وقد استخدم نوع جديد من الأنابيب ذو سطح خارجي كبير، يطلق عليه اسم الأنابيب الزعنفية أو المجنحة fin pipes، وهي أنابيب عادية، إلا إن لها عديدًا من الأسطح المعدنية الرقيقة البارزة التي تعمل على زيادة مسطحها الخارجي؛ ومن ثم زيادة فعاليتها في إشعاع الحرارة إلى الهواء المحيط بها. ولهذه الأنابيب المقدرة على إشعاع الحرارة بما يعادل ٤-٥ أضعاف الأنابيب العادية.

التدفئة بتيارات الهواء الدافئ

تستخدم في التدفئة بنظام تيارات الهواء الدافئ Circulating Warm Air مراوح كهربائية، لتحريك الهواء الذي يتم إنتاجه بمدافئ كهربائية أو بوحدات تدفئة تعمل بالنفط أو بالغاز. والطريقة الثانية أرخص من استعمال المدافئ الكهربائية، وفيها يتم حرق النفط أو الغاز خارج البيت؛ حيث تطلق نواتج الاحتراق بالجو الخارجي، بينما يدفع تيار الهواء الدافئ المحيط بوحدة حرق الوقود بواسطة مراوح كهربائية في أنابيب بلاستيكية مثقبة تمتد أعلى مستوى النباتات بطول البيت؛ حتى يتوزع بصورة متجانسة في جميع أنحاء البيت.

المدافئ الكهربائية

تعتبر المدافئ الكهربائية Electric Heaters أنظف وأسهل طرق التدفئة، لكن يعيبها ارتفاع تكاليفها. وقد تنطلق الحرارة منها من خلال أنابيب مشعة، أو بواسطة المراوح.

المدافئ التي تعمل بالمحروقات

لا تستخدم تلك المدافئ إلا في البيوت الصغيرة الحجم. وهي قليلة التكاليف وسهلة الاستعمال. لكن يعيبها أنه لا يمكن ربط تشغيلها بمنظم للحرارة، كما تنطلق منها بعض الغازات السامة التي تضر بالنباتات؛ مثل: غاز ثاني أكسيد الكبريت. ولتلافي هذه العيوب يراعى أن يستعمل في تشغيلها وقود ذو نوعية جيدة، مع تشغيلها بصورة سليمة تقلل من انطلاق الغازات السامة.

تعمل هذه المدافئ عادة - بالغاز الطبيعي أو بزيت الوقود. وتعتمد على المراوح لتوزيع الحرارة وغالبا ما تعلق تلك الوحدات من هيكل البيت المحمي، ولكنها قد تثبت أحيانًا على الأرض وهذا النظام للتدفئة يسهل تركيبه. وتكلفته الإنشائية معتدلة وعلى الرغم من أن المدفئات التي تحرق البروبان أو الغاز الطبيعي تُنتج ثاني أكسيد الكربون الذي قد يكون مفيدا للنباتات. فإنها قد تنتج – كذلك – نواتج احتراق أخرى (مثل أول أكسيد الكربون والإثيلين) يمكن أن تكون ضارة لكل من الإنسان والنبات

ويفضل – دائمًا – وجود مدفأتين صغيرتين على جانبي المروحة الدافعة للهواء بدلاً من مروحة واحدة كبيرة، حيث يمكن تشغيل مدفأة واحدة أو كلا المدفأتين حسب الحاجة، كما تقل فرصة حدوث أضرار بالنباتات جراء تعطل المدفأة في حالة وجود مدفأة واحدة كبيرة (Jones ٢٠٠١)

يجب توصيل الهواء إلى المدفأة بأنبوبة خاصة تمتد إلى خراج البيت، نظرًا لأنها تحتاج إلى الأكسجين لعملها. بينما تكون البيوت البلاستيكية غالبا محكمة الإغلاق وكقاعدة عامة تلزم بوصة مربعة (٢٥ ٦ سم٢) من مقطع الأنبوبة الموصلة للهواء لكل ٢٠٠٠ وحدة حرارة بريطانية (Btu)، وعليه يجب أن تكون مساحة مقطع الأنبوبة الموصلة للهواء نحو ٣٠٠ سم٢ لتشغيل مدفأة قوتها ١٠٠٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية

وإذا ما استخدمت تلك المدفئات التي تعتمد على حرق الغاز أو الوقود البترولي، فإنه يتعين التخلص من الغازات – التي تنتج من الاشتعال – خارج البيت المحمي، مع التأكد من عدم حدوث أي تسرب داخل الصوبة. إن تلك المدفئات تنتج – إلى جانب الطاقة الحرارية – ثاني أكسيد الكربون الذي يلزم لتحسين النمو النباتي، بالإضافة إلى غازات أخرى بعضها سام للإنسان مثل أول أكسيد الكربون، وبعضها الآخر ضار بالنباتات مثل الإثيلين وثاني أكسيد الكبريت. والهيدروكربونات غير المحترقة يمكن لتلك الغازات أن تُحدث مشكل كبيرة إن لم تكن المدفئات مزودة بمداخن مناسبة، وإن لم يُسمح بدخول هواء خارجي كافٍ لاحتراق الوقود يحتوي الهواء الطبيعي على ٣٠٠

