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.

يمكن بتطبيق المعادلة التالية تقدير الفقد فى الطاقة الذى يحدث من خلال مادة الغطاء من الحرارة العالية بداخل البيت المحمى إلى الحرارة الأقل فى الخارج، كما يلى

$$Q_c = UA(T_i - T_o)$$

حيث إن

Q_c = الفقد الحرارى الكلى بالتوصيل بالوحدات الحرارية البريطانية Btu/ساعة

U = معامل النقل الحرارى العام بالـ Btu/قدم^2 لكل درجة واحدة فهرنهيتية فى الساعة

A = المساحة الكلية المعرضة للجو الخارجى من السقف والجدران بالقدم المربع

T_i = درجة الحرارة الداخلية للصوبة بالفهرنهيت.

T_o = درجة الحرارة الخارجية بالفهرنهيت.

وعلى الرغم من أن الطاقة تنتقل خلال مادة غطاء البيوت المحمية بالتوصيل، فإن الانتقال الحقيقى للطاقة من السطح الخارجى للصوبة إلى البيئة الخارجية تتضمن خليط معقد من عمليات التوصيل والحمل والإشعاع وتبسط المعادلة السابقة طريقة التقدير باستعمال معامل عام للنقل الحرارى (U) – تم حسابه لمختلف أنواع أغطية لبيوت المحمية – يُكامل بين عمليات تبادل الطاقة ويدمج بينها.

وقد قدر معامل النقل الحرارى العام (بالـ Btu/قدم^2 لكل درجة فهرنهيتية واحدة فى الساعة) لبعض أنواع الأغطية، كما يلى:

مادة الغطاء	معامل النقل الحرارى العام (U)
الزجاج	
طبقة واحدة	١,١
طبقتين بينهما مسافة ١,٢٥ سم	٠,٧
أغشية البولثيليس	
طبقة واحدة	١,١
طبقتان منفصلتان	٠,٧

مادة الغطاء	معامل النقل الحرارى العام (U)
الليف الزجاجى (فيرجلاس)	١,٠
الأكريلك acrylic المزدوج	٠,٦

وتُستعمل المعادلة التالية لتقدير الحرارة التى تفقد بالتسرب عند تبادل الهواء:

$$Q_i = 0.02\ VC\ (T_i - T_o)$$

حيث إن:

Q_i = الفقد الحرارى الكلى بالتوصيل بالوحدات الحرارية البريطانية فى الساعة.

V = حجم البيت المحمى بالقدم المكعب.

A = إجمالى المسطح المعرض للجو الخارجى من السقف والجدرن بالقدم المربع.

T_i = درجة الحرارة الداخلية للصوبة بالفهرنهيت.

T = درجة الحرارة الخارجية بالفهرنيت.

أما القيمة 0.02 فى المعادلة فهى معامل تحويل بوحدات حرارية بريطانية لكل قدم^3 بالفهرنهيت تأخذ فى الاعتبار قدرة وحدة الحجم من الهواء على الاحتفاظ بالطاقة. أما العامل الأساسى فى هذه المعادلة فهو القيمة C، وهى عدد مرات تبادل الهواء بين داخل البيت المحمى وخارجه بالتسرب، والتى تختلف بحسب مادة الغطاء والحالة العامة للصوبة، كما يلى:

نوع الغطاء وحالة البيت المحمى	عدد مرات تبادل الهواء/ساعة
البيوت الجديدة:	
الزجاج والفيبرجلاس	١,٥-٠,٧٥
طبقتان من البولييثيلين	٢,٠-١,٥
البيوت القديمة	
الزجاج – حالة جيدة	٢,٠-١,٠
الزجاج حالة سيئة	٤,٠-٢,٠

تتضمن كلتا المعادلتين مكونات تعتمد على حجم البيت المحمى. ونظرًا لأن الفقد

الحرارى بالتوصيل يحدث من خلال الحوائط والأسقف، فإن الفقد الحرارى الكلى يزداد بزيادة مساحة الأسطح كذلك فإن لتسرب العدى المرتبط بتراكيب معينة للبيوت المحمية يرتبط – مباشرة – بمساحة الأسطح والحجم

وفى كلتا الحالتين يكون من المفيد تقليل مساحة أسطح الصوبة نسبة إلى مساحة الأرض التى يمكن أن ينمو عليها المحصول وهذا هو السبب فى كون البيوت المتصلة معًا gutter-connected أكثر كفاءة فى استهلاك الطاقة عن البيوت المفردة

كذلك تعتمد حسابات الفقد الحرارى فى كلتا المعادلتين على الفرق بين درجة حرارة البيت ودرجة الحرارة الخارجية، ويجب تخير قيمتا. (T_i) بحيث تمثل أقل حرارة داخل البيت يمكن أن يتحملها المحصول المزمع زراعته. و (T_o) بحيث تمثل أقل حرارة خارجية شتاء يمكن توقعها بالنسبة للمنطقة التى تقع فيها الصوبة

طريقة حساب احتياجات التدفئة

تستخدم المعادلة التالية لحساب الاحتياجات الحرارية اللازمة لتدفئة البيوت المحمية بالوحدات الحرارية البريطانية فى الساعة

$$H = [A_1 + (A_2 \times R)] \times T \times G \times W \times C$$

حيث إن

H = احتياجات التدفئة مقدرة بالوحدات الحرارية البريطانية فى الساعة.

A_1 = مساحة غطاء البيت بالقدم المربع

A_2 = مساحة جدران البيت المصنوعة من مواد أخرى غير مادة الغطاء.

R = مقاومة مادة جدران البيت (غير الغطاء) لتوصيل الحرارة (معبرًا عنها، بالمقارنة بتوصيل الحرارة فى مادة الغطاء) ويوضح جدول (٣-٣) قيمة R حسب المادة التى تصنع منها جدران البيت

T = أكبر فرق متوقع فى درجة الحرارة بين خارج البيت وداخله بالفهرنهيت

G = معامل التوصيل الحرارى للغطاء حسب أكبر فرق متوقع فى درجة الحرارة بين