الفصل الثانى

إنشاء البيوت المحمية

يطلق اسم البيوت المحمية أو الصوبات green houses على المنشآت المستخدمة فى زراعة النباتات لحمايتها من الظروف البيئية غير المناسبة. ويشترط فى هذه المنشآت أن تكون أسقفها مرتفعة بما يكفى للسير داخلها، وبذلك فإنها تُميز عن الأحواض المدفأة والباردة. والأنفاق المنخفضة low tunnels.

وتختلف البيوت المحمية فى أشكالها وفى المواد التى يصنع منها هيكلها والأغطية التى تستخدم فيها، وقد تكون مدفأة أو غير مدفأة، كما قد تكون مزودة أو غير مزودة بأجهزة التبريد ووسائل التحكم فى نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى جو البيت. هذا هو التعريف المعروف للبيوت المحمية فى الولايات المتحدة، وهو نفسه التعريف المستخدم فى هذا الكتاب.

أما فى أوروبا. فيطلق اسم glass house على المنشآت التى تدفأ صناعيًا، واسم green house على المنشآت التى لا تدفأ صناعيًا وتلك التى تدفأ قليلاً.

هذا .. وقد تكون البيوت المحمية مستقلة أو مفردة single؛ أى غير متصلة detached. وقد تكون متصلة connected بعضها ببعض. ويطلق على أية مجموعة من البيوت المحمية المتجاورة — سواء أكانت متصلة، أم غير متصلة — اسم مجمع بيوت محمية green house range.

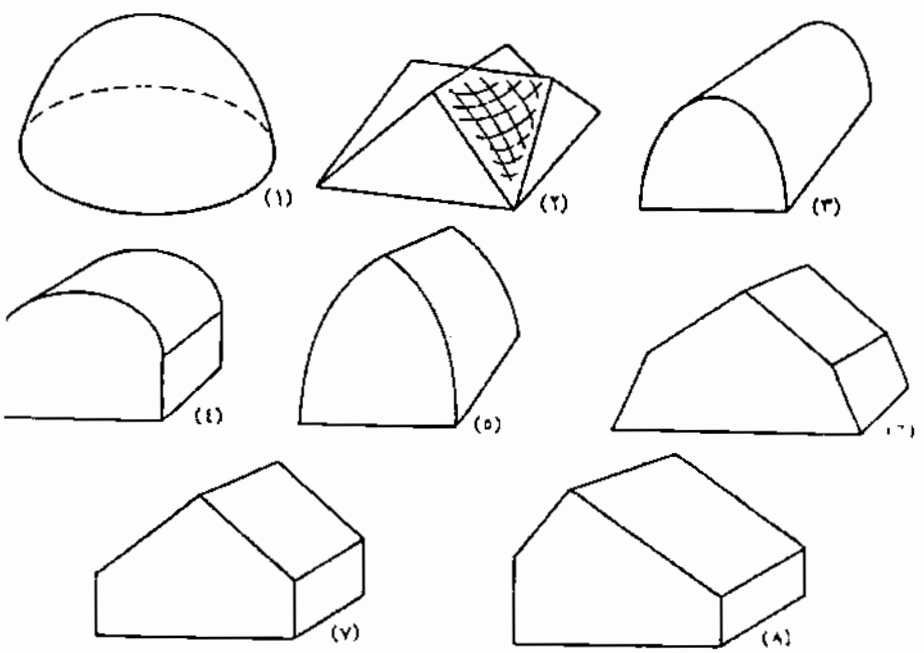
أنواع البيوت المحمية

الأشكال الهندسية للبيوت المحمية المفردة

تتعدد الأشكال الهندسية المعروفة للبيوت المحمية بدرجة كبيرة. ويتوقف اختيار الشكل الهندسى المناسب على عدد من العوامل، منها موقع البيت بالنسبة للمبانى

المجاورة، ومدى استواء أو انحدار الأرض المقام عليها البيت، وشدة الإضاءة فى الجو الخارجى هذا ويؤثر الشكل الهندسى على نوع الهيكل الذى يصنع منه البيت والأغطية التى تستخدم فيه

ومن أهم الأشكال الهندسة المعروفة للبيوت المحمية مرتبة ترتيبًا تنازليًا حسب درجة نفاذيتها لطاقة الإشعاع الشمسى ما يلى (شكل ٢-١).



شكل (٢-١): الأشكال الهندسية للبيوت المحمية المفردة: ١- القبة الكروية ٢- المكافئ الدورانى الرائدى المقطع ٣- النصف الدائرى ٤- الإهليجى أو النصف دائرى المحور ٥- العقد القوطى ٦- السقف السدى ٧- الجمالونى المتناظر الانحدار ٨- الجمالونى غير المتناظر الانحدار

١- القبة الكروية Spherical dome:

لا يستخدم هذا النوع من البيوت المحمية إلا فى المناطق التى يسودها جو منبد

بالغيوم مع إضاءة شمسية ضعيفة فى معظم أيام السنة؛ حيث يسمح هذا التصميم الهندسى بنفاذ أكبر قدر من أشعة الشمس وهو لا يصلح إلا للبيوت المفردة.

٢- الشكل المكافئ الدورانى الزائدى المقطع Hyperbolic poraboloid:

هو كالسابق يسمح بنفاذ نسبة عالية من أشعة الشمس طوال ساعات النهار، ويستخدم بصفة خاصة فى المناطق البعيدة عن خط الاستواء؛ حيث تقل شدة الإضاءة كثيرًا، كما لا يستخدم إلا فى البيوت المفردة.

٣- الشكل النصف أسطوانى Quonset:

يستخدم كسابقيه فى البيوت المفردة فقط، وهو منفذ لقسط كبير من أشعة الشمس خلال معظم ساعات النهار. ويعد هذا الشكل أكثر الأشكال شيوعًا فى البيوت البلاستيكية المفردة.

٤- الشكل الإهليجى Elliptical أو النصف أسطوانى المحور Modified Quonset:

محور من الشكل السابق، ويشيع استخدامه عند إقامة مجمع من البيوت المحمية المتصلة بعضها ببعض.

٥- الشكل ذو العقد القوطى Gothic arch:

هو شكل ذو عقد مستدق الرأس.

٦- الشكل ذو السقف السندى Mansard roof:

بكل من جانبيه الطوليين منحدران؛ السفلى منهما أشد انحدارًا من العلوى، ولا يصلح إلا للبيوت المفردة.

٧- الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable even span

يصلح للبيوت الزجاجية والبلاستيكية، سواء أكانت متصلة أو غير متصلة. ويعد هذا الشكل أكثر الأشكال شيوعاً فى البيوت الزجاجية خاصة.

٨- الشكل الجمالونى غير المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable uneven span:

وفيه يكون أحد جانبى السقف أطول من الجانب الآخر. وهو يصلح للبيوت

الزجاجية والبلاستيكية، سواء أكانت متصلة أم غير متصلة، لكن لا يشيع استخدامه إلا فى البيوت المقامة على جوانب التلال، حيث يكون السقف المائل المعرض مواجها لأشعة الشمس، وذلك للسماح بنفاذ أكبر قدر من الطاقة الضوئية لتحسين الإضاءة والتدفئة

٩- الشكل المستند إلى مبنى Lean-to

يكون هذا النوع من البيوت ملاصقا لمبنى، ويكون السقف فيه منحدرًا نحو جانب واحد فقط هو الجانب المواجه للشمس، ويكون عادة صغيرًا، ويستخدم غالبًا فى إنتاج الشتلات (عن Mastalerz ١٩٧٧)

الأشكال الهندسية للبيوت المحمية المتصلة

تتكون البيوت المحمية المتصلة connected houses أو multi-span من سلسلة من البيوت المتلاصقة دون وجود فواصل رأسية أو جدران بين بعضها ويوجد من هذا النوع من البيوت شكلان رئيسيان؛ هما

١- شكل المرتفعات والأخاديد أو الخطوط والقنوات Ridge and furrow.

يتكون هذا النوع من البيوت المحمية من مجموعة من الصوبات المتجاورة من الشكل النصف أسطوانى المحوّر Modified Quonset بالنسبة للبيوت البلاستيكية غالبًا (شكل ٢ ٢). أو لشكل الجمالونى المنتظم الانحدار على جانبى السقف Gable even span بالنسبة للبيوت الزجاجية غالبا (شكل ٢-٣)

٢- شكل سن المنشار saw tooth

يتكون هذا النوع من البيوت من مجموعة من الصوبات المتجاورة من الشكل الجمالونى غير المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable uneven span، ويستخدم غالبًا فى البيوت الزجاجية.