جزء فى المليون من ثانى أكسيد الكربون، بينما تستفيد النباتات من تركيزات تصل إلى ٢٠٠٠ جزء فى المليون. وهذا القدر الإضافى يجب الحصول عليه من مصادر تجارية لثانى أكسيد الكربون (تكون – عادة – ثانى أكسيد الكربون صلب أو سائل)، وليس من الاحتراق. هذا .. فضلاً عن أن المدفئات تعمل – عادة – ليلاً – حينما لا يمكن للنباتات استخدام ثانى أكسيد الكربون المنتج. ويُعد بخار الماء من النواتج الأخرى للاحتراق. وهو يؤدى مع التركيزات العالية لثانى أكسيد الكربون ليلاً فى البيوت المغلقة. ومع التركيز المنخفض من الأكسجين بسبب الاحتراق إلى مشاكل فى مكافحة الأمراض

لهذه الأسباب يجب استخدام مداخن بحجم مناسب للمدفئات، على أن تبرز فوق مستوى أعلى نقطة من سقف الصوبة بما لا يقل عن ١,٢م. ويلزم كذلك توفر أنابيب بقطر ١٥–٢٠ سم لتوصيل الهواء الخارجى للمدفئات فى البيوت المحكمة الإغلاق (Buffington وآخرون ٢٠٠٢).

ويمكن حساب قدرة المدفأة التى تستخدم فى تدفئة البيت المحمى بالمعادلة التالية:

القدرة اللازمة بالوحدات الحرارة البريطانية BTUs = (السطح الخارجى للبيت المحمى بالقدم المربع) × (٠,٨ فى حالة وجود طبقتان من الغطاء البلاستيكى) × (درجة الحرارة الدنيا المسموح بها فى الصوبة – درجة الحرارة الدنيا المتوقعة فى الهواء الخرجى بالفهرنهيت)

فمثلا إذا كانت مساحة السطح الخارجى (المعرض للجو الخارجى) للبيت المحمى ٤٠٠٠ قدم مربع (٣٧١.٦م^{٢}). وتستخدم طبقتان من الغطاء البلاستيكى، وكانت أقل حرارة يُسمح بها داخل الصوبة ٥٨°ف (١٤,٤°م)، وأقل حرارة متوقعة فى الجو الخارجى –١٠°ف (–٢٣,٣°م)، فإن قدرة التدفئة اللازمة تكون:

٤٠٠٠ × ٠,٨ × [٨٥ – (–١٠)] = ٢١٧٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية.

وإذا زادت سرعة الرياح عند ١٥ ميل/ساعة (٢٤,١٥ كم/ساعة) خلال موسم التدفئة فإن قدرة التدفئة تجب زيادتها بنسبة ٤٪ لكل ٥ ميل فى الساعة زيادة عن سرعة ١٥ ميل فى الساعة

فمثلا إذا كانت سرعة الرياح ٢٠ ميلاً فى الساعة، فإن قدرة التدفئة تجب زيادتها بمقدار (٢١٧٠٠٠ × ٠٤ ٠) = ٨٦٨٠ وحدة حرارة بريطانية، أى تصبح القدرة المطلوبة ٢٢٥٦٨٠ وحدة حرارة بريطانية (Marr ١٩٩٥)

ويستعمل نظام أنابيب البوليثيلين poly-tube system -- غالبًا — مع أى من نظامى التدفئة التى أسلفنا الإشارة إليهما لتوفير تدفئة أكثر تجانسًا، وكذلك لأجل تحريك الهواء والتهوية ويتكون هذا النظام من أنبوبة بلاستيكية كبيرة مثقبة تتدلى من سقف الصوبة وتمتد بطولها تتصل هذه الأنبوبة من أحد جانبيها بجدار الصوبة حيث توجد مدفأة ومروحة قوية دافعة للهواء، بينما يكون الجانب الآخر للأنبوبة مغلقًا ويتم تشغيل ووقف تشغيل المدفأة والمروحة بواسطة منظم حرارى. يطبق هذا النظام — غالب فى الصوبات الكبيرة المفردة أو المتجمعة تمتلئ الأنبوبة بواسطة المروحة التى تتلقى الهواء الساخن من مصدر التدفئة، لينطلق الهواء المدفأ فى البيت من خلال ثقوب الحصر

يجب الاهتمام بموضع أنابيب التوزيع وتقليديًا تثبت أنبوبة بلاستيكية كبيرة بقطر ٧٥ سم بامتداد طول الصوبة من المروحة الدافعة للهواء إلى الجهة المقابلة وتوضع هذه الأنبوبة — عادة — على ارتفاع ٢٤٠ سم أعلى سطح التربة. ونتيجة لذلك فإن الحرارة تطلق فوق مستوى النمو النباتى، وتستخدم طاقة كثيرة فى رفع حرارة الهواء أعلى الصوبة وكبديل أفضل، يمكن إطلاق الهواء الساخن فى أنابيب بلاستيكية بقطر ٢٠سم توضع على التربة أو بالقرب من سطح التربة تحت النباتات؛ حيث ترتفع الحرارة إلى حيث النمو النباتى ويفيد هذا الوضع للأنابيب فى خفض الرطوبة النسبية حول النباتات وتقليل الإصابة بالأمراض وتحسين نوعية الثمار