**اساسيات بساتين**

**زينة**

**وسائل التحكم فى العوامل البيئية داخل البيوت المحمية**

**اهم العوامل البيئية التى يسعى المنتج إلى التحكم فيها فى الزراعات المحمية:**

1. درجة الحرارة.
2. الرطوبة النسبية.
3. شدة الاضاءة والفترة الضوئية.
4. نسبة ثانى أكسيد الكربون.
5. بيئة نمو الجذور(التربة والبيئات الصناعية المجهزة).
6. الرطوبة الارضية.
7. العناصر الغذائية
8. الافات ومسببات الامراض.

**اساسيات التحكم فى درجة الحرارة فى البيئات المحمية:** يعبر عن كمية الحرارة( سواء تلك التى يلزم اكتسابها ام تلك التى يلزم التخلص منها ) بالوحدات الحرارية البريطانية. **Thermal units British (B T U)**: وهى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء درجة فهرنهيتة واحدة (الرطل=453,6جرام)

\*ونظرا لان عدد الوحدات الحرارية البريطانية الداخلة فى الحساب يكون عددا كبير لذلك فأنة يستعاض عنها بقوة الحصان وكل قوة حصان تعادل 33475 وحدة حرارية بريطانية.

\*وفى النظام المترى يعرف الكالورى بأنة كمية الحرارة اللازمة لرفع حرارة جرام واحد من المتاء درجة مئوية واحدة ويعادجل كيلو الكالوري 1000كالورى او 3,968وحدة حرارية بريطانية .

\*وفى الوحدات الدولية يستعمل الجول Joule (j) كمقياس لكمية الحرارة وهو يعادل 0,239كالورى او 0,00095وحدة حرارية بريطانية.

\*ولاجراء التحويلات اللازمة فأن كل وحدة حرارية بريطانية تعادل 252كالورى أو 1055جولا,والواتwatt (W) يساوى جول/الثانية.

**طرق إنتقال الحرارة وأهميتها العلمية:** تفيد طرق إنتقال الحرارة فى الجوانب التالية:

1. زيادة كفاءة عملية التدفئة بتقليل فقد الحرارة من داخل البيت إلى خارجة مع الاستفادة من الطاقة الشمسية نهارا والحرارة الصادرة من الاجسام الصلبة داخل البيت ليلا.
2. زيادة كفاءة عملية التبريد بتقليل إكتساب البيت للحرارة من الجو الخارجى مع سرعة التخلص من هذه الحرارة أولا بأول.

**وسائل إنتقال الحرارة:** تنقل الحرارة بأربعة طرق رئيسية:

1. **الإشعاع (Radiation):**ويكون الاشعاع على صورة موجات كهرومغناطيسية تتدفق بإنتظام خلال الفضاء وبذلك فإن إنتقال الطاقة فى هذه الصورة لا يكون فى صورة حرارة لان يتطلب حركة جزيئات,ولكن هذا الإشعاع يتحول إلى طاقة حرارية بمجرد تلامسة اى سطح وتكتسب البيوت المحمية نهارا من الاشعة الشمسية التى تنفذ من خلال غطاء البيت ثم تتحول إلى طاقة حرارية عند تلامسها مع التربة والاسطح النباتية وغيرها من الاجسام الصلبة داخل البيت وبالمقابل فإن الاجسام الدافئة داخل البيت(كالتربة والنباتات) تنطلق منها الحرارة بالاشعاع إلى الاجسام الباردة خارج البيت دون ان يكون لهذه الظاهرة تأثسير ملحوظ على درجة حرارة الهواء الذى تمر من خلاله ويكون هذا الفقد الحرارى اشعة طويلة الموجة (تحت الحمراء)ويستمر ليلا ونهارا.
2. **التوصيل(Transmission):**يتم إنتقال الحرارة بالتوصيل خلال وسط توصيل من النقط الدافئة إلى الاقل منها حرارة كما هو الحال عند فقد الحرارة من البيوت المدفأة أو إكتساب البيوت المبردة للحرارة بالتوصيل من خلال الغطاء.
3. **التلامس او التخلل او التسرب(In filtration):** هنا تنتقل الحرارة من سطح مشع إلى الهواء او الماء المتحرك فترتفع درجة حرارة الوسط الملامس (الماء او الهواء) وتقل كثافتة ويبدأ فى التحرك لاعلى ليحل محله هواء او ماء ابرد ليكتسب جرارة من السطح المشع وهكذا.
4. **الانعكاس(Reflection):** حيث تنعكس الحرارة منها مثل الضوء من الاسطح المعدنية المصقوله.

