المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

دليل صاحب المنزل
لكفاءة الطاقة

تأليف

جون كريغر
كريس دورسي

ترجمة

د. محمد إسماعيل الوديان

دليل
التحسينات الصغيرة والكبيرة

الرياض
١٤٣٤هـ - ٢٠١٣م

www.j4know.com

www.j4know.com

www.j4know.com

المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

دليل صاحب المنزل
لكفاءة الطاقة

تأليف

جون كريغر
كريس دورسي

ترجمة

د. محمد إسماعيل الوديان

دليل
التحسينات الصغيرة والكبيرة

الرياض
١٤٣٤هـ - ٢٠١٣م

www.j4know.com

ح مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ١٤٣٣هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

كريغر ، جون

دليل صاحب المنزل لكفاءة الطاقة دليل التحسينات الصغيرة والكبيرة. / جون كريغر ؛ كريس دورسي ؛ محمد اسماعيل الوديان .- الرياض ، ١٤٣٣هـ

ص ؛ ٢٤ سم

ردمك: ١-٥٠-٨٠٤٩ - ٦٠٣ -٩٧٨

١- الطاقة - ترشيد الاستهلاك ٢- الادلة أ. دورسي، كريس (مؤلف مشارك) ب. الوديان ، محمد اسماعيل (مترجم) ج. العنوان

ديوي ٣٣٣ ١٤٣٣ / ٩٥٩٨

رقم الإيداع : ٩٥٩٨ / ١٤٣٣

ردمك: ١-٥٠-٨٠٤٩ - ٦٠٣ -٩٧٨

جميع الحقوق محفوظة

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
ص.ب. 6086 الرياض 11442
المملكة العربية السعودية
هاتف : 4883444 - 4883555 فاكس : 4883756
الموقع الالكتروني: www.kacst.edu.sa
المكتبة الالكترونية: kacst.edu.sa/ar/about/publications
البريد الالكتروني: awareness@kacst.edu.sa

عنوان الكتاب : The Homeowners Handbook to Energy Efficiency –a guide to big and small improvements.
المؤلف: John Krigger
Chris Dorsi

الناشر: SATUR
سنة النشر: 2008
ردمك:
ISBN:10:1-880120-18-6
ISBN:13:978-1-880120-18-7

www.j4know.com

www.j4know.com

www.j4know.com

المحتويات

تقديم ١٣

مقدمة المترجم ١٥

مقدمة المؤلفان ١٩

الباب الأول – إعداد خطة لتحسين كفاءة الطاقة في المترل

استهلاك الطاقة مقابل الانبعاثات الكربونية..... ٢٣

الطاقة المستهلكة والمتانة ٢٥

إعداد خطة للمترل..... ٢٧

التحسينات الكبيرة (مرتفعة التكلفة) مقابل الصغيرة (قليلة التكلفة)..... ٢٧

كيف تستخدم هذا الكتاب..... ٢٩

تحليل استهلاكك من الطاقة ٣٠

تحليل فاتورة الطاقة الخاصة بالمترل..... ٣٥

الحمل الأساس مقابل الاستهلاك الموسمي..... ٣٧

عمليات تدقيق الطاقة المترلية..... ٤٦

وضع أهداف لمترلك..... ٤٨

عشر طرق مضمونة لتحسين كفاءة الطاقة..... ٥٠

الباب الثاني – الإنارة والأجهزة المترلية

تقييم إنارة وأجهزة المترل..... ٥٥

أساسيات الإنارة ٥٧

أنواع الإنارة ٥٨

www.j4know.com

الإنارة الخارجية ٦٢
تركيب أجهزة التحكم بالإنارة ٦٤
أساسيات الأجهزة المترلية..... ٦٥
استبدال الأجهزة المترلية ٧٠
الخلاصة ٧٤

الباب الثالث – تسخين المياه

تقييم كفاءة سخان المياه المترلي..... ٧٧
أساسيات تسخين المياه..... ٧٨
تغيير عاداتك المتعلقة بتسخين المياه ٧٩
التحسينات البسيطة..... ٨٠
استبدال سخانات المياه..... ٨٩
تسخين المياه بالطاقة الشمسية..... ٩٦
الخلاصة ١٠١

الباب الرابع – الخطوات الأولى لتخفيض استهلاك أنظمة التدفئة والتكييف

تقييم مستوى الراحة في المترل..... ١٠٣
أساسيات الراحة: عوامل الراحة في المترل ١٠٤
تغيير العادات المتعلقة بضبط درجة الحرارة في المترل ١١١
تدوير الهواء للراحة في الصيف ١١٦
التهوية بالهواء الخارجي..... ١١٨
تظليل النوافذ للراحة في الصيف..... ١٢٦

www.j4know.com

تحسين عاكسية السطح (السقف) الخارجي ١٣٣
الصيانة البسيطة لفرن التدفئة ١٣٨
الصيانة البسيطة لمكيف الهواء ١٤٠
الخلاصة ١٤٣

الباب الخامس – تنسيق الحديقة المترلية لرفع كفاءة الطاقة

تقييم حديقة المترل ١٤٥
أساسيات الحدائق المترلية ١٤٦
الأقاليم المناخية ١٥٠
التظليل ١٥٣
الحماية من الرياح ١٥٦
تخطيط الحديقة المترلية لتخفيض استهلاك الطاقة ١٥٧
اختيار الأشجار والشجيرات ١٦٠
زراعة الأشجار والشجيرات ١٦٥
العناية بالأشجار ١٦٨
الخلاصة ١٧٠

الباب السادس – تحديد وإغلاق أماكن تسرب الهواء

تقييم تسرب الهواء في المترل ١٧٠
أساسيات تسرب الهواء ١٧٢
فحص تسرب الهواء باستخدام مروحة الباب ١٧٦
المواد المستخدمة في إغلاق أماكن تسرب الهواء ١٨٠

www.j4know.com

استراتيجيات إغلاق أماكن تسرب الهواء ١٨٢
الخلاصة ١٩١

الباب السابع – العزل الحراري

تقييم العزل الحراري للمنزل ١٩٣
أساسيات العزل الحراري ١٩٣
كيف تقيس العزل الحراري لمنزلك ١٩٧
أنواع العزل الحراري..... ٢٠٢
العزل الحراري للعليّة والسقف الخارجي ٢١٢
تنفيذ العزل الحراري في العليات المفتوحة..... ٢١٩
العزل الحراري لتجويف السقف الخارجي ٢٢٤
تحديث العزل الحراري للجدران..... ٢٢٦
العزل الحراري للأساسات والأرضيات ٢٣٢
الخلاصة ٢٤٢

الباب الثامن – النوافذ والأبواب

تقييم نوافذ وأبواب المنزل ٢٤٣
أساسيات النوافذ ٢٤٤
فهم تصنيفات النوافذ ٢٤٨
النوافذ: تحسين أم استبدال؟..... ٢٥٢
أهمية نوافذ الحماية من عوامل الطقس ٢٥٣
تصليح النوافذ وتحديثها ٢٥٥

www.j4know.com

العزل الحراري للمظلات والستائر ٢٥٨
خيارات استبدال النوافذ ٢٥٩
استبدال النوافذ ٢٦٢
تحسين كفاءة الأبواب ٢٦٩
الخلاصة ٢٧٥

الباب التاسع – أنظمة التكييف المترلية

تقييم كفاءة نظام التكييف في المترل ٢٧٧
أساسيات نظام التكييف ٢٧٨
الصيانة الدورية المتخصصة لأنظمة التكييف ٢٨٣
استبدال مكيفات الهواء المركزية ٢٩٠
مكيفات الغرفة (النافذة) ٢٩٢
المكيفات الصحراوية (التبخيرية) ٢٩٥
الخلاصة ٣٠٣

الباب العاشر – أنظمة التدفئة المترلية

تقييم كفاءة نظام التدفئة في المترل ٣٠٥
أساسيات نظام التدفئة ٣٠٧
أساسيات نظام مجاري الهواء ٣١٢
الصيانة الدورية المتخصصة لأنظمة التدفئة ٣١٣
التدفق غير الكافي في مجاري الهواء ٣١٦
تحسين كفاءة مجاري الهواء ٣١٦

www.j4know.com

استبدال نظام التدفئة ٣٢٤
المدافئ المكانية والتدفئة المناطقية ٣٢٧
أنظمة التدفئة المستقبلية ٣٣٥
الخلاصة ٣٣٧

الباب الحادي عشر – الأنظمة الشمسية الكهروضوئية

تقييم إمكانية استفادة المترل من الأنظمة الكهروضوئية ٣٣٩
وجهة نظر في الأنظمة الكهروضوئية ٣٤٠
اقتصاديات الأنظمة الكهروضوئية ٣٤٢
مكونات الأنظمة الكهروضوئية ٣٤٢
تقييم موقع المترل من ناحية شمسية..... ٣٤٧
تكاليف وفوائد الأنظمة الكهروضوئية ٣٥٧
الأنظمة الكهروضوئية المربوطة على الشبكات..... ٣٥٩
العمل مع مقاولي الأنظمة الكهروضوئية ٣٦٠
الخلاصة ٣٦٢

الباب الثاني عشر – إدارة الرطوبة والتهوية لرفع كفاءة الطاقة

تقييم إدارة الرطوبة والتهوية في المترل..... ٣٦٣
أساسيات الرطوبة ٣٦٤
كيفية التحكم بالرطوبة الخارجية..... ٣٦٧
كيفية التحكم بالرطوبة الداخلية ٣٦٩
أنظمة التهوية..... ٣٧١

www.j4know.com

التحكم بأجهزة التهوية ٣٨٠
تركيب أجهزة التهوية ٣٨١
الخلاصة ٣٨٢

الباب الثالث عشر – بناء مترل جديد عالي الكفاءة

أساسيات المترل الجديد ٣٨٣
العزل الحراري للمنازل الجديدة ٣٨٤
التهوية ومنع تسرب الهواء في المنازل الجديدة ٣٩٤
النوافذ للمنازل الجديدة ٣٩٦
الحماية من الرطوبة في المنازل الجديدة ٣٩٨
تسخين المياه في المنازل الجديدة ٣٩٩
التدفئة والتكييف في المنازل الجديدة ٤٠١
الخلاصة ٤٠٥
مصادر إضافية ٤٠٧
دار النشر ساتورن Saturn ٤٠٧
معلومات الاتصال مع المنظمات المتخصصة ٤٠٧
كلمات البحث المفتاحية في الشبكة العنكبوتية (الانترنت) Internet Keyword Searches ٤١١
كلمات البحث المفتاحية ٤١٢

www.j4know.com

www.j4know.com

تقديم

يتميز هذا العصر بالتقدم العلمي الهائل والمتسارع في شتى جوانب المعرفة، وكذلك في عدد الاكتشـــافات والمخترعات في مختلف الجوانب والتطبيقات. وقد أحدث ما شهدته الحضارة الإنسانية من قفزات وطفرات علمية تغييرًا جذريًّا شمل معظم نواحي الحياة البشرية.

ولأسباب تتعلق بهذا التراكم الكبير من العلوم وتطبيقاتها، وبسياق يستهدف تنمية الإنســـان علميًّا من أجل تنميته الذاتية، أخذت مفاهيم، مثل: الوعي العلمي، والتنوير العلمي، والتثقيف العلمي تشـــق طريقها؛ لتسهم في زيادة الوعي بالعلوم ومنتجاتها، والمعارف وتطوراتها، بل شملت نواتج التطور في بعض العلوم وآثارها، واســـتخداماتها الرديئة.

ولهذه الأســـباب وغيرها برزت أهمية الاهتمام بما يعـــرف بالثقافة العلمية، حيث ظهر هذا المصطلح على الساحة الثقافية العامة، وأصبح يفرض نفسه كضرورة ملحة؛ لتكويـــن المواطن الواعي بالمجريات العلمية التي من حوله، وخاصة بعد التفجر المعرفي الهائل الذي غيّر كثيرًا من الأنماط الفكرية والســـلوكية للإنســـان، وذلك بعد دخول العلم بنظرياته وتقنياته في مختلف مجالات النشاط الإنساني.

وقد جاءت السياسة الوطنية للعلوم والتقنية والابتكار في المملكة العربية السعودية مؤكّدة على أهمية نشـــر الوعي العلمي، والثقافة العلمية في المجتمع السعودي؛ لربط المجتمع العريض بتطورات العلوم، ونشر مفاهيمها الأساسة، ومن ثم بناء ثقافة علمية تستجيب للتوجهات الحثيثة نحو البحث العلمي، والتطوير التقني في المملكة.

وقـــد حرصت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية منذ إنشـــائها على الاهتمام بالتوعية العلمية، ونشـــر الثقافة العلمية، حيـــث دأبت على متابعة إصدار المطبوعات العلمية من مجلات، وكتيّبات، وكتب علميـــة، وغيرها من الإصدارات الموجهة إلى عموم القرّاء والمســـتفيدين من أوعية النشـــر المتعددة، وكذلك نشـــاطاتها الأخرى: كأســـبوع العلوم والتقنية، والمحاضرات، والندوات، والمؤتمرات؛ وذلك للإسهام في تثقيف أفـــراد المجتمع، وتنمية معارفهم العلمية، بالإضافـــة إلى إثراء المكتبة العربية، والمحتوى العربي في أوعية المعلومات الحديثة؛ لتعمّ الفائدة، وتتسع آثارها.

ويأتي هذا الإصدار كأحد الإصـــدارات العلمية الموجهة إلى عموم القرّاء الكرام.

www.j4know.com

وستتبعه – بإذن الله تعالى – إصدارات عدة تشكّل سلسلة ممتدة من المعارف والعلوم والتطبيقات العلمية في مجالات كثيرة.

الله أسأل التوفيق؛ للمضي قدمًا في سعينا إلى إثراء المكتبة العربية بإصدارات علمية متنوعـــة، حيث نرجو أن تحقق أثرًا حميدًا يدفعنا جميعًا نحو مجتمع معرفي، يحثّ الخطى صوب التقدم والتطور.

رئيس مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

د. محمد بن إبراهيم السويل

www.j4know.com

مقدمة المترجم

أضحت الطاقة أكثر من أي وقت مضى من المكونات الأساسية؛ لتقدم الأمم، وتنميتها المستدامة، وتطورها الاقتصادي والاجتماعي.ومع التقدم المذهل الذي تشهده البشرية، والتزايد المتعاظم في أعداد السكان حول العالم، زاد استهلاك العالم من الطاقة، واعتماده عليها اعتماداً لم يسبق له مثيل. وقد نتج عن كل ذلك تبعات بيئية ومناخية مقلقة يتوقع أن تكون لها تداعيات خطيرة على مستقبل البشرية. ومع النمو الاقتصادي الذي شهدته كثير من دول العالم، وسعي الناس المحموم إلى توفير أقصى درجات الراحة والرفاهية في أماكن العمل والمساكن، دخلت المباني عموماً، والمنازل خصوصاً في استهلاك لجزء رئيس من الطاقة التي يحتاج إليها العالم. ولكن مع ارتفاع أسعار الطاقة الذي شهده العالم عبر العقود القليلة الماضية، إضافة الى محدودية المصادر التقليدية، وتوقع نضوبها خلال العقود القليلة المقبلة، أدركت كثير من دول العالم وخصوصاً، التي تضم كبار المستهلكين، وعلى إثرهم، أن الوقت قد حان للبحث عن حلول وبدائل، كان من بينها البحث عن مصادر بديلة ومتجددة من الطاقة؛ ووضع التشريعات والقوانين للحد من الهدر في استهلاكها.

ونحن من جانبنا نعتقد أن رفع كفاءة الطاقة في مختلف القطاعات يمثل إحدى الركائز التي ينبغي أن تأتي في مقدمة التدابير البشرية الساعية إلى الحد من استهلاك الطاقة، والتوجه نحو الاستخدام الرشيد لهذا المصدر الحيوي، الأمر الذي يحتاج إلى مجهود خاص في مجال التوعية بهذا الجانب المهم وإشراك قطاعات المجتمع كافة في هذا المجهود؛ للحصول على نتائج ذات قيمة مفيدة.

وعلى الرغم من أن المملكة العربية السعودية تعد من أكبر مصدري النفط في العالم، فإنها في في الوقت نفسه من أكبر المستهلكين على مستوى منطقة الشرق الأوسط، وشمال افريقيه، وخصوصاً في ضوء الوفرة الاقتصادية غير المسبوقة التي تشهدها المملكة، وارتفاع مستوى المعيشة، والتزايد السكاني، الأمر الذي يمثل تحدياً ماثلاً، يدفع باتجاه تحديث المحطات القائمة لتوليد الطاقة، وبناء أخرى جديدة، حيث تحتاج كلها إلى استثمارات طائلة. لكن الدولة -وفقها الله- وإدراكاً منها لأبعاد هذا التحدي، استجابت له وبادرت من خلال ذراعها التقنية، والمتمثلة بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية بوضع إستراتيجية وطنية في مجال الطاقة، إذ يحتل فيها ترشيد الاستهلاك محوراً رئيساً. كما بادرت الحكومة الرشيدة بوضع كود البناء السعودي الذي يركز في أحد جوانبه الهامة على ترشيد استهلاك الطاقة في المنازل والمباني

www.j4know.com

عموماً، وأبدت حرصاً كبيراً على نشره، والتوعية بأهمية تبنيه وتطبيقه.

وبناء علـــى ذلك، يأتي كتاب «دليل صاحب المترل لكفاءة الطاقة» — من وجهة نظرنا- في توقيت مناسب؛ لكونه أحد الإصدارات المهمة التي تتناول ترشيد استهلاك الطاقة في المنازل، وتصب في خانة مجهود التوعية المطلوب، وخصوصاً في ضوء إجماع كثير من المتخصصين على ندرة مثل هذه الكتب، وحاجة المكتبة العربية الماسة إليها. ويتميـــز الكتاب، الذي ألفه اثنان من كبـــار المتخصصين في هذا المجال في الولايات المتحدة، بطريقة عـــرض فريدة للموضوع، حيث وجـــه إلى صاحب المترل العادي بأسلوب بسيط ومباشـــر، يمكن أن يستفيد منه المتخصص وغير المتخصص على حد ســـواء. ويتناول الكتاب بشـــيء من التفصيل جميع مناحي استهلاك الطاقة في المترل دون اســـتثناء، ويقترح مشاريع عملية محددة ويقدم إجراءات واضحة خطوة بخطوة، بحيث تكون مصحوبة بالتعريف بأهم وآخر التقنيات المتوفرة في مجال ترشيد استهلاك الطاقة، ورفع كفائتها في المنازل.

ولا بـــد من التنويه هنا إلى أن هذا الكتاب الصادر عن دار نشـــر أمريكية، موجه أساســـاً إلى مالكي المنازل المنتشرة في الولايات المتحدة، والتي تتميز بهيكلها الخشبي، وتصميمها المعروف المختلف من حيث أسعار الطاقة، ومواد البناء، والظروف المناخية عما هو شـــائع في المملكة. ولكن على الرغم من ذلك، فإن الكتاب يزخر بالكثير من الاجراءات والمعلومات التي يمكن الاســـتفادة الكاملة منها، وذلك بصرف النظر عن نوع المترل، كما أن هناك حقيقة لايمكـــن التغافل عنها، وهي: أن الولايات المتحدة دولـــة مترامية الأطراف، وتتمتع بأقاليم مناخية متباينـــة من البارد جداً إلى الحار، ثم الرطب والقاري الحار الجاف. وبإمكان القارئ أن يجد أمثلة وشـــواهد كثيرة في هذا الكتاب تؤكد على ما نقوله.

وأود أن أشـــير هنا أيضاً إلى أنني عملت ما بوســـعي، وعلى مدى شهور طويلة؛ لتقديم ترجمة كاملة، وبمنتهى الأمانة، لما ورد في هذا الكتاب (الدليل). كما ســـعيت جاهداً إلى الحفاظ على الســـمات الأساســـية للكتاب إذ ليس المقصود منه أن يكون كتاباً علمياً أو أكاديمياً بل «دليلاً عملياً» يســـتهدف شرائح أصحاب المنازل كافة. ومن هذا المنطلق، تأتي مادة الكتاب المترجم بلغة عربية بســـيطة، تتســـم بالوضوح، والبعـــد ما أمكن عن التعقيد، مع المحافظة على الجوهر. وبذلك، أرجو أن أكون قد أســـهمت — إلى جانب مجهودات الزملاء الآخرين في هذا المجال- ولو بترر يسير في المســـعى الجاد لحكومة خادم الحرمين الشريفين الرشـــيدة؛ لنشر الوعي بأهمية ترشيد

www.j4know.com

اســـتهلاك الطاقة، وخصوصاً في المنازل، وأكون قد وفقت بتقديم ما يفيد أصحاب المنازل في العالم العربي عموماً والمملكة العربية الســـعودية خصوصاً، في مجال الحد من فواتير الطاقة، والتدهور البيئي.

ولا يســـعني في النهاية إلا أن أتقدم بخالص شـــكري وتقديري لمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية على تبني ودعم مشروع الترجمة هذا وللقائمين على ادارة التوعية العلمية والنشـــر فيها على دعمهم وحرصهم ومهنيتهم العالية طوال فترة العمل. ولا يفوتني تقديم الشكر للزملاء المحكمين لمساهمتهم الفاعلة في إثراء التجربة ورفع سوية الكتاب شـــكلاً ومضموناً. كما أقدم تقديري للزميل المحاضر المهندس فارس العقلة لجهوده. وأخيراً وليس آخراً, لا بد من تقديم عرفاني لدعم وتشـــجيع وتفهم زوجتي وأبنائي طيلة فترة العمل على هذا الكتاب. وفقنا الله وجزى الجميع عني خير الجزاء.

المترجم

د. محمد إسماعيل الوديان

قسم الهندسة الميكانيكية – كلية الهندسة

جامعة الملك فيصل بالاحساء

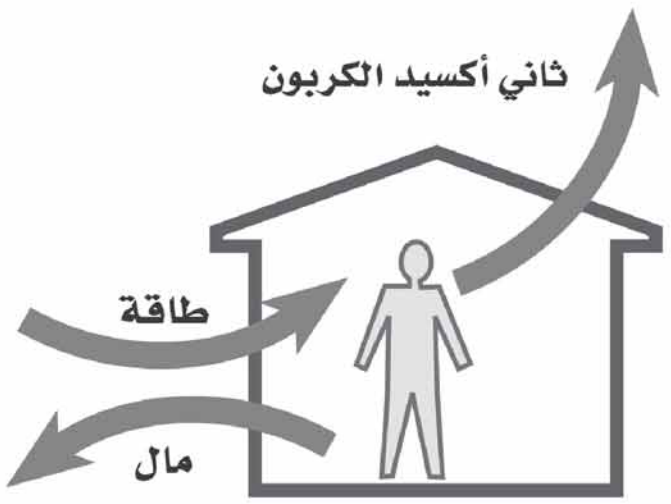
www.j4know.com

www.j4know.com

مقدمة المؤلفان

تُستهلك في أمريكا الشمالية كميات هائلة من الطاقة، وتستأثر المنازل بأكثر من ٢٠٪ من هذه الطاقة. وفي حال أضفنا إليها المباني والهياكل التجارية والصناعية يرتفع إجمالي استهلاك المباني من الطاقة إلى أكثر من ٤٠٪. وللطاقة التي نستخدمها أثر بيئي أيضاً، فقدر كبير من التلوث الذي نتسبب به منبعث من تشييد وصيانة وتشغيل هذه المباني.

تمثل الأعباء الاقتصادية والبيئية المترتبة على تحسين كفاءة الطاقة لمبانينا أكثر من أي وقت مضى تحدياً رئيساً لكل واحد منا، سواءً أكنا أفراداً أو مجتمعاً بأكمله. وعلى الرغم من صعوبة تصور إمكانية أن يكون لنا تأثير كأفراد في مثل هذه القضايا الكبيرة، فإن سعينا لتحسين كفاءة الطاقة في منازلنا يقدم لنا فرصة كبيرة لتحقيق ذلك إذ أنه بمقدور كل منا أن يخفض استهلاك مترله من الطاقة، وذلك بالتخطيط السليم، والاستثمار. ويهدف هذا الكتاب إلى مساعدتك في تحسين كفاءة الطاقة في مترلك.



الطاقة التي تستهلكها تكلف المال وينتج عنها أيضاً انبعاث ثاني أكسيد الكربون وغيره من "الغازات الدفيئة (المسببة للاحتباس الحراري) والتي تساهم في تغير المناخ. عند تحسين كفاءة منزلك، يمكنك توفير المال وفي نفس الوقت الحد من الأثر الكربوني الذي تتركه.

www.j4know.com

فوائد تحسين كفاءة الطاقة

مر علينا وقت طويل، ونحن نمتلك القدرة الفنية على تقليل استهلاك منازلنا من الطاقة إلى الحدود الدنيا. ولكن هذه المعرفة لم تكن دائماً تجد طريقها إلى الممارسة العملية في معظم مشاريع البناء. ونحن نعتقد الآن أنه حان الوقت لإعطاء هذه المعرفة والخبرة الفرصة؛ للتأثير في منازلنا.

إن الكثيرين منا على استعداد للاستثمار في إعادة تأهيل منازلنا في مجال الطاقة؛ وذلك من أجل توفير مستقبل طاقة آمن لأسرنا؛ لأن المنازل التي تتسم بالكفاءة في استهلاك الطاقة تقدم مزايا كثيرة لأصحابها، ومن أهمها أن:

- المنازل التي تتسم بالكفاءة أرخص للتشغيل، فهي ستوفر المال، وتكون أقل عرضة لتقلبات الأسعار.
- المنازل التي تتسم بالكفاءة تصدر كميات أقل من انبعاثات الكربون، ومن ثم سيقوم كل منا بدوره في التحكم بالتغير المناخي.
- المنازل التي تتسم بالكفاءة تكون أكثر راحة، وأقل عرضة لتيارات الهواء، كما أن درجة الحرارة فيها ستكون أكثر انتظاماً.
- المنازل التي تتسم بالكفاءة تكون ذات قيمة أعلى من غيرها، أي: أنك ستحصل على سعر بيع عالٍ لبيت جيد التصميم، وبفواتير طاقة (utility bills) متدنية.

يهدف هذا الكتاب إلى مساعدتك على تقييم منزلك (من حيث كفاءة الطاقة)، والبدء بتحسينات ستسمح لك بجني كل الفوائد المترتبة عليها.

جميع المنازل يمكن أن تصبح عالية الكفاءة

مشاريع التحسين المقترحة في هذا الكتاب موجهة إلى منزل اعتيادي (typical) بإطار خشبي، تسكنه أسرة واحدة، ويقع في أمريكا الشمالية، حيث من المرجح أن يكون مصدر تدفئة مثل هذه المنازل أفران تدفئة تعمل بالدفع القسري للهواء (forced-air furnaces)، أو بالمراجل (boilers). وإذا كانت هذه المنازل تقع في منطقة ذات مناخ حار، فقد يكون تبريدها بمكيفات هواء مركزية. أمّا المياه الساخنة فتوفر في الغالب لمثل هذه المنازل من سخان مياه بخزان (صهريج تخزين) اعتيادي.

www.j4know.com

تـــزود معظم هذه المنازل بوقود أحفوري، مثل: الغـــاز الطبيعي، أوالبروبان ، أو النفط. وفي الغالب يســـتخدم هذا الوقود الأحفوري للتدفئة، وتسخين المياه، والطهي و/أو لتنشيف الملابس. أمّا فيما يتعلق بأنظمة تكييف الهواء والإنارة والأجهزة المترلية، وحتى في بعض الأحيان أنظمة التدفئة نفســـها، فإن جل المنازل في أمريكا الشـــمالية تعتمد على الشبكة الكهربائية.

يقدر عدد منازل العائلة الواحدة في الولايات المتحدة اليوم بحوالي تســـعين مليوناً، وهناك تســـعة ملايين أخرى مثلها في كندا، وتمثل في معظمها بيئة خصبة لهدر الطاقة التي من الممكن تحويلها إلى وفورات. لكن لا بد من التســـاؤل: لماذا لا تتســـم هذه المنازل بالكفاءة؟ ألم تشيد حسب أكواد البناء المعمول بها؟ تكمن الأجوبة على هذين السؤالين في التاريخ والاقتصاد.

كانت الطاقة في أمريكا الشـــمالية، ولعدة أجيال مضت، رخيصة نسبيّاً، وذلك نظراً لاكتشاف احتياطيات كبيرة من الوقود الأحفوري في الداخل والخارج، إضافة إلى الدعم الحكومي الذي ســـاعد على الحفاظ على أسعار الوقود، منخفضة بشكل مصطنع. وأثناء وبعـــد الحظر النفطي في منتصف الســـبعينيات، أطلقت الحكومتان الأميركية والكندية بالإضافة للقطاع الخاص مبادرات لتحسين كفاءة استخدام الطاقة، حيث تجلى تأثيرها في ارتفاع كفاءة استخدام الطاقة في المنازل، وذلك ابتداءً من عام ١٩٧٦م، واستمراراً حتى عام ١٩٨٦م. إضافة إلى ذلك، شيدت المباني الجديدة خلال هذه الفترة حســـب معايير كفاءة محسنه، فيما اســـتثمر أصحاب المنازل القائمة على العزل الحراري، والنوافذ الإضافية؛ للحماية من عوامل الطقس (storm windows)، وأنظمة تدفئة محســـنة. ولكن اكتشـــاف احتياطيات جديدة مـــن النفط والغاز في الثمانينيات، والاستقرار في إمدادات الطاقة الخارجية، ساعد على هبوط أسعار الطاقة، وتعثر التوجه نحو ترشـــيد اســـتهلاك الطاقة، حتى وصل بنا الحال خلال العقود القليلة الماضية إلى تلاشي المخاوف، والاهتمامات المتعلقة بالطاقة من الوعي العام.

وخلال هذه الفترة أيضاً، بنيت الملايين من المنازل التي تتســـم بعدم الكفاءة، كما ركبت الملايين من أنظمة تدفئـــة وتبريد معدومة الكفاءة. وعلى الرغم من أن معظم هذه المنازل بنيت وفقاً لأحدث أكواد (codes) البناء، بل إنّ عدداً قليلاً منها تجاوز تلك الأكواد، فإن هـــذه الأكواد وضعت الحدود الدنيا القانونية للكفاءة، وذلك من نواحي الصحة والســـلامة والطاقة — بمعـــنى أن هذه الأكواد حددت لمقاولي البناء ما يجـــب فعله من أجل تلافي خرق القانون. كمـــا أنه على الرغم من وجود المراجعات

www.j4know.com

والتنقيحات الأخيرة، فإن أكواد البناء الحالية فشـــلت في توفيرالإرشاد الحكيم للبناء الجديد، أو إعادة التأهيل (للمنازل القائمة) فيما يتعلق بكفاءة اســـتخدام الطاقة، وهو ما أوصلنا إلى الحقيقة الماثلة أمامنا، وهي: أن معظم منازلنا تتسم بدرجة عالية من عدم الكفاءة، من ثم توفر فرصاً كبيرة للتحسين.

كيف تستفيد من هذا الكتاب

يكمن الغرض الرئيس من تأليف هذا الكتاب بتقديم طرق مجربة؛ لتخفيض استهلاك مترلك من الطاقة، حيث سنتناول العديد من المشاريع؛ بهدف تحسين مستوى الراحة والأمان والمتانة (durability) في مترلك وتقديم تفسيرات واضحة للخيارات المتاحة، والاستثمارات اللازمة، والعوائد المتوقعة.

ســـوف تجد خلال تصفحك هذا الكتاب وصفاً تفصيلياً عن كيفية عمل مترلك، واستهلاك الطاقة فيه. ونأمل أن نتمكن من مساعدتك في تحليل مهام تحسين مترلك، حتى تلك التي تناقش في غير هذا الكتاب. كما نأمل أن نســـاعدك على الحكم على ادعاءات مصنعي ومزودي منتجات تحسين المنازل، والتي تكون في بعض الأحيان متضاربة.

من الممكن تحقيق عائدات تصل إلى خفض ٨٠٪ من اســـتهلاك الطاقة في مترلك. وتمثل المشاريع المطروحة هنا (في هذا الكتاب) بداية جيدة؛ لتحقيق هذا الهدف. لكننا ندرك أن أهم خطوة لكل منا هي البدء على المستوى الذي يناسب إمكاناتنا. وحرّي بالذكر أن الكتاب يضم مشروعات تحســـين كبيرة (عالية التكلفة)، وأخرى صغيرة (قليلة التكلفة)؛ لتختار منها ما يناســـبك؛ لأن الاستثمار في كفاءة المترل مهما كان حجمه سيعود بفوائد عديدة منها: تقليل نفقات الطاقة، والتأثير السلبي في البيئة.

إنّ المشاريع التي ستختارها من هذا الكتاب ستعتمد أيضاً على الخصائص والوضع الحالي لمترلك. ففي حين أن بعض التحســـينات تعدّ ذات صلة، ويمكن تبنيها في كل بيـــت، إلا أن بعضها قد تنطبق على عدد قليل من البيـــوت فقط، وهو ما دفعنا إلى توضيح كيفية وضع خطة تناســـب مترلك بالـــذات. أن أيّ تقدم يجعل مترلك أكثر كفاءة في استخدام الطاقة سوف يعود علينا جميعاً بالفائدة في المدى الطويل.
نشكر لكم التزامكم.

المؤلفان
جون كريغر
كريس دورسي

www.j4know.com

الباب الأول
إعداد خطة لتحسين كفاءة الطاقة في المترل

نحن نهدف من هذا الكتاب إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة في مترلك، ونأمل أن يساعدك على فعل ذلك. إن إدخال تحسينات على كفاءة المترل من حيث استهلاك الطاقة من بين أفضل الاستثمارات المالية المتاحة. فالمشاريع المطروحة في هذا الكتاب لها عوائد على شكل تخفيضات في تكاليف فواتير الطاقة تتراوح ما بين ٥ إلى ٥٠٪ سنويًّا، متجاوزة بذلك الفوائد الناتجة عن العديد من الاستثمارات التقليدية. هذه العوائد الاقتصادية من شأنها أن تزداد أكثر في حال ارتفاع أسعار الطاقة.

إنّ معظم المشاريع التي قدمت في هذا الكتاب تقدم مزايا إضافية غير كفاءة استخدام الطاقة، فكثير منها سيزيد من مستوى الراحة والأمان والمتانة لمترلك. وبمقارنة ذلك بالمنازل ذات تكاليف الطاقة المرتفعة، فإن قيمة إعادة بيع المنازل التي تتسم بالكفاءة تتزايد باستمرار؛ لذلك، ينبغي أن تبدأ في الحال في وضع خطة؛ لتحسين كفاءة مترلك في استهلاك الطاقة، ولكنك لن تبدأ بتحقيق الوفورات الخاصة بك قبل جمع وتحليل استهلاكك من الطاقة، وصياغة الحلول الخاصة بك، والعمل على تحديث مترلك.

استهلاك الطاقة مقابل الانبعاثات الكربونية

إنّ استهلاكك من الطاقة يترك أثرًا في الكوكب، ويتباين هذا الأثر تباينًا كبيراً تبعاً لكمية ونوع الطاقة التي تستخدمها. إنّ العامل البيئي الرئيس الذي نقيمه ونعتمده في هذا الكتاب هو: انبعاث ثاني أكسيد الكربون الذي ينطلق كمنتج ثانوي اعتيادي معياري، وذلك عندما تحرق أنواع الوقود الهيدروكربونية، مثل: الفحم، والنفط، والغاز الطبيعي. وتحدث عملية الاحتراق داخل معدات التدفئة المترلية، وفي محطات توليد الكهرباء المركزية التي تنتج معظم ما لدينا من طاقة كهربائية. وعندما ينطلق ثاني أكسيد الكربون، فإنه يحبس الحرارة في الغلاف الجوي عبر عملية تسمى: ظاهرة الاحتباس الحراري (greenhouse effect). وعند تحسين كفاءة مترلك، فإنك تنتج كمية أقل من ثاني أكسيد الكربون، وغيره من الملوثات و توفر المال، وتحدّ من الأثر البيئي السلبي الذي تتركه.

www.j4know.com

مقارنة الانبعاثات من مصادر الطاقة المختلفة: الأثر البيئي لأنواع الوقود

إنّ عملية تقدير كمية غاز ثاني أكسيد الكربون الصادرة عن حرق الغاز الطبيعي، أو البروبان، أو النفط المستهلك في منزلك ليست عملية صعبة؛ لأن فاتورة الطاقة (utility bill) الخاصة بمنزلك تبين مقدار ما تستهلكه من الوقود، إذ إن حرق ذلك الوقود يطلق كميات من ثاني أكسيد الكربون، يمكن تقديرها من خلال مدخنة نظام التدفئة الخاصة بالمنزل.

بالمقارنة مع حرق الوقود الأحفوري، فإن تقدير كميات انبعاثات الكربون التي تنتج من استهلاك الكهرباء أكثر صعوبة مما يتوقع، ذلك لأن إنتاج الكهرباء يتم بطرق متنوعة. فأكثر الوقود استخدامًا لتوليد الكهرباء في أمريكا الشمالية هو الفحم، وعلى الرغم من ذلك فإن الغاز الطبيعي يستخدم أيضاً وكذلك زيت الوقود، حيث تستخدم هذه المواد لإنتاج البخار الذي يشغل المولدات الكهربائية. إنّ حرق هذه المواد في إنتاج الطاقة الحرارية والكهرباء يتسبب بانبعاث أغلب غازات الاحتباس الحراري التي ننتجها.

إنّ محطات توليد الطاقة الكهرومائية، والتي تستخدم المياه الساقطة لتوليد الكهرباء لا تنتج الكربون على نحو مباشر، إلا أن العمليات المرتبطة بها من بناء، وصيانة السدود ومولدات الكهرباء وخطوط النقل، تتسبب بتكلفة بيئية كبيرة. وحتى محطات الطاقة النووية التي يمكن وصفها بأنها «محايدة كربونيًّا»، بمعنى أنها لا تحرق الوقود الأحفوري، ومن ثم لا تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون، إلا أن تشغيلها، والتخلص من النفايات الناتجة عنها، يؤدي إلى تكاليف بيئية واقتصادية كبيرتين. فانبعاثات الكربون إذن ليست هي الطريقة الوحيدة لقياس مدى تفضيل أو الرغبة في مصدر طاقة محتمل.

يمثل استعمال الأنظمة الشمسية الكهروضوئية اليوم إحدى الطرق الواعدة لتوليد الكهرباء. وربما شاهدت بنفسك مجموعات من الألواح الشمسية الكهروضوئية على أسطح المباني، أووضعت على هيئة صفوف كبيرة، بحيث تشغل شركات لإنتاج الكهرباء. وتحول هذه الأنظمة الكهروضوئية أشعة الشمس إلى كهرباء، وهي مع ذلك لا تعّد تقنية مثالية، فالأنظمة الكهروضوئية ما زالت نسبيًّا مكلفة، وعمليات تصنيعها تستهلك طاقة كبيرة، وتتسبب بتكاليف بيئية أخرى، وهو ما ينطبق أيضاً على طاقة الرياح، وغيرها من مصادر الطاقة المتجددة التي في طور أن تصبح جزءًا من المنظومة، مع تطويرنا لأنظمة طاقة مستدامة.

www.j4know.com

وعندما يتعلق الأمر بتوليد الكهرباء، فليس هناك حل مثالي. إنّ تحسين المباني القائمة؛ لجعلها أكثر كفاءة، لا يزال ينتج مردودًا اقتصاديًا أفضل نسبيًا من بناء أي نوع من محطات توليد الكهرباء. لهذا السبب فإن استخدام كميات أقل من الطاقة أفضل وسيلة؛ لتوفير المال، وتقليص البصمة الكربونية الخاصة بك.

الطاقة المستهلكة والمتانة (Embodied Energy and Durability)

بالإضافة إلى الانبعاثات الكربونية الناتجة من الاستهلاك اليومي للطاقة، فإن منزلك يترك بصمة بيئية إضافية، إذ إن هناك عاملين آخرين لهما أهمية كبيرة، وهما: الطاقة المستهلكة في مواد المنزل، ومتانة هيكله.

تُعرّف الطاقة المستهلكة بأنها: «مجموع مدخلات الطاقة التي تتطلبها المادة خلال فترة عمرها». وقد اقترحت عدة منظمات معاملات كمية محددة للطاقة المستهلكة، بحيث تتيح المجال للمقارنة بين مواد البناء. وعلى الرغم من عدم وجود إجماع على المدخلات (من الطاقة) التي ينبغي أن تدرج في حساب هذه المعاملات، الأمر الذي يجعل المقارنة صعبة، فإن معظم هذه المعاملات تعبر عن الطاقة المستهلكة في بعض أو كل الأنشطة التالية:

- تعدين أو حصاد المادة الخام.
- شحن المادة الخام إلى مكان التصنيع.
- تحويل المادة الخام إلى منتج يستعمل في البناء.
- شحن المنتج إلى مكان الاستخدام.
- تركيب المنتج في مكان الاستخدام.
- القيام بعمليات الصيانة المطلوبة على مدى عمر المنتج.
- التخلص من المنتج أو إعادة تدويره في حال استبداله أو هدم المبنى.

إضافة إلى ما ذكر سابقًا، فإن هناك عوامل أخرى قد تؤثر في الطاقة المستهلكة؛ مما يجعل تقدير قيمتها تقديرًا دقيقًا عملية صعبة. فعلى سبيل المثال، هل يجب أن تشمل الطاقة المستهلكة كمية الطاقة اللازمة لبناء منشأة التصنيع؟ وهل يجب أن تشمل كمية

www.j4know.com

الطاقة اللازمة لبناء العربة المستعملة في نقل المادة؟ وماذا عن كمية الطاقة المستهلة من مشيدي المباني في تنقلهم إلى مكان العمل، حيث توجد المادة؟

عند تقييم الأثر البيئي لمادة ما، فإنه يجب أن يؤخذ العمر الافتراضي لتلك المادة أيضاً في الحسبان. فعلى سبيل المثال، البلاستيك (PVC) الذي يستعمل في قنوات تجميع المياه (gutters) من السطوح (السقوف) الخارجية، والذي يدوم عشر سنوات أو أقل من ذلك، لا يمكن مقارنته ومساواته تمامًا بالبلاستيك المستعمل لأغراض السباكة، والذي يدوم خمسين عامًا أو أكثر من ذلك. وإذا أعيد تدوير المادة عند هدم المبنى- وهو أمر شائع في سوق اليوم للألمنيوم، ولكن ليس لسوق الخرسانة - فعندئذ يستعاد بعض من طاقتها المستهلكة عن طريق إعادة التدوير.

على العموم، يمكنك التقليل من الطاقة المستهلكة في منزلك إلى الحد الأدنى، وذلك باتباع المبادئ التوجيهية العامة التالية:

- ابن منزلاً صغيرًا. من الأفضل استعمال كمية أقل من أي مادة بناء، فالمنازل الصغرى تترك أثرًا أقل على البيئة من غيرها، سواءً أكان ذلك أثناء بنائها، أو أثناء فترة عمرها.
- أعد هيكلة منزلك بدلاً من بناء منزل جديد. سوف تتجنب بذلك التكلفة، والأثر البيئي المترتبين على شراء مواد جديدة لمنزل كامل. بمعنى آخر، ركّز جهودك على تحسين كفاءة المنزل القائم بدلاً من بناء منزل جديد.
- اختر مواد بناء عالية النوعية، وتدوم طويلاً. فالمواد التي تدوم طويلاً لها تأثير بيئي أقل من تلك التي تبلى بسرعة، ولا تدوم طويلاً، بالإضافة إلى أن الأولى تحتاج إلى صيانة أقل من لاحقتها.

لكن تذكر أن الطاقة المستهلكة ليست سوى جزء من الصورة. فطاقة منزلك التشغيلية، والكهرباء، والغاز، وأنواع الوقود الأخرى المستخدمة سنة بعد أخرى؛ لتشغيل وصيانة منزلك لا تزال أكثر ما يشغلك وهذه مسألة بسيطة تتعلق بالمقياس، فمعظم الأبحاث التي تقارن بين الطاقة المستهلكة والتشغيلية للمنازل تبين أن الطاقة المستهلكة لا تمثل سوى ١٠٪ إلى ٢٠٪ من إجمالي الطاقة المستهلكة في المبنى على مر السنين، في حين تستهلك الطاقة التشغيلية ٨٠ ٪ إلى ٩٠٪ المتبقية. والغاية من تأليف هذا الكتاب هو مساعدتك على التحكم بعملية استهلاك الطاقة المستمرة (التشغيلية).

www.j4know.com

إعداد خطة لتحسين كفاءة الطاقة في المترل

الخطـــوة الأولى في صياغة خطة لتحســـين كفاءة الطاقة في المـــترل هي البت في كيفية تحســـينه. إنّ خصائص المنازل التي تتسم بالكفاءة تختلف من منطقة إلى أخرى، وذلك حســـب المناخ، ونوع البنـــاء، وأنواع الوقود المتوفـــرة، والعديد من العوامل الأخرى. لكن أفضل المنازل من حيث كفاءة الطاقة تتقاســـم الســـمات والخصائص المشتركة التالية:

- إطار (خصوصًا الجدران والأســـقف) خال من أماكن تسرب الهواء، ومزوّد بعزل حراري ممتاز.
- أنظمة تدفئة وتكييف صغيرة بكفاءة عالية.
- نوافذ مختارة من حيث العدد والموقع، بحيث تجمع حرارة الشـــمس شـــتاءً وتطردها صيفًا.
- أجهزة مترلية، وإنارة عالية الكفاءة من حيث استهلاك الطاقة.
- استغلال الطاقة الشمسية؛ لتوليد الكهرباء (الأنظمة الكهروضوئية)، أو تسخين المياه (الأنظمة الشمسية الحرارية).

وقد يتمتع مترلك القائم ببعض هذه السمات. وكلما مضيت قدمًا في قراءة أجزاء من هذا الكتاب، ستحصل على معرفة أكثر تتعلق بمقارنة مترلك بالمترل المثالي، مـــع ضرورة التنويه إلى أنه ليس هناك ما يدعو للإحباط من أوجه القصور في مترلك. نحن نعتقد أن أفضل وقت لبدء أي برنامج استثمار، سواء أفتح حساب توفير أو بدئ بمشـــاريع لتحســـين كفاءة المترل، هو أن تبدأ في الحال، حيث يمكنك بتدأ بمجموعة كبيرة من المشاريع الصغيرة (قليلة التكلفة) الواردة في هذا الكتاب، والتي باستطاعتك إنجازها فورًا؛ لخفض استهلاكك من الطاقة.

التحسينات الكبيرة (مرتفعة التكلفة) مقابل الصغيرة (قليلة التكلفة)

سترى مع استعراضك للمشاريع الواردة في هذا الكتاب، أنها تغطي مجالاً واسعًا من حيث التكلفة والتعقيد. فربما يمكنك أن توفر مئة دولار في الســـنة، على سبيل المثال، عـــن طريق تركيب مصابيح كهربائية موفرة للطاقـــة في مترلك، وذلك في نهاية هذا

www.j4know.com

الأسبوع، كما يمكنك في المقابل الاستفادة من وفورات أكثر أهمية وقيمة من غيرها، وذلك بتجريد طبقة الحماية الخارجية (siding) لمترلك، ووضع بوصتين (٥ سم) من العزل الحراري، وتركيب طبقة حماية خارجية جديدة ونوافذ وأبواب جديدة. وعلى الرغم من كون ذلك مشروعًا كبيرًا يتطلب تخطيطًا مسبقًا واستثمارًا بعشرات الآلاف من الدولارت، فإنه يمكنه بالدرجة نفسها أن يكون استثمارًا حكيمًا في مستقبلك، وخصوصًا بالنظر إلى التحسن الذي سيطرأ على مستوى الراحة في المترل، بالإضافة إلى الفوائد الاقتصادية المترتبة على ذلك. نحن نأخذ بوجهة النظر التالية لهذه المشاريع الكبيرة: ستتحول أزمة الطاقة الحالية في الغالب إلى أزمة دائمة؛ مما سيترتب على ذلك بالتأكيد حاجتنا إلى مشاريع كبيرة؛ لرفع المستوى الحالي لمنازلنا؛ لتتلاءم مع المعايير العصرية.

نحن نوصي أن يبدأ صاحب المترل ببعض مشاريع التحسين الصغيرة في الحال، والتي من بين ما ورد في نهاية هذا الباب، حيث حددنا عشر طرق بسيطة؛ لتوفير الطاقة من دون إنفاق كثير من المال. لكن هذا لا يعني إهمال المشاريع الكبرى؛ لأننا وجدنا أنها تنتج أفضل حزمة من الفوائد الكلية عند الأخذ في الحسبان خفض تكاليف الطاقة، وخفض انبعاثات الكربون، وتحسين مستوى الراحة، والزيادة في قيمة إعادة بيع المترل. وتلك المشاريع الكبرى أكثر أهمية من غيرها، حيث تشمل في العادة إدخال تحسينات على الإطار الخارجي للمترل، مثل: الجدران، والسقوف (ceilings)، والسطوح الخارجية (roofs)، والأرضيات، والأبواب والنوافذ. وهي مشاريع تستحق كل هذا الجهد؛ لأن معظم المفقود من طاقتي التدفئة والتبريد يمر من خلال هذه المناطق المذكورة.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن إهمال القضايا المتعلقة بإطار المترل الخارجي من المرجح أن تجعل كل الجهود الأخرى أقل فاعلية. ففي غالب الأحيان، لا يعقل أن تستبدل نظام التدفئة أو نظام التبريد للمترل، على سبيل المثال من دون عمل تحسينات جوهرية في إطار المبنى؛ ذلك لأن التحسينات التي طرأت على الإطار الخارجي للمترل ستنتج عنها الحاجة إلى نظام للتدفئة أو للتبريد ذي سعة حرارية أقل بكثير من أي نظام آخر. وعند دخول التحسينات على الإطار الخارجي للمترل حيز التنفيذ، فسيكون نظام التدفئة أو التبريد اللازم أصغر من غيره، وبناءً على ذلك، سيكون أقل تكلفة للشراء، والتركيب، والتشغيل. وعلى مدى العمر الافتراضي لمترلك، فإن خفض فواتير الطاقة له سيسمح وبسهولة بتغطية نفقات التحسينات على الإطار الخارجي للمترل.

www.j4know.com

كيف تستخدم هذا الكتاب

نحن نوصي بأن تعدّ خطة مكتوبة؛ لتحسين كفاءة منزلك في استهلاك الطاقة، بحيث تعتمد بدرجة تعقيدها أو بساطتها على رغبتك في إنجازها، فهي تستحق عناء تجميع أفكارك على الورق (كتابة). ولتحقيق ذلك، عليك بالتالي:

- خصص جزءًا من وقتك لقراءة ومراجعة هذا الكتاب. قد تختار قراءته كاملاً مرة واحدة، أو قراءة كل باب على حدة، ولكنك ستحتاج إلى العودة إلى الكتاب بين فترة وأخرى، وذلك حسب الحاجة عند البدء بمشروع معين.
- عندما تقرأ عن مشروع ذات صلة بمنزلك، فأدخل بيانًا بهذا في خطتك المكتوبة.
- حاول الإستفادة من بعض البحث الإضافي. قد تبحث في الشبكة العنكبوتية (الإنترنت) عن معلومات إضافية، أو تسأل بعض الفنيين في محل الأدوات والعدد المفضلة لديك. احصل على أسعار للمواد، وأدخلها في خطتك المكتوبة.
- فكر في المبلغ الذي تود استثماره في منزلك. فعند الكثير من الناس، تشكل صيانة المنزل أكبر المصاريف التي يصرفها، وعلى الرغم من ذلك فقد يكون هذا الإنفاق مخصصاً لعمل تحسينات جمالية شكلية فقط. فكر في كيفية تضمين التحسينات المتعلقة بكفاءة الطاقة بالمشاريع المتعلقة بجمالية المنزل. فمثلاً، قد تغلق منافذ التسرب في شبكة مجاري الهواء، وذلك ضمن مشروع إضافة جدار جاهز (drywall) إلى سقف القبو الخاص بالمنزل.
- عند تجميعك قائمة بمشاريعك المفضلة، حدّد أيّاً منها يمكن تنفيذها بفاعلية كمجموعة واحدة. فمثلاً، إذا أردت تحسين كلٍ من: العليّة (attic) والعزل الحراري للأرضيات، فمن المنطقي أن تطلب عروضًا لتنفيذهما معاً الوقت ذاته.
- حدد المشاريع المتناقضة حتى لا تنفق المال الآن على تحسينات لا حاجة إليها عند إكمال مشاريع مستقبلية. فمثلاً، لن ترغب في إنفاق المال على إغلاق التسرب في شبكة مجاري الهواء، والتي ستكون عرضة للاستبدال عند شراء فرن للتدفئة بمواصفات أعلى من سابقتها.
- رتب مشاريعك المفضلة حسب أولويتها. حدد المشاريع التي تستطيع إتقان تنفيذها بنفسك واطلب عروضًا مكتوبة من الخبراء عن المشاريع التي لا تخطط

www.j4know.com

للقيام بها بنفسك. خصص ميزانية للتحسينات الكبيرة، وإن لزم الأمر، فضع خطة للتوفير؛ لتتمكن من تنفيذ المشاريع الكبيرة في المستقبل. استفسر من الجهة المقرضة عن رهن (mortgage) كفاءة الطاقة (التمويل)، والتي يمكن تطبيقها على مشروع إعادة التمويل.

- حدد التحسينات البسيطة التي يمكنك عملها في الحال وابدأ بها على الفور.
- إذا تضمنت قائمة مشاريعك المفضلة تحسينات كبيرة، فصنّفها حسب أولويتها بالنسبة لك. وإذا كنت ستعمل مع مقاولين على المشروع، فاستعلم عن الجدول الزمني للتنفيذ، وعن الميزانية. ثبت التزامك بمشاريعك، وذلك بوضعها على التقويم الخاص بك.

إنّ عملية تحسين كفاءة منزلك عملية مستمرة، ولن تكتمل أبداً، كما لا يمكن تجاهلها، فهي تمامًا مثل الحفاظ على منزلك بمهام، مثل: إعادة طلاء أو استبدال السطح (السقف) الخارجي. ففي هذه المرحلة من التاريخ، يبدو أن علاقتنا بالطاقة آخذة في التغير، وذلك بدافع من تكلفة الوقود، وتغير المناخ، والتحول في أسواق الإسكان. وكلما سارعنا وبدأنا بالعمل على المشاريع المذكورة في هذا الكتاب، سارعنا باستعادة السيطرة على منازلنا عمومًا، وعلى تكاليف الطاقة فيها خصوصًا. نتمنى لكم حظًا طيبًا في هذا المسعى.

تحليل استهلاكك من الطاقة

يتمثل التحدي الأول الذي سيواجهك عند وضع أهداف تتعلق بتقليص استهلاكك من الطاقة بفهم نمط الاستهلاك الحالي، والذي منها: ما ينبغي أن يقودك إلى تحليل الوفورات الممكنة نتيجة للجهود المبذولة؛ لتحسين منزلك ويمكّنك أيضاً من تقدير انبعاثات منزلك من غاز ثاني أكسيد الكربون، والملوثات الأخرى.

وتكمن أفضل وسيلة لتحليل استهلاكك (من الطاقة) في مراجعة فاتورة الطاقة الخاصة بك، كما هو مبين تحت عنوان: «**تحليل فاتورة الطاقة الخاصة بالمنزل**» في ص (٣٥)، إنه اجراء بسيط يستحق عناء قضاء الوقت فيه. وعلى الرغم من أنه يمكنك إكمال كل المهام الواردة في هذا الكتاب دون القيام بذلك التحليل، فإن مجهودك سيكون بالتأكيد أكثر نجاحًا، إذا حلّلت. أمّا إذا اخترت تأجيل القيام بهذا الإجراء، فننصحك بمراجعة الفقرة

www.j4know.com

التي تحمل عنوان: «**عشـــر طرق مضمونة لتحسين كفاءة الطاقة للمنزل**» والواردة قرب نهاية هذا الباب في ص (٥٠).

قد تأتي فاتورة اســـتهلاك منزلك من الغاز والكهرباء بفاتـــورة واحدة، تتضمن حســـاباتهما معًا، أو قد تأتيك فاتورة منفصلة لكل منهما. وإذا كنت تسكن قريبًا من الشـــبكة الوطنية لخطوط الغاز الأرضية، فإنك على الأرجح ستستخدم الغاز الطبيعي لكل خدمات المنزل، بعكس المنازل الواقعة في منطقة بعيدة عن شـــبكة الغاز الوطنية، والتي قد تستعمل بدلاً من الغاز الطبيعي غاز البروبان (الذي هو نوع من الغاز البترولي المســـال). وفي بعض المناطق الأخرى، ما زال الزيت الثقيل يســـتعمل بشكل واسع لأغراض التدفئة وهناك بعض المنازل التي تســـتخدم الكهرباء في كل شـــيء، بما فيها التدفئة والأجهزة المنزلية.

قياس استهلاك الطاقة الكهربائية

تقـــاس الطاقة الكهربائية بوحـــدة "الكيلووات في الســـاعة"، وهي كمية الطاقة الكهربائية المســـتهلكة من مصباح إنارة بقدرة ١٠٠ وات، وذلك خلال عمله لمدة عشر ساعات.

- في الولايات المتحدة، يتراوح ســـعر "الكيلووات في الساعة" للمستهلك ما بين ١٠ إلى ٢٠ سنتًا، وذلك حسب أسعار عام ٢٠٠٨م.
- تستهلك العائلة الأمريكية العادية (المتوسطة) حوالي ١١٠٠٠ كيلووات في الساعة من الطاقة الكهربائية سنويًّا، ويرتفع هذا الرقم للعائلات التي تستخدم الكهرباء في التدفئة، في حين يقل الرقم بالنسبة لتلك التي تستخدم الغاز أو النفط.

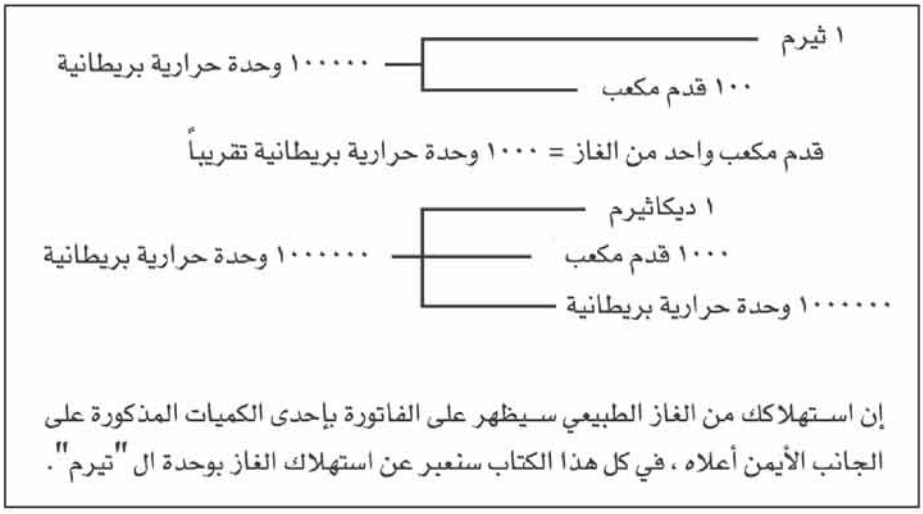
وعلى الرغم من أن سعر الكهرباء يختلف مع اختلاف المنطقة، والوقت من السنة، وفي بعض الأحيان الوقت من اليوم، فإننا اخترنا في هذا الكتاب سعرًا متوسطاً عند ١٥ سنتًا لكل كيلووات في الساعة (حسب أسعار عام ٢٠٠٨م).

www.j4know.com

قياس استهلاك الغاز الطبيعي

كل القياســـات المتعلقة بالأنواع المختلفة من وقـــود التدفئة، مثل: الغاز الطبيعي، والبروبان، والزيت الثقيل، هي في الأساس مبنية على ما يسمى بـــ "الوحدة الحرارية البريطانية BTU"، والتي تستعمل لقياس كمية الحرارة، وتعادل تقريبًا كمية الحرارة، الناتجة عن حرق عود ثقاب واحد.

هناك كميات متباينة ومتعددة من وحدات الحرارة البريطانية المستعملة من شركات توزيع خدمات الطاقة، كما هو مبين في الشكل رقم (١-١). تَفحّص فاتورة منزلك؛ لتحدد نوع الكمية التي تستعملها شركة التوزيع التي تزودك بالطاقة.



شكل رقم (١-١) وحدات قياس استهلاك الغاز الطبيعي

- إن أكثر الوحدات شيوعاً لقياس استهلاك الغاز الطبيعي هما: وحدة الـــ "ثيرم" التي تكافـــئ ١٠٠٠٠٠ وحدة حرارية بريطانيـــة، ووحدة الـــ "ديكاثيرم" التي تعادل ١٠٠٠٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية.
- العديد من شركات الطاقة تبيع الغاز الطبيعي بوحدة القدم المكعب، وهي وحدة الحجم التي يظهرها عداد الغـــاز الخاص بمنزلك. في هذه الحالة لا تظهر الفواتير بالوحدة الحرارية البريطانية أو الثيرم، بل تظهر فقط بمضاعفات المئة قدم مكعب. وبما أن ١٠٠ قدم مكعب من الغاز الطبيعي تنتج عند احتراقها حوالي ١٠٠٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية، فإن ١٠٠ قدم مكعب من الغاز تعادل ثيرماً واحداً.

www.j4know.com

- تكلفة ثيرم واحد من الطاقة لمستهلك في أمريكا الشمالية تتراوح عادة- باستثناءات قليلة- ما بين دولار واحد إلى دولار وثمانين سنتًا (حسب أسعار عام ٢٠٠٨م).
- الأسرة الأمريكية العادية (المتوسطة) تستهلك ما يقارب ٩٢٠ ثيرم من الغاز سنويًّا، وتكون الأسر التي تسكن في مناطق باردة أكثر استهلاكاً من غيرها.

وعلى الرغم من أن معدل ما يدفعه المستهلك مقابل استهلاك الغاز يختلف مع اختلاف المنطقة، والوقت من السنة، فإننا اخترنا تعرفة متوسطة، وهي: واحد ونصف دولار لكل ثيرم عند إجراء الحسابات أو عمل المقارنات في هذا الكتاب (حسب أسعار عام ٢٠٠٨م).

في الحالات التي تأتي فيها فواتير الغاز بوحدة الثيرم أو بمضاعفات المئة قدم مكعب، تكون قياساتنا متكافئة، ويمكن عمل المقارنة مباشرة. أمّا إذا جاءت فاتورتك بمضاعفات الـ ١٠٠٠٠٠٠ ثيرم (ديكاثيرم)، فعليك في هذه الحالة أن تضرب الأرقام الواردة في هذا الكتاب (التي ستكون دائمًا بوحدة الثيرم) بعشرة قبل القيام بعمل أي مقارنة مع فاتورة منزلك. فعلى سبيل المثال، إذا افترضنا أن متوسط تعرفة (سعر) الغاز هو واحد ونصف دولار لكل ثيرم، فإن سعر الديكاثيرم الواحد من الغاز سيكون خمسة عشر دولاراً.

قياس استهلاك البروبان والنفط

تتميز أسعار البروبان والزيت الثقيل بأنها أكثر تذبذباً (من الغاز)؛ وذلك لأنها تنتج في المصافي من النفط الخام، ومن ثم فهي أكثر عرضة لانقطاع خطوط الإمداد. ويجدر التنويه لما يلي، فيما يخص البروبان والزيت الثقيل:

- يباع كل من: البروبان والزيت الثقيل بوحدة الجالون (الجالون يعادل حوالي ٤ لترات).
- إنّ احتراق جالون واحد من البروبان أو الزيت الثقيل ينتج بين ١٣٠٠٠٠ إلى ١٤٠٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية.
- يتراوح سعر كل من: البروبان والزيت الثقيل حالياًّ بين دولار ونصف إلى ثلاث دولارات للجالون الواحد (حسب أسعار عام ٢٠٠٨م).

www.j4know.com

مقارنة بين مصادر الطاقة المستخدمة للتدفئة

تحرق أفران التدفئة (furnace) أو المراجل (boiler) المستخدمة لتدفئة المنزل أنواعاً مختلفة من الوقود الأحفوري، مثل: الغاز الطبيعي، والبروبان، والزيت الثقيل. وكذلك يستعمل سخان المياه بالإحتراق وقوداً أحفورياً, لتسخين المياه المنزلية. إنّ حرق هذه الأنواع من الوقود لا بد أن يصاحبه فقدان أو ضياع بعض من كمية الحرارة الناتجة عن الاحتراق، حيث يذهب جزء من هذه الحرارة الضائعة (المفقودة) مع غازات الاحتراق التي تخرج من المدخنة، في حين يضيع بعضها من خلال جدران جهاز الاحتراق. قد تعمل بعض الأفران والمراجل القديمة على كفاءة ٦٥٪ فقط، في حين تعمل الأجهزة الحديثة عالية الكفاءة على ٩٠٪ أو أكثر من ذلك.

ويمكن أيضاً استخدام الكهرباء –كمصدر طاقة– للتدفئة المنزلية، على الرغم من أنها تكون دائماً أعلى تكلفة كمصدر للحرارة من بقية أنواع وقود الاحتراق؛ لأن إنتاج الكهرباء يتم بكفاءة متدنية للغاية. تحدث الفواقد الكبرى في الطاقة في محطات توليد الكهرباء، حيث يحرق الفحم أو النفط؛ لإنتاج البخار الذي يدوّر توربينات تشغّل المولدات الكهربائية. وبطبيعة الحال، تصاحب الغازات الخارجة من المداخن في هذه المحطات (كما هو الحال تمامًا في أفران التدفئة المنزلية) كمية كبيرة من الحرارة الضائعة، بالإضافة إلى كميات كبيرة أخرى من الطاقة الكهربائية الضائعة في محطات التحويل، وفي خطوط النقل الكهربائية. وفي الوقت الذي تصل فيه الطاقة الكهربائية إلى منزلك، تكون كفاءة العملية بمجملها حوالي ٣٠٪ فقط؛ مما يعني ضياع ٧٠٪ من كمية الطاقة الأصلية.

إن ما ذكرناه آنفاً يفسر لنا، لماذا تعدّ الكهرباء عمومًا مصدر طاقة غير اقتصادي للتدفئة، على الرغم من وجود استثناءات قليلة لهذا التعميم، من بينها: البيوت ذات الحاجة القليلة للتدفئة. فعلى سبيل المثال، إذا كنت تسكن في مدينة ذات طقس معتدل، مثل: سانت دييغو، في ولاية كاليفورنيا، فإنك على الأرجح قليلاً ما تحتاج إلى التدفئة لدرجة أن تدني كفاءة التدفئة بالكهرباء لن تؤدي إلى أي تكلفة إضافية ذات قيمة. أمّا الاستثناء الآخر الذي تصبح فيه التدفئة بالكهرباء خيارًا اقتصاديًا، فهو عندما يكون بالإمكان تدفئة كل غرفة على حدة؛ لتكون بديلاً عن نظام التدفئة المركزي. ففي ظل بعض الظروف المناخية السائدة، تأتي أوقات من السنة يكون فيها كافيًا على سبيل المثال استعمال مدفأة كهربائية صغيرة (ثابتة أو متحركة) في المطبخ كل صباح. إذا كان باستطاعتك فعل ذلك بدلاً من تشغيل نظام التدفئة المركزي الذي

www.j4know.com

يعمل بالغاز، فقد ترتب عليك على ذلك تكاليف قليلة؛ لأنك ببساطة لا تقوم بتدفئة المستخدمة في المترل بأكمله. ويبين الجدول رقم (١-١)، والمعنون بـ"**مقارنة التكاليف بين مصادر الطاقة المختلفة المستخدمة في التدفئة**"، كيف أن تكلفة الطاقة المبيعة لا تساوي تكلفة ما يتحول منها بالفعل إلى طاقة حرارية لتدفئة مترلك.

جدول رقم (١-١) مقارنة التكاليف بين مصادر الطاقة المختلفة المستخدمة في التدفئة

نوع الطاقة وكيفية شرائها	التكلفة لكل وحدة طاقة مشتراة	التكلفة لكل ثيرم من الحرارة الواصلة إلى نقطة الاستخدام
الغاز الطبيعي	١,٥ دولار/ثيرم	٢,١٤ دولار
البروبان	٢,١٠ دولار/جالون	٣,٠٠ دولارات
زيت الوقود	٢,٧٠ دولار/جالون	٣,٨٦ دولار
الكهرباء	٠,١٥ دولار/كيلووات ساعة	٤,٣٥ دولار
يبين العمود الثالث تكلفة الحرارة الواصلة إلى نقطة الاستخدام لأنظمة التدفئة المترلية الاعتيادية بكفاءة ٧٠٪ للغاز، والبروبان، والنفط. تبلغ كفاءة التوصيل للكهرباء داخل مترلك ١٠٠٪. التكاليف الواردة تمثل قيماً متوسطة للولايات المتحدة وكندا (حسب أسعار عام ٢٠٠٨م).		

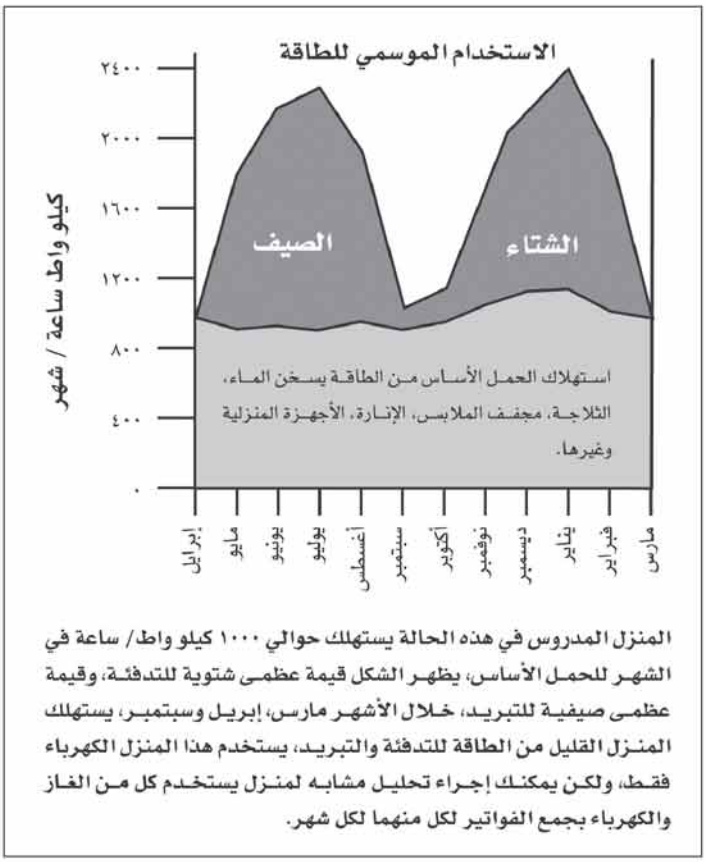
تحليل فاتورة الطاقة الخاصة بالمترل

إنّ تعلُّم كيفية قراءة فاتورة الطاقة الخاصة بمترلك أمر يستحق العناء، والبدء بفاتورة لشهر واحد هي فكرة جيدة، ولكن مجموعة فواتير لسنة كاملة ستمنحك الفرصة للقيام بتحليل أكثر فائدة. بعض شركات الطاقة يمكن أن تزودك بفواتير الاستهلاك لعام مضى، الأمر الذي يجعل مهمتك أكثر يسراً. إذا لم يكن لديك مجموعة كاملة من الفواتير، فبادر بالاتصال بشركة توزيع خدمات الطاقة الخاصة بك، واطلب منها سجلاتك لسنة كاملة.

عند تحليل استهلاك مترلك من الطاقة، يكون من المفيد تقسيم استهلاكك إلى مجموعتين رئيستين: الاستهلاك الموسمي (seasonal) (الذي يعبر عن استهلاك الطاقة

www.j4know.com

في الشهور التي يزيد فيها الاستهلاك)، واستهلاك الحمل الأساس (baseload)، وهو التصنيف الذي ينطبق على استهلاك كل من: الكهرباء والغاز.



المنزل المدروس في هذه الحالة يستهلك حوالي ١٠٠٠ كيلو واط/ ساعة في الشهر للحمل الأساس، يظهر الشكل قيمة عظمى شتوية للتدفئة، وقيمة عظمى صيفية للتبريد، خلال الأشهر مارس، إبريل وسبتمبر، يستهلك المنزل القليل من الطاقة للتدفئة والتبريد، يستخدم هذا المنزل الكهرباء فقط، ولكن يمكنك إجراء تحليل مشابه لمنزل يستخدم كل من الغاز والكهرباء بجمع الفواتير لكل منهما لكل شهر.

شكل رقم (١-٢) الحمل الأساس في مقابل الاستهلاك الموسمي للطاقة

يشمل الاستهلاك الموسمي الطاقة المستعملة للتدفئة، والتبريد، وهو بذلك عرضة للتفاوت الكبير من موسم إلى آخر، معتمدًا بذلك إلى حد كبير على درجة حرارة الجو الخارجية،في حين يشمل استهلاك الحمل الأساس الطاقة المستعملة في الأجهزة المترلية التي تعمل على مدار السنة مثل: سخان المياه، والثلاجة، والمدفأة، وآلة غسيل وتنشيف الملابس، وجهاز الحاسوب، والتلفاز، والإنارة، والأجهزة المترلية الصغيرة الأخرى.

إنّ الأرقام المالية (بالدولار) التي ستخرج بها هنا (من قراءة الفواتير) ستساعدك في تقييم جدوى الاستثمار في التحسينات المقترحة على مترلك. فمثلاً، إذا تبين أن

www.j4know.com

استهلاكك من الطاقة للتدفئة هي ثلاثة أضعاف ما تستهلكه للتبريد، فانك على الأرجح سترى أن من الأجدى إضافة عزل حراري بدلاً من وضع أدوات تظليل على نوافذ المنزل المطلة على الجهة الجنوبية. لكنك إذا كنت تعيش في منطقة ذات مناخ معتدل، وكان استهلاك الحمل الأساس يمثل ثلاثة أرباع التكلفة الكلية لاستهلاكك من الطاقة، فإن الفائدة الكبرى قد تكمن بتحديث أنظمة الإنارة، وتسخين المياه في المنزل.

الحمل الأساس مقابل الاستهلاك الموسمي

يمكنك تتبع دراسة الحالة التي نقدمها هنا بالرجوع إلى الرسم البياني الموضح في الشكل رقم (١-٢)، والذي يحمل عنوان: «**تحليل فاتورة الطاقة الخاصة بك**» (انظر: ص (٣٥). في هذه الحالة، نقدم أولاً وصفاً كاملاً لمنزل في منطقة باردة، بحمله الكبير من التدفئة، وبدون حمل للتبريد، مع التنويه إلى أن الإجراء سيكون نفسه بغض النظر عن طبيعة المناخ في منطقة السكن.

التكلفة الشهرية لاستهلاك الغاز للحمل الأساس

لاحظ أن استهلاك الغاز للمنزل الذي اختير للدراسة يكون بحدوده الدنيا في أشهر يونيو ، ويوليو، وأغسطس، حيث يكون لكلها (٤٨ دولاراً). يتمثل الاستهلاك خلال هذه الأشهر الثلاثة على نحو رئيس في الاستعمالات التي تشكل الحمل الأساس، حيث لم تكن هناك حاجة إلى التدفئة. في هذا المنزل، تتضمن استعمالات الحمل الأساس سخان ماء، وآلة تنشيف ملابس يعملان بالغاز. لكن لو كان فرن التدفئة في هذا المنزل هو الجهاز الوحيد الذي يعمل بالغاز، لكان الحمل الأساس للمنزل في الأشهر الثلاثة المذكورة قريبًا من الصفر. وفي هذه الحالة، نكون قد حددنا ثلاثة أشهر يكون فيها استهلاك المنزل لأغراض الحمل الأساس فقط، وبناءً على ذلك، نحسب متوسط التكلفة لهذه الأشهر الثلاثة كما هو مبين على النحو التالي:

٤٨ دولاراً + ٤٨ دولاراً + ٤٢ دولاراً = ١٣٨ دولار.

١٣٨دولار ÷ ٣ = ٤٦ دولاراً (متوسط تكلفة الغاز للحمل الأساس).

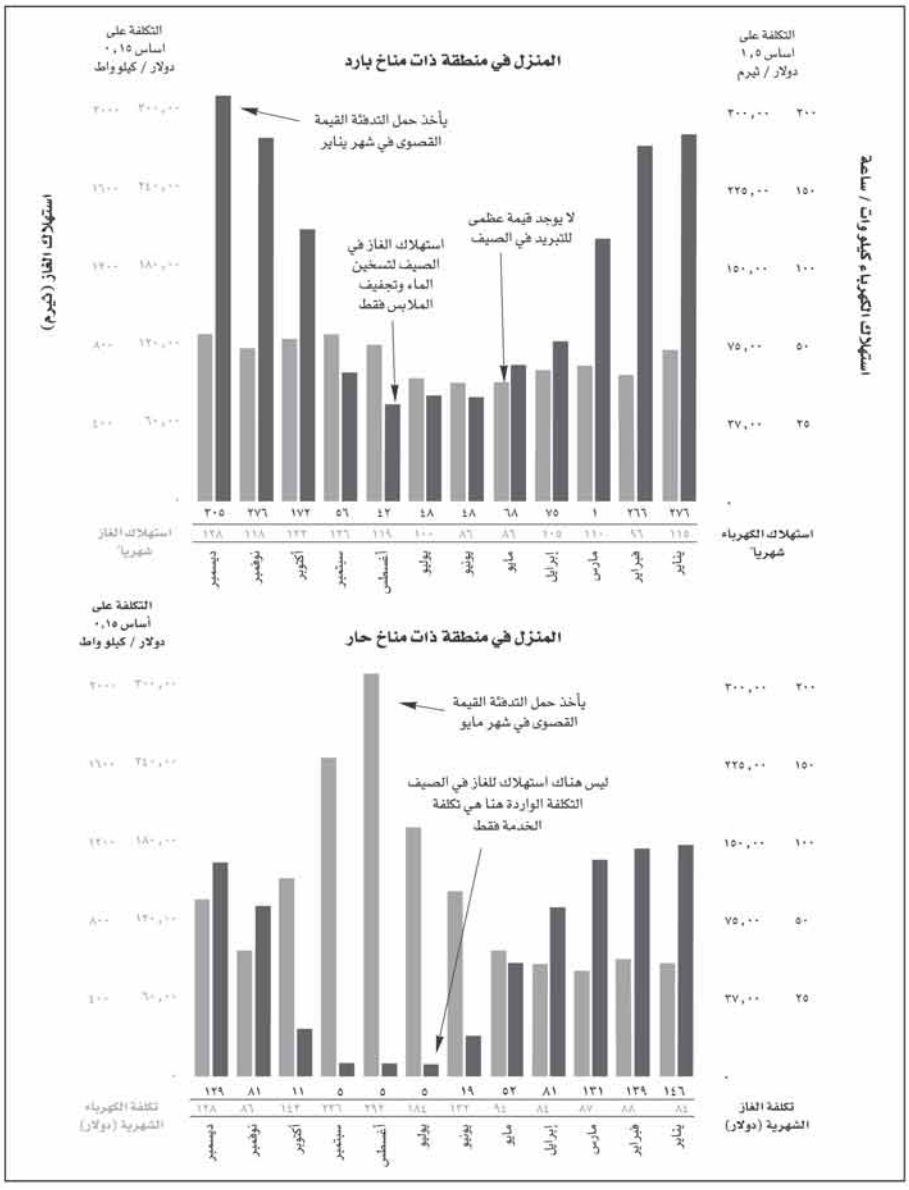
- **التكلفة السنوية لاستهلاك الغاز للحمل الأساس:** لحساب هذه التكلفة، اضرب متوسط تكلفة الغاز الشهرية للحمل الأساس بـ ١٢.

٤٦ دولاراً × ١٢ = ٥٥٢ دولار (التكلفة السنوية لاستهلاك الغاز للحمل الأساس).

www.j4know.com

- **التكلفة السنوية الكلية لاســـتهلاك الغاز:** لحساب هذه التكلفة، اجمع قيمة فواتير الغاز للسنة (لاثني عشر شهرًا)، حسب ما ورد في الشكل رقم (١-٢).

٢٧٦ + ٢٦٦ + ١٧٠ + ٧٥ + ٦٨ + ٤٨ + ٤٨ + ٤٢ + ٥٦ + ١٧٢ +
٢٧٦ + ٣٠٥ = ١٨٠٢دولار (التكلفة السنوية للغاز).



شكل رقم (١-٣) تحليل فاتورة الطاقة الخاصة بمترلك

www.j4know.com

- **التكلفة الموسمية لاستهلاك الغاز (للتدفئة)**: وأخيراً، لحساب التكلفة السنوية للغاز لأغراض التدفئة، اطرح التكلفة السنوية للغاز والخاصة بالحمل الأساس من التكلفة السنوية الكلية لاستهلاك الغاز كما يلي:

١٨٠٢ دولار – ٥٥٢ دولار = ١٢٥٠ دولار (التكلفة الموسمية للغاز المستخدم في التدفئة).

في الفقرة التالية، سنحسب حساباً مماثلاً لاستهلاك الكهرباء؛ لمعرفة كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في تشغيل نظام التدفئة في المترل. إذا كان كل نظام التدفئة في مترلك يعمل بالكهرباء (أي: لا تستهلك الغاز للتدفئة)، فإن الكهرباء ستشكل التكلفة الرئيسة للتدفئة. أمّا إذا كان لديك فرن تدفئة يعمل بالغاز، فستظل هناك التكلفة القليلة من الكهرباء المترتبة على تشغيل مراوح ومضخات نظام التدفئة. عند انتهائك من القيام بعملية مماثلة؛ لحساب استهلاك الكهرباء، فإنه يمكنك عندها جمع المكونين؛ لحساب التكلفة الكلية الخاصة بتدفئة مترلك. في الفقرة التالية، نقدم ملخصاً لحساب استهلاك الكهرباء في المترل ذاته، والواقع في مناخ بارد، وهذا الإجراء مماثل تماماً لحساب استهلاك الغاز.

- **التكلفة الشهرية لاستهلاك الكهرباء للحمل الأساس**: يكون استهلاك الكهرباء عند أدنى مستوى له في أشهر مايو (أيار) (٨٦ دولارًا)، ويونيو (حزيران) (٨٦ دولارًا)، ويوليو (تموز) (١٠٠ دولار). إنّ الحمل الأساس الظاهر هنا يتمثل بالإنارة، والثلاجة، والمجمدة (freezer)، وفرن الطبخ، وغسّالة الملابس (للمضخة، والمحرك – تسخين المياه بالغاز)، وتنشيف الملابس (للمحرك – الحرارة بالغاز)، وأجهزة مترلية أخرى متنوعة. في هذه الحالة حددنا ثلاثة أشهر يكون الحمل فيها فقط هو الحمل الأساس، وبناءً على ذلك، نحسب معدل (متوسط) التكلفة لهذه الأشهر الثلاثة المذكورة آنفاً على النحو التالي:

٨٦ دولارًا + ٨٦ دولارًا + ١٠٠ دولار = ٢٧٢ دولار لثلاثة أشهر.

٢٧٢ دولار / ٣ = ٩١ دولاراً (متوسط التكلفة الشهرية للحمل الأساس).

- **التكلفة السنوية لاستهلاك الكهرباء للحمل الأساس**: لحساب التكلفة السنوية لاستهلاك الطاقة الكهربائية تحت الحمل الأساس، اضرب التكلفة الشهرية بـ ١٢.

www.j4know.com

٩١ دولارًا ×١٢ = ١٠٩١ دولار (التكلفة السنوية لاستهلاك الكهرباء للحمل الأساس).

- **التكلفة السنوية الكلية لاستهلاك الكهرباء:** لحساب التكلفة السنوية الكلية لاستهلاك الطاقة الكهربائية، اجمع تكاليف استهلاك الكهرباء لكل أشهر السنة انظر: الرسم البياني رقم (١-٢).

١١٥ + ٩٦ + ١١٠ + ١٠٥ + ٨٦ + ٨٦ + ١٠٠ + ١١٩ + ١٢٦ + ١٢٢ + ١١٨ + ١٢٨ = ١٣١١ دولار.

- **التكلفة الموسمية لاستهلاك الكهرباء (التدفئة والاستعمالات الشتوية الأخرى):** لحساب استهلاكك الموسمي من الكهرباء المستخدمة في التدفئة، اطرح التكلفة السنوية لاستهلاكك من الطاقة الكهربائية للحمل الأساس من التكلفة السنوية الكلية لاستهلاكك من الطاقة الكهربائية، وذلك على النحو التالي:

١٣١١ – ١٠٩٢ = ٢١٩ دولار (التكلفة الموسمية لاستهلاك الطاقة الكهربائية).

ملخص دراسة هذه الحالة

بلغت التكلفة السنوية لاستهلاك الغاز لهذا المترل ٥٥٢ دولار (حسب الإجراء الأول المذكور سابقًا) في حين بلغت التكلفة السنوية لاستهلاك الكهرباء للحمل الأساس ١٠٩٢ دولار (حسب الإجراء الثاني المذكور سابقًا). وبناءً على ذلك، تكون التكلفة السنوية الكلية لاستهلاك الطاقة للحمل الأساس تساوي مجموع التكلفة السنوية لاستهلاك الغاز والكهرباء (١٦٤٤ دولار)، وهي تكلفة تشغيل أجهزة الحمل الأساس: كالإنارة، والثلاجة، وفرن الطبخ، ومسخن الماء، والأجهزة المترلية، والأحمال الأخرى. إنّ إجراء تحسينات على هذه الأنظمة، مثل: تركيب مصابيح توفير الكهرباء، واستبدال الثلاجة، وتركيب عازل حراري لسخان الماء، سيقلص حتمًا هذه التكلفة.

بلغت التكلفة السنوية الموسمية لاستهلاك الغاز لهذا المترل، والتي تتمثل بشكل رئيس بالتدفئة، ١٢٥٠ دولار (حسب الإجراء الأول المذكور آنفًا) في حين بلغت التكلفة السنوية الموسمية لاستهلاك الكهرباء ٢١٩ دولار (من الإجراء الثاني المذكور آنفاً). وبناءً

www.j4know.com

على ذلك، فإن التكلفة السنوية الموسمية الكلية لاستهلاك الطاقة تساوي مجموع التكلفة الموسمية السنوية لاستهلاك الغاز والكهرباء (١٤٦٩ دولار)، وهي تكلفة تدفئة المترل، وتشمل كلاً من: تكلفة الغاز والكهرباء لتشغيل نظام التدفئة، بالإضافة إلى الزيادة البسيطة المعتادة في الاستهلاك، والمستخدمة في الإضاءة، والأجهزة المترلية لمعظم الأسر في الشتاء. يمكنك تقليص استهلاكك الموسمي بإضافة العزل الحراري، وإزالة بؤر تسرب الهواء في المترل، أو بتحسين كفاءة نظام التدفئة فيه. إنّ الإجراء المتبع في تحليل استهلاك الطاقة لأي مترل هو نفسه. ففي الحالة التي يكون فيها المترل واقعًا في منطقة حارة، والمبين وصفه في الرسم البياني الموضح في الشكل رقم (١-٢)، فإن الاستهلاك الموسمي يجعل الحمل يبلغ ذروته (قيمة عظمى) شتاءً، حيث يستهلك الغاز للتدفئة، كما يبلغ ذروته (قيمة عظمى) صيفيًا؛ استهلاك الكهرباء للتبريد.

حساب استهلاك الطاقة بالـ «كيلو وات في الساعة» وبوحدة الـ «ثيرم»

قد ترغب أيضاً بتقدير استهلاكك من الكهرباء بوحدة الكيلو وات في الساعة أو استهلاكك من الغاز بوحدة الثيرم، وليس بالتكلفة، وهو ما قد يكون مفيدًا لعدد من الأسباب، منها: إمكانية مقارنة استهلاكك على مدى عدة سنوات؛ لأن تكلفة الطاقة عادة ما ترتفع مع الزمن وإجراء مقارنة بين تكلفة الطاقة سيكون منحازًا بمعدل التضخم. وعندما تتعلم كيفية تحليل فاتورة الطاقة الخاصة بك، ستجد أنه من الأفضل أن تقارن استهلاكك بوحدتي الكيلو وات في الساعة والثيرم بدلاً من الدولار. إنّ التكلفة أمر مهم لنا جميعًا، لكن تذبذبها يجعل منها نقطة غير مناسبة للمقارنة في الأوقات التي ترتفع فيها أسعار الطاقة.

أما السبب الآخر لحساب الاستهلاك الحقيقي بدلاً من التكلفة فهو إمكانية إجراء مقارنة بين المنازل الوارد وصفها هنا (في الكتاب) أو في أي مكان آخر. ولهذا السبب أدرجنا جداول تبين الاستهلاك النمطي للأسر الأمريكية. ولحساب استهلاكك الحقيقي من الغاز أو الكهرباء (بدلاً من التكلفة)، اتبع الإجراء التالي:

- اجمع فواتير الكهرباء الخاصة بمترلك بالإجراء نفسه المذكور في الأعلى، والذي أتبع لتحليل التكلفة، وافصل حسابات الكهرباء والغاز كل على حدة.
- حدد أقل الشهور استهلاكًا لكل نوع من أنواع الطاقة.
- اضرب الاستهلاك الشهري للحمل الأساس لكل نوع من أنواع الطاقة بـ ١٢، وسيكون حاصل الضرب هو استهلاكك السنوي للحمل الأساس لكل نوع من أنواع الطاقة.

www.j4know.com

- اجمع الاستهلاك لكل أشهر السنة لكل نوع من أنواع الطاقة، واطرح منه استهلاكك السنوي للحمل الأساس (الذي حسب في الخطوة السابقة)؛ لتحصل على استهلاكك الموسمي لكل نوع من أنواع الطاقة.

ستسلط الأرقام الخاصة بالحمل الأساس (بالكيلو وات في الساعة والثيرم) الضوء على أجهزتك المترلية. وأما بشأن فاتورتك الخاصة بالغاز، فإن كان فرن التدفئة وسخان المياه لديك يعملان بالغاز، فإن فواتير الغاز الصيفية تعكس تكلفة تسخين المياه فقط. ولكن في المقابل إذا كانت تدفئتك بالغاز وتسخين المياه بالكهرباء، فقد تشهد استهلاكًا للحمل الأساس في الصيف مقداره صفر. أما بشأن فاتورة الكهرباء، فإن كان في مترلك نظام تكييف، ستكون فواتيرك أكثر تكلفة في الصيف من غيرها، ولكن إن لم يكن المترل مكيَّفًا، فإن فواتيرك ستظهر فقط استهلاك الحمل الأساس لعدة أشهر صيفية.

مقارنة مترلك بمنازل أخرى

قد تجد أنه من المفيد معرفة وضع مترلك (من حيث كفاءة الطاقة) بالمقارنة بغيره من المنازل. يعطي الجدول رقم (١-٢) الذي يحمل عنوان: «**الاستهلاك السنوي للغاز الطبيعي للمنازل الأمريكية**» فكرة تقريبية عن استهلاك الغاز الطبيعي في البيت العادي (المتوسط) في أمريكا الشمالية، في حين يقدم الجدول رقم (١-٣)، والذي يحمل عنوان: «**مدى الاستهلاك السنوي للمنازل التي تعتمد اعتمادًا كاملاً على الكهرباء**» وصفًا لمترل يستخدم الكهرباء في كل حاجاته من الطاقة.

وفيما يتعلق بالمنازل التي تستخدم أيضاً الغاز، أو زيت الوقود (الثقيل)، أو البروبان، فإن المقارنة تصبح أكثر تعقيدًا من غيرها، لكن النسب العامة تبقى كما هي دون تغيير. وتظهر هذه الجداول مجالاً من الاستهلاك يبين مدى قلة كمية الطاقة المستهلكة في أكثر المنازل كفاءة، حيث تعود الأرقام المرتفعة من الاستهلاك إلى المنازل الكبيرة رديئة التصميم والبناء، في حين تعود الأرقام المتدنية للاستهلاك إلى المنازل الصغيرة التي بنيت بمواصفات عالية.

www.j4know.com

جدول رقم (١-٢) الاستهلاك السنوي للغاز الطبيعي للمنازل الأمريكية

الاستخدام	عال	متوسط	متدن
التدفئة	١٠٠٠	٤٥٠	١٠٠
تسخين المياه	٧٠٠	٢٥٠	١٠٠
تجفيف الملابس	١٠٠	٦٠	٠
الطبخ	٥٠	٢٥	١٠
المجموع	١٨٥٠	٧٨٥	٢١٠

كل القياسات الواردة في الجدول السابق بوحدة الـ "ثيرم" (١٠٠٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية). ولتحويلها إلى وحدة ال "ديكاثيرم"، فاقسم على عشرة. وهذه الأرقام تلخيص من بيانات **وكالة حماية البيئة الأمريكية** (EPA)، ومن مصادر أخرى. البيانات الواردة هنا خاصة بالمنازل الأمريكية.

وفي السوق الأوروبية، وضعت المواصفة الخاصة بما بات يعرف بـ "المنازل الخاملة passive homes" وذلك بعد تطويرها مؤخراً من عدد قليل من مشيدي المباني المتنورين في أمريكا الشمالية حيث تقدم البيوت المبنية حسب المواصفة الخاصة بـ "المنازل الخاملة" مثالاً على الأداء العالي الذي يمكن أن تؤديه المنازل الحديثة. قد تساعدك هذه الجداول على فهم كيفية فصل وتبويب الطاقة التي تستهلكها، ومن ثم تحويلها إلى استخدامات محددة داخل منزلك؛ ولتقدير مقدار الطاقة التي تستهلكها في كل باب، يتوجب عليك تحليل منزلك، وأجهزتك المنزلية، وسلوكك؛ ولذا، سنناقش هذا الموضوع بعمق أكثر لاحقاً.

www.j4know.com

جدول رقم (١-٣) مدى االاستهلاك السنوي للمنازل التي تعتمد بالكامل على الكهرباء.

نوع الاستعمال	استعمال عالي	استعمال منخفض	منزل خامل (سلبي)[١]
تدفئة وتهوية[٢]	٢٠٠٠٠	٤٠٠٠	٣٠٠٠
تكييف الهواء[٢]	٧٠٠٠	٦٠٠	٠
تسخين المياه	٨٠٠٠	٢٤٠٠	١٠٠٠[٣]
تبريد	٢٠٠٠	٦٠٠	٤٠٠
تجفيف الملابس	٢٠٠٠	٧٠٠	٠[٤]
الانارة	٢٠٠٠	٧٠٠	٤٠٠
أخرى	٣٠٠٠	٢٠٠٠	١٤٠٠
المجموع السنوي (كيلو وات)	٤٤٠٠٠	١١٠٠٠	٦٢٠٠
الاستهلاك السنوي (كيلووات ساعة/قدم٢)	٢٦	٦,٤	٣,٦

١. يؤسس معيار المنازل الخاملة أطراً وارشادات لمنازل فعالة للغاية.

٢. تتباين القيم بشكل كبير حسب المناخ, حساسية السكان لدرجة الحرارة, والميول الشخصية.

٣. بافتراض نظام تسخين مياه شمسي, متضمناً مصدر طاقة للضخ والاحتياط.

٤. تجفف الملابس على منشر تقليدي (بأشعة الشمس).

تقدير الانبعاثات الكربونية من المنزل

إن أغلبنا يستخدم طاقة تأتي من مصادر قليلة جداً. ويبين الجدول رقم (١-٤) المعنون بـ «**الإنبعاثات الكربونية لكل وحدة من الطاقة ولكل ثيرم**» طريقتين لقياس كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من حرق مصادر مختلفة من الطاقة، وبيان ذلك على النحو التالي:

- كمية ثاني أكسيد الكربون التي تنبعث من جراء كل وحدة مستهلكة من الوقود.
- كمية ثاني أكسيد الكربون التي تنبعث من جراء توليد ثيرم واحد من الطاقة.

لاحظ أن الغاز الطبيعي من بين كل أنواع الوقود الأحفوري ينتج أقل كميات

www.j4know.com

انبعاث لغاز ثاني أكسيد الكربون لكل ثيرم من الحرارة، في حين تنتج الكهرباء الكمية العليا منه لكل ثيرم من الحرارة، على الرغم من أن هذا يختلف حسب طريقة توليد الكهرباء. لهذا السبب، لا تعدّ الكهرباء عادة ارخص مصادر الطاقة المستخدمة في التدفئة، خصوصاً إذا توفر الغاز الطبيعي أو محروقات أخرى. وتكمن أفضل تطبيقات الكهرباء في الاستعمالات التي تكون فيها هي الخيار الوحيد، مثل: الإنارة، والأجهزة المترلية. ويمكنك الجدول رقم (١-٤) من تقدير ما تنتجه من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجة مستوى استخدامك الحالي للطاقة.

جدول رقم (١-٤) الانبعاثات الكربونية لكل وحدة من الطاقة ولكل ثيرم

نوع الطاقة	ثاني أكسيد الكربون/ وحدة	ثاني أكسيد الكربون / ثيرم
الغاز الطبيعي	١٢ باونداً/ثيرم	١٢ باونداً
البروبان	١٣ باونداً/جالون	١٤ باونداً
زيت الوقود	٢٦ باونداً/جالون	١٩ باونداً
خشب	٥٠٠٠ باونداً/كورد*	٢١ باونداً
الكهرباء من الغاز	١,٣ باوند/كيلو وات ساعة	٣٩ باونداً
الكهرباء من النفط	٢,٢ باوند/كيلو وات ساعة	٦٣ باونداً
الكهرباء من الفحم	٢,٤ باوند/كيلو وات ساعة	٦٩ باونداً
الكهرباء: المتوسط من كل مصادر الطاقة (للولايات المتحدة الأمريكية).	١,٥ باوند/كيلو وات ساعة	٤٥ باونداً
المصدر: المجلس الأمريكي لاقتصاد كفؤ في استخدام الطاقة و إدارة معلومات الطاقة.		

**الباوند (الرطل): يعادل حوالي نصف كيلوغرام.

*الكورد الواحد: يعادل كومة من الخشب حجمها ١٢٨ قدم مكعب (٤X ٤X ٨ أقدام).

- اجمع فواتير مترلك، واحسب استهلاكك السنوي الكلي من وقود التدفئة (بوحدة الثيرم أو الجالون) ومن الكهرباء (بوحدة الكيلو وات في الساعة).
- حدّد وقود التدفئة الخاص بك على الرسم البياني، ثم اضرب استهلاكك السنوي (بالثيرم) بكمية ثاني أكسيد الكربون التي تنبعث لكل ثيرم من الوقود الذي تستخدمه. وسيكون الناتج كمية ثاني أكسيد الكربون التي تنتجها في السنة بوحدة الباوند أو الرطل: (باوند واحد (رطل) يعادل نصف كيلوغرام تقريبًا -٤٥٤ غرام-).

www.j4know.com

- اضرب اســـتهلاكك الســـنوي من الكهرباء (بالكيلو وات في الساعة) بكمية الانبعاث المناسبة لكل كيلو وات في الساعة. وسيكون الناتج كمية ثاني أكسيد الكربون التي تنتجها في السنة بوحدة الباوند (الرطل).

فعلى سبيل المثال، يبين الجدول رقم (١-٥)، أن الأسرة الأمريكية العادية (المتوسطة) تستهلك حوالي ٩٢٠ ثيرم من الغاز الطبيعي سنويًّا، مما يعني انبعاث حوالي ١١٠٠٠ باوند (رطل) من ثاني أكسيد الكربون. كما تستهلك الأسرة الأمريكية العادية (المتوسطة) حوالي ١١٠٠٠ كيلو وات في الســـاعة من الكهرباء في السنة، مما يعني انبعاث ١٦٥٠٠ باوند (رطل) من ثاني أكسيد الكربون. قد تلحظ أن وزن ثاني أكسيد الكربون الناتج عن احتراق الوقود أكبر من الوزن الأصلي للوقود نفسه، لأن الأوكسجين الجوي يرتبط بالوقود خلال عملية الاحتراق، وبناءً على ذلك، يضاف وزنه إلى وزن ثاني أكسيد الكربون المنتج.

جدول رقم (١-٥) الانبعاثات الكربونية للأسر الأمريكية الاعتيادية

نوع الطاقة	الاستعمال الاعتيادي	الانبعاث الاعتيادي لثاني أكسيد الكربون
غاز طبيعي	٩٢٠ ثيرم	١١٠٠٠ باوند** (رطل)
زيت الوقود	٦٦٠ جالون	١٤,٥٠٠ باوند (رطل)
الكهرباء	١٠,٨٠٠ كيلو وات ساعة	١٦,٣٠٠ باوند (رطل)
على الأرجح، يستعمل منزلك الغاز الطبيعي أو الزيت الثقيل، ولكن لايجمع بينهما. في الواقع، كل المنازل تقريباً تستخدم الكهرباء. المصدر: إدارة معلومات الطاقة «نظرة إلى الاستهلاك المنزلي».		

عمليات تدقيق الطاقة المنزلية

عند اكتمال تحليل استهلاكك من الطاقة وتكاليفها، ستكون لديك فكرة عامة تساعدك على التوجيه الصحيح لجهود تحسين كفاءة المنزل. لكن إذا رغبت بتحسين تحليلك، عليك بتكليف مهني متخصص؛ لإجراء عملية تدقيق الطاقة في منزلك. ويمكن تصنيف عمليات تدقيق الطاقة المنزلية على النحو التالي:

www.j4know.com

عمليات التدقيق المترلية التي تجريها شركات خدمات الطاقة

تعرض العديد من شركات تزويد الطاقة عمليات تدقيق طاقة مجانية لجميع عملائها، على الرغـــم من أنه في بعض الأحيان يقتصر على العملاء ذوي الدخل المتدني. في العادة، تعرض الشركة صورة مختصرة للمترل؛ بقصد مساعدة أصحاب المنازل؛ ليقرروا أين يضعون جهودهم التحسينية. ينفذ مدقق الشركة في بعض الأحيان القليل من الإجراءات، مثل: عزل سخان المياه أو تركيب مصابيح توفيرية. بادر بالاتصال بشركتك؛ لجدولة وتحديد موعد لهذا التدقيق البسيط.

عمليات تدقيق الطاقة الشاملة

تنفذ عمليات تدقيق الطاقة الشـــاملة في العادة من مؤسسات استشارية متخصصة، حيث يقيّم المدقق كل غرفة في مترلك على حدة، فيقيّم العزل، وتسرب الهواء، وأجهزة التدفئة والتبريد، والأجهزة المترلية، والأبواب، والنوافذ، والأنظمة الأخرى. على المقيم أن يجري الفحص الخاص بتقييم تسرب الهواء ويضع توصيات لمنع التسرب. إذا كانت لديك أجهزة تدفئة أو تســـخين ماء تعمل بالاحتراق (تحـــرق الغاز، أو البروبان، أو الزيت الثقيل)، فعلى المدقق أن يقيّم أيضاً مستوى الأمان لأجهزة الاحتراق. وإذا كان لديك نظام تدفئة أو تبريد (تكييف) بالهواء، فعلى المدقق أن يفحص التسرب في شبكة مجاري الهواء. و كذلك على المدقق أن يقيّم فواتير الطاقة لمترلك، ويقدم تقريرًا مكتوبًا، يتضمن وصفًا لمكونات المترل، ويقدم توصيات لتحســـين كفاءة الطاقة، إذ يمكن لهذا التقرير أن يمثل مخططًا واضحًا لمشـــاريع تحســـين المترل المستقبلية. يمكنك الرجوع إلى فقرة «مصادر إضافية» (انظر:ص ٤٠٧)؛ لتجد المزيد من المعلومات عن أماكن وجود مدقق طاقة في منطقتك، أو بادر بالإتصال بمكتب الطاقة في الولاية الخاصة بك.

نظام تصنيف المنازل من حيث استهلاك الطاقة

يمثل «نظام تصنيف المنازل من حيث استهلاك الطاقة "HERS" طريقة معيارية لقياس كفاءة الهياكل (المباني) السكنية في استهلاكها للطاقة. ويمكن استعمال التصنيفات حســـب هذا النظام بطرق عدة: مساعدة الجهات المقرضة في تقرير استحقاق المنازل الجديدة والقائمة على رهن كفاءة الطاقة (التمويل)، وتحديد المنازل الجديدة التي تحقق معايير ال "ENERGY STAR"، وتقرير اســـتحقاق مترل ما؛ لإعفاءات ضريبية فدرالية، ومساعدة المستهلكين على المقارنة بين منازل عدة، يفكرون بشرائها. ويمكن أيضاً اســـتعمال التصنيف حسب هذا النظام؛ لتقييم الوفورات المحتملة من إجراءات تحسين كفاءة الطاقة: كتلك المذكورة في هذا الكتاب.

www.j4know.com

للحصول على تصنيف لمترلك حســـب معايير HERS، فيجب أن يزور مترلك أحد مدققي الطاقة؛ لجمع البيانات، ومن ثم تحليلها بواســـطة برمجية مرخصة، بحيث يخرج على إثرها بتصنيف رقمي لمترلك. وبحســـب هذا المقياس، فإنه كلما كان الرقم أقـــل كان أفضل من غيره، حيث يعطى التصنيف الصفري للمنازل التي تكون محصلة اســـتعمالها للطاقة الخارجية صفرًا، وتُمنح علامة الـــ "ENERGY STAR"، وهو النظام المعمول به للمنازل الجديدة في أغلب الولايات الأمريكية، لأي تصنيف يساوي أو أقل من ٨٥. أمّا في الولايات الواقعة في الشـــمال الأوســـط الأمريكي، فينبغي أن يحقـــق المترل تصنيف ٨٠ فما دون؛ للحصول على علامة الـــ ENERGY STAR. إنّ التصنيف المئوي (١٠٠) هو الأســـاس لمعامل HERS، ويمثل هذا التصنيف مترلاً افتراضيًا مبنيًا وفق الكود الدولي لحفظ الطاقة (IECC). في الوقت الحالي، ويبلغ معدل تصنيف المنازل الأمريكية حسب تصنيف HERS حوالي ١٣٠.

إذا كنت تخطط لتحسينات جوهرية لكفاءة مترلك في استهلاك الطاقة، فنحن نوصي أن يحصـــل مترلك على تصنيف HERS كجزء مـــن عملية (مرحلة) تصميم المترل، وتأكد من طلب قائمة بأولويات التحســـينات، والتي ستقلل —أي: تحسن– تصنيف HERS الخاص بمترلك. وقد تستطيع إضافة التكاليف المتوقعة لهذه التحسينات؛ لرهن (تمويل) كفاءة الطاقة بالتنســـيق مع الجهة الممولة. وللحصول على معلومات إضافية عن جهات التصنيف حســـب تصنيف HERS، وشـــبكة خدمات الطاقة المترلية، وتمويل تحسين كفاءة الطاقة، فبإمكانك الرجوع إلى فقرة "**مصادر إضافية**" المذكورة في ص ٤٠٧.

وضع أهداف لمترلك

نقدم في هذا الكتاب شرحًا وافيًا لطرق متعددة؛ لتحسين مترلك، حيث تركز كل المشاريع المطروحة على تحقيق وفورات في الطاقة إضافة إلى تقليل الانبعاثات الكربونية من مترلك. وستعزز بعض هذه المشاريع أيضاً متانة (durability) مترلك عن طريق التحكم بحركة الرطوبة مـــن داخل وخارج المترل، والتي يمكن أن تعود بمنافع صحية بواســـطة التقليل من تكاثر الجراثيم الضـــارة في مترلك. وأخيرًا، فإن العديد من هذه المشاريع ستعزّز الأمان في مترلك، وخصوصًا فيما يتعلق بالمشاريع التي تتضمن فحص وتحسين نظام التدفئة.

www.j4know.com

نموذج المنزل الخامل (Passive)

وضعت شركات بناء المنازل في ألمانيا والنمسا مؤخرًا معايير جديدة لكفاءة الطاقة في المنازل، من بينها نموذج «المنزل الخامل» الذي يوفر مستوى مميزًا من الراحة، بحيث يحتاج أقل القليل من التدفئة، ولا يستخدم أي كمية من الطاقة للتبريد (التكييف). لقد قارنّا هذه المنازل المميزة بمنازلنا القائمة في الرسم البياني الموضح في الشكل رقم (١-٤)، والذي يحمـــل عنوان «**تطور عملية تحقيق وفورات الطاقـــة في المنازل**» فاتضح لنا مدى الكفاءة التي يمكن أن تتمتع بها أفضل المنازل الحديثة، وهي رؤية علينا جميعًا أن نتذكرها خلال محاولاتنا تعديل منازلنا القائمة؛ لمواجهة تحديات المستقبل. إنّ النجاح الذي حظي به تصميم «**المنازل الخاملـــة**» يرجع إلى وضع أهداف واضحة محكومة بقيم رقمية لهذه المنازل التي تتمتع بمستوى عال جدًا من كفاءة الطاقة.

السعة الحرارية للتدفئة: ركبّ ما لا يزيد عن وات واحد من حرارة التدفئة لكل قدم مربع واحد من مساحة أرضية المنزل. تحت هذا المعيار، فإن منزلاً بمساحة ١٥٠٠ قدم مربع ســـيكون معزولاً جيّدًا، بحيث تكون مدفأة كهربائية واحدة كافية لتدفئة المنزلً حتىً خلال أكثر الأوقات برودة.

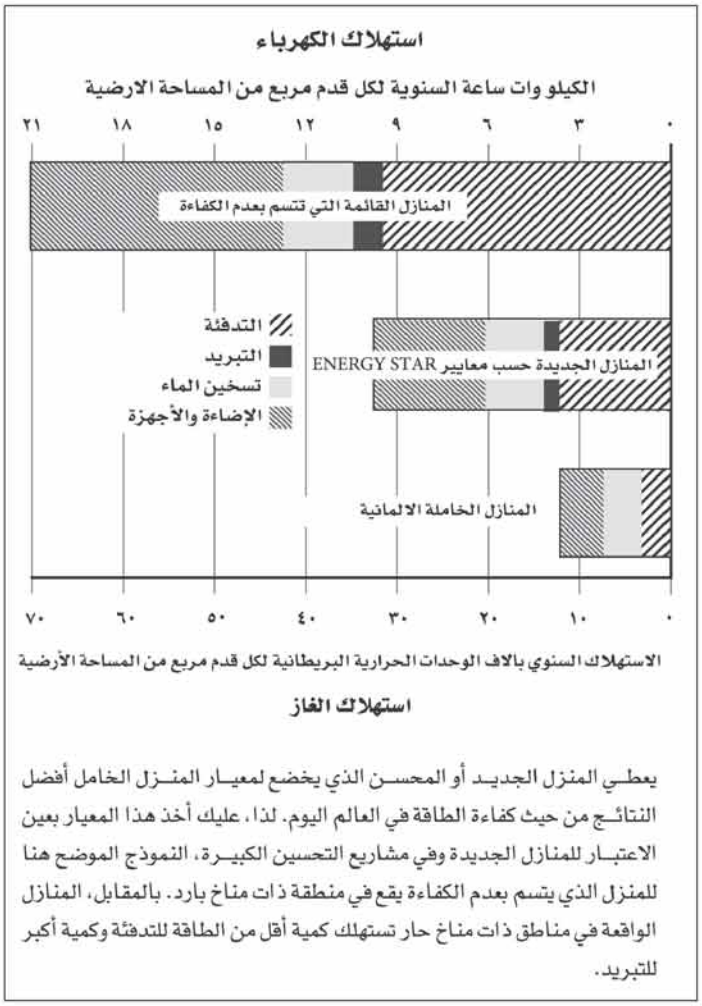
اســـتهلاك التدفئة السنوي: اســـتعمل ما لا يزيد عن واحد ونصف كيلو وات في الساعة سنويًّا لكل قدم مربع واحد لتدفئة المنزل.

الاستهلاك السنوي الكلي

اســـتعمل ما لا يزيد عن أربعة كيلو وات في الساعة سنويًّا لكل قدم مربع واحد لاستهلاك المنزل الكلي من الطاقة.

ومؤخراً، بنيت أو حسنت الآلاف من مثل هذه المنازل في كل من ألمانيا والنمسا؛ لتحقيق هذا المعيار (معيار المنازل الخاملة). كما أن من المرجح وجود مئات من المنازل في أمريكا الشـــمالية تحقق هذا المعيار الذي يمثل مبادرة ناجحة لتوفير الطاقة، وتحقيق أيضاً هدفٍ مفيدٍ لمؤسسات التصميم والبناء في الولايات المتحدة.

www.j4know.com



شكل رقم (١-٤) تطور عملية تحقيق وفورات الطاقة في المنازل

عشر طرق مضمونة لتحسين كفاءة الطاقة للمترل

هنـــاك بعض المبادئ الثابتة التي لا تتغير أبدًا عند تحســـين كفاءة المترل. إنّ الطرق العشر المذكورة هنا مضمونة النتائج فيما يتعلق بتقليل استهلاكك من الطاقة، وتقليل الانبعاثات الكربونية من مترلك كما سنقدم في مواضع أخرى من هذا الكتاب نصائح مفصلة عن كل طريقة من هذه الطرق.

www.j4know.com

تغيير العادات المتعلقة باستهلاك الطاقة

تستطيع العديد من الأسر أن تقتطع ما لا يقل عن ٢٥٪ من تكاليف الطاقة، وذلك بتبني عادات وسلوكيات تؤدي إلى حفظ الطاقة. فمثلاً, تعمل أفران التدفئة والمكيفات خصوصاً ساعات عديدة, وذلك في أوقات لا تكون فيها التدفئة أو التكييف في الحقيقة ضرورة لازمة. كما تترك الأجهزة المنزلية في كثير من الأحيان عاملة على الرغم من أن الحاجة إليها ليست قائمة. وبالنظر إلى عدد كبير من الأسر، يمكن تقليص استهلاك المياه الساخنة إلى النصف، وذلك بإجراء تغييرات بسيطة في العادات والسلوكيات المعتادة.

ماذا بوسعك أن تفعل؟ راقب جهاز التحكم بالحرارة ثيرموستات (thermostat) مراقبةً دقيقة، أو ركب جهاز تحكم بالحرارة قابل للبرمجة (programmable)، وتعلم كيفية برمجته. أطفئ أنوار وأجهزة المنزل عند عدم الحاجة إليها. استعمل كمية أقل من المياه الساخنة. اغسل ملابسك بالمياه الباردة. استعمل منشرًا؛ لتنشيف الملابس بدلاً من آلة تنشيف الملابس الكهربائية.

تحسين كفاءة الإنارة (Lighting)

لا تزال المصابيح التقليدية القديمة هي الأكثر انتشاراً في عدد كبير من المنازل، على الرغم من أن المصابيح الحديثة الموفرة للطاقة من الفلورسنت المدمجة المعروفة بـ CFLs غير مرتفعة الثمن، وسهلة التركيب.

ماذا بوسعك أن تفعل؟ استبدل كل مصابيح الإنارة التقليدية في منزلك بأخرى موفرة للطاقة من نوع الفلورسنت المدمجة (CFLs) أو نوع آخر مماثل. ركّب مجسات الإشغال (occupancy sensors)، وأجهزة توقيت آلية تطفيء الأنوار آليًّا عند عدم الحاجة إليها، أي: عند خلو المنزل من السكان.

تحسين كفاءة الأجهزة المنزلية (Appliances)

تمثل الثلاجة (refrigerator) وغسالة الملابس في الغالب أقل الأجهزة كفاءة من بين كل الأجهزة التي في المنزل. كما أن الحواسيب وأنظمة التسلية والترفيه تمثلان حملاً غير ظاهر، حتى وهي في وضع عدم التشغيل (off).

ماذا بوسعك أن تفعل؟ إذا كانت الثلاجة من صنع سنة ١٩٩٣م أو قبل ذلك العام، فاستبدلها بأخرى تحمل علامة ENERGY STAR. وعندما تقوم بعدها باستبدال

www.j4know.com

غســـالة الملابس، فاحرص على شراء واحدة بتغذية (فتحة تحميل) أمامية، مع تصنيف وملصق بطاقة كفاءة الطاقة ENERGY STAR. وعند استبدال آلة تنشيف الملابس، فاشـــتر وحدة مزودة بحساس للرطوبة، وتحمل بطاقة ENERGY STAR. أمّا بشأن الحواسيب وأنظمة الترفيه، فينصح بتوصيلها إلى وحدة مقابس مزودة بمفتاح كهربائي، و إطفائها كليًّا (من وحدة المقابس)، وذلك في حال عدم استعمالها.

تحسين كفاءة سخان المياه

معظم منازلنا فيها سخانات مياه مزودة بصهريج (خزان) لتخزين المياه، حيث تعمل السخانات التي تستهلك الغاز أو الزيت الثقيل بكفاءة أقل من ٦٠٪، مما يعني أن ٤٠٪ من الوقود الذي تستهلكه يذهب هدرًا، ويضيع من خلال المدخنة أو في الخزان. وهذه العملية المستمرة على مدار السنة ستكتسب أهمية كبرى، مع ارتفاع أسعار الطاقة.

ماذا بوسعك أن تفعل؟ ثبت جهاز التحكم بدرجة الحرارة على السخان الخاص بك، بحيث تكون على قراءة أقل من ذي قبل، ثم ركّب غطاء عزل حراري على الســـطح الخارجي للســـخان. أضف عازلاً حراريًا لأنابيب المياه الساخنة، وركّب رأس دوش موفرة للماء. استثمر بنظام تسخين مياه شمسي.

توفير التظليل (Shade)

إنّ منـــع حرارة الشـــمس من أفضل الطـــرق لتقليل تكاليـــف التكييف، ويأتي أفضل أنواع التظليل من الأشـــجار. كما أن الشاشـــات الواقية من أشـــعة الشمس (sun screens) والمظـــلات (awnings)، والرقائـــق العاكســـة علـــى النوافذ (window films)، هي أيضاً ذات فاعلية عالية.

ماذا بوســـعك أن تفعل؟ وفر تظليلاً للسقف الخارجي (roof) ولأكثر النوافذ تعرضًا لحر الشمس، وذلك بواسطة الأشـــجار، ومظلات التظليل، أو طرق أخرى. عندما يحين وقت تغيير طبقة الحماية الخارجية والســـطح (السقف) الخارجي للمنزل للمرة القادمة، فإحرص على اختيار أسطح عاكسة للسقف الخارجي والجدران.

إغلاق منافذ تسرب الهواء (Seal Air Leakage)

إنّ تســـرب الهواء يؤدي إلى ضياع الطاقة عن طريق الســـماح للهواء الساخن أو البارد بالخروج من المنزل. كما يســـبب تسرب الهواء أيضاً تيارات هوائية (drafts)

www.j4know.com

غير مريحة، قد تحمل معها ملوثات تدخلها إلى داخل المنزل. يحدث أكبر تسرب للهواء في المناطق المخفية، مثل: العليّة (attic)، وقبو الخدمات (crawl space). أمّا النوافذ والأبواب، فلا تشكلان في العادة مشكلة التسرب الأساسية.

ماذا بوسعك أن تفعل؟ اطلب من مدقق طاقة متخصص أن يقوم بالفحوصات اللازمة؛ لتحديد أماكن تسرب الهواء في المنزل، وسارع بإغلاق أماكن التسرب الكبيرة في العليّة، وقبو الخدمات.

إضافة عازل حراري (Insulation)

تتميز الأغلبية الساحقة من المنازل الحديثة بوجود القليل فقط من العازل الحراري في العليّات، والجدران، والأرضيات، على الرغم من عدم وجود إجراء؛ لتوفير الطاقة أفضل من الحاجة إلى مزيد من العازل الحراري.

ماذا بوسعك أن تفعل؟ ركب عازلاً حراريًّا في العليّة إلى مستوى R-14 على الأقل (أي: ما يعادل ١٤ إلى ١٦ بوصة من سماكة المادة العازلة). اعزل الجدران عزلاً كاملاً، واملأ تجويفات الأرضية بالمادة العازلة، أو اعزل جدران الأساسات بما تتراوح سماكته ما بين بوصة إلى بوصتين من المادة العازلة الرغوية.

تحديث النوافذ والأبواب

تمثل الأبواب والنوافذ في معظم المنازل نقطة ضعف رئيسة في الحد الحراري (thermal boundary) للمبنى، وذلك بالسماح بدخول الحرارة إلى المنزل في الصيف، وخروجها منه في الشتاء.

ماذا بوسعك أن تفعل؟ استبدل الأبواب والنوافذ، ولكن فقط كجزء من عملية كبيرة؛ لتحسين كفاءة الطاقة في المنزل، والتي تشمل إضافة عازل حراري إلى السطح الخارجي للمبنى. لا تقدم أبدًا على تركيب أبواب ونوافذ جديدة من دون إضافة عازل حراري على الجدران الخارجية في الوقت ذاته.

تحسين أجهزة التدفئة والتكييف

تستحوذ أجهزة التدفئة والتكييف على الجزء الأكبر من فاتورة استهلاك الطاقة في المنزل. وعلى الرغم من أن الأجهزة القديمة متدنية الكفاءة، فقد تكون جزءًا من المشكلة، لكن التسرب من شبكة مجاري الهواء، والمعدل غير المناسب لتدفق الهواء،

www.j4know.com

وأجهزة التحكم التي لا تعمل جيّدًا تسهم أيضاً في المشكلة.

ماذا بوسعك أن تفعل؟ ابحث عن مقاول جيد، واطلب فحصًا وتدقيقًا كاملين لأنظمة التدفئة والتكييف. كلف الفني المختص بإغلاق جميع أماكن التسرب في شبكة مجاري الهواء، إن كان ذلك ضروريًّا. وإذا كنت تخطط لتركيب فرن تدفئة أو جهاز تكييف جديدين، فاطلب وحدة صغيرة الحجم بكفاءة عليا.

إغلاق أماكن تسرب الهواء (Leaks) في مجاري الهواء (Air Ducts)

في معظم شبكات مجاري هواء التدفئة أو التكييف، لا ترافق عملية التركيب عملية إغلاق منافذ التسرب. وإذا كانت مجاري الهواء هذه تمر بمناطق غير مكيفة، مثل: قبو الخدمات (crawl space)، والمرآب الملحق (attached garage)، والعليّة (attic)، فإن أي تسرب في مجاري الهواء يمثل مشكلة كبيرة فيما يتعلق باستهلاك الطاقة. وكما أن تسرب هواء بارد أو ساخن في مجاري الهواء قد يجلب معه الرطوبة والملوثات إلى داخل المترل.

ماذا بوسعك أن تفعل؟ كلف مهنيًّا مختصًا بفحص نظام مجاري الهواء الخاص بمترلك، وذلك فيما يخص التسرب، ثم أغلق أماكن التسرب بدءًا من الفرن، وانتهاءً إلى المناطق الأبعد فالأبعد.

www.j4know.com

الباب الثاني
الإنارة والأجهزة المترلية

كما ذكر سابقاً، تستحوذ الإنارة، والأجهزة المترلية، وتسخين المياه — وهي أنواع الاستهلاك التي تمثل ما يسمى بالحمل الأساس (baseload) – على الثلثين من الطاقة المستهلكة في المنازل في أمريكا الشمالية. ومن المؤكد أن تحليل فواتير الطاقة على النحو الذي ورد في فقرة "تحليل فواتير الطاقة" في الشكل رقم (١-٢) من الباب السابق، سيمكنك من تقدير المبلغ من الفاتورة لاستخدامات الحمل الأساس، وكم منها يذهب إلى التدفئة والتكييف، وهو الأمر الذي سيبين لك مدى إمكانية توفير الطاقة عن طريق تحسين الكفاءة في استخدام الطاقة لأغراض الحمل الأساس.

يعتمد حجم الحمل الأساس على عوامل مثل: المناخ السائد، والمترل، وطبيعة عاداتك. فإذا كنت تسكن في منطقة ذات مناخ حار جدًا أو بارد جدًا، على سبيل المثال، فإن تكاليف استهلاك الطاقة ستكون مرتفعة نسبيًّا، وسيحصل الحمل الأساس على أقل النسب من هذه الفواتير. وإذا كنت تسكن في مكان معتدل في الشتاء والصيف، أو إذا كان مترلك يتسم بإطار خارجي عالي الكفاءة وبعزل حراري جيّد ومحكم ضد تسرب الهواء، فإن مجموع تكاليف استهلاك الطاقة قد تكون منخفضة، ولكن الحمل الأساس سيستأثر في هذه الحالة بجزء أكبر من الفاتورة.

نعرض في هذا الباب بعض الطرق السهلة؛ لتحسين كفاءة الإنارة، والأجهزة المترلية الموجودة في مترلك. ويمكنك إدخال تحسينات تحد من استخدام الطاقة على الفور. وسنعرض أيضاً طرقاً؛ لتطوير نظام الإضاءة، وإستراتيجيات استبدال الأجهزة المترلية. أمّا موضوع تسخين المياه، والذي يعّد أكثر تعقيدًا من بين استخدامات الحمل الأساس، فسوف نفرد له الباب الثالث كاملاً.

تقييم الإنارة وأجهزة المترل (Lighting and Appliances)

كم من نقاط تثبيت الإنارة (light fixtures) لديك مزودة بمصابيح إضاءة قديمة (معدومة الكفاءة) من النوع المتوهج (incandescent)؟ إنّ عملية استبدال هذه المصابيح بأخرى حديثة من مصابيح الفلورسنت المدمجة (عالية الكفاءة) عملية مجدية اقتصاديًّا، وبفترة سداد تقل عادة عن سنتين، وهي إحدى أفضل الاستثمارات التي توصف في هذا الكتاب.

www.j4know.com

مـــا القدرة الكهربائية للمصابيح المثبتة في نقاط الإنارة لمترلك؟ إذا كان لديك من المصابيح ما يعطي إضاءة أكثر من اللازم، فيمكنك ببســـاطة تركيب مصابيح أصغر، وتوفر الطاقة, وهو ما ينطبق خصوصاً على الأضواء التي تبقى مشـــعلة طوال الليل، مثل: نقاط الإنارة الليلية التي في داخل المترل (النواصات)، ونقاط الإنارة الخارجية.

هل لديك مصابيح مثبتة مباشـــرة فوق مناطق (أماكـــن) العمل، والتي يمكن أن تستخدم بدلاً من نقاط الإنارة العلوية (overhead)؟ إنّ طريقة استخدام نقاط الإنارة القريبـــة من مكان العمل توفر إضاءة أكثر كفاءة من تركيبات الســـقف. وبناءً على ذلك، حاول اســـتخدام الإضاءة القريبة دون تشغيل الإضاءة العلوية المثبتة بالسقف؛ للحصول على الفائدة القصوى.

هـــل لديك نقاط إنارة تترك عادة في حال التشـــغيل عندما لا تكون هناك حاجة إليها؟ الحل الأســـهل هو إطفاء الأنـــوار عند عدم الحاجة إليها. لكن تركيب أجهزة تحكم بالإنارة، مثل: أجهزة رصد الحركة (motion detectors)، أو أجهزة التوقيت الآلية (timers) فيمكنها أيضاً خفض الاستهلاك.

كـــم عمر الثلاجة الموجـــودة في مترلك؟ هل هي حاصلة علـــى تصنيف علامة الـــ ENERGY STAR (انظر شـــكل رقم ٢-١)؟ إنّ التطـــورات التقنية الحديثة جعلت من الثلاجات والمجمدات (الفريزرات) الجديدة أكثر كفاءة مرتين إلى ثلاث مرات من النماذج (الموديلات) القديمة.

هـــل غســـالة الملابـــس في مترلـــك حاصلـــة علـــى علامـــة (بطاقـــة) الـــ ENERGY STAR، وهي البطاقة الخاصة بالأجهزة عالية الكفاءة ؟ تســـتهلك أحدث غسالات الملابس ذات التغذية الأمامية كميات أقل من الماء الساخن، و البارد، والكهرباء، والصابون.

هل تعتمد على التنشيف الطبيعي للملابس باستخدام حبل الغسيل أو رف تنشيف الملابس التقليدي (المنشر)؟ يمكنك تقليل تكلفة تنشيف الملابس إلى الصفر بهذا النهج البسيط والفعال.

www.j4know.com

شكل رقم (٢-١) بطاقة كفاءة الطاقة التي تعدّ مؤشرًا لكفاءة الأجهزة المنزلية

إذا كان لديك غسالة أطباق، فهل هي حاصلة على تصنيف علامة الـ ENERGY STAR؟ تستخدم غسالة الأطباق الماء البارد، والساخن، والكهرباء. وأفضل الآلات الحديثة منها تسمح بخفض الاستهلاك؛ لأنها مزودة بوسائل للتحكم بمدة الدورة، واستهلاك المياه، ودورة التنشيف.

هل لديك مجموعة من الأجهزة المنزلية على طاولة أو مركز ترفيه؟ هل يمكنك وصل كل هذه الأجهزة بمصدر كهرباء واحد، وبمفتاح تحكم واحد؟ إن معظم هذه الأجهزة تستهلك الطاقة حتى عندما لا تكون في حال الاستعمال واستعمال مفتاح تحكم واحد يسمح بإطفائها جميعا مرة واحدة.

أساسيات الإنارة

الخطوة الأولى نحو تحسين كفاءة الإنارة الخاصة بمنزلك تكمن في أن تتعلم كيفية المقارنة بين أنواع مختلفة من المصابيح (lamps). يشير المصباح في مصطلحات الإنارة إلى الأنبوب أو اللمبة (bulb) التي تصدر الضوء، في حين يدل المثبت نقطة الإنارة (fixture) على الجزء الذي يحمل المصباح. وأما الناتج (الفيض الضوئي) من تلك المصابيح فيقاس بوحدة لومن (Lumen) ، وهو يعبر عن درجة السطوع (brightness).

يستخدم مصطلح الفعالية الضوئية (efficacy) للتعبير عن كفاءة الإنارة، وهي مقياس يعبر عن عدد اللومنات لكل وات من الكهرباء يستهلكه المصباح. وكلما كانت الفعالية الضوئية أعلى من غيرها كان ذلك أفضل من أي وضع آخر. يقارن الجدول رقم (٢-١) بين أكثر أنواع الإنارة استخداما، فمثلا:

www.j4know.com

- مصباح من النوع المتوهج، وبقدرة كهربائية تبلغ ١٠٠ وات، وينبعث منه ١٢٠٠ لومن تكون قيمة الفعالية له ١٢.

١٢٠٠ ÷ ١٠٠ = ١٢

- مصباح مماثل لكن من نوع الفلورسنت، وبقدرة كهربائية تبلغ ٢٨ وات، وينبعث منه ١٢٠٠ لومن (شمعة) تكون قيمة الفعالية له ٤٣.

١٢٠٠ ÷ ٢٨ = ٤٣

جدول رقم (٢-١) مقارنة بين أنواع مختلفة من المصابيح

نوع المصباح	الفعالية (شمعة/وات)	عمر التشغيل الافتراضي (ساعة)
المتوهج	١٠-١٧	٧٥٠ - ٢٥٠٠
الهالوجين	١٢-٢٢	٢٠٠٠ - ٤٠٠٠
الفلورسنت الأنبوبية	٣٠-١٠٠	٧٠٠٠-٢٤٠٠٠
الفلورسنت المدمجة	٥٠-٧٠	٨٠٠٠-١٠٠٠٠

لاحظ أن الفعالية الضوئية لمصباح الفلورسنت أكثر من ثلاثة أضعاف المصباح المتوهج، ومن ثم فهو يستهلك أقل من ثلث الطاقة الكهربائية، في حين تنبعث منه كمية الضوء نفسها. عند التسوق لشراء مصابيح، ابحث عن التي تتمتع بأعلى فعالية ممكنة من أجل توفير الطاقة.

