١- يلزم فى الجو البارد الاستفادة لأكبر درجة ممكنة من الإشعاع الشمسى نهارًا باختيار التصميم والاتجاه المناسبين للبيت والغطاء المنفذ لأكبر نسبة من أشعة الشمس كما يفضل أن يكون العضو غير منفذ للأشعة تحت الحمراء للاحتفاظ بها داخل البيت ليلا ونهارًا

٢ - يلزم فى الجو الحار الصحو خفض نفاذية غطاء البيت للإشعاع الشمسى، كما يفضل أن يكون الغطاء منفذًا للأشعة تحت الحمراء ليتم التخلص من الحرارة المكتسبة أولاً بأول

٣- أما فى الجو المعتدل نهارًا المائل للبرودة ليلاً (كما هى الحال فى فصل الشتاء فى المناطق المعتدلة)، فإنه يفضل أن يكون غطاء البيت غير منفذ للأشعة تحت الحمراء، حتى يمكن الاستفادة من هذه الأشعة ليلاً فى رفع درجة حرارة البيت عن الجو الخارجى بنحو ٢-٣ درجات، دون الحاجة إلى عملية التدفئة الصناعية التى تكون — عادة — غير اقتصادية فى مثل هذه المناطق

وقد سبقت لنا مناقشة موضوع نفاذية الأنواع المختلفة من الأغطية للأشعة تحت الحمراء فى الفصل السابق. وذكرنا أن أغطية الزجاج والبولى فينايل كلورايد (سمك ٣٢٥ ميكرونًا) تعد غير منفذة. بينما تعتبر أغطية الفيبرجلاس، والبوليستر والبولى فينايل كلورايد (سمك ٧٥ ميكرونًا) قليلة النفاذية وتعتبر أغطية البوليثيلين هى الوحيدة المنفذة للأشعة تحت الحمراء وعلى الرغم من ذلك فإن هذه الأغطية يشيع استخدامها فى المناطق المعتدلة، لكن من حسن الحظ أن هذه الأغطية غالبا ما تكون مغطاة من الداخل ليلاً بطبقة من قطرات الماء المتكثفة. والتى تمنع الفقد الحرارى بالإشعاع، نظرًا لأن الماء غير منفذ للأشعة تحت الحمراء

ونظرًا لأهمية هذا الموضوع . فإننا نلقى عليه مزيدًا من الضوء تحت العنوان التالى.

تأثير نوع الغطاء على الفقد الحرارى من البيوت المحمية

يبين جدول (٣-١) الفقد الحرارى المتوقع من البيوت المدفأة المغطاة بمختلف أنواع

الأغطية كما يمكن الاستفادة من الجدول نفسه فى تقدير إمكانية التخلص من الحرارة المكتسبة من الجو الخارجى نهارًا فى البيوت المبردة

جدول (٣-١): الفقد الحرارى المتوقع من البيوت المدفأة المغطاة بمختلف أنواع الأغطية (Nelson ١٩٨٥).

نوع الغطاء	الفقد الحرارى بالانتقال[أ] (Btu/قدم٢)	الفقد الحرارى بالتسرب[ب] (عدد مرات تغير الهواء/ساعة)	الفقد الحرارى بالإشعاع (% من الفقد الكلى)
الزجاج	١,١٣	٢	٤,٤
الفيبرجلاس	١,٠٠-٠,٩٥	١	١,٠
البوليستر (Mylar)	١,٠٥	—	١٦,٢
البوليثيلين:			
طبقة واحدة	١,٢٠	صفر	٧٠,٨
طبقتان	٠,٧٠	صفر	—
طبقة واحدة بها خلايا هوائية بقطر ٣/١٠ بوصة	٠,٦٠	—	—

(أ) يعبر عن الحرارة المفقودة بالوحدات الحرارية البريطانية التى تنتقل من خلال قدم مربع من الغطاء فى الساعة عندما تكون الحرارة الخارجية أقل من الداخلية بدرجة فهرنهيتية واحدة.

(ب) يحدث الفقد بالتسرب من خلال المسافات بين أجزاء الغطاء، ويعبر عنها بعدد مرات تغير هواء البيت فى الساعة

ويتضح من الجدول أن هواء البيت يتغير بالكامل — وفى غياب أية تهوية — بمعدل مرتين فى الساعة فى البيوت الزجاجية. ويصاحب ذلك فقد كبير للحرارة بالتسرب تلى ذلك بيوت الفيبرجلاس التى يكون الفقد فيها بالتسرب نصف ما فى البيوت الزجاجية. أما البيوت المغطاة برقائق البلاستيك. فلا يحدث فيها أى فقد بالتسرب، نظرًا لأنها تكون محكمة الإغلاق.