**الاهمية العلمية لدراسة وسائل الفقد الحرارى:**

1. يلزم فى الجو البارد الاستفادة لاكبر درجة ممكنة من الاشعاع الشمسى نهارا بإختيار التصميم والاتجاه المناسبين للبيت والغطاء المنفذ لاكبر قدر من اشعة الشمس كما يفضل ان يكون الغطاء غير منفذ للاشعة تحت الحمراء للاحتفاظ بها داخل البيت ليلا ونهارا.
2. يلزم فى الجو الحار خفض نفاذية غطاء البيت للاشعاع الشمسى,كما يفضل ان يكون الغطاء منفذا للاشعة تحت الحمراء ليتم التخلص من الحرارة المكتسبة اولآ باول.
3. اما فى الجو البارد ليلا والمعتدل نهارا (كما هو فى فصل الشتاءفى المناطق المعتدلة ) فإنه يفضل ان يكون غطاء البيت غير منفذ للاشعة تحت الحمراء حتى يمكن الاستفادة من هذه الاشعة ليلا لرفع درجة حررة البيت عن الجو الخارجى بنحو3:2درجات دون الحاجة إلى تدفئة صناعية التى عادة تكون غير اقتصادية فى مثل هذه المناطق.

\*وقد سبقت لنا مناقشة موضوع نفاذية الانواع المختلفة من الاغطية للاشعة تحت الحمراء وذكرنا ان اغطية الزجاج والبولى فينايل كلورايد (سمك325 ميكرون) تعد غير منفذة بينما اغطية الفيبر جلاس قليلة النفاذية وتعتبر اغطية البوليثيلين هى الوحيدة المنفذة للاشعة تحت الحمراء.

\*وعلى الرغم من ذلك فان هذه الاغطية يشيع استخدامها فى المناطق المعتدلة لكن غالبا ما تكون هذه الاغطية مغطاة من الداخل ليلا بطبقة من قطرات الماء المكثفة والتى تمنع الفقد الحرارى بالاشعاع نظرا لان الماء غير منفذ للأشعة تحت الاحمر

**طريقة حساب احتياجات التدفئة:**

 *T ×G × W × Cχ (H= (A1+ (A2ΧR)*

حيث ان

=H احتياجات التدفئة مقدرة بالوحدات الحرارية البريطانية فى الساعة.

A1 =مساحة غطاء البيت بالقدم المربع.

A2= مساحة جدران البيت المصنوعة من مواد اخرى غير مادة الغطاء.

=Hمقاومة مادة جدران البيت (غير الغطاء) لتوصيل الحرارة معبرا عنها بالمقارنة بتوصيل الحرارة فى مادة الغطاء وقيمة Rتتغير حسب المادة التى تصنع منها جدران البيت.

T= اكبر فرق متوقع فى درجة الحرارة بين خارج البيت وداخله.

G= معامل التوصيل الحرارى للغطاء حسب اكبر فرق متوقع فى درجة الحرارة بين خارج البيت وداخله.

W=معامل سرعة الرياح.

C =معامل الانشاء وتتحدد قيمته بحالة البيت وكيفية انشائه ومدى احكامه.

\*تؤدى زيادة سرعة الرياح عن 24 كيلو متر فى الساعة الى زىادة احتياجات الكفاءة بنسبة 4% لكل زيادة قدرها 8 كيلو متر/الساعة.

وعلى الرغم من دقة المعادلة السابقة فى تقدير الاحتياجات الحرارية اللازمة الا انها تتطلب بيانات كثيرة ربمالا تتوفر لمدى المزراع العادى لذا فانه يشيع استخدام صورة اخرى اكثر تبسيطا من السابقة وفيها تحسب احتياجات التدفئة.