أنواع الإنارة (Types of Lighting)

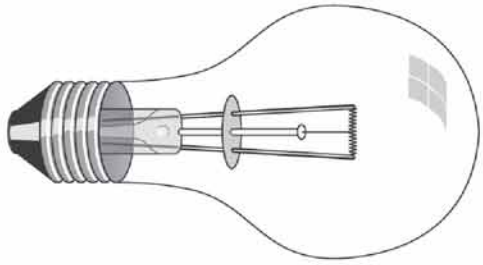
لصياغة خطة لتحسين كفاءة الإنارة في منزلك، عليك أولاً بفحص كل نقاط تثبيت الإنارة (fixtures) في المنزل؛ لمعرفة أي نوع من المصابيح لديك حاليًّا. إنّ التحسينات التي تكون على إنارة المنزل ستركز في الأرجح على استبدال المصابيح، كما أن استبدال المثبتات هو أيضاً عملية تحسين جيدة.

المصابيح المتوهجة المعيارية (Standard Incandescent Lamps)

يعدّ هذا النوع من أقدم أنواع المصابيح، وهو أيضاً أقلها كفاءة، ومن ثم يخضع للحظر، وعلى نحو متزايد من جهة أكواد (codes) البناء، وجهة الهيئات الحكومية.

www.j4know.com

وتتـــراوح كفـــاءة المصابيح المتوهجة المعيارية ما بـــين ١٠ إلى ١٧ شمعة لكل وات، ويتراوح العمر التشغيلي لهذه المصابيح- وهو الأقصر من بين كل الأنواع المعروفة- ما بين ٧٥٠ إلى ٢٠٠٠ ســـاعة فقط. وعلى الرغم من كونها أرخص المصابيح، حيث يبلغ ثمن الواحد منها أقل من دولار واحد لمعظم الأنوار، فإنها تبقى ذات قيمة رديئة؛ بسبب قصر عمرها، وسوء أدائها (انظر الشكل رقم ٢-٢).



يولّـد الضوء المتوهـج بواسطة ملف أبيض ساخـن مصنوع من سلك مـن التنغستون يتوهج عندمـا يتـم تسخينـه بتيـار كهربائـي. يذهـب ٩٠٪ مـن كل الكهربـاء التـي تستهلكها هذه المصابيح لتوليد الحرارة وفقط ١٠٪ لتوليد الضوء!

شكل رقم (٢-٢) مصباح متوهج

مصابيح الهالوجين (Halogen Lamps)

تمثـــل مصابيح الهالوجـــين نوعًا خاصًا من المصابيح المتوهجـــة، وهي مملوءة بغاز الهالوجين؛ مما يســـمح لها بحرق الغاز على درجة حرارة أعلى من غيرها، وإلى حد ما أكثر كفاءة مقارنة بغيرها, على الرغم من أنها تعمل بفعالية أعلى بقليل من مســـتوى المصابيح المتوهجة المعيارية.

تنتج مصابيح الهالوجين ضوءًا أشد بياضًا من المصابيح المتوهجة المعيارية، وتركب بمثبتـــات خاصة في أماكـــن، مثل: تحت الخزائن، وكعكات الجدار، والســـقف. أمّا فعاليتها فتتراوح ما بين ١٢ إلى ٢٢ شمعة لكل وات، ويتراوح عمرها التشغيلي مابين ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ ساعة.

مصابيح الفلورسنت الأنبوبية (Fluorescent Tube Lamps)

تعد مصابيح الفلورســـنت الأنبوبية من بين أكثر المصابيح المتوفرة كفاءة، إذ تصل

www.j4know.com

في أفضل الحالات إلى ١٠٠ لومن (شمعة) لكل وات. وهي تكون في الغالب مثبتة في المطابخ، وغرف الغسيل، وغيرها من المرافق، وتتمتع بعمر تشغيلي يتراوح ما بين ٧٠٠٠ إلى ٢٤٠٠٠ ساعة.

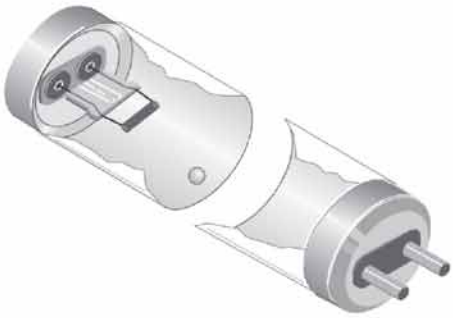
شهدت مصابيح الفلورسنت الأنبوبية تحسنًا لافتًا في السنوات الأخيرة، إذ كانت المصابيح القديمة تلقي ظلالاً زرقاء اللون (blue pall) في أماكن استعمالها، وكانت أيضاً عرضة لإطلاق وميض وصوت (همهمة) غير مرغوبين. أمّا مصابيح الفلورسنت الحديثة فهادئة، وتتوفر بنماذج تنتج الألوان الطبيعية للضوء.

كانت مصابيح الفلورسنت الأنبوبية القديمة تعرف بالرمز تي-١٢ (أي: بقطر أنبوب ٨/١٢ أو واحد ونصف بوصة)، في حين جاءت مصابيح الفلورسنت الجديدة والأكثر كفاءة من فئة تي-٨ ذات الأنابيب الرفيعة (قطر الأنبوب ١ بوصة). ويمكن تركيب هذه الفئة في المثبتات القياسية حيث تتمتع بكفاءة أعلى من النماذج القديمة من فئة تي-١٢ بحوالي ١٠ إلى ١٥٪.

تجهز العديد من المثبتات الجديدة لفئة تي-٨ بكوابح إلكترونية للتيار (electronic ballasts) عالية الكفاءة، بحيث تؤدي إلى زيادة كفاءة المثبت بنسبة تتراوح ما بين ٣٠ إلى ٤٠٪، وذلك بالمقارنة مع التجهيزات القديمة. وتوفر التجهيزات من فئة تي-٨، والمتسمة بالكفاءة خيار استبدال ممتاز للمثبتات متعددة المصابيح، والتي تتسم بعدم الكفاءة ويكثر وجودها فوق المرايا في الحمامات. وتنير مثبتات الفلورسنت أيضاً إنارة جيّدة غير مباشرة، وذلك عندما تثبت في ستارة الحائط؛ مما يؤدي إلى ارتداد الضوء من السقف. كما أن المثبتات رباعية الأنبوب المركبة في السقف تمثل خيارًا شائعًا في المطابخ، حيث تنتج عنها وفورات ملموسة في هذا الموقع الذي يعدّ أكثر مواقع المنزل استخدامًا. ويبين الشكل رقم (٢-٣) مبدأ عمل هذه المصابيح.

وتتفاوت أسعار مثبتات الفلورسنت مابين ١٠٠ إلى ٢٠٠ دولار، ولا تتجاوز عملية تركيب هذه المثبتات في معظم الحالات ساعة واحدة، وذلك إذا كانت تمديدات الأسلاك الكهربائية منفذة بالفعل مسبقًا.

www.j4know.com



تشع مصابيح الفلورسنت الضوء عندما يصطدم غاز الزئبق المؤين بطلاء الأنبوب المصنوع من الفوسفورسنت، يغير مصنعو هذه المصابيح هذا الطلاء لإنتاج مصابيح فلورسنت تشع مختلف أنواع الظلال الضوئية.

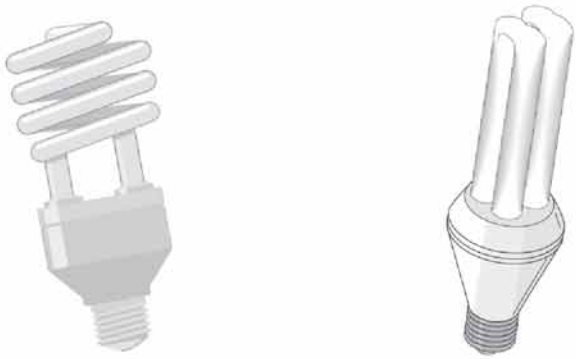
شكل رقم (٢-٣) طريقة عمل مصابيح الفلورسنت الأنبوبية

مصابيح الفلورسنت المدمجة (Compact Fluorescent Lamps):

تتراوح فعالية مصابيح الفلورسنت المدمجة المعروفة اختصاراً بـ (CFLs) من ٥٠ إلى ٧٠ لومن (شمعة) لكل وات، وهي تستهلك فقط ربعًا إلى ثلث الطاقة التي تستهلكها مثيلاتها من المصابيح المتوهجة. يذكر أن مصابيح الفلورسنت المدمجة هي إلى حد ما أقل كفاءة من مصابيح الفلورسنت الأنبوبية، ولكن يمكن تركيبها في مثبتات إنارة قياسية.

تتمتع مصابيح الفلورسنت المدمجة بعمر تشغيلي يصل إلى ١٠٠٠٠ ساعة، مع ضرورة التنويه إلى أن بعض الأنواع الرخيصة منها تعاني من سجل خدمة سيئ، وقد تعطب بعد بضعة آلاف فقط من ساعات التشغيل. نقترح شراء هذا النوع من المصابيح فقط من كبار المصنعين، حيث تتراوح تكلفة النوعيات الجيدة منها ما بين دولارين إلى ٥ دولارات لكل مصباح. وتُزوَّد أكثر مصابيح الفلورسنت المدمجة شيوعًا ببادئ تشغيل، وبقواعد مسننة تسمح بتركيبها في التجهيزات والمثبتات القائمة كما في الشكل رقم (٢-٤). ويوجد في معظم المنازل العديد من المصابيح المتوهجة التي يمكن تحسينها، وذلك باستبدالها بمصابيح الفلورسنت المدمجة.

www.j4know.com



يُعتبر استبدال مصابيح الضوء العادية بمصابيح فلورسنت مدمجة واحدة من أفضل الطرق المتوفرة لحفظ الطاقة.

شكل رقم (٢-٤) مصابيح الفلورسنت المدمجة

ينصح بتركيب مصابيح الفلورسنت المدمجة في نقاط الإنارة التي تستخدمها أكثر من غيرها في المنزل، بدءاً باستبدال المصابيح المتوهجة التي تستعمل لأربع ساعات أو أكثر في اليوم: كتلك الموجودة في المطبخ، والحمامات، وغرفة المعيشة.

وإذا كنت تخطط لاستبدال مثبت الإنارة بأكمله، أو لاختيار تجهيزات إنارة لمنزل جديد، فاختر التجهيزات المصممة لمصابيح الفلورسنت المدمجة التي تأتي بمصابيح قابلة للاستبدال عوضًا عن القواعد المسّننة، وهي أيضاً مزودة بأسطح عاكسة محسنة توزع الضوء توزيعًا أكثر كفاءة، ومتوفرة بعدد كبير من التصاميم المختلفة. وتتطلب العديد من أكواد الطاقة نقاط إنارة مخصصة لمصابيح الفلورسنت المدمجة، وخصوصاً في أكثر المناطق استخدامًا، مثل: المطابخ. يتفاوت سعر المثبتات المخصصة لمصابيح الفلورسنت المدمجة ما بين ٥٠ دولار إلى ١٢٥ دولار، ويستغرق تركيبها نحو ساعة، وذلك إذا كانت تمديدات الأسلاك موجودة بالفعل في المكان مسبقًا.

الإنارة الخارجية (Outdoor Lights)

يستخدم كثير منا الإنارة الخارجية للسلامة والأمن. لكن ترك الأنوار الخارجية مضاءة طوال الليل يستهلك طاقة كبيرة، ولكن هناك طرق عديدة؛ لتخفيض فاتورة الإنارة الخارجية. وتتمثل الخطوة الأولى في هذا المسعى باستبدال مصابيح الإنارة المتوهجة بمصابيح الفلورسنت المدمجة. وإذا كنت تسكن في منطقة ذات مناخ بارد،

www.j4know.com

فتحقق من الحد الأدنى لدرجة حرارة التشغيل لمصابيح الفلورسنت المدمجة؛ لأن بعضها يعمل على نحو رديء في درجة حرارة أقل من ١٥ درجة فهرنهايت (٩,٥ درجة مئوية تحت الصفر). اختر حزمًا جدارية (wall packs) مصممة خصّيصًا للإنارة الخارجية، والتي تتراوح تكلفة الواحدة منها ما بين ٢٥ دولارًا إلى ٧٥ دولارًا، بحيث تثبّت في نصف ساعة أو أقل من ذلك، إذا تستبدل مثبتًا قائمًا أصلاً. ويمكن التقليل من ساعات تشغيل الإنارة الخارجية باستخدام الخلايا الضوئية (photocells) ومجسات الإشغال (occupancy sensors)، والتي ستناقش بعد قليل.

تعدّ المصابيح التي تعمل بالطاقة الشمسية كما هو موضح في الشكل رقم (٢-٥) خيارًا جيّدًا آخر؛ للحد من استهلاك الطاقة في الإنارة الخارجية. تثبّت هذه الوحدات المستقلة في الأرض أو في السياج، حيث تحتاج الإنارة - وهي تستخدم لوحة صغيرة للطاقة الشمسية - لشحن بطارية ملحقة خلال النهار. وعلى الرغم من أن الإضاءة الناتجة ليست بقوة الإنارة الكهربائية، فإن المصابيح التي تعمل بالطاقة الشمسية توفر ما يكفي من الضوء للترفيه الليلي الخارجي أو للقيام بجولة تفتيش ليلية آمنة حول فناء المنزل. يتراوح سعر المصابيح الشمسية الخارجية ما بين أقل من ٥٠ دولارًا للوحدة الواحدة إلى ٢٠٠ دولار أو أكثر للمثبتات التي تأتي كمجموعة تزود بالطاقة الشمسية من لوحة شمسية واحدة.

تُعتبر مصابيح إنارة الحدائق التي تعمل بالطاقة الشمسية بديلاً مجدياً للأنوار الخارجية التي تعمل بالكهرباء، ويمكن أيضاً تركيبها حيث لا يوجد خطوط أو تمديدات كهربائية.

شكل رقم (٢-٥) إنارة خارجية للفناء تعمل بالطاقة الشمسية

www.j4know.com

تركيب أجهزة تحكم بالإنارة

إنّ استخدام أجهزة تحكم إضافية غير مفتاح الـ «on/off»التقليدية لنظام الإنارة الخاص بمنزلك يمكن أن يوفر الطاقة والمجهود معًا، وخصوصًا أن إحداث التغيير مسألة بسيطة إلى حد كبير. إن أكثر أجهزة التحكم في الإضاءة المنزلية شيوعًا هي مجسات الإشغال، والخلايا الضوئية التي تشغّل وتطفئ الأضواء، وكذلك المخفتات (dimmers) التي تشغّل المصابيح بقدرة كهربائية قليلة.

مجسات الإشغال (Occupancy Sensors)

تعمل مجسات الإشغال (حساسات التيار) على مبدأ الاستشعار أو الإحساس بالحرارة أو الحركة، فتشغل الأنوار عندما يدخل شخص ما في المكان، وتنطفئ بعد فترة محددة من خلو المكان من الناس. توفر مجسات الإشغال الخارجية ميزة أمنية إضافية إذا ما قورنت بالإنارة الخارجية المستمرة – فالأنوار التي تضيء فجأة تدل على وجود متطفلين، وتنبه سكان المنزل والجيران على وجود نشاط في المنطقة. وإذا ركّبت هذه المجسات عوضًا عن الإنارة الخارجية الليلية المستمرة، فيمكن أن تتراوح الوفورات من ٢٠ إلى ٤٠ دولار في السنة. تباع مثبتات الإنارة الخارجية المزودة بمجسات إشغال في معظم محال بيع الأجهزة والتجهيزات، حيث يصل سعر الإنارة الخارجية المزودة بمجسات استشعار الحركة (motion detectors) من ٥٠ دولارًا إلى ١٠٠ دولار. تتسم عملية تركيب هذه التجهيزات بالبساطة، وذلك إذا كنت على دراية بالتمديدات الكهربائية، ويستطيع فني الكهرباء أن يركّب واحدة في أقل من ساعة.

الخلايا الضوئية (Photocells)

تشعل الخلايا الضوئية الأضواء الخارجية عند دخول الليل، وتطفئها عند الفجر، أو دخول النهار. في كثير من الأحيان يؤدي استخدام الخلايا الضوئية إلى زيادة استهلاك الطاقة، إذ كانت الأنوار في السابق لا تبقى منارة طوال الليل. لذلك؛ ينبغي استخدام أجهزة التحكم هذه فقط في الحالات التي تقتضي إبقاء الأضواء الخارجية مشعلة طوال الليل. تكون معظم المثبتات الخارجية التي تستخدم أجهزة كشف الحركة مزودة أيضا بخلايا ضوئية متكاملة، حتى تشعل الأنوار فقط في الليل، أو عند وجود شخص ما.

www.j4know.com

المؤقتات (أجهزة التحكم بالوقت) (Timers)

تُستخدم المؤقتات للتحكم الآلي التلقائي بالأنوار التي بخلاف ذلك قد تبقى منارة باستمرار. ربما تكون المؤقتات مناسبة تماماً في غرف الأطفال أو الغرف التي تستخدم نادرًا، مثل: القبو (الطوابق السفلية). وتأتي المؤقتات في نوعين رئيسين هما: المؤقت البسيط بالملف الذي يثبت لفترة محددة من الوقت، والمؤقت الرقمي الذي يسمح لك باختيار فترة ثابتة من الوقت، مثل: عشر دقائق أو عشرين دقيقة. معظم المؤقتات تكلف أقل من ٥٠ دولارًا، ويمكن تركيبها خلال أقل من نصف ساعة.

المخفتات أجهزة التحكم بمستوى الإضاءة (Dimmers)

توفّر المخفتات (خافضات التيار) الطاقة عن طريق الحد من استهلاك تجهيزات الإنارة، وذلك عندما يكون من المقبول وجود مستوى منخفض من الإضاءة. تسمح هذه الأجهزة باستخدام المثبت نفسه؛ لتوفير الإنارة للأنشطة التي تتطلب مستويات عالية من الإضاءة، مثل: التنظيف، والطهي، وتلك التي تتطلب الحد الأدنى من الإضاءة، مثل: عمليات تجول ليلية في المنزل.

تُعدّ مصابيح الفلورسنت المدمجة أفضل خيار للمصابيح التي تأتي مع المخفتات؛ لذا، ينصح بشراء النوع المصمم ليكون لديه قابلية للتخفيت، والتأكد من ذلك بقراءة النشرات المرفقة من المصنع. وتتراوح تكلفة مصابيح الفلورسنت المدمجة القابلة للتخفيت ما بين ٨ دولارات إلى ١٥ دولاراً لكل منها. ويمكن استعادة الكلفة الإضافية بالمقارنة بينها وبين مصابيح الفلورسنت القياسية من الوفورات الحاصلة من تخفيت المصابيح على نحو منتظم.

من ناحية أخرى، فإن تخفيت المصابيح المتوهجة يخفض مستوى إضاءتها أكثر من خفض قدرتها الكهربائية (استهلاكها من الطاقة)؛ مما يجعلها أقل فعالية في حال التخفيت. لهذا السبب، فإن استعمال المخفتات لا يمثل إجراءًا فعالاً؛ لتوفير الطاقة مع المصابيح المتوهجة.

أساسيات الأجهزة المنزلية

يمكنك أن توفر قدرًا مدهشًا من المال، وبكل بساطة عن طريق تغيير الطريقة التي تعمل بها أجهزتك المنزلية. كما أن بعض التعديلات البسيطة وإجراءات الصيانة يمكن أن تكون فعالة جدًا، أيضاً.

www.j4know.com

الثلاجة والمجمدة (الفريز)

تستهلك الثلاجة والمجمدة (الفريزر) في معظم المنازل من الكهرباء أكثر من أي أجهزة منزلية أخرى، ويتراوح استهلاكها ما بين ٨ إلى ١٥٪ من إجمالي استهلاك الكهرباء في المنزل. ولتقليل استهلاك الثلاجة، و المجمدة (الفريزر) في منزلك، اتبع النصائح التالية:

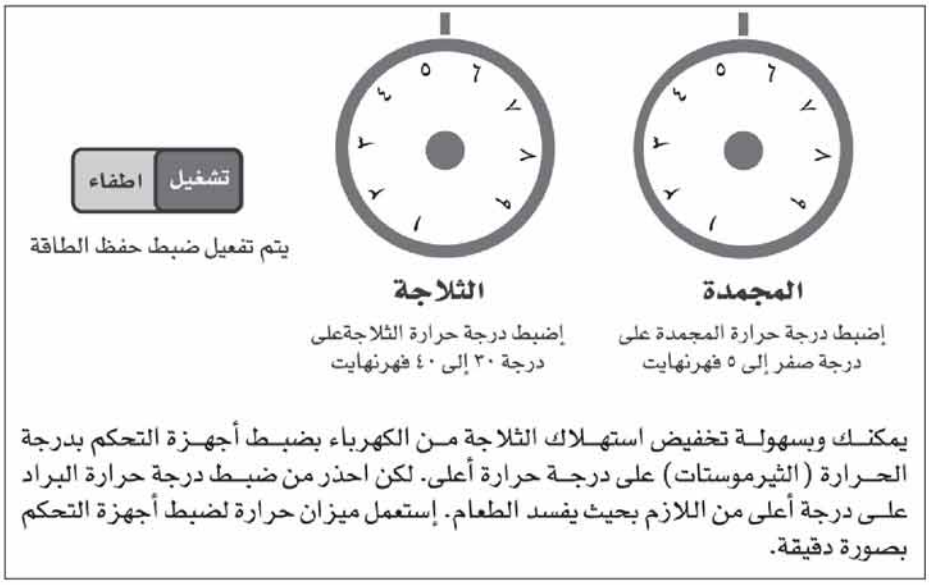
- استخدم مقياس لدرجة الحرارة لقياس درجة الحرارة؛ في الثلاجة والمجمدة. اضبط جهاز التحكم بدرجة الحرارة على قراءة تتراوح ما بين ٣٨ إلى ٤٠ درجة فهرنهايت (٣,٥ - ٤,٥ درجة مئوية) في الثلاجة، وما بين صفر إلى ٥ درجات فهرنهايت (١٨ تحت الصفر - ١٥ تحت الصفر) في المجمدة. (انظر: الشكل رقم ٢-٦).

- احرص على تفعيل واستخدام مفتاح "توفير الطاقة" في الثلاجة، وذلك إذا كانت مزودة بواحد منها؛ ليتحكم (إطفاء) بعمل المسخنات المقاومة "للتعرق"، والتي تدعو الحاجة إليها- في بعض الأحيان في المناطق ذات المناخ الرطب- إلى تقليل التكاثف، وتكون الصقيع الذي يتشكل بالقرب من مانعات التسرب (gaskets) الموجودة حول باب الثلاجة، وذلك في حال عدم استعمال هذه المسخنات. أوقف مفتاح "توفير الطاقة" فقط في الحالات التي تظهر فيها مشكلة تشَكّل الرطوبة.

- لا تفتح باب (أبواب) الثلاجة أكثر من اللازم. قرر بالضبط ما تريده من الثلاجة، افتح الباب؛ لتحصل عليه، ثم أغلق الباب مباشرة بعد ذلك.

- استخدم فرشاة ناعمة أو آلة تنظيف لتنظيف مواسير (ملفات) الثلاجة أو المجمدة دوريًا، وتوجد هذه الملفات إمّا على خلف المبردة أو على الجزء السفلي منها.

www.j4know.com



شكل رقم (٢-٦) ضبط أجهزة التحكم للثلاجة والمجمدة (الفريزر)

آلة تنشيف الملابس (Clothes Dryer)

يُعدّ عدم استخدام آلة تنشيف الملابس إحدى أفضل الطرق للحد من تكلفة غسيل الملابس. ويمكنك تقليل كلفة تنشيف ملابسك إلى الصفر عن طريق التنشيف الطبيعي للملابس، وذلك باستعمال حبل غسيل خارجي، أو رف تنشيف، أو منشر داخلي كما هو مبين في الشكل رقم (٢-٧) ، وسيوفر هذا لمعظم الأسر تكلفة تتراوح ما بين ١٠٠ إلى ٢٠٠ دولار سنويًّا.

اتبع هذه الإرشادات إذا كنت تستخدم بالفعل آلة تنشيف الملابس الخاصة بك:

- شغّل آلة تنشيف الملابس فقط عند وجود حمل كامل. وعلى الرغم من أن هذا قد يزيد الوقت اللازم لتنشيف كل حمل، فإن الطاقة المستهلكة ستكون أقل من تلك المستهلكة في حال تشغيل آلة التنشيف بأحمال أصغر منها عدة مرات.
- نظّف مصفي فلتر (filter) آلة التنشيف بعد كل دورة؛ لتحقيق أقصى قدر من تدفق الهواء من خلال الملابس المراد تنشيفها.
- إذا كانت آلة تنشيف الملابس التي تملكها مزودة بحساس للرطوبة، أو خيار تجفيف آلي، فالجأ إلى هذا الخيار بدلاً من مؤقت الدورة. وسيوفر هذا الإجراء كلفة يتراوح ما بين ١٠ إلى ١٥٪ من الطاقة المستهلكة؛ لأن آلة التنشيف

www.j4know.com

في هذه الحالة ستتوقف عند جفاف الملابس بدلاً من استمرار العمل لفترة زمنية مثبتة مسبقًا. في المرات القليلة الأولى لتشغيل آلة تنشيف الملابس، ثبّت جهاز التحكم بالقرب من أسفل المدى المتاح للتنشيف (أقل جفافًا)، وافحص الملابس؛ لترى إن كانت جافة بدرجة كافية. ثم ثبّت جهاز التحكم عند نقطة أعلى (أكثر جفافًا من غيرها) ؛ لتحديد الحد الأدنى الذي يؤدي إلى تنشيف الملابس بمستوى مناسب. كرر هذا الإجراء حتى تجد النقطة المثالية، وحددها بعلامة واضحة حال العثور عليها.

• عند الإمكان، ضع آلة تنشيف ملابسك على أحد الجدران الخارجية لمترلك؛ لتقليل طول مجرى هواء (duct) آلة التنشيف خارج المترل إلى الحد الأدنى. كل شبر من قهوية الآلة، وكل منعطف في مجرى التهوية يقلل كمية الهواء التي تمر عبر آلة تنشيف الملابس؛ مما يزيد من مدة التنشيف وكلفتها. ينصح باستخدام أنبوب قهوية من الألومنيوم المصقول بدلاً من الأنابيب البلاستيكية المرنة لديك؛ لأن الألمنيوم يظهر مقاومة أقل بكثير لتدفق الهواء. وإذا كان لا بد من استخدام قهوية من الأنابيب البلاستيكية المرنة، فأبقها أقصر ما يمكن، وتأكد من تثبيتها؛ للحيلولة دون انحنائها، وكذلك تأكد من عدم وجود ما يعيق حركة الهواء فيها.

يكمن نحو ٩٠٪ من الطاقة المستخدمة من آلات غسيل الملابس في المياه الساخنة التي تستهلكها؛ ولذلك هناك نصائح لتوفير استخدام المياه مدرجة في الفقرة التي تحمل عنوان: ''تغيير العادات المتعلقة بتسخين المياه'' الواردة في الصفحة رقم (٧٥).

www.j4know.com

مازالت حبال ومناشر تنشيف الملابس القديمة (التنشيف الطبيعي) تمثل بعض أفضل الأجهزة المتوفرة حفظاً للطاقة.

شكل رقم (٢-٧) حبل تنشيف ملابس (التنشيف الطبيعي)؛ لتوفير الطاقة.

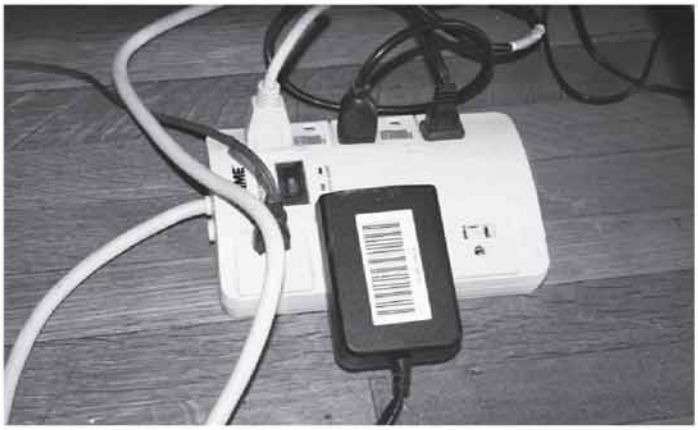
مراكز الترفيه المترلية

تستمر العديد من الأجهزة المترلية الحديثة باستهلاك الكهرباء، حتى عندما تكون في حالة عدم الاستعمال؛ وذلك لتشغيل المحولات، وأجهزة التحكم عن بعد، والساعات، وأجهزة التوقيت (المؤقتات). وهذه الأحمال "الوهمية" المستمرة تستهلك الكهرباء، وتكلف كلفة تتراوح ما بين ٥٠ دولاراً إلى ١٠٠ دولار سنوياً في عدد كبير من المنازل.

ويمكن استعمال علبة (مصدر كهربائي) مزودة بمفتاح كهربائي واحد لجميع الأجهزة المترلية التي تستهلك هذه الأحمال الوهمية مثل: الحواسيب، وأجهزة التلفاز،

www.j4know.com

والفيديو، وآلة التسـجيل، والأجهزة الترفيهية الأخـرى؛ ليكون من الممكن إطفاء جميعها مرة واحدة، كما هو موضح في الشكل رقم (٢-٨). أمّا إذا احتجت إلى إبقاء بعض الاجهزة مشـغّلة طوال الوقت، ربما للاحتفاظ بالبرمجة في جهاز تسجيل فيديو، مثلاً، يمكنك ابقاء تشغيل جميع الأجهزة الأخرى على وصلة كهربائية واحدة، في حين توصّل الأجهزة دائمة التشـغيل على مصدر كهربائي دائم، حيث تتوفر لهذا الغرض بالذات بعض الوصلات الكهربائية المزودة بنقطة واحدة (مقبس) دائمة التشغيل.



تستهلك العديـد من الأجهزة المنزلية الكهربائية الكهربـاء ٢٤ ساعة يومياً. عند ربط مجموعة من الأجهـزة المنزلية بوصلة كهربائية واحدة (متعددة المقابس)، يمكنك إطفاءها أو تشغيليها كلها في نفس الوقت.

شكل رقم (٢-٨) وصلة كهربائية متعددة المقابس؛ للتحكم بالأحمال غير الظاهرة.

أستبدال الأجهزة المترلية

عند شـراء الأجهزة الجديدة، فإن أفضل وسـيلة للتعرف على أكثر النماذج المتوفرة كفاءة في استهلاك الطاقة تكمن في البحث عن بطاقة كفاءة الطاقة ENERGY STAR. وقد استخدمت هذه البطاقة الحكومتان الأمِيركية والكندية؛ لتعريف المستهلكين بأفضل الأجهزة المتوفرة من فئة معينة. وعليك أيضاً بتفحّص بطاقات (ملصقات) "دليل الطاقة Energy Guide" الموجـودة علـى نماذج (models) من الأجهزة تفكر بشـرائها، حيث إن مثـل هذه البطاقات توضع بمكان واضح على جميع الأجهزة الرئيسـة، وهي تسـاعدك على مقارنة استهلاك الطاقة السـنوي للنموذج الذي تفكر بشرائه مع أكثر

www.j4know.com

الأجهزة المتوفرة كفاءة من الفئة نفسها. ولكن وجود علامة "Energy Guide" باللون الأصفر لا يعني أنك أمام أحد الأجهزة التي تتسم بكفاءة استخدام الطاقة، بل إن علامة "ENERGY STAR" وحدها تضمن لك هذا الأمر.

لمساعدتك على اتخاذ قرارات حكيمة بشأن الأجهزة الجديدة، ننصحك بقراءة "دليل المستهلك المترلي لتوفير الطاقة"، والذي يصدر عن **المجلس الأمريكي لاقتصاد كفاءة الطاقة**. ارجع إلى **المصادر الاضافية** في الصفحة رقم (٤٠٧) ؛ للحصول على مزيد من المعلومات.

استبدال الثلاجة والمجمدة المترلية

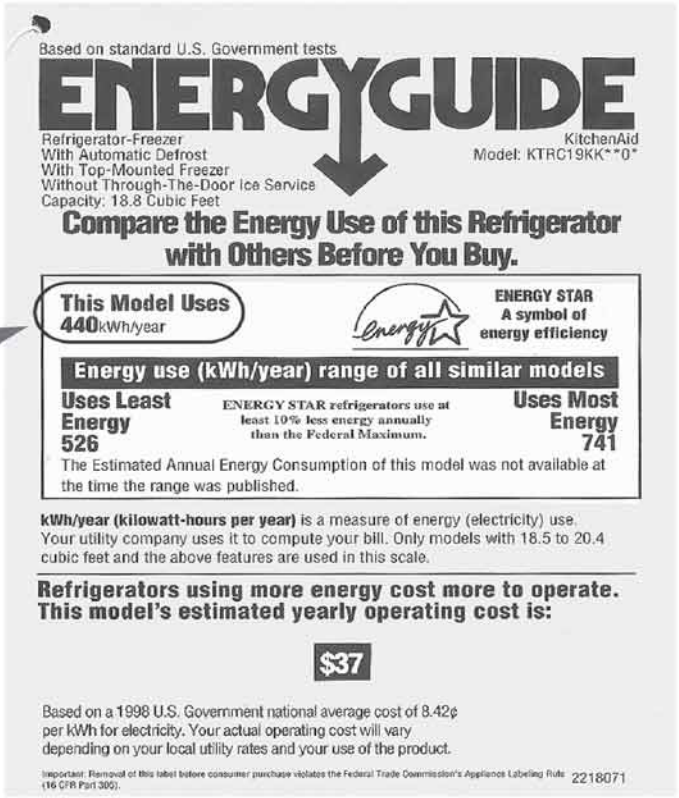
سمحت التطورات التقنية الحديثة بتصنيع ثلاجات محسنة عالية الكفاءة، تستهلك ما يصل إلى ثلث الطاقة التي تستهلكها النماذج المماثلة التي بيعت قبل عشر سنوات من الآن، إلا أن تكلفتها تزيد قليلاً عن النماذج السابقة.

إنّ استبدال الثلاجة القديمة بأخرى جديدة تحمل علامة "ENERGY STAR" طريقة مؤكدة على تقليل تكلفة الكهرباء، وبدرجة كبيرة. ولكن تذكر أن علامة "ENERGY STAR"، والمقارنة بين الثلاجات الحاملة لبطاقة "Energy Guide" الصفراء الموضحة في الشكل رقم (٢-٩)، تتم فقط للنماذج التي لها ميزات متشابهة (الحجم، وتكوين الأبواب، وغيرها من المزايا). لاتخاذ أسلم قرار لشراء ثلاجة، ابحث عن النماذج بالميزات المذكورة التالية، ثم اختر نموذجاً محدداً ببطاقة "ENERGY STAR" يتمتع بمرتبة جيدة على سلم علامة "Energy Guide".

- بادر بشراء أصغر نموذج من شأنه أن يخدم ويلبي حاجات عائلتك. تستهلك الثلاجات الكبرى دائماً كمية أكبر من الطاقة بسبب كبر المساحة السطحية، والطول الكبير لمانعات التسرب حول الأبواب.
- اشتر وحدة بمجمدة في المقصورة العليا. وأعلم أن الوحدات التي تأتي بها الثلاجة والمجمدة جنباً إلى جنب تستهلك المزيد من الطاقة؛ وذلك لكبر طول مانعات التسرب (gaskets).
- تجنب الوحدات التي تأتي بمزودات الماء والثلج من خلال الأبواب. وهذه الميزات تسبب ضعفاً في العزل الحراري؛ الأمر الذي سيكلفك مالاً في كل شهر.

www.j4know.com

تستهلك هذه الثلاجة فقط ٤٤٠ كيلو وات ساعة في الساعة. بالمقابل، قد تستهلك ثلاجة عمرها عشر سنوات ما بين ١٠٠٠ إلى ١٥٠٠ كيلو وات ياعة في السنة!


Based on standard U.S. Government tests

ENERGYGUIDE

Refrigerator-Freezer
With Automatic Defrost
With Top-Mounted Freezer
Without Through-The-Door Ice Service
Capacity: 18.8 Cubic Feet

KitchenAid
Model: KTRC19KK**0*

Compare the Energy Use of this Refrigerator with Others Before You Buy.

This Model Uses 440kWh/year

ENERGY STAR
A symbol of energy efficiency

Energy use (kWh/year) range of all similar models

Uses Least Energy 526

ENERGY STAR refrigerators use at least 10% less energy annually than the Federal Maximum.

Uses Most Energy 741

The Estimated Annual Energy Consumption of this model was not available at the time the range was published.

kWh/year (kilowatt-hours per year) is a measure of energy (electricity) use. Your utility company uses it to compute your bill. Only models with 18.5 to 20.4 cubic feet and the above features are used in this scale.

Refrigerators using more energy cost more to operate. This model's estimated yearly operating cost is:

$37

Based on a 1998 U.S. Government national average cost of 8.42¢ per kWh for electricity. Your actual operating cost will vary depending on your local utility rates and your use of the product.

Important: Removal of this label before consumer purchase violates the Federal Trade Commission's Appliance Labeling Rule (16 CFR Part 305). 2218071

يسمح ملصق (بطاقة) دليل الطاقة "ENERGY GUIDE" الأصفر بمقارنة الكفاءات وتكاليف التشغيل للأجهزة المنزلية المتماثلة.

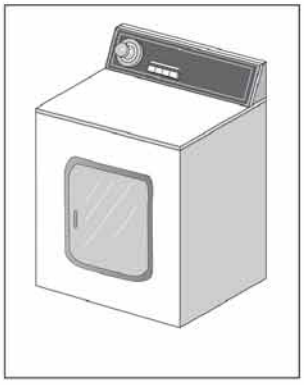
شكل رقم (٢-٩) بطاقة دليل الطاقة للأجهزة المنزلية "ENERGY GUIDE"، وهي للثلاجة في هذه الحالة، حيث ينبغي على المستهلك الحرص على قراءتها

وعليك تجنب نقل الثلاجة القديمة إلى المرآب أو بيعها؛ لأن الثلاجات القديمة غير فعالة للغاية، وينبغي إعادة تدويرها. اسأل وكيل الأجهزة المنزلية المعتمد عن كيفية التخلص من الثلاجة؛ لأن هؤلاء الوكلاء مكلفون قانوناً بإعادة تدوير الثلاجات بطريقة تمنع غازات التبريد من التسرب إلى الغلاف الجوي، حيث يمكن أن تلحق الضرر بطبقة الأوزون.

www.j4know.com

استبدال غسّالة الملابس وآلة تنشيفها

تستهلك غسّالات الملابس المنزلية (washers) التي تعبأ من الأمام (front-loading)، والمعروفة أيضاً بـ "ذات المحور الأفقي" كتلك المبينة في الشكل رقم (٢-١٠)، من الطاقة والمياه أقل بكثير مما تستهلكه نظيراتها ذات التعبئة العلوية. ووفقاً للاختبارات الميدانية الحديثة، فإن غسّالات الملابس ذات التعبئة الأمامية يمكن أن توفر ٦٠٪ من الطاقة، و٤٠٪ من الماء، و ٢٠٪ من مسحوق الغسيل الذي ستستخدمه غسّالة ملابس ذات تعبئة علوية. كما أن غسالات الملابس التي تعبأ من الأمام تدور بسرعة أعلى من غيرها، وتنتزع من الملابس كمية أكبر من المياه مقارنة بغسالة بتحميل علوي، وهو ما يؤدي إلى توفير ما يقرب من ٢٠٪ من الطاقة اللازمة لتنشيف الملابس.



شكل رقم (٢-١٠) غسّالة ملابس بتعبئة (تغذية) أمامية

تكلف غسّالات الملابس ذات التعبئة الأمامية ما يقرب من ٥٠٪ أكثر من مثيلاتها من غسّالات التعبئة الأمامية التقليدية، وبمتوسط سعر يبلغ حوالي ١٢٠٠ دولار. ويمكنك في العادة تعويض هذا الاستثمار الابتدائي خلال سنتين إلى خمس سنوات، وخاصة إذا كان لديك عائلة كبيرة أو سخان ماء كهربائي.

أمّا فيما يتعلق باستبدال آلة تنشيف الملابس (dryers)، فعليك بالتأكد من البحث عن ميزة درجة الحرارة الآلية أو حسّاس الرطوبة، الأمر الذي سيوفر لك كلفة تتراوح مابين من ١٠ إلى ١٥٪ من تكاليف تشغيل آلة تنشيف الملابس.

www.j4know.com

الخلاصة

إنّ القـــرارات التي تتخذها من أجل إدارة نظـــام الإنارة والأجهزة الخاصة بمنزلك ســـيكون لها تأثير في فواتير الطاقة الخاصة بك، ومن شـــأن هذا التأثير أن يظهر منذ الشهر الأول؛ لذا يمكنك أن تبدأ بإجراء بعض التغييرات البسيطة في عاداتك، وإدخال تحسينات إضافية من خلال مشاريع صغيرة، مثل: تركيب مصابيح جديدة. وأخيراً، عليك بالبحث قبل شـــراء أي جهاز جديد؛ للتأكد من الاستفادة الكاملة من أفضل وأحـــدث التقنيات المتوفرة. يبـــين الجدول رقم (٢-٢) اســـتهلاك الأجهزة المنزلية الاعتيادية من الكهرباء.

- اختيـــار النماذج الحاصلة على بطاقة كفـــاءة الطاقة ENERGY STAR في كل مرة تتسّـــوق فيها؛ لشراء جهاز منزلي جديد. وفي حال شرائك ثلاجة، تأكد بالإضافة إلى ذلك من شراء أصغر وحدة يمكنها تلبية احتياجاتك.

- إطفاء الأنوار عند عدم الحاجة إليها، والمبادرة بتركيب أجهزة كشف الحركة أو مؤقتات في المناطق التي تبرز فيها الحاجة إلى إضاءة لفترات طويلة.

- استعمال مصابيح الفلورسنت المدمجة في كل نقاط الإنارة التي تستخدم لأكثر من بضع ســـاعات في اليوم. وفي حال استبدال المصابيح المتوهجة بأخرى من نوع مصابيح الفلورسنت المدمجة، اختر القدرة الكهربائية للأخيرة بحيث تكون حوالي ثلث القدرة الكهربائية للمصابيح المتوهجة التي تحل محلها.

- تركيب مثبتات لمصابيح الفلورســـنت المدمجة في الأماكن التي تســـتخدم فيها الإضاءة بكثرة.

- وصل مجموعة من الأجهزة على مصدر كهربائي واحد متعدد المقابس، بحيث يمكنـــك إغلاقها كلها مرة واحدة كلما كان ذلـــك ممكناً، مع توخي الحذر بتجنب التحميل الزائد على الأجهزة.

- الاستفادة من التنشيف الطبيعي باستخدام حبل تجفيف الملابس؛ لتقليل تكاليف تنشيفها إلى الصفر. نظّف وأزل أوســـاخ الملابس من مصفي الهواء (الفلتر)، ومن مجاري هواء آلة تنشـــيف الملابس، وتأكد من أن تلك المجاري نافذة إلى خارج المنزل. وتأكد أيضاً من اســـتخدام ميزة التنشيف الآلي على آلة تنشيف الملابس الخاصة بك.

www.j4know.com

• تنظيف المواسير (الملفات) الموجودة خارج الثلاجة والمجمدة. اضبط درجة حرارة الثلاجة على درجة تتراوح مابين ٣٨ إلى ٤٠ درجة فهرنهايت (٣,٥ إلى ٤,٥ درجة مئوية)، ودرجة حرارة المجمدة على درجة تتراوح مابين الصفر إلى ٥ درجات فهرنهايت (١٨ درجة مئوية تحت الصفر إلى ١٥ درجات مئوية تحت الصفر).

جدول رقم (٢-٢) معدل استهلاك الأجهزة المنزلية الاعتيادية للكهرباء

الجهاز المنزلي	الاستهلاك السنوي	التكلفة السنوية (دولار)
ثلاجة أو مجمدة عمرهما عشر سنوات.	١٢٥٠	١٨٨
ثلاجة أو مجمدة جديدتان (ENERGY STAR)	٥٠٠	٧٥
تلفاز.	١٠٠-١٠٠٠	١٥-١٥٠
آلة تجفيف ملابس.	١٢٠٠	١٨٠
مضخة بئر (ماء).	٥٠٠	٧٥
مروحة فرن تدفئة.	٥٠٠	٧٥
حاسوب.	٥٠-٤٠٠	٨-٦٠
حوض استحمام ساخن.	٢٣٠٠	٣٤٥
سرير مائي.	١٠٠٠	١٥٠
هذه البيانات من معمل لورنس بيركلي وآخرين، وهي مبنية على سعر ١٥ سنتا لكل كيلو وات-ساعة.		

www.j4know.com

www.j4know.com

الباب الثالث

تسخين المياه

يشـــكل تسخين المياه في كثير من المنازل أكبر استعمالات الطاقة للحمل الأساس (baseload). وفي المناطـــق ذات المناخ المعتدل، مثل: ولاية كاليفورنيا، فإن العديد من الأســـر تنفق على تسخين المياه المترلية بقدر إنفاقها على التدفئة أو التكييف، وربما أكثرمن ذلك. ســـنقدم في هذا الباب وصفاً لكيفية تقليل استخدام المياه الساخنة في المترل، وذلك من خلال إجراء تعديلات بســـيطة في الســـلوكيات المعتادة، وإدخال تحسينات لنظام تسخين المياه في مترلك. كما سنتعرض أيضاً للخيارات المتاحة حاليّاً؛ لتطوير الأجهزة الخاصة بتسخين المياه.

تقييم كفاءة سخان المياه المترلي

ما نوع سخان المياه في مترلك: بخزان أم بدونه (tankless)؟ هل هو نظام يعمل وفقاً للحاجة (on-demand system)، أم ســـخان يعمل بالطاقة الشمسية؟ إنّ سخانات المياه التقليدية هي أقل كفاءة من غيرها، و توفر أفضل الفرص للتحسين، في حين تتمتع الانظمة التي تعمل بدون خزان، أي: حسب الطلب بكفاءة أعلى من غيرها، وتمنح فرصاً أقل للتحسين. أمّا السخانات الشمسية فتمثل الأنموذج الأمثل للكفاءة.

إذا كان لديك ســـخان بخـــزان أو بدونه ، فهل يعمل بالكهربـــاء، أم بالغاز، أم بالزيت؟ إذا كان ســـخانك يعمل بالكهرباء، فإن تكلفة تسخين المياه المرتفعة حاليّاً ستحسّن فرص استرجاع اســـتثمارك في تحسين الكفاءة. أمّا إذا كان نظام التسخين لديك يعمل بالغاز أو بالزيت، فإن استثمارك في التحسينات سيعود عليك بمردود أقل من ذلك.

ما درجة حرارة المياه الخارجة من الصنابير في مترلك؟ إذا كانت درجة حرارة هذه المياه أكثر من ٤٥ درجة مئوية، فبإمكانك بسهولة أن توفر المال، وذلك بضبط جهاز التحكم بدرجة حرارة السخان على درجة حرارة أقل من غيرها.

ما معدل تدفق المـــاء من الدوش في مترلك؟ إذا كان الدوش في حمام المترل يعطي أكثر من ١٢ لتراً في الدقيقة، فباســـتطاعتك توفير الماء والطاقة معاً، وذلك بتركيب رأس دوش أكثر فعالية بتدفق أقل من غيره.

www.j4know.com

هل الخطوط بين السـخان ونقاط الاستخدام معزولة حرارياً؟ إذا كانت خطوط المياه غير معزولة، فإنك تفقد كمية كبيرة من المياه يومياً.

إذا كان لديك نظام الخزان، فكم طول العزل الحراري المتضمن (المدمج)؟ إذا كان لديك سـخان قديم بعزل حراري قليل (بوصة إلى بوصتين من العزل)، فباستطاعتك توفير الطاقة, وذلك بإضافة بطانية عزل حراري خارجية للخزان.

هل فكرت بتركيب سخان مياه شمسـي؟ الواقع أن السخانات الشمسية ليست رخيصة، ولكنها في ظل كثير من الظروف المناخية تعطي مردوداً اقتصادياً جيّداً.

أساسيات تسخين المياه

تقدّم أنظمة تسـخين المياه فرصاً فاعلة لتوفير الطاقة، وذلك في ثلاثة جوانب هي: الطلب، والاحتياط (الاسـتعداد)، والتوزيع. ويتطلب تقليص واحدة من هذه الفئات الثلاث إجراءات تحسين كفاءة مختلفة، وبيان ذلك على النحو التالي:

الطلب: وهو كمية المياه المسـتخدمة فعلاً في الدوش، غسّـالتي الملابس، والأطباق، وغيرهـا. بإمكانك تقليل الطلب بتركيب رؤوس دوش بتدفق منخفض، أو بشـراء أجهزة منزلية تسـتهلك ماءً سـاخناً أقل من ذلك، أو ببساطة بتغيير عاداتك، بحيث تستهلك كمية أقل من الماء الساخن. وعندما توفر استهلاكك من الماء الساخن، فإنك توفر الماء، وكذلك الطاقة التي كانت ستستخدم لتسخينها.

الاحتياط (الاسـتعداد): وهو الهدر الذي يتضمن الحرارة الضائعة من خلال جدران خزان سخان المياه. باستطاعتك تقليل هذا الهدر بتركيب بطانية عزل حراري خارجية في خزان السخان، أو بتركيب سخان مياه جديد بعزل حراريّ خارج متضمن أفضل من غيره، أو بعزل خطوط المياه القريبة من خزان سخان المياه.

التوزيع: وهو الهدر الذي يتضمن الحرارة الضائعة من جوانب أنابيب الماء السـاخن خلال استعماله. يمكنك تقليل هذا الهدر بعزل أنابيب الماء الساخن.

إن الغالبية العظمى من المنازل في أمريكا الشـمالية لديها سخانات مياه بخزانات، حيث تتضمن خزاناً معزولاً حرارياً، وحارقة تعمل بالغاز أو بسـخان ماء كهربائي. وقد أجريت مؤخراً حزمة من التحسـينات الحديثة على مثل هذه الأنظمة، إذ شملت عزلاً حرارياً أفضل للخزان، واستعمال أنظمة احتراق محسنة.

www.j4know.com

تتضمن أنظمة تسخين المياه بدون خزان (أي: تلك التي تعمل حسب الطلب) حارقة كبيرة تعمل بالغاز أو بعنصر تسخين كهربائي، ولكنها تأتي بدون خزان، وتسخّن المياه فقط عند استعمالك لها. سعر شراء هذه الأنظمة أعلى من تلك المزودة بخزان، ولكنها تستهلك كمية أقل من الطاقة؛ لعدم هدرها الاحتياط الموجود في أنظمة الخزان.

بطبيعة الحال، يمكن تسخين المياه بالأنظمة الشمسية التي لا تستخدم الوقود للتسخين، مع أن بعضها يستهلك كمية بسيطة من الطاقة للمضخات، وأجهزة التحكم. وعموماً, تعد الأنظمة الشمسية الأعلى تكلفة وتكون جدواها الاقتصادية أعلى ما يمكن في المناطق ذات المناخ الدافئ.

تغيير العادات المتعلقة بتسخين المياه

يمثل تغيير عاداتك المتصلة باستخدام المياه الطريقة المثلى؛ للتقليل من فاتورة تسخين المياه المنزلية. ويبين الجدول رقم (٣-١) الاستهلاك المنزلي الاعتيادي من الماء الساخن، ولكن يمكن للنصائح والإرشادات المدرجة في الأسفل أن تحدث تغييراً مهمّاً في استهلاك الماء الساخن دون التسبب بكثير من المتاعب وهي على النحو التالي:

- استخدام المياه الباردة كلما كان ذلك ممكنًاً.
- إكمال عملية الاستحمام في أقصر وقت ممكن، وتجنّب فتح الدوش لمدة أطول من اللازم قبل البدء بالاستحمام.
- تشغيل غسّالة الملابس بحمولتها كاملة. وإذا كان لا بد غسل كمية قليلة من الملابس، فاضبط مستوى الماء في الغسّالة؛ ليتناسب وحجم الحمولة، ولا تستخدم خيار الماء الساخن في غسالتك، فمساحيق الغسيل الحديثة تعمل عملاً ممتازاً سواء أكان الماء بارداً أم دافئاً.
- تشغيل غسّالة الأطباق بحمولتها كاملة، ثم ضبطها على خيار "الهواء الجاف"؛ لتوفير الكهرباء. تجنّب غسل الأطباق قبل إدخالها إلى الآلة.

www.j4know.com

جدول رقم (٣-١) الاستهلاك المنزلي الاعتيادي من الماء الساخن

عدد سكان المنزل	استهلاك الكهرباء سنوياً (كيلو وات-ساعة)	استهلاك الغاز سنويا (ثيرم)	استهلاك الماء (لتر يومياً)
١	٢٧٠٠	١٨٠	٩٥
٢	٣٥٠٠	٢٣٠	١٥١
٣	٤٩٠٠	٣٢٠	١٩٠
٤	٥٤٠٠	٣٥٠	٢٤٦
٥	٦٣٠٠	٤١٠	٢٨٤
٦	٧٠٠٠	٧٥٠	٣٢١

البيانات لمنازل الأسرة الواحدة في الولايات المتحدة. جمعت هذه البيانات من إدارة معلومات الطاقة في معمل لورنس بيركلي، ومصادر أخرى.

التحسينات البسيطة

بمقدورك أيضاً إجراء بعض التحسينات غير المكلفة على نظام تسخين المياه، والتي يمكن أن تؤدي إلى مردود جيّد. وإذا أضيفت هذه التحسينات إلى تغيير العادات المذكورة آنفاً، فقد تساعد معظم الأسر على توفير الثلث أو أكثر من تكاليف تسخين المياه.

خفض درجة حرارة المياه الساخنه

يعد خفض درجة حرارة المياه في خزانك واحداً من أكثر التدابير فعالية من أجل المحافظة على المياه الساخنة؛ وذلك لأن العديد من خزانات سخانات المياه تضبط لتحافظ على درجة حرارة الماء في الخزان على ١٤٠ درجة فهرنهايت (٥٥ درجة مئوية) أو أكثر من ذلك، مما يتسبب بمزيد من الحرارة الضائعة من خلال جدران الخزان. إنّ ارتفاع درجات حرارة المياه يشجع أيضاً على تكون الترسبات والصدأ داخل الخزان، والتي تتسبب بخفض العمر التشغيلي له. كما أن درجات الحرارة المرتفعة جدّاً للمياه يزيد خطر حدوث حروق جلدية للأشخاص.

www.j4know.com

نوصي بضبط درجة حرارة الماء الساخن عند حوالي ١٢٠ درجة فهرنهايت (٤٥ درجة مئوية)، مع تجنب ضبط درجة الحرارة دون هذا المستوى؛ لأن الميكروبات الضارة الموجودة أصلاً في الماء يمكن أن تنشط وتتكاثر على درجات حرارة أقل من ١٢٠ درجة فهرنهايت. لضبط درجة حرارة سخانات المياه التي تعمل بالغاز (انظر: شكل رقم ٣-١) اتبع الإجراء التالي:

- قِس درجة حرارة الماء الساخن في الصنبور البعيد عن سخان المياه؛ للحصول على هذه المياه على درجة حرارة تبلغ حوالي ٤٥ درجة مئوية.
- حدد مكان جهاز ضبط الحرارة في سخان المياه، والذي عادة يكون بمنزلة مقبض دائري بالقرب من أسفل الخزان.
- حرك جهاز ضبط الحرارة بمقدار بسيط، وباتجاه درجة الحرارة الصحيحة.
- انتظر بضع ساعات؛ لتثبت درجة حرارة المياه في الخزان، واستخدم جهاز قياس درجة الحرارة؛ لمعرفة درجة حرارة الماء في الصنبور البعيد.
- عدل وضع جهاز ضبط الحرارة بتحريكه حسب الحاجة؛ للحصول على درجة الحرارة المرغوبة فيها.
- عند الوصول إلى الضبط المرغوب فيه (درجة حرارة تبلغ ١٢٠ فهرنهايت في الصنبور البعيد)، ثبّت هذا الضبط، وضع علامة دائمة عند هذه النقطة.

ولضبط درجة حرارة سخانات المياه الكهربائية (انظرالشكل رقم ٣-١) اتبع الإجراء التالي:

- قس درجة حرارة الماء الساخن في الصنبور البعيد عن سخان الماء؛ للحصول على هذه المياه عند درجة حرارة تبلغ حوالي ١٢٠ درجة فهرنهايت (٤٥ درجة مئوية).
- افصل التيار الكهربائي عن السخان من المصدر.
- استعمل مفك براغي؛ لفتح لوحتي الدخول على الواجهة الأمامية للخزان. ستجد جهاز ضبط درجة حرارة منفصل تحت كل لوحة.
- استعمل مفك براغي صغير؛ لضبط درجة الحرارة، وذلك باتجاه درجات الحرارة المطلوبة.
- انتظر بضع ساعات لتثبيت درجة حرارة المياه في الخزان، واستخدم جهاز قياس درجة الحرارة؛ لمعرفة درجة حرارة الماء في الصنبور البعيد.

www.j4know.com

شكل رقم (٣–١) ضبط درجة حرارة سخان المياه

بالإمكان أيضاً الحصول على وفورات إضافية بضبط درجة حرارة السخان عند أقل درجات الحرارة، وذلك إذا كنت تخطط لمغادرة المنزل لبضعة أيام. تأكد من استعمال الضبط الخاص بالإجازة، وذلك إذا كان سخانك مزوداً بهذا الخيار، أو ببساطة اضبط جهاز التحكم بدرجة الحرارة على أقل قراءة له، وحال عودتك أعد ضبطه عند ١٢٠ درجة فهرنهايت.

تقييم رؤوس الدوش: ضبط كمية الماء للدوش

يعّد الدوش عملياً أكبر جهاز يؤدي إلى هدر الماء الساخن في المنزل، ولذلك ينبغي البدء به؛ لتقليل استهلاك الماء الساخن في المنزل.

تقتضي قوانين كفاءة الطاقة المتعلقة برؤوس الدوش الحديثة ذات التدفق المنخفض (انظر الشكل رقم ٣–٢) ألاّ يزيد تدفق المياه منها عن جالونين ونصف (٩,٥ لتر) في الدقيقة، وهو ما تستطيع معظم رؤوس الدوش تحقيقه، وفي الوقت نفسه الحصول على استحمام مرض تماماً، وذلك بفضل تقدم حديث في التصميم، بحيث يتضمن التحكم بحجم قطرات الماء، وخلط الهواء في الماء. ومع وجود رؤوس الدوش الحديثة هذه، فلن تشعر بالفرق أو تعلم أنك توفر الطاقة والماء.

www.j4know.com

رأس الدوش الموفرة للمياه لها عائد اقتصادي على كل من الماء والطاقة المستهلكة لتسخين المياه. ستجني أكبر الوفورات عند استبدال رأس دوش موفرة للمياه محل رؤوس الدوش عالية استهلاك المياه التي تستهلك أكثر من ١١ لتر في الدقيقة.

شكل رقم (٣-٢) رؤوس دوش موفرة للمياه

ويمكن للتخفيضات في استهلاك الطاقة المترتبة على ذلك أن تكون كبيرة. ففي ظل رؤوس الدوش القديمة التي تستهلك ٥ جالونات (أي: حوالي ١٩ لتراً) في الدقيقة الواحدة. وأما بشأن أسرة مكونة من أربعة أفراد، يستحم كل منهم لمدة ست دقائق مرة واحدة يومياً، فإن استهلاكها سيكون حوالي ٤٣٠٠٠ جالون (أي: حوالي ١٦٣٠٠٠ لتر) من الماء الساخن سنوياً! إنّ استخدام رؤوس الدوش ذات التدفق المنخفض سيقلل الاستهلاك إلى ٥٠٪، مما يعني توفير مئات من الدولارات سنوياً.

إذا كانت رؤوس الدوش الموجودة في منزلك تستهلك أكثر من ٣ جالونات (١١,٥ لتر) في الدقيقة الواحدة، فإن استبدالها بأخرى حديثة سيعود عليك بمردود جيّد. ولقياس معدل تدفق (استهلاك) رأس الدوش الموجود في منزلك، اتبع الإجراء التالي:

- أحضر وعاء بلاستيكياً بحجم جالون واحد (أي:حوالي ٤ لترات)، واثقب به فتحة مناسبة لرأس الدوش المستعمل حالياً في حمامك.
- ثبّت الوعاء على رأس الدوش، وافتحه ثم اضبط الوقت (بالثواني) من بداية فتح الدوش حتى امتلاء الوعاء.
- إذا امتلأ الوعاء في أقل من ٢٠ ثانية فذلك يعني أن تدفق الدوش أكثر من ٣ جالونات بالدقيقة الواحدة. في هذه الحالة، سارع إلى تركيب رأس دوش جديد منخفض التدفق؛ لتحقق تخفيضات ملموسة في استهلاك الطاقة.

www.j4know.com

عند التسوق لشراء رأس دوش جديدة، ستكون أمامك خيارات عديدة على الرغم من أن معظم الميزات فيها لا تقلل الاستهلاك. لكن مع ذلك، تمثل إحدى الميزات المتاحة والموفرة للطاقة بإضافة صمام صغير على جانب رأس الدوش، بحيث يسمح بالتحكم بتدفق الماء دون المساس بصمامات الخلط الرئيسة، إذ باستطاعتك استخدام هذا الصمام؛ لتقليل أو وقف التدفق خلال تلييف الجسم، واعادته إلى التدفق الأقصى عند شطف الجسم. بهذا الإجراء البسيط لوحده، تستطيع في الغالب تقليص استهلاكك من الماء بحوالي الثلث في كل استحمام. وتتراوح أسعار رؤوس الدوش ذات التدفق المنخفض في الوقت الحالي ما بين ٢٠ إلى ١٠٠ دولار، بالإضافة إلى تكاليف التركيب.

تركيب رأس الدوش

إنّ تركيب رأس دوش جديد عملية سهلة، وذلك إذا كنت معتاداً على استخدام الأدوات والعدد اليدوية التي من أهمها: كمّاشة (زرادية)، عدد من أنواع المفاتيح، ولفافة من شريط التفلون (شريط لاصق أبيض خاص بالسباكة)، ومعجون خاص بالأنابيب، وجميعها متوفرة في محال بيع العدد والأدوات.

- افحص رأس الدوش الموجود، ورقبته (أي: الأنبوب المنحني الخارج من الجدار). سترى الصامولة الخاصة بتثبيت بعض رؤوس الدوش في الخلف؛ لمنعها من الحركة — فك الصامولة إذا عثرت على واحدة.
- دوّر رأس الدوش باليد عكس اتجاه عقارب الساعة؛ لمعرفة ما إذا كان ممكناً فكه بسهولة. تحذير: تجنب لي رقبة الدوش؛ لأن ذلك قد يتسبب بتسرب الماء منها، أو كسرها داخل الجدار.
- إذا لم تستطع فك رأس الدوش باليد، ألق نظرة على الجهة الخلفية منه؛ للعثور على أماكن مستوية: كنقاط مناسبة، لتثبيت مفتاح فك الصامولة القابل للتعديل، وثبّت المفتاح عليها.
- ثبّت الكمّاشة على رقبة الدوش بعد تغطيتها بشريط لاصق أو قطعة قماش؛ لتجنّب جرح أنبوبة رقبة الدوش.
- ثبّت رقبة الدوش (بالكمّاشة)، وبحذر شديد دوّر رأس الدوش عكس عقارب الساعة (بواسطة المفتاح)؛ لفكه وإزالته.

www.j4know.com

- نظّف الأسنان الموجودة على رقبة الدوش، وضع لفائف قليلة من التفلون، أو القليل من المعجون الخاص بذلك على الأسنان الموجودة على رقبة الدوش.
- ركّب رأس الدوش الجديد في مكانه المسنن، وشدّها باليد قدر ما تستطيع، ثم ثبّت رقبة الدوش بالكمّاشة.
- شغّل الدوش، وراقب أية تسريبات حول قاعدة رأسه. في حال ظهور أي تسريب زد شدّ رأس الدوش حسب الحاجة، مع ضرورة عدم المبالغة في ذلك.

إضافة بطانية (Blanket) عزل حراري خارجية لسخان المياه

تقلّل بطانيات العزل الحراري الحرارة الضائعة من خلال جدران خزان سخان المياه، وهو ما يعرف بـ «هدر الاحتياط». وبشأن سخانات المياه القديمة التي يزيد عمرها عن عشر سنوات، تكون سماكة المادة العازلة المدمجة والمصنوعة من الزجاج الليفي (الفايبرغلاس) حوالي بوصة واحدة فقط، أي: ما يعادل في معيار العزل مستوى (R-3)، وهي في الحقيقة متدنية، وليست كافية للتحكم بفقدان الحرارة. إنّ إضافة بطانية عازلة إلى هذه الخزانات القديمة يخفض الاستهلاك بنسبة تتراوح ما بين ٥ إلى ١٠٪. أمّا بشأن أحدث سخانات المياه ، فعادة ما تتراوح سماكة المادة العازلة الرغوية فيها ما بين ٢ إلى ٣ بوصات، أي: ما يعادل في معيار العزل مستوى (R-10 إلى R-15)، مما يقلل من خسائر الاحتياط تقليلاً كبيراً. إنّ إضافة بطانية عزل حراري إلى الخزانات الحديثة تبقى فكرة جيدة، ولكن تأثيرها سيكون أقل بالمقارنة مع الخزانات القديمة. لذلك، فإن فترة استعادة تكاليف بطانية العزل الحراري في الخزانات القديمة تكون سنة واحدة، أو أقل بالمقارنة مع بضع سنوات في الخزانات الحديثة.

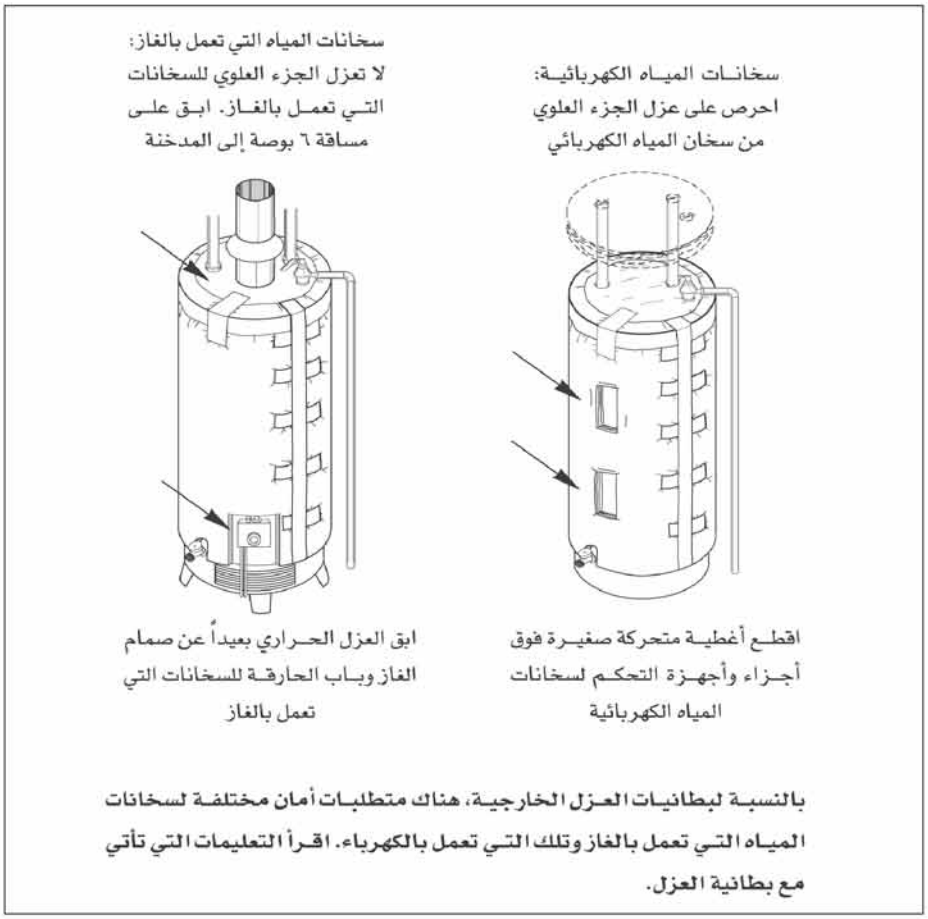
تفحّص سخان المياه الخاص بك؛ لمعرفة ما إذا كانت قيمة مستوى العزل الحراري المدمج مدرجة على بطاقة ENERGY GUIDE الصفراء، أو على لوحة بيانات الشركة المصنعة. إذا كانت قيمة مستوى العزل الحراري غير مدرجة، فهذا يعني على الأرجح أن خزانك هو من النموذج القديم، والذي لا تزيد قيمة مستوى العزل الحراري فيه عن (R-3) وتعّد قيمة متدنية.

تتوفر بطانيات العزل الحراري في محال بيع الأدوات والعدد بسعر يتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٠ دولاراً. عليك باختيار بطانية عزل بسماكة لا تقل عن ٣ بوصات، أو ما يعادل (R-8). وإذا كنت معتاداً على العمل بالأدوات والعدد اليدوية فإن تركيب مثل هذه البطانيات عملية سهلة للغاية (انظر: الشكل رقم ٣-٣). وكل ما سوف تحتاجه لمثل

www.j4know.com

هذا المشروع هو شريط قياس (متر)، وسكّين حاد، ومقصّ. ولتركيب بطانية العزل، اتبع الإجراء التالي:

- افتح بطانية العزل، واقرأ تعليمات الشركة المصنعة، وتذكر أن السلامة من أهم الأمور في هذا المشروع.
- إذا كان سخانك كهربائيّاً، فافصل التيار عنه من المصدر. أمّا إذا كان السخان يعمل بالغاز، فتأكد من عدم إمكانية تشغيله خلال تركيب بطانية العزل.
- قس المسافة من أعلى الخزان إلى صمام التصريف، والذي يقع بالقرب من أسفل الخزان. وإن دعت الحاجة، فقص بطانية العزل حتى لا تمتد إلى ما دون مستوى صمام التصريف.



شكل رقم (٣-٣) تركيب بطانية عزل حراري لسخان المياه

www.j4know.com

- ثبّت بطانية العزل في مكانها بالشـــريط اللاصق الذي يأتي مع المجموعة. قصّ حول كل من: صمام ضبط الضغط النحاســـي على الجزء العلوي من الخزان، وصمام التصريف في أسفله.
- ســـخانات المياه التي تعمل بالكهرباء: استعمل جزءاً من البطانية؛ لعزل الجزء العلوي من الخزان.
- ســـخانات المياه التي تعمل بالغاز: لا تعزل الجزء العلوي من الخزان، ولا تغطي جهـــاز ضبط الحرارة أو غطاء الحارقة في أســـفل الخزان. ابـــق بطانية العزل والشريط اللاصق بعيدين، بما لا يقل عن ٦ بوصات من المدخنة.
- أمّن جميع جوانب الخزان بزيادة كمية الشـــريط اللاصق عليها واستعمل ثلاثة أحزمة شـــدّ على الأقل في شدّ بطانية العزل؛ لتثبيتها تثبيتاً كاملاً في مكانها على الخزان، ولا تعتمد على الشريط اللاصق وحده؛ لأنه يفقد في الغالب فعاليته.

عند الانتهاء من التركيب، وقبل إيصال الكهرباء أو الغاز، افحص فحصاً أخيراً؛ للتأكد من وجود مســـافة مناســـبة حول صمام ضبط الضغـــط، وصمام التصريف، وجهاز ضبط الحرارة بالإضافة إلى المدخنة، وذلك إذا كان سخانك يعمل بالغاز.

العزل الحراري لخطوط الماء الساخن

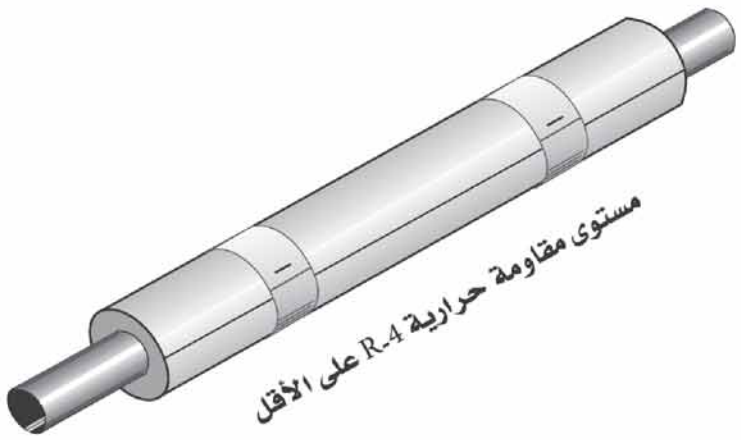
يمكنك أيضاً تقليل اســـتهلاك الطاقة عن طريق عزل خطوط الماء الساخن. عليك بشـــراء ما يكفي من العزل الحراري الأنبوبي لكل الأنابيب التي يمكن الوصول إليها، وبتكلفـــة تتراوح ما بـــين ١٠ إلى ٣٠ دولاراً، ومن ثم تركيبها بعملية بســـيطة. إنّ الوفورات المتحققة من عزل الأنابيب كفيلة باســـترجاع هذا الاســـتثمار في غضون خمس سنوات.

اختر مغلفات أنابيب (pipe sleeves) عازلة حراريّاً، وبمستوى عزل لا يقل عن (R-4)، أي: ما يعادل حوالي ثلاثة أرباع البوصة من سماكة المادة العازلة. قس أقطار أنابيب الماء الســـاخن الحالية لتحديد ما إذا كان لديك فئة ٠,٥ بوصة (١,٢٥ سم)، أو ثلاثة أرباع البوصة، مع ملاحظة أن أنابيب الماء الســـاخن تقاس بالقطر الداخلي، وليس بالقطر الخارجي (انظر: الشكل رقم ٣-٤).

- ثبّت مغلفات الأنابيب العازلة على جميع أنابيب المياه الساخنة التي يمكن الوصول إليها، والممتدة ما بين سخان المياه ونقاط استخدام الماء الساخن في المنزل، وهو

www.j4know.com

ما سيســـاعد على انخفاض درجة الحرارة كلما استخدمت الماء الساخن. كما سيساعد على بقاء الماء الساخن في الأنابيب عند درجة حرارة دافئة بما يكفي؛ وذلك لعدم الحاجة إلى تعقيم وتســـليك الخطوط عند الحاجة إلى الماء الساخن مرة أخرى في غضون دقائق قليلة. لا تقلق بشـــأن خطوط المياه التي لا يمكنك الوصول إليها.



تتميـز مغلّفات الأنابيب المصنوعة من مـادة رغوية بأنها سهلة التركيب على خطوط الميـاه الساخنـة، استعمل سكيناً حـادة لقصها للمقاس المطلـوب، وثبتها بسلك، أو مرابط، أو بشريط معدني.

شكل رقم (٣–٤) مغلفات الأنابيب العازلة تبطئ فاقد الطاقة من الخارج من جدران الخزان.

- كذلك اعزل أول خمســـة أقدام من خط الماء البارد، وذلك ابتداء من سخان الماء. عليك بعزل هذا الخط؛ لأنك ســـتفقد بعضاً مـــن الحرارة هنا في وضع الاحتياط (الاستعداد) – أي: عندما لا يوجد أحد في المنزل – والسبب يرجع إلى أن المياه الساخنة تدور بفعل الحمل في كل الخطوط القريبة من سخان الماء، وذلك في كل من الجانبين: الساخن والبارد.
- إذا كان لديك سخان ماء يعمل بالغاز، فتأكد من إبقائك مغلفات الأنابيب العازلة على بعد لا يقل عن ٦ بوصات من مدخنة السخان.

www.j4know.com

استبدال سخانات المياه

يتراوح العمر التشغيلي الافتراضي لسخانات المياه ما بين عشر إلى خمس وعشرين سنة، وذلك حسب نوع وجودة الحارقة، ونوعية المياه المحلية المستعملة (بعض المياه تسبب الصدأ أكثر من غيرها أو تحتوي على المعادن أكثر من غيرها)، ودرجة الحرارة المضبوطة للسخان (كلما كانت أقل كان أفضل من غيره). عندما تحتاج إلى استبدال سخان المياه الخاص بك، فستتاح لك الفرصة لتركيب نظام أكثر كفاءة.

يلجأ معظم الناس إلى استبدال سخان المياه عند ظهور تسرب للمياه في الخزان، أو ربما عند توقف السخان عن العمل، وهو للأسف وضع يجعل من الصعب اتخاذ قرار صحيح بخصوص شراء سخانٍ جديد. وعموماً، إذا كان عمر سخان المياه في منزلك أكثر من عشر سنوات، ففكّر في العمل مع سباك مختص فوراً؛ لتقييم نظام التسخين القائم، وربما بإجراء عملية تحسين للسخان قبل توقفه عن العمل.

مقارنة بين سخانات المياه المزودة بخزان

تعد سخانات المياه التي تعمل بالكهرباء، وكذلك تلك التي تعمل بالغاز أو الزيت (النفط) والمزودة بخزان من أكثر أنواع سخانات المياه شيوعاً في أمريكا الشمالية، وهي ، وعلى الرغم من أن تكلفة تركيبها أقل من غيرها ، فإنّها تتسبب بتكاليف تشغيل أعلى من غيرها؛ وذلك نظراً لانخفاض كفاءتها. يتراوح ثمن سخان المياه المزود بخزان ما بين ١٥٠ إلى ٣٠٠ دولار، بالإضافة إلى تكاليف التركيب، والتي تتراوح ما بين ١٠٠ إلى ١٥٠ دولار.

مُعامل الطاقة

تقاس كفاءة سخانات المياه التي تعمل بخزان بمقياس يطلق عليه «معامل الطاقة»، والذي يتضمن الطاقة الحقيقية المستهلكة لتسخين المياه، بالإضافة إلى الحرارة الضائعة من خلال جدران الخزان (فاقد الاستعداد). وأما بشأن أنظمة التسخين التي تعمل بالغاز، فإن معامل الطاقة يتضمن أيضاً بالإضافة إلى ما سبق الحرارة المفقودة مع غازات الاحتراق الخارجة من المدخنة، والوقود المستخدم في تشغيل شعلة السخان الدائمة (pilot light). يأخذ معامل الطاقة دائمًا قيمًا عشرية أقل من ١,٠، وكلما كانت قيمته أعلى من غيرها كان ذلك أفضل. إنّ تحقيق قيمة لمعامل طاقة مقدارها ١,٠ لا يمكن تحقيقه في الواقع، مما يعني أنّ الطاقة الضائعة في السخان تساوي صفرًا. في الواقع، يسجل معامل الطاقة الراهنة قيمة دنيا مقدارها ٠,٥٩ لأنظمة الغاز

www.j4know.com

والزيت، و ٠,٩٠ لسخانات المياه العاملة بالكهرباء.

ستكون قيمة معامل الطاقة لسخانات المياه العاملة بالكهرباء دائماً أعلى من تلك العاملة بحرق الغاز أو النفط؛ وذلك لأن أجهزة التسخين العاملة بالاحتراق يجب أن تسمح بتدوير الهواء من خلال الحارقة، ومن ثم المدخنة، إذ يحمل معه كمية من الحرارة إلى الجو دون الاستفادة منها في تسخين المياه.

تحتوي كل سخانات المياه العاملة بالغاز أو النفط على شعلة احتراق دائمة تعمل على مدار الساعة، في حين لا تتطلب سخانات المياه العاملة بالكهرباء مدخنة أو شعلة دائمة. لذلك، فإن الهدر الوحيد الموجود في السخانات العاملة بالكهرباء هو من نوع الاحتياط (الاستعداد)، والناتج من فقدان الحرارة من خلال جدران الخزان، سواء أكنت تستخدم الماء الساخن أم لا. ولكن على الرغم من وجود معامل طاقة أعلى للسخانات العاملة بالكهرباء، فإنّها ستظل تعمل بتكلفة تشغيلية أعلى من السخانات العاملة بالغاز أو النفط؛ نتيجة لارتفاع تكلفة إنتاج الكهرباء.

ادرس دائما المعلومات المفصلة على بطاقة ENERGY GUIDE الصفراء، وذلك عند شراء أي جهاز منزلي. إحرص على اختيار سخان ماء ذي استهلاك سنوي منخفض، وبمعامل طاقة تحمل أعلى ما يمكن من المواصفات. يبين الجدول رقم (٣-٢) معامل الطاقة لسخانات مياه مختلفة. لاحظ أن سخانات المياه لا تخضع في الوقت الحاضر لمعايير ENERGY STAR؛ لأنه من الصعب المقارنة بين أنظمة التسخين المختلفة في ظل التنوع الكبير في التقنيات المستخدمة (السخانات العاملة بالغاز مقابل السخانات العاملة بالكهرباء، أو بالطاقة الشمسية. وأنظمة التخزين في مقابل أنظمة الطلب).

جدول رقم (٣-٢) معامل الطاقة: المطلوب بالقانون مقارنة بأفضل المتوفر

وقود سخان الماء	المطلوب بالقانون	أفضل المتوفر
كهرباء	٠,٩٠	٠,٩٣ إلى ٠,٩٥
غاز طبيعي	٠,٥٩	٠,٦٣ إلى ٠,٦٧
زيت (نفط)	٠,٥٩	٠,٦٢ إلى ٠,٦٨

www.j4know.com

العزل الحراري لخزان سخان المياه

تأتي معظم سخانات المياه القديمة المزودة بخزان حاملة مادة عازلة من الألياف الزجاجية لا يتجاوز سمكها بوصة واحدة (٢,٥ سم)، أي: ما يقابل (R-3)، وتكون هذه المادة مثبتة بين الخزان الداخلي والغطاء (القشرة) الخارجي، وذلك بالمقارنة مع ما معدله بوصتين من المادة العازلة (R-10 أو أكثر من ذلك) في سخانات المياه الحديثة التي تعمل بالغاز، في حين تأتي أفضل النماذج الكهربائية بسماكة عزل حراري من مادة رغوية مقدارها ٣ بوصات (أي: R-15 أو أكثر من ذلك). تساعد الزيادة في العزل الحراري على خفض الفاقد من الحرارة من خلال جدران الخزان، وهو ما ينبغي أن يدفعك إلى اختيار مستويات أعلى من العزل الحراري عند البحث عن سخان مياه جديد. تتضمن لوحة المواصفات قيمة مستوى العزل الحراري للسخان، كما يمكن إيجاد هذه المعلومة على لوحة بطاقة ENRGY GUIDE، والتي ستؤخذ في الحسبان عند حساب معامل الطاقة.

قضايا السلامة المتعلقة بالمدخنة

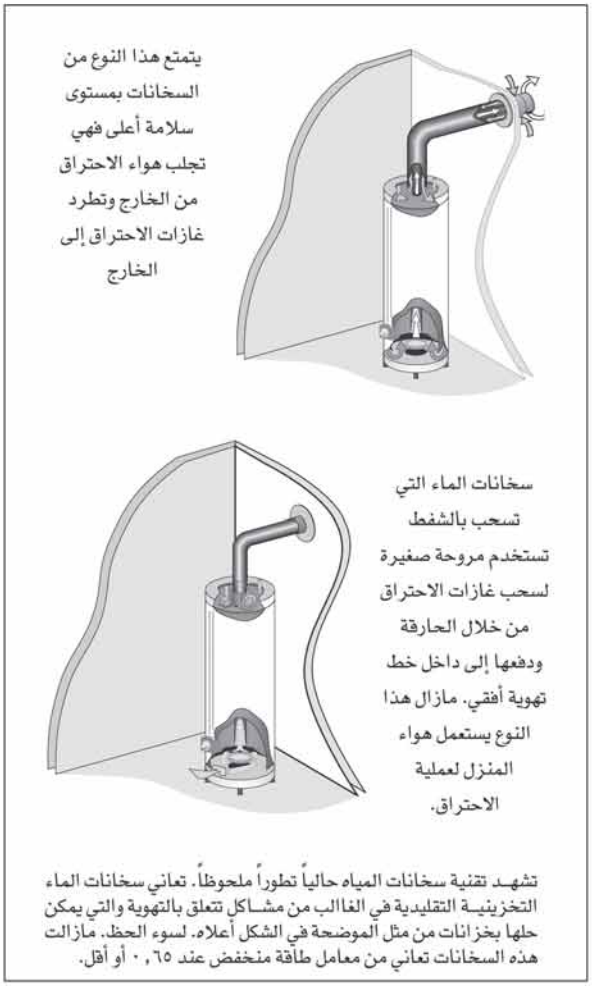
قد تواجه بعض سخانات المياه المزودة بخزان، والتي تحرق الغاز أو النفط مشكلات في سحب غازات الاحتراق (draft) إلى الجو، وذلك من خلال المدخنة متسببة تسرب غازات الاحتراق إلى داخل منزلك. يحدث هذا في الغالب عندما يتغلب الضغط السلبي (المنخفض) للهواء في المنزل على قوة السحب الضعيفة للمدخنة. وكذلك يمكن أن يكمن سبب ذلك في وجود مراوح شفط قريبة أو بسبب وجود تسربات في مجاري الهواء، والتي تؤدي إلى سحب الهواء من المنزل. في عملية الصيانة القادمة للسخان أو الحارقة، اطلب من الفني المختص أن يفحص شروط السلامة في المدخنة لكل الأجهزة التي تعمل على حرق الوقود في المنزل؛ للتأكد من أن غازات الاحتراق تسحب خارج منزلك بأمان.

بعض أحدث النماذج من سخانات المياه التخزينية تقاوم مثل هذه المشكلات المحتملة. وأكثر النماذج أماناً هي في الواقع أكثر تكلفة بكثير من غيرها، لكنها أقل عرضة لتسرب نواتج الاحتراق إلى داخل منزلك. واستعمال مثل هذه النماذج في منزلك يكون مفيدًا أكثر كلما حسّنت وضع العزل الحراري، ومنعت تسرب الهواء في المنزل بأكمله.

سخانات المياه بالسحب المستحث (Induced-Draft). يستخدم هذا النوع من السخانات مروحة لشفط (سحب) غازات الاحتراق من خلال المدخنة الممتدة إلى

www.j4know.com

أعلى من مركز السطح العلوي للخزان (انظر: الشكل رقم ٣-٥). وعلى الرغم من أن هذا التصميم يحل بعض المشكلات، مثل: التغلب على السحب الضعيف للمدخنة، فإنها تسحب هواء المنزل الداخلي، وتستعمله في الاحتراق الأمر الذي يمكن أن يتداخل مع أجهزة منزلية أخرى، مثل: فرن احتراق قريب ونحوه، مما يجعل هذا النظام غير مرغوب فيه بالمقارنة مع تصميم أنظمة التسخين المغلقة.



شكل رقم (٣-٥) سخانات المياه الحديثة المزودة بخزان، والتي تعّد أكثر أماناً من غيرها

سخانات المياه المغلقة (Sealed-Combustion). تستخدم هذه السخانات أنظمة احتراق وتنفيس منفصلة تماماً عن المنزل، إذ تجلب هواء الاحتراق من الخارج، وتطرد غازات الاحتراق إلى الخارج (انظر: الشكل رقم ٣-٥). يوفر هذا النوع من

www.j4know.com

الســـخانات مستوى سلامة أعلى من غيره، ووفورات أكبر من ذي قبل؛ لأنه يتطلب مستوى أقل من تدفق الهواء. وكلا النوعين من السخانات المذكورين آنفاً لهما معامل طاقة أعلى فقط بقليل من معامل الطاقة للســـخانات التقليدية. لكن تقنية ســـخانات المياه المزودة بخزان ما زالت في طور التحديث، حيث يبين الشكل رقم (٣-٦) سخان مياه تخزيني متطور.

يمثل هذا السـخان عالي الكفاءة سـخانات المياه التخزينية المستقبلية. فهي تتمتع بنظام احتراق محسـن، مسـتويات عالية من العزل الحراري، ومعامل طاقة حوالي ٠,٩٠ لكن لسـوء الحظ، ما زال سـعرها أكثر عدة مرات من سـعر سـخانات المياه التخزينية التقليدية.

شكل رقم (٣-٦) سخان مياه تخزيني متطور

سخانات المياه التي بدون خزان (Tankless) وتعمل بالغاز

تعدّ ســـخانات الميـــاه التي بدون خـــزان وتعمـــل بالغاز، والتي تعـــرف أيضاً بـــ "سخانات حسب الحاجة"، أو "سخانات لحظية"، حلاً جيّداً؛ لتحسين كفاءة

www.j4know.com

استخدام الطاقة. تسّخن هذه السخانات المياه خلال تدفقها عبر السخان، ومن ثم تنعدم الحاجة إلى وجود خزان، الأمر الذي يؤدي إلى انعدام فاقد الاحتياط الناتج عن ضياع الحرارة من خلال جدران الخزان.

يمكن لسخانات المياه التي بدون خزان أن توفر تدفقًا مستمرًا من المياه الساخنة، ولكنها قد لا تستطيع تأمين حاجة اثنتين أو أكثر من نقاط استخدام الماء الساخن في المنزل في وقت واحد . فقد يؤدي أخذ حمام ساخن، وفي الوقت نفسه تشغيل غسّالة الأطباق على سبيل المثال، إلى تحميل هذا النوع من سخانات المياه (بدون خزان) أكثر من طاقتها. وعلى الرغم من ذلك، فإن هذا النوع من الخزانات يمكن أن يقدم خدمة جيدة، إذا كنت على استعداد تام لعملية تكيف بسيطة، وذلك بتوزيع استخدام الماء الساخن بين أفراد الأسرة.

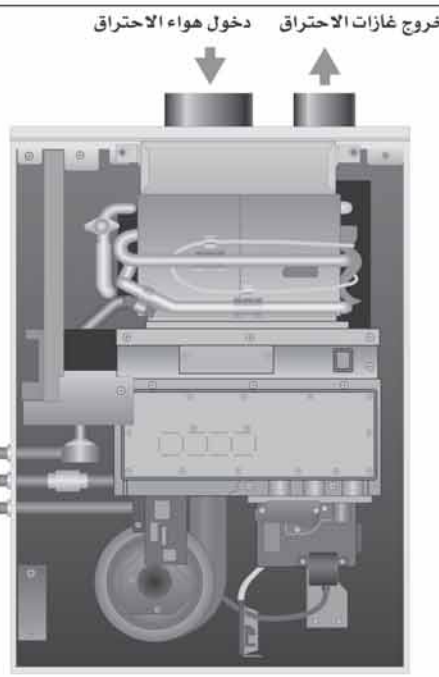
كانت معظم سخانات المياه القديمة (بدون خزان)، والتي تعمل على حرق الغاز مصممة بغرف احتراق مفتوحة تسحب هواء المنزل وتستعمله؛ لدعم عملية الاحتراق وهي كلها عرضة للسحب العكسي (backdrafting) الذي يؤدي إلى تسريب غازات الاحتراق إلى داخل المنزل بدلاً من خروجها من المدخنة إلى الخارج. أمّا أحدث النماذج منها فتسحب هواء الاحتراق من الخارج، وهو تصميم أكثر أماناً من غيره. في جميع الأحوال، نحن نوصي باستخدام سخانات المياه التي تستعمل غرف الاحتراق المقفلة. يجدر التنويه إلى أن سعر سخانات المياه التي بدون خزان أعلى بكثير من سخانات المياه التقليدية، ويتراوح سعرها ما بين ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ دولار للسخان الواحد.

سخانات المياه الكهربائية التي بدون خزان

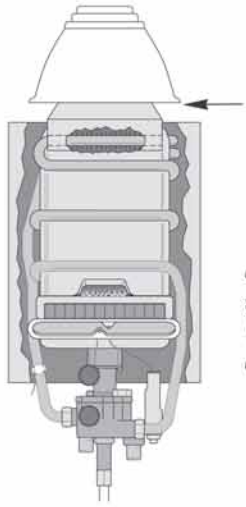
تقوم سخانات المياه الكهربائية التي بدون خزان في العادة على خدمة نقطة واحدة فقط لاستعمال الماء الساخن، مثل: الدوش أو المغسلة. وينتج أكبر نوع من هذه السخانات حوالي ٧,٥ لتر من الماء الساخن في الدقيقة الواحدة فقط.

وبما أن سخانات المياه الكهربائية القياسية المزودة بخزان تتمتع بمُعامل طاقة يصل إلى ٠,٩٥، فإن مجالات التحسين باستعمال السخانات الكهربائية التي تأتي بدون خزان تكون محدودة جدّاً. وبناء على ذلك، فإن أفضل استخدامات السخانات الكهربائية التي تأتي بدون خزان هي لنقاط الماء الساخن البعيدة عن سخان المياه الرئيس في المنزل، أو في حالة منازل العطلات التي تستخدم فقط في الحد الأدنى. ويوضح الشكل رقم (٣-٧) الطريقة المثلى لاختيار هذا النوع من سخانات المياه.

www.j4know.com



إذا اخترت سخان مياه بدون خزان، فاختر واحداً بأنبوبتين خارجتين منه: واحد لخروج غازات الاحتراق والأخرى لتزويد الهواء اللازم للاحتراق.



تجنب النماذج القديمة التي تعمل بالاحتراق المفتوح مثل هذا الموضح في الشكل المزود بغطاء (hood) يمكنه من طرح نواتج الاحتراق مثل أول أكسيد الكربون في داخل المنزل.

تكون تكلفة شراء وتركيب سخانات المياه بدون خزان أكثر، لكنها ستسترجع استثمارك فيها مع الوقت. توفر النماذج المغلقة الاحتراق هامش أمان إضافي عن طريق سحب هواء الاحتراق من خارج المنزل.

شكل رقم (٣-٧) طريقة اختيار سخان مياه بدون خزان

www.j4know.com

تسخين المياه بالطاقة الشمسية

تمثل عملية تسخين المياه بالطاقة الشمسية تقنية عملية مرت بمراحل عديدة من التطوير، وتتمتع أغلب هذه النظم بعمر تشغيلي يقدر بثلاثين عاماً أو أكثر من ذلك، وذلك حسب جودة مكوناتها. إذا كنت تعيش في مناخ نادراً ما تنخفض فيه درجات الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي، فإن نظاماً بسيطاً لتسخين المياه بالطاقة الشمسية، ومدعوماً بنظام تسخين المياه التخزيني القديم، ربما يكون أفضل الخيارات لتسخين المياه. أمّا إذا كنت تعيش في جو يكون في العادة غائماً، أو في منطقة بعيدة شمالا عن خط الاستواء، فإن تسخين المياه بالطاقة الشمسية سيبقى خياراً عمليّاً مقبولاً لك، ولكنه سيكون أكثر تكلفة في الاستثمار الابتدائي (الشراء والتركيب)؛ وذلك بسبب المساحة الكبرى اللازمة للسخان، وضرورة تزويده بحماية ضد التجمد، ومكوناته عالية النوعية.

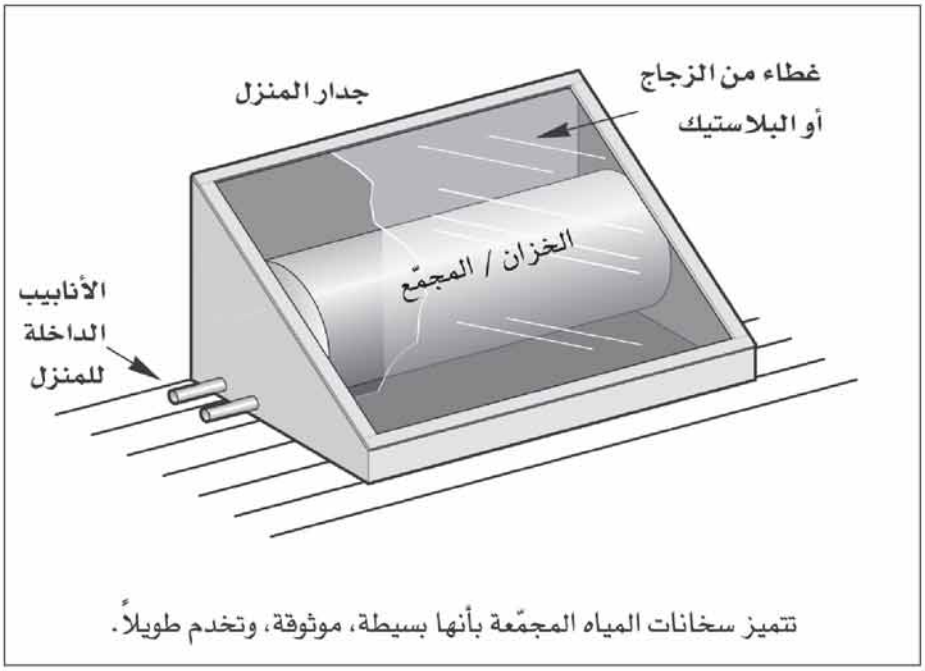
ولتسخين المياه بالطاقة الشمسية بنجاح، فإنك ستحتاج إلى تركيب السخان الشمسي على منطقة من منزلك مطلة على الجهة الجنوبية، وجيدة التعرض للشمس، وقليلة التظليل. يمكنك معرفة المزيد عن تحديد مواقع جميع أنواع أنظمة الطاقة الشمسية في الفقرة التي بعنوان "تقييم موقع المنزل من ناحية شمسية"، والمذكورة في ص (٣٤٧).

وللحصول على أفضل المزايا من النظام الشمسي (أو أي نظام تسخين مياه آخر)، ينبغي أن تصمم منزلك بنظام سباكة مركز (concentrated)، والذي يقتضي أن تكون الحمامات والمطبخ قريبة من بعضها بعضاً، مع موقع مركزي داخلي لتركيب خزان مياه النظام الشمسي؛ لأن نظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية المتباعدة (بمسافات متباعدة بين السخان، والخزان، ونقاط الاستخدام) تكون أقل فعالية من غيرها.

إنّ أنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية ليست رخيصة، ولكنّها مجدية اقتصادياً، إذا كنت تعيش بعيداً عن خطوط الغاز الطبيعي؛ ذلك لأن الأسر التي تستعمل الغاز في تسخين المياه تنفق في العادة كلفة تتراوح ما بين ٢٠٠ إلى ٣٠٠ دولار سنويّاً، في حين أن الأسر التي تستعمل الكهرباء في تسخين الماء تنفق كلفة تتراوح ما بين ٤٠٠ إلى ٦٠٠ دولار في السنة. فإذا كانت الكهرباء هي الخيار الوحيد المتاح لتسخين المياه، فإن الوفورات المحتملة من تسخين المياه بالطاقة الشمسية ستكون أعلى بكثير مما لو كانت هناك خيارات أخرى متاحة، مثل: الغاز ونحوه. وتذكر أن التسخين الشمسي يحتل أولوية ثانوية في أكثر المنازل كفاءة. وبناء على ذلك، استثمر المال المتوفر الآن في مشاريع أكثر جدوى، ولها مردود اقتصادي كما هو مذكور في

www.j4know.com

هذا الكتاب، وذلك قبل الاستثمار في سخان مياه شمسي، وهو ما ينطبق خصوصاً على تدابير توفير المياه، مثل: استخدام رؤوس دوش منخفضة التدفق، وشراء أجهزة منزلية قليلة استهلاك المياه، وعزل أنابيب المياه.



تتميز سخانات المياه المجمّعة بأنها بسيطة، موثوقة، وتخدم طويلاً.

شكل رقم (٣-٨) نظام تسخين المياه الشمسي المجمّع (Batch)

سخانات المياه الشمسية المجمَّعة (Batch Systems)

يمثل هذا النوع من السخانات الشمسية، والمعروف أيضاً بسخانات «صندوق الخبز» (breadbox) نظامًا بسيطًا خاليًا من العيوب نسبيًّا، وخصوصاً في المناطق ذات الأحوال الجوية التي يندر فيها التجمّد. وهنا، تتم عملية تسخين المياه بطريقة سلبية (طبيعية) دون الحاجة إلى مضخات تدوير المياه. ويبين الشكل رقم (٣-٨) أن هذه السخانات تُبنى حول خزان معدني أسود يجمَع الطاقة الشمسية، وصهريج تخزين، حيث يوضع الخزان المعدني في داخل صندوق معزول حراريّاً، ومغطى بألواح زجاجية.

وعلى الرغم من أن هذه السخانات تستطيع تحمل تعرضها لدرجات حرارة دون الصفر المئوي على فترات متباعدة، فإنها أكثر ما تكون عملية في المناطق ذات الأحوال

www.j4know.com

الجوية التي يندر فيها التجمّد. ويتميز هذا النوع من السخانات الشمسية بأنه الأرخص من بين السخانات الشمسية لعدم حاجته إلى ألواح شمسية منفصلة.

يُغذَّى هذا النوع من السخانات الشمسية في العادة من ضغط المياه المترلية. تسخن المياه المترلية في السخان الشمسي قبل تغذيتها للسخان التقليدي حيث تضاف الحرارة إليها عند الحاجة. تكون الحاجة إلى السخان التقليدي قليلة خلال أشهر الصيف؛ لأن السخان الشمسي المجمّع يرفع درجة حرارة المياه بما يكفي لاستعمالها مباشرة عند نقاط الاستعمال. أمّا في أشهر الشتاء، حيث تكون درجة حرارة المياه الخارجة من السخان الشمسي المجمع أقل من المطلوب للاستعمال، فإن السخان التقليدي يضيف الحرارة اللازمة. يتراوح السعر الاعتيادي لشراء هذه السخانات الشمسية ما بين ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ دولار للمواد، بالإضافة إلى تكلفة تركيب تتراوح ما بين ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ دولار، وذلك حسب تفاصيل التركيب. في الواقع كثير من هذه الأنظمة البسيطة بُنيت من أشخاص عاديين؛ لذا، يمكنك محاولة القيام بذلك بنفسك.

سخانات المياه الشمسية ذات التدوير الطبيعي (Thermosiphoning)

تَستخدم هذه السخانات الشمسية الخاملة (passive) مجمّعات طاقة شمسية منفصلة عن الخزان، وتكون -كما هو الحال في النوع السابق- بأفضل حالاتها في المناطق التي يندر فيها حدوث التجمّد مع أنه يمكن تصريف مياهها خلال أشهر الشتاء الباردة.

تصمّم هذه الأنظمة، بحيث تكون قوة الرفع (buoyancy) للماء الساخن أكبر بما يكفي لتحريكها تلقائيّاً من مجمّع الطاقة الشمسية إلى صهريج التخزين الملحق في أعلى المجمّع، وهي تشبه في مظهرها كما هو موضح في الشكل رقم (٣-٩) شكل المجمع في الأنظمة النشطة (active). في بعض الأحيان، توصل أنابيب الماء الساخن من هذه الأنظمة مباشرة إلى نقاط الاستخدام في المترل، لكن هذه الأنظمة تصمم في أغلب الحالات، بحيث تمر المياه الساخنة بسخان مياه تقليدي ليقوم بإضافة الحرارة المطلوبة عند الضرورة. يتراوح السعر الاعتيادي لشراء السخانات الشمسية هذه ما بين ١٥٠٠ إلى ٣٥٠٠ دولار شاملاً رسوم التركيب.

www.j4know.com

الأنظمة التي تعمل على تدوير المائع طبيعياً (بفعل فرق الكثافة) المبينة هنا تتضمن خزانات مركبة مباشرة فوق المجمعات. ويمكن أيضاً تركيب الخزان داخل المنزل وربطه بالمجمعات بواسطة أنابيب مائلة للأعلى.

شكل رقم (٣-٩) نظام تسخين المياه الشمسي ذي التدوير الطبيعي

سخانات المياه الشمسية النشطة

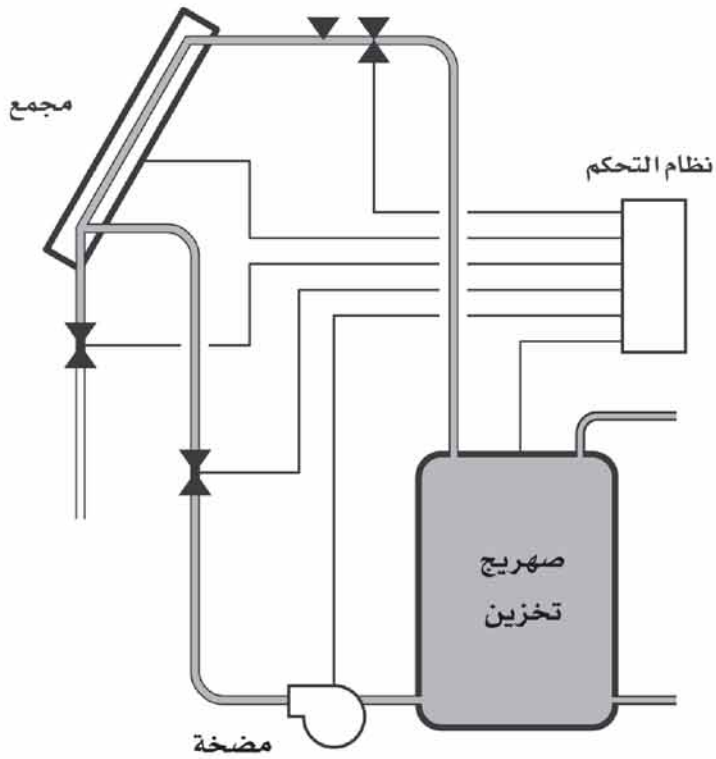
تدوّر هذه السخانات (انظر الشكل رقم ٣-١٠) المياه، والجلايكول، والسوائل الأخرى خلال مجمّعات الطاقة عن طريق مضخة، وهو أكثر الأنواع تكلفة من بين السخانات الشمسية، و يكاد يكفي حاجة المنزل من المياه الساخنة على مدار العام. يتحكم بدرجة الحرارة في كل أرجاء النظام بجهاز إلكتروني قادر يعمل على تشغيل المضخة عند توفر كمية حرارة كافية في المجمّع. يمكن تزويد المضخة وجهاز التحكم بالطاقة من التيار المنزلي العادي، أو من خلال نظام شمسي كهروضوئي يأتي كجزء مكمل للنظام.

وفي الأماكن التي تهبط الحرارة فيها إلى ما دون الصفر المئوي، فإن أنظمة تسخين المياه الشمسية تحتاج إلى حماية من التجمّد، حيث تدوّر بعض الأنظمة خليطاً مضاداً لتجمد المياه خلال المجمّع الشمسي؛ لحمايته من ذلك. واذا استخدمت المياه كوسط للتدوير، فإن النظام في بعض الأحيان يضبط، بحيث يصرف السائل منه تلقائيًّا عند حصول التجمّد.

يستعمل صهريج التخزين (الخزان) في العادة مبادلاً حراريًّا يسمح لسائل التدوير — الماء أو الخليط المضاد للتجمد — أن يبقى محصورًا داخل دورة المجمّع الشمسي. تنتقل الحرارة إلى المياه المنزلية من خلال المبادل الحراري، ويؤمّن مصدر الحرارة الاحتياطي خلال الأجواء الغائمة من سخان تقليدي، يعمل بالغاز أو الكهرباء، بحيث يكون موجودًا إمّا في الخزان

www.j4know.com

نفســـه أو في خزان مساعد آخر. تتراوح تكلفة المواد المستعملة في نظام السخان الشمسي النشـــط ما بين ٤٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ دولار، بالإضافة إلى تكاليف التركيب التي تتراوح ما بين ١٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ دولار.



تستخدم أنظمـة التسخين الشمسية النشطة مضخة لتدويـر المائع بين المجمّعات والخزان (الصهريج). يقوم نظام التحكم بقياس درجة حرارة كل منها ويحدد متى ينبغي أن تعمل المضخة.

شكل رقم (٣-١٠) الأنظمة الشمسية النشطة لتسخين المياه

www.j4know.com

الخلاصة

إنّ التدابير التي وصفت في هذا الباب – تقليل استهلاك الماء الساخن، وزيادة كفاءة سخان المياه القائم، أو تركيب نظام تسخين مياه جديد – يمكنها خفض استهلاكك من الطاقة للحمل الأساس تخفيضًا كبيرًا. إنّ المبادرة باتخاذ وتبني الخطوات المهمة التالية ستخفض استهلاكك الحالي والمستقبلي من الطاقة للحمل الأساس على مدار العام:

- إصلاح الصنابير التي تتسبب في تسرب المياه.

ضبط درجة حرارة الماء الساخن في منزلك عند ١٢٠ درجة فهرنهايت (٤٥ مئوية)، وذلك بضبط جهاز التحكم بدرجة الحرارة (الثيرموستات) في السخان.

- إضافة بطانية عزل حراري خارجية لسخان المياه.
- عزل كل خطوط الماء الساخن التي يمكن الوصول إليها، واعزل أيضاً خطوط الماء البارد القريبة من الخزان.

تركيب رؤوس دوش ذات تدفق مناسب (منخفض) في حال كون الرؤوس الموجودة تستعمل أكثر من ٣ جالونات (١١,٥ لتر) في الدقيقة الواحدة.

- تركيب نظام تسخين مياه شمسي، إذا كنت قادرًا على الاستثمار في مثل هذا المشروع، والحصول على عوائد مقبولة.

www.j4know.com

www.j4know.com

الباب الرابع

الخطوات الأولى لتخفيض استهلاك الطاقة في أنظمة التدفئة والتكييف

تمثل الطاقة المستهلَكة في أنظمة التدفئة والتكييف في منزلك على الأرجح الجزء الأكبر من فاتورة الطاقة على مدى عدة أشهر في السنة مع أن من المؤمل أن تؤدي العديد من مشاريع التحسين الكبيرة التي وصفت في أماكن عدة من هذا الكتاب مثل تحسين العزل الحراري، استبدال أجهزة التدفئة والتكييف، أو تحسين الأبواب والنوافذ، إلى تخفيض هذه التكاليف الموسمية.

سنتناول في هذا الباب الخطوات البسيطة التي يمكنك أن تقوم بها لتحسين مستوى الراحة في منزلك دون الحاجة إلى البدء بمثل المشاريع الكبيرة المذكورة في الفقرة السابقة. وإذا كانت أنظمة التدفئة والتكييف في منزلك حديثة نسبياً، فإن هذه الخطوات قد تمثل في بعض الحالات كل ماتحتاج إليه ، للحصول على توفير كبير في استهلاكك الموسمي من الطاقة للتدفئة والتكييف. أمّا فيما يتعلق بالإرشادات العامة لرفع مستوى أنظمة كاملة واستبدالها، فستعرض في الفقرة التي بعنوان «أنظمة التكييف (التبريد)»؛ والمذكورة في ص (٢٧٧)، وكذلك الفقرة التي بعنوان «أنظمة التدفئة» والمذكورة في ص (٣٠٥).

تقييم مستوى الراحة في المنزل:

هل تشعر بأن درجة حرارة منزلك منتظمة ومتناسقة في الشتاء؟ إذا لاحظت تذبذباً كبيراً في درجة حرارة المنزل في الشتاء، فقد يكون ذلك مؤشراً على أن العزل الحراري للمنزل غير كافٍ، أو أن هناك مشكلة كبيرة في تسرب الهواء في المنزل.

هل تشعر بأن درجة حرارة منزلك منتظمة ومتناسقة في الصيف؟ إذا لاحظت تذبذباً كبيراً في درجة حرارة المنزل في الصيف، فقد يكون ذلك مؤشراً على أن منزلك عرضة لإشعاع زائد من الشمس، وذلك من خلال العليّة أو النوافذ.

هل يوجد في منزلك غرفة معينة أكثر برودة في الشتاء وأشد حراً في الصيف؟ قد تكون قادراً على حل مشكلات هذه الغرف الفردية بتحسين نظام ضخ الهواء الساخن أو البارد. وفي الصيف، قد تستفيد الغرف التي تكون عرضة للحرارة الزائدة

www.j4know.com

من أجهزة تظليل النوافذ.

هل هناك جـــدول زمني يومي منتظم لأفراد أســـرتك (يخرجون في وقت معين، ويعودون في وقت معين)؟ إذا كان الحال كذلك، فقد تستفيد من جهاز لضبط حرارة مزود بساعة توقيت (clock thermostat).

إذا كنت تســـتخدم تكييفاً مركزياً، فهل تستخدم إلى جانبه مراوح هواء محمولة (متنقلة)؟ في غالب الأحيان تستطيع تخفيض استهلاكك من الطاقة لأغراض التكييف تخفيضاً كبيراً، وذلك باستعمال المراوح لعمل تيارات هواء باردة أو لطرد الهواء الدافئ من المترل في الليل.

إذا كنت تســـتخدم تكييفاً مركزياً، فهل تســـكن في منطقة ذات مناخ جاف؟ إذا كان الحال كذلك، فقد تســـتطيع تحقيق تخفيض كبير في اســـتهلاكك من الطاقة لأغراض التكييف، وذلك باستعمال نظام تكييف صحراوي (تبخيري).

هل لون السطح (الســـقف) الخارجي لمترلك داكن؟ إذا كان الحال كذلك، فقد تســـتطيع إحداث تخفيض كبير في اســـتهلاكك من الطاقة لأغراض التبريد، وذلك بتركيب سطح (سقف) خارجي (roof) عاكس "بارد" ذي لون فاتح بحيث يمتص كمية أقل من الحرارة.

هـــل قمت بعملية صيانة لأنظمة التدفئـــة والتكييف في مترلك مؤخراً؟ قد يؤدي إهمال عمليات الصيانة إلى انخفاض كبير في كفاءة أجهزة التدفئة والتكييف.

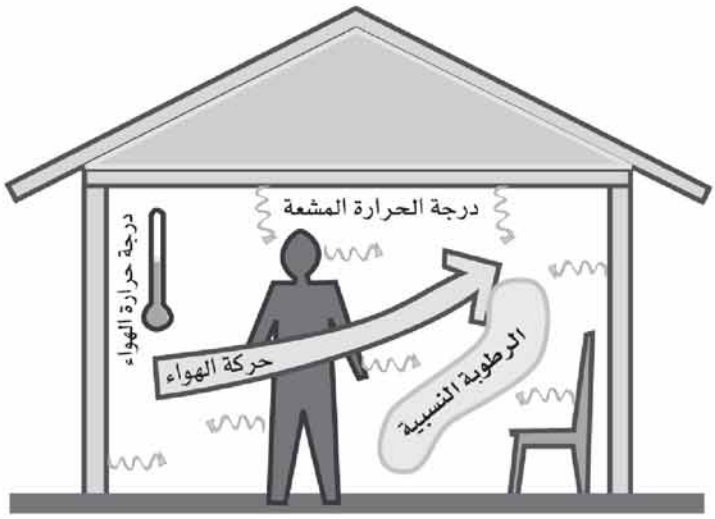
أساسيات الراحة المترلية: عوامل الراحة في المترل

يســـعى كل منا إلى امتلاك مترل مريح من حيث التدفئـــة والتكييف، وعندما لا يكـــون كذلك، فإننا علـــى الأرجح نلجأ إلى ضبط جهـــاز التحكم بدرجة الحرارة (الثيرموستات) إلى وضع أكثر راحة من ذي قبل، ومن ثم دفع نظام التدفئة أو التكييف في المترل إلى العمل وزيادة ســـرعة دوران عداد الكهربـــاء أو الغاز (أي: زيادة قيمة فاتورة الطاقة)، إنها علاقة بســـيطة من نوع «سبب – نتيجة»، حيث تبدأ كلها مع راحة الإنسان في مترله. في بعض الأحيان يؤدي تعديل بسيط يقصد منه رفع مستوى الراحة في المترل إلى وفورات كبيرة في الطاقة.

هناك أربعة عوامل لتحديد مســـتوى الراحة في المترل (انظر الشكل رقم ٤-١):

www.j4know.com

درجة حرارة الهواء، حركة الهواء داخل المترل، ودرجة الحرارة المشـــعة من الأسطح المحيطة به، ونســـبة الرطوبة في الهواء. ويكمن السر في الحصول على تدفئة وتكييف فعالين لمترلك في قدرتك على التحكم بهذه العوامل؛ لأنه إذا خرج أحد هذه العوامل عن نطاق الراحة فإن معظم النـــاس يلجؤون إلى تعديل ضبط جهاز التحكم بدرجة الحرارة إلى وضع ينتج عنه استهلاك أعلى للطاقة.



إدراكك الحسي للراحة في المنزل يتكون من هذه العوامل الأربعة (المبينة على الشكل). يقوم جهاز ضبـط حرارة نظام التدفئـة والتبريد في منزلك بقياس درجة الحرارة فقـط، لكن العوامل الأخرى أيضاً تلعب دوراً كبيراً في مستوى الراحة في المنزل.

شكل رقم (٤-١) العوامل الرئيسة التي تحدد مستوى الراحة في المترل

إنّ الحد الأدنى المقبول لمســـتوى الراحة في مترلك لـــه دور مهم للغاية في قيمة فاتورة مترلك من الطاقة. وســـنعرض تالياً بشيءٍ من التفصيل كلاً من هذه العوامل على النحو التالي:

www.j4know.com

العامل الأول: درجة حرارة الهواء

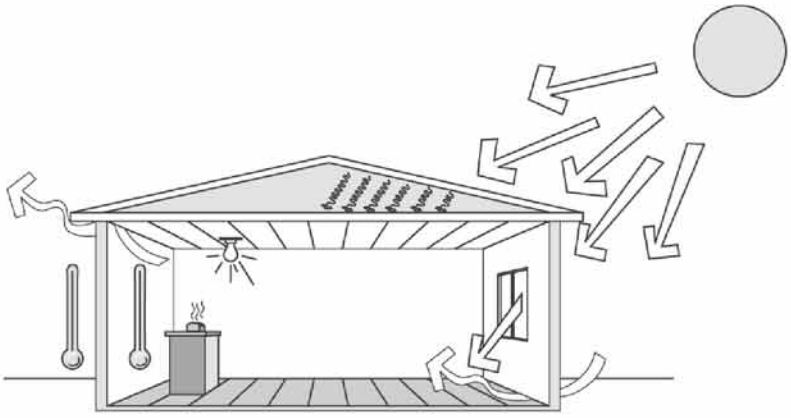
وهو أكثر العوامل وضوحاً حيث يمكن التحكم به مباشرة عن طريق جهاز ضبط الحرارة (الثيرموستات).وأما في الشتاء فنضطر إلى دفع المزيد من المال؛ للمحافظة على درجة حرارة ثابتة داخل المترل؛ لأن الفرق الواضح في درجة الحرارة بين داخل المترل وخارجه سيدفع كمية أكبر من الحرارة إلى لخروج من خلال إطار المترل الخارجي (السقف، والجدران، والأرضيات، والأبواب، والنوافذ) ومن ثم دفع فرن التدفئة إلى العمل أكثر من ذي قبل. أمّا في الصيف فإن الفرق في درجة الحرارة بين داخل المترل وخارجه سيزيد من تكاليف التبريد.

العامل الثاني: درجة الحرارة المشعة

تحظى درجة الحرارة المشعة في مترلك بأهمية درجة حرارة الهواء في المترل نفسها، وتعرف درجة الحرارة المشعة أساساً بأنها درجة حرارة مكونات المترل، والتي من أهمها: السقف (ceiling)، والأرضيات، والجدران، إضافة إلى درجة حرارة الأثاث، وغيرها من التي يكون لها بعض التأثير. يكتسب جسمك أو يخسر الحرارة من وإلى هذه الأجسام على نحو مباشر، فمن غير المريح وجود أجسام بدرجة حرارة مرتفعة في المترل في الصيف، كما أنه من غير المريح الجلوس بجانب أجسام باردة في الشتاء. إنّ درجة الحرارة المشعة لهذه الأجسام هي التي تحدد السرعة التي يكتسب فيها جسمك الحرارة أو يخسرها من هذه الأجسام أو إليها.

ويؤثر مستوى العزل الحراري (R-value) للمترل تأثيراً كبيراً في درجة الحرارة المشعة. ففي الصيف مثلاً، ترفع الشمس -كما هو مبين في الشكل رقم (٤-٢) درجة حرارة عليّة المترل (attic) إلى درجة تصل في كثير من الأحيان ١٥٠ درجة فهرنهايت (أي: ٦٠ درجة مئوية) حيث تنتقل هذه الحرارة من خلال الطبقة العازلة للعليّة إلى سقف المترل، وترفع درجة حرارته لينقل السقف بعدها الحرارة بالإشعاع إلى جسمك. فمن الطبيعي أن يشعر الشخص بعدم الراحة عند الجلوس في غرفة درجة حرارة السقف فيها أكثر من ١٠٠ درجة فهرنهايت (أي: ٣٥ درجة مئوية)، وذلك بصرف النظر عن درجة برودة المكان كما تبينها قراءة مقياس درجة الحرارة المثبت على جدار الغرفة. وهنا يأتي دور طبقة العزل الحراري للعليّة التي تساعد على إبطاء تدفق هذه الحرارة إلى مترلك، ومن ثم المحافظة على درجة حرارة مشعة أقل لسقف المترل.

www.j4know.com



تسخن الشمس منزلك بالسطوع على سقف المنزل الخارجي، ودخول إشعاعها من النوافذ، وتسخين الهواء الخارجي الذي يدخل المنزل من خلال نقاط تسرب الهواء. تساهم مصادر داخلية مثل الأجهزة المنزلية والأنارة، كذلك بإطلاق الحرارة داخل المنزل.

شكل رقم (٤-٢) كيف تعمل الشمس على تسخين المنزل؟

يشعر الناس في الشتاء بعدم الراحة في منزل بعزل حراري ضعيف؛ لأن الجدران، والسقف، والأرضيات تكون باردة جداً. مرة أخرى، قد تكون قراءة جهاز قياس الحرارة المثبت على الحائط ٧٥ درجة فهرنهايت (أي: ٢٢درجة مئوية) مثلاً، لكنك سترتعش برداً إذا كان جسمك يشعر الحرارة إلى الأجسام الباردة في الغرفة. يحسن العزل الحراري مستوى الراحة في منزلك؛ لأنه يساعد على إبقاء درجة حرارة الأسطح الداخلية للجدران، والسقف، والأرضيات قريبة من درجة حرارة الغرفة،وذلك بدلاً من انخفاضها إلى درجة حرارة قريبة من درجة الحرارة الخارجية المتدنية. لكن الأمور في الشتاء تختلف عنها في الصيف، ففي حين أن العزل الحراري للعليّة في الصيف يمثل العنصر الأهم، فإن الظروف في الشتاء تستدعي عزلاً حرارياً جيداً على الإطار الخارجي للمنزل بأكمله؛ وذلك لأن درجة حرارة العليّة في الشتاء تكون قريبة من درجة الحرارة الخارجية. وفي حال وجود قبو في المنزل، فهناك احتمال كبير أن يكون القبو بارداً أيضاً، على الرغم من أن حرارته قد تميل إلى الاعتدال بفعل دفء الأرض.

يؤثر التظليل في الصيف على درجة الحرارة المشعة، وذلك بإبقائها منخفضة؛ ولهذا

www.j4know.com

السبب يســـهم التظليل الجيد في تحسين مستوى الراحة في المترل، ويقلل من تكاليف التكييـــف. وبناءً على ذلك، فإن جمع كل من التظليل والعزل الحراري (في الصيف) يجعـــل من الممكن ضبط جهاز التحكم بدرجة الحرارة على درجة أعلى من ذي قبل، ومن ثم الشعور بالراحة. أمّا في الشتاء فيبقى العزل الحراري كما ذكرنا العامل الأهم في الأمر.

العامل الثالث: حركة الهواء

يشـــعر سكان المترل في الشتاء بحركة الهواء على شكل تيار بارد. وإذا كان المترل معرضاً لتيارات هوائية، فستكون استجابتك على الأرجح اللجوء إلى رفع ضبط جهاز التحكم (الثيرموستات) على درجة حرارة أعلى من ذي قبل، ومن ثم دفع نظام التدفئة إلى العمل لفترات أطول، حتى تحافظ على مســـتوى مقبـــول من الراحة. ففي مترل معـــرض لتيارات هوائية، قد تحتاج إلى ضبط درجة الحرارة على ٧٢ درجة فهرنهايت (أي:٢٢درجة مئوية) مقارنة بشعورك بالقدر نفسه من الراحة على درجة حرارة تبلغ ٦٨ درجة فهرنهايت (أي:٢٠ رجة مئوية)، وذلك في حال اســـتطعت فيها التحكم بالتيارات الهوائية في المترل، الأمر الذي يؤدي إلى إحداث فرق هائل في فواتير التدفئة.

تكون حركة الهـــواء في الصيف صديقاً لك يعمل لصالحك. إذا أحكمت إغلاق كل منافذ الهواء لمترلك، وشـــغلت نظام التكييف، فقد لا تشعر بالراحة قبل انخفاض درجـــة الحرارة إلى حوالي ٧٨ درجة فهرنهايـــت (أي:٢٦ درجة مئوية). ولكن، إذا أستعنت في الوقت الذي يعمل فيه نظام التكييف بمروحة متنقلة، فإن تيار الهواء البارد الناتج قد يســـمح برفع ضبط الحرارة إلى ٨٢ درجة فهرنهايت (أي: ٢٨درجة مئوية) وذلك دون الشعور بانخفاض ملحوظ في مستوى الراحة في المترل. وإذا كنت تسكن في منطقـــة جوها جاف و ليس حاراً جداً، فقد تقـــدم على خطوة أخرى متقدمة: أوقف نظام التكييف، وافتح النوافذ؛ للاستفادة من تيار الهواء البارد القادم من خارج المترل، والـــذي تبلغ درجة حرارته ٨٦ درجة فهرنهايـــت (أي: ٣٠ درجة مئوية)، ثم اســـتمتع بالراحة. فالأمر كله يتعلـــق إذن بضبط وتعديل بيئة المترل للحصول على مستوى مقبول من الراحة، ولكن الأمر الأهم هنا يكمن في أن حركة الهواء يمكن أن تساعد على توفير المال، وذلك بتقليل اعتمادك على نظام التكييف.

www.j4know.com

العامل الرابع: الرطوبة النسبية

تؤثر الرطوبة النسبية في راحتك في المترل؛ لأنها تغير معدل تبخر الرطوبة (العرق) من جلدك. فالعرق يتبخر بسرعة أكبر في الأجواء الجافة، وهو ما يفسر سبب كون درجة الحرارة نفسها (٩٠ درجة فهرنهايت، مثلاً) في جو جاف أكثر راحة من كونها في جو فيه الرطوبة عالية. عندما يتبخر الماء، سواءً كان ذلك من جلدك أم من سطح بحيرة، فإنه يمتص كمية من الحرارة، وبذلك تبرد المنطقة، حيث حصل التبخر. ويعد هذا التبريد بالتبخير عاملاً مهماً لتحقيق راحة الناس في منازلهم.

تعبّر الرطوبة النسبية عن كمية الرطوبة في الهواء، وتقاس كنسبة مئوية: عندما تكون الرطوبة النسبية في الهواء ١٠٠٪، فإن الهواء يكون مشبعاً، ولا يستطيع حمل المزيد من بخار الماء. وتعبر نقطة (درجة) الندى (انظر الشكل رقم ٤-٣) التي تدرج أحياناً في أخبار الطقس، عن درجة الحرارة التي تكون عندها الرطوبة النسبية ١٠٠٪، ويبدأ عندها تكاثف بخار الماء. ففي يوم صيفي عادي في منطقة عالية الرطوبة (مدينة نيوأورليانز أو الدمام، مثلاً)، قد تكون درجة الحرارة حوالي ٩٠ درجة فهرنهايت (أي:٣٣ درجة مئوية) ونسبة الرطوبة ٧٥٪ ولكن مع انخفاض درجة حرارة الهواء، فإن الهواء في ظل هذه الظروف (نسبة الرطوبة ٪٩٠، ٧٥ درجة فهرنهايت) لن يستطيع حمل هذه الكمية نفسها من الرطوبة، وسيصل الهواء إلى نقطة الندى، أي نسبة رطوبة تبلغ ١٠٠٪، عند ٨١ درجة فهرنهايت (أي: حوالي٢٧ درجة مئوية)، حيث تبدأ الرطوبة بالتشكل على الأسطح الخارجية. وكذلك، يفقد التعرق بعضاً من فعاليته في التبريد؛ لأنه سيبدأ بالتبخر من جلدك ببطء شديد. بالمقارنة، ففي منطقة جافة (مدينة توسون أو الرياض، مثلاً)، قد تكون نسبة الرطوبة فقط ٢٠ ٪ في هواء على درجة حرارة ٩٠ درجة فهرنهايت. وتحت هذه الظروف، لن يصل الهواء إلى نقطة الندى قبل أن يبرد حتى حوالي ٤٣درجة فهرنهايت. ولذلك، يمثل التعرق آلية تبريد فعالة للغاية في المناطق الجافة.

يشعر معظم الناس بالراحة عند رطوبة نسبية ما بين ٤٠٪ إلى ٨٠٪. فعند رطوبة نسبية أقل من ٤٠٪ يكون الهواء جافاً ومليئاً بالكهرباء الساكنة في حين يكون الهواء بالنسبة لمعظم الناس رطباً ولزجاً (غير مريح)، وذلك إذا تجاوزت الرطوبة النسبية مستوى ٨٠٪، على الرغم من أنه يبقى لكل منا منظوره الخاص للراحة.

www.j4know.com

وهنا يجدر التنويه إلى أن الرطوبة النسبية ليس لها دور مهم في إستراتيجية التدفئة إلا في المناطق ذات المناخ البارد، حيث نحاول إبقاء الرطوبة النسبية عند مستويات منخفضة لتجنب تكاثف بخار الماء على النوافذ والأسطح الأخرى. ويعد هذا النوع من إدارة الرطوبة ذو أهمية؛ للمحافظة على صحة ساكني المترل من جهة، وكذلك المحافظة على المترل نفسه من جهة أخرى، ومن هذا المنطلق سيتطرق لهذا الموضوع بتفصيل أكثر تحت عنوان "إدارة الرطوبة والتهوية" المذكور في ص (٣٦٣).