هذا ويسمح نظام البيوت المحمية المتصلة بزيادة المساحة الداخلية للبيت، وهو الأمر الذى يخفض من تكاليف العمليات الزراعية؛ لأنه يسمح بالميكنة، كما أنه يقلل

من فقد حرارة التدفئة؛ نظرًا لصغر مساحة جدران البيت المعرضة للجو الخارجى، لكن يعيب مثل هذا النوع من البيوت زيادة المخاطر الناشئة عن الإصابات المرضية، أو تلك التى تحدث عند تلف الغطاء البلاستيكى أو الزجاجى للبيت، أو تعطل أجهزة التدفئة او التبريد، دون أن ينتبه المشرفون على البيت إلى ذلك فى الوقت المناسب (عن Boodley ١٩٨١).

تقسيم البيوت المحمية حسب مادة الغطاء

تقسم البيوت المحمية حسب مادة الغطاء إلى نوعين رئيسيين:

١- البيوت الزجاجية Glass houses:

تستخدم فى إنشائها هياكل من الخشب أو الحديد أو الألومنيوم، وتغطى بالزجاج وهى قد تكون:

أ- بيوت بسيطة مفردة.

ب- مجمع من البيوت المتصلة.

جـ- بيوت برجية Tour green houses: وهى لا تنشأ إلا بالقرب من المدن الكبيرة؛ حيث تكون الأرض مرتفعة الثمن، ولا يمكن استغلال مساحة كبيرة من الأرض فى إقامة الصوبة وقد قام المهندس النمساوى O. Ruthner بإقامة أول صوبة من هذا النوع فى فيينا سنة ١٩٦٥.

بلغت المساحة المزروعة فى هذه الصوبة ٢٧٠م^{٢}، بينما لم تشغل الصوبة نَفْسُها سوى مساحة ٣٦م^{٢}، وبلغ ارتفاعها ٢٢,٥م، وصمم بداخلها ١٢٥ حوضًا صغيرًا بأبعاد ٢,٤ × ٠,٥ م متصلة جميعها كسلسلة، كل حوض منها مرتفع قليلاً عن الآخر، وتتحرك كالسلالم المتحركة، وتتم دورة كاملة فى البرج خلال ساعة تقريبًا. وأثناء تحركها تتعرض النباتات للضوء من كل الجهات وبالدرجة نفسها، فتكون متجانسة فى النمو هدا وتلزم فى هذا النوع من الصوبات بعض الإضاءة الصناعية فى حالة إنتاج النباتات التى تحتاج إلى إضاءة قوية.

وتتم معظم العمليات الزراعية أسفل الصوبة، حيث ترش النباتات لمكافحة الآفات برشاشات ثابتة ويمكن إيقاف الحركة عند وصول كل حوض إلى الموقع السفلى، حيث تجرى العمليات الزراعية المختلفة من رى وتسميد وخلافه

وقد أقيم بالفعل عدد من هذه الصوبات فى النمسا، وألمانيا، والنرويج، والسويد، وسويسرا، وبولندا، وكندا (Nelson ١٩٧٨).

٢- البيوت البلاستيكية Plastic houses تستخدم فى إنشاء هذا النوع من البيوت هياكل من الخشب، أو الألومنيوم، أو مواسير المياه المجلفنة، وتغطى بالبلاستيك، لكن يتوقف نوع الهيكل على نوع الغطاء البلاستيكى المستخدم فالهيكل الخشبى لا يستخدم إلا حيث يتوفر الخشب بأسعار زهيدة وهذه تُغَطَّى بأى نوع من البلاستيك ويستعمل هيكل الألومنيوم غالبا مع الأغطية المصنوعة من مادة الليف الزجاجى المدعوم بالبلاستيك Fiberglass reinforced plastic أما هياكل المواسير المجلفنة، فإنها لا تستخدم عادة إلا مع الأغطية البلاستيكية التى يسهل تشكيلها، مثل شرائح البوليثيلين، والبولى فينيل كلورايد

وتوجد من البيوت البلاستيكية الأنواع التالية:

(أ) بيوت بسيطة مفردة:

وهذه تكون غالبا بشكل نصف أسطوانى، أو بشكل إهليجى، أو نصف أسطوانى مُحوّر Modified quonset. لكن يوجد منها بعض الأنواع الأخرى التى سبقت الإشارة إليها

ويفضل - عند إقامة بيوت بلاستيكية عريضة (بعرض ٢١م مثلاً) — أن تكون من النوع الجمالونى غير المتناظر الانحدار على جانبى السقف، مع جعل السقف ينحدر جهة الجنوب أو الغرب بمقدار ١٨° وجهة الشمال أو الشرق بمقدار ٨°، فذلك أفضل من السقف المسطح الذى يكون أقل نفاذية لأشعة الشمس (Castilla & Lopez-Galvez ١٩٩٤)

(جـ) بيوت بلاستيكية مدعومة بالهواء Air-supported plastic houses أو باختصار Air bubbles:

يعتمد رفع الغطاء البلاستيكى فى هذا النوع من البيوت على الهواء المضغوط وهى قليلة الانتشار. وأهم مميزاتها عدم الحاجة إلى هيكل لحمل الغطاء البلاستيكى، لكن لا تخفى الأخطار المترتبة على توقف التيار الكهربائى، كما أنها لا تناسب إنتاج الخضر التى تربى رأسيًا. كالخيار. والطماطم إلا إذا أقيمت دعائم خاصة لها، وهو الأمر الذى يقلل من أهمية الميزة الرئيسية لهذا النوع من البيوت.

مقارنة بين البيوت الزجاجية والبيوت البلاستيكية

تتميز البيوت الزجاجية بأنها أقل تأثرًا بالرياح من البيوت البلاستيكية، وبأنها تحتفظ بالحرارة المشعة من أرض البيت ليلاً، بينما يسمح البوليثيلين بنفاذ نسبة كبيرة منها. ويقابل ذلك تميز البيوت البلاستيكية عن الزجاجية بما يلى:

١- تبلغ تكاليف إقامة البيت البلاستيكى نحو عُشر تكاليف إقامة بين زجاجى ذى مساحة مماثلة.

٢- يمكن تشكيل هيكل البيت البلاستيكى ليكون ذا مقطع نصف دائرى Quonset يسمح بنفاذ أكبر قدر من أشعة الشمس، بينما لا يمكن تحقيق ذلك فى البيوت الزجاجية.

٣ من السهل نقل البيوت البلاستيكية من مكانها لعمل دورة زراعية، ولتجنب تكاليف التعقيم

٤- الهيكل المستخدم فى البيوت المحمية بسيط، ولا يحجب جزءًا كبيرًا من أشعة الشمس، كما فى هياكل البيوت الزجاجية.

٥- تكون البيوت البلاستيكية محكمة الإغلاق، بينما تسمح نقط اتصال ألواح الزجاج فى البيوت الزجاجية بتسرب الهواء الدافئ أو دخول الهواء البارد.

٦- تحتاج البيوت الزجاجية إلى صيانة مستمرة بعد إنشائها، بينما لا تحتاج البيوت البلاستيكية إلى أكثر من تغيير البلاستيك بعد انقضاء مدة صلاحيته.

٧- ترتفع درجة حرارة البيت البلاستيكى صيفًا بسرعة أقل مما يحدث فى البيوت لرجاجية (عن عبدالهادى ١٩٧٨)

الشروط العامة التى تجب مراعاتها عند إنشاء البيوت المحمية

تجب مراعاة عدد من الشروط العامة عند إنشاء البيوت المحمية وهذه الشروط هى:

اختيار الموقع المناسب لإقامة البيوت

إن من أهم العوامل التى تجب مراعاتها عند اختيار الموقع المناسب لإقامة البيوت المحمية ما يلى

١- الاستفادة – قدر الإمكان – من مصدرات الرياح المتوفرة، مع مراعاة عدم تظليل الصوبات بالأشجار العالية أو بالمبانى المجاورة.

