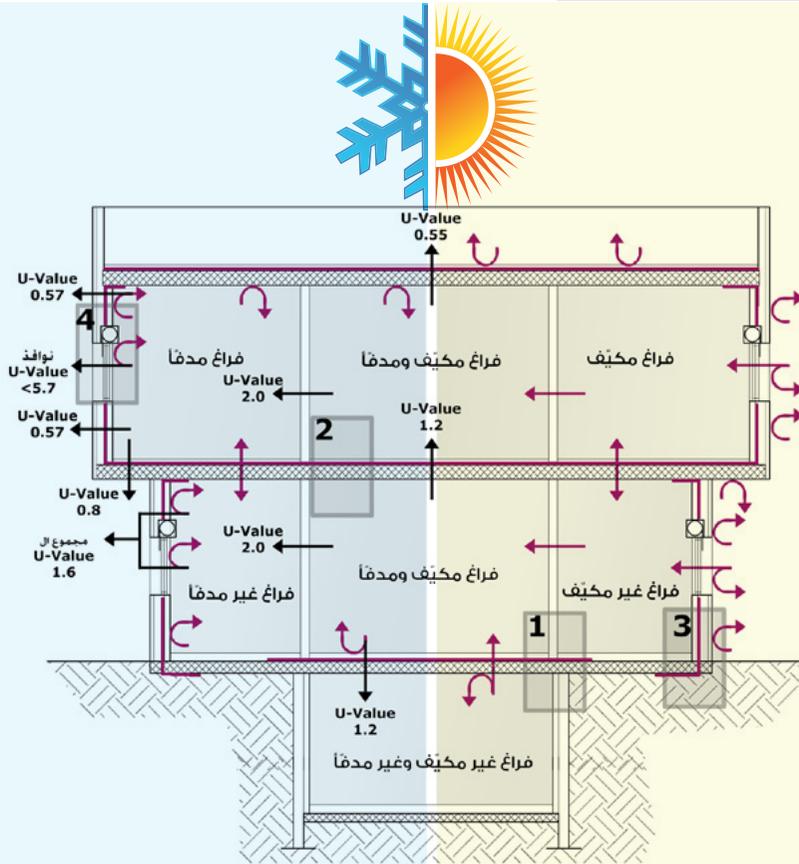
عند تركيب العزل الحراري

ولكن كيف يمكننا تحقيق فوائد العزل الحراري؟

من خلال الالتزام وتحسين القيم الدنيا ل U Value "معامل الانتقال الحراري" المذكورة في كودة العزل الحراري والتجنب التام للجسور الحرارية، كما يتضح في الرسم المقابل

إذاً ما هو المقطع الأنسب للجدار والسقف والزجاج؟

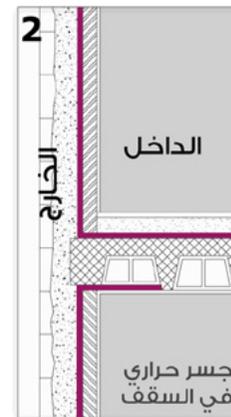
انظر في الصفحات التالية الموضحة للعديد من المقاطع في غلاف المبنى الخارجي بالإضافة إلى قيم أدائها الحراري



فوائد العزل الحراري

- يتحسن الارتياح الحراري بتوفيره مكاناً صحياً للعيش
- يتم توفير في استهلاك الطاقة وتكاليف التبريد والتسخين
- يتم التقليل من مشاكل التكاثف على الأسطح الداخلية والتي تسبب العفن
- يتحقق العزل الصوتي مع العزل الحراري

تذكر، كلما قلت قيمة ال U Value "معامل الانتقال الحراري" زادت كفاءة العزل الحراري!



توضح المقاطع التالية ٤.٣.٢.١ مواضع جسور حرارية محتملة تم التعامل معها للتقليل منها وتفاديها

قيم ال U Value "معامل الانتقال الحراري" للجدران الخارجية (W/m².k)

| الخارج | الداخل | الخارج | الداخل | الخارج | الداخل | الخارج | الداخل | الخارج | الداخل |
|-----------------------|--------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------|
| مقاومة الهواء الداخلي | قضارة ٢.٥ سم | طوب خرساني مفرغ | بولستيرين مبثوق | اسم ٥ سم | جدار خرساني ٥ اسم | حجر ٥ سم | مقاومة الهواء الخارجي | السماكة الكلية = ٣٧.٥ سم | |
| مقاومة الهواء الداخلي | قضارة ٢.٥ سم | طوب خرساني مفرغ | بولستيرين مبثوق | اسم ٣ سم | جدار خرساني ٥ اسم | حجر ٥ سم | مقاومة الهواء الخارجي | السماكة الكلية = ٣٥.٥ سم | |
| مقاومة الهواء الداخلي | قضارة ٢.٥ سم | طوب خرساني مفرغ | بولستيرين ممدد | اسم ٣ سم | جدار خرساني ٥ اسم | حجر ٥ سم | مقاومة الهواء الخارجي | السماكة الكلية = ٣٥.٥ سم | |
| مقاومة الهواء الداخلي | قضارة ٢.٥ سم | طوب خرساني مفرغ | تجويف هوائي ٥ سم | جدار خرساني ٥ اسم | حجر ٥ سم | مقاومة الهواء الخارجي | السماكة الكلية = ٣٧.٥ سم | | |
| مقاومة الهواء الداخلي | قضارة ٢.٥ سم | طوب خرساني مفرغ | جدار خرساني ٥ اسم | حجر ٥ سم | مقاومة الهواء الخارجي | السماكة الكلية = ٣٢.٥ سم | | | |