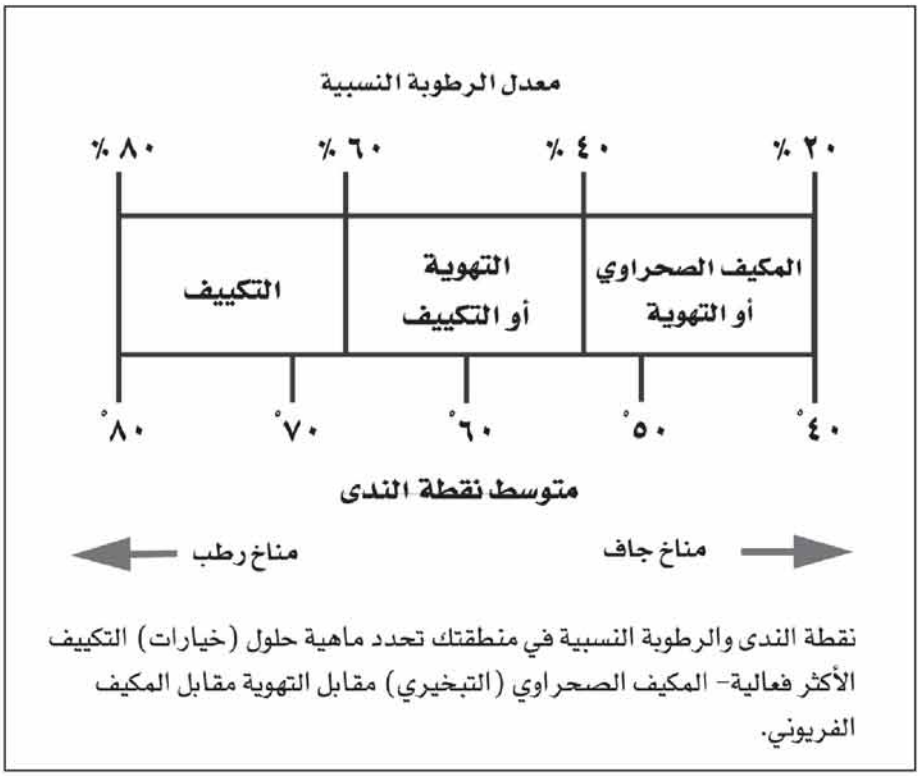
نقطة الندى هي درجة الحرارة التي يحدث عندها التكاثف. في المناخات الرطبة، تكون نقطة الندى عند درجة حرارة أعلى من نظيرتها في المناخات الرطبة.

شكل رقم (٤-٣) تعريف نقطة الندى

يتبين بالمقارنة أن الرطوبة النسبية لها دور مهم للغاية في اختيار إستراتيجية للتكييف خلال فترات الطقس الحار. حيث يمثل التكييف بالتبخير والتهوية في المناطق الحارة

www.j4know.com

والجافـــة طرقاً فعالة للتبريد، في حين نكون في أغلب الأحيان مضطرين للاعتماد على أنظمة تكييـــف الهواء في المناطق الحارة والرطبة؛ لأن أجهـــزة التكييف تجفف الهواء علاوة على تبريده (انظر الشكل رقم ٤-٤).



نقطة الندى والرطوبة النسبية في منطقتك تحدد ماهية حلول (خيارات) التكييف الأكثر فعالية- المكيف الصحراوي (التبخيري) مقابل التهوية مقابل المكيف الفريوني.

شكل رقم (٤-٤) نظام التبريد الأمثل للمناخ السائد، ومستوى الرطوبة في منطقتك

تغيير العادات المتعلقة بضبط درجة الحرارة في المترل

يمكـــن وصف جهـــاز ضبـــط الحـــرارة في مترلك على أنـــه ببســـاطة مفتاح «تشـــغيل/ فصل» (on-off switch) آلي للحارقة أو المضخة الحرارية أو المكيّف في المترل. إنّ اختيارك مستوى درجة الحرارة في المترل يحدد قيمة فاتورة تدفئته أو تبريده.

خلال فصل التدفئة البارد، وعندما تنخفض درجة الحرارة في مترلك بدرجة واحدة أو اثنتين عن المســـتوى الذي اخترته، فإن جهاز ضبط الحرارة يشغل الحارقة ثم يعمد إلى فصلها بعد أن ترتفع الحرارة إلى المســـتوى المطلوب. وكلما كان مستوى ضبط

www.j4know.com

جهاز التحكم بالحـــرارة منخفضاً، كان مصروف الحارقة مـــن الطاقة لتدفئة المترل أقل من غيرها. أمّا خلال فصل التبريد (الصيف)، فيشـــغل جهاز ضبط الحرارة نظام التكييف، وذلك كلما زادت درجة الحرارة عن نقطة الضبط، كما يفصل عند نزولها إلى المستوى المطلوب.

وهناك العديد من الخطوات التي يمكن اتخاذها؛ لتحسين استهلاك المترل من الطاقة، ومنها التي تكون عـــن طريق التحكم الأفضل بدرجة الحرارة، وأجهزة ضبط الحرارة المترلية، وذلك بدءً بالاختيار الصحيح لدرجة الحرارة المناسبة في المترل.

اختيار درجة الحرارة المثلى

لو تمكنت أثناء وجودك في المترل من تجنب العبث بجهاز ضبط الحرارة، فســـيعمل نظام التدفئة أو التكييف بفعالية أكبر من ذي قبل. لذلك، ينبغي على عائلتك الاتفاق على درجة حرارة تؤدي إلى مستوى معقول من الراحة خلال الشتاء، وأخرى للصيف وتثبيتها؛ لأن الخلافات العائلية على مســـتوى الحرارة في المترل ينتج عنها في الغالب تقلبات في درجة الحرارة، بحيث تؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة.

يشعر معظم الناس خلال الشتاء بالراحة عند ٦٨ درجة فهرنهايت (أي:حوالي ٢٠ درجـــة مئوية) أو أقل من ذلك، على الرغـــم من أن ارتداء ملابس دافئة داخل المترل يساعد على الشعور بالراحة عند درجات حرارة أقل من ذي قبل، وهو ما يحقق أيضاً توفيراً في الطاقة. يشـــعر معظم الناس بالراحـــة في الصيف عند ٧٨ درجة فهرنهايت (أي: حوالي ٢٦ درجة مئوية)، أو أعلى من ذلك، بيد أن ارتداء ملابس خفيفة داخل المترل يساعد على الشعور بالراحة عند درجات حرارة أعلى من غيرها.

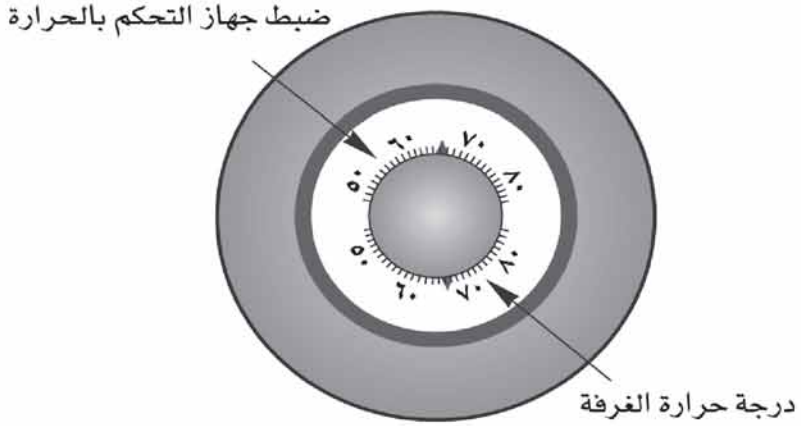
ولكن عند النوم أو عندما تكون خارج المترل، فإنك تســـتطيع خفض الاستهلاك بضبط جهاز التحكم بالحرارة بعيداً عن النقطة الاعتيادية. فعند النوم أو عند خروجك للعمل في فصل الشـــتاء، أعـــد ضبط درجة الحرارة أقل مـــن المعتاد بحوالي ٣ إلى ٩ درجـــات فهرنهايت. وأما في الصيف فارفع ضبـــط الحرارة على درجة تتراوح مابين ٣ إلى ٩ درجـــة فهرنهايت، وذلك عند خروجك من المترل خلال النهار. ومن المفيد التنويه هنا إلى أنك قد سمعت أن نظام التدفئة أو التكييف في مترلك ســـيتأثر ســـلباً، وبذلك ستكون الفاتورة أعلى؛ نتيجة لهذه التغييرات، وهذا غير صحيح البتة فقد ثبت أن هذه التغييرات تؤدي إلى توفير الطاقة في فصلي التدفئة والتبريد.

www.j4know.com

ولتجنب هـــدر الطاقة عند عودتك إلى البيت أو عندما تصحو في الصباح، تذكر أن جهاز ضبط الحرارة ليس كدواســـة السرعة في سيارتك. إنّ ضبط جهاز التحكم بالحرارة أعلى أو أقل مما تحتاج لا يؤدي إلى تسريع استجابة نظام التدفئة أو التكييف، وتســـتطيع معظم الأنظمة الحديثة استعادة مستوى الراحة الاعتيادي بعد فترات تغيير الضبط (النوم أو مغادرة المترل).

أجهزة ضبط الحرارة القابلة للبرمجة

على الرغـــم من إمكانك تحقيق وفورات مجزية عن طريـــق الضبط المنتظم لجهاز التحكم اليدوي بالحرارة على درجة الحرارة المثلى (انظر الشكل رقم ٤-٥)، فإنك قد تفضل عدم الإنشغال بهذا الجهاز باستمرار. إذا كان الأمر كذلك، فنحن نوصي بأن تحصل على جهاز ضبط للحرارة قابل للبرمجة (انظر الشكل رقم ٤-٦) يقوم بعمليات الضبط (التغيير) اللازمة آلياً، وذلك عندما تكون نائماً أو بعيداً عن المترل.



جهاز ضبط الحرارة (التحكم بالحرارة) هو ببساطة مفتاح يعمل بالحرارة. إذا كنـت مستعـداً لإدارة جهـاز التحكـم بالحـرارة بنفسك، فـإن جهـازاً بسيطاً كالنمـوذج المبيـن فـي الشكل قد يكـون كل ماتحتاجـه للتحكم الفعـال بنظام التدفئة والتبريد في منزلك.

شكل رقم (٤-٥) أجهزة ضبط الحرارة اليدوية

www.j4know.com

توفر أجهزة ضبط الحرارة القابلة للبرمجة أكبر قدر من الراحة والفعالية للأســـر التي تتمتع بجـــداول زمنية منتظمة (تخرج من المترل، وتعود إليـــه في أوقات معينة). توفر معظم هذه الأجهزة القـــدرة على تعديل الحرارة مرتين يوميـــاً وتوفر أيضاً إمكانية وضع جداول زمنية مختلفة لكل أيام العمل الأســـبوعية، ونهايات الأسبوع. العائلات التي تخرج في النهار للعمل أو المدارس ستوفر أكثر من غيرها ؛ لأن باستطاعتها برمجة عمليتي ضبط يوميـــاً، ولفترتين (عند مغادرة المترل وعند النوم)، ومن ثم توفير الطاقة لساعات أطول يومياً.

تُظهر أجهزة التحكم بالحرارة القابلة للبرمجة درجة حرارة الغرفة، الوقت، ونقاط ضبط الحرارة (درجة الحرارة المرغوبة). وتقوم مجموعة من المفاتيح (الأزرار) الكهربائية مميزة بكلمة "إضبط set" أو "عاين view" بإظهار شاشات إدخال حيث تستطيع إدخال درجة الحرارة المرغوبة في الوقت الذي تريد. يعمل زر "ثبت hold" على إبقاء درجة الحرارة الحالية متجاوزاً (متجاهلاً) البرنامج.

شكل رقم (٤-٦) أجهزة ضبط درجة الحرارة القابلة للبرمجة

يمكنك في الشـــتاء برمجة جهاز التحكم بالحرارة، بحيث يكون المترل بارداً نسبياً خلال نومك، ودافئا عندما تســـتيقظ في الصبـــاح. ويمكنك أيضاً برمجة جهازك، بحيـــث يغير درجة الحرارة خلال النهار، ومن ثم يعيدها إلى درجة حرارة مريحة قبل عودتك إلى المترل من العمل أو المدرســـة. وأما فيما يتعلق ببعض الأسر، فإن جهاز التحكم بالحرارة القابل للبرمجة يوفر ما يتراوح مابين بـــ ١٠ إلى ١٥٪ من تكاليف التدفئة والتبريد.

www.j4know.com

تتراوح أسعار أجهزة التحكم بالحرارة القابلة للبرمجة عموماً ما بين ٥٠ إلى ١٠٠ دولار، بالإضافة إلى تكاليف التركيب. وتختلف عملية التركيب حسب النظام المستخدم، وتتراوح ما بين سهلة إلى معتدلة الصعوبة. ويعد الإجراء اليدوي بسيطاً؛ لأن كل ما تحتاج إليه هو شد عدة براغ، بالإضافة إلى تعرية وتثبيت بعض الأسلاك الكهربائية الخفيفة. لكن يجب عليك قراءة واتباع تعليمات الشركة الصانعة؛ وذلك من أجل سلامتك، والتأكد من عدم إتلاف أجهزة التدفئة والتكييف.

عند تركيب جهاز التحكم بالحرارة اتبع الخطوات التالية:

- حدد ما إذا كان الجهاز الذي ستستبدله هو للحارقة، أو للمكيف، أو للمضخة الحرارية، واحرص على شراء جهاز ملائم لاستعمالك.
- اقرأ بتمعن تعليمات الشركة الصانعة.
- افصل التيار الكهربائي من المصدر، سواء اكان للحارقة أم للمكيف، أم للمضخة الحرارية، وينبغي أن يكون باستطاعتك رؤية مفتاح فصل التيار من مكان وجود الحارقة، أو المكيف، أو المضخة الحرارية. لا تكتفي أبداً بفصل التيار عن جهاز التحكم بالحرارة.
- أزل جهاز التحكم بالحرارة من الحائط، فربما تكون هناك قطعتان منفصلتان: الأولى وتمثل الجزء السفلي الذي يكون مثبتاً على الحائط بواسطة البراغي. ملاحظة مهمة: قبل الشروع بإزالة أي من الأسلاك، سجل ملاحظة عن البرغي الذي يوجد تحته الأسلاك، ولون ورقم البرغي، بالإضافة إلى الحرف الخاص بكل برغي. ضع قطعة من الشريط اللاصق على كل سلك كهربائي، وسجل عليها المعلومات الخاصة بالسلك. في الوقت نفسه، افحص جهاز ضبط الحرارة الجديد، للتأكد من معرفة مكان تثبيت كل الأسلاك. توقف عند هذا الحد، واطلب المساعدة، إذا لم تكن متأكداً من كيفية الاستمرار على إنجاز العمل.
- صل الأسلاك إلى جهاز ضبط الحرارة الجديد، وثبت الجهاز على الحائط، وتأكد من أن الجهاز في وضع مستوٍ تماماً.
- أعد وصل التيار الكهربائي لكل الأجهزة. لاحظ أن برمجة جهاز ضبط الحرارة ضبطاً ملائماً قد تكون عملية غير سهلة، وأن تلك البرمجة تختلف قليلاً حسب نوع الجهاز. ومن المهم بمكان قراءة التعليمات الخاصة بالجهاز بتمعن، للاستفادة من كل المزايا المتوفرة فيه.

www.j4know.com

لاحظ أن التركيب الخاطـــئ أو البرمجة الخاطئة لجهاز ضبط الحرارة القابل للبرمجة يمكن أن تؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة!.

تدوير الهواء (Air Circulation) للرّاحة في الصيف:

تستطيع أن تحقق اســـتفادة عظمى من تحريك الهواء في المنزل خلال فصل التبريد (الصيف)، وتوجد هناك إســـتراتيجيتان رئيستان ذات علاقة وهما: استعمال مراوح؛ لتحريـــك الهواء داخل المنزل، وإدخال هواء إليه من الخارج. وهاتان الطريقتان تبردان المنزل بطريقتين مختلفتين تماماً، وبالتالي من المهم معرفة وقت استعمال كلٍ منهما.

تشـــير الدراســـات الحديثة في مركز فلوريدا للطاقة الشمســـية إلى أن الأسر التي استعملت المراوح وخفضت أيضاً ضبط الحرارة في الصيف بدرجتين عن الاعتيادي، وفرت ما معدله ١٤٪ من استهلاكها من الطاقة للتكييف. في الواقع، من السهل فهم الســـبب، حيث تستهلك المروحة المنزلية العادية ما يتراوح مابين ٢٥ إلى ١٠٠ وات، في حين يستهلك المكيف العادي ما يتراوح مابين ٢٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ وات. بإمكانك تشغيل ثلاث مراوح لمدة ست عشـــرة ساعة يومياً على مدى شهر كامل لتستهلك ما قيمته ١١ دولاراً من الكهرباء (بسعر ١٥ سنتاً لكل كيلو وات- ساعة) في حين ستستهلك ما قيمته ٢١٦ دولار إذا شغلت مكيفاً قدرته ٣٠٠٠ وات للفترة نفسها.

المراوح المنزلية المحمولة (Portable Room Fans):

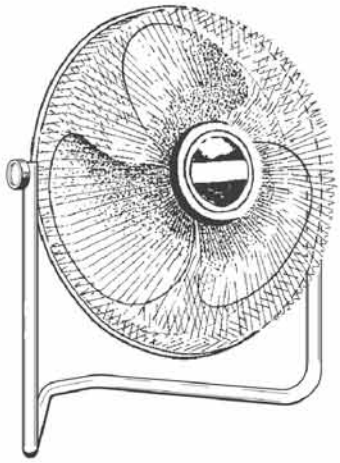
يشـــعر الشخص خلال الطقس الحار ببعض البرودة؛ لوجود تيار خفيف من الهواء البارد بســـبب التبريد بالتبخير، وذلك بتبخر الرطوبـــة (من التعرق) من جلدك. تعد مـــراوح تدوير الهواء المتنقلة منها أم المثبتة في الســـقف (انظر الشـــكل رقم ٤-٧)، طريقـــة جيدة لتوفير هذا التيار البارد من الهواء، ومن الممكن أن تكون لوحدها فعالة في حال اســـتخدامها في الجو الحار. إذا كنت مرتاحاً لاســـتخدام المراوح عوضاً عن التكييف على الأقل لجزء من فصل الصيف، فإنك تســـتطيع أن توفر توفيراً كبيراً في اســـتهلاك الكهرباء. وهذه المراوح البسيطة توفر قدراً أكبر من الراحة، وبتكلفة أقل من إستراتيجيات التكييف الأخرى التي تعمل بالكهرباء.

كذلك باســـتطاعتك اســـتخدام المراوح بالتزامن مع التكييف خلال أكثر أشهر الصيف حراً. في ظل هذه الإستراتيجية، ما زال ينبغي عليك إبقاء المنزل مغلقاً محكماً، واجتناب تشغيل نظام التكييف، وفتح الأبواب والحرص على استعمال المراوح المتنقلة

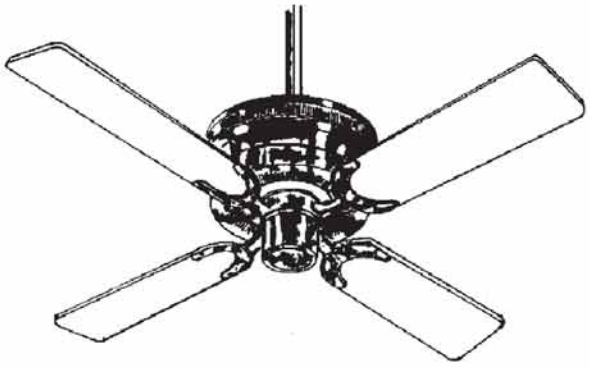
www.j4know.com

حيثما تقضي أكثر الوقت. وقد بينت الدراســات أن استعمال المراوح يسمح بزيادة ضبط الحرارة بثلاث درجات على الأقل دون التأثير في مستوى الراحة، وهذا هو سر التوفير. لكن من المهم التنبه إلى أن اســتعمال المراوح دون إعادة ضبط جهاز التحكم بالحرارة، سيزيد في الواقع الاستهلاك.

تعمل المراوح على إيجاد نسيم هواء بارد



يمكن نقل المراوح المتحركة إلى حيث تريد خلال الطقس الحار. تقوم المراوح بتبريد الناس لكنها لا تغير درجة حرارة الهواء وينبغي دائماً إيقافها عن العمل عندما لا يتواجد أحد في المنزل.



تعتبر مراوح السقف أكثر حلول تدوير الهواء هدواء . بادر بتركيبها في الغرف التي تقضي فيها معظم وقتك خلال الطقس الحار.

شكل رقم (٤-٧) المراوح المتنقلة، ومراوح السقف

www.j4know.com

مراوح السقف (Ceiling Fans)

إذا كانت لديك الرغبة والقدرة على الاستثمار في خطة طويلة المدى؛ لتكييف المنزل، فإن مراوح السقف تعد إحدى أكثر طرق التهوية فعالية. بالإضافة إلى ذلك، تحرك مراوح السقف الهواء بمستوى أقل من الضجيج، وذلك مقارنة بأنواع المراوح الأخرى.

عند اختيار مروحة سقف، تذكر أن المراوح ذات النوعية العالية في أغلب الأحيان أكثر كفاءة بكثير من الأرخص ثمناً. إحرص على اختيار النماذج الحاصلة على بطاقة كفاءة الطاقة (ENERGY STAR)، وقارن المعلومات المدرجة على بطاقة دليل الطاقة (Energy Guide) بكل النماذج التي تفكر في شرائها.

يقال أحياناً: إن مراوح السقف تقلل تكاليف التدفئة في الشتاء، وذلك بتحريك الطبقة العلوية الساخنة من الهواء إلى الأسفل باتجاه الأرضية. وعموماً لا تمثل هذه العملية طريقة فعالة لتوفير الطاقة؛ لأن المنازل المعزولة جيداً لا تميل إلى تكوين طبقات من الهواء على درجات حرارة متفاوتة، والاستثناء الوحيد يكون للمنازل ذات السقوف العالية، وبارتفاع يبلغ ١٢ قدماً (أي: حوالي ٣,٦ أمتار)، أو أكثر من ذلك.

إنّ عملية تركيب مروحة سقف معتدلة الصعوبة، إذ ينبغي أن تكون على دراية بالتمديدات الكهربائية؛ لتقوم بالعملية قياماً آمناً. كما ينبغي عليك التأكد من أن المروحة ستثبت على جزء قوي من السقف؛ لأن هذه المراوح ثقيلة، وتتحرك عند تشغيلها. ولكن عموماً، ينصح بقيام كهربائي مرخص له بعملية التركيب. يكلف شراء مروحة سقف مع ملحقاتها مبلغاً يتراوح ما بين ١٥٠ إلى ٣٠٠ دولار، ويستغرق تركيبها ما بين ساعتين إلى أربع ساعات.

التهوية بالهواء الخارجي

تدخل التهوية هواءً نقياً إلى منزلك. يمكن للتهوية خلال الطقس الحار أن توفر حتى ٥٠٪ من فاتورة تكييف المنزل، حيث تبّرد التهوية المنزل عندما تكون درجة الحرارة داخله أعلى منها في خارجه. وهناك عدد من العوامل تؤثر في فعالية التهوية للتكييف، ومن أهمها:

- فرق الحرارة بين داخل المنزل وخارجه، حيث تكون التهوية للتكييف في أفضل حالاتها في المناطق التي تشهد تقلبات كبيرة في درجات الحرارة.

www.j4know.com

- كميـــة التظليل الموجودة حول المترل، إذ يخفـــض التظليل درجة حرارة الهواء الخارجي، ليحمل بفعالية أكبر الحرارة إلى خارج المترل.

- رطوبة الهواء الخارجي في منطقتك، فالهواء الجاف أكثر فاعلية في تهوية المنازل الحارة. وأما في المناطق ذات المناخ الرطب، حيث يستعمل التكييف في أغلب الأوقات، فقد لا تتمتع التهوية بالهواء الخارجي بالفعالية بنفســـها؛ وذلك لأن علـــى المكيف أن يزيل الرطوبة من الهواء في مترلك، في حين أن الهواء الداخل إلى المترل (في المناطق الرطبة) يحمل الرطوبة معه إليه. قاعدة أساسية مجربة: إذا كنت تستعمل جهاز تكييف في منطقة رطبة، فانتظر لحين نزول درجة حرارة الهواء الخارجي إلى ما دون ٧٠ درجة فهرنهايت (أي: حوالي ٢٠ درجة مئوية) قبل أن تبدأ بتهويـــة المترل بالهواء الخارجي. الواقع أن هذه لا تمثل قضية ذات أهمية في المناطق الجافة.

عمومـــاً، يمكنك تحريك الهواء الخارجي من خـــلال مترلك بطرق متعددة منها: التهويـــة الطبيعية، ومراوح النوافذ (window fans)، أو المراوح المركزية الثابتة التي تخدم كل المترل (whole house fans). وسنتناول بشيء من التفصيل كل الطرق بعد الفقرة التالية. إذا كنت تســـكن في منطقة حارة وجافة، فيمكنك أيضاً استخدام المكيفات الصحراوية (التبخيرية)، والتي سنســـتعرضها تحـــت عنوان: "المكيفات الصحراوية" المذكورة في ص (٢٩٥).

التهوية الطبيعية (Natural Ventilation)

تزيل التهوية الطبيعية الحرارة من مترلك بدون تكاليف. وتتضمن أكثر الإجراءات الروتينية شـــيوعاً في الاستعمال والاســـتفادة من التهوية الطبيعية التهوية خلال أكثر الأوقات برودة في الليل، وإغلاق النوافذ والأبواب خلال أكثر الفترات حراً في النهار.

تهّـــوي القليل من الرياح بنجاح دون الحاجة إلى مراوح، وذلك حتى ترتفع درجة الحرارة الخارجيـــة إلى ٨٥ درجة فهرنهايت (أي: حوالي ٢٩ درجة مئوية)، أو أعلى مـــن ذلك، إذ تؤدي الرياح إلى وجود مناطق ضغـــط عالٍ وأخرى منخفض، بحيث تحرك الرياح إلى داخل وخارج المترل. فالنوافذ المواجهة لمجرى الرياح تصبح مضغوطة (على ضغط أعلى من ذي قبل)، بحيث تدخل منها الرياح عند فتحها، في حين تكون النوافـــذ في الجهة الأخرى تحت ضغط منخفض، فتدفع الرياح إلى الخروج من المترل. عندما تهب الرياح هبوباً موازياً لنافذة ما، فإنها تشكل عموماً منطقة ضغط منخفض.

www.j4know.com

وتستطيع الأسوار، وصفوف الأشجار (hedgerows)، أو أية مبانٍ أخرى قريبة من المترل توجيه الرياح؛ لتشكل منطقة ضغط مرتفع، أو تجري الرياح إلى جانب جدار، متسببة بتشكل مناطق ضغط منخفض عند نوافذ ذلك الجدار.

تبرّد المداخل والمخارج المتقابلة المناطق الموجودة في خط سير الهواء مباشرة فقط، في حين سيبرد الهواء مناطق أكثر في المترل، إذا أخذ مساراً أطول بين المدخل والمخرج. تذكر أن الهواء القادم من مناطق مظللة في الخارج أكثر برودة، وبناءً على ذلك احرص على سحب الهواء من المناطق المظللة وطرده إلى أكثر المناطق حرارة. يمكن زيادة تهوية المنازل ثنائية الدور (الطابق) باستغلال قوة الرفع الطبيعية (buoyancy) للهواء الساخن، حيث يمكن استغلال النوافذ السفلى الواقعة في مجرى الرياح (الجانب الأعلى ضغطاً) كمداخل للهواء والنوافذ العلوية على الجانب المقابل؛ لتعزيز تهوية هذا النوع من المنازل. جرب ترتيبات مختلفة إزاء نوافذ المترل؛ لتهويته؛ بتحريك الهواء الطلق من الخارج في أكثر مناطق المترل استعمالاً، وهو ما قد يتضمن ترك بعض النوافذ مغلقة، إذا كانت تتعارض مع سير الهواء، أو تعيق أخذ الرياح مساراً أطول داخل المترل.

مراوح التهوية

عندما لا تكون هناك حركة رياح طبيعية، فبإمكانك الاستعانة بالمراوح؛ لتحريك الهواء في داخل المترل، وطرده إلى الخارج. وكما هو الحال لمراوح الغرف، فإنه يمكنك توفير ٥٠٪ أو أكثر من تكاليف التكييف بالتهوية بالمراوح بدلاً من أجهزة التكييف.

تبرّد مراوح التهوية المترل بتدوير الهواء الخارجي البارد نسبياً في أرجاء المترل، إذ يحمل هذا الهواء البارد القادم من خارج المترل الحرارة التي تتراكم فيه، ويتخلص منها في الخارج. تعد مراوح النوافذ، والمراوح ذات القاعدة (الإستاند)، والمراوح المركزية الثابتة (لكل المترل) أكثر الطرق فعالية من الناحية الاقتصادية، وذلك بشرط اختيارها بعناية حسب المناخ السائد، ودرجة تحملك لبعض الحر البسيط.

تعطي مراوح النوافذ (انظر: الشكل رقم ٤-٨) أفضل النتائج في تشكيل تيارات التهوية عند استعمالها مع النوافذ الواقعة في مواجهة الرياح السائدة، أو تلك الواقعة في الجهة المقابلة، تعززّ تيارات الهواء البارد أو تشكّل تيارات هواء بارد عندما يكون الهواء ساكناً. إذا كانت الرياح في منطقتك متغيرة الاتجاه، فاستعمل مراوح النوافذ من النوع متغير الاتجاه الذي يمكن استعماله في سحب الهواء إلى داخل المترل، أو دفعه

www.j4know.com

إلى خارجه، وذلك حسب اتجاه الرياح. جرب وضع المراوح في نوافذ مختلفة؛ لتتوصل إلى الترتيب الأمثل الذي يعطي أفضل النتائج، مثل: وضع مروحتين على زاويتين متقابلتين من المنزل، بحيث تسحب إحداهما الهواء، والأخرى تطرده، وهو في الغالب الترتيب الفعّال للتبريد الليلي. في مبنى مكون من دورين، يمكن استخدام مروحتين في زاويتين متقابلتين من الدور العلوي، بحيث تطرد كلتاهما الهواء الذي يدخل من النوافذ المفتوحة في الدور الأرضي.

احرص على استعمال مراوح النوافذ؛ لتبريد منزلك خلال المساء والليل؛ لأن هواء الليل البارد سيطرد الحرارة التي تتجمّع في منزلك خلال أوقات النهار في أشهر الصيف الحارة إلى الخارج.

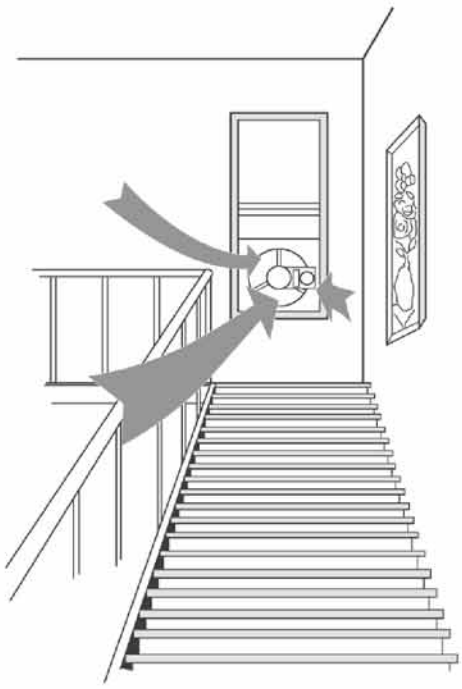
المراوح المركزية الثابتة لكل المنزل (Whole House Fans)

تُستخدم المراوح المركزية الثابتة لخدمة المنزل بأكمله، وهي بمنزلة مراوح مدمجة كبيرة للتهوية، و تكمن وظيفتها في سحب الهواء الحار من المنزل، والتخلص منه بطرده إلى عليّته (انظر: الشكل رقم ٤-٩). تتمتع هذه المراوح بفاعلية أكبر في المناطق ذات المناخ الحار الجاف، والأمسيات اللطيفة. وباستطاعتك تحقيق تخفيضات مجزية في تكاليف التكييف، إذا استخدمت المراوح المركزية بدلاً من أجهزة التكييف. كما يمكن استخدام المراوح المركزية مع مراوح السقف، والمراوح المتنقلة.

تركب المراوح المركزية الثابتة في السقف في موقع مركزي من المنزل، بحيث تسحب الهواء إلى الداخل من خلال نوافذ مفتوحة، وتطرحه في عليّة المنزل. وتصمم هذه المراوح في العادة، بحيث تسمح فتحات التهوية في سطح (سقف) المنزل الخارجي (roof) للهواء الساخن بالخروج من العليّة إلى خارج المنزل، وذلك على الرغم من توفر نماذج بمجاري هواء (ducts)؛ لطرد الهواء مباشرة من المنزل خلال فتحة موجودة في السقف الخارجي، أو في أحد الجدران.

بإمكانك تحديد الغرف التي ترغب في تبريدها بالمروحة المركزية الثابتة، وذلك ببساطة عن طريق فتح نوافذ مثل هذه الغرف؛ لسحب الهواء البارد إلى الداخل، وفي المقابل إغلاق نوافذ الغرف التي لا تريد تبريدها.

www.j4know.com

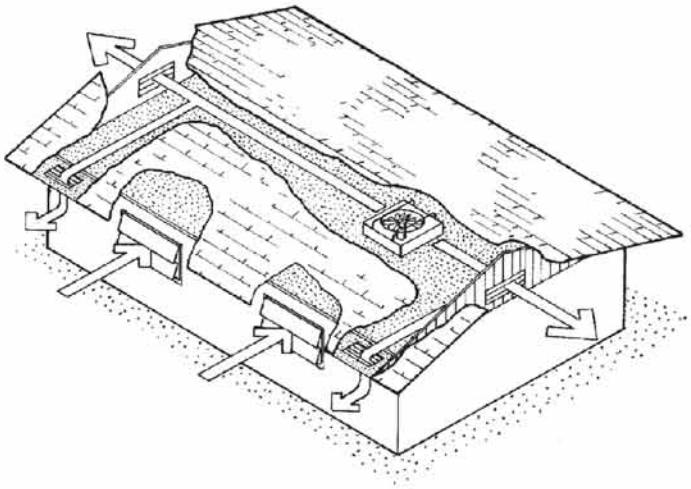


ركب مـراوح النوافذ فـي أماكن استراتيجيـة للاستفادة العظمـى من تيارات الهـواء الخارجي. يميل الهواء الساخن للصعـود إلى أعلى المنزل، لذلك، هذا هـو المكان الأفضـل لتركيب وتشغيل مروحة شفط. للحصـول على أكبر تبريد ممكـن، افتح باباً أو نافـذة على الجانب المظل من المنـزل حيث يمكن سحب الهواء البارد إلى داخل المنزل.

شكل رقم (٤-٨) مراوح التهوية التي تركّب في النوافذ

اختيار المراوح المركزية الثابتة (للمنزل كلّه): تتراوح سعة هذه المراوح مابين حوالي ١٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ قدم مكعب في الدقيقة الواحدة. تتمتع أقل المراوح سـعة بميزة أقل الأسعار شراءً، ومستوى الإزعاج فيها أقل من غيرها خلال التشغيل، إضافةً على كونها أقل اسـتهلاكاً من الكهرباء، في حين تتميز أكبر المراوح حجماً بتبريد الهواء بسرعة أكبر من غيرها؛ لأنها تستطيع تحريك حجم أكبر من الهواء خلال المنزل.

www.j4know.com



تقوم المراوح المركزية بسحب الهواء الساخن من أماكن المعيشة وتطرحه في العليّة، يتم بعدها دفع الهواء إلى الخارج من خلال فتحات التهوية في العليّة. ينبغي تشغيل المراوح المركزية في الليل، أو أي وقت تكون فيه درجة الحرارة في الخارج أقل منها في الداخل.

شكل رقم (٤-٩) المراوح المركزية الثابتة للمنزل كلّه

تعتمد السعة المثلى للمراوح المركزية الثابتة للمنزل كله على عدة عوامل هي: مستوى الحر في فصول الصيف في منطقتك، ومستوى انعكاس السطح (السقف) الخارجي للمنزل، وكمية العزل الحراري في عليّته، ودرجة التظليل فوق نوافذه. عموماً، يمنع التصميم الجيد للمنزل في المناطق الحارة الحرارة من دخول المنزل في المقام الأول، وذلك بالاستعانة بتلك الحلول البديلة. لكن لا بد أن تتعرض كثير من المنازل للحر الزائد من فترة إلى أخرى، حيث يمكن للمراوح المركزية الثابتة خلال مثل هذه الأوقات أن تكون إضافة فعالة إلى الطرق الأخرى ذات التكلفة المنخفضة للتبريد.

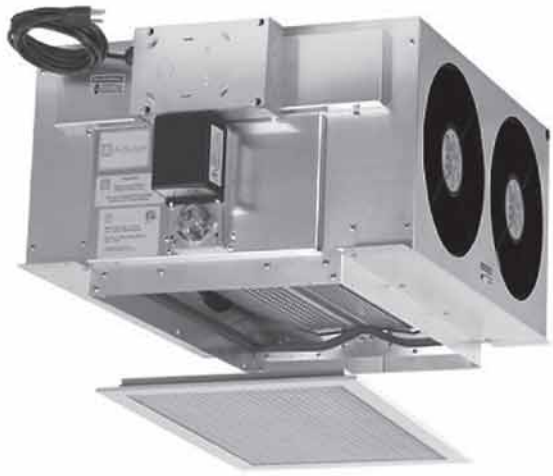
تشير القواعد العامة التقليدية لاختيار المراوح الثابتة إلى ضرورة أن يكون للمروحة الثابتة ما يكفي من السعة؛ لتغيير كل هواء المنزل،وذلك في كل دقيقة واحدة أو دقيقتين. وبناءً على ذلك، فإن منزلاً عادياً بمساحة ١٥٠٠ قدم مربع (أي: حوالي ١٥٠ م٢) سيحتاج إلى مروحة مركزية بسعة تتراوح ما بين ٦٠٠٠ إلى ١٢٠٠٠ قدم مكعب في الدقيقة الواحدة، مما يشير إلى أن مروحة بهذه السعة ستكون كبيرة جداً لأي منزل، وذلك باستثناء أسوأ المنازل تصميماً في أكثر الأجواء حرّاً. وفي المنازل التي تستخدم حلولاً أخرى منخفضة التكلفة للتبريد، فإن أقل المراوح سعة أكثر من كافية. وحاليا،

www.j4know.com

تعدّ المراوح التي تتراوح سعتها ما بين ١٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ قدم مكعب في الدقيقة الواحدة–والتي تستطيع تبديل الهواء في بيت عادي عدة مرات في الساعة– كافية تماماً في معظم المناطق.

تركيب المراوح المركزية الثابتة للمنزل كله

في المناطق التي تكون فصول الشتاء باردة فيها، ينبغي تزويد المراوح المركزية بغطاء معزول حرارياً، ومحكم الإغلاق، بحيث لا يسمح بتسرب الهواء البارد إلى المنزل خلال الفصول الباردة. بعض المراوح تأتي بباب مدمج معزول حرارياً، حيث يغلق عندما تكون المروحة مطفأة مما يعفيك من مهمة تغطيها خلال الخريف من كل عام (انظر: الشكل رقم ٤–١٠).



المصدر: مراوح Airspace (بموافقة)

هذه المروحة المركزية تتضمن أبواباً معزولة حرارياً مزودة بمحركات تغلق عندما تكون المروحة مطفأة. تستطيع هذه المروحة تحريك (نقل) ١٧٠٠ قدم مكعب من الهواء في الدقيقة على السرعة العالية وحوالي ١٠٠٠ قدم مكعب في الدقيقة على السرعة المنخفضة. يمكن تركيبها بين عوارض إسناد السقف بدون الحاجة لتعديلات.

شكل رقم (٤–١٠) مروحة مركزية متطورة

www.j4know.com

وعلـــى الرغم من أن المراوح المركزية الثابتة التقليدية قد تكون مزعجة، فإنه يبقى باســـتطاعتك تقليل هذا الضجيج إلى الحدود الدنيا، وذلـــك بتركيب المروحة على قاعدة مرنة كالمطاط؛ لامتصاص الاهتزازات. وعند اختيارك مروحة مركزية، تذكر أن مروحة بســـعة كبيرة تدور بسرعة منخفضة، ســـتصدر ضجيجاً أقل من مروحة صغيرة تعمل بســـرعة عالية. توفر المراوح بالســـرعات المتعددة (سرعتين إلى ثلاث ســـرعات) خياراً جيّداً، حيث بإمكانك عبرها تحقيق تهوية ســـريعة للمنزل بأكمله، وذلك بتشغيلها على السرعة العالية، أو الإبقاء على تدوير لطيف وهادئ للهواء على سرعة منخفضة.

وعموماً، ينبغي تركيب المراوح المركزية بواسطة مهني مختص وذلك للأسباب التالية:

- تركيب مروحة مركزية ثابتة ســـيحتاج إلى إجراء تعديلات هيكلية على إطار سقف المنزل.
- فحص تهوية العليّة؛ لتقرير مـــا إذا كانت كافية لطرد الحجم الكبير من الهواء الناتج من عمل المروحة، وقد تحتاج إلى تركيب فتحات تهوية إضافية في العليّة.
- وصّل المروحة بالنظام الكهربائي القائم في المنزل.

يتراوح ســـعر شراء المراوح المركزية الثابتة ما بين ٣٠٠ إلى ٦٠٠ دولار للنماذج التقليدية البســـيطة، وما بـــين ٨٠٠ إلى ١٥٠٠ دولار لأكثر النمادج هدوءاً محكمة الإغلاق، إضافة إلى دفع مبلغ يتراوح ما بين ٢٠٠ إلى ٥٠٠ دولار للتركيب.

أجهزة التهوية الكهربائية للعليّة

تطـــرد هذه الأجهزة الهواء من عليّة منزلك (attic). وعلى الرغم من أنه يخلط في بعـــض الأحيان ما بين هذه الأجهزة وبين المراوح المركزية الثابتة، فإن أجهزة التهوية الكهربائيـــة في الواقع مختلفة، وتمثل أحد أقل حلول التبريـــد فاعلية، مقارنة بالمراوح المركزية؛ لأنها في الحقيقة لا تحرك الهواء إلى خارج أماكن المعيشـــة في المنزل، كما أن أكثر المنازل فعالية لا تســـتخدم هذا النوع من أجهزة التهوية، ولكنها بدلاً من ذلك تعتمد على سقوف خارجية عاكسة فاتحة اللون؛ للحيلولة دون التسخين الزائد للعليّة، وفتحات تهوية ســـلبية (طبيعية) في العليّة؛ لإيجاد مستوى معقول من التهوية، وعزل حراري كاف للعليّة؛ لمنع الحرارة المتجمّعة في العليّة من الانتقال إلى داخل منزلك.

www.j4know.com

يُتحكم بأجهزة التهوية الكهربائية للعليّة بواسطة أجهزة التحكم بالحرارة، حيث تبدأ هذه الأجهزة بالعمل عند درجة حرارة معينة تتراوح عادة ما بين ١٠٠ إلى ١٤٠ درجة فهرنهايت (أي: حوالي ٣٨ إلى ٦٠ درجة مئوية). وتعمل أجهزة التهوية هذه بتكاليف تشغيل مرتفعة، ولكن يلجأ إليها في بعض الأحيان كحل أخير، حيث توضع تحت الأسقف الخارجية داكنة اللون. إذا اخترت استخدام جهاز تهوية كهربائي للعليّة، فاضبط جهاز التحكم بدرجة الحرارة عند ١٣٠ درجة فهرنهايت (أي: حوالي ٥٤ درجة مئوية)، أو أعلى من ذلك؛ للحيلولة دون أن يعمل جهاز التهوية بدون ضرورة، مما سيؤدي إلى زيادة فاتورة استهلاك الكهرباء.

تظليل النوافذ للراحة في الصيف

يعدّ تظليل النوافذ إحدى أكثر الطرق العملية فاعلية من بين الطرق المنخفضة في تكلفتها، والمستخدمة في تقليل فاتورة التكييف في المنازل القائمة. وكلما ازدادت حرارة الطقس في منطقتك، وارتفعت تكاليف تكييف المنزل، ازدادت حاجتك إلى تظليل النوافذ. يتمثل التحدي في تصميم تظليل للنوافذ بإيجاد طريقة تحجب معظم حرارة الشمس، في حين تبقي على إمكانية رؤية المنظر الخارجي، وتسمح بدخول ضوء النهار إلى منزلك.

تصنف أجهزة التظليل في كثير من الأحيان ضمن مُعامل التظليل (shading coefficient)،والذي يعرف بأنه نسبة الحرارة الشمسية التي تدخل من نافذة مامزودة بجهاز تظليل، وذلك مقارنة بنافذة ذات طبقة واحدة من الزجاج (single-pane). فمثلا، إذا كان معامل التظليل يساوي ٠,٣ ، فذلك يعني أن النافذة مع التظليل تسمح بدخول ٣٠٪ من الحرارة الشمسية التي تسمح بمرورها نافذة نظيفة ذات طبقة واحدة من الزجاج بدون تظليل. وعموماً، كلما قل معامل التظليل، زادت قدرة النافذة المظللة على حجب حرارة الشمس.

وحري بالذكر أن أكثر طرق (أساليب) التظليل شيوعاً تشمل الحواجز (الشاشات) الشمسية (solar screens)، والرقائق (الأغشية) العاكسة (reflective films)،والستائر الفينيسية –venetian blinds- (الخارجية أو الداخلية)، وستائر التظليل التي تعمل بالبكرات (roller shades)، ومظلات التظليل (awnings). ونقدم وصفاً مفصّلاً لتلك الطرق على النحو التالي:

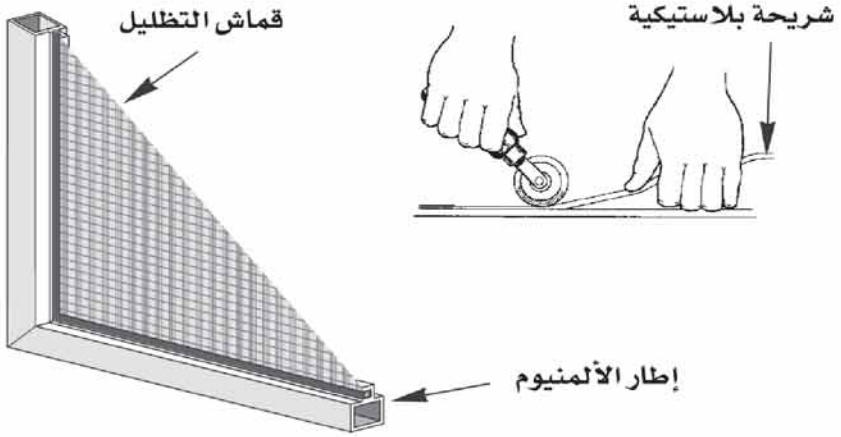
www.j4know.com

الحواجز (الشاشات) الشمسية (Solar Screens)

تُعدّ الحواجز الشمسية أقل الوسائل كلفة من بين خيارات تظليل النوافذ، حيث باستطاعتها امتصاص ما يتراوح ما بين من ٦٥ إلى ٧٠٪ من حرارة الشمس قبل دخولها إلى المنزل. وعلى الرغم من أن الحواجز الشمسية تحجب الرؤية من النافذة إلى حد ما – حيث يمكنك دائماً رؤيتها على النافذة – فإن هذا الوضع يعد لمعظم الناس أمراً مقبولاً.

تصنع الحواجز الشمسية بمد وشد قماش من النايلون، يشبه الناموسية (المستعملة في حجز الحشرات) فوق هيكل من الألمنيوم. تعمل هذه الحواجز إعمالاً ممتازاً على النوافذ غير المظللة، والمطلة شرقاً أو غرباً؛ لأنها تخفف التوهج، بالإضافة إلى حجب حرارة الشمس.

وحتى تضمن فعاليتها، يجب تركيب هذه الحواجز –كما هو مبيّن في الشكل رقم (٤–١١)– على النافذة من الخارج، وذلك بتثبيتها على هيكل الشباك بمشابك أو براغ. وإذا استخدمت هذه الحواجز على شباك يفتح إلى الخارج، مثل: المظلات، فيجبّ تثبيتها على مفصل النافذة.



تركب الحواجز (الشاشات) الشمسية على جهة النافذة الخارجية، وتقوم بحجب ٦٥ إلى ٧٠ ٪ من طاقة الشمس الساقطة. يتم تجميع الشاشات الشمسية بتثبيت شبكة من القماش بإطار من الألمنيوم مزود بشريحة بلاستيكية للتثبيت.

شكل رقم (٤–١١) تركيب الحواجز (الشاشات) الشمسية (Solar Screens)

www.j4know.com

بمقدورك شراء جميع المواد اللازمة لبناء الحواجز الشمسية، إذا قررت بناءها بنفسك من المحال التجارية المتخصصة، إذ إن بناء الحواجز الشمسية عملية ليست بالصعبة، ولكنها تحتاج إلى قدر من التخطيط والصبر، حيث يقص الإطار (الهيكل) الخفيف المصنوع من الألمنيوم حسب المقاس المطلوب ويربط عند الزوايا بقطع تثبيت مصنوعة من المعدن أو البلاستيك. وعندما يكتمل الإطار (الهيكل)، تقص قطعة من مادة الحجز (تباع على شكل لفائف)؛ لتناسب الإطار. تحتوي مادة تثبيت الإطار على أخدود صغير على أحد جوانبها، حيث توضع شريحة طويلة وضيقة (spline) تشبه خيط المطاط فوق الحاجز، وتضغط بأداة خاصة؛ لتدخل مادة الحاجز في الأخدود، ومن ثم تثبيتها في الإطار. عند تثبيت الحاجز عند كل الأطراف، تقص المادة الزائدة والأطراف للشريحة. ستتراوح كلفة المواد اللازمة لبناء الحواجز الشمسية على نوافذ منزلك ما بين ١٠ إلى ٢٠ دولاراً لكل نافذة.

والشاشات الشمسية الجاهزة هي أيضاً ليست مرتفعة الثمن. فإذا كان لديك عدد كبير من النوافذ التي تحتاج إلى التظليل، أو كانت النوافذ في مكان يجعل الوصول إليها صعباً، كأن تكون في الدور الثاني أو الثالث من المنزل، فيفضّل في هذه الحالات أن يركّب فني محترف الحواجز الشمسية. معظم محال بيع الزجاج أو النوافذ تستطيع تجميع وتركيب الحواجز الشمسية، وذلك في مقابل مبلغ يتراوح ما بين ٥٠ إلى ٧٥ دولاراً للنافذة الواحدة، ولكن يمكنك توفير حوالي ٢٥ دولاراً لكل نافذة، وذلك بتركيبها بنفسك، إذا كنت معتاداً على العمل فوق سلم.

الرقائق العاكسة (Reflective Films)

يمكن لرقائق النوافذ البلاستيكية المدعومة بمادة معدنية، والتي تشبه تلك المستخدمة في نوافذ المركبات أن تحجب ما يتراوح ما بين ٥٠ إلى ٧٥٪ من حرارة الشمس التي تمر من خلال لوح زجاجي أحادي الطبقة، وتضاف طبقة معدنية ميكروسكوبية على الرقائق؛ لعكس الإشعاع الشمسي.

تأتي المادة التي تصنع منها الرقائق على شكل لفائف، وتلصق على نحو دائم على الزجاج. عندما تركب الرقائق على الوجه الداخلي للنوافذ الزجاجية، سواء أكانت أحادية أم ثنائية الطبقة، فإنها تقلل الحرارة المكتسبة، وتوهج الإشعاع الشمسي، والفاقد من الحرارة في الشتاء. كما تقلل الرقائق العاكسة دخول الضوء فوق البنفسجي، ومن ثم تحمي الأقمشة والسجاد من التقادم، وفقدان اللون، وتجعل الزجاج أكثر مقاومة للكسر.

www.j4know.com

أمّا الرقائق الملونة بدرجة خفيفة، والتي تضفي فقط لوناً على الزجاج، فليست فعالة في حجب الإشعاع الشمسي، في حين تستطيع الرقائق الشفافة، والتي تحجب مدى مختاراً من الطيف الشمسي، حجب حتى ٧٠٪ من الطاقة الشمسية، وتحجب ٣٠٪ فقط من الإشعاع المرئي.

ليس من السهل عليك تركيب الرقائق العاكسة على النوافذ بنفسك؛ لذا، نوصي بأن يقوم فني محترف بذلك؛ لأن هذه الرقائق تحتاج إلى تركيب دقيق على سطح زجاجي خالٍ تماماً من الأوساخ. وبناءً على ذلك، فاختيار المقاول على الأرجح يعدّ العامل الأهم لنجاح مشروع تركيب رقائق عاكسة، لأن نوعية التركيب غاية في الأهمية. ابدأ بالبحث عن توصية من أشخاص قاموا بهذا المشروع خلال السنوات الثلاث الأخيرة، واعلم أن المقاولين يطلبون مبلغاً يتراوح ما بين ٥٠ إلى ١٠٠ دولار نظير تركيب إحدى الرقائق العاكسة.

الستائر الفينيسية (Venetian Blinds)

يمكن تركيب هذه الستائر على النافذة من الداخل أو الخارج، حيث يتحكم بكل من الإضاءة الطبيعية وحرارة الشمس، وتحجب أيضاً توهج الإشعاع الشمسي بأضلعها أو شرائحها (slats) المتحركة (انظر: الشكل رقم ٤-١٢). عندما يكون الغرض من تصميمها التحكم بالإضاءة وحرارة الشمس، فينبغي أن تكون الأضلاع (الشرائح) ناصعة البياض أو من الألمنيوم المصقول.

عند إغلاق الستائر الفينيسية الداخلية، فإنك تستطيع حجب ما يصل إلى ٦٠٪ من حرارة الشمس التي كانت ستدخل من نافذة عادية (أحادية الطبقة). وعندما تركّب الستائر الفينيسية في الجهة الخارجية للنافذة، فإنها ستقلل تكاليف التكييف بدرجة أكبر؛ لأنها تحجب حرارة الشمس قبل دخولها إلى المبنى. عند إغلاقها إغلاقاً كاملاً، فإن الستائر الفينيسية الخارجية تحجب حتى ٩٠٪ من حرارة الشمس، مع ملاحظة أن تركيب الستائر الخارجية تبقى فكرة عملية فقط في المناطق التي لا تشهد عادة رياحاً قوية.

يتراوح سعر شراء الستائر الفينيسية ما بين ١٠ إلى ٧٥ دولاراً للنافذة الواحدة، وتتميز بسهولة تركيبها التي لا تستغرق أكثر من ساعة لكل منها؛ ولذا، فإن تركيب هذه الستائر مشروع جيّد، حيث يمكن أن تقوم به بنفسك، ولا يحتاج إلى أكثر من سلم ومفكّ براغٍ ومتر قياس.

www.j4know.com

ستائر التظليل التي تعمل بالبكرات (Roller Shades)

استعملت أجهزة التظليل الداخلية من هذا النوع منذ سنوات طويلة، إلا أنها فقدت أفضليتها لفترة من الزمن، وذلك عندما ظهرت في الأسواق أشكال جديدة من أغطية النوافذ. تأتي أجهزة التظليل الحديثة التي تعمل بالبكرات بتشكيلة كبيرة من النماذج، بما فيها بعض النماذج التي تتميز بفعالية كبيرة في عكس وحجب حرارة الشمس.

تأتي أدوات التظليل هذه بتشكيلة واسعة من القماش المخيط، وبقدرات تظليل متباينة، ولكن في كل الأحوال، ينبغي للوجه الخارجي لأداة التظليل أن يكون أبيض ناصعاً أو مزوداً بطبقة معدنية عاكسة؛ لحجب حرارة الشمس. تصمّم أقمشة التظليل الجديدة المتخصصة ؛ لتحافظ على الرؤية من خلال النافذة، وتمنع التوهج الشمسي، وتحجب حرارة الشمس. وهذه الأقمشة المبتكرة لها تركيبة مفتوحة وملونة من الجهة الداخلية؛ لتوفير رؤية خارجية مريحة خالية من التوهج، وجهة خارجية بيضاء أو معدنية لامعة؛ لعكس الإشعاع الشمسي.

تُستعمل الستائر الفينيسية بشكل واسع لحجب حرارة الشمس والتحكم بمستوى الإضاءة في المنزل. وتوفر الستائر الفينيسية الخارجية تظليلاً شمسياً ممتازاً، مع أنها يجب أن تكون قوية بما يكفي لتحمل العوامل الخارجية.

شكل رقم (٤-١٢) الستائر الفينيسية؛ لحجب حرارة الشمس

www.j4know.com

إذا كان للسقف الخارجي لمنزلك جزء معلق (ممتد) مناسب لحماية التظليل الخارجي (المثبت خارج المنزل) من عوامل الطقس، فيمكنك تركيب تظليل كبير يعمل بالبكرات من الجهة الخارجية للمنزل؛ لتظليل النوافذ الكبيرة أو الأبواب الزجاجية المنزلقة (sliding doors). وتسمح النوافذ المطلة على الجهة الجنوبية بدخول حرارة الشمس خلال منتصف النهار، وذلك عندما تكون الشمس في كبد السماء. فإذا كان للسقف الخارجي للمبنى جزء ممتد، فإن الجزء السفلي من زجاج النوافذ المطلة على الجهة الجنوبية يحتاج إلى التظليل أكثر من الجزء العلوي. وفي هذه الحالة، حاول تركيب التظليل على الجزء السفلي من النافذة؛ لتوفير التظليل، في حين يظل الجزء العلوي من النافذة؛ لتوفير الرؤية ومرور الإضاءة الطبيعية.

يتراوح سعر شراء التظليل الذي يعمل بالبكرات ما بين ٢٥ إلى ١٠٠ دولار لكل نافذة، ولا يستغرق تركيب كل منها أكثر من نصف ساعة، وهي عملية سهلة تصلح لتكون مشروعاً جيّداً يمكن أن تقوم به بنفسك، ولا يحتاج إلى أكثر من سلم، ومفك براغٍ، ومتر قياس.

المظلات (Awnings)

تعد المظلات في العادة أعلى تكلفة من بين خيارات التظليل، ولكنها تتميز بفعالية كبيرة في التظليل؛ لأنها تحجب حرارة الشمس قبل وصولها إلى النافذة، ويكثر استعمالها في المناطق الحارة المشمسة.

تعتمد كمية الظل التي توفرها المظلات على النوافذ اعتماداً كبيراً على المسافة التي تمتد إليها المظلة من أعلى النافذة، والتي يطلق عليها مسافة السقوط "drop" للمظلة. تحتاج المظلات الجنوبية إلى مسافة سقوط، بحيث تغطي مايتراوح مابين ٤٥ إلى ٦٠٪ من ارتفاع النافذة؛ لحجب الإشعاع الشمسي خلال أوقات منتصف النهار. وفي المقابل، تحتاج المظلات الشرقية والغربية إلى مسافة سقوط تتراوح ما بين ٦٠ إلى ٧٥٪؛ لحجب الإشعاع الشمسي، وذلك عندما تكون الشمس على ارتفاع قليل في السماء (صباحاً أو مساءً).

توفر المظلات المزودة بحواف وجوانب (بالإضافة إلى الجزء العلوي) أفضل تظليل للنوافذ المطلة على الجهة الجنوبية. تكون المظلات التي يركّبها صاحب المنزل في العادة بدون جوانب، ولكن يمكن التعويض عن ذلك بعمل المظلات أعرض من النافذة. وكلما زادت مسافة سقوط المظلة قلت الرؤية من خلال النافذة؛ ولذلك، ليس لك

www.j4know.com

خيار سوى القبول بالتسوية، وإيجاد حل وسط بين التظليل والرؤية (انظر: الشكل رقم ٤-١٣).

شكل رقم (٤-١٣) أنواع وأشكال المظلات

وعلى الرغم من أن المظلات المعدنية هي الأطول عمراً، فإن الكثيرين من أصحاب المنـــازل يعتقدون أن المظلات المصنوعة من القماش أكثر جاذبية. وهم بذلك يغفلون

www.j4know.com

عن أمر مهم وهو أن المظلات المصنوعة من القماش أعلى سعراً، وأقل فعالية بقليل؛ لأنها تمتص كمية أكبر من حرارة الشمس، وكما أنها تحتاج لصيانة أكبر من غيرها، بالإضافة إلى أن عمرها أقل من نظيرتها المعدنية.

لاختيار المظلة المناسبة، يكون من الصعوبة إيجاد توازن مثالي بين مختلف العناصر الهامة، مثل: كمية التظليل، ومقدار الرؤية من النافذة، والمظهر الجمالي، والسعر، إضافة إلى أنه ينبغي للمظلات المخصصة للنوافذ الطويلة الضيقة أن تكون أعرض بكثير من النافذة؛ للحصول على مظهر جمالي أكثر توازناً. ولكن يبدو عموماً أن المظلات التي تركّب على زاوية ٤٥ درجة أكثر جمالاً من غيرها. وإذا كانت الرؤية من خلال النافذة أمراً مهماً، فاستعمل الحواجز الشمسية والرقائق بدلاً من المظلات. كذلك، تسمح المظلات التي تأتي بأضلاع (شرائح ضيقة) بدلاً من السطح المغلق بكم محدود من الرؤية، وذلك من خلال الجزء العلوي من النافذة. تتباين أسعار المظلات تبايناً كبيراً، حيث تتراوح ما بين ٢٠٠ إلى ٨٠٠ دولار لكل نافذة، وذلك حسب أبعاد النافذة. ويركب هذه المظلات في العادة فنيّون متخصصون بسعر يتراوح ما بين ٥٠ إلى ١٠٠ دولار لكل منها.

تحسين عاكسية السقف الخارجي (Improving Roof Reflectivity)

إنّ تعرُّض منزلك للحر الزائد في الصيف مردُّه جزئياً إلى امتصاص السطح (السقف) الخارجي للمنزل الطاقة الشمسية، والذي ربما يكون مسؤولا عمّا يصل حتى ٥٠٪ من حمل التبريد لمنزلك. وتميل بعض أنواع السقوف الخارجية إلى امتصاص الحرارة أكثر من غيرها، لذا، إذا أردت أن يكون منزلك أكثر برودة في الصيف، فإن زيادة عاكسية السقف الخارجي لمنزلك يعّد أحد أفضل الإجراءات التي ينبغي أن تبدأ بها.

تصنع السطوح (السقوف) الخارجية العاكسة أو «الباردة» من مواد متعددة تشمل المعادن، والصلصال (الفخّار)، والإسمنت، أو أغشية المطاط الاصطناعي، حيث تضاف هذه المواد خلال عملية ترميم السقف الخارجي إلى المنازل ذات السقوف المتدرجة المائلة (pitched roofs)، والتي يبدو كثير منها مشابها في المظهر للسقوف الخارجية التقليدية الماصّة للحرارة. إذا كان السقف الخارجي القائم لمنزلك من النوع الذي يقبل إضافة غطاء عاكس، كأن يكون من غطاء قليل الميل مثل: القطران، والقار، أو المطاط الاصطناعي، فقد تتمكن من تركيب طبقة عاكسة بيضاء مباشرة فوق ذلك السطح دون الحاجة إلى إعادة ترميم السقف الخارجي للمنزل.

www.j4know.com

قياس فعالية السقوف الخارجية العاكسة (الباردة) (Cool Roofs)

يجب على السقوف الخارجية العاكسة «الباردة» ألاّ تعكس فقط حرارة الشمس، بل ينبغي عليها أيضاً أن تشـــع أو تتخلص بفعالية من الحرارة المتراكمة. من الصعب تخيّل مفهوم الإشعاع (أي: التخلص من حرارة الشمس)، ولكن الحقيقة تكمن في أن بعض المواد التي تعكس الحرارة على نحو جيد لا تشع بالضرورة الحرارة، ولا تتخلص منهـــا بطريقة فعالة، وهو ما يمنع مثل هذه المواد من أن تكون مادة فعالة للســـقوف الخارجية العاكسة (الباردة).

وعلى هذا الأســـاس، طوّر العلماء في معمل لورنس بيركلي في الولايات المتحدة مؤشـــراً؛ للمقارنة بين برودة (فعالية) مواد الســـقوف الخارجية الباردة، حيث يضم كلاً من عاكسية مادة الســـقف الخارجي، وإشعاعيتها ويحول ذلك إلى تصنيف يعبر بطريقة أفضل عن وفورات الطاقة لأغراض التكييف. تتراوح قيمة مؤشـــر العاكسية الشمســـية (SRI)، ما بين صفر إلى ١٠٠، على الرغم من أنه لعوامل غير محسوبة في نظام التصنيف، فإن المؤشـــر لبعض المواد قد يكون أكثر من ١٠٠، أو أقل من الصفر. وكلما كان المؤشر أعلى من غيره ،كلما كان ذلك أفضل من ذي قبل.

وكما يبين الجدول رقم (٤-١)، فإن مؤشـــر العاكســـية الشمسية لمادة القرميد الأبيض الإســـفلتي الجديدة يتراوح ما بـــين ٢٠ إلى ٢٥ فقط، ويتناقص تناقصاً حاداً مع الوقت بســـبب فقدان الحبيبات البيضاء، وتراكم الأوساخ. وفي حين يصل مؤشر العاكســـية الشمسية للســـقوف الخارجية المصنوعة من الإســـفلت الداكن إلى ٠,١ (أي: أنها تمتص تقريباً كل حرارة الشمس الساقطة عليها)، وتتمتع في المقابل السطوح الخارجية المعدنية البيضاء، والتي تلقى رواجاً متزايداً في المباني الجديدة، بمؤشرات SRI جيدة تتراوح ما بين ٧٠ إلى ٨٢ (أي: أنها تمتص فقط حوالي ربع الطاقة الشمســـية الســـاقطة عليها). ومن المثير للدهشـــة أن الفولاذ المغلفن (المطلي بالزنك)، وكذلك الألمنيوم أقل عاكســـية "برودة" من المعدن الأبيض وذلك لأن هذه المعادن المصقولة (الفولاذ والألمنيوم)، وعلى الرغم من أنها تعكس حر الشـــمس على نحو جيد، فإنها لا تشـــع الحرارة، بل تتخلص منها بشكل فعّال مما يؤدي إلى ارتفاع حرارتها. وبناءً على ذلك، تكون قيمة مؤشـــر العاكسية الشمسية حوالي ٤٠ للفولاذ غير المطلي المغلفن، وإلى حـــوالي ٧٠ للألمنيوم غـــير المطلي. وعليه، إذا كانت فاتـــورة التكييف لمنزلك مرتفعة، ننصحك في المرة القادمة التي تجدد فيها الســـقف الخارجي للمنزل بتركيب سقف خارجي عاكس "بارد" حائز على بطاقة كفاءة الطاقة ENERGY STAR.

www.j4know.com

جدول رقم (٤-١) فعالية مواد السقف الخارجي العاكس (البارد ذي اللون الفاتح)

نوع السقف الخارجي	العاكسية	مؤشر العاكسية الشمسية
طبقة غطاء (coating) بلاستيك بيضاء (ميل قليل)	٠,٧٠ إلى ٠,٨٥	٨٧ إلى ١٠٧
غشاء (membrane) مطاطي أبيض (ميل قليل)	٠,٧٠ إلى ٠,٨٠	٨٠ إلى ١٠٥
قرميد (Tile) ترابي أبيض	٠,٧٠	٩٠
غشاء مطاطي أبيض	٠,٧٠	٨٤
معدن أبيض	٠,٦٠ الى ٠,٧٠	٨٢
معدن ألمنيوم جديد	٠,٦٠	٧١
فولاذ مغطى (مغلفن) جديد	٠,٦٠	٤٦
قرميد ترابي ملون	٠,٢٠ إلى ٠,٥٠	٢٠ إلى ٦٠
قرميد (shingle) إسفلتي أبيض	٠,٢٠ إلى ٠,٣٠	٢١ إلى ٤٠
قرميد إسفلتي ملون	≤ ٠,٢٠	-٢ إلى ٢٢
غشاء مطاطي أسود (ميل قليل)	٠,٠٦	-١
الأرقام الأعلى أفضل: العاكسية الأعلى والمؤشر (SRI) الأعلى تؤدي إلى تكاليف تبريد أقل من غيرها. يتطلب تصنيف ENERGY STAR في عام ٢٠٠٨م مؤشر (SRI) بقيمة ٢٥ أو أعلى من ذلك للسقوف الخارجية ذات الميل العالي، ومؤشر (SRI) قيمته ٦٥ أو أعلى من ذلك للسقوف الخارجية ذات الميل القليل.		

www.j4know.com

كيفية تركيب طبقة غطاء للسقف الخارجي البارد (Cool Roof Coating)

بإمكانك إضافة طبقة إلى سقف خارجي بارد مباشرة، وذلك فوق بعض أنواع السقوف الخارجية، وهذه هي أسرع وأرخص طريقة؛ للاستفادة من سقف خارجي عاكس إذا كان لديك النوع المناسب من السقف الخارجي. تتكون هذه الطبقات في العادة من مواد كيميائية اصطناعية مائية (water-based acrylic elastomers)، وتُثبّت بواسطة مدحلة اسطوانية. يمكن إضافة هذه الطبقات إلى فوق معظم مواد السقوف قليلة الميل، مثل: المعدن، والإسفلت، والقار، أو الأغشية أحادية الطبقة. بعض المواد التحتية تحتاج إلى مادة تمهيدية لتلصق إلصاقاً جيداً. وأما فيما يتعلق بالسقوف الخارجية المصنوعة من القرميد الإسفلتي، فينبغي الرجوع إلى إرشادات الشركة الصانعة. وتخضع طبقات السقوف الخارجية العاكسة "الباردة" لتصنيف ENERGY STAR، لذا، احرص على التأكد من وجود البطاقة، والختم الخاص بالـ ENERGY STAR عند تسوقك لشراء مادة سقف خارجي بارد.

إذا كنت تفكر بوضع طبقة غطاء لسقف خارجي بارد على منزلك، فالخطوة الأولى هي أن تتأكد من أن مادة الطبقة المتوفرة في المتجر القريب تناسب السقف الخارجي للمنزل. وللإرشاد في هذا المجال، احرص على الاطلاع على تعليمات الشركة الصانعة.

عند إضافة طبقة للسطح، فإن تحضير السقف الخارجي عملية غاية في الأهمية، إذ يجب قبل كل شيء أن تكون مادة السقف الخارجي الأصلية نظيفة؛ لتلصق بها طبقة السقف الخارجي البارد لسنوات طويلة لأن طبقات السقف الخارجي لن تلصق على السطوح المتسخة أو الملطخة بالمواد الزيتية أو الدهنية؛ ولا يمكن استعمالها لتصليح السقوف الخارجية التي تكون بحالة غير جيدة. وإذا كانت السطوح القائمة تعاني من التشققات، فينبغي إجراء الإصلاح اللازم. لتركيب طبقة سطح بارد، اتبع الخطوات التالية:

- نظف سطح المنزل من أنواع الأوساخ كافة: كالأتربة، وأوراق الشجر المتساقطة، وأجزاء السقف الخارجي المتهالكة.
- اغسل السقف الخارجي بالماء أو بمواد كيماوية أخرى، مثل: محلول الفوسفات ثلاثي الصوديوم، وذلك باستعمال فرشاة تنظيف، ولكن الأفضل من ذلك استعمال أداة غسيل تعمل بسائل مضغوط.
- أصلح أية وصلات مفتوحة حول منور المنزل وقوّها، أو مصارف السقف

www.j4know.com

الخارجي، أو أجهزة التدفئة والتهوية والتكييف.

- أصلح أية تشققات أو تشوهات في سقوف الإسفلت أو القار. استعمل قماش البوليستر، ومادة؛ لتغطية السقف على هذه التصليحات، وذلك بتغطيس رقعة لاصقة في مادة تغطية السطح، ومدها فوق السقف القائم. أو ضع قطعة قماش جافة في طبقة رطبة من مادة تغطية السقف، وأفردها باستعمال ممسحة مطاطية، أو سكين خاصة، لإزالة الفقاعات، والتجعدات. اترك تصليحات السقف الخارجي للمنزل لمدة يوم أو يومين قبل إضافة الطبقة النهائية إلى السقف الخارجي.
- وبشأن السقوف الخارجية المعدنية، أكحت أية مناطق مصابة بالصدأ، وركّب رقعاً معدنية لاصقة فوقها، وأضف إليها بعد ذلك رقعاً من البوليستر حسب الوصف المذكور آنفاً.
- استعمل المادة التمهيدية المناسبة لكل من: الفولاذ المغلفن، والمعادن الحديدية.
- اجمع العدة المناسبة. استعمل محدلة (مدحاة) إسطوانية قطرها يتراوح ما بين ١ إلى ١,٥ بوصة مثبتة على عمود طوله يتراوح ما بين ٥ إلى ٦ أقدام؛ لإضافة الطبقة إلى السقف في المناطق الواسعة. أمّا لحواف السقف، فاستعمل فرشاة كبيرة. احرص أن تلبس ملابس خاصة بالعمل، واجمع بعض الخرق التي ستتخلص منها بعد استعمالها.
- اقرأ التعليمات؛ لتحدد مدى التغطية المناسبة. عليك تجنب تكّون برك صغيرة أو مناطق موحلة في مناطق السقف المنخفضة، وكذلك تجنب تكّون طبقات رقيقة في مناطق أخرى. خطط للعمل بحيث لا تدوس أو تمشي على المادة الرطبة المضافة حديثاً.
- احرص على تغطية الأسطح القريبة، مثل: النوافذ، والسيارات؛ لتحميها من الاتساخ من تطاير مادة العمل.
- لأفضل النتائج، أضف طبقة السطح عندما يكون الجو جافاً لأن المطر، الضباب الكثيف، أو التجمد خلال ٢٤ ساعة من التركيب، سيعمل على إضعاف الرابطة بين الطبقة المضافة وبين السقف الأصلي الذي من تحته.
- استعمل الفرشاة؛ لتغطية الحواف، والزوايا، ورافعات السقف التي حول المدخنة،

www.j4know.com

والأنابيب. وكذلك استعمل المحدلة الاسطوانية للمناطق المفتوحة. ركّب الطبقة على دفعتين، واجعل الفارق بينهما يوماً واحداً للثبات. وللحصول على تغطية أفضل، أضف المادة في الدفعة الثانية باتجاه معاكس للأولى.

الصيانة البسيطة لفرن التدفئة (Furnace)

ينبغي تنظيف فرن التدفئة الذي يعمل بالغاز تنظيفاً دورياً، ومن فني متخصص، إذا ما أريد له أن يعمل عملاً يضمن السلامة والكفاءة. يغطي هذا الكتاب هذه المهمات المهنية تحت عنوان: «الصيانة الاحترافية لأنظمة التدفئة» المذكورة في الصفحة رقم وتذكر أنك تستطيع القيام ببعض أهم مهمات الصيانة بنفسك.

تنظيف مصفي أو فلتر(Filter) فرن التدفئة

يجب تنظيف أو تبديل المصفي كل بضعة أشهر؛ لكي يبقى تدفق هواء فرن التدفئة عند قيمته العظمى وعليك بفحص المصفي فحصاً دورياً؛ لتعرف مدى سرعة اتساخه. إذا كان لديك فرن تدفئة، ونظام تكييف مركزي، فيمكن المصفي نفسه أن يخدم الاثنين معاً، كما باستطاعتك تبديل المصفي بآخر جديد في غضون عشر دقائق أو أقل من ذلك. يتراوح سعر شراء مصفي فرن التدفئة ما بين ١ إلى ١٠ دولارات، ويوضع في أحد الأماكن الثلاثة التالية:

- في غرفة الفرن (cabinet) نفسها: عليك بإزالة غطاء (لوح معدني) في مقدمة الفرن؛ للوصول إلى موقع المصفي.
- إلى جانب الفرن، وخلف فتحة بعرض حوالي بوصة واحدة في مجرى الهواء الرئيس الراجع: قد تكون فتحة المصفي مغطاة بغطاء معدني بسيط أو قطعة من الشريط اللاصق.
- خلف شبكة معدنية (grille) لخط الهواء الرئيس الراجع، والذي يسحب الهواء من داخل المترل: ستحتاج إلى أرجحة الشبكة المعدنية؛ لفتحها من أجل الوصول إلى موقع المصفي من هذا المكان.

وعند تحديد موقع المصفي، افحصه، ونظفه، أو استبدله حسب مقتضى الحال (انظر رقم الشكل ٤-١٤).

- افصل التيار الكهربائي عن الفرن والمكيف من المصدر ويجدر أن يكون هذا المفتاح في مرمى النظر من موقع الفرن أو المكيف.

www.j4know.com

تحذير: عليك بالتوقف الآن، إذا لم تعتد على العمل حول الأجهزة الكهربائية.

- أخـــرج المصفي الـــذي قد يتمثل بقطعـــة من الألياف الزجاجيـــة مثبتة على إطـــار من الكرتون المقوى من النوع الذي يمكن التخلص منه بعد اســـتعماله (disposable) أو يكون من النوع القابل للغسيل.
- اســـتعمل آلة كنـــس كهربائيـــة أو قطعة قمـــاش رطبة؛ لتنظيـــف المنطقة المحيطة بالمصفي.
- إذا كان المصفـــي من النوع الذي يمكن التخلص منه بعد اســـتعماله، فاعرف مقاساته (أبعاده) واشـــتر واحداً جديداً، وبضعة مصفيات أخرى للاحتياط. ركّب المصفي الجديد، وأعد الأغطية إلى أماكنها.
- إذا كان المصفي من النوع المصنوع من الألياف البلاســـتيكية القابلة للغسيل، فاغسله بالماء الدافئ والصابون، وذلك إمّا في حوض الاستحمام، أو في الخارج باستعمال خرطوم ماء، ثم ركّب المصفي النظيف، وأعد الأغطية إلى أماكنها.
- أعد الكهرباء إلى الفرن أو المكيف.

حدد موقع مصفي أو مصافي نظام التدفئة، وقم بتنظيفها أو استبدالها عندما تتسخ

شكل رقم (٤-١٤) استبدال مصافي فرن التدفئة أو مكيف الهواء

www.j4know.com

تركيب كاشف أول أكسيد الكربون (CO Detector)

تطلق أفران التدفئة، والمراجل (البويلرات)، وسخانات المياه التي تعمل بحرق الزيت الثقيل أو الغاز غازات احتراق، مثل: ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء، وأحياناً أول أكسيد الكربون، الذي يكون ساماً أو مميتاً. عندما يعمل النظام على نحو ملائم، فإن هذه الغازات تحمل إلى خارج المترل من خلال المدخنة، ولكن تحت بعض الظروف، يمكن للمدخنة أن تطلق غازات الاحتراق إلى داخل مترلك؛ لذلك، إذا كان في مترلك أية أجهزة احتراق تعمل بالغاز أو الزيت، فنوصي بتركيب جهاز كشف أول أكسيد الكربون بالقرب من هذه الأجهزة؛ لتنبهك على أية مشكلات تتعلق بخروج غازات الاحتراق، وما عليك إلا اتباع إرشادات المصنعين فيما يتعلق بعدد وموقع أجهزة السلامة هذه.

الصيانة البسيطة لأجهزة التكييف

لا يوجد هناك أي جهاز مترلي معرض لضعف الأداء كما هو الحال لجهاز التكييف، حيث يمكن لكفاءة المكيف أن تنزل بمقدار ٥٠٪ بغياب الصيانة المنتظمة. إنّ الصيانة الملائمة تؤدي إلى توفير الطاقة والمال، وتعمل في الوقت ذاته على إطالة عمر الأجهزة. إذا لم تنظف أبداً مواسير ملف المكثف (condenser coil) في جهاز التكييف، مثلاً، فإن الضاغط في الجهاز سيتوقف في نهاية المطاف عن العمل. تتعطل وتموت كثير من الأنظمة بهذه الطريقة، وببساطة تستبدل، في حين أن النظام كان سيدوم أطول بكثير، لو أجريت له عمليات الخدمة والصيانة الملائمة.

إن أنظمة التكييف في عمومها معقُدة، كما أنَ تصليحها وضبطها تقتصر على المتخصصين، وهذه المهمات المعقدة موضحة تحت عنوان: "الصيانة الدورية المتخصصة لمكيفات الهواء" المذكور في الصفحة رقم ولكن يظل باستطاعتك القيام ببعض مهمات الصيانة الأساسية بنفسك (انظر الشكل رقم ٤-١٥).

تنظيف المصفيات (الفلترات) ومواسير الملفات (Coils)

يجب القيام بهذه المهمات؛ لإطالة عمر نظام التكييف المركزي وزيادة كفاءته. احرص دائما عند العمل على المكيف على قطع التيار الكهربائي من اللوحة الرئيسة الموجودة عادة في الخارج بالقرب من وحدة الضاغط.

- **داخل المترل:** نظّف أو استبدل المصفي الموجود داخل الغرفة (cabinet) المعدنية لوحدة مناولة الهواء (air handling unit)، أو خلف عداد مسجل

www.j4know.com

الهواء الراجع (return air register). هذا هو في العادة المصفي نفسه الذي يحمي فرن التدفئة من تراكم الأوساخ والأتربة. تدل الدراسات على أن نظام التكييف يفقد ما معدله ١٪ من كفاءته في كل أسبوع؛ وذلك بسبب نقص تدفق الهواء الذي يرجع إلى اتساخ المصفي.

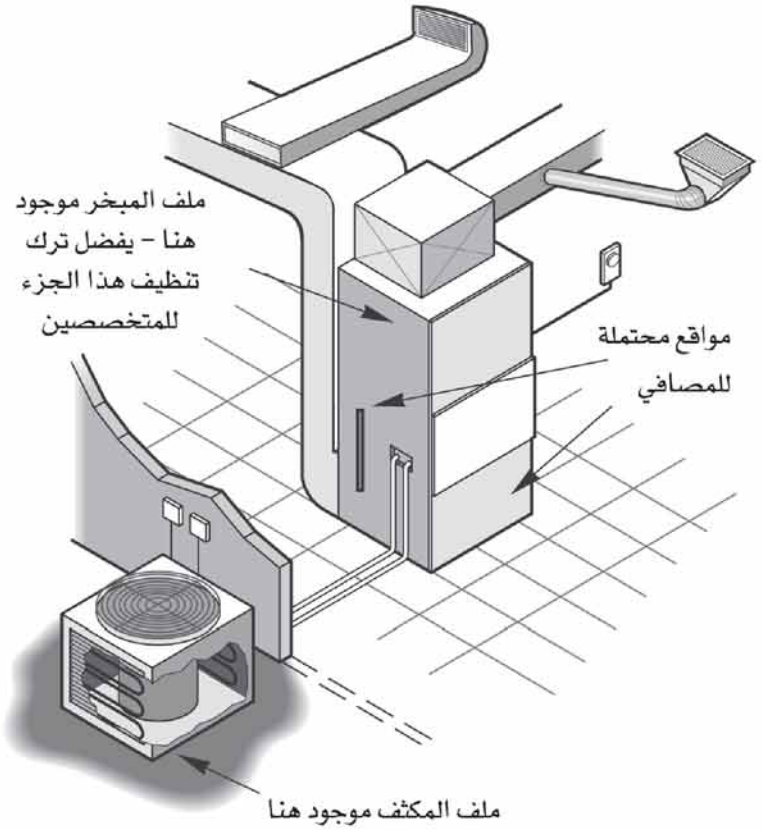
- **خارج المترل:** نظّف مواسير المكثف الخارجية. فالحرارة التي يجمعها المكيف تحمل إلى الخارج لهذه الأنابيب والتي في حال اتساخها لا تستطيع التخلص من الحرارة، ومن ثم يؤدي ذلك إلى تقليل كفاءتها. استعمل أداة كنس ناعمة، وماء؛ لإزالة الغبار والأوساخ بلطف عن المواسير، كما يجب فك هذه الوحدة الخارجية كل فترة، وتنظيفها تنظيفاً أكثر شمولاً، وهذه مهمة يجب تركها "للمتخصصين المحترفين, كما هو موضح تحت عنوان "الصيانة الدورية المتخصصة لأنظمة التكييف" المذكور في صفحة رقم ٢٨٣".

- **خارج المترل:** عليك بإزالة النباتات (الأشجار) والأوساخ الأخرى التي تبعد عن الوحدة الخارجية أقل من متر واحد، والتأكد من أن المجرى العلوي للهواء الخارج من الوحدة خال من أي معوقات، وذلك لمسافة لا تقل عن متر ونصف.

تجنّب أية أنشطة يمكن أن تثير الغبار أو مواد أخرى عالقة في الهواء، إذ يمكن لوحدة المكثف (الموجودة خارج المترل) أن تمتصها. إنّ قص الأعشاب بالقرب من المكثف يثير الغبار الذي يمكن أن يغلق المواسير؛ ولذا فاحرص على إطفاء الوحدة قبل البدء بقص الأعشاب القريبة. ويمكن لمصفي مجفف الملابس الكتانية أيضاً أن يسد مواسير المكثف؛ لذلك، تأكد من أن فتحة تهوية المجفف تبعد ثلاثة ونصف متر على الأقل عن المكثف باتجاه حركة الرياح.

www.j4know.com

نظـف أو استبـدل مصفيـات الهـواء الداخلية. وهـي موجودة إمـا في حجرة الفرن، أو مجرى الراجع، أو مسجل الراجع



نظـف ملف المكثـف الخارجي سنوياً بالماء وفرشـاة ناعمة. حاول إبقاء ورق الأشجار والأوساخ بعيداً عن الملف الخارجي

مهمـات الصيانـة هذه تضمـن أن معدل تدفق الهـواء فوق الملفـات الداخلية والخارجيـة في حدوده القصوى. معدلات جريان الهـواء المنخفضة توثر سلباً وبشكل كبير على كفاءة مكيف الهواء

شكل رقم (٤-١٥) صيانة مكيفات الهواء المركزية

www.j4know.com

الخلاصة

من شـــأن المهمات التي وصفت في هذا الباب المســـاعدة في تقليل اعتمادك على أجهزة التدفئة والتكييف في المترل، كما أنها ســـتضمن أنه في حال اســـتخدامك هذه الأجهزة، فانها ستعمل بوثوقية وفعالية أكبر من غيرها. تكلف معظم هذه الإجراءات أقل بكثير على المدى البعيد من تكلفة شراء الغاز أو الكهرباء؛ لتشغيل أجهزة التدفئة والتكييـــف المترلية. وباتباع هذه الخطوات الأولى التي قدّمت في هذا الباب، ســـتوفر الطاقة، وتخفض النفقات، وترفع مستوى الراحة في مترلك.

- إذا كان لديك جهاز يدوي للتحكم بالحرارة، فاحرص على ضبطه على درجة حرارة تؤدي إلى إستهلاك أقل قبل مغادرة المترل أو الذهاب إلى النوم.
- إذا كان أفـــراد عائلتك يتمتعون بجدول زمني يومـــي منتظم، ففكر في اقتناء وتركيب جهاز تحكم بالحرارة قابل للبرمجة، وتعلم استعماله استعمالاً فعّالاً.
- خلال الطقس الحار، إستعمل المراوح المتنقلة؛ لتدوير الهواء وتبريده في الغرف المشغولة. إذا كنت تستخدم التكييف، فارفع ضبط الحرارة بضع درجات عند تشغيل المراوح.
- خلال أوقات الحر، حرك الهواء الســـاخن، وانقله إلى خارج المترل خلال الليل، وذلك باستعمال مراوح التهوية، مثل: مراوح النوافذ، والمراوح المركزية الثابتة.
- إحرص على توفـــير تظليل لنوافذ الغرف التي تميل إلى الحر الزائد. اســـتعمل التظليل خلال النهار في أوقات الحر.
- إذا كنت تســـكن في منطقة حارة، فبادر بتركيب ســـطح (سقف) خارجي (roof) عاكس "بارد"، أو طبقة ســـقف خارجي بارد حاصل على تصنيف ENERGY STAR.
- تأكـــد من صيانة أجهزة التدفئة والتكييف. اســـأل عن أعمال الصيانة خلال وجود الفني في مترلك.
- افحص المصفي (الفلتر) في فرن التدفئة أو المكيف، ونظّفه أو اســـتبدله إذا كان متســـخاً.
- إذا كان لديك نظام تكييف مركزي، فنظّف المواسير الخارجية تنظيفاً دورياً.

www.j4know.com

- إذا كان لديك أجهزة تدفئة أو تسـخين مياه تعمل على حرق الغاز الطبيعي أو البروبين أو الزيت الثقيل، فبادر بتركيب جهاز لقياس غاز أول أكسيد الكربون؛ لينبّهك بالمشكلات المتعلقة بعملية الاحتراق، ومن ثم إيجاد الحلول لها.

www.j4know.com

الباب الخامس

تنسيق الحديقة المترلية لرفع كفاءة الطاقة

ينبغي عليك لتنسيق حديقة المترل أن يدخل ذلك في خطتك طويلة الأجل؛ والخاصة بتخفيض تكاليف التدفئة والتكييف؛ لأنك قد تشهد وفورات مجزية من تنسيق مدروس لحديقة المترل، وخصوصاً إذا كان مترلك يتعرض حالياً لشمس حارقة في الصيف أو رياح عاتية في الشتاء. ويمكن لنباتات المترل أيضاً تحسين خصوصيتك، وتخفيض الإزعاج من الخارج، والتحكم بالغبار. وإذا أضيفت هذه الفوائد إلى جمالية الحديقة الناضجة، فقد يؤدي وجود الأشجار (trees)، والشجيرات (shrubs) في المترل إلى رفع سعر بيعه من ١٠ إلى ٢٠٪.

سنوضح في هذا الباب المبادئ الدائمة في التصميم الجيد للحدائق. وسنريكم كيفية اختياركم الأشجار والشجيرات (النبتات المنخفضة الكثيفة bushes) التي تناسب المناخ السائد، وأفضل الطرق لزراعتها. كما نورد نصائح؛ لضمان أن قيمة نباتات حديقتك ستزداد مع مرور الوقت.

تقييم حديقة المترل

هل لديك أشجار ونبتات مزروعة بالفعل ضمن ممتلكاتك؟ هل هي دائمة الخضرة أم أنها متساقطة الأوراق؟ ما أشكالها؟ عند وضع خطتك المتعلقة بتنسيق الحديقة، عليك أن تأخذ في الحسبان النباتات المزروعة بالفعل حول المترل.

هل يتعرض مترلك للحر الزائد في الصيف؟ هل بعض الغرف أكثر حرّاً من غيرها؟ قد تكون قادراً على خفض تكاليف التكييف، وذلك بزرع الأشجار أو الشجيرات التي ستظلّل أكثر الأجزاء تعرضاً للحرارة في مترلك.

هل يقع مترلك في منطقة يكون فيها الجو حاراً وعاصفاً في الصيف؟ قد تزرع حواجز أو سياجاً، يوجّه تيارات الهواء الباردة نحو مترلك فيها.

هل يقع مترلك في منطقة يكون الجو فيها بارداً وعاصفاً في الشتاء؟ قد تزرع مصدّاً للرياح؛ لحماية مترلك من الرياح الباردة.

www.j4know.com

أين مسار الشمس اليومي فوق منزلك؟ وكيف يتغير بين الفصول؟ قد تتمكن من تصميم أشجار الحديقة، وتعديل وضع توزيعها؛ لتحمي منزلك من شمس الصيف الحارة، في حين تسمح لشمس الشتاء المرغوب فيها بالوصول إلى منزلك.

هل ميل الأرض باتجاه منزلك أم بالاتجاه المعاكس؟ عليك بتصميم حديقتك؛ لحماية أساسات منزلك وذلك بمنع الماء من الوصول إليها.

أساسيات الحدائق المنزلية

الفوائد الناتجة من تنسيق حديقة المنزل كبيرة، وموثقة توثيقاً جيّداً، فالدراسات التي قامت بها وزارة الزراعة، ووزارة الطاقة الأمريكيتين تبين كيف أن الأشجار المزروعة بأماكن مدروسة في حديقة المنزل يمكن أن تخفض استهلاك الأسرة العادية من الطاقة، وذلك بنسبة تتراوح ما بين ٢٠ إلى ٢٥٪، وبمعدل توفير يتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٤٠٠ دولار سنوياً.

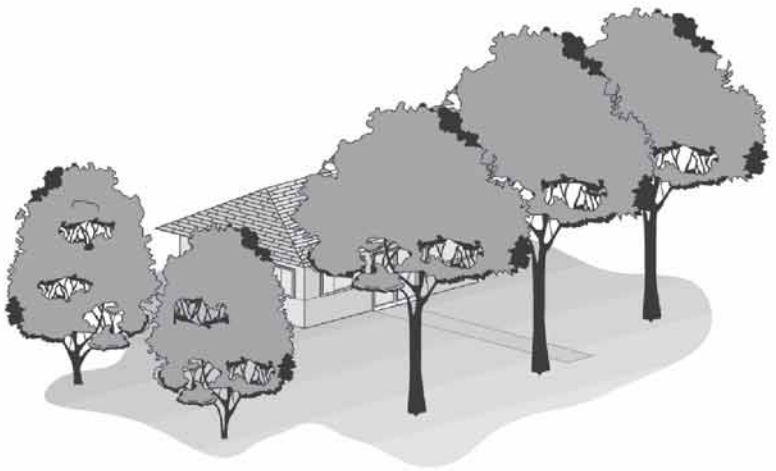
ولتنسيق الحديقة ايضاً آثار بيئية إيجابية، إذ تستهلك النباتات غاز ثاني أكسيد الكربون والماء من خلال عملية التمثيل الضوئي، حيث يخزن هذا الكربون أو يحجز في النبتة نفسها أو في التربة المحيطة بها. وبما أن غاز ثاني أكسيد الكربون من الغازات الدفيئة القوية التي تسهم في التغير المناخي، فإن تحسين تنسيق حديقة منزلك سيقلل من بصمتك الكربونية.

الفوائد الصيفية

سيقلل التظليل الذي تتركه حديقتك تكاليف تكييف منزلك في الصيف وذلك بنسبة تتراوح ما بين ١٥ إلى ٥٠٪، وقد تصل هذه النسبة إلى ٧٥٪ للمنازل المتنقلة الصغيرة. وستكون الوفورات أعلى ما يمكن في المناطق ذات المناخ الحار، وبوجود القليل من التظليل القائم. وربما لحظت أن الحدائق والغابات تكون دئماً أكثر برودة من الشوارع المجاورة في المدينة، ويرجع سبب ذلك إلى أن الأشجار تحجب أشعة الشمس، وتحول دون وصولها إلى الأرض من ناحية، وأن كتلة الأشجار الخضراء (الأوراق) تطلق بخار الماء البارد من خلال عملية تسمى التبخّر والنّتح (evapotranpiration) من ناحية أخرى (أنظر الشكل رقم ٥-١). وقد بينت العديد من الدراسات أن درجة حرارة الهواء في النهار خلال الصيف في الأحياء المزروعة بأشجار كبيرة تكون أقل بما يتراوح ما بين ٣ إلى ٦ درجات فهرنهايت (أي حوالي ١,٥ إلى ٣ درجات مئوية) منها في الأحياء الجديدة التي لا توجد بها أشجار، وأن الحدائق الكبيرة في المدن تكون أبرد

www.j4know.com

من الأحياء القريبة بما يصل إلى ٣ درجات فهرنهايت.



أغرس أشجاراً غير دائمة الخضرة على بعد ٥ إلى ١٥ قدماً من الجهة المطلة جنوباً من المنزل لحجب حرارة الشمس عندما تكون الشمس مرتفعة في كبد السماء في الصيف. أغرس أشجاراً عريضة على بعد ١٠ إلى ٣٠ قدماً من الجهة الغربية للمنزل لحجب الاشعاع الشمسي منخفض الزاوية خلال أوقات بعد الظهر الحارة في الصيف.

شكل رقم (٥-١) تصميم تنسيق الحديقة للصيف

قد تكون زراعة الأشجار أكثر جدوى من ناحية اقتصادية بعشر مرات من بناء محطات توليد كهربائية جديدة؛ لتلبية متطلبات التكييف في الصيف. فقد قدرت دراسة أجريت عام ١٩٩٢م في معمل لورنس بيركلي (الولايات المتحدة) تكلفة بناء محطات توليد كهربائية جديدة؛ لتلبية الأحمال الكهربائية الذروية (كتلك الناتجة عن تشغيل المكيفات في أوقات ما بعد الظهر في الصيف) بـ ١٠ سنتات لكل كيلو وات-ساعة. كما بينت الدراسة ذاتها أن تقليل الاستهلاك وقت الذروة عن طريق زراعة الأشجار يكلف فقط سنتاً واحداً لكل كيلو وات-ساعة. وربما تكون هذه الأرقام قد تضاعفت منذ ذلك الوقت، ولكن نسبة ١٠ إلى ١ تبقى متسمة بالدقة.

www.j4know.com

تعتمد فعالية تنسيق الحديقة في تقليل تكلفة تبريد المترل على عدة عوامل أهمها:

- درجة الحرارة السائدة في الصيف في منطقتك.
- لون وعاكسية سطح المترل وجدرانه.
- عدد ومساحة النوافذ في الجوانب المشمسة من مترلك.
- كمية العزل الحراري في عليّة المترل.

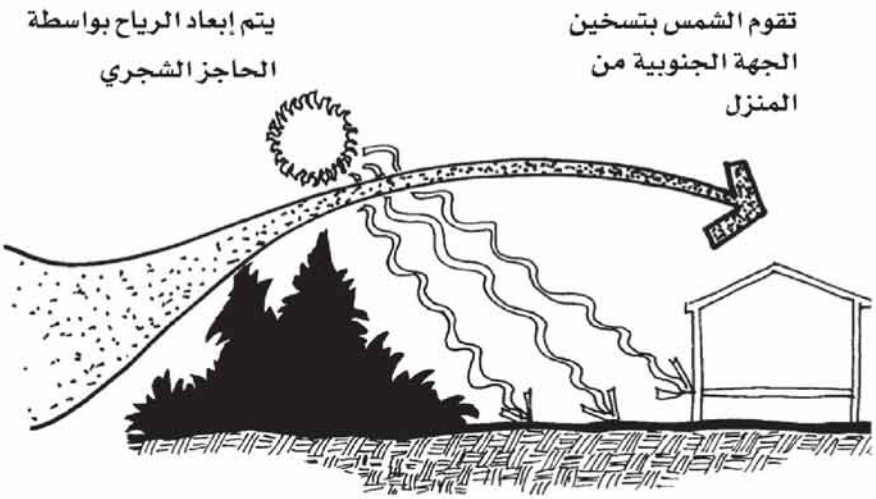
وإذا كان مترلك يقع في منطقة حارة، وبنوافذ جنوبية كبيرة، وسطح خارجي داكن اللون، فستكون حاجتك إلى التظليل في الصيف أكبر ما يمكن. لكن إذا كنت تسكن بعيداً في شمال الكرة الأرضية، حيث من النّادر الحاجة إلى التكييف، فإن أهمية التظليل الذي توفره نباتات الحديقة تكون أقل بكثير من ذلك.

الفوائد الشتوية

يمكن لتنسيق الحديقة أن يقلل تكاليف استهلاكك من الطاقة في الشتاء أيضاً. فتنسيق الحديقة الذي يعمل كمصد للرياح يمكنه خفض فواتير التدفئة في الشتاء بمقدار الثلث (٣٣٪)؛ لأن الهواء المتحرك يحمل الحرارة بسرعة أكبر بكثير من الهواء الساكن. فالهواء الذي يعصف بمترلك سيبرد السطوح الخارجية له مسبّباً انتقال (ضياع) الحرارة من داخل المترل من خلال الجدران والسطوح الأخرى بسرعة أكبر من غيرها. كما ستدخل الرياح إلى مترلك من خلال التشققات والفتحات الأخرى في الإطار الخارجي للمترل، جالبة معها تيارات هوائية تؤدي إلى لزيادة تكاليف التدفئة.

لقد عرف ملاك المنازل الريفية هذا المبدأ عند تصميمهم مصدات حول منازلهم، حيث يبين الشكل رقم (٥-٢) التصميم المرغوب فيه للحديقة في الشتاء. فقد توصلت إحدى الدراسات التي أجريت في ولاية داكوتا الشمالية (أمريكا- شمال) إلى أن مصدات الرياح في الجهات الشمالية والغربية والشرقية للمنازل هناك تقلل استهلاك الوقود بمعدل يصل إلى ٤٠٪. كما بينت الدراسة ذاتها أنه بمصد واحد صغير للرياح في جهة مهب الريح فقط, فإن المترل يستهلك أقل من استهلاك البيوت غير المحمية بما معدله ٥٢٪. كما بينت دراسة أخرى أجريت في ولاية أوكلاهوما (أمريكا- الغرب الأوسط) أن سياجاً من الأشجار الطويلة دائمة الخضرة على الجهة الشمالية من المترل (جهة مهب الريح) قلل استهلاك ذلك المترل من الوقود، وذلك بنسبة بلغت ١٠٪ في حال الرياح الخفيفة، وبأكثر من ٣٠٪ خلال الرياح القوية.

www.j4know.com



صمّم حديقة المنزل لتشكيل مناخاً محلياً موفراً للطاقة حول منزلك. لتحقيق الفائدة الكاملة من حرارة الشمس، صمّم حديقة المنزل للسماح بوصول كامل أشعة الشمس للمنزل خلال الشتاء.

شكل رقم (٥-٢) تصميم تنسيق الحديقة للشتاء

تعتمد فعالية تنسيق الحديقة في تقليل تكلفة تدفئة المترل على العوامل التالية:

- مدى برودة فصل الشتاء في منطقتك.
- مدى برودة المترل (بتعرضه لتيارات هوائية باردة).
- مدى تعرض موقع مترلك لهبات الرياح.

إذا كنت تعيش في مترل معرض لتيارات هوائية باردة في أقصى المناطق الشمالية المفتوحة (في الولايات المتحدة) مثلاً، فإنك ستحصل على الفوائد القصوى الشتوية من تنسيق الحديقة. لكنك ستحصل على فوائد أقل إذا كان مترلك محكم الإغلاق، ومحاطاً بسياج من الأشجار أو البناء، ويقع في منطقة ذات مناخ دافئ في الشتاء.

www.j4know.com

في كل الأحوال التي تنسّـــق فيها حديقتك؛ لتحســـين كفاءة منزلك في الشتاء أو الصيف، فإن حديقتك ستزيد قيمة المنزل، وتقلل بصمتك الكربونية؛ ولذا، من المفيد دائما أن تستثمر الوقت والمال؛ لتحسين حديقتك.

معرفة مناخك المحلي (Microclimate)

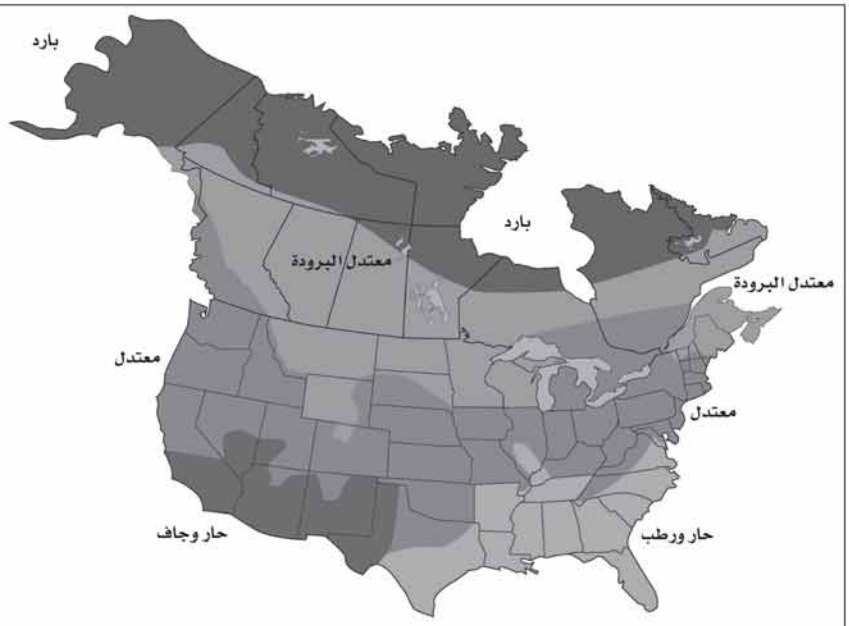
يعرف المناخ المحلي بالمناخ السائد في المنطقة القريبة المحيطة بمنزلك. فإذا كان منزلك يقع على منحدر جنوبي مشـــمس مثلاً، فقد يكون مناخه المحلي دافئاً، حتى لو كان يقع في منطقة باردة. وإذا كنت تسكن في منطقة حارة ورطبة، فقد يتمتع منزلك بمناخ محلي مريح بسبب التظليل الكثيف، وتيارات الهواء الباردة.

قـــد تنمو بعض النباتات نموّاً جيداً في المناخ المحلي للمنزل، في حين يذبل الآخر، وذلك حسب نوع التربة، ومقدار التظليل ورطوبة التربة المحلية. وللمساعدة في تقييم هذه العوامل المحلية، فعليك بالاستعانة بمتخصص مهني في الأشتال الشجرية أو خبير إرشـــاد زراعي في الدائرة الإدارية المحلية، ومعماري متخصص في تنسيق الحدائق أو مقاول متخصص؛ لمســـاعدتك في اختيار النباتـــات الملائمة، وكيفية العناية بها. هذه المعلومـــات مهمة للغاية، وخاصة عندما يتعلق الأمـــر بالتخطيط للحديقة، والحفاظ عليها. وهو سبب وجيه للتوجه إلى مهنيين متخصصين عوضاً عن غيرهم؛ للمساعدة في هذا المجال.

الأقاليم المناخية

تضم أمريكا الشـــمالية خمسة أقاليم مناخية يمكن تصنيفها عموماً على أنها معتدلة (temperate)، وحـــارة جافّة (hot-arid)، وحارة رطبة (hot humid)، ومعتدلة البرودة (cool)، وباردة (cold). عند محاولة فهم تأثير المناخ العام في منزلك، عليك أيضاً أخذ تأثير المناخ المحلي في الحسبان. فمثلاً، قد يكون لمنزل واقع في منطقة مرتفعة مطلة باتجاه الشـــمال الخصائص المناخية نفسها لمنطقة تبعد مئات الكيلومترات شمالاً. بيد أن إستراتيجيات تنسيق الحديقة الهادفة إلى توفير الطاقة ستكون مختلفة لكل منهما (أنظر: الشكل رقم ٥-٣).

www.j4know.com



تحـدد طبيعـة المناخ السائد فـي منطقتك أفضل استراتيجية لتنسيـق الحدائق المنزلية لتحقيق كفـاءة الطاقة. قد يؤدي المحيـط المباشـر بالمنزل لتغيير الإقليم المناخي الـذي يقع فيه المنزل إذا كنت تسكن فـي المناطق الجبلية في الإقليم المعتدل، مثلاً، فقد يكون المناخ المحلي لمنزلك مشابهاً للمناخ بالمناطق معتدلة البرودة.

شكل رقم (٥-٣) تصميم تنسيق الحدائق المترلية حسب الأقاليم المناخية للولايات المتحدة وكندا.

الإقليم المعتدل

في معظم هذه المناطق، عليك الأخذ في الحسبان فصلي التدفئة والتكييف؛ لأن الرياح الموسمية متوقعة في أي موسم، وأمرها شائع في فترات الرطوبة العالية؛ لذا، عليك بأن:

- توفـر التظليل خلال الصيف بزراعة نباتات متسـاقطة الأوراق؛ لتوفر تظليلاً عميقاً للمترل خـلال منتصف النهار. اختر أشـجاراً طويلة بجذوع فارغة؛ لتسمح لشمس الشتاء المائلة بتدفئة بيتك.
- تزرع مصدات للريـاح؛ لتغيير اتجاه الرياح في الشـتاء بعيداً عن المترل، مع الحرص على إبقاء هذه المصدات بعيدة بما يكفي، لتدوير الهواء في الصيف.

الإقليم الحار الجاف

تسـود هذا النوع من المناطق أجواء صافية، وهواء جـاف، وفترات طويلة من الطقس الحار. في غالب الأحيان، تكون الأمسـيات معتدلة البرودة، وبتقلبات كبيرة

www.j4know.com

في درجات الحرارة اليومية (بين النهار والليل).

- ازرع أشـــجاراً مقاومة للجفاف؛ لتظليل الجدران والنوافذ. ســـتلطّف هذه الأشجار أيضاً الهواء عن طريق عملية التبخر الناجمة عن أوراقها.
- صمّم لزراعة النباتات في الحديقة، بحيث تسمح لنسمات الهواء بالوصول إلى المنزل. فمثلاً، تدوّر الأشجار الطويلة الجدوع المفتوحة، الهواء على مستوى الأرض.

الإقليم الحار والرطب

تتميز هذه المناطق بالحرارة العالية، والرطوبة المرتفعة شـــبه الدائمة، في حين تكون سرعة واتجاه الريح متغيرة.

- اسمح بالرياح الصيفية الباردة بالوصول إلى منزلك. لا تبن أسوارا من الشجيرات الكثيفة بالقرب من منزلك؛ لأنها ستحجب نسمات الهواء المرغوب فيها.
- قلل الرطوبة حول منزلك إلى الحدود الدنيا، ولا تزرع أشجاراً أو نبتات تحتاج إلى الري بالقرب من أساسات المنزل.
- ازرع أشـــجاراً طويلة بكتلة خضراء كبيرة، وجـــذوع خالية من الأغصان؛ لتعظيم التظليل من دون إعاقة تدوير الهواء حول المنزل.
- إذا كنت تعيش في منطقة أعاصير، فاختر نوعية من الأشجار مقاومة للرياح العاتية.

الإقليم معتدل البرودة

تكون هذه المناطق دافئة صيفاً، وباردة شتاءً، وتكون حرارة الشمس فيها أقل من المناطق الجنوبية (في أمريكا).

- إذا كانت لديك مســـاحة فارغة كبيرة، فازرع مصدات كثيفة من خليط من الصنوبريات والشجيرات متســـاقطة الأوراق على جهة مهب الريح؛ لتحمي منزلك من الرياح الباردة في الشتاء.
- ظلّل النوافذ من شمس الصيف المباشـــرة، وركّز الانتباه على النوافذ المطلة على الجهتين: الغربيـــة والجنوبية للمنزل، وخصوصاً في الغرف المعرضة للحر الزائد في فترات ما بعد الظهر في فصل الصيف.
- صمم حديقتك بحيث تصل شمس الشتاء المرغوبة فيها إلى النوافذ المطلة على الجهة الجنوبية.

www.j4know.com

الإقليم البارد

تشـــهد هذه المناطق فصل صيف معتدل البرودة وشتاءاً شديد البرودة. وبناء على ذلك، فالمنازل في هذه المناطق لا تحتاج إلى تكييف. وفيما يتعلق بالحديقة، يجب تركيز الجهود على حماية المترل من البرد الشديد.

- إذا كانت لديك مســـاحة فارغة كبيرة، فازرع مصدات كثيفة من خليط من الصنوبريات والشجيرات متســـاقطة الأوراق على جهة مهب الريح؛ لتحمي مترلك من الرياح الباردة في الشتاء.
- صمم حديقتك بحيث تصل شمس الشـــتاء المرغوبة فيها إلى النوافذ المطلة على الجهة الجنوبية.

التظليل (Creating Shade)

يمكن أن يقلّل تظليل أكثر أجزاء المترل تعرضاً للشمس في الصيف تكاليف تكييف المترل. إنّ الطاقة الشمسية التي ترفع حرارة سطح المترل، وتشع من خلال نوافذه هي الســـبب الرئيس، حيث تلجئ الناس إلى اســـتعمال المكيفات. ويمثل التظليل الطريقة الأجدى اقتصادياً؛ لتقليل اكتســـاب (امتصاص) حرارة الشـــمس. يمكنك في معظم المناطق إيجاد أشجار حدائق بأحجام وأشكال تناسب تقريباً كل الاحتياجات المختلفة للتظليل، بحيث تراعي الطبيعة، وتوفق بين رغبتنا في حجب أشعة الشمس في الصيف، والسماح لها بالدخول في الشتاء من خلال الأشجار أو الشجيرات متساقطة الأوراق، حيث تتخلص هذه الأشجار أو الشجيرات من أوراقها في الشتاء؛ لتسمح بمرور أشعة الشـــمس الدافئة. ويبين الشكل رقم (٥-٤) العلاقة بين التظليل الذي توفره الحديقة وبين المناخ المحلي للمترل.

يمكن لشـــجرة واحدة أن تقلل الإشـــعاع الشمسي الساقط بنســـبة تتراوح ما بين ٢٥ إلى ٦٠٪، وذلك حسب كثافة الجذوع والأوراق (الكتلة الخضراء) للشجرة. ينصح بزراعة الأشـــجار الطويلة متســـاقطة الأوراق في الجهات الجنوبية، والجنوبية الشـــرقية، والجنوبية الغربية من المترل؛ لتوفير الحد الأقصى من التظليل خلال الصيف، في حين تكون أحد الأشـــجار ذات الكتلة الخضراء مناســـبة أكثر في الجهتين الشرقية والغربية، حيث يكون التظليل مرغوباً فيه، وذلك عند ميلان الشـــمس في ساعات ما بعد الظهر في أوقات الصيف.

www.j4know.com

يمكن للتظليل من الأشجار والشجيرات أن يشكل مناخاً محلياً معتدل البرودة (مريحاً) حول المنزل خلال الصيف. يتميز التصميم المدروس للحديقة المنزلية بأنه يسمح أيضاً لشمس الشتاء بالوصول للمنزل.

شكل رقم (٥-٤) التظليل والمناخ المحلي للمنزل

من المتوقع أن تبدأ شجرة طولها ١٠ أقدام (٣ م) عند زراعتها بالقرب من منزلك بتظليل النوافذ القريبة منها خلال السنة الأولى من زراعتها، وستبدأ الشجرة ذاتها بتظليل سطح المنزل خلال مدة تتراوح ما بين خمس إلى عشر سنوات، وذلك حسب صنف الشجرة، وطبيعة المنزل. إنّ زراعة شجرة واحدة؛ لتظليل المنزل خلال ساعات ما بعد الظهر قد يقلل درجة حرارة جدرانه وسطحه بما يتروح ما بين ٢٠ إلى ٤٠ درجة فهرنهايت. ويمكن لزراعة صفَ من الأشجار الضيقة المتقاربة أن يكون بديلا محتملاً جيداً عن زراعة شجرة تظليلٍ واحدة كبيرة بأغصان سميكة.

www.j4know.com

ولتحقيق نتائج أسرع، فإنه يمكنك اللجوء إلى خيار زراعة نباتات خضراء (دائمة الخضرة) قريبة من المترل. فأشجار الكرمة, أي: العنب (vines) توفر التظليل للجدران والأساسات بعد أشهر قليلة من زراعتها. كما أن استعمال معرش (trellis) مع أشجار كرم متسلقة أو صندوق نبتة (planter box) بأشجار كرمة منتشرة أو ممتدة (على الأرض) ستحجب الشمس، في حين تسمح لنسمات الهواء اللطيفة بالمرور (انظر الشكل رقم٥-٥). إنّ اشجار الكرمة الحولية، مثل: نبتات الحبوب المتسلقة (runner beans)، وأشجار الكرم متساقطة الأوراق، مثل: النباتات المتسلقة من عائلة الكرمة (Virginia creepers)،أو الشجيرات المزهرة المتسلقة (honeysuckles) تفي بهذا الغرض إيفاءً جيداً.

يمكن للعرائض المغطاة بالأشجار تبريد منزلك أو فناء المنزل بتشكيل منطقة مظللة. يكون هذا الوضع مفيداً بشكل خاص إذا كان لمنزلك فقط نافذة واحدة أو اثنتين ممن تتسبب بزيادة حرارة المنزل

شكل رقم (٥-٥) التظليل عن طريق العرائش

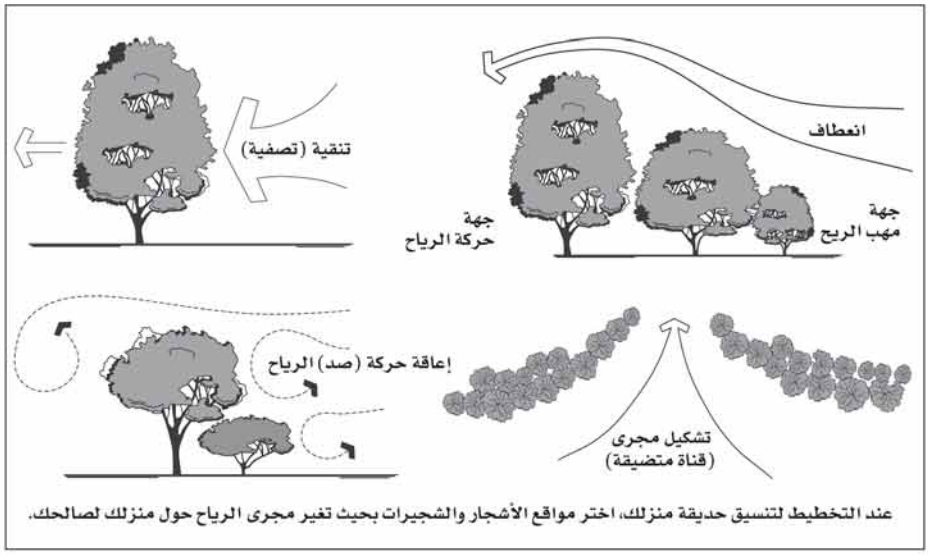
www.j4know.com

الحماية من الرياح (Creating Wind Protection): مصدات الرياح

يمكن لحدائق المترل المنسقة تنسيقاً جيداً أن تقلل تكاليف تدفئة المترل في الشتاء، وذلك باستعمالها كمصد للرياح إلى جانب توفير التظليل في الصيف. تعمل مصدات الرياح المكونة من الأشجار والشجيرات على تخفيض سرعة الرياح على مدى مسافة تصل إلى ٣٠ ضعف ارتفاع مصد الرياح.

تعدّ الأشجار دائمة الخضرة المزروعة في جهة المترل المعرضة للريح أفضل الأشجار في حجب رياح الشتاء، فإذا كان ممر مدخل مترلك معرضاً لرياح الشتاء الباردة، ففكر بزراعة شجيرات دائمة الخضرة بالقرب من مدخل المترل؛ لحمايته من التيارات الهوائية الشتوية العنيفة (أنظر الشكل رقم ٥-٦).

تؤدي الشجيرات وأشجار الكرمة المزروعة بالقرب من مترلك (مثل: عرائش الكرمة، والأشجار المنخفضة — الممتدة - كما وضّح ذلك في الفقرة السابقة) دور العازل الحراري لمترلك في الشتاء، ويمكنها أن تخفض تكاليف التدفئة بايجاد منطقة رياح ميتة - ساكنة - حول المترل.



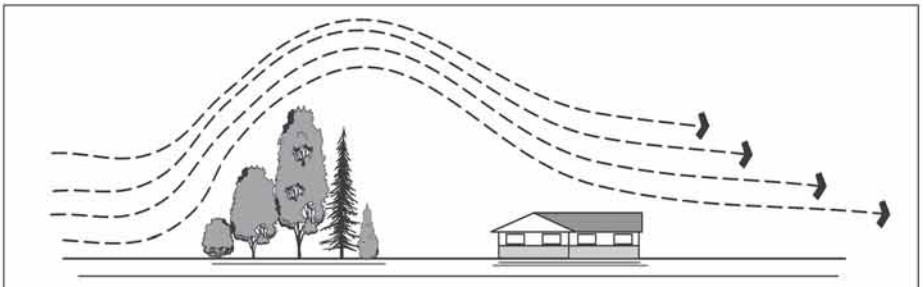
شكل رقم (٥-٦) تغيير أنماط جريان الرياح في المناخ المحلي للمترل

عند زراعة الشجيرات وأشجار الكرمة بالقرب من المترل، تأكد من وجود ما لا يقل عن قدم واحد (٣٥ سم) بين الشجيرات عند نضوجها (مكتملة النمو)، وجدران

www.j4know.com

المترل. وفي المناطق ذات التربة الرطبة، فإن الكتلة الخضراء الشجرية التي تنمو بالقرب من المترل يمكنها أن تعيق عملية تجفيف التربة، وذلك بواسطة الرياح والشمس، كما أن ريّ الأشجار برش الماء على جوانب المترل قد يؤدي إلى مشكلات تتعلق بالرطوبة. في الأماكن ذات الأجواء الرطبة، يكون التنسيق الأمثل للحديقة الذي يسمح للرياح بالحركة حول المترل؛ للمحافظة على درجة معقولة من جفاف التربة.

عند زراعة الأشـــجار دائمة الخضرة على الجهة الجنوبية من المترل, تأكد من أنها لن تحجب الشـــمس في فصل الشـــتاء. وإذا كانت الرياح الجنوبية في فصل الشتاء في منطقتك تمثل مشـــكلة، فازرع أشجاراً دائمة الخضرة بعيدة عن المترل بما يكفي؛ لتدفـــع الرياح البـــاردة إلى الأعلى، وفوق المترل، ولكن دون أن تظلل المترل نفســـه (انظر الشكل رقم ٥-٧).



تستطيع الأشجار والشجيرات خفض معامل البرودة الذي تسببه الرياح في المناعات معتدلة بنسبة ٤٠ إلى ٦٠٪. للحماية القصوى، أغرس مصدات الرياح على بعد يتراوح بين مرتين وخمس مرات طول الشجرة الناضجة من المنزل.

شكل رقم (٥-٧) انعطاف مسار الرياح بعيداً عن المترل بواسطة مصدات الرياح الشجرية.

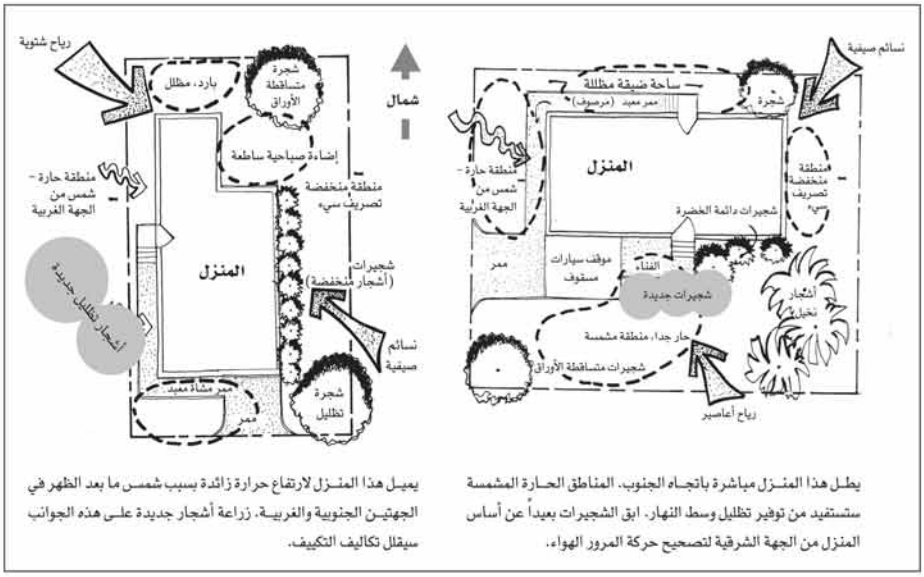
تخطيط الحديقة المترلية لتخفيض استهلاك الطاقة

تتمثل الخطوة التالية نحو التصميم السليم للحديقة برسم مخطط لفناء (ساحة) المترل، بحيث يكون شاملاً كل المباني، وممرات المشي، وممرات السيارات، وخطوط الخدمات كافة، مثل: المياه، والمجاري، والكهرباء، والغاز، والهاتف. وتحدد فيه الاستخدامات الممكنة للمساحات المختلفة من فناء المترل، مثل: حدائق لزراعة الخضروات، وأخرى لزراعة الأزهار، ومناطق للجلسات واللعب، ولتجفيف الملابس (بالطريقة التقليدية)، وهكذا إلخ.

www.j4know.com

ارسم أسهماً لبيان الزوايا الشمسية، واتجاهات الرياح السائدة صيفاً وشتاءً، وذلك باستعمال أقلام مختلفة الألوان؛ زيادةً في التوضيح خلال تحضير والمخطط وضع دوائر حول المناطق التي تحتاج إلى التظليل أو الحماية من الرياح (انظر الشكل رقم ٥-٨).

تعكس المناطق المعبدة أو المرصوفة التي حول المترل حرارة الشمس على جدران ونوافذ المترل؛ لذلك، من المهم ملاحظة مواقع الأسطح المعبدة بالقرب من المترل، مثل: الشوارع، والجلسات المرصوفة، وممرات السيارات، والأرصفة، وأخذها في الحسبان.



يطل هذا المنزل مباشرة باتجاه الجنوب. المناطق الحارة المشمسة ستستفيد من توفير تظليل وسط النهار. ابق الشجيرات بعيداً عن أساس المنزل من الجهة الشرقية لتصحيح حركة المرور الهواء.

يميل هذا المنزل لارتفاع حرارة زائدة بسبب شمس ما بعد الظهر في الجهتين الجنوبية والغربية. زراعة أشجار جديدة على هذه الجوانب سيقلل تكاليف التكييف.

شكل رقم (٥-٨) أنموذج تحليل موقع حديقة مترلية في منطقة ذات مناخ حار رطب (يمين)، وأنموذج تحليل موقع حديقة مترلية في منطقة ذات مناخ حار جاف (يسار).

وفي حال رغبت في حجب إنارة مترل أو شارع قريب، مع الإبقاء على إمكانية الرؤية البعيدة، ارسم أسهماً توضح كيفية الرؤية التي ترغب في المحافظة عليها، وضع علامات واضحة لمسارات مصادر الضوضاء التي ترغب في حجبها. ضع علامات واضحة أيضاً على المناطق التي يتعين عليك تحديد ارتفاع أو عرض أشجار الحديقة: كتلك التي ستوجد تحت خطوط شبكة الكهرباء أو على امتداد زوايا الشوارع.

كلما حددت أهدافك بوضوح أكبر من ذي قبل، وتعرفت أكثر على مواصفات

www.j4know.com

فناء منزلك – الحالية والمقترحة – زادت فرص نجاح مشاريع تنسيق حديقتك. كما أن المخطط الذي أعددته لساحة (فناء) المنزل سيساعدك في التواصل مع المتخصصين في تصميم وتنسيق الحدائق.

تعدّ المساحات الخضراء الواسعة والمفتوحة ضرورية لحديقة منزلية جميلة، حيث إنها مهمة للعب الأطفال، واسترخاء العائلة. لذلك ينبغي تحويل المساحات التي لا تستعمل كثيراً من أصحاب المنزل إلى حديقة مزروعة بالأشجار والشجيرات. ويمكنك تغطية بعض المساحات بغطاء من المواد العضوية، مثل: القطع الخشبية، أو غطاء من المواد المعدنية، مثل: الرمل الناعم أو رماد البراكين. لكن تذكر عموماً، أنّ إزالة المساحة الخضراء من حديقة المنزل، وتحويلها إلى حديقة خضراء سيخفض استهلاكك من الماء، وفي الوقت ذاته لتوفر الأشجار الجديدة مناخاً محليّاً لطيفاً.

وإذا كنت تسعى إلى مزيد من التظليل، أو الحماية من الرياح، أو زيادة الخصوصية، ففكر بزراعة سياج حيّ من الأشجار والشجيرات الكثيفة؛ ليوفر حاجزاً لحجب الضوضاء، والرؤية (من المتطفلين)، ويكون مصداً للرياح، ومصدر طعام للعائلة، أو بيئة لعيش نباتات أو حيوانات برية. وعندما يؤسس السياج الأخضر، فانه يحتاج إلى صيانة أقل من السياج التقليدي.

المشاتل الزراعية واختصاصيّو تنسيق الحدائق

في غالب الأحيان، يعدّ العاملون في المشتل المحلي أفضل مصدر لتخطيط وتنفيذ تصاميم جديدة للحديقة، لأنهم من المفترض أن يكونوا بحكم الخبرة على علم بظروف الزراعة في منطقتك. يصطحبك هؤلاء في العادة في جولة ميدانية في أقسام المشتل؛ لاعطائك الفرصة من أجل أن تقارن بنفسك بين أنواع النباتات الموجودة، وتطرح الأسئلة عن خططك المتعلقة بتنسيق الحديقة. ولتحقيق الفائدة القصوى من زيارتك للمشتل، فاحرص على حمل مخطط فناء منزلك خلال الزيارة، وفي حال كون المبلغ المنوي استثماره في الحديقة كبيراً، فقد يزور منزلك ممثل مختص من المشتل؛ لمناقشة خيارات التصميم المتاحة.

يفخر اختصاصيّو الحدائق المحليون دائماً بأعمالهم، ويسرهم أن يعرضوا لك بعض إنجازاتهم السابقة. إنّ خبرتهم وتجربتهم الميدانية مصدر مهم؛ للإجابة عن تساؤلات محددة تخص تخطيط فناء منزلك، والمناخ المحلي السائد. كما قد يكون اختصاصيّو الحدائق على معرفة أيضاً بطرق تسريع نمو نباتات حديقتك، وصيانتها، وطرق حماية

www.j4know.com

النباتات من الأمراض. هؤلاء الاختصاصيّون يمكنهم أيضاً أن يسـدوا إليك النصيحة عن الأنظمة الفعالة والمناسبة للري، مثل: نظام الري بالتنقيط.

على الرغم من وجود بعض الاستثناءات، فإن المؤسسات الكبيرة السلسلية (chain)، والمشاتل المؤقتة عموماً، لا تمثل المصدر الأفضل لتنوع خياراتك من النباتات والمعلومات الدقيقة ذات الصلة. في غالب الأحيان، يكون المستخدمون (الموظفون) في هذه المؤسسات غير مؤهلين (من دون قصور منهم، ولكن بسبب عدم التخصص)؛ لإعطاء إجابات دقيقة عن أسئلة رب منزل مطلع على أساسيات تنسيق الحدائق، إذ يكون مصدر النبتات التي تباع في محالّ الجملة هذه في كثير من الأحيان مشاتل بعيدة تقع في أقاليم مناخية مختلفة تماماً، وبعيدة كل البعد عن الإقليم الذي يقع فيه منزلك. قد يكون هذا مقبولاً، وغير ضار إذا تعلق الأمر بشراء الأصناف الحولية (annuals)، مثل: الخضراوات. أمّا فيما يتعلق بالأشجار والشجيرات، فيتراوح عمرها في وقت ابتياعك لها ما بين سنتين إلى عشر سنوات، وتكون عندها قد تكيفت مع الظروف المناخية التي زرعت ونمت فيها. وبناءً على ذلك، فقد يكون عمرها قصيراً في موقع منزلك، وقد تكون حتى من فصيلة غير مناسبة أصلاً لمنطقتك. ولذلك، ننصح بالشراء من المشاتل المحلية لأنواع النباتات التي تناسب حديقتك.

اختيار الأشجار والشجيرات

يمتد عمر الأشجار والشجيرات على سنوات عديدة. ومن حيث المبدأ، تزداد جاذبية التحسينات على حديقة المنزل كلما ازداد عمر النباتات المزروعة فيها. لكن إذا لم تحظ الحدائق بتخطيط جيد فقد تتدهور مع الوقت، وتسبب مشكلات لها علاقة بصيانتها، والمحافظة عليها.

لكل صنف من الأشجار والشجيرات حسناته وسيئاته. بادر بطرح الأسئلة الواردة في أسفل هذه الفقرة، سواء أكنت في مقابلة مع اختصاصي تنسيق الحدائق، أو تبحث من أجل تحديد أفضل النباتات التي تناسب حديقتك:

- من أين هذه النبتة؟ هل هي ملائمة للمناخ السائد في منطقتي؟ في أي موسم عليّ أن أزرعها؟
- هل ستنمو هذه النبتة نموّاً جيداً في التربة الموجودة حول منزلي؟
- كم من التظليل يمكن أن توفره لهذه النبتة؟ وما مدى فعاليتها في حماية المنزل

www.j4know.com

من رياح الشتاء؟

- ما معدل نمو هذه النبتة، ومدى عمرها المتوقع؟ هل شكلها وحجمها مناسبان في ضوء المساحة المتوفرة في فناء المترل؟ ما حجم الكتلة الخضراء، وقاعدة الجذور لهذه النبتة عند اكتمال نموها؟
- هل ستعتدي هذه النبتة على المباني والممرات القريبة منها؟ هل ستؤثر في خطوط الكهرباء الهوائية أو الأنابيب الأرضية أو مدى رؤية حركة المرور؟
- هل توفر هذه النبتة ثماراً صالحة للأكل؟ هل ستجذب أيّاً من الطيور أو الأحياء البرية المرغوبة فيها؟
- كم حاجة النبتة من الري والصيانة؟ هل لها حاجات خاصة فيما يتعلق بالتقليم؟ ما مدى تحملها ومقاومتها للحشرات والأمراض؟

الحدائق المحلية

تكمن أفضل الخيارات لحديقتك في اختيار النباتات التي تكيفت مع منطقتك، والمعروفة بالحدائق المحلية التي تشمل النبتات التي تتناسب مع المناخ السائد، والرطوبة، والتربة في منطقة معينة.