H=U A (T1\_T0)

حيث ان:

H =احتياجات التدفئة مقدرة بالوحدات الحرارية البريطانية فى الساعة.

= Uثابت يتوقف على نوع غطاء البيت.

= Aمساحة البيت الخارجية بالقدم.

T1 =درجةالحرارة الداخلية بالفهرنهيت.

 =T0درجةالحرارة الخارجية بالفهرنهيت.

\*ويعنى استخدام هذه المعادلة انه فى حالة البيوت البلاستيكية المغطاة بطبقة واحدة من البوليثيلين يلزم 1150 وحدة حرارية بريطانية /الساعة /1000قدم مربع من وحدة المساحة الخارجية للبيت لكل درجة فهرنهيتية واحدة من الفرق فى درجات الحرارة داخل وخارج البيت.

**طريقة حساب المساحة الخارجية للبيت المحمى:**

1. **البيوت المفردة ذات الشكل الجمالونى المتساوية Even span تتكون الاسطح الخارجية من :**
2. الجانبان الطوليان للبيت وهما مستطيلان.
3. الجانبان القصيران للبيت ويتكون كل منهما من: 1.الجزء السفلى وهو مستطيل, 2. الجزء العلوى(تحت الجمالون) وهو مثلث متساوى الضلعان, 3.جانبا السقف المنحدران وهما مستطيلانويحسب اطوال ومساحة الاشكال الهندسية المختلفة كالأتى:

**مساحة المستطيل**=الطول$χالعرض$.

**مساحةالمثلث المتساوى الضلعين**=نصف القاعدةχالارتفاع. وتعتبر قاعدة المثلث هى الجانب القصير للبيت اما ارتفاعه فهو المسافة من مركز الجمالون الى الارض مطروحا منها الجانب الراسى للبيت.

**طول** **الضلع القصير لكل من جانبى السقف المنحدرين او وتر** **الجمالون**=$\sqrt{الجمالون مثلث ارتفاع مربع+الجمالون مثلث قاعدة نصف مربع} $

1. **البيوت المفردة النصف إسطوانيةQuonset:**تعتبر كل بيت نصف اسطوانة

**المساحة الخارجية**=$\frac{1}{2}$ (2ط نق ل + 2ط نق² )حيث ط = 3,142,نق=ارتفاع البيت , ل = طول البيت.

1. **البيوت المفردة ذات الشكل النصف اسطوانى المحورmodified Quonset:**تتكون الاسطح الخارجة للبيت من:
2. الجانبان الطوليان للبيت وهما مستطيلان.
3. الجانبانالقصيران للبيت وهما مستطيلان
4. الجزء العلوى للبيت ويمكن اعتبارة نصف اسطوانة وتحسب مساحة كما فى النصف اسطوانة .

\*كما تتوقف طرق التفئة والتبريد على حجم البيت ويحسب حجم البيت من المعادلة الاتية فى البيت ذات الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار even span:

 $\frac{Hr×W}{2}$+ ( W He ×)

 V = L $×$

**حيث ان:**

V = حجم البيت

L = طول البيت

He = ارتفاع الجانب الرأسى من البيت

W = عرض البيت

Hr. = ارتفاع مثلث جمالون السقف

ويمكن اختصار المعادلة = W L $×$ $×$ V = $\frac{h + H }{2}$

**حيث ان:**

L = طول

H = ارتفاع البيت من حركة الجمالون إلى الارض

h = العرض السفلى (ارتفاع الجزء السفلى)

W = عرض البيت

**حجم البيت المفردة النصف اسطوانية Quonset:**

حجم البيت = طول البيت $×$ ($\frac{1}{2}$ $×$ ط نق²)

**حيث ان:** نق = نصف عرض البيت.

**البيوت المفردة ذات الشكل النصف اسطوانى المحورmodified Quonset:**يتكون من جزأين:

1. الجزء السفلى وهو متوازى مستطيلات .
2. الجزء العلوى وهو نصف اسطوانة فيها نصف القطر يساوى ارتفاع هذا الجزء

ويمكن حساب الحجم من المعادلة :

(عرض البيت$×$ ارتفاع الجزء السفلى) + (ط $×$ $\frac{مربع ارتفاع الجزء العلوى}{2}$)

**حجم البيت =** طول البيت

حيث ان ط = 3,142 , ومربع ارتفاع الجزء العلوى = نق²

**منظم الحرارة (Thermostat):** يستخدم فى تنظيم درجة الحرارة داخل البيوت المحمية ويعمل هذا الجهاز على التحكم فى درجة الحرارة عن طريق التشغيل الالى لاجهزه التدفئة والتبريد ونظام التهوية سواء بالتحكم فى تشغيل المرارح ام فتح واغلاق منافذ التهوية.

