مذكرة

451 نجت إنتاج الخضر في البيوت المحمية

الفصل الثاني 1430/1429

الأسبوع الأول

مقدمة

يزداد الطلب العالمي على الغذاء يوماً بعد يوم نتيجة لزيادة عدد السكان من ناحية وتنوع الاستهلاك من ناحية أخرى. ونظراً لأن طبيعة المناخ في المملكة العربية السعودية وباقي الدول العربية ليست ملائمة طول العام لإنتاج ما يكفي من الخضروات نظراً لارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية. لذلك تكتسب الزراعة المحمية أهمية خاصة نظراً لما تتميز به من إمكانية التحكم في جميع الظروف البيئية المؤثرة على إنتاج النباتات وبالتالي مضاعفة الإنتاج من وحدة المساحة، هذا بالإضافة إلى إنتاج نوعيات عالية الجودة. كما أنها تمتاز بتطبيق تقنيات الري التي تضمن توفير كميات المياه مما يساهم في دعم الأمن المائي. ونتيجة لذلك يمكن أن تساهم الزراعة المحمية بدور كبير في سد النقص في الإنتاج الزراعي وتحقيق الاكتفاء الذاتي، وبالتالي المساهمة في التنمية الزراعية المستدامة.

تعريف

يقصد بالزراعة المحمية إنتاج النباتات في منشآت خاصة مثل الصوبات (البيوت المحمية) أو الأنفاق بغرض حمايتها من الظروف البيئية غير المناسبة وبالتالي إنتاجها في غير مواسمها.. ويمكن تحقيق ذلك من خلال توفير الظروف المناسبة (الأرضية، الجوية) والتحكم فيها.

ميزات الزراعة المحمية

1- توفير المساحة المرزوعة.

2- زيادة كمية الإنتاج من وحدة المساحة بمقدار 7 – 10 مرات تقريباً بالمقارنة مع الزراعة المكشوفة.

3- تهيئة الظروف البيئية المناسبة لإنتاج النباتات طول العام.

4- توفير اليد العاملة

5- توفير استهلاك المياه (لكون الري بالتنقيط في معظم الأحيان).

5- إمكانية إنتاج شتلات عالية الجودة.

6- تحقيق عائد مادي مريح.

وتجدر الإشارة إلى أن الزراعة في البيوت المحمية قد لا تفي بمفردها لمقابلة الطلب المتزايد على الخضر على مستوى العالم وهذا يرجع إلى العاملين التاليين:

1- عدم ملائمة نظام الزراعة المحمية لإنتاج بعض الخضر الهامة مثل الخضر الدرنية كالبطاطس والجذرية كالجزر والبصلية كالبصل.

2- توفر المناخ المناسب والتربة المناسبة للزراعة في الحقول المكشوفة في مناطق كثيرة من دول العالم.

لكن للزراعة المحمية أهمية كبرى في مجال التوسع الرأسي في إنتاج محاصيل الخضر نظراً لأن إنتاجية الخضار في البيوت المحمية تزيد أضعافاً كثيرة عن مثيلها في الحقول المكشوفة نظراً للميزات السابق ذكرها.

اقتصاديات الزراعة المحمية

من المعلوم أن تكلفة إنتاج المحاصيل الزراعية في البيوت المحمية عموماً قد تزيد عن مثيلها في الزراعة المكشوفة، ومع ذلك فإنها تحقق عائداً اقتصادياً مجدياً للمستثمرين منها، وذلك يرجع إلى إمكانية تشغيلها وصيانتها والإنتاج فيها بتكلفة معقولة متى ما توفرت الإدارة الناجحة.

وتتوقف تكلفة الإنتاج والعائد المادي المتوقع من الزراعة المحمية على العوامل التالية:

1- عدد البيوت المحمية (المساحة) التي يتم تشغيلها في الوقت الواحد.

2- نوع الهيكل المستخدم في صناعة البيوت المحمية (خشب، حديد، المنيوم..).

3- نوع الغطاء المستخدم (زجاج، ألياف زجاجية Fiber glass، رقائق بلاستيك).

4- مدى توفر أجهزة التبريد والتدفئة.

5- درجة التحكم الآلي في الأجهزة المختلفة.

6- نوع المحصول والأصناف المزروعة منه.

7- موسم الإنتاج ومقدار المنافسة مع الزراعة المكشوفة.

8- عوامل العرض والطلب على الإنتاج.

9- استخدام الطرق الحديثة في إعداد الشتلات، تجهيز التربة، التعقيم، المكافحة.. الخ).

اختيار الموقع المقترح لإنشاء البيوت المحمية

يراعى في **اختيار الموقع المقترح لإنشاء البيوت المحمية** العوامل التالية:

1- قربه من مصدات الرياح المتوفرة مع مراعاة عدم التظليل.

2- قربه من الطرق العامة السريعة وسهولة الوصول إليه.

3- توفر مصدر جيد لمياه الري تقل فيه نسبة الأملاح <2000 جزء من المليون.

4- توفر الصرف الجيد

5- توفر الأيدي العاملة بالمنطقة.

اتجاه البيت المحمي

نظراً لكون معظم البيوت المحمية مستطيلة الشكل، لذا يجب أن يكون اتجاه البيت بما يسمح بنفاذ أكبر قدر من أشعة الشمس. ويعتبر أفضل الاتجاهات لجميع المناطق والمواسم الزراعية هو الاتجاه الشمالي الجنوبي، حيث تصل أشعة الشمس عبر الجانبين

الطويلين (الشرقي والغربي) طوال ساعات النهار، كما أنه يسمح بتحريك ظل السقف وفتحات التهوية العلوية في جميع أنحاء البيت أثناء النهار.

بالثمار أثناء الحصاد خوفاً من حدوث أضرار ميكانيكية على الثمار كما يجب وضعها بكل عناية في العبوات المناسبة.

الأسبوع الثاني

أنظمة حماية المزروعات

1- الأحواض المدفأة Hotbeds

تستخدم الأحواض المدفأة لغرض إنتاج شتلات صيفية مبكرة وذلك بتوفير الحرارة اللازمة لنمو الشتلات. وقد شاع استخدام الأحواض المدفأة قبل الصوب الزجاجية، وهي قليلة التكاليف، ويمكن تجهيزها بإحدى طريقتين:

أ- الأحواض المدفأة المؤقتة

توضع السبلة في كومة مرتفعة وتقلب من آن لآخر حتى تتخمر ثم تنقل للمكان المخصص للأحواض الدافئة وتوضع السبلة في طبقة مسطحة بارتفاع 30 – 40سم وعليها طبقة من الألواح الخشبية وفوقها طبقة من الطمي وتغطى بالزجاج وتترك عدة أيام حتى تصل درجة حرارة التربة 15°م وعندئذ تزرع البذرة وتروى.

ويجب تهوية النباتات نهاراً وتغطيتها ليلاً للاحتفاظ بالحرارة.

صورة

ب- الأحواض المدفأة المستديمة

وتكون عبارة عن مبنى مستديم يتم تجهيزه كما سبق.

طريقة التدفئة الصناعية

1- التدفئة بالسبلة.

2- التدفئة بالهواء الساخن.

3- التدفئة بالماء الساخن.

4- التدفئة بالكهرباء.

2- الأحواض الباردة Cold Frame

تشبه الأحواض المدفأة مع عدم وجود تدفئة صناعية (فقط حرارة الشمس للتدفئة)، ومن مزاياها:

أ- إنتاج شتلة مبكرة نوعاً في المناطق المتوسطة البرودة.

ب- أقلمة الشتلات قبل نقلها للحقل المستديم.

جـ- حماية النباتات الرهيفة من الصقيع.

طرق حماية المزروعات باستخدام البلاستيك

1- تغطية التربة Mulch

يستخدم غالباً البلاستيك الأسود أو الأبيض الذي يوضع مباشرة فوق سطح التربة ثم يتم ثقبه لوضع البذور أو الشتلات.

2- التغطية المباشرة فوق النباتات

يستخدم البلاستيك المثقب بسمك 0.05مم وبعرض 12 متر فوق النباتات مباشرة.

3- الأنفاق البلاستيكية الصغيرة

4- الأنفاق البلاستيكية المنخفضة

حتى ارتفاع 1 م لتغطية خط أو خطين.

5- البيوت البلاستيكية.

فوائد استخدام أغطية البلاستيك للتربة

1- تدفئة التربة بدرجة متماثلة مما يؤدي إلى التبكير بالمحصول

تختلف درجة التأثير تبعاً للون البلاستيك المستخدم. فالبلاستيك الشفاف يرفع درجة الحرارة تحته أكثر من البلاستيك الأسود أو النصف شفاف ويمكن استخدام بلاستيك ذو لونين (فضي عاكس من أعلى، وأسود من أسفل) وبهذا يمكن خفض درجة الحرارة في التربة بمعدل 12°م.

2- المحافظة على رطوبة التربة

يقل تبخر الماء بمعدل 10 – 50% تبعاً للون البلاستيك وذلك لأن الماء الصاعد بالخاصية الشعرية يبقى محجوزاً (يتكثف) على الأسطح الداخلية للغشاء الملاصق للتربة مما يزيد من محتواها المائي.

3- تقليل أو منع تراكم الأملاح على سطح التربة

وهذا يساهم في تقليل تراكم الأملاح في منطقة الجذور.

4- المحافظة على التركيب الجيد للتربة

مما يضمن التهوية الجيدة للجذور وتقليل تكاليف العزيق.

5- منع نمو الحشائش

وهذا يساهم في توفير تكاليف العزيق ومنع منافسه الحشائش للمحصول وحاصة عند استخدام الأغطية السوداء.

6- الحصول على ثمار جافة ونظيفة

تساهم الأغطية البلاستيكية للتربة في منع تلوث الثمار بالتربة وتقليل فرصة الإصابة بالعفن.

7- زيادة نشاط الكائنات الدقيقة بالتربة

مما يزيد عملية التازت وتحلل العناصر الغذائية وبالتالي زيادة الكميات الصالحة لامتصاص النباتات من هذه العناصر.

أنواع الأنفاق البلاستيكية

1- الأنفاق المنخفضة:

تصنع الأنفاق المنخفضة عادة من أنابيب مجلفنة قطر 0.5 بوصة وبطول 3م على هيئة أقواس تبعد الواحدة عن الأخرى 2م بحيث يكون القطر بعد التقويس 180سم مما يسمح بالزراعة في خطوط متوازية.

والهدف الأساسي منها الحماية من الصقيع خلال أشهر الشتاء إلا أنه يمكن استخدامها أيضاً بصورة جيدة للحماية من الحرارة المرتفعة خلال الصيف وذلك بتظليلها

(50% ظل)، وهذا يساعد أيضاً على الحماية من الطيور، والحماية من الرياح القوية والأمطار الغزيرة.

من مزاياها سهولة التصنيع والتركيب وسهولة عمليات الزراعة وخدمة المحصول داخلها.

ويمكن زراعة الطماطم والباذنجان والفلفل والكوسة والخيار داخل الأنفاق المنخفضة.

يجب مراعاة النقاط التالية عند استخدام الأنفاق المنخفضة:

1- التثبيت الجيد للأقواس.

2- مراعاة التهوية الجيدة للأنفاق خصوصاً خلال النهار لمنع ارتفاع الرطوبة.

3- التأكد من الغلق المحكم للأنفاق قبل الغروب خصوصاً في الأيام التي يتوقع فيها حدوث الصقيع.

2- الأنفاق المتوسطة:

تقام الأنفاق المتوسطة عادة بعرض 4م وطول 46م وارتفاع 1.8م. ويمكن تعديل الأبعاد حسب الحاجة، كما يمكن أن يكون في كل وحدة شبكة ري مستقلة تروى عادة بالري بالتنقيط.

ويتألف الهيكل الأساسي لهذه البيوت من أنابيب مجلفنة قطرها الداخلي نصف بوصة. وتجمع هذه الأنابيب معاً بواسطة سلك قوي مقاس (10). ويناسب هذا النوع من الأنفاق زراعة الطماطم، والفلفل، والباذنجان، والفاصوليا، والكوسة، والشليك، والخس.

ويمكن التحكم في ارتفاع هذا النوع من البيوت باستخدام أنابيب طويلة للأساسات، مع ترك جزء كبير منها أعلى سطح التربة، وبذلك تتوفر نهايتها الأقواس لتضاف إلى ارتفاع البيت.

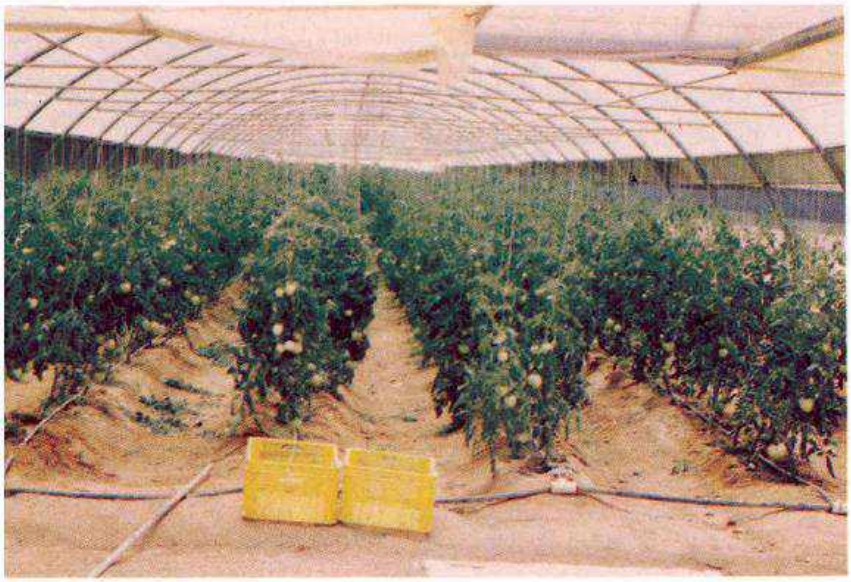
وتستعمل لتغطية هذه البيوت قطعة واحدة من البلاستيك بطول 50 متراً، وبعرض 7.2 متراً، وبسمك 125 ميكرون.

وتعتبر هذه الأنفاق أكثر ملائمة للزراعة المكثفة للخضار دون الحاجة إلى التبريد أو التدفئة. وتكون التهوية نهاراً بفتح الأبواب الأمامية والخلفية وعند زوال خطر الصقيع وارتفاع الحرارة يمكن عمل فتحات تهوية على الجانبين.

من مزاياها السهولة في العمل وقلة التكلفة.

صورة للأنفاق البلاستيكية المتوسطة

صورة ( ) زراعة الخس داخل الأنفاق المتوسطة



صورة ( ) الطماطم داخل الأنفاق البلاستيكية من الداخل

بالثمار أثناء الحصاد خوفاً من حدوث أضرار ميكانيكية على الثمار كما يجب وضعها بكل عناية في العبوات المناسبة.