وسواء أكان الصنف من النباتات الأصلية في المنطقة أم كان مستورداً، فإن أفضل مؤشرات الأداء هو تاريخ النبتة من حيث النجاح أو الفشل في منطقتك. إنّ الأصناف التي تزرع والمتأقلمة محلياً هي أفضل خياراتك (بعض المشاتل تضمن فقط الأصناف المحلية) مقارنة بالأصناف المستوردة أو الغريبة التي قد تتسبب بإيجاد متطلبات لا تنتهي من وقتك، ونقودك، ومياهك، وصبرك.

يمثل شح المياه في بعض المناطق مشكلة متفاقمة. وإذا كنت تستعمل مياه البلدية فقد تشهد زيادة ملحوظة في مصروف المياه؛ لذلك اختر أصناف حديقتك في ضوء الوضع المائي الخاص بك. واذا كان توفر الماء في منطقتك يعدّ مصدراً للقلق، ففكر في اختيار أصناف للحديقة لا تحتاج إلى مصادر مياه إضافية للري أكثر من تلك المتوفرة تحت الظروف الطبيعية.

www.j4know.com

الأشكال الأساسية للأشجار

عند اختيار أشجار التظليل لمترلك، عليك الأخذ في الحسبان إيجاد أجوبة للأسئلة التالية: كيف سيؤثر شكل وكثافة وحجم الأشجار عند اكتمال نموها في حديقتك، ومترلك؟ هل ستنمو الشجرة الجديدة إلى ارتفاع كاف؛ لتظلل سطح المترل؟ وهل ستظلل أيضاً الحديقة (الفناء)؟ وكيف ستؤثر الأشجار التي تزرعها اليوم في رؤيتك من مترلك خلال عشر سنوات من الآن؟ لنقدم في الفقرة التالية شرحاً موجزاً عن الأشكال الأساسية للأشجار، كما هو مبين في الشكل رقم (٥-٩).

أغصان منتصبة متوازية (هرمية الرأس): وتتمثل بأشجار ضيقة تتقارب إلى أن تلتقي في نقطة، مثل: شجرة الحور أو زعرور واشنطن. وعندما تزرع في خطوط، فإنها تمثل واقياً شمسياً أو مصدّ رياح ممتاز. يكون هذا النوع من الأشجار في العادة سريع النمو، ويصل إلى ما بين ٣ إلى ٥ أقدام (متر إلى متر ونصف) في الارتفاع سنوياً؛ ليوفر برودة للمترل، وهو يناسب المناطق القريبة منه؛ لأن الأشجار المنتشرة أفقياً ستحتاج إلى عملية تقليم مستمرة.

العمودية: هذه أشجار ضيقة جداً، وليس لها رأس محدد. ومثال ذلك شجر القيقب، والقيقب الأحمر، وهي تناسب المواقع الضيقة. وعندما تزرع قريبة من بعضها في خط، فإنها توفر تظليلا ممتازاً لسطح المترل. وهي جيّدة أيضاً للزراعة في الجهات الغربية والجنوبية الغربية، لأن ارتفاعها يسمح لها بتظليل سطح المترل، وجدرانه من بعيد.

المنتشرة (الممتدة): تميل هذه الأشجار (قيقب السكر، مثلاً) إلى نمو في العرض أكثر منها في الارتفاع. وتحتاج إلى مساحة كافية، وهي جيدة خصوصاً لتظليل الجدران، وأسطح المنازل. وعلى الرغم من أنّ الأشجار المنتشرة تنجح نجاحاً جيداً إذا زرعت منفردة كشجرة تظليل، فإنّها تعطي مناخاً محلياً لطيفاً عندما تزرع كمجموعة في بستان المترل.

متهدلة الأغصان: هذه الأشجار لها أغصان متدلية، مثل: الصفصاف المتهدل، والبتولا المتهدلة. تظلّل هذه الأشجار تظليلاً جيداً عندما يكون التظليل مرغوباً فيه بالقرب من الأرض، وحيث تكون مساحة المكان محدودة. وتكون أيضاً جذابة جداً، وذلك إذا ظللّت على خلفية أشجار دائمة الخضرة.

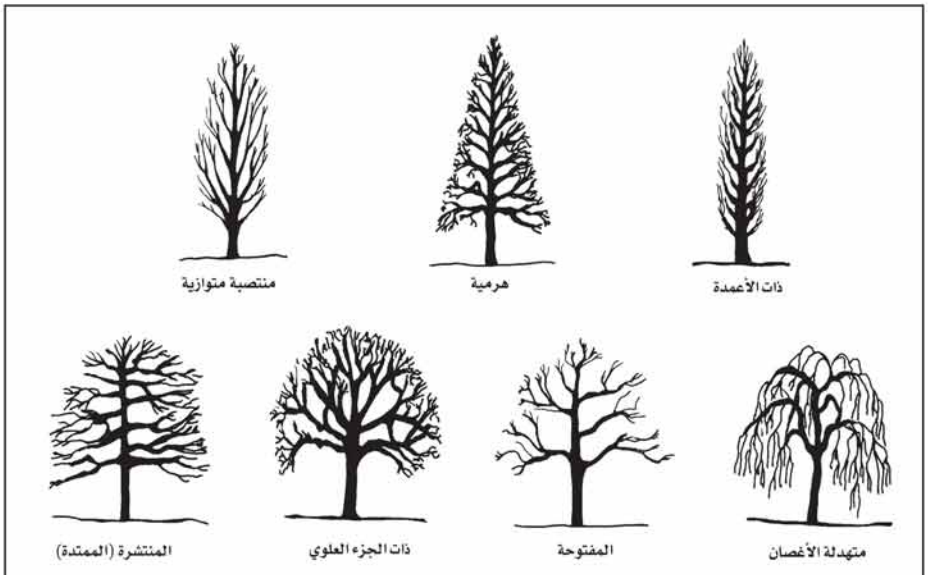
مفتوحة الرأس: هذه الأشجار تركيبة أغصانها غير كثيفة، وتظليلها غير محدد مثل:

www.j4know.com

شـــجرة الحرير، وشجرة خروب العســـل، والقرانيا المزهرة). وبما أن هذا النوع من الأشـــجار يعطي تظليلا مشتتاً، وغير مركز، فقد تكون مناسبة تماماً في الجهة الشرقية من المترل، الأمر الذي يســـمح بدخول بعض ضوء الصباح إلى نوافذ مترلك. يناسب هذا النوع من الأشـــجار مفتوحة الرأس حديقة المترل؛ لأن كتلتها الخضرية المفتوحة تسمح بوصول ضوء الشمس المصفى إلى الأعشاب والنبتات التي تحتها.

ذات الجزء العلوي المستدير: تمثل هذا النوع من الأشجار شجرة البلوط أو الجميز، ولها مظهر مستدير، وهي تحتاج في العادة إلى مكان واسع لنمو كتلتها الخضرية العليا. تناسب هذه الأشـــجار الأوضاع التي من المناسب فيها زراعة شجرة واحدة. ويمكن تقليم الجزء السفلي من هذا النوع من الأشجار؛ للسماح بحركة النسمات الباردة، في حين يوفر الجزء العلوي التظليل لنوافذ المترل، وجدرانه، وسطحه.

الهرمية: هذه الأشـــجار لها اطار عام هرمي الشكل، مثل: شجر التنوب أو الماغنوليا أو الأكاسيا. يمكن اســـتخدام بعض هذه الأصناف، مثل: التنوب؛ لعمل سياج عالٍ (مرتفع) أو استخدامها كمصدات للرياح.



شكل رقم (٥–٩) الأنواع المختلفة لأشكال الأشجار

www.j4know.com

نمو الأشجار والشجيرات

قد تحتاج الأشـــجار بطيئة النمو إلى ســـنوات عديدة من النمو قبل أن تعطي التظليل المناسب لسطح وجدران المنزل والحديقة في حين ستوفر الأصناف سريعة النمو التظليل المرغوب في وقت أقل من ذلك. لكن عليك أن تتذكر أن الأشجار التي تتمتع بمعدلات نمو مرتفعة تكون عموماً أقصر عمراً من الأشـــجار ذات معدلات النمو المتوســـطة والبطيئة. بالإضافة إلى ذلك، قد تعاني الأشجار سريعة النمو من قلة عمق جذورها أو قلة مقاومتها لكسر الأغصان، وخصوصاً خلال أعاصير الرياح أو نتيجة أحمال الثلج الكبيرة، وهي من الاعتبارات المهمة عند اختيار الأشـــجار التي ســـتزرع على مسافة قريبة من المبنى.

إنّ الاختيار الصحيح للشجيرات، وزراعتها بالشكل المناسب أمر مهم أيضاً. وعند زراعة الشجيرات على مسافة قريبة من المنزل، تأكد من معرفة مقدار نمو الشجرة عند اكتمال نموها؛ لذلك احرص على زراعة الشـــجيرات، بحيث يتبقى ما لا يقل عن قدم واحد بين الشـــجيرة عند اكتمال نموها، وبين جدار المنزل القريب، وهو ما قد يجعل هذه الشـــجيرات تبدو وحيدة في البداية، ولكن التخطيط المســـبق لها سيمنع ازدحام الشجيرات في المستقبل.

شراء الأشجار والشجيرات

اتبع الإرشادات التالية في المشتل؛ لتضمن شراء أشجار وشجيرات سليمة:

- تفحص لحاء (قشـــر) الشجرة؛ لمعرفة إن كانت الشجرة قد تُعومل معها بحذر خلال نموها، واقتلاعها، وشحنها، فوجود علامات الكشط والخدش قد يعني بداية المرض والتعفن.
- إذا كنت تشتري نبتات عارية (مكشوفة) الجذور، فانظر إن كان هناك جذور تالفة أو مكسورة.
- إذا كانت النبتـــات مغلفة بكتلة ترابية، وملفوفة بالخيش، فتأكد من أن الكتلة المســـتديرة المحيطة بالجذور مرصوصة رصّاً جيـــداً، بحيث لا تتعرض الجذور للهواء الجوي.
- فتـــش عن أغصان تالفة أو مكســـورة، وتذكر أن التلف البســـيط قد لا يمثل مشكلة إذا كان بالإمكان تقليمه بسهولة.

www.j4know.com

- ابحث عن علامات وجود حشرات أو أمراض، مثل: وجود الشرنقة، أو كتل بيض الحشـــرات، أو تقرحات، أو آفات. واحرص على إبقاء نبتات المشاتل مروية ريّاً جيّداً. وفي حال النبتات مكشوفة الجذور، تأكد من المحافظة على الجذور الشعرية الدقيقة رطبة في كل الأوقات؛ لأنها ستموت إذا تعرضت للجفاف.

ويجب التعامل مع نبتات المشاتل الملفوفة بحذر، وعليك تجنب إلقائها من الشاحنة، بل ينبغي عليك اســتعمال أدوات مناســبة إذا لزم الأمر؛ للتعامل مع هذا النوع من النبتات، وخصوصاً الكبيرة منها.

زراعة الأشجار والشجيرات

عنـــد وصول نبتاتك، احفظها في مكان بـــارد مظلل إلى أن يحين وقت زراعتها، ولا تســـمح أبداً بجفافها، بل حافظ عليها مروية ريّاً جيّداً حتى زرعها في الأرض. ويمكنك الرجوع إلى الشكل رقم (٥-١٠)؛ للتعرف على أساسيات زرع لأشجار في الحديقة.

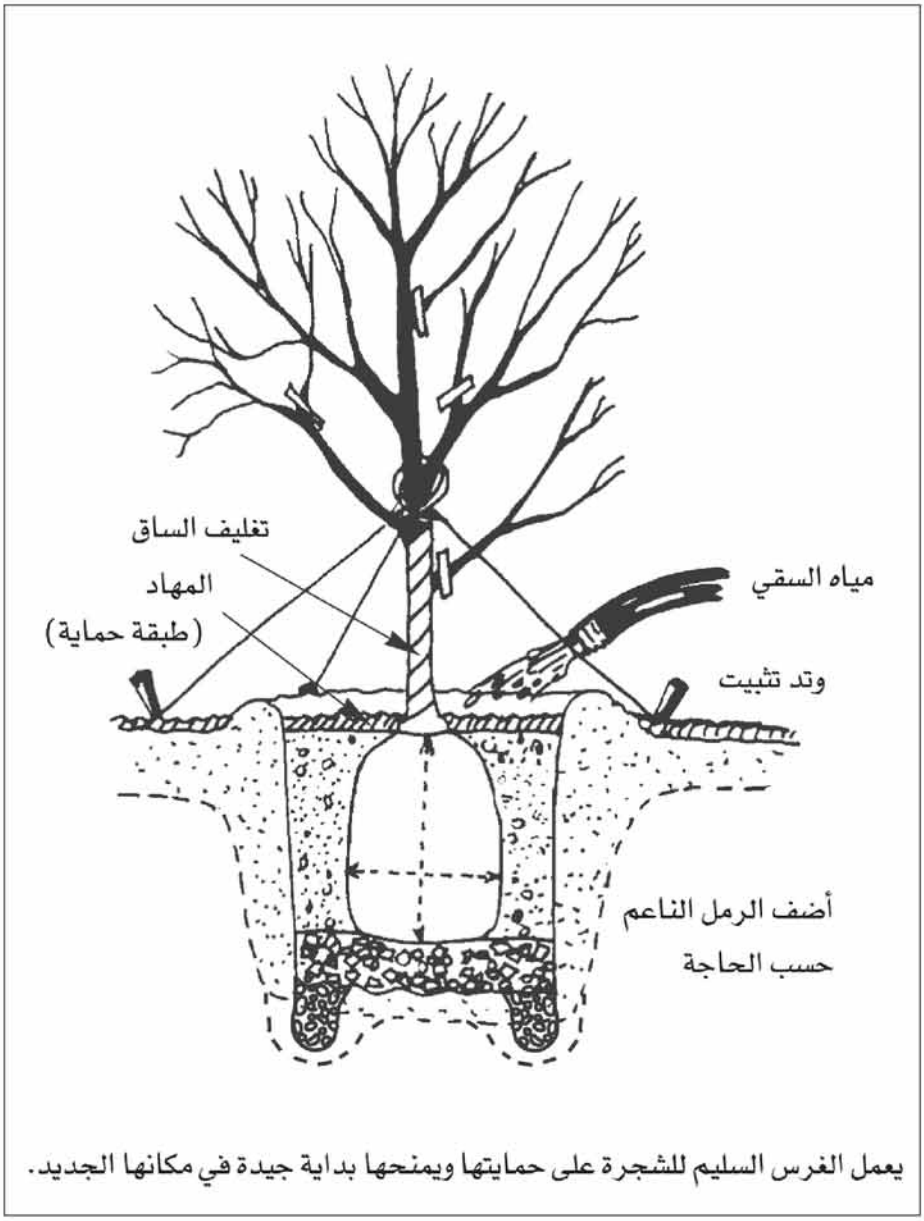
تتعرض النبتات عند نقلها وزراعتها في مكان جديد لصدمة، وهو ما يحتم التعامل مع هذا الأمر بمنتهى الحذر. وحيث يكون ممكناً، ازرع النبتات في يوم بارد أو غائم؛ لأن الشمس الحارة تجهد النبتة، مما يتطلب تدفقاً من الماء والعناصر المغذية؛ والتي قد لا تســتطيع النبتة المعرضة للصدمة توفيرها. ولكن إذا اضطررت للزراعة في جو مشمس أو حار، فحاول عمل ذلك في ساعات ما بعد الظهر المتأخرة أو المساء.

زراعة الأشجار

ضع القليل من التربة الســـطحية في قعر الحفرة، ثم أخرج النبتة من الوعاء، وحرر جذورها منه بلطف. ضع النبتة في الحفرة، بحيث تستقر الكرة الترابية الموجودة حول الجذور في الحفرة على نحو متوازن، وتأكد من بقاء مســـتوى ســـطح التربة الموجودة أصلاً حول النبتة يقي على مســـتوى الأرض أو أعلى مـــن ذلك بقليل. إملأ بلطف مساحة الحفرة الفارغة حول الكرة الترابية؛ لطرد جيوب الهواء.

في حال زراعة نبتة مكشوفة الجذور، تأكد من أن الحفرة تتسع للجذور بأكملها، بحيث لا يحصل أي تموج أو ثني للجذور في الحفرة. ابدأ بعمل مخروط صغير من التربة في أســـفل الحفرة، ثم رتّب الجذور المكشـــوفة فوق مخروط التربة، وبحذر املأ الفراغ حول الجذور بالتربة؛ لطرد جيوب الهواء.

www.j4know.com



يعمل الغرس السليم للشجرة على حمايتها ويمنحها بداية جيدة في مكانها الجديد.

شكل رقم (٥-١٠) أساسيات غرس الأشجار

وإذا كنت بصدد زراعة نوع من النبتات التي تأتي بكرة جذور ترابية والملفوفة بالخيش، فابق على الخيش حول كرة الجذور الترابية للنبتة؛ لتخفيف الصدمة التي تتعرض لها الجذور، واعمل شقوقا طولية في الخيش، وذلك في أماكن مختلفة؛ لتسهيل نمو الجذور في التربة المحيطة بأقصر فترة ممكنة. في الحالات التي قد يكون الخيش فيها

www.j4know.com

مدعوماً ومثبتاً بخيط من المصيص إلى ساق النبتة، بادر بقطع الخيط عند بروز النبتة في الربيـــع. املأ التراب حول الكرة الترابية الموجودة أصلاً، واغمر الحفرة وكرة الجذور الترابية بالماء، وذلك باستعمال خرطوم ماء، واستعمل فأساً أو أداة مشابهة؛ لإحداث حفر في التراب من أجل أن يتغلغل الماء إلى أسفل الحفرة، ومن ثم رص الحفرة بلطف. يدفع الماء الهواء إلى السطح، مما يضمن التصاق الجذور بأكملها مع التربة المحيطة بها. ابن حوض ماء ري حول الشجرة الجديدة بعمق ٦ بوصات، واجعله أعرض من قطر كرة الجذور الترابية.

بعد عدة عمليات سقي كبيرة في البداية، فإن معظم الأشجار والشجيرات ستحتاج إلى الري مرة واحدة في الأسبوع، وذلك خلال أول موسم نمو لها. واحرص بعد ذلك على مراقبة نبتاتك الجديدة عن كثب. وفي حال ذبول شجرة أو شجيرة خلال وقت الحر من النهار، فإن ذلك يعني أن كرة الجذور الترابية لا تحصل على ما يكفي من الماء.

استعمال ووضع المهاد (Mulching)

لمســـاعدة النبتة على الاحتفاظ بالرطوبة حول جذورها، وإعاقة نمو الأعشـــاب الضارة، غـــطِّ التربة حول النبتات الجديدة بما يقـــارب ٤ بوصات من المهاد (طبقة تفرش على الأرض حول النبتة؛ لحمايتها). احرص على استعمال المواد العضوية، مثل: أوراق الشـــجر القديمة، وقشر الشجر، أو نشـــارة الخشب، أو قطع الخشب القديمة، ولكن تجنب استعمال الطحالب النباتية المتحللة؛ لأنها تعمل كالمادة الإسفنجية (تمتص الماء، وتحتفظ به) بدلاً من الســـماح للماء بالمرور إلى النبتة. إذا لجأت إلى اســـتعمال العشب المقصوص كمهاد، فتأكد من أن لها لوناً بنياً؛ لأن العشب المقصوص الأخضر يسخن التربة خلال عملية تحلله، ويسلب من التربة النيتروجين اللازم لنموها.

تغليف ساق النبتة (Wrapping)

إنّ تغليف ســـاق النبتات الصغيرة فكرة جيدة؛ لمنع تعرضها لما يشـــبه الحرق في الصيف، ومنع تلفها بالتجمد خلال الشتاء. غلّف (لفّ) الساق بورق تغليف خاص متوفر في المشـــاتل، وابدأ من أسفل الساق إلى أعلاه؛ لتتخلص كل طبقة من الرطوبة بدلاً من الاحتفاظ بها. انزع الغلاف في الربيع التالي نزعاً كاملاً؛ لتجنب الشـــد على ســـاق النبتة، والســـماح لها بالتمدد خلال عملية نموها، ولا تتردد في طلب مزيد من المعلومات من اختصاصي البستنة في منطقتك.

www.j4know.com

استعمال أوتاد التثبيت (Staking)

إذا كانت الشـــجرة الجديدة في منطقة تهب فيها رياح قوية، أو منطقة ذات حركة مـــرور كثيفة، أو إذا كانت من النوع الثقيل في الجـــزء العلوي، فقد تحتاج إلى دعم الشجرة بواســـطة الأوتاد أو حبال التثبيت. فالجذور المثبتة حديثاً قد تتعرض للكسر من تأرجح الســـاق؛ وذلك بســـبب الرياح. كما أن التثبيت بالأوتاد يحمي النبته من التخريب المتعمد، إذا كانت الشجرة مزروعة في مكان عام، مثل: فناء المنزل الأمامي. اســـتعمل وتدين اثنين في جهتين متقابلتين، أو ثلاثة حبال تثبيت على زوايا متساوية حول الشـــجرة، وأزل الخيوط بعد مرور ســـنة واحدة؛ كي لا تصبح الخيوط بمنزلة ركائز، أو دعامات تمنع الشجرة من بناء قوة كافية للساق.

العناية بالشجرة

عندما يتوطد تأسيس الأشجار فإنها تحتاج فقط إلى عناية معتدلة. لكن السقي المنتظم، والتسميد، والتقليم (التهذيب) كلها تعمل على الحفاظ عليها، وإبقائها بحالة ممتازة.

السقي (Watering)

استعلم من المشتل المحلي، واطلب المشورة فيما يخص سقي نباتاتك. عموماً، تجنب رش فقط سطح التربة بالماء؛ لأن سقي التربة القريبة من السطح يؤسس لجذور سطحية؛ ولذلك، الجأ إلى السقي العميق بين فترة وأخرى؛ لأنه يعزز نمو جذور قوية أقدر على تحمل الجفاف. وأما بشأن الشجيرات المزروعة على مسافة قريبة من المنزل، فتأكد من أن الســـقي فقط بقدر المطلوب؛ لأن أي زيادة في الماء قد تؤدي إلى الضرر بأساسات المنزل. وإذا أردت لعملية سقي بكفاءة قصوى، بادر بتركيب نظام ري بالتنقيط.

التسميد (Fertilizing)

يعدّ فصل الربيع الأفضل؛ لتسميد أشجار حديقتك. عموماً، تكون الأشجار ذات الأوراق الصغيرة، ومشـــوهة اللون أكثر حاجة إلى التسميد من غيرها. أمّا إذا كنت تسمّد حديقتك بانتظام، فالأشجار الواقعة هناك قد لا تحتاج إلى التسميد أصلاً.

تقوم أفضل طريقة للتسميد على إيجاد عدد من الحفر بعمق يتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٠ بوصة، وبعرض يصل إلى حوالي بوصة واحدة، وذلك على حلقات مركزية حول الشـــجرة، بحيـــث إن أقربها تبعد حوالي ٣ أقدام عن الســـاق، وتمتد إلى حوالي مرة ونصف قطر

www.j4know.com

الكتلة الخضرية للشـــجرة، حيث يسكب السماد السائل، أو الحبيبات في هذه الحفر. إســـتعمل في التربة الرملية نصف الكمية من الســـماد، وبضعف عدد المرات؛ لتقليل الفاقد من الســـماد مع الفائض من جريان الماء. وتوفـــر التربة الجافة أفضل الظروف للتسميد؛ لأن أمطار الربيع، أو السقي العميق يمكن لهما حمل السماد إلى الأسفل.

التقليم أو التهذيب (Pruning)

من المرجح أن شـــجرتك أو شـــجيرتك الجديدة قد قلمت في المشتل، وفي الغالب لن تحتاج إلى عملية تقليم للعام القادم أو العامين القادمين. وعموماً، فإن الأشـــجار أو الشـــجيرات المزروعة حديثاً تحتاج إلى كتلتها الخضراء الموجودة بأكملها؛ وذلك لدعم تأسيس جذور جديدة.

باســـتطاعتك التقليم بعد مرور سنة أو سنتين؛ لترتيب شكل ومظهر الشجرة. كما أن تقليم الأغصان غير المنتجة يمكنه أن يســـاعد الشجرة أو الشجيرة على تأسيس نظام الجذور، وذلك بإعادة توجيه العناصر المغذية. على الرغم من أنه بإمكانك تقليم معظم الأصناف في أي وقت من السنة، فإن بعض الفصائل تتأذى من التقليم في فصل الربيع. بادر بسؤال اختصاصي الحدائق أو المشاتل عن ذلك.

كن حذراً عند التقليم، وابحث أولاً، ولا تبدأ بتقليم الأشجار حتى تفهم المبادئ ذات العلاقة. عند قطع الأغصان الكبيرة، لا تكتفي بالقطع من الأعلى إلى الأسفل؛ لأن ذلك قد يؤدي إلى تمزق اللحاء في أســـفل الغصن عند سقوطه. أفضل الطرق تكمن في قطع سفلي على بعد حوالي قدم واحد من النقطة التي تود القطع عندها، ومن ثم إكمال القطع من الأعلى، وترك الغصن يســـقط. عد بعدهـــا إلى عمل قطع نظيف في المكان النهائي المرغوب فيه.

تجنب قطع الأغصان من نهايتها (من نقطة التقائها مع الســـاق)، بل اعمد على ترك مسافة قصيرة من الغصن عند نقطة التقائه مع الساق، واقطع الغصن على مسافة قليلة من الساق. وأما بشأن أصغر الأغصان، فاقطع عند أقرب نقطة ممكنة من أحد البراعم؛ لكي يبزغ النمو الجديد من البرعم دون ترك نتوء، أو أثر آخر غير مرغوب فيه.

احرص على تطهير معدات التقليم بين كل عملية قطع وأخرى، وذلك بتغطيسها بمحلول مكون من جزء واحد من المادة المطهـــرة (مادة التبييض)، وأربعة أجزاء من الماء؛ وذلك للمساعدة على منع انتشار الأمراض، مثل: الآفة النارية، وغيرها.

www.j4know.com

الخلاصة

إنّ اهتمامك بحديقتك ستنتج عنه فوائد تتجاوز كفاءة استخدام الطاقة، فابتكار حديقة تتصف بالجمال، وتتمخض عنها فوائد طويلة الأجل فيما يتعلق باستهلاك الطاقة أمر يستحق العناء.

- حدد غرف المترل التي تميل إلى الحر الزائد في الصيف، وادرس إمكانية استيعاب حديقتك نباتات تحدث تظليلاً كافياً على جدران ونوافذ تلك الغرف.
- حدد أكثر غرف المترل تعرضاً لتيارات وهبات الهواء الباردة في الشتاء، وادرس إمكانية استيعاب حديقتك نباتات؛ لتحمي النوافذ المطلة على جهة تيارات الهواء من هبات الهواء الباردة.
- تفحّص حديقتك القائمة، وحدّد كيفية تحسين الأشجار الموجودة كفاءة المترل في استهلاك الطاقة لفصلي الصيف والشتاء. طور خطة للحديقة آخذاً في الحسبان النباتات الموجودة.
- عدّ جدولاً زمنياً؛ لصيانة الحديقة، والمحافظة على النبتات الموجودة، والتي تشمل عمليات التقليم، والتسميد، والري.

www.j4know.com

الباب السادس
تحديد وإغلاق أماكن تسرب الهواء

يمكن لأماكن تسرب الهواء (من وإلى المنزل) الموجودة في جدران وسقف وأرضية المنزل أن تتسبب بفقدان ما يصل إلى ٣٠٪ من الطاقة المستهلكة بواسطة أجهزة التدفئة والتكييف في المنزل. تسمح الفتحات والثغرات والفراغات الموجودة في الإطار (الغلاف) الخارجي للمنزل أيضاً بدخول الرطوبة والحشرات، والغبار، والملوثات إلى منزلك. لذلك، فإن الإغلاق المحكم لأماكن تسرب الهواء يقلل المفقود من الطاقة، ويساعد على إبقاء هذه الملوثات تحت السيطرة، إضافة إلى أن المنزل المحكم إغلاقه من تسرب الهواء يتمتع بمستوى أعلى من الراحة.

سنبين لكم في هذا الباب كيف تقيمون تسرب الهواء بين منازلكم والخارج، كما سنصف أيضاً بعض المشاريع البسيطة؛ لتكون مجرد بداية تخفيض فوري لتسرب الهواء من وإلى منزلك. وكذلك سنحدد بعض المشاريع الكبيرة التي يفضل تركها للمتخصصين المحترفين. عند تبنيها مجتمعة، فإن مهمات إغلاق التسرب هذه يمكنها تقليل استهلاك الطاقة بمئات الدولارات سنوياً إضافة إلى تحسين مستوى الراحة والنظافة في المنزل، والتي تعدّ مزايا إضافية.

تقييم منزلك من ناحية تسرب الهواء

هل تلاحظ وجود تيارات هواء (drafts) في منزلك؟ يشير وجود تيارات الهواء في المنزل إلى أن الهواء يتسرب من خلال إطار المنزل الخارجي، وهذا التسرب سيتسبب بتكاليف؛ لأنه يحمل الهواء الدافئ إلى خارج المنزل في الشتاء، والهواء البارد (المكيّف) في الصيف.

إذا كنت تعيش في جو بارد جاف، فهل تلاحظ وجود كثير من الكهرباء الساكنة في الشتاء؟ التسرب الزائد للهواء في مثل هذه الأجواء يؤدي إلى جفاف بيئة المنزل، مما يشجع على إنتاج الكهرباء الساكنة.

هل تسمع ضجيجاً خارجياً وأنت داخل منزلك؟ التشققات والفتحات في إطار المنزل الخارجي تسمح للهواء، وكذلك الضجيج الخارجيين بالدخول إلى المنزل، فالبيوت محكمة الإغلاق تكون أكثر هدوءاً.

www.j4know.com

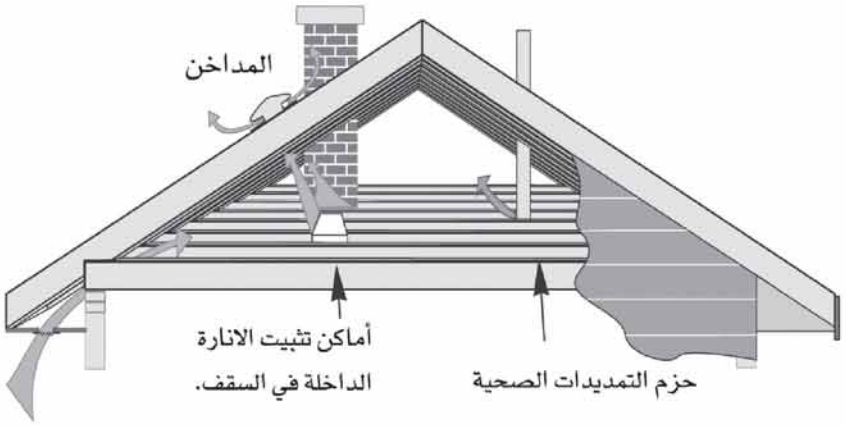
أساسيات تسرب الهواء

تتعـــرض كل المنازل لبعض تيارات الهواء، وبدرجات متفاوتة وهو ما يعزى إلى طبيعة إنشـــاء المبنى، وتتســـبب تلك التيارات الهوائية بترك الفراغات والفتحات في جدران وأسقف وأرضيات وأبواب ونوافذ المترل، حيث يجد الهواء الخارجي من خلالها طريقه إلى داخـــل المترل، ومنها أيضاً يتســـرب الهواء الداخلـــي إلى خارجه. خلال الطقس المعتدل، لا بأس من تسرب الهواء من خلال هذه الفتحات؛ لأنها غير ضارة ففي أي يوم يمكنك فيه فتح باب أو نافذة بغرض التهوية، لا يترتب على مثل هذا التسرب النافذ من إطار المترل أي تكلفة في الطاقة. لكن تسرب الهواء خلال تشغيل وعمل أنظمة التدفئة أو التكييف مكلف، وغير مريح؛ لأن أي تسرب للهواء خلال هذه الأوقات من خلال إطار المترل يحمل معه كمية ثمينة من الطاقة، ولا ســـبيل للتحكم بهذا الفاقد المكلف إلا بإغلاق منافذ تسرب الهواء.

في الوضع المثالي، سيكون مترلك محاطاً بطبقة متصلة من العزل الحراري التي يصاحبها حاجز متصل لمنع تسرب الهواء، الموجود مباشرة إلى جانب طبقة العزل. وهذا الحاجز قد يكون الجدار (الحائط) الجاهز (drywall)، أو طبقة الحماية الداخلية (sheathing) لســـطح المترل الخارجي مكونة من مواد، مثل: رقائق الخشـــب، أو ورق البناء ذات الإغـــلاق المحكم عند أطرافه (seams). في عمليـــات التحديث (retrofits) – في المباني القائمة – سيكون عليك في الغالب إغلاق منافذ الهواء في أماكن متعددة. فعلى سبيل المثال، قد تغلق الجدار الجاهز بملء الفجوات حول مكان تثبيت الإنارة المرتدة في الجدار (recessed light fixtures) بمادة مانعة لتسرب الهواء (caulking)، وتحكم إغلاق الإطار الخارجي، وورق البناء عند تركيب نوافذ وأبواب جديدة.

وفي ظل بعض الظروف المناخية، يحمل الهواء المتسرب إلى المترل رطوبة غير مرغوب فيها. ففي الظروف المناخية الحارة والرطبة، يبذل نظام التكييف في المترل جهداً كبيراً؛ لإزالـــة الرطوبة من مترلك، حيث يتحتّم على نظـــام التكييف في حال دخول الهواء الخارجـــي الرطب إلى مترلك، أن يعمل عملاً إضافيـــاً، وبتكلفة إضافية؛ لإزالة هذه الرطوبـــة. أمّا في الظروف المناخية الباردة، فيمكن للهواء الخارجي الرطب أن يتكاثف داخل جدران المترل والعليّة (attic)، في الشتاء مسبباً الضرر للمترل. إنّ المبادرة بإحكام إغلاق منافذ تســـرب الهواء يساعد على التحكم في مصير كل من الحرارة والرطوبة في مترلك. ويبين الشكل رقم (٦-١) أهم الأماكن التي ينبغي إغلاقها في عليّة المترل.

www.j4know.com



تحوي العليِّة مجموعة مختلفة من أماكن تسـرب الهواء التي تسحب الهواء المكَّيف إلـى خارج المنـزل. ينبغي إحكام إغلاق هـذه الأماكن لتقليـل الفاقد من الحرارة ومنع الضرر الذي تسببه الرطوبة.

شكل رقم (٦-١) إحكام إغلاق أماكن تسرب الهواء في عليّة المترل.

خلال فصل الشتاء، قد تلاحظ تسرب الهواء على شكل تيارات هوائية في المترل. عموماً، لا يمكن للمنازل المعرضة لتيارات الهواء أن تتميز بالراحة؛ لأن الهواء المتحرك يتســـم دائماً بالبرودة. وعند إغلاق منافذ تسرب الهواء إغلاقاً مناسباً، يمكنك ضبط جهاز التحكم بالحرارة (الثيرموستات thermostat) في المترل على درجة حرارة أقل من سابقتها، من ثم تقليل فواتير التدفئة دون التضحية بمستوى الراحة في المترل.

يتميز المترل ذي الإغلاق المحكم ضدّ تســـرب الهواء بأنه أكثر هدوءاً في الداخل. وهذا الأثر الجانبي لإغلاق منافذ تسرب الهواء يفاجئ أصحاب المنازل بعد الانتهاء من عملية كبرى؛ لإحكام منافذ التســـرب. لذلك، تتضمن برامج التخفيف من الضجيج في المناطق القريبة من المطارات، حيث يشـــكو السكان من ضجيج الطائرات، إحكام منافذ تسريب الهواء في المترل كجزء لا يتجزأ من مثل هذه البرامج.

www.j4know.com

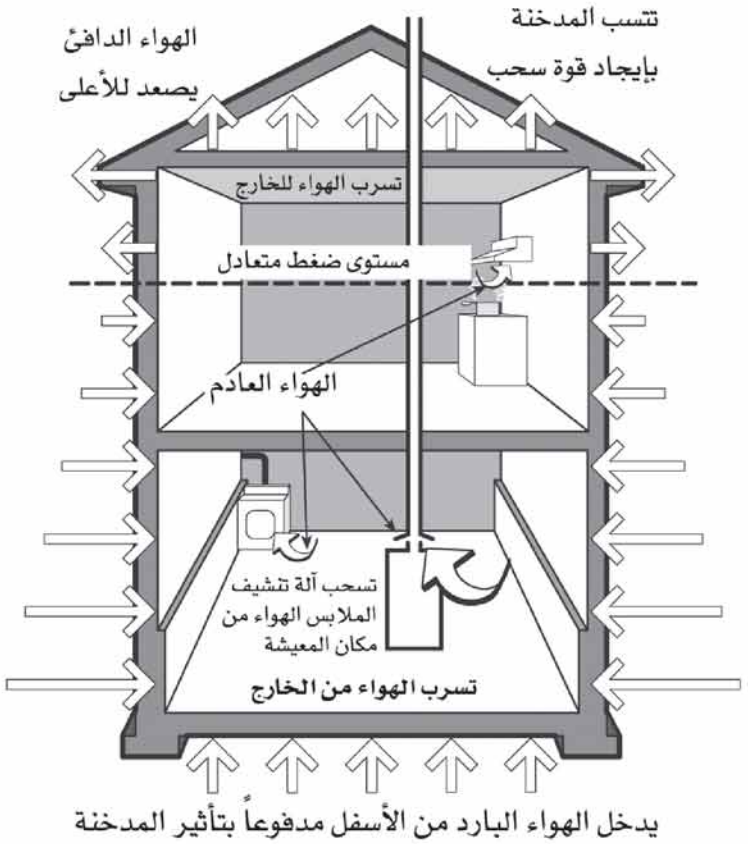
القوى الدافعة إلى تسرب الهواء

يتحرك الهواء من خلال الفتحات الموجودة في الإطار الخارجي للمبنى، حيث يندفع الهواء المتسرب بفعل فرق الضغط بين داخل المنزل وخارجه. تحت الظروف المثالية، ينبغي أن يكون فرق الضغط بين الداخل والخارج قليلاً جداً، أو معدوماً، لكن في الواقع هناك عدة عوامل كما هو مبين في (الشكل رقم ٦-٢) تسبب فرق الضغط بين الداخل والخارج، ومن أهمها:

الرياح: تخلق الرياح مناطق ضغط وشفط على جوانب المنزل المختلفة، حيث يشعر السكان بذلك كتيارات هواء (داخل المنزل) في الأيام التي تهب فيها الرياح.

ظاهرة تأثير المدخنة (Stack Effect): يحدث هذا التأثير عندما يرتفع الهواء الساخن باتجاه السقف، ويترل الهواء البارد الأثقل باتجاه الأرضية؛ مما يتسبب بتسرب أكبر للهواء خلال الطقس البارد أكثر من الأوقات التي يكون فيها الجو دافئاً في الخارج. عندما يكون تسرب الهواء مدفوعاً بظاهرة المدخنة، يمكنك ملاحظته في الطابق الأرضي بعكس الأدوار العليا في المنزل، حيث يوجد الهواء الدافئ، ولا يمكنك في العادة ملاحظة تسرب الهواء فيها إلا إذا صعدت إلى عليّة منزلك، إذ تشعر بالهواء الدافئ يخرج من الفجوات الموجودة حول أماكن تثبيت الإنارة، ومن خلال التشققات الموجودة في سقف المنزل. لكن هذه التسربات العالية من الإطار الخارجي للمنزل تتمتع بأهمية كبيرة؛ لأنها تمثل القوة الدافعة إلى تسرب الهواء في مناطق أخرى من المنزل. فتيار الهواء القادم من تحت الباب الأمامي للمنزل يأتي مدفوعاً جزئيا بجريان الهواء في الأعلى من خلال عليّة المنزل.

www.j4know.com



يتحـرك الهواء خـلال منزلك بمصادر ضغـط مختلفة. الهدف مـن إحكام إغلاق أماكـن تسرب الهواء هـو الحد من حركة الهواء من خلال إطـار المنزل مع ضمان توفير الهواء الكافي للأجهزة المنزلية وأجهزة التدفئة.

شكل رقم (٦-٢) العوامل التي تدفع الهواء إلى الحركة خلال المنزل

أجهزة الشـــفط المنزلية (Exhaust Appliances): تشمل هذه الفئة أجهزة، مثل: المراوح، والأفران التقليدية، ومداخن المواقد، وآلات تنشيف الملابس التي تعمل كلها علـــى تقليل الضغط داخل المنزل. يمكن لهذه التأثـــيرات الميكانيكية أيضاً أن تتعارض مـــع بعضها بعضاً، الأمر الذي يمثل قلقاً من نوع خاص، وذلك عندما تركّب الأفران

www.j4know.com

المفتوحة (التي تسحب هواء الاحتراق من المترل)، أو سخانات المياه بطريقة تكون فيها معرضة للسحب (للنفث) العكسي (backdrafting) للغازات، والذي يعني نفث أول أكسيد الكربون، وغازات الاحتراق الأخرى إلى داخل المترل. للمزيد من المعلومات عن المخاطر المحتملة للنفث العكسي، راجع هذا العنوان: "سلامة الاحتراق" المذكور في الصفحة رقم (٣٠٩).

فحص تسرب الهواء باستخدام مروحة الباب (Blower Door Testing)

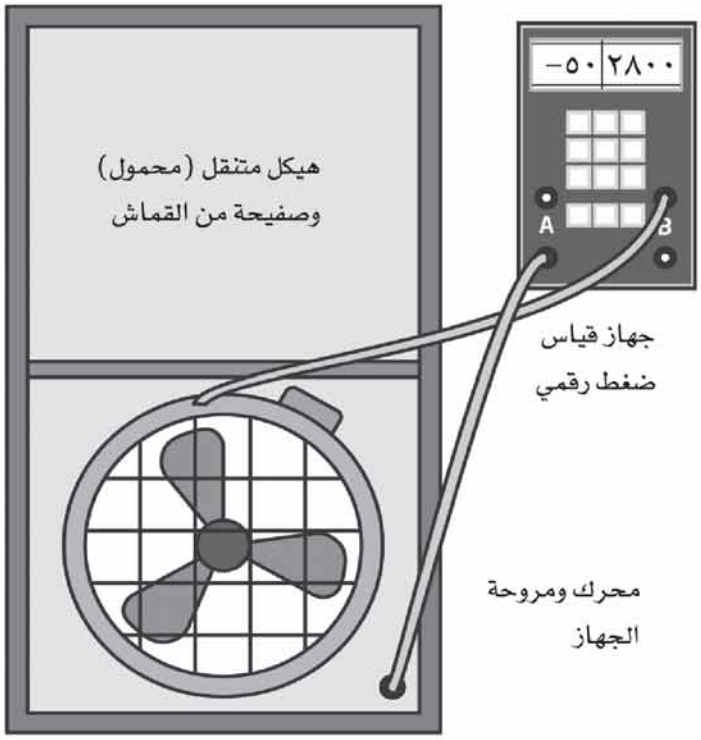
لإغلاق أماكن تسرب الهواء من الإطار الخارجي لمترلك، عليك أولا تحديد مواقعها. فقد تكون لديك بالفعل بعض المعلومات الأولية عن أماكن تسرب الهواء في المترل، ولكن أفضل طريقة لتحديد أماكن التسرب تكمن في عمل فحص باستعمال مروحة الباب الموضحة، مبدأ عملها في الشكل رقم (٦-٣). وهو إجراء يلجأ إليه في الغالب مدققو الطاقة عند تقييم المنازل. كما يستخدم هذا الفحص من مقاولي أداء المنازل؛ لفحص جريان الهواء بين مناطقه المختلفة، مثل: العليّة، والمرآب، وغيرها، وذلك من منظور علاقتها بمشاريع تحسين فعالية المنازل القائمة في استهلاك الطاقة. ولكن أكثر الأمور أهمية يكمن في أن هذا الفحص سيساعدك أو يساعد المقاول على إيجاد أماكن تسرب الهواء التي كانت وما زالت تكلفك كثيراً من المال.

خلال الفحص باستعمال مروحة الباب، يركّب مدقق الطاقة مروحة تغلق إغلاقاً مؤقتاً أحد المداخل (الأبواب الخارجية) الرئيسة للمترل. تقلل المروحة الضغط داخل المترل؛ مما ينتج عنه تسرب هواء مضاعف ومبالغ فيه، بحيث يتمكن المدقق من قياسه وتحويله إلى ما يكافئه من تسرب الهواء تحت الظروف الطبيعية (التسرب الحقيقي). بعد ذلك، يعبر المدقق عن التسرب بوحدات القدم المكعب في الدقيقة الواحدة (المتر المكعب من الهواء في الساعة)، أو بعدد مرات تغيير الهواء للمترل في الساعة، ثم يقارن تسرب الهواء في مترلك بالمعايير المعتمدة في هذا المجال. ومن قياس تسرب الهواء في المترل، يمكنك تقييم الوفورات المحتملة في الطاقة من إغلاق أماكن تسرب الهواء في المترل. كما يمكن لفحص مروحة الباب المذكور سابقاً أن يفضي إلى معلومات مهمة عن سلامة أجهزة الاحتراق المترلية، وعن مدى الحاجة إلى التهوية الميكانيكية؛ لحماية نوعية الهواء داخل المترل.

www.j4know.com

إجراء الفحص باستعمال مروحة الباب

نحن نوصي بإجراء فحص؛ لتدقيق كفاءة المنزل في استهلاك الطاقة، بحيث يكون متضمناً الفحص باستعمال مروحة الباب كما هو مبين في الشكل رقم (٦-٤)؛ لأنها الطريقة الفضلى لتحديد مستوى الوفورات الممكنة من مشاريع إغلاق أماكن تسرب الهواء. ولأن هذا الفحص يتطلب أجهزة خاصة، وتدريباً متخصّصاً، فنوصي بترك هذه المهمة للاختصاصيّين.



يتم تركيب مروحة الباب في أحد المداخل (الأبواب الرئيسة. تقوم مروحة قوية بسحب الهواء من منزلك للخارج وتساعد مدقق الطاقة على إيجاد أماكن يتسرب منها الهواء من خلال التشققات والفتحات في اطار المنزل. يستعمل جهاز قياس ضغط لتقدير حجم هذه التسربات.

شكل رقم (٦-٣) مبدأ عمل مروحة الباب

www.j4know.com

يعمل مدققو الطاقة في ثلاثة مجالات مختلفة

مدققو الطاقة الذيـــن يقدمون الخدمات لبعض زبائن شـــركات خدمات الطاقة: تتضمن بعض عمليات تدقيق الطاقة التي تقدمها شـــركات خدمات الطاقة الفحص باستعمال مروحة الباب، والكثير من شـــركات خدمات الطاقة تقدم خدمة التدقيق هذه مجاناً، أو بأسعار مخفضة. للحصول على المعلومات، اتصل بشركة خدمة الطاقة الخاصة بك، أو الشركة التي تزودك بوقود التدفئة.

يستعمل مدقق الطاقة نظام مروحة الباب لقياس تسرب الهواء من خلال إطار المنزل. يستعمل مقاولو البناء والمتخصصون بالعزل الحراري نتائج الفص لتوجيه جهود إغلاق أماكن تسرب الهواء.

شكل رقم (٦-٤) فحص تسرب الهواء بنظام مروحة الباب

www.j4know.com

عمليات تدقيق الطاقة مدفوعة الثمن لمستشاري أداء المنازل: يقدم هؤلاء المهنيون في العادة عروضاً للخدمات التي تتضمن فحوصات باستخدام مروحة الباب، بالإضافة؛ إلى تقديم تقييمات أكثر تفصيلاً عن كفاءة المنازل في استعمال الطاقة. ارجع إلى الفقرة «مصادر إضافية، المذكورة في الصفحة رقم (٤٠٧) ؛ للحصول على مزيد من المعلومات التي بعنوان: إيجاد متخصصين في تقييم أداء المنازل، أو ابحث عن ذلك في دليل الهواتف تحت عنوان: «خدمات الطاقة».

مقاولو أداء المنازل الذين يعرضون خدمات استشارية وإنشائية: قد يتمكن هؤلاء المتخصصون من عمل عمليتي تحليل الأعطال وإصلاحها. ارجع إلى فقرة «المصادر الإضافية»؛ للحصول على مزيد من المعلومات عن أداء المنازل مع برنامج ENERGY STAR.

اطلب من مدقق الطاقة أن ينفذ فحص مروحة الباب، إضافة إلى المعلومات التالية:

- قياس مدى إحكام إغلاق المنزل، ومنعه تسرب الهواء.
- مقارنة منزلك بالمعايير المعتمدة فيما يتعلق بمدى إحكام إغلاقه.
- تقييم مدى حاجة منزلك إلى التهوية الميكانيكية.
- تقييم مستوى سلامة الاحتراق لنظام التدفئة، ونظام تسخين المياه.
- توصيات بمشاريع إغلاق منافذ تسرب الهواء التي يمكن أن تحسن مستوى إحكام إغلاق المنزل، وتقلل استهلاك الطاقة.

وخلال تنفيذ فحص مروحة الباب، تذكر أن تطلب من مدقق الطاقة أن يتجول بصحبتك في أرجاء المنزل. وإذا كان الفحص مصمّماً؛ لتقليل الضغط داخل المنزل، فيمكنك الشعور بالهواء يسحب من خلال أماكن التسرب الموجودة في الإطار الخارجي للمنزل. إذا كنت تخطط لتنفيذ بعض عمليات إغلاق التسرب بنفسك، فإعمل مع مدقق الطاقة على إيجاد أماكن التسرب الكبرى، واحرص على عمل قائمة تأشير (checklist) بهذه المواقع، واطلب من مدقق الطاقة أن يرتبها حسب أهميتها.

www.j4know.com

نوعية الهواء داخل المترل

عند قيامك بتقييم مترلك من حيث تسرب الهواء، من الحكمة فحص نوعية الهواء داخله؛ لأن تسرب الهواء له بالتأكيد دور في المساعدة على تخفيف تركّز الملوثات في المترل، مثل: غاز ثاني أكسيد الكربون الناجم عن عملية التنفس، والفورمالديهايد الناجم عن مواد البناء، وكذلك مخلفات الاحتراق. ولكن تسرب الهواء وحده لن يكون كافيا لتوفير هذه التهوية المطلوبة؛ لأن تسرب الهواء دائماً يكون مدفوعاً على نحو رئيس بحركة الرياح، بحيث يسبب اندفاع كميات كبيرة من الهواء النقي خلال الطقس البارد العاصف، وكميات قليلة جداً خلال الطقس المعتدل. لذلك، يمكن أن تسود مترلك تيارات هوائية قوية خلال الطقس العاصف، لكن يبقى المترل معانياً من مشكلات تتعلق بنوعية الهواء في أوقات أخرى. ولحل هذه المشكلة، يمكن استخدام أنظمة التهوية الميكانيكية، مثل: مراوح الشفط.

تتميز كل المنازل جيدة التصميم بوجود مراوح للشفط في المطابخ والحمامات؛ لإزالة الرطوبة، والروائح، والملوثات. أمّا أكثر المنازل كفاءة فتستخدم أنظمة تهوية مركزية للمترل بأكمله (whole-house ventilation systems)؛ وذلك لتوفير كميات محسوبة من الهواء النقي لكل حجرة (غرفة) في المترل. يتفق الخبراء على أن بناء مترل محكم الإغلاق، وتركيب نظام تهوية مركزي أكثر جدوى اقتصادياً، وأكثر راحة بكثير من الاعتماد على التهوية الطبيعية (العشوائية)؛ وذلك للتحكم بتركّز الملوثات في هواء المترل. ويمكن معرفة ما إذا كان مترلك بحاجة إلى تهوية إضافية بالفحص بواسطة مروحة الباب. ولمزيد من المعلومات يرجى مراجعة الفقرة التي بعنوان: ''أنظمة التهوية'' المذكورة في ص (٣٧١).

أما المنازل التي تعاني من نقص ملموس في كمية الهواء اللازمة لأجهزة الاحتراق المترلية، مثل: الأفران، وسخانات المياه، فقد يصل الأمر بالأفران إلى إنتاج أول أكسيد الكربون، وبالمداخن للشفط العكسي (إعادة الغازات إلى المترل). لكن يمكن أن يبين فحص سلامة الاحتراق الذي يعدّ جزءاً أساساً من أي تدقيق شامل للطاقة وأي عملية تقييم لنظام التدفئة في المترل، ما إذا كانت أجهزة الاحتراق المترلية تحصل على هواء كاف؛ لتعمل على نحو مقبول.

المواد المستخدمة في إغلاق أماكن تسرب الهواء

تحتاج عملية إغلاق أماكن تسرب الهواء في المترل إلى مواد مختلفة؛ للحصول على حاجز يمنع تسرب الهواء، ويتسم بالاستمرارية، والإحكام، والقوة حول مترلك.

www.j4know.com

مواد سد (إغلاق) التشققات بتعبئتها بمواد خاصة (Caulking)

يمكنك البدء بعملية السد (caulking)؛ لإغلاق بعض أماكن التسرب الصغيرة، لكن ذلك لن يكون سلاحك الرئيس ضد تسرب الهواء. تعطي عملية السد نتائج جيدة في التشققات التي يقل عرضها عن ثلاث إلى ثماني بوصات، وتساعد في خلق حاجز متصل؛ لمنع تسرب الهواء حول النوافذ، وأماكن تثبيت الإنارة، وصناديق الكهرباء. تتوفر المواد الخاصة بإغلاق التشققات في أي متجر للعدد والأدوات المنزلية، ويتراوح سعرها ما بين دولار واحد إلى أربعة دولارات للأنبوب الواحد. وفيما يتعلق بعمليات إغلاق التسرب البسيطة، فإن أسهل الطرق تتمثل باستعمال مركبات الأكريليك؛ لأنها تحكم الإغلاق، ويمكن تنظيفها بالماء.

المواد الرغوية السائلة (Liquid Foams)

المادة الرغوية السائلة مادة يصعب التعامل معها، إذ إنها تلصق جيّداً بكل شيء تقريباً، بما في ذلك جسمك وملابسك؛ لذا، احرص على لبس قفازات (كفوف)، ونظارات واقية عند استعمال المادة الرغوية السائلة، وتأكد من تنظيم وتخطيط عملية إغلاق التشققات بهذه المادة، بحيث تغلق جميع الأماكن التي تحتاج إلى هذه المادة دفعة واحدة. إبدأ بإغلاق التشققات، ولا تتوقف حتى تنتهي أو تفرغ العبوات.

تُستخدم المادة الرغوية أحادية الجزء (one-part foam)، وتعطي نتائج جيدة في التشققات الكبيرة التي لا تنفع معها عملية السد. وبما أن المادة الرغوية السائلة تتميز بأنها تتمدد كثيراً، فلا تملأ التشققات تماماً بالرغوة، بل املأها جزئياً، وانتظر المادة الرغوية حتى تتمدد. تأتي المادة الرغوية بعبوات (علب) تتسع لحوالي لتر واحد، وبتكلفة تتراوح ما بين خمسة إلى عشرة دولارات لكل منها. أمّا المادة الرغوية ثنائية الأجزاء (two-part foam) فيمكنها جسر وسد الفراغات (الفجوات) الكبيرة، أو يمكن رشها على سطح واسع، حيث تغلق وتعزل في عملية واحدة، ومن ثم يمكن استخدامها؛ للحصول على قطع خاصة من المادة الرغوية محكمة الإغلاق، ومعزولة. تزوّد المادة الرغوية ثنائية الأجزاء بنوعين من الفوهات: إحداها للرش على الأسطح، والأخرى لملء فراغ (فجوة) كبير. ولكن من الصعوبة الحصول على هذه المادة من المحالّ الصغيرة إلا أنها متوفرة للبيع في المحالّ التي تزود المقاولين بمثل هذه المواد، حيث تكلف المجموعة الكاملة من هذه المادة ما بين ١٠٠ إلى ٢٠٠ دولار. ولذلك، عليك التأكد من وجود عدة مشاريع منزلية؛ لتبرير شراء مجموعة كاملة كما يوضحه الشكل رقم (٦-٥).

www.j4know.com

مواد الإغلاق الجاسئة (الصلبة) (Rigid Sealing Materials)

تغلق الفتحات الكبرى في العليّة مثلاً، بقطع من الخشب المقوى، أو جدار جاهز أو مادة عازلة من الرغوة الصلبة، وكذلك استعمال مسامير ومواد لزجة لاصقة؛ لتثبيتها تثبيتاً دائماً أو إغلاق الحواف باستعمال رغوة ثنائية الأجزاء (أنظر الشكل رقم ٦ -٥). يمكن قطع الألواح الخشبية الرقيقة بسهولة، وتثبيتها بمواد إنشائية لاصقة، ومسامير صغيرة متوفرة جميعها في محالّ العدد والأدوات المترلية. يكلف لوح من الجدار الجاهز أقل من ١٠ دولارات، في حين يتراوح ثمن لوح خشبي أو لوح عازل من الرغوة الصلبة ما بين ١٠ إلى ٢٠ دولاراً لكل منها.

تستعمل الرغوة أحادية الجزء لإغلاق الفجوات حول النوافذ التي لا يمكن معالجتها بمواد السد (الاغلاق) بسبب كبر حجمها. توفر المواد السائلة مادة اغلاق دائمة.

يمكن تثبيت الألواح الرغوية حول الفتحات التي تتشكل بسبب أنابيب التصريف وأماكن تثبيت التمديدات الصحية. عند الضرورة، يمكن إزالة اللوح لأغراض صيانة التمديدات

الألواح الرغوية الصلبة تستعمل لتعبئة وإغلاق الفتحات الكبيرة مثل الفراغات بين عوارض التثبيت والتجاويف الأخرى في المنزل. يمكن رش الرغوة ثنائية الجزء حول حواف الألواح الرغوية لإغلاقها وتثبيتها.

تستعمل مجموعة مكونة من العادة الرغوية أحادية الجزء، ثنائية الجزء والألواح الرغوية الصلبة لإغلاق نقاط تسرب الهواء وتوفير العزل الحراري في المناطق الصعبة.

شكل رقم (٦-٥) إغلاق أماكن تسرب الهواء باستعمال العزل الحراري الرغوي.

إستراتيجيات إغلاق أماكن تسرب الهواء

يمكنك تحقيق تحسينات كبيرة في كفاءة مترلك، إذا ركزت جهودك المتعلقة بإغلاق أماكن تسرب الهواء على الفتحات الكبرى التي في إطار المترل الخارجي. إنّ

www.j4know.com

إغلاق التشققات الصغيرة أو إحكام إغلاق الأبواب مثلاً، قد يحسن مستوى الراحة في منزلك، وذلك بتقليل تيارات الهواء الثانوية. لكن تقليل تسرب الهواء الذي ستحصل عليه بهذه الطريقة، لا يمثل إلا جزءاً بسيطاً من تسرب الهواء الكلي في منزلك، في حين يأتي الجزء الأكبر من تسرب الهواء في المنازل العادية من الفتحات الكبيرة التي يمكن تصنيفها بالأنواع التالية:

- فتحات الخدمات، حيث تخترق الأنابيب والأسلاك، وتربط أماكن المعيشة في المنزل بالعليّة، والتسوية، والخارج.
- أماكن تثبيت الإنارة، والأدوات الصحية (تمديدات المياه).
- العيوب التي في الإطار التكاملي الذي يربط بناء تجاويف المبنى، مثل: الأرضيات، والجدران، والأسقف.

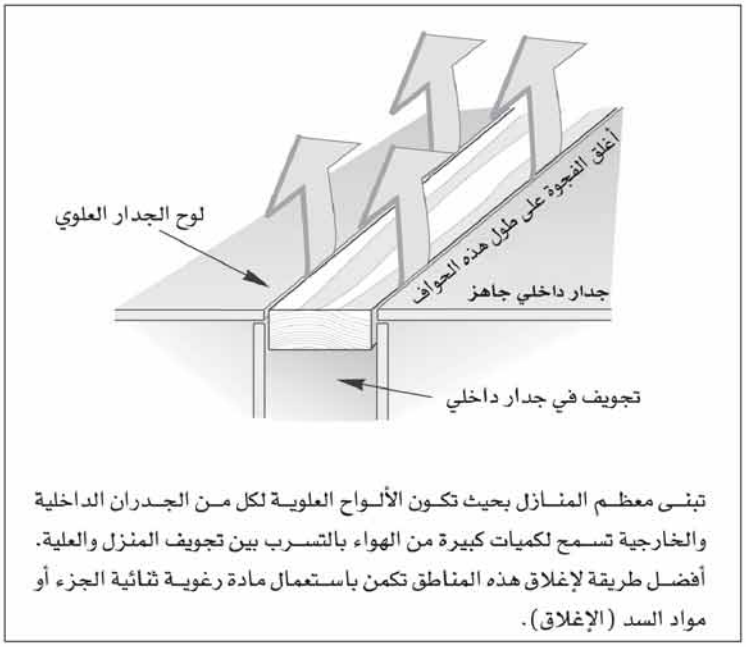
يعدّ مشروع منع تسرب الهواء في العليّة من المهام التي من المعقول تماماً أن تؤديها بنفسك. أمّا إذا استعنت بمهني عزل منازل أو مقاول؛ للقيام بهذا العمل، فإن المبادئ التوجيهية الواردة هنا تساعدك على معرفة ما تطلبه في هذا الصدد.

كيفية إيجاد وإغلاق أماكن تسرب الهواء في العليّة

ربما تجد في العليّة أماكن مهمة لتسرب الهواء أكثر من أي جزء آخر من المنزل، وهي في العادة غائبة عن ذهنك؛ لأن الهواء الدافئ المتسرب من المنزل إلى العليّة لا يشكل تيارات هواء واضحة إلى الأسفل على أرضية المنزل الرئيسة. لكن الهواء الخارج من المنزل إلى العليّة سيشكل ضغوطاً سلبيةً (negative pressure) قوية على تسرب الهواء في أماكن أخرى في المنزل. (نظر الشكل رقم ٦-٦).

تكمن الخطوة الأولى لإيجاد وإغلاق أماكن تسرب الهواء في العليّة في تحديد مكان للوصول إلى العليّة. قد يكون لمنزلك فتحة للعلية (attic hatch) في السقف، بحيث تكون واقعة في أحد الممرات أو حتى في خزانة، في حين توجد في بعض المنازل فتحة خارجية تقع في نهاية الجملون (truss) في هيكل السقف. لذا، حدد فتحة الدخول للعليّة في منزلك، وثبت السلم تثبيتاً آمناً، ومن ثم اجمع الأدوات اللازمة الخاصة بك.

www.j4know.com



تبنى معظم المنازل بحيث تكون الألواح العلوية لكل من الجدران الداخلية والخارجية تسمح لكميات كبيرة من الهواء بالتسرب بين تجويف المنزل والعلية. أفضل طريقة لإغلاق هذه المناطق تكمن باستعمال مادة رغوية ثنائية الجزء أو مواد السد (الإغلاق).

شكل رقم (٦-٦) تسرب الهواء من أعلى الجدار في عليّة المنزل

عند العمل في العليّة، عليك بتوفير وإحضار مصدر ضوء ساطع، وجهاز تنفس صناعي جيّد، ولوح صغير؛ لوضعه في الجزء العلوي من عوارض السقف (joists). خلال وجودك في العليّة، احرص دائماً على تثبيت خطواتك على أجزاء الإطار الخشبية، ولا تثبت أقدامك أبداً على الجدار الجافّ أو الجبس (plaster)؛ لأن ذلك قد يجلب ضرر كثيراً لنفسك أو لمنزلك. احرص دوماً على استخدام معدات وقائية مناسبة، وانتبه لحقيقة مفادها: أن منظومة الأسلاك الكهربائية الحية موجودة في العليّة، الأمر الذي يمثل خطورة محتملة، وكن حذراً عند تسلقك السلالم، ولا تحاول القيام بهذا النوع من العمل، إذا لم تكن متأكداً مما تقوم به.

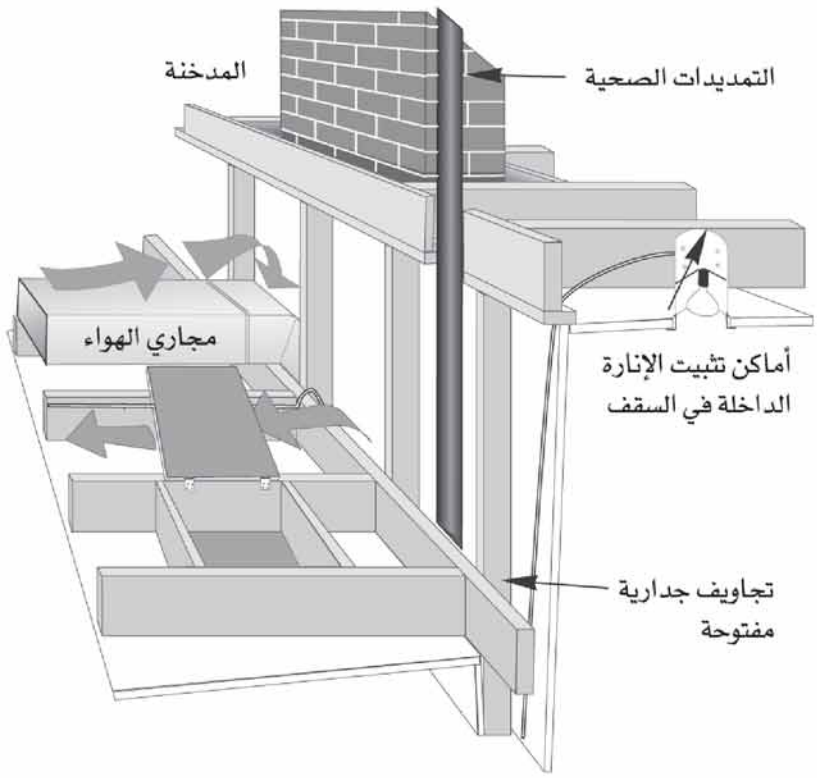
عند الصعود إلى عليّة منزلك، اضبط الأضواء فيها، وهيئ وضعاً عاماً مريحاً بقدر ما تستطيع. هناك أمور كثيرة يمكن رؤيتها في معظم العليّات، فيما يخص عين الخبير، ليس هناك مكان أفضل من العليّة؛ للتعلم عن كيفية بناء هيكل المنزل. تفحص المناطق التي أوردناها هنا، وحاول تحديد ما إذا كانت مسارات تسرب الهواء تربط العليّة بأماكن المعيشة في المنزل. ابحث عن إشارات أو علامات، مثل: الضوضاء، والروائح، أو الغبار الصّاعد من فضاء المعيشة الخاص بك وبمجرد تحديد أماكن محتملة للفتحات، فإنه يمكنك الاستعانة بمواد مناسبة؛ لإغلاق أماكن تسرب الهواء، أو اطلب من مقاول

www.j4know.com

ما القيام بذلك.

مداخل العليّة: ثبّت سيراً واقياً مانعاً للتسرب (weatherstrip) حول محيط المدخل، ثم سدّ حواف إطار المدخل بملئها، وبمواد خاصة حسب الحاجة.

العليّات ثنائية المستوى في المنازل ثنائية الأدوار (انظر الشكل رقم ٦-٧): أغلق السطوح العليا من تجاويف الجدار بقطع (سدادات) من مادة صلبة تناسب أماكن الفراغ الموجودة، ثم سدّ الحواف بملئها، وبمواد خاصة أو بمادة رغوية.



العليات المتدرجة في المنازل متعددة الأدوار تحتوي تجاويف تمثل دائماً ممرات تسرب هواء كبرى. تكمن الطريقة الفضلى لإغلاقها باستعمال صفائح رغوية صلبة تُقص على مقاس التجويف وتثبت في مكانها بإحدى الطرق المناسبة (السد أو باستعمال مادة رغوية).

شكل رقم (٦-٧) إغلاق تجاويف الجدران في المنازل متعددة الأدوار

www.j4know.com

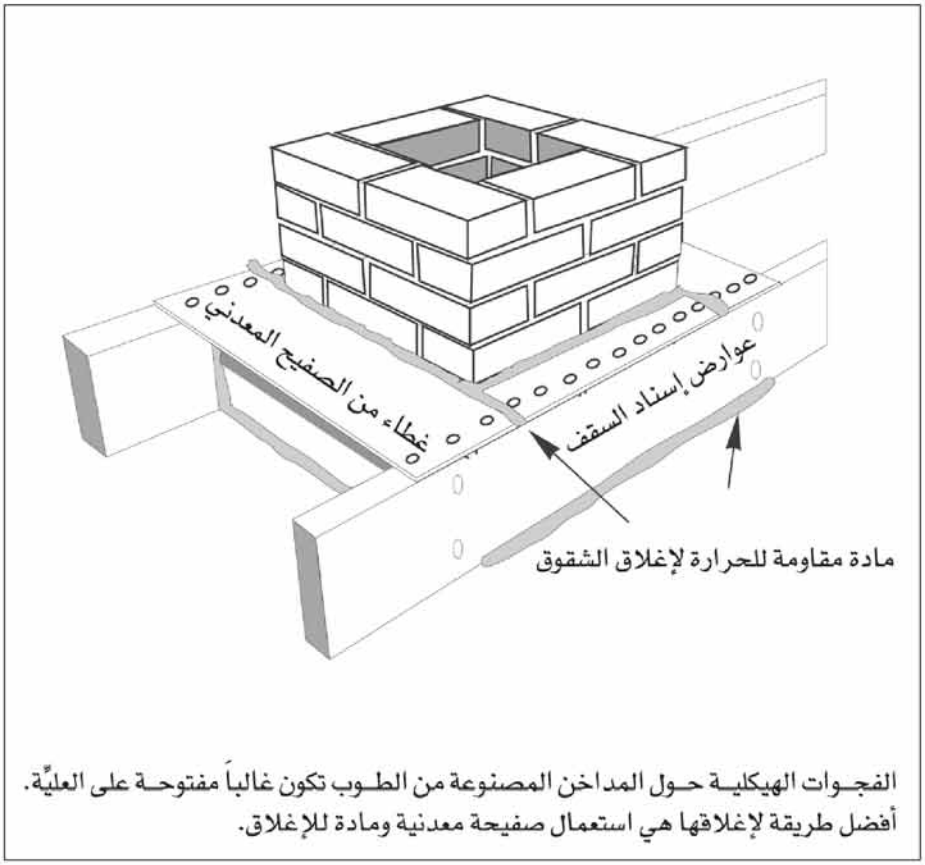
الأسطح العليا من الجدران الداخلية الفاصلة (القواطع): باستطاعتك رؤية هذه الأسطح إذا أزلت العزل، وجعلته بعيداً عن الجزء العلوي من هذه الجدران. استخدم المادة الرغوية أحادية الجزء أو مواد السد الخاصة؛ لإغلاق الثقوب، حيث تمر الأنابيب والأسلاك، أو بادر بالقيام بعملية أكبر عن طريق إزالة العزل، وجعله جانباً، وتنظيف المنطقة تماماً، ومن ثم رشّ مادة رغوية ثنائية الأجزاء فوق المنطقة العلوية من الجدار الفاصل، وذلك بعرض يتراوح ما بين ٤ إلى ٥ بوصات في كل اتجاه.

أماكن اختراق الأسلاك وأنابيب المياه (التمديدات الصحية): أغلق الأماكن التي حول نقاط مرور الأسلاك والأنابيب من الجدران، وابحث عن الحاملات المعدنية المخصصة؛ لحفظ وحمل الأنابيب والأسلاك (chases)، حيث إنها في الغالب تؤدي إلى الطابق السفلي أو القبو. استخدم مادة للسد أو مادة رغوية. أمّا إذا كان الثقب (مكان اختراق السلك أو الأنبوب في الجدار) كبيراً جداً على المادة الرغوية أو مادة السد، فغطِّ الثقب بالخشب الرقائقي (plywood) أو اللوح الرغوي (foamboard)، واحرص على تثبيتها في مكانها بمادة لاصقة أو باستخدام البراغي. في غالب الأحيان، يرشّ المهنيون الخبراء المادة الرغوية ثنائية الأجزاء على السطح العلوي؛ لإغلاق سطح هذه الرقعة الجاسئة (الصلبة) (rigid patch).

المداخن المصنوعة من الطوب: أغلق الفتحات حول المداخن بالصفائح المعدنية (sheet metal)، وأحكم إغلاق المدخنة إلى هيكل السقف، وذلك بمانع تسرب من السليكون المقاوم لدرجات الحرارة العالية، أو بمادة إسمنتية خاصة بالمداخن (انظر الشكل رقم ٦-٨).

أغطية الإنارة المرتدة (Recessed Light Housings): يمكن لغطاء الإنارة المرتد أن يحدث فجوة خطيرة بسلامة، واكتمال العزل الحراري في عليّة منزلك (باستثناء شيء واحد وهو في حال تثبيت أغطية الإنارة في السقف الذي تحت الدور الثاني). يكمن الحل الأمثل لأغطية الإنارة التي تخترق العزل الحراري للعليّة باستبدالها بغطاء مثبت بالسطح، كما يمكن أن يفصل مثبت (غطاء) الإنارة عن العليّة ببناء صندوق من الجدران، أو أسطوانة كتلك التي تستخدم للمدافئ، وتثبيتها ثم إحكام إغلاقها مع السقف. وهذا النوع من الفصل ينبغي أن يكون كبيراً بما يكفي؛ لترك مسافة ٣ بوصات بين الصندوق العازل (أو الأسطوانة) وبين مكان التثبيت؛ لمنع التسبب بارتفاع كبير في درجة الحرارة.

www.j4know.com

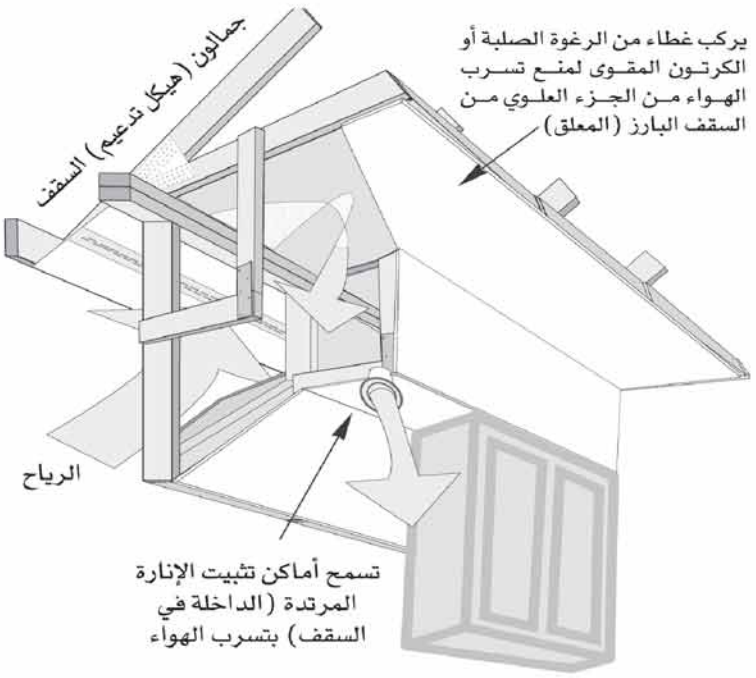


الفجـوات الهيكليـة حـول المداخن المصنوعة من الطـوب تكون غالباً مفتوحـة على العليَّة. أفضل طريقة لإغلاقها هي استعمال صفيحة معدنية ومادة للإغلاق.

شكل رقم (٦-٨) إغلاق التشققات حول المداخن المصنوعة من الطوب.

الأجزاء السـفلية السـاقطة (Dropped Soffits) في المطابـخ ودورات المياه: (انظر: الشكل رقم ٦-٩ والشـكل رقم ٦-١٠). يمكنك رؤية هذه الفجوات من العليّة، علـى الرغم من ذلك فقد يكون الوصول إليهـا صعباً. بادر بإغلاق الفتحة في الجزء العلوي من الجزء السـاقط بلوح من الرغوة الصلبة، أو الخشـب الرقائقي، أو بلـوح جاهز يثبت بالمسـامير، ثم أحكم إغلاقه بعوارض السـقف، وإطار الجزء السفلي الساقط.

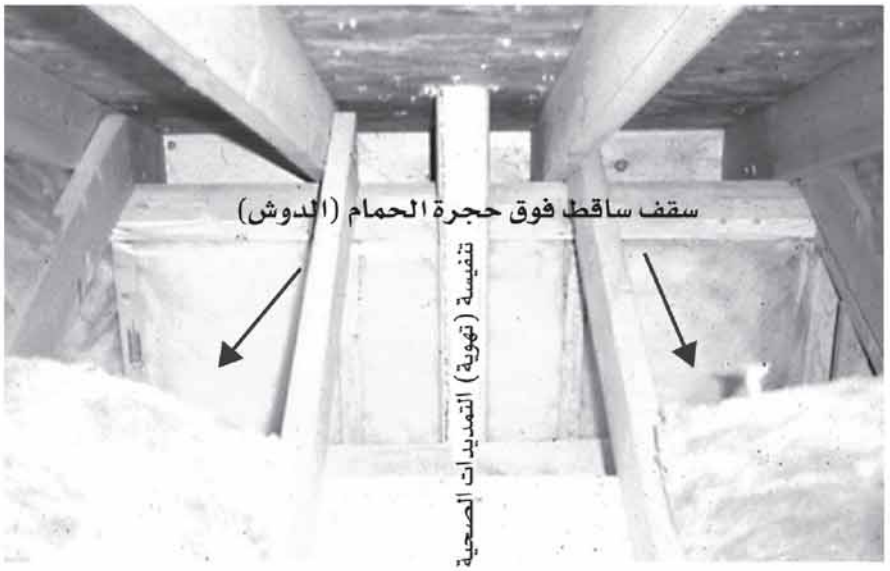
www.j4know.com



تصنع الأسقف البارزة (المعلقة) في المطبخ في بعض الأحيان قبل تركيب الجدار الجاهز وقد يتسبب ذلك في أن يكون السقف أقصر من اللازم مشكلة فجوة مفتوحة إلى العليِّة. يجب إغلاق هذه الفجوات من العلية لإبطاء تسرب الهواء من الخارج للمنزل.

شكل رقم (٦-٩) إغلاق الفجوات حول الأسقف المعلقة البارزة (الساقطة)

www.j4know.com



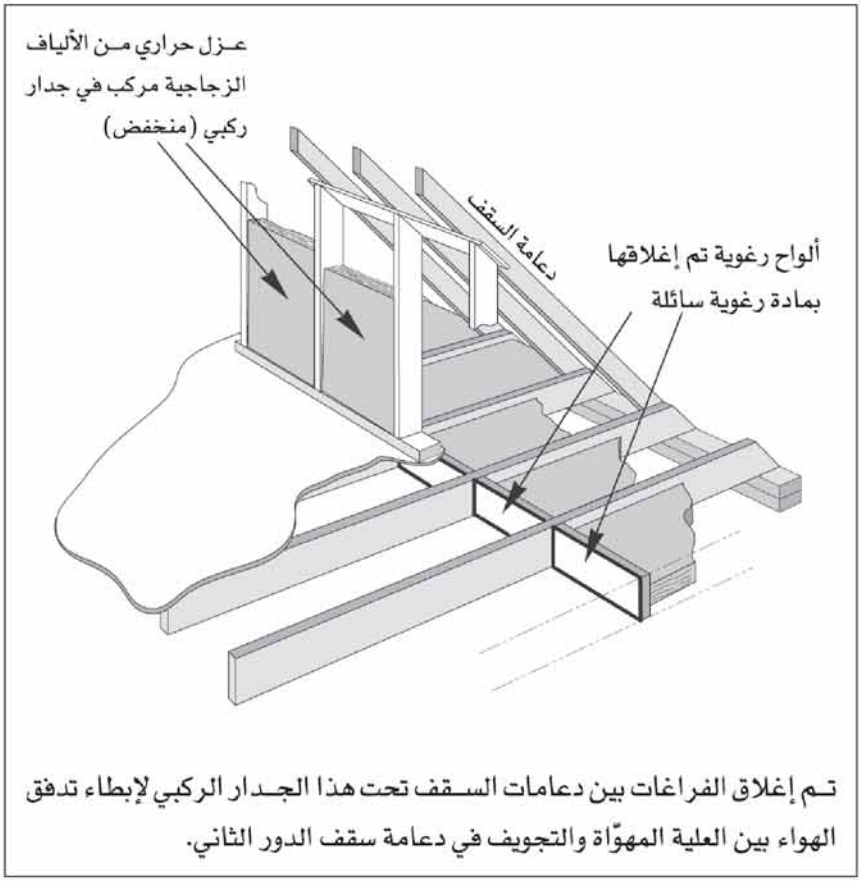
في هذ المنزل، تم ربط العليَّة بسقف ساقط فوق حجرة الحمام (الدوش). تم تحسين مستوى الراحة في الحمام في فصل الشتاء بشكل كبير بإحكام إغلاق هذه الفتحة بصفيحة من العزل الحراري الرغوي.

شكل رقم (٦-١٠) إغلاق التجاويف فوق الأسقف البارزة الساقطة

أحواض الاستحمام (البانيو) وحجرات الدوش: أقفل الفتحات (الفجوات) الكبيرة برقع جاسئة (صلبة) محكمة التثبيت بمسامير، مثل: استعمال ألواح جاهزة. وتسد أو تغلق حوافها بمواد السد الخاصة أو الرغوية. استخدم المادة الرغوية أحادية الجزء للفتحات التي يقل عرضها عن بوصتين.

الجدران الركبية في العليّات المشطّبة (Knee Walls in Finished Attics): وهي جدران منخفضة غير مكتملة تفصل جزءاً من مساحة العليّة، لتحويله إلى مكان للمعيشة - تبنى بين الدور الثاني وبين العوارض الخشبية (rafters) من العليّات منتهية البناء؛ (انظر شكل رقم ٦-١١). يجب إغلاق تجاويف الأعمدة التي تحمل السقف (joists cavities) بوضع مادة سد صلبة تحت الجدار الركبي، ويمكن أيضاً، استعمال مادة رغوية ثنائية الأجزاء؛ لإحكام إغلاق هذه المنطقة.

www.j4know.com



شكل رقم (٦-١١) إغلاق الجدران الركبية المنخفضة والأسقف المائلة

ممرات (حاملات) مجـــاري الهواء (Duct Chases): هذه الممرات قد تحتوي أيضاً على مســـارات الأسلاك أو الســـباكة. إذا كانت الفجوات كبيرة، فأغلقها بحواجز صلبة، مثل: الخشـــب الرقائقي أو الألواح الجاهـــزة، ثم أحكم إغلاق هذه الحواجز الجديدة مع مجاري الهواء بمواد الســـد الخاصة أو بمادة رغوية. أمّا أصغر التشـــققات الموجودة بين الحاجز الهوائي وبين المواد المحيطة فيمكن سدّها (caulk) بالمواد المناسبة أو بالمادة الرغوية.

www.j4know.com

الخلاصة

تتميـــز أكثر المنازل راحة بحد حراري (thermal boundary) متصل مكون من حاجز فعّال؛ لمنع تســـرب الهواء، ووفرة العزل الحراري. وعند تبنيك التوصيات التي وردت في هذا الباب، فإن التحســـينات اللاحقة في كفـــاءة المنزل، وخصوصاً تلك المتعلقة بتحسين العزل الحراري، ستكون كلها أكثر فاعلية من غيرها.

إنّ المجهود الذي تبذله لإيجاد وإغلاق أماكن تســـرب الهواء ســـيكون مردوده ممتازاً، حيث تبلغ فترة الســـداد للاستثمارات في مشاريع إغلاق أماكن تسرب الهواء في المتوســـط حوالي خمس سنوات. نقترح في هذا المقام استثمار ما يتراوح بين مئات إلى آلاف الدولارات في مشاريع إغلاق أماكن تسرب الهواء في المنزل.

- حـــدد برنامجاً زمنيـــاً؛ لتدقيق الطاقة في منزلك. تأكد مـــن قيام مدقق الطاقة بفحص مروحة الباب؛ لفحص وتقييم تسرب الهواء في المنزل، وتحديداً أماكن تســـرب الهواء، وتقييم الحاجة إلى التهوية الميكانيكية، واطلب رؤية أية أماكن جوهرية، وذات أهمية لتسرب الهواء في المنزل.
- حدد وأحكم إغلاق الأماكن الرئيسة لتسرب الهواء في المنزل بنفسك أو اطلب مـــن مقاول عمل ذلك. ركز على المناطق الموجـــودة حول المدخنة، وأماكن تثبيـــت الإنارة المرتدة (recessed light fixtures)، والعيوب التي في هيكل المنزل، وأماكن دخول الأنابيب والأسلاك.

www.j4know.com

www.j4know.com

الباب السابع
العزل الحراري

يعتمد مستوى الراحة والكفاءة المستخدمة للطاقة في منزلك على العزل الحراري أكثر من أي عامل آخر. فبدون عزل حراري كاف، ستكون العديد من المهام التي نوصي بها في هذا الكتاب؛ والخاصة بتقليل أحمال التدفئة والتكييف قليلة الفعالية. وعند زيادة العزل حراري للمنزل، فإن معدات التدفئة والتكييف ستعمل لفترات أقل من ذي قبل، وتكون فواتير الطاقة الخاصة بك (utility bills) بالتأكيد أقل.

سنبين لكم في هذا الباب، لماذا تعدّ عملية تركيب عزل حراري مناسب هي الوسيلة الفضلى؛ للحد من تكاليف التدفئة والتبريد. وسنقدم أيضاً وصفاً عن كيفية تركيب عازل حراري فعّال وطويل الأمد، كما سيشمل الوصف أنواع العزل التي تعطي أفضل النتائج لمختلف التطبيقات.

تقييم العزل الحراري للمنزل

ما سماكة العزل الحراري في عليّة (attic) منزلك؟ ينبغي للعزل الحراري في عليّة منزلك أن يكون خطك الدفاعي الأول ضد هدر الطاقة، سواء أكنت تعيش في مناخ حار أم بارد. وكلما كان سمك العزل الحراري (في العليّة) أكبر من غيره كان أفضل.

ما سماكة العزل الحراري في جدران منزلك؟ أيّاً كان سمك جدران منزلك، يجب أن تكون معزولة حرارّياً عزلاً كاملاً مع كل أنواع المناخ.

هل لديك طبقة من العزل الحراري تحت الأرضيات أو حول الأساسات الخاصة بمنزلك؟ إن العزل الحراري للأرضيات والأساسات عملية إلزامية للمنازل عالية الكفاءة في المناخات الباردة، بالإضافة إلى المنازل ذات الكفاءة الفائقة في المناطق الحارة.

أساسيات العزل الحراري

ينظر إلى العزل الحراري للجدران والعليّة (attic) للعديد من المنازل على أنه من أفضل الاستثمارات من حيث توفير الطاقة. في المناخات الحارة، يكتسب العزل الحراري للعليّة أهمية خاصة بسبب الارتفاع الكبير في درجات الحرارة الذي تشهده

www.j4know.com

العليّـــات في فصل الصيف. وكلما زاد الفرق في درجة الحرارة بين الخارج والداخل، ازدادت الحاجة إلى العزل الحراري الفعّال. فإذا كنت تعيش في مناخ حاراً صيفاً، قد تصـــل درجة الحرارة في العليّة في هذا الفصل إلى ١٥٠ درجة فهرنهايت (أي: حوالي ٦٦ درجة مئويـــة)، بمعنى أنه أعلى بـــ ٧٠ درجة فهرنهايت (أي: حوالي ٣٩ درجة مئوية) من أماكن المعيشة (المكيفة) في المنزل. بناء على ذلك، فإن من المجدي مضاعفة العزل الحراري في العليّة؛ لإبطاء تدفق الحرارة إلى داخل المنزل. كما أن العزل الحراري للجدران في الصيف مهم أيضاً، ولكنه ليس بالأهمية نفســـها للعليّة، إذ إن فرق درجة الحرارة بين جانبي الجدار في يوم حار قد تكون فقط ٣٠ درجة فهرنهايت (أي: حوالي ١٧ درجـــة مئوية). وفي المناطق ذات المناخ البـــارد، يكون العزل الحراري للجدران بأهمية العزل الحراري للعليّة نفسها. ومرة أخرى، تكون فائدة العزل الحراري محكومة بفرق درجة الحرارة. فعندما تكون درجة الحرارة الخارجية صفر فهرنهايت، فإن الفرق في درجة الحرارة بين جانبي جدران المنزل تكون ٧٠ درجة فهرنهايت، وعندها تحتاج إلى كل ما تستطيع الحصول عليه من العزل الحراري للجدران. كما أن العزل الحراري للأرضيات (floors) والقواعد أو الأساســـات (foundation) في المناخات الباردة أيضاً مجدٍّ من الناحية الاقتصادية.

لكن هـــذه المقارنات يجب أن توضع في المنظور الصحيـــح. لذلك، نضع توصية بســـيطة واحدة بيقين كامل، وهي: احرص على تركيب أكبر كمية ممكنة من العزل الحراري في جدران وسقف وأرضيات المنزل.

معنى مستوى (قيمة) المقاومة الحرارية (R-Value)

يقيّم العزل الحراري بمستوى (قيمة) المقاومة الحرارية، والتي تعبر عن مدى مقاومة مادة ما لانتقال الحرارة. لكل نوع من أنواع العزل الحراري مستوى معين (قيمة معينة) من المقاومة الحرارية لكل بوصة (٢,٥ سم) من السماكة. لذلك، فإن طبقة من الألياف الزجاجية مادة عازلة ـــ بسماكة ٦ بوصات قد تصنف من ناحية المقاومة الحرارية بمستوى ١٩ (R-19) أو بما يعادل تقريباً المستوى الثالث (R-3) لكل بوصة سماكة، في حين يتمتع لوح من البوليســـترين سماكته ٦ بوصات بمستوى مقاومة حرارية تبلغ ٣٠ (R-30)، أي: ما يكافئ تقريباً المستوى الخامس (R-5) . إنّ لوحاً من مادة رغوية يمثل عازلاً حراريّاً أفضل من لوح من الألياف الزجاجية على الرغم من أن هذا لا يعني أن الألواح الرغوية هي المادة العازلة المفضلة دائماً. فنحن في الغالب نلجأ إلى اســـتخدام الألياف الزجاجية أو مادة السليولوز قليلة الكثافة (غير المضغوطة) (loose-fill) في العليات مثلاً؛

www.j4know.com

لأن لدينـــا في العليّة (attic) ما يكفي من الحيز لتركيب عازل حراري سماكته تتراوح ما بين ١٦ إلى ٢٤ بوصة.

إنَ إنخفاض مستويات المقاومة الحرارية لهذه المواد لا يتمتع بالأهمية ذاتها عند وفرة المكان. فالمواد العازلة المصنوعة من الألياف الزجاجية والسليولوز ليست مكلفة، وهي نسبياً غير سامة، وسهلة التركيب. وعموماً، عند اختيار مادة للعزل الحراري، نأخذ في الحســبان عوامل، مثل: مستوى المقاومة الحرارية لكل بوصة من حيث السماكة، والتكلفة الكلية، وسهولة التركيب، وعوامل أخرى.

التجسير الحراري (Thermal Bridging)

إنّ معرفة مستوى المقاومة الحرارية للعزل الحراري لوحده لن يكون كافياً لوصف المقاومة الحرارية الكلية لجدار أو ســقف المترل؛ لإن مستوى (قيمة) المقاومة الحرارية لجــدار ما في المترل يعبر عن كل من المناطق المعزولة من الجدار، والمناطق الإطارية من الخشــب. وبما أن المقاومة الحرارية لكل بوصة للخشب منخفضة نسبياً، فإن المقاومة الحرارية الكلية للجدار ســتكون أقل من تلك للعازل الحراري نفســه. وتعرف هذه القيمــة الكلية بالمقاومــة الحرارية الكلية للجدار. وبناء علــى ذلك، يمكن للمقاومة الحرارية الكلية لجدار مبنى كامل (المترل مثلاً) أن تكون أقل بكثير من مستوى المقاومة الحرارية لمادة العزل الحراري المســتخدمة. في الجدران الإطارية الشــائعة مثلاً، يحتل الخشب نسبة تتراوح ما بين ١٥ إلى ٢٥٪ من مساحة السطح. وبما أن مستوى (قيمة) المقاومة الحرارية للخشــب تبلغ فقط حوالي المستوى الأول (R-1) لكل بوصة، فإن هذه المناطق الإطارية تخلق ما يسمى بــالجسور الحرارية في الجدران المعزولة. لذلك، تكون المناطق الداخلية من الجدران فوق الإطار باردة في الشــتاء، وحارة في الصيف؛ لأن ســرعة انتقال الحرارة في الخشب أعلى منها في العازل الحراري بين مناطق الإطار (الخشــبي). وإذا اســتخدمت الأطر المعدنية، فإن النقص في المقاومة الحرارية الكلية ســيكون أكبر من ذي قبل. وأما بشــأن الجدار ذي إطار خشبي شائع الاستعمال، وبقيــاس ٢X٤ أقدام (٦٠ X ١٢٠ ســم) وبعازل حراري مــن الألياف الزجاجية بســماكة حوالي ٣,٥ بوصة، ومســتوى مقاومة حرارية تبلغ R-11، فإن المقاومة الحرارية الكلية للجدار ســتتراوح ما بين ٩ إلى ١٠. وأما بشأن جدار مشابه بقياس ٢X٦ أقدام، وبعازل حراري من الألياف الزجاجية بسماكة حوالي ٥,٥ بوصة، فإن مستوى المقاومة الحرارية الكلية للجدار ستتراوح ما بين ١١ إلى ١٣.

www.j4know.com

كم من العزل الحراري يعدّ كافياً؟

تحظى معظم منازلنا عموماً بالقليل جداً من العزل الحراري، ويرجع ذلك إلى تدني أسعار الطاقة على مدى سنوات طويلة، الأمر الذي دعا إلى إهمال جانب توفير الطاقة في أكواد (codes) البناء. بعض منازلنا تتمتع بعزل حراري مناسب في العليّة (attic)؛ لأن تركيب العزل الحراري في العليّة عملية غير مكلفة، وذلك بعكس الجدران، والأرضيات، والقواعد (الأساسات foundation)، والتي تكون في الغالب أقل عزلاً من غيرها ومن ثم تصبح المناطق الأكثر ضعفا من حيث استهلاك الطاقة في منازلنا.

نحن نوصي بأن تستثمر بسخاء في تحسين العزل الحراري لمترلك. ينبغي لعليّة المترل أن تكون معزولة حراريّاً بمستوى R-50 على أقل تقدير. أمّا بشان الجدران، فينبغي التأكد من سد الفجوات فيها تماماً — الأمر الذي لا ينطبق دائماً على المنازل القديمة — كما ينبغي التفكير بإضافة ما سماكته بوصتين إلى ٤ بوصات من المادة العازلة الرغوية للأسطح الخارجية لجدران المترل. في المناخات الباردة، ينبغي عزل أساسات وأرضيات المترل لتصل إلى مستوى R-30 على أقل تقدير. تتراوح التكلفة الكلية لمثل هذه المشاريع ما بين ٢٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ دولار، وستتراوح فترة استرداد الاستثمار لهذه المشاريع ما بين ٥ إلى ١٥ سنة. لكن لحسن الحظ، أنت لست ملزماً بتحسين كامل للعزل الحراري الخاص بالمترل القائم، إذ أن كل مشروع تتمّه سيحسن كفاءة المترل، ويمكنك الاستزادة من هذه الإجراءات لاحقاً في هذا الباب. يدرج الجدول رقم (٧–١) في مستوى العزل الحراري الذي ينصح به للمنازل القائمة.

جدول رقم (٧–١) قيم المقاومة الحرارية السائدة في مقابل الموصى بها

نوع المترل	العليّة	الجدران	الأرضية	جدران القبو
بيت اعتيادي قديم قائم	١٥	٩	٢	٠
الموصى به في مناخ بارد	٥٠	٣٠	٣٠	٢٠
الموصى به في مناخ معتدل	٥٠	٢١	٣٠	١٢
الموصى به في مناخ دافئ	٥٠	٢١	١٩	١٢
مترل مثالي فائق العزل	٦٠	٤٠	٤٠	٤٠

قيم مستوى المقاومة الحرارية (R-values) الواردة في الجدول تمثل مستوى المقاومة الحرارية لكامل الجدار وتأخذ في الحسبان المقاومة الحرارية لكامل تركيبة المبنى بما في ذلك الإطار.

www.j4know.com

كيف تقيس العزل الحراري لمنزلك

لإكمال هذه المهمة، ستحتاج إلى مصباح يدوي ضوء محمول (flashlight)، ومفك للبراغي، ومتر للقياس، وورقة، وقلم. وقد تحتاج إلى سلم أيضاً. ابدأ بجولة حول المنزل، وحدّد كل أجزاء المبنى التي قد يكون لها تفاصيل عزل حراري مختلفة، مثل: الإضافات الجديدة للمنزل، على سبيل المثال، والتي يكون لها في الغالب بنية إطارية تسمح بعزل حراري أكبر من المبنى الأصلي. في الحد الأدنى، سيكون لمنزلك تفاصيل عزل حراري مختلفة على الجدران، والسقف، والأرضية. وقد يكون لكل من هذه عدة تفاصيل عزل مختلفة. أحضر قائمة لمتابعة النتائج التي تتوصل إليها.

فحص العليّات المفتوحة (Open Attics)

إذا كان لمنزلك سقف خارجي متدرج مائل (pitched roof)، وعليّة مفتوحة، فعليك بإيجاد المدخل للعليّة (attic hatch) الذي قد يكون في الخارج، في أحد الممرات، أو في إحدى الخزائن. وإذا كان المدخل في إحدى خزائن المنزل، فقد يكون إزالة الأشياء، ومسلكك للدخول إلى العليّة أمراً مزعجاً، لكن يبقى أن المهمة تستحق العناء. وعند الحاجة إلى ذلك، أحضر سلماً، وثبّته جّيداً، واصعد لفتح المدخل. قد تتمكن من فحص العليّة من فوق السلم، أو قد تضطر للتسلق إلى الأعلى، والدخول إلى العليّة، وهي الحالة التي تتطلب مصباحاً يدوياً، ومتر قياس وجهازاً للتنفس. اخط فقط على القطع الإطارية؛ كي لا تؤذي السقف، أو تؤذي نفسك، وتوقف عند هذا الحد، وذلك إذا لم تشعر بالراحة فيما يتعلق بالمستوى المطلوب لتلك المخاطرة.

- افحص العازل الحراري، وحدد نوعه. تكون قطع العزل الحراري المسطحة أو البطانيات (batts) المصنوعة من الألياف الزجاجية وردية أو صفراء اللون، وتأتي على شكل لفافات (rolls)، يكون النوع قليل الكثافة (غير المضغوط) أبيض ووردياً أو أصفر ويبدو النوع الأول وكأنه قطع قطعاً صغيرة. أمّا العازل السليولوزي فيشبه قطعاً صغيرة من ورق الجرائد، وهو في الواقع كذلك. في حال عدم تمكنك من تحديد نوع العازل، خذ عينة منه إلى أقرب متجر يبيع هذه المواد، واسأل موظفاً خبيراً مختصاً بهذا الأمر.

- إذا كنت تقيم عازلاً حرارياً من نوع البطانية المسطح (batts) المصنع على شكل لفافات، فإنك على الأرجح ستجد قيمة (مستوى) المقاومة الحرارية (R-value) مطبوعة في مكان خاص على الورق، أو على وجه ورق الألمنيوم (foil)،

www.j4know.com

أو على البطانية نفسها. دوّن قيمة المقاومة الحرارية (R-value).

- إذا كنت تقيّم عازلاً حراريّاً من النوع قليل الكثافة غير المضغوط (loose-fill)، فعليك بقياس سماكتة كاملة إلى أعلى سطح السقف. وإذا كانت سماكة طبقة العازل متغيرة (غير منتظمة)، فسجل قيمة متوسطة من حيث السماكة. احسب وسجل قيمة العزل الحراري حسب الإجراء الوارد في الفقرة التالية.

كيف تحسب مستوى (قيمة) المقاومة الحرارية (R-value) لمادة عازلة؟

عند تحديد نوع وسماكة العازل الحراري، فإنه باستطاعتك حساب قيمة مقاومته الحرارية كما في المثال التوضيحي الوارد في الجدول رقم (٧-٢). حدد نوع العازل الحراري، ومن ثم حدد مستوى المقاومة،

ثم قس السماكة بالبوصة (بوصة واحدة= ٢,٥ سم).

اضرب قيمة المقاومة الحرارية لكل بوصة بسماكة العازل بالبوصة.

فحص التجاويف المغلقة (Closed Cavities)

تقع أكثر التجاويف المغلقة شيوعاً في داخل الجدران العمودية المعيارية. ويتكون الجدار الاعتيادي السائد في المنازل الإطارية (frame homes) بأميركا الشمالية من تجميع ألواح خشبية بقياس ٢X٤ أقدام (بسماكة فعلية تبلغ حوالي ثلاثة ونصف بوصة)، أو قياس ٢X١٢ قدماً (بسماكة فعلية تبلغ حوالي خمسة ونصف بوصة).

يكون للأسقف المقببة أو الكاتدرائية (vaulted or cathedral cieling)تجاويف مغلقة فوق أسقفها بدلاً من العليّات. ويتباين عمق هذه التجاويف حسب نوع إطار السقف الخارجي (roof)، ولكن عمقها يتراوح في العادة ما بين ٨ إلى ١٤ بوصة. وتبنى بعض المنازل بمزيج من تجاويف العليّة المفتوحة والمغلقة. في كثير من الأحيان، يعدّ إعادة عزل فجوة في السقف (cieling) بعزل حراري أمراً سيّئاً، حيث يمثل حلاً لمشكلات تسبب مستوى منخفضاً من الراحة في المترل، كما يحقق وفورات سنوية تتراوح ما بين ٣ إلى ٧ سنتات لكل قدم مربع من السقف.

www.j4know.com

جدول رقم (٧-٢) مثال على حساب قيمة المقاومة الحرارية

٣,٥ بوصة من العزل الحراري من الألياف الزجاجية قليلة الكثافة في العليّة متوسط مقاومة حرارية مقداره ٢,٣ لكل بوصة R-8 = 3,5x2.3
٣,٥ بوصة من العزل الحراري من السليولوز قليل الكثافة في العليّة متوسط مقاومة حرارية مقداره ٣,٤ لكل بوصة R-12 = 3.5x3.4
٢٤ بوصة من العزل الحراري من الألياف الزجاجية قليلة الكثافة في العليّة متوسط مقاومة حرارية مقداره ٢,٣ لكل بوصة R-55 = 24x2.3
٣,٥ بوصة من العزل الحراري من الألياف الزجاجية المضغوطة (عالية الكثافة) في الجدار متوسط مقاومة حرارية مقداره ٤ لكل بوصة R-14 = 3.5x4

تبنى التجاويف المغلقة أيضاً في بعض الأحيان فوق المرآب، أو فوق القبو غير المدفأ. وهـــذه التجاويف الأرضية تختلف في سماكتها باختلاف نوع وطبيعة الإطار، ولكنها تتراوح في العادة ما بين ٦ إلى ١٢ بوصة. ويكمن السر في تفتيش التجاويف في العثور علـــى مكان الدخول إليها؛ لإلقاء نظرة من الداخل. قد تميل إلى تخطي هذا التفتيش، وعدم القيام بـــه، وذلك على افتراض أن التجويف قد عُزل تماماً، وعلى نحو صحيح أثناء البناء، ولكن تجربتنا أظهرت أن ذلك نادراً ما يحدث.

www.j4know.com

جدول رقم (٧–٣) المقاومة الحرارية (R-value) لمواد البناء شائعة الاستعمال

مادة البناء	المقاومة الحرارية (R-value) لكل بوصة
الإسمنت	١,٠ أو أقل
الخشب	١,٠ إلى ١,٥
ألواح (batts) الألياف الزجاجية (المعيارية)	٢,٦ إلى ٣,٤ (متوسط ٣,٠)
ألواح (batts) الألياف الزجاجية (عالية الكثافة)	٣,٨ إلى ٤,٣ (متوسط ٤,٠)
الألياف الزجاجية (قليلة الكثافة في عليّة مفتوحة)	٢,٢ إلى ٢,٤ (متوسط ٢,٣)*
الألياف الزجاجية (المضغوطة في تجويف)	٣,٦ إلى ٤,٤ (متوسط ٤,٠)*
السليولوز (المضغوط في تجويف) ٣,٠	٣,٠ إلى ٣,٤ (متوسط ٣,٢)*
السليولوز (قليل الكثافة في عليّة مفتوحة)	٣,٢ إلى ٣,٦ (متوسط ٣,٤)*
ألواح (batts) الصوف المعدني ٣,٠	٣,٠ إلى ٣,٦ (متوسط ٣,٣)*
ألواح البوليسترين الرغوية الممددة (extended) (الألواح البيضاء)	٣,٩ إلى ٤,٣ (متوسط ٤,١)*
ألواح البوليسترين الرغوية المثقوبة (extruded) (تكون في العادة عادة، زرقاء، أو صفراء، أو وردية اللون)	٤,٥ إلى ٥,٥ (متوسط ٥,٠)
البولي – يوريثين الرغوي الذي يركب بالرش (قليل الكثافة)	٣,٥ إلى ٣,٨ (متوسط ٣,٧)**
البولي – يوريثين الرغوي الذي يركب بالرش (عالي الكثافة)	٦,٠ إلى ٧,٠ (متوسط ٦,٥)**
ألواح البولي – آيسوسيانوريت (المكسو بالقصدير)	٦,٠ إلى ٧,٠ (متوسط ٦,٥)**

*تتغير القيمة حسب كثافة مادة العزل الحراري.
**تتغير القيمة حسب عمر وتركيب مادة العزل الحراري.

www.j4know.com

لإتمـــام عملية التفتيـــش هذه، عليك إحضـــار مصباح يـــدوي، ومفك براغي، وشـــريط قياس، وقلم رصاص، وورقة. وقد تحتاج أيضاً إلى أداة حفر؛ لحفر الجدران الجاهـــزة (drywalls)، وأخرى قاطعة صغيرة، إضافة إلى نـــوع من المجس الرقيق (thin probe) غـــير الموصل للكهرباء، والـــذي يمكن أن يتزلق إلى جانب مصارف الســـباكة (plumbing drains)، أو صندوق الكهرباء، ويدخل إلى تجويف الجدار. وقد تكون الأداة المثالية هي ســـيخ الخيزران الخشـــبي الذي يشبه ذلك المستخدم في شـــوي قطع الدجاج (التریاكي)، ولكن إياك أن تستخدم قطعة من الأسلاك المعدنية، وذلك إذا كنت تتوقع وجود صناديق كهربائية في محيط العمل. إذا أحسست بوجود صناديق كهربائية، فبادر بتحديد الدائرة الكهربائية المناســـبة، وأغلق التيار من اللوحة الرئيسة. وأما إذا كنت تشـــعر بعدم الارتياح للعمل حول معدات كهربائية، فعليك بالتوقف فوراً.

- لفحـــص العزل الحراري للجـــدار، ابحث أولاً عن فتحة حـــول نقاط مرور (penetration)) خطوط الســـباكة، أو التمديـــدات الكهربائية للجدران. وابحث تحت حوض المطبخ أو حوض الاســـتحمام، وخصوصاً إذا كانت على جدار خارجية؛ لمعرفة ما إذا كان هناك فراغ حول أحد خطوط تصريف المياه المـــارة من خلال الجدار. حاول النظر في غرفة الغســـيل، حيث تكون أنابيب وخطوط التهوية (vents) لغســـالة الأطباق أو آلة تنشـــيف الملابس مارّة من خلال الجدران الخارجية للمنزل. كما يمكنك أيضاً استخدام أداة حفر؛ لعمل ثقب صغـــير بقطر يتراوح ما بين ٠,٥ إلى بوصـــة واحدة في مكان مخفي في الجدار الداخلي الجاهز (drywall). هذه هـــي الطريقة التي يختارها في العادة المتخصصون. الموقع المثالي هو في الجـــزء الخلفي من خزانة خارجية في جدار بالقـــرب من الأرضية، أو في جدار تحت حوض المطبخ. تجنب الحفر في براغي التثبيت (studs)، واحرص على عدم قطع أي أسلاك أو أنابيب.
- بمجرد أن تنشـــئ حفرة للدخول، تفحص وانظـــر بعناية في التجويف، وذلك باســـتعمال المصباح اليدوي؛ لمعرفة نوع العزل الحراري المثبت، وإن لم تتعرف على نوع العازل، فخذ عينة لأقرب محل لسؤال الخبراء؛ ليفيدوك.
- حاول تحديد سماكة العازل، وإياك أن تفترض أن التجويف معزول عزلاً كاملاً. ادفع بأداة الحفر إلى خارج الجدار حتى طبقة الحماية الداخلية للسطح الخارجي (exterior sheathing)، إذ يمكنـــك في الغالب تحديد سمك العزل، ووجود أي طبقات ورقية أو حاجز بلاستيكي، وذلك أثناء اختراق آلة الحفر الجدار.

www.j4know.com

- قيّس وسجّل سماكة العزل الحراري، وعمق تجويف الجدار.
- تجوّل حول المترل مرة أخرى، وحدد ما إذا كان التجويف الذي فتّشت عنه يمثل؛ عينة ممثلة لتأطير الجدران في المترل بأكمله. هل عملت إضافات إلى المبنى (المترل)؟ هل هناك دور ثانٍ بتصميم إطاري مختلف؟ نفّذ عمليات تفتيش إضافية حسب الحاجة.

ستكون بهذه المعلومات قد وصلت إلى نقطة حرجة في اتخاذ القرار، من ثم الإجابة عن هذا السؤال هل التجاويف المغلقة مليئة تماماً بمادة العزل؟ إذا كنت قد وجدت تجاويف فارغة أو معزولة جزئيّاً فقط، فلديك فرصة ممتازة لتحسين الكفاءة الحرارية لمترلك، وذلك حسب الإجراء الموضح في الفقرة التي بعنوان: «تحديث العزل الحراري للجدران»، والمذكورة في ص (٢٢٦).

أمّا إذا كانت التجاويف مليئة بالعزل الحراري، فعليك بإعادة توجيه جهود التحسينات الخاصة بالعزل الحراري للمترل إلى مكان آخر، مع بقاء إمكانية الاستفادة من إضافة عزل حراري خارجي في خارج التجويف القائم في إطار مشروع لتركيب طبقة حماية خارجية (siding)، ونوافذ جديدة للمترل، وذلك على سبيل المثال لا الحصر. هذا المشروع التحسيني الكبير يعدّ أحد أهم توصياتنا لأصحاب المنازل الملتزمين بتحقيق أفضل المنازل كفاءة، وهو مبين في الفقرة التي تحت عنوان: "طبقة الحماية الداخلية الحرارية المعزولة" (Insulated Thermal Sheathing) والمذكورة في ص (٢٢٨).

أنواع العزل الحراري

إذا تجولت في قسم العزل الحراري في أحد المحالّ الكبيرة لأدوات تحسين المترل، فسترى أنواعاً كثيرة للعزل الحراري، على الرغم من كون جميعها مصنوعة من عدد قليل من المواد الأساسية التي أهمها: الألياف الزجاجية، والسليولوز، والصوف المعدني، والرغوة البلاستيكية. وهذه المواد هي التي تصنع منها أغلب المواد العازلة، في حين تكمن الاختلافات المتبقية على نحو رئيس في الشكل، والحجم، والكثافة.

بطانيات (ألواح) الألياف الزجاجية (Fiberglass Batts)

يعدّ هذا النوع أكثر شيوعاً وتوفراً من بين منتجات المواد العازلة الأمريكية. أمّا الصوف المعدني أو الصخري، فيعد مادة شبيهة مصنوعة من الرمل المعدني بدلاً

www.j4know.com

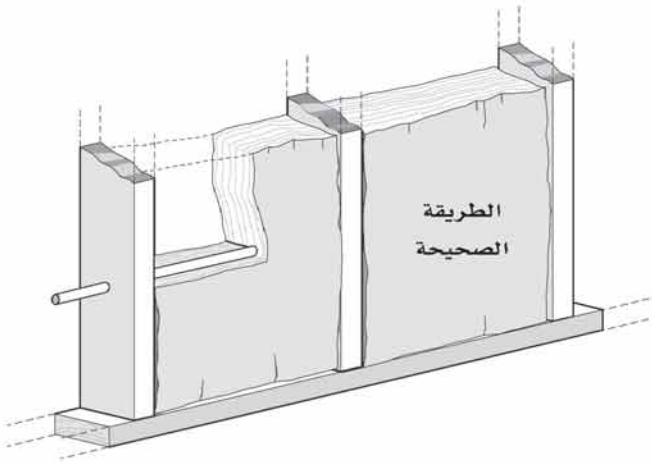
من الزجاج، وتحتل نصيباً يسيراً من السوق الأمريكية، ولكنها أكثر شيوعاً في كندا وأوروبا.

تتكون الألواح والبطانيات من ألياف زجاجية مرتبطة ببعضها بواسطة مادة ربط لاصقة وتزود معظم البطانيات (الألواح) بغطاء من ورق مقوى أو مادة مركبة من الورق المقوى والقصدير؛ لتسهيل تثبيت الألواح، والعمل كحاجز للبخار (الرطوبة)؛ لأن الألياف الزجاجية والصوف المعدني يمتصّان القليل جداً من الرطوبة، وهما ليستا مواد عضوية.

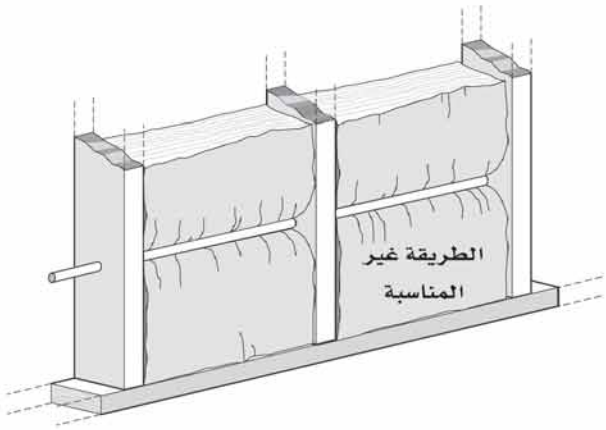
إن أحدث الألواح متوسطة الكثافة لها ضعف كثافة الألواح السائدة (المعيارية)، في حين تتمتع الألواح عالية الكثافة بكثافة تماثل ثلاثة أضعاف الألواح المعيارية. الكثافة العليا تعني مستويات عليا لقيمة المقاومة الحرارية (R-value) لكل بوصة، وهي ميزة فريدة في التجاويف ثابتة العمق (السماكة)، مثل: الجدران ونحوها. تصنف الألواح متوسطة الكثافة بمستوى مقاومة يبلغ R-3.8 لكل بوصة، وذلك مقارنة بـ R-4.3 لكل بوصة خاصة بالألواح عالية الكثافة. تتمتع الألواح العازلة المعيارية (من الألياف الزجاجية) المصنوعة بسماكة حوالي ٣,٥ بوصة بمستوى (قيمة) مقاومة حرارية R-11، وذلك مقارنة بـ R-13 للألواح متوسطة الكثافة، وR-15 للألواح عالية الكثافة.

تتمتع الألواح العازلة المعيارية (من الألياف الزجاجية) المصنوعة بسماكة حوالي ٥,٥ بوصة بمستوى (قيمة) مقاومة حرارية R-19، وذلك مقارنة بـ R-21 للألواح عالية الكثافة. في غالب الأحيان، تركب الألواح العازلة في تجاويف المباني خلال عملية الإنشاء (البناء)، وهي تقطع بمقاس يطابق المسافة بين الأجزاء الإطارية التي تبعد عن بعضها إمّا ١٦ أو ٢٤ بوصة، في حين تضاف هذه الألواح في غالب الأحيان إلى الأسقف والأرضيات في المنازل القائمة (انظر: الشكل رقم ٧-١). ولألواح الألياف الزجاجية العديد من الاستعمالات الخاصة، بما في ذلك عزل المباني المعدنية، والأنابيب، والخزانات، بالإضافة إلى العزل الصوتي، وهي متوفرة على شكل لفافات (rolls) عرض كل منها يتراوح ما بين ٣ إلى ٦ أقدام.

www.j4know.com



هذا اللوح كان قطع وفصل ليلائم شكل وحجم الكبل الكهربائي. فهو يملأ التجويف بالكامل من الأعلى إلى الأسفل. بهذه الطريقة، يتم تجنب تشكل الجيوب الهوائية ويسمح للوح لتحقيق أقصى قيمة ممكنة من مقاومته.



هنا، يضغط الكبل الكهربائي على لوح العزل الحراري مشكلاً جيباً هوائية تؤدي لتقليل المقاومة الحرارية للجدار. عدم الانتباه للتفاصل قد يؤدي لتقليل أداء الألواح حتى ٣٠٪.

شكل رقم (٧-١) التركيب السليم لألواح الألياف الزجاجية

يعتمد الأداء الحراري للألواح العازلة إلى حد بعيد على التركيب السليم. ولتحقيق أعلى مستوى ممكن من المقاومة الحرارية، ينبغي أن تكون الألواح على تماس مباشر ومستمر مع جميع الأسطح المجاورة لها من التجويف، حيث رُكبت.

www.j4know.com

ينبغـــي قطع الألـــواح للمقاس تماماً؛ لأنها إذا كانت أطول مـــن اللازم، فإنها تتجمع وتتحـــدب (bunch up). وإذا كانت الألواح أقصر من اللازم، فإن الفراغات عند الجزأين العلوي والســـفلي ستعزز فقدان الحرارة بالحمل، الأمر الذي يؤدي إلى نقص قيمة المقاومة الحرارية. كما أن الانبعاجات والضربات في اللوح العازل قد تخلق جيوباً هوائية، مما ينقص قيمة المقاومة الحرارية للوح.

العازل قليل الكثافة الذي ينفذ بالنفخ (Blown Loose-Fill Insulation)

يبـــاع هذا النوع من العزل الحـــراري في أكياس معبأة ومرصوصة رصّاً جيّداً، حيث تقطـــع المادة وتغذى في آلة نفخ (مروحة)؛ لتعبئـــة العليّة أو التجاويف المغلقة، مثل: الجدران أو الأســـقف المقببة. يأتي هذا العازل بنوعين شائعين: الألياف الزجاجية أو الســـليولوز، وإذا ركّب تركيباً مناسباً، فإنه يشكل سطحاً متصلاً فعّالاً، مع قليل من الفجـــوات أو الفراغات. يتمتع هذا النوع بمقاومة حرارية ذات مســـتوى أفضل من ألواح الألياف الزجاجية.

يتعرض كل من السليولوز والألياف الزجاجية المكونة للعازل قليل الكثافة للهبوط والانكماش بعد تركيبها، حيث ينكمش السليولوز بنسبة تتراوح ما بين ١٥ إلى ٢٠٪، في حين ينكمش العازل المصنوع من الألياف الزجاجية بنســـبة تتراوح ما بين ٣ إلى ٥٪ فقط. لا يمثل الانكماش في العليات مشـــكلة طالما خطِّط له مسبقاً؛ لوضع عزل إضافي، لكن انكماش المادة العازلة قد يشكل مشكلة جدية في الجدران، وهو ما يدعو إلى ضرورة دك (ضغط) العازل قليل الكثافة إلى أكبر درجة ممكنة.

تعدّ إضافة العزل قليل الكثافة مشـــروع نهاية اســـبوع معقول لمالك منزل مجتهد، وهو ما ســـنتعرض لتغطيته لاحقاً في هذا البـــاب. من ناحية أخرى، فإن نفخ العازل قليل الكثافة في تجاويف الجدران عملية صعبة من الأفضل تركها للمتخصصين. يطلب المتخصصـــون في العزل، مبلغاً يتراوح ما بين نصف دولار إلى دولار واحد لكل قدم مربع من سطح العليّة (١ متر مربع يساوي حوالي ١١ قدم مربع)، وما بين ٠,٨ إلى ١,٧٥دولار لكل قدم مربع من سطح الجدار.

العازل قليل الكثافـــة (loose-fill) المصنوع من الألياف الزجاجية: تصنع الألياف الزجاجية التي تركب بالنفـــخ على نوعين: المقطعة (المفرومة) التي تؤخذ من مخلفات الألـــواح أو الألياف البكر القصيرة (العذراء أو الأصلية). النوع المصنوع من مخلفات الألواح له أليـــاف أطول، ومادة رابطة، ومن ثم، فإن مســـتوى المقاومة الحرارية لها (R-value) لـــكل بوصة أقل بقليل من النوع الآخر المتمثل بالألياف البكر الأصلية،

www.j4know.com

والتي تكون أقصر من غيرها، وسماكة أليافها أقل من مثيلتها، وهو ما يساعد على إيجاد عدد كبير من الفراغات الهوائية الصغيرة، ويؤدي إلى تحسين مستوى المقاومة الحرارية.

تأتي المادة العازلة المصنوعة من الألياف الزجاجية على شكل حزم أو مكعبات مضغوطه (bales) تزن كل منها ما يتراوح بين ٢٤ إلى ٤٠ باونداً (رطلاً). أمّا السليولوز المضغوط فيحتاج إلى آلة نفخ (مروحة) مزودة بخلاط (agitator)؛ لتمزيقها إلى قطع صغيرة؛ لتجري على شكل قطع متطايرة في خرطوم آلة النفخ، ولا تؤدي إلى إغلاقه.

من السهولة أن تركّب الألياف الزجاجية بانتفاخ زائد في العليّة؛ مما يؤدي إلى قلة كثافتها، ومن ثم معاناتها من سرعة نفاذ الهواء منها. لذلك، إذا كلفت مقاولا متخصصا لتركيب عازل حراري قليل الكثافة، فأطلب منه ضغط المادة العازلة إلى اعلى كثافة ممكنة.

العازل قليل الكثافة المصنوع من السليولوز (Cellulose Loose-Fill Blown): السليولوز الذي يعبأ بالنفخ يصنع عادة من ورق الصحف المطحونة (ground-up)، أو من مخلفات الأخشاب المطحونة المعالجة بمواد لمقاومة الحريق. يتميز هذا النوع من العزل الحراري بسهولة وسرعة نفخه في المكان المخصص، ويستقر بكثافة عالية عند تركيبه في التجاويف المغلقة للمنزل، وذلك باستعمال أنبوب للتعبئة. ويحتوي السليولوز في العادة على عدد كبير من الألياف الصغيرة التي تتكوّم فوق بعضها في التشققات الموجودة على التجاويف المغلقة مانعة جريان (تسرب) الهواء من خلال هذه التجاويف. وهذه الخاصية للسليولوز تستعمل بكثرة؛ لمنع تسرب الهواء في المنازل القديمة. للسليولوز مقاومة أعلى من غيره؛ لانتقال الحرارة بالحمل من تلك إلى الألياف الزجاجية عند الكثافة الاعتيادية التي يستعمل عندها. كما أن السليولوز أرخص قليلاً من الألياف الزجاجية، لكن المادتين كلتيهما ليستا مكلفتين أبداً مقارنة بفوائد استعمالهما.

السيئة الكبرى للسليولوز تكمن في امتصاصه وحفظه الماء، إذ يستطيع حمل ما يتراوح بين ٥٠ إلى ١٠٠٪ من وزنه من الرطوبة، الأمر الذي يسبب مشكلة في العليّة، إذا لم يصلح تسرب الماء من السطح أو من الجدران في حال تضرر الأسطح الخارجية لدرجة سماحها بمرور المطر من خلالها. كما أن امتصاص الماء يمثل مشكلة في المناخات الساحلية، حيث الرطوبة النسبية مرتفعة ارتفاعاً مستمراً. كذلك، يمكن لوجود الماء أن يحمل (يزيل) مواد مقاومة الحريق من السليولوز، بحيث يتسبّب بتقليل مقاومة العزل الحراري للحريق، وربما تآكل وصدأ طبقة الحماية

www.j4know.com

الخارجية وصدأ الأسطح المعدنية للجدران الخارجية (siding)، وأسطح السقف الخارجي (roof) للمنزل.

يعدّ السليولوز عازلاً حراريّاً جيّداً، حيث يستعمله كثيرون من خبراء العزل الحراري، ومقاولي فحص أداء المباني، لكن ينبغي أن يركّب فقط في الأماكن التي يمكن الحفاظ عليه فيها جافّاً.

العزل الحراري الليفي الذي ينفذ بالرش (Insulation Sprayed Fibrous)

يمكن رش الألياف الزجاجية والسليولوز مباشرة على الجدران القائمة (العمودية)، وذلك باستعمال نظام يطلق عليه الرش الرطب. يجب نفخ هذه المواد في التجاويف المفتوحة، حيث في العادة تستعمل في مشاريع البناء الجديدة، أو مشاريع الترميم الكبيرة. تُغذّى المادة الليفية الجافة في آلة نفخ (مروحة) للمادة العازلة، وتنتقل من خلال خرطوم المروحة إلى خرطوم وفوهة رش حيث تلتقي المادة العازلة هنا بمحلول خفيف من الماء والغراء (مادة لزجة)، بحيث يندفع هذا الخليط إلى تجويف المبنى. يربط المحلول المائي الغروي العازل قليل الكثافة ببعضه بعضاً، ويثبته على السطح، حيث يجف المرشوش الرطب خلال أيام قليلة، وهو يحتاج إلى أدوات خاصة، ومن ثم يحتاج إلى متخصصين بهذا الجانب.

يكلف نفخ العازل الليفي بالرش الرطب في تجويف أبعاده ٢ x ٤ أقدام، حوالي دولار واحد لكل قدم مربع (كل متر مربع واحد يعادل ١١ قدم مربع تقريباً)، ولكنه يشكل عند جفافه سطحاً هشّاً. وبناء على ذلك ينبغي ألاّ ينفذ في أماكن يكون فيها عرضة للخدش أو الصدم. في الأماكن الرطبة، مثل: الأماكن شديدة الرطوبة التي تحت المنزل، يمكن للعازل الليفي المرشوش امتصاص كميات كبيرة من الماء؛ مما يتسبب بنقص مقاومته الحرارية، وضعف تماسكه. يفضل في مثل هذه المناطق استعمال الألياف الزجاجية. وعموماً، ينبغي إعطاء العازل المرشوش الرطب الوقت الكافي؛ ليجف قبل تغطيته حيثما استعمل.

الصفائح الرغوية البلاستيكية (Plastic Foam Panels)

يتوفر هذا النوع من العزل، مثل: البوليسترين الممدد المسحوب (expanded)، والمبثوق (extruded) بمقاسين من الصفائح: ٤X ٨ أقدام، و ٢ X ٨ أقدام، وبسماكات متعددة. وبعكس العوازل الليفية، فإن العوازل الرغوية البلاستيكية تشكل حواجز تمنع مرور الهواء، بحيث إذا أحكمت إغلاق الأطراف، أو أماكن ربط

www.j4know.com

الصفائح ببعضها (seams)، فإنك تنشئ حاجزاً مستمراً (متصلاً) يمنع مرور الهواء من السطوح الخارجية للمنزل.

إنّ إضافة طبقة حماية داخلية (sheathing) رغوية يقلل من التجسير الحراري من خلال الأجزاء الإنشائية الموصلة إلى الحرارة، مثل: قوائم التثبيت الخشبية والمعدنية (أنظر: الشكل رقم ٧-٢). في كثير من الحالات تستعمل طبقة الحماية الداخلية الرغوية؛ لعزل الجدران الحجرية، أو الجدران الإطارية؛ لتقليل انتقال الحرارة من خلال إطار أو هيكل المنزل. وتستعمل هذه الصفائح التي تأتي بمقياس ٤ X ٨ أقدام (١٢٠ سم X ٢٤٠ سم) بطرق متعددة؛ لتحديث العزل الحراري للمنازل القائمة. ينبغي تركيب هذه الصفائح الرغوية في كل مرة ترمّم وتجدّد فيها الأسطح الخارجية والداخلية للمنزل، وخاصة عند استبدال طبقة الحماية الخارجية (siding) للمنزل، إذ تعدّ مثل هذه المشاريع فرصة ذهبية؛ لتحسين الكفاءة الحرارية للمنزل.

في هذا المنزل، تم تركيب ما سماكته ٢ بوصة من الحماية الداخلية المعزولة حرارياً والمصنوعة من مادة البوليسترين الرغوي على الجدران الخارجية وتثبيتها باستعمال دعامات خشبية ١×٤ قدم وبراغي (مسامير تثبيت) طويلة. طبقة الحماية الخارجية (الأخيرة) التقليدية المصنوعة من الخشب أو الفتيل، أو الفولاذ سيتم تثبيتها على الدعامات الخشبية.

شكل رقم (٧-٢) طبقة حماية داخلية معزولة للجدران الخارجية

www.j4know.com

يُستعمل البولستيرين المقولب (molded) أو الممدد (R-3.2 إلى R-4.0) لكل بوصة وعلى نطاق واسع؛ لعزل أبواب المنزل الخارجية، وأبواب المرآب، والجدران الحجرية (الجدران المصنوعة من الطوب). يصنع البولستيرين المقولب في مصانع صغيرة عديدة منتشرة في أمريكا الشمالية، ويعمل بسحب البولستيرين في قالب. بشأن البولستيرين المبثوق، فيصنعه فقط عدد قليل من المصانع، ويكلف أكثر بقليل من الممدد (المسحوب)، وتشبه عملية تصنيعه عملية تصنيع (ضغط) الكعك المحلى (cookie dough). ويتمتع البولستيرين المضغوط بقوة جيدة، وبمقاومة حرارية عند حوالي R-5 لكل بوصة، ومقاومة ممتازة للرطوبة بفضل سطحه الأملس الطارد للماء؛ مما يجعله خياراً مناسباً لعزل الأساسات السفلية للمباني. وعندما يكون هناك ضيق في المكان، فإن الألواح الجاسئة (الصلبة) توفر ما يسمى بـ "بولي-آيسو"؛ ليكون بديلاً جيداً، وخدمة ممتازة بسبب مقاومتها الحرارية العليا التي تتراوح ما بين R-6 إلى R-7 لكل بوصة.

يمكنك تمييز ألواح البولي-آيسو من طبقة قصدير الألمنيوم المثبتة على وجهي اللوح، والتي توضع لحماية السطح الهش للوح، ومنع مرور الطاقة بالإشعاع، وذلك في حال وجود فراغ هوائي (انظر: الشكل رقم ٧-٣).