٢- يجب أن يسمح الموقع بوصول سيارات النقل لتوصيل الوقود أو نقل المحصول منها دونما مشاكل

٣- من الأهمية بمكان توفر الماء اللازم. وعلى أن يكون بنوعية جيدة، وأن تقل فيه الأملاح وتتباين متاكن النوعية حسب مصدر الماء المستعمل. فهى قد تكون القلوية وارتفاع الـ pH فى مياه الآبار، وقد تكون إضافات الفلورين (فضلاً عن التكلفة العالية) فى مياه الشرب العادية. وقد تكون مسببات أمراض النبات والشوائب الصلبة فى مياه الترع والبرك

٤- يجب أن تكون التربة جيدة النوعية وجيدة الصرف، وأن تكون منبسطة، ولكن مع جعل وسط الصوبة بانحدار خفيف نحو جوانبها. هذا .. وتفضل الأراض الطميية والرملية الطميية

٥- يجب أن يسمح الموقع باحتمالات التوسع مستقبلاً.

٦ - ضرورة أن تتوافر الأيدى العاملة بالمنطقة (Sheldrake. و Hightunnels org – ٢٠٠٧ -- الإنترنت)

إقامة مصدرات الرياح

تعتبر مصدات الرياح ضرورة حتمية عند إنشاء البيوت المحمية. ويمكن الاعتماد على

الأشجار والشجيرات والشبك كمصدات للرياح. وتتأثر الحماية التى توفرها المصدات بكل من: ارتفاعها، وكثافتها، واتجاهها: بالإضافة إلى طول خط المصدات.

يؤثر ارتفاع المصدات على سرعة الرياح لمسافة تبلغ ٢-٥ أضعاف ارتفاعها فى الجانب التى تأتى منه الرياح، وتصل حتى ٣٠ ضعف الارتفاع فى الجانب الآخر.

- والكثافة هى نسبة المادة الصلبة فى المصد (المادة النباتية من أوراق وفروع ... إلخ) إلى إجمالى الحيز الذى يشغله ذلك المصد فوق الأرض وتعد كثافة قدرها ٥٠٪ هى الأفضل لتعليل سرعة الرياح؛ وذلك لأن المصدات الشديدة الكثافة يترتب عليها انخفاض فى الضغط فى الجانب غير المواجه للرياح؛ مما يؤدى إلى جذب الهواء القادم من أعلى المصد إلى أسفل؛ مما يؤدى إلى حدوث اضطراب فى الهواء حول النباتات، وتقل - بذلك - الحماية التى يوفرها المصد ومن ناحية أخرى فإن الكثافة الأقل من ٥٠٪ لا يصاحبها انخفاض فى الضغط أو اضطراب فى الهواء فى الجانب غير المواجه للرياح، ولكن الخفض فى سرعة الرياح لا يكون كبيرًا.

أما اتجاه خطوط مصدات الرياح فإنه يجب أن يكون متعامدًا على اتجاه الرياح السائدة خلال الفترات الحرجة بالنسبة لموسم الإنتاج المحصولى.

وأما عن طول خط مصدات الرياح فإنه يجب ألا يقل عن ١٠ أضعاف ارتفاعه لأن ذلك يؤثر فى المساحة الكلية التى يُراد حمايتها. كذلك فإن وجود ثغرات فى خط المصدات يقلل كفاءتها من خلال توفير الثغرات لممرات للهواء يمكن أن تزداد فيها سرعته

وفى حالة عدم توفر مصدات الرياح الشجرية، فإنه يمكن استبدالها - ولو مؤقتًا - بمصدات رياح من شباك البوليثيلين المنفذ للهواء بنسبة ٥٠٪؛ حتى لا يتسبب فى إحداث تقلبات هوائية. ويفيد هذا النوع من الشباك فى إبطاء سرعة الرياح بمقدار ٦٠٪ على امتداد مسافة تبلغ خمسة أضعاف ارتفاع الشباك، وبمقدار ٢٠٪ على امتداد مسافة تصل إلى عشرين ضعف ارتفاع الشباك.

هذا ويجب أن يكون ارتفع شباك مصدات الرياح الشبكية متناسبًا مع ارتفاع لبيوت ويكفى للبيوت البلاستيكية استخدام مصدات بارتفاع ١٨٠-٢٤٠ سم، نظرًا لأنها تعمل على رفع الهواء إلى إعلى قليلا

اختيار الاتجاه المناسب

عندما تكون البيوت المحمية مستطيلة الشكل — وتلك هى الغالبية العظمى من البيوت — فإن اتجاه البيت يجب أن يحدد، بحيث يسمح بنفاذ أكبر قدر من أشعة الشمس وأفضل اتجاه لجميع أنواع البيوت المفردة والمتصلة وفى جميع المناطق وجميع مواسم الزراعة — باستثناء واحد فقط — هو الاتجاه الشمالى الجنوبى. فذلك الاتجاه يسمح بوصول أشعة الشمس من جانبى البيت الطويلين (الشرقى والغربى) طوال ساعات النهار. كما يسمح ذلك الوضع بتحرك ظل السقف وفتحات التهوية العلوية فى جميع أنحاء البيت أثناء النهار

أما الاستثناء الوحيد لهذه القاعدة، فهو بالنسبة للبيوت المفردة التى تستخدم فى لزراعة شتاء فى المناطق التى تبعد عن خط الاستواء بأكثر من ٤٠° من درجات خطوط العرض فتحت هذه الظروف يجب أن يكون اتجاه البيت شرقيًا/غربيًا، حتى يسمح بنفاذ أكبر قدر من أشعة الشمس التى تصل إلى الأرض شتاءً فى هذه المناطق بزاوية منخفضة (Hanan وآخرون ١٩٧٨)

هذا وتتأثر الإضاءة الداخلية للصوبة بالظل الذى يُحدثه هيكلها، ويجب اختيار الاتجاه الذى يقل معه التظليل إلى أدنى مستوى ممكن. ويكون الاتجاه المناسب للبيوت المفردة — جنوب خط عرض ٤٠° شمالاً — هو الشمالى/الجنوبى، بينما يكون الاتجاه المناسب شمال هذا الخط هو الشرقى/الغربى أما سلاسل البيوت المحمية المتصلة فإن الاتجاه المناسب لها يكون الشمالى/الجنوبى عند كل خطوط العرض، ليمكن تجنب الظل الذى تحدثه هياكل الصوب جنوبا فى حالة الاتجاه الشرقى/الغربى

إن تأمين الإضاءة الجيدة الضرورية خلال فصل الشتاء يتطلب حساب زاوية سقوط

الضوء (الزاوية التى تصنعها أشعة الشمس الساقطة مع الخط العمودى على سطح الصوبة عند نقطة السقوط) عند كل خط عرض؛ الأمر الذى يعد أساسيًا بالنسبة للإنتاج الشتوى. هذا مع العلم بأن زاوية السقوط التى تتراوح بين صفرْ، و ٥٠ْ يكون تأثيرها محدودًا على نفاذ الضوء. ومع زيادة الزاوية عن ٥٠ْ تنخفض نفاذية الضوء بازدياد. فمثلاً عند زيادة زاوية السقوط من صفرْ إلى ٩٠ْ فإن نفاذية الضوء خلال زجاج بسمك ٣ مم تنخفض كما يلى:

درجة زاوية السقوط	نفاذية الضوء (٪)
صفر	٨٦
١٠	٨٦
٢٠	٨٦
٣٠	٨٦
٤٠	٨٥
٥٠	٧٧
٦٠	٦٥
٧٠	٤٠
٨٠	صفر
٩٠	صفر

كذلك فإن التيار الهوائى يستخدم فى تعديل الحرارة والرطوبة النسبية داخل الصوبات من خلال التهوية التى تتم من خلال جوانب الصوبة. ويمكن جعل الصوب المفردة عمودية على اتجاه الرياح السائدة، لتكون التهوية بامتداد الجانبين الطوليين للصوبة، لكن مع توفير فتحات مناسبة للتهوية يمكن إغلاقها وفتحها عند اللزوم. أما إن كانت الصوب كثيرة ومتجاورة .. فإنها يجب أن تكون فى اتجاه الريح السائدة.

إعداد موقع البيت

من الضرورى حراثة وتسوية الأرض جيدًا قبل الشروع فى إنشاء البيت مع عمل

جميع توصيلات الرى والصرف والكهرباء، وكذلك توصيلات البخار فى حالة التخطيط لاستخدام البخار فى عمليات التعقيم

كما تجب مراعاة توسيع مساحة الصوبة — قدر المستطاع — لتحقيق أكبر استفادة ممكنة من المدفأة ومروحة التهوية، وهما أكثر الأجهزة تكلفة، وبذلك تقل تكاليف الإنشاء بالنسبة للمتر المربع

مراعاة مواصفات عامة فى البيوت المنشأة

تجب مراعاة المواصفات العامة التالية عند القيام بإنشاء البيوت المحمية:

١- إذا كانت البيوت متلاصقة، فيجب أن يكون سقفها بميل يسمح بتصريف ماء المطر.