\*ويتم ذلك عن طريق تحديد ذلك بضبط المنظم على درجات الحرتارة التى يتعين عندها تشغيل او إيقاف اى من هذه الاجهزه.

\*ويجب ان يكون منظم الحرارة على درجة كبيرة من الحساسية ولكى يكون كذلك يجب ان يوضع المنظم فى مكان يمثل متوسط درجة الحراة فى البيت وغالبا يوضع فى وسط البيت.

\*يجب تابعاد المنظم عن اشعة الشمس المباشرة او قرب موضع انابيب التدفئة او التيارات الهوائية (يوضع داخل صندوق خشبى مع طلاء السطح الخارجى للصندوق باللون الابيض ).

\*ويجب ان يكون هناك مكان جيد للتهوية ويمكن بجعل جوانب الصندوق على شكل ريشى تعلو واحدة فوق الاخرى لتسمح بمرور الهواء من خلالة ويزود حانب الصندوق بمروحة.

\*يجب إضافة منظم اخر داخل الصندوق مع ضبط حرارتة على 10$°$ بحيث يعطى رنين جرسى فى بيت صاحب الصوبة إذا انخفضت درجة الحرارة إلى هذا الحد فى الصوب ويجب ان يكون مصدر الطاقة من بطارية او مولد احتياطى لضمان عملة حتى فى حالة انقطاع التيار الكهربى .

\*يجب وضع ثرمومتر اخر عادى داخل الصندوق للتأكد من دقة عمل المنظم.

**وسائل التوفير فى الطاقة اللازمة للتدفئة او التبريد:** هناك العديد من الوسائل المستخدمة بغرض توفير الطاقة اللازمه للتدفئة او التبريد لان تطبيق هذه الوسائل سوف يحقق قدر كبير من التحكم فى درجة الحرارة داخل البيوت.

