طرق التحكم فى العوامل البيئية داخل البيوت المحمية

برغم أن الهدف الرئيسى من الزراعة المحمية كان – وما زال – هو حماية النباتات من الإنحرافات الشديدة فى درجات الحرارة ، إلّا أن المفهوم العام للزراعة المحمية قد توسع فى السنوات الأخيرة ليشمل كافة العوامل البيئية – الجوية منها والأرضية – بغرض توفير الظروف المثلى للنمو النباتى لتحقيق أكبر عائد ممكن من وحدة المساحة . وأهم العوامل البيئية التى يسعى منتج الخضر إلى التحكم فيها فى الزراعات المحمية ما يلى :

١ – درجة الحرارة .

٢ – الرطوبة النسبية .

٣ – شدة الإضاءة .

٤ – نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون .

٥ – بيئة نمو الجذور (التربة والبيئات الصناعية المجهزة) .

٦ – الرطوبة الأرضية .

٧ – العناصر الغذائية .

٨ – الطفيليات المسببة للأمراض النباتية (سواء منها ما يصيب النباتات عن طريق الجذور ، أو النموات الخضرية) باعتبارها جزءًا من بيئة البيوت المحمية .

هذا .. وسنتناول بالدراسة فى هذا الفصل طرق التحكم فى العوامل البيئية الأربعة الأولى المذكورة أعلاه . أما باقى العوامل ، فهى إما قد ذكرت فى الأقسام الأخرى من هذا الكتاب – على أساس أنها تخدم كلًّا من الزراعات المكشوفة والمحمية – أو أنها ستقدم فى الفصلين التاليين من هذا القسم الخاص بالزراعة المحمية فقط . وفيما يلى حصر بالأجزاء الأخرى من الكتاب التى ورد فيها شرح للعوامل البيئية السابقة الذكر ، وتأثيرها على النمو النباتى ، وطرق التحكم فيها :

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١ – الطرق العامة لحماية نباتات الخضر من العوامل البيئ
المكشوفة : الفصل التاسع عشر.

٢ – درجات الحرارة والرطوبة النسبية ، وشدة الإضاءة ، وتأثيرها على نمو وتطور محاصيل الخضر : الفصل السابع .

٣ – التربة وخصائصها ومياه الرى : الفصل الثامن .

٤ – البيئات الصناعية لنمو الجذور : الفصلان : الثانى عشر ، والثالث والعشرون .

٥ – الرطوبة الأرضية وطرق الرى : الفصلان : التاسع عشر ، والثانى والعشرون .

٦ – التسميد والعناصر الغذائية : الفصول : التاسع والسادس عشر ، والثانى والعشرون .

٧ – المحاليل المغذية : الفصل الثالث والعشرون .

٨ – طرق التعقيم : الفصل الثالث عشر .

٩ – الآفات ومكافحتها : الفصول الثانى والعشرون ، والتاسع والعشرون والثلاثون .

٢١ – ١ : أساسيات التحكم فى درجة الحرارة فى البيوت المحمية

يتعين قبل الدخول فى تفاصيل طرق التدفئة والتبريد وحساباتهما أن نتعرف أولًا على بعض المصطلحات المستخدمة فى هذا المجال ، وعلى طرق تنظيم درجة الحرارة ، وطرق انتقالها ، لما لذلك من أهمية كبيرة فى كل من البيوت المدفأة والمبردة على حد سواء .

ويعبر عن كمية الحرارة (سواء تلك التى يلزم اكتسابها ، أم تلك التى يلزم التخلص منها) بالوحدات الحرارية البريطانية British thermal units (اختصار Btu) ، وهى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء درجة واحدة فهرنهيتية .

ونظراً .. لأن عدد الوحدات الحرارية البريطانية الداخلة فى الحساب يكون عادة كبيرًا ، لذلك فإنه يستعاض عنها بقوة الحصان ، وكل قوة حصان تعادل ٣٣٤٧٥ وحدة حرارية بريطانية .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المناسب للبيوت المحمية

تفيد دراسة طرق انتقال الحرارة فى الجوانب التالية :

١ – زيادة كفاءة عملية التدفئة بتقليل فقد الحرارة من داخل البيت إلى خارجه ، مع الاستفادة من الطاقة الشمسية نهارًا ، والحرارة الصادرة من الأجسام الصلبة داخل البيت ليلًا .

٢ – زيادة كفاءة عملية التبريد بتقليل اكتساب البيت للحرارة من الجو الخارجى ، مع سرعة التخلص من هذه الحرارة أولًا بأول .