٢- إذا كانت البيوت فى 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.

٣- يتراوح عرض البيت الواحد عادة بين ٣,٦ مترًا و ٢٤ مترًا، أما الطول فيتوقف على رغبة المزرع. لكن بحسن عدم زيادته عن ٦٠ مترًا. حتى لا يضيع وقت العمال فى التنقل داخل البيت

٤- يجب أن يكون باب الصوبة واسعًا — قدر الإمكان — ليسمح بدخول الجرارات والآليات الصغيرة لإعداد أرض البيت، وسيارات الشحن الصغيرة لنقل المحصول ويفضل أن يكون عرض الباب حوالى ٢٧٠ سم

٥- يتوقف التصميم والهيكل المناسبين للبيت على نوع الغطاء المستخدم فيلزم التفكير فى ذلك الأمر أولاً، علمًا بأن الأغطية الزجاجية لا تصلح للمناطق التى يكثر فيها البَرَدْ، ولا تناسب المناطق الحارة، نظرًا لارتفاع تكلفتها الإنشائية دون أن تحقق مزايا خاصة على البيوت البلاستيكية فى هذه المناطق

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

٧- مراعاة توفير مسافة مناسبة بين الصوبات:

يجب أن تبعد الصوبة بمسافة لا تقل عن ٢,٥ مثل ارتفاع الأشجار والبيوت المحمية العالية والمبانى القريبة. وكقاعدة .. فإن الصوبات التى يكون اتجاها شرقى/غربى يجب أن تبعد عن بعضها بمقدار ٦ أمتار على الأقل، وتلك التى يكون اتجاهها شمالى/جنوبى يمكن أن تقترب من بعضها حتى ١,٢م. ولا يجب تشييد بيوت محمية شمال إنشاءات أساسية.

٨- مراعاة الأحمال التركيبية:

إن الأحمال loads هى الشد الذى يقع على هيكل الصوبة من قوى خارجية أو داخلية. ومن بين تلك الأحمال. المراوح. والمدفئات المعلقة. وأنابيب المياه المعلقة، وأثقال النباتات التى تربى رأسيًا. وهى التى يطلق عليها اسم dead loads وبالمقارنة .. فإن الأحمال المؤقتة أو التى تدوم لفترة قصيرة يطلق عليها اسم live loads، ومنها: ضغوط الرياح والجليد إن وجد. وكذلك الأسبتة المعلقة للنباتات التى تربى بتلك الطريقة

إن أحمال الرياح تكون – عادة – على الجوانب وتقع عمودية عليها وكمثال فإن سرعة رياح مقدارها ٧٠ كم/ساعة تعنى ضغطًا على جوانب الصوبة قدره ٥ أرطال على البوصة المربعة (٠,٣٥ كجم على السنتيمتر المربع). وأفضل وسيلة لمنع رفع الصوبة من مكانها بفعل الرياح هى بغرس دعاماتها فى التربة لمسافة لا تقل عن ٥٠ سم (Hightunnels.org – ٢٠٠٧ – الإنترنت).

٩- ملاحظات بشأن الجدر الطرفية والجانبية للصوبات:

إن الجدران الطرفية هى التى توضع فيها الأبواب وفتحات التهوية، والأبواب قد تكون مجرد فتحة تنسدل عليها شريحة بلاستيكية، أو باب يتسع لدخول فرد قائمًا ومعه أدواته التى يحتاجها للعمل بها داخل الصوبة، وقد يكون كبيرًا ويتسع لدخول الآليات وقد يكون جانب الصوبة كله فتحة واحدة للمساعدة فى زيادة التهوية صيفًا.

أما الجدران الجانبية فقد تكون ثابتة أو يمكن فتحها لأى ارتفاع بلف البلاستيك على عجلة تدار يدويًا أو آليًا. والجدران الثابتة لا يوصى بها إلا فى الأجواء والظروف

التى لا تحتاج فيها إلى التهوية بمعدلات عالية، بينما تسمح الجدران التى يمكن لفها بالتهوية الجيدة وبمعدلات عالية حسب الحاجة

١٠- متانة الهيكل

يمكن زيادة متانة هيكل الصوبة بالأساليب التالية

أ- غرس الدعامات حتى عمق ٥٠ سم فى التربة.

ب- زيادة قطر المواسير المستخدمة فى عمل الأقواس، وعدم الاعتماد على مواسير الـ PVC نظرًا لضعفها

جـ - زيادة عدد روابط (purlins) الهيكل.

د- تقليل المسافة بين الأقواس.

هـ- شد الغطاء البلاستيكى جيدًا على الهيكل.

إنشاء البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس

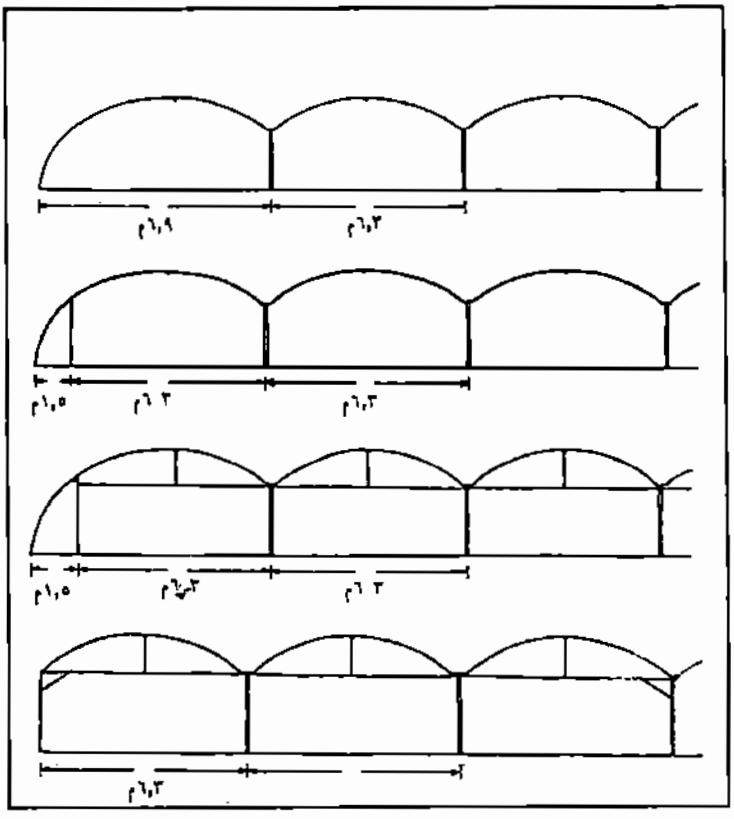
إن إنشاء البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس (أى البيوت المغطاة بالزجاج الليفى المدعم بالبلاستيك Fiberglass reinforced plastic) أصبح صناعة متقدمة تقوم بها شركات متخصصة يصعب على منتج الخضر العادى استيعابها، نظرًا لاعتمادها على قواعد هندسية لا تدخل ضمن اختصاصه. ولهذا .. فإن الخطوات التفصيلية لإنشاء مثل هذه البيوت لا يمكن أن يتضمنها كتاب كهذا يهتم فى المقام الأول بالزراعة وعمليات الخدمة، واستجابات النباتات لمختلف المؤثرات البيئية، لكن هذه التفاصيل الإنشائية يمكن الإطلاع عليها بالنسبة لمختلف أنواع البيوت فى المصادر التالية:

١- المراجع المتخصصة مثل: Mastalerz (١٩٧٧) و Hanan وآخرين (١٩٧٨) و Boodley (١٩٨١) و Nelson (١٩٨٥).