يمكن قص الألواح الرغوية المصنوعة من مادة بولي - آيسو - سانوريت والمغلفة بقصدير الألمنيوم لتوافق تماماً الفراغات بين عوارض الأرضية للوصول للعوارض المعروفة بصعوبة عزلها حرارياً. يتم إغلاق الشقوق حول محيط عارضة الدعم بمواد السد (الإغلاق) المعروفة.

شكل رقم (٧-٣) العزل الحراري لعوارض دعم الأرضيات بالألواح الرغوية

www.j4know.com

تتدهور المقاومة الحرارية (R-value) للبولي-آيسو مع مرور السنوات بسبب حلول الهواء محل الغاز - من عائلة الغازات المستعملة في التبريد - الموجود بين خلاياه، لكن التدهور يكون بسيطاً، بحيث لا يؤثر تأثيراً ملموساً في الفائدة العائدة من استخدامه. وتحتاج كل أنواع العزل الحراري الرغوية إلى نوع من الحماية (التغليف) عند تركيبها في الخارج، مثل: تركيبها على الأساسات؛ وذلك لحمايتها من التآكل النّاجم عن أشعة الشمس، والضرر الميكانيكي الذي قد تسببه بعض آلات المترل، مثل: آلة قص الحشائش (lawn mower) في حديقة المترل. إنّ مثل هذا التغليف قد يكون من المعدن، أو البلاستيك، أو الجص (stucco).

عند تركيبه على سطح داخلي، مثل: قبو الخدمات (crawl space) - وهو القبو الخاص بالتمديدات التي تحت المترل - يجب حماية الرغوة البلاستيكية من الحرارة والحريق، ولهذه الغاية يستعمل في الغالب جدار داخلي جاهز (drywall).

العزل الرغوي الذي ينفذ بالرش أو بالحقن (Sprayed or Injected Foam Insulation):

يتوفر العزل الحراري الرغوي الذي ينفذ بالرش بأشكال وتركيبات متعددة، وهو من بين أعلى المواد العازلة ثمناً، ولكنه في أكثر الأحيان يستحق التكلفة العليا، وذلك عندما تكون عوامل الإلتصاق (adhesion) المقاومة للرطوبة، والقادرة على منع تسريب الهواء، وامتلاك القوة البنائية من الأمور المهمة. يستعمل هذا النوع لعزل الجدران، والأساسات، والأسقف الخارجية (roofs). ويركّبها في العادة طاقم من المتخصصين باستخدام أجهزة خاصة مركبة على شاحنات. أكثر أنواع العزل المنفّذ بالرش شيوعاً هو البولي-يوريثين بنوعيه عالي الكثافة، وقليل الكثافة (أنظر الشكل رقم ٧-٤). يرتبط راتينج البولي-يوريثين خلال التركيب بعامل للنفث، مثل: غاز HCFC (يستعمل في التبريد)، أو غاز ثاني أكسيد الكربون، ويتمدد مشكلاً رغوة، ومن ثم مغلفاً لملايين التجاويف الغازية البالغة في الصغر.

يتمتع العزل عالي الكثافة الذي ينفذ بالرش، والمصنوع من البولي-يوريثين بمستوى ممتاز من الالتصاق، والقوة البنائية، والقدرة على منع تسرب الهواء، والمقاومة الحرارية. إنّ سبب ارتفاع قيمة المقاومة الحرارية للبولي-يوريثين، والتي تتراوح ما بين R-6 إلى R-7 لكل بوصة، يكمن في وجود الغاز (HCFC). ولكن هذه القيمة من المقاومة الحرارية تتناقص مع مرور السنوات، وذلك بسبب إحلال الهواء محل الغاز، ولكن ليس لدرجة تؤثر في أداء وظيفته.

www.j4know.com

إن رش مادة البولي – بوريثين الرغوية في تجويفات الجدران بعد إزالة طبقتي الحماية الداخلية والخارجية عن الجدران (الخارجية) هي طريقة ممتازة لتحقيق مستوى عال من المقاومة الحرارية (للجدران). إضافة ما بين ١ إلى ٢ بوصة من طبقة الحماية الداخلية الرغوية فوق قوائم الجدار الخشبية سيكون الخطوة التالية لخلق جدار فعّال حقاً (من ناحية العزل).

شكل رقم (٧–٤) العزل الحراري المنفّذ بالرش والمصنوع من البولي–يوريثين

يمكن تنفيذ الرغوة قليلة الكثافة من البولي–يوريثين بالرش أو بالحقن في التجاويف المغلقة؛ مما يجعلها شاملة للاستخدامات المترلية. تبلغ القيمة الحرارية لهذا العازل حوالي R-3.7 لكل بوصة، وسعره أقل بقليل من نظيره المنتج عالي الكثافة. عند وضعها على جدران داخلية، يجب حماية العزل الرغوي البلاستيكي المنفّذ بالرش أو بالحقن من الحرارة والحريق، وذلك بواسطة جدران جاهزة تركّب في الجهة الداخلية للمترل.

يتكون منتج الرغوة الذي يحمل العلامة التجارية أير كريت "Air Krete" – وهو منتج تحت حماية الملكية الخاصة – من إسمنت بورتلاند الممدد (المسحوب)، والرمل، وهي الرغوة الوحيدة المعروفة غير القابلة للاشتعال. تستعمل هذه الرغوة في العادة لملء التجاويف المغلقة، ولكن يمكن أيضاً استعمالها في التجاويف المفتوحة. تبلغ قيمة المقاومة الحرارية لهذه الرغوة حوالي R-3.9 لكل بوصة وهي قريبة من حيث السعر من العوازل الرغوية الأخرى التي تنفذ في الحالة السائلة. ويتراوح سعر العوازل الحرارية الرغوية المنفّذة بالرش ما بين نصف دولار إلى واحد

www.j4know.com

ونصف دولار لكل قدم مربع، ولكل بوصة من حيث السماكة.

العزل الحراري للعلية (Attic) والسقف الخارجي (Roof)

يتميز العزل الحراري الليفي (fibrous insulation) بأنه نسبيّاً غير مكلف، وسهل التركيب. إذا كانت سماكة العزل الحراري لسقف أو للسطح الخارجي لمترلك أقل من ٦ بوصات (أي: ما يعادل مقاومة حرارية تبلغ R-19 أو أقل من ذلك)، فإن تركيب عزل حراري إضافي؛ لجعل السماكة الكلية تتراوح ما بين ١٤ إلى ١٦ بوصة (أي: ما يعادل مقاومة حرارية تبلغ R-45) يعّد استثماراً ممتازاً. وفي حال توفر ارتفاع كاف في عليّة مترلك، فليس هناك ما يمنع إضافة المزيد من العزل؛ لتصل السماكة الكلية للعزل الحراري حتى قدمين (أي: ما يعادل مقاومة حرارية تبلغ R-60). تتحسن فترة السداد أو العائد على الاستثمار من مثل هذه المشاريع مع ارتفاع أسعار الوقود.

ينفذ العزل الحراري غير المضغوط (قليل الكثافة) بالنفخ (باستعمال مراوح) في تجاويف العليّة، وسقف المترل الخارجي، وذلك باستعمال مروحة خاصة لهذه الغاية. ويعير كثيرون من أصحاب ساحات بيع الأخشاب هذه الآلة (المروحة) للزبائن الذين يشترون المادة العازلة. تتطلب عملية عزل العليّة بهذه الطريقة التسلق على السلالم، والعمل في أماكن ضيقة ومغلقة، حيث تبرز أجسام حادة، وأسلاك كهرباء قد تكون معراة؛ مما يجعل منها عملية شاقة. على الرغم من ذلك، إن كنت مهتماً، ولديك الرغبة في مهمة تحسين المترل بهذا المستوى، فبإمكانك تنفيذ عزل العليّة بنفسك.

لتحسين العزل الحراري لعليّة في مترل بسيط مساحته ٢٠٠٠ قدم مربع (أي: حوالي ١٨٦ م٢) لمستوى مقاومة حراريةما بين R-19 إلى R-40، فيتوقع أن يتراوح سعر المواد ما بين حوالي ٢٥ إلى ٣٥ سنتاً لكل قدم مربع، أو ما يتراوح مجمله ما بين ٥٠٠ إلى ٧٠٠ دولار. وإذا ركّب المتخصصون العزل الحراري، فمن المتوقع أنك ستدفع ما بين ٦٠ إلى ٩٠ سنتاً للقدم المربع الواحد للعمالة والمواد، أو ما يتراوح مجموعه ما بين ١٢٠٠ إلى ١٨٠٠ دولار.

التحضير لتنفيذ وتركيب العزل الحراري في العليّات المفتوحة

يحتاج التحضير لزيادة العزل الحراري في العليّة في غالب الأحيان إلى عمل أكثر مما تتطلبه عملية تنفيذ العزل نفسها. ويمثل مشروع زيادة العزل في العليّة فرصتك

www.j4know.com

الأخيرة؛ لإغلاق كثير من الأماكن الرئيسة لتسرب الهواء من السقف قبل العزل. استثمر كل ما يلزم من المال والوقت؛ لإنجاز عمل جيّد؛ لأن تسرب الهواء من خلال العليّة يعدّ من أكثر مشكلات الطاقة كلفة في منزلك. ولإنجاز هذا المشروع، أحضر مصدر ضوء ساطع، وجهاز تنفس جيّد، ولوحاً لتثبيته على عوارض دعم السقف.

ثّبت خطواتك دائما على الأجزاء الإطارية (العوارض الداعمة) الخشبية. إحرص على عدم تثبيت خطواتك بين العوارض الداعمة على الجدران الداخلية؛ لأنك قد تعرض نفسك أو منزلك لضرر كثير. ثّبت جهاز التنفس على جسمك، والبس كل ما يلزم من أدوات السلامة. لا تبدأ بهذا النوع من العمل إذا لم تكن مستعداً للمجازفة بالتعرض لبعض المخاطر.

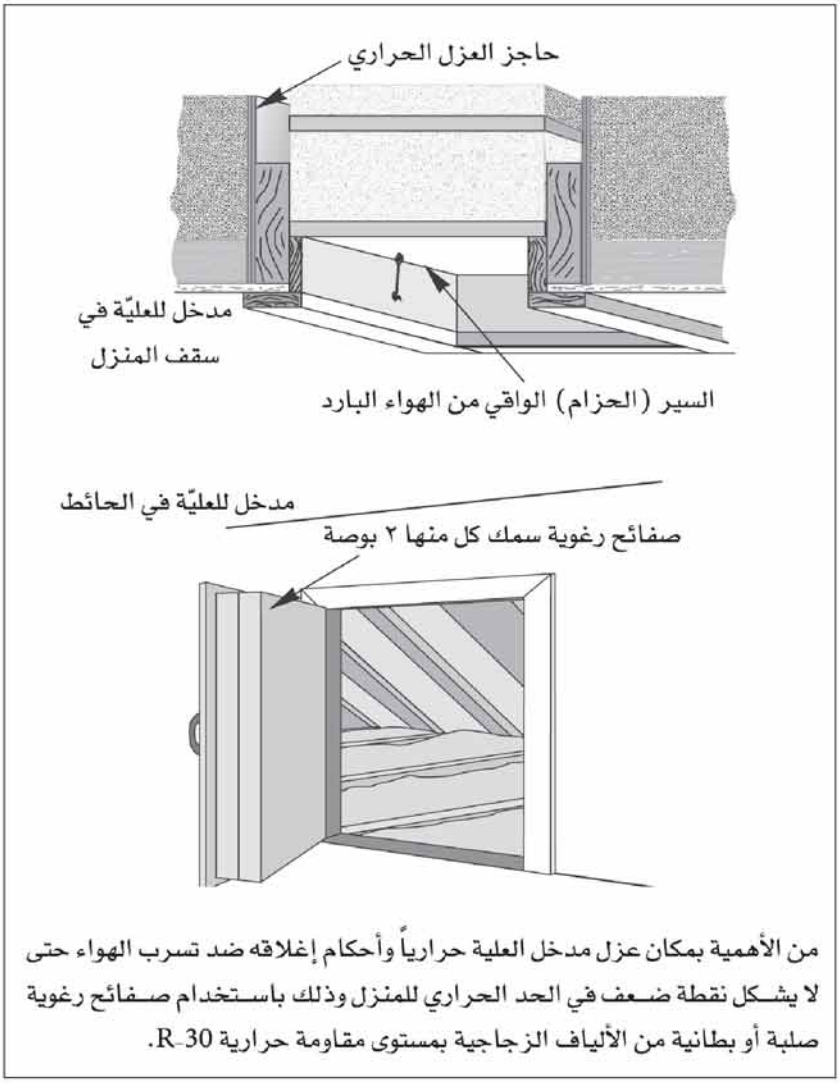
إصلاح السقف الخارجي (Roof)

قبل المباشرة بالعزل الحراري للعليّة، بادر بإصلاح أماكن التسرب في السقف الخارجي، وأية مشكلات أخرى متعلقة بالرطوبة في العليّة. وإذا لم تستطع إصلاح مشاكل الرطوبة في العليّة، فاصرف النظر عن عزلها حراريّاً.

مدخل العليّة (Attic Hatch)

إذا كان في منزلك مدخل للعليّة، فينبغي أن يكون هذا المدخل مزوّداً بحاجز عزل حراريّ حوله؛ لأن ذلك يسمح بتركيب طبقة سميكة من العزل الحراري غير المضغوط (قليل الكثافة) حتى مدخل العليّة، ويمنع انسكاب العزل من خلال المدخل إلى داخل أماكن المعيشة في المنزل، وذلك عند فتح المدخل في المرة القادمة. من أفضل المواد لحاجز العزل الحراري الخاص بمدخل العليّة هي الخشب الرقائقي (ألواح خشب رقيقة)، أو ألواح بناء صلبة أخرى. أمّا المدخل نفسه، فينبغي عزله حراريّاً بألواح من الألياف الزجاجية، أو الصفائح الرغوية (انظر الشكل رقم ٧-٥).

www.j4know.com



من الأهمية بمكان عزل مدخل العلية حرارياً وأحكام إغلاقه ضد تسرب الهواء حتى لا يشكل نقطة ضعف في الحد الحراري للمنزل وذلك باستخدام صفائح رغوية صلبة أو بطانية من الألياف الزجاجية بمستوى مقاومة حرارية R-30.

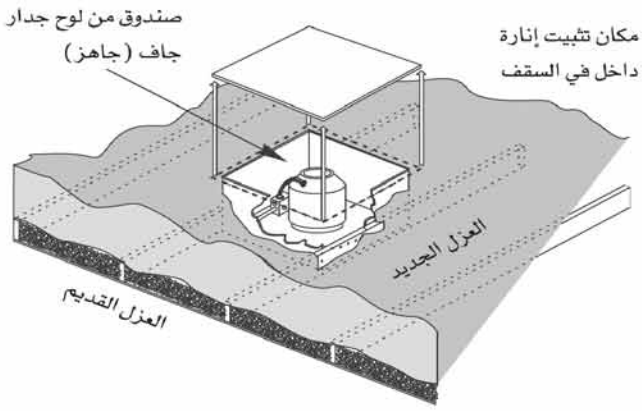
شكل رقم (٧-٥) عزل باب مدخل العليّة.

الأجهزة المنتجة للحرارة

الخطوة التالية في التحضير لتركيب العزل الحراري في العليّة المفتوحة هي ملاحظة أماكن كل الأجهزة المنتجة للحرارة، والتي تشمل أماكن تثبيت الإنارة المرتدة (recessed light fixtures)، ومراوح الحمامات والشفط، والمداخن. أبن صندوقاً جاهزاً مفتوحاً من الأعلى أو أنبوباً معدنياً، كما هو موضح في الشكل رقم (٧-٦)، وثبّته حول أماكن تثبيت الإنارة؛ لحماية العزل الحراري من الحرارة. بعض أماكن التثبيت مصنّفة، مما يعني

www.j4know.com

أنه يمكن تغطيتها بعزل حراري ليفي. وهذا الإجراء التقليدي يجعل في كثير من الأحيان مكان تثبيت الإنارة مصدراً مهمّاً لتسرب الهواء إلى العليّة؛ لأنها ستكون مقاومة للحريق، ولكنها تبقى مصدراً لتسرب الهواء. ومن بين أفضل الإستراتيجيات في هذا الصدد بناء صندوق جاهز (أو أنبوب) مغلق من الأعلى، ومصنوع من المعدن، أو من جدار جاهز حول مكان تثبيت الإنارة؛ للسماح بما مقداره ثلاث بوصات فراغ من كل الجوانب بما فيهم الجانب العلوي.



وضع صندوق من المعدن أو ألواح الجدران الجافة (الجاهزة) يمنع تسرب الهواء من حول مكان تثبيت الإنارة (الداخلة في السقف). ينبغي أن يكون الصندوق كبيراً بما يضمن إبقاء مسافة حوالي ٣ بوصة من مكان التثبيت من كل الجوانب للسماح بالتخلص من الحرارة من مكان التثبيت.

شكل رقم (٧-٦) حاجز (سياج) لحماية أماكن تثبيت الأجهزة المولدة للحرارة

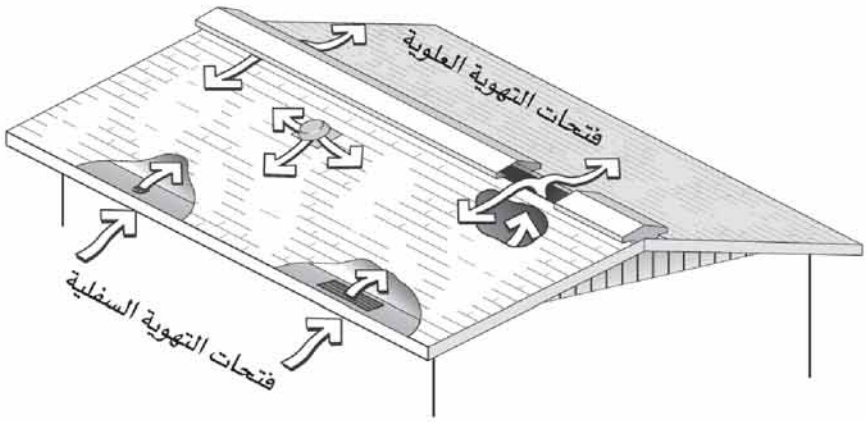
ضع الصندوق (الأنبوب) على مكان تثبيت الإنارة، واستعمل رغوة ثنائية الأجزاء؛ لإحكام تثبيت الصندوق (الأنبوب) إلى السقف، وكذلك تثبيت مرابطه. يذكر أن تكلفة مواد أغطية الحماية هذه تكاد لا تذكر. وعلى الرغم من أن الجهد المطلوب قد يكون صعباً، فإن الفوائد المتأتية من معالجة تسرب الهواء، وما يتعلق بالسلامة في المنزل ستكون مجزية.

تهوية العليّة (Attic Ventilation)

تحتاج فتحات التهوية (vents) في العليّة إلى اهتمام خاص إذ تطرد هذه الفتحات الحرارة من العليّة في الصيف، والرطوبة منها في الشتاء (انظر الشكل رقم ٧-٧).

www.j4know.com

وينبغي تركيب عنفات التحكم باتجاه سير الهواء (baffles)، والمتمثلة بحواجز من الكرتون المقوى، وتقع على السطح السفلي من الجزء البارز (المعلق) من السقف الخارجي للمنزل؛ وذلك لمنع مادة العزل الحراري من الانسكاب إلى الخارج، والدخول في الجزء المعلق من السقف الخارجي، ومن ثم إغلاق فتحات تهوية العليّة. وكما يبين الشكل رقم (٧-٨)، فإن العنفات تمنع الرياح من الدخول من خلال فتحات التهوية في السقف الخارجي، والدوران خلال العزل الحراري، وهو ما يسمّى بـ "غسيل الرياح wind washing".



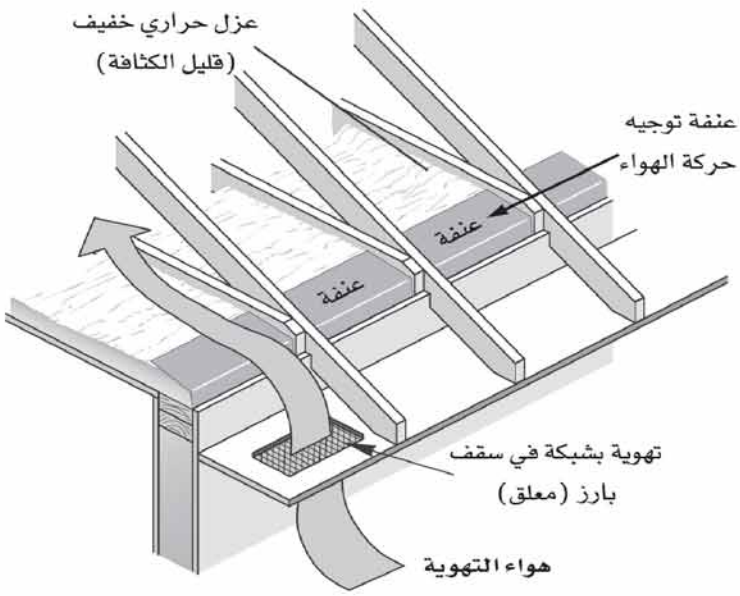
توفير قدر معتدل من التهوية في العلية سيتحكم بالحرارة الزائدة في الصيف وتجمّع الرطوبة في الشتاء. لكن لا يمكن الاعتماد على فتحات التهوية لوحدها بشكل كامل للتحكم بالحرارة الزائدة الناتجة من السقوف الخارجية داكنة اللون أو الرطوبة الزائدة التي انتقلت للعلية من أماكن أخرى من المنزل.

شكل رقم (٧-٧) تتخلّص فتحات التهوية في العليّة من الحرارة والرطوبة

وبشأن العليّة المفتقرة إلى العنفات، فيمكن للرياح قذف العزل الحراري بعيداً من الجدران الخارجية. إذا كانت عليّة منزلك معزولة جزئياً، فيمكن للعنفات أن تكون موجودة بالفعل؛ لذلك، تفحص عليّة منزلك بالنظر إلى خارج المنزل على الأسطح السفلية للأجزاء البارزة من سقف المنزل الخارجي؛ وذلك لمعرفة ما إذا كانت فتحات

www.j4know.com

تنفيس العليّة موجودة. إذا كان الأمر كذلك، فاحفظ أو سـجّل إحداثيات موقع كل من هذه الفتحات، ومن ثم اصعد إلى العلية؛ لمعرفة ما إذا كانت هناك عنفات مركبة في المواقع المقابلة لكل منها. في الواقع، أنت لا تحتاج إلى العنفات على طول حافّة السقف الخارجـي، بل تحتاج إليها فقط في مواقع وجود فتحات التهوية. كانت تهوية العليّة في الماضي تعـدّ ضرورية؛ للمحافظة على جفاف العزل الحراري للعلية. أمّا الآن، فمعظم الخبراء يعتقدون أن منع الرطوبة من الدخول إلى العلية أهم بكثير من تهويتها. على الرغم من ذلك بالتأكيد، فيوجد بعض الذين يعتقدون أن تهوية العليّة ليس لها علاقة بالتحكم بالرطوبـة. نحن نوصي بأن توقف حركة وانتقال الرطوبة إلى العليّة بإحكام إغلاق كل أماكن تسـرب الهواء بين العليّة وبين أماكن المعيشـة داخل المنزل، وذلك قبل مباشرة تركيب العزل الحراري. وعليك أيضاً بإصلاح كل أماكن التسرب في السقف الخارجي فور اكتشافها.



فـي غالـب الأحيان، يتم تركيـب عنفات توجيه حركـة الهواء المصنوعـة من الكرتون المقـوى أو البلاستيك أو الخشب الرقائقي في الجزء السفلي (المسطح) من الأسقف البـارزة (المعلقـة) لمنع مادة العزل الحراري من سد فتحـات تهوية العليّة. كما تعمل هـذه الصفائـح على حماية العزل الحراري مما يعرف "بتسيـل الرياح" الذي قد يقلل من فعالية العزل الحراري.

شكل رقم (٧-٨) تحمي عنفات توجيه حركة الهواء فتحات التهوية في العليّة.

www.j4know.com

التمديدات الكهربائية (Electrical Wiring)

تحذير: لا تستخدم الأجهزة الكهربائية إلا إذا كنت ملمّاً بالمخاطر المصاحبة لها. إسعَ للحصول على مساعدة المتخصصين إذا اقتضت الحاجة إلى لذلك.

من المرجح أن يكون في عليّة منزلك مئات الأمتار من الأسلاك الكهربائية، والصناديق الكهربائية (junction boxes)، وأماكن تثبيت (fixtures)، والتي تكون جزءاً من النظام الكهربائي للمنزل. ستكون لديك أثناء عملية تفحص العليّة فرصة فحص هذه الأدوات، والتأكد من عدم وجود أسلاك معراة (مكشوفة)، وأن كل الصناديق الكهربائية مزودة بأغطية مناسبة، وأن كل شيء مركب حسب الأصول والمعايير. ولا تتردد في طلب المساعدة — من المتخصصين- في حال الحاجة إلى ذلك. بعد تركيب العزل الحراري في العليّة، سيكون أي عمل إضافي تنوي القيام به أكثر صعوبة بسبب وجود العزل. لذا، إذا احتجت إلى تحسين النظام الكهربائي، فلا تعزل العليّة قبل الانتهاء من هذه المهمة.

مجاري مروحة الشفط (Exhaust Fan Ducting)

ينبغي تنفيس كل مراوح المطابخ والحمامات إلى الخارج من خلال تجهيزات في السقف الخارجي، أو الأسطح السفلية من الأجزاء البارزة من السقف الخارجي. استعمل أنبوباً، أو مجرى من الفولاذ المطلي (بالزنك) أو من الألمنيوم، واعزل هذا الأنبوب؛ لمنع تكاثف بخار الماء في الطقس البارد، أو استعمل مجاري مرنة مسبقة العزل، مع تجنب استعمال مجاري مرنة من البلاستيك، أو الألمنيوم؛ لأنها قصيرة العمر، وسطحها الداخلي المموّج يعيق جريان الهواء. أفحص كل المراوح من حيث صلاحية عمل صماماتها المنظمة للسحب (dampers)؛ لتجنب رجوع الغازات العادمة إلى داخل المنزل (backdrafting)، وذلك بالتأكد من أنها تغلق آليّاً (تلقائيّاً) عند توقف المروحة، وتفتح مع عمل المروحة. إذا لم يعمل الصمام بحرية وسلاسة، فبادر بإصلاحه، أو استبداله، أو استبدال تجميع المروحة بكامله.

مساطر العليّة (Attic Rulers)

معظم مصنعي العزل الحراري يصنعون مساطر من الكرتون المقوى، يمكن تثبيتها على قوائم هيكل السقف الخارجي، لتتمكن من تقدير عمق العزل الحراري الجديد. عند البدء بتركيب العزل الحراري، فإن المسطرة تساعدك على تجنب ضرورة توقف آلة تركيب العزل؛ للحكم على مدى تقدمك في إنجاز العمل. كما توفر هذه المساطر

www.j4know.com

طريقة فعالة لمقيمي المترل، أو المالكين المحتملين في المستقبل؛ لقياس كمية المادة العازلة الموجودة. توضع علامات على مســـاطر العليّة بوحدة البوصة، ووحدة قيمة المقاومة الحرارية (R-value) لمنتج ما. وبناء على ذلك، فإن مسطرة لماركة معروفة من الألياف الزجاجية تكون موســـومة كالتالي: ٩ بوصـــات = **R-19**، و**17** بوصة = **R-40** (بمعنى أن وضع طبقة عازلة في العليّة بســـماكة — عمق- ٩ بوصات يكافئ مستوى مقاومة حراريـــة تبلغ **R-19**، و**17** بوصة تعادل **R-40** وهكـــذا). قبل عزل عليّة المترل، ثبّت المساطر على قوائم السقف الخارجي، وبمعدل مسطرة واحدة لكل ٢٥٠ قدم مربع. إذا لم تكن لديك مساطر جاهزة، فضع علامات على قوائم إسناد السقف؛ لبيان عمق العزل الحراري الذي تتوقع أن تضيفه.

تنفيذ العزل الحراري في العليّات المفتوحة

إن مهمة إضافة العزل بعد الانتهـــاء من عملية تحضير العليّة للعزل الحراري يمكن في العادة أن يؤديها شـــخصان، وفي غضون يوم واحد. ستحتاج إلى شاحنة، وعدد من الســـلالم، ومصادر إنارة، وبعض العدد اليدوية العادية. احرص دائماً على ارتداء أدوات الوقايـــة بما في ذلك القفّازات، وجهاز تنفـــس، ولبادات لحماية الركب. زر المحل التجاري الذي ستشـــتري منه مادة العزل الحـــراري، واطلب رؤية كيس من العزل الذي ستســـتعمله، والذي يفترض أن يتضمن رسماً بيانيّاً يمكّنك من حســـاب عدد لأكياس التي ستحتاج إليها. وقد يكون لدى المزود أيضاً مطوية بهذه المعلومات نفسها. احسب واطلب كمية العزل الحراري اللازمة — عدد الأكياس، كما هو مبين في المثال التوضيحي المذكور في الجـــدول رقم (٧-٤) - واحجز آلة نفخ العازل في الوقت المحدد؛ لإنجاز المهمة، وقم بالترتيبات اللازمة؛ لإحضار الآلة، ومادة العزل.

جدول رقم (٧-٤) حساب كمية العزل الحراري المطلوبة للعليّة (مثال توضيحي)

لزيادة عزل عليّة مساحتها حوالي ٢٠٠٠ قدم مربع (١٨٥ متر مربع) من مستوى مقاومة حرارية **R-19** إلى **R- 40**.
كل كيس من العزل الحراري للألياف الزجاجية يغطي تقريباً ٦٠ قدم مربع؛ لتحسين مستوى المقاومة الحرارية من **R-19** إلى **R-40**.
٦/٢٠٠٠ = ٣٣ (أي: ستحتاج إلى ٣٣ كيساً من المادة العازلة).

www.j4know.com

مهمات التهيئة لبدء العمل (Set-Up Tasks)

حدد في موقع العمل أفضل طريقة للدخول إلى العلية. إذا كان لديك مدخل خارجي، فاستعمله؛ لتجنب إحداث الفوضى في الداخل. وإذا كنت تعمل في الداخل، فأخل المكان من الأثاث، والأغراض القيمة، وذلك بإبعادها عن ممر العمل؛ لأنه يتوجّب عليك توقع إحداث فوضى خلال تنفيذ المهمة.

- ثبّت سلّماً؛ للوصول إلى العلية تثبيتاً جّيداً. توقف من الآن، إذا شعرت بعدم الراحة في الأماكن المرتفعة.
- أكثر من وضع مصادر الإنارة الساطعة في العليّة، وثبّت لوحاً بين عوارض دعم السقف، وذلك بالقرب من مدخل العليّة، حيث يمكنك وضع العدد. تجنّب تثبيت قدميك على مناطق ضعيفة؛ لأنك بذلك تعرض نفسك للسقوط من خلال السقف.
- كدِّس العزل في الخارج، وعند أقرب ما يمكن إلى مدخل العليّة، وجهز آلة نفخ العزل بالقرب من مكان العمل.
- سيكون لآلة تركيب العزل كبل (سلك) كهربائي واحد. أو اثنان. في حال وجود كبلين، أوصلهما إلى دائرتين مختلفتين حتى لا يتسبب المحرك الكهربائي الكبير بفصل التيار من علبة التحكم.
- اسحب الخرطوم من الآلة إلى داخل العليّة، حيث ينبغي أن يصل الخرطوم لمسافة ١٠ أقدام من الجهة البعيدة من العليّة بدون أن يتعرض للشدّ الزائد. استعمل أقل طول ممكن من الخرطوم؛ لتقليل الاحتكاك إلى أقل مستوى ممكن، وكذلك لتسريع العملية.
- يحتاج تركيب العزل الحراري إلى شخصين: أحدهما لتغذية الآلة على الأرض، والآخر لمد العزل الحراري في العليّة. ينبغي أن تكون آلة تركيب (نفخ) العزل مزودة بجهاز تحكم عن بعد؛ ليتمكن الشخص الموجود في العليّة من التحكم بالآلة حسبما يراه مناسباً.

تشغيل آلة تنفيذ (تركيب) العزل الحراري

هذه التعليمات موجهة إلى الشخص الموجود على الأرض الذي سيغذّي الآلة، ويتحكم بنسبة المادة العازلة إلى الهواء (انظر: الشكل رقم ٧-٩):

www.j4know.com

يقوم هذا العضو من الفريق المتخصص بملء صندوق التعبئة لآلة عزل حراري من مادة عزل حراري سليلوزية خفيفة (قليلة الكثافة). قام المقاول بإضافة ٣٠ كيساً وزن كل منها ٢٤ رطلاً للعلية في منزل قائم، رافعاً بذلك مستوى المقاومة الحرارية من **R-19** إلى R-50.

شكل رقم (٧–٩) تعبئة آلة العزل الحراري

- انظر إلى الأسفل في داخل الآلة، وحدد أدوات تقطيع المادة العازلة (الساطور والمضارب). تذكر أن هذه الأدوات ستبدأ بالحركة حال تشغيل الآلة، وأنك قد تفقد إحدى يديك إذا وصلت إلى الأسفل هناك خلال عمل الآلة. توقف الآن، إن لم تشعر بالراحة في ضوء هذا الخطر الموجود.
- البس القفازات، وضع آلة التنفس، ونظارات السلامة كما يقتضي الحال.
- ضع أول مكعب مضغوط (bale) من العزل الحراري في صندوق التعبئة الخاص بالآلة. أعط إشارة للشخص الآخر الموجود في العليّة، بأنك جاهز للبدء بالعمل. تذكر أن الآلة تعمل بالتحكم عن بعد، ويمكن تشغيلها في أية لحظة.

www.j4know.com

- إضبط حال تشـــغيل الآلة سرعة تدفق العزل الحراري، وتذكر أن الآلة تسمح لـــك بالتحكم بمعدل تدفق الهواء، ومن ثم التحكم بمعدل تدفق مادة العزل. إن الهدف من عمليات الضبط هذه هو نقل مادة العزل من خلال الخرطوم، وذلك بأقـــل كمية ممكنة من الهواء، وأكبر كميـــة ممكنة من مادة العزل. إذا أدخلت كثيراً من الهواء، فإنك ســـتحتاج إلى وقت أطول لإتمام العمل، وستكون طبقة العـــزل منفوخة وخفيفة (قليلة الكثافـــة). وإذا أدخلت كمية قليلة من الهواء، ستعرض الخرطوم لخطر الانسداد، وهو ما سيتضح حالما تبدأ بضخ العزل.
- ستكون وظيفتك فور دوران الآلة إبقاء صندوق التعبئة ممتلئاً بمادة العزل.

العمل في العليّة

هذه التعليمات موجهة إلى الشـــخص الموجود في العليّة، والذي سيضع (يرش) العزل الحراري، ويتحكم بالآلة (انظر الشكل رقم ٧-١٠):

- البس القفازات، وآلة التنفس، ولبادات حماية الركب، ونظارات الحماية حسب مقتضى الحال.

إن توفير الإضـــاءة الجيدة، ولوح صـــغير لتجثو عليه، ومجموعة أدوات الأمن والسلامة تجعل المهمة أسهل.

شكل رقم (٧-١٠) تنفيذ وتركيب العزل الحراري في العليّة

www.j4know.com

- تفحّص العليّة، وحدد مكان جلوسك، أو انحنائك أثناء العمل. سيتوجّب عليك الاقتراب لمسافة ثلاثة أمتار على الأقل من كل زاوية من زوايا العليّة. لذا، فكّر بقص (لوح) قطعة من الكرتون المقوى، ووضعها بين قوائم إسناد العليّة؛ لتشعر براحة أكبر، وحتى لا تكون عرضة لتثبيت قدميك عرضاً خارج عوارض هيكل العليّة (عرضة للسقوط).

- إسحب الخرطوم من الطرف البعيد للعليّة، حيث ستبدأ من هنا، وتكمل العمل باتجاه المدخل. حدد الأشياء التي قد تعيق العمل، مثل: المداخن، والمنور، ثم حدد من أين ستبدأ العمل؛ لوضع مادة العزل الحراري خلفها.

- قِس ربع مساحة العليّة، وضع علامة عند تلك النقطة؛ للرجوع إليها فيما بعد.

- شغّل الآلة عندما تكون جاهزاً، وابدأ من الزوايا البعيدة، وأكمل طريقك إلى الخلف. ضع طبقة ممهدة ومستوية من العازل حتى تصل إلى العلامات الموجودة على المساطر. رش إلى الأمام والخلف، وأكمل طريقك إلى الخلف حسب الحاجة. من المقبول أن تستعمل عصا، إن لزم الأمر؛ لتمهيد وتسوية المناطق غير الممهدة.

- أوقف الآلة عن العمل وذلك عند الوصول إلى العلامة ربع المساحة، واستعلم من الشخص الآخر عن عدد أكياس العزل التي استعملها حتى هذه النقطة. تأكد من تطابق هذا العدد مع حساباتك؛ لأن هذا سيعلمك ما إذا كانت كثافة وسماكة العزل الحراري صحيحة أم لا.

- أعد تشغيل الآلة، واستمر بالعمل، ثم أعد ضبط الكثافة في ضوء حساباتك حتى علامة ربع المساحة. أكمل العمل حتى تنتهي عند المدخل وخارجه.

تتطلب مهمة تنفيذ وتركيب العزل الحراري في الحقيقة ما بين ساعة واحدة إلى ساعتين، على الرغم من أنها قد تتباين تبايناً كبيراً حسب سرعة الآلة المستخدمة. بعد انتهائك من العمل، يمكنك الارتياح والاسترخاء في ضوء حقيقة مفادها: أن القليل جداً من الطاقة في منزلك ستضيع من خلال العليّة.

www.j4know.com

العزل الحراري لتجويف السقف الخارجي (Roof Cavity Insulation)

بعض المنازل ليس لديها عليّات مفتوحة لعزلها حرارياً. في أغلب الأحيان، يكون للمنازل بالسقف الخارجي المسطح (flat roof)، التي بالسقوف المقببة (vaulted) والسقوف الكاتدرائية (cathedral)، تجويف عليّة لا يزيد عمقه عن ١٢ بوصة، ويكون له سطح مشطّب (finished)، كأن له جداراً جاهزاً (drywall) من الأسفل، ومادة خاصة بالسقف مركبة مباشرة على الجزء العلوي. قد يكون التجويف ممتلأً جزئياً، أو كلياً بالعزل الحراري، لكن سيبقى في كل الأحوال أن السماكة الكلية للعزل هنا أقل مما يمكن أن يكون في عليّة مفتوحة.

من الممكن وضع عزل حراري إضافي لهذا النوع من التجاويف، ولكنها مهمة معقدة يستحسن تركها للخبراء المتخصصين. لذلك، فإن وصف هذه العملية والتفصيل فيها يمكنك من التخطيط لمثل هذا العمل مع مقاول للعزل الحراري.

تبقى قضية كيفية عزل التجاويف المغلقة، ومدى تركه حيزاً هوائياً للتهوية أو عدم تركه قضية مثيرة للجدل. فالخبراء لا يتفقون على مدى مناسبة تعبئة التجويف في السقف الخارجي تعبئة كليّة بمادة العزل الحراري الذي ينفذ بالنفخ. نحن نعتقد أن تعبئة التجاويف المغلقة في السقف الخارجي تعبئة كليّة بعازل حراري من الألياف الزجاجية أمر مقبول شريطة أن يصاحب ذلك إحكام تام لتسرب الهواء بين العزل الحراري وبين أماكن المعيشة في المترل، وتقييم دقيق للسقف الخارجي. القضية الأساسية هي أن العزل الحراري يجب ألاّ يتعرض للرطوبة؛ لأن الماء يقلل المقاومة الحرارية للعازل، وقد يسبب ضرراً جسيماً للعازل. يفضل استعمال الألياف الزجاجية في التجاويف المغلقة؛ لأنها لا تمتص كمية من الماء كتلك التي يمتصها العزل الحراري المصنوع من السليولوز. ويلزم الإحكام التام؛ لمنع تسرب هواء المترل من الوصول إلى تجويف السقف الخارجي أثناء الشتاء، حيث يمكن أن يتكاثف بخار الماء عند تسرب الهواء الدافئ الرطب من المترل، ومن ثم الوصول إلى تجاويف المترل، حيث يلامس الأسطح الباردة. كما ينبغي أن يكون السقف الخارجي مصمماً بحيث يمنع تسرب الماء منعاً تاماً.

وحتى لو وفّرت التهوية في هذه التجاويف المغلقة، فقد لا يساعد ذلك على التحكم بمشكلات الرطوبة التي لا يمكن منعها إلا بمنع الرطوبة من الوصول إلى التجويف في المقام الأول. وقد بينت التجربة أن ترك فراغ فوق العزل الحراري "لتهوية العليّة" غير فعال في أحسن أحواله، وأما في أسوأ أحواله، فإنه سيسهم في إذكاء مشكلة الرطوبة؛

www.j4know.com

لأن الهواء الخارجي الرطب يمكن أن يجد طريقه إلى العزل الحراري.

تحسين التجاويف المغلقة في السقف الخارجي

تعدّ التجاويف المغلقة، سواءاً وجدت في الأسقف الخارجية المسطحة أم في الأسقف المقببة، من التصاميم الرديئة في معظم المناخ السائد بأنواعه، حيث تكون قيمة المقاومة الحرارية (R-value) في كل الأحوال أقل بكثير مقارنة بما يمكن تحقيقه في حالة العليّات المفتوحة، ويكون السقف حاراً جداً صيفاً، وبارداً جدّاً شتاء. وعلى مدى عمر المبنى (المنزل)، ونتيجة لصعوبة التحكم الفعّال بالتهوية والرطوبة، فإن أكثر تلك العليّات المغلقة عرضة للضرر الشديد الناجم عن مشكلات الرطوبة والتعفن. إذا كان منزلك بسقف خارجي مسطح، أو بأسقف مقببة، حيث مادة السقف الخارجي مركبة مباشرة فوق هيكل السقف الخارجي، فنوصي بالأخذ في الحسبان خياراً واحدا من اثنين من خيارات التحسين المذكورة كخطوة تالية؛ لرفع الأداء الحراري، والتحكم بالرطوبة في المنزل:

- للأسقف الخارجية المسطحة، أو شبه المسطحة، يمكنك إضافة سقف خارجي مموّج جديد فوق البناء القائم؛ لإيجاد عليّة جديدة يمكن عزلها حراريّاً على نحو أفضل من ذي قبل. ويمكنك أيضاً الاستفادة من سقف خارجي مائل يكون أقل عرضة لمشكلات التسرب من السقف المسطح. احرص على اختيار لون فاتح لمادة السقف الجديد، وبعاكسية عالية؛ للتقليل من تكاليف التكييف في فصل الصيف.

- أما بشأن الأسقف الخارجية المقببة، فإنه باستطاعتك إضافة ما يتراوح بين ٤ إلى ٨ بوصات من العزل الحراري الرغوي من نوع الصفائح الجاسئة (الصلبة)، أو النوع الذي ينفذ بالرش على السطح العلوي، وفوق السقف الخارجي القائم. في هذه الحالة، لا بد من إعادة عمل السقف الخارجي الذي يعدّ في العادة الخيار الأفضل؛ لأن العمل بكامله يتم خارج المنزل، من ثم لا يتعرض المنزل من الداخل للإرباك أو الفوضى. وهنا أيضاً، يجب عليك بتحري اختيار لون فاتح للسقف الخارجي؛ للمساعدة في إبعاد طاقة الإشعاع الشمسي خلال الصيف. من ناحية أخرى، يمكنك إضافة طبقة عزل حراري رغوية من الداخل حتى تصل إلى طبقة السقف الداخلية، ولكن ستحتاج في هذه الحالة إلى إعادة عمل الأسطح الداخلية. يكون اللجوء لهذا الخيار مبرراً إذا كان الوصول إلى السقف الخارجي متعذراً، أو إذا تم هذا العمل ضمن مشروع تحسين داخلي

www.j4know.com

كبير مخطط له مسبقاً، بحيث يكون إرباك المنزل من الداخل مسألة لا فرار منها، ومن ثم لا تمثل عاملاً حاسماً.

تحديث (Retrofit) العزل الحراري للجدران

يعدّ العزل الحراري من أكثر إجراءات حفظ الطاقة إهمالاً من أصحاب المنازل، كما يعدّ من أكثر الأمور التي تقلل قيمتها في المنازل. فمعظم المنازل الجديدة تبنى بقليل من العزل الحراري للجدران، في حين تفتقر كثير من البيوت القديمة للمقاومة الحرارية؛ لأن مالكيها لم يبادروا بتحديث وتجديد العزل الحراري لجدران منازلهم. نعتقد أن المنازل الجديدة والقديمة تحتاج كلتاهما إلى أمرين: عزل حراري داخل تجاويف الجدران، وطبقة حماية داخلية (تتراوح ما بين بوصتين إلى ٤ بوصات من الصفائح الرغوية)، بحيث تكون معزولة حرارياً على الأسطح الخارجية للجدران. خذ مثلاً سلامة الجدران من الناحية الحرارية في منزل هيكلي متوسط مساحته حوالي ٢٠٠٠ قدم مربع (١٨٠ م٢)، وذلك مقارنة بنظيره المعياري بعليّة مفتوحة. في أكثر الحالات تهمل الجدران لتركيب العزل الحراري في العليّة؛ لأنه أسهل من غيره، على الرغم من أن الجدران في الحقيقة أكثر أهمية من غيرها، كما هو مبين في الحسابات المذكورة لهذا المنزل:

- المساحة الكلية للجدران حوالي ١٤٤٠ قدم٢ (١٣٠ م٢)، وهي تحسب كالتالي:

  بعرض ٤٠ قدماً، وطول ٥٠ قدماً، يكون المحيط يساوي ١٨٠ قدم.

  إذا افترضنا أن ارتفاع الجدار يساوي ٨ أقدام، فتساوي مساحة الجدران

  ١٨٠ X ٨ = ١٤٤٠ قدم٢

- يكون متوسط قيمة المقاومة الحرارية للجدران (R-value) لجزء (جدار) هيكلي أبعاده ٢ X ٦ أقدام عند مستوى R-19 (وحقيقة أقل من ذلك لجدار بأبعاد ٢X٤). ولكن هذه القيمة لا تأخذ في الحسبان قيمة العزل الضعيفة لأجزاء الهيكل الخشبية التي تشكل يتراوح بين ١٥ إلى ٢٥٪ من مساحة الجدران. إذا أدخلنا هذه التجاوزات الحرارية في عملية الحساب، فسيكون هذا الجدار الذي يقدر بمستوى R-19 في الواقع يؤدي عمل جدار بمستوى مقاومة حرارية تقدر بحوالي R-12، أي:

  ١٤٤٠ قدم٢ من العزل الحراري بمستوى مقاومة حرارية R-12.

www.j4know.com

- ستكون المساحة الكلية للعلية نفسه ٢٠٠٠ قدم مربع، وهي تحسب كالتالي:

  ٥٠X٤٠ = ٢٠٠٠ قدم مربع.

- تحت الظروف العادية، سيكون مستوى المقاومة الحرارية للعزل الحراري للعلية عند **R-40**، وسيكون معظم هيكل السقف مغطى بالعزل الحراري، ومن ثم لن يؤثر سلباً في قيمة المقاومة الحرارية تأثيراً كبيراً. العليّة التي بمقاومة حرارية تساوي **R-40** ستؤدي عملها بقيمة قريبة من **R-39**، أي: ٢٠٠٠ قدم مربع من المساحة بمقاومة حرارية تقدر بـ **R-39**.

- باستطاعتك الآن عمل المقارنة: ١٤٤٠ قدم مربع بمقاومة حرارية تقدر بـ **R-12**، في مقابل ٢٠٠٠ قدم مربع بمستوى يقدر بـ **R-39**. النتيجة النهائية هي أن الجدران في هذا المنزل ستفقد من الحرارة ما يماثل ٢,٥ مرة أكثر مما سيضيع من الحرارة من السقف في مناخ بارد.

ولهذا السبب، فإن معظم المنازل عالية الكفاءة اليوم بعزل حراري للجدران يتجاوز الحدود الدنيا غير الملائمة، والمحددة في كود البناء الحالي. في البيوت عالية العزل المبنية حسب معايير المنازل الخاملة (passive homes)، فإن الجدران تكون معزولة حرارياً حتى مستوى **R-40** على أقل تقدير.

العزل الحراري للجدران باستعمال الخراطيم (Tube-Fill Wall Insulation)

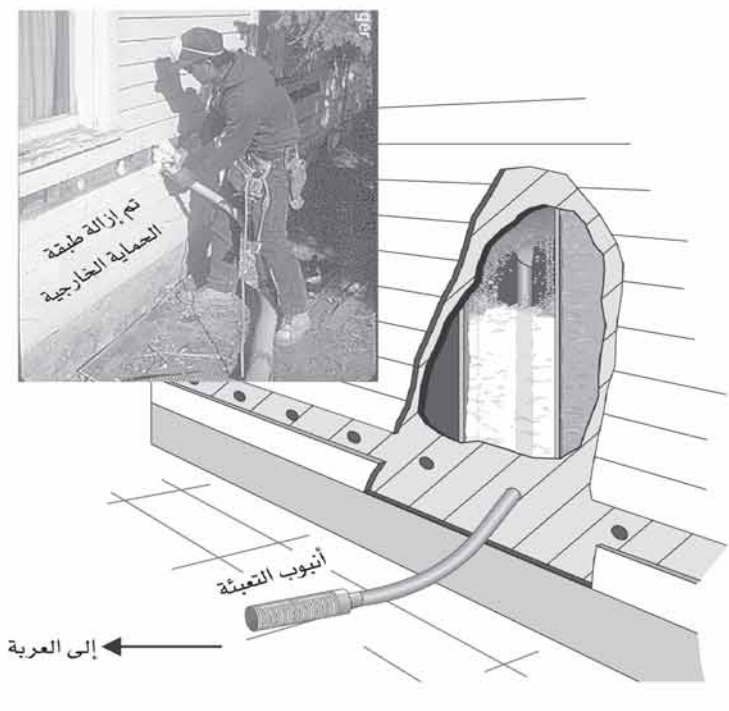
تتم عملية العزل الحراري للجدران في المنازل القائمة في العادة من خلال فتحة في سطح الجدار الخارجي أو الداخلي. يتوجب تنفيذ العزل الحراري في تجاويف الجدران بكثافة كافية؛ لمنع ترسب (تكوّم) مادة العزل؛ لأن الفراغات في العزل الحراري تقلل تقليلاً كبيراً من مقاومته الحرارية. يستعمل مقاولو العزل الحراري الجيدون آلة نفخ (مروحة) للعازل من خلال خرطوم يدخل في الجدار، وليس من خلال فوهة قصيرة؛ وذلك لضمان كثافة عالية ومنتظمة للعزل للحراري في كل تجاويف الجدار (انظر الشكل رقم ٧-١١). إذا لم يستعمل المقاول أنبوباً لتعبئة العزل الحراري، فمن المرجح أن تتشكل فراغات في مادة العزل، وفي العادة تتكوّم مادة العزل في التجويف تاركة أماكن فارغة داخل الجدار. تكلف تعبئة تجويف فارغ في الجدار بالعزل الحراري ما يتراوح بين نصف دولار إلى دولار ونصف لكل قدم مربع (١ قدم مربع يساوي تقريباً ٠,١ متر مربع)، وذلك حسب مدى صعوبة عمل الفتحات في الجدار، وتصليح الجدار من الداخل أو الخارج بعد تركيب العازل.

www.j4know.com

إذا كنت تخطط لتركيب سطح حماية خارجي للمنزل (siding)، أو لطلائه من الداخل، أو الخارج، فلديك فرصة جيدة لنفخ العزل الحراري في تجاويف الجدران غير المعزولة، أو المعزولة جزئياً. فالتكلفة تكون أقل لعمل الفتحات، ونفخ العزل خلال عمل مثل هذه التحسينات التجميلية للمنزل.

طبقة الحماية الداخلية الحرارية المعزولة (Insulated Thermal Sheathing) للجدران الخارجية

يمكنك أيضاً تركيب صفائح رغوية، أو طبقة حماية إضافية (داخلية) للجدران الخارجية للمنزل، وذلك بعد إزالة طبقة الحماية الخارجية (siding)، وقبل إعادة وضع هذه الطبقة، وبهذا تكون قد أضفت مقاومة حرارية زائدة ذات قيمة. تكمن أفضل طريقة لتحسين مستوى المقاومة الحرارية للجدران التي تكون تجاويفها معزولة حرارياً بالفعل في وضع طبقة حماية إضافية (داخلية) معزولة حرارياً (انظر الشكل رقم ٧-١٢).



أفضل طريقة لعزل الجدران الخارجية للمنازل القديمة تكمن باستعمال أنبوب تعبئة يدخل في تجويف الجدار. يساعد الأنبوب على تحقيق الكثافة العالية المطلوبة لمنع تكدس مادة العزل الحراري على كل ارتفاع الجدار.

شكل رقم (٧-١١) عزل حراري شبه سائب عالي الكثافة يستعمل للجدار

www.j4know.com

مثـــل هذه الطبقات المعزولة تحدث تحســـينات هائلة على الأداء الحراري لجدران الهيكل، وذلك عن طريق توفير عزل حراري مستمر فوق الجسور الحرارية التي تتشكل بســـبب الإطار الهيكلـــي التحتي للمنزل. ونتيجة لذلك، فإن قيمـــة المقاومة الحرارية (R-value) للجدار كله بطبقة حماية معزولة تكون أكبر بكثير من تلك التي للجدران ذات التجاويف المعزولة فقط (بـــدون طبقة حماية). يكلف تركيب طبقة من الرغوة بســـماكة بوصتين إلى ٤ بوصات، مع طبقة حمايـــة خارجية جديدة ما بين ٣ إلى ٦ دولارات لكل قدم مربع.

يدمـــج في الغالب حاجز مقاوم لعوامل الطقس في طبقة الحماية الداخلية المعزولة، حيث يضيف عاملاً جديداً يعزز ديمومة المنزل (durability). من الشـــائع في المنازل الهيكلية أن يتســـرب مـــاء المطر بين الحين والآخر، وذلك من خـــلال طبقة الحماية الخارجية (الأخيرة) للمنزل، وخصوصاً في الطقس العاصف. وهذا هو الســـبب الذي يدفع معظم مقاولي البناء إلى تركيب حاجز مقاوم لعوامل الطقس، مثل: ورق القطران القـــار (tar paper)، أو وضع التغليف المنزلي الأبيض الذي تراه على المنازل الجديدة قيد الإنشاء.

يتوقف المطر (عن اختراق الجدار) عند الحاجز المقاوم لعوامل الطقس، ويترل إلى الأسفل خارج الجدار. تكون بعض طبقات الحماية الداخلية الرغوية مغطاة بقصدير الألمنيوم، في حين يكون البوليســـترين المبثوق (الذي يأخذ في العادة اللون الأزرق أو الوردي) بمترلة حاجز مقاوم لعوامل الطقس.

التحديـــث الحراري المثالي للجدران يكمن في تركيب طبقة حماية داخلية معزولة، وفي الوقت ذاته اســـتبدال طبقة الحماية الخارجية والنوافذ. بهذه الطريقة، قد تتراوح سماكة طبقة الحمايـــة الداخلية ما بين بوصة إلى ٤ بوصات، ويمكن للمقاول أن يزيد عرض الهيكل الخارجي للنوافذ؛ لتســـتوعب طبقـــة الحماية الداخلية المعزولة، ومن ثم تركيب النافذة تركيباً مناســـباً. قد تحتاج عضائد (حلق) الشباك (jambs) أن تكبر مـــن الداخل أيضاً، أو يمكن تركيب النوافذ من الخارج على الإطار الداخلي للنافذة. (انظر: فقرة تركيب النوافذ المقاومة لعوامل المناخ، ص ٢٦٥).

ويمكن أيضاً تركيب طبقة الحماية الداخلية المعزولة على سطح الجدار الداخلي، الأمر الذي يعد خياراً جيداً في البيـــوت التاريخية، حيث أن التحديث من الجهة الخارجية للمبنى أمر غير عملي.

www.j4know.com

شـكّل هذا المقاول جداراً فائق العزل بتركيب سـماكة ٤ بوصة من العزل الحراري الرغوي علـى الجهة الخارجية من الجدار الهيكلي القائم ومقاسـه ٦×٢ قدم. وتم تثبيـت العزل الرغوي ببراغي على قوائم خشـبية مقاسـ كل منها ٤×١ قدم. تعمل القوائم الخشبية هذه أيضاً كإطار للنوافذ الجديدة.

قام هذا المقاول بتركيب سـماكة ٤ بوصة من صفائح العزل الرغوي مزودة بقوائم خشبية كجزء مكمّل لكل صفيحة. تساعد هذه القوائم على تثبيت الصفائح الرغوية علـى الجـدار الخارجـي وتخدم أيضـاً كقوائـم تثبيت لطبقـة الحمايـة الخارجية الجديـدة. بهـذه الطريقة، يتم توفير إطار بسـماكة ٤ بوصـة كل نافـذة من نوافذ المنـزل القائمة. يطلق على هذا المنتج الرغوي من قبل مصـنعيه أسـماء مختلفة مثل ستايرو – ستد، سترب – ات، أو مدعم الجدران الجافة (الجاهزة).

شكل رقم (٧-١٢) تحديث طبقة الحماية الخارجية القائمة بإضافة طبقة حماية داخلية

www.j4know.com

العزل الحراري الخارجي ونظام التشطيب (Exterior Ins. and Finish System)

يعدّ نظام التشطيب بالعزل الحراري الخارجي أحد خيارات العزل الحراري الجيدة؛ لأنها توفر سطحاً متيناً مقاوماً لعوامل الطقس من جهة، وطبقة من البوليسترين الرغوي بسماكة تتراوح ما بين بوصة إلى ٤ بوصات، والتي تضيف مقاومة حرارية تعادل ما يتراوح بين R- 4 إلى R-16 للجدران الخارجية من جهة أخرى. يشبه نظام التشطيب بالعزل الحراري الخارجي سطحاً من الجصّ، ويحتوي على مادة لزجة من الأكريليك تضاف على عدة طبقات. تضاف شبكة من البلاستيك تحت طبقة الطلاء الأولى؛ لتعزيز قوة السطح (انظر الشكل رقم ٧-١٣).

ينظر إلى نظام التشطيب بالعزل الحراري الخارجي على أنه أحد الخيارات العملية القليلة للعزل الحراري الخارجي للجدران الصلبة المصنوعة من الطوب. يتميز العزل الحراري الخارجي بأنه لا يسبب إرباكاً داخل المنزل، وبعكس العزل الحراري الداخلي، فإنه يغطّي كل الجسور الحرارية بفعالية.

يجتمع نظام العزل الحراري للأسطح الخارجية عزلاً حرارياً من البوليسترين مع مادة الجص خفيفة الوزن، يتم تركيب طبقة الطلاء الأولى من الجص مباشرة على العزل الحراري الرغوي. تضاف شبكة بلاستيكية للتقوية كجزء لا يتجزأ من طبقة الطلاء الأولى. تُعطي طبقة الطلاء الأخيرة المظهر واللون.

شكل رقم (٧-١٣) العزل الحراري للأسطح الخارجية وأنظمة التشطيب

www.j4know.com

ويتوجب إحكام إغلاق نظام التشـــطيب بالعـــزل الحراري الخارجي بعناية كبيرة حول النوافذ؛ لتجنب دخول الماء. يعمـــل هذا النظام بثقة عالية في المناخات الجافة، وفي المباني التي تكون أســـقفها الخارجية بارزة (معلقة) بـــروزاً زائداً. أمّا المباني في المناطق ذات المناخ الرطب، وذات الأسقف غير البارزة، أو قليلة البروز، فغير مرشحة للاســـتفادة من هذا النظام. وتتراوح تكلفة تركيب نظام التشطيب بالعزل الحراري الخارجي ما بين ٦ إلى ١٦ دولاراً للقدم المربع، وهي بذلك مرتفعة الكلفة نســـبيّاً، ولكنها توفر أفضل تحســـين ممكن للعزل الحراري للجدران في عدد كبير من المنازل، ومن ثم توفر مردوداً عاليّاً للاستثمار.

الهياكل الخفيفة المعزولة حرارياً (Insulated Lightweight Frames)

يمثل هذا النوع خياراً آخر متنامياً قابلاً للتطبيق؛ لعزل الجدران؛ حيث يتجه كثير من مقاولي البناء نحوه ويتهيؤون لتبنيه، وهو يتضمن تركيب هيكل خشبي خفيف على الســـطح الخارجي للجدران الخارجية القائمة، وتعبئته بالعزل الحراري وهو ما يسمح باســـتعمال عزل حراري؛ ليفي بأقل ســـعر بدلاً من طبقة حماية داخلية رغوية سميكة نسبيّاً، (انظر الشكلين رقم ٧-١٤، والشكل رقم ٧-١٥).

تكمن أكثر التفاصيل أهمية في هذا النظام في إحكام الإغلاق حول النوافذ؛ لمنع تسرب الماء، وتحقيق كثافة مناسبة تمنع تكوّم المادة العازلة (قلة الكثافة). التفاصيل الصحيحة للنوافذ لا تختلف كثيراً عن تركيب النوافذ في الجدران الخشبية الجديدة.

العزل الحراري للأساسات والأرضيات (Foundation and Floor Insulation)

تكون الأساسات والأرضيات في كثير من المنازل غير معزولة على الاطلاق. ففي حـــين يكون هذا الوضع ليس بالأهمية ذاتها في المناطق ذات المناخ الحار، تحتاج المنازل في المناطق الباردة؛ كي تكون ذات كفاءة من حيث استهلاك الطاقة إلى عزل حراري للأساســـات، أو الأرضيات، أو كليهما. وبما أن العزل الحراري للأرضيات يميل إلى عدم الكلفة نسبياً، فإنه يستحق الاستثمار فيه في كل المناطق بأمريكا الشمالية، وذلك باستثناء أكثر المناطق دفئا من حيث المناخ.

www.j4know.com

الجدار الخارجي الجديد مثبتاً على الجدار الموجود

يقـوم العمال بتركيب هيكل خشبـي جديد على كامل الإطار الخارجي للمنزل. يقف الجدار الجديد على مسافة حوالي بوصة واحدة من الجدار القائم بحيث يتـم ملء الفـراغ خلف كل من القوائـم الخشبية بالعزل الحـراري عن طريق الرش وبالتالي منع التجسير الحراري بين الجدار الخشبي القائم والجديد.

الجدار المضاف الجديد بعد ملئه بعزل حراري من الأيسيتين الرغوي

يتم رش الآيستين الرغـوي في التجاويـف الجديدة ويتم تسويتهـا مع أوجه القوائم الخشبية. يقوم العمال بعدها بعمل فتحات النوافذ الجديدة، ومن ثم تركيبها، وأخيراً تركيب طبقة الحماية الخارجية الجديدة.

شكل رقم (٧-١٤) تحديث هيكل المنزل بإضافة هيكل خشبي يملأ بعزل حراري رغوي خفيف.

www.j4know.com

تم تركيب هيكل خشبي خفيف الوزن للإطار الخارجي لهذا المنزل القائم مما يسمح بتركيب عزل حراري من الألياف من الألياف الزجاجية بسماكة ٦ بوصة أو أكثر. تعم خفة وزن الهيكل على تحسين مستوى المقاومة الحرارية (R-value) للجدار ككل عن طريق تقليل التجسير الحراري في مجموعة الجدار إلى الحدود الدنيا.

شكل رقم (٧-١٥) تركيب هيكل خارجي خفيف الوزن

www.j4know.com

العزل الحـــراري لجدار القبو (Basement Wall): عندما يكون قبو المنزل مدفئا، تكون جـــدران القبو في العادة معزولة حرارياً، في حين تكـــون الأرضية فوق القبو غير معزولة. لســـوء الحظ، تتحول كثير من جدران القبو المعزولة لمصائد الرطوبة التي تستطيع في أغلب الأحيان أن تجد طريقها إلى داخل الجدار، حيث تتكاثف على أكثر الأسطح برودة داخل الجدار، وتشجّع على نمو وتكاثر الكائنات الفطرية والعفن.

لهذه الأســـباب، تحظى الرطوبة بأهمية خاصة عندمـــا يتعلق الأمر بالعزل الحراري للقبـــو، إذ ينبغي عليك تجنب عزل جـــدار القبو قبل التأكد من أنه جاف. إذا كانت لديك مشـــكلات صرف مياه في الخارج، فإن أساسات منزلك ليست محمية من الماء حماية ســـليمة، أو أن الماء يتسرب من خلال جدار الأساسات. وبناء على ذلك إياك والمباشرة بتنفيذ العزل الحراري في القبو.

وتتمثل أكثر الطرق شـــيوعاً لعزل جدران القبو ببناء جدار إطاري (هيكلي) فوق الجـــدار الاسمنتي أو الحجري، وتعبئته بألواح الألياف الزجاجية، ومن ثم يغطّى الهيكل بجدار داخلي جاهز (انظر: الشكل رقم ٧-١٦). من المرجح أن تكون ألواح الألياف الزجاجية غير المغطاة بطبقة تغليف خارجية (faceless) هي الخيار الأفضل؛ لأنها لا تحتوي على حاجز بخار الماء المـــؤدي إلى اصطياد الرطوبة. قد تنتقل الرطوبة في أحد الاتجاهين: من خارج المنزل إلى الداخل أو العكس. تخلص من حاجز البخار عند عزل القبو بالألياف الزجاجية؛ لإعطاء الفرصة للرطوبة كي تنتقل إلى الخارج.

تعد صفائح البوليسترين الرغوية التي بسماكة لا تقل عن بوصتين الخيار الأفضل، وذلك عندما يتعلق الأمر بعزل جدران القبو المسطحة. إذا ركّبت مثل هذه الصفائح على الجدران الخارجية، مثلما يحصل خلال مشاريع البناء الجديدة، فاستعمل عزلاً حرارياً متيناً ومقاوما للماء، مثل: البوليسترين الأزرق، أو الوردي اللون الذي ينفذ بالبثق. ولكن تذكر أنه سيلزمك تأمين الحماية من الضرر للأجزاء المعرضة البارزة فوق مستوى الأرض، وذلك باستعمال الصفائح المعدنية، أو صفائح مصنوعة من الألياف الزجاجية، أو الممزوجة بالجصّ (انظر: الشكل رقم ٧-١٧).

www.j4know.com

استعمال الألواح غير المزودة بوجه تغليف هي الطريقة الأكبر شيوعاً لعزل التسويات. لسوء الحظ، يمكن للرطوبة أن تتجمع في هذه الجدران عندما تنتقل من الخارج من خلال جدران القواعد (الأساس). العزل الحراري الرغوي، سواء تم تنفيذه على شكل صفائح أو بطريقة الرش، يوفر مقاومة أفضل بكثير للرطوبة وتسرب الهواء.

شكل رقم (٧-١٦) التحكم بالرطوبة في جدران القبو

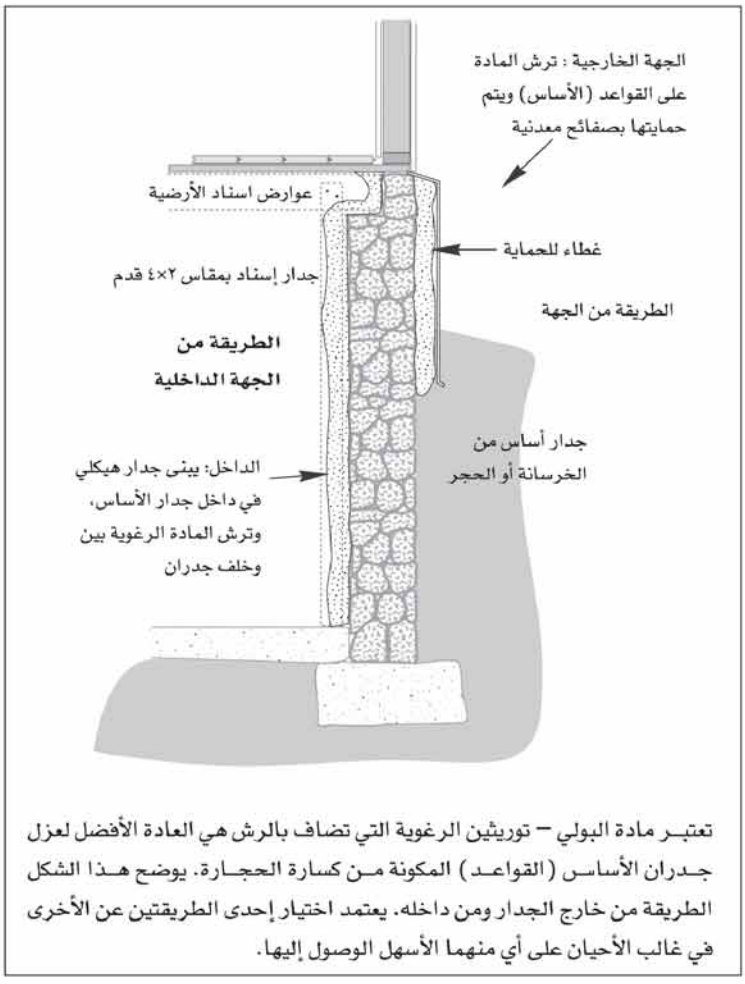
أمّا في حال تركيب الألواح الرغوية داخل المترل، كما هو شائع في عمليات تحديث العزل الحراري، فيجب تغطية هذه الألواح بجدار جاهز؛ لتوفير سطح مشطب ومقاوم للحريق.

العزل الحراري لجدران قبو الخدمات (Crawl Space): في قبو الخدمات، سيكون عليك الاختيار بين عزل جدران الأساسات، أو عزل الأرضية، وهي عملية محكومة بأسباب عملية، مثل: نوع الأساسات (تجنب تركيب العزل الحراري على الجدران الحجرية)، ووجود المياه الجوفية (لا تضف العزل الحراري إلى جدار الأساس، إذا كانت الماء تتسرب منه)، ووجود مجاري التدفئة والتكييف (أضف العزل الحراري إلى جدار الأساس، وليس إلى الأرضية؛ كي تبقى مجاري التدفئة والتكييف في نطاق الحيز المدفأ، أو المكيف في المترل).

في كثير من أقبية الخدمات، تكون الأرضيات رطبة حتى في الأقبية التي تبدو جافة. إذا سمح للرطوبة بالتجمع في قبو الخدمات، أو في أي مكان آخر في المترل،

www.j4know.com

فتشـــجع على التعفن، ونمو الكائنـــات الفطرية، والعث. وبنـــاء على ذلك، عليك دائمـــاً بتجنب تركيب العزل الحراري في قبو خدمـــات رطبة. في أي قبو خدمات، ينبغي تركيب حاجز للرطوبة الأرضيـــة يثبت على التربة، ويكون مصنوعاً من مادة البولي إيثيلين. وينبغـــي أن يكون هذا الحاجز ملفوفاً لفّـــاً جيداً، ومحكم الإغلاق، ومثبّتاً بشـــريط لاصق، أو مـــادة لزجة، وخصوصاً على الأطـــراف، كما يجب أن يمتـــد عمودياً إلى أعلى جدار الأساســـات لمســـافة لا تقل عـــن ٦ بوصات، حيث يثبّت على جـــدار حجري نظيف بمادة لزجة خاصة بمـــواد البناء من البولي يوريثين (انظر الشكل رقم ٧-١٨).



تعتبـر مادة البولي – توريثين الرغوية التي تضاف بالرش هي العادة الأفضل لعزل جـدران الأساس (القواعـد) المكونة مـن كسارة الحجـارة. يوضح هـذا الشكل الطريقة من خارج الجدار ومن داخله. يعتمد اختيار إحدى الطريقتين عن الأخرى في غالب الأحيان على أي منهما الأسهل الوصول إليها.

شكل رقم (٧-١٧) جدران الأساسات المصنوعة من كسارة الحجارة

www.j4know.com

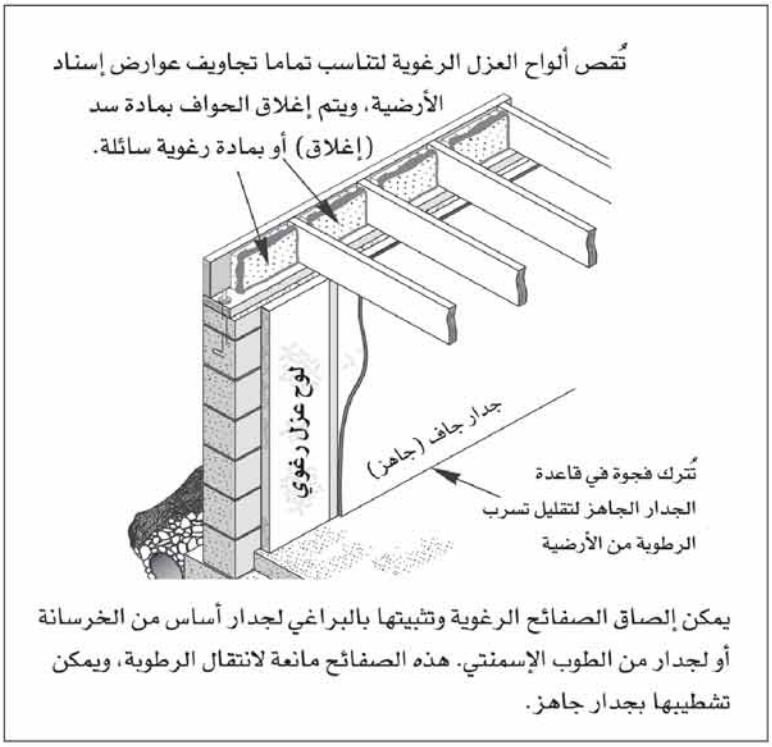
إذا عزلت أرضية قبو الخدمات من الداخل، ويوجد في منزلك نظام تدفئة، أو تكييف مركزي، فتأكد من إحكام إغلاق أي نقاط تسرب، وكذلك تأكد من عزل كل مجاري الهواء الموجودة في حيز قبو الخدمات. أمّا إذا اخترت عزل جدران قبو الخدمات، فستواجه خيارات غاية في التعقيد. كثيرون من مقاولي البناء يلجؤون إلى استعمال ألواح من الألياف الزجاجية المكسوة بمادة الفنيل والتي تكون للأسف كمصيدة للبخار تبقيه داخل العزل الحراري. بيد أن وضع ما سماكته بوصتان من الصفائح الرغوية يعدّ بديلاً جيّداً، لكن بعض إدارات البناء (في بعض الولايات في أمريكا) تشترط تغطية جدران قبو الخدمات بطبقة من الجدران الداخلية الجاهزة؛ لمقاومة الحريق، حتى وإن كانت معزولة حراريّاً، وهو الشرط الذي ينطبق في بعض الولايات الأخرى حتى على العزل الحراري الرغوي لعارضة الدعم العلوية (rim joists) للأرضية.

ولتتمكن من تركيب العزل الحراري في قبو الخدمات (انظر: الشكل رقم ٧-١٩) بشيء من الراحة، فستحتاج ألاّ يقل الارتفاع الرأسي للقبو عن قدمين إلى ٣ أقدام. لكن إذا كان ارتفاع القبو أقل من ذلك بكثير، فقد لا يكون تركيب العزل الحراري فيها عمليّاً إلا إذا كان من يركّب العزل صلباً، ويتمتع بمقاومة رهبة الاحتجاز (في الأماكن الضيقة).

العزل الحراري لعوارض دعم الأرضيات (Rim Joists): سواء أعزلت الأرضية أم جدار الأساس، فإن عليك إضافة العزل الحراري لعارضة دعم الأرضية في الوقت ذاته. على الرغم من أن استخدام قطع من الألياف الزجاجية أكثر شيوعاً من غيرها، لكنه قد يساعد العث والعفن على النمو، وذلك عندما تنتقل الرطوبة من خلف الألياف الزجاجية، وتتكاثف على السطح البارد لعارضة دعم الأرضية. وتتضمن أفضل الممارسات رش البولي يوريثين الرغوي على أسطح عارضة دعم الأرضية، تركيب عزل رغوي جاسئ (صلب)، وذلك بقص مستطيلات تناسب الفراغات الموجودة على عارضة الدعم، وإحكامها في مكانها باستعمال رغوة أحادية الجزء.

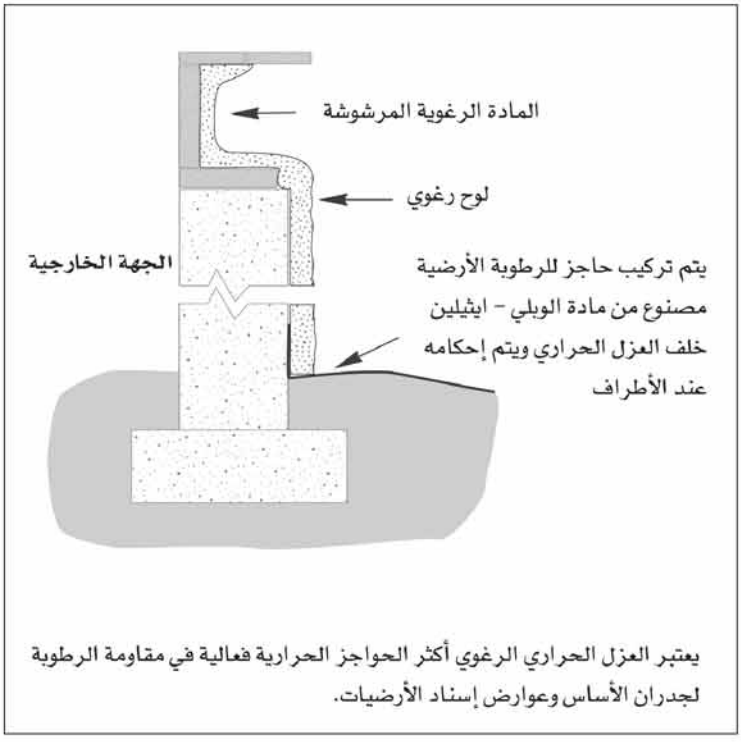
العزل الحراري تحت الأرضيات (Under Floors): تعزل الأرضيات عادة بألواح غير مغلفة، وهي التي يجب أن تملأ تجويف الأرضية بكامله من الأعلى إلى الأسفل، أو على أقل تقدير تلامس الأرضية التي فوقها؛ لتجنب تشكل الفراغات (انظر الشكل رقم ٧-٢٠).

www.j4know.com



شكل رقم (٧-١٨) عزل قواعد وأساسات المنزل بالألواح الخشبية

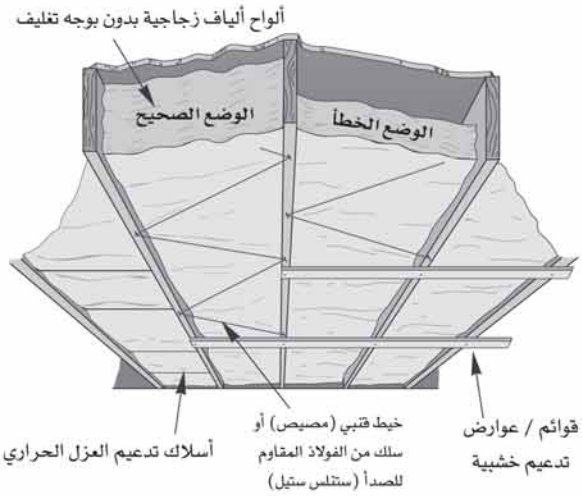
www.j4know.com



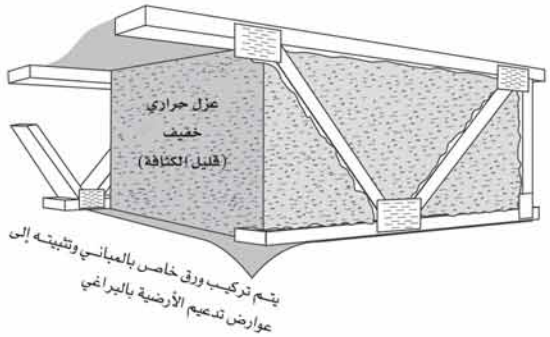
شكل رقم (٧-١٩) عزل قبو الخدمات بمادة رغوية تنفذ بالرش

www.j4know.com

إمـا أن تشتري عـزلاً حرارياً كافياً لملء التجويـف بالكامل أو ادفع بالعزل الحراري للأعلى وقم بتثبيته لتتجنب تشكيل فراغ بين العزل الحراري والأرضية



ينبغي توفير التدعيم الجيد للعزل الحراري للأرضية بواسطة الخيوط



جمالونـات الأرضيـات المفتوحة: غطي الجهـة السفلية من الجمالـون بورق قوي خاص بالمبانـي أو بغطـاء حمايـة خفيف الوزن. ومـن ثم، أمـلأ التجويف بعزل حـراري خفيف الذي يعتبـر الأفضل لهذا النوع من الأوضـاع لأنه يعمل على تعبئة الفراغات غير المنتظمة داخل الجمالون.

شكل رقم (٧-٢٠) عزل الأرضية فوق قبو الخدمات

www.j4know.com

الخلاصة

إنّ اختيارك نظام العزل الحراري سيحدد إلى حد كبير كفاءة ومتانة (durability) منزلك. نحن نعي حقيقة أن المشاريع التي قدّمت وشرحت هنا (في هذا الباب) هي من بين أكثر المشاريع كلفة، والمقترحة في هذا الكتاب، لكن لا توجد هناك طريقة أفضل لتقليل تكاليف فواتير الطاقة (utility bills) من إبطاء حركة وانتقال الحرارة خلال منزلك. تعدّ التحسينات على العزل الحراري في منزلك استثمارات ممتازة، حيث ستخفض تكاليف الطاقة على المدى البعيد، أي: ما دمت مالكاً للمنزل.

- قيّم وحدّد مستويات العزل الحراري الحالية في منزلك.
- إذا كانت التجاويف غير ممتلئة بالعزل بالفعل، فكلّف أحد المتخصصين بالعزل الحراري؛ لتعبئة التجاويف بعزل حراري عالي الكثافة.
- بادر بتركيب عزل حراري في العليّة بمستوى يبلغ **R-40** أو أكثر من ذلك.
- إذا كنت تعيش في مكان بارد، ويوجد في منزلك قبو خدمات (crawl space)، فركّب عزلاً حرارياً على جدار الأساس، أو الأرضية. بادر بتركيب حاجز للرطوبة الأرضية، إذا كان قبو الخدمات رطباً.
- إذا كنت تعيش في مكان بارد، ويوجد في منزلك قبو معيشة (basement)، فركّب عزلاً حراريّاً على جدار الأساس، إذا كان ذلك ممكناً. ولتحقيق الحد الأقصى من كفاءة الطاقة، بادر بإضافة بوصتين إلى ٤ بوصات من العزل الرغوي إلى السطح الخارجي لجدران المنزل، وركّب طبقة حماية خارجية (siding) جديدة، واستبدل النوافذ الحالية بأفضل المتوفر منها.

www.j4know.com

الباب الثامن
النوافذ والأبواب

كلنا يرغب في وجود نوافذ كثيرة في منازلنا؛ لأنها توفر الإضاءة، والتهوية (ventilation)، وكونها مخارج للحريق، بالإضافة إلى كونها وسيلة لرؤية المناظر الخارجية. ولكن النوافذ تشكل نقطة ضعف في الحد الحراري (thermal boundary) للمنزل؛ لأنها لا يمكن أن تعزل حراريًّا بالفعالية نفسها كالجدران التي تحتويها. كما أنها تسمح ببعض تسرب الهواء إلى المنزل. ولكن الأخبار الجيدة تكمن في إمكانية كون منزلك ذي نوافذ كثيرة، وفي الوقت ذاته، يتمتع بكفاءة طاقة عالية شريطة أن تختار الأنواع المناسبة من النوافذ، وتركبها بطريقة صحيحة، وقد تكون النوافذ الموجودة حاليًّا في منزلك أفضل مما تظن، فاستبدال النوافذ ليس الحل الوحيد لعدم كفاءتها.

نبين لك في هذا الباب كيفية تقييمك أداء النوافذ القائمة في المنزل، وذلك من حيث كفاءة الطاقة. ومن ثم تقرر إمّا أن تحسّنها أو تستبدلها. إذا اخترت استبدال النوافذ القائمة، فسنساعدك على كيفية اختيار أفضل النوافذ لمنزلك، وسنقدم لك أيضاً تفاصيل مهمة حول التركيب؛ لضمان أن أداء النوافذ الجديدة سيكون أفضل ما يمكن. سنبين لك في نهاية هذا الباب كيفية حماية وتحديث الأبواب؛ لإبطاء تسرب الهواء، وكذلك، كيفية اختيار الأبواب التي ينبغي استبدالها.

تقييم أبواب ونوافذ المنزل

هل كل النوافذ في منزلك لها على الأقل طبقتان (two panes) من الزجاج ؟ تمثل النوافذ دائمًا أضعف النقاط في الحد الحراري للمنزل. إذا كانت نوافذ منزلك بطبقة واحدة (single-pane) من الزجاج، فيمكنك تقليص فاقد الطاقة من النافذة إلى النصف، وذلك بتركيب إمّا نافذة إضافية تحمي من عوامل الطقس، وتمنع تسرب الهواء (storm window)، أو بتركيب طبقتين من الزجاج مع عزل حراري.

هل نوافذ منزلك مقاومة للماء من الخارج؟ من الصعب في أكثر الحالات تبرير تكلفة استبدال النوافذ بناء على وفورات الطاقة فقط. لكن إذا كانت النوافذ في حالة سيئة إلى درجة يتسرب معها الماء إلى داخل المنزل، فإن استبدال أو إصلاح النوافذ ينبغي أن يكون له الأولوية القصوى؛ لحماية منزلك من الضرر الذي يسببه الماء.

www.j4know.com

هل لديك ستائر فينيسية، أو ستائر ثقيلة (heavy blinds or drapes) يمكن أن تسدل خلال الطقس البارد؟ أغطية النوافذ المعزولة حراريًّا يمكنها أن تحد من فاقد الحرارة خلال نوافذ منزلك، وذلك بمقدار النصف، أو أكثر من ذلك. أمّا الستائر الخفيفة (light curtains)، والستائر المعدنية الصغيرة (mini-blinds)، وستائر (أجهزة) التظليل بالبكرات (roller shades)، فتكون أقل فعالية من غيرها.

هل لديك طريقة ما؛ لإبقاء الشمس بعيدة عن نوافذك في الصيف؟ إذا كان منزلك يتعرض للحرارة الزائدة خلال الطقس الحار، فيمكنك تقليل تكلفة التكييف تقليلاً كبيرًا، وذلك بتظليل نوافذك بالستائر، أو أجهزة التظليل بالبكرات، أو مظلات التظليل، أو بالأشجار.

هل تسمح أبوابك بوجود تيارات هوائية (drafts) داخل منزلك؟ قد تتمكن من إبطاء تسرب الهواء عن طريق تركيب أحزمة مرنة (weatherstripping) من نوعية عالية الجودة حول إطار الباب، بحيث تمنع تسرب الهواء. إذا اخترت استبدال باب قائم، فعليك بالتحسين، وذلك باختيار باب ذي عزل حراري، وإذا كان لديك باب زجاجي منزلق (sliding)، ففكر باستبداله بباب ذي مفاصل تثبيت (hinged)، وبزجاج معزول حراريًّا.

هل تخطط لاستبدال طبقة الحماية الخارجية (siding) لمنزلك في المستقبل القريب؟ ستكون كلفة تركيب النوافذ أقل من استبدالك طبقة الحماية الخارجية لمنزلك، حيث ستتاح لك الفرصة أيضاً لعملية تحديث (retrofit) تتمثل بعزل حراري فائق متكامل، وبعزل حراريّ إضافي تحت طبقة الحماية الخارجية.

أساسيات النوافذ

يحتوي المنزل العادي في المتوسط على ما يتراوح ما بين ٢٠ إلى ٣٠ نافذة، وتشكل بالمجموع ما نسبته ١٢ إلى ٢٥٪ من مساحة الجدران. وعلى الرغم من أن المقاومة الحرارية لأكثر النوافذ تطورًا تقع ما بين **R-3** إلى **R-6**، فإن النوافذ تشكل إلى حد بعيد الرابط الأكثر ضعفاً في الحد الحراري لمنزلك، وهو ما يبرر الاستثمار اللازم في عملية تحسين النوافذ.

تتسبب النوافذ خلال الشتاء بما نسبته ١٥ إلى ٤٠٪ من فاقد الحرارة لمنزلك. أمّا في الصيف، فتسمح النوافذ للشمس بالتسخين الزائد (overheating) لمنزلك؛ مما

www.j4know.com

يجعلها مسؤولة عما يصل حتى ٧٥٪ من الحرارة المكتسبة في الأيام الحارة. وباستعمال نوافذ ذات كفاءة عالية، تستطيع إبطاء تدفق هذه الحرارة، والحدّ من تكاليف التدفئة والتبريد لمترلك.

المصطلحات الخاصة بالنوافذ

ستجد أنه من المفيد فهم المصطلحات خلال بحثك، واتخاذ القرارات المتعلقة بنوافذ مترلك.

- المجموعة الزجاجية (Glass Assembly): واحد أو أكثر من ألواح الزجاج، مع إيجاد فراغ بينهما، أو يملأ بمادة عازلة (spacer) و/أو سير مرن (حشوة)؛ لمنع التسرب (gasket). ويبين الشكل رقم (٨-١) مجموعة زجاجية معزولة حراريًّا.

- الإطار المترلق (Sash): ويشكل الإطار للمجموعة الزجاجية، ويكون في الغالب قابلاً للفتح بغرض التهوية، والعمل كمخرج للطوارئ (حريق)، مع أن هذا الإطار يمكن يكون في بعض الحالات ثابتًا، بحيث يكون غير قابل للفتح.

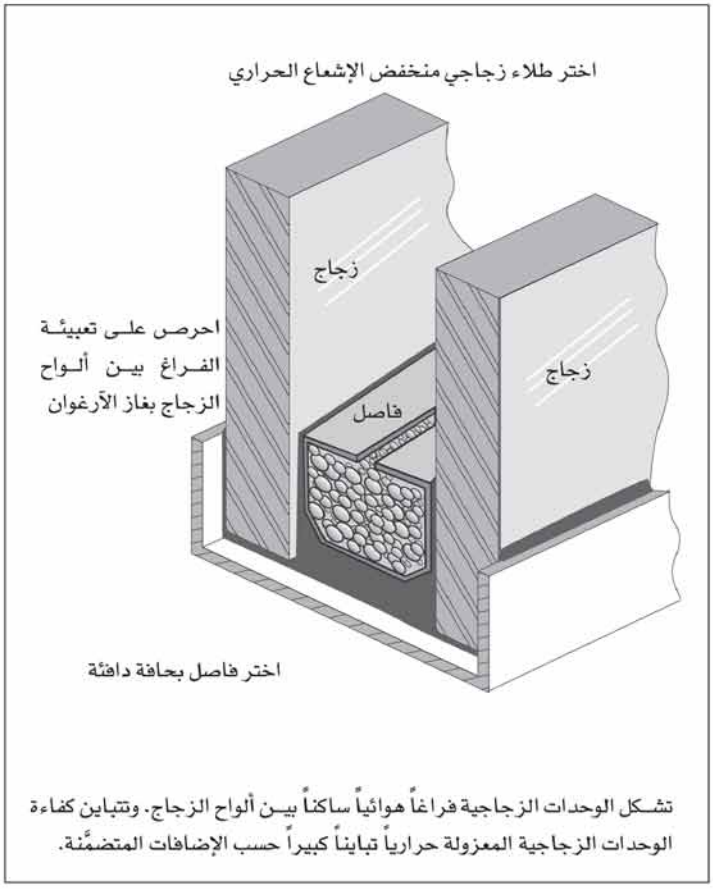
- إطار النافذة (Frame): يحيط بالإطار المترلق، ويثبت على المبنى.

- الفتحة الجدارية (Rough Opening): وتتمثل بالإطار الإنشائي للمبنى الذي يثبت عليه إطار النافذة.

- عتبة النافذة (Sill): وتتمثل بأكثر الأسطح الأفقية بعدًا من الجهة السفلية عند قاعدة النافذة.

- حلق النافذة (Jamb): وهي القطع الخشبية التي تغلف الجوانب، والجزء العلوي من النافذة (تركب على الفتحة الجدارية).

www.j4know.com



شكل رقم (٨–١) وحدة زجاجية معزولة حراريًّا

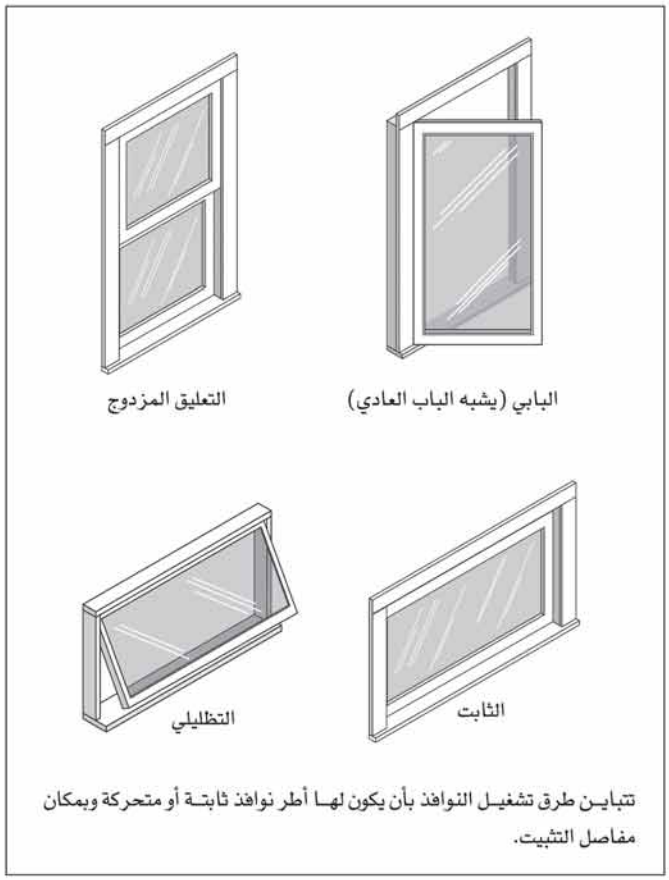
أنواع (طرق) تشغيل النوافذ

يوضح الشكل رقم (٨–٢) طرق التشغيل هذه. وتعدّ النوافذ ثنائية التعليق (double-hung) عمومًا أقدم تصميم للنوافذ التي ما زالت قيد الاستعمال، حيث تشمل هذه النوافذ أطرًا نافذية (sashes) تنزلق كلها عموديًّا بعكس غيرها. أمّا النوافذ أحادية التعليق، فتشبه ثنائية التعليق، إلا أنها تأتي مع إطار نافذة ثابت في الأعلى. تحتوي النوافذ المنزلقة أفقيًّا (horizontal sliders) في العادة على إطار نافذة منزلق واحد، وآخر ثابت، في حين تحتوي النوافذ بالمفاصل (hinged-windows) على نافذة بابية –casement– (تشبه الباب العادي)، مثبتة بمفاصل على الجوانب، ونوافذ تفتح بالميل

www.j4know.com

تشبه المظلات، وتسمى التظليلية (awning) بحيث يثبت بمفاصل من الأعلى.

وتميل النوافذ البابية عمومًا إلى أن تكون أقل النوافذ من حيث معدلات تسرب الهواء، بما فيها كل النوافذ القابلة للفتح؛ لأن دورانها المحكوم بالمفاصل يضغط وشاح (سير) الحماية المرن (weatherstrip)، ويحدّ من تسرب الهواء حدًّا فعالاً جدًا عند إغلاقها. وتتمتع هذه النوافذ بميزة في المناخات الحارة أيضاً، إذ إنها تميل إلى توجيه نسمات الهواء إلى المترل عند فتحها. أما النوافذ الثابتة (fixed) التي لا تفتح، فعلى الرغم من عدم رغبة كثيرين في وجودها في المترل، فإن لها ميزة تتمثل بانخفاض التكلفة (لا ضرورة لوجود آلية فتح/إغلاق)، وانخفاض معدلات تسرب الهواء (هي محكمة الإغلاق ضد تسرب الهواء إحكامًا دائمًا).



تتباين طرق تشغيل النوافذ بأن يكون لها أطر نوافذ ثابتة أو متحركة وبمكان مفاصل التثبيت.

شكل رقم (٨-٢) طرق تشغيل النوافذ

www.j4know.com

فهم تصنيفات النوافذ

إذا كنت تعتزم شـــراء نوافذ جديدة، فاحرص على الانتبـــاه إلى التصنيفات التي ينشرها المجلس الوطني لتصنيف النوافذ (NFRC) ، إذ تحمل أغلب النوافذ بطاقات، أو ملصقات (labels) بهذه التصنيفات، وننصحك بعدم شـــراء نوافذ لا تحمل هذا الملصق المبين في الشكل رقم (٨-٣).

النفاذية الحرارية (Thermal Transmittance) (المُعامل الكلي لانتقال الحرارة)

يمثل المعامل الكلي لانتقال الحرارة (U-Factor) مقياسًـــا لضياع الحرارة، وتعدّ أهـــم معلومة عند مقارنة النوافذ في المناخات الباردة. وكلما كانت قيمة هذا المعامل أقل من غيرها، كانت النافـــذة أفضل في تقليل فاقد الحرارة، وتقليل تكاثف الرطوبة على النوافذ خلال الطقس البارد إلى حدودها الدنيا. يذكر أن المعامل الكلي لانتقال الحرارة يساوي مقلوب قيمة المقاومة الحرارية.

تبلغ قيمـــة المعامـــل الكلي لانتقـــال الحرارة للزجـــاج أحـــادي الطبقة ١,١ أي: مـــا يعـــادل تقريبًـــا (R-1)، في حين تكـــون قيمته لوحدة زجاجية بســـيطة معزولـــة حراريًّـــا بدون طـــلاء أو غاز حـــوالي ٠,٥ أي: ما يعـــادل (R-2). أمّا الحـــد الأدنى المقبـــول للمعامل الكلي لانتقـــال الحرارة في المنـــازل الحديثة الكفؤة فهو ٠,٣٥ أي: حوالي (R-3).

إنّ تحقيـــق معامل كلي لانتقال حرارة مـــا دون ٠,٣ يحتاج إلى تفاصيل متقدمة تتضمن بعض أو كل السمات التالية:

- نوافذ بطبقتين أو ثلاث من ألواح الزجاج: تساعد زيادة عدد طبقات الزجاج على إبطاء انتقال الحرارة من خلال النافذة، ويعمد بعض المصنعين إلى استعمال رقائق بلاستيكية كطبقات داخلية في النوافذ متعددة الطبقات.

- طلاء منخفض الإشـــعاع (Low-e coating) علـــى لوح زجاجي واحد أو أكثر: يخفض الطلاء انتقال الحرارة عن طريق تقليل معدل انتقالها بالإشعاع من الزجاج. ويتكون الطلاء منخفض الإشعاع من طبقة معدنية شفافة لا تتجاوز سماكتها عدة جزيئات، وتركّب على إحدى الطبقات الداخلية للزجاج ثنائي أو ثلاثي الألواح.

www.j4know.com

- التعبئـــة بغاز الأرغون: يعبّأ غاز الأرغـــون في الفراغ بين الألواح الزجاجية في الوحدات الزجاجية المعزولة، وهو عازل حراري أفضل قليلاً من الهواء.
- فواصل الحـــواف الدافئـــة (Warm edge spacers): تقلل هذه الفواصل التجسير الحراري على حواف وحدة الزجاج المعزولة حراريًّا.
- الأطر (Frames) المعزولة حراريا: تبطئ هذه الأطر انتقال الحرارة من خلال حواف إطار النافذة.

يـــدرج الجدول رقم (٨-١) قيم المعامل الكلي لانتقال الحرارة، والمقاومة الحرارية لأنواع مختلفة من زجاج النوافذ.

شكل رقم (٨-٣) بطاقة تصنيف النوافذ من حيث كفاءة الطاقة

www.j4know.com

جدول رقم (٨-١) خصائص زجاج النوافذ

نوع الزجاج	المعامل الكلية لانتقال الحرارة (U-Factor)	قيمة المقاومة الحرارية (R-value)
زجاج صافٍ أحادي الطبقة	١,١٠	٠,٩
وحدة زجاج معزولة، زجاج صاف (نصف بوصة فراغ)	٠,٥٠	٢,٠
منخفض الإشعاع، معزول (ربع بوصة فراغ)	٠,٤٤	٢,٣
منخفض الإشعاع، معزول (ربع بوصة فراغ،معبأ بغاز الأرغون)	٠,٣٨	٢,٦
منخفض الإشعاع، معزول (نصف بوصة فراغ)	٠,٣٣	٣,٠
منخفض الإشعاع، معزول (نصف بوصة فراغ، معبأ بغاز الأرغون)	٠,٢٩	٣,٤
ثلاثي الطبقة، مع سطحين منخفضي الإشعاع	٠,٢٣	٤,٣

مُعامل اكتساب الحرارة الشمسية (Solar Heat-Gain Coefficient)

تسهم الحرارة الشمسية المكتسبة من خلال النوافذ بما تصل نسبته إلى ٤٠٪ من الحرارة الكلية التي ينبغي على مكيف الهواء إزالتها. وتعرف معامل اكتساب الحرارة الشمسية (SHGC) للنافذة على أنه جزء (يعبر عنه بكسر عشري) من الحرارة الشمسية التي تمر من خلال الزجاج، وذلك نسبة إلى الحرارة الشمسية الساقطة على الزجاج. وأما للوح زجاجي أحادي الطبقة، فتكون قيمة معامل اكتساب الحرارة الشمسية ٠,٨٧.

www.j4know.com

قد ظهر مؤخرًا اختراع زجاجي يتكون من طلاء خاص بإشعاع منخفض يحجب حرارة الشمس ، في حين يسمح للضوء المرئي بالمرور (بالمصطلحات الفنية، معامل منخفض ونفاذ عال للضوء المرئي). هذا الاختراع المعروف باسم الانتقائية الطيفية (spectral selectivity)، هو من أوسع الخيارات انتشارًا بين مشتري النوافذ في جنوب الولايات المتحدة، حيث يمثل تبريد الهواء إنفاقاً رئيساً. يباع الزجاج متدني الإشعاع، والحاجب للحرارة تحت أسماء تجارية، مثل: "Sungate 2"، و "Low-e 2". وإذا كنت تنفق على تبريد الهواء أكثر بكثير مما تنفق على التدفئة، فننصحك بالاستفسار وجمع مزيد من المعلومات عن هذه السمة.

النفاذية للضوء المرئي (Visible Transmittance)

تمثل النفاذية للضوء المرئي (VT) مقياسًا لكمية الضوء المرئي الذي يمر من زجاج النافذة، وهي تحظى بأهمية خاصة؛ لأن تمرير الضوء المرئي أحد أهم الوظائف الرئيسة للنوافذ. في الجهة الشمالية من المنزل، نريد أكبر كم ممكن من النفاذية للضوء المرئي. أمّا في الجهتين الشرقية والغربية، فقد تسبب النفاذية العالية مستوى غير مريح من حرارة الشمس وسطوعها (glare)، وذلك عند انخفاض الشمس في فترات الصباح، وما بعد الظهر.

تسرب الهواء (Air Leakage) من النوافذ

يعدّ تسرب الهواء من النوافذ في العادة، أحد الأسباب المؤدية إلى استهلاك الطاقة، مع أنه أقل أهمية من النفاذية الحرارية خلال فصل التدفئة، أو من حيث اكتساب الحرارة الشمسية خلال فصل التكييف. تقاس تصنيفات تسرب الهواء للنوافذ بالقدم المكعب (من الهواء المتسرب) في الساعة لكل قدم مربع من مساحة سطح النافذة. وتتراوح قيم تصنيفات المجلس الوطني لتصنيف النوافذ (قدم مكعب في الساعة لكل قدم مربع من مساحة النافذة) ما بين حوالي ١,٠ إلى ٠,٠٦. وكلما كان أقل كان أفضل من غيره. يتفاوت تسرب الهواء من النافذة حسب نوع تشغيل النافذة، حيث تتمتع النوافذ البابية (casement) والتظليلية (awning) بميزة انضغاط السير المرن المانع للتسرب، وهو الأكثر فعالية من مانع التسرب المكسو باللباد، أو الحزمي المتكدس المستعمل في النوافذ المتزلقة. لهذا السبب تحظى النوافذ البابية والتظليلية بمعدلات تسرب هواء أقل من نظيرتها النوافذ المتزلقة.

www.j4know.com

النوافذ: تحسين أم استبدال؟

قبل أن تتخذ قرارا باستبدال نوافذ منزلك، احرص على عمل بعض البحث حتى تتعرف على الطيف الكامل من الخيارات المتوفرة؛ إذ تتضمن النوافذ الجديدة سمات عديدة مريحة ، و أنماط تصميم كثيرة. لكن إذا كنت مهتمًا بتحسين كفاءة منزلك، فعليك أن تحلّل بعمق قبل أن تخصص المال لشراء نوافذ جديدة.

ميزات (حسنات) النوافذ القديمة

تكون النوافذ القائمة في العادة مصنوعة إمّا من الألمنيوم، أو من الخشب الناعم الخالي من العقد، حتى إنه من الصعوبة إيجاد بدائل أفضل لهذه المواد من حيث أدائها الوظيفي، أو ديمومتها ومتانتها (durability). صحيح أن الموصلية الحرارية للألمنيوم عالية جدًا، على الرغم من أنه لايمثل أكثر المواد جاذبية من بين المواد، وصحيح أيضاً أن الخشب يجب أن يطلى طلاءً تامًا وممتازًا؛ للحفاظ عليه، لكن إن كانت نوافذ منزلك القائمة تعمل على نحو جيد ولا تسرب الماء إلى المنزل، فاحمد الله وفكر مليًّا قبل أن تقرر استبدالها.

وعلى الرغم من أنه من الممكن زيادة المقاومة الحرارية للمنزل باستبدال النوافذ القائمة بأخرى ذات كفاءة طاقة عالية، فإنه من الصعب تبرير مثل هذا الاستثمار بداعي التوفير في استهلاك الطاقة الذي ستقدمه النوافذ الجديدة، وخصوصًا إذا علمنا أن سعر النوافذ الجديدة يتفاوت ما بين ٣٠ إلى ٨٠ دولارًا للقدم المربع الواحد، أي: ما يقارب ٤٠٠ إلى ١٢٠٠ دولار للنافذة الواحدة شاملاً التركيب. من المؤكد أن تحسّن النوافذ الجديدة كفاءة الطاقة في منزلك، لكن الأمر سيتطلب سنوات عديدة؛ للحصول على العائد من هذا الاستثمار.

لكن قد تكون لديك أسبابك الخاصة الأخرى لاستبدال نوافذ منزلك: كأن تكون النوافذ تعرضت للتلف، أو أنك قد تكون على وشك استبدال طبقة الحماية الخارجية للمنزل، أو لمجرد أنك سئمت من إعادة طلاء النوافذ القديمة. لكن إن كان حافزك توفير الطاقة، ففكر في استبدال النوافذ فقط بعد قيامك بكل تحسينات الطاقة الأخرى، والتي تكون أكثر جدوى من الناحية الاقتصادية مقارنة بغيرها.

www.j4know.com

قيمة النوافذ الإضافية للحماية من عوامل الطقس (Storm Windows)

ينظـــر إلى تركيب نوافذ إضافية للحماية من عوامل الطقس على أنه أكثر جدوى اقتصاديًّا من تركيب نوافذ جديدة، ولسبب بسيط وهو: التكلفة. يمكن تركيب هذه النوافـــذ الإضافية من الجهة الداخلية، أو الخارجية للمنزل، وبتكلفة شـــراء وتركيب تتـــراوح ما بين ٨ إلى ١٥ دولارًا لكل قدم مربـــع، أي: بأقل من ربع تكلفة النوافذ الجديدة. وتوفر نافذة الحماية هذه طبقة إضافية من الزجاج؛ مما يشـــكل فراغًا هوائيًّا عـــازلاً للحرارة، بحيث يقلل فاقد الحرارة إلى النصف تقريبًّا، ويرفع مســـتوى الراحة (comfort) في المنزل.

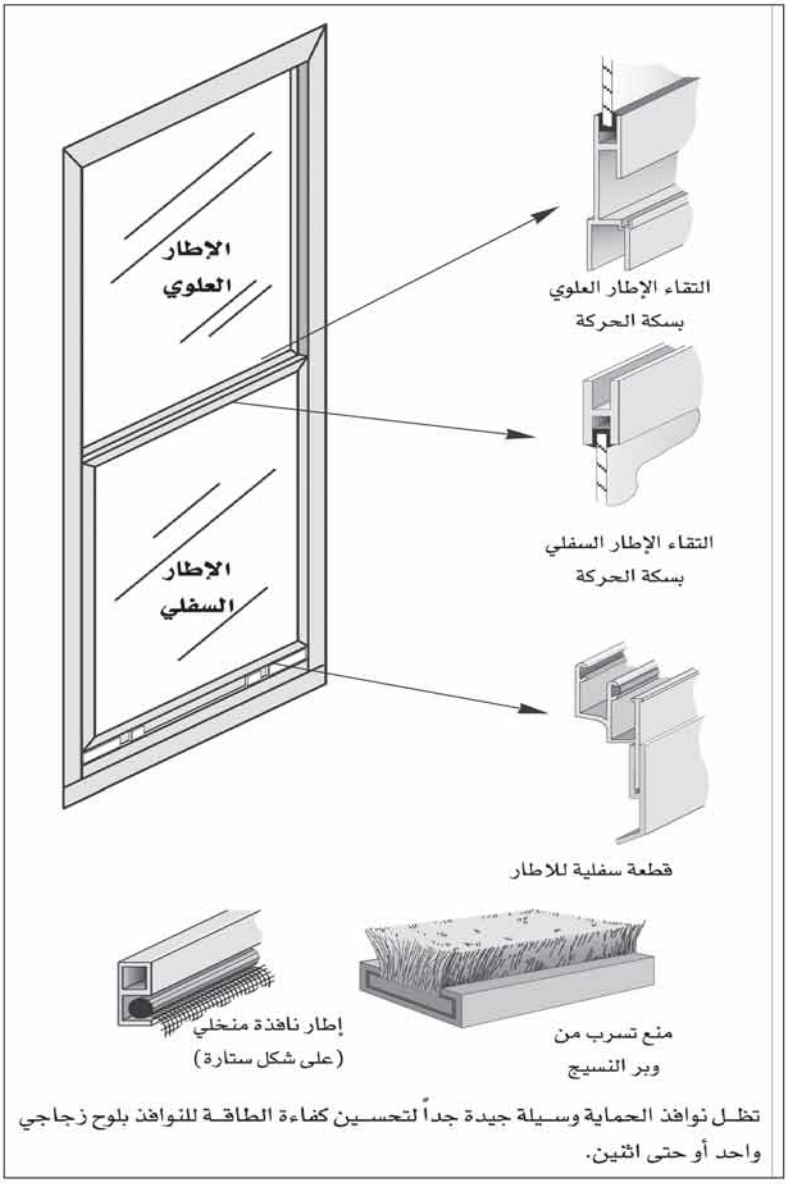
تتكـــون أكثر أنـــواع النوافذ الإضافية شـــيوعًا من إطار من الألمنيـــوم. وتثبّت النوافـــذ الإضافيـــة المصنوعة من الألمنيوم تثبيتًـــا دائمًا على الجهـــة الخارجية لنافذة خشـــبية مزدوجة التعليـــق، ويكون لهذه النوافذ آليات انزلاق وشـــبك؛ لمنع دخول الحشـــرات كجزء مكمل منها؛ وذلك بغرض التهوية في فصل الصيف (انظر الشكل رقم ٨-٤).

وينبغي أن تكون الأطر النافذية المنزلقة لنافذة إضافية خارجية قابلة للفك والإزالة من الداخل؛ لتسمح بســـهولة التنظيف والعمل كمخرج طوارئ (في حال الحريق). ويســـاعد في هذا المجال رش القليل من مادة تزييت سليكونية بين الحين والآخر على سكة (مسار track) انزلاق الأطر النافذية لسلاسة الانزلاق.

النوافذ الإضافية الثابتة (غير المتحركة) للحماية من عوامل الطقس

يمكـــن إضافة نافذة إضافية ثابتة في بعض الأحيـــان؛ للحماية من عوامل الطقس، ســـواء أداخلية كانت أم خارجية، وتثبيتها على الأطر المنزلقة للنوافذ الرئيسية، وذلك بواسطة مشابك خاصة أو بالبراغي. ولتحقيق زيادة إضافية في كفاءة المنزل، فيمكنك طلـــب نوافذ حماية بزجاج عالي الكفاءة، قليل الإشـــعاع. وفي هذه الحالة، ينبغي أن يكون الســـطح الزجاجي قليل الإشـــعاع من جهة الفراغ بين ألـــواح الزجاج (من الداخل)؛ وذلك لحماية الطلاء قليل الإشعاع من التعرض للخدش.

www.j4know.com



شكل رقم (٨-٤) نافذة ألمنيوم إضافية خارجية مزدوجة التعليق؛ للحماية من عوامل الطقس، وتسرب الهواء

النوافذ الإضافية الداخلية للحماية من عوامل الطقس

لا يتمتع هذا النوع من النوافذ الداخلية الذي يأتي بإطار وزجاج بلاستيكي بديمومة النوع الخارجي المصنوع من المعدن والزجاج. لكن النوع الداخلي البلاستيكي يتفوق

www.j4know.com

على المعدني من حيث منع تسرب الهواء. يتشكل إحكام إغلاق النوافذ الإضافية الداخلية بواسطة شريط لاصق مغلق مصنوع من الخلايا الرغوية (closed cell foam tape)، أو مادة فيلكرو (Velcro) (والمكونة من طبقتين من القماش بأسطح خشنة مصممة للالتصاق ببعضها على نحو محكم عند ضغطهما معًا)، أو شريط مغناطيسي (magnetic tape). وتكون المادة الزجاجية للنوافذ الداخلية في العادة من البلاستيك الشفاف التي تفقد شفافيتها مع التعرض للأشعة الشمسية فوق البنفسجية على مدى السنوات. لذلك نجد أنه في بعض التطبيقات المؤقتة، تضاف طبقة رقيقة من البلاستيك إضافة مباشرة على إطار النافذة. وتأتي نوافذ الحماية الإضافية الداخلية بعدة أنواع، كما هو مبين في الشكل رقم (٨-٥). لكن سواء أركّبت نافذة إضافية للحماية ثابتة أم متحركة، داخلية كانت أم خارجية، يبقى الزجاج أفضل المواد لذلك. أما بشأن نافذة رئيسة مترلقة، فإن أفضل تصميم لنافذة إضافية داخلية للحماية يكمن في اختيار نافذة حماية مترلقة بالاتجاه نفسه. أمّا النوافذ الإضافية التي يجب إزالتها من أجل التهوية فتمثل في العادة حلاً مؤقتًا؛ لأن ألواح الزجاج(panes) قد تتعرض للتلف أو الكسر.

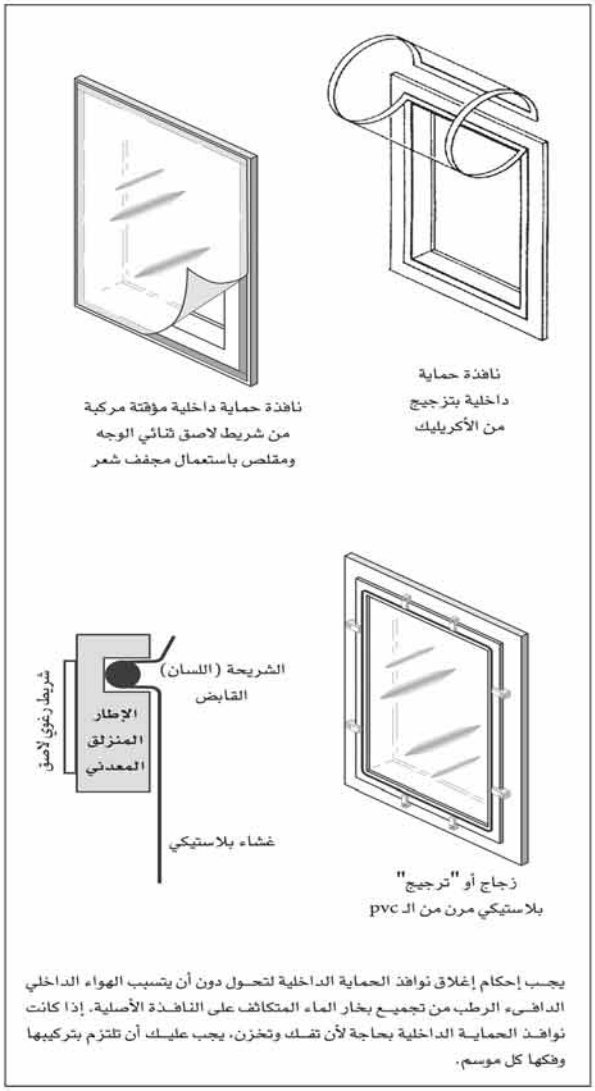
تصليح وتحديث النوافذ (Repair and Retrofit)

إذا كنت تخطط لإنفاق ٥٠٠ إلى ١٢٠٠ دولار لكل نافذة أردت استبدالها وتركيبها،فلم لا تفكر بدلاً من ذلك بإنفاق ١٠٠ إلى ٥٠٠ دولار؛ لتصليح أو تحسين نوافذ مترلك القائمة؟ في أغلب الحالات ستحصل على النتائج نفسها تقريبًا من حيث وفورات الطاقة، ولكن بكلفة أقل بكثير من ذلك.

حماية النوافذ مزدوجة التعليق (Double-Hung) من عوامل الطقس بالأحزمة المرنة

من السهولة حماية النوافذ الخشبية مزدوجة التعليق شائعة الاستعمال من عوامل الطقس، وذلك باستعمال الأحزمة المرنة (weatherstripping)، وهي مادة حشوة مرنة (gasket) فاصلة تقاوم تسرب الهواء، و تركب بين إطار النافذة المترلقة (sash) وحلق النافذة (jamb). يشكل الطلاء (الدهان) عائقا عند حماية النوافذ مزدوجة التعليق بالأحزمة المرنة. يترل الإطار المترلق العلوي أحيانًا إلى الأسفل، ويعلق هناك بطبقات من الطلاء مشكلاً فجوات تسرب في الأعلى، وعند تلاقي سكك انزلاق الأطر (meeting rails). ولمعالجة هذه المشكلة، اكسر الطلاء (الجاف)، وأحكم إغلاق الفجوات، وادفع الإطار العلوي إلى أعلى وثبته هناك في مكانه بالبراغي أو المسامير.

www.j4know.com

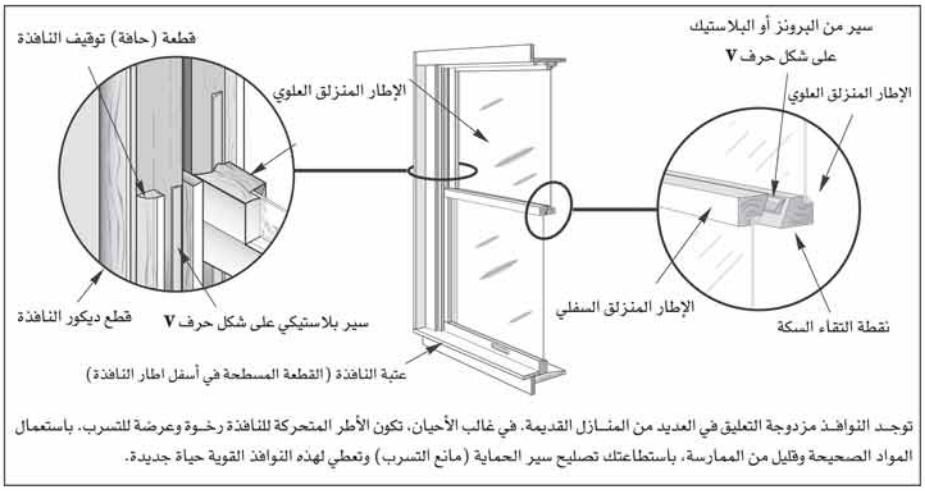


شكل رقم (٨–٥) أنواع نوافذ الحماية الداخلية

لحماية النافذة بالأحزمة المرنة، يجب إزالة إطار النافذة السفلي: أزل الدهان حيث تلتقي قطعة توقيف النافذة مع حلق النافذة؛ لكي لا يتكتل الطلاء على شكل رقائق، وتذكر أنه يكفي إزالة قطعة توقيف واحدة؛ لتزع إطار النافذة السفلي. أكشط الطلاء الزائد من الأطر المترلقة والقاعدة السفلية للنافذة، ثم أضف حزامًا من الفنيل على شكل حرف **V** إلى أجزاء الحلق الجانبية، وحزامًا آخر من البرونز على شكل حرف **V** إلى سكة تلاقي الأطر على الإطار المترلق العلوي.

www.j4know.com

لاحظ أن النقطة الحادة على شكل الحرف **V** ينبغي أن تكون من الجهة العليا، ومن ثم ضع مادة سـد (إغلاق) لاصقة (caulk) علـى ظهر الحزام المرن، وثبّته في مكانه كما هو موضح في الشـكل رقم (٨-٦). ويبين الشكل رقم (٨-٧) الطريقة المثلى لتحديث النوافذ الخشبية في المناطق الباردة.



توجد النوافذ مزدوجة التعليق في العديد من المنازل القديمة. في غالب الأحيان، تكون الأطر المتحركة للنافذة رخوة وعرضة للتسرب. باستعمال المواد الصحيحة وقليل من الممارسة، باستطاعتك تصليح سير الحماية (مانع التسرب) وتعطي لهذه النوافذ القوية حياة جديدة.

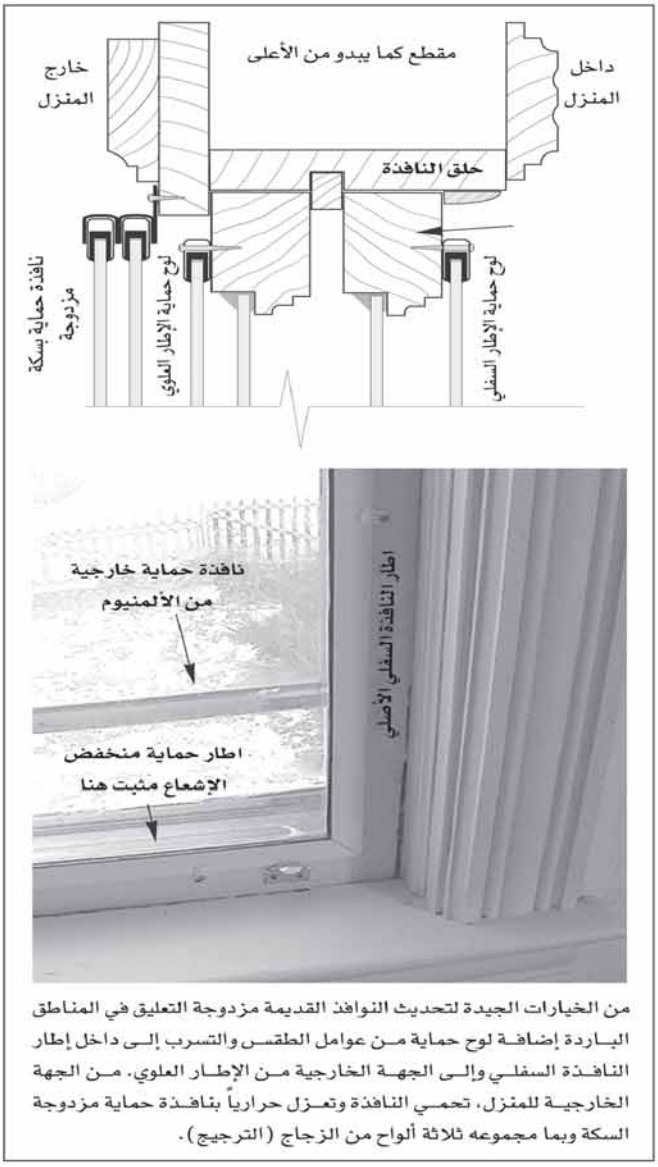
شكل رقم (٨-٦) حماية النوافذ مزدوجة التعليق من عوامل الطقس والتسرب

استبدال الأجزاء في النوافذ الحديثة

إذا كانت النافذة بحالة جيدة ما عدا بعض الأجزاء المكسورة أو المهترئة، والمتوفرة (في الأسـواق)، ففي أغلب الأحيان يكون من المجدي تغيير هذه الأجزاء؛ لإصلاح النافذة. تتوفر لدى العديد من المزودين أجزاء لنوافذ الخشـب والألمنيوم، بالإضافة إلى إمكانية توفير هذه الأجزاء عن طريق طلب خاص من شركات الزجاج.

فيما يتعلق بالنوافذ البابية، تكون أداة الفتح / الإغلاق (crank)، ومفاصل التثبيت (hinges) هي أكثر الأجزاء اسـتبدالاً من قبل فنيي النوافذ. أمّا فيما يتعلق بالنوافذ المتزلقة، فإن حزام الحماية المرن المتراكم الذي يشبه الفرشاة (pile weatherstrip)، وأسلاك التعليق (sash cords) هو أكثر الأجزاء استبدلاً، في حين يمثل زنبرك الاتزان وأقفال الأطر النافذية المتزلقة للنوافذ الخشـبية مزدوجة التعليق اكثر القطع استبدالاً.

www.j4know.com



من الخيارات الجيدة لتحديث النوافذ القديمة مزدوجة التعليق في المناطق الباردة إضافة لوح حماية من عوامل الطقس والتسرب إلى داخل إطار النافذة السفلي وإلى الجهة الخارجية من الإطار العلوي. من الجهة الخارجية للمنزل، تحمي النافذة وتعزل حرارياً بنافذة حماية مزدوجة السكة وبما مجموعه ثلاثة ألواح من الزجاج (الترجيج).

شكل رقم (٨-٧) الطريقة المثلى لتحديث نافذة خشبية مزدوجة التعليق

العزل الحراري للمظلات والستائر

إن باستطاعتك عمل تغييرات على طريقة تعاملك مع النوافذ سواء أكان لديك بالفعل النوافذ المثالية أم ليس لديك بعد، إذ سيكون لها أثر في استهلاك منزلك من الطاقة. يمكن للعزل الحراري لمظلات النوافذ (shades) والستائر (draperies) أن

www.j4know.com

يكون فعّالاً لعزل النوافذ، وتحسين مستوى الراحة والرفاهية داخل المترل شريطة أن يفتحها ويغلقها السكان في الوقت المناسب. تعدّ مظلات النوافذ والستائر مكلفة، وتحتاج إلى سنوات عديدة؛ للحصول على عائد الاستثمار فيها، ولكنها تكلف أقل بكثير لكل وحدة مساحة (قدم مربع) من نافذة جديدة.

ستعمل المظلات والستائر وأغطية النوافذ المتحركة (shutters) بفاعلية أكثر بكثير، إذا كانت مانعة لتسرب الهواء؛ لأن ذلك يشكل فراغًا هوائيًّا ساكنًا (ميتًّا) بينها وبين الزجاج. كذلك، يعمل إحكام إغلاقها على منع الهواء الداخلي الدافئ من الاستقرار والتكاثف على الزجاج، الأمر الذي يؤدي في حال حصوله إلى إلحاق الضرر بأسطح النافذة. للمزيد من المعلومات عن طرق التعامل مع النوافذ يرجى الرجوع إلى الفقرة التي بعنوان ''تظليل النوافذ للراحة في الصيف'' المذكورة في ص (١٢٦).

خيارات استبدال النوافذ

إذا كنت عازمًا على استبدال نوافذك، فمن المجدي دراسة خياراتك، وانتقاء الخيارات الصحيحة منها؛ لتعظيم فوائد استثمارك. تكلف النوافذ الجديدة تمامًا ما يتراوح بين ٣٠ إلى ٨٠ دولارًا للقدم المربع الواحد من مساحة النافذة، بما في ذلك أجور التركيب. وحسب التوجه الحديث في استبدال النوافذ، اختر وجه النافذة الخارجي من النوع الذي يحتاج فقط إلى القليل من الصيانة مثل: مواد الفنيل، والألمنيوم، أو الألياف الزجاجية. إذا كان لمترلك بالفعل طبقة حماية خارجية من مادة قليلة الصيانة، مثل: الفولاذ، والفنيل، أو الجصّ (stucco)، فحبذا لو غطّيت ما تبقى من الجهة الخشبية الخارجية بالفولاذ الملون اللامع؛ لتتخلص تخلّصًا كاملاً من عناء الطلاء في المستقبل. وهناك خيارات متعددة متوفرة من زجاج وأطر النوافذ.

المواد التي تصنع منها أطر النوافذ

يعدّ الألمنيوم أفضل مواد البناء توصيلا للحرارة؛ مما يجعلها أقل أطر النوافذ فعالية من حيث انتقال الحرارة. لذا يلجأ بعض المصنعين إلى بناء نافذة بإطار مادة الألمنيوم المحسنة حراريًّا عن طريق فصل الإطار إلى جزأين، ومن ثم إعادة جمعهما معًا بحشوة عازلة يطلق عليها الحاجز الحراري. لكن في المناخات الباردة، تكون أفضل أنواع أطر الألمنيوم أيضاً باردة في الشتاء، وعرضة لمشكلات تكاثف بخار الماء، وهي أقل القضايا أهمية في المناخات الدافئة. لكن تبقى حقيقة مفادها: أن أطر النوافذ المصنوعة

www.j4know.com

من الألمنيوم تعدّ من بين أكثر الأطر المتوفرة قوة وديمومة، وأقلها كلفة؛ ولذلك سيبقى لها دائما نصيبها من السوق.

أمّا بشـــأن أطر النوافذ الخشبية ،فقد عمل مصنّعوها على تحسين (تقليل) متطلبات الصيانة للجهة الخارجية من الإطار عن طريق كسوها بمادة معدنية من الجهة الخارجية، مما يعني أيضاً طلاء أقل، ولكنها تعدّ من بين أكثر الخيارات غلاء، وهي شـــائعة في المنازل الجديدة الأنيقة (غير التقليدية).

أمّـــا أكثر أنواع النوافذ مبيعًا فهي النوافـــذ التي بالأطر المصنوعة من الفينيل (مادة بلاستيكية خاصة)، والتي تعد قلة كلفتها، وعدم حاجتها إلى الصيانة من أهم مزاياها. تتباين نوعية تشكيل وتجميع الفينيل بين المصنعين، كما يتباين أيضاً العمر الافتراضي الذي يتراوح ما بين ٢٠ إلى ٤٠ ســـنة بســـبب الفروق في القوة والمقاومة للأشـــعة الشمسية فوق البنفسجية.