الأسبوع الثالث

أنـــواع البيـــوت المحمـــية

البيوت المحمية أو الصوبات greenhouses تعنى المنشآت المستخدمة في زراعة النباتات لحمايتها من الظروف البيئية غير المناسبة، ويسمح تصميم البيوت المحمية بأن يكون سقفها مرتفعاً بحيث يسهل المرور داخلها والقيام بالعمليات الزراعية وخاصة ما يتعلق بالتربية الرأسية لبعض الخضر كالطماطم والخيار وذلك تمييزاً لها عن الأحواض المدفأة أو المبردة أو الأنفاق المنخفضة.

ويمكن تقسيم البيوت المحمية وفقاً للنقاط التالية:

1- كون البيوت المحمية مفردة او متصلة.

2- الأشكال الهندسية

3- نوع الهيكل ونوع الغطاء.

البيوت المحمية المفردة تكون مستقلة بذاتها في جدرانها وغطائها ومراوحها ووسائد التبريد فيها. أما البيوت المحمية المتصلة فهي عبارة عن مجموعة من البيوت التي تشترك في مجموعة من المراوح والوسائد وغطاء واحد وبدون جدران جانبية بينها.

مزايا البيوت المحمية المتصلة

1- زيادة المساحة الداخلية للبيت.

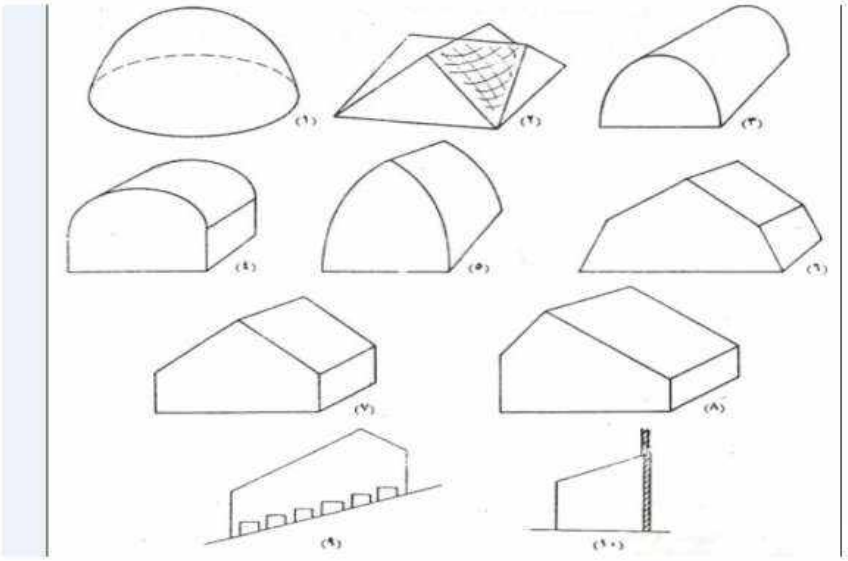
2- خفض تكاليف العمليات الزراعية – سهولة الميكنة.

3- تقليل فقد حرارة التدفئة.

عيوبها

زيادة المخاطر الناشئة عن الإصابات المرضية أو عند تلف الغطاء أو تعطل أجهزة التدفئة أو التبريد

الأشكال الهندسية للبيوت المحمية المفردة



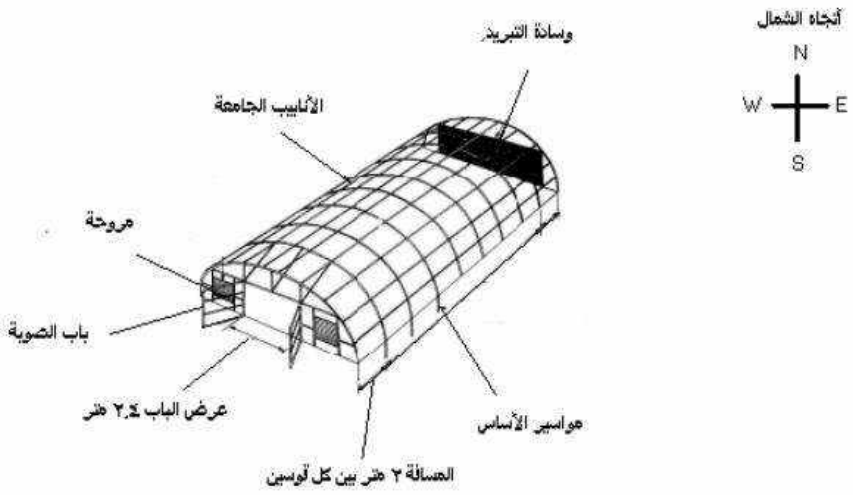
شكل ( ) الأشكال الهندسية للبيوت المحمية المفردة

-1 -2

-3 -4

-5 -6

-7 -8



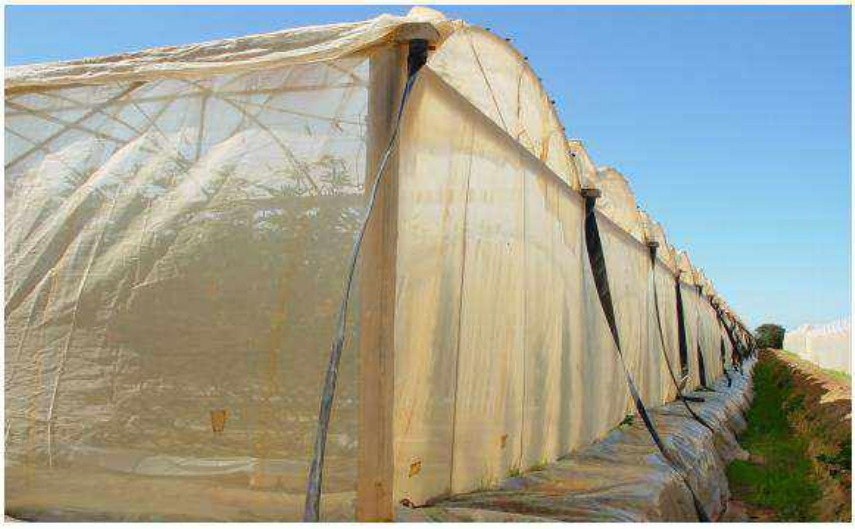
شكل ( ) التركيب البنائي للبيوت المحمية المفردة

الأشكال الهندسية للبيوت المحمية المتصلة

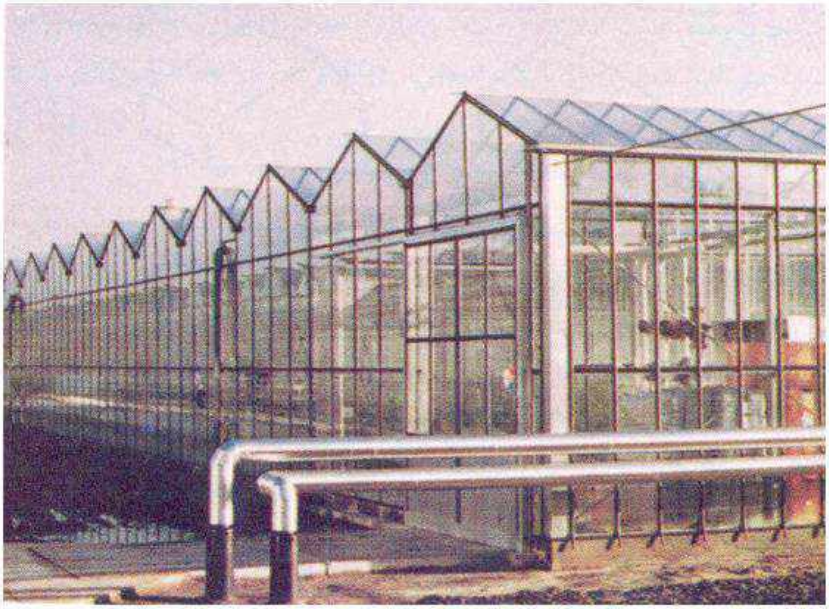
Connected houses أو Multi span

1- شكل المرتفعات والأخاديد أو الخطوط والقنوات Ridge and furrow

يكون تصميم هذه المجموعة من البيوت المحمية المتصلة من الشكل نصف أسطواني المحور – بالنسبة للبيوت البلاستيكية أو من الشكل الجمالوني متناظر الانحدار – بالنسبة للبيوت الزجاجية.



صورة ( ) البيوت المحمية البلاستيكية المتصلة من الشكل نصف اسطواني المحور



شكل ( ) البيوت الزجاجية المتصلة على شكل المرتفعات والأخاديد

2- شكل سن المنشار Saw tooth

في هذا التصميم تكون البيوت المحمية المتجاورة من الشكل الجمالوني غير متناظر الانحدار على جانبي السقف – بالنسبة للبيوت الزجاجية.

تقسيم البيوت المحمية حسب مادة الغطاء

تختلف أغطية البيوت المحمية كثيراً في خصائصها وأسعارها وعمرها الافتراضي ومن هذه الأغطية:

1- الزجاج.

2- الليف الزجاجي (الفيبرجلاس Fiber glass).

3- البلاستيك ومن أنواعه Polyethylene و Polyvinyl chloride

ومن أهم الخصائص التي يجب أخذها في الاعتبار عند اختيار أي من هذه الأغطية ما يلي:

1- نفاذية الغطاء للضوء:

في المناطق التي تكون ملبدة بالغيوم والإضاءة فيها ضعيفة معظم أيام السنة يفضل أن تستعمل فيها الأغطية التي تسمح بنفاذ أكبر نسبة من الضوء الساقط عليها. أما في المناطق الحارة التي تكون فيها شدة الإضاءة عالية معظم أيام السنة فإنه يفضل استعمال الأغطية التي تسمح بمرور نسبة أقل من أشعة الشمس.. وتجدر الإشارة إلى أن الغطاء يمتص جزءاً من الأشعة الشمسية الساقطة عليه في صورة حرارة ثم يشعها ثانية، إما نحو الفضاء الخارجي، أو إلى داخل البيت. أما باقي الأشعة الساقطة، فإنها إما أن تنفذ من خلال الغطاء إلى داخل البيت، أو تنعكس مرة أخرى نحو الفضاء الخارجي.

2- نفاذية الغطاء للأشعة تحت الحمراء:

وهذا العامل على جانب كبير من الأهمية ليلاً عندما تبعث التربة والأجسام الصلبة بالبيت الحرارة التي اكتسبتها أثناء النهار في صورة أشعة تحت حمراء طويلة الموجة. فإذا كان الغطاء منفذاً لهذه الأشعة، فإنها تفقد في الفضاء الخارجي. ويبرد البيت بسرعة، بينما تبقى داخل البيت، وتعمل على رفع درجة الحرارة داخله إن لم يكن الغطاء منفذاً لها.

3- نفاذية الغطاء للأشعة فوق البنفسجية:

وهذا العامل أقل أهمية. وتزداد أهميته فقط في المناطق المرتفعة التي تزيد فيها شدة الأشعة فوق البنفسجية، مما يستلزم استعمال أغطية غير منفذة لها لتقليل إصابة النباتات بأضرار لفحة الشمس.

الأغطية الزجاجية

تستخدم في تغطية البيوت المحمية أنواع من الزجاج الشفاف بسمك 3 – 4مم. ويتوقف السمك المستخدم على مساحة الألواح المستعملة، فيزيد السمك بزيادة المساحة، وعلى ما إذا كانت مستخدمة في الجدران، أم في الأسقف. تثبت ألواح الزجاج في براويز خاصة تشكل جزءاً من هيكل البيت.

ينفذ الزجاج الضوء بنسبة 90% تقريباً، ويتوقف ذلك على محتواه من الحديد، حيث تقل نفاذيته مع زيادة محتواه من هذا العنصر. ولا يسمح الزجاج بنفاذ الأشعة تحت الحمراء، وبذلك فهو يعمل على الاحتفاظ بالحرارة المنبعثة من التربة ليلاً داخل البيت، مما يقلل الحاجة للتدفئة الصناعية.

يعتبر الزجاج أطول أنواع الأغطية المستعملة عمراً، إلا أنه يحتاج إلى مراقبة مستمرة لاستبدال الألواح التي تكسر بفعل البرد أو أي عوامل أخرى.

الأسبوع الرابع

أغطية الألياف الزجاجية (الفيبرجلاس)

يعتبر الليف الزجاجي المدعم بالبلاستيك Fiberglass Reinforced Plastic (ويطلق عليه اختصار اسم الفيبرجلاس أو FRP) البديل الأول للزجاج كغطاء للبيوت المحمية. ويتوفر منه ألواح أو شرائح مسطحة ناعمة Flat أو معرجة Corrugated، يمكن تشكيلها بسهولة على هيكل البيت.

من أهم خصائص الفيبرجلاس أنه يعمل على تشتيت أشعة الشمس الساقطة عليه، مما يزيد من تجانس الإضاءة داخل البيت بدرجة أكبر مما في حالة الغطاء الزجاجي. كما أنه أكثر مقاومة من الزجاج للتكسير بفعل البرد ، وأكثر تحملاً للانخفاض الشديد في درجة الحرارة عن البوليثيلين. الا أنه السطح الأكريلك لشرائح الفيبرجلاس يتعرض للخدش، وتتكون فيه النقر بفعل احتكاكه بحبيبات التراب والرمل وبفعل التلوث الكيمائي، مما يؤدي إلى تعرض الألياف الزجاجية للجو الخارجي؛ فتتجمع بها الأتربة، كما تنمو فيها الطحالب؛ فتصبح داكنة اللون، وتقل نفاذيتها للضوء. ويمكن تصحيح أو معالجة هذه الحالة بتنظيف سطح شريحة الفيبرجلاس بفرشاة قوية نظيفة أو بصوف زجاجي، ثم دهنها بطبقة جديدة من الأكريلك acrylic resin.

وتعتبر شرائح الفيبرجلاس أقل مقدرة على التوصيل الحراري من الزجاج. فإذا كانت المقدرة على التوصيل الحراري 100% في الهواء، فإنها تبلغ 88% في الزجاج، و 63 – 68% في الفيبرجلاس الشفاف. ويعني ذلك أن البيوت المغطاة بالفيبرجلاس تكون أقل احتياجاً للتبريد صيفاً، وأقل حاجة للتدفئة شتاء عن البيوت الزجاجية. ومما يساعد على ذلك أن تسرب الحرارة منها يكون بدرجة أقل مما في البيوت الزجاجية، نظراً لأن ألواح الفيبرجلاس تكون أكبر مساحة، وبالتالي تقل أماكن اتصال الألواح مع الهيكل. وينطبق ذلك بصفة خاصة على ألواح الفيبرجلاس الملساء. أما الألواح المعرجة، فإنها تزيد كثيراً من سطح البيت المعرض للجو الخارجي، مما يزيد الحرارة المفقودة بالإشعاع، الأمر

الذي يتطلب زيادة الحاجة للتدفئة بنحو 30 – 40% عما في حالة استعمال الألواح الملساء.