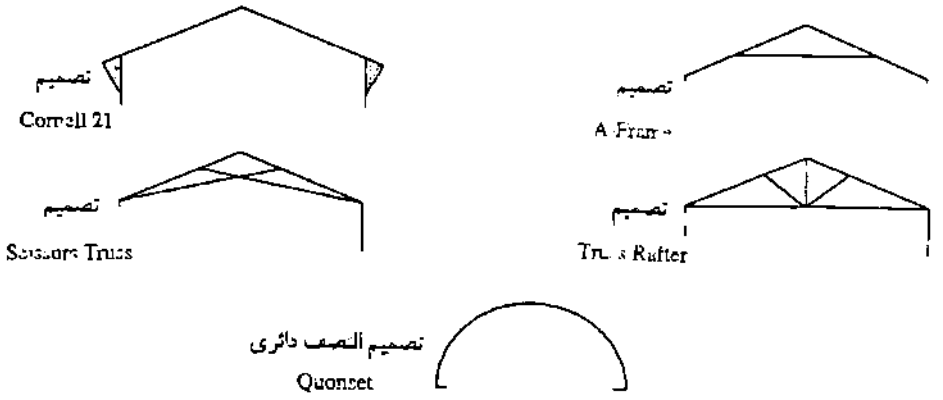
٢- النشرات والعجالات التى تصدرها الشركات المتخصصة، علمًا بأن الشركات ترحب عادة بالاستفسارات التى تصل إليها فى هذا الشأن

وسنكتفى فى هذا الجزء بتقديم بعض الرسوم التخطيطية التى توضح طريقة إقامة

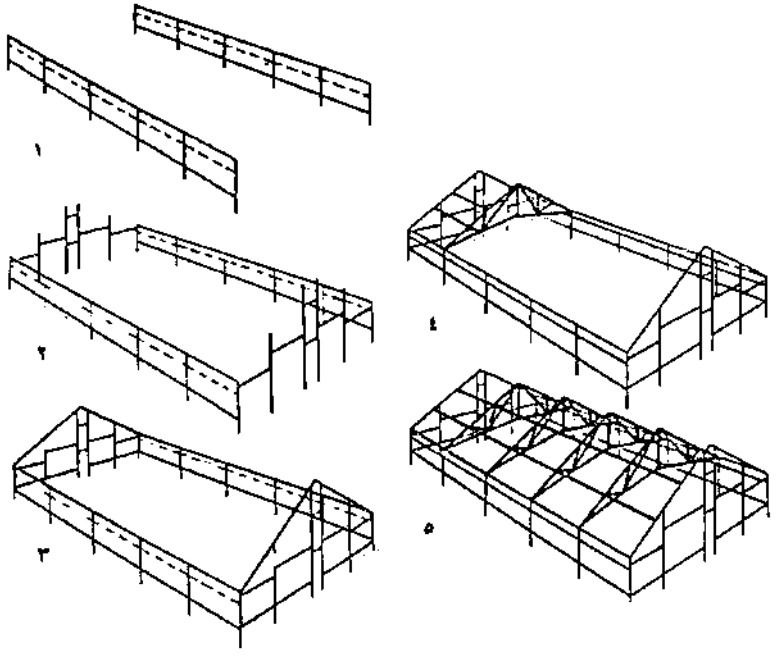
الهيكل فى بعض أنواع البيوت المحمية. فيبين شكل (٢-٢) مقاطع فى تصاميم مختلفة من بيوت كبيرة على شكل الخطوط والقنوات ذات الأسقف المنحنية Curved ridge and furrow تتكون وحداتها من عدد من البيوت الصغيرة بالشكل النصف أسطوانى المحور Modified Quonset. وتصلح هذه التصميمات لكل من بيوت الفيبرجلاس والبيوت البلاستيكية (شركة Fordingbridge Engineering – إنجلترا). ويبين شكل (٢-٣) مقطعًا للهيكل فى بعض أنواع البيوت، وكيفية توفير الدعم اللازم لسقف البيت. أما شكل (٢-٤)، فيبين خطوات إقامة الهيكل لبيت من الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable even span.



شكل (٢-٢): مقاطع فى تصميمات مختلفة لمجمعات من البيوت على شكل الخطوط والقنوات تتكون من وحدات ذات أسقف منحنية تصلح للتغطية بالبلاستيك أو بالفيبرجلاس.



شكل (٢-٣) مقاطع للهيكل فى بعض أنواع البيوت تبين كيفية توفير الدعم اللازم للسقف.



شكل (٢-٤) خطوات إقامة الهيكل لبيت من الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف

إنشاء البيوت البلاستيكية

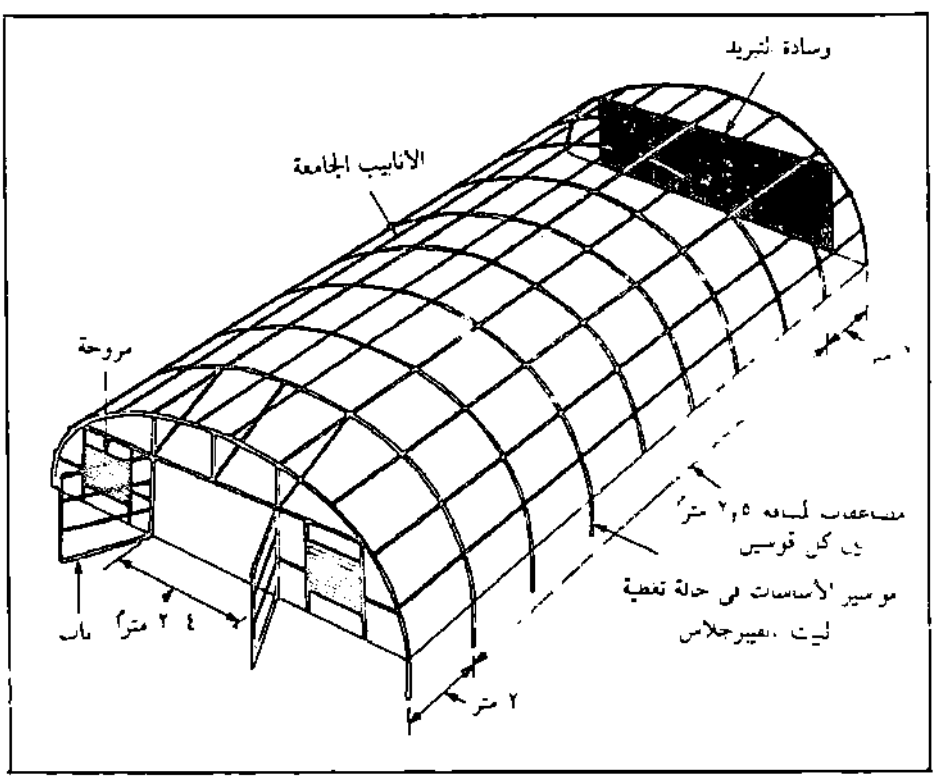
حققت البيوت البلاستيكية نجاحًا كبيرًا فى مجال الزراعة المحمية فى كل من المناطق الحارة والمناطق المعتدلة البرودة، ونذكر من هذه المناطق — على سبيل المثال — دول الخليج العربى، وشمال أفريقيا، والمناطق المطلة على البحر الأبيض المتوسط من دول جنوب أوروبا. وكما حدث مع البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس فإن بعض أنواع البيوت البلاستيكية قد قطعت شوطًا متقدمًا فى مجال التصميم الهندسى؛ الأمر الذى لا يمكن تفصيله فى هذا الكتاب، ولكن يمكن الإطلاع على ذلك الأمر فى المصادر التى سبقت الإشارة إليها، وبصفة خاصة فى نشرات وعجالات الشركات المتخصصة؛ لأن المراجع العلمية التى سبقت الإشارة إليها تهتم أساسا بالبيوت الزجاجية التى تصلح للمناطق الباردة التى صدرت فيها هذه المراجع

وكما فى البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس .. فإن البيوت البلاستيكية قد تتكون من اثنين (double) أو أكثر (multispan) من الأقبية المتصلة معًا والمفتوحة على بعضها البعض، وقد تكون مفردة (single). والنوع الأول والثانى قليلاً الانتشار فى مصر، وتقوم بإنشائهما شركات متخصصة. أما البيوت المفردة فهى الأكثر شيوعًا، ويمكن إتقان إقامتها بقليل من الممارسة.