أمّا أطر النوافذ الجديدة المصنوعة من الألياف الزجاجية فتتميز بالكفاءة من حيث اســـتهلاك الطاقة، والقوة، وقلة حاجتها إلى الصيانة، فهي أقوى من الفينيل، ويكون مـــدى تمددها وتقلصها مع تغير الحرارة أقل بكثير من الفينيل، أو الألمنيوم. وتأتي أطر الألياف الزجاجية جاهزة التشـــطيب، أو يمكن طلاؤها. تجمع بعض أطر النوافذ من الألياف الزجاجية مع إطار داخلي خشـــبي، كما يوفر العديد من المصنعين أطر نوافذ من الألياف الزجاجية معزولة حراريًّا. ونحن نوصي بشدة بهذا التصميم؛ لأنه يقلل إلى حد كبير من التجسير الحراري حول النافذة. يبين الجدول رقم (٨-٢) أهم الخصائص الحرارية لمختلف أنواع أطر النوافذ.

www.j4know.com

جدول رقم (٨-٢) الخصائص الحرارية لأطر النوافذ

مادة الإطار	المعامل الكلية لانتقال الحرارة (U-Factor)	قيمة المقاومة الحرارية (R-Value)
ألمنيوم	١,٢. إلى ٢,٥٠	٠,٤٠ إلى ٠,٨٠
ألمنيوم مع حاجز حراري	٠,٧ إلى ١,٥٠	٠,٧٠ إلى ١,٤٠
خشب، فينيل، أو تركيبة منهما	٠,٢٥ إلى ٠,٥٠	٢,٠٠ إلى ٤,٠٠
فينيل	٠,٢٥ إلى ٠,٤٥	٢,٢٠ إلى ٤,٠٠
فينيل معزول	٠,١٥ إلى ٠,٣٠	٣,٣٠ إلى ٦,٧٠
ألياف زجاجية معزولة	٠,١٥ إلى ٠,٢٥	٤,٠ إلى ٦,٧٠

اختيار النافذة الصحيحة

عند اختيارك نوافذ جديدة، عليك الأخذ في الحسبان بمجموعة متنوعة من المعايير التي تتضمن مدى برودة الطقس (في منطقتك)، وكمية سطوع الشمس في الصيف والشتاء، وجهة النافذة، حاجة الغرفة (حيث تقع النافذة) إلى التهوية، وتوقعاتك حول استهلاك الطاقة، واهتمامك بالقيام بعمليات الصيانة.

يعدّ المُعامل الكلي لانتقال الحرارة -U-factor- (للنافذة) المعيار الأهم في المناخات الباردة، مثل: المناطق الشمالية من الكرة الأرضية. لذلك، لا تقدم علة استبدال النوافذ في مثل هذه المناطق بدون عمل تخفيضات مهمة، وذات قيمة على المعامل الحراري للمنزل. يتراوح المعامل الكلي لانتقال الحرارة للنوافذ ما بين ١,٠ إلى حوالي ٠,١٥ في حين تمثل قيمة الـ ٠,٤ الحد الأدنى المقبول في المناخات الباردة، مع إمكانية تحقيق قيم أقل من ذلك تعمل على إحداث تخفيض أكبر على انتقال الحرارة، وحدوث التكاثف خلال الطقس البارد. أما في أكثر المناخات دفئًا على الإطلاق في الولايات المتحدة، فينبغي أن يكون معامل التظليل للنوافذ أقل من ٠,٢٥ متضمنة أجهزة تظليل داخلية وخارجية، وتعدّ قيمة ٠,٢٥ لمعامل اكتساب الحرارة الشمسية بداية جيدة.

www.j4know.com

يكون العائد على الاستثمار في النوافذ الزجاجية قليلة الإشعاع ثنائية الألواح مضمونًا في كل أنحاء الولايات المتحدة، وذلك باستثناء أكثر المناطق حرًّا فيها على الإطلاق. ففي المناطق التي يمثل التبريد فيها الوضع السائد، يكون السطح الداخلي للوح الزجاج الخارجي أفضل الأماكن لوضع الطلاء متدني الإشعاع. أمّا في المناطق التي تمثل التدفئة الوضع السائد، فينبغي وضع الطلاء متدني الإشعاع على السطح الخارجي للوح الزجاج الداخلي.

استبدال النوافذ

عند انتهائك من اختيار النافذة الصحيحة، يتبقى عليك التأكد من أن عملية تركيبها تتم بدقة وعناية؛ لكي تتجنب المتاعب في المستقبل، حيث يعدّ منع تسرب الماء أهم أمر تقوم به على الإطلاق من بين كل الأمور الأخرى، والتي من أهمها منع تسرب الهواء حول إطار النافذة، واختيار الحجم (المقاس) الصحيح لها.

إنّ استبدال النوافذ القائمة بأخرى أرخص ثمنًا منها سيكون له بالتأكيد عواقب غير محمودة. لذا، إذا قررت استبدال النوافذ، فلا تلجأ إلى أقل العروض سعرًا لاختيار النوافذ، أو المقاول الذي سيتولى عملية تركيبها. وعمومًا إن لم تكن قادرًا على إنفاق المال اللازم لإنجاز مهمة استبدال النوافذ بطريقة سليمة، فمن المرجح أن إعادة تأهيل النوافذ القائمة ستكون خيارك الأفضل لذلك.

حاجز الحماية من عوامل الطقس (Weather Barrier) والمقاومة الحرارية

يكمن أفضل خيار لتركيب نوافذ جديدة في تركيبها في الوقت ذاته مع طبقة حماية خارجية (siding) جديدة للمنزل، وعزل حراري خارجي؛ لأن ذلك سيسمح بإضافة طبقة حماية داخلية (sheathing) رغوية، أو إضافة هيكل معزول خفيف الوزن إلى الجدران الخارجية للمنزل. يمكن عندها تركيب النوافذ الجديدة في المجموعة الجدارية بطريقة مثلى من حيث كفاءة الطاقة.

وينبغي تركيب حاجز للحماية من عوامل الطقس في كل المنازل ذات الهياكل الخشبية، ويكون مكان الحاجز بين النافذة والجدار. وقد يكون الحاجز مصنوعًا من ورق مخرم مكسو باللّباد الإسفلتي، أو من البولي- أيثيلين المحبوك الذي يسمح بمرور البخار، و لكنه محكم الإغلاق؛ لتسرب الماء، مثل: مادة تايفك Tyvek (علامة تجارية مسجلة)، أو ما يماثلها، إذ ليس من المستبعد مع مرور الوقت،

www.j4know.com

أن تتسرب كمية قليلة من ماء المطر من خلال أو حول طبقة الحماية الخارجية. هذا الحاجز يحفظ مواد البناء الخشبية التحتية لتكن جافة، وينبغي إحكام إغلاق حواف الحاجز المضاد لعوامل الطقس، وإبقاء قدر من التداخل عند أطراف قطع الحاجز؛ لتوجيه المياه إلى الأسفل وبعيدا عن الجدار.

تمثل النوافذ نقطة ضعف في الحاجز المقاوم لعوامل الطقس، إذ إن جزءًا كبيرًا من الضرر الذي تسببه الرطوبة ينتج عن تركيب غير متقن، أو عملية استبدال غير سليمة للنوافذ. إن لم يكن الحاجز المضاد لعوامل الطقس محكمًا تمامًا ضد تسرب الماء حول محيط النافذة،فإن تسرب الماء قد يؤدي إلى العث، والعفن وخراب الطلاء بالإضافة إلى مشاكل أخرى. وتكون مشكلات الرطوبة أخطر ما يمكن في المنازل ذات الهياكل الخشبية. ويعتمد احتمال ومدى الضرر الذي يسببه الماء الناتج عن تركيب النوافذ غير المتقن على عدة عوامل:

- المعدل السنوي للأمطار، وإن كان المطر مصحوبًا في العادة بالرياح.
- مدى امتداد الأجزاء المعلقة (البارزة) -overhangs- من السقف الخارجي.
- المسافة العمودية من الجزء البارز من السطح الخارجي إلى أعلى النافذة.

يكون خطر الضرر الذي تسببه المياه أكبر ما يمكن عند أسفل النافذة، أو عند تعرض الحاجز المقاوم لعوامل الطقس للضرر خلال إزالة النافذة القديمة. إنّ استخدام متخصص في تركيب النوافذ بالطريقة الصحيحة؛ لمنع الضرر الذي يسببه الماء قد لا تكون مهمة سهلة، لذلك، احرص على طلب الشهادات المهنية من المتخصص الذي سيركّب نوافذ منزلك، كما يمكنك الاستعانة بدليل تركيب النوافذ الذي تنشره الجمعية الأمريكية لمصنعي العمارة (AAMA) تحت عنوان ''أساتذة التركيب''، حيث يحدد التفاصيل اللازمة لعملية تركيب عالية النوعية للنوافذ. ولمزيد من المعلومات يمكنك النظر إلى الفقرة التي بعنوان: ''المصادر الاضافية'' المذكورة في الصفحة رقم (٤٠٧).

خيارات تركيب النوافذ

ينبغي التخطيط لاستبدال النوافذ تخطيطًا محكمًا، وخصوصًا في المناخات الصعبة. تعدّ معرفة ما إذا كانت النافذة الجديدة ستركب داخل إطار النافذة القديم أم ينبغي التخلص من الإطار القديم أول قرارات التركيب. وبطبيعة الحال، يعدّ الإبقاء على الإطار القديم أرخص من غيره، وهو في الغالب يستعمل عندما يكون الإطار القائم

www.j4know.com

جميلاً من الداخل، ومشـــطبًا (finished) من الخارج. وقـــد يكون هذا هو القرار الأفضل إذا كانت النافذة متقادمة لدرجة تســـتعصي على الإصلاح، كما أنّه من غير الممكن استبدال طبقة الحماية الخارجية في الوقت نفسه الذي تستبدل فيه النوافذ.

لكن من الأفضل دائمًا التخلص من النافذة بأكملها حتى إطار الجدار. إذا ركّبت النوافذ الجديدة داخل حلق النوافذ القديمة، فإن المشكلة الحرارية بذلك لم تحل بالطريقة الملائمة. إذ يشـــكل إطار النافذة الجديد والقديم، وربما جيوب الوزن للأطر النافذية المتزلقة، وإطار الجدار الإضافي حول النافذة، جســـورًا حرارية في الجزء الخارجي من الجدار، بحيث تعمل على تقليل قيمة المقاومة الحرارية الكلية للجدار تقليلاً كبيرًا. أمّا إذا أزيلت حلق النافذة القديمة تمامًا حتى مسامير التثبيت (studs)، فإنه يمكن إحكام إغلاق وعزل هذه المناطق عزلاً جيدًا. لكن إذا استبدلت النوافذ دون الانتباه للتجسير الحراري حولها، فستكون بذلك قد تخليت عن مكاسب ممكنة في كفاءة الطاقة.

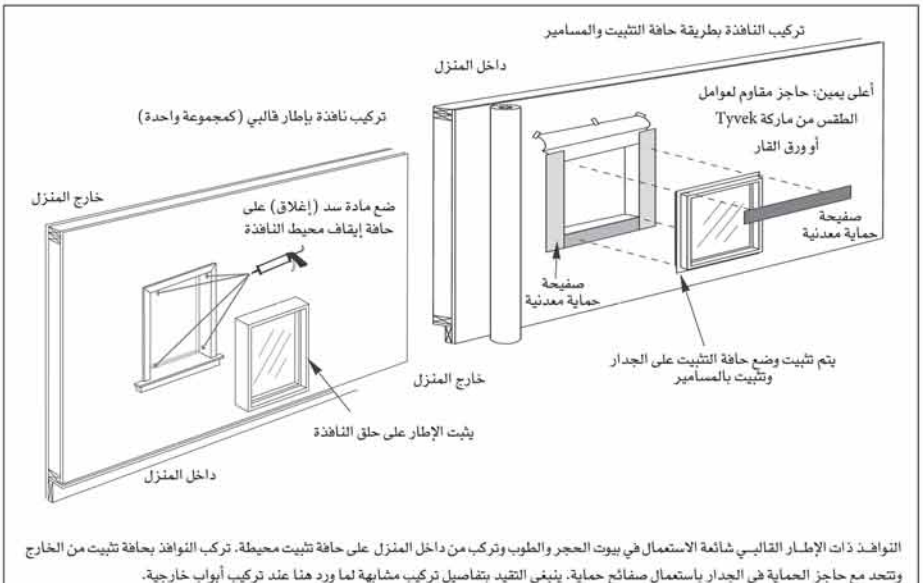
يمنع تركيب النافذة الجديدة في الفتحة الجدارية القائمة للنافذة تسرب الماء، ويعطي أداء حراريًّا أفضل من ذي قبل، وتشـــطيب أجمل من الداخل والخارج، وهي الطريقة الفضلى عند اســـتبدال النوافذ وطبقة الحماية الخارجية في الوقت ذاته. و يبين الشكل رقم (٨-٨)، طريقتين للتركيب هما:

تركيب حافة بارزة شفة (Flange) للنافذة

إذا كان لديك ســـطح خشـــبي للتثبيت، فسوف تســـتخدم على الأرجح طريقة التركيب بالحافة البارزة، حيث ســـيكون للنافذة الجديدة حافة بارزة للتثبيت. والحافة البارزة بمنزلة شـــفة أو عنفة (fin) تبرز من الإطار، وتســـتعمل لتثبيت طبقة الحماية الداخلية الخشبية والإطار حول الفتحة الجدارية للنافذة. وفيما يخص النوافذ الخشبية، فـــإن الحافة البارزة التقليدية تكون من الطـــوب المقولب (brick mold)، وهو نوع معيـــاري يمثل بديكور النوافذ (القطع المثبتة على الحائط والعمودية على الإطار) الذي يستعمله مركبو النوافذ؛ لتثبيت النافذة في مكانها بالمسامير.

تعدّ طريقة التركيب بالحافة البارزة المفضلة؛ أكثر من غيرها؛ لأنها توفر أفضل حماية من عوامل الطقس، كما أنها تعطي أفضل النتائج عند اســـتبدل النوافذ وطبقة الحماية الخارجية معًا. إذا لم تســـتبدل طبقة الحماية الخارجيـــة، فتأكد من أن حماية المقاول الحاجـــز المضاد لعوامل الطقس خلال إزالة النوافـــذ، وعمله على تكامل ورق حماية النافذة مع الحاجز؛ لمنع تسرب الرطوبة إلى داخل النافذة والجدار.

www.j4know.com



النوافذ ذات الإطار القالبي شائعة الاستعمال في بيوت الحجر والطوب وتركب من داخل المنزل على حافة تثبيت محيطة. تركب النوافذ بحافة تثبيت من الخارج وتتحد مع حاجز الحماية في الجدار باستعمال صفائح حماية. ينبغي التقيد بتفاصيل تركيب مشابهة لما ورد هنا عند تركيب أبواب خارجية.

شكل رقم (٨-٨) طرق تركيب النوافذ المقاومة لعوامل الطقس

في العـــادة، تكون الفتحة الجدارية للنافذة في هيـــكل البناء أكبر من إطار النافذة نفســـها بـــ ١,٥ إلى ٢ بوصة؛ وذلك لتسمح لمن يركّب النافذة على تثبيت وموازنة النافـــذة، في حال كانت الفتحة غير منتظمة. لكن الفجوة المتبقية بين النافذة والإطار تكون في غالب الأحيان ضعيفة الإحكام ضد التسرب، ومن ثم السماح بتسرب كبير للهواء داخل المترل، حيث يســـبب ضعف إغـــلاق هذه المنطقة في أكثر الحالات، مما يجعـــل أصحاب المنازل يعتقدون أنها «نافذة مســـرّبة»، في حين أنها في الحقيقة نوافذ مغلقة ضد التســـرب عل نحو غير جيّد نســـبيًّا. على مركبي النوافذ أن يملؤوا الفراغ (الفجوة) بين إطـــار النافذة والفتحة الجدارية بمـــادة البولي-يوريثين الرغوية أحادية الأجزاء. وبما أن عمق الفجوة يبلغ عدة ســـنتمترات، فينبغي وضع المادة الرغوية على عدة طبقات متتالية وفي هذه الحالة، من المناسب استعمال النوع ذي التمدد المنخفض من المادة الرغوية؛ لتجنب تشوه إطار النافذة خلال التركيب.

يتضمن اســـتبدال النافذة في غالب الأحيان تصليح الضرر بسبب الماء الذي لحق بطبقة الحماية الخارجية أو التشـــطيب الداخلي حول الفتحة الجدارية. تتضمن حماية النافذة الجديدة من ضرر الرطوبة من الخارج وضع طبقة حماية من المعدن أو ما شـــابه ذلك (flashing) على أســـفل، وجوانب، وأعلى النافذة؛ لمنع المياه من التسرب إلى

www.j4know.com

إطار الجدار، إذ تعدّ الأغشـــية المرنة أو الصفائح المعدنية من بين أنواع طبقات الحماية الـــتي تعطي أفضل النتائج لهذه الغاية. تركب طبقـــة الحماية هذه تحت الحافة البارزة للنافذة في الجهتين الســـفلية والعلوية، وفوق الحافة على الجوانب، ركّب ما يشبه إناء تجميع المياه (sill pan) في أســـفل النافذة؛ لكي تضمن جريان الماء إلى الخارج بعيدًا عن طبقة الحماية الخارجية.

تركيب الإطار كمجموعة أو قالب (Block-Frame Installation)

تركّب بموجب هذه الطريقة النافذة في إطار خشـــبي محيـــط بها، وبدون حافة بارزة (flange)، وتستعمل في ثلاث حالات:

- تركيب نافذة جديدة في إطار النافذة القديم.
- تركيب النافذة في جدار من الطوب أو الحجر.
- تركيب النافذة بطريقة مثلى من حيث كفاءة الطاقة.

وبموجب هذه الطريقة أيضاً، لا تُستعمل الحواف البارزة لتركيب النوافذ. ويكون تركيـــب نافذة جديدة في الإطار القديم خيارًا مقبولاً فقط عندما تكون طبقة الحماية الخارجيـــة وديكور النافذة (trim) بحالة جيدة، وكذلك إطار النافذة بحالة جيدة أيضاً، كما تستعمل طريقة التركيب هذه عند تركيب النوافذ بجدران من الطوب أو الحجر.

يمكن استخدام طريقة التركيب هذه من الداخل أو الخارج، ولكن أكثر الممارسات شيوعًا تتمثل بوضع وجه إطار النافذة الجديد بمواجهة قطعة التوقيف (stop) الخشبية، أوالمعدنية، أو البلاستيكية الموجودة للنافذة (قطعة التوقيف هي: الحزام الذي كان يثبت إطـــار النافذة المتزلق الموجود أصلاً في مكانه). يجب وضع مادة لإغلاق الفجوات بين هذين السطحين (وجه الإطار و قطعة التوقيف) مباشرة قبل وضع النافذة في مكانها.

التركيب الأمثل للنوافذ

تتســـبب النوافذ المســـرّبة بخراب المباني؛ لذا ينبغي الحرص علـــى تركيب أوعية تجميـــع المياه تحت النافـــذة؛ لحماية الجدار من الضرر الذي يســـببه تســـرب الماء. وعنـــد وجود حاجـــز مقاوم لعوامل الطقـــس، مثل: تايفـــك (Tyvek)، أو النوع المكسو باللباد المشرب بالإســـفلت (asphalt-impregnated felt) على السطح الخارجـــي من المبـــنى، فإنه يجب إدمـــاج النافذة بالحاجز باســـتعمال صفيحة حماية

www.j4know.com

ورقية – paper flashing –(خاصة بالمباني)، أو شريط لاصق.

سيكون من الأسهل تركيب النوافذ بطريقة صحيحة عندما تستبدل طبقة الحماية الخارجية في الوقت نفسه. فعند تركيب النوافذ كجزء من مشروع عزل حراري وطبقة حماية خارجيين، فإنه يمكن تركيب النافذة بطريقة مثلى من حيث منع تسرب الماء والنفاذية للإشعاع الشمسي، وتقليل الجسور الحرارية.

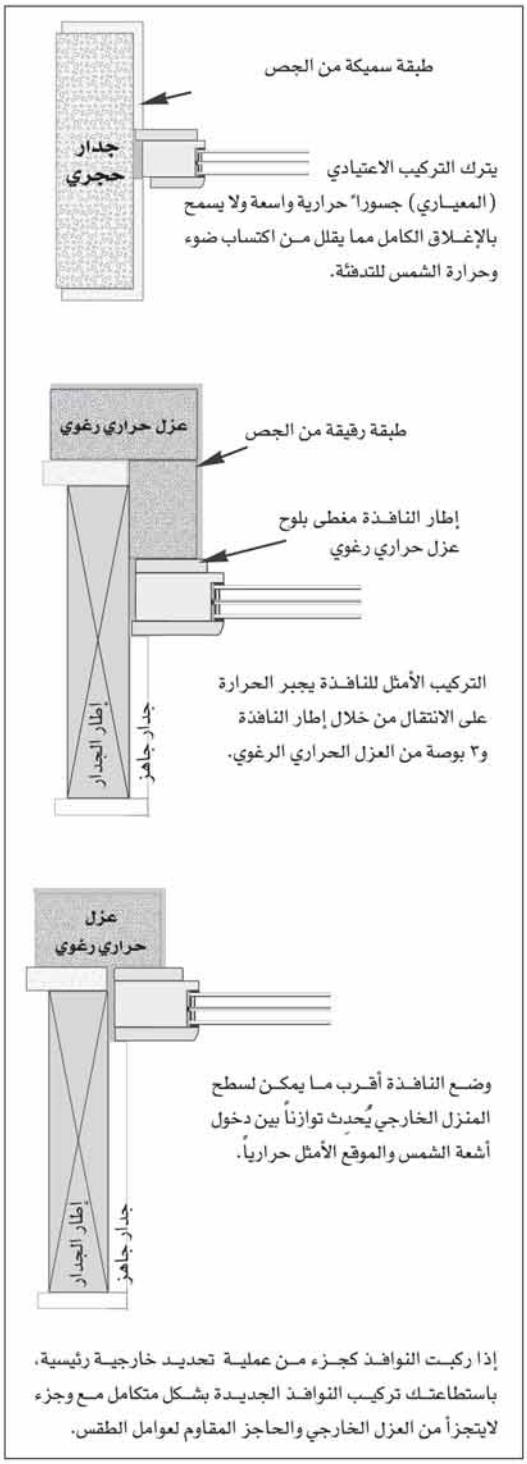
يمكن استغلال عملية العزل الحراري الخارجية؛ لتحسين أداء النوافذ. وإذا ركّبت النافذة بطريقة المجموعة (بدون استخدام حافة بارزة)، فينبغي تمرير العزل الحراري الخارجي على حافة النافذة؛ لتقليل التجسير الحراري الذي ستتعرض له، كما ينبغي تثبيت النافذة أقرب ما يمكن إلى السطح الخارجي للجدار، وذلك إذا أردت الحصول على التدفئة الشمسية العظمى، و ضوء النهار من النافذة. يبين الشكل رقم (٨-٩) التركيب الأمثل لنافذة من حيث استهلاك الطاقة، في حين يوضح الشكل رقم (٨-١٠) نافذة أوروبية حديثة فائقة الكفاءة.

النوافذ المزدوجة (Double-Windows)

هناك خيار آخر جيد يتمثل بتركيب نوافذ مترلقة جديدة على الجهة الداخلية من النوافذ ثنائية التعليق، أو أية نوافذ مترلقة أخرى شريطة أن تكون بحالة جيدة.

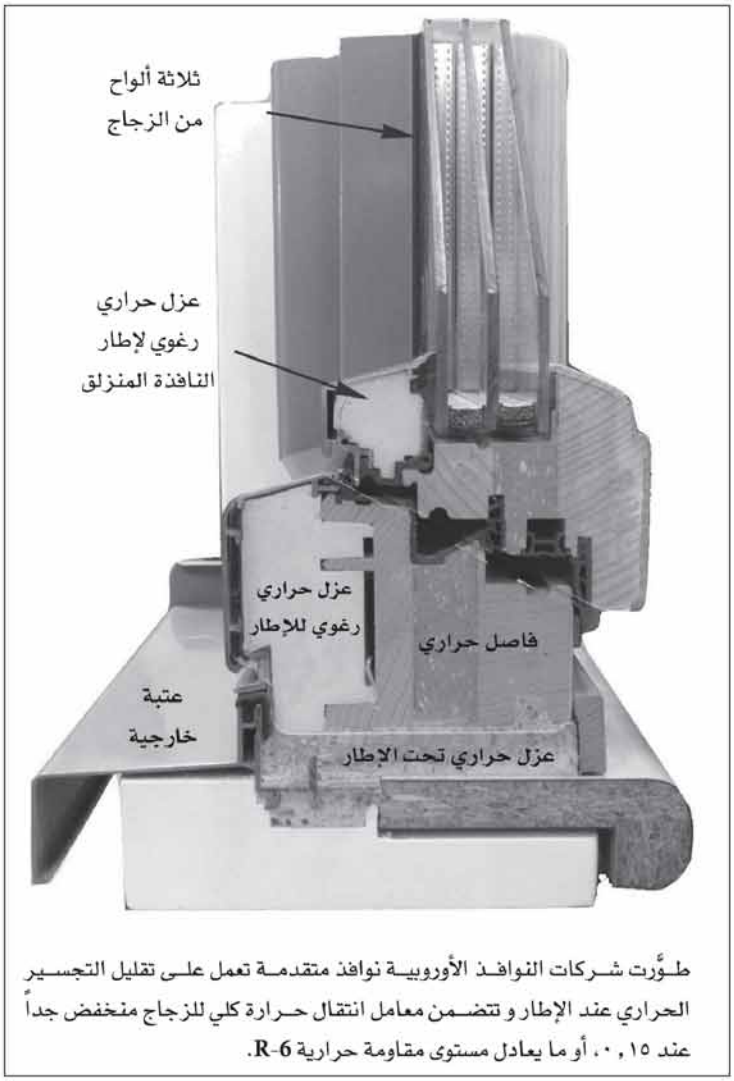
ستدوم على سبيل المثال كثير من نوافذ الألمنيوم ذات اللوح الزجاجي الواحد لسنوات طويلة على الرغم من سوء كفاءتها من حيث استهلاك الطاقة. والتحديث الذي نوصي به هنا هو: تركيب نافذة جديدة كاملة أحادية الطبقة (بلوح زجاجي واحد)، أو نافذة رئيسة ثنائية الألواح (بإطار من المعدن أو الفينيل) من الجهة الداخلية، وداخل الحلق (jamb) القائم. تستمر النافذة القديمة في هذه الحالة بالتصدي لعوامل الطقس، في حين تيطئ النافذة الجديدة انتقال الحرارة، وتقلّل التسرب. يفضل اختيار نوافذ تعمل بالطريقة نفسها؛ كي تتمكن من فتح كلتا النافذتين (القديمة والجديدة).

www.j4know.com



شكل رقم (٨-٩) تركيب النافذة بطريقة مثلى لاستهلاك الطاقة

www.j4know.com



طـوَّرت شـركات النوافـذ الأوروبيـة نوافذ متقدمـة تعمل علـى تقليل التجسـير الحراري عند الإطار و تتضـمن معامل انتقال حـرارة كلي للزجاج منخفض جداً عند ٠,١٥، أو ما يعادل مستوى مقاومة حرارية R-6.

شكل رقم (٨–١٠) النوافذ الأوروبية فائقة الكفاءة

تحسين كفاءة الأبواب

ينظر إلى اســتبدال الأبواب على أنها عملية مكلفة، وتحتاج إلى فترة طويلة لاسترجاع الاستثمار فيها، وذلك مقارنة مع التدابير الأخرى لتوفير الطاقة. وبما أن للأبواب منافع أخرى غير متعلقة بتوفير الطاقة، مثل: الأمان، ومقاومة عوامل الطقس، وعوامل تتعلق بالتعقيــم (aesthetics)، فإنها في الغالب تدخل ضمن خطط التحديث (retrofit) المتعلقة بالطاقة.

www.j4know.com

تحسين الأبواب الزجاجية المترلقة

تتسبب كبر مساحة الزجاج في هذه الأبواب بمرور كمية كبيرة من الحرارة من وإلى المترل، وذلك عبر ثلاث طرق: الحرارة التي تمر مرورًا مباشرًا من خلال الزجاج في الشتاء، والحرارة الشمسية التي تمر من خلال الزجاج في الصيف، والهواء الذي يتسرب من حول حواف الباب على مدار السنة. تنتقل الحرارة بسرعة كبيرة من خلال الزجاج عندما يكون هناك فرق كبير في الحرارة بين الداخل والخارج. يشع السطح الزجاجي في الشتاء البرودة مكتسبًا الحرارة اكتسابًا مباشرًا من الأشياء الموجودة في الغرفة، بما في ذلك جسمك إن كنت قريبًا منه. كما يشكل الزجاج البارد أيضاً تيارات هوائية عن طريق تبريد الهواء الداخلي القريب منه، وبما أن هذا الهواء أكثر كثافة فإنه يترل باتجاه الأرض، حيث يسحب كمية أخرى من الهواء إلى المنطقة القريبة من الزجاج. تتسبب حركة الهواء هذه بتيارات هوائية ظاهرة بالقرب من الباب الزجاجي المترلق، على الرغم من أن التيارات الهوائية هذه لا تتضمن تسرب الهواء إلى المترل. هذه التركيبة الناجمة عن حركة الهواء بالحمل وتسرب الهواء الفعلي تجعل الأبواب الزجاجية المترلقة مصدرًا هائلاً لاستتراف الطاقة من المترل.

الحلول الشتوية للأبواب المترلقة: يمكن للعزل الحراري الخاص بالستائر المضربة المزركشة بفن الخياطة (quilted shades)، مع ارتفاع كلفته الواضحة، أن يحسن تحسينًا كبيرًا مستوى الرفاهية في الشتاء، وكفاءة الطاقة. تتمتع أفضل أنواع هذه المنتجات بمسارات عمودية تحكم إغلاق حواف الستائر، ونظام الدوار (roller) المثبت على الحائط من الجهة العليا من الباب. كما يمكن تثبيت القماش المعزول أو المضرب في إطار الباب بمادة الـ "فيلكرو" Velcro، وإزالتها للحفظ والتخزين في الشتاء. يوجد قماش متوفر لكلتا الحالتين بتصاميم تمرر الضوء، وأخرى تعتّم الغرفة.

الحلول الصيفية للأبواب المترلقة: لحجب سطوع وحرارة الشمس، فإن الحلول الخارجية هي الأفضل. لذلك تشمل هذه الحلول ستائر عاكسة خارجية متدحرجة (rolling)، وحواجز (screens) شمسية خارجية. تثبت الحواجز الشمسية إلى إطار الباب الزجاجي المترلق، ويمكن إزالتها خلال الطقس البارد. تكون الستائر وأدوات التظليل الداخلية أقل فعالية؛ لأن الشمس تكون قد دخلت المترل بالفعل.

تصليح الأبواب المترلقة: من أقل المشكلات أهمية للأبواب المترلقة فيما يتعلق بالطاقة تسرب الهواء، وذلك على الرغم من أن تسرب الهواء يمثل أحد أسباب أكثر التذمر

www.j4know.com

شـــيوعًا فيما يخص مســـتوى الرفاهية في المنزل. يحدث تسرب الهواء حول محيط إطار الباب، وفي أغلب الأحيان، تعاني الأبواب المنزلقة القديمة من مشـــكلات تشـــغيلية. وتنتج هذه المشـــكلات في العادة من تجمع الأوساخ على سكك حركة الباب، ومن اهتراء عجلات الحركة (rollers) التي تســـهم في تسرب الهواء عن طريق منع الباب من الإغلاق إغلاقًا مناسبًا. ولتحسين تشغيل الباب، ومنع التسرب، بادر بتغيير أحزمة مقاومة عوامل الطقس المهترئة، و المتســـببة بتسرب الهواء، وكذلك عجلات الحركة المكسورة، أو المتسخة، وهي متوفرة في متاجر الزجاج، وفي كتالوجات معدات النوافذ.

استبدال الأبواب المنزلقة: إذا اخترت استبدال الباب الزجاجي المنزلق القديم، فاحرص على شـــراء باب بزجاج متطور معزول حراريًّا، وعجلات حركة محسنة، وحزام منع تسرب عالي النوعية. وقد يوفر شراء باب فناء (patio-door) من النوع الذي يثبت بمفاصل حلاً بديلاً أفضل من غيره؛ لأنه يســـرب كميات أقل من الهواء حول أحزمة منع التسرب من الأبواب المنزلقة. وسيكون لاختيارك نوع الزجاج أهمية خاصة عند شـــرائك بابًا منزلقًا. ويكون أكثر أنـــواع الزجاج فعالية في المناطق الباردة الذي يأتي بقيمة منخفضة للمُعامل الكلي لانتقال الحرارة (أكثر مقاومة لانتقال الحرارة). وأمّا في المناطق الحارة، فينبغي أن يكون للزجاج قيمة متدنية لمعامل اكتساب الحرارة الشمسية (أكثر فعالية في حجب حرارة الشمس).

حماية الأبواب من عوامل الطقس (منع التسرب) (Weatherstripping Doors)

تقلّل حماية الباب من عوامل الطقس تيارات الهواء، ودخول الغبار، والضوضاء من الأبواب الخارجية. وقبل البدء بحماية الباب من عوامل الطقس، تفحَّص الباب؛ للتأكد من أنه يعمل على نحو جيّد. شُدّ البراغي في مفاصل التثبيت، وكذلك في يد فتح / إغلاق البـــاب (door knob)، وإن لزم الأمر، ففي صفيحة إغلاق الباب الصفيحة الجانبية التي يدخل بها لسان إغلاق الباب (strike plate). وينبغي ألّا تتحرك مفاصل التثبيت عند إمساك يد فتح / إغلاق الباب، ولا عند تحريك الباب إلى الأعلى أو إلى الأسفل وهو مفتوح. وذا كانت المفاصل رخوة، فيجب شدها قبل تركيب الحماية من عوامل الطقـــس، كما يجب التأكد من انطباق أداة إيقاف الباب (وهي الحزام، أو الحافة التي يقـــف عندها، ويثبت عليها الباب عند إغلاقه إغلاقًـــا كاملاً على الباب من الأعلى ومـــن الجوانب. وإذا كان تحرك الباب إلى الأمام أو إلى الخلف (وهو مغلق)، فاضبط صفيحة الإغلاق، بحيث يبقى الباب محكم الإغلاق، ومنطبقًا تمامًا على حافة الإيقاف في حال شدّه.

www.j4know.com

ينبغـــي أن يكون لإطار الباب عتبة (threshold) من الأســـفل تُثبّت على غطاء أرضية المترل بحيث تمنع التسرب من أسفل الباب، وتسمح بتأرجح الباب إلى الداخل دون أن يكشـــط السجاد، أو حصيرة المدخل ممســـحة الأرجل (door mat). لكن تجنب اســـتعمال العتبات التي تأتي مع حماية متضمنة من عوامل الطقس؛ لأن الحماية ستتضرر من جراء حركة ساكني المترل، ووقع أقدامهم عليها.

تمثـــل الفجـــوة في أســـفل الباب في العـــادة أكبر مصـــدر لتســـرب الهواء من البـــاب. ركّب قطعة كنس (sweep) ســـفلية للباب من الفينيل، أو قطعة ســـفلية (door bottom) مـــن المعدن متضمنة قطعة كنس؛ لإحـــكام إغلاق فجوة الباب الســـفلية إلى العتبة. لكن تذكر أن قطعة الكنس أسهل للتركيب؛ لأنها ببساطة تثبت على وجه الباب بـــبراغ، ولكنها تتدلى وتمتد إلى غطاء الأرضية، في حين تثبت قطعة الباب السفلية بالباب، وتُغلق الفجوة التي بين الباب وبين العتبة بدون أن تتدلى (تمتد)، كما هو الحال لقطعة الكنس، ومن ثم تكون أقل احتمالا أن تجر على الأرض.

أنواع الحماية من عوامل الطقس (منع التسرب)

إن أكثر أنواع الحمايات من عوامل الطقس اســـتعمالاً يركب على حافة إيقاف البـــاب (door stop)، وأفضل المتوفر من هذا النوع يتميز بالمرونة، ومن ثم يســـمح للباب بالتحرك البســـيط مع التغير في الحرارة والرطوبة دون أن يؤثر ذلك في إحكام منع التســـرب. وتعدّ الحماية التي تثبت على حافة إغلاق الباب أســـهل من غيرها في التركيب، ولكنها إلى حد ما معرضة للضرر.

أنـــواع الحماية التي تركب على حلق الباب تمنع التســـرب إلى حافة الباب، وهي أصعب قليـــلاً في التركيب، ولكنها تدوم أطول؛ لأنها محمية من الاهتراء خلف حافة الإيقاف. تتعرض الأبواب الخشـــبية للتمدد والتقلـــص على نحو كبير مع امتصاصها للرطوبة، وتخلصها منها مع تغيرات الطقس؛ لذا،تأكد من اختيارك الحماية التي تتميز بما يكفي من المرونة للبقاء، بحيث تكون ملتصقة بالباب خلال حركته.

تعـــدّ الحماية التي تأتي على شـــكل حرف **V**، والمصنوعة مـــن مادة البرونز على الأرجح مـــن أفضل أنواع الحماية من عوامل الطقس الـــتي تركب على حلق الباب (jamb-mount weatherstrip)؛ وذلك لكونها تدوم طويلا، وتسمح للباب بالالتواء قليـــلاً دون أن يفقد خاصية إحكام منع التســـرب. لكن تركيب هذا النوع يحتاج إلى شـــيء من المهارة ؛ لأنه يحتاج إلى مسافة تتراوح ما بين ١-٨ بوصات على الأقل بين

www.j4know.com

الباب والحلق، وبناءعلى ذلك، قد تحتاج إلى كشط الباب؛ لتوفير تلك المسافة.

تعد الحماية من عوامل الطقس الجنيحية الرفرافة (flap weatherstrip) بأنواعها: البصيلية السليكونية (silicon bulb)، والرغوية المغطاة بالقماش (fabric-covered foam) أسهل تلك الأنواع على الإطلاق في التركيب، و تبطئ إبطاءً جيّدًا التيارات الهوائية. لكن تجنب استعمال الشريط اللاصق الرغوي، والشريط اللاصق المكسو باللباد (felt tape)، ومعظم أنواع الحماية من التسرب المصنوعة من البلاستيك اللاصق؛ لأن المادة اللاصقة تفقد خاصيتها مع الوقت. وعلى الرغم من أن أرخص أنواع الحماية من عوامل الطقس قد تكون في بعض الأحيان أسهل للتركيب، فإنها تبقى مؤقته وقد لا تحكم الإغلاق أبدًا.

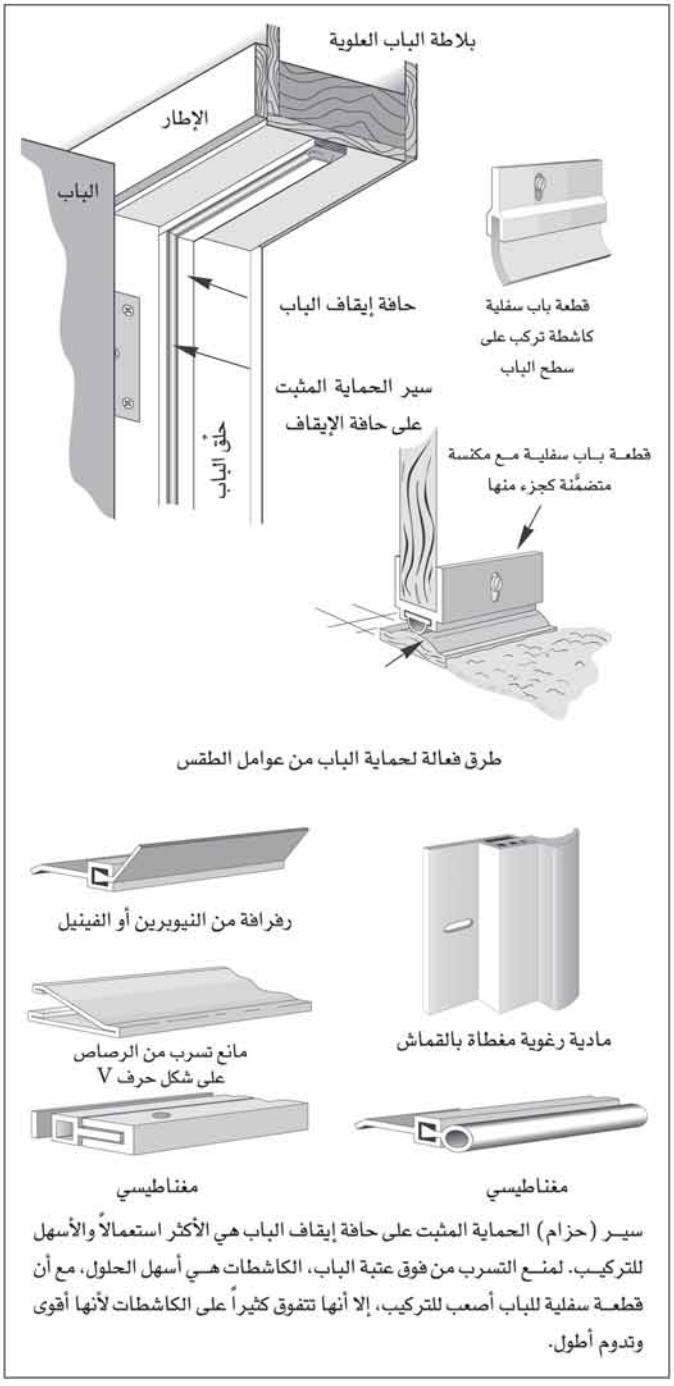
سيعود تركيب الحماية من عوامل الطقس (منع التسرب) بالفائدة على شكل تشغيل أفضل للأبواب، وفي إبطاء التيارات الهوائية. وقد يترتب عليك تجديد الحماية من عوامل الطقس بين فترة وأخرى؛ لأنها ستكون دائمًا عرضة للضرر، ولكن يبقى أن تركيب الحماية لمنع التسرب من الأبواب أجدى اقتصاديًّا من استبدال الأبواب التي ما زالت بحالة جيدة، وتؤدي وظيفتها على نحو مرض. يبين الشكل رقم (٨-١١) أهم الخيارات المتوفرة لحماية الأبواب من عوامل الطقس.

استبدال الأبواب

إذا اخترت استبدال باب خارجي، فاختر نموذجًا مزودًا بعزل حراري متضمن، وبحماية من عوامل الطقس (منع التسرب). يقاس العزل الحراري في الأبواب بمستوى المقاومة الحرارية (R-value)، وليس بالمعامل الكلي لانتقال الحرارة (U-factor) كما هو الحال للنوافذ. اختر بابا بعزل حراري مستوى مقاومته الحرارية تتراوح ما بين **R-5** إلى **R-10**.

تخضع عملية تركيب الأبواب للمعايير الصارمة نفسها كما في النوافذ؛ ولذا عليك التأكد من أن الباب متكامل مع الحاجز المقاوم لعوامل الطقس في المنزل، بحيث لا يدخل الماء في تجويف الجدار، وأحكم إغلاق الفجوة بين حلق الباب الجديد، وإطار الباب الجداري، وذلك باستعمال المادة الرغوية وحيدة الجزء. (انظر: فقرة "تركيب النوافذ المقاومة لعوامل الطقس" صفحة (٢٦٥).

www.j4know.com



شكل رقم (٨-١١) الخيارات المتوفرة لحماية الأبواب من عوامل الطقس

www.j4know.com

الخلاصة

تمثل النوافذ والأبواب مكونات حساسة وحرجة في الحد الحراري لمترلك، وهي باهظة الثمن، واستبدالها قد يستهلك جزءًا كبيرًا من ميزانية تحسين مترلك. وعلى الرغم من ذلك، فإن بعض أبسط التصليحات والتحسينات قد تكون من بين أكثر التدابير فعالية لحفظ الطاقة.

- تفحص نوافذك؛ للتأكد من أن لكل منها طبقتين من الزجاج (two-pane) على أقل تقدير. إذا كان لديك أي نافذة أحادية الطبقة (بلوح واحد من الزجاج)، فركب نافذة إضافية خارجية؛ للحماية من عوامل الطقس (storm window)، وتأكد من بقاء نوافذ الحماية من عوامل الطقس محكمة الإغلاق خلال موسم التدفئة.

- فكر في التصليحات ومعاملات النوافذ؛ لتحسين مستوى الراحة وكفاءة الطاقة قبل تقرير استبدال النوافذ.

- إذا استبدلت النوافذ فعلاً، فأنفق كل المال اللازم لشراء نوافذ من النوعية العالية، والتي تحمل بطاقة كفاءة الطاقة ENERGY STAR.

- عند استبدال النوافذ اختر النوافذ المتطورة حراريًّا، وبزجاج يتناسب مع المناخ السائد في منطقتك والجهة التي توجد بها (تواجهها) النافذة. اختر معاملاً كلياً لانتقال الحرارة (U-factor) متدنياً إذا كنت تسكن في منطقة مناخية معتدلة البرودة أو باردة. وفي المقابل، اختر معاملاً منخفضاً لاكتساب الحرارة الشمسية، إذا أردت أن توفر المال في التكييف، في حين اختر معاملاً عالياً، إذا أردت تسخينًا شمسيًا من نوافذك الجديدة.

- لتحقيق أطول عمر تشغيلي ممكن للنوافذ، وتركيب فعال لها إحرص على تكامل النوافذ الجديدة مع العزل الحراري الرغوي الخارجي، وطبقة الحماية الخارجية الجديدة.

- إذا كانت أبوابك تسمح بتيارات الهواء (drafts) في المترل، ففكر جديًّا بتركيب حزام جديد للحماية من عوامل الطقس، ومانع للتسرب (weatherstripping).

www.j4know.com

- إذا قـــررت تركيب باب خارجي جديد، فاشـــتر واحدًا بعزل حراري ومانع للتسرب متضمنين. ركّب الباب بحيث لا يتمكن الهواء أو الماء من التسرب إلى داخل منزلك من خلاله.

www.j4know.com

الباب التاسع
أنظمة التكييف المترلية

يمكن أن تكون تكلفة تشـــغيل مكيفات الهواء فادحـــة، حيث تحتل المرتبة الأولى في الإنفاق على الكهرباء للعديد من الأســـر في المناطـــق الحارة. وتقدر وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) أن سُـــبع الكهرباء المولدة في الولايات المتحدة تســـتعمل في تكييـــف المباني ومن ثم فهي تشـــكل عبئاً كبيراً علينا جميعاً. لكن الأخبار الســـارة تشـــير إلى أنك تســـتطيع – كصاحـــب مترل – الاســـتغناء عن ذلـــك، أو تقليل اســـتعمالك للتكييف الهوائي، وذلـــك بتبني طرق التكييف البديلة قليلة اســـتهلاك الطاقة الواردة هنا، حيث باســـتطاعتك فعل ذلك بتضحية تكاد لا تذكر بمســـتوى راحتك ورفاهيتك.

إن لم تكن تســـتعمل بالفعل التكييف الهوائي، فـــإن طرق التبريد قليلة الطاقة التي نقدمها في هذا الباب يمكنها أن تبقيك مرتاحاً دون اللجوء إلى استعمال تكييف الهواء. وإن كنت تسكن في منطقة يتزايد فيها حر الصيف، فإن التبريد ذا الطاقة المتدنية يحظى بأهميـــة خاصة لديك. أمّا إن كنت تســـتعمل بالفعل تكييف الهواء، فإن طرق التبريد ذي الطاقة القليلة التي نقدمها تبقى ذات صلة. وإذا حســـنت كفاءة مترلك، فسيعمل المكيـــف الهوائي لفترات أقل خلال الصيف، وقد تقدر على تقصير موســـم التكييف بعدة أسابيع خلال الفصلين الربيع والخريف.

ســـنبين لك في هذا الباب كيفية القيام بعمليات الصيانة لأجهزة التكييف الهوائي في مَترلك، والتي سيتحسن أداؤها،كما نقدم وصفاً لأهم تعليمات تركيب مكيفات الهواء الجديدة.

تقييم كفاءة التكييف في المترل

إذا كنت تستخدم تكييفَاً مركزياً، فهل تمت صيانتها من متخصصين في العام الماضي؟ لا يوجد نظام طاقة مترلي أكثر عرضة لتدني الكفاءة من مكيفات الهواء التي تبقى بدون صيانة المتخصصين.

www.j4know.com

إذا كنت تستخدم تكييفاً مركزياً، فهل نظّفت المصفيات (filters) في العام الماضي؟باستطاعتك تقليل عدد زيارات فنّي الصيانة بأداء مهمة الصيانة البسيطة كهذه.

هل تكون درجة الحرارة في منزلك متناسقة ومنتظمة عند عمل مكيفات الهواء، إذا كانت الحرارة في منزلك تتأرجح تأرجحاً كبيراً خلال عمل نظام التكييف، فقد يكون ذلك مؤشراً على أن ذلك النظام أكبر من اللازم، أو أنه يعاني من مشكلات أخرى يمكن حلها بالإتصال بخبراء الصيانة.

إذا كان لديك مكيف غرفة (نافذة) (Room A/C)، فهل تستعمله دائما مكان التكييف المركزي؟ يكلف تشغيل مكيفات الغرف أقل بكثير من المكيفات المركزية، لأنها تبرد فقط مناطق مختارة من المنزل، فإذا كان بالإمكان تشغيل مكيف أو اثنين من مكيفات الغرف بدلاً من التكييف المركزي، فسوف تحصل على وفورات كبيرة.

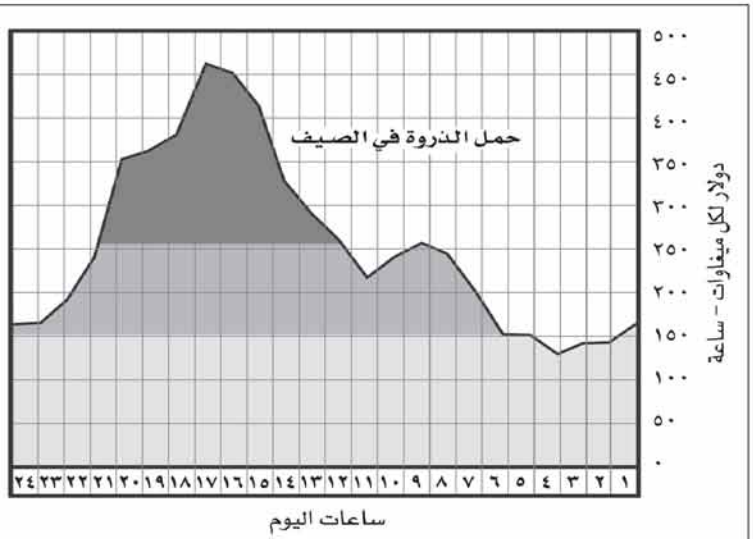
إذا كنت تسكن في منطقة حارة وجافة، فهل تستعمل مكيفّاً صحراوياً (تبخيريّاً) (evaporative A/C)؟ توفر المكيفات التبخيرية والتي تعرف أيضاً بـ "المبردات المغمورة (swamp coolers) مستوى كاف من الراحة والرفاهية في الصيف، حيث الرطوبة منخفضة، وهي بذلك تمثل بديلا فعالا للغاية للتكييف، وبحوالي ثلث كلفة الكهرباء.

أساسيات نظام التكييف

يعدّ التكييف أكثر أنواع استهلاك الطاقة تفاوتاً، إذ يمكن لمنزلين متشابهين في الحي نفسه أن يكونا مختلفين كثيراً في تكاليف التبريد، بحيث يستهلك منزل مكيفْ غير كفؤ ما قيمته ٥٠٠ دولار من الكهرباء في شهر حار، في حين قد يكتفي أحد الجيران في منزل جيد التصميم فقط باستهلاك ماقيمته ٢٠ دولاراً في الشهر، لتشغيل مراوح في الغرف، ومكيف صحراوي (تبخيري).

إنّ تشغيل أنظمة تكييف الهواء مكلف مالياً، وبيئياً. وتتمثل المشكلة البيئية في أن كل من لديه مكيف هواء يحتاج إليه في الوقت نفسه، مشكلا بذلك ذروة صيفية (summer peak) على الحمل الكهربائي (انظر الشكل رقم ٩-١) المستمد من المحطات، حيث يشكل هذا الحمل الذروي القوة الدافعة إلى بناء محطات توليد جديدة عالية التكلفة.

www.j4know.com



حمل الذروة الصيفي يكون مدفوعاً بشكل أساسي من أنظمة تكييف الهواء التي تعمل في أوقات الحر خلال ساعات مابعد الظهر. لاحظ كيف تزداد تكلفة الكهرباء مع الطلب اليومي. توفير هذه الطاقة الكهربائية باهظة التكلفة يخفف أعباءً اقتصادية وبيئية كبيرة.

شكل رقم (٩-١) يؤدي تكييف الهواء إلى أحمال كهربائية ذروية

ولكن لحسن الحظ، لدينا إستراتيجيات تكييف (تبريد) مجربة قليلة الكلفة، حيث باستطاعتك بواسطتها تقليل تكاليف تبريد المترل تقليلاً جوهرياً ومن أهمها:

- تظليل النوافذ؛ لتقليل اكتساب حرارة الشمس إلى الحدود الدنيا، (أنظر الفقرة التي بعنوان «تظليل النوافذ للراحة في الصيف»، ص ١٢٦).
- تركيب أكبر قدر ممكن من العزل الحراري في العليّة (attic). (انظر الفقرة التي بعنوان: "العزل الحراري للعلية والسقف الخارجي" ص ٢١٢).
- تركيب سقف خارجي (roof) بارد وعاكس، أو طبقة سقف خارجي عاكس (بارد). (أنظر: الفقرة التي بعنوان: "تحسين عاكسية السطح "السقف"" ص١٣٣).
- تشغيل المراوح داخل المترل في أماكن المعيشة (living space)، لتوفير تبريد إضافي للهواء.

www.j4know.com

- تشغيل مراوح التهوية في الليل، لإزالة الحرارة الشمسية التي تجمعت خلال النهار (إذا كانت رطوبة الهواء غير مرتفعة). (انظر: الفقرة التي بعنوان "التهوية بالهواء الخارجي" ص ١١٨).

- تركيب مكيف صحراوي (تبخيري)، إن كنت تسكن في منطقة ذات مناخ جاف. (انظر: الفقرة التي بعنوان: "المكيفات الصحراوية (التبخرية)" ص ٢٩٥).

ستقلّل كثير من التدابير الواردة في هذا الكتاب اعتمادك على تكييف الهواء. لكن إن كان لا بد من استعمال تكييف الهواء، فباستطاعتك أن تخفض فاتورة الطاقة، وتوفر المال بالتأكد من سلامة تركيب وصيانة المكيف.

كيف تعمل مكيفات الهواء

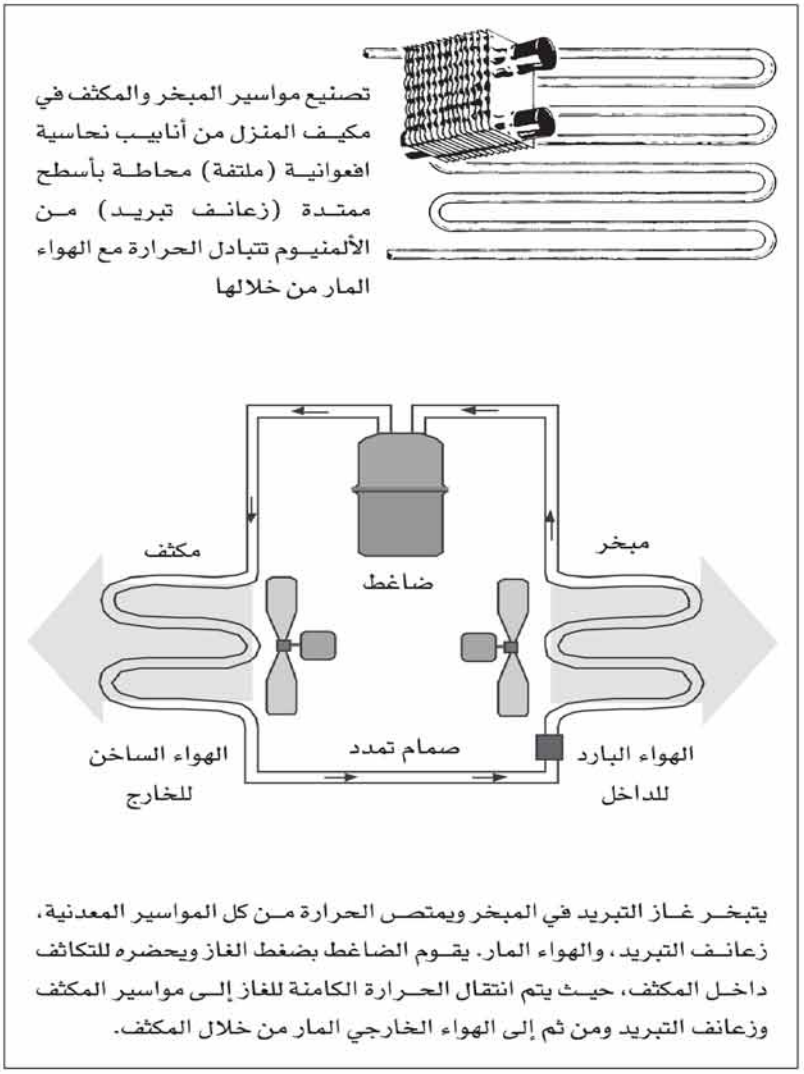
تعمل مكيفات الهواء وفق مبادئ عمل الثلاجة المنزلية حيث يبرّد مكيف الهواء منزلك بواسطة ملف (coil) بارد من المواسير (الأنابيب) موجود في داخل المنزل، يسمى المبخر، في حين يتخلّص ملف مواسير خارجي ساخن، (المكثف)، من الحرارة التي جمعت في خارج المنزل (أنظر: الشكل ٩-٢). يتكون كل من المبخر والمكثف من مواسير نحاسية أفعوانية (ملتفة) محاطة بأسطح ممتدة زعانف تبريد (fins)، وهما يشبهان شبكة مواسير مبرد محرك السيارة (radiator)، حيث تحرك مراوح الهواء خلال هذه المواسير، وتدفعه.

يجمع مائع (غاز/ سائل) يسمى غاز التبريد (refrigerant) — مثل: الفريون -، الحرارة عند مواسير ملف المبخر، ويطلقها عند مواسير ملف المكثفه في حين يدفع الضاغط الكمبرسور (compressor) غاز التبريد خلال دورة الملفات والمواسير.

يمتص غاز التبريد الحرارة من الهواء الداخلي خلال تحوله من سائل إلى غاز في المبخر، حيث يمكن تشبيه تأثير المبخر هذا بتعرض إصبعك الشاهد للخدر خلال استعمالك رشاش الغاز؛ لأنه أثناء تبخر السائل عند فوهة الرشاش، يمتص الحرارة من الهواء المحيط، ويبرد إصبعك. باستعمال هذا المبدأ فإنه يتبخر غاز تبريد المكيف داخل ملف المبخر، ويزيل الحرارة من الهواء الذي يمر من خلال زعانف المبخر.

وهناك شبه تقريبياً من حيث التشغيل بين ما يعرف بالمضخات الحرارية (heat pumps) ومكيفات الهواء ما عدا أن المضخات الحرارية يمكن عكسها لتستعمل في التدفئة شتاءً.

www.j4know.com



شكل رقم (٩-٢) مبدأ عمل مكيف الهواء

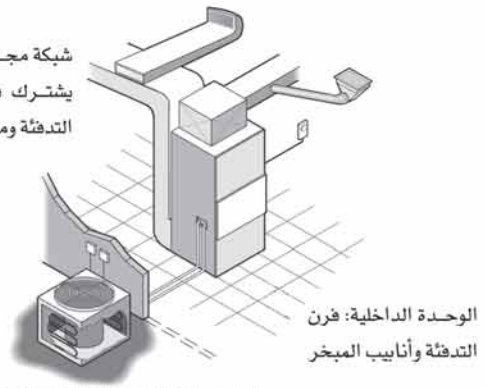
أنواع مكيفات الهواء المركزية

تُصمَّم مكيفات الهواء المركزية على شكلين أساسين: وحدات الأنظمة المجزأة أو المنفصلة (split)، والوحدات المدمجة (الجاهزة) (packaged). ويكمن الفرق بينهما في موقع وحدة مناولة الهواء (Air handling unit). ففي الأنظمة المجزأة، تكون وحدة مناولة الهواء داخل المنزل، وفي النوع المدمج الأقل شيوعاً تكون وحدة مناولة الهواء في خارج المنزل.

www.j4know.com

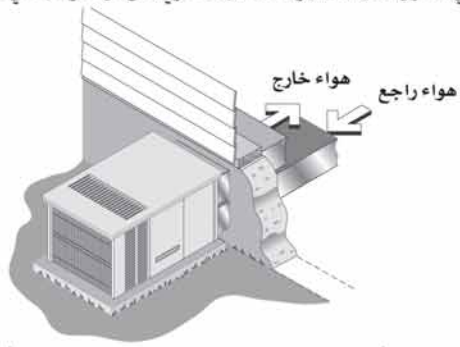
تتكون وحدة مناولة الهواء من حجرة فولاذية تتضمن المروحة (blower) وملف المبخر، وهي موصولة بمجاري هواء التزويد (supply ducts) والراجع (return)، حيث تحمل مجاري التزويد الهواء من وحدة مناولة الهواء إلى أماكن المعيشة في حين تعيد مجاري الهواء الراجع الهواء من المنزل إلى وحدة المناولة. لنقاش أكثر استفاضة عن أنظمة مجاري الهواء، انظر إلى الفقرة التي بعنوان: "التدفق غير الملائم في مجاري الهواء"، والمذكورة في ص (٣١٦).

تركّب أنظمة التكييف المجزأة (المفصولة) غالباً بالتزامن مع فرن يعمل على الغاز أو الزيت، ويشتركا في مجاري الهواء، ووحدة مناولة الهواء. يركبّ ملف المبخر داخل المنزل في وحدة مناولة الهواء. وأمّا المكثف، ومروحة المكثف، والضاغط فيكونون في حجرة منفصلة تقع خارج المنزل (انظر الشكل رقم ٩-٣).



الوحدة الخارجية: ضاغط المكيف ومواسير المكثف

مكيفات الهواء المنفصلة تركب في الغالب بالاقتران مع أفران التدفئة. وهي تركب على الأرض أو على سطح السقف الخارجي للمنزل. مكيفات الهواء المدمجة تحتوي على كل مكوناتها في حجرة واحدة.



مكيفات الهواء الجاهزة أقل شيوعاً من المكيفات المنفصلة وتركب على الأرض أو على السقف الخارجي للمنزل. وتتميز المكيفات الجاهزة بوضع كافة مكوناتها في حجرة واحدة.

شكل رقم (٩-٣) بعض أنواع مكيفات الهواء

www.j4know.com

في مكيفات الهـــواء المدمجة والتي تعرف أيضاً بـــ (المكيفـــات المتكاملة)، يكون الضاغط، والمكثف، والمبخر، ومروحتان كلهـــا مجموعة في حجرة واحدة موجودة خارج المترل. وقد تحتوي أنظمة التكييف الهوائية المدمجة أيضاً على فرن يعمل بالغاز، أو بعض ملفات التسخين الكهربائية، وهي في العادة تأتي بجريان أفقي، وتكون مثبتة على السقف الخارجي، أو على بلاطة إسمنتية (concrete slab) تقع خارج المترل.

التحكم بالمكيف الهوائي

تكمن إحدى أفضل الطرق لتقليـــل تكاليف التكييف الهوائي بإدارة جهاز ضبط الحرارة ثيرموستات (thermostat) بعناية. احرص على أن ترفع ضبط الحرارة درجة واحدة في كل مرة (بالتدريج) حتى تصل إلى درجة الحرارة المناسبة لعائلتك، إذ تشير الدراســـات إلى أن كل درجة واحدة ترفع بها ضبط جهـــاز التحكم بدرجة حرارة التبريد، ستؤدي إلى تقليل تكلفة التكييف الهوائي في مترلك بحوالي ٣٪.

سيســـتهلك نظام التبريد الخاص بك طاقة أقـــل، إذا خفضته عندما لا تكون في المترل. لذلك، احرص على رفع ضبط الحرارة من جهاز التحكم يتراوح بمابين ٥ إلى ١٠ درجات فهرنهايت (٣ إلى ٦ درجات مئوية) في كل مرة تغادر فيها المترل. عندها ســـيكون عمل مكيفات الهواء في مترلك قليلاً جدّاً أو لا تعمل على الإطلاق عندما تكون بعيداً عن البيت، ومن ثم ســـتعمل أكثر من المعتاد عندما تعود إليه. والمحصلة من ذلك اســـتهلاك أقل من الطاقة. يمكنك أيضاً اســـتعمال جهاز ضبط حرارة قابل للبرمجة (programmable) لعمل الشـــيء ذاته، وذلك ببرمجة جهاز ضبط الحرارة علـــى درجة أعلى لتوفير الطاقة خلال معظم ســـاعات النهار، ومن ثم ضبطه؛ ليقلل الحرارة قبل نصف ســـاعة من موعد عودة أول أفراد اسرتك إلى المترل إذ ليس هناك ســـبب لتبريد مترلك على نحو مبالغ فيه في الوقت الذي لا يكون فيه أحد في المترل. ولتحقيق أفضل النتائج، استعمل جهاز ضبط حرارة قابل للبرمجة؛ لضبط الحرارة على درجة أعلى خلال النهار، إذا كان برنامج العائلة اليومي (الروتيني) يقضي بوجودهم خارج المترل.

الصيانة الدورية المتخصصة لأنظمة التكييف

كثير منا يعتقد أن مكيفات الهواء في منازلنا مركبة بطريقة صحيحة، وأنها ستعمل إلى ما لا نهاية من دون الانتباه لها، أو فعل شـــيء من طرفنا. وفي هذا مبالغة أبعد ما تكون عن الحقيقة.

www.j4know.com

المراد من مكيفات الهـــواء المركزية هو تبريد المنزل بأكمله، وهي تســـتهلك على نحـــو (روتيني) كميات من الطاقة أكبر بكثير من اللازم بســـبب مشـــكلات متعلقة بالتركيب، وأخرى بالصيانة. وتتمثل أكثر مشـــكلات شـــيوعًا في تركيب المكيفات المركزية، كما هو مبين في الجدول رقم (٩-١)، بمجاري هواء تعاني من تسرب الهواء، تدفق هواء منخفض، وشـــحنة غير صحيحة من غاز التبريد، وتكبير سعة النظام أكثر مما يلزم (oversizing).

- مجاري الهواء التي تعاني من تسرب الهواء مشكلة واسعة الانتشار، وتؤثر في معظم أنظمة التكييف المركزية. الســـماح للهواء البارد بالتسرب إلى العليّة (attic)، أو المـــرآب، أو قبو الخدمات (crawl space) — وهي كلها غير مكيفة – أمر مكلف، وقد يؤدي إلى تكاثف الرطوبة، من ثم فإن إغلاق أماكن التسرب يحسن الكفاءة، ويوفر الطاقة، ويطيل عمر المبنى.

- ينبع تدفق الهـــواء المنخفض من مجاري هواء صغيرة جـــداً، أو مغلقة (جزئياً) بالإضافة إلى مشكلات أخرى، ويتسبب بتقليل كفاءة التكييف، وقدرة النظام على التبريد. يمكن حل مشـــاكلات تدفق الهواء بواسطة فني مدرب يتمكن من تركيب مجاري هواء أكبر من ذي قبل، أو تركيب تجهيزات للمجاري أقل مقاومة لجريان الهواء، أو القيام بفعل آخر؛ لتحسين جريان الهواء في مجاري الراجع.

- يمكن لشحنة غير صحيحة من غاز التبريد (الفريون) – سواء أكانت عالية جدّاً أم منخفضة جدّاً– دفع نظام التكييف للعمل بطريقة غير كفؤة. ينبغي على فني مدرب أن يقيس شحنة غاز التبريد؛ لتحديد ما إذا كانت الشحنة صحيحة أم لا، ومن ثم تعديل الشحنة وضبطها، إذا كان ذلك ضروريّاً.

- تصمـــم معظم المكيفـــات المركزيـــة بما يزيد عـــن المطلوب بنســـبة تتراوح ما بين ٥٠ إلى ١٥٠٪. ولأســـباب تتعلق بكل من الرفاهية (الراحة) والاستدامة البيئية، وكلما كان المكيف صغيرا كان ذلك أفضل من غيره.

ولكن ينبغي التأكد من العزل الحراري، ومنع تســـرب الهواء، وتحســـين التضليل، قبل شـــراء المكيف الهوائي الجديد. فأصغر مكيفات الهواء أكثر كفاءة، أكثر وهدوءاً، وملاءمة لمجاري الهواء الموجودة، والتي هي على الأرجح أصغر بكثير من حاجة المكيف الحالي، وخصوصاً إذا كان النظام الحالي مصَمّماً أكبر من اللازم.

www.j4know.com

جدول (٩-١) الأسباب الشائعة لضعف أداء مكيفات الهواء

مشكلة التركيب	مدى تكرارها	الوفورات الممكنة
تسرب في مجاري الهواء	٧٠٪	١٧٪
تدفق هواء غير مناسب	٧٠٪	٧٪
شحنة غاز غير مناسبة	٧٤٪	١٢٪
زيادة حجم المكيف ٥٠٪ أو أكثر	٤٧٪	٢-١٠ ٪
جمعّت هذه النتائج من دراسات متعددة.		

تتعلق أكثر مشكلات صيانة المكيفات انتشاراً باتساخ المصفيات، والملفات، وشفرات المراوح (blades)، حيث تترسب الأوساخ بفعل الكمية الكبيرة من الهواء، والتي تجري خلالها أثناء التشغيل الاعتيادي. لذلك، تتضمن مهمات الصيانة الأساسية للمكيفات عمليات تنظيف شاملة.

تؤدى مهمات الصيانة الواردة هنا في الغالب، من مهنيين متخصصين؛ لأنها تتطلب أدوات وتدريب خاصين، ولكنك قد تختار أن تؤدي بنفسك هذه المهام إذا كانت لديك الخبرة لعمل ذلك. وحتى إن لم يكن الأمر كذلك، فنحن نشجعك على المضي قدما بمراجعة هذه الإجراءات حتى تتمكن من تحديد المناسبة منها عند العمل مع مقاولي التدفئة والتبريد على نحو أفضل من غيره. هذه المهمات تؤدى عادة دفعة واحدة من فني الصيانة، وبتكلفة كلية تتراوح ما بين ١٠٠ إلى ٣٠٠ دولار، والتي هي في الواقع تستحق تماماً المال المنفق عليها، وخصوصاً عند الأخذ في الحسبان تكلفة الكهرباء اللازمة لتشغيل أجهزة تكييف غير فعالة.

لماذا ينبغي تنظيف مواسير ملفات المكيف؟

تجمع مواسير مكيف الهواء الأوساخ من الهواء المار من خلالها؛ مما يؤدي إلى تقليل تدفق الهواء والكفاءة. لهذا السبب، يجب تنظيف مواسير مكيف الهواء بالوتيرة نفسها التي تتعرض بها للاتساخ، وإلا سيتدهور أداؤها، وفي نهاية المطاف يتعرض المكيف للعطل. للملفات جانب متسخ يواجه مجرى الهواء، وجانب آخر نظيف يواجه الجانب

www.j4know.com

المعاكس. فالخطوة الأولى في تنظيف الملف هى الوصول إلى الجانب المتسخ من الملف؛ لإزالة الأوساخ السهلة (الرخوة) باستعمال الفرشاة. أمّا الخطوة الثانية، فتكمن في باستعمال الماء والمنظفات، لإزالة أصعب الأوساخ.

تنظيف المواسير الخارجية (الملف الخارجي)

من المرجح أن يكون ٩٠٪ من كل مواسير المكثفات متسخة، وتحتاج إلى التنظيف؛ لأن هذه الملفات الخارجية تجمع كميات كبيرة من الأوساخ. وعليك في العادة أن تفترض أن ملف مكيفك متسخ إلا إذا نظفه فني صيانة خلال السنة الماضية. وإذا كان الملف شديد الاتساخ، فسترى في العادة الأوساخ بأنواعها على السطح الخارجي لزعانف (fins) الألمنيوم، وهي علامة أكيدة على أن الأوساخ قد اخترقت الملف.

الإجراء المتبع لتنظيف ملف خارجي كما هو موضح في الشكل رقم (٩-٤) هو مباشر وبسيط نسبيّاً، ويتلخص بالإجراء التالي:

ملاحظة: قبل البدء بهذا النوع من العمل، يجب دائماً فصل التيار الكهربائي من اللوحة الرئيسة.

- أزل الإطار الخارجي المحيط بالمواسير (grillwork or louvers)، وتذكر أن الصفيحة (panel) العلوية من الوحدة الخارجية تحتوي على المروحة، ويمكن رفع هذه الصفيحة، وإزالتها من الطريق؛ للوصول إلى داخل الملف.

- أزل كل الأوساخ السطحية بفرشاة قاسية، ورطّب الأوساخ بالماء أو رشها بمادة تنظيف قابلة للتحلل خاصة بالمواسير الخارجية، حيث تساعد على تليين الأوساخ، مما يزيد فعالية الفرشاة، وجعلها قليلة الغبار.

- رش مادة تنظيف المواسير الخارجية القابلة للتحلل على جانبي ملف المواسير، وانتظر خمس دقائق حتى تلين الأوساخ، ثم رش ماء بارداً بدءاً من الداخل وانتهاء إلى الخارج. وتكمن الفكرة هنا في غسل الأوساخ، وإخراجها من طريق دخولها نفسه عوضاً عن محاولة دفعها إلى الخارج من خلال ملف المواسير.

- أعد تركيب كل أغطية الحماية (shrouds) المعدنية وأخيراً، أعد التيار الكهربائي.

www.j4know.com

قام الفني بإزالة الحجاب الواقي للمكثف من طريقة للوصول إلى المواسير وتنظيفها بالماء من الأوساخ العالقة

تنظيف المواسير بفرشاة طرية والكثير من الماء. ينبغي إعادة كل زعانف التبريد المنحنية للوضع السليم

إن تنظيف مواسير المكثف الخارجية هي من مهام الصيانة المهمة لكل مكيفات الهواء والمضخات الحرارية. يمكنك عمل فحص بسيط بالنظر لمعرفة إن كان مكثف نظام التكييف الخاص بك يحتاج لتنظيف.

شكل رقم (٩-٤) تنظيف المواسير الخارجية للمكيف الهوائي

www.j4know.com

ولكن تذكر أنه على الرغم من قوة العناية والحذر، فإنك لا تستطيع منع الأوساخ في نهاية المطاف من سد مواسير ملف المكثف الخارجي. أمّا فيما يتعلق بالمدة التي يتعين عليك انتظارها بين كل عملية تنظيف والتي تليها، فإن الإجابة تعتمد على مقدار الأوساخ الموجودة في الهواء الخارجي المحيط بالمكثف. إذا كان الهواء خالياً من الدقائق الصلبة، فقد يبقى المكثف إلى ثلاث سنوات أو أكثر بدون الحاجة إلى تنظيفه. أمّا إذا كان الهواء الخارجي في منطقتك مليئاً بحبوب اللقاح، أو الغبار، أو الدخان، فعندها يجدر بك تنظيف مكيفات منزلك سنوياً.

تنظيف المواسير الداخلية (الملف الداخلي)

يصمم مصفي الهواء (filter) في فرن التدفئة، أو المكيف الهوائي في المنزل، بحيث يلتقط الأوساخ قبل أن تسقط وتستقر على مواسير المبخر داخل المنزل. ولكن، على الرغم من الصيانة الدورية للمصفي، فستجمع مواسير ملف المبخر الأوساخ، ويفقد المبخر كفاءته مع الوقت وإذا أهملت تنظيف مواسير الملف الداخلي، فسيقصّر العمر الافتراضي للمكيف الهوائي، ويؤدي ذلك لتكاليف تبريد باهظة.

يمكن في العادة الوصول إلى مواسير المبخر في مكيفات الهواء المدمجة (المتكاملة-وحدة واحدة) بإزالة لوح الدخول (access panel). وفي المقابل، يكون الوصول إلى المبخرات في أنظمة تكييف الهواء المجزأة (المنفصلة) أكثر صعوبة، مما يتطلب في بعض الأحيان أن يقوم فني التكييف بعمل فتحة في مجرى تزويد الهواء الرئيس؛ للوصول إلى المبخر. احرص في كلتا الحالتين، على تنظيف ملف المبخر باستخدام مهني متخصص كل ثلاث إلى ست سنوات حسب الحاجة إلى ذلك.

على فني التكييف خلال تنظيف المبخر، أن يفحص خط صرف الماء في اناء (وعاء) الصرف (drain pan) في المبخر للتأكد من أنه مفتوح. وعند صب الماء على الملف، يتعين التأكد من خروج الماء من خط الصرف. أمّا إذا كان خط الصرف مسدوداً، فيجب تنظيفه بحيث يخرج الماء من المبخر؛ لأنه في حال انسداد خط الصرف، فستتجمع المياه الزائدة في إناء الصرف، وتساعد على نمو العفن. ولكن يتعين عليك قبلا معرفة موقع خرطوم الصرف البلاستيكي الصغير الذي يصرف الماء من إناء الصرف في المكيف، وينبغي وجود بعض الماء الخارج من هذا الخرطوم على شكل تنقيط، أو جريان عادي خلال عمل المكيف. إنّ تنظيف المواسير الداخلية للمكيف عملية غير سهلة بسبب صعوبة الوصول إلى الملف، وهي لهذا السبب تترك للمهنيين المتخصصين.

www.j4know.com

تنظيف مروحة المكيف (Blower)

مروحة المكيف بمنزلة مروحة هواء (fan) من نوع قفص السنجاب (squirrel cage)، حيث تدفع الهواء خلال نظام (شبكة) مجاري الهواء، ويمكن لمروحة المكيف، وشبكة مجاري الهواء أن تكونا مشتركتين مع نظام التدفئة. إنّ تجمع الأوساخ على مروحة المكيف سيقلل كثيراً من قدرتها على دفع الهواء فوق ملفات التبريد في المنزل، وستؤثر كمية جريان الهواء فوق مواسير التبريد تأثيراً مباشراً في كفاءة التبريد.

ولضمان تنظيف شامل، تخرج في العادة مروحة المكيف من وحدة مناولة الهواء. وللإسراع بتنظيف المروحة يستعمل الهواء أو الماء المضغوط، كما أنه باستطاعتك إنجاز المهمة باستعمال فرشاة، وضغط منخفض فراغ (vacuum) إذا كانت الأوساخ ليست دهنية. إذا استعملت الهواء أو الماء المضغوط، فينبغي حماية محرك المروحة الكهربائي من الضرر بتغطية فتحات التهوية وأجهزة التحكم في المحرك بالبلاستيك، وتثبيته بشريط لاصق. كما ينبغي تنظيف حجرة المروحة ومجاري الهواء القريبة في الوقت نفسه. تترك مهمة تنظيف مروحة المكيف في العادة للمهنيين المتخصصين بسبب وجود خطوط كهرباء محيطة بها، وقريبة منها.

فحص شحنة غاز التبريد (Refrigerant Charge)

يعد عمل مكيفات الهواء بكفاءة متدنية بسبب عدم ملاءمة شحنة غاز التبريد من الأمور الشائعة، على الرغم من أن كمية غاز التبريد المثالية لكل مكيف هوائي ولكل طريقة تركيب هي كمية معروفة ومحددة. تتسبب شحنة الغاز غير الصحيحة بتقليل كفاءة المكيف، وتحد من قدرته على التبريد، وتقلل العمر الافتراضي للضاغط.

يعمد العديد من فنيي التكييف إلى التغاضي عن فحص شحنة الغاز على نحو منتظم، ولذلك، عليك التأكد من أن المقاول يفحص شحنة الغاز خلال طلب الصيانة، وأنه سيضبط شحنة الغاز إن لزم، الأمر ذلك مع ملاحظة أن هناك ترخيصاً خاصّاً مطلوباً من الفنيين الذي يتعاملون مع غاز التبريد؛ لأن بعض غازات التبريد ضارة بطبقة الأوزون. تعدّ عملية فحص شحنة غاز التبريد من المهمات التي يقوم بها مهنيون متخصصون؛ لحاجتها إلى أدوات خاصة، وتدريب خاص.

www.j4know.com

استبدال مكيفات الهواء المركزية

تبلغ كفاءة الطاقة لمكيفات اليوم ضعف الكفاءة للنماذج التي صنعت حتى في العقود القليلة الماضية. وقد جاء هذا التحسن الكبير في الكفاءة نتيجة عدة تطورات تقنية:

- المحركات الكهربائية التي تشغل مراوح المكيفات صارت أكثر كفاءة، وتعمل بسرعات متعددة.
- تعمل ضواغط (كمبرسورات) الهواء بسرعة ثنائية.
- استخدام مرحلات وقتية (relays) تتحكم بمراوح المبخرات.
- المواسير التي تشكل الملفات مثلمة (grooved) من الداخل؛ لزيادة مساحة السطح.
- زعانف التخلص من الحرارة زعانف التبريد (fins) تأتي أقرب إلى بعضها، وهي مثقبة؛ لتحسين انتقال الحرارة.

تصنيف الكفاءة للمكيفات الهوائية

فيما يتعلق بمكيفات الهواء المركزية، فإن تصنيف الكفاءة يسمى "نسبة كفاءة الطاقة الموسمية Seasonal Energy Efficiency Ratio" ويعرف اختصاراً بـ (SEER). أمّا فيما يتعلق بمكيفات الغرف (النافذة)، فالتصنيف المقابل يسمى نسبة كفاءة الطاقة "Energy Efficiency Ratio" أو (EER). في كلا التصنيفين، يكون كلما كان التصنيف أعلى كان أفضل. وعموماً، تكلف مكيفات الهواء ذات التصنيف العالي أكثر من غيرها، ولكن على مدى العمر الافتراضي للمكيف، ستكون وفورات الطاقة أكبر بكثير من التكلفة الابتدائية. ويعبر كلا التصنيفين (SEER) و(EER) عن كمية الحرارة التي يستطيع المكيف إزالتها من مترلك لكل وات من الكهرباء يستهلكها المكيف.

تدرج بطاقة كفاءة الطاقة "دليل الطاقة" دائماً قيماً لكل من SEER و EER. منذ ٢٠٠٦م، كانت القيمة الدنيا المطلوبة قانوناً في الولايات المتحدة لتصنيف المكيفات المركزية (SEER) هي ١٣. أمّا وحدات التكييف التي تحمل التصنيف ١٤ أو أعلى من ذلك فمرخصة لحمل بطاقة ENERGY STAR. نحن نوصي بشراء وحدات تكييف بتصنيف SEER ، بحيث لا يقل عن ١٥، وخصوصاً إذا كنت تسكن في منطقة ذات مناخ جاف.

www.j4know.com

ولتحديد القيمة التقريبية لتصنيف وحدات التكييف المركزي القائمة (SEER)، حدّد رقم النموذج، واسم المصنع من لوحة الاسم الموجودة على الوحدة الخارجية ثم اتصل بمزود (وكيل) محلي للمصنع، واسألهم أن يجدوا لك تصنيف الكفاءة لجهازك. هذه المعلومات ستساعدك على تقييم فترة السداد من استبدال محتمل للمكيف القائم.

كانت كفاءة المكيفات المركزية (SEER) المصنعة قبل عام ١٩٧٩م تتراوح ما بين ٤,٥ إلى ٨,٠. بناء على ذلك، إذا استبدلت وحدة تكييف مركزي من فترة السبعينيات بكفاءة (SEER) قيمتها ٧ جديدة بأخرى جديدة بكفاءة (SEER) قيمتها ١٤، فإنك بذلك ستقلل تكاليف تكييف منزلك إلى النصف.

التخلص من الرطوبة

يعد مُعامل الحرارة المحسوسة (Sensible Heat Factor) المعروف اختصاراً بـ (SHF) أحد الامور المهمة في تحديد الحجم الصحيح للمكيف، والذي يصنف المكيف الهوائي حسب قدرته على التخلص من الرطوبة. ويعبرَّ عن هذا العامل برقم كسري يتراوح ما بين ٠,٥ إلى ١,٠. وكلما كانت قيمة معامل الحرارة المحسوسة أقل ازدادت قدرة المكيف على التخلص من كمية أكبر من الرطوبة. وتعتمد قيمة هذا المعامل على نوع مواسير المبخر، و سرعة مروحة المكيف.

يجدر بأصحاب المنازل في المناطق الجافة والمعتدلة في مناخها أن يقتنوا وحدات تكييف بمعامل حرارة محسوسة مرتفعة؛ وذلك لأنهم يحتاجون إلى التخلص من كمية قليلة من الرطوبة، بالإضافة إلى أن المكيفات التي لها معامل أعلى تكون أكثر كفاءة. في المقابل، يكون من المرجح احتياج أصحاب المنازل في المناطق الرطبة في مناخ مكيفات بمعامل تتراوح بين ٠,٦٧ إلى ٠,٧٧؛ لتقليل الرطوبة، وما يصاحبها من العث، والعفن، والكائنات المجهرية الأخرى. من هذا المنطلق، عليك بالتأكد من أن مقاول تكييف منزلك يفهم ويأخذ في الحسبان التخلص من الرطوبة عند تصميم حجم نظام التكييف المركزي الخاص بمنزلك. من المعلوم أن المكيفات تتحكم ايضاً بالرطوبة؛ ولذلك، فإن المحافظة على مستوى رطوبة نسبية أقل من ٤٠٪ سيحد من العث، والعفن، والكائنات المجهرية الأخرى، والتي يرتبط وجودها بمشكلات الجهاز التنفسي.

يحظى اختيار الحجم المناسب والصحيح لأجهزة التكييف بأهمية كبيرة، خاصة مع المكيفات الحديثة عالية الكفاءة. هذه الوحدات الجديدة الفعالة من ناحية استهلاك الطاقة، يجب أن يرافقها مُعامل حرارة محسوسة منخفض بما يكفي؛ لتقوم بالتخلص

www.j4know.com

من الرطوبة، على نحو ملائم.

إذا كان مكان سكنك رطباً أو كان منزلك يعاني من مشكلة الرطوبة، فقد يترتب على ذلك تكاليف تكييف عالية. لكن إن لزم الأمر تركيب حاجز رطوبة أرضي مع مضخة غاطسة (sump pump)، فإن ذلك أرخص السبل الكفيلة بالتحكم بالرطوبة داخل منازل عديدة. (للمزيد من المعلومات، انظر: "أساسيات الرطوبة" ص ٣٦٤).

مكيفات الغرفة (النافذة)

تعمل مكيفات الغرفة على تبريد غرفة واحدة في آن واحد، وهي في العادة أقل تكلفة تشغيليه من المكيفات المركزية؛ لأنها لا تبرد المنزل بكامله، وليس لديها نظام مجاري للهواء يتسبب بضياع الطاقة. وبما أنها مصنوعة كوحدة متكاملة مغلقة، فإن مشكلات التركيب في مكيفات الغرف أقل من تلك التي في الوحدات المركزية.

تتفاوت السعات الحرارية لمكيفات الغرف مابين ٥٥٠٠ إلى ٢٠،٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية لكل ساعة (أي: تقريباً من حوالي ٠,٥ إلى ١,٦٧ طن تبريد). تعبر هذه الأرقام عن مقدار الحرارة التي يستطيع المكيف إزالتها من منزلك لكل ساعة تشغيل. تتطلب المعايير القانونية لمكيفات الغرف في الولايات المتحدة أن تكون قيم التصنيف حسب نسبة كفاءة الطاقة (EER)، ضمن مدى يتراوح ما بين ٨,٥ إلى ١٠,٥ حسب إنتاج الوحدة.

ويجب على وحدات التكييف التي تحمل بطاقة ENERGY STAR أن تتمتع بنسبة كفاءة طاقة (EER)، أعلى بـ ١٠٪ على الأقل من الحد الوطني الأدنى المطلوب، أي: بنسبة كفاءة طاقة (EER)، تتراوح ما بين ٩,٠ إلى ١٠,٥ تقريباً. وللحصول على أكثر النماذج المتوفرة كفاءة، ابحث عن بطاقة الـ ENERGY STAR، وعن وحدات التكييف التي تتمتع بأعلى قيمة ممكنة لنسبة كفاءة الطاقة (EER).

ينتج العديد من مصنعي المكيفات مكيفات هواء متنقلة توضع بكاملها داخل الغرفة، وذلك عوضاً عن تركيبها في شباك، ولكن مثل هذه الوحدات لا تزيل الحرارة من المنزل بل تبرد جزءاً من الغرفة، وتسخن جزءاً آخر؛ لذا، عليك بتجنب هذه التقنية من التكييف؛ لأن مكيفات الهواء المتنقلة الفعالة يجب أن تركب في نافذة أو في جدار.

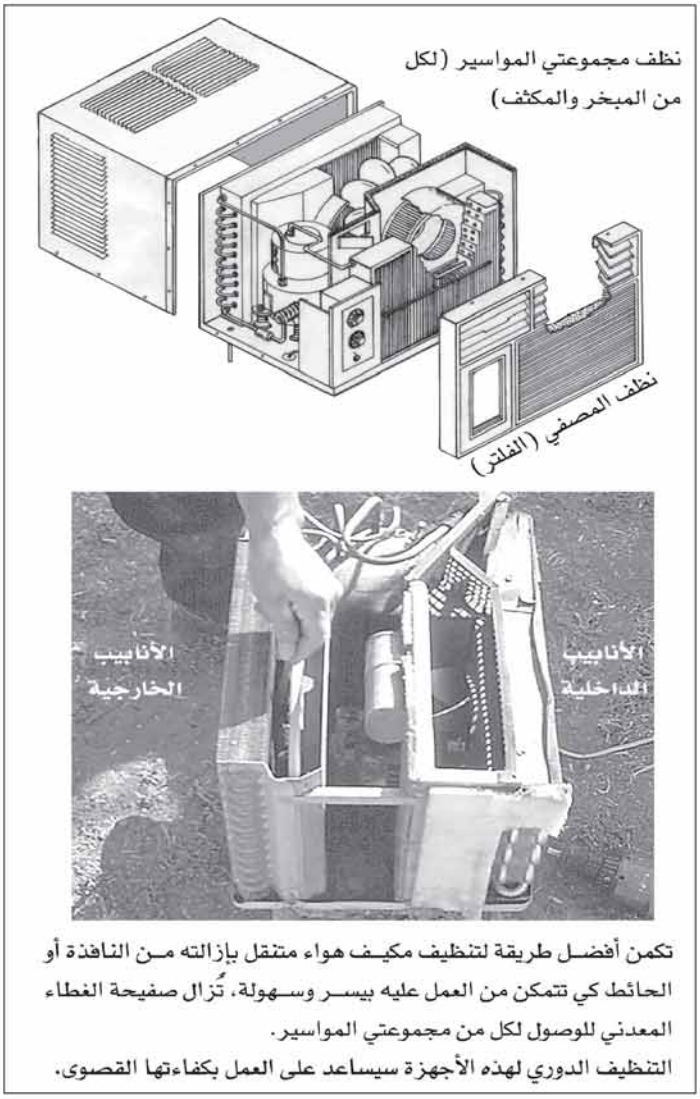
www.j4know.com

تنظيف مكيف الغرفة

يســـاعد تنظيف مصفي (فلتر) ومواسير المكيف المتنقل على أداء أفضل، من غيره واستعمال كهرباء أقل من ذي قبل. وتعتمد الحاجة إلى التنظيف على مقدار استخدام المكيف، والغبار المعلق في الهواء داخل المترل وخارجه. إذا دأبت على تنظيف مصفي مكيف الغرفة على نحو دوري، فســتمنع بذلك الأوســاخ مــن التراكم على ملف الأنابيــب الداخلي. تعد عمليــة تنظيف المصفي مهمة معقولة لمالك مترل نشــيط (انظر الشكل رقم ٩-٥). تحذير: افصل التيار الكهربائي عن المكيف قبل البدء بصيانته.

- قد يكون باستطاعتك تنظيف المواسير الداخلية بدون إخراج الوحدة من مكانها. لكن إن كنت تخطط لتنظيف الملف الخارجي، فيتعين عليك إخراج الوحدة من مكانها، وفي كلتا الحالتين، أزل الصفائح والألواح اللازمة؛ للوصول إلى المواسير.
- إذا كانت المواسير متسخة، فنظفها بمشط شعر قديم؛ لإزالة الأوساخ السطحية، والنســالة (lint). حرك الفرشــاة باتجاه زعانف التبريد، وكن حذرا؛ لتجنب ثنيها، واحرص على تصحيح وضع كل الزعانف المتضررة بمشط شعر قديم.
- يمكن الوصول إلى مواسير المكثف الخارجي من جهة المكيف الموجودة خارج المترل؛ ولذا، يتعين عليك إزالــة الوحدة كاملة للقيام بهذه المهمة. لتحديد ما إذا كانت المواسير بحاجة إلى تنظيف، تفحصها من الخارج من خلال الفتحات الموجودة على غطاء المكيف الخارجي، وإذا ثبت أنها متسخة، فأخرج المكيف من مكانه.
- عند إخراج الوحدة، أزل الغطاء الخارجي (housing) بإزالة البراغي، ثم غطِّ أجهزة التحكم الكهربائية بأكياس بلاستيكية، وثبتها بأربطة مطاطية، ومن ثم نظف المواسير برش مادة تنظيف مترلية قوية عليها. انتظر عدة دقائق، واشطف بالماء، وينبغي إخراج الماء الزائد إلى الوعاء الذي يشــكل الجزء الســفلي من المكيف، ومن ثم صرفه إلى خارج المترل.
- يمكنك في أكثر الأحيان، تحرير مواسير المكيف جزئياً، وتدويرها بحذر إلى الخارج بما يكفي للعمل على الأسطح الداخلية المتسخة من زعانف التبريد المصنوعة من الألمنيوم. إستعمل الفرشاة، الماء، ومادة التنظيف المترلية، أو مادة تنظيف للمواسير الخارجية، ودع المكيف يجف في الشمس قبل إعادة الغطاء الخارجي إلى مكانه، وإعادة تركيب المكيف.

www.j4know.com



تكمن أفضل طريقة لتنظيف مكيف هواء متنقل بإزالته من النافذة أو الحائط كي تتمكن من العمل عليه بيسر وسهولة. تُزال صفيحة الغطاء المعدني للوصول لكل من مجموعتي المواسير.
التنظيف الدوري لهذه الأجهزة سيساعد على العمل بكفاءتها القصوى.

شكل رقم (٩-٥) تنظيف مكيف الغرفة (النافذة)

- أزل مكيف الغرفة من مكانه خلال موسم التدفئة لتتمكن من إغلاق نافذة المكيف، أو غط الجهة الداخلية من المكيف تغطية مؤقته إمّا بغطاء من البلاستيك، أو بصندوق معزول حرارياً (قابل للإزالة). لكن تجنب تغطية الجهة الخارجية من المكيف إلا إذا غطيت ايضاً الجهة الداخلية؛ لأن الهواء الداخلي الدافئ الرطب الذي يتسرب إلى الوحدة يمكن أن يتكاثف مسبّبا الضرر للوحدة والمنزل.

www.j4know.com

المكيفات الصحراوية (التبخيرية) (Evaporative Coolers)

تعدّ المكيفات الصحراوية (والمعروفة أيضاً بالمبردات المغمورة) بديلا عالي الكفاءة للمكيفات الهوائية، وتمثل هذه المكيفات إستراتيجية كثيرة الاستعمال وفعالة من حيث استهلاك الطاقة في المناخ الدافئ الجاف في الجزء الغربي من الولايات المتحدة. تعمل هذه المبردات على نحو جيّد جداً إذا كانت نقطة الندى أقل من ٥٥ درجة فهرنهايت (أي حوالي ١٣ درجة مئوية)؛ لأنه في هذا النوع من الهواء الجاف يحدث التبخر بأقصى سرعة، وهذا التبخر هو الذي يحدث التأثير التبريدي. عندما تكون نقطة الندى أعلى من ٥٥ درجة فهرنهايت، فإن الرطوبة التي يدخلها المبرد التبخيري إلى منزلك يمكنها أن تتسبب بحدوث التكاثف. وكلما انخفضت الرطوبة النسبية في الصيف، ازدادت قدرة المكيف الصحراوي على تقليل درجة حرارة منزلك.

وعلى عكس أنظمة تكييف الهواء المركزية، توفر المكيفات الصحراوية للمنزل تيّاراً مستمرًا من الهواء المنعش. على الرغم من إمكانية تشكيل ذلك مشكلة إذا كان منزلك يقع في بيئة مغبرة وملوثة، فإن توفير الهواء المنعش لكثير من أصحاب المنازل يعدّ ميزة إضافية. تدفع مراوح المكيفات الصحراوية الهواء من خلال لبادة ماصة (absorbent pad) مشبعة بالماء مصنوعة من ألياف من خشب الحور، أو ألياف زجاجية، أو ألواح خشبية مشكلة خصّيصاً لهذه الغاية، حيث يتبخر بعض الماء في اللبادة، بحيث يقلل درجة حرارة الهواء الخارجي. وبدفع هذا الهواء البارد إلى المنزل بواسطة المروحة، يدفع الهواء الدافئ إلى الخارج من خلال نوافذ مفتوحة قليلاً، أو من خلال فتحات تهوية مخصصة لهذا الغرض موجودة في السقف، أو في الجدران.

تدفع مضخة خزان الماء في أنابيب إلى حوض التنقيط (drip trough) الذي ينقّط الماء على اللبادات. ولتعويض الماء الذي يتبخر، يعمل صمام عائم طواشة (float valve) مربوط على خط مياه المنزل على إبقاء الخزان مزوداً بالماء العذب. ينظّف الخزان تنظيفاً دورياً بطريقة التدفق المفاجئ؛ للتخلص من الأوساخ، ويمكن التخلص من الماء المنصرف من التنظيف في حديقة قريبة.

تشغّل المكيفات الصحراوية بكلفة أقل بكثير من مكيفات الهواء الفريونية (الكهربائية التقليدية). ولا يوجد للمكيفات الصحراوية أي تصنيف من حيث كفاءة الطاقة مثل: (SEER)، لكن لو كان لها مثل هذا التصنيف لكان يتراوح مابين ٣٠ إلى ٤٠، أي: أكثر بمرتين إلى ثلاث مرات من تصنيف أكثر مكيفات الهواء كفاءة على الإطلاق.

www.j4know.com

تشـــير الدراسات الحديثة إلى أن معدل الوفورات من استخدام المكيفات الصحراوية بدلاً من مكيفات الهواء الفريونية تتراوح ما بين ٣٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ كيلووات ســـاعة من الكهرباء في السنة، أي: ما يعادل ٤٥٠ إلى ٦٠٠ دولار بالأسعار الحالية.

على عكس مكيفات الهواء الفريونية، تستهلك المكيفات الصحراوية كميات من الميـــاه، ولكن يبقى أن التكلفة الإضافية لهذه المياه قليلة جداً عند مقارنتها بالوفورات في الطاقة الكهربائية مشـــكلة فقط مايتراوح بين ١٠ إلى ٢٠ دولاراً من تكلفة المياه الإضافية في الســـنة لمعظم أصحاب المنازل. كما أن قضية استهلاك المياه في المكيفات الصحراوية تصبح أقل أهمية عند النظر إليها على أســـاس إقليمي، لأن معظم محطات التوليـــد الكهربائية التي تزود المكيفات الفريونية بالطاقة تســـتهلك كميات هائلة من الماء. يبين الشكل (٩-٦) مكيّفاً صحراويّاً تقليديّاً.

السعة الحرارية المناسبة والاختيار الصحيح للمكيف الصحراوي (Sizing and Selection)

تُصنَّف المكيفات الصحراوية حســـب حجم الهـــواء الذي تدفعه حيث توفر معظم النماذج ما بـــين ٣٠٠٠ إلى ٢٥٠٠٠ قدم مكعب / دقيقة (ما يقارب ٨٥ إلى ٧٠٠ متر مكعب من الهواء في الدقيقة). وينصح المصنعون بتوفير قدرة تزويد هواء بما يكفي لتغيير حجم هواء المنزل بأكمله في كل ١,٥ إلى ٣ دقائق، وذلك حسب المناخ السائد.

إضافات وسمات المكيف الصحراوي (Options and Features)

يمكن التحكم بالمكيفات الصحراوية باستعمال أجهزة ضبط الحرارة؛ لتقليل صرف الطاقة، وصرف الماء، والصيانة. وتعمل أجهزة ضبط الحرارة ايضاً على تقليل التبريد الزائد نتيجة التشغيل الليلي غير الضروري.

ينبغي أن يكون لأي مبرد تبخيري في حالة التبريد سرعتان على أقل تقدير. كما ينبغي أن يكون للمبرد خيار «التهوية فقط» للسماح باستعمال المكيف كمروحة مركزية للمنزل كله خلال الطقس المعتدل، والسبب في ذلك هو أنه عند استعمال خيار التهوية فقط، فإن المضخة لا تعمل ومن ثم لا يتم ترطيب الهواء الخارجي. كما يعدّ خيار «المضخة فقط» مفيداً أيضاً لأنه يمكن تشغيلها في بداية الدورة؛ لتبلل اللبادات الماصة، وتغسل الغبار قبل تشغيل مروحة تدوير الهواء.

www.j4know.com

تحتاج المكيفات الفولاذية الصحراوية التقليدية لصيانة حثيثة لتقديم خدمة جيدة. تكلف هذه المكيفات مابين ٨٠٠ و ١٥٠٠ دولار شاملة التركيب مما يجعلها استثماراً مجزياً في المناطق الحارة الجافة.

شكل رقم (٩-٦) المكيفات الصحراوية (التبخيرية) التقليدية

يمكن إضافة المصفيات (الفلاتر) إلى المبرد خلال أو بعد التركيب. وعلى الرغم من أن المصفيات تزيد الحاجة إلى الصيانة الدورية، فإنها في الوقت نفسه أيضاً تزيل معظم الغبار من الهواء الداخل، وهي إضافة مغرية لأصحاب المنازل القلقين من التحسس ضدّ الغبار. تستطيع المصفيات ايضاً أن تقلل من ميل بعض المبردات إلى سحب بعض قطرات الماء من اللبادات إلى داخل شفرات المروحة. وعموماً، لا تتضمن أغلب المكيفات الصحراوية مصفيات الهواء كأدوات مكملة أصلية. يبين الشكل رقم (٩-٧) مكيّفاً صحراويّاً حديثاً.

www.j4know.com

تكـون معظـم مكونات المكيفـات الصحراويـة الحديثة من البلاستيـك والفولاذ. السعـر الابتدائي لهذه الأنواع يعتبر مرتفعاً وتكلف الواحدة مابين ١٠٠٠ الى ٢٠٠٠ دولار، لكن عمرها الافتراضي يميل ليكون أطول من عمر المكيفات التقليدية.

شكل رقم (٩-٧) مكيف صحراوي حديث

مكيف الغرفة الصحراوي

أصبحـــت مكيفات الغرف تحظى بشـــعبية متزايدة في المناطـــق الواقعة في غرب الولايات المتحدة، والتي تتمتع بطقس صيفـــي أكثر اعتدالا. هذه المبردات المتنقلة لا تركب في شـــباك أو جدار، ومن ثم لا تدفع الهواء الخارجي إلى داخل المنزل. وبما أنها غير مربوطة بنظام شبكة الماء (الصرف الصحي) في المنزل، فيجب ملؤها بالماء يدَوّياً. تعمل هذه المكيفات بشـــكل جيّداً جدّاً في المناخات المعتدلة، ولكنها قد لا تستطيع تبريد المكان بشـــكل ملائم في في المناخات الحارة. تستطيع هذه المبردات تقليل درجة الحرارة في غرفة واحدة بمقدار ١٠ درجات فهرنهايت.

المكيفات الصحراوية ثنائية المرحلة (Two-Stage)

يتضمن هذا النوع من المكيفات مكيّفـــاً (مبرداً) قبليّاً (pre-cooler)، ولبادات أكثـــر كثافة وفعالية، ومحركات كهربائية أكثر كفاءة، من ثم تكون فعاليتها في تقليل درجـــة الحرارة أعلى من المكيفات التقليدية، وذلك بحوالي الربع إلى الثلث. والمكيف القبلي بمنزلة مبادل حراري مغلق يخفض إلى حد ما درجة حرارة الهواء الداخل بدون

www.j4know.com

تعريـــض الهواء للرطوبة، وهو ما يوفر تقليـــلاً إضافياً على درجة حرارة الهواء بـــ ٣ إلى ٩ درجـــات فهرنهايت، من ثم يجعل الهواء يبدو أكثر برودَةً، وأكثر جفافاً. وكما هو الحال في المكيفات أحادية المرحلة (single-stage)، فإن نظام التبريد الرئيس في المكيف ثنائي المرحلة يســـتعمل لبادات مبللة، ويعمل على إحداث التخفيض الإضافي في الحرارة.

تشغيل المكيفات الصحراوية (المبردات التبخيرية)

تدفـــع المكيفات الصحراوية الهواء البارد إلى داخل منزلك. عند تشـــغيل مكيف صحـــراوي، يتعين عليك فتـــح نوافذ أو فتحات تهوية في الجانـــب المقابل من المنزل (حيث الضغط منخفض) وذلك لتوفير مســـاحة مفتوحة تتراوح، بين قدم إلى قدمين مربع من الفتحات لكل ١٠٠٠ قدم مكعب من الهواء لكل دقيقة من الســـعة الحرارية (القدرة التبريدية) للمكيف. حـــاول بالتجريب تحديد أي النوافذ تفتح، ومقدار فتح كل منهـــا. إذا كانت النوافـــذ مفتوحة أكثر من اللازم، فســـيدخل الهواء الخارجي الســـاخن إلى المنزل، في حين سيرتفع مســـتوى الرطوبة في المنزل، إذا كانت النوافذ مفتوحة بأقل من اللازم. باســـتطاعتك اختيار الغرف التي تود تبريدها بفتح النوافذ في المناطق التي تريد تبريدها، وإغلاق النوافذ في الأماكن غير المشغولة (unoccupied)، الأمر الذي يساعد على تركيز التبريد في الغرف المختارة.

تركب فتحات تهوية خاصة في السقف، وتسمى مجاري الهواء العليا، للتخلص من الهواء الدافئ الذي يدفعـــه المكيف الصحراوي إلى خارج المنزل. تكون مجاري الهواء العليا هي الخيار المفضل لأصحاب المنازل الذين لا يشـــعرون بالأمان أثناء ترك نوافذ المنزل مفتوحـــة. وبما أن المبردات التبخيرية تدفع الهواء في العادة إلى عليّة المنزل، فمن الأهمية التأكد من أن للعلية فتحات تهوية مناسبة تسمح لهذا الهواء الرطب بالخروج.

تركيب المكيفات الصحراوية (المبردات التبخيرية)

تركب المكيفات الصحراوية بنوعين من التوزيع: فإما أن يدفع مخرج المكيف الهواء إلى مكان مركزي خلال فتحة مشـــبكة (grille) واحدة، أو أن يتصل مخرج المكيف بمجاري هواء (ducts) توزع الهواء البارد إلى الغرف المختلفة في المنزل. التوزيع الذي يعمل بفتحة واحدة يلائم تماماً المنازل التي تفتح فيها الغرف على بعضها (تكون قريبة من بعضها) في حين يكون التوزيع من خلال مجاري الهواء ضرورياً في المنازل الواسعة بممرات وغرف مغلقة.

www.j4know.com

يركب كثير من الناس مكيفات صحراوية (مبردات تبخيرية) ذات جريان سفلي على الأسقف الخارجية (roof) للمنازل، في حين يفضل آخرون الوحدات الأفقية المثبتة على الجدار، أو على الأرضية؛ لسهولة الصيانة، وتقليل خطر التسرب من السقف الخارجي.

وتثبّت المكيفات الصحراوية ذات الجريان الأفقي على الجدار، أو توضع على وسادة (pad) إسمنتية. يرتبط مجرى هواء التزويد الرئيس من هذه الوحدة بجهاز أو جهازين من أجهزة التسجيل المركزية الداخلية (تسجيل كمية الهواء)، أو بمجاري هواء في القبو (basement)، أو بقبو الخدمات (crawl space). ويكون أفضل مكان للمبردات التبخيرية ذات الجريان الأفقي في الظل من ناحية المنزل التي تهب منها الرياح، وتساعد على تدوير الهواء البارد خلال الوحدة، وإلى داخل المنزل، كما تساعد الرياح على تثبيط إعادة تدوير الهواء الدافئ (العادم) من المنزل.

صيانة المكيفات الصحراوية

تعزى معظم المشكلات في المكيفات الصحراوية (المبردات التبخيرية) إلى إهمال أمور الصيانة الأساسية. فكلما عملت المكيفات لمدة أطول احتاجت صيانة أكثر من ذي قبل. تحتاج المكيفات الصحراوية بالتأكيد إلى عملية تنظيف كبيرة في كل موسم، وقد تحتاج إلى الصيانة (روتينية) عدة مرات خلال موسم التبريد. في المناطق الحارة جدّاً، حيث يعمل المبرد معظم الوقت، قد تحتاج إلى فحص اللبادات، والمصفيات، والخزان، والمضخة مرة كل عدة أسابيع، وهو يمثل تكلفة قليلة، وذلك بالنظر إلى أن الكلفة الشهرية لتشغيل مكيف صحراوي، قد تكون أقل بمئات الدولارات من تشغيل مكيف هوائي فريوني. تعدّ مهمات الفحص هذه من المهمات الجيدة التي تستحق تعلّم كيفية القيام بها بنفسك.

ستحتاج إلى مجموعة بسيطة من الأدوات لهذا المشروع: فرشاة فرك، وخرقة (فوطة) تنظيف. تحذير: قبل البدء بهذا العمل، احرص دائماً على فصل التيار عن المبرد، إمّا بإزالة فيشة الكهرباء، أو قطع التيار من لوحة المنزل الرئيسة. لا تقم بهذه المهمة، إذا لم تكن مستعداً لتحمل بعض المخاطر.

- نظف أو استبدل اللبادات مرتين على الأقل في موسم التبريد، أو مرة في كل شهر خلال موسم التشغيل المتواصل. بعض لبادات المبرد الورقية أو الاصطناعية يمكن تنظيفها بالماء والصابون، أو بحامض ضعيف حسب تعليمات المصنع.

www.j4know.com

- أفرغ الخزان من الماء؛ لأن غبار الهواء والأوساخ والمعادن تتجمع هناك. كل المبردات مزودة بفتحة تصريف مغلقة في الأسفل. لإفراغ الخزان، أغلق مصدر الماء، اربط خرطوم مياه إلى فتحة التصريف الموجودة على خارج حجرة المبرد، ومن ثم فك أنبوب فائض التدفق (overflow tube)، واترك الماء تنصرف إلى الخارج.

- نظف الخزان (reservoir). إذا كان لديك مكيف صحراوي تقليدي قديم، فسيتعين عليك تصريف مياهه وتنظيفه مرة في السنة على أقل تقدير. في المقابل، تأتي المكيفات الصحراوية الحديثة مزودة بصمامات تفريغ، أو مضخات تفريغ، لإفراغ الخزان، مما يساعد على إجراء عمليات التنظيف على فترات أطول من ذي قبل. ولتنظيف الخزان، أفرك حوض تجميع المياه بفرشاة قاسية، ومن ثم اشطف الأوساخ إلى الخارج بمزيد من الماء. ينصح معظم مصنعي المكيفات المعدنية بطلاء منطقة الخزان بطبقة مقاومة للماء مرة واحدة في السنة، في حين لا تحتاج المبردات البلاستيكية إلى هذه الخدمة.

- نظف المروحة (fan). إذا كانت هناك كمية كبيرة من الأوساخ على شفرات المروحة، فنظف المروحة تنظيفاً شاملاً باستعمال فرشاة ومادة تنظيف مترلية.

- نظف الحجرة (cabinet). نظف الغبار والأوساخ التي على الفتحة المشبكة في حجرة المكيف بالفرشاة وكذلك، نظف فتحات حوض التنقيط (drip trough) التي توزع الماء على اللبادات.

- افحص المضخة ونظفها. تمثل المضخة والصمام العائم الطواشة (float valve) مصدرين لكثير من مشكلات الصيانة في المكيفات الصحراوية (المبردات التبخيرية)؛ لذا، احرص على فحص تسرب المياه في الخراطيم وتجهيزات الأنابيب خلال عمل المضخة.

- افحص سير حزام (belt) مروحة المكيف من الاهتراء (wear)، ومدى إحكام شَدّه في مكانه، إذ ينبغي ألاّ يتحرك الحزام أكثر من بوصة واحدة عند ضغطه بشدة. لكن تذكر أن بعض الوحدات الجديدة لا يوجد بها حزام تشغيل.

- افحص تسرب الماء من الصمام العائم (الطواشة أو العوامة) عند إعادة وصل الماء. يعمل هذا الصمام كما تعمل الصمامات الموجودة في خزانات الحمامات

www.j4know.com

(المراحيض)، ويؤدي التسرب في هذا الصمام إلى استهلاك كمية أكبر من الماء؛ لذلك، استبدل أجزاء الصمام حسب الحاجة إلى ذلك.

عند قيامك بمهام الصيانة هذه للمرة الأولى، ستتعلم كيفية تقدير الحاجة إلى الصيانة في المرات القادمة. راقب أجهزتك مراقبة جيدة، وستتعلم الكثير عن احتياجاتها.

www.j4know.com

الخلاصة

تحتاج مهمة تقليل استهلاك طاقة التكييف إلى الانتباه لعدة مجالات مختلفة. ولكن يجدر أن تنصب جهودك الأولى على تحسين قدرة منزلك على عكس (shedding) ضوء الشمس وإسقاطه، كما بُين ذلك في أبواب مختلفة من هذا الكتاب. إذا لم يكن ذلك كافياً لتوفير مستوى الراحة الذي تريده، ففكر باستعمال المكيفات الصحراوية (المبردات التبخيرية)، أو مراوح الغرف (المتنقلة)؛ للحصول على بعض الراحة. وأخيراً، إذا كان لا بد من استعمال مكيفات الهواء، فركّب أكثر الأنواع كفاءة، والتي تسمح به قدرتك، وحافظ عليها.

تجنب استعمال مكيفات الهواء

- قبل شراء مكيف هوائي جديد لمنزل قائم، بادر بتحسين العزل الحراري له، وتحسين إحكام إغلاقه ضد تسرب الهواء، وفر التظليل، وحسن عاكسية السقف الخارجي.
- إذا كنت تسكن في منطقة حارة وجافة المناخ، ففكر بتركيب مكيف صحراوي بدلاً من مكيف هوائي مركزي.
- استعمل في أي مناخ حار، المراوح المتنقلة (مراوح الغرف)؛ للحصول على تأثير تبريدي.
- في المناطق حارة المناخ، والتي تكون معتدلة البرودة ليلا، استعمل مراوح التهوية عند مغيب الشمس؛ لدفع الهواء الساخن إلى خارج المنزل.

مهام صيانة المكيف التي تستطيع القيام بها بنفسك

- نظف مصفيات الهواء الخاصة بالمكيف. إذا كانت المصفيات مشتركة مع فرن التدفئة، فسيؤدي هذا إلى تحسين كفاءة التدفئة أيضاً.
- إذا كان لديك مكيف هواء مركزي، فنظف مواسير الملف الخارجي (في الجزء الموجود خارج المنزل).

مهام صيانة المكيف التي يقوم بها المتخصصون

- نظف المواسير الداخلية والخارجية، وصحح استقامة كل زعانف التبريد المنحنية.

www.j4know.com

- افحص شحنة غاز التبريد، واضبطها إن لزم الأمر ذلك.
- نظف مروحة المكيف؛ لتمكنها من تحريك الهواء بفعالية أكبر من ذي قبل. افحص تدفق الهواء والتسرب في مجاري الهواء، وحسن تدفق الهواء، وامنع التسرب من مجاري الهواء إذا دعت الحاجة. إلى ذلك إذا كانت مجاري الهواء مشتركة مع الفرن، فسيؤدي هذا الإجراء إلى تحسين كفاء التدفئة أيضاً.

استبدال أجهزة تكييف الهواء

- إذا قررت استبدال مكيف هواء مركزي، فاطلب من المقاول حساب حملٍ التبريد، وتركيب أصغر مكيف هوائي يمكن أن يعطيك مستوى مقبولاً من الراحة.
- اطلب من المقاول توفير دخول ووصول (access) سهل إلى مصفيات الهواء، والمواسير الداخلية للصيانة، ولا تنس أن تطلب رزمة من المصفيات الاحتياطية للوحدة الجديدة.
- إذا كنت تخطط لاستبدال المكيف، فاطلب من المقاول قياس التسرب من شبكة مجاري الهواء، وكمية تدفق الهواء في المجاري، وكذلك اطلب من المقاول أن يحكم إغلاق مجاري الهواء المارة في القبو (basement)، والمرآب الملحق، وقبو الخدمات (crawl space) ضد التسرب، وأن يعزلها عزلاً حراريّاً. إذا كانت مجاري الهواء مشتركة مع الفرن، فسيؤدي هذا الإجراء إلى تحسين كفاء التدفئة أيضاً.

www.j4know.com

الباب العاشر
أنظمة التدفئة المترلية

تمثل تكلفة التدفئة لكثير مـــن العائلات جلّ الإنفاق من بين كل خدمات المترل، إضافـــة إلى أن لتدفئة مترلك تأثير بيئي كبير. فإذا كنت تســـتخدم الغاز الطبيعي، أو البروبان، أو الزيت (النفط)، فإن مدخنة مترلك تنفث في السنة الواحدة على الأرجح ما بين ٤٥٠٠ إلى ٩٠٠٠ كغم من ثاني أكســـيد الكربـــون، بالإضافة إلى الملوثات الأخرى. يســـتطيع معظم أصحاب المنازل أن يقللوا هذا قد التلوث بما نسبته ١٠ إلى ٥٠٪ عن طريق جمع عدد من الإجراءات تتعلق بالصيانة، والتصليح، والتحديث.

إذا كنت تستعمل الكهرباء في التدفئة، فإن الانبعاثات الخارجة من مترلك ستكبر على الأرجح مرتين إلى ثلاث مرات الانبعاثات الناتجة عن اســـتعمال الغاز أو الزيت. وعلى الرغم من أن التدفئة الكهربائية لا تصدر عنها أي انبعاثات في مكان استخدامها، فإن الكهرباء التي تســـتخدمها هي في الأغلب مرتبطة بتشـــغيل محطة توليد كهربائية تعمل بكفاءة متدنية جدّاً في مكان ما بعيد.

معظم منازل العائلة الواحدة في أمريكا الشـــمالية تحصـــل على التدفئة من أنظمة احتـــراق مركزية تعمل بحرق الغاز الطبيعي، أو البروبان، أو الزيت (النفط)، ويتكون أغلبها من أفران توزع الحرارة من خلال شبكة مجاري هواء (ducts) مربوطة بالغرف داخل المترل. من ناحية أخرى، تعمل المدافئ المكانية (space heaters) بالاحتراق، وتركب مباشـــرة في الغرفة، وليس لها شـــبكة مجاري هواء، ويسود في بعض المناطق اســـتخدام المراجل أو الغلايات (boilers) التي تـــوزع الحرارة بتدوير الماء، أو موائع (سوائل أو غازات) أخرى. في المقابل، تعتمد منازل قليلة على التدفئة الكهربائية، بما في ذلك أفران التدفئة، ومدافئ الغرف، والتي ستغطّي أيضاً في هذا الباب. بناء على ذلك، فإن نظام التدفئة الشائع المتبقي يمثل المضخة الحرارية الكهربائية، والتي هي بمترلة مكيف هوائي معكوس، وباســـتطاعتك الحصول على معلومـــات إضافية عنها بالرجوع إلى الفقرة التي بعنوان "أساسيات أنظمة التكييف" والمذكورة في الصفحة رقم (٢٧٨).

باستطاعتك الحد من استهلاكك الطاقة من أجل التدفئة بطريقتين رئيستين: الأولى بتحســـين الإطار الخارجي (shell) لمترلك، بحيث يفقد قدراً أقل من الحرارة خلال الطقـــس البارد، إذ بمقـــدورك تحقيق ذلك بتنفيذ مهمات تتعلق بمنع تســـرب الهواء،

www.j4know.com

و بتحسين العزل الحراري للمنزل، والتي وردت تفاصيلها في الفقرة التي بعنوان: ''أساسيات تسرب الهواء'' الصفحة رقم (١٧٢)، وفقرة التي بعنوان ''أساسيات العزل الحراري'' في الصفحة رقم (١٩٣) . أمّا الطريقة الثانية للحد من استهلاك التدفئة فتكمن في تحسين كفاءة أجهزة التدفئة نفسها، أو في تحسين نظام التوصيل (توصيل التدفئة)، مثل: نظام مجاري الهواء.

سنغطي في هذا الباب، أجهزة التدفئة ومجاري الهواء، وسنعرض أيضاً وصفاً للمبادئ الأساسية، والتصاميم الشائعة لأجهزة التدفئة، بالإضافة إلى ذكر أهم التفاصيل للتجهيزات الجديدة.

تقييم كفاءة نظام التدفئة في المنزل

هل قمت بصيانة نظام التدفئة الخاص بك في الفترة الأخيرة؟ عليك بتكليف فني تدفئة محترف بصيانة دورية لنظام التدفئة؛ للتأكد من أنه يعمل بأمان، وبالكفاءة القصوى، كما أنه من المفيد لك أن تتعلم كيفية أداء أبسط مهمات الصيانة بنفسك.

هل تلاحظ أبداً روائح غريبة بالقرب من سخان المياه، أو نظام التدفئة؟ إذا كان الأمر كذلك، فعليك بالتحقق من هذا الأمر فوراً؛ لأن هذه الأنظمة قد تقوم أحياناً بتسريب غازات احتراق خطرة إلى منزلك.

إذا كان لديك فرن للتدفئة، فما حالة شبكة مجاري الهواء؟ قد يكون فاقد الطاقة من شبكة مجاري الهواء مسئولا عما يصل إلى ٤٠٪ من تكاليف التدفئة، وخصوصاً إذا كانت مجاري الهواء تمر من العليّة (attic)، أو من قبو الخدمات (crawl space)، ويمكن تقليل هذا الفاقد بإحكام إغلاق شبكة مجاري الهواء ضد التسرب، وعزلها عزلاً حرارياً.

هل لديك خطط لتعديلات أو لأعمال إعادة بناء في منزلك؟ إذا كان الأمر كذلك، ستكون أمامك فرصة لتحسين إطار المنزل الخارجي (حرارياً). إذا ركبت في البداية المزيد من العزل الحراري، فعليك أن تحكم إغلاق أماكن تسرب الهواء (sealing)، وتحسن الأبواب والنوافذ؛ مما سيمكنك من تركيب نظام تدفئة أصغر حجما، وأكثر كفاءة.

كم عمر نظام التدفئة في منزلك؟ كم كفاءته؟ أفران التدفئة والمراجل القديمة تعمل بكفاءة بقدر يتراوح ما بين ٦٠ إلى ٧٠٪، مما يعني خروج الـ ٣٠ إلى ٤٠٪ المتبقية من الطاقة التي تشتريها كفاقد من خلال المدخنة. إذا كان منزلك مدفئا بأحد هذه

www.j4know.com

الأنظمة، فبإمكانك تقليل استهلاكك تقليلاً كبيراً بالانتقال إلى نظام أحدث يعمل بكفاءة ٩٠٪ أو أكثر من ذلك.

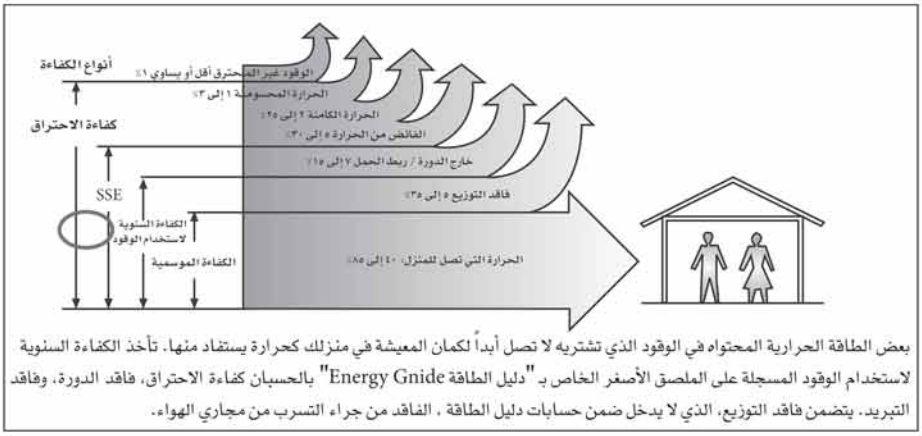
أساسيات نظام التدفئة

تحرق الحارقات في مدافئ (heaters) الغاز والزيت الوقود في حجرات احتراق يحيط بها مبادل حراري ينقل الحرارة من الشعلة (flame) وغازات الاحتراق إلى مائع تدفئة كالهواء، أو الماء، أو البخار. تغادر غازات الإحتراق حجرة الإحتراق، وتدخل في المدخنة التي تصنع من المعدن، أو الطوب، أو مواد أخرى غير قابلة للاحتراق.

تعتمد كفاءة مدافئ الاحتراق (combustion heaters) على فاقد الحرارة من خلال المدخنة، والفواقد عند بداية ونهاية كل دورة احتراق، إضافة إلى الفواقد من خلال حجرة المدفأة نفسها. وينعكس مجموع كل هذه الفواقد بمُعامل كفاءة يسمى "الكفاءة السنوية لاستغلال الوقود"، ويعرف اختصارا بـ (AFUE)، حيث يعبر عن نسبة الحرارة المتوفرة التي وصلت بالفعل إلى نظام التوزيع (أنظر الشكل رقم ١٠-١). وتوضع دائما قيمة الكفاءة السنوية؛ لاستغلال الوقود على البطاقة الصفراء ـ "دليل الطاقة"، والذي يتطلب القانون تضمينه وإبرازه مع كل أجهزة التدفئة الجديدة.

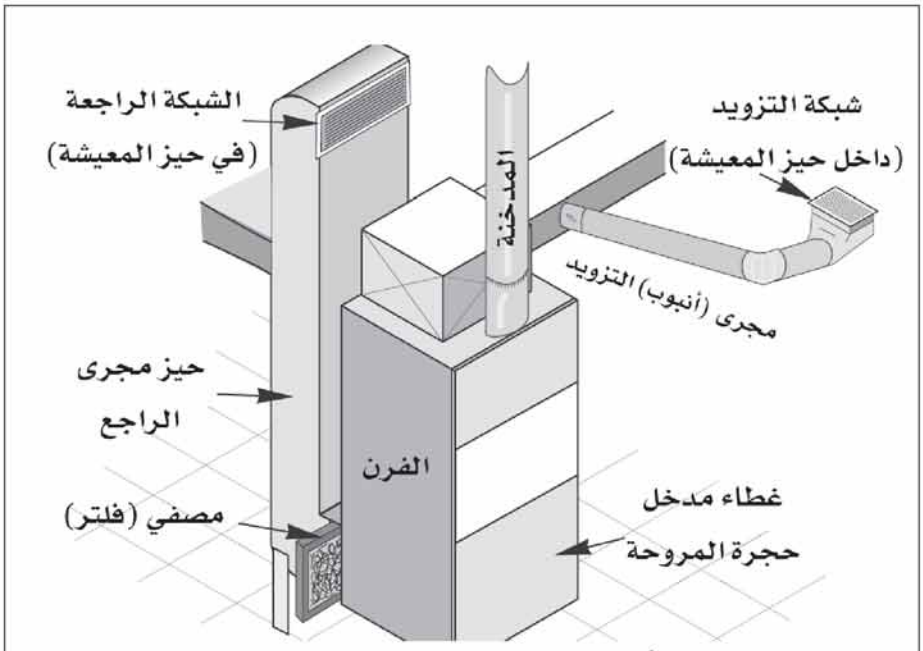
عند مقارنة أفضل أجهزة التدفئة حسب تصنيف الكفاءة السنوية لاستغلال الوقود (AFUE)، تكون الكفاءة السنوية لاستغلال الوقود الأجهزة التدفئة القديمة الموضحة مكوناتها في الشكل رقم (١٠-٢)، والتي تعمل بالاحتراق المفتوح (تكون مفتوحة لتحصل على هواء الإحتراق من داخل المنزل) ما بين ٥٥ إلى ٧٥٪ (انظر الشكل رقم ١٠-٣)، في حين تتراوح الكفاءة السنوية لاستغلال الوقود من أفضل أجهزة التدفئة المغلقة الحديثة (التي تحصل على هواء الإحتراق من خارج المنزل)، والتي نوصي بها لكل عمليات استبدال أجهزة التدفئة، مابين ٩٠ إلى ٩٥٪ (الشكل رقم ١٠-٤)، بناء على ذلك، إذا استبدلت فرن تدفئة قديم بكفاءة سنوية لاستغلال الوقود تصل إلى ٦٠٪ بآخر جديد بكفاءة سنوية لاستغلال الوقود تصل إلى ٩٠٪، فإن ذلك سيؤدي إلى تقليل استهلاكك من الوقود بمقدار الثلث.

www.j4know.com



بعض الطاقة الحرارية المحتواه في الوقود الذي تشتريه لا تصل أبداً لكمان المعيشة في منزلك كحرارة يستفاد منها. تأخذ الكفاءة السنوية لاستخدام الوقود المسجلة على الملصق الأصفر الخاص بـ "دليل الطاقة Energy Gnide" بالحسبان كفاءة الاحتراق، فاقد الدورة، وفاقد التبريد. يتضمن فاقد التوزيع، الذي لا يدخل ضمن حسابات دليل الطاقة ، الفاقد من جراء التسرب من مجاري الهواء.

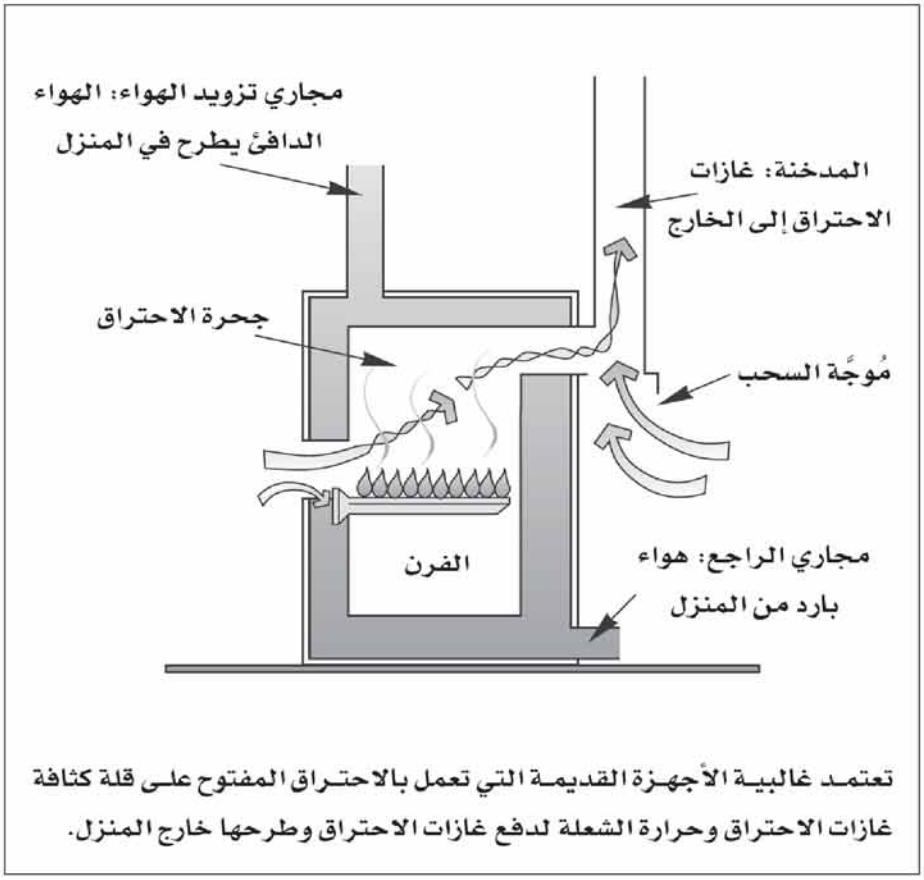
شكل رقم (١٠-١) البنود المتضمنة في «الكفاءة السنوية لاستخدام الوقود»، وأشكال الكفاءة الأخرى



تجد هذا النوع من الأفران التقليدية التي تعمل بالاحتراق المفتوح (تسحب هواء الاحتراق من حيز المعيشة) في الكثير من المنازل القديمة. إذا ما استبدل بجهاز عالي الكفاءة، يمكن في أغلب الحالات الإبقاء على تمديدات شبكة مجالي الهواء إن كانت بالمقاس المناسب وفي حالة جيدة.