المواد

U Value=0.45

U Value=0.57

U Value=0.66

U Value=0.72

U Value=1.71

U Value=2.11

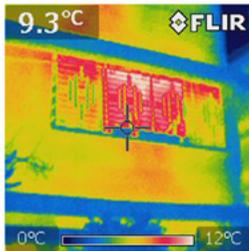
| جيد | مقبول (الزامي) | رديء | رديء | رديء للغاية | غير مقبول |
|--|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ✓ يفوق المتطلبات الدنيا في الكودة | يققق متطلبات كودة العزل الحراري الأردنية | أقل من المتطلبات الدنيا في الكودة |
| كما هو في دليل المباني الخضراء الأردني | | | | | |

الأداء الحراري

يزداد التوفير في استهلاك الطاقة كلما قلت قيمة ال U Value

الطاقة

مساحات النوافذ يمكن أن تزداد كلما قلت U Values



تعتبر النوافذ مصدراً لتسرب الحرارة، لذا ليس من الكافي اختيار النوع المناسب من الزجاج ولكن يرافق ذلك أيضاً نوع الإطار ومواد الفواصل للإغلاق التي تقلل من تسرب الهواء

يجب إحكام إغلاق كل غلاف المبنى الخارجي عند:

- الفواصل ما بين الجدران وفتحات الأبواب/الشبابيك
- اختراقات تمديدات ميكانيكية/كهربائية
- صناديق الأراجور

افتراضات U Values

طول محيط الالتقاء ما بين الزجاج والإطار هو ٤م | مع إطار خشبي/ بلاستيكي: 30% إطار، 70% زجاج
مع إطار معدني/ ألمنيوم: 20% إطار، 80% زجاج

اختيار النوافذ ذات ال U Value المنخفضة يجب أن تدرس مساحتها بالنسبة إلى المساحة الكلية للجدران

| نوع النافذة | U Value | النسبة القصوى لمساحة الزجاج- |
|--|---------|------------------------------|
| نوافذ ذات إطار معدني (ألمنيوم) - زجاج مفرد | 5.7 | 20.1% |
| نوافذ ذات إطار معدني (ألمنيوم) - زجاج مزدوج فراغ ٦مم | 3.4 | 36.4% |

* أخذت المساحات من كودة المباني الموفرة للطاقة صفحة (٢-١٣)

معامل الكسب الشمسي يوضح مقدار نفاذية الطاقة الشمسية عبر النافذة

قيم ال U Value "معامل الانتقال الحراري" للنوافذ (W/m².k)

| المواد | الأداء الحراري | معامل الكسب الشمسي |
|--|---|---|
| <p>زجاج مفرد</p> <p>زجاج شفاف ٦مم</p> <p>السماكة الكلية = ٦مم</p> <p>مع إطار خشبي/ ألمنيوم</p> <p>مع إطار معدني/ ألمنيوم</p> <p>5.7 = U Value = 4.8</p> <p>مقبول</p> <p>يحقق المتطلبات الدنيا في كودة العزل الحراري</p> <p>زجاج شفاف</p> <p>0.39</p> | <p>زجاج مزدوج</p> <p>زجاج شفاف ٦مم</p> <p>فراغ ٢مم</p> <p>زجاج شفاف ٦مم</p> <p>السماكة الكلية = ٤مم</p> <p>مع إطار خشبي/ بلاستيكي</p> <p>مع إطار معدني/ ألمنيوم</p> <p>3.4 = U Value = 2.8</p> <p>جيد</p> <p>يفوق المتطلبات الدنيا في الكودة</p> <p>زجاج شفاف</p> <p>0.24</p> | <p>زجاج مزدوج مع شريط العازل منبتعائية</p> <p>طبقة عازلة منخفضة الابتعائية على وجه ٢ أو ٣ لزجاج ٦مم</p> <p>فراغ ٢مم</p> <p>زجاج شفاف ٦مم</p> <p>السماكة الكلية = ٤مم</p> <p>مع إطار خشبي/ بلاستيكي</p> <p>مع إطار معدني/ ألمنيوم</p> <p>2.8 = U Value = 2.3</p> <p>جيد جداً</p> <p>يفوق المتطلبات الدنيا في الكودة</p> <p>زجاج شفاف</p> <p>0.15</p> |
| | | <p>زاوية سقوط الشمس</p> <p>معامل الكسب الشمسي</p> <p>40 60 80</p> |
| | | <p>0.36</p> <p>0.59</p> <p>0.72</p> |
| | | <p>0.41</p> <p>0.66</p> <p>0.79</p> |