1. إختيار تصميم البيت واتجاه بما يناسب مع الظروف الجوية السائده فى المنطقة ومن ثم على كمية الطاقة الحرارية التى تصل إلى البيت مع الاشعة الشمسية.
2. إختيار نوع الغطاء وسمكة بما يتناسب مع الظروف الجوية السائدة فى المنطقة ,نظرا لان الغطاء لا يؤثر فقط على كمية الضوء التى تنفذ داخل البيت بل تؤثر على فقد الحرارة من داخل البيت إلى الخارج سواء اكان ذلك الفقد بالتوصيل أم بالاشعاع أم التسرب.
3. استعمتال طبقتين او ثلاث طبقات من الغطاء بدلا من طبقة واحدة نظرا لان ذلك يقلل معامل التوصيل الحرارى للغطاء بدرجة كبيرة فإذا كان معامل التوصيل الحرارى لطبقة واحدة واحد صحيحا فإن هذه القيمة تنخفض بنسبة 42%,52% عند استخدام طبقتين او ثلاث طبقات من الزجاج على التوالى وبنسبة 40%عند استخدام طبقتين من البوليثيلين ويعنى ذلك إنخفاض إحتياجات التدفئة والتبريد.
4. ضرورة إقامة البيوت المحمية بحانب مصدات الرياح لخفض معامل سرعة الرياح(W) فى حسابات التدفئة .
5. الاهتمام بحالة البت ومدى إحكامه وتغير الواح الزجاج المكسور او الواح الفيبر جلاس المكسور اولا باول لخفض معامل الانشاء فى حسابات التدفئة.
6. التقليل قدر الاستطاع من حركة الهواء الدافئ قريبا من جدران البيت لان هذه التيارات تزيد من فقد الحرارة بالتوصيل ويمكن الاختيارالامثل لوضع انابيب المياة الساخنة والمدفئات فى البيت.
7. يجب توجية الهواء البارد (فى البيوت المبردة ) فى مسار يتخلل النباتات مع التقليل قدر المستطاع من حركتة اعلى النباتات.
8. الاستفادة القصوى من عملية التهوية فى خفض إحتياجات التبريد او الاستغناء عنها فى المناطق المعتدلة.
9. يمكن خفض الفاقد من الحرارة ليلا بمقدار 70%:80% فى البيوت المحمية التى تكون اسقفها من طبقتين من الغطاء بدفع رغوة Foam بين الطبقتين ويتم ذلك بدفع تيار الهواء فى سائل يتمدد بمقدار 1000ضعف مكونا الرغوه التى تنتشر بين طبقتين الغطاء هذا وتتلاشى الرغوه خلال نصف ساعة ويتجمع السائل من جديد فى خزان خاص ليتم ضخه من جديد حسب الحاجة(ويمكن استخدام النظام نفسة للحماية الجزئية من اشعة الشمس القوية نهارا) .
10. تغطية البيوت المحمية بشباك التظليل من اعلى البلاستيك بهدف خفض إحتياجات التبريد وتتوفر الشباك بنسب تظليل تتراوح من 9%,10% حسب الحاجة ويمكن فى حالة عدم توافر شباك التظليل رش السطح الخارجى بالجير فى بداية فصبل الصيف.
11. يمكن تحسين التدفئة ليلا على انانبيب بلاستيكية واسعة بالماء جعلها ممتدة على سطح التربة قريبة من خطوط الزراعة حيث يكتسب الماء كمية كبيرة من الحرارة نهارا نظرا لارتفاع حرارتة النوعية ثم يفقدها ليلا بالإشعاع إلى جو البيت بالقرب من النبات .
12. استعمال ستائر حرارية متحركة mobile thermal screens تضم نهارا لتسمح بنفاذ الاشعة الشمسية وتفرد ليلا لمنع نفاذ الاشعة تحت الحمراء التى تنبعث من التربة والنبات داخل البيت ,وقد وجد ان استعمال الستائر الحرتارية وهى البوليثيلين والبولستير والبوليستر المغطاء بالالومنيوم وفرت استهلاك الطاقة اللازمه للتدفئة بنسبة 20% .

**الغطاء البلاستيكى المزدوج واهميتة:** سبق لنا بينا أن استعمال طبقتين من الغطاء البلاستيكى بدلا من طبقة واحدة يقلل معامل التوصيل الحرارى للغطاء بنسبة 40% ويخفض إحتياجات التدفئه والتبريد بالقدر نفسه وقد اتجهت الدراسات نحو الاستفاده من هذه الخاصية وكانت البداية فى البيوت البلاستيكية نظرا لرخص اغطية رقائق البلاستيك كثيرا عن ألواح الزجاج والفيبر جلاس.

\*ولتحقيق اكبر قدر من الاستفادة من طبقتين الغطاء فى خفض معامل التوصيل الحرارى يلزم تأمين مسافة اربعة سنتيمترات من الهواءالساكن dead air بين الطبقتين و تعتبر هذه بمثابة وسادة هوائية عازلة air cushion ولان نقص المسافة او زيادتها بين الطبقتين يقلل من اهميتها فى خفض معامل التوصيل الحرارى وفى حالة تلامسهما فإنهما يعملان معا كطبقة واحدة.

\*ويمكن تثبيت طبقتى من البلاستيك فى خارج البيت ويفضل ان تكون شريحة البلاستيك الخارجية بسمك 150ميكرون والداخلية بسمك 100ميكرون ويتم تأمين الوسادة الهوائية بين طبقتى البلاستيك بدفع تيار مستمر من الهواء بينهما وذلك بتخصيص موتور صغير لدفع الهواء motor blower لكل بيت هو قادر على دفع 0,75\_ 1,50مᵌ من الهواء/الدقيقة وبقدر $\frac{1}{2}$ حصان تقريبا ويستهلك 40 وات/الساعة ويجب ان يقاس الضغط بين شريحتى البلاستيك ويكون دائما بين 7,5:5 مم ماء ويمكن قياسة بواسطة مانوميتر manometer .