أغطية الأغشية البلاستيكية سهلة التشكيل

أغشية البوليثيلين

يطلق على أغشية البوليثيلين polyethylene أيضاً اسم polyethene، ويوجد منها نوعان: أحدهما عادي، والآخر مضاف له مادة خاصة لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية، ويسمى كوبوليمر copolymer.

1- البوليثيلين العادي

يتآكل البوليثلين العادي عندما يتعرض لأشعة الشمس photodegradable، والأشعة فوق البنفسجية هي التي تحدث التمزق. ولهذا.. فإنه يستعمل عادة لموسم زراعي واحد لمدة 6 – 9 أشهر، وبحد أقصى سنة واحدة، ثم يجدد بعد ذلك.

2- الكوبوليمر Copolymer

الكوبوليمر هو نوع من البوليثلين المضاف له مواد خاصة تقوم بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية وتبطئ من تحلله، ولذلك فهو يستمر لفترة أطول تصل إلى 1.5 – 2 سنة. وتتميز هذه الشرائح بلونها الأصفر.

أغشية البولى فينايل كلورايد

يطلق على أغشية البولى فينايل كلورايد polyvinyl chloride (اختصاراً PVC) أيضاً اسم أغشية الفينايل Vinyl films. ويمكن أن تستمر لفترة تتراوح من ثلاث إلى خمس سنوات، والأغلب أنها تكون صالحة للاستخدام لثلاث سنوات فقط في المناطق شديدة الحرارة صيفاً. وتستخدم عادة أغشية بسمك 200 – 300 ميكرون، وتتكلف 3 – 4 أمثال البوليثيلين العادي سمك 150 ميكرون.

الأنواع الأخرى من الأغطية البلاستيكية

تعمل الشركات دائماً على إنتاج أنواع جديدة من الأغطية البلاستيكية، منها الأغطية الجامدة، والأغطية الغشائية سهلة التشكيل، لكن كل هذه الأنواع لم يكن لها – حتى الوقت الحاضر – انتشار يذكر، بالمقارنة بالأنواع التي سبق ذكرها في القسمين السابقين.

ومن أهم أنواع البلاستيك الجامد الأخرى نوع يسمى البولى فينايل كلورايد الجامد Rigid Polyvinyl Chloride، وهو أكثر تكلفة من الفيبرجلاس، وينفذ الضوء بنسبة 70 – 80%.

ومن أهم أنواع الأغشية البلاستيكية سهلة التشكيل الأخرى ما يلي:

1- البوليثيلين تيري فثاليت Polyethylene terephthalate: وهو يباع تحت الاسم التجاري Mylar. وهو ينفذ الضوء بنسبة 88%، والأشعة تحت الحمراء بنسبة 24%، ويجدد عادة كل 4 سنوات، إلا أنه أكثر تكلفة.

2- إيثيلين فينايل أسيتيت Ethylene - vinyl Acetate (اختصاراً: EVA): يتميز عن الإيثيلين العادي بأنه:

(أ) أكثر نفاذية للضوء.

(ب) أقل نفاذية للإشعاع الحراري من التربة والنباتات ليلاً.

(جـ) أكثر تحملاً للإشعاع الشمسي، ويمكن استخدامه لمدة تتراوح من 2 – 5 سنوات، إلا أنه أكثر تكلفة.

(د) يمكنه أن يتحمل التداول في درجة حرارة تصل إلى –40°م، بينما لا يتحمل البوليثيلين العادي درجة حرارة أقل من –25°م.

جدول (3-2) : الفقد الحراري من مختلف أنواع البيوت المحمية

نـــــــــوع الغطاء	الفقد الحراري(U)(أ)		الفقد بالإشعاع
	Btu	W	(% من الفقد الكلي)

الزجاج			
طبقة واحدة	**1.13**	**6.4**	**4.4**
طبقتان يفصل بينهما مسافة 6 مم	**0.65**	**3.68**	
ثلاثة طبقات يفصل بين كل اثنين منهما مسافة 6مم	**0.47**	**2.66**	
البولي فينايل كلورايد	**0.92**	**5.21**	
الفيبرجلاس	**1.20**	**6.80**	**1.0**
الأكريلك			
طبقة واحدة بسمك 3 مم	**1.00**	**5.67**	
طبقتان بسمك 16 مم	**0.58**	**3.29**	
طبقتان بسمك 8 مم	**0.64**	**3.63**	
البولي كاربونات			
طبقتان بسمك 16 مم	**0.58**	**3.29**	
طبقتان بسمك 6.5 مم	**0.69**	**3.91**	
البوليثيلين			
طبقة واحدة بسمك 50-150 ميكروناً	**1.15**	**6.52**	**70.8**
طبقتان	**0.70**	**3.97**	
البوليستر (ميلار Mylar)	**1.05**	**5.95**	**16.2**
البولي فينايل فلورايد			
طبقة واحدة			**30.0**
طبقتان	**0.76**	**4.31**	

(أ) U هي مجموع الفقد الحراري الناتج من التوصيل والإشعاع ' وتقدر إما بالـ Btu لكل قدم مربع / ساعة/فرق درجة حرارة واحدة فهرنهيتية بين الحرارة داخل وخارج البيت ، أو بالـ W لكل متر مربع / ساعة/ فرق درجة حرارة واحدة فهرنهيتية بين الحرارة داخل وخارج البيت .

عيوب استخدام الأغطية البلاستيكية

برغم أن الأغشية البلاستيكية رخيصة الثمن وسهلة التركيب، إلا أن استخدامها يكون عادة مصحوباً بالمشاكل التالية:

1- غالباً ما تتلف شرائح البلاستيك بسرعة أكبر عند أماكن اتصالها بهيكل البيت بسبب ارتفاع درجة الحرارة في هذه الأماكن وهو الأمر الذي يزيد من معدل أكسدة البلاستيك في وجود الأشعة فوق البنفسجية. وتعالج هذه الحالة أما بصبغ البلاستيك في هذه المواقع بمادة بيضاء عاكسة لأشعة الشمس، أو بتغطية البلاستيك في هذه الأماكن في البيوت ذات الهيكل الخشبي بشريحة خشبية أعرض من جزء الهيكل المثبت عليه البلاستيك بمقدار 2سم، وتثبت في الهيكل الخشبي بمسامير.

2- يتعرض البلاستيك للتمزق بفعل العواصف الشديدة.

يحدث التمزق بصفة خاصة اذا لم يكن الغطاء البلاستيكي مثبتاً بشكل جيد.

3- غالباً ما يتكثف بخار الماء على الجدر الداخلية للبيوت البلاستيكية بسبب برودة الجو خارج البيت، عنه داخله مع زيادة الرطوبة النسبية داخل البيت. ويؤدي التكثف إلى تقليل نفاذية البلاستيك للضوء، كما أن قطرات الماء قد تسقط على النباتات النامية؛ مسببة أضراراً لها. وتعالج مشكلة التكثف هذه بتصميم البيت بحيث يكون انحدار الجدران بنحو 35 – 40 درجة، حتى تنزلق عليها قطرات الماء بسهولة إلى أن تصل إلى الأرض. كما أن توفير التهوية الجيدة يقلل من مشكلة التكثف. ويمكن رش البلاستيك بمادة مضادة للتكثف تسمى تجارياً باسم صن كلير Sun clear، حيث تلغى تماماً هذه المشكلة.

لكن ظاهرة التكثف لها أهميتها أثناء الليل، اذ يقلل الغشاء المتكثف من فقد الحرارة المكتسبة أثناء النهار بالإشعاع ليلاً، نظراً لأن الماء غير منفذ للأشعة تحت الحمراء.

الأسبوع الخامس

المواصفات العامة التي تجب مراعاتها عند إنشاء البيوت المحمية

تجب مراعاة المواصفات العامة التالية عند إنشاء البيوت المحمية:

1- يجب أن يكون سقف البيوت المحمية المتصلة ذا ميل يسمح بتصريف ماء المطر.

2- إذا كانت البيوت في منطقة تكثر فيها الثلوج، فيجب أن يكون غطاؤها وهيكلها قادرين على تحمل ثقل الثلوج قبل ذوبانها، أو أن يتبع نظام البيوت المفردة غير المتلاصقة، مع ترك مسافة مترين بين البيوت المتجاورة لتتجمع فيها الثلوج.

3- يفضل أن يتراوح عرض البيت الواحد عادة من 3.6 إلى 24 متراً، أما الطول فيتوقف على رغبة المزارع، لكن يحسن عدم زيادته عن 60 متراً؛ حتى لا يضيع وقت العمال في التنقل داخل البيت.

4- يجب أن يكون باب البيت واسعاً بقدر الإمكان ليسمح بدخول الآليات الصغيرة لإعداد أرض البيت، ومعدات النقل الصغيرة لنقل المحصول. ويفضل أن يكون عرض الباب حوالي 270 سم.

5- اختيار التصميم والهيكل المناسبين للبيت بناء على نوع الغطاء المراد استخدامه.

6- في حالة إنشاء مجمع من البيوت المحمية green house range يجب أن تكون مباني الإدارة والمخازن والثلاجات وأماكن إعداد بيئات الزراعة وعمليات الخدمة العامة في موقع متوسط يسهل الوصول منه إلى جميع البيوت.

الأسبوع السادس

العوامل البيئية داخل البيوت المحمية

من أهم العوامل البيئية ذات التأثير المباشر على نمو وانتاجية النباتات داخل البيوت المحمية ما يلي :-

1- درجة الحرارة .

2- الرطوبة النسبية .

3- شدة الإضاءة .

4- نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون .

5- بيئة نمو الجذور (التربة والبيئات الصناعية المجهزة).

6- الرطوبة الأرضية .

7- العناصر الغذائية .

درجة الحرارة

يمكن التعبير عن درجة الحرارة بالمقاييس الاختيارية التالية :

- درجة مئوية degree Celsius ^{o}C
- درجة فهرنهايت degree Fahrenheit ^{o}F
- درجة كالفن degree Kelvin ^{o}K

التحويل

طرق انتقال الحرارة :

تنتقل الحرارة بأربع طرق رئيسية هي :-

1- الإشعاع Radiation :

في شكل موجات كهرومغناطيسية تنتقل في الفضاء، ويتحول هذا الإشعاع الى طاقة حرارية بمجرد ملامسته مع أي سطح .

فالبيوت المحمية تكتسب الحرارة نهاراً مع الإشعاع الشمسي النافذ خلال الغطاء وتتحول الى طاقة حرارية عند ملامستها للتربة والنبات وبالمقابل فإن الأجسام الدافئة داخل البيت تنطلق منها الحرارة بالإشعاع الى الخارج وفي صورة أشعة طويلة الموجة (تحت الحمراء) ليلاً ونهاراً طالما كان فارق في درجات الحرارة داخل وخارج البيت .

ويستفاد من هذا فيما يلي :-

أ. في الجو البارد : يلزم الاستفادة من الإشعاع الشمسي بأكبر قدر ممكن وذلك باختيار التصميم والاتجاه المناسبين، ويفضل الغطاء الغير المنفذ للأشعة تحت الحمراء للاحتفاظ بها داخل البيت ليلا ونهاراً .

ب. في الجو الحار المشمس يستحسن أن يكون الغطاء منفذاً للأشعة التحت الحمراء للتخلص من الحرارة المكتسبة أولاً بأول .

في الجو المعتدل نهاراً ، المائل للبرودة ليلاً فيفضل أن يكون غطاء البيت غير منفذ للأشعة تحت الحمراء حتى يمكن الاستفادة من هذه الأشعة ليلاً في رفع درجة الحرارة داخل البيت دون الحاجة للتدفئة الصناعية

2- التوصيل Transmission :

تنتقل الحرارة بالتوصيل خلال وسط التوصيل من النقطة دافئة الى أخرى باردة.

1- التسرب Infiltration :

تنتقل الحرارة من سطح مشع الى الهواء أو الماء المتحرك فترتفع حرارته ونقل كثافته ويتحرك لأعلى ليحل محله هواء أو ماء أبرد ليكتشف حرارة من الوسط المشع وهكذا . وهذه هي خاصية انتقال الحرارة التي تعتمد عليها طرق التدفئة في البيوت المحمية.

4- الانعكاس Reflection :

-كما في حالة الضوء- تنعكس الحرارة من الأسطح المعدنية المصقولة .

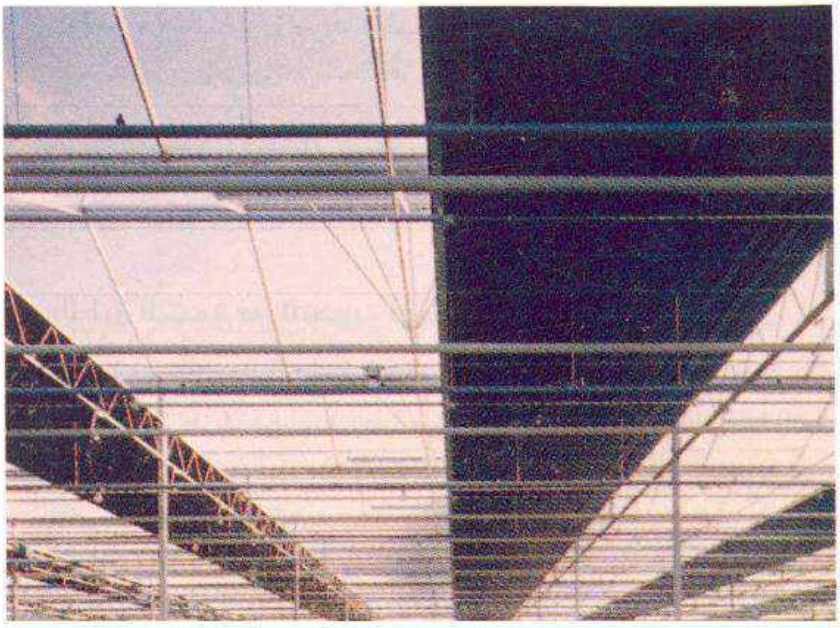
وتفيد دراسة طرق انتقال الحرارة في أمور كثيرة أهمها :-

2- تحسين كفاءة عملية التدفئة .

3- تحسين كفاءة عملية التبريد .

التوازن الحراري داخل الصوبة والعوامل المؤثرة فيه :

1. نظام الري المتبع .
2. نظام التهوية .
3. نوع غطاء الصوبة ودرجة نفاذيته والضوء والحرارة .
4. الإشعاع الشمسي في الصوب غير المجهزة بوسائل التدفئة.