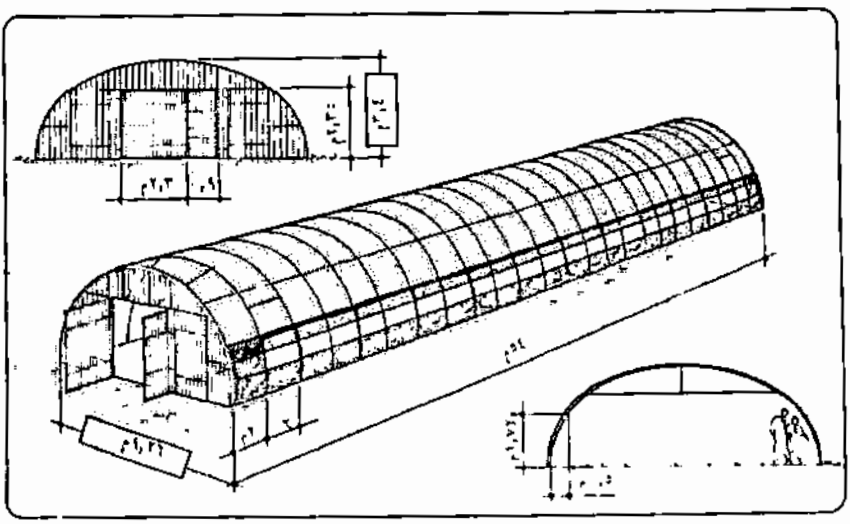
وعلى الرغم من تعدد أشكال وأنواع البيوت البلاستيكية المفردة، فإن هيكلها العام يبقى ثابتًا إلى حد كبير، حيث يتكون أساسًا من أقواس نصف دائرية من أنابيب المياه المجلفنة من الداخل والخارج. ويزيد قطر الأنابيب المستخدمة بزيادة عرض البيت وارتفاعه. وتصاحب ذلك زيادة فى تكاليف إنشاء البيت ويبين شمل (٢-٥) تخطيطًا لهيكل بيت بلاستيكى مبرد بعرض يبلغ سبعة أمتار، وبطول يمكن أن يمتد حتى ٤٠ متراً

كما يوضح شكلا (٢-٦)، (٢-٧) نموذجين لبيتين بلاستيكيين يبلغ عرض كل

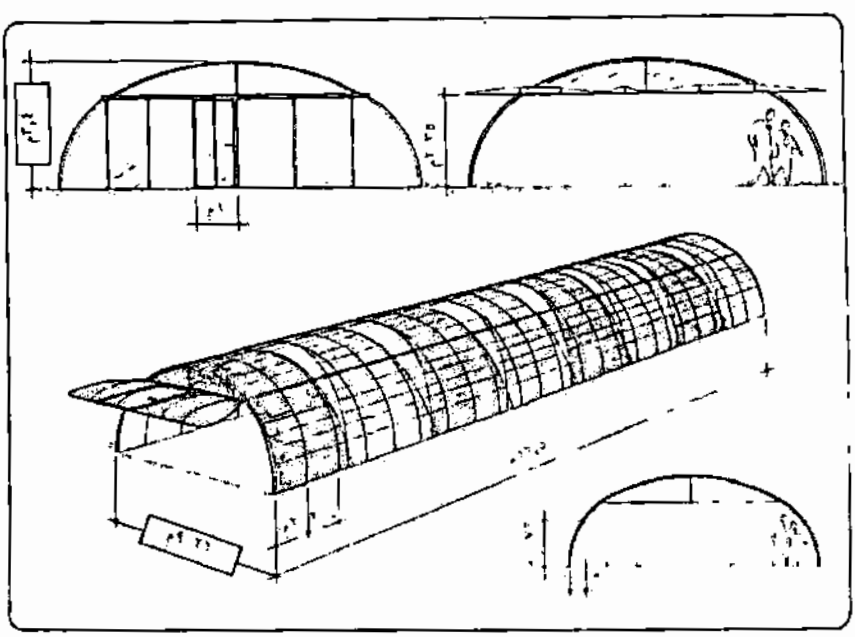
منهما ٩.٢٦ مترا وارتفاعه ٤ ٣ مترًا، ولكنهما يختلفان فى الطول، وفى شكل الأبواب ونظام التهوية، حيث يبلغ طول الصوبة ٥٤ مترًا، وتفتح الأبواب جانبيًا. وتكون التهوية عن طريق فتحات جانبية متقابلة بامتداد طول الصوبة فى شكل (٢ ٨). بينما يبلغ طول الصوبة ٥ ٥٦ مترًا، وتفتح الأبواب إلى أعلى، وتكون التهوية عن طريق فتحات متعددة بامتداد محيط الصوبة من أعلى، وعلى الجانبين فى شكل (٢-٧) وفى كلا النموذجين يتم التحكم فى اتساع فتحات التهوية بإدارة يد تقوم بطى البلاستيك إلى أعلى فى شكل (٢-٦)، وبثنيه نحو جانبى الفتحة فى شكل (٢-٧)



شكل (٢-٥) تخطيط لهيكل بيت بلاستيكى مبرد بعرض سبعة أمتار، وبطول يمكن أن يمتد حتى أربعين مترًا



شكل (٢-٦). نموذج لبيت بلاستيكي غير مبرد يبلغ طوله ٥٤ مترًا، وتتم فيه التهوية من خلال فتحات جانبية متقابلة بامتداد طول الصوبة.



شكل (٢-٧): نموذج لبيت بلاستيكي غير مبرد يبلغ طوله ٥٦,٥ مترًا، وتتم فيه التهوية من خلال فتحات جانبية متعددة بامتداد محيط الصوبة من أعلى ومن الجانبين.

ويتحدد الارتفاع المناسب للصوبة بشكل مقطعها، فتلك التى تكون على شكل نصف دائرة يكون ارتفاعها نصف قطرها تمامًا (نصف قطر الدائرة، أى نصف عرضها). أما الصوبات التى تأخذ شكل القبو (أى التى ترتفع أولاً من الجانبين قبل أن تتقوس من أعلى) فإن ارتفاعها يكون أقل قليلاً من نصف عرضها كما يلى

عرض الصوبة (م)	ارتفاع الصوبة (م) على بعد ٥٠ سم من الجانب	الارتفاع المناسب للصوبة (م)
٧,٠	١,٥٣	٢,٨٥
٧,٥	١,٦٠	٣,٠٢
٨,٠	١,٧٠	٣,٢٢
٨,٥	١,٧٠	٣,٢٧
٩,٠	١,٧٠	٣,٣٠
٩,٣	١,٧٠	٣,٥٠

هذا ويعرف نوعان رئيسيان من البيوت البلاستيكية المفردة، هما البيوت الكبيرة، والأنفق الاقتصادية

البيوت البلاستيكية الكبيرة المفردة

تتعدد أنواع البيوت البلاستيكية الكبيرة المفردة، كما تتعدد الشركات المصنعة لها، ومعظمها شركات فرنسية، وإنجليزية، وهولندية. وتستخدم فى صنع البيوت الكبيرة المفردة مواسير مجلفنة من الداخل والخارج، يتراوح قطرها بين ٦ سم، و ٩ سم. ويتكون كل قوس من عدة أجزاء ترتبط بعضها ببعض، وبمواسير أخرى أفقية تمتد بين الأقواس بواسطة وصلات خاصة

وتتراوح أبعاد هذه البيوت غالبا بين ٦ أمتار و٩ أمتار عرضًا، وبين ٥٤ مترًا و ٦٦ مترا طولا، بينما يتراوح ارتفاعها بين ٢,٧٥ مترًا و ٣.٥٠ مترًا وتتوفر بهذه البيوت — عاده — روافع لفتح وإغلاق فتحات للتحكم فى التهوية

ويُستدل من دراسات Tanny وآخرين (٢٠٠٨) على البيوت المحمية المغطاة

بالشبك screemhouses أن البيوت العالية (٤م) أفضل من المنخفضة (٢م) من حيث توفير الظروف البيئية الملائمة من حرارة ورطوبة بالقرب من النباتات. فالإضاءة كانت واحدة تقريبًا فى كلا البيتين، بينما كانت حرارة الهواء، وحرارة الأوراق، والفرق فى ضغط بخار الماء أعلى فى الصوبة المنخفضة عما فى المرتفعة. كذلك كان التدرج الرأسى الحرارى فى الصوبة المنخفضة ٣ أضعاف التدرج فى الصوبة المرتفعة، بسبب حركة الهواء الرأسية فى الأخيرة. وفى معظم الأوقات كانت الرطوبة فى الصوب العالية قريبة من الرطوبة فى الهواء الخارجى، مقارنة بالوضع فى الصوب المنخفضة.