**من اهم مزايا استخدام طبقتين من البلاستيك:**

1. خفض معامل التاوصيل الحرارى من 1,35إلى 0,7 ويتبع ذلك توفير إحتياجات التدفئة والتبريد بمقدار 40% وارتفاع درجة الحرارة الصغرى اثناء الليل.
2. تقليل او منع ظاهرة التكثف ويتبع ذلك نقص او انعدام الاضرار التى تصاحب تساقط قطرات الماء على النباتات .
3. زيادة مقدار الضوء النافذ نتيجة لقلة او انعدام ظاهرة التكثف.
4. يكون من الاسهل الاحتفاظ بدرجة حرارة ثابتة داخل البيت.
5. زيادة المحصول.
6. تكون الشريحة الثانية بمثابة ضمان بلوقاية المزروعات فى حالة التلف المفاجئ لاحدى الشريحتين.

**طرق التدفئة:**

1. **التدفئة بأنابيب الماء الساخن وأنابيب البخار:** يجب توزيع انابيب التدفئة بحيث يكون بعضها بأمتداد خطوط الزراعة او أعلى مستوى النباتات إلى جانب الانابيب الجانبية.

\*وهناك نوع جديد يعرف باسم **الانابيب الزعنفية fin pipes** وهى انابيب عادية إلا انها لها عديدا من الاسطح المعدنية الرقيقة البارزه التى تعمل على زيادة مساحة سطحها الخارجى ومن ثم زيادة فعاليتها فى اشعاع الحرارة إلى الهواء المحيط وهى لها القدرة على اشعاع الحراره بما يعادل 5:4 اضعاف الانابيب العادية.

1. **التدفئة بتيارات الهواء الدافئ circulating warm air :**
2. **المدافئ الكهربائية يعيبها ارتفاع التكاليف.**
3. **مدافئ الكيروسين والبارافين.**
4. **التدفئة بالطاقة الشمسية solar heating .**
5. **التدفئة بالاشعة تحت الحمراء.**

**طرق التبريد:**

1. **التبريد بالرذاذ او بالضباب misting :**ضخ الماء تحت ضغط مرتفع 600رطل/البوصة² حتى يخرج الماء فى صورة رذاذ اوضباب.
2. **التبريد بمبردات الهواء Air coolers او التبريد الصحراوى نظام المروحة والوسادة Fan and pad system .**

**التهوية:** للتهويه نمزايا كبيرة :

1. تعمل على خفض درجة الحرارة سريعا داخل البيوت المحمية فتقل إحتياجات التبريد كما يمكن اتباع نظام جيد للتهوية والاستغناء عن التبريد.
2. تؤدى إلى تجديد الهواء داخل البيت ويمكن بذلك الحفاظ على التركيز الطبيعى لغاز ثانى اكسيد الكربون .
3. غالبا ما تقل الرطوبة النسبية داخل البيوت إلى درجة التشبع وخصوصا داخل البيوت المحكمة الاغلاق وتؤدى إلى إنتشار الامراض كما يزداد تكثف قطرات الماء على الجدران الداخلية للبيت فقى الجو البارد وبالتالى لا يوجد وسيلة للخفض إلا بالتهوية.

**ابسط الطرق للتهوية:**

1. **فتحات خاصه فى جدران واسقف البيوت المحميه:** يجب إلا تقل فتحات التهوية عن 17%من مساحة البيت والافضل ان تزيد غلى 30%.
2. **التهوية بنظام المنافذ والمراوح:** وتستخدم مراوح كبيرة تعمل على طرد الهواء الدافئ من احد الجانبان ليحل محله هواء خارجى بارد من المنافذ التى توجد فى الجانب الاخر.
3. **التهويه بنظام الانبوبة البلاستيكية المعلقة .**
4. **التهوية بنظام الانبوبة البلاستيكية مع المحافظه على تجانس درجة الحرارة داخل البيت او استعمال مراوح التوزيع المحركة للهواء فى البيوت المحمية عند التهوية.**

**مع تمنياتى لكم بابلنجاح والتوفبق**

**أ.د/ إيمان ابو الغيط**