صورة ( ) شباك التظليل في البيوت المحمية للمحافظة على التوازن الحراري داخل الصوبة

منظم الحرارة

يستخدم منظم الحرارة Thermostat في تنظيم درجة الحرارة داخل البيوت المحمية، ويعمل الجهاز على التحكم في درجة الحرارة عن طريق التشغيل الآلي لأجهزة التدفئة والتبريد ونظام التهوية، سواء بالتحكم في تشغيل المراوح، أو فتح وغلق منافذ التهوية.

ويتم تحديد ذلك مسبقاً بضبط المنظم على درجات الحرارة التي يتعين عندها تشغيل أو إيقاف أي من هذه الأجهزة. ومن الأهمية بمكان أن يكون منظم الحرارة على درجة كبيرة من الحساسية، حتى لا تحدث تغيرات كبيرة عن درجة الحرارة المرغوبة، مما تكون له تأثيرات ضارة على النباتات، فضلاً عن زيادة استهلاك الوقود دون داع.

ولكي تكون كفاءة منظم الحرارة أعلى ما يمكن، تتعين مراعاة ما يلي بشأنه:

1- يجب أن يوضع المنظم في مكان يمثل متوسط درجة الحرارة في البيت، وعلى أن يؤخذ في الاعتبار موضع أنابيب التدفئة أو المدفئات والتيارات الهوائية. وغالباً ما يوضع المنظم بالقرب من وسط البيت.

2- يجب أن يكون موضع المنظم قريباً من مستوى القمة النامية للنباتات.

3- يجب إبعاد المنظم كلية عن أشعة الشمس المباشرة التي تؤدي إلى رفع درجة حرارته عن درجة حرارة الهواء المحيط به. ويتحقق ذلك بوضعه داخل صندوق خشبي، مع دهان السطح الخارجي للصندوق باللون الأبيض أو الفضي لعكس أشعة الشمس.

4- كما يجب أن يوضع المنظم في مكان جيد التهوية، ويتحقق ذلك بجعل جوانب الصندوق على شكل ريش تعلو واحدة فوق الأخرى لتسمح بمرور الهواء من خلاله. ويفضل تزويد جانب الصندوق بمروحة تدفع الهواء داخل الصندوق بسرعة 180متر/ دقيقة.

5- تجب إضافة منظم آخر داخل الصندوق مع ضبطه على درجة حرارة 10°م، بحيث يعطى رنين جرس في منزل المزارع إذا انخفضت درجة الحرارة إلى هذا الحد. ويفيد ذلك في تدارك الأمر في حالة فشل أجهزة التدفئة، حيث يكون هناك متسع من الوقت قبل انخفاض الحرارة إلى درجة التجمد. كما يجب أن يكون مصدر الطاقة لهذا المنظم من بطارية أو من مولد احتياطي لضمان عمله حتى في حالة انقطاع التيار الكهربائي.

6- يجب وضع ترمومتر آخر عادي داخل الصندوق للتأكد من دقة عمل منظم الحرارة.

الأسبوع السابع

الضوء :

يلزم الضوء لحدوث عملية التمثيل الضوئي التي تعتبر المصنع المنتج للمواد الغذائية اللازمة لنمو النبات. وتتأثر النباتات بنوعية الإضاءة (طول الموجة الضوئية) ، طول الفترة الضوئية ، شدة الإضاءة .

1- طول الموجة الضوئية :

يلعب نوع الضوء – طول الموجة الضوئية – دوراً مهماً في التمثيل الضوئي حيث يحدث أعلى معدل لعملية البناء الضوئي في منطقتي الضوء الأحمر والأزرق وهي أطوال الموجات التي يحدث عندها أقصى امتصاص من صبغة الكلورفيل الأساسية في عملية البناء الضوئي . كما يؤثر طول الموجة الضوئية على عملية التزهير في النباتات.

تأثير الفترة الضوئية photoperiod

1- التأثير على كمية الضوء الكلية التي تتعرض لها النباتات وبالتالي التأثير على كمية الغذاء المجهز والنمو والمحصول لذلك يكون المحصول عادة أكثر في الصيف في الدول الشمالية (النهار 17 ساعة تقريباً)

2- التأثير المباشر على نمو وتطور النباتات (التأقت الضوئي photoperiodism مثل تكوين الأزهار الأبصال الدرنات الخ من عمليات النمو والتطور وفي الغالب يقصد تأثير الفترة الضوئية تأثيرها على الأزهار .

تقسم النباتات حسب استجابتها للفترة الضوئية إلى :

أ. نباتات النهار القصير Short – Day تزهر إذا زاد طول الليل عند حد معين مثل الفول

ب. نباتات النهار الطويل Long – Day

تزهر إذا قصر طول الليل عند حد معين مثل السبانخ

ج. نباتات محايدة Day neutral

لا تتأثر في أزهارها بالفترة الضوئية مثل الطماطم ، الباميا .

3- شدة الإضاءة Light intensity

تحتاج النباتات حداً أدنى من شدة الإضاءة يتراوح بين 800 – 1200 شمعة – قدم لاستمرار عملية التمثيل الضوئي ونمو النباتات. ويختلف توزيع شدة الإضاءة على أسطح الأوراق المختلفة من النبات (حسب زاوية السقوط، وموقع الأوراق الخ) . تزداد عملية التمثيل الضوئي بزيادة شدة الإضاءة الى حد معين (نقطة التشبع الضوئي).

تتأثر شدة الإضاءة بالعوامل التالية، حيث تزداد :

1- قرب خط الاستواء، عنه قرب القطبيين .

2- في الأجواء الصحوة الجافة، عنه في الأجواء الملبدة بالغيوم .

3- في الأماكن المرتفعة، عنه بالقرب من سطح البحر .

4- صيفاً عنه شتاء.

5- وقت الظهيرة عنه مساء أو صباحاً .

تقسم النباتات حسب استجابتها لشدة الإضاءة الى

1- نباتات الضوء : تنمو أحسن ما يمكن في ضوء الشمس الكامل .

مثل معظم محاصيل الخضر .

2- نباتات الظل : تنمو أحسن ما يمكن في شدة إضاءة تبلغ حوالي 10 % من ضوء الشمس مثل عدد كبير من نباتات الزينة

تأثيرات شدة الإضاءة :

1- التأثير على معدل التيار الضوئي والمحصول .

2- التأثير على معدل النتج .

لذلك يفضل إجراء الشتل في جو غائم أو في المساء .

3- التأثير على التركيب التشريحي للأوراق .

4- إمكانية الإصابة بلفحة الشمس للنموات الخضرية أو الثمرية على حد سواء .

الغازات:

يتكون الهواء من غازات وماء على هيئة بخار. ومن أهم الغازات غاز النتروجين والأوكسجين وثاني أكسيد الكربون وغيرها.

تراكيزات الغاز الرئيسية في الهواء الجاف الطبيعي .

الغاز	التركيز	
	نسبة مئوية	جزء بالمليون
نيتروجين N_2	78.9	780900
أكسجين O_2	20.94	400
أرجون A	0.094	9300
ثاني أكسيد الكربون CO_2	0.03	300
غازات متنوعة	0.01	100

الأهمية :

النيتروجين :

يدخل النيتروجين في تركيب الذي يعتبر المركب الأساسي في البروتوبلازم . كما يدخل في تركيب الإنزيمات وكلوروفيل أ – ب وبعض الأحماض في النواة وبعض الهرمونات. ويشجع النيتروجين على زيادة النمو الخضري .

ثاني أكسيد الكربون :

التحكم في نسبةCO_2 في هواء البيت

قل تركيز الغاز في البيوت المحمية المغلقة نتيجة استهلاكه في عمليات البناء الضوئي ، مما يؤدي الى تقليل معدل عملية البناء الضوئي بدرجة كبيرة وقد وجد أن معدل البناء الضوئي قد ينقص بمعدل يصل الى 50% عند انخفاض تركيز الغاز الى 160 جزء بالمليون (0.16%) .

وعلى العكس فقد تزداد العملية بمقدار 50% عند زيادة تركيز الغاز من النسبة الطبيعية ا0.3% الى 0.1% (1000 جزء بالمليون) ويخضع تأثير زيادة تركيز الغاز على البناء الضوئي لقانون العامل المحدد.

Law of Limiting Factor

الشكل

الأسبوع الثامن

طرق التدفئة

تتعدد طرق تدفئة البيوت المحمية، ويمكن توصيل جميع نظم التدفئة بمنظم الحرارة الذي يتحكم في تشغيلها، بحيث تظل درجة الحرارة دائماً في الحدود المسموح بها. ويستثنى من ذلك التدفئة بالمدفئات الغازية، ومدافئ الكيروسين، والبارافين، حيث يتم تشغيلها يدوياً خلال فترة انخفاض درجة الحرارة. ويفضل نظام التدفئة المركزية Central heating في البيوت المتصلة. ويلزم في جميع نظم التدفئة التي تعتمد على الكهرباء في تشغيلها في توليد الحرارة أن يؤمن مصدر إضافي للتدفئة، أو مولد كهربائي احتياطي للاستعانة بأي منهما في حالة انقطاع التيار الكهربائي. وفيما يلي عرض للطرق المتبعة في تدفئة البيوت المحمية.

1- التدفئة بأنابيب الماء الساخن وأنابيب البخار

يعتمد كلاً النظامين على تسخين الماء في غلايات boilers، ثم نقله في صورة ماء ساخن أو بخار في أنابيب خاصة إلى داخل البيت الذي تتم تدفئته بالإشعاع الحراري من الأنابيب.

وفي حالة التدفئة بأنابيب الماء الساخن hot water pipes يتم تسخين الماء في مراجل خاصة، ثم يدفع في 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 آلياً 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 الذي يسمح بدوران الماء داخل المرجل، ثم إلى الأنابيب، وبذلك يعاد تسخينه. وقد يوصل المنظم بالمضخة مباشرة، بحيث لا يضخ الماء إلا عند انخفاض درجة حرارة البيت إلى الحد الأدنى المسموح به. وإلى جانب منظم الحرارة السابق الذي يتحكم في حركة دوران الماء في الأنابيب، فإنه يوجد منظم آخر لحرارة الماء aqua)

(stat يتصل بالمرجل، ويتحكم في إشعال جهاز تسخين الماء وإطفائه تلقائياً للمحافظة على درجة حرارة الماء، والتي تكون عادة في حدود 80 –85°م.

أما في حالة التدفئة بأنابيب البخار steam pipes، فإن الماء يتم تسخينه إلى درجة حرارة 102°م، بحيث يتحول إلى بخار تحت ضغط خفيف يصل إلى حوالي خمسة أرطال/بوصة مربعة. وينظم صمام آلي دوران البخار داخل الأنابيب، وفي فتح الصمام الذي يسمح بإدخال البخار إليها. هذا.. وتكون أنابيب التدفئة مائلة قليلاً من أجل إعادة الماء الناتج عن تكثف البخار مرة أخرى إلى المرجل لإعادة تبخيره واستعماله في التدفئة من جديد.. ويعاب على هذا النظام عدم تجانس التدفئة داخل البيت، نظراً لأن الهواء المجاور للأنابيب يكون ساخناً بدرجة كبيرة، الأمر الذي قد يضر بالنباتات القريبة منها. ويمكن الاستفادة من مرجل البخار في تعقيم التربة أيضاً.

2– التدفئة بتيارات الهواء الدافئ

تستخدم في التدفئة بنظام تيارات الهواء الدافئ Circulating Warm Air مراوح كهربائية لتحريك الهواء الذي يتم إنتاجه إما 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.

3– المدافئ الكهربائية

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

4- مدافئ الكيروسين أو البارافين

لا تستخدم مدافئ الكيروسين أو البارافين إلا في البيوت صغيرة الحجم. وهي قليلة التكاليف وسهلة الاستعمال، لكن يعاب عليها 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. ويجب توصيل الهواء إلى المدفأة بأنبوبة خاصة تمتد إلى خارج البيت، نظراً لأنها تحتاج إلى الأكسجين لعملها، بينما تكون البيوت البلاستيكية غالباً محكمة الغلق.

5- التدفئة بالطاقة الشمسية

يعمل نظام التدفئة بالطاقة الشمسية Solar Heating على مبدأ تخزين الحرارة الناتجة من أشعة الشمس نهاراً بواسطة تسخين الماء وحفظه في خزانات لإعادة استخدامه في التدفئة ليلاً.

تجمع الحرارة من أشعة الشمس بواسطة ألواح خاصة مطلية باللون الأسود لزيادة قدرتها على امتصاص الحرارة التي لا تلبث أن تنتقل منها بالتوصيل إلى طبقة رقيقة من الماء تمر بداخلها، ويدور الماء من أنابيب التسخين غلى خزان متصل بها ببطء بواسطة مضخة خاصة توجد في خزان الماء. وتقوم مضخة أخرى بدفع الماء الساخن للأوراق في شبكة أنابيب التدفئة في البيت.

6- التدفئة بالأشعة تحت الحمراء

يؤدي استخدام الأشعة تحت الحمراء في التدفئة إلى رفع درجة حرارة النباتات فقط، مع بقاء هواء البيت بارداً، لكن تظهر اختلافات في درجة الحرارة بين أجزاء النبات الواحد، لأن الأجزاء المظللة لا تصلها الأشعة، وتبقى باردة. وبالمقارنة بالطرق الأخرى للتدفئة، فإن هواء البيت – في حالة التدفئة بالأشعة تحت الحمراء – يكون أبرد، وتكون رطوبته النسبية أعلى.

حساب احتياجات التدفئة

تستخدم المعادلة التالية لحساب الاحتياجات الحرارية اللازمة لتدفئة البيوت المحمية بالوحدات الحرارية البريطانية في الساعة:

$$H = [A_1 + (A_2 \times R)] \times T \times G \times W \times C$$

حيث إن:

H احتياجات التدفئة مقدرة بالوحدات الحرارية البريطانية في الساعة.

A_1 مساحة غطاء البيت بالقدم المربع.

A_2 مساحة جدران البيت المصنوعة من مواد أخرى غير مادة الغطاء.

R مقاومة مادة جدران البيت (غير الغطاء) لتوصيل الحرارة (مغبراً عنها، بالمقارنة بتوصيل الحرارة في مادة الغطاء).

T أكبر فرق متوقع في درجة الحرارة بين خارج البيت وداخله بالفهرنهيت.

G معامل التوصيل الحراري للغطاء حسب أكبر فرق متوقع في درجة الحرارة بين خارج البيت وداخله.

W معامل سرعة الرياح.

C معامل الإنشاء. تتحدد قيمته بحالة البيت، وكيفية إنشائه، ومدى إحكامه.

