كذلك وجد Başçetinçelik وآخرون (١٩٩٤) أن نمو نباتات الطماطم لم يختلف تحت الغطاء البلاستيكى المزدوج عنه تحت الغطاء المفرد، على الرغم من أن الغطاء المزدوج أدى إلى نقص نفاذ الأشعة المؤثرة فى عملية البناء الضوئى — إلى داخل البيت — بمقدار ٥٪-١٠٪، ونقص نفاذ الإشعاع الكلى بمقدار ٢٥٪-٢٩٪ مقارنة بالغطاء المفرد.

طرق التدفئة

تتعدد وتتنوع الطرق المستخدمة فى تدفئة البيوت المحمية، ولكل طريقة الظروف الخاصه التى تناسبها ويمكن توصيل جميع نظم التدفئة بمنظم الحرارة الذى يتحكم فى تشغيلها، بحيث تظل درجة الحرارة دائمًا فى الحدود المسموح بها. ويستثنى من ذلك التدفئة بالمدفئات الغازية، ومدافئ الكيروسين، والبارافين، حيث يتم تشغيلها يدويًا خلال فترة انخفاض درجة الحرارة. هذا .. ويفضل نظام التدفئة المركزية Central heating فى تجمعات البيوت المتصلة.

ويلزم فى جميع نظم التدفئة التى تعتمد على الكهرباء فى تشغيلها لتوليد الحرارة أن يوجد مصدر إضافى للتدفئة، أو مولد كهربائى احتياطى للاستعانة بأى منهما فى حالة انقطاع التيار الكهربائى.

وفيما يلى عرض للطرق المتبعة فى تدفئة البيوت المحمية.

التدفئة بأنابيب الماء الساخن وأنابيب البخار

يعتمد كلا النظامين على تسخين الماء فى غلايات boilers، ثم نقله فى صورة ماء ساخن أو بخار فى أنابيب خاصة إلى داخل البيت الذى تتم تدفئته بالإشعاع الحرارى من الأنابيب

وفى حالة التدفئة بأنابيب الماء الساخن hot water pipes يتم تسخين الماء فى مراجل خاصة، ثم يدفع فى شبكة أنابيب التدفئة داخل البيت بمضخة خاصة تعمل بصورة دائمة وعندما تصل درجة الحرارة داخل البيت إلى حدها الأقصى يقوم منظم الحرارة بتحويل دوران الماء آليًا ليستمر داخل الأنابيب فقط، دون الرجوع إلى المراجل. وعندما يبرد

الماء داخل الأنابيب، وتصل درجة الحرارة داخل البيت إلى الحد الأدنى المسموح به يقوم منظم الحرارة بفتح الصمام الذى يسمح بدوران الماء داخل المراجل، ثم إلى الأنابيب، وبذلك يعاد تسخينه وقد يُوَصَّل المنظم بالمضخة مباشرة، بحيث لا يضخ الماء إلا عند انخفاض درجة حرارة البيت إلى الحد الأدنى المسموح به.

وإلى جانب منظم الحرارة السابق الذى يتحكم فى حركة دوران الماء فى الأنابيب، فإنه يوجد منظم آخر لحرارة الماء (aquastat) يتصل بالمرجل، ويتحكم فى إشعال جهاز تسخين الماء وإطفائه تلقائيًا للمحافظة على درجة حرارة الماء، والتى تكون عادة فى حدود ٨٠°م–٨٥°م.

يعد هذا النظام أقل تكلفة وأسهل تشغيلاً من نظام التدفئة بالبخار وعلى الرغم من بطء اكتساب الأنابيب للحرارة وبطء برودتها فى نظام التدفئة بالماء الساخن عما فى نظام التدفئة بالبخار، فإن الحرارة تكون – غالبًا – أكثر تجانسًا فى النظام الأول

أما فى حالة التدفئة بأنابيب البخار steam pipes، فإن الماء يتم تسخينه إلى درجة حرارة ١٠٢°م، بحيث يتحول إلى بخار تحت ضغط خفيف يصل إلى حوالى ٣٥ ٠ كجم/سم٢. وينظم صمام آلى دوران البخار داخل الأنابيب، وفى فتح الصمام الذى يسمح بإدخال البخار إليها هذا وتكون أنابيب التدفئة مائلة قليلاً من أجل إعادة الماء الناتج من تكثف البخار مرة أخرى إلى المرجل، لاعادة تبخيره واستعماله فى التدفئة من جديد

ويعيب هذا النظام عدم تجانس التدفئة داخل البيت، نظرًا لأن الهواء المجاور للأنابيب يكون ساخنًا بدرجة كبيرة، الأمر الذى قد يضر بالنباتات القريبة منها

يوفر نظام التدفئة بالبخار تسخين سريع وكذلك برودة سريعة لأنابيب البخار، وتقل فيه أعداد الأنابيب التى تلزم لحمل البخار عما يلزم من أنابيب فى نظام التدفئة بالماء الساخن. يمكن أن تكون الأنابيب ناعمة أو مجنحة، ويمكن أن تستعمل معها المراوح لزيادة تجانس توزيع الحرارة إذ لزم الأمر ومع هذا النظام، غالبًا ما يكون نحو ثلث الأنابيب علوية وثلثاها على امتداد المحيط الخارجى أو الجدر الجانبية وقد يفيد

البخار فى تعقيم التربة كذلك. ويتطلب هذا النظام تكلفة إنشائية عالية، ولكنه يبقى لفترة طويلة.