إن البيوت البلاستيكية المفردة المثلى يجب أن تكون أبعادها حوالى ١٠,٥ × ٣٦م، ليمكن تحقيق التجانس فى درجة الحرارة على امتداد طول البيت، خاصة فى بداية الخريف ونهاية الربيع حينما ترتفع درجة الحرارة. كما أن هذا العرض يسمح بزراعة ٦ خطوط مزدوجة، مع توفير مساحة خالية من الزراعة بعرض ١٢٠ سم حول المحيط الداخلى للصوبة تسمح بحرية حركة الهواء، وسهولة الوصول إلى النباتات لأجل الحصاد والرش. ومثل هذه الصوبة يمكن أن تتسع لنحو ١١٠٠ نبات طماطم.

كذلك فإن الحوائط الجانبية للبيوت المحمية المثلى يجب أن تكون رأسية لارتفاع لا يقل عن ١٢٠ سم. ويفضل أن يكون الارتفاع الرأسى ٢٤٠ سم. ويعد الارتفاع الأخير مثاليًا إذا كان هناك تخطيط لتوسعات مستقبلية تتصل فيها الصوبات المفردة فى وحدات أكبر. ولا يحتاج الأمر لزيادة الارتفاع الكلى للبيت المحمى (من سطح التربة إلى قمة السقف) عن ٤,٢–٤,٨م؛ لأن زيادته عن تلك الحدود تعنى زيادة لا داعى لها فى حجم الهواء الذى يتعين تدفئته أو طردة خارج الصوبة عند التهوية؛ بما يعنى زيادة التكلفة (Hochmuth & Hochmuth ٢٠٠٤).

ونتناول بالشرح — فى هذا المقام — طريقة إقامة نوعين من البيوت البلاستيكية الكبيرة الفردة، ينتشر استخدام أحدهما فى مصر، بينما يشيع استخدام النوع الثانى فى دولة الإمارات العربية المتحدة. ويُصنَّع كلاهما محليًا وتتم إقامتها بالجهود الذاتية. أما

البيوت الكبيره المفرده التى تحتاج إلى خبرات خاصة لإنشائها فإنها تقام – عادة – بمعرفة الشركات التى تقوم بتصنيعها.

مثال ١ البيوت البلاستيكية المستعملة فى مصر

يبلغ عرض البيوت البلاستيكية الكبيرة المفردة التى يشيع استخدامها فى مصر ٩ أمتار. وطولها ٥٩ مترًا. وارتفاعها ٣.٢٥ مترًا. وتبلغ مساحتها ٥٣١ مترًا مربعًا وتتكون هذه البيوت من المكونات التالية

١ الأقواس

يتكون كل قوس من أربع قطع بقطر ١-٢ بوصة من الصلب المجلفن داخليًا وخارجيًا تكون المسافة بين القوسين الأول والثانى – وكذلك بين القوسين الأخير وقبل الأخير – مترين أما المسافة بين كل قوسين آخرين فتكون ٢,٥ مترا، وبذا .. يلزم لهذه الصوبة ٢٥ قوسًا. يتكون كل منها من أربع قطع، أى يلزم للصوبة الواحدة ١٠٠ قطعة.

ويمكن تحديد عدد الأقواس اللازمة – حسب طول الصوبة – كما يلى:

عدد الأقواس اللازمة = [(طول الصوبة – ٤)/٢,٥] + ٣

٢- وصلات القوس

يستخدم لذلك ١٠ وصلات على شكل حرف (T) لتجميع القوسين الأول والأخير، و ١١٥ وصلة على شكل صليبة (+) لتجميع باقى الأقواس. ويكون القطر الخارجى لهذه الوصلات أقل قليلاً من القطر الداخلى للأجزاء التى تقوم بتجميعها معًا، سواء أكانت تلك الأجزاء أقواس. أو مدادات

٣- المدادات الطولية

يتم وصل الأقواس بعضها ببعض بواسطة خمسة مدادات تمتد بطول الصوبة، منها اثنتان تحت سطح التربة لوصل أطراف الأقواس، وواحدة فى قمة الصوبة، واثنتان جانبيتان. ويستخدم لذلك مواسير مجلفنة بقطر ¾ بوصة. وتحتاج كل صوبة إلى ١١٠ ماسورات بطول ٢ ٥ مترا، و ١٠ مواسير بطول مترين لكل منها، بالإضافة إلى ١٠

مواسير أخرى بطول مترين لكل منها لتوفير الدعم اللازم بين كل من القوسين الأول والثاني. والقوسين الأخير وقبل الأخير.

٤- حوامل المحصول:

تثبت حوامل المحصول في جميع الأقواس، باستثناء القوسين الأول والأخير وهي عبارة عن مواسير مجلفنة بقطر ½" بوصة. وتحتاج كل صوبة إلى ٢٣ حاملاً للمحصول (بعدد الأقواس الداخلية) بطول ٦ أمتار لكل منها. وتثبت هذه الحوامل (المواسير) في الأقواس – بعرض الصوبة – على ارتفاع ٢٠٠– ٢٢٠ سنتيمتر من سطح الأرض.

٥- "سقاطات" حوامل المحصول:

تتدلى "سقاطات" حوامل المحصول من منتصف كل قوس؛ لكي توفر الدعم اللازم للحوامل لكي لا تتقوس تحت ثقل النباتات التي تستند إليها. تحتاج كل صوبة إلى ٢٣ سقاطة يتراوح طول كل منها بين ٨٠ سم و ٩٠ سم

٦- "أفيزات" حوامل المحصول والدعامات

تلزم "أفيزات" خاصة لوصل حوامل المحصول بالأقواس، وكذلك وصل الدعامات بالأقواس. وتستخدم ذلك أفيزات على شكل حرف U، تتصل بالماسورة بمسمار قلاووظ وصامولة ويلزم لكل بيت ٤٦ أفيزًا لحوامل المحصول، و ٢٤ أفيزًا للدعامات الطولية، و ١٦ أفيزًا للدعامات المقوسة (أفيزات حوامل الأبواب التي يأتي بيانها بعد قليل)، و ٨ أفيزات للدعامات المائلة (يأتي بيانها بعد قليل أيضًا)، بمجموع ٩٤ أفيزًا.

٧- حوامل الأبواب (عوارض القمرات):

يلزم لكل صوبة عارضتان لحمل الأبواب تثبتان في القوسين الأول والأخير تتكون كل عارضة من ماسورة مجلفنة بقطر ١-٢ بوصة (قطر مواسير الأقواس نفسه)، وطول ٦ أمتار

٨- دعامات حوامل الأبواب:

تدعم كل عارضة من حوامل الأبواب بأربع دعامات بطول ٧٠–٩٠ سم كل منها، تكون

مبطنة من الطرفين ومغموسة قليلا ويتم تثبيت هذه الدعامات في كل من العارضة والقوس (الأول أو الأخير) بأفيزات على شكل حرف U، يلزم منها ١٦ أفيزًا لكل صوبة

٩ - دعامات القوسين الأول والأخير

يدعم كل من القوسين الأول والأخير أربع دعامات أخرى تصل ما بين عارضة القمرة والقوس الثاني عند مدخل الصوبة، وبين عارضة القمرة والقوس قبل الأخير عند نهايتها ويستخدم لذلك مواسير مجلفنة بقطر ½" بوصة، وبطول ٢.٣٠ مترًا لكل منها تثبت هذه الدعامات مائلة، ويستخدم في تثبيتها من جهة العارضة الأفيزات نفسها المستخدمة في تثبيت دعامة القمرة مع عارضة القمرة، بينما تثبت من جهة القوس الداخلي (الثاني أو قبل الأخير) بأفيزات إضافية، يلزم منها ٨ أفيزات لكل صوبة (أربعة من كل جانب)، وقد سبق بيان أعداد هذه الأفيزات

١٠- أسلاك الشد، وأسلاك حوامل المحصول، وأسلاك التربيط:

يلزم لكل صوبة ٣٢ سلك شد تمتد بطول الصوبة وتوزع بالتساوي على جانبيها مع توزيعها بحيث تضيق المسافة بين كل سلكين كلما اتجهنا نحو قمة الصوبة، وتتسع كلما اتجهنا نحو الجانبين (حوالي ٢٠ سم بين كل سلكين عند قمة الصوبة تزداد تدريجيًا لتصل إلى ٦٠ سم مع بداية الجزء السفلي من القوس). يستخدم لذلك سلك نمرة ١٠ أو ١٢. ويبلغ طول السلك اللازم ٣٢ مثل طول الصوبة وإذا استخدام سلك نمرة ١٠ فإنه يلزم منه ١٠٠ كجم لكل صوبة هذا ويقل عدد أسلاك الشد إلى ٢٤ سلكًا فقط، عندما تكون الصوبة بعرض ٧-٧.٥ مترًا