وبرغم دقة المعادلة السابقة في تقدير الاحتياجات الحرارية اللازمة، إلا أنها تتطلب بيانات كثيرة قد لا تتوفر لدى المزارع العادي، لذا فإنه يشيع استخدام صور أخرى منها أكثر تبسيطاً من السابقة، وفيها تحسب احتياجات التدفئة كالتالي:

$$H = u\ A\ (t_i - t_o)$$

حيث إن:

H هي احتياجات التدفئة، مقدرة بالوحدات الحرارية البريطانية في الساعة.

u ثابت يتوقف على نوع غطاء البيت.

A مساحة البيت الخارجية بالقدم المربع.

t_i درجة الحرارة الداخلية بالفهرنهيت.

t_o درجة الحرارة الخارجية بالفهرنهيت.

وبرغم تأثر قيمة u بسرعة الرياح، إلا أن القيم المبينة هي المتفق عليها، على اعتبار أن متوسط سرعة الرياح يبلغ حوالي 24 كم/ ساعة. ولبيان تأثير الرياح في هذا الشأن، فإن قيمة u المتفق عليها لغطاء زجاجي من طبقة واحدة – وهي 1.13 – تنخفض إلى 1.05 عندما لا يكون البيت معرضاً للرياح، وتزيد إلى 1.15 في حالة تعرض البيت للرياح.

وسائل التوفير في الطاقة اللازمة للتدفئة أو التبريد

يمكن إتباع عدد من الوسائل بغرض توفير الطاقة اللازمة للتدفئة أو التبريد، لأن تطبيقها يفيد في تحقيق قدر أكبر من التحكم في درجة الحرارة داخل البيوت.

وفيما يلي بيان بالطرق والوسائل المتبعة بغرض توفير الطاقة اللازمة للتدفئة أو التبريد في البيوت المحمية:

1- اختيار تصميم البيت وتحديد اتجاهه بما يتناسب والظروف الجوية السائدة في المنطقة، نظراً لأن كلا الأمرين يؤثران على كمية الضوء التي تنفذ داخل البيت، وبالتالي على كمية الطاقة الحرارية التي تصل إلى البيت مع الأشعة الشمسية.

2- اختيار نوع الغطاء وسمكه بما يتناسب أيضاً والظروف الجوية السائدة في المنطقة، نظراً لأن الغطاء لا يؤثر فقط على كمية الضوء التي تنفذ داخل البيت، بل يؤثر أيضاً على فقد الحرارة من داخل البيت إلى الخارج، سواء أكان ذلك الفقد بالتوصيل، أم بالإشعاع، أم بالتسرب.

3- استعمال طبقتين أو ثلاث طبقات من الغطاء بدلاً من طبقة واحدة، نظراً لأن ذلك يقلل معامل التوصيل الحراري للغطاء بدرجة كبيرة. فإذا كان معامل التوصيل الحراري لطبقة واحدة من الغطاء واحداً صحيحاً، فإن هذه القيمة تنخفض بنسبة 42%، و 58% عند استخدام طبقتين وثلاث طبقات من الزجاج على التوالي، وبنسبة 40% عند استخدام طبقتين من البوليثيلين ويعني ذلك انخفاض احتياجات التدفئة والتبريد بنفس النسبة.

4- ضرورة إقامة البيوت المحمية بجانب مصدات الرياح لخفض معامل سرعة الرياح (w) في حسابات التدفئة.

5- الاهتمام بحالة البيت ومدى إحكامه، وتغيير الزجاج المكسور أولاً بأول لخفض معامل الإنشاء (c) في حسابات التدفئة.

6- التقليل – قدر المستطاع – من حركة الهواء الدافئ قريباً من جدران البيت، لأن هذه التيارات الهوائية تزيد من فقد الحرارة بالتوصيل. ويمكن التحكم في ذلك الأمر بالاختيار الأمثل لوضع المدفئات وأنابيب التدفئة في البيت.

7- يجب توجيه الهواء البارد (في البيوت المبردة) في مسار يتخلل النباتات، مع التقليل – قدر المستطاع – من حركته أعلى النباتات (في قمة البيت) أو أسفلها (في حالة الزراعة على المناضد)، نظراً لأن هذه المسارات تقلل كثيراً من كفاءة عملية التبريد.

8- الاستفادة القصوى من عملية التهوية في خفض احتياجات التبريد، أو الاستغناء عنها نهائياً في المناطق المعتدلة.

9- يمكن خفض الفاقد في الحرارة ليلاً بمقدار 70 – 80% في البيوت المحمية التي تتكون أسقفها من طبقتين من الغطاء بدفع رغوة foam خاصة بين الطبقتين. ويتم ذلك بدفع تيار من الهواء في سائل يتمدد بمقدار 1000 ضعف، مكوناً الرغوة التي تنتشر بين طبقتي الغطاء. وتتلاشى الرغوة في خلال نصف ساعة، ويتجمع السائل من جديد في خزان خاص ليتم ضخه من جديد حسب الحاجة. ويمكن استخدام نفس النظام للحماية الجزئية من أشعة الشمس القوية نهاراً.

10- تغطية البيوت المحمية بشباك التظليل من أعلى البلاستيك بهدف خفض احتياجات التبريد. وتتوفر الشباك بنسب تظليل تتراوح من 10 إلى 90% حسب الحاجة. ويمكن في حالة عدم توفر شباك التظليل رش السطح الخارجي للبيت بالجير في بداية فصل الصيف.

11- يمكن تحسين التدفئة ليلاً بملء أنابيب بلاستيكية واسعة بالماء، مع جعلها ممتدة على سطح التربة قريباً من خطوط الزراعة، حيث يكتسب الماء كمية كبيرة من الحرارة نهاراً، نظراً لارتفاع حرارته النوعية، ثم يفقدها ليلاً بالإشعاع إلى جو البيت بالقرب من النباتات.

الأسبوع التاسع

طرق التبريد

تعد عملية تبريد البيوت المحمية المبردة ضرورة لا غنى عنها لإنتاج الخضروات خلال أشهر الصيف اذ قد تصل درجات الحرارة إلى 48 – 50°م، فضلاً عن انخفاض الرطوبة النسبية في المناطق الداخلية البعيدة عن السواحل إلى مستويات تقل غالباً عن 15%، وهي دون الحد المناسب للنمو النباتي، والتلقيح، وعقد الثمار. وحتى يمكن إنتاج الخضر خلال هذه الأشهر شديدة الحرارة ومنخفضة الرطوبة في هذه المناطق، فإنه يتعين خفض درجة الحرارة بمقدار 15°م، ورفع الرطوبة النسبية إلى نحو 70 – 80%، ولا يتأتى ذلك إلا داخل البيوت المحمية المبردة. وتتبع طريقتان رئيستان في تبريد البيوت المحمية هما: التبريد بالرذاذ أو الضباب، والتبريد بمبردات الهواء. أما التبريد بمكيفات الهواء، فلا يصلح للإنتاج التجاري للخضر، نظراً لارتفاع تكاليفه، ولكنه قد يستخدم في البيوت المخصصة للبحوث العلمية.

1- التبريد بالرذاذ أو الضباب

يعرف نظام التبريد بالرذاذ أو الضباب mist باسم "التضبيب" misting. ويتم في هذه الطريقة ضخ الماء في ضغط مرتفع لا يقل عن 42 كجم/ سم^2 (600 رطل/ بوصة^2) في أنابيب تثبت أعلى مستوى النباتات، حيث يخرج الماء من بشابير خاصة على شكل رذاذ دقيق جداً يشبه الضباب، فيتبخر بسهولة؛ وبالتالي تنخفض درجة الحرارة، كما ترتفع الرطوبة النسبية، ويلزم لنجاح هذه الطريقة أن تتوفر كميات كبيرة من الماء الخالي تقريباً من الأملاح.

يمكن استخدام نظام التبريد بالضباب منفرداً، كما هو الحال في المناطق المعتدلة، أو مع نظام التبريد بمبردات الهواء في المناطق شديدة الحرارة. ففي المناطق المعتدلة يفيد الضباب في تلطيف جو البيت وخفض درجة الحرارة بعد الظهيرة حين لا تكون التهوية كافية بمفردها لخفض حرارة البيت. كما يساعد الضباب على زيادة الرطوبة النسبية إلى

الدرجة التي تسمح بالعقد الجيد لثمار بعض المحاصيل كالقاوون. أما في المناطق الحارة، فإن الضباب يساعد مع مبردات الهواء في إحداث خفض أكبر في درجة الحرارة؛ نظراً لأن المبردات قد لا تكفي بمفردها في الفترات الشديدة الحرارة. ويستفاد من ذلك أنه ينصح بتركيب نظام "التضبيب" في جميع البيوت المحمية في المناطق المعتدلة والحارة على حد سواء.

ويمكن الاستفادة من نظام التبريد بالضباب في تزويد النباتات بجزء من مياه الري التي تلزمها. وقد لا تروى النباتات إلا بالرذاذ، لكن يعاب على هذه الطريقة أن أرض البيت تصبح موحلة. ويمكن التغلب على هذه المشكلة بفرش الممرات بالبلاستيك أو بالزراعة في بالات القش المضغوط.

صورة ( ) الإكثار تحت الري الرذاذي أو الضباب Mist Propagation

2- التبريد التبخيري Evaporative cooling

صورة ( ) توضح نظام التبريد التبخيري في البيوت المحمية

يعتمد التبريد في هذه الطريقة على تبخر الماء من وسائد pads مبتلة عن طريق إجبار تيار من الهواء بالمرور من خلالها. يتم إيصال منظم للحرارة بمروحة كبيرة توجد في أحد جانبي البيت، بينما توجد الوسائد في الجانب الآخر. وعند وصول درجة الحرارة داخل البيت إلى الحد الأقصى المسموح به يقوم المنظم بتشغيل كل من مروحة ومضخة ماء. تقوم المضخة بدفع تيار من الماء أعلى الوسائد لجعلها رطبة بصفة دائمة، بينما يؤدي تشغيل المروحة إلى إحداث تفريغ داخل البيت، يتبعه اندفاع الهواء من خلال الوسائد المبتلة، حيث يتبخر جزء من الماء، وبالتالي يكون الهواء الداخل للبيت بارداً أو رطباً. أما الماء الذي لا يتبخر، فإنه يتجمع أسفل الوسادة ليتم ضخه مرة أخرى... وهكذا.

ويتم التبريد في هذا النظام على أساس أن تبخر الماء تستلزمه طاقة، وأن هذه الطاقة تؤخذ من الوسادة أو الهواء المحيط بها، ونتيجة لذلك تنخفض درجة حرارة الهواء الداخل إلى البيت عن الجو الخارجي، وقد يصل الفرق في درجة الحرارة بين الهواء الداخل إلى

الوسادة والهواء الخارج منها إلى 6 – 14°م، لكن ترتفع درجة حرارة الهواء الذي يمر خلال البيت تدريجياً، ويقدر الفرق بين درجتي الحرارة عند الوسادة وعند المروحة بنحو 3 – 4 درجات مئوية.

الوسائد pads

كانت الوسائد تصنع من أكياس شبكية مملوءة بأية مادة ماصة للماء وذات سطح كبير، مثل القش، أو نشارة الخشب، أو ما شابه ذلك من المواد، إلا أن هذه النوعية لم يعد لها استعمال كبير في الوقت الحاضر، نظراً لضعف كفاءتها، وضرورة تغييرها سنوياً. أما الوسائد الحديثة، فإنها تتكون من ورق سيليلوزي معرج، ومشبع بأملاح غير ذائبة، وبمواد تزيد من صلابة الورق مع بعض المواد التي تساعد على البلل. وتستخدم هذه الوسائد لمدة 10 سنوات أو أكثر. وهي تتوفر بسمك يتراوح من 10 – 30 سم، علماً بأن زيادة السمك تعني نقص المسطح العام للوسادة الذي يجب توفره لتحقيق التبريد اللازم. وتزيد كفاءة هذه النوعية من الوسائد كثيراً عن كفاءة الوسائد التي تملأ بالمواد الماصة. فبينما نجد أنه تلزم قدم مربع واحد من سطح وسادة عادية لكل 150 قدم مكعب من الهواء المار خلالها في الدقيقة، نجد أن نفس المساحة من الوسائد الجديدة سمك 10 سم تكفي لكل 250 قدم مكعب من الهواء المار خلالها في الدقيقة.

المروحة Fan

تثبت المروحة في جانب البيت الذي لا يواجه الرياح، في حين تكون الوسادة في الجانب المواجه للرياح، حتى تكون الرياح مساعدة لعمل المروحة، وليست معاكسة لها. وإذا تعذر ذلك، فلابد من زيادة كفاءة المروحة بمقدار 10%. أما إذا وجد عدد من البيوت المتجاورة، فإن اتجاه الرياح لا يكون عاملاً مهماً إلا بقدر ما تكون مراوح إحدى مجموعتي البيوت غير مقابلة لوسائد المجموعة المجاورة، لأن ذلك يؤدي إلى طرد الهواء الساخن من المجموعة الأولى ليدخل في البيوت المجاورة. ويحسن في هذه الحالة أن تكون وسائد مجموعتي البيوت متقابلة، لكن هذه المشكلة تقل تدريجياً بزيادة المسافة بين مجوعتي البيوت، حتى تنعدم تماماً عندما تكون المسافة بينهما 20 متراً أو أكثر.

مسار الهواء المبرد

يفضل أن يكون مسار الهواء المبرد باتجاه عرض البيت، وموازياً لخطوط الزراعة، وفي مستوى النمو النباتي. ولتحقيق ذلك يجب وضع الوسائد في مستوى النباتات أو أعلى قليلاً. حتى تزيد فرصة مرور الهواء البارد من خلال النباتات، لكن نظراً لأن تيار الهواء يجد مقاومة من النباتات، فإننا نجد أن مسار الهواء يتجه لأعلى بزاوية 7 درجات (أي بمعدل متر لكل ثمانية أمتار) تاركاً جيوباً غير مبردة في مستوى النمو النباتي.

ويمكن تصحيح ذلك الوضع بتثبيت شرائح من البوليثيلين الشفاف تتدلى من قمة البيت عمودياً على مسار الهواء، حتى تجبره على أن يسلك مساراً سفلياً بين النباتات. تثبت هذه الشرائح كل عشرة أمتار. ويجب أن يكون طرفها المتدلي بعيداً بعداً كافياً عن قمة النباتات، حتى لا تعوق حركة الهواء.

العوامل المؤثرة على كفاءة التبريد

تتوقف درجة التبريد التي يمكن تحقيقها بنظام المروحة والوسادة على عاملين رئيسيين هما:

1- معدل سحب الهواء الدافئ من البيت.

2- مساحة سطح الوسائد.