شكل رقم (١٠-٢) مكونات أفران التدفئة التقليدية

www.j4know.com



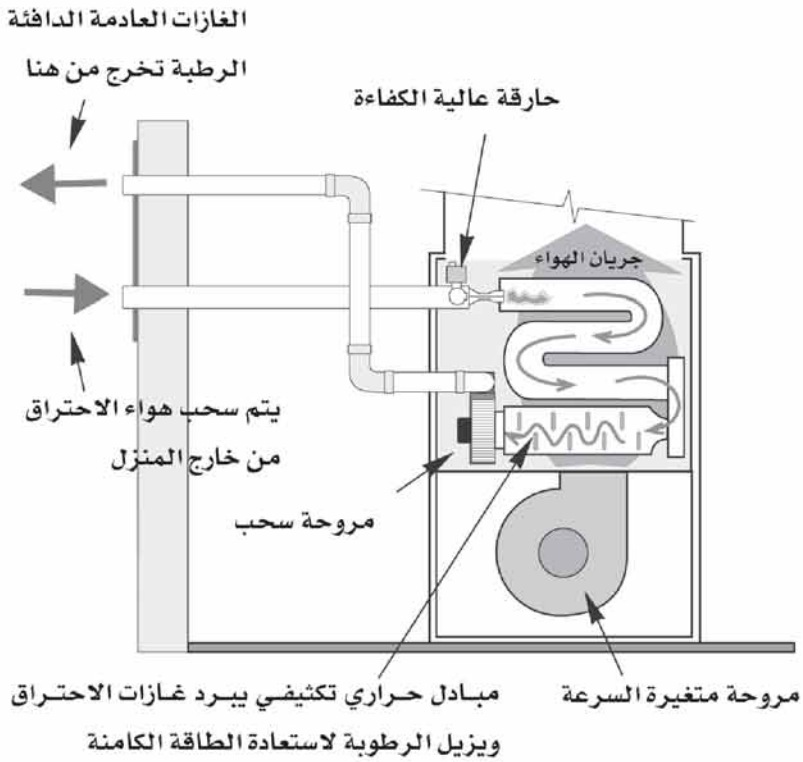
شكل رقم (١٠-٣) فرن تدفئة يعمل بالاحتراق المفتوح (الكفاءة السنوية لاستخدام الوقود أقل من ٧٥٪)

سلامة الاحتراق

الغالبية العظمى من أنواع وقود الاحتراق هي مواد هيدروكربونية، (أي جزيئات مكونة من الهيدروجين، والكربون) وعملية الاحتراق ببساطة، كما هو مبين في الشكل رقم (١٠-٥)، بمثلة تأكسد سريع يتحد فيها الأكسجين مع الكربون والهيدروجين؛ مما يسبب فصلاً جزئياً للهيدروكربون. يمثل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء أهم نواتج هذا التفاعل الكيميائي الطارد للحرارة، كما يمكن أيضاً إنتاج أول أكسيد الكربون، وهو غاز سام ينتج عن الاحتراق غير الكامل، إذا كانت أجهزة الاحتراق لا تعمل على نحو سليم.

www.j4know.com

في حال وجود أجهزة تدفئة تعمل بالاحتراق (فرن تدفئة، ومرجل، أو سخان مياه)، سيتعين عليك معرفة ما إذا كانت المدخنة تعمل بفعالية؛ لتحمل غازات الاحتراق، وتتخلص منها خارج المترل، وعليك أيضاً في المرة القادمة التي تحضر فيها فني تدفئة؛ لصيانة أجهزة تدفئة مترلك، أن تطلب منه التأكد من أن مداخن كل أجهزة الاحتراق المترلية تؤدي وظيفتها على نحو سليم. كذلك، عليك بعمل فحص بين كل فترة وأخرى لأجهزة التدفئة، إذ ينبغي ألاّ تظهر علامات السناج (soot)، أو اللدع (scorching) كما يجب الاّ تلاحظ أي روائح غريبة، أو غير عادية. وإذا ظهرت مثل هذه العلامات، أو ظهر ما يثير القلق، فبادر بالاتصال بالفني المتخصص، أو شركة توزيع الطاقة.

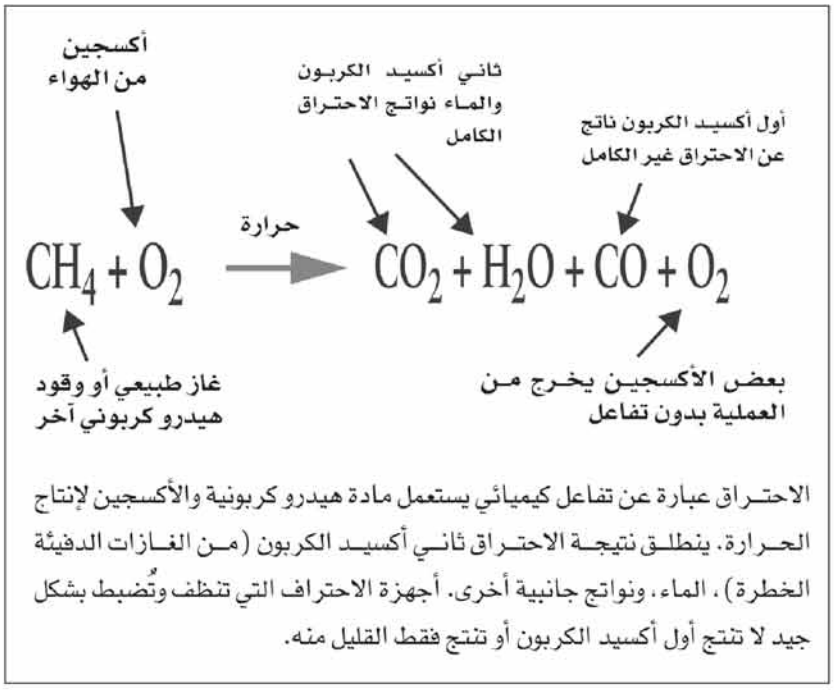


تستعمل أفران الاحتراق محكمة الاغلاق مراوح سحب كهربائية لنقل غازات الاحتراق بشكل آمن إلى خارج المنزل. مجموعة السمات المبينة هنا ترفع كفاءة ومستوى أمان وسلامة الأفران الحديثة.

شكل رقم (١٠-٤) فرن احتراق محكم الإغلاق (الكفاءة السنوية لاستخدام الوقود أكثر من ٩٠٪)

www.j4know.com

تمثل أفران الطبخ (kitchen stoves) التي تعمل بالغاز مشـــكلة فريدة من حيث نوعية الهواء؛ لأنها في أكثر الحالات لا تكون لها مدخنة، ومن ثم فهي تطلق كل غازات الاحتراق الناتجـــة عنها داخل المطبخ. الحل الأمثل لهـــذا النوع من التلوث منخفض المستوى يكمن دائماً في تشغيل مروحة المطبخ في كل مرة يتم يستخدم فرن الطبخ. ومـــن الأهمية وفي هذه الحالة، إيصال مروحـــة المطبخ بمجاري هواء تنتهي إلى خارج المنزل. فالعديد مـــن أغطية المدى -range hoods- (التي تركب فوق غاز الطبخ، لشـــفط الغازات) تصفّي فقط هواء المطبخ بهدف تخليصـــه من المواد الزيتية، ومن ثم إعادته إلى المكان، وهو ما لا يفعل شيئا؛ للحد من أول أكسيد الكربون، أو الملوثات الغازية الأخرى.



شكل رقم (١٠-٥) احتراق وقود هيدروكربوني: التفاعل الكيميائي.

وأخـــيراً، يعد تركيب حسّـــاس كاشـــف لأول أكســـيد الكربـــون (يكلف ٣٠ دولاراً أو أقل من ذلك) في كل دور من المنزل أفضل الدفاعات ضد أول أكسيد الكربون، ومنتجات الاحتراق الأخرى. تأكد من تغيير بطاريات الحسّاس بانتظام.

www.j4know.com

أساسيات نظام مجاري الهواء

تنقل أفران التدفئة التي تعمل بالدفع القسري (forced air furnaces) الهواء الدافئ الى المنزل من خلال شبكة مجاري الهواء (ducts) التي قد تنقل ايضاً الهواء البارد من نظام التبريد (في فصل الصيف). تشمل أنظمة مجاري الهواء عادة مجاري مضغوطة؛ لتزويد الهواء، وتدفع الهواء الدافئ إلى أماكن المعيشة في المنزل، إضافة إلى مجاري منزوعة الضغط مفرغة من الهواء (depressurized) راجعة تسحب الهواء البارد من أماكن المعيشة، تعيده إلى نظام التدفئة.

تعدّ مشكلتا تسرب الهواء، والعزل الحراري الضعيف من المشكلات الشائعة، حيث يتسرب الهواء من المجاري إذا كانت غير محكمة الإغلاق ضد التسرب، وإذا لم تكن هذه المجاري معزولة عزلاً حرارياً، فستنتقل الحرارة بالتوصيل، وتضيع من خلال جدرانها. في كلتا الحالتين، سيترتب عليك دفع غرامة تظهر على شكل زيادة في فاتورة الطاقة، وتتباين في كلفتها حسب موقع مجاري الهواء. وأما إذا كانت مجاري الهواء واقعة خارج أماكن المعيشة، مثل: العليّة (attic)، أو قبو الخدمات (crawl space) السفلي، فيمكن أن يصل مجموع الفاقد حتى ثلث استهلاك الطاقة الكلي. أمّا إذا كانت مجاري الهواء واقعة داخل الحد الحراري للمنزل، مثل: قبو مشطب (للمعيشة)، فالفاقد من الطاقة يكون أقل حدة، على الرغم من أنها تبقى إمكانية أن تشكل هذه الفواقد مشكلات في مستوى الراحة إذا لم يصل الهواء الدافئ إلى الغرف التي من المفروض أن يصلها.

ويجب تصميم شبكة مجاري الهواء؛ لتنقل ما يكفي من الهواء لتدفئة، أو تبريد المنزل، لذا، ينبغي أن يحسب مقاس (أبعاد)، وعدد مجاري الهواء في الوقت الذي يركب فيه نظام التدفئة، أو التبريد، وهي الخطوة التي في الغالب تتجاوز لصالح طريقة غير دقيقة مبنية فقط على الخبرة (rule of thumb). والنتيجة، تكمن في أن العديد من أنظمة مجاري الهواء تكون أقل سعة من المطلوب، ولا تستطيع نقل ما يكفي من الهواء لتبريد، أو تدفئة الغرف المعنية على النحو الملائم؛ مما يجعل نظام التدفئة محتاجاً إلى وقت إضافي للعمل؛ تكون نتيجته هدر كثير من الوقود.

إذا كان فرن التدفئة ومجاري الهواء واقعين في مرآب ملحق (attached garage)، فمن الممكن عند عمل فرن التدفئة أن يسحب دخان عادم السيارة من المرآب من خلال فتحات تسريب في مجاري الهواء؛ مما قد يحمل أول أكسيد الكربون، وغيره من الملوثات من المرآب إلى داخل المنزل. الحل الأمثل أن تبادر

www.j4know.com

بإغلاق أماكن التسـرب في كافة مجاري الهواء الواقعة في المرآب. وكإجراء احتياطي إضافي، احرص دائما على إخراج السـيارة من المرآب مباشرة بعد التشغيل، حتى لا تسـهم في زيادة أول أكسيد الكربون في هواء المنزل، ثم أغلق باب المرآب، وانطلق؛ لأن السيارات الحديثة لا تحتاج إلى فترة تسخين.

الصيانة الدورية المتخصصة لأنظمة التدفئة

ترتبط سلامة وكفاءة فرن التدفئة ببعضهما ارتباطاً وثيقاً، إذ يمكن للضبط السليم لأي جهاز احتراق أن يحسن كفاءته تحسيناً مذهلاً. وتأتي إجراءات الصيانة هذه بفائدة إضافية تكمن في تقليل إنتاج أول أكسيد الكربون، وضمان أن غازات الاحتراق تطرح طرحاً آمناً خارج المنزل. باسـتطاعتك القيام بأبسـط مهام الصيانة للفرن بنفسك: الفحص والتبديل الدوري لمصفي (filter) الفرن، حيث سـتجد مزيداً من المعلومات حول هذه المهمة في الفقرة "الصيانة البسـيطة لفـرن التدفئة" والمذكورة في صفحة رقم (١٣٨). أما بالنسـبة لمهام الصيانة الأكثر أهمية، مثل: فحص كفاءة الاحتراق، وتنظيف حجرة الاحتراق، وتقييم سـحب (draft) المدخنة، فيتعين عليك الاستعانة بفني متخصص. نقدم هنا وصفاً لمجموعة كاملة من مهام الصيانة؛ لتعرف ماهية ونوع العمل الذي ستطلبه من فنيي الصيانة، وإذا تبين أن مقاول التدفئة غير ملم بالاجراءات التي نصفها هنا، ننصحك بالبحث عن مقاول آخر أكثر خبرة. (انظر "مصادر إضافية" ص ٤٠٧)؛ لتجـد فنيي تدفئة مرخصين ومدربين لفحـص أجهزة التدفئة وضبطها لتعمل بأعلى درجات الكفاءة والسلامة.

مهام صيانة أفران التدفئة التي تعمل بالغاز من فنيين متخصصين

يجب فحص وصيانة أجهزة التدفئة التي تعمل بالغاز كل سـنتين إلى أربع سنوات. تنطبـق التدابير التالية على أفـران التدفئة التي تعمل بالغـاز، والمراجل (الغلايات)، وسخانات المياه، والمدافئ المكانية (space heaters) حيث تهدف هذه التدابير إلى تقليل أول أكسيد الكربون، رفع كفاءة الإحتراق للمستوى الأمثل، والتأكد من عمل أجهزة السـلامة. ونحن نضمنها هنا لتوضيح ماهية الاجراءات التي يتعين عليك طلبها من مقاول الصيانة:

- ابحث عن وجود السناج (soot)، وتلف عزل الأسلاك الكهربائية (بفعل الحرارة)، وصـدأ في الحارقة، وفي منطقة مجاري الهواء، أو وجود غاز فرن التدفئة خارج بيت النار (fire box). تدل كل هذه العلامات على وجود مشاكل في الشعلة، وتسرب في غاز الإحتراق، وانتاج أول أكسيد الكربون.

www.j4know.com

- افحص الحارقات من حيث وجود الصدأ، والأوساخ، وعدم التوازن، وسلامة الشعلة، ومشكلات الشعلة الأخرى. نظف الأوساخ، واضبط الحارقات حسب ما تقتضيه الحاجة.
- افحص المبادل الحراري من حيث وجود نقاط تسرب.
- تأكد من أن شعلة الاحتراق الدائمة (إن كانت موجودة) تعمل، وأن اشتعال الحارقة الرئيسة جيد.
- إفحص جهاز التحكم بسلامة شعلة الاحتراق من حيث الإغلاق التام لصمام الغاز عند تعطل شعلة الاحتراق الدائمة.
- افحص نظام التهوية من حيث الحجم والمسافات، أو الانسداد، أو التسرب.
- افحص؛ للتأكد من أن جهاز التحكم بالحد الأعلى (high-limit control) يقوم بوظيفته على أكمل وجه.
- قس مقدار تزويد الغاز، وراقب خصائص الشعلة من حيث السناج، وأول أكسيد الكربون، أو أية مشكلات أخرى في عملية الاحتراق.

يتوجب على فني التدفئة المبادرة بصيانة وضبط الحارقة، إذا لاحظ أيّاً من العلامات التالية:

- مستوى أول أكسيد الكربون أعلى من ١٠٠ جزء لكل مليون.
- وجود دلالات واضحة على وجود السناج، أو مشكلات في الشعلة.
- الحارقات متسخة اتساخاً ظاهراً للعيان.
- مقاس سحب المدخنة غير مناسب.
- لم تتم صيانة الحارقة لمدة سنتين على أقل تقدير.

تتضمن صيانة حارقات الغاز التدابير التالية:

- معالجة أسباب إنتاج أول أكسيد الكربون والسناج، مثل إلاحتراق الزائد، وإغلاق خط الهواء الرئيس، مشكلات في الشعلة، وعدم كفاية هواء الاحتراق.
- العمل على إزالة الأوساخ، والصدأ، وغيرها، والتي من المحتمل أن تسهم في

www.j4know.com

إعاقة عمل الحارقة، وتنظيف المبادل الحراري إن كان ذلك ضرورياً.

- عمل ما يلزم؛ لتحسين سحب المدخنة، إذا لم يكن مناسباً بسبب سوء التهوية، وانسداد المدخنة، ووجود تسرب في المدخنة، وانخفاض الضغط.
- إحكام إغلاق نقاط التسرب في نقاط ربط التهوية والمدخنة.
- ضبط تزويد الغاز، إن تبين من فحص الاحتراق وجود احتراق زائد أو ناقص.

مهام صيانة أفران التدفئة التي تعمل بالزيت من فنيين متخصصين

تتطلب أفران التدفئة التي تعمل بالزيت تماماً ما تتطلبه أفران التدفئة التي تعمل بالغاز من مهام صيانة روتينية. لكن الزيت لا يحترق مثل نظافة احتراق الغاز، من ثم تحتاج أفران التدفئة التي تعمل بالزيت إلى صيانة على فترات متقاربة أكثر من غيرها، بما في ذلك تحليل كامل للاحتراق، وتنظيف شامل للحارقات، والمبادل الحراري.

اطلب من مقاول التدفئة أن ينظف فرن التدفئة الذي يعمل بالزيت ويضبطه مرة في السنة على أقل تقدير. إنّ أداء مهمة ضبط فرن التدفئة من فني تدفئة مؤهل سيوفر في العادة ما بين ٥ إلى ٢٠٪ من فواتير وقود التدفئة، وعلى فني التدفئة أن يقوم بالمهام التالية:

- قياس كفاءة، أول أكسيد الكربون، والسحب، وكل المتغيرات الأخرى ذات العلاقة بالكفاءة الموسمية للفرن، أو المرجل.
- فحص المبادل الحراري من حيث وجود التشققات، الصدأ، والسناج.
- فحص مستوى أول أكسيد الكربون، وعلاج الأسباب إن وجدت.
- تنظيف مروحة الحارقة، وأنبوب النفخ (blast tube)، والأقطاب الكهربائية.
- ضبط الفجوة بين الأقطاب لمسافة صحيحة.
- استبدال مصفي الزيت، وفحص ضغط مضخة الزيت، وإصلاح أي تسرب.
- ضبط الدوار (spinner)، وأداة الإغلاق (shutter)، بحيث تحصل على الحد الأدنى من الدخان.
- فحص حساس الشعلة.
- أداء فحص أخير للاحتراق.

www.j4know.com

تدفق الهواء غير الكافي في مجاري الهواء

تتناقص كفاءة فرن التدفئة. عندما يكون التدفق في مجاري الهواء منخفضاً جدّاً إذ يمكن للمصفيات المتسخة، أو مروحة متسخة، أو مجاري معطوبة، أو ملف تكييف (coil) متسخ، أو أجهزة تسجيل وتحكم (registers) مسدودة أن تتسبب بنقصان جريان الهواء. وهناك سبب آخر شائع لنقصان تدفق الهواء يكمن في سوء اختيار أبعاد مجرى الهواء الراجع.

يسبب انسداد مجاري الهواء تأثيرين رئيسين، يكمن الأول منهما في تقليل تدفق الهواء في المجاري، الأمر الذي يقلل كفاءة التدفئة والتبريد، في حين يتمثل التأثير الثاني بزيادة تسرب الهواء من خلال الإطار الخارجي (shell) للمنزل بسبب ارتفاع ضغط الهواء فيه والذي يشكله انسداد مجاري الهواء. يتسبب هذان العيبان بضياع الطاقة؛ ولذلك، على فني التدفئة أن يقيم جريان الهواء في المجاري؛ للتأكد من أنه مناسب من ناحية، و متوازن بين كل غرف المنزل من ناحية أخرى.

تحسين كفاءة مجاري الهواء

يعطي إحكام إغلاق (sealing) مجاري الهواء أكبر الفوائد عندما تكون هذه المجاري في منطقة متوسطة ومهواة (مثل: قبو الخدمات، أو العليّة) حيث تتبادل مجاري الهواء بكل حرية مع الخارج، الأمر الذي يتسبب بفقدان الطاقة بطريقتين: ضياع الهواء الدافئ أو البارد إلى الخارج، ودخول الهواء الخارجي للمنزل، حيث يحتاج إلى التدفئة، أو التبريد.

تكمن أفضل طريقة لتقييم التسرب من مجاري الهواء باستخدام مروحة معَّيرة محمولة تسمى مروحة مجاري الهواء (duct blower) الموضحة في الشكل رقم (١٠-٦). وكما هو الحال مع مروحة الباب (blower door) التي تستعمل في فحص مقاومة إطار المنزل الخارجي لتسرب الهواء، فإن مروحة مجاري الهواء تقيس كمية التسرب الموجودة في نظام مجاري الهواء، والذي يستخدم كمؤشر عن مدى الفائدة المرجوة من إحكام إغلاق مجاري الهواء. ويمكن استخدام فحص مستوى التسرب في مجاري الهواء أيضًّاً لتحديد أماكن التسرب فيها. تؤدَّى فحوص مروحة مجاري الهواء إمّا من مدققي الطاقة (auditors)، أو من مقاولي التدفئة والتبريد.

عند إجراء فحص التسرب من مجاري الهواء، ستتاح لك الفرصة لتعرف كثيراً عن موقع ومدى خطورة التسرب في نظام مجاري الهواء. يَستخدم العديد من مقاولي تقييم

www.j4know.com

أداء المنازل فحص مروحة مجاري الهواء خلال أداء مهمة إحكام إغلاق مجاري الهواء؛ لتقييم التقدم الحاصل، وتوجيه جهودهم توجيهاً أدق من غيره.

يقوم مدقق الطاقة هذا باستعمال مروحة أنبوبية لقياس تسرب الهواء من نظام مجاري الهواء. سيبين فحص التسرب في مجرى الهواء للفنيين مدى التسرب الموجود وأين قد توجد مثل هذه التسربات.

شكل رقم (١٠-٦) فحص تسرب الهواء من المنزل باستعمال المروحة الأنبوبية (الخرطومية)

إحكام إغلاق نظام مجاري الهواء (ضد تسرب الهواء)

يعد إيجاد وإغلاق أماكن تسرب الهواء (sealing) في مجاري الهواء من المهمات

www.j4know.com

المعقولة التي يمكن أن يقوم بها صاحب منزل مهتم ومتحمس. وتكمن الصعوبة الكبرى في هذه المهمة في كيفية الوصول إلى نظام مجاري الهواء، كما قد يتطلب هذا المشروع العمل في قبو الخدمات، أو العليّة، وهي الحالة التي ستعود عليك بمكاسب كبيرة، لأن التسرب في هذه المناطق غير المكيفة من أكبر الأمور التي تسبب ضياع الطاقة في العديد من المنازل.

ولأداء هذه المهمة، اجمع حقيبة أدوات أساسية لهذا المشروع، واحرص على ارتداء قميص بأكمام طويلة، وسروال طويل، وحذاء قوي، وملابس يمكن تلطيخها بمعجون لاصق (طلاء واق) خاص بمجاري الهواء، وهو المعجون (duct mastic) الذي يلتصق بكل شيء، وهو غير قابل للتنظيف. اشتر زوجاً من القفاز الذي يمكن التخلص منه بعد الاستعمال، وجهاز تنفس؛ لحمايتك من الغبار. كما ستحتاج إلى سكين حادة، وأخرى خاصة بالمعجون بمقاس بوصة واحدة أو بوصتين، وعدد من الفرشات التي يمكن التخلص منها بعد الإستعمال.

تحذير: قد تواجه بعض المخاطر في قبو الخدمات، أو العليّة من ضمنها وجود أسلاك كهربائية حية، وصفائح معدنية حادة، وحيوانات حية، أو غير ذلك من المخاطر التي لم نذكرها هنا. لا تبدأ بهذا العمل إلا بعد التأكد من أنك على استعداد تام لتحمل بعض المخاطر الناجمة عن ذلك.

المواد المستعملة في منع التسرب من مجاري الهواء

يعد المعجون اللاصق (duct mastic) الخاص بمجاري الهواء المادة المفضلة المستعملة لمنع التسرب من مجاري الهواء بسبب قوتها والتصاقها. ضع كمية من المعجون بسماكة ١٦/١ بوصة، واستعمل شبكة تقوية على كل نقاط الوصل (المفاصل) التي يزيد عرضها عن ثُمن بوصة، أو تلك المعرضة للحركة، وتجنب استعمال القماش الرمادي (الشريط اللاصق) الخاص بمجاري الهواء (duct tape) لمنع التسرب في مجاري الهواء؛ لأنها تتعطل وتفقد مفعولها عند تعرضها للحرارة والتبريد على نحو متكرر. وينبغي تثبيت المفاصل بالبراغي؛ لمنعها من الحركة، أو الانفصال، ولا تتوقع أبداً أن يعمل الشريط اللاصق على تثبيت المفاصل ببعضها.

زر محالّ مواد تحسين المنزل؛ لشراء المعجون وشريط القماش اللاصقين، حيث ستكفي كمية من المعجون اللاصق بدلو حجمه جالون واحد (أي : حوالي ٤ لترات) لمعظم أنظمة مجاري الهواء. أمّا إذا كنت تتوقع أن تغلق أيضاً نقاط التسرب في وحدة

www.j4know.com

مناولة الهواء، أو في حجرة فرن التدفئة، فاشتر لفة من الشريط اللاصق الخاص بمجاري الهواء المعدنية (وللعلم هو قابل للإزالة)، واستعمله كلما احتجت الوصول إلى مجاري الهواء؛ لأغراض الصيانة المستقبلية (انظر الشكل رقم ١٠-٧).

معجـون الوقايـة الخاص بمجـاري الهواء والشريـط اللاصق المقـوي هي المواد المفضلة لإغـلاق أماكن التسرب في مجاري الهواء. ضـع المعجون بفرشاه يمكن التخلص منها، أو سكين خاصة، أو باليد بعد وضع القفازات.

شكل رقم (١٠-٧) إحكام إغلاق مجاري الهواء بمعجون واق وشريط لاصق

www.j4know.com

مواقع التسرب في مجاري الهواء

بما أن المواد المستعملة في صناعة مجاري الهواء — الصفيح المعدني، وألواح المجاري من الألياف الزجاجية، والبلاستيك المرن المعزول حرارياً —كلها حواجز هواء فعالة، فإن التسرب يحصل فقط عند المفاصل، والأطراف، والكسور، الأمرالذي يجعل عملية اكتشاف التسرب في مجاري الهواء أو الأطراف عملية سهلة للغاية. وإذا فحصت مروحة مجاري الهواء، فستكون على دراية بأماكن تسرب الهواء الكبرى، وحتى إن لم يكن الحال كذلك، فسيظل باستطاعتك البدء بإغلاق أماكن التسرب في مجاري الهواء. في أغلب الأحيان، تكون الفجوات التي في نظام مجاري الهواء واضحة، ولا تتهاون في المبادرة بإغلاق أي من أماكن تسرب الهواء مهما كانت صغيرة.

ستجدون في المحور التالي قائمة بمواقع التسرب من مجاري الهواء مرتبة حسب أهميتها النسبية. وعموماً، تقع أماكن التسرب التي تتسبب بضياع أكبر قدر من الطاقة بالقرب من فرن التدفئة؛ لأن ضغط الهواء هناك يكون أعلى ما يمكن؛ لذا، ابدأ العمل من هناك.

- حجرة الفرن (furnace cabinet): تحتل أماكن التسرب في وحدة مناولة الهواء، أو في حجرة فرن التدفئة الأولوية القصوى. بادر بإحكام إغلاق أماكن التسرب فيها باستعمال شريط لاصق قابل للإزالة، وخاص بمجاري الهواء المعدنية.

- مفاصل حجزة الغاز (plenum): تقع تلك المفاصل في وحدة مناولة الهواء، وقد تكون صعبة التثبيت، أو الإغلاق بسبب صعوبة الوصول إليها؛ لذا، بادر باتخاذ الخطوة الإضافية المتمثلة بإحكام إغلاق أماكن تسرب الهواء بمادة المعجون اللاصق (الطلاء الواقي)، وشريط القماش اللاصق.

- تجاويف خطوط الهواء الراجع (cavity returns): يلجأ بعض مقاولي الأعمال الميكانيكية أحياناً إلى عمل مجارٍ للهواء الراجع بتركيب صفائح معدنية، أو مواد أخرىَ تركيباً عمودياً على دعائم تثبيت الأرضية (floor joists)، أو الجدران السفلية، ولكن كثيرا ما تكون هذه "التجاويف الراجعة" مسربة للغاية (انظر الشكل رقم ١٠-٨). وإذا كانت هذه التجاويف متصلة بالخارج عند محيط المبنى، فإن نسبة كبيرة من الهواء الراجع قد تأتي من الخارج. وأما إذا استطعت تحديد إحدى هذه التجاويف الراجعة، فأحكم إغلاق أطراف

www.j4know.com

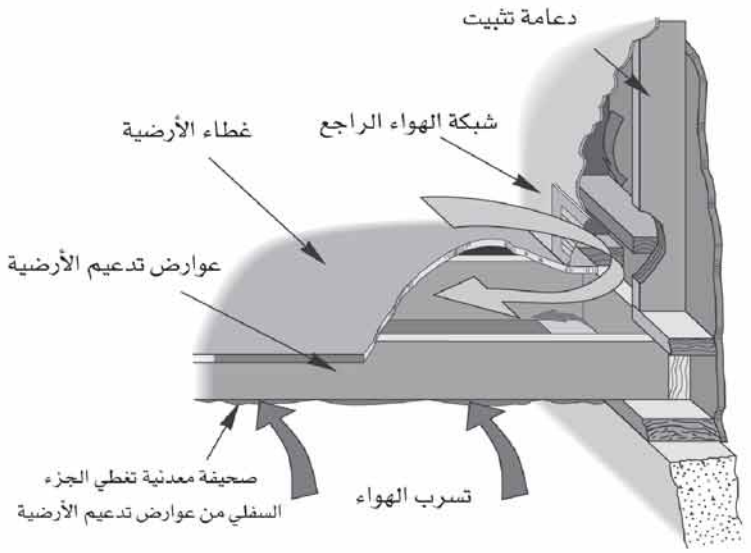
الصفائح المعدنية إلى الإطار الخشبي بأحسن ما تستطيع، أو فكر في استخدام مقاول أعمال تدفئة؛ لاستبدالها بشبكة مجار معدنية.

- المفاصل عند نقط انطلاق المجاري الفرعية: ينبغي إحكام إغلاق هذه المفاصل عالية التسريب، حيث تلتقي مجاري الغرف مع مجرى الهواء الرئيس بطبقة سميكة من المعجون اللاصق.
- المفاصل عند الأكواع القابلة للضبط: أحكم إغلاق هذه المقاطع المعدنية المثلثية المعروفة بالقطع المثلثية، وذلك باستعمال المعجون اللاصق.
- الفتحات الكبيرة: أحكم إغلاق الفتحات التي يزيد بعدها عن بوصة واحدة برقعة معدنية مثبتة ببراغٍ خاصة بالصفائح المعدنية، ثم غط الرقعة بالمعجون اللاصق (الطلاء الواقي).
- مغلِّفات الأنابيب (tabbed sleeves): أربط مغلَّف الأنبوب للمجرى الرئيس بأربعة إلى ستة براغٍ، وغطه بالمعجون اللاصق (الطلاء الواقي).
- المفاصل في المجاري الرئيسة المستطيلة: ضع برغيين أو ثلاثة براغٍ في كل مفصل؛ لتثبيت القطع مع بعضها، ثم ضع المعجون والشبكة اللاصقة حول المفصل.
- المفاصل بين المجاري المرنة وحجرات الغاز: استعمل الخيط، أو السلك البلاستيكي الرابط؛ لشد وتثبيت البطانة الداخلية للمجرى المرن إلى الغطاء المعدني الواقي، ومن ثم غط الحواف بالمعجون اللاصق، وثبت العزل الحراري والبطانة الخارجية بسلك آخر، أو باستخدام رابط، وذلك بعد شدها (انظر الشكل رقم ١٠-٩).

العزل الحراري لمجاري الهواء

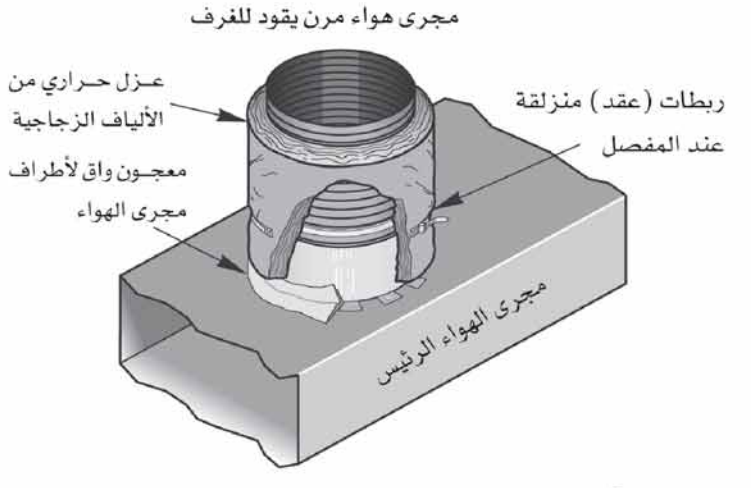
ينبغي تركيب عزل حراري مناسب لمجاري الهواء إذا كانت واقعة خارج المناطق المدفأة أو المبردة من المنزل مثل: العليّة، أو قبو الخدمات، أو مرآب السيارة (الشكل رقم ١٠-١٠). تعدّ الألياف الزجاجية أكثر المواد شيوعاً لعزل مجاري الهواء، وهي تباع عادة بسماكة تعادل مستوى مقاومة حرارية R-6 و R-8، وهي متوفرة في أي محل كبير لبيع مواد تحسين المنزل. احرص على شراء أكبر سماكة متوفرة.

www.j4know.com



ممرات الهواء الراجع التي تستعمل عوارض تدعيم الأرضية وتجاويف المنزل الأخرى تكون عرضة لتسرب زائد للهواء، ويمكن أن تسحب الهواء الخارجي الملوث إلى داخل المنزل.

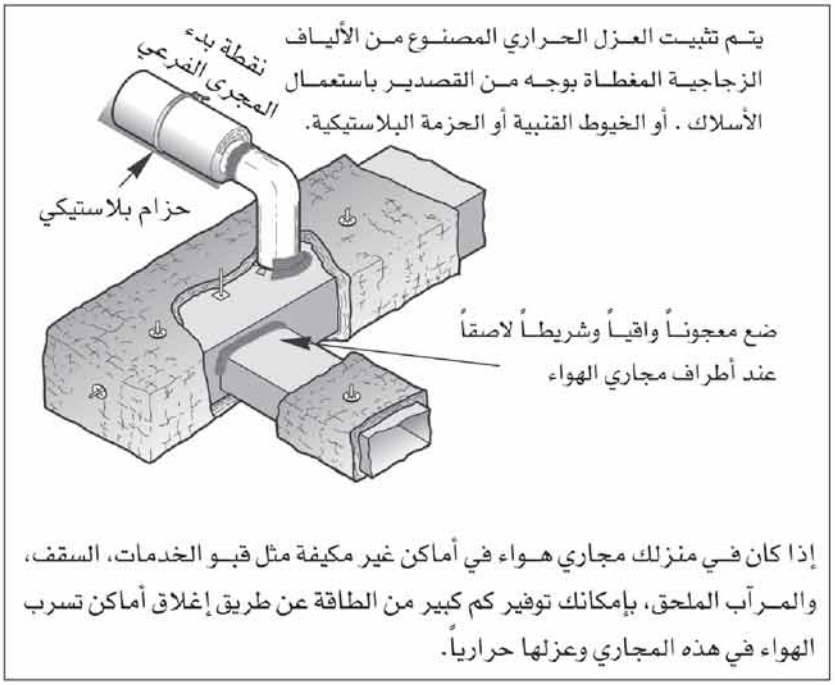
شكل رقم (١٠-٨) استعمال تجاويف الأرضية والجدران كمجارٍ للهواء



في كثير من الأحيان، تنفصل مجاري الهواء المرنة المعزولة عن المجرى الرئيس. أعد تثبيتها بسلك، عقد انزلاقية أو مشابك كبلات. غط المفاصل بطبقة من المعجون الواقي وشريط لاصق من الألياف خاص بمجاري الهواء.

شكل رقم (١٠-٩) تثبيت وإحكام إغلاق مجاري الهواء المرنة

www.j4know.com



شكل رقم (١٠-١٠) إغلاق أماكن التسرب والعزل الحراري لمجاري الهواء

تعد عملية تركيب عزل حراري لمجاري الهواء مهمة، وباستطاعتك تنفيذها بنفسك، وذلك باتباع القواعد العامة التالية:

- اجعل كل قطعة أكبر ما يمكن؛ لتجنب الأطراف.
- اقطع العزل الحراري بحذر حول العوائق؛ لتجنب الفجوات والفراغات؛ لأن ذلك من الأمور المهمة المؤدية لتحقيق مستوى مقاومة حرارية (R-value) مرتفع.
- احرص على وجود تداخل بين القطع عند الأطراف.
- اربط الأطراف بشريط لاصق ذي نوعية عالية، مثل: الشريط اللاصق المصنوع من قصدير الألمنيوم، أو الفينيل. احرص على أن تكون نهاية كل قطعة من الشريط اللاصق متجهة إلى الأسفل؛ لأنها إذا كانت متجهة إلى الأعلى فستعمل الجاذبية في نهاية المطاف على سحبها من مكانها. ومن ثم سيتعرض العزل الحراري الذي يعتمد كلياً على الشريط اللاصق لتثبيته في مكانه للسقوط؛ لذا، ثبت العزل الحراري باستعمال خيط قاسٍ أو أسلاك ربط بلاستيكية.

www.j4know.com

استبدال أنظمة التدفئة

يتعين عليك في الوضع المثالي، تحسين العزل الحراري، ومنع تسرب الهواء في منزلك قبل شـــراء نظام تدفئة جديد. نحن نقترح تحسين العزل الحراري للجدران إلى مستوى مقاومة حرارية يتراوح ما بين R-21 إلى R-30 عن طريق وضع ما يتراوح بين بوصتين إلى ٤ بوصات من العزل الحراري الرغوي على الســـطح الخارجي للمنزل، وتحســـين العزل الحراري للعلية (attic) لمستوى R-60 قبل اتخاذ قرار استبدال نظام التدفئة.

وبعد تحسينك وضع الإطار الخارجي للمنزل، سيكون لديك عندئذٍ خيار تركيب نظـــام تدفئة أصغر بكثير من غيره. لكن من المهم إنجاز العمل بالتسلســـل الصحيح: إســـتثمر أموالك في تحسين الإطار الخارجي للمنزل، ومن ثم اطلب من مقاول التدفئة حســـاب قدرة نظام التدفئة — الذي سيكون بالتأكيد أصغر من غيره- والذي يمكن تركيبه لتدفئة بيتك بعد إدخال التحسينات الجديدة عليه. إذا كان نظام التدفئة الحالي يعاني من المشكلة الشائعة المتمثلة بشبكة مجاري هواء أقل من المطلوب -التي ينتج عنها تدفق هواء قليل جدّاً- فقد يكون من الممكن حساب أبعاد نظام مجاري الهواء الحالي على النحو الصحيح، بعد تجميعها ومن ثم تحســـين الإطار الخارجي (shell) للمنزل، وتركيـــب نظام تدفئة أصغر من النظام الحالي. وإذا قللت حمل التدفئة بما فيه الكفاية، فقد يكون باستطاعتك تدفئة منزلك بمدفأة مكانية (غير مركزية) من نوعية ذات جودة عالية لا تحتاج إلى شبكة مجاري هواء أصلاً.

اختيار فرن تدفئة جديد يعمل بالغاز

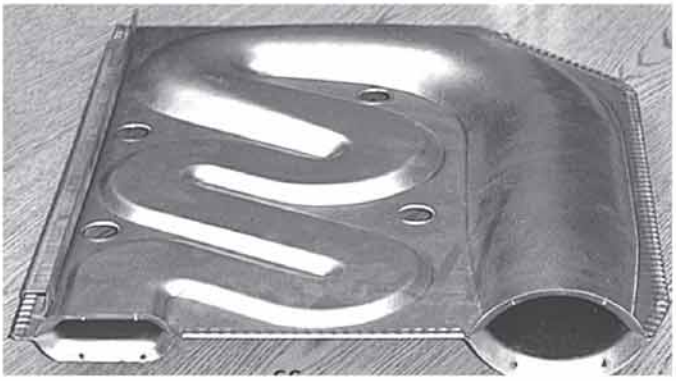
لتتمكن من تقدير التوفير الذي ستجنيه في فواتير تدفئة المنزل من جراء تركيب فرن تدفئـــة جديد، عليك بالرجوع إلى المبلغ الذي تنفقه على التدفئة من فاتورة الخدمات الخاصة بمنزلك، والذي يمكن تحديـــده بدقة باتباع الإجراء الموضح في «تحليل فاتورة الطاقة الخاصة بالمنزل» المذكورة في الصفحة رقم (٣٥). بعد ذلك، قارن كفاءة الفرن الموجود مع كفاءة الفرن الجديد المقترح. على الأرجح، ســـتكون كفاءة الفرن القديم حوالي ٦٥٪، في حين نحـــن ننصح بتركيب فرن تدفئة لا تقل كفاءته عن ٩٠٪، مما يحقق وفورات بحـــوالي ٢٥٪ من تكاليف تدفئة المنزل. وتصنف كفاءة أفران التدفئة حســـب الكفاءة السنوية لاستغلال الوقود (AFUE) التي تبيّن عادة على بطاقة دليل كفاءة الطاقة الخاص بالفرن.

إذا لم يكن لفرن التدفئة الخاص بمنزلك مروحة ســـحب (شـــفط)، وكان مزوداً

www.j4know.com

بشـــعلة احتراق دائمة (pilot flame) قديمة، فعليك التفكير في استبداله. يعمل هذا النوع من الأفران من طراز الاحتراق المفتوح بكفاءة ســـنوية لاســـتغلال الوقود عند حوالي ٦٥٪، وســـيكون أمامك خياران يتعلقان بالكفاءة عند تســـوقك لشراء فرن تدفئة يعمل بالغاز:

- طراز محســـن من الفرن الموجود بحوزتك بكفاءة ســـنوية لاســـتغلال الوقود (AFUE) عنـــد حوالي ٨٢٪، وهو مجهز بآلية اشـــتعال إلكترونية، ومروحة سحب. نحن نسمي هذا الطراز هنا بـــ "٨٠+".
- فرن تكثيف بكفاءة ســـنوية لاستغلال الوقود أكثر من ٩٠٪، حيث يسترجع هذا النوع الحرارة الزائدة من غازات الاحتراق عن طريق اســـتراف الماء من غازات الاحتراق من خلال مبادل حراري خاص مقاوم للصدأ (انظر الشكل رقم (١٠-١١). نحن نسمي هذا النوع هنا بـــ "٩٠+".



تستعمـل الأفران عالية الكفاءة مبـادلات حرارية خفيفة الوزن من الفولاذ المقـاوم للصدأ مما يجعلها تستخلص كميـة أكبر من الحرارة من الشعلة ومن غازات الاحتراق. تقوم مروحة بسحب غازات الاحتراق.

شكل رقم (١٠-١١) مبادل حراري متطور يستعمل في الأفران عالية الكفاءة

إنّ استبدال فرن التدفئة القديم بآخر من طراز ٨٠+ سيوفر ما بين ١٠ إلى ١٥٪ من تكاليف التدفئة الحالية، في حين سيوفر فرن تدفئة من نوع ٩٠+ ما بين ٢٠ إلى ٢٥٪. وبالنظر إلى قلة فرق الســـعر بينهما، فإن فرن الـــ ٩٠+ سيكون من أفضل الخيارات

www.j4know.com

بأسعار الوقود السائدة الآن، وستزيد الفائدة أيضاً بازدياد أسعار الوقود. ويوفر فرن الـ ٩٠+ أيضاً ميزات مهمة جدّاً تتعلق بالسلامة، لأنه في العادة يركب بحيث يسحب هواء الاحتراق من خارج المترل، وهو ما يعرف بالاحتراق المغلق، أو التهوية المباشرة. بيّن لمقاول التدفئة أنك تريد فرن التدفئة الجديد من نوع ٩٠+، على أن يكون موصولاً، بحيث يسحب هواء الاحتراق من خارج المترل.

اختيار مرجل (بويلر Boiler) جديد

يمكن للمراجل (الغلايات) الجديدة عالية الكفاءة التي تعمل بالغاز توفير كمية كبيرة من الطاقة في المنازل عالية الكفاءة. ولكن لكي تتمكن من تطبيق هذه التقنية بنجاح، يجب أن يكون المترل معزولاً حرارياً ومانعا لتسرب الهواء تماماً. توفر مراجل التكثيف (condensation boilers) الطاقة بتدوير الماء منخفض الحرارة بطريقة أفضل من المراجل التقليدية. ولاستعمال المشعات (radiators) الموجودة بفعالية، يتوجب عادة إضافة طبقة سماكتها ٢ إلى ٤ بوصة من العزل الحراري الرغوي وأن تكون نوافذ المترل فعالة جداً.

إذا لم تتمكن من زيادة العزل الحراري لمترلك، واحتجت إلى استبدال البويلر (المرجل)، فقد لا يكون مرجل التكثيف هو خيارك الأفضل؛ لأن مرجلا من طراز ٨٠+ سيكون أرخص، وأكثر ملاءمة لتوصيل الماء إلى مشعات التدفئة الموجودة على درجة الحرارة للنظام الحالي. لكن، من ناحية أخرى، قد يكون المرجل الموجود يعمل بالفعل بكفاءة سنوية لاستغلال الوقود تساوي ٨٠٪، ومن ثم، فإن الوفورات المترتبة على استبدال المرجل القديم قد لا تكون مجزية.

التدفئة بالأرضيات المشعة (Radiant Floor Heating)

توفر الأرضيات المشعة مستوى لا ينافس من الراحة، وكفاءة طاقة قصوى، وإمكانية استخدام مرجل تكثيف، أو مضخة حرارية تعمل بالماء الساخن إلى أقصى حد ممكن. تحتاج الأرضيات المشعة إلى مياه بدرجات حرارة منخفضة نسبيّاً، والتي تستطيع مراجل التكثيف والمضخات الحرارية التي تعمل بالماء الساخن (hydronic heat pumps) أن توفرها. يمكن إدماج الأنابيب المشعة ضمن بلاطات الإسمنت التقليدية، أو الأرضيات المصنوعة من الخشب بالكامل.

على الرغم من الميزات الواضحة للتدفئة بالإشعاع الحراري، فإن من السهولة إنفاق كثير من المال على خيارات التدفئة المعقدة، والقليل على العزل الحراري. في أغلب

www.j4know.com

الأحيان، يؤدي ذلك إلى إنفاق ضخم غير ضروري على أجهزة تدفئة جديدة، ولكن بدون تخفيض ملموس على تكاليف طاقة التدفئة، وانبعاث الكربون.

التعديلات على المدخنة

قد يتطلب استبدال فرن التدفئة القديم بآخر جديد تغييرات إضافية، حيث يتغاضى عنها في الغالب المقاولون وأصحاب المنـــازل. وتتصدر المداخن قائمة البنود المهملة، وخصوصاً كون كثير من أفران التدفئة الموجودة أكبر من اللازم، وعلى وجه الخصوص بعد تحسين الإطار الخارجي للمنزل.

عنـــد تركيب نظام تدفئة جديد أصغر من حيث القدرة، تكون المدخنة القائمة في أكثـــر الحالات أكبر بكثير من اللازم لفرن تدفئة جديد من طراز +٨٠؛ لأن مثل هذا الفـــرن في غالباً ما ينتج حجماً أقل من غازات الاحتراق مقارنة بفرن التدفئة القديم، وتكون تلك الغـــازات على درجة حرارة أقل من غيرهـــا. وقد يتطلب ذلك إعادة وضع بطانة للمدخنة القائمة، الأمر الذي يرفع تكلفة فرن التدفئة الجديد رفعاً كبيراً. لكن إهمال هذا التحســـين، وعدم إعادة وضـــع بطانة، قد ينتج عنه تكاثف حامضي يتســـبب بتهالك المدخنة. وبالمقارنة، يتضح لنا عدم اســـتخدام فرن التدفئة من نوع +٩٠ مدخنة عمودية معيارية، بل يســـتخدم بدلاً منها ماســـورة بلاستيكية للتهوية، الأمر الذي يعود بفوائد عظيمة من حيث الصحة والسلامة، وذلك بالمقارنة مع أفران التدفئـــة التي تنفث الغازات في مدخنة عمودية، وتســـحب هواء الاحتراق من داخل المنزل. وعند تركيب ماسورة التهوية البلاستيكية لفرن تدفئة نوع ٩٠+، تواجهك في الغالب إحدى المشكلات الشائعة التي تتمثل بترك سخان الماء الذي يعمل بالغاز يدفع الغازات في مدخنة قائمة صممت أصلاً لتستوعب فرن التدفئة، وسخان الماء مجتمعين. قد تكون المدخنة القديمة كبيرة جدّاً على سخان الماء لوحده، مما يتطلب بطانة أصغر، أو مدخنة جديدة مصممة لسخان الماء فقط. وإذا ركبت فرن تدفئة جديد، فتأكد من قيام فني التدفئة بفحص ســـحب المدخنة عند سخان الماء؛ للتثبت من أنه ملائم لنفث غازات الاحتراق إلى الخارج.

المدافئ المكانية (Space Heaters) والتدفئة المناطقية (Zone Heating)

تتميز المدافئ المكانية (غير المركزية) بأنها بطبيعتها أكثر كفاءة من التدفئة المركزية؛ لأنها لا تحتاج إلى مجاري هواء، أو أنابيب لتوزيع الحرارة. إنّ توزيع الحرارة من خلال أنابيب، أو مجاري هواء يسبب تحت الظروف الاعتيادية ضياعاً يتراوح ما بين ١٠ إلى ٣٥٪ من الحرارة.

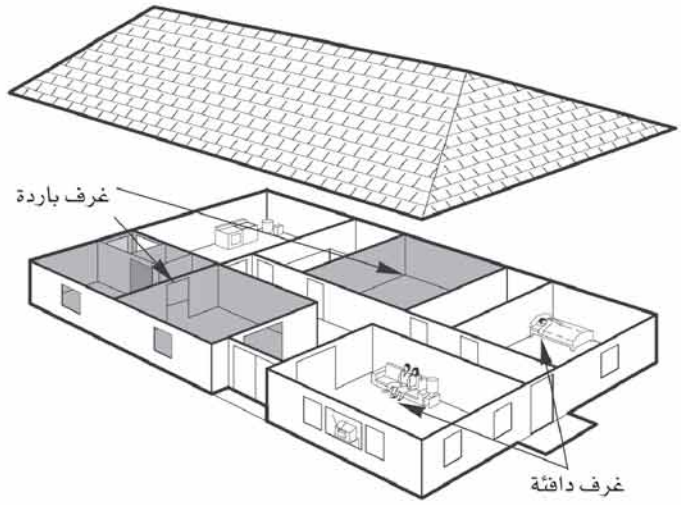
www.j4know.com

وفي أزمة الطاقة في السبعينيات، وأوائل الثمانينيات، قلّص العديد من أصحاب المنازل من استعمالهم للتدفئة المركزية لصالح التدفئة المكانية؛ لتوفير المال. وكلما ارتفعت أسعار الطاقة، سيبدأ عدد أكبر من أصحاب المنازل باستعمال المدافئ المكانية مرة أخرى.

يعدُّ التباين في درجة الحرارة التي تحصل خلال الطقس البارد بين المناطق القريبة من المدفأة المكانية والمناطق البعيدة عنها إحدى مساوئ استعمال المدافئ المكانية. ولكن إضافة المزيد من العزل الحراري، وجعل المنزل أكثر مقاومة لتسرب الهواء قد يقلل هذه المشكلة إلى الحدود الدنيا، إذ يمكن تدفئة منزل كامل يتمتع بعزل حراري ممتاز بمدفأة مكانية واحدة، أو أكثر بكل سهولة ويسر.

التدفئة المناطقية

نحن نقترح ثلاث استراتيجيات لتقسيم المنزل إلى مناطق (home zoning) من أجل استعمال مدافئ مكانية كهربائية (إنظر الشكل رقم ١٠-١٢). يمكن لهذه الإستراتيجيات – كل على حدة أو مجتمعة – أن تخفض تكاليف التدفئة بنسبة ٥٠٪ أو أكثر من ذلك.



يمكن لأجهزة التدفئة الكهربائية سواء كانت منها الأرضية منها أو الإشعاعية أو المتنقلة أن تحافظ على درجات حرارة مختلفة للمناطق المختلفة من المنزل وذلك حسب كيفية استعمال سكان المنزل للغرف.

شكل رقم (١٠-١٢) التدفئة المناطقية باستخدام الكهرباء

www.j4know.com

وتتلخص الإستراتيجيات الثلاث على النحو التالي:

- استعمل مدفأة مكانية واحدة تعمل بالغاز أو الكهرباء؛ لتدفئة قلب أو مركز (core) المترل، واسمح لباقي المترل أن يكون أبرد من قلب المترل. باستطاعة مدفأة مكانية كهربائية محمولة واحدة بكل سهولة أن تدفئ غرفة واحدة، الأمر الذي قد يكون كافياً إذا كان هناك عدد قليل من الناس في المترل.
- تحكَّم بالتدفئة المركزية باستخدام جهاز ضبط حرارة قابل للبرمجة، بحيث توفر مستوىً مريحاً من درجة الحرارة في أرجاء المترل كله أثناء فترات النشاط الرئيسة، ومن ثم برمج جهاز ضبط الحرارة؛ لينخفض إلى مايتراوح بين ٥٠ إلى ٦٠ درجة فهرنهايت أثناء الليل، وفترات النشاط المنخفض. فكر بتركيب أرضية إشعاعية كهربائية، أو لوح إشعاعي (radiant panel)، أو مصباح حراري (heat lamp) في الحمام لتوفير الراحة هناك.
- ركبّ ألواح تدفئة إشعاعية منخفضة الحرارة تعمل بالكهرباء، ويتحكم بها عن طريق أجهزة ضبط الحرارة، وحساسات إشغال فوق صوتية (ultrasonic occupancy sensors). تعمل حساسات الإشغال على عدم السماح بالتدفئة إلا إذا كان هناك سكان في المكان (الغرفة)، حيث تدفيء الألواح الإشعاعية الكهربائية الناس مباشرة، وتكتسب كفاءة اضافية لأنها تنتج الحرارة بسرعة حال تشغيلها. توفر الحرارة الإشعاعية الكهربائية ٣٠٪ على الأقل من الكهرباء التي تستهلكها المدافئ الكهربائية التي تنقل الحرارة بالحمل وتعدّ بذلك على الأرجح أرخص طريقة لتدفئة البيوت فائقة العزل.

المدافئ المكانية التي تعمل بالغاز

لا تحتاج المدافئ المكانية إلى شبكة مجاري هواء، ويتمتع النوع الذي يعمل بالغاز بشعبية كبيرة في أكثر المناطق الأكثر اعتدالاً في مناخها، مع أنها أيضاً لها دور متزايد في المنازل فائقة الكفاءة، حيث تكون المدافئ الصغيرة كافية.

لكن يمكن للمدافئ المكانية أن تشكل مخاطر من ناحية السلامة، ويكون سبب هذه المشكلات في الغالب عدم ملاءمة المدخنة؛ لذلك، تسحب أكثر المدافئ المكانية الحديثة الأمنة هواء الاحتراق من خارج المترل، ولها حجرة احتراق محكمة الإغلاق، وهي السمة التي يطلق عليها الاحتراق المغلق، أو التهوية المباشرة (direct vent). وحتى المدافئ المكانية التي تسحب هواء الاحتراق من داخل المترل، ومزودة بمروحة

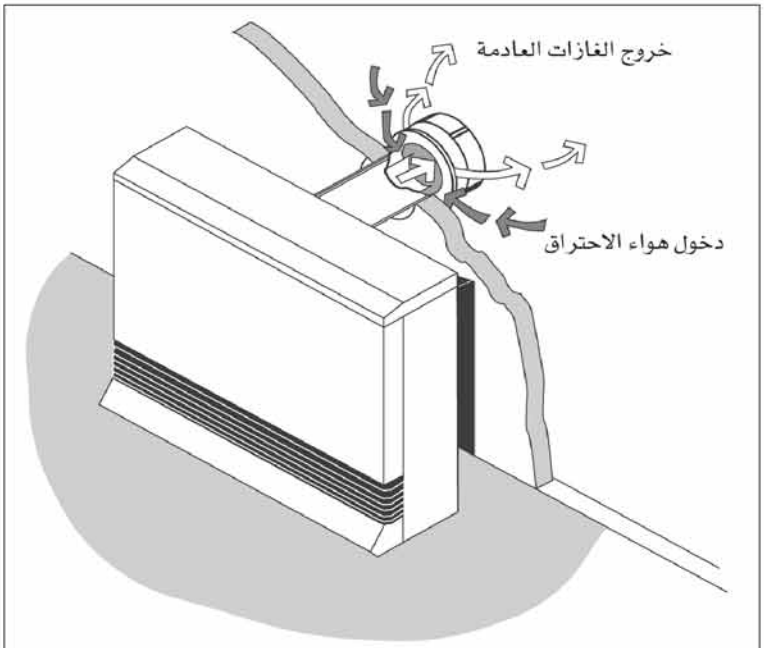
www.j4know.com

للتخلص من غازات الاحتراق، أكثر أماناً من النماذج القديمة للمدافئ المكانية، في حين تعدّ المدافئ المكانية غير المزودة بتهوية مناسبة خطيرة, وخصوصاً في المنازل محكمة الإغلاق ضد تسرب الهواء، ولذا ينبغي إزالتها.

المدافئ المكانية القديمة التي تعمل بالغاز

تعمل أغلب مدافئ الغرف التي تعمل على الغاز بكفاءة تتراوح ما بين ٦٠ و ٧٥٪، وهناك أربعة أنواع معروفة من هذا النوع من المدافئ:

- مدافئ الغرف الحرة القائمة (Freestanding).
- أفران الأرضيات (Floor furnaces).
- أفران الجدران المرتدة (أفران في فجوة الجدار Recessed wall furnaces).
- أفران الجدران بالتهوية المباشرة (Direct-vent wall furnaces) (أنظر الشكل رقم ١٠-١٣).



تتم تهوية جهاز التدفئة الجديد بالتهوية المباشرة المبين في الشكل هنا مباشرة من خلال الجدار، مما يسهل عملية تركيبه. تأتي مثل هذه الأجهزة بإغلاق محكم لحيز الاحتراق مما يجعلها أكثر أماناً من النماذج القديمة.

شكل رقم (١٠-١٣) أجهزة التدفئة الحائطية بالتهوية المباشرة

www.j4know.com

تعدّ الأنواع الثلاثة الأولى مـــن التصاميم القديمة، والتي قد تكون لها أجهزة قديمة للتحكم بالسلامة، كما أن أقدم الأنواع منها قد لا تكون مجهزة بجهاز سلامة الشعلة؛ لإغلاق النظام في حال عدم العمل، أو انطفاء شعلة الاحتراق الدائمة (pilot flame). ومن هذا المنطلق، يتعين استبدال هذه الوحدات القديمة أو تحديثها بتزويدها بصمامات غاز مجهزة بوسائل تحكم بسلامة الشعلة.

أمّا مدافئ الغرف التي تواجه مشـــكلات في ســـحب الغازات، أو الاحتراق فهي بالذات خطرة؛ لأنها موجودة داخل حيز المعيشـــة. وتواجـــه مدافئ الأرضيات في الغالب مشكلات تتعلق بإعادة غازات الاحتراق إلى داخل المنزل (backdrafting)، والذي يســـببها موقع المدفأة التقليدي الواقع في وسط الغرفة، حيث يحتم الحاجة إلى وصلة تهوية أفقية طويلة حـــتى تصل إلى المدخنة الموجودة دائماً عند حافة الغرفة، مما يجعلها عرضة للســـحب الضعيف. ولهذ الســـبب، ينبغي فحص كل مدافئ الغرف الموجودة التي تعمل بالغاز من ناحية أول أكسيد الكربون، والسحب؛ للتأكد من أنها لا تشكل خطراً وشيكاً.

المدافئ المكانية الحديثة الكفؤة التي تعمل بالغاز

تبدو أحدث مدافئ الغرف التي تعمل بالغاز والتي تتمتع بكفاءة طاقة عالية شبيهة جداً بالنماذج القديمة غير أنها تتضمن مجموعة من التحسينات المختلفة لتحقيق كفاءة من ٧٨ إلى ٨٢٪ من أهمها:

- مبادلات حرارية من معادن خفيفة.
- مراوح لتدوير هواء الغرفة.
- مروحة للتحكم بنفث غازات الاحتراق.
- شعلات احتراق متقطعة.

وتزود أكثر النمادج سلامة وكفاءة بمروحة سحب وحجرة احتراق محكمة الإغلاق.

الصوبات والمواقد الزخرفية (Decorative stoves and fireplaces) التي تعمل بالغاز

تعدّ الصوبات والمواقد الزخرفية التي تعمل بالغاز شائعة الاستعمال، وهي مرغوبة لمنظرها الجذاب، لكن كفاءتها الســـنوية لاستغلال الوقود تتراوح فقط ما بين ٣٠ إلى

www.j4know.com

٧٠ ٪، مـــن ثم ليس لها دور في المنازل ذات الكفاءة العالية. تتمتع الصوبات الزخرفية التي تعمل بالغاز بكفاءة أعلى من المواقد الزخرفية التي تعمل بالغاز، ولكنها أكثر كفاءة فقط بقليل من المدافئ المكانية التي تعمل بالغاز والتي صنعت قبل ثمانين عاماً.

أمّـــا ما يتعلـــق بمدافـــئ المواقد (المدافـــئ التي تركـــب داخل حجـــرة الموقد (fireplace inserts)، والتي تتكون من جذع من الســـيراميك، وحارقة تعمل على الغـــاز مدخلة ضمن موقدة معيارية، فهـــي في الغالب خطرة وغير كفؤة. إذ لا يمكن التنبؤ بســـحب المدخنة لأنها مجمعة ومصنوعة بطريقة غير معيارية، وحدوث أي فراغ في المنزل (انخفاض في الضغط) — بسبب مراوح الشفط، أو أجهزة غاز أخرى — يمكن بســـهولة أن يعيد غازات الاحتراق إلى داخل المنزل مســـبباً تلوث المنزل. ولا بد من التنويه إلى أن أيّاً من المنتجات (أجهزة التدفئة) التي ذكرت في هذا القســـم لا تصلح للتركيب في منزل يتمتع بكفاءة عالية في استهلاك الطاقة.

المدافئ المكانية غير المهواة (Unvented Space Heaters)

تحرق هذه المدافئ (غير المزودة بمدخنة) الغاز الطبيعي، أو البروبان، أو الكاز؛ لتدفئة غرفـــة واحدة، أو منزل صغير. وهذا النوع من المدافـــئ ليس له مدخنة، من ثم فهي تطلق كل نواتج وغازات الاحتراق داخل المنزل من بينها ثاني أكسيد الكربون، وأول أكســـيد الكربون، وبخار الماء، وملوثات أخرى. ويمثل أول أكسيد الكربون مصدر قلق من نوع خاص، لأن وجود مستويات عالية من هذا الغاز السام يمكنها أن تسبب الأذى أو الموت. وعلى الرغم من أن هذه المدافئ لا تطلق دائماً أول أكسيد الكربون، والملوثات الأخرى، فإنه من الصعوبة معرفة مدى ســـلامة عملها دون فحصها بمجس لأول أكســـيد الكربون. بناء على ذلك، إذا كان في منزلك مدفأة مكانية غير مهواة، فيتعين عليك كحد أدنى تركيب جهاز إنذار لأول أكسيد الكربون بالقرب من المدفأة المكانية؛ لتوفير بعض الحماية لعائلتك. كما يمكن لبخار الماء المنبعث من المدفأة المكانية غير المهواة أيضاً أن يســـهم في مشكلات الرطوبة في المنزل، ويشجع على نمو العث، والعفن، كما يمكن أن يســـبب أمراضاً في الجهاز التنفسي، مثل التحسس، والأزمة، وكذلك، يمكنه أن يتسبب بتهالك المنزل.

وأما، إذا كان لديك مدفأة مكانية غير مهواة، ففكر جديّاً باستبدالها بمدفأة مكانية أخـــرى جديدة من النوع الذي يعمل بالاحتـــراق محكم الإغلاق (المغلق)؛ لأن هذه الوحدات الجدارية التي تعمل بالســـحب القسري تسحب الهواء النظيف من الخارج،

www.j4know.com

وتنفث غازات الاحتراق إلى الخارج.

الصوبات التي تعمل على رصاصات الوقود (Pellet Stoves)

تشـــهد هذه الصوبات عودة قوية كردة فعل لارتفاع تكاليف الوقود الأحفوري؛ لكونها تحرق المخلفات الســـيليولوزية المضغوطة على شـــكل وحدات بأشكال أكثر انتظاماً وجفافاً وذلك مقارنة بالخشـــب؛ مما يعطي هـــذه الصوبات ميزة من ناحية الكفـــاءة. يتوفر هذا النوع من الصوبات كوحدات حرة قائمة، أو كمدافئ للمواقد، وتغذّى تغذية آلية من حاويات تخزين داخلية تتســـع لـــ ٢٠ إلى ٥٠ كغم من حبات الوقود الصلبة المضغوطة.

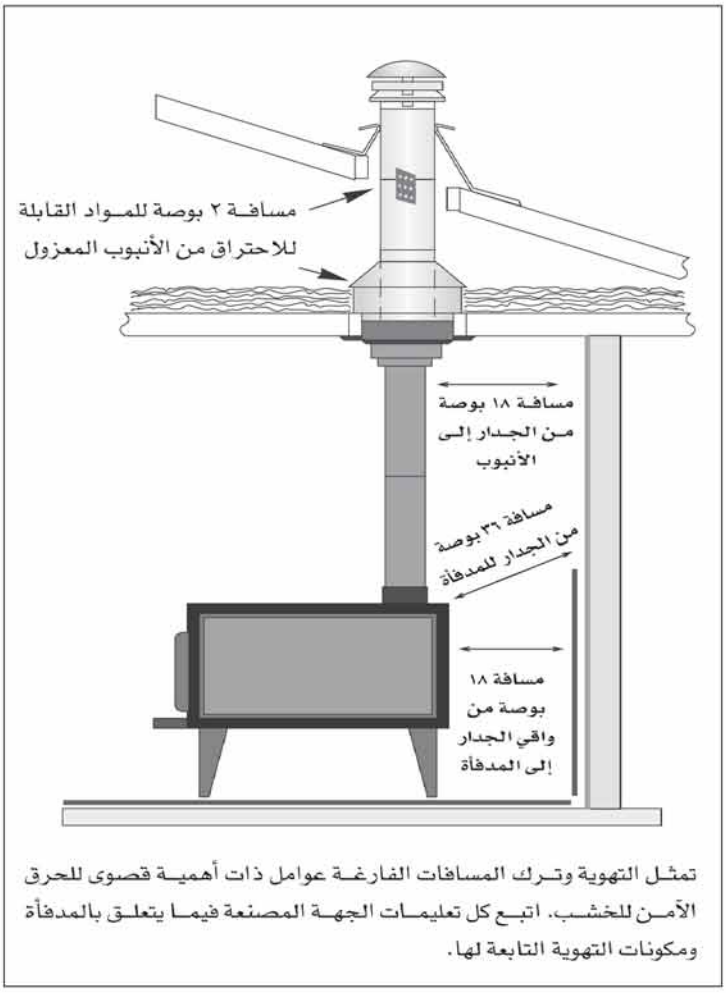
تزود هذه الصوبات بأجهزة تحكم بالســـحب للتحكم بسحب؛ غازات الإحتراق وهواء، الاحتراق بدقة أكبر مما هو الحال في صوبات الخشـــب التي تعمل بالســـحب الجوي الطبيعي، مما يجعلها أكثر أماناً من صوبات الخشب. نحن ننصح باختيار صوبة وقود صلبة مضغوطة من النوع الذي يستعمل الهواء الخارجي للاحتراق، والتي تعرف أيضًّاً بـــصوبات الاحتراق المغلق، أو التهوية المباشرة.

صوبات الخشب (Wood Stoves) ومدافئ المواقد (Fireplace Inserts)

تحرق صوبات الخشـــب وقود الخشب بكفاءة أعلى بكثير من المواقد، وذلك عن طريق نقـــل النار إلى مركز الغرفة واحاطة صندوق النار بهـــواء الغرفة ويتم التحكم بالهواء المار في حجرة الإحتراق بصمام ســـحب يدوي (manual damper). أمّا مدافئ المواقد فيتم تصميمها هـــذه الأيام لدفع المزيد من حرارة النار (الإحتراق) إلى داخل الغرفة.

وضعـــت كل من وكالة حمايـــة البيئة الأمريكية (EPA) وهيئـــة المعايير الكندية (CSA) حدوداً لتلوث الهواء، وشكّل ذلك إسهاماً واضحاً في تحسين كفاءة صوبات الخشـــب، ومدافئ المواقد. وبناء على ذلك، إبحث عن صوبة خشب، أو مدفأة موقد مصنفة من EPA و CSA على أنها من النوع المنخفض في الانبعاثات. تقلل صوبات الخشـــب ومدافئ المواقد الجديدة الانبعاثات من مســـتوى يتراوح مابين ٤٠ إلى ٨٠ غم في الســـاعة إلى ٢ إلى ٥ غم في الساعة، كما أن هناك أيضاً تقليلاً مماثلاً في فاقد الحرارة، والترسبات الزيتية في المدخنة. يبين الشكل رقم (١٠-١٤) أسس التركيب السليم لصوبات الخشب.

www.j4know.com



تمثل التهوية وترك المسافات الفارغة عوامل ذات أهمية قصوى للحرق الآمن للخشب. اتبع كل تعليمات الجهة المصنعة فيما يتعلق بالمدفأة ومكونات التهوية التابعة لها.

شكل رقم (١٠-١٤) التركيب السليم لصوبات الخشب

يمكن لعادات مستخدمي صوبات الخشب أن تؤثر تأثيراً كبير في انبعاثات وكفاءة أجهزة حرق الخشب. فمن المعروف مثلاً، أن النار عالية الحرارة أقل تلويثاً من غيرها، وهي أكثر كفاءة من النار الخامدة (smoldering fire)؛ لذا، من المهم اختيار الحجم الصحيح لصوبة الخشب؛ لأن الصوبة إذا كانت أكبر بكثير من حاجة المترل والمناخ السائد، فسيتعين عليك اللجوء إلى ضبط كمية هواء الاحتراق الداخلة للصوبة؛ لتشكيل احتراق خامد يمنع زيادة الحرارة داخل المترل. ولكن لسوء الحظ، يستهلك الاحتراق الخامد وقود الخشب بكفاءة منخفضة، ويطلق ملوثات أكثر من غيره.

www.j4know.com

وإذا كنت تخطط لتعزيز العزل الحراري لمترلك، وزيادة مقاومته تسرب الهواء، فإن حرارة الخشب تعدّ خياراً غير موفق بسبب إنتاجه العالي للحرارة الذي يصعب التحكم به، مما قد يزيد الحرارة بسهولة داخل المترل، أو يدفع أصحاب المنازل للجوء إلى الاحتراق الخامد. وفي المنازل ذات الإغلاق المحكم نسبيًّا، قد تعاني صوبات الخشب من مشكلات الحصول على كمية كافية من هواء الاحتراق، ومستوى سحب غير مناسب لغازات الاحتراق.

أنظمة التدفئة المستقبلية

تكمن أكثر التطورات إثارة في أنظمة التدفئة في تكامل أنظمة التدفئة المكانية، وأنظمة تسخين المياه مع أصغر أنظمة التدفئة وأبسطها للمنازل ذات الكفاءة العالية في استهلاك الطاقة. تحتاج المنازل الكفؤة في استخدام الطاقة إلى أنظمة تهوية مركزية للمترل بكامله، كما نوقش ذلك في الفقرة التي بعنوان: «أنظمة التهوية» المذكورة في الصفحة رقم (٣٧١) . ومن المنطقي ربط أنظمة التدفئة والتبريد للمترل بنظام التهوية (ventilation system). ينتج المصنعون الأوروبيون بالفعل هذه الأنظمة المرتبطة ببعضها (combined)، في حين يعمل الباحثون الكنديون على تطوير أنظمة مماثلة. تتضمن مثل هذه الأنظمة بعض، أو كل الوظائف التالية:

- مروحة سحب تجمع الملوثات، وتطرح الهواء في الخارج.
- جهاز تهوية مسترجع للحرارة بحيث يسترجع بعض الحرارة من الهواء العادم، وينقله إلى الهواء النظيف الداخل.
- مضخة حرارية تستترف كمية حرارة إضافية من الهواء العادم، وتنقلها من خلال مبادل حراري إلى الماء في صهريج تخزين.
- تسخين الهواء النظيف الداخل بواسطة دورة مبادل حراري في صهريج التخزين.
- إضافة حرارة شمسية إلى صهريج التخزين من خلال مبادل حراري.
- إضافة حرارة كهربائية كمصدر حرارة مساعد إلى صهريج الخزان أثناء فترات الذروة.
- سحب الماء الساخن للاستعمال المترلي من صهريج التخزين مباشرة.

www.j4know.com

مستقبل أجهزة الاحتراق

السعات الحرارية المعيارية لأفران التدفئة والمراجل المترلية تتراوح مابين حوالي ٤٥,٠٠٠ إلى ١٥٠,٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية للساعة، في حين ما نحتاجه الآن هو جيل جديد من أنظمة التدفئة بسعات تتراوح مابين ٧,٠٠٠ إلى ٢٥,٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية للساعة. تمكّن هذه الأنظمة الأصغر حجماً المصممين من الضبط الدقيق للأنظمة الخاصة بالجيل القادم من المنازل عالية الكفاءة.

www.j4know.com

الخلاصة

على الرغم من ارتفاع أسعار الوقود، فإن التحسينات على أنظمة التدفئة تمثل دائماً استثمارا ممتازاً. ولكن تأكد من الأخذ في الحسبان طرق تحسين كفاءة الإطار الخارجي لمترلك (مثل: تحسين العزل الحراري، والقيام بأعمال منع تسرب الهواء) بحيث لا يحتاج مترلك إلى كثير من الحرارة للتدفئة في المقام الأول.

صيانة نظام التدفئة قبل المهنيين المتخصصين

- نظف حجرة احتراق فرن التدفئة، وحجرة المروحة إذا لزم الأمر ذلك.
- تأكد من أن المدخنة تسحب غازات الإحتراق من المترل تحت كل الظروف. افحص؛ أول أكسيد الكربون، وعالج كل أسبابه إن وجدت.
- افحص كفاءة الإحتراق، واضبطه حسب الحاجة.
- افحص نظام مجاري الهواء، وأغلق فتحات وشقوق تسرب الهواء الموجودة في العليّة، وقبو الخدمات، والمرآب الملحق حسب الضرورة بمعجون، أو شريط لاصق معدني من نوعية عالية وهي مهمة قد تختار أداءها بنفسك.

شراء وتركيب فرن تدفئة جديد

- اطلب من مقاول التدفئة اختيار فرن تدفئة ببطاقة ENERGY STAR. وينبغي أن تكون الكفاءة السنوية لاستغلال الوقود لفرن التدفئة الجديد (AFUE) أكثر من ٩٠٪، كما ينبغي أن يكون الفرن مجهزاً بحجرة احتراق مغلقة.
- تأكد من ملاءمة حجم فرن التدفئة لحمل التدفئة لمترلك. ويجدر أن يكون حجم الفرن آخذاً في الحسبان أيّاً من التحسينات التي نفّذت على إطار المترل، الأمر الذي قد يعني أنه يمكن لفرن التدفئة الجديد أن يكون بسعة أقل (أصغر) من الفرن القديم.
- تأكد من أن حجم (سعة) المدخنة هو الحجم الصحيح للنظام الجديد، وبادر إلى تحديث المدخنة إن لزم الأمر ذلك.
- إفحص نظام مجاري الهواء، وأغلق أماكن تسرب الهواء، وأضف العزل الحراري لنظام مجاري الهواء الموجودة في العليّة، أو قبو الخدمات.

www.j4know.com

www.j4know.com

الباب الحادي عشر
الأنظمة الشمسية الكهروضوئية

تنتج الأنظمة الشمسية الكهروضوئية، أو ببساطة الكهروضوئية (Photovoltaic) الكهرباء من ضوء الشمس، حيث يمكن استعمال هذه الكهرباء لتشغيل الإنارة، والأجهزة المترلية والإلكترونية في مترلك، والتي تستهلك الكهرباء عادة من الشبكة الكهربائية. استعملت الأنظمة الكهروضوئية في المنازل وأماكن الأعمال لسنوات، ولكنها تمثل -مؤخراً- ثورة في الانتشار بفضل التقدم التقني في أجهزتها، والحوافز المالية لها، وتزايد تكاليف الطاقة.

تتميز الأنظمة الكهروضوئية بخاصيتين هامتين: التوليد المتوزع (غير المركزي)، والطاقة المتجددة. تحظى أنظمة التوليد المتوزع بميزة القرب من المستهلك النهائي، ومن ثم فاقد نقل أقل من محطات التوليد المركزية، إضافة إلى أنها أقل عرضة لانقطاعات واسعة النطاق للتيار الكهربائي من الأنظمة المركزية. أمّا مصادر الطاقة المتجددة، فتستغل مصادر غير محدودة (لا تنضب) من الطاقة عوضاً عن أنواع الوقود المحدودة، مثل: الفحم، والنفط، والغاز. كما أن مصادر الطاقة المتجددة أقل عرضة لتذبذب الأسعار مقارنة مع المصادر غير المتجددة، ولها أيضاً تأثير بيئي أقل من غيرها.

نوضح في هذا الباب، كيفية تقييم موقع مترلك من ناحية الطاقة الشمسية، وهو التحليل الذي سينطبق على كل من الأنظمة الكهروضوئية، والأنظمة الشمسية لتسخين الماء. كما نشرح أيضاً كيفية عمل الأنظمة الكهروضوئية، ونحلل تركيب الأنظمة الكهروضوئية من الناحية الاقتصادية.

تقييم إمكانية استفادة المترل من الأنظمة الكهروضوئية

هل حسنت العزل الحراري لمترلك إلى أقصى حد ممكن؟ إنّ أفضل استثمار على الإطلاق لتوفير الطاقة هو تحسين الكفاءة الحرارية للمترل. استثمر في العزل الحراري والتحسينات الأخرى على الإطار الخارجي (shell) للمترل حيث لها مردود سريع قبل الاستثمار طويل الأمد في الأنظمة الكهروضوئية.

هل لديك نظام تدفئة يعمل على حرق الوقود، مثل: الغاز، أو الفحم بدلاً من الكهرباء؟ المنازل المدفأة كهربائيا تحتاج إلى طاقة كهربائية أكبر من تلك التي يمكن

www.j4know.com

للأنظمة الكهروضوئية توفيرها بصورة اقتصادية. إذا كان منزلك مدفئاً بالكهرباء، فإن الاستثمار الأفضل يكمن في التحول من مصدر الحرارة الكهربائي إلى الغاز، أو الحرارة الشمسية.

هل نظام التدفئة بالاحتراق لديك يعمل بكفاءة ٩٠٪، أو أعلى من ذلك؟ إذا كان منزلك مدفئاً بفرن تدفئة، أو مرجل (boiler) قديم بكفاءة منخفضة، فعليك الاستثمار بتحسين النظام القائم قبل تركيب نظام كهروضوئي.

هل عملت على الحد من الاستهلاك السنوي للكهرباء لكل شخص إلى ٢٥٠٠ كيلووات في الساعة، أو أقل من ذلك؟ إنّ استثمارك في تدابير حفظ الطاقة للحمل الأساس (baseload) التي تقلل استهلاكك من الكهرباء ستعود عليك بالفائدة، وذلك بالسماح بإمكانية تركيب نظام كهروضوئي اقتصادي صغير.

هل يستقبل منزلك ضوء الشمس على معظم فترة النهار؟ ليس كل المواقع مناسبة لتركيب نظام كهروضوئي. للحصول على أفضل مردود من النظام الكهروضوئي، يتعين وجود منزلك في موقع لا يحجب فيه ضوء الشمس من ٩:٠٠ صباحا حتى ٣:٠٠ بعد الظهر.

هل تعرض الشركة التي تزودك بالطاقة، أو الحكومة المحلية حوافز عليك لتركيب أنظمة كهروضوئية؟ تتوفر الحوافز المالية، والتي تغطي حتى نصف تكلفة نظام كهروضوئي متوسط في العديد من المناطق، وهو ما قد يجعل الأنظمة الكهروضوئية جذابة للغاية من الناحية الاقتصادية.

وجهة نظر في الأنظمة الكهروضوئية

بما أن الأنظمة الكهروضوئية مرتفعة الثمن نسبيّاً، ولها فترة سداد طويلة تتراوح ما بين عشر سنوات إلى ثلاثين سنة، يجدر بك دائماً أن تنفق ميزانيتك المخصصة لتحسين المنزل أولاً على التدابير البسيطة لحفظ الطاقة، والتي قد تشمل تركيب مصابيح إنارة موفرة للطاقة من نوع الفلورسنت المدمج (compact fluorescent)، وتحسين العزل الحراري للعليّة (attic)، وإغلاق أماكن تسرب الهواء، أو استبدال الأجهزة المنزلية القديمة معدومة الكفاءة. ستعمل هذه التدابير على تقليل الحمل الكهربائي بكلفة أقل من تركيب نظام كهروضوئي، وسيعمل بعضها أيضاً على رفع مستوى الرفاهية والراحة في المنزل. باختصار، عند تقليلك الحمل الكهربائي للمنزل

www.j4know.com

إلى الحـــد الأدنى الممكن، يكـــون عندها من المنطقي التفكير باســـتثمار طويل الأمد في نظام كهروضوئي.

فيما يخص الأســـر وأصحاب الأعمال الدين يرغبون في تقليل أثرهم البيئي، يمكن لنظام كهروضوئي أن يكون جزءاً مهمّاً من خطة شخصية للطاقة. تشير الإحصاءات إلى أن الأســـرة الأمريكية المتوسطة تســـتهلك اليوم حوالي ١١,٠٠٠ كيلووات في الساعة من الكهرباء سنوياً، مع أن بعض الأسر تكتفي وبكل راحة بأقل من ٥,٠٠٠ كيلووات في الساعة. وباستطاعة نظام كهروضوئي بحجم متواضع أن ينتج من ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ كيلووات في الســـاعة من الكهرباء ســـنويا، متخلّصاً بذلك من انبعاثات كربونية تعادل قيادة مركبة متوسطة لمسافة ١٠,٠٠٠ ميل (١٦,٠٠٠ كم). إنّ كل نظام كهروضوئي يركّب يقربنا أكثر من مســـتقبل مستدام من ناحية الطاقة، وذلك بتقليل اعتمادنا على مصادر الطاقة غير المتجددة المحلية منها والمستوردة.

يركبّ بعض أصحاب المنازل أنظمـــة كهروضوئية؛ لأن منازلهم واقعة في مناطق بعيـــدة عن خطوط نقـــل الكهرباء. بهـــذه التطبيقات غير المرتبطة بشـــبكة التوزيع (off-grid)، قد يتضمـــن النظام الكهروضوئي بطاريـــات أو مولد كهرباء؛ لتوفير الكهرباء في حالات عدم سطوع الشمس، من ثم، فإن إحدى أهم مزايا هذه الأنظمة تكمن في سماحها لملاك العقارات بتجنب تكاليف مد خطوط الكهرباء إلى مواقعهم.

لكن يظل العديد من المســـتهلكين الواقعين ضمن مناطق الخدمة لشركات تزويد الكهرباء راغبين أيضاً في الاســـتثمار في الأنظمـــة الكهروضوئية، وهي الحالات التي غالباً ما يربط النظام الكهروضوئي فيها بشبكة التوزيع. هذه الأنظمة المرتبطة بشبكة التوزيع (grid-tied) تغذي الطاقة الزائدة منها للشبكة عندما يكون إنتاجها أكبر من اســـتهلاك المترل، كما هو الحال خلال الطقس المشمس، بينما تسحب هذه الأنظمة الطاقة من الشـــبكة عندما يكون إنتاجها أقل من الاستهلاك، كما هو الحال في الليل، وأثناء الطقس الغائم.

تزوَّد الأنظمة المرتبطة بشـــبكة التوزيع بعداد يسجل الكهرباء باتجاهين: الداخلة إلى النظـــام والخارجة منه، ويســـمى عـــداد المحصلة الصـــافي (net metering). وتعـــرض العديد من شـــركات تزويد الكهرباء اتفاقيات تعـــوّض بموجبها أصحاب الأنظمة الكهروضوئية المؤهلة عن الطاقة التي تغذى للشبكة.

www.j4know.com

اقتصاديات الأنظمة الكهروضوئية

تتطلب الأنظمة الكهروضوئية استثماراً اقتصاديّاً كبيراً، حيث يكلف النظام المتوسط ما بين ١٥,٠٠٠ إلى ٣٠,٠٠٠ دولاراً قبل حساب أي من الحوافز. وتشير التقديرات إلى أنه على مدى العمر الافتراضي للنظام، ستكون كلفة الكيلووات في الساعة حوالي ٢٥ سنتاً (١ دولار = ١٠٠ سنت)، وذلك مقارنة مع ١٠ إلى ٢٠ سنتاً للكيلووات في الساعة للكهرباء المنتجة حاليّاً من شركات الكهرباء في أمريكا الشمالية. ولكن مع زيادة تكلفة الكهرباء التجارية، فإن العائد المالي على الأنظمة الكهروضوئية سيتحسن.

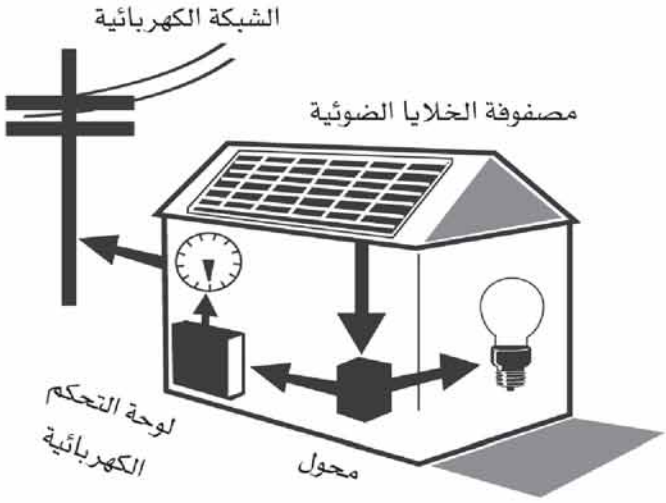
تتوفر بعض الحوافز —لحسن الحظ– لتركيب الأنظمة الكهروضوئية. تقدم العديد من شركات تزويد الطاقة منحا تغطي حتى ٥٠٪ من تكلفة أنظمة الطاقة المتجددة المترلية و/أو التجارية،كما تقدم مصلحة الضريبة الأمريكية (IRS) هي الأخرى إعفاءات ضريبية مقابل تركيب بعض الأنظمة الكهروضوئية، في حين تقدم كثير من حكومات الولايات، وشركات الكهرباء حوافز مشابهة. تساعد هذه الحوافز على جعل تكلفة الأنظمة الكهروضوئية في متناول كثيرين من أصحاب المباني. ومن المتوقع أن تزيد الجدوى المالية للأنظمة الكهروضوئية في المستقبل مع تكاليف الكهرباء التي يعتقد أنها ستزيد لا محالة.

مكونات الأنظمة الكهروضوئية

تمثل الخلايا الشمسية أصغر الأجزاء المكونة للأنظمة الكهروضوئية، حيث تستغل شبه الموصلات هذه، والمبنية من السليكون تفاعل ضوء الشمس داخلها؛ لتوليد تيار كهربائي، حيث تنتج كل خلية القليل من القدرة الكهربائية على شكل تيار كهربائي ثابت. وعند ربط مجموعات من الخلايا الشمسية ببعضها كهربائيّاً، فإنها تشكل ما يسمى بالأجزاء المتكاملة (modules) التي تركبّ عادة على هياكل خفيفة الوزن. تغطَّى هذه الأجزاء المتكاملة عادة بالزجاج، ويغطى الجزء السفلي منها بصفيحة من البوليمر، أو الزجاج؛ لحماية الخلايا من العوامل الخارجية. وتمثل الأجزاء المتكاملة المكونات الأساسية للأنظمة الكهروضوئية التي تباع من أغلب المصنعين. وتُقدَّر القدرة الكهربائية التي تولدها الأجزاء المتكاملة النموذجية المنتجة للاستعمالات المترلية والتجارية الخفيفة بـ ٥٠ إلى ٢٠٠ وات.

www.j4know.com

أمّا ما يسمى بالمصفوفات الشمسية (arrays)، وهي ما نراه عادة على أسطح المباني، أو مثبتة على هياكل حمل (mounting racks) أرضية، فتتشكل من مجموعة من الأجزاء المتكاملة (modules). يتحدد الإنتاج الكهربائي لمصفوفة شمسية، والذي يقاس عادة بالـ "وات"، بعدد الأجزاء المتكاملة التي تتكون منها، والقدرة الكهربائية بالـ "وات" للأجزاء المتكاملة كل على حدة. يبين الشكل رقم (١١-١) المكونات الأساسية لنظام الخلايا الكهروضوئية.



تحتوي الغالبية العظمى من أنظمة الخلايا الشمسية الكهروضوئية هذه المكونات الأساسية. هذا النظام مربوط مع الشبكة الكهربائية.

شكل رقم (١١-١) مكونات الخلايا الكهروضوئية (الشمسية)

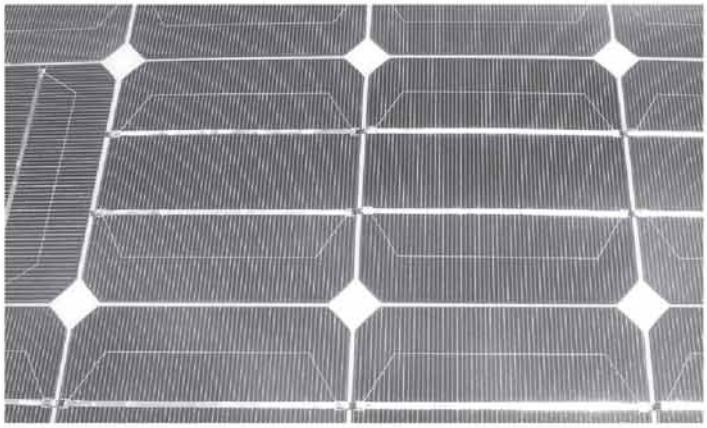
أنواع الخلايا الشمسية

إن أكثر أنواع الخلايا الشمسية شيوعاً، والمستعملة اليوم في الأنظمة الكهروضوئية هي النوع البلوري الشفاف (crystalline)، حيث تقطّع كل منها إلى رقاقات (wafers) متناهية الصغر من حيث السماكة، وعدة بوصات من الطول، مع أن بمقدورك رؤيتها إذا نظرت عن قرب إلى أغلب الألواح الشمسية (انظر الشكل رقم ١١-٢). من بين الأنواع المتعددة من الخلايا الشمسية، تحوِّل الخلايا البلورية ضوء الشمس إلى كهرباء

www.j4know.com

بأعلى كفاءة، مقللة المساحة المطلوبة لإنتاج معين من الكهرباء. لكن تكلفة تصنيعها أعلى من غيرها، مما يتطلب من المصممين موازنة ميزة صغر المساحة مع التكلفة العالية.

تصنع الخلايا الشمسية أيضّاً على شكل مواد غشائية رقيقة جداً (thin-film) ، تُنتج من ترسيب طبقة رقيقة من مادة كهروضوئية على الزجاج، أو البلاستيك، أو القصدير المعدني. تكون سماكة الغشاء الرقيق أقل من جزء مكون من عشرة آلاف جزء من البوصة، مع إمكانية أن تأتي مواد الأغشية الرقيقة متضمنة في مواد البناء، مثل: قرميد السقف الخارجي (roof shingles). تتميز الخلايا المصنوعة من الأغشية الرقيقة بأنها أرخص من البلورية لكل وحدة مساحة (قدم مربع)، ولكنها تحتاج إلى مساحة أكبر لإنتاج القدرة الكهربائية نفسها.



الخلايا الشمسية من الكريستالين هي الأكثر شيوعاً من بين أنواع الخلايا الشمسية ويتم تقطيعها الى رقائق مترابطة تجمع لتشكل وحدات متكاملة.

شكل رقم (١١-٢) خلايا شمسية من الكريستالين (مواد بلورية)

المحولات العاكسة (Inverters)

تنتج الخلايا الشمسية التيار الكهربائي المباشر (DC)، الذي يمكن استخدامه مباشرة في بعض الاستعمالات، مثل: الآلات الحاسبة التي تعمل بالطاقة الشمسية، وشاحنات البطاريات، كما ينتج عدد من المصنعين ثلاجات وأجهزة أخرى تعمل بالتيار المباشر من أجل استعمالها مع الأنظمة الكهروضوئية (التي تولد التيار الثابت) غير المرتبطة بالشبكة الكهربائية. لكن أغلب أجهزة الإنارة، والأجهزة المترلية، والأدوات الأخرى في المنازل الحديثة تستعمل التيار المتردد (AC) الذي توفره الشبكة الكهربائية.

www.j4know.com

المحولات العاكسة بمثابة أجهزة إلكترونية تحول القدرة الكهربائية المباشرة (DC) إلى مترددة (AC)، وهو ما ستحتاج إليه إذا كنت تنوي استخدام الكهرباء المتولدة من النظام الكهروضوئي لإدارة أجهزتك المنزلية الموجودة، وسيكون أيضاً ضرورياً إذا كنت تخطط لربط النظام بالشبكة الكهربائية. وعموماً الأغلبية العظمى من الأنظمة الكهروضوئية التي تركب هذه الأيام تستعمل محولاً عاكساً. (أنظر الشكل رقم ١١-٣).

هذا الجهاز يحول التيار الكهربائي المباشر إلى تيار متردد، ويتحكم بشحن حزمة من البطاريات، ويدير جهاز قياس للطاقة الكهربائية موصولاً مع الشبكة الكهربائية.

شكل رقم (١١-٣) جهاز تحويل وتحكم متكامل

توصف المحولات العاكسة حسب سعاتها بالكيلووات (التي يجب أن تماثل، أو تتجاوز الإنتاج الأقصى لمصفوفة الخلايا الشمسية)، وحسب إنتاجها من الجهد الكهربائي (الذي يتراوح عادة مابين ١٢٠ إلى ٢٤٠ فولت متردد). تستطيع المحولات العاكسة أن تحول ما يصل إلى ٦٠٠ فولت، تصل إليها من مصفوفة الخلايا الشمسية إلى مدى يتراوح مابين ١٢٠ إلى ٢٤٠ فولت، وهوما تحتاج إليه الأغلبية العظمى من الأجهزة.

تحتوي معظم المحولات العاكسة أيضاً على مرحلات (relays) وقواطع دوائر كهربائية (circuit breakers) تدير مهمة الربط الآمن للمصفوفة الشمسية إلى

www.j4know.com

النظام الكهربائي القائم في منزلك، وإلى الشـــبكة الكهربائية. كما تحتوي عادة على قاطع دائرة كهربائيـــة ثابت للأعطال في القطب الأرضـــي، بحيث تفصل المصفوفة الشمسية في حال اكتشاف أعطال في شبكة الأسلاك.

الأنظمة المساندة (Backup Systems)

تولد الأنظمة الكهروضوئية الطاقة فقط عندما تضرب الشـــمس سطح المصفوفة الشمسية، في حين توفر الأنظمة المســـاندة مصدراً مستمراً غير متقطع من الكهرباء الشمسية في الليل، وأثناء الطقس الغائم، وفي فترات انقطاع الكهرباء.

إذا ركبّتَ نظاماً مستقلاً، أو غير مرتبط بالشبكة (off-grid)، فإنك على الأرجح ستحتاج إلى تركيب نظام مساند يحتوي على بطاريات، ومولد كهرباء يعمل بالغاز، أو كليهما. كما ستحتاج إلى محول عاكس يستطيع إدارة شحن البطاريات، وتشغيل المولد الكهربائي عند الحاجة إليه. أمّا إذا ركبتّ نظاماً مرتبطاً بالشبكة (grid-tied)، فقد لا تحتاج إلى نظام مساند؛ لأنك تستطيع عادة الاعتماد على الشبكة الكهربائية؛ لتوفير الطاقة، وذلك عندما يولد النظام الكهروضوئي لمنزلك كمية من الطاقة أقل مما تحتاج إليه.

البطاريات

إن أكثر البطاريات استعمالاً في الأنظمة المساندة للأنظمة الكهروضوئية من النوع ذي الخلايا المفتوحة (open-cell) من الرصاص–الحامض؛ وذلك لأنها توفر أفضل النســـب من حيث سعة التخزين لكل دولار من التكلفة. هذه البطاريات تشبه البطاريات مفتوحة الخلايا المستعملة في الســـيارات، إلا أنها تصمم للعمل بانتظام، وعلى نحو شبه متواصل (deep-cycle) وليس للحمل قصير المدى عند تشـــغيل السيارة (starter). ومن ثم، فهي لا تتضرر من التفريغ المنتظم لكامل ســـعتها تقريباً — من الشحن الكامل للتفريغ الكامل — والشائع في الأنظمة المساندة. تتطلب البطاريات مفتوحة الخلايا صيانة دورية، لاستبدال (تعويض) فاقد الماء بسبب التبخر، فيما تعتبر البطاريات المغلقة أفضلها عندما يتطلب الوضع صيانة قليلة، كما هو الحال في المناطق النائية على الرغم من أنها أعلى ثمناً.

إنّ تركيـــب وصيانة حزمة (مجموعة) البطاريات (battery bank)، كتلك المبينة في الشكل رقم (١١-٤)، يضيف تكلفة كبيرة إلى النظام الكهروضوئي. ولكنك إذا أردت فقط تشغيل مضخة صهريج، أو إنارة مكتب مثلاً، فقد تستطيع استعمال الطاقة المولدة

www.j4know.com

فقط خلال النهار من نظام دون الحاجة إلى البطاريات. لكن معظم الأنظمة الكهروضوئية تحتاج إلى حزمة من البطاريات، أو مولد كهرباء مساند، أو ربط بالشبكة الكهربائية.

البطاريـات مفتوحة الخلية المبينة في الشكل هنا مرتبطة لإنتاج ٢٤٠ فولت لتطابق الجهد الكهربائي الذي تنتجه الشبكة الكهربائية.

شكل رقم (١١-٤) حزمة من البطاريات في حجرة مزودة بالتهوية

تقييم موقع المنزل من ناحية شمسية

بعـــض المواقع أفضل من غيرها لتوليد الطاقة من الأنظمة الكهروضوئية. إنّ حجم واتجاه منزلك، ووجود الظل، والتحديدات المحتملة التي تفرضها البلديات على مختلف المناطق (zoning)، كلها تؤثر في جدوى النظام الكهروضوئي لموقع منزلك.

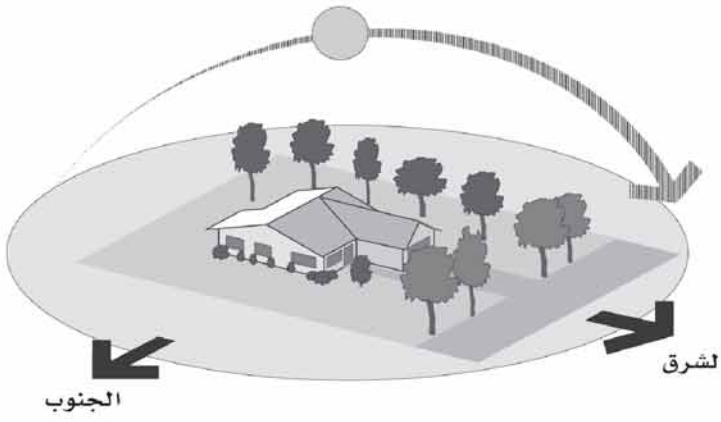
في أغلب الحالات، تُركب الأنظمة الكهروضوئية على السقوف الخارجية (roof) للمنزل، أو المرآب، أو سقيفة السيارة (car open port)، أو منشآت أخرى. ولكن يمكن تركيبهـــا أيضاً عمودياً على أحد جدران المنزل، كجـــزء من تظليل المبنى، أو بالقرب من الأرض كوحدة مستقلة.

www.j4know.com

إنّ التقييم الأولي للموقع سيساعدك على تحديد مدى وجود معوقات كبيرة ينبغي التغلب عليها، وهي المعلومات التي ستعود عليك بالفائدة سواء كنت تخطط للقيام بالعمل بنفسك أم استخدام مهني متخصص. وكثير مما ستتعلمه من هذا التقييم، مثل: تأثير الظل على منزلك مثلاً، سيرشدك إلى تقنيات حرارية شمسية أخرى محتملة، مثل: تسخين الماء الشمسي، والتدفئة المكانية الخاملة (passive)، وهي خيارات معقولة لديك.

تعرُّض النظام الكهروضوئي للشمس (Access to the Sun)

سينتج نظامك الكهروضوئي الطاقة القصوى عندما يتعرض إلى أطول نافذة شمسية (solarwindow) متوفرة في موقع تثبيت النظام (أي: الإشعاع الشمسي الخالي من فترات الظل). تسمح النافذة الشمسية المثالية الخالية من الظل (أنظر الشكل رقم ١١-٥) لـ ١٠٠٪ من الطاقة الشمسية الممكنة بالسقوط على المصفوفة الشمسية، في حين سيؤدي وجود أي تظليل، مثل: الأشجار، أو مبانٍ مجاورة، إلى تقليل إنتاج النظام الكهروضوئي؛ مما كان يمكن أن ينتجه في حال التعرض المثالي للشمس.

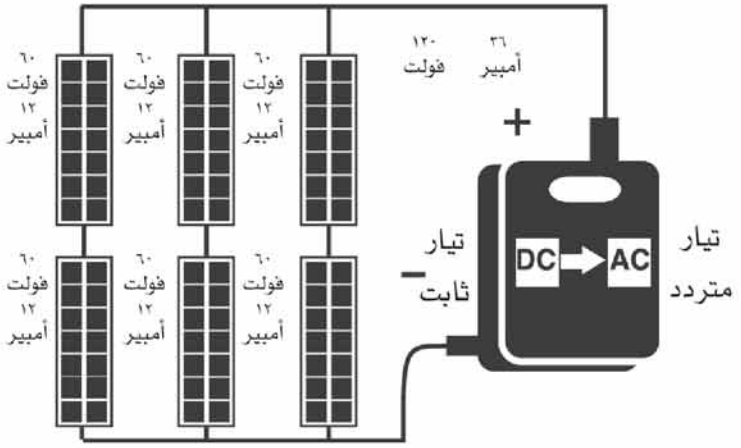


يتميز الموقع المثالي لنظام الخلايا الكهروضوئية بأنه لا يحجب أشعة الشمس من الجهة الجنوبية، بحيث لا يقع الظل على مصفوفة الخلايا من التاسعة صباحاً وحتى الثالثة بعد الظهر على الأقل.

شكل رقم (١١-٥) نافذة شمسية غير حاجبة لأشعة الشمس

www.j4know.com

وللحصول على أفضل أداء، ينبغي أن يكون لموقعك نافذة شمسية لا تحجب فيها الشمس في منتصف النهار. لكن القليل من الظل يبقى مقبولاً، وخصوصاً إذا كان الظل يقطع مصفوفتك الشمسية في وقت مبكر أو متأخر من النهار. فوجود الظل لساعة واحدة عند الثامنة صباحاً سيقلل إنتاج النظام بدرجة أقل بكثير من ساعة من الظل عند الواحدة ظهراً. وللظل تأثير كبير في إنتاج النظام الكهروضوئي بسبب ربط الخلايا الشمسية على التوالي، أو التوازي في الأجزاء المتكاملة (modules) ، كما هو موضح في الشكل رقم (١١-٦). ويمكن لقطاع صغير من الظل على جانب أحد الأجزاء المتكاملة أن يقلل إنتاجه إلى الصفر؛ لأن الخلايا المظللة تولد مقاومة لسريان التيار من الخلايا الأخرى في ذلك الجزء. في بعض الترتيبات، يمكن لمصفوفة شمسية مظللة بنسبة ١٠٪ من مساحتها أن تفقد ٨٠٪ من إنتاجها ما دام الظل موجوداً.



يتم تجميع الوحدات المتكاملة ووصلها على التوالي لإنتاج جهد كهربائي عال. في هذا الرسم، كل سلسلة مكونة من اثنتين من وحدات الـ ٦٠ فولت تنتج ١٢٠ فولت. توصل الوحدات المتكاملة على التوازي لإنتاج تيار كهربائي أعلى. في هذا الشكل، تنتج كل من السلاسل الثلاث ١٢ أمبير، وبما مجموعه ٣٦ أمبير.

شكل رقم (١١-٦) توصيل الوحدات المتكاملة على التوالي والتوازي

تظهر قضايا الظل أكثر في الشتاء، وذلك عندما يكون ارتفاع الشمس أقل ما يمكن، وتكون الظلال أطول ما يمكن، ولكنك قد تكون قادراً على تحمل ظل بناية

www.j4know.com

مجاورة، على سبيل المثال، في حال مرور الظل فقط فوق زاوية واحدة من المصفوفة الشمسية لأشهر قليلة في الشتاء.

حلول مشكلات الظل

إذا كان الموقع الذي تركّب فيه المصفوفة الشمسية يستقبل بعض الظل، فلديك ثلاثة خيارات لمعالجة آثاره:

- تخلص من الظل بتقليم الشجرة، أو نقل المدخنة.
- انقل المصفوفة الشمسية إلى مكان آخر، مثل: المرآب، أو غطاء الفناء (patio cover)، أو مخزن الحبوب.
- اعمل على زيادة حجم المصفوفة الشمسية؛ لتعويض النقص في الإنتاج.

التركيب على السقف الخارجي (Rooftop) مقابل التركيب الأرضي (Ground-Mounted)

إنّ تحليلك لمسار الشمس عبر موقع منزلك سيعطيك فكرة أفضل عن المكان الأنسب لوضع المصفوفة الشمسية التي تتكون من الأجزاء المتكاملة (modules). أما بشأن العديد من أصحاب المنازل، فيكون السقف الخارجي (roof) هو الموقع المفضل لمصفوفة النظام الكهروضوئي؛ لأنه لا يمثل ممراً، وهو قريب من النظام الكهربائي القائم، وفوق كثير من الأشياء التي تسبب الظل، كما هو موضح في الشكل رقم (١١-٧).

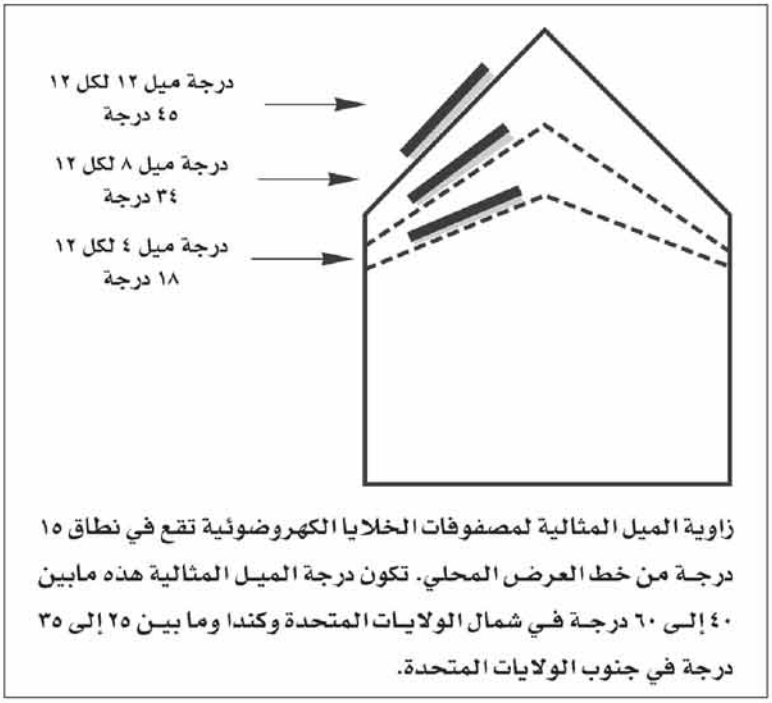
تثبت معظم الأنظمة التي تركب على السقف الخارجي على هياكل حمل (Mounting Racks) قائمة فوق السقف الخارجي، حيث تتمكن هذه الهياكل من حمل الأجزاء المتكاملة إمّا على ميل سطح السقف الخارجي نفسه، أو على زاوية ميل أكبر؛ لتعظيم التعرض للطاقة الشمسية إلى الحد الأمثل. يقدم الشكل رقم (١١-٨) وصفاً تعريفيّاً لزوايا الميل.

www.j4know.com

تم تركيب مصفوفة الخلايا الشمسية هذه لتطابق تدرج السقف الخارجي مما يسهل عمليـة التركيب، مقارنة مع تركيب النظام على حامل هيكلي مائل، كما تقلل إلى حد كبيـر الأحمال التي تسببها الرياح على نظام تثبيت الألواح. مقابل ذلك، سينتج هذا النظـام المركب علـى سقف خارجي قليل الميـل كمية أقل من الكهربـاء في الشتاء حيث تكون الشمس أقل ارتفاعاً (مائلة) في السماء.

شكل رقم (١١-٧) مصفوفة خلايا شمسية على السطح (السقف) الخارجي للمنزل

www.j4know.com



زاوية الميل المثالية لمصفوفات الخلايا الكهروضوئية تقع في نطاق ١٥ درجة من خط العرض المحلي. تكون درجة الميل المثالية هذه مابين ٤٠ إلى ٦٠ درجة في شمال الولايات المتحدة وكندا وما بين ٢٥ إلى ٣٥ درجة في جنوب الولايات المتحدة.

شكل رقم (١١-٨) وصف وتعريف زوايا الميل

أسباب التركيب على السقف الخارجي

إذا كنت تخطط لتركيب مصفوفة كهروضوئية على السقف الخارجي لمترلك، فينبغي أن يشمل تقييم الموقع الخاص بمترلك القضايا التالية:

- ما حالة السقف الخارجي الحالي لمترلك؟ إذا كان السقف الخارجي لمترلك سيكون جاهزا للاستبدال خلال الخمس أو العشر سنوات القادمة، ففكر في استبداله قبل تركيب المصفوفة الشمسية.
- ما نوع مادة السقف الخارجي المركبة على مترلك؟ يمكن للأسقف الخارجية الخشبية، أو القرميدية أن تكون صعبة الإغلاق ضد التسرب مثلاً، وخصوصاً في الأماكن التي يخترق فيها الهيكل الحامل للمصفوفة الشمسية السقف الخارجي.
- هل هناك مداخن، أو اختراقات أخرى تقطع استمرارية المساحة المخصصة للمصفوفة الشمسية وخلوها من العوائق؟ إذا ركبت الأجزاء المتكاملة حول أجسام معيقة، فعليك بالأخذ في الحسبان ما إذا كانت هذه الأجسام ستلقي بظلها على المصفوفة.

www.j4know.com

- أي وجه من السقف الخارجي يحظى بأفضل تعرض لأشعة الشمس؟ ستحصل على أفضل أداء عندما تواجه مصفوفتك الشمسية الجهة الجنوبية، مع أنك قد تستطيع استغلال الأوجه الشرقية أو الغربية إذا تقبلت إنتاجاً متناقصاً.
- كم من الحيز سيحتاج عمال تركيب النظام الكهروضوئي للعمل على المصفوفة الشمسية وحولها ؟ تأكد من وجود ممر آمن للعمال على حواف السقف الخارجي (انظر: الجدول رقم ١١-١).
- هل تخطط لتركيب أجهزة جديدة على السقف الخارجي في المستقبل، مثل: صحن أقمار صناعية، أو مكيف هوائي؟ عليك الابتعاد عن ملء كامل سطح السقف الخارجي بنظام كهروضوئي.
- هل يحدد نظام المناطق المحلي للبلدية (zoning) ارتفاع، أو مظهر المباني؟ باستطاعتك الحد من هذه الآثار بتركيب مصفوفتك الشمسية بشكل قريب من ميل وتدرج السقف الخارجي للمنزل، أو باختيار أحد أوجه السقف البعيد عن الأنظار.

جدول رقم (١١-١) احتياجات الأجزاء المتكاملة الشمسية من المساحة (الحيز)

تحتاج الخلايا الشمسية البلورية الشفافة (crystalline silicone) من ١٠٠ إلى ١٥٠ قدماً مربعاً لكل كيلووات، وعليه، فإن نظاماً اعتيادياً بسعة ٢ كيلووات سيغطي مساحة تتراوح من ٢٠٠ إلى ٣٠٠ قدماً مربعاً.
تحتاج الخلايا الغشائية الرقيقة (thin-film) ما بين ١٧٠ إلى ٣٠٠ قدماً مربعاً لكل كيلووات، وعليه، فإن نظاماً اعتيادياً بسعة ٢ كيلووات سيغطي مساحة تتراوح من ٣٤٠ إلى ٦٠٠ قدماً مربعاً.

أسباب التركيب الأرضي

إذا ركّبت المصفوفة الكهروضوئية على الأرض كما هو مبين في الشكل رقم (١١-٩)، فعليك الأخذ في الحسبان مجموعة مختلفة من العوامل:

- كم سيكون بعد المصفوفة الشمسية عن حافة العقار؟ كم سيكون ارتفاعها؟ في الغالب، تحكم القوانين البلدية والتعليمات الخاصة بالمناطق هذه الأبعاد.

www.j4know.com

- هل ستكون المصفوفة الشمسية عرضة للتخريب؟ هذه القضية أهم بكثير في التركيبات الأرضية منها في التركيبات على السقف الخارجي.
- هل ستحتاج إلى حفر الهياكل الحاملة أو إلى تمديد الأسلاك تحت الأرض؟ تأكد من تحديد مواقع خطوط الكهرباء الأرضية قبل البدء بالحفر.

خيارات الهياكل الحاملة (Mounting Racks)

إنّ اختيارك هيكل الحمل سيقرر مدى قرب توافق مصفوفتك الشمسية مع مسار الشمس طوال اليوم، وعبر الفصول. وستنتج مصفوفتك الشمسية القدرة الكهربائية القصوى إذا واجهت الشمس على نحو مباشر في كل الأوقات، وهو ما يصعب تحقيقه في الواقع؛ لأن الشمس تقطع السماء من الشرق إلى الغرب في كل يوم، وتتغير مسافة مسار الشمس فوق الأفق طوال العام.

تبين ما يعرف بزاوية السمت أو السمت (azimuth) موقع الشمس على مستوى أفقي من الشرق إلى الغرب، وهو يتغير من الصباح إلى الليل مع إشراق الشمس من الشرق، وخلال عبورها الجنوب الشمسي، وغروبها في الغرب. أمّا زاوية الارتفاع، أو الارتفاع (altitude) فيبين موقع الشمس في مستوى عمودي فوق الأفق، وهو يتغير فوق الأفق طوال اليوم مع إشراق الشمس من الأفق، وخلال عبورها كبد السماء، ونزولها مرة أخرى إلى الأفق، ويتغير أيضاً طوال السنة. في نصف الكرة الشمالي، سترى الشمس في ارتفاعها الأقصى يوم ٢١ يونية (حزيران)، والمسمى يوم الانقلاب الصيفي، وفي ارتفاعها الأدنى يوم ٢١ ديسمبر (كانون أول)، والمسمى يوم الانقلاب الشتوي.

وسيؤثر هيكل الحمل في المظهر الخارجي للمصفوفة الشمسية، حيث يكون الهيكل الثابت أقل نتوءا (obtrusive)، وخصوصاً إذا ركّب تركيباً موازياً لسطح السقف الخارجي. أمّا المصفوفات المتحركة – racking arrays– (المتعقبة للشمس)، فتأخذ حيزاً إضافياً وهي تستعمل عادة في التركيبات الأرضية.

www.j4know.com

هـذه المصفوفة الشمسية تستغل وجود ساحة كبيـرة مطلة للجنوب. هذا النوع مـن التركيـب يحل مشكلـة المنازل التي ليـس لسقفها الخارجـي أسطح مطلة باتجاه الجنوب.

شكل رقم (١١-٩) مصفوفة شمسية مثبتة على الأرض

الهياكل الثابتة: تعد أرخص ثمناً، وأكثر متانة من غيرها، وهي أكثر اسـتعمالاًمن بين كل أنواع الهياكل وخاصة في التركيبات التي على السقف الخارجي، حيث الحيز هو العامـل الأهم فيها. تحمل الهياكل الثابتة الأجـزاء المتكاملة (modules) باتجاه غير قابـل للتغيير، في العادة يواجه زاوية سمت (zimuth) مقدارها ١٨٠ درجة، أو باتجاه الجنوب. ولكن يمكن ضبط ميل أو ارتفاع الهياكل الثابتة ضبطاً موازياً لسطح السقف الخارجي المثبت عليه؛ لتسـهيل التركيب. وفي حالة الأسقف الخارجية ذات التدرج أو الميل المنخفض، فترفع أغلب الأحيان الهياكل فوق زاوية السقف الخارجي؛ لتعظيم إنتاج الكهرباء (انظر الشكل رقم ١١ -١٠).

www.j4know.com

يضع هذا الحامل (الرف) الهيكلي الثابت مصفوفة الخلايا الشمسية على زاوية ميل مقدارها ٤٧ درجة، مطابقة لخط عرض الموقع. يُستعمل أنبوب مرن مقاوم للماء لربط الوحدات المتكاملة مع بعضها البعض.

شكل رقم (١١-١٠) رف هيكلي ثابت لتركيب الخلايا الشمسية

الهياكل القابلة للضبط يدويا: يمكن تغيير وضع هذا النوع من الهياكل طوال العام؛ لتتبع ارتفاع الشمس المتغير، ويثبَّت سمت الهيكل، ليواجه عادة الجهة الجنوبية. إذا ضبط الهيكل ضبطاً جيداً — ربما أربع مرات في السنة — فيمكنه زيادة الإنتاج السنوي للنظام الكهروضوئي بنسبة تتراوح مابين ١٠ إلى ١٢٪ مقارنة بالهياكل الثابتة. لكن يتوجب موازنة هذه الفائدة، أو الميزة مقابل الزيادة في كلفة الهيكل والمساحة المطلوبة.

الهياكل المتعقبة (trackers) أحادية المحور: تدور هذه الهياكل من الشرق إلى الغرب؛ لتعقب مسار الشمس اليومي، ويبقى ارتفاعها (altitude) ثابتاً على مدار السنة. يستمد الهيكل حركته إمّا من محرك صغير موجه بخلية ضوئية متعقبة للشمس، أو بنظام خامل من شحنة غاز حيث، يتم تسخين علبة من غاز التبريد بالحرارة الشمسية؛ لتتمدد، أو تتقلص فتحرك المصفوفة الشمسية. يمكن للهياكل المتعقبة أحادية المحور أن تزيد الإنتاج السنوي للنظام الكهروضوئي حتى ٢٥٪ مقارنة بالهياكل الثابتة.

الهياكل المتعقبة ثنائية المحور: يتعقب هذا النوع من الهياكل ارتفاع الشمس وسمتها

www.j4know.com

على مدار اليوم والسنة. وهذه الأنظمة الأكثر تعقيداً تستطيع إنتاج حتى ٣٠٪ من الطاقة أكثر من الأنظمة الثابتة.

تكاليف وفوائد الأنظمة الكهروضوئية

سيعتمد حجم استثمارك في النظام الكهروضوئي اعتماداً رئيساً على الإنتاج الأعظم للطاقة من النظام، والذي يقاس عادة بوحدة الوات. يتراوح إنتاج الأنظمة المنزلية ما بين كيلووات واحد إلى خمسة كيلووات، في حين يكون إنتاج الأنظمة التجارية حتى ثلاثين كيلووات.

الاستثمار الابتدائي

(ملاحظة: الأرقام الواردة في هذا التحليل الاقتصادي لهذه الفقرة تعدّ ذات مصداقية حتى عام ٢٠٠٨م).

تتراوح التكلفة الاعتيادية للأنظمة الكهروضوئية بعد التركيب شاملة العمالة والمواد من ٨ إلى ١٠ دولارات لكل وات ومن ثم، فإن الكلفة الكلية لنظام اعتيادي بسعة كيلوواتين ستتراوح عادة من ١٥,٠٠٠ إلى ٢٠,٠٠٠ دولار. تنطبق هذه التكلفة الأساسية على الأنظمة المرتبطة بالشبكة الكهربائية (grid-tied) بدون بطاريات تخزين، أو أي نظام مساند آخر. لكن التكلفة ستتباين حسب سهولة الوصول إلى موقع النظام، وحسب اختيارك تركيب نظام مساند، واختيارك نوع هيكل الحمل، وكذلك إذا كنت ستركب قرميداً كهروضوئيّاً، أو مصفوفات معمارية أخرى، بالإضافة إلى عوامل أخرى.

إنتاج الطاقة المتوقع

تتراوح الطاقة الكهربائية المتولدة من نظام كهروضوئي اعتيادي بسعة كيلوواتين عادة من حوالي ٢٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ كيلووات في الساعة في للسنة. وتعتمد قيمة هذه الطاقة المتولدة من النظام على تعرفة الكهرباء في منطقتك.

تستهلك الأسرة المتوسطة في الولايات المتحدة حوالي ١١٠٠٠ كيلووات في الساعة في السنة الواحدة. بناءً على ذلك، فإن النظام الإعتيادي بسعة ٢ كيلووات/ ساعة الذي قدمناه كمثال يتوقع أن يغطي حوالي ٢٥ إلى ٣٠٪ من حاجة الأسرة الإعتيادية من الكهرباء. ستجد الأسر التي أدخلت بالفعل تحسينات على كفاءة منازلها أن النظام الكهروضوئي -الاعتيادي- يمكنه أن يغطي جزءاً كبيراً من حاجتها من الكهرباء.

www.j4know.com

العمر الافتراضي للأجهزة

أثبتت الأنظمة الكهروضوئية الحديثة أنها تدوم طويلاً. فالأجزاء المتكاملة (modules) التي تشكل حوالي نصف تكلفة أغلب الأنظمة يتوقع أن تدوم ٢٥ سنة أو أكثر من ذلك، مع أن إنتاجها يتناقص بحوالي ١٪ سنوياً. أمّا المحولات العاكسة (inverters)، التي تشكل أقل من ٢٥٪ من تكلفة أغلب الأنظمة، فيتوقع أن تدوم كالأجزاء المتكاملة، مع أنها مثل كل الأجهزة الإلكترونية، قد تتعرض في بعض الأحيان للعطل المبكر. ما تبقى من النظام – الهياكل الحاملة، وتمديدات الأسلاك، وأجهزة فصل النظام – ينبغي أن يستمر بالعمل ما دام المبنى الذي ركبت عليه قائماً.

تقدير كمية إنتاج الطاقة من النظام الكهروضوئي

بعد تحديد العمر الافتراضي المتوقع، يصبح الجزء الأكبر من العبء في تحديد ما إذا كان الاستثمار في نظام كهروضوئي مجدياً مجرد تقدير إنتاج النظام من الطاقة سنوياً. وتكمن إحدى أسهل الطرق للتنبؤ بالإنتاج السنوي للنظام في جهاز حاسب مربوط بحاسب آلي يسمى «الواتات الكهروضوئية.» يتضمن الموقع الإلكتروني لهذا الجهاز، والذي يشرف عليه المعمل الوطني (الأمريكي) للطاقة المتجددة، آلة حاسبة بسيطة تسمح لك بالتنبؤ بكمية الطاقة التي سينتجها النظام المقترح بوحدات الكيلووات في الساعة من الكهرباء، أو ما يعادل ذلك من الوفورات المحتملة بالدولار. ويمكن لبرنامج الواتات الكهروضوئية أن يعطي تقديراً تقريبياً لإنتاج نظامك من الطاقة، وذلك بمعرفة عاملين فقط هما: موقعك، والإنتاج الأعظم للأجزاء المتكاملة لنظامك.

إنّ الحساب التقريبي الذي ستقوم به بهذه المعطيات يمكن أن يعطيك فكرة عن الإمكانات المحتملة لإنتاج النظام الكهروضوئي. ولكن مع معرفة معلومات أكثر عن نظامك، يمكنك تحسين دقة حساب الإنتاج باستعمال برنامج الواتات الكهروضوئية، وذلك عن طريق إدخال عوامل إضافية تشمل:

- ما إذا كان نظامك يتعقب مسار الشمس.
- الاتجاه الذي سيأخذه المجمع الشمسي (النظام الكهروضوئي) للجنوب الشمسي.
- ميل المجمع إلى ارتفاع الشمس في منطقتك.

www.j4know.com

- الفاقد الموجود في المحول العكسي، والأسلاك الخاصة بالنظام.
- تكلفة الكهرباء من الشبكة التي ستستبدل بتلك التي يوفرها النظام.

أنظر إلى الفقرة التي بعنوان «المصادر الاضافية» المذكورة في الصفحة رقم (٤٠٧) للحصول على مزيد من المعلومات عن الآلة الحاسبة «الواتات الكهروضوئية»، وأدوات التصميم الشمسي الأخرى.

الأنظمة الكهروضوئية المربوطة على الشبكات

تسمح العديد من شركات الكهرباء لعملائها بربط الأنظمة الكهروضوئية جيدة التركيب بالشبكة الكهربائية القائمة. باستطاعة هذه الأنظمة المرتبطة بالشبكة الكهربائية (grid-tied) أن تعيد تغذية الطاقة الزائدة منها للشبكة الكهربائية في أي وقت يستهلك فيه العميل من الطاقة أقل مما ينتج النظام الكهروضوئي، الأمر الذي يحصل على نحو اعتيادي خلال النهار عندما تكون الشمس ساطعة، والسكان خارج المنزل، أو يكون طلبهم على الكهرباء في حدوده الدنيا. ومن ثم تعيد هذه الأنظمة سحب الكهرباء من الشبكة عندما يستهلك العميل أكثر مما ينتج النظام الكهروضوئي، كما هو الحال أثناء الطقس الغائم، وفي الليل، أو عندما يتعطل النظام.

لا تحتاج الأنظمة المرتبطة بالشبكة الكهربائية إلى بطاريات، مما يجعلها أفضل أنواع الأنظمة الكهروضوئية من الناحية الاقتصادية، وأكثرها شيوعاً، على الرغم من أنها يمكن أن تتضمن بطاريات من أجل توفير الطاقة في حال تعطل الشبكة الكهربائية.

اتفاقيات حساب صافي الطاقة من الأنظمة الكهروضوئية

إذا كان لديك نظام كهروضوئي مرتبط بالشبكة الكهربائية، فقد تكون مؤهلاً لاتفاقية حساب صافي الطاقة (net metering) (انظر الشكل ١١-١١) مع الشركة التي تزودك بالطاقة، والتي ستسمح لك بالاستفادة من الطاقة الزائدة التي يغذيها نظامك الكهروضوئي لشبكة الكهرباء. ويمكنك بهذه الاتفاقية توفير وتخزين طاقتك للاستعمال في وقت لاحق بدون استعمال البطاريات، إذ ستحسب شركة الكهرباء خاصتك الطاقة الزائدة التي ينتجها نظامك حسب التعرفة التجارية السائدة.

www.j4know.com

يركب جهاز قياس صافي التيار الكهربائي بقاعدة جهاز قياس التيار العادي الموجود على صندوق التحكم الكهربائي لمنزلك. يقيس جهاز قياس صافي التيار الكهربائي سريان التيار الكهربائي في الاتجاهين: الداخل للمنزل والخارج منه، وبالتالي يسجل صافي استهلاك منزلك من الكهرباء.

شكل رقم (١١-١١) جهاز قياس صافي التيار الكهربائي

العمل مع مقاولي تركيب الأنظمة الكهروضوئية

تُركّب كل الأنظمة الكهروضوئية تقريباً من مقاولي الكهرباء، وسيساعدك فهمك لأساسيات الأنظمة الكهروضوئية على اختيار مقاول مؤهل، والإشراف إشرافاً فعالاً على أدائهم، وهو ما يعدّ أفضل طريقة لتركيب النظام، إلا إذا كنت تمتلك خبرة واسعة بتركيب الأنظمة الكهربائية المعقدة.

إيجاد مقاول مناسب

احرص على القيام ببعض البحث قبل استخدام مقاول لتركيب نظامك الكهروضوئي، واطلب مقترحات مكتوبة من المقاولين المتقدمين؛ لتنفيذ العمل، وتأكد من أن كلاً منهم يتقدم لحجم ونوع النظام نفسه. إذا كانت العروض لا تقدم تفاصيل متشابهة، فقد تحتاج إلى إعادة طلب بعض التعديلات؛ لتتمكن من عمل مقارنات

www.j4know.com

دقيقة بينها. ولا تشتري النظام الكهروضوئي حسب السعر فقط، بل قيّم المقاول بناء على المقترح المقدم، بكامله وعلى طرح أسئلة محددة من أهمها:

- ما مدة عمل المقاول في هذا المجال؟
- هل ركّب المقاول أنظمة كهروضوئية سابقاً؟ هل اتصلت بزبائن سابقين؟
- هل للمقاول رخصة مقاول كهربائي سارية المفعول؟ هل لديه شهادات صادرة من جهات صناعة الأنظمة الكهروضوئية؟
- هل قدم المقاول تقديراً تقريبيّاً للطاقة التي سينتجها النظام؟
- هل سيقدم المقاول طلباً للحصول على الأذون اللازمة؟
- هل سيقدم المقاول ضمان تركيب غير ذلك المقدم من مصنع الأجهزة؟

www.j4know.com

الخلاصة

يمكن للطاقة الشمسية أن تكون حلاً ممتازاً لحاجاتك من الكهرباء. لكن إذا كان منزلك مشيداً حسب المعايير الاعتيادية الحالية، فإنك ستحصل على مردود إيجابي أكبر بكثير من تحسين العزل الحراري، وإحكام إغلاق أماكن تسرب الهواء، وشراء أجهزة منزلية عالية الكفاءة. وبعد إنجاز هذه التحسينات، وكون منزلك في أوج كفاءته، فإنه يمكن عندها لنظام كهروضوئي أن يمثل الخطوة اللاحقة باتجاه عمل منزل لا يستعمل في المحصلة الطاقة الكهربائية المستمدة من الشبكة الكهربائية.