هذا .. وقد كان المتبع قديمًا استعمال أنابيب حديدية بقطر ١٠ سم للتدفئة. هذه الأنابيب كان يعيبها ضعف كفاءتها؛ نظرًا لبطء إشعاع الحرارة منها، فضلاً على صعوبة تداولها، نظرًا لضخامتها. وقد تغير ذلك الآن إلى استعمال أنابيب بقطر ٥ سم للماء الساخن. وبقطر ٣-٣.٥ سم للبخار.

ويمكن تقدير الطول اللازم من الأنابيب لتدفئة البيت إذا علمت احتياجات التدفئة من الوحدات الحرارية البريطانية فى الساعة، لأن كل ٣٠ سم طولية من الأنابيب تشع:

١٦٠ وحدة حرارية بريطانية/ساعة فى حالة الأنابيب بقطر ٥ سم، وعند استخدام ماء حرارته ٨٢°م.

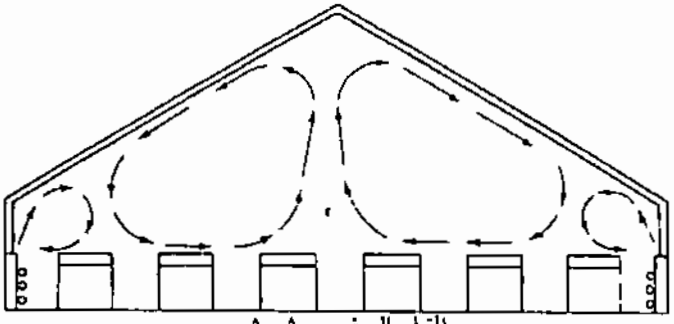
٢١٠ وحدات حرارية بريطانية/ساعة فى حالة الأنابيب بقطر ٣,٥ سم، وعند استخدام بخار حرارته ١٠٢°م.

١٨٠ وحدة حرارية بريطانية/ساعة فى حالة الأنابيب بقطر ٣ سم، وعند استخدام بخار حرارته ١٠٢°م.

وطبيعى أن يزيد الطول اللازم من الأنابيب عن محيط البيت؛ الأمر الذى يستلزم معه عمل عدة طبقات من الأنابيب

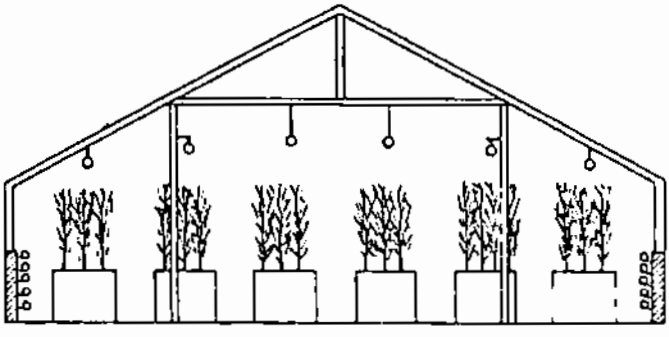
ولا يجوز تكديس كل الأنابيب قرب الجدر الجانبية للبيت.؛ نظرًا لأن ذلك يؤدى إلى تولد تيارات هوائية غير مرغوبة؛ حيث يتصاعد الهواء الدافئ مباشرة موازيًا لجدار البيت حتى يصل إلى السقف، ثم يتحرك جانبيًا إلى أن يتقابل مع تيار مقابل له من الجانب الآخر؛ فيتجه إلى أسفل منتصف البيت بعد أن يكون قد برد من جراء تلامسه مع جدران البيت والسقف، وبعد ذلك يمر على النباتات وهو بارد؛ فلا تتحقق بذلك الفائدة المرجوة من التدفئة (شكل ٣-٥أ). ولهذا السبب يجب توزيع الأنابيب بحيث يكون بعضها بامتداد خطوط الزراعة أو أعلى مستوى النباتات إلى جانب الأنابيب

الجانبية (شكل ٣-٥ ب) وتجدر الإشارة إلى أن تكدس الأنابيب بعضها فوق بعض يقلل من فاعليتها، إلى درجة تجعل كل خمس أنابيب متقاربة توازى فى كفاءتها أربع أنابيب منفردة



قطاع طولى

(أ)



(ب)

شكل (٣-٥) (أ) مسار التيارات الهوائية عند وجود أنابيب التدفئة على جانبى البيت، (ب) انابيب للتدفئة على جانبى البيت، وأخرى أعلى مستوى النباتات للتغلب على مشكلة تحرك الهواء خلال النباتات بعد أن يفقد حرارته

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.