3- المسافة من الوسائد إلى المراوح

يجب أن تكون الوسائد والمراوح متقابلة. ويتوقف استخدام الحوائط المختلفة لهذا الغرض على أبعاد البيت، لأن المسافة بين الوسادة والمروحة يجب أن تكون في حدود 33 – 45 متراً. فإذا زادت المسافة عن ذلك يحتاج الأمر إلى مراوح ضخمة. وإذا نقصت المسافة عن 33 م لا ينتشر الهواء المبرد في كل أرجاء البيت، بل يميل في حركته نحو مسار ضيق من الوسادة إلى المروحة. وتلزم في هذه الحالة زيادة سرعة سحب الهواء من البيت

لتصحيح ذلك الوضع. ويستخدم لذلك معامل خاص للتصحيح يرمز له بالرمز (Fvel)، أو معامل التصحيح الخاص بالمسافة من الوسادة إلى المروحة.

4- الفرق المسموح به في درجة الحرارة بين الوسادة والمروحة

يحتاج الأمر إلى معامل تصحيح رابع للفرق الذي يسمح به في درجة الحرارة بين الوسادة والمروحة، لأن المعدل القياسي لسحب الهواء – هو 8 قدم^3/ دقيقة/ قدم^2 من مساحة البيت – يؤخذ في الاعتبار فرق قدره 4 درجات مئوية (أو 7 درجات فهرنهيتية) بين درجة حرارة الهواء الداخل إلى البيت بعد مروره على الوسادة ودرجة حرارة الهواء الخارج من البيت عند المروحة. ويمكن تصحيح ذلك باستخدام معامل خاص يرمز له بالرمز (F_{temp})، ويعرف باسم معامل التصحيح الخاص بالفرق المسموح به في درجة الحرارة بين الوسادة والمروحة.

استخدام طبقتين من الغطاء في البيوت المحمية

ان استعمال طبقتين من الغطاء بدلاً من طبقة واحد يقلل معامل التوصيل الحراري للغطاء بنسبة 40%، ويخفض احتياجات التدفئة – والتبريد – بنفس القدر. ولهذا.. فقد اتجهت الدراسات نحو الاستفادة من هذه الخاصية. وكانت البداية في البيوت البلاستيكية، نظراً لرخص أغطية رقائق البلاستيك كثيراً عن ألواح الزجاج أو الفيبرجلاس.

ومن أهم مزايا استخدام طبقتين من البلاستيك ما يلي:

1- خفض معامل التوصيل الحراري من 1.35 إلى 0.7، ويتبع ذلك توفير احتياجات التدفئة والتبريد بمقدار 40%.

2- تقليل أو منع ظاهرة التكثف، ويتبع ذلك نقص أو انعدام الأضرار التي تصاحب تساقط قطرات الماء على النباتات.

3- زيادة مقدار الضوء النافذ نتيجة لقلة أو انعدام ظاهرة التكثف.

4- يكون من الأسهل الاحتفاظ بدرجة حرارة ثابتة داخل البيت.

5- تكون الشريحة البلاستيكية الثانية بمثابة ضمان لوقاية المزروعات في حالة التلف المفاجئ لإحدى الشريحتين، خاصة في الجو الشديد البرودة أو الحرارة.

لكن يعاب على استخدام طبقتين من الغطاء خفض نسبة الضوء النافذ إلى داخل البيت بدرجة يسيرة. وبينما يعد هذا الانخفاض في نسبة الضوء النافذ أمراً قليل الأهمية في المناطق المعتدلة، وقد يكون مرغوباً في المناطق الحارة، إلا أنه يعد عيباً كبيراً في المناطق الباردة التي تنخفض فيها شدة الإضاءة كثيراً.

التحكم في الإضاءة

يمكن التحكم في الإضاءة في البيوت المحمية من خلال التحكم في كل من شدة الإضاءة والفترة الضوئية، سواء بالزيادة أم بالنقصان.

التحكم في شدة الإضاءة

خفض شدة الإضاءة

يتطلب الأمر خفض شدة الإضاءة في حالات خاصة هي:

1- خلال فصل الصيف في الجو الصحو بالمناطق الحارة، حيث تزداد شدة الإضاءة بدرجة كبيرة، ويتحول جانب كبير من الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية؛ فترتفع بذلك درجة الحرارة كثيراً داخل البيوت.

2- عند إنتاج بعض نباتات الزينة (نباتات الظل).

ويتم التحكم في شدة الإضاءة بصورة جيدة باستعمال شباك التظليل البلاستيكية المناسبة التي تحدث تظليلاً بدرجات تتراوح من 10 – 90% حسب الحاجة. كما يمكن خفض شدة الإضاءة برش غطاء البيت من الخارج بالجير، إلا أن ذلك يترك رواسب يصعب التخلص منها عند حلول فصل الشتاء.

زيادة شدة الإضاءة

نجد في المناطق الشمالية الباردة أن أشعة الشمس تسقط على سطح الأرض خلال فصل الشتاء بزاوية صغيرة، كما تكون السماء ملبدة بالغيوم معظم ساعات النهار. ويتبع ذلك أن الإضاءة تكون ضعيفة في هذه المناطق، مما يستلزم توفير بعض الإضاءة الصناعية في البيوت المحمية. ومما يساعد على جعل الإضاءة الإضافية هذه أمراً اقتصادياً في هذه المناطق أن البيوت المحمية تظل مغلقة خلال فصل الشتاء بسبب برودة الجو، مما يستدعي تغذية البيوت بغاز ثاني أكسيد الكربون. وقد وجد في العديد من الدراسات أن استفادة النباتات من غاز ثاني أكسيد الكربون المضاف تزداد مع زيادة شدة الإضاءة.

ومن أهم مصادر الإضاءة الصناعية لمبات التنجستون، ولمبات الفلورسنت (النيون)، وهما تختلفان كثيراً في توزيع الموجات الضوئية التي تنبعث من كل منهما. فلمبات التنجستون تبعث بالضوء من الفتيل الذي يسخن بدرجة كبيرة، مرسلاً أشعة تبدأ من الطيف الأزرق (350 مللي ميكرون)، وتستمر حتى طيف الأشعة تحت الحمراء (750 مللي ميكرون)، ويكون ضوء لمبات التنجستون غنياً في محتواه من الأشعة تحت الحمراء التي تفقد في صورة حرارة. ولا يتحول إلى ضوء سوى 5% فقط من إجمالي الإشعاع الصادر من لمبات التنجستون. ولهذا.. فلمبات التنجستون تعد قليلة الكفاءة في زيادة شدة الإضاءة اللازمة لعملية البناء الضوئي، إلا أنها تفيد في زيادة تدفئة النباتات، وفي التحكم في إزهار النباتات التي تتأثر بالفترة الضوئية في إزهارها.

أما لمبات الفلورسنت، فإنها تبعث بضوء منخفض في الأشعة الحمراء، ولا يحتوي على أية أشعة تحت حمراء، ولذا نجد أن اللمبات تكون باردة. ويحتوي ضوء لمبات الفلورسنت على باقي ألوان الطيف بصورة قريبة من تلك الموجودة في أشعة الشمس. ولهذا السبب فإنه يجب لكي يتحقق أفضل نمو بالضوء الصناعي استعمال كل من لمبات التنجستون والفلورسنت معاً، حتى تكمل بعضها البعض لإنتاج أشعة أقرب من طيف أشعة الشمس أكثر من أي منهما منفردة.

وإلى جانب الإضاءة الصناعية، فإن الاختيار الأمثل لشكل البيت واتجاهه ومادة الغطاء يساعد على زيادة نفاذية الضوء إلى داخل البيت.

التهوية

تحقق أنظمة التهوية في البيوت المحمية المزايا التالية:

1- خفض درجة الحرارة سريعاً داخل البيوت المحمية؛ فتقل بذلك احتياجات التبريد، كما يمكن عند اتباع نظام جيد للتهوية الاستغناء عن التبريد كلية خلال فصل الصيف في المناطق المعتدلة، وخلال فصل الشتاء في المناطق الحارة.

2- تجديد هواء البيت، فيمكن بذلك المحافظة على التركيز الطبيعي لغاز ثاني أكسيد الكربون، لأن تركيز الغاز يقل سريعاً في البيوت غير الجيدة التهوية لاستنفاذه من قبل النباتات في عمليات البناء الضوئي.

3- غالباً ما تصل الرطوبة النسبية داخل البيوت المحكمة الغلق إلى درجة التشبع. وتحت هذه الظروف يزداد انتشار الأمراض، كما يزداد تكثف قطرات الماء على الجدر الداخلية للبيت في الجو البارد. ولا توجد وسيلة فعالة لإحداث خفض ملموس في الرطوبة النسبية إلا بالتهوية الجيدة؛ وبذلك فإنها تقلل من فرصة انتشار الأمراض؛ وتؤدي إلى التخلص من ظاهرة تكثف قطرات الماء وسقوطها على النباتات.

أنظمة التهوية

التهوية من خلال منافذ خاصة في الجدران والأسقف

تعتبر أبسط طرق التهوية، وتتم بعمل فتحات خاصة في جدران أو أسقف البيوت المحمية يتم من خلالها تغيير هواء البيت بطريقة طبيعية، حيث يخرج الهواء الداخلي الدافئ الذي يتجمع قرب سقف البيت من الفتحات العلوية ليحل محله الهواء الخارجي البارد من الفتحات الجانبية. والقاعدة في هذه الطريقة للتهوية أنه كلما ازداد اتساع الفتحات، ازدادت سرعة خفض درجة الحرارة داخل البيت، وأمكن المحافظة عليها في المجال المناسب

للنمو النباتي. ولتحقيق ذلك يجب ألا تقل مساحة فتحات التهوية عن 17% من مساحة البيت.

ففي المناطق المعتدلة يجب أن تتسع فتحات التهوية، وتمتد ما بين شرائح البلاستيك المغلفة للبيت. أما في المناطق الحارة، فإن فتحات التهوية يجب أن يزداد اتساعها وتتوزع في جوانب البيت والأسقف. أما في المناطق الباردة التي تنتشر فيها البيوت الزجاجية من النوع الجمالوني المتناظر الانحدار على جانبي البيت، فإن فتحات التهوية توجد غالباً في قمة البيت على جانبي الجمالون. وأياً كان موضع واتساع فتحات التهوية، فإنه يجب غلقها عند اشتداد الرياح، حتى لا تحدث تيارات هوائية شديدة داخل البيت قد يترتب عليها حدوث بعض الأضرار. أما في حالة الرياح الخفيفة، فإنه يمكن تشغيل فتحات التهوية في جانب البيت غير المواجه للرياح.

ويتم التحكم في فتح وغلق فتحات التهوية بإحدى الطرق الآتية:

1- يدوياً بفتح أو غلق الأبواب أو فتحات التهوية الكبيرة.

2- يدوياً بإدارة عجلة خاصة تتصل مع فتحات التهوية بأسلاك.

3- آلياً حيث يتم توصيل فتحة التهوية بمنظم الحرارة الذي يعمل على تشغيل جهاز منافذ التهوية عند ارتفاع درجة الحرارة داخل البيت إلى الحد الأقصى المسموح به.

التهوية بنظام المنافذ والمراوح

يتبع نظام المنافذ والمراوح للتهوية في البيوت الكبيرة التي لا تفيد معها منافذ التهوية العادية، خاصة في الجو الحار. وتستخدم لأجل ذلك مراوح كبيرة تعمل على طرد الهواء الدافئ خارج البيت من أحد الجانبين ليحل محله هواء خارجي بارد من المنافذ التي توجد في الجانب الآخر. تظل المنافذ مفتوحة طول الوقت في الجو الحار، بينما يتم توصيل المراوح بمنظم الحرارة الذي يتحكم في تشغيلها عند وصول درجة الحرارة داخل البيت إلى الحد الأقصى المسموح به.

التهوية بنظام الأنبوبة البلاستيكية

تستخدم في هذا النظام للتهوية أنبوبة من البوليثيلين بقطر 50 – 75 سم تتدلى من سقف البيت بطوله أعلى مستوى النباتات. توجد بهذه الأنبوبة ثقوب صغيرة على الجانبين في الجهة السفلية يخرج منها الهواء ليتوزع في أرجاء البيت، وهي مسدودة من أحد طرفيها، ومفتوحة من الجانب الآخر على المنفذ الذي يأتيها منه الهواء.

التهوية في الجو البارد

يفضل إتباع نظام الأنبوبة البلاستيكية للتهوية في الجو البارد، حيث يكون الهواء الخارجي بارداً بدرجة قد تضر بالنباتات القريبة من فتحات التهوية. ولتلافي ذلك يسمح لهذا الهواء بالدخول إلى الأنبوبة البلاستيكية أولاً، حيث يوزع منها بالتدريج في جميع أرجاء البيت.

ولعمل هذا النظام تثبت مروحة كبيرة ساحبة للهواء في جانب من البيت، بينما يوصل أحد طرفي الأنبوبة البلاستيكية بفتحة في جانب آخر. ويؤدي تشغيل المروحة إلى توليد تفريغ داخل البيت؛ فيندفع الهواء بالتالي من خارج البيت خلال الفتحة المطلة على الأنبوبة البلاستيكية لتنتفخ الأنبوبة بالهواء الخارجي البارد الذي يخرج من خلال الفتحات الصغيرة ليوزع بالتدريج في جميع أرجاء البيت.

التهوية، مع المحافظة على تجانس درجة الحرارة داخل البيت

يمكن استخدام نظام الأنابيب البلاستيكية في المحافظة على تجانس درجة الحرارة داخل البيت مع إجراء التهوية في الجو البارد. ولتحقيق ذلك.. تثبت المروحة الساحبة للهواء والأنبوبة البلاستيكية كالعادة، لكن دون إيصال طرفها المفتوح بجدار البيت، بل يظل على بعد 60 – 120 سم من الفتحة الموجودة بالجدار. وتثبت على الطرف المفتوح للأنبوبة مروحة دافعة للهواء تعمل باستمرار؛ فتظل الأنبوبة دائماً مملوءة بالهواء.

ففي حالة التهوية يؤدي تشغيل المروحة الساحبة للهواء إلى إحداث تفريغ جزئي في البيت، فيندفع الهواء من خلال الفتحة التي توجد في جدار البيت (والتي تكون مغطاة بريش خاصة تفتح عند اندفاع الهواء من خلالها) لتتلقفه المروحة القريبة المثبة في طرف

الأنبوبة البلاستيكية، وتدفعه داخل الأنبوبة ليتوزع في جميع أرجاء البيت. ويجب أن تكون قدرة المروحة الدافعة للهواء إلى داخل الأنبوبة مساوية لقدرة المروحة الساحبة للهواء من البيت، وإلا تدفق جزء من الهواء الخارجي البارد الداخل إلى البيت إلى أسفل نحو النباتات، بدلاً من سحبه إلى داخل الأنبوبة البلاستيكية.