- ركز إنفاقك الأولي المخصص لتوفير الطاقة على تقليل استهلاك منزلك لأغراض التدفئة، والتكييف، وتسخين المياه.
- اعمل على الحد من استهلاكك الحمل الأساس (baseload) إلى أدنى حد ممكن. إذا كنت تستهلك أقل من ٢٥٠٠ كيلووات في الساعة للسنة لكل فرد من أفراد أسرتك، فستكون قد قمت بعمل جيد من حيث حفظ الطاقة، ويتعين عليك التفكير بتركيب نظام كهروضوئي.
- قيّم إمكانات منزلك من حيث الطاقة الشمسية، وذلك بالأخذ في الحسبان المناخ السائد، والظل، ووجود مكان مناسب لتركيب الألواح الشمسية.
- بادر بالاتصال بشركة الكهرباء، ومكتب الطاقة في الولاية؛ لمعرفة مدى وجود حوافز مالية متوفرة للأنظمة الكهروضوئية.
- احرص على العمل مع مقاول أنظمة كهروضوئية متمرس؛ لتصميم وتركيب نظام بنوعية عالية، بحيث يدوم طويلاً، ويكون خالياً من المشكلات والأعطال.

www.j4know.com

الباب الثاني عشر
إدارة الرطوبة والتهوية لرفع كفاءة الطاقة

ينبغـــي لمترلك أن يكون مكاناً صحيّاً وآمنا للعيش فيه؛ لأن أغلبنا يقضي وقتاً في المترل أكثر من أي مكان آخر، ولذلك ســـتعتمد سعادتك جزئيّاً على كيفية إدارتك لبيئة مترلك. عندما تتجمع الرطوبة الزائدة في المترل، فيمكنها أن تســـبب مشكلات صحية، وتتلف مواد البناء، وتزيد من اســـتهلاكك الطاقة، ولكن أساليب الإدارة التي نقدمها في الجزء الأول من هذا الباب ستساعدك على إبقاء الرطوبة تحت السيطرة.

تتم تهوية أغلب المنازل من خلال تســـرب الهواء (air leakage)، وبمساعدة من مراوح الشـــفط في المطابخ والحمامات. لكن تســـرب الهواء ليس بالطريقة التي يمكن الاعتماد عليها، أو هي فعالة للتحكم بالرطوبة في مترلك؛ ذلك لأنها توفر تهوية زائدة خـــلال الطقس العاصف، وتهوية غير ملائمة خلال الطقس المعتدل؛ لذا، فإن الطريقة المثلى للحفـــاظ على الهواء الجيد داخل المترل تكمن في وجـــود نظام تهوية مركزي للمـــترل بأكمله، على نحو يوفر الهواء النقي، حيث ومتى دعت الحاجة إليه. بناءً على ذلك، سيتضمن الجزء الثاني من هذا الباب وصفاً لأنظمة التهوية المترلية.

تقييم إدارة الرطوبة والتهوية في المترل

هل تعاني من مشـــكلات العث والعفن والفطريات في مترلك؟ باســـتطاعتك في أغلب الأحيان السيطرة على هذه المشكلات بإدارة الرطوبة داخل المترل، ومن حوله.

هل لديك مراوح شفط في المطبخ والحمامات؟ تمثل مراوح الشفط خط دفاع أول ومهم ضد الرطوبة والروائح في المترل، وتصبح حتى أكثر أهمية مع إجراء تحســـينات على كفاءة المترل، وإحكام إغلاقه ضد تسرب الهواء.

هـــل يوجد في مترلك قبو خدمـــات (crawl space) بأرضية متســـخة، أو قبو عـــادي (basement) ؟ تمثـــل الأرض تحـــت مترلـــك في غالـــب الأحيـــان أكبر المصادر للرطوبة.

هـــل يتجمع الماء من المطـــر الجاري فـــوق الأرض (runoff)، أو من ذوبان الثلج عند قواعد (أساســـات) المترل؟ يمكن لهذا الماء أن يتســـرب إلى داخل المترل، ويسبب مشكلات رطوبة.

www.j4know.com

هـــل يعاني منزلك من أي تســـرب في خطوط التمديدات الصحية، أو الســـقف الخارجي؟ من الســـهولة التحكم بمصادر الرطوبة تلك، وذلك بإعطاء أولوية قصوى لإصلاح السقف الخارجي، والتمديدات الصحية.

هل توجد في منزلك روائح (غير عادية)، ورطوبة نســـبية عالية؟ قد يكون منزلك محكم الإغلاق ضد تســـرب الهواء وقد تحتاج إلى نظام تهوية مركزي للمنزل بأكمله؛ لتوفير هواء جيد داخل المنزل.

أساسيات الرطوبة

تمثل الرطوبة الزائدة مشكلة في العديد من المنازل الحديثة. إنّ بخار الماء الموجود في الهواء الجوي لا يمثل مشكلة في ذاته، ولكن المشكلة تكمن في تكاثف بخار الماء وتحوله إلى ماء في الحالة السائلة، والتي يمكن عندها أن يسبب عددا من المتاعب التي من بينها:

- المنازل الرطبة ليست صحية: تشجع الرطوبة الزائدة على نمو العفن، والفطريات، والملوثات الحيوية الأخرى التي تزدهر في البيئات الدافئة المظلمة الرطبة: كتلك الموجودة في تجاويف المباني. كما تعزى إلى الرطوبة الزائدة العديد من المشكلات الصحية المنتشـــرة بين الناس، مثل: أمراض التحسس، والأزمة بسبب الملوثات الحيوية، إذ يعاني العديد من الناس من استجابات قوية لهذه الكائنات المجهرية، مع آثار تتراوح بين العطس المتواصل إلى نوبات أزمة تنفس خطرة.

- المنازل الرطبة ليســـت متينة (قوية). توفر مواد البناء الرطبة بيئة مناسبة لأنواع مـــن النمل (الأبيض)، ونمل النجارة، وغيرها. كما يتســـبب الماء بصدأ أجزاء المنزل المعدنية، وترشح (leach) الإسمنت من الجدران الاسمنتية، كما يتسبب أيضاً بالضرر لمواد البناء إذا تجمدت في الطقس البارد، وســـيدوم منزلك لفترة أطول لو بقي جافاً.

- الرطوبة الزائدة تزيد استهلاك الطاقة: عندما تتكاثف الرطوبة في العزل الحراري، تســـتطيع الحرارة الانتقال خلال العازل بسهولة أكبر، كما أن نظامي التدفئة والتبريد سيســـتهلكان طاقة أكبر عندما يتوجب عليهما تجفيف المنزل. فخلال موسم التدفئة، يتســـبب الهواء الذي تم تسخينه في فرن التدفئة بتبخر الرطوبة الزائدة في منزلك، من ثم تبريد الهواء متطلبا بذلك طاقة حرارية أكبر من غيرها. وخلال موســـم التبريد، تتسبب المواســـير الباردة للمبخر في المكيف بتكاثف

www.j4know.com

الماء من الهواء الموجود داخل المنزل الذي يدوّر من خلاله مسبباً إطلاق كمية من الحرارة، مما يدفع نظام التبريد إلى العمل لفترة أطول من غيرها. وعموماً، تستهلك أنظمة التدفئة والتبريد طاقة أكثر عندما يتحتم عليها تجفيف المنزل، إضافة إلى تدفئته أو تبريده.

قياس الرطوبة

تقاس الرطوبة الجوية بنسبة الرطوبة النسبية (نسبة مئوية). عندما تكون نسبة الرطوبة النسبية صفراً، فإن الهواء لا يحتوي على بخار الماء، وعند تكون نسبة الرطوبة ١٠٠٪، يكون الهواء مشبعاً تماماً ببخار الماء، الأمر الذي يؤدي إلى التكاثف عندما يمر الهواء المشبع بجانب سطوح باردة. إنّ قطرات الماء، الصغيرة التي تغطي جدران وسقف الحمام بعد الإستحمام هي نتيجة وصول الهواء في الحمام إلى رطوبة نسبية تصل إلى ١٠٠٪، حيث توفر جدران وسقف الحمام البارد أسطح تكاثف مسببة تحول بخار الماء إلى الحالة السائلة.

هناك أسطح تكاثف مخفية موجودة في كل المنازل داخل الجدران، وفي العليّة (attic)، وقبو الخدمات، وحول السجاد، وورق الجدران، وقطع الأثاث. ينتقل بخار الماء إلى هذه المناطق المخفية مدفوعاً بفرق ضغط الهواء، أو الرطوبة، وتمثل الرطوبة النسبية في منزلك أحد العوامل المهمة في تحديد كمية الرطوبة التي ستتكاثف.

وتتفق معظم السلطات المختصة على أن مستوى الرطوبة النسبية المثلى للهواء داخل المنزل تتراوح ما بين ٤٥ إلى ٦٥٪. في المناطق الجافة، من الطبيعي أن تكون الرطوبة النسبية أقل من هذا المدى، حيث يمكن للرطوبة المنخفضة أن تسبب جفافاً مزعجاً للجلد عند بعض الناس. أمّا الرطوبة النسبية المرتفعة فتشجع على تكاثف الرطوبة. إذا تولد لديك شيء من الفضول حول الرطوبة النسبية في منزلك، فنقترح عليك شراء جهاز بسيط لقياس الرطوبة (hygrometer)؛ لمراقبة الرطوبة النسبية في منزلك. إذا كانت الرطوبة النسبية مرتفعة، فباستطاعتك اتخاذ خطوات؛ لمقاومتها كما هو مبين هنا.

كيف تنتقل (تتحرك) الرطوبة في منزلك

تتحرك الرطوبة في منزلك بأربع طرق مختلفة:

- يجري الماء السائل إلى الأسفل من خلال فتحات في المبنى. فمثلاً قد يسقط

www.j4know.com

المطر على السقف الخارجي، ويتسرب إلى داخل المترل من حول مدخنة غير محكمة الإغلاق.

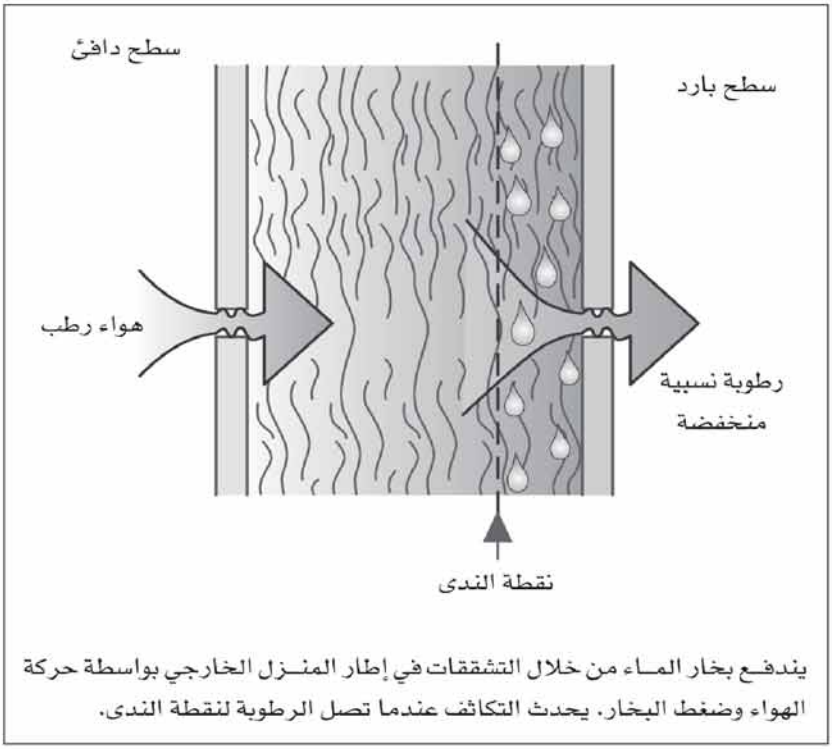
- يَرشَح (wicks) الماء السائل من خلال المواد الصلبة في كل الاتجاهات عن طريق عملية تعرف بالخاصية الشعرية. يستطيع الماء أن يتحرك إلى أعلى من خلال التربة، ومن ثم يرشح من خلال أساسات المترل الإسمنتية، وبعد ذلك إلى البناء الخشبي للمترل. كما يترل (seeps) الماء بالاتجاه الأفقي أيضاً - خلال الغطاء الخارجي الخشبي للمترل مثلاً - عندما يصبح هذا الغطاء مشبعا بالماء بعد عاصفة مطرية.

- يُحمل بخار الماء بواسطة حركة الهواء، وبإمكان الهواء الرطب من داخل المترل أو خارجه أن ينتقل إلى تجاويف المبنى، حيث قد يصادف بخار الماء سطحاً بارداً فيتكاثف. ينتقل الهواء الرطب في الصيف من خارج المترل، ويكون سطح التكاثف هو السطح الخلفي للجدار الجاهز (dry wall). يأتي الهواء الرطب في الشتاء، من داخل المترل، ويمثل السطح الخلفي لطبقة الحماية الداخلية (sheathing) للسطح الخارجي سطح التكاثف. في كلتا الحالتين، ستتجمع الرطوبة داخل الجدار. أنظر: الشكل رقم (١٢-١).

- يتحرك بخار الماء خلال المواد المسامية (porous): كالجدار الجاهز، والإسمنت، والخشب بعملية تسمى انتشار البخار (diffusion). يمكن للبخار بعدها أن يتكاثف على الأسطح الباردة المخفية.

عندما يتحرك بخار الماء في مترلك بواسطة أي من هذه الآليات، يمكنه أن يتجمع ويسبب المشكلات؛ لذا، لا بد من وجود خطة جيدة لإدارة الرطوبة كفيلة بإبقاء مستوى الرطوبة في المترل تحت السيطرة.

www.j4know.com



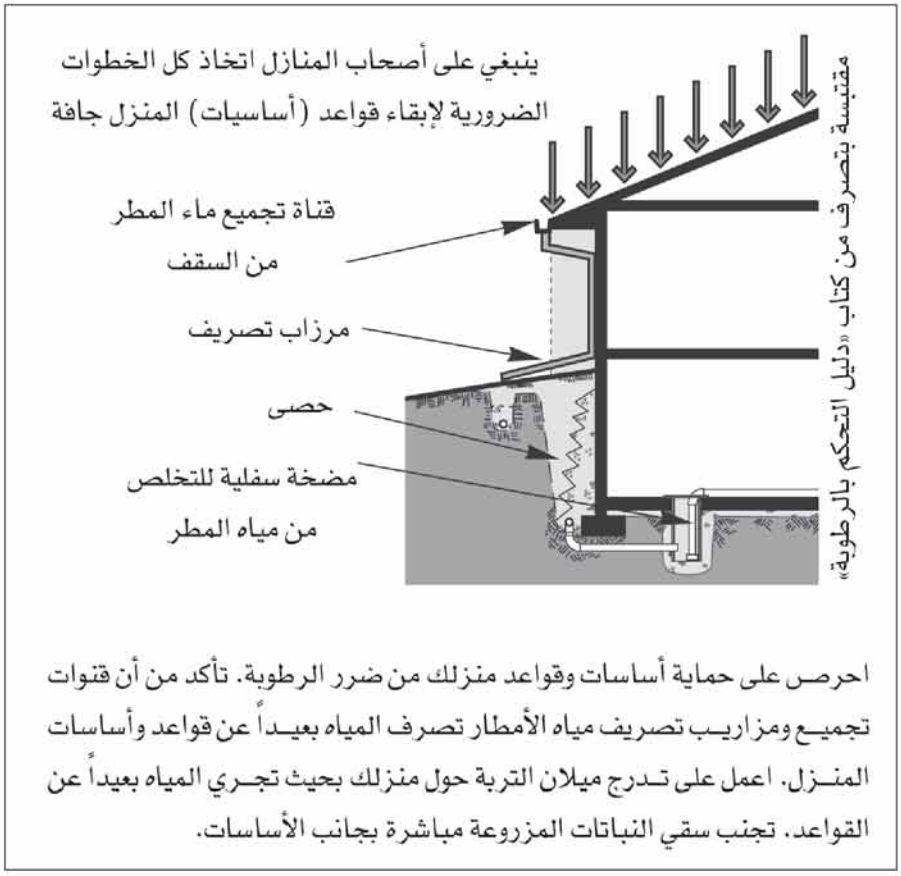
يندفع بخار الماء من خلال التشققات في إطار المنزل الخارجي بواسطة حركة الهواء وضغط البخار. يحدث التكاثف عندما تصل الرطوبة لنقطة الندى.

شكل رقم (١٢-١) انتقال الرطوبة في تجاويف المباني

كيفية التحكم بالرطوبة الخارجية

أولاً: لاتدع الماء يتسرب إلى منزلك: كماء المطر، أو الماء الناتج من ذوبان الثلج، والذي يتسرب من خلال السقف الخارجي (roof)، ويدخل إلى المنزل من حول الأبواب والنوافذ، أو ينزل من خلال غطاء الحماية الخارجي للمنزل، وقد يسبب الضرر لمنزلك. إنّ إصلاح أماكن التسرب هذه ينبغي أن يشكل دفاعك الأول ضد الرطوبة، وفي حال تجمع ماء ساكن في التسوية، أو قبو الخدمات، فعليك القيام بإجراء فوري لتجفيفه. وإذا كانت لديك قنوات تجميع أمطار من سقف المنزل الخارجي (gutters)، ومجموعة مزاريب (downspouts)، فتأكد من أنها توجه الماء بعيداً عن المنزل. كما قد يترتب عليك الحد من ري نباتات المنزل حول وبالقرب من أساسات المنزل. وإن لم تأت كل هذه الإجراءات بنتيجة، ففكر بتركيب مضخة غاطسة (sump pump)؛ لنقل الماء بعيداً عن الأساسات. يبين الشكل رقم (١٢-٢) ملخصاً لآليات التحكم بمصادر الرطوبة من خارج المنزل.

www.j4know.com



شكل رقم (١٢-٢) التحكم بالرطوبة من الخارج

تسهم الرطوبة التي تدخل المنزل من خلال الأساسات، وقبو الخدمات أيضاً في رطوبة الهواء داخل المنزل، حتى وإن لم تكن هناك مناطق رطبة ظاهرة. تتحرك الرطوبة بسهولة داخل المنزل، بواسطة حركة الهواء والتر خلال المواد المسامية كالخشب والإسمنت. حتى غاز الرادون وغازات أخرى قد تنتقل أيضاً إلى قبو الخدمات ذات الأرضية الترابية (المتسخة).

نحن نوصي بأن تغطى الأرضية في كل أقبية الخدمات ذات الأرضيات الترابية (المتسخة)، والأقبية العادية بحاجز للرطوبة الأرضية (أنظر الشكل رقم ١٢-٣). وينبغي إحكام إغلاق هذه الصفائح البلاستيكية (حواجز الرطوبة) عند الأطراف، وعند التقائها بجدران الأساسات. تعدّ مادة البولي-أيثيلين البلاستيكي المعيارية، والشفاف أو الأسود، مقبولة، لكن البولي-ايثيلين المقوى المضغوط (عالي الكثافة) هو الأفضل

www.j4know.com

لأن هذا الحاجز القوي للرطوبة لن يتعرض للتمزق لو اضطر العمال إلى الزحف عليه. ويساعد حاجز الرطوبة أيضاً على التحكم بغاز الرادون، والميثان، وغازات التربة الأخرى. أحكم إغلاق حواف الحاجز مع الأساسات بمادة البولي-يوريثين، أو البيوتيل، وأحكم إغلاق الأطراف (seams) بمادة للإغلاق، أو شريط لاصق اصطناعي خاص بمواد البناء (تجنب استعمال شريط لاصق خاص بالأنابيب).

يقوم حاجز أرضي للرطوبة بإبطاء انتقال الرطوبة وغازات التربة الأخرى الى داخل المنزل. ينبغي سد الحواف بشريط لاصق خاص بالمباني، وتثبيت الأطراف إلى جدار الأساس بمادة البولي- يوريثين.

شكل رقم (١٢-٣) إحكام إغلاق قبو الخدمات من التسرب

كيفية التحكم بالرطوبة الداخلية

تطلق النشاطات المترلية الاعتيادية بما فيها تنظيف المترل، وغسيل الملابس، والتنفس، والاستحمام بعض الرطوبة في الهواء. لكن يتوجب عليك اتخاذ بعض الإجراءات الاحتياطية؛ لإبقاء إنتاج هذه الرطوبة الداخلية في حدوده الدنيا، ومن بين أهم هذه الإجراءات:

- لا تتوان عن فحص أي تسرب في التمديدات الصحية؛ لأن التسرب البسيط يمكنه أن يطلق كمية كبيرة من الرطوبة، ويسبب ضرراً إنشائيّاً. ومن هذا المنطلق، بادر بإصلاح هذه التسريبات على الفور. إذا كان في مترلك قبو خدمات، واحرص على الدخول إليه على نحو دوري بضوء كشاف، والنظر فيه؛ لفحص أي تسرب في التمديدات الصحية، أو مشكلات أخرى.

www.j4know.com

- تأكد من تهوية آلة تنشـــيف الملابس (تزويدها بمدخنة) إلى الخارج. فقد يكون من المريح ترك تهوية آلة التنشـــيف غير مربوطة إلى الخارج، والســـماح لهذا الهواء الحار الرطب بتســـخين وترطيب المترل. لكـــن الرطوبة التي تنطلق من تنشـــيف حمل واحد من الملابس، والتي تساوي بالمتوسط حوالي نصف جالون (لتريـــن)، تعدّ لمعظم المنازل كبيرة جدّاً. أضـــف إلى ذلك أن الهواء الخارج من آلة التنشـــيف يكون ممتلئاً بنسالة الملابس، والمواد الكيماوية؛ لذا، إذا كان لديك آلة تنشيف ملابس تعمل بالغاز (وهي: فكرة جيدة من وجهة نظر حفظ الطاقة)، فسيصبح أكثر أهمية أن تهوّى إلى الخارج؛ لأن عادم الآلة يحتوي أيضاً على عوادم احتراق.

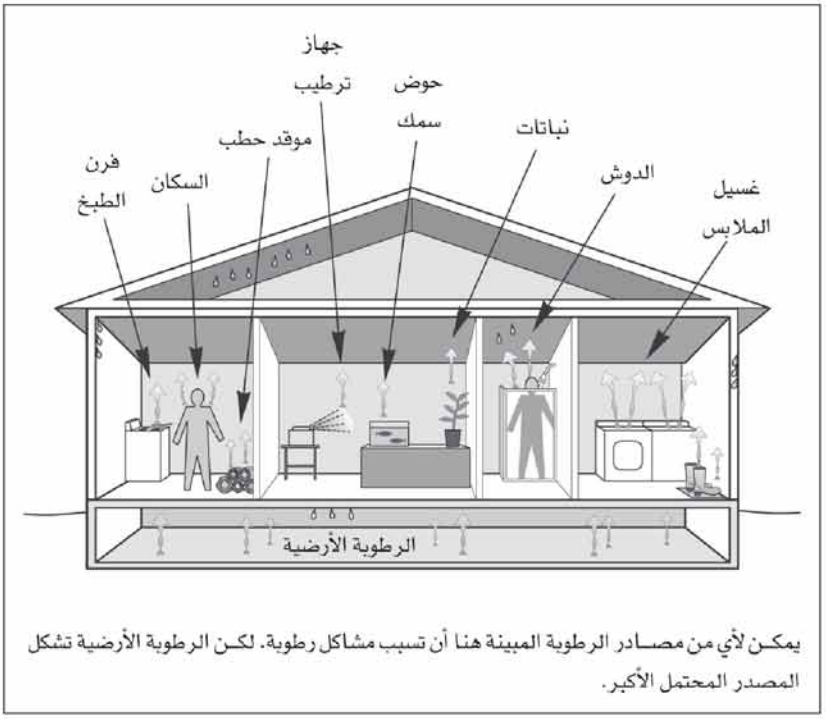
- احرص دائما على تشغيل مروحة الحمام بعد الاستحمام. شغل مروحة المطبخ عندمـــا تطبخ مواد غنية بالماء، أو في كل مرة تســـتعمل فيها فرن غاز الطبخ. ينبغي تهوية هذه المراوح إلى الخارج، وتجنب الاكتفاء بمجرد ربطها إلى العلية.

إذا لاحظـــت تكاثف البخار على نوافذك خلال الطقس البارد، أو نمو العفن على جـــدران الحمام، أو المطبخ، فهذه علامة أكيـــدة بأن عليك تقليل مصادر الرطوبة في مترلك. يدرج الجدول رقم (١٢-١) كميات الرطوبة المنتجة من مصادر الرطوبة من داخل المترل في حين يبين الشكل رفم (١٢-٤) مصادر هذه الرطوبة من داخل المترل.

جدول رقم (١٢-١) مصادر الرطوبة في المترل

مصدر الرطوبة	الكمية الاعتيادية التقريبية (بنت *Pint) (واحد "بنت" يعادل ٤٧٣ مل)
الرطوبـــة الأرضية، والتســـوية، أو قبو الخدمات.	٠ — ١٠٥ يوميّاً
التنفس والتعرق، و ٤ أشخاص.	١٠ - ١٢ يوميّاً
مجفف الملابس (تهويته داخل المترل).	٤ — ٦ لكل حمل غسيل
الطبخ، و ٤ أشخاص .	٢ — ٤ يوميّاً
الاستحمام، و ٤ أشخاص.	٢ يوميّاً
غسل الأواني.	١— ٢ يوميّاً

www.j4know.com



يمكن لأي من مصادر الرطوبة المبينة هنا أن تسبب مشاكل رطوبة. لكن الرطوبة الأرضية تشكل المصدر المحتمل الأكبر.

شكل رقم (١٢-٤) مصادر الرطوبة من داخل المترل

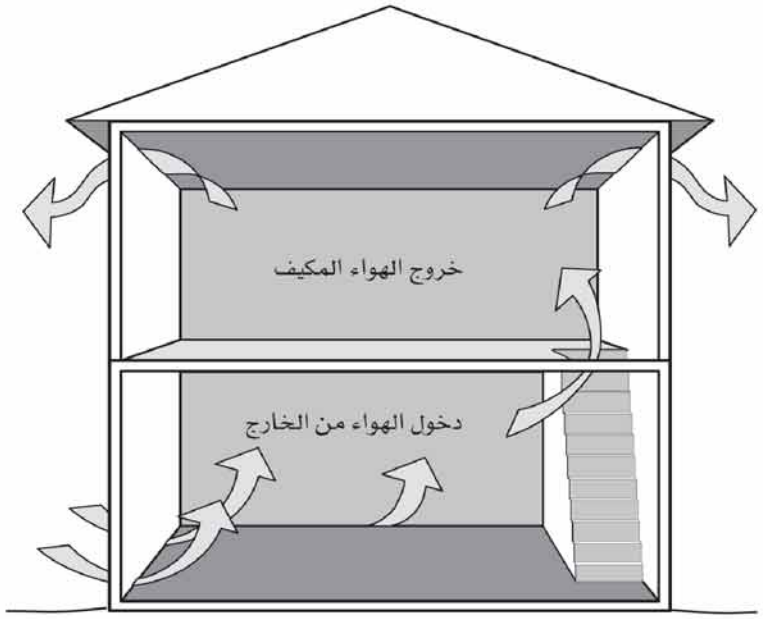
أنظمة التهوية

ينبغي أن تتركز جهودك المتعلقة بالتحكم بالرطوبة والملوثات داخل المترل دائماً على التحكم بها من المصدر، — وإبقاؤها خارج المترل في المقام الأول؛ لأن ذلك يجعل هذه العملية أسهل وأكثر فعالية من إزالتها بواسطة التهوية. من هذا المنطلق، تأكد من اتخاذك كل الخطوات التي قدمناها هنا؛ للتحكم بها من المصدر.

من حيث المبدأ، لا يمكن تجنب وجود كميات قليلة من الرطوبة والملوثات في المترل، والتي يمكن التحكم بها بإبقائها بمستويات آمنة بواسطة التهوية. وفي أغلب المنازل، تكون هذه مهمة المراوح العادية في الحمامات والمطابخ. أمّا في أكثر المنازل كفاءة، فينصح بالتحول إلى نظام تهوية مركزي، بحيث يهوّى كل غرفة من غرف المترل. لسوء الحظ، ما زالت أغلب المنازل تعتمد بدلاً من ذلك على تسرب الهواء (leakage)؛ لحمل الرطوبة والملوثات خارج المترل. نحن لا نوصي بهذه الطريقة.

www.j4know.com

الرياح، وفروق درجات الحرارة، والمداخن، وأنظمة التدفئة والتكييف كلها تجبر الهواء على الدخول والخروج من المبنى من خلال تسرب الهواء الطبيعي غير المحسوب (العشوائي) من الجدران، والأرضيات، والسقف، والنوافذ، والأبواب. (انظر الشكل رقم ١٢-٥).



يندفع الهواء من خلال الفتحات والتشققات في إطار المنزل الخارجي مما يؤدي لزيادة تكاليف الخدمات، وحمل الرطوبة إلى تجاويف المبنى، وتهديد نوعية الهواء داخل المنزل.

شكل رقم (١٢-٥) تسرب الهواء العشوائي غير المنضبط

يعدّ التسرب الطبيعي للهواء مصدراً غير موثوق للهواء النقي بسبب المسار الملوث الذي قد يتخذه الهواء إلى داخل المنزل. فالهواء المتسرب من خلال قبو الخدمات، على سبيل المثال، قد يحتوي على الرطوبة، والملوثات الحيوية، أو غاز الرادون. أمّا الهواء الذي يتسرب من خلال تجاويف الجدران والعليّات، فقد يحتوي على غبار بيئي، وجسيمات من العزل الحراري، وغازات ضارة، مثل: الفورمالديهايد.

www.j4know.com

كما أن توقيت تسرب الهواء (الطبيعي) نادراً ما يناسب حاجات سكان المنزل، إذ يعمل تسرب الهواء على زيادة تهوية المنزل خلال الطقس العاصف، ويوفر تهوية أقل من اللازم خلال الطقس المعتدل. وعلى الرغم من أن تسرب الهواء غالبا ما ينجح في تخفيف تركيز الملوثات، فإنه يبقى وسيلة غير موثوقة ومرتفعة التكلفة لإدارة نوعية الهواء.

وربما تكون التهوية غير المحسوبة كافية لإزالة الرطوبة والملوثات الأخرى في الماضي، بيد أن مشكلات نوعية الهواء داخل المنازل الحديثة هي اليوم في تزايد واضح. كما يسبب تسرب الهواء الزائد تكاليف طاقة أعلى مما كان في الماضي. ومع ذلك، فإن إحكام إغلاق أماكن تسرب الهواء في المنزل قد يشجع أحياناً على تراكم الملوثات فيه.

ويكمن الحل لهذه المشكلات في إحكام إغلاق حاجز منع تسرب الهواء، وتوفير تهوية محسوبة ومخطط لها تخطيطاً جيداً. فتوفير تهوية قليلة للتحكم بالملوثات أرخص بكثير من تدفئة وتبريد منزل يتبادل الهواء مع الخارج بمعدلات غير محسوبة. بطبيعة الحال، يستهلك نظام التهوية المركزي للمنزل بأكمله الكهرباء، ولكنه يسمح لك بإحكام إغلاق المنزل ضد تسرب الهواء مع ضمان بقاء الهواء، داخل المنزل صحيّاً ومن الممكن أن تكبر الوفورات المتحققة من تقليل تكاليف التدفئة والتبريد عشرين مرة من تشغيل أجهزة التهوية.

دَور أنظمة التهوية

يعي أفضل المصممين ومقاولو البناء اليوم أن التهوية المركزية للمنزل بأكمله جزء لا يتجزأ من تصميم المنازل الحديثة، حيث تقوم هذه الأنظمة جيدة التصميم بعدة مهام:

- تَحّد من نمو السوس والعفن.
- تحمي حياة الناس بتخفيف تركيز الملوثات الموجودة في الهواء، وتزود المنزل بالهواء النقي.
- تحافظ على المبنى إنشائيّاً عن طريق التحكم بالرطوبة النسبية داخل المنزل.
- تحسن مستوى الرفاهية والراحة في المنزل، وذلك بالتخلص من الروائح غير المرغوبة فيها، والتقليل من تيارات الهواء (drafts).

تختلف أنظمة التهوية الميكانيكية عن التهوية الخاملة (passive) التي تركب في العليّة، وقبو الخدمات؛ للتحكم بالرطوبة والحرارة. تحرك أنظمة التهوية الميكانيكية التي

www.j4know.com

نتناولها هنا الهواء خلال المترل باستعمال مراوح ومجاري هواء، وتضبط أجهزة تحكم كهربائية عمل هذه الأنظمة؛ لتوفير التهوية، حيث ومتى تدعو الحاجة إلى ذلك.

وقد يكون نظام التهوية في مترلك بسيطاً، بحيث تكون هناك مروحة شفط في المطبخ، وأخرى في كل حمام، وهو ما نوصي به كحد أدنى في كل مترل. أمّا في المنازل عالية الكفاءة، فقد أضحى وجود أنظمة التهوية المركزية هو الأمر الاعتيادي. تُصنّف أنظمة التهوية عموماً بثلاث فئات، وذلك حسب طريقة تدفق الهواء من خلالها: الشفط، والتزويد، والتهوية المتوازنة المسترجعة للحرارة. سنتناول كلاً منها على النحو التالي:

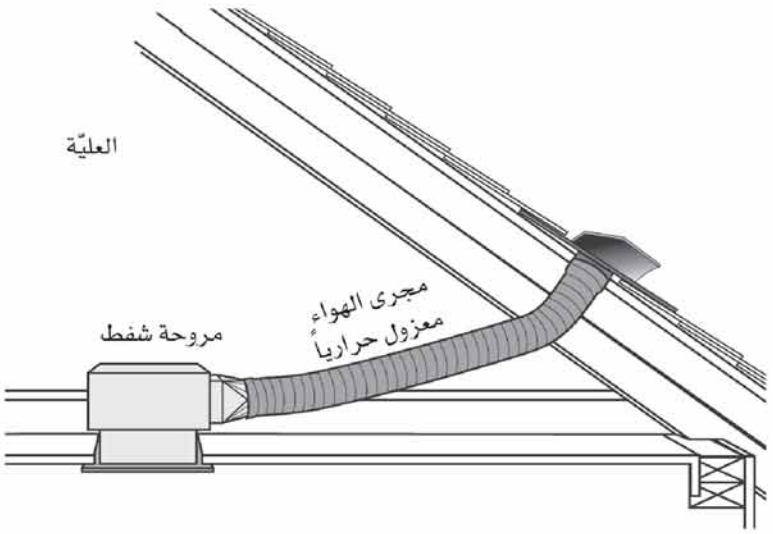
التهوية بالشفط (بالسحب) (Exhaust)

تمثل مراوح الشفط في المطابخ والحمامات أكثر أجهزة التهوية شيوعاً وهي موجودة في أغلب المنازل في أمريكا الشمالية. وهي بسيطة، ورخيصة الثمن، وباستطاعتها التحكم على نحو معقول بالرطوبة والروائح في المنازل ذات الإغلاق المعتدل ضد تسرب الهواء.

تشكلّ أنظمة الشفط ضغطاً سالباً داخل المترل، ساحبة هواءً بديلاً إلى المترل من خلال الفتحات والتشققات التي في الإطار الخارجي (shell) للمترل. يسبب تدفق الهواء الخارجي هذا بعض التكلفة؛ لأنه لا مناص من تسخين الهواء الخارجي، أو تبريده خلال الأوقات المختلفة من السنة، وهو الأمر الذي لا يشكل معضلة كبيرة للاستعمال من وقت إلى آخر، وهو السائد في معظم المنازل. لكن بشأن المنازل فائقة العزل الحراري، والمصممة لتكون فيها تهوية ثابتة محسوبة، يمكن لتكلفة هذا الهواء البديل أن تتزايد. وحري بك أن تفكر بأجهزة التهوية المسترجعة للحرارة، والتي تستعيد بعضاً من الطاقة من تيار الهواء الخارج، وتحديداً في المنازل عالية الكفاءة؛ للمساعدة في معادلة هذه الخسارة.

نحن نوصي بأن تكون في كل مترل مروحة شفط من نوعية جيدة مركبة في المطبخ، وفي كل حمام شريطة أن تكون مربوطة بمجاري هواء تنتهي إلى خارج المترل؛ لتجنب مجرد نقل الرطوبة إلى مكان آخر في المترل (انظر الشكل رقم ١٢-٦). وحتى إن كان في مترلك جهاز تهوية مركزي مسترجع للحرارة، فحري بك أن تركب مراوح شفط؛ لتوفير تهوية محلية حيثما تكون الحاجة ماسة إلى التهوية.

www.j4know.com



يجب أن يكون لكل مطبخ وحمام مروحة شفط مع مجرى هواء للخارج. تجنَّب وضع مجـرى المروحة في العليّـة أو قبو الخدمات لأن ذلك قد يسبـب ضرراً إنشائياً لو تكاثفت الرطوبة على الهيكل الخشبي.

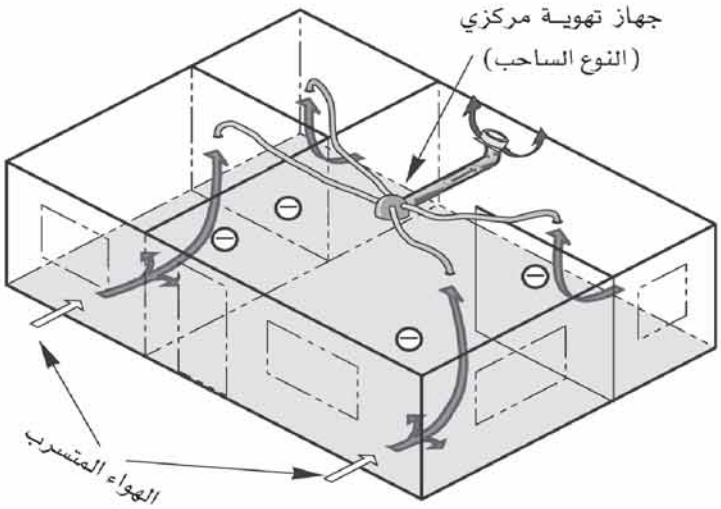
شكل رقم (١٢-٦) مروحة شفط (سحب) مزودة بمجرى هواء

ينبغي تجنب استخدام أجهزة الشفط كتلك المستعملة مع أفران الطبخ، والتي تدور الهواء، أو تكون بدون مجاري هواء للتهوية. قد تكون هذه مزودة بمصفٍ (فلتر) يجمع الروائح والمواد الزيتية، لكن المصفي سرعان ما يتعرض للسد، ويفقد فعاليته. كما أن مراوح تدوير الهواء لا تزيل الرطوبة. تتراوح تكلفة تركيب مروحة شـــفط في المطبخ أو الحمام ما بين ٢٠٠ إلى ٥٠٠ دولار شاملة التركيب.

تقوم أنظمة التهوية المركزية التي تســـتعمل الشفط فقط، كما هو مبين في الشكل رقم (١٢-٧)، على اســـتعمال وحدة تهوية واحدة متعددة المنافذ؛ لشفط الهواء من غرف متعددة، حيث يمكـــن تجميع هذه الأنظمة من عدة مكونات منفردة (مروحة، ومجرى هواء، وأجهزة تحكم)، أو يمكن تركيبها كنظام مدمج جاهز (packaged). تركب أنظمة الشـــفط المركزية في العليّة، أو قبو الخدمات، أو القبو الذي مع مجاري الهواء المتصلة مـــع الحمامات، والمطابخ، أو غرف الخدمـــات (الكهرباء). وقد تأتي المروحة المدمجة الجاهزة متعددة المنافذ، أو مروحة مستقلة قائمة، وتركب مجاري الهواء الفرعية في الموقع. وعموماً، لا تصمم أجهزة الشفط المركزية للتعامل مع المواد الزيتية

www.j4know.com

التي تجمعها أجهزة الشفط المستعملة مع أفران الطبخ. لذا، بادر بتركيب مراوح شفط مستقلة فوق منطقة الطبخ، وبمجاري هواء منتهية إلى خارج المنزل.



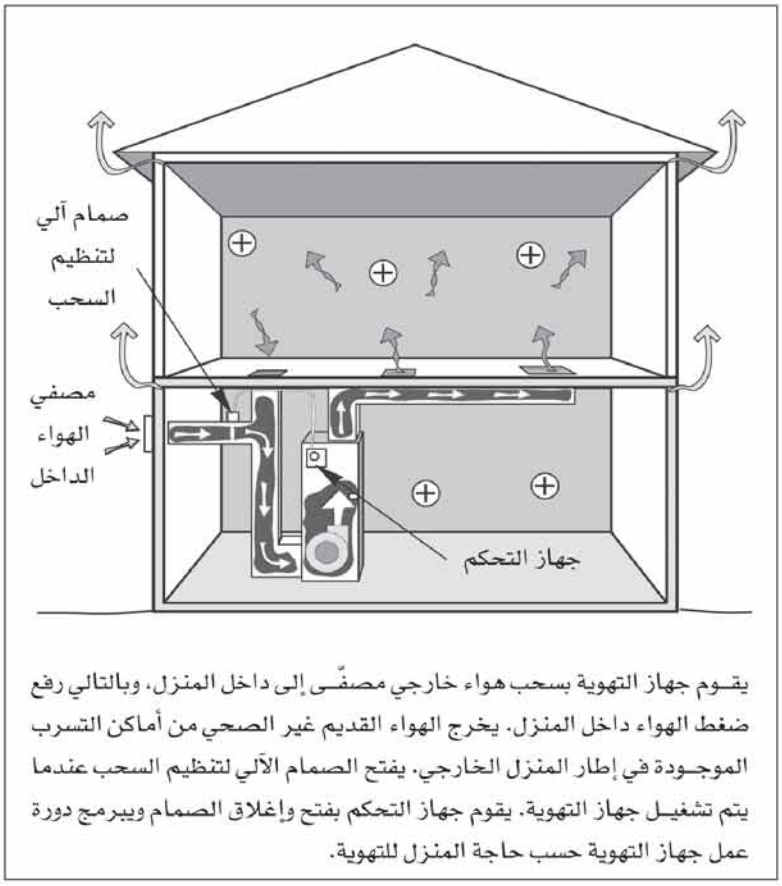
جهاز التهوية المركزي المبين في الشكل مركب في العليّة لسحب الهواء من كل غرفة من الغرف ويطرحه خارج المنزل.

شكل رقم (١٢-٧) جهاز تهوية مركزي يعمل بالشفط (السحب)

التهوية بالتزويد (Supply)

تنقل أنظمة التهوية بالتزويد الهواء إلى داخل المنزل، وهي بعكس أنظمة الشفط، توفر هواء نقيّاً يوزع على المنزل بكامله عوضاً عن جمع الملوثات من المصدر. تستعمل أكثر أنظمة التهوية بالتزويد شيوعاً، كما هو مبين في الشكل رقم (١٢-٨)، المروحة، ومجاري الهواء الموجودة والتابعة لنظام التدفئة، أو التكييف. ويوصل مجرى صغير لتزويد الهواء من خارج المنزل إلى الحيز الممتلئ بالغاز (plenum) في وحدة مناولة الهواء. يتضمن مجرى تزويد الهواء هذا في أغلب الحالات صمّاماً آليّاً؛ للتحكم بالسحب (damper) بحيث يفتح عند عمل المروحة في حالة التدفئة، أو التبريد، كما يجلب مجرى الهواء هذا الهواء الخارجي إلى فرن التدفئة، حيث يختلط مع الهواء الراجع، ويزود المنزل. ولكن من عيوب هذا الوضع أنه لا يزود المنزل بهواء للتهوية خلال المواسم التي لا تدعو الحاجة فيها إلى التدفئة، أو التبريد.

www.j4know.com



يقـوم جهاز التهوية بسحب هواء خارجي مصفّـى إلى داخل المنزل، وبالتالي رفع ضغط الهواء داخل المنزل. يخرج الهواء القديم غير الصحي من أماكن التسرب الموجـودة في إطار المنزل الخارجي. يفتح الصمام الآلي لتنظيم السحب عندما يتم تشغيـل جهاز التهوية. يقوم جهاز التحكم بفتح وإغلاق الصمام ويبرمج دورة عمل جهاز التهوية حسب حاجة المنزل للتهوية.

شكل (١٢-٨) التهوية بطريقة التزويد

تتوفر حاليّاً أجهزة تحكم متقدمة حديثة تعرف بـــالمتحكم بدورة المروحة (fan cycler)، وتســـمح للنظام بالعمل بحالة التهوية منخفضـــة التدفق، وذلك عندما لا تكون هناك حاجة إلى التدفئة، أو التبريد، حيث تشغل المروحة بأجهزة تحكم إلكترونية تعمل على توقيت دورات المروحة؛ لتعطي معدل تهوية محسوب على مدار السنة.

إنّ اســـتعمال نظام التدفئة، أو التبريد؛ لتهويـــة المترل لا يمثل دائماً الوضع المثالي. فبعـــض المراوح مزعجة، وغير فعالة، لأن مراوح الهـــواء الميكانيكية مصممة لنقل ما يقارب عشرة أضعاف الهواء المطلوب للتهوية، إلا أن المراوح التي يتحكم بها إلكترونيّاً تقلل عدم الفعالية هذه، وذلك بالعمل على قدرة وسرعة أقل عند العمل للتهوية فقط، دون الحاجة إلى التدفئة، أو التبريد.

www.j4know.com

وقد تكون أفضل أنظمة التهوية هي تلك التي تستعمل مروحة صغيرة مستقلة قائمة (standalone) مركبة في إحدى الخزائن، أو في العليّة ويكون لها في العادة مجاري هواء خاصة صغيرة تصل إلى غرف المنزل كلها. ينبغي أن يكون للمنازل ذات المقاومة المعتدلة لتسرب الهواء أنظمة تهوية، إمّا للتزويد، أو الشفط، وهي تتراوح في تكلفتها عادة ما بين ٣٠٠ إلى ١٠٠٠ دولار شاملة التركيب.

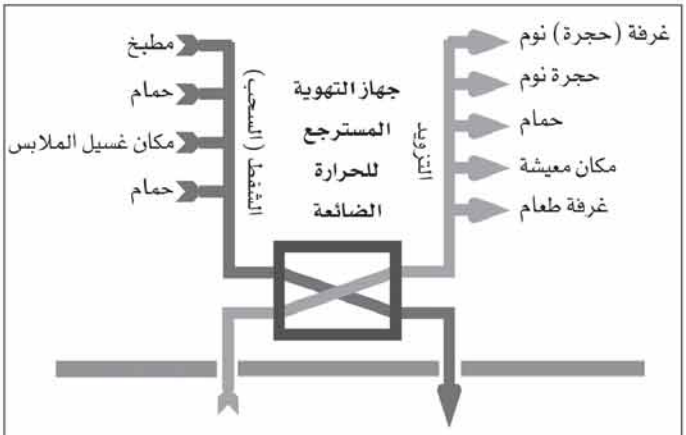
أجهزة التهوية المتوازنة المسترجعة للحرارة

تتخلص أنظمة التهوية المتوازنة من الهواء غير النظيف، وتوفر هواء نقيّاً من خلال نظام توزيع يتكون من مجاري للهواء. من بين كل طرق التهوية، تتحكم هذه الأجهزة بالملوثات في المنزل على أكمل وجه، وهي الخيار الأفضل لأغلب المنازل الحديثة عالية الكفاءة، ومحكمة الإغلاق ضد تسرب الهواء.

تنقل الأنظمة المتوازنة كميات متساوية من الهواء إلى داخل وخارج المنزل، وتتضمن أغلب هذه الأنظمة أجهزة تهوية مسترجعة للحرارة (انظر للشكل رقم ١٢-٩) تستعيد بعضاً من الحرارة من تيار الهواء العادم. تحتوى أجهزة التهوية المسترجعة للحرارة في قلبها على مبادل حراري من الألمنيوم، أو البولي-إيثيلين من نوع الصفيحة المسطحة (flat-plate) حيث تمر تيارات الهواء المزود للمنزل، والهواء العادم بالقرب من بعضهما، ويحدث بينهما حد أدنى من الاختلاط. تنتقل الحرارة بالتوصيل من خلال قلب (مركز) جهاز التهوية من تيار الهواء الساخن إلى البارد. في المناخات التي تحتاج إلى التدفئة، فإن ذلك يعني أن الحرارة الكامنة في الهواء العادم تعمل على تدفئة هواء التزويد الداخل إلى المنزل. أمّا في المناخات التي تحتاج إلى التبريد، فتمرر الحرارة الكامنة في هواء التزويد الداخل إلى الهواء العادم الخارج من المنزل، مما يعمل على تقليل تكلفة الطاقة المترتبة على وجود أنظمة التهوية.

تمثل أجهزة التهوية المسترجعة للطاقة المبينة في الشكل رقم (١٢-١٠) تحسيناً إضافيّاً على تقنية الأجهزة المسترجعة للحرارة. ففي حين تبادل الأجهزة المسترجعة للحرارة الحرارة فقط بين تيارات الهواء، تعمل الأجهزة المسترجعة للطاقة على تبادل الحرارة والرطوبة معاً. في المناطق الحارة والجافة، يعمل هذا على تقليل كلفة تكييف الهواء بالمحافظة على جفاف الهواء، وذلك داخل المنزل، والمطلوب من أجل الأداء الفعال للمكيفات. تتراوح كلفة الأنظمة المسترجعة للحرارة أو الطاقة المزودة بمجاري هواء ما بين ١٥٠٠ إلى ٤٠٠٠ دولار شاملة التركيب.

www.j4know.com



تقوم شبكة من مجاري الهواء مخصصة فقط للشفط بتجميع الملوثات من الحمامات والمطبخ بينما تحمل شبكة مجاري التزويد الهواء النقي إلى غرف النوم وأماكن المعيشة حيث يقضي الناس معظم الوقت.

شكل رقم (١٢-٩) تصميم شبكة مجاري الهواء لجهاز تهوية مسترجع للحرارة

الجزء المركزي لاسترجاع الحرارة

يركّب جهاز التهوية هذا في قبو الخدمات في منزل غير تقليدي. تُوفر مراوح متماثلة للسحب والتزويد تدفق هواء متوازن. يقوم الجزء المركزي لاسترجاع الحرارة بنقل الحرارة بين الهواء الداخل والخارج ليقلل استهلاك الطاقة اللازم للتهوية إلى أقل حد ممكن.

شكل رقم (١٢-١٠) جهاز تهوية مسترجع للحرارة

www.j4know.com

التحكم بأجهزة التهوية

توفر لك أجهـــزة التحكم بنظام التهوية الحرية والمرونة في اختيار وقت تشـــغيل هـــذه الأجهزة، ومعرفة كمية الهواء المنقول بناء على الظروف في منزلك في لحظة ما، ونحذرك من التقليل من قيمة هذا الجزء المهم.

أجهزة التحكم اليدوية

تسمح لك أجهزة التحكم البسيطة التي تعمل وتغلق يدوياً بتهوية المنزل عند الحاجة إلى ذلك، وهي تُســـتعمل في أغلب الأحيان للتحكم بمراوح الشـــفط في الحمامات والمطابـــخ. وفي بعض الأحيان، تزود أجهزة التحكـــم اليدوية بأجهزة توقيت بعداد تنازلي أو قابلية لتأخير الوقت، بحيث يســـتطيع سكان المنزل تفعيلها حتى يشغل النظام لفترة محددة من الوقت.

أجهزة التحكم بالرطوبة

تشـــغل أجهزة التحكم بالرطوبة المروحة عندما تصـــل الرطوبة داخل المنزل إلى مســـتوى محدد مسبقاً، وهي تســـتعمل إمّا مع مراوح الشفط البسيطة، أو مع أجهزة التهوية المركزية. ويمكن ضبط هذه الأجهزة على مدى من مستويات الرطوبة، وتتمتع بميزة التشـــغيل الآلي الذي لا يحتاج إلى كثير من الإدارة. ينبغي ضبط أجهزة التحكم هذه، بحيث تبقي الرطوبة داخل المنزل منخفضة بما يكفي؛ لمنع التكاثف في الشـــتاء، أي: مايتراوح بين ٣٠ إلى ٥٠٪.

أجهزة التحكم المركَّبة (متعددة الوظائف)

في أغلب الأحيان، تشغل أنظمة التهوية المركزية بتجميع أجهزة تحكم يدوية وآلية. وتلجأ أكثر الإستراتيجيات انتشاراً إلى اســـتعمال مروحة متعددة السرعات، تعمل على سرعة منخفضة، أو معتدلة، لتوفير تهوية مستمرة، في حين تحظى مفاتيح موجودة في المطبخ والحمامات بالقدرة على تجاوز أجهزة التحكم الأخرى بحيث تشغل مراوح المطبخ والحمامات على سرعات عالية خلال النشاطات المنتجة للرطوبة، مثل الطبخ، والاستحمام، والتنظيف.

www.j4know.com

تركيب أجهزة التهوية

ينبغي لأجهزة التهوية جيدة التركيب أن تكون غير ناتئة (unobtrusive)، وتدوم طويلا. ولتحقيق هذا المعيار، نوصي باختيار أفضل مروحة يمكنك شراؤها، وأن تعير انتباهاً كافياً لتفاصيل التركيب. إنّ تركيب مروحة شـــفط عادية تعدّ مهمة معقولة يمكنك القيام بها بنفسك إذا كنت تمتلك مهارات أساسية في النجارة والكهرباء.

إحرص على شراء الأجهزة التي لها تصنيف لمستوى الصوت المقاس بالمعمل، وهو ما تتضمنه عادة وثائق المصنع، أو يكون ملصقاً، أو مختوماً على الوحدة. تحدد تصنيفات الصوت هذه بوحدة لقياس مســـتوى الصوت تســـمى ''سون'' (سون واحد يعادل شدة صوت مقدارها ٤٠ ديسيبل عند ١٠٠٠ هيرتز). فعلى سبيل المثال، تنتج ثلاجة هادئة حوالي ســـون واحد، في حين تنتج أفضل أنواع مراوح الحمامات ما بين نصف إلى واحد ونصف سون مقارنة بـــ ٣ إلى ٤ سونات للمراوح التي تنتج وتسوق على نطاق واســـع. تحدد كثير من الأكواد والمعايير سقفا لتصنيف مستوى الصوت لمراوح التهوية يتراوح ما بين ســـون إلى سونين. الأهدأ دائماً هو أفضل: الضوضاء الصادرة من حاملات (ركائز) الأعمدة (bearings) رخيصة الثمن، وشـــفرات المراوح غير المتوازنة ستترجم إلى عمر خدمة أقصر من غيره، إضافة إلى حقيقة أن المراوح المزعجة نادرا ما ستستعمل؛ لذا، تأكد من تركيب الوحدة على ركائز (mountings) مرنة؛ لتقليـــل الاهتزاز والضوضاء، وثبتها بحيث لا تلمس أجزاء الهيكل إن كان ذلك ممكناً وحيثما كان التلامس حتميّاً، استعمل لبادات (pads) امتصاص الاهتزاز، وحلقات، أو شرائح فاصلة (gaskets)، أو أحزمة (straps).

وينبغـــي التأكد من وصل مجاري الهواء من المروحـــة إلى خارج المترل. وفي أكثر الممارسات شـــيوعاً، تركب المروحة في الســـقف تحت العليّة، حيث يمكن في هذه الحالة وصل مجاري هواء المروحة إلى فتحة تهوية في الســـقف الخارجي؛ لتطرح الهواء العادم خارج المترل. لكن تجنّب اســـتعمال مجاري الهواء البيضاء المصنوعة من الفينيل، والمصممة خصّيصاً لآلات تنشيف الملابس، لأنها تنحى لإعاقة تدفق الهواء، وتتهالك في الغالب مع مـــرور الوقت. الخيار الأفضل من ناحية الديمومة يتمثل باختيار مجاري هواء من الفولاذ القاســـي، أو الألمنيوم، على الرغم من أن الألمنيوم المرن مقبول أيضاً. وإذا كنت تسكن في منطقة باردة، فبادر بإضافة العزل الحراري لمجاري الهواء حتى لا يتجمع البخار المتكاثف داخلها.

www.j4know.com

الخلاصة

توفـــر إدارة منزلك فرصة فريـــدة للتحكم بصحة البيئة التي تحيط مباشـــرة بك وبإســـرتك. تتميز المنازل المبنية بالجمع الصحيح بين حواجز الهواء الجيدة، ومستوى عال من العزل الحراري، والتهوية الميكانيكية، ويتمتع بالأمان والراحة، وتكون معقولة الثمن؛ ولذلك حري بك أن تجتهد ليحظى منزلك بمثل هذه المواصفات.

- **إدارة الرطوبـــة داخل المنزل:** أصلح أي تســـرب في التمديدات الصحية في منزلك. تأكد من أن آلة تنشيف الملابس متصلة بمجاري هواء تنتهي في الخارج، وبادر بتشغيل مراوح الشفط في كل مرة تطلق فيها رطوبة زائدة في المنزل.

- **إدارة الرطوبـــة خارج المنزل.** أصلح الســـقف الخارجـــي إذا كان يعاني من التســـرب. تأكد من أن ميلان الأرض خارج منزلك يميل بعيداً عن أساسات المنزل. وإذا كان لديك قنوات تجميع للماء من الســـقف الخارجي (gutters) ومزاريـــب (downspouts)، فتأكد من أن المزاريـــب توجه الماء بعيداً عن أساســـات المنزل. أمّا إذا كان لديك تسوية، أو قبو خدمات بأرضية متسخة، فركب حاجز ماء أرضي فوق التربة هناك.

- **التهوية بالشـــفط:** ركب مراوح شـــفط في المطبخ والحمامات، إذا لم تكن موجودة بالفعل، وتأكد من تهويتها خارج المنزل.

- **التهوية المركزية للمنزل بكامله:** إذا أحكمت إغلاق المنزل ضد تسرب الهواء مســـبقاً، أو لحظت أن مروحة باب منزلك تســـرب قليلاً من الهواء الطبيعي، ففكر بتركيب نظام تهوية مركزي مع جهاز تهوية مسترجع للحرارة.

www.j4know.com

الباب الثالث عشر
بناء منزل جديد عالي الكفاءة

إذا عزمت على بناء منزل جديد، فستتاح لك الفرصة لبناء منزل مريح للغاية، عالي الكفاءة، ومتين، وقوي؛ ليدوم طويلا. لكن ذلك سيتطلب التزاماً، وبعد نظر، لأن عملية بناء منزل جديد ستكون محفوفة بالعثرات؛ مما قد يخرج محاولاتك لبناء منزل عالي الكفاءة من حيث استهلاك الطاقة عن المسار الصحيح، ولكن امتلاكك المعرفة والمعلومة يمكنها أن تضمن لك الحصول على أفضل منزل ممكن.

ستلحظ أن الكثير من المعلومات الواردة في هذا الباب قد تم التطرق إليها إلى حد ما في مكان آخر من هذا الكتاب، ولكننا نبين هنا كيف يمكن تبنّي أفضل الممارسات الإنشائية عندما لا تكون هناك معوقات متعلقة بتغيير بناء قائم. كما نوضح بعض المواد والطرق التي تستعمل فقط في مشاريع البناء الجديدة وأخيراً، نعرض تفاصيل محددة، لها علاقة بكفاءة الطاقة منصوص عليها في أكواد البناء.

أساسيات المنزل الجديد

خلال الخمسين سنة الماضية، لم تتغير كثيراً كفاءة المنازل الهيكلية التقليدية التي بنيت في أمريكا الشمالية على الرغم أننا أضفنا العديد من التحسينات الجزئية التدريجية، مثل: الزجاج المعزول عزلاً حراريّاً، وأنظمة تدفئة عالية الكفاءة، وتقنية محسنة في الثلاجات المنزلية. لكن شيئاً واحداً تغير قليلاً، وهو تصميم الحد الحراري: التجميع الدقيق لكل من العزل الحراري، وحاجز الهواء (air barrier) الذي يمثل دفاعك الرئيس ضد درجات الحرارة القصوى. يملك أفضل مقاولي البناء حاليّاً تصاميم جاهزة لمنازل تستهلك ٥٠ إلى ٨٠٪ أقل من متوسط استهلاك الطاقة في منزل عادي مع أن مثل هذه المنازل المريحة لا تبدو مختلفة عن المنازل الأخرى في الحي نفسه.

وعلى الرغم من أن هذه المنازل قد تختلف في الحجم والتصميم، فإنّها كلها تتضمن مجموعة من السمات المشتركة التي أبرزها:

- إطار خارجي بسيط.
- عزل حراري عالٍ جداً.

www.j4know.com

- بناء محكم ضد تسرب الهواء.
- أبواب ونوافذ عالية الكفاءة من حيث استهلاك الطاقة.
- نظام تهوية مركزي للمنزل بكامله.
- نظام تدفئة صغير.
- القليل من التدفئة، أو بدون تدفئة.
- أجهزة منزلية، وإنارة عالية الكفاءة.
- حديقة منزلية عالية الكفاءة.

تتميز أكثر المنازل كفاءة بأنها صغيرة، إذ يمثل حجم المنزل أفضل مؤشر للتنبؤ باستهلاك الطاقة، ولا نستطيع التأكيد بما يكفي على هذا المبدأ، وإعطاءه حقه من الأهمية. فمهما كانت هندسة منزل ضخم متقنة، فإنه حتمّاً سيستهلك كمية كبيرة من الطاقة؛ لذا، ينظر إلى أذواق المستهلكين، وعادات المقاولين على أنها أكبر العوائق لبناء منازل منخفضة استهلاك الطاقة. وعلى مدى سنوات، اشترى العديد منا منازل كبيرة بتفاصيل بناء معقدة، وإضافه وسائل ترف ترفع استهلاك الطاقة إلى الحدود العليا، ولم يكن معظم مشتري المنازل مهتمين بمستويات عزل حراري عالية، وبالتدابير الأخرى لتوفير الطاقة، بل كنا نسعى إلى المظهر، والشكل، وليس الكفاءة. ولكن الحل بسيط: إذا كنت تخطط لبناء منزل جديد، فنحن نقترح أن تثقف نفسك بعملية إنشاء بناء عالي الكفاءة (انظر الشكل رقم ١٣-١). فقد يكون لديك مصممون وبناؤون موهوبون يعملون لصالحك، لكن معرفتك ستضمن لك أن تحصل على كفاءة الطاقة التي تتوقعها، والتي تدفع مقابلها. وعليك أيضاً أن تعمل بجد لإيجاد مقاول يبني بالفعل منازل عالية كفاءة الطاقة فيها؛ لأنك ستنفق مالك الذي تجنيه بجهدك على هذا المشروع، وحري بك ألاّ تنفقه على تعليم مقاول بناء غير متمرس.

العزل الحراري للمنازل الجديدة

يمثل العزل الحراري المدخل لكفاءة الطاقة في معظم المناخات السائدة في أمريكا. فالعزل الحراري ضروري في المناخات الباردة والحارة؛ لتوفير الراحة، في حين سيؤدي العزل الحراري الفائق إلى التخلص تمامّاً من الحاجة إلى التدفئة والتكييف في المناخات المعتدلة: كتلك السائدة في جنوب غرب الولايات المتحدة.

www.j4know.com

شكل رقم (١٣-١) بناء منزل كفؤ من حيث استهلاك الطاقة، وقابل للاستمرارية

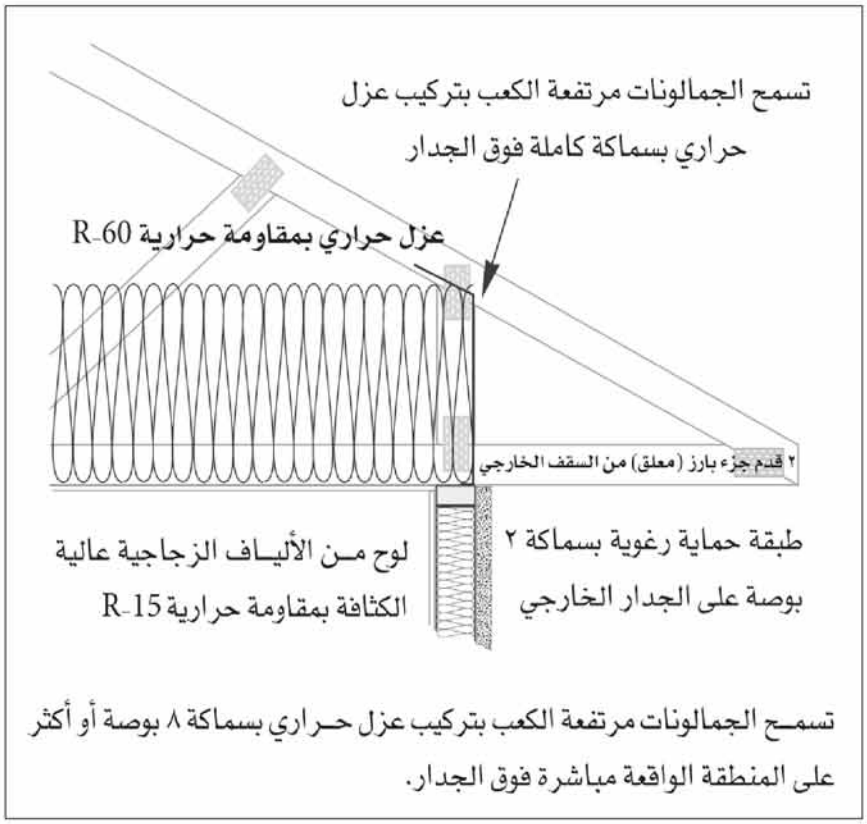
العزل الحراري للعليّة

خطط لعزل العليّة إلى مستوى مقاومة حرارية يتراوح ما بين R-40 إلى R-60. ففي حين تعمل جمالونات (trusses) السقف الخارجي على الحد من كمية العزل الحراري التي من الممكن وضعها مباشرة فوق محيط الجدران الخارجية، تسمح بالمقابل الجمالونات مرفوعة الكعب (raised-heel truss)، والتي تعرف ايضاً بـ "جمالونات الطاقة" بوضع ما تتراوح سماكته بين ٨ إلى ١٦ بوصة، أو أكثر من العزل الحراري فوق الجدار الخارجي كما هو مبين في الشكل رقم (١٣-٢).

وهناك طريقة أخرى لتحسين التكامل الحراري لهذه المنطقة صعبة العزل (العليّة) تكمن في نفث (ضخ) عزل حراري رغوي على أسفل طبقة الحماية الداخلية للسقف

www.j4know.com

الخارجـــي (roof) فوق الجدران الخارجية. وبما أن للعـــزل الحراري الرغوي ضعف قيمة المقاومة الحرارية للألياف الزجاجية والســـليولوز، فإنها تجعل من الممكن الحفاظ على مقاومـــة حرارية عالية في هذه المنطقة بدون تركيـــب جمالون مرفوع الكعب. تأكد من إغلاق أماكن تســـرب الهـــواء في العليّة (attic) قبـــل اللجوء إلى تركيب العزل الحراري فيها.



شكل رقم (١٣-٢) تفاصيل تصميم حافة سقف خارجي عالية الكفاءة

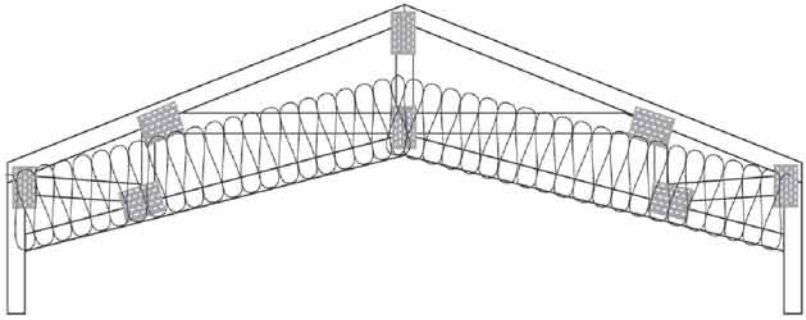
الأسقف الكاتدرائية (Cathedral Ceilings)

لايوجد مـــن بين كل مكونات المنزل ما أثار هذا الكـــم من المتاعب والجدل في السنوات الأخيرة كما فعلت الأسقف الكاتدرائية؛ لأنها قليلة العمق لدرجة لا تسمح بعزلها حرارياً على نحو جيّد. ففي حين يصر مقاولو ومفتشـــو البناء التقليديون على أنـــه يجب تهوية هذه الأســـقف، يرى علماء البناء بأن حيـــز التهوية الضيق لا يمكنه

www.j4know.com

تجفيف تجويف (cavity) السقف تجفيفاً فعالاً، وأن الأمل الوحيد لإبقاء الرطوبة خارج تجويف السقف يكمن بإحكام إغلاقه. وفي حين يضطر فنيو الكهرباء للعبث بفعالية العزل الحراري بتركيب أماكن تثبيت إنارة من النوع المرتد الداخل في السقف (recessed)، يشتكي الداعون إلى التحديث من أن الأسقف الكاتدرائية تمثل نقطة ضعف كبيرة في الحد الحراري للمنزل، ما يكلف آلاف الدولارات؛ لإصلاحه. أمّا نحن من جانبنا فنوصي ببناء منزل بأسقف مسطحة؛ لاستغلال آلاف الميزات للعليات المفتوحة. ولكن إذا استقر اختيارك على بناء سقف كاتدرائي، فباستطاعتك تجنب اصلاحات مكلفة باختيار أحد الخيارات التالية:

- تركيب جمالونات مقصية (scissors trusses) (انظر الشكل رقم ١٣-٣). اعزل الجزء من السقف الخارجي فوق الجدار الخارجي بعزل حراري رغوي ينفذ بالرش أو اشتري جمالونات بحيز يتسع لبطانية (blanket) كاملة السماكة من العزل الحراري فوق الجدار الخارجي.
- تركيب ألواح إنشائية معزولة عزلاً حرارياً (structural insulated panels). هذه الشطيرة متعددة الطبقات من الصفائح الخشبية الخارجية، ورغوة البوليسترين بينها (داخلها) تشكل جزءاً إنشائياً، وعزلاً حرارياً متّصلاً.



تسمح الجمالونات المقصية بتركيب طبقة سميكة من العزل الحراري المصنوع من الألياف بطريقة النفخ (باستعمال آلة خاصة) مع إبقاء حيز فارغ مناسب للتهوية.

شكل رقم (١٣-٣) الأسقف الخارجية الكاتدرائية بجمالونات مقصية

www.j4know.com

- بناء تجويف سقفي مزود بتهوية كافية. اجعله محكم الإغلاق تماماً ضد تسرب الهواء، وركب لوحا رغويّاً بين الجدار الجاهز (drywall) وبين عوارض السقف الخشبية (rafters)، لتشكيل حاجز حراري، ومستوى مقاومة حرارية عال فوق مجموعة السقف بكاملها.

الجدران فوق الأرضية

تتطلب معظم أكواد البناء عزلاً حراريّاً للجدران، يتراوح مستوى مقاومة حرارية مابين R-13 إلى R-21 كحد أدنى، في حين أن أفضل المنازل تستعمل مستويات عزل حراري أعلى من ذلك بكثير. ويكون لمعظم المنازل في أمريكا الشمالية جدران هياكل خشبية، ينبغي أن تملأ تجاويفها بالعزل الحراري من الأعلى إلى الأسفل، ومن جانب إلى آخر، ومن الأمام إلى الخلف. وفيمايلي نقدم بعض الطرق شائعة الاستعمال، لزيادة العزل الحراري (R-value) للجدران الخارجية، وهي على النحو التالي:

- استعمل دائماً جدراناً هياكل خشبية بقياس ٢ X ٣ أقدام مملوءة بألواح عزل حراري عالية الكثافة (مضغوطة) من الألياف الزجاجية بمستوى مقاومة حرارية قدرها R-21.

- ركب طبقة حماية داخلية (sheathing) من العزل الحراري الرغوي بسماكة قدرها بوصتين على أقل تقدير تحت طبقة الحماية الخارجية (siding)؛ لتقليل انتقال الحرارة خلال الجدران، ومنع التكاثف في تجاويفها، والتي في حال تركيبها فوق جدار بقياس ٢ X ٣ أقدام ستمثل هذه المجموعة مستوى مقاومة حرارية قدرها R-30.

- ركب جدران هياكل خشبية بتجويف مقداره ٢٤ بوصة عوضاً عن١٦ بوصة.

- اربط زوايا الجدران الخارجية، والتقاطعات مع الجدران الداخلية وثبتها بأكبر عزل حراري ممكن، وأقل خشب ممكن.

- إبن بلاطة علوية (header) معزولة عزلاً حراريّاً فوق الأبواب والنوافذ.

طرق جديدة لبناء الجدران

في السنوات العشرين الأخيرة، أصبحت الألواح الإنشائية (Structural Insulated Panels)، والتشكيلات الإسمنتية الجاهزة

www.j4know.com

(insulated concrete forms) المعزولة حراريّاً شائعة الاستعمال في بعض المناطق في الولايات المتحدة، حيث توفر كلتا الطريقتين الإنشائيتين أداء حراريّاً استثنائيّاً.

تتميز الألواح الإنشـــائية المعزولة عزلاً حراريّاً (إنظر الشـــكلين ١٣-٤ و ١٣-٥) بكونها أقل سعراً، وأسهل قليلاً للبناء لعمالة البناء التقليدي، وذلك مقارنة بالتشكيلات الإسمنتيـــة المعزولة. ولكنها أقل ضماناً، وقد تتضرر بفعل الرطوبة، إلا إذا كانت محمية على نحو جيّد جدّاً. أمّا التشكيلات الإسمنتية الجاهزة المعزولة عزلاً حراريّاً (انظر الشكل رقـــم ١٣-٦ و ١٣-٧) فتمثل على الأرجح الطريقة الفضلى لبناء منزل في مناخ دافئ مشمس؛ لأنها تجمع خاصية المقاومة الحرارية المرتفعة، وخاصية الكتلة الحرارية العالية، من ثم فهي ستوفر مستوى راحة فائق، وفواتير طاقة منخفضة. استعمل هذه الطريقة الإنشائية مع بوصتين من العزل الحراري الرغوي على أقل تقدير في جانبي الجدار.

صفائح إنشائيـة معزولة حرارياً بمقياس ٨,٥ بوصـة وبمستـوى مقاومـة حراريـة

تُستعمـل الصفائـح الإنشائية المعزولـة حرارياً هنا لتشـكل تصميماً هندسياً لسقـف خارجي كاتدرائي. القلب الداخلـي للبوليسترين الممدد (المسحوب) محمـي بقشرة خارجية من لوح خاص معروف بـ (OSB) وهو عبارة عن منتج خشبي مركب يشبه الخشب الرقائقي.

شكل رقم (١٣-٤) صفائح إنشائية معزولة عزلاً حراريّاً خاصة بالأسقف الكاتدرائية

www.j4know.com

الأساسات والأرضيات

ترتبط أكثر مشكلاتنا المتعلقة بالرطوبة، والتي تعد أكثر تعقيداً من غيرها بقبو الخدمات (crawl space)، والقبو (basement)؛ ولذا، يتعين على مقاولي البناء تجنب هذه الأنواع من الأساسات في المناطق التي تتميز بارتفاع منسوب المياه الجوفية، أو بتربة ضعيفة الصرف للمياه، أو باحتمالية حدوث الفيضانات. ويمكن لقبو الخدمات على وجه الخصوص أن يحقن الماء، وبخار الماء تحت المنزل، مما سيؤدي إلى تهالك المبنى، وحصول مشكلات تتعلق بنوعية الهواء داخل المنزل. وعندما تبنى المنازل فوق قبو خدمات، فينبغي أن تعزل عزلاً حرارياً إمّا على الأرضية (فوق قبو الخدمات)، أو عند جدران الأساسات (حول قبو الخدمات) أنظر شكل (١٣-٨).

تعتبر المنازل المبنية من الصفائح الإنشائية المعزولة حرارياً من بين أكثر المباني مقاومة لتسرب الهواء وأفضلها من ناحية العزل الحراري في أمريكا الشمالية. توفر الصفائح الإنشائية المعزولة حرارياً كلاً من الهيكل القوي والعزل الحراري، وبالتالي إمكانية الاستغناء عن الجدار الهيكلي الخشبي التقليدي.

شكل رقم (١٣-٥) جدران من الصفائح الإنشائية المعزولة عزلاً حرارياً

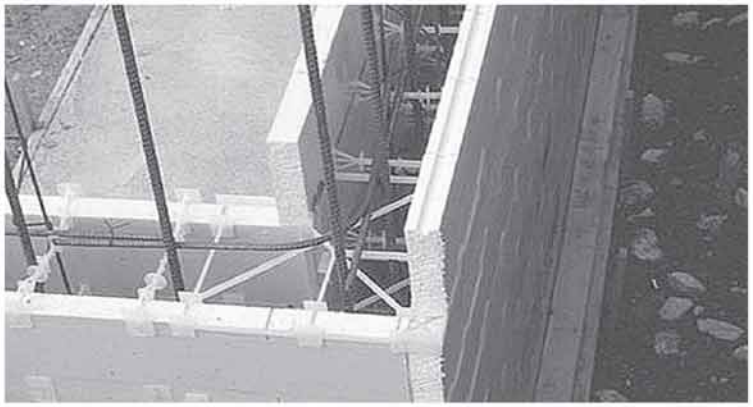
www.j4know.com

بـــادر في كل الأحوال باتخاذ خطوات؛ للتحكم بالرطوبـــة في قبو الخدمات، وذلك بتركيب حاجز للرطوبة الأرضية، مثل أغطية البولي-أيثيلين، وفوق التربة المكشـــوفة مباشـــرة. إذا كانت الفيضانات شائعة في منطقتك، فتجنب البناء فوق قبو خدمات؛ لأنـــه عندما يحدث الفيضان في نهاية المطاف، فإن بركة المياه التي تتكون تحت منزلك ستتسبب على الأرجح بالضرر لمنزلك، وستشـــجع على تكاثر العفن، والفطريات، كما أنها تسبب مشكلات تنفسية لعائلتك. عوضاً عن ذلك، ابن منزلك على ركائز فوق مائية، (stilts) وذلك باســـتعمال أي من التصاميم الممتازة الموجودة للأساسات المقاومة للفيضان من مكتب البناء القريب من سكنك.

هنـا تم تعبئة الجـدران والسقف الخارجي بطريقة الرش بعزل حراري من مادة اليوريثين الرغوية لمجموعة إنشائية فائقة المقاومة لتسرب الهواء. تم تركيب ألواح رغويـة إضافية فوق الجدران لتشكيل فاصل حراري على قوائم الجدار الخشبية.

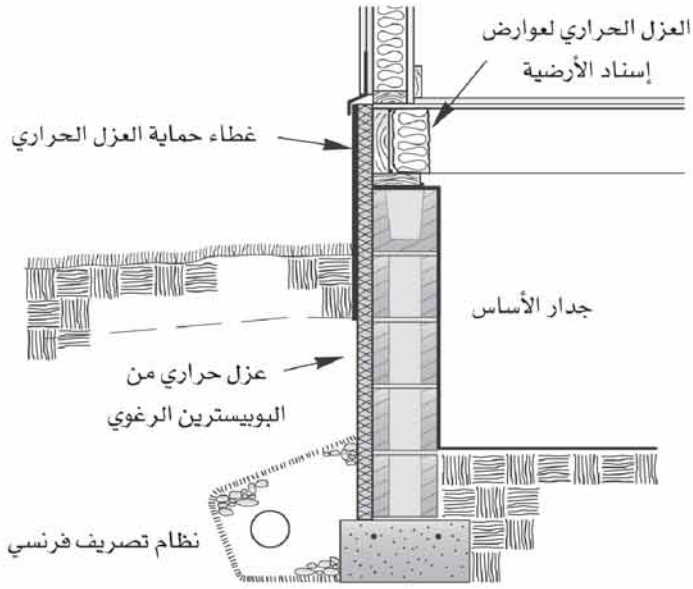
شكل رقم (١٣-٦) عزل حراري رغوي ينفذ بالرش يستعمل للجدران

www.j4know.com



تعتبر التشكيلات الخرسانية المعزولة حرارياً مثالية في المناخات التي تشهد تذبذبات يومية كبيرة في درجات الحرارة لأنها تجمع عاملي الكتلة الحرارية مع العزل الحراري المتصل.

شكل رقم (١٣-٧) تشكيلات خرسانية معزولة عزلاً حرارياً



عندما يركب العازل على السطح الخارجي، تبقى الكتلة الحرارية للأساس داخل الحد الحراري للمنزل مما يعمل على إبقاء التأرجح في درجة الحرارة داخل المنزل في حدود معتدلة، ويحمي جدار الأساس من دورة "التجمد – الدفء" في شمال الولايات المتحدة.

شكل رقم (١٣-٨) العزل الحراري الخارجي على جدران قبو الخدمات

www.j4know.com

العزل الحراري للأرضيات

إذا اخترت أن تعزل أرضية الهيكل التقليدية عزلاً حراريّاً، فينبغي أن تملأ ألواح الألياف الزجاجية غير المغطاة تجويف الأرضية، وتكون الألواح على اتصال مباشر ومستمر مع طبقة الحماية الداخلية (sheathing) للأرضية. اختر مقاس ألواح مناسب لعمق دعائم الأرضيات مثل: ألواح بسماكة ٩ بوصات لتجويف أرضية بعمق ١٠ بوصات، واحرص على توفير دعم دائم مثل: دعائم خشبية، أو خيط قوي، أو سلك فولاذي لمثل هذا النوع من العزل الحراري للأرضية.

تكمن أكثر الطرق فعالية لعزل دعائم الأرضية (joists) المدعومة بالجمالونات في تركيب عزل حراري من الألياف الزجاجية من النوع الذي ينفذ بالنفث عوضاً عن ألواح الألياف الزجاجية، حيث يبدأ بعملية تغطية (تصفيح) لتجوف الأرضية من الأسفل بورق لف خاص بالمنازل (البناء) المنفذ للبخار، أو بطبقة حماية داخلية رغوية مثقبة؛ لاحتواء العزل الحراري كما هو موضح في الشكل رقم (١٣-٩). و لمزيد من المعلومات انظر إلى فقرة العزل الحراري المذكورة في الصفحة رقم (١٨٩).

العزل الحراري لجدران الأساسات والبلاطات الإسمنتية (Slabs)

تحتوي أفضل المنازل من حيث كفاءة الطاقة على بوصتين إلى ٤ بوصات من العزل الحراري الرغوي على جدران قبو الخدمات، لتحقيق مستوى مقاومة حرارية مقدارها R-10 كحد أدنى. وإذا ركبّ العزل الحراري الرغوي على الأسطح الخارجية، فيجب حمايته من الضوء فوق البنفسجي، ومن الرطوبة. في العادة، يجب تغطية العزل الرغوي في الداخل بحاجز مقاوم للاشتعال، مثل جدار جاهز؛ لحمايته من انتشار النيران أو إبطائها.

ينبغي في المناخات الباردة، عزل البلاطات الإسمنتية عزلاً حراريّاً ببثق (extrusion) البوليسترين على المحيط، وببثق أو بمد البوليسترين أسفلها. لكن العديد من المقاولين، وأصحاب المنازل لا يعون قيمة عزل البلاطات الإسمنتية، وينتهي بهم الأمر بمنازل غير مريحة، وعالية التكلفة للتدفئة. وفي المناخات الباردة أيضاً، إعزل كلاً من جدران قبو الخدمات والأرضية. لمزيد من المعلومات عن عزل القبو يمكنك الرجوع إلى الفقرة التي بعنوان: (basement)، الهياكل الخفيفة المعزولة حراريّاً والمذكورة في الباب السابع.

www.j4know.com

محيط جمالون العوارض الأرضية المعرَّض لتسرب الهواء

محيط جمالون العوارض الأرضية بعد إحكام إغلاق أماكن التسرب

تعتبر المادة الرغوية التي تنفذ بالرش مادة ممتازة لعزل وإغلاق أماكن تسرب الهواء في المناطق الصعبة مثل عوارض إسناد الأرضية والأرضيات البارزة.

شكل رقم (١٣-٩) إحكام إغلاق مناطق التقاطع في الهيكل بمادة رغوية تنفذ بالرش

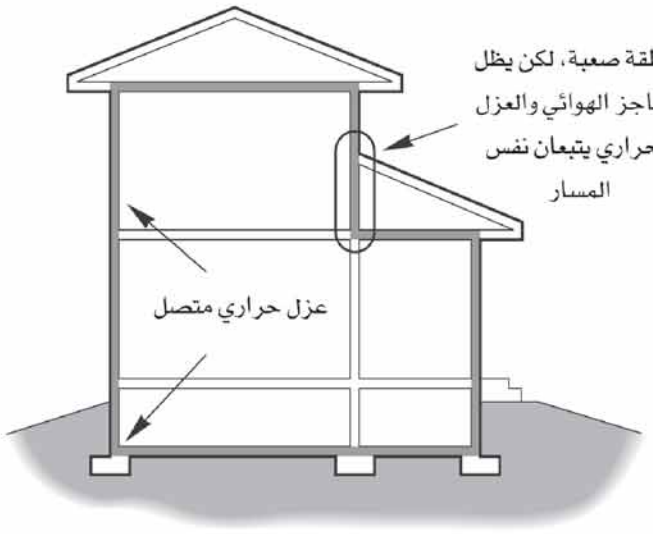
منع تسرب الهواء والتهوية في المنازل الجديدة

نشـــأ على مدى السنوات الثلاثين الماضية، ما يشبه الإجماع على دور منع تسرب الهواء، والعزل الحراري في المنازل عالية الأداء. تتضمن أفضل المنازل اليوم مســـتويات مرتفعة من العزل الحراري للإبقاء على الأســـطح الداخلية للمنزل دافئة، وللعمل على تقليل تكاثف بخار الماء. ويركّب حاجز لمنع تســـرب الهواء مباشرة إلى جانب العزل الحـــراري الخارجي؛ لإبطاء ضياع الهواء المكيف ولمنع الرطوبة من الانتقال إلى داخل العزل الحراري انظر الشـــكل رقم (١٣-١٠). قد يحتوي حاجز منع تســـرب الهواء على أغطية بلاســـتيكية، وجدار جاهز محكم الإغلاق ضد تسرب الهواء، ورق خاص بالبناء، أو طبقة حماية داخلية على الجدار الخارجي محكمة الإغلاق ضد تسرب الهواء، ولكنه يجب أن يغلق تماماً، على نحو شـــامل عند الحـــواف، والأطراف، والأبواب،

www.j4know.com

والنوافـــذ، وعند نقاط اختراق أدوات الخدمـــات (التمديدات الكهربائية، أو أنابيب التمديدات الصحية).

وخلال عملية بناء المنزل، ينبغـــي إغلاق كل الفتحات في الجدران الخارجية ضد تســـرب الهواء، بما في ذلك أطر الأبواب، والنوافذ، ونقاط اختراق أدوات الخدمات للتمديـــدات الكهربائية، وأنابيـــب التمديدات الصحية، ومناطـــق التقاء الجدران، والأســـقف، والأرضيات انظر الشـــكل رقم (١٣-١١). إنّ منع تسرب الهواء يقلل إلى حد كبير فاقد الطاقة، ويمنع رطوبة الجو من دخول تجاويف المبنى، حيث تشـــجع على تكاثر العفن، والفطريات. أضف إلى ذلك أن المنازل محكمة الإغلاق ضد تسرب الهواء تكون أنظف وأكثر هدوءاً من غيرها.



يتكـون الحد الحراري لمنزلك من العزل الحراري والحاجز الهوائي. ينبغي أن يتبع كلاهما نفس المسار حول الإطار الخارجي للمنزل.

شكل رقم (١٣-١٠) حد حراري متصل

لكـــن لا زال هنـــاك من بـــين مقاولي البنـــاء من يعتقـــد إمكانية بنـــاء منازل "مغلقة، ولكن ليست محكمة الإغلاق تماماً"، وهو المنحى الذي يمثل من وجهة نظرنا

www.j4know.com

وصفة لكارثة محققة. تنحى المنازل الجديدة لتجميع الرطوبة، وهي مليئة بمواد البناء، والخزائن، والأثاث الذي يطلق مركبات عضوية متطايرة (خطرة). وبدون نظام تهوية ميكانيكي، فإن معظم المنازل الجديدة هي بالفعل محكمة الإغلاق ضد تسرب الهواء بصورة أكثر مما ينبغي؛ لتكون مقبولة من ناحية صحية، ومن ناحية قوة وديمومة المبنى.

وعموماً، إذا بنيت منزلاً جديداً، نحن نوصي بتركيب جهاز تهوية مسترجع للحرارة للمنزل بكامله؛ لأن مثل هذه الأجهزة تنقل كمية متوازنة من الهواء من وإلى المنزل، كما أنها تتضمن مجاري هواء (ducts) تغطي كل أجزاء المنزل لكل من هواء التزويد، وهواء العادم. سيكلف مثل هذا النظام ما يتراوح بين ١٥٠٠ إلى ٤٠٠٠ دولار، وسيستحق الاستثمار فيه؛ لأنه سيمكنك من بناء منزل يتمتع حقاً بكفاءة عالية، ومحكم الإغلاق ضد تسرب الهواء، غير معتمد على تسرب الهواء العشوائي (infiltration) للتحكم بنوعية الهواء داخل المنزل. ستكون هذه الطريقة في النهاية أرخص بكثير، بفضل تقليل تكاليف الخدمات والكهرباء.

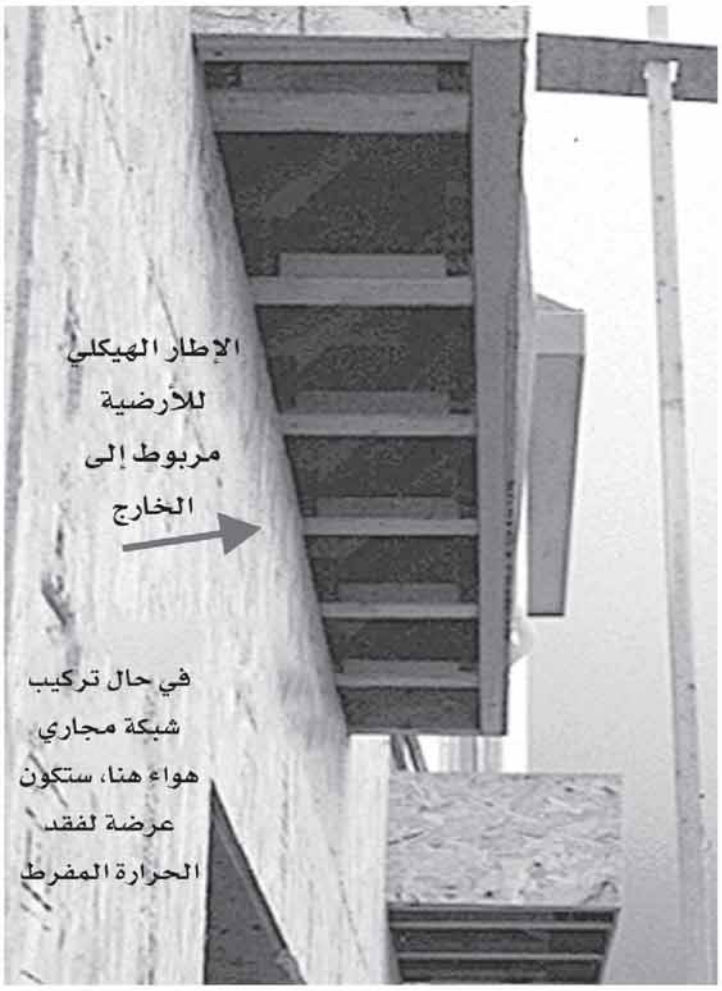
النوافذ للمنازل الجديدة

من المعلوم أن لعدد وحجم النوافذ تأثير كبير في كفاءة المنزل. وعموماً ينبغي ألاّ تتجاوز مساحة النوافذ في المنازل الجديدة ١٢٪ من مساحة الأرضية. واذا كانت النوافذ بمواقع مختارة بعناية، فإن هذا العدد من النوافذ سيوفر ما يكفي من الرؤية للمنظر الخارجي، والإضاءة الطبيعية (الشمس)، والتهوية.

عند اختيار النوافذ، تفحّص جيّداً كلاً من: المُعامل الكلي لانتقال الحرارة (U-factor) (مقياس فاقد الحرارة من خلال النافذة)، ومعامل اكتساب الحرارة الشمسية (SHGC) (مقياس اكتساب الحرارة الشمسية من خلال النافذة). فإذا كانت قيمة المعامل الكلي لانتقال الحرارة متدنية، فذلك يعني أن الحرارة تنتقل ببطء من خلال النافذة، وهو ما يعود بفائدة تكمن في تقليل تكلفة تدفئة المنزل في الشتاء. اشتر نوافذ بمُعامل كلي لانتقال الحرارة يساوي أو أقل من ٠,٣٢؛ لتحقيق راحة أكبر في الشتاء، وتخفيض فواتير التدفئة. وأما إذا كانت قيمة معامل اكتساب الحرارة الشمسية متدنية، فذلك يعني أن كمية أقل من الحرارة ستدخل المنزل من نافذة بمعامل اكتساب أعلى، وهو ما من شأنه أن يبقي منزلك معتدل البرودة في الصيف، عندما تضرب الشمس نوافذه. يحدد كود الطاقة قيمة متوسطة لمعامل اكتساب الحرارة الشمسية للنوافذ المنزلية عند ٠,٤٠، أو أقل من ذلك. اختر نوافذ بمعامل اكتساب الحرارة الشمسية يساوي ٠,٤٠، أو حتى ٠,٣؛ لإبقاء منزلك معتدل البرودة صيفاً، ولتقليل تكاليف تكييف

www.j4know.com

الهواء. ينبغي وضع الأجزاء البارزة من السقف الخارجي (roof overhangs)، أو المظلات (awnings) كجزء من البناء من جهة الجنوب، والشرق، والغرب؛ لمنع زيادة حرارة المترل في الصيف.



الأجزاء المعمارية الجاهزة مثل نافذة بارزة مُطلَّة، أو غرفة ملحقة، أو أرضية بارزة تجعل منع تسرب الهواء صعباً. اتبع مقاولي التمديدات الصحية والتدفئة- ومناشيرهم الترددية- لتجد الكثير من أماكن تسرب الهواء الكبيرة في منزلك.

شكل رقم (١٣-١١) أماكن تسرب الهواء الرئيسة مرتبطة بمرافق الخدمات

www.j4know.com

تُعرّف نفاذيـــة الضوء المرئـــي (visible transmittance) بأنها ذلك الجزء من الضوء المرئي الذي يســـمح له بدخـــول المنزل من خلال زجـــاج النوافذ. والنوافذ الشـــمالية والجنوبية، تحتاج في العادة إلى نفاذية عالية مقدارها ٠,٦٥ ، أو أعلى من ذلك. وأما النوافذ الشـــرقية والغربية في المناخات الدافئة المشمسة، فإن زاوية الشمس المنخفضة قد تشكل سطوعاً مزعجاً ما يدعو إلى استخدام نوافذ بنفاذية أقل في هاتين الجهتين؛ للحد من سطوع الشمس، وفي الوقت ذاته المحافظة على الرؤية الخارجية من خلال النوافذ.

الحماية من الرطوبة في المنازل الجديدة

ليس هناك ما يبرر وجود مشـــكلات رطوبـــة في المنازل الجديدة. على الرغم من ذلك، فإن أصحاب عشـــرات الآلاف من المنازل حديثـــة البناء في الولايات المتحدة يصارعون للتحكم بالعفن والفطريات التي تهدد المنزل من الناحية الانشائية من جهة، وصحة ساكنيه من جهة أخرى.

تنشأ كثير من مشـــكلات الرطوبة عند الأساسات، حيث يشكل القبو الإسمنتي، وقبو الخدمات، والبلاطات الإسمنتية أكثر أنواع الأساسات شيوعاً، على الرغم من أن أكثر الأنواع اســـتعمالا من الأساسات ليست مناسبة للتربة الرطبة، والمناطق المعرضة للفيضانـــات من ناحية، وأن هناك العديد من الأساســـات جيدة المقاومة للفيضانات تضع بناء المنزل فوق الأرض، وبدون تماس مع الأرض الرطبة من ناحية أخرى.

إنّ وجود سقيفة مفتوحة للسيارة (open car port) تحت المنزل المقام على ركائز فوق أرضية تعدّ فكرة جيدة، إذا كانت التربة في منطقتك تتعرض للإشـــباع بالماء، أو إذا كان احتمال حدوث الفيضانات قائماً. وينبغي أن تكون الأساســـات الإسمنتية مانعة لتســـرب الماء، وهذا يشمل حواف البلاطات الإسمنتية. كما يتعين على المقاول اســـتعمال الكمية اللازمة من الحصى بما يكفي؛ لضمان الصرف الجيد للماء، وخاصة عند البناء على تربة من الطمي، أو تربة طينية. فالحصى يعدّ رخيص الثمن إذا ما قورن بالمتاعب التي تسببها الرطوبة.

إحرص على تصميم منزلك بأجزاء بارزة (معلقة) كافية من الســـطح (الســـقف) الخارجي؛ لحماية جدران وأساســـات منزلك من ماء المطر، بحيث لا يقل الجزء البارز (المعلق) عن قدمـــين في حده الأدنى، مع أنه من المفضل أن يكون ثلاثة أقدام. إضافة إلى ما تقدم، تقلـــل الأجزاء البارزة الكبيرة من الســـقف الخارجي تكاليف تكييف

www.j4know.com

الهواء بصورة كبيرة، وذلك بتقليل تعرض جدران منزلك للشمس إلى الحد الأدنى. وتجنب أيضاً زراعة جزء من حديقتك الملاصق لأساس المنزل، ولا تسمح أبداً للماء من نظام الري أن يلامس منزلك؛ لأن ذلك يشجع على نمو حشرات تسوس الخشب (آكلة الخشب)، والنمل، والفطريات التي تتسبب بمليارات الدولارات من الخراب في كل سنة، وهي لا تستطيع البقاء والنمو إذا حرمت من الماء؛ لذا، لا تساعد هذه الحشرات الضارة على تكوين بيئة لها.

تسخين المياه في المنازل الجديدة

يمثل تسخين المياه دائماً واحداً من أعلى ثلاثة استعمالات تستهلك الطاقة في المنازل. سيكون من المجزي عمل الترتيبات اللازمة في تخطيط المنزل؛ لتركيب سخان الماء في موقع مركزي منه، لأن العديد من أصحاب المنازل يرغبون في وضع الأنظمة الميكانيكية أبعد ما يمكن عن النظر والفكر. لكن البحث العلمي في طرق تسخين المياه التقليدية والشمسية يبين بوضوح أن وضع خزان الماء في مكان متوسط من المنزل يمثل عاملاً كبيراً؛ لتحقيق كفاءة تسخين ماء جيدة. ولتحقيق فعالية في تسخين الماء، ينبغي لتخطيط المنزل أن يركز شبكة التمديدات الصحية بدلاً من توزيعها من أحد أطراف المنزل إلى الآخر. واحرص على التأكيد على العزل الحراري الجيد للأنابيب التي تمر خلال البلاطات الإسمنتية؛ لأن الأنابيب غير المعزولة المارة منها يمكنها التسبب بانتظارك لعدة دقائق؛ للحصول على الماء الساخن.

تتميز الأنابيب البلاستيكية المصنوعة من البولي- أثيلين، والتي يعول عليها أكثر من الأنابيب البلاستيكية القديمة، بموصلية حرارية أقل من غيرها، وبكفاءة طاقة أعلى من الأنابيب النحاسية. وفي بعض الأحيان، تركّب أنابيب بأقطار أصغر وتحديداً ثلاثة أثمان البوصة عوضاً عن نصف بوصة، وذلك سعياً إلى تسريع عملية تزويد الماء الساخن، وفي الوقت ذاته توفير الطاقة والماء. وعموماً ينبغي عزل جميع أنابيب الماء الساخن بعناية شديدة، بما في ذلك الأنابيب المخفية داخل تجاويف المنزل.

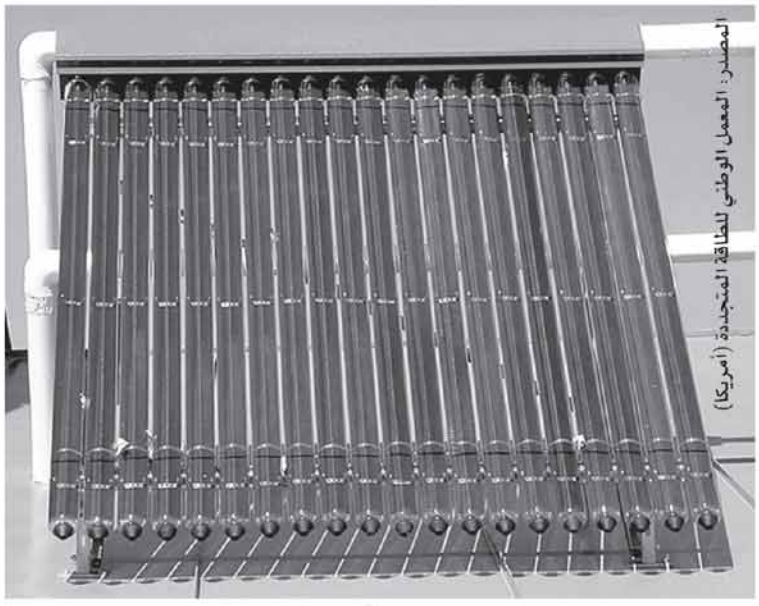
تسخين المياه المنزلية بالطاقة الشمسية

يعدّ استعمال الطاقة الشمسية لأنظمة الماء الساخن المنزلية خياراً عمليّاً في كثير من المناطق. هذه التقنية المثبتة المستعملة على مدى أكثر من قرن شهدت في الآونة الأخيرة تقدماً لافتاً في الأجهزة، ما جعل منها واحدة من بين أكثر التقنيات التي يمكن الاعتماد عليها (انظر الشكل رقم ١٣-١٢). في البناء الجديد، تكون اقتصاديات هذه

www.j4know.com

الأنظمـــة في أفضل حالاتها؛ لأن مقاولي التركيب لن يضطروا للتعامل مع الصعوبات المتعلقة باختيار نظام مناسب لمترل قائم.

سيكون باستطاعتك في مترلك الجديد اختيار التركيب الأمثل لنظام المياه الشمسي. فكر في تصميم تدرج ميل (pitch) الســـقف الخارجي للحصول على التجميع الأمثل للطاقة الشمسية في الشـــتاء، مما يتيح تثبيت المجمعات الشمسية مباشرة عليه، وبموازاة الســـقف الخارجي بدلاً من تركيبها على هيكل حمل مائل. ســـتكون النتيجة ســـقفاً خارجيـــا بميل عال، وهو تصميم يســـمح أيضاً بعزل حراري أكثر للعليّة، وســـيزيد العمر التشـــغيلي لمادة الســـقف الخارجي. ركب قنالا (ممرّاً) حامـــلاً (chaseway) يبدأ من السقف الخارجي إلى غرفة الميكانيك، حيث سيوضع سخان المياه، مما سيعمل على حمل وتسهيل تركيب الأنابيب والأسلاك. ستعمل كل هذه الترتيبات أيضاً لفائدة تركيب نظام كهروضوئي. وحتى إذا كنت لا تخطط لتركيب أي من أنواع الأنظمة الشمســـية، فيظل بإمكانك عمل هذه التعديلات البسيطة على أمل أن تقوم بذلك في المستقبل.



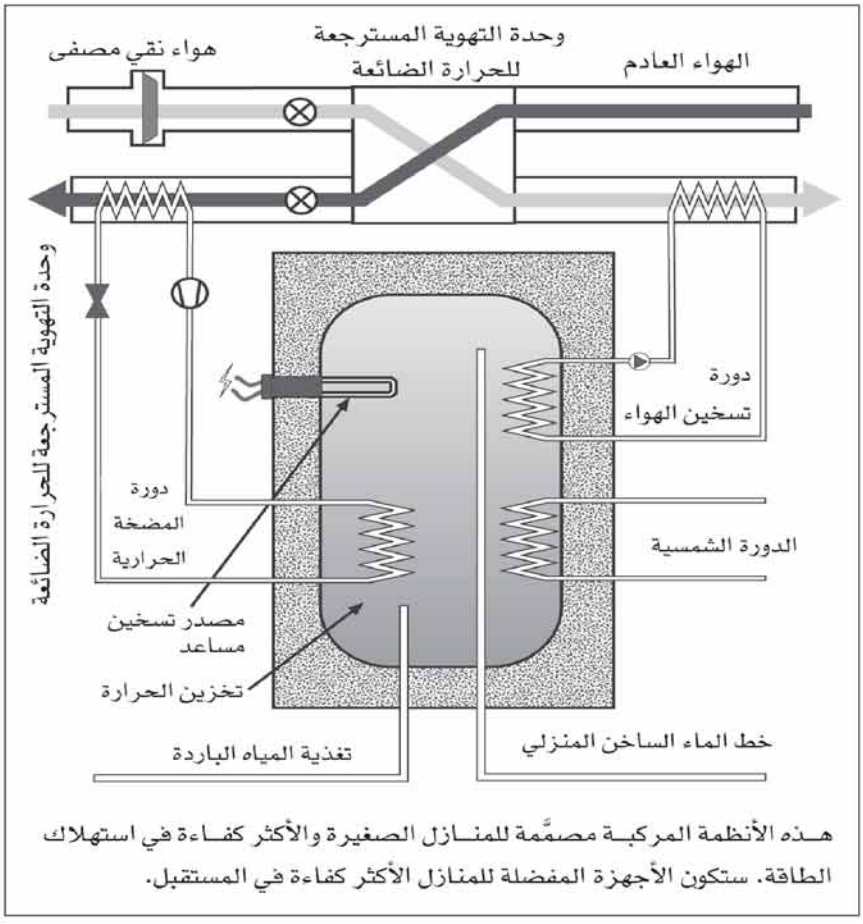
يتطـور التسخيـن الشمسي ليصبح منافساً أكثر من ذي قبـل للغاز والكهرباء لإنتاج مـاء ساخن للمنزل. السخان بالأنابيب المفرغة الموضـح هنا يستغل الفراغ لتوفير مستوى عال من العزل الحراري حول سائل/غاز التدوير ويزيد إنتاج الماء الساخن في الطقس البارد.

شكل رقم (١٣-١٢) سخان ماء شمسي بأنابيب مفرغة من الهواء

www.j4know.com

التدفئة والتكييف للمنازل الجديدة

تعتمد السعة الحرارية والتصميم المثالي لنظام التدفئة والتكييف لمترل جديد على مدى كفاءة الطاقة للمترل، وعلى حجمه. تَستعمل أغلب المنازل الجديدة أنظمة التدفئة والتكييف الميكانيكية (forced)، والتي تكون عادة أكبر حجما (سعة) بكثير من الحاجة الحقيقية، وهي ممارسة كانت مقبولة عندما كان الوقود رخيصاً. لكن تكبير حجم (سعة) أنظمة التدفئة، والتكييف يقلل كفاءة أي نظام تدفئة أو تكييف بسبب التغيير المتكرر الحاصل في الدورة. لكن هناك حل بسيط لهذه المعضلة: يتعين على المقاول الذي يركّب كل نظام تدفئة، أو تكييف جديد أن يعمل حسابات فقد الحرارة (حمل التدفئة أو التكييف)؛ لتقدير الحجم المناسب للأجهزة، ومجاري الهواء.



شكل رقم (١٣-١٣) أنظمة حديثة صغيرة الحجم للتسخين والتهوية

www.j4know.com

ويجدر بك عند التفاوض مع مقاول التدفئة، أو التكييف تضمين متطلب بخصوص الحصول على حسابات حجم نظام التدفئة، أو التكييف على نحو خطي مكتوب، وهو ما يتطلبه القانون في كثير من الدعاوى القضائية. إذا صممت إطاراً خارجياً (shell) فعالاً لمترلك، فستبين حسابات حجم نظام التدفئة، أو التكييف مدى صغر حجم النظام الذي تحتاج إلى تركيبه، الأمر الذي ينظر إليه كأحد المحددات الرئيسة لتكاليف الطاقة المستقبلية (انظر الشكل رقم ١٣-١٣).

وعليك أيضاً أن تحرص على وضع أجهزة التدفئة، والتكييف، وتسخين الماء، والتهوية داخل المترل بما في ذلك شبكة مجاري الهواء؛ لأنك إذا وضعت هذه الأنظمة خارج الحيز المعزول عزلاً حرارياً من المترل، كما في عليّة، أو قبو خدمات، أو مرآب ملحق غير معزولة، فلن تحصل على مترل كفاءة الطاقة فيه عالية.

هل تحتاج إلى تكييف الهواء؟

تعتمد الحاجة إلى التكييف على عوامل كثيرة من بينها موقع وتصميم المترل، وعلى عادات ساكنيه بدرجة أكبر من اعتماد التدفئة على هذه العوامل. فمثلاً، حتى في أقصى جنوب الولايات المتحدة، حيث المناخ حار لأشهر طويلة، تستطيع الأسر التعايش مع القليل، أو حتى عدم وجود تكييف هواء؛ لأن لديهم ساحات مظللة، ومنازل بأجزاء كبيرة من الأسقف البارزة (المعلقة)، وأسقف خارجية عاكسة (باردة)، ومراوح في كل غرفة. بمعنى آخر، من الممكن جداً تصميم منازل لكل أنواع المناخ، بحيث لا تحتاج إلى تكييف الهواء، حيث ستجد في هذا الكتاب العديد من التفاصيل ذات الصلة. ستكون مثل هذه المنازل مريحة على مدار العام، وهي غير مكلفة لتشغيلها، ولها قيمة إعادة بيع مرتفعة.

التدفئة المكانية (Space Heating) مقابل المركزية

على الرغم من أن العديد من مؤسسات الإقراض، وحتى بعض أكواد الطاقة تتطلب تدفئة مركزية، فإن هناك العديد من المنازل عالية الكفاءة لها أحمال تدفئة أقل بكثير من أصغر فرن تدفئة متوفر. بوجود منازل بهذه الكفاءة، يتساءل كثير من المصممين عن مدى حاجة المترل إلى فرن تدفئة مركزي مع كل احتمالات التسريب في مجاري الهواء التابعة له، بل يشككون في ذلك، حيث يبين الشكل رقم (١٣-١٤) فحص مجاري الهواء من حيث التسرب.

يختار العديد من المقاولين وأصحاب المنازل تدفئة أكثر المنازل كفاءة بأجهزة تدفئة

www.j4know.com

مكانيـــة. هذه المنازل عالية الكفاءة التي نعرض لها هنا تتميز بأنها محكمة الإغلاق ضد تسرب الهواء، وبدرجة لا تسمح باستعمال أجهزة التدفئة القديمة التي تعمل بالاحتراق المفتوح. ويتوجب على أجهزة التدفئة المكانية في المنازل عالية الكفاءة أن تكون مزودة بحجرات احتراق مغلقة، حيث يستمد هواء الاحتراق من خارج المترل. فليس غريباً، مثلاً، أن تكون أكثر المنازل الجديـــدة كفاءة في ولاية مونتانا (أقصى شمال الولايات المتحدة، حيث الجو بارد جدّاً في الشتاء) أن تدفأ بمدفأة أو مدفأتين من المدافئ المكانية بســـعات حرارية تتراوح، بين ١٠,٠٠٠ إلى ٢٠,٠٠٠ وحـــدة حرارية بريطانية في الســـاعة (أي: ما يعادل تقريباً إنتاج فرنين من أفران الطبخ المترلية). بالمقارنة، يتضح أن أصغر فرن تدفئة متوفر تســـتطيع شـــراءه من أغلب المصنعين مصنف عند حوالي ٤٠,٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية في الساعة.

يقوم الفني بفحص مدى إحكام إغلاق مجاري الهواء لمنع التسـرب باسـتعمال فاحصـ مجـاري الهـواء. هـذا الفحص مطلـوب في كثيـر مـن القوانين ومن السلطات المختصة.

شكل رقم (١٣-١٤) فحص أنظمة مجاري الهواء

يكمن أحد الحلول الوسط في هذا السياق باختيار فرن تدفئة صغير، ومن ثم تصميم نظام مجاري هواء مختزل فائق الكفاءة. فالمنازل المعزولة عزلاً جيّداً لا تحتاج إلى إيصال الهواء الدافـــئ، أو البارد إلى الجدران الخارجية. ويمكن عوضاً عن ذلك وضع أجهزة

www.j4know.com

تسجيل هواء التزويد على طول الجدران الداخلية، مما يسمح لمجاري الهواء أن تكون أقصر من غيرها، وأكثر استقامة، من ثم تحقيق مستوى أقل من تسرب الهواء والفاقد الحراري في مجاري الهواء. كما ينبغي وضع أجهزة التدفئة والتبريد نفسها ضمن الحد الحراري للمترل، وليس في المرآب، أو العليّة، أو قبو الخدمات.

وهناك خيار آخر ممكن لأكثر المنازل كفاءة يكمن في تركيب تدفئة كهربائية. فعلى الرغم من أن تكلفة توصيل وحدة تدفئة باستعمال الكهرباء أعلى من أنظمة تدفئة الغاز، فإن هذا الفرق سيكون قليلاً (عدة دولارات) لمترل يحتاج فقط إلى حد أدنى من التدفئة. وتتميز التدفئة بالكهرباء بأنها أرخص شراءً، وتركيباً، حيث توفر خدمة خالية من المتاعب، وتخلو من الهموم المتعلقة بسلامة الاحتراق. لكن الجدوى الاقتصادية للتدفئة بالكهرباء كما قُدّمت هنا تنطبق فقط على المنازل التي تتميز حقّاً بالكفاءة، وتتمتع بعزل حراري فائق.

www.j4know.com

الخلاصة

إذا عزمت على بناء منزل جديد، فإنك ستحظى بفرص كبيرة من ناحية، وستواجه مسؤوليات وتحديات حقيقية من ناحية أخرى. شهدت معرفتنا بعلم البناء على مدى السنوات الأخيرة تقدماً متسارعاً، فالخيارات المتاحة من مواد البناء لم تكن أبداً بهذا التنوع، ولم نشهد قط هذا الكم الهائل من وفرة الثروة المالية من أجل بناء المنازل.

على الرغم من ذلك، فالعديد ممن يأمل ببناء منزل يصارع مع أبسط أنواع الأسئلة. كم من العزل الحراري يعدّ كافياً؟ هل يستحق نظام التدفئة عالي الكفاءة الإنفاق الإضافي عليه؟ هل من المعقول تركيب سقف خارجي أسود اللون في منطقة مشمسة؟ ومن ثم يأتي السؤال الأعم، سؤال ينم عن إحساسنا بالعائلة وبالمجتمع، والتزامنا تجاه العالم: مفاده هل من الممكن تحقيق السعادة الكاملة في منزل متواضع مساحته أقل من ٢٠٠٠ قدم مربع (١٨٠ متر مربع). تذكّر هنا عدم وجود طريقة أعظم لتبذير الطاقة في المنزل من بناء منزل كبير جدّاً.

نحن نستشعر أن هناك تحولا كبيراً يحدث الآن في رؤية كثير منّا منازلنا، وهو التحول المدفوع بفعل تكلفة الطاقة والوعي، حيث إننا جميعا نتشارك بمجموعة محدودة، وقابلة للنفاذ من المصادر الطبيعية، وبالأمل أن توؤينا منازلنا لا أن تكون عبئاً علينا. نحن نأمل بأن النصيحة التي قدمناها هنا ستساعدك على بناء مكان للسكن يتميز بالسلامة، والأمن، والاستدامة، وأنك ستقترب خطوة إضافية؛ للتحكم بمكان سكنك، ونحن لا نملك إلا أن نتمنى لك الحظ السّعيد في هذا المسعى.

www.j4know.com

www.j4know.com

مصادر إضافية:

- **دار النشر ساتورن (SATURN)**

توفر دار النشر SATURN مصادر للمتابعة لقراءة هذا الكتاب. فمن خلال نصائح (tips) مجانية توفر SATURN معلومات إضافية عن الإجراءات المقدمة هنا، كما ترشد بعقد ورش تدريبية من خلال الشبكة العالمية (الإنترنت) أصحاب المنازل، فيما يتعلق ببناء منزل عالي الكفاءة. تشدد الدورات التدريبية على حلول محددة؛ لتحقيق خفض كبير على استهلاك الطاقة، وانبعاث الكربون. وبعقد منتدى من خلال الإنترنت، يسمح للمشاركين بمناقشة حلول لمشكلات الطاقة المنزلية مع خبراء في الصناعة. كما توفر SATURN من خلال الشبكة العالمية دورات تدريبية مخصصة للمهنيين المتخصصين، ومهام متقدمة يمكن أن يقوم بها أصحاب المنازل أنفسهم. ولمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.saturnonline.biz

معلومات الاتصال مع المنظمات المتخصصة

- **المجلس الأمريكي للاقتصاد يتميز بكفاءة الطاقة، ومقره في واشنطن العاصمة**
ويصدر الكتاب الممتاز "دليل المستهلك لتوفير الطاقة المنزلية"، وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.aceee.org

- **هيئة الطاقة الشمسية الأمريكية، الواقعة في مدينة بولدر، بولاية كولورادو**
تصدر مجلة «الطاقة الشمسية اليوم»، ولمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.ases.org

www.j4know.com

- **معهد أداء المنازل الواقع في مدينة مالتا بولاية نيويورك**

يمنح الشهادات والاعتماد للأفراد والمنظمات العاملين في مجال ترشيد استهلاك الطاقة. ولمزيدمن المعلومات زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.bpi.org

- **مجلس كاليفورنيا للطاقة، الواقع في مدينة ساكرمنتو، بولاية كاليفورنيا**

ينشـــر مصادر مكتوبة، من خلال الإنترنت تتعلق بتقنية البناء وكفاءة الطاقة وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.energy.ca.gov

- **مراكز التحكم بالأمراض ومنع انتشارها الواقعة في مدينة أتلانتا، بولاية جورجيا**

يوفر معلومات عن الأخطـــار الصحية في المنازل. وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.cdc.gov

- **إدارة الإسكان والتطوير الحضري الواقعة في واشنطن العاصمة**

تدير شبكة واســـعة من أصحاب المنازل (بيع، وشـــراء، ورهن، إلخ) وتهتم بتحسين كفاءة المنازل وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.hud.gov

- **نجمة الطاقة** (ENERGY STAR)

يعدّ هـــذا الموقع من أفضل مصادر المعلومات الخاصـــة بكفاءة المباني. ويمكن الوصول إليها عبر الرابط التالي:

www.energystar.gov

www.j4know.com

- **جمعية مباني الطاقة والبيئة الواقعة في ولاية مينيسوتا**

تهدف إلى توفير التعليم والمصادر؛ لتحويل تصميم المنازل نحو ترشـــيد استهلاك الطاقة، والحفاظ على البيئة . ولمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.eeba.org

- **مركز فلوريدا للطاقة الشمسية الواقع في ولاية فلوريدا**

مصدر مهم للمنازل في المناطق الحارة الرطبة، وينشـــر معلومات في كل مجالات تحسين أداء المنازل وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.fsec.ucf.edu

- **طاقة المترل الواقعة في مدينة بيركلي، بولاية كاليفورنيا**

تصدر «مجلة طاقة المترل»، وأهم ما ينشر عن كفاءة الطاقة المترلية وللمزيد من المعلومات زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.homeenergy.org

- **مجلة البناء الخفيف الواقعة في ولاية فيرمونت**

مجلة متخصصة ممتازة في مجال البناء وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.jlconline.com

- **المعمل (المختبر) الوطني للطاقة المتجددة الواقع في مدينة جولدن بولاية كولورادو**

تابع لوزارة الطاقة، ويجري أبحاثاً، ويصدر نشرات تتعلق بالطاقة المترلية. ولمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.nrel.gov

www.j4know.com

- **الريادة الفنية في أمريكا الشمالية الواقعة في مدينة آرلنغتون بولاية فيرجينيا**

تمنح شـــهادات وطنية لفنيي التدفئة والتبريد. وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.natex.org

- **معهد المترل الخامل– الولايات المتحدة الواقع في مدينة أوربانا بولاية الينوي**

يعمـــل على تطبيق معايير البيوت الأوروبية فائقة الكفاءة في أمريكا. كما يوفر مساعدة فنية وتدريب وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.passivehouse.us

- **الواتات الكهروضوئية، والمعمل الوطني للطاقة المتجددة**

يحسب هذا البرنامج إنتاج الأنظمة الكهروضوئية، ويشمل الموقع أدوات تصميم وبحث ذات صلة. وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.rredc.nrel.gov/solar/calculators/PVWATTS

- **شبكة خدمات الطاقة المترلية الواقعة في ولاية كاليفورنيا**

تعمل لإيجاد نظام تصنيف وطني للمنازل من حيث اســـتهلاك الطاقة وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.resnet.us

- **الدولية للطاقة الشمسية الواقعة في ولاية كولورادو**

توفر أفضل ورش التدريب في الطاقة المتجددة والبناء المســـتدام. وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.solarenergy.org

www.j4know.com

- **معهد ساوثفيس للطاقة الواقع في مدينة أتلانتا بولاية جورجيا**

معهـــد تعليمي غير ربحـــي يركز على البناء الذي كفـــاءة الطاقة فيه عالية في جنـــوب الولايـــات المتحدة. وللمزيـــد من المعلومات، زر هـــذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.southface.org

- **المجلس الأمريكي للمباني الخضراء الواقع في واشنطن العاصمة**

يشرف على برنامج LEED المشهور (القيادة في تصميم الطاقة والبيئة)، وعلى نظام تعليمي وتصنيفي للمباني الخضراء. وللمزيد من المعلومات، زر هذا الموقع عبر الرابط التالي:

www.southface.org

كلمات البحث المفتاحية في الشبكة العنكبوتية (الإنترنت) Internet Keyword Searches

توفر الشبكة العنكبوتية كمية لامتناهية من المعلومات عن المواضيع التي طرحت في هذا الكتاب. وقد ضمنا هنا بعض الكلمات المفتاحية لمساعدتك على إيجاد ما تبحث عنه بأسرع ما يمكن. وللحصول على نصائح وإرشادات عن كيفية القيام ببحث فعال في الشبكة العنكبوتية، قم بزيارة الموقع

www.google.com/help/basics.html

www.j4know.com

كلمات البحث المفتاحية

الباب الأول: إعداد خطة لتحسين كفاءة الطاقة في المترل

أداء المترل مع "نجمة الطاقة Energy Star"

مقاول أداء المترل

عمليات تدقق الطاقة من خلال الإنترنت

خبير ترتيب المترل من حيث استهلاك الطاقة

مدقق الطاقة

الباب الثاني: الإنارة والأجهزة المترلية

الإنارة الفعالة

الإنارة باستعمال أجهزة "نجمة الطاقة Energy Star"

الأجهزة التي تحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

الثلاجة التي تحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

الباب الثالث: تسخين المياه

تسخين المياه باستعمال أجهزة "نجمة الطاقة Energy Star"

معامل الطاقة

مسخن المياه الذي يعمل حسب الطلب

تسخين المياه بالطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية الدولية

www.j4know.com

الباب الرابع: الخطوات الأولى لتخفيض استهلاك أنظمة التدفئة والتكييف

طبقات تغطية السقوف الخارجية

المروحة المركزية (لكل المنزل)

جهاز التحكم بدرجة الحرارة (الثيرموستات) القابل للبرمجة

أفران التدفئة عالية الكفاءة

مكيف الهواء عالي الكفاءة

الباب الخامس: تنسيق الحديقة المنزلية لرفع كفاءة الطاقة

المهنيون المتخصصون بالأشجار والشجيرات دائمة الخضرة

تنسيق الحديقة الذي يحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

حفظ الماء في الحديقة المنزلية

أشجار التظليل

تنسيق الحديقة بالحد الأدنى من المياه

الباب السادس: تحديد وإغلاق أماكن تسرب الهواء

إغلاق أماكن تسرب الهواء الذي يحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

الفحص باستعمال مروحة الباب

إغلاق أماكن تسرب الهواء

العزل الحراري بالرغوة أحادية الجزء

مجموعة العدد لتطبيق الرغوة بالرش

www.j4know.com

الباب السابع: العزل الحراري

أماكن العزل

عزل علية المنزل

العزل الحراري الذي يحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

حساب فاقد الحرارة

العزل الحراري للجدران

الباب الثامن: النوافذ والأبواب

النوافذ التي تحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

الأبواب التي تحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

قطع أبواب الزجاج المنزلقة

خبراء تركيب النوافذ والأبواب

الباب التاسع: أنظمة التكييف المنزلية

التكييف الذي يحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

المكيف التبخيري (الصحراوي)

أجزاء المكيف التبخيري

كفاءة التكييف

www.j4know.com

الباب العاشر: أنظمة التدفئة المترلية

التدفئة المترلية التي تحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

أجهزة التدفئة عالية الكفاءة

التدفئة الماء الساخن

مهني خدمات التدفئة المرخص

الباب الحادي عشر: الأنظمة الشمسية الكهروضوئية

الطاقة الشمسية الدولية

الآلة الحاسبة "واتات الأنظمة الكهروضوئية"

الألواح الشمسية

الأنظمة الكهروضوئية المربوطة على الشبكة الوطنية

قياس صافي استهلاك الطاقة

الباب الثاني عشر: إدارة الرطوبة والتهوية لرفع كفاءة الطاقة

التهوية المترلية التي تحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

حاجز الرطوبة الأرضية

حاجز البخار من البولي إيثيلين

التهوية بالسحب (الشفط)

جهاز التهوية المسترجع للحرارة

www.j4know.com

الباب الثالث عشر: بناء منزل جديد عالي الكفاءة

المنازل الجديدة التي تحمل علامة "نجمة الطاقة Energy Star"

ترتيب المنازل من حيث استهلاك الطاقة

المباني عالية كفاءة الطاقة

مواد المباني الخضراء

المباني المستدامة

www.j4know.com

www.j4know.com

عن الكتاب:

أضحت الطاقة في وقتنا الحاضر أحد الركائز الأساسية في تطور المجتمعات وتقدم الأمم. وتأتي أهمية هذا الكتاب وضرورة اقتنائه من قبل أبناء الخليج العربي خاصة، ومن قبل أبناء الوطن العربي عامة للبحث عن حلول تتمثل بشكل رئيس بما يقلل الهدر في منازلنا للحدود الدنيا عن طريق استخدام الطاقة بالطريقة المثلى دون التأثير على مستوى الرفاهية والراحة فيها إضافة إلى الاستغلال الأمثل لمصادر بديلة ومتجددة للطاقة.

يمتاز هذا الكتاب والذي يحمل عنوان "دليل صاحب المنزل لكفاءة الطاقة" وألّفه اثنان من كبار المتخصصين في مجال الطاقة، بتقديم إيضاحات وتدابير علمية وعملية لرفع كفاءة استخدام الطاقة المنزلية وترشيد استهلاكها، بطريقة عرض مبسطة يمكن الاستفادة منها من قبل فئات مختلفة من القراء والمختصين وغيرهم.

ويقع الكتاب في أكثر من (٤٠٠) صفحة - قُسّمت محتوياته في (١٣) باباً شملت كل ما يتعلق بالأدوات والأجهزة والوسائل المنزلية المستهلكة للطاقة.

المؤلفان:

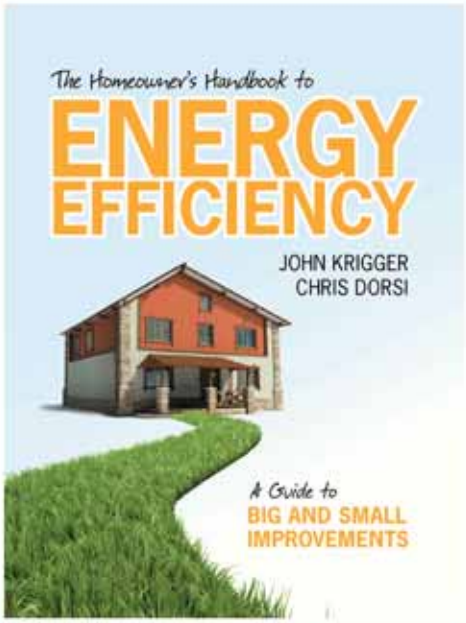
جون كريغر يعد مرجعاً متحمساً ويتمتع باحترام كبير في مجال الإنشاءات عالية كفاءة الطاقة. أكمل مؤخراً دراسات على الإنشاءات فائقة كفاءة الطاقة في أوروبا، وهو الآن يعمل مع أصحاب المنازل عبر أمريكا الشمالية لتبني وتطبيق نهج الإنشاءات صفرية الطاقة (التي تنتج بقدر ما تستهلك من الطاقة).

كريس دورسي أمضى ٣٠ عاماً في صياغة الجيل القادم من المنازل ذات كفاءة الطاقة بصفته بنّاء لمثل هذه المنازل من ناحية ومتخصصاً في تطوير العقارات من ناحية أخرى، وهو مؤلف مشهود له على نطاق واسع ومتحدث في مجال التحفيز يقوم بمساعدة أصحاب المنازل وأصحاب المهن التجارية على حد سواء في تحسين كفاءة مبانيهم.

المترجم:

د. محمد بن اسماعيل الوديان:

حاصل على درجتي الماجستير والدكتوراه من الولايات المتحدة ومتخصص في الهندسة الحرارية - يعمل بوظيفة (استاذ مشارك ورئيساً للقسم) بقسم الهندسة الميكانيكية - كلية الهندسة - جامعة الملك فيصل بالإحساء. ومن اهتماماته:- المواضيع ذات العلاقة بالطاقة المتجددة - والحيوية - والشمسية - والأنظمة الحرارية - ومعالجة المخلفات لإنتاج الطاقة - وكذلك متابعة قضايا الطاقة (الإدارة والكفاءة).



مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

تعمل مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية على توفير المعرفة للقارئ العربي. فقامت في هذا الإطار بترجمة سلسلة من الكتب والمجلات العلمية وأتاحتها للقراء دون مقابل بصيغتيها الرقمية والورقية. فجميع إصدارات المدينة متاحة على موقعها الإلكتروني ليتمكن المتصفح من تحميلها أو قراءتها على الإنترنت.

هاتف: ٤٨٨٣٤٤٤ - ٤٨٨٣٥٥٥
فاكس: ٤٨٨٣٧٥٦
ص.ب. ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
المملكة العربية السعودية
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

رقم الوثيقة: 05P0033 - BOK - 0001 - AR01

الموقع الالكتروني: www.kacst.edu.sa
إصدارات المدينة: kacst.edu.sa/ar/about/publications
البريد الالكتروني: awareness@kacst.edu.sa

مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
رقم: 330708
ردمك: 1 - 50 - 8049 - 603 - 978

www.j4know.com