كذلك يلزم لكل صوبة ١٠ أسلاك أخرى من النوعية نفسها، تستخدم كحوامل للمحصول، بمعدل سلكين لكل مصطبة زراعة، وبذا . يكون إجمالي طول السلك اللازم لكل صوبة هو ٤٢ مثل طولها، مع طول إضافي لتثبيت ولف كل سلك منها في القوسين الأول والأخير

ويتم تربيط أسلاك الشد وأسلاك حوامل المحصول مع الأقواس الداخلية باستعمال سلك

مجلفن رقم ١٦ أو رقم ١٨ بعدد ٣٢ × ٢٣ = ٧٣٦ سلكًا – بطول كافٍ – لكل صوبة. وتحتاج كل صوبة إلى ٥ كجم من السلك رقم ١٦ أو ٤ كجم من السلك رقم ١٨ للتربيط

١١- الأبواب:

تزود كل صوبة ببابين بارتفاع ٢٠٠-٢٢٠ سم، وباتساع الصوبة. وقد يفتح الباب برفعه إلى أعلى، أو قد يتكون من ضلفتين تفتحان جانبيًا. وقد تزود كل صوبة بباب صغير لدخول الأفراد عند الرغبة فى إحكام إغلاق الصوبة. وتثبت الأبواب إما فى عارضة القمرة أو من الجانبين بمفصلات خاصة.

١٢- أوناش التهوية ومشتملاتها:

وهى عبارة عن آلات خاصة لثنى البلاستيك أو طيه لأجل تهوية الصوبة. وتكون فتحات التهوية إما فى قمة الصوبة أو بامتداد جانبيها. ويلزم لكل ونش تهوية ضعف طول الصوبة من سلك صلب بقطر مناسب ومستلزمات أخرى يتم تصنيعها لهذا الغرض (عن مشروع الزراعة المحمية – وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٨٩ بتصرف).

ويتم تجميع أجزاء الصوبة بالترتيب نفسه الذى ذكرت به مختلف أجزائها.

وتتوقف كمية البلاستيك التى تلزم لتغطية الصوبة على نوعية البلاستيك، كما يلى:

مادة البلاستيك	الكثافة النوعية	السمك (ميكرون)	وزن المتر المربع (جم)	المساحة التى يغطيها الكيلو جرام (م٢)
البولیثیلین	٠,٩٢	٤٠	٣٦,٨	٢١,٧٠
		٨٠	٧٣,٦	١٣,٥٨
		١٥٠	١٣٨	٧,٢٤
		٢٠٠	١٨٤	٥,٤٣
البولى فينايل كلورايد	١,٢٥	٨٠	١٠٠	١٠,٠٠
		١٥٠	١٨٨	٥,٣١
		٢٠٠	٢٥٠	٤,٠٠

علمًا بأن البلاستيك المستخدم لتغطية الصوب يتراوح سمكه – عادة – ما بين ١٥٠، و ٢٠٠ ميكرونًا.

مثال ٢ البيوت البلاستيكية المستعملة في دولة الإمارات

تبلغ أبعاد البيوت الكبيرة المفردة – التي يكثر استخدامها في دولة الإمارات العربية المتحدة – ٦ أمتار عرضا، و ٣٦ مترا طولا، وتكون بارتفاع ٢٧ مترًا وتستعمل في هذا النوع من البيوت أنابيب مياه مجلفنة يبلغ قطرها الداخلي ¾ بوصة وتتوفر هذه الأنابيب بطول قياسي يبلغ ستة أمتار، ويلزم منها لإقامة البيت الواحد عدد ٧٥ أنبوبة.

يتم ربط الأنابيب بعضها ببعض بواسطة وصلات حديدية بقطر ٢١ ملليمترًا تُصنَّع على شكل علامة (+) وحروف (T و L)، ويلزم منها على التوالي عدد ٥١، ٤٠، ٤ وصلة للبيت الواحد يتم تصنيعها باستخدام ثلاثة أسياخ من حديد التسليح بالقطر المطلوب

هذا ويتم تقطيع المواسير المجلفنة بحيث يتحصل من الـ ٧٥ أنبوبة الكاملة على ٧٦ أنبوبة بطول ٢٣ مترًا و ٩٠ أنبوبة بطول مترين، كما يتم ثني جميع الأنابيب التي بطول ٢٣ مترا، بحيث يشكل كل أربع منها نصف دائرة بقطر ٦ أمتار.

تتم بعد ذلك إقامة هيكل البيت الذي لا يستغرق عادة أكثر من نصف ساعة إلى ساعة يتكون هيكل البيت من ١٩ قوسًا بشكل نصف دائري يبعد كل منهما عن الآخر بمسافة مترين، وبذلك يكون طول البيت ٣٦ مترًا.

يتكون كل قوس من أربع أنابيب مجلفنة بطول ٢,٣ مترًا لكل منها، أي يلزم لذلك ٧٦ أنبوبة، وهو العدد الذي سبق تصنيعه. تربط الأنابيب المكونة للقوس الواحد معًا ومع قطع المواسير التي يبلغ طولها مترين، والتي يتم تثبيتها بين الأقواس بواسطة الوصلات التي على شكل (+). ويلزم لذلك عدد ١٧ (الأقواس الداخلية) × ٣ (عدد الوصلات بالقوس الواحد) = ٥١ وصلة بشكل (+). كما يستعمل في هذه العملية عدد ١٨ × ٣ = ٥٤ أنبوبة بطول مترين

أما باقي الأنابيب – وعددها ٣٦ أنبوبة – فإنها تستخدم في ربط أطراف الأقواس، وتكون مدفونة في التربة على عمق نحو نصف متر ويتم ربط الأنابيب بأطراف الأقواس

بواسطة الوصلات التى على شكل حرف (T)؛ حيث يلزم منها عدد ١٧ × ٢ = ٣٤ وصلة. أما المتبقى من هذا النوع من الوصلات (وعددها ست وصلات) فيستخدم فى ربط الأقواس الطرفية معًا ومع الأنابيب الممتدة بطول البيت أعلى سطح التربة.

ولا يتبقى من الأجزاء التى سبق تصنيعها قبل ذلك سوى أربع وصلات على شكل حرف (L)، وهذه تستخدم فى ربط نهايات الأقواس الطرفية بالأنابيب الأفقية الممتدة بين الأقواس تحت سطح التربة.

تبدأ إقامة الهيكل عادة من أحد جانبيه بإقامة القوس الأول، ثم إيصاله بالمواسير الأفقية، وهذه يتم ربطها بالقوس الثانى، وهكذا حتى القوس الأخير. وبعد إقامة الهيكل يتم مد أسلاك مجلفنة أعلى خطوط الزراعة وعلى مستوى الأقواس مع ربطها بالأقواس بسلك رفيع.

ويحتاج هذا البيت إلى لفة وربع من البلاستيك بعرض ٩,٢٥ مترًا، وبطول ٤٠ مترًا. ويستخدم عادة بلاستيك بسمك ١٨٠ ميكرونًا، ومقاومة للأشعة فوق البنفسجية. ويراعى قبل وضع البلاستيك خلو الهيكل من أية أجسام معدنية خشنة أو مدببة، أو أية نتوءات بالهيكل، أو أية أسلاك خارجة، حتى لا يؤدى ذلك إلى تمزيق البلاستيك

ويثبت البلاستيك على الهيكل المعدنى بعد تقطعيه إلى أجزاء يبلغ طول كل منها حوالى ١٠-١١ مترًا. تُشد كل قطعة جيدًا على الهيكل، وتدفن نهايتاها المتدليتان على جانبى الهيكل تحت الأرض، وذلك لتثبيتها وضمان بقائها مشدودة. ويلزم عادة تسع من هذه القطع البلاستيكية تثبت متجاورة ومتداخلة بعضها مع بعض لمسافة ٣٠ سم.

هذا .. ويوصى بطلْى الأسلاك والأنابيب المجلفنة الملامسة للبلاستيك بدهان عاكس للضوء لتقليل الأثر الضار لارتفاع درجة الحرارة، الذى قد يؤدى إلى احتراق البلاستيك عند نقطة التلامس (وزارة الزراعة والثروة السمكية — دولة الإمارات العربية المتحدة ١٩٨٢).

الأنفاق البلاستيكية الاقتصادية