الرطوبة الجوية :

تحدد الرطوبة الجوية في البيوت المحمية بمقدار كثافة البخر الناتج من البيت، والنتح من النباتات، وحجم الهواء داخل البيت المحمي. ويتراوح متوسط الرطوبة الجوية عادة بين 60-70 % والحد الأدنى قد يصل الى 45% ومع زيادة الحرارة وزيادة التهوية تقل الرطوبة.

والرطوبة الجوية في البيوت البلاستيكية مرتفعة نوعاً اذ قد تصل الى70 – 80 % .

تؤثر الرطوبة تأثيراً مباشراً على سرعة عملية التمثيل الضوئي.

ويتوقف احتياج النبات للرطوبة حسب نوع المحصول ومراحل النمو المختلفة ففي مرحلة البادرات والشتلات تحتاج النباتات إلى رطوبة مرتفعة نوعاً بالمقارنة مع المراحل التالية، وذلك لتقليل النتح وزيادة معدل النمو .

وبالنسبة للرطوبة الأرضية :

تعتمد على المواد العضوية المستخدمة وطبيعة التربة ومدى توفر التدفئة فالترب المدفأة تساعد على زيادة بخار الماء في جو الصوبة .

طرق زيادة الرطوبة النسبية الجوية :

1- الرش بالماء 2- التظليل Shading 3- نظام تبريد الهواء (البارد) Mist System

4- إغلاق نوافذ التهوية .

طرق تقليل الرطوبة النسبية :

1- استعمال المراوح خلال الليل لضمان عدم تجمع الرطوبة .

2- زيادة فتحات التهوية .

3- التحكم الآلي بالرطوبة Humidistat مولد الرطوبة Humidifier منظم الرطوبة

الأسبوع العاشر

إنتاج شتلات الخضر

تحتاج كثير من محاصيل الخضر إلى الشتل حتى يمكن بذلك الحصول على المزايا التالية:

1. خفض نفقات الإنتاج .
2. انتخاب النباتات السليمة الخالية من الإصابات المرضية.
3. استبعاد النباتات ضعيفة النمو.
4. الإنتاج المبكر والاستفادة من أسعاره المرتفعة .
5. إمكانية زراعة أكثر من محصول في نفس الحقل في الموسم الواحد .
6. سهولة خدمة النباتات في المشتل .
7. إمكانية حماية النباتات من التقلبات الجوية .
8. التوفير في التقاوي .

لكن له بعض العيوب منها :

1. قد تنقل بعض مسببات الأمراض من منطقة الأخرى مع الشتلات مثل نيماتودا تعقد الجذور وفطريات الذبول .
2. تعرض الشتلات لتوقف مؤقت في النمو، وقد يكون التوقف طويلاً وشديداً مما يضعف الإنتاجية .

يمكن تقسيم محاصيل الخضر حسب تحملها لعملية الشتل الى :

أ. النباتات التي تتحمل الشتل مثل الطماطم والخس والصليبيات .

ب. نباتات متوسطة التحمل مثل الباذنجان والفلفل والبصل .

ج. النباتات التي لا تتحمل الشتل مثل البقوليات والقرعيات .

يتم إنتاج الشتلات تحت البيوت البلاستيكية أو الإنفاق المنخفضة وذلك لزراعتها مبكراً في الأرض المكشوفة وزراعتها تحت الانفاق أو البيوت البلاستيكية، وتقوم الزراعة المحمية بدور كبير في مجال إنتاج الشتلات سواءً للزراعات المحمية أو للزراعات المكشوفة في الحقل .

ويعتمد نجاح إنتاج شتلات جيدة على اختيار البذور الجيدة والصنف الملائم وطريقة زراعة البذور وعمليات وعاينها وخدمتها حتى تصبح جاهزة للشتل .

ومن العمليات التي تتم في هذا المجال.

1. إعداد البذور للزراعة :

تبدأ باختيار التقاوي المعتمدة من مصادر موثوق بها وتكون مطابقة للصنف ذات حيوية عالية. وللإسراع في إنبات البذور يمكن إجراء المعاملات التالية :

أ. المعاملة بالمطهرات الكيمياوية للتخلص من الآفات المرضية داخل وخارج البذور ومن أمثلة المبيدات الفطرية الكابتان ، ثيرام، فيريام .

ب. تقع البذور أما في ماء دافئ (25 – 30°م) أو محاليل تغذية أو تعريض البذور المقلقة حيث يكون الغلاف محتويات على عناصر غذائية كبرى وصغرى والمواد المطهرة وتكون البذور متماثلة في الشكل والحجم مما يسهل زراعتها آلياً ويعتمد سرعة إنباتها ونموها .

3. تحضير التربة اللازمة لزراعة المشتل. تكون التربة خفيفة وخالية من مسببات الأمراض ومن الحشرات وبذور الحشائش .

ويمكن استخدام خلطة مكونه من تربة عادية ورمل بنسبة 3 : 1 أو تربة ورمل وسماد 2 : 1 : 1 ويتم خلط التربة. ورشها بالماء وتقليبها اقبل الزراعة بيوم واحد على الأقل .

3- زراعة البذور :

أ- الزراعة في أحواض داخل الصوب أو تحت الأنفاق المنخفضة .

ب- الزراعة في أحواض من الخشب أو البلاستيك (صوابي).

ج- الزراعة في مكعبات Peat mos pot أو أواني الإنتاج السريع Speedling tray أو Bandolier System حزام من الأصص الورقية .

د- الزراعة في أصص Jiffy – 7.

الإنتاج التجاري للشتلات

عند توفر الإمكانيات والظروف الجوية يمكن إنتاج أعداد كبيرة من الشتلات كما كثير كما الدول الأوروبية والولايات المتحدة حيث تنتج الولايات الجنوبية مئات الملايين من شتلات الخضر الصيفية للزراعة في الولايات الشمالية بمجرد تحسن الظروف والجوية في بداية الربيع وقد اتجهت الشركات الكبيرة الى ميكنة عملية زراعة الشتلات بأكملها حيث أمكن تعبئة وزراعة ما يقارب 100 – 300 ألف إناء زراعة يومياً .

شكل ( ) الإنتاج التجاري للشتلات داخل الصوب

شكل ( ) الإنتاج التجاري لشتلات الشمام داخل الصوب

عمليات الزراعة والخدمة في البيوت المحمية :

عمليات إعداد التربة :

تتشابه معظم عمليات إعداد التربة تحت ظروف الزراعة المحمية والزراعة المكشوفة.

ومن هذه العمليات : الحرث ، والري ، والتسميد ونحو ذلك .

وسوف يتم التركيز على العمليات ذات الطابع الخاص بالزراعة المحمية .

1- غسل التربة :

نظراً لأن طريقة الري السائدة في البيوت المحمية هي طريقة الري بالتنقيط فإن هذا قد يؤدي إلى تراكم الأملاح على سطح التربة، وبعد انتهاء المحصول وتوقف الري فإن الأملاح تتحرك إلى أعلا باتجاه النقاطات ، وعند تغيير مسافات أو خطوط الزراعة فإن ذلك قد يعني احتمال الزراعة في مناطق سبق وأن تركزت بها الأملاح، ولهذا كله لابد من غسل التربة خصوصاً إذا كانت التربة أو مياه الري بها نسبة عاليه من الأملاح .

وينبغي مراعاة النقاط التالية :-

أ. تكون الأرض مسامية وعالية النفاذية .

ب.تكون الزراعة على مصاطب بينها قنوات تستخدم لصرف الماء الزائد .

ج. عدم زيادة نسبة الأملاح في التربة عن 2.5 مليموز/ سم للمحاصيل الحساسة (الخيار ، الشمام، الفاصوليا) ، 4.5 مليموز /سم للمحاصيل متوسطة الحساسية (الطماطم ، الفلفل ، الباذنجان).

2- الحرث :

لا يختلف حرث أرض البيت المحمي كثيراً عنه في الحقل المكشوف ، ولكن يجب الاهتمام به أكثر نظراً لأن الإنتاج يعتمد على زيادة المحصول من وحدة المساحة .

حسب طبيعة التربة يتم إضافة المواد المحسنة لخصائصها الطبيعية ، وحرثها فمثلاً الأرض الطينية الثقيلة يمكن أن يضاف لها 1م^3 من الرمل الخشن و 1م^3 من السماد العضوي المتحلل و20 كجم من سماد السوبر فوسفات العادي لكل 100م^2 من أرض البيت ، وتخلط جيداً وتحرث حرثاً عميقاً وتروى ثم تحرث بعد جديد.

وفي الأرض الرملية يمكن إضافة حوالي 350 كجم سماد عضوي و8 كجم سماد مركب (18-18-5) لكل 100م^2 من أرض البيت وتخلط جيداً وتحرث جيداً وبعد ذلك يتم إقامة الخطوط والمصاطب حسب نوع المحصول .

3- تعقيم التربة :

من العمليات الزراعية الأساسية خاصة في الزراعة المحمية نظراً لمحدودية الأرض التي تتم فيها الزراعات المتعاقبة على فترات متقاربة مما يؤدي إلى تكاثر مسببات الأرض مثل النيماتودا وفطريات الذبول والحشرات عادة بعد الحرث وقبل إقامة خطوط الزراعة.

ويكون من الضروري إما تعقيم التربة مرة أو مرتين سنوياً بين الزراعات أو على فترات أطول عند دورة زراعية مناسبة – كذلك يلزم تعقيم بيئات الزراعة مثل الأسمدة العضوية وأوعية نمو النباتات والصناديق والطاولات .

وتختلف طرق التعقيم في التكلفة والعمليات التي تتم بها، ومدى صلاحيتها تحت الظروف المختلفة:

ومن طرق التعقيم المختلفة ما يلي :-

أ. التعقيم (البسترة) بالإشعاع الشمسي Solar Pasteurization

تطبق هذه الطريقة في المناطق ذات الجو الحار المشمس حيث تحرث الأرض وتروى جيداً بالماء وبعد جفافها تغطى بشرائح بلاستيكية شفافة لمدة 4-6 أسابيع .

ويمكن بهذه الطريقة التخلص من بعض الآفات والحشائش الحولية والمعمرة وهذا يؤدي الى زيادة المحصول من الخضار .

ب. التعقيم بالبخار Steam

من أكثر الطرق انتشاراً في البيوت المحمية .

تحقيق التربة بالبخار لمدة 30 دقيقة حتى تصل درجة الحرارة الى 80 -85°م (يتم الحقن من خلال أنابيب متقربة تثبت في التربة) ، ويغطي سطح التربة بطبقة من البلاستيك للمحافظة على أفضل النتائج .

وتؤدي هذه الطريقة الى التخلص من بذور الحشائش والكائنات الممرضة (فطريات، بكتريا ، فيماتودا، فيروسات) وكذا الحشرات، ويمكن الإبقاء على بعض الكائنات النفاقة لذلك يفضل التعقيم على حرارة 60-70°م لمدة 30 دقيقة .

ج- التعقيم بالمبيدات :

: يستخدم المحلول لتعقيم مخاليط التربة Formaldehyde 1. التعقيم بالضوء مالدهيد وأوعية نمو النباتات وتعقيم تربة الحقل بعد تجهيزها.

ويؤدي التعقيم الى قتل بذور الحشائش النيماتودا ومعظم الفطريات والبكتريا والحشرات التي توجد في التربة .

2- مبيدات أخرى :

Chloropocrin كلوروبكرن

Sistan سيستان

Vapqm فايام

4- الري :

يعتبر الري بالتنقيط أكثر طرق الري شيوعاً في الزراعات المحميـــة لكـــن الـــري بالتضبيب (رذاذ mist) يفيد في بلطيف الحرارة ورفع الرطوبة خاصة عنـــد نقـــل أو زراعة شتلات حديثة الى الصوبة وفي حالة النباتات النامية في أصص فيكون الـــري إمـــا بالرش أو بالتنقيط في كل أصيص على حدة وقد تتبع طريقة الري تحت السطحي حيـــث يصل الماء الى النباتات بالخاصية الشعرية،

5- التسميد :

قد تضاف الأسمدة إما في صورة مذابة تصل الى النباتات مع ماء الري بالتنقيط (خاصة في الأراضي الرملية)، أو قد تضاف في صورة جافة في حالة الري السطحي أو قد تتبع طريقة التسميد بالرش .

وتفيد تحليل الأسمدة النباتية في تحديد مدى الحاجة للتسميد . تضاف الأسمدة الفوسفورية أثناء تجهيز الأرض للزراعة وحسب احتياجات المحصول وتخلطك في الطبقة السطحية من التربة أو تضاف في خطوط على عنق حوالي 10 سم وتبعد حوالي 15سم عن خط الزراعة، كما تضاف الكميات المناسبة من البوتاسيوم حسب نوع المحصول ومدى الحاجة له ،وبالإضافة لذلك يجب إجراء التسميد الثانوي لضمان الحصول على إنتاج مرتفع خاصة في المراحل الهامة من حياة النبات (العقد ، نمو الثمار)، وذلك بعد حوالي 20-30 يوم من شتل النباتات .

6- – مكافحة الآفات

غالباً ما تتبع نفس الأسس العامة في مكافحة الآفات غير أن طبيعة البيت المحمي، وزيادة التكلفة الإنتاجية لوحدة المساحة أمور تجعل من الواجب إتباع طرق معينة في المكافحة في البيوت المحمية، ومن هذه الطرق ما يلي :-

أ- استعمال مبيدات في صورة أدخنة aerosol أو أبخره Smokes

تستخدم للقضاء على الآفات الحشرية والعناكب، ويجب توقيت المكافحة حسب دورة حياة الحشرة التي تبلغ حوالي 5-7 أيام لكن المدى قد لا تزيد عن 3 أيام في الجو الحار كما في العنكبوت الأحمر والذبابة البيضاء، وتطول دورة حياة الحشرة مع انخفاض الحرارة .

ب- مكافحة الآفات بالتطعيم على أصول مقاومة :

عند توفر أصناف تجارية عالية الإنتاجية لكنها غير مقاومة بعض آفات التربة أو عندما يكثر خطر استخدام المبيدات على الصحة العامة فإنه تصبح من المهم استخدام أصول مقاومة لتطعيم الأنواع التجارية عليها .

واستخدمت هذه الطريقة مع الطماطم والخيار في دول أوروبا الغربية (هولندا) واليابان كما هو موضح بالجدول التالي (أيضاً زراعة أصناف مقاومة) .

جدول (7-2) : المساحة الإجمالية ونسبة المساحة المزروعة بالشتلات المطعومة من كل من الزراعات الحقلية والمحمية في اليابان و كوريا (عن Lee 1994).