نصائح

من التحديات التي يواجهها المهندس المصمم والمطور العقاري المفهوم السائد الخاطئ من أن بناء وتصميم مبنى كفو في استهلاك الطاقة يزيد من التكلفة المبدئية للمبنى. ومن التحديات الأخرى عدم وجود وعي كاف لأهمية تكامل التصميم الحراري الكفو مع التصميم الكامل للمبنى. ذلك أن كفاءة المبنى الحرارية هي من المتطلبات الإلزامية في قانون البناء الوطني الأردني وكودة المباني الموفرة للطاقة وكودة العزل الحراري. ما يلي بعض الإرشادات التي يجب مراعاتها عند تصميم المبنى وتنفيذه:

- كن واعياً بأهمية التصميم الحراري الكفو للمنزل والذي سيجرم كتوفير في الطاقة والفواتير على صاحب المنزل حيث بإمكانك إيضاح هذه المعلومات للعميل كترويج ذي أثر بيئي إيجابي على جميع الأطراف.
- التزم بما ورد في الكودات الأردنية كحد أدنى بما يخص التصميم الحراري كما هو مذكور في قانون البناء الوطني الأردني وكودة المباني الموفرة للطاقة وكودة العزل الحراري.
- صمم العزل الحراري ليكون جزءاً من المبنى في بداية التصميم مع الالتزام بالمتطلبات الإلزامية لكودة العزل الحراري.

و من البنود المقتبسة من كودة العزل الحراري وكودة المباني الموفرة للطاقة التي يجب الالتزام بها من قبل المخطب الهندسي خلال مراحل المشروع هي:

- a. يجب تطبيق العزل الحراري في جميع السقوف /الأرضيات التي تتوسط أي جزأين في مبنى واحد يجري تدفئة / تكييف كل منها في مصدر طاقة منفصل عن الآخر. (1/2/5) كودة العزل الحراري
- b. يجب تطبيق العزل الحراري في جميع الأرضيات الواقعة فوق أجزاء أو تسويات غير مدفأة / أو مكيفة. (1/2/5) كودة العزل الحراري
- c. يجب أن تحتوي المخططات على تفاصيل هندسية/معمارية تبين كيفية العزل الحراري في المواضع التي قد ينشأ عندها فقدان حراري. (3/2/5) كودة العزل الحراري
- d. يفضل أن تكون الغرف المخصصة لأجهزة ومعدات التدفئة والتكييف داخل غلاف المبنى غير منفصلة عن المبنى وذلك بهدف توفير الطاقة. (6/7/2) كودة المباني الموفرة للطاقة
- e. الالتزام خلال مرحلة التنفيذ بالتفاصيل المعمارية التي تحتوي عليها مخططات التصميم التي تشمل على العزل الحراري للمواضع التي تتشكل فيها فقدان حراري. حيث تقع المسؤولية في ذلك على الأشراف الهندسي. (3/2/5) كودة العزل الحراري

- f. يجب إحكام إغلاق ما يلي: (7/4/2) كودة المباني الموفرة للطاقة
- الفواصل التي تحيط بالفتحات المعمارية وهياكل الأبواب الخارجية.
 - نقاط الالتقاء بين الجدران والأساسات والفتحات الموجودة بين الجدران والأسقف.
 - الاختراقات المنفذ فيها خدمات المباني (من أنابيب صرف صحي، وكوابل كهرباء ومحاري الهواء ...الخ) الموجودة خلال الأسقف والجدران والأرضيات الخارجية.
 - السدائل (الأباجورات) الخارجية وصناديقها.

- يمكنك التميز في مجال تصميم المنازل والإسكانات بتوجهك اتجاهها بيئياً مراعيلاً لاعتبارات الاستدامة في المباني لشريحة متزايدة من العملاء المهتمين.
- يجب على المهندس المشرف أن يتأكد من التركيب السليم المطابق للتصميم والتزامه بمتطلبات كودة العزل الحراري



وفر البروشور الملحق عن «حقائق ونصائح حول العزل الحراري» لعملائك

مشروع توفير المياه والطاقة من خلال التصميم والبناء

تم تحضير هذه المادة من قبل المجلس الأردني للأبنية الخضراء وذلك كجزء من المنحة المقدمة من مشروع الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية للتحفيز في مجالات المياه والطاقة والبيئة ضمن مشروع توفير المياه والطاقة من خلال التصميم والبناء.

لمزيد من المعلومات، الرجاء الاتصال على الخط الساخن

٠٧٨٥٧٨٥٧٨٧ - ٠٧٧٥٠٨٥٧٨٧ - ٠٧٩٥٦٨٥٧٨٧

من الأحد إلى الخميس

من الساعة ٩-٣ بعد الظهر

المجلس الأردني للأبنية الخضراء

أم أذينة - الدوار السادس

شارع إبراهيم الغزلاني - مبنى رقم ٤٤

عمان - الأردن

www.facebook.com/Wesmartjo

wesmartjo@jordangbc.org

www.jordangbc.org/Wesmartjo