هذا .. وتنتقل الحرارة بأربع طرق رئيسية هى ما يلى :

١ – الإشعاع Radiation :

يكون الإشعاع على صورة موجات كهرومغناطيسية تتدفق بانتظام خلال الفضاء ، وبذلك فإن انتقال الطاقة فى هذه الصورة لا يكون فى صورة حرارة ، لأن ذلك يتطلب حركة جزيئات ، لكن هذا الإشعاع يتحول إلى طاقة حرارية . بمجرد تلامسه مع أى سطح . هذا .. وتكتسب البيوت المحمية الحرارة نهارًا من الأشعة الشمسية التى تنفذ من خلال غطاء البيت ، ثم تتحول إلى طاقة حرارية عند تلامسها مع التربة والأسطح النباتية وغيرهما من الأجسام الصلبة داخل البيت (جانيك ١٩٨٥) :

وبالمقابل .. فإن الأجسام الدافئة داخل البيت (كالتربة والنباتات) تنطلق منها الحرارة بالإشعاع إلى الأجسام الباردة خارج البيت ، دون أن يكون لهذه الظاهرة تأثير ملحوظ على درجة حرارة الهواء الذى تمر من خلاله . يكون هذا الفقد الحرارى فى صورة أشعة طويلة الموجة (تحت الحمراء) ، ويستمر ليلًا ونهارًا ، طالما أن درجة حرارة الأجسام داخل البيت أعلى من درجة الحرارة خارج البيت .

ويستفاد من هذه الحقائق فيما يلى :

(أ) يلزم فى الجو البارد الاستفادة لأكبر درجة ممكنة من الإشعاع الشمسى نهارًا باختيار التصميم والاتجاه المناسبين للبيت والغطاء المنفذ لأكبر نسبة من أشعة الشمس . كما يفضل أن يكون الغطاء غير منفذ للأشعة تحت الحمراء للاحتفاظ بها داخل البيت ليلًا ونهارًا .

(ب) يلزم فى الجو الحار الصحو خفض نفاذية غطاء البيت للإشعاع الشمسى ، كما يفضل أن يكون الغطاء منفذًا للأشعة تحت الحمراء ليتم التخلص من الحرارة المكتسبة أولًا بأول .

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وقد سبقت لنا مناقشة موضوع نفاذية الأنواع المختلفة من الأغطية للأشعة تحت الحمراء فى القسم (٢٠ – ٤) ، وذكرنا أن أغطية الزجاج ، والبولى فينايل كلورايد (سمك ٣٢٥ ميكرون) تعد غير منفذة ، بينما تعتبر اغطية آلفيبرجلاس ، والبوليستر ، والبولى فينايل كلورايد (سمك ٧٥ ميكرون) قليلة النفاذية . وتعتبر أغطية البوليثيلين هى الوحيدة المنفذة للأشعة تحت الحمراء . وبرغم ذلك .. فإن هذه الأغطية يشيع استخدامها فى المناطق المعتدلة ، لكن من حسن الحظ أن هذه الأغطية غالباً ما تكون مغطاة من الداخل ليلًا بطبقة من قطرات الماء المتكثفة ، والتى تمنع الفقد الحرارى بالإشعاع ، نظرًا لأن الماء غير منفذ للأشعة تحت الحمراء .

٢ – التوصيل Transmission :

يتم انتقال الحرارة بالتوصيل خلال وسط توصيل من النقط الدافئة إلى الأقل منها حرارة ، كما هو الحال عند فقد الحرارة من البيوت المدفأة ، أو اكتساب البيوت المبردة للحرارة بالتوصيل من خلال الغطاء .

٣ – التلامس أو التخلل أو التسرب infiltration

هنا تنتقل الحرارة من سطح مشع إلى الهواء أو الماء المتحرك ، فترتفع درجة حرارة الوسط الملامس (الماء أو الهواء) و تقل كثافته ، ويبدأ فى التحرك لأعلى ليحل محله هواء أو ماء أبرد ليكتسب حرارة من السطح المشع وهكذا . وتلك هى خاصية انتقال الحرارة التى تعتمد عليها طرق التدفئة فى البيوت المحمية . كما تفقد البيوت المدفأة جزءًا كبيرًا من حرارتها مع الهواء الدافىء المتسرب منها .

٤ – الانعكاس Reflection

حيث تنعكس الحرارة – مثلها فى ذلك مثل الضوء – من الأسطح المعدنية المصقولة (Nelson ١٩٨٥) .