الخضر ونوع الزراعة	اليابان		كوريا	
	المساحة الإجمالية (1000 هكتار)	الزراعة بالشتلات مطعومة (%)	المساحة الإجمالية (1000 هكتار)	الزراعة بالشتلات مطعومة (%)
البطيخ				
حقلي	24.9	96	28.3	95
صوبات	3.2	100	7.4	100
خيـــار				
حقلي	14.8	31	3.8	11
صوبات	7.0	86	4.7	70
قاوون شرقي (أ)				
حقلي	5.5	67	3.9	85
صوبات	2.2	100	5.0	100
قاوون				
حقلي	-	-	-	-
صوبات	1.2	42	0.2	10
طماطم				
حقلي	6.9	4	0.6	صفر
صوبات	5.0	16	1.9	2
باذنجان				
حقلي	13.3	20	1.2	صفر
صوبات	1.7	94	0.1	صفر
المجموع				
حقلي	56.6	54	37.8	81
صوبات	20.3	69	19.3	81

أ- يعرف القاوون الشرقي Oriental Melon علمياً باسم *Cucumis melo* var. *makuwa*

ج- استعمال لوحات ملونة جاذبة للحشرات لاصقة لها :

تفضل بعض الحشرات بعض الألوان على غيرها فمثلاً تنجذب الذبابة البيضاء الى الألواح الصفراء اللاصقة ، وهذه طريقة ناجحة، متبعة كثيراً .

د- استخدام السلك القماش الأبيض.

هـــ- المكافحة الحيوية.

الأسبوع الحادي عشر

الزراعة المائية Hydroponics

يقصد بالزراعة المائية استزراع النباتات في بيئة اصطناعية تعتمد على التغذية بوساطة المحاليل الغذائية بدلاً من اعتمادها على بيئة التربة المعدنية، وفي هذه الحالة تكون المحاليل المائية المغذية المحتوية على العناصر الغذائية الضرورية للنبات والمحضرة بطريقة متوازنة متواجدة باستمرار في منطقة جذور النبات.

والزراعة المائية هي إحدى طرق الزراعة بدون تربة (soilless culture)التي لا تكون التربة المعدنية إحدى مكوناتها وتشمل بجانب الزراعة المائية كلاً من الزراعة في بيئة الحصى، الرمل الخالص، الصوف الصخري والزراعة الهوائية.

تجدر الإشارة الى أن النباتات تعتمد في غذائها على العناصر المعدنية التي قد توجد طبعياً في التربة المدنية أو تحضر اصطناعياً بنسب مختلفة حيث تقسم الى قسمين رئيسين هما:

(أ) عناصر مغذية كبرى :

وهي العناصر التي يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة نسبياً وتشكل الكربون (C)، والهيدروجين (H_2)، والأكسجين (O_2)، ويحصل ثاني أكسيد الكربون الجوي، كما تشمل النيتروجين (N) والفوسفور (P) والبوتاسيوم (K) وكذلك الكالسيوم (Ca) والمغنسيوم (Mg) والكبريت (S) ، الجدير بالذكر أن عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم تسمى أحياناً – ضمن العناصر المغذية الكبرى – بالعناصر الأولية.

(ب) عناصر مغذية صغرى:

وهذه العناصر يحتاج إليها النبات بكميات ضئيلة جداً وهي المنجنيز (Mn)، والبورون (B) والحديد (Fe) والنحاس (Cu) ، والزنك (Zn) والموليبدينوم (Mo) والكلور (Cl) والصوديوم (Na) .

وفيما يلى جدول يوضح تأثير الضغط الأسموزي للمحلول المغذي على النمو الخضـــري لعدد من محاصيل الخضر في مزارع الحصى.

جدول (4-1) تأثير الضغط الأسموزي للمحلول المغذي على النمو الخضري لعدد من محاصيل الخضر في مزارع الحصى.

المحصول	وزن النمو القمي (كنسبة منوية من الوزن في المحلول الغذائي القياسي) عندما كان الضغط الأسموزي			
	1.4	2.4	3.4	4.4
البنجر	107	119		96
السبانخ	90	129	121	88
اللفت	113	101	98	81
الكرنب	144	95	96	52
الطماطم	91	74	77	72
المستردة	95	69	80	51
الخس	68	60	65	52
الفجل	91	68	54	38
الفلفل	68	64	58	33
الفاصوليا	88	55	22	16
البصل	77	39	39	28
البسلة	77	53	(*)	(*)

(*) موت النباتات بسبب زيادة الملوحة.

تطور الزراعة المائية:

يعتقد الباحثون أن أولى المحاولات لزراعة النباتات في بيئات اصطناعية هي تلك التي كانت في عهد الملك نبوخذ في بابل والتي تعد إحدى عجائب الدنيا السبع، وفي المكسيك أقامت جماعات الأزتك ما يسمى بالحدائق الطافية، وكذلك كان لدى قدماء الصينيين محاولات مماثلة، واستمرت بعد ذلك الاكتشافات الزراعية حتى منتصف القرن التاسع عشر الميلادي، ويمكن القول أن موضوع الزراعة بدون تربة أو ري النباتات بمحاليل العناصر المغذية قد خطت خطوات العناصر جادة عندما قام العالمان الألمانيان نوب وساخ بتجارب واسعة في هذا المجال عام 1860م الذي يمكن اعتباره عام تأسيس علم التغذية النبات، وقد قدم العالم جين بوسينولت دراسات متخصصة في زراعة النباتات في بيئات الرمل والفحم التي تم إمدادها بمحاليل العناصر الغذائية ، وفي أوائل القرن العشرين تم تركيب بعض المحاليل المغذية التي استخدمت فيما بعد على نطاق تجاري، ومنها محلول

هوجلاند المغذي ومحلول هيويت. أما من ناحية التطبيق العلمي للزراعة المائية فيمكن القول أنه لم يبدأ فعلياً إلا حوالي عام 1923م نظراً لبدء الاهتمام في ذلك الوقت بإنشاء البيوت المحمية، دخل موضوع الزراعة المائية مجال الإنتاج التجاري للمحاصيل البستانية في عام 1938م خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث أنشأت كثير من الشركات الزراعية وبعض صغار المزارعين مجموعة من منشآت الزراعة المائية، وكذلك كان الحال في فرنسا وبريطانيا، كما بدأ الاهتمام بنباتات الزينة في الزراعة المائية منذ عام 1941م، وخلال الحرب العالمية الثانية ظهرت الحاجة الماسة الى الزراعة المائية لإمداد الجنود في الأماكن النائية بما يلزمهم من الأغذية والخضر الطازجة، وقد أقيمت أول منشأة للزراعة المائية في قاعدة جوية في جزيرة اسنشن بالبحر الكاريبي عام 1954م، وقد شهدت العشرون سنة الماضية تطورات تقنية مهمة أدت الى زيادة الاهتمام بعلوم الزراعة المائية ولعل من أهم تلك التطورات هو إنشاء الجمعية العالمية للزراعة بدون تربة ومقرها مدينة واخنن في هولندا، ولها أعضاء في أكثر من 100 دولة هناك محاليل مغذية عبارة عن محاليل تحوي العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات وتستخدم بدلاً من الماء العادي في تغذية النباتات (ري، وتسميد) في جميع المزارع المائية ولعل من أشهر المحاليل المغذية محلول هوجلاند الذي يحضر من بعض المحاليل القياسية وإضافة الكميات المطلوبة منها الى كمية من الماء المقطر .

مزايا وعيوب الزراعة المائية :

لا تعد الزراعة المائية عملية مربحة إلا في حالات معينة كأن تكون الأرض الصالحة للزراعة محدودة أو تكون التربة غير قابلة للاستصلاح لسبب أو لآخر أو أن يكون الطلب مستمراً على المحصول المزروع أو نحو ذلك ، وتجدر الإشارة الى أن مزايا الزراعة المائية في مجملها محصلة للميزات المتوفرة في الزراعات المحمية .

ومن هذه المزايا :

إمكانية التوسع الزراعي في مناطق قد تسحيل فيها الزراعة التقليدية .

الإنتاجية العالية من وحدة المساحة والتكبير بالنضج .

التغلب على مشاكل نقص العناصر الغذائية .

التغلب على مشاكل المتعلقة بالتربة مثل قوامها أو عدم تجانسها وآفاتها والحشائش التي قد توجد بها .

الاقتصاد في استخدام الأيدي العاملة والعمليات الزراعية اللازمة عند إعداد الأرض وزراعتها وتسميدها بالمقارنة مع الزراعات التقليدية.

الاقتصاد في استخدام مياهه الري .

أما العيوب فمنها :

ارتفاع تكلفة التشغيل .

يمكن أن تتلوث المزارع المائية بالكائنات المسببة للأمراض بعد فترة من الزراعة إذا لم تتخذ الاحتياطات اللازمة .

الحاجة الى المتابعة المستمرة لأن كل العمليات تقريباً تتك بصورة آلية حيث أن أي عطل أو تأخير فيها قد يؤثر على تركيز العناصر وكفاءة التغذية مما يؤثر بالتالي على الإنتاجية .

تغير درجة الرقم الهيدروجيني بصورة أسرع كثيراً عما في الزراعة التقليدية بسبب استتراف النباتات خاصة في مراحل نموها النشطة لكميات مختلفة من العناصر الغذائية .

أنواع المزارع المائية :

توجد أنواع كثيرة من المزارع المائية تشترك جميعها في أنها عبارة عن نظم معينة تستخدم لإنتاج النباتات في بيئات زراعية مختلفة باستثناء التربة المعدنية وتروي بمحاليل مغذية بدلاً من الماء العادي،

ويمكن تقسيم المزارع المائية أما حسب الكيفية التي يستخدم فيها المحلول المغذي أو البيئة التي ينمو فيها النبات .

أولاً : نظم المحلول المغذي:-

1- النظام المفتوح :

وفيه يستعمل المحلول المغذي مرة واحدة دون الحاجة الى تكرار استخدام ويستخدم في المزارع الرملية ومزارع الصوف الصخري (أنواع من المزارع المائية سيرد ذكرها لاحقاً) ومزارع مخاليط البيئات الزراعية .

2- النظام المغلق :

وفيه يستعمل المحلول عدة مرات يتم خلالها تعديل تركيز العناصر الغذائية كلما دعت الحاجة، ومن أمثلة ذلك النظام مزارع الحصي ومزارع المحاليل المغذية .

شكل ( ) إنتاج الخس في الزراعة المائية ذات النظام المغلق

ثانياً: نظم البيئة:-

1- النظام المتماسك :

وهو نظام للزراعة المائية يتميز بوجود بيئة صلبة (رمل – حصى ... الخ) تدعم الجذور .

ومن أمثلة النظام المتماسك ما يلي :-

(أ) المزارع الرملية: وهي أكثر المزارع الأرضية شيوعاً حيث تنمو النباتات في الرمل الخالص وتسقى بالماء الذي تضاف معه المحاليل المغذية بطريقة التنقيط ويمكن أن تنشأ المزارع الرملية بإحدى الطرق التالية :-

الزراعة المباشرة في الرمال الشواطئ (بعد غسلها جيد بالماء) وهذه الطريقة تقارب كثيراً طريقة الزراعة في البيوت المحمية التقليدية .

الزراعة على أرض البت المحمي بعد فرشها بالبلاستيك ثم بطبقة من الرمل.

الزراعة في أحواض خاصة تصمم على أرض البيت المحمي أو على مناضد خاصة وتبطن هذه الأحواض بالبلاستيك وتكون مائة وبها أنابيب للصرف، شكل .

(ب) مزارع الحصى، ويتم تصميم هذه المزارع بحيث يكون الري إما بالتنقيط أو بطريقة الري تحت السطحي، وتتكون بيئة النمو من الحصى الصغير وأفضله الجرانيت المجروش في صورة حبيبات يتراوح قطرها بين 2 الى 18 ملم .

(جـــ) مزارع الصوف الصخري، وفيما تكون بيئة النمو عبارة عن مادة تشبه "اللباد" تحتوي على 97 % مسافات بينية مملوءة بالهواء وتبلغ كثافتها 70 كجم /م3، وتتوفر على هيئة حبيبات صغيرة أو مكعبات أو وسائد والصوف الصخري لا يتحلل بفعل الكائنات الحية الدقيقة ولا يحوي أي مواد ذائبة ، ويتم الري في هذه البيئة بالتنقيط، ويمكن استعمال وسائد الصوف الصخري لمدة عام أو عامين مع ضرورة تعقيمها بعد انقضاء السنة الأولى .

(د) مزارع مخاليط البيئات الزراعية، وتشمل مزارع مخاليط البيتموس والرمل والفيرميكيولايت والبرلايت ونشارة الخشب، ومعظم المخاليط تحتوي على نسب مختلفة من الرمل والبيتموس، والبرلات والفيرميكيولايت ، ويعتمد تحديد هذه النسب على نوع

النبات المزروع وتروي النباتات في هذه المزارع بطريقة الري بالتنقيط ومن أهم مزارع مخاليط البيئات الزراعية مايلي :

مزارع الأكياس ، عبارة عن أكياس بلاستيكية تملأ بمخاليط أساسها البيتموس تتسع لنباتين أو ثلاثة نباتات من الخيار أو الطماطم، وتوضع الأكياس على الأرض على امتداد خطوط الزراعة ويتم تصريف فائض المحلول المغذي من خلال فتحات صغيرة على جوانب الكيس.

مزارع الأعمدة، عبارة عن أنابيب عمودية أو أعمدة بها فتحات خاصة تزرع فيها النباتات في بيئات أساسها البيتموس ويصلح هذا النوع لإنتاج الفراولة، ومن مزايا هذه المزارع بصفة خاصة توفير قدر كبير من المياه وسهولة حصاد الفراولة دون أن تلامس التربة .

2- النظام السائل :

وهو نظام زراعة تنعدم فيه البيئة الصلبة حيث تستخدم فيه وسائل أخرى لتدعيم الجذور مثل ربط النباتات من قاعدتها في خيوط تتدلى من أسلاك علوية تاركه الجذور تنمو مباشرة في المحاليل المغذية ويمكن استخدام المحلول المغذي لمدة طويلة (موسم النمو مثلاً) دون الحاجة الى تحضير كمية جديدة منه ويلزم لنجاح المزارع التي تحت النظام السائل أن يتم توفير الأكسجين اللازم لنمو الجذور بكمية كافية سواء باستخدام مضخات صغيرة أو بعمل تصميم خاصة لقنوات الزراعة تسمح بحرية حركة المحلول حول الجذور كذلك ينبغي حجب الضوء عن الجذور وذلك لمنع نمو الطحالب التي تنفس النباتات على العناصر الغذائية والأكسجين ويؤدي وجودها إلى ارتفاع الرقم الهيدروجيني في المحلول المغذي ،

ومن أمثلة النظام السائل ما يلي:-

مزارع المحاليل المغذية : وفيها تكون جذور النباتات محصوراً داخل حيز مغلق يختلف في الحجم والشكل، ويتم توفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور بوساطة مضخة تعمل باستمرار على دفع الهواء من خلال ثقوب في أنبوب يوجد في قاع حوض الزراعة