هذا إلا أن تقديرات أخرى تشير إلى أن معدل تغير هواء البيوت فى الساعة يبلغ

٥ ٠-١ ٠ مرة فى البيوت المغطاة بطبقتين من رقائق البولیثیلین، و ٠,٧٥-١,٥ مرة فى بيوت الفيبرجلاس والبيوت الزجاجية الحديثة الإنشاء، و ١-٢ مرة فى البيوت الزجاجية القديمة التى مازالت فى حالة جيدة. و ٢-٤ مرات فى البيوت الزجاجية القديمة التى لم تعد فى حالة جيدة

ويبلغ أعلى فقد بالانتقال فى حالة أغطية البولیثیلین، تليها الأغطية الزجاجية، فالبوليستر. فأغطية الفيبرجلاس وجميعها متقاربة، لكن معدل الفقد بالانتقال ينخفض كثيرا عند استعمال طبقتين من البولیثیلین العادى. أو عند استعمال طبقة واحدة بها خلايا هوائية بقطر ٣/٤ بوصة

وكما هو متوقع فإن النسبة المئوية للفقد الحرارى بالإشعاع تبلغ أقصاها فى البيوت المغطاة بالبولیثیلین، وتقل كثيرًا فى البيوت المغطاة بالبوليستر، وتكون منخفضة للغاية فى البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس.

ونظرًا للارتفاع الكبير فى تكلفة التدفئة فى البيوت المحمية، فقد اتجهت الدراسات نحو إنتاج أنواع من الأغطية تقلل الفقد الحرارى من البيوت المدفأة إلى أدنى مستوى ممكن. ويبين جدول (٣ ٢) مقارنة بين الأغطية التقليدية (طبقة واحدة من الزجاج، أو الفيبرجلاس. أو البولیثیلین) وعدد من الأغطية الأخرى الحديثة فى مقدار الفقد الحرارى الذى يحدث من خلالها

يتضح من الجدول أن أكثر أنواع الأغطية كفاءة فى تقليل الفقد الحرارى هو الغطاء المكون من ثلاث طبقات من الزجاج. تفصل بين كل طبقتين منها مسافة ٦ مم، يليها استعمال غطاء أكريلكى Acrylic ذى طبقتين بسمك ١٦ مم، أو غطاء من البولى كربونات Polycarbonate ذى طبقتين بسمك ١٦ مم. وبالمقارنة .. فإن أقل أنواع الأغطية كفاءة فى تقليل الفقد الحرارى هو غطاء الفيبرجلاس، فغطاء البولیثیلین من طبقة واحدة بسمك يتراوح بين ٥٠ ميكرونًا و ١٥٠ ميكرونًا، فغطاء الزجاج العادى المكون من طبقة واحدة أما باقى الأغطية المذكورة فى الجدول، فإنها تعد وسطًا فى هذا الشأن

جدول (٣-٢): الفقد الحرارى من مختلف أنواع أغطية البيوت المحمية

نوع الغطاء	الفقد الحرارى (U)[أ] Btu	W	الفقد بالإشعاع (% من الفقد الكلى)
الزجاج			
طبقة واحدة	١,١٣	٦,٤٠	٤,٤
طبقتان يفصل بينهما مسافة ٦ مم	٠,٦٥	٣,٦٨	
ثلاث طبقات يفصل بين كل منها مسافة ٦ مم	٠,٤٧	٢,٦٦	
البولى فينايل كلورايد	٠,٩٢	٥,٢١	
الفيبرجلاس	١,٢٠	٦,٨٠	١,٠
الأكريلك			
طبقة واحدة بسمك ٣ مم	١,٠٠	٥,٦٧	
طبقتان بسمك ١٦ مم	٠,٥٨	٣,٢٩	
طبقتان بسمك ٨ مم	٠,٦٤	٣,٦٣	
النيوكلوبوتات			
طبقتان بسمك ١٦ مم	٠,٥٨	٣,٢٩	
طبقتان بسمك ٦,٥ مم	٠,٦٩	٣,٩١	
البوليثيلين			
طبقة واحدة بسمك ٥٠-١٥٠ ميكرونًا	١,١٥	٦,٥٢	٧٠,٨
طبقتان	٠,٧٠	٣,٩٧	
البوليستر (ميلار Mylar)	١,٠٥	٥,٩٥	١٦,٢
البولى فينايل فلورايد			
طبقة واحدة			٣٠,٠
طبقتان	٠,٧٦	٤,٣١	

(أ) U هى مجموع الفقد الحرارى الناتج من التوصيل والإشعاع، وتقدر إما بالـ Btu لكل قدم مربع/ساعة/فرق درجة واحدة فهرنهيتية بين الحرارة داخل وخارج البيت، أو بالـ W لكل متر مربع/ساعة/فرق درجة واحدة مئوية بين الحرارة داخل وخارج البيت.

حسابات الفقد الحرارى

يلزم لأجل تصميم قُدرة نُظم التدفئة فى البيوت المحمية تقدير الفقد الحرارى المتوقع فى أكثر فترات الشتاء برودة. ولحساب ذلك نأخذ فى الحسبان عاملين رئيسيين، هما: الفقد من خلال أغطية البيوت المحمية. والفقد الذى يحدث بالتسرب.