هذا .. ويبين جدول (٢١ – ١) الفقد الحرارى المتوقع من البيوت المدفأة المغطاة بمختلف أنواع الأغطية . كما يمكن الاستفادة من نفس الجدول فى تقدير إمكانيات التخلص من الحرارة المكتسبة من الجو الخارجى نهارًا فى البيوت المبردة . ويتضح من الجدول أن هواء البيت يتغير بالكامل – وفى غياب أية تهوية – بمعدل مرتين فى الساعة فى البيوت الزجاجية ، ويصاحب ذلك فقد كبير للحرارة بالتسرب . تلى ذلك بيوت الفيبرجلاس التى يكون الفقد فيها بالتسرب نصف ما فى البيوت الزجاجية . أما البيوت المغطاة برقائق البلاستيك ، فلا يحدث فيها أى فقد بالتسرب ، نظرًا لأنها تكون محكمة الغلق ، إلا أن تقديرات أخرى تشير إلى أن معدل تغير هواء البيوت فى الساعة يبلغ ٠,٥ – ١,٠ مرة فى البيوت المغطاة بطبقتين من رقائق البوليثيلين ، و ٠,٧٥ – ١,٥ مرة فى بيوت الفيبرجلاس والبيوت الزجاجية الحديثة الإنشاء ، و ١ – ٢ مرة فى البيوت الزجاجية القديمة التى ما زالت فى حالة جيدة ، و ٢ – ٤ مرات فى البيوت الزجاجية القديمة التى لم تعد فى حالة جيدة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

جدول (٢١ – ١) : الفقد الحرارى المتوقع من البيوت المدفأة المغطاة بمختلف أنواع الأغطية (Nelson ١٩٨١) .

نوع العطاء	الفقد الحرارى بالانتقال(أ) (Btu /قدم٢)	الفقد الحرارى بالتسرب(ب) (عدد مرات تغير الهواء/ساعة)	الفقد الحرارى بالاشعاع (٪ من الفقد الكلى)
الزجاج	١,١٣	٢	٤,٤
الفيبرجلاس	١,٠٠ - ٠,٩٥	١	١,٠
البوليستر (Mylar)	١,٠٥	-	١٦,٢
البوليثيلين :			
طبقة واحدة	١,٢٠	صفر	٧٠,٨
طبقتان	٠,٧٠	صفر	-
طبقة واحدة بها خلايا هوائية بقطر $\frac{٣}{١٦}$ بوصة	٠,٦٠	-	-

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

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

ويبلغ أعلى فقد بالانتقال فى حالة أغطية البوليثيلين ، تليها الأغطية الزجاجية ، فالبوليستر ، فأغطية الفيبرجلاس . وجميعها متقاربة ، لكن معدل الفقد بالانتقال ينخفض كثيرًا عند استعمال طبقتين من البوليثلين العادى ، أو عند استعمال طبقة واحدة بها خلايا هوائية بقطر $\frac{٣}{١٦}$ بوصة .

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

ونظرًا للارتفاع الكبير فى تكلفة التدفئة فى البيوت المحمية (وهو الأمر الذى صاحب الارتفاع فى أسعار النفط خلال الفترة من عام ١٩٨٣ ، وحتى عام ١٩٨٥) لذا فقد اتجهت الدراسات نحو إنتاج أنواع من الأغطية تقلل الفقد الحرارى من البيوت المدفأة إلى أدنى مستوى ممكن . ويبين جدول (٢١ – ٢) مقارنة بين الأغطية التقليدية (طبقة واحدة من الزجاج ، أو الفيبرجلاس ، أو البوليثيلين) وعدد من الأغطية الأخرى الحديثة فى مقدار الفقد الحرارى الذى يحدث من خلالها . ويتضح من الجدول أن أكثر أنواع الأغطية كفاءة فى تقليل الفقد الحرارى هو الغطاء المكون من ثلاث طبقات من الزجاج ، تفصل بين كل اثنين منها مسافة ٦ مم ، يليها استعمال غطاء أكريلكى Acrylic ذى طبقتين بسمك ١٦ مم ، أو غطاء من البولى كربونات Polycarbonate ذى طبقتين بسمك ١٦ مم . وبالمقارنة .. فإن أقل أنواع الأغطية كفاءة فى تقليل الفقد الحرارى هو غطاء الفيبرجلاس ، فغطاء البوليثيلين من طبقة واحدة بسمك يتراوح من ٥٠ – ١٥٠ ميكرون ، فغطاء الزجاج العادى المكون من طبقة واحدة . أما باقى الأغطية المذكورة فى الجدول ، فإنها تعد وسطًا فى هذا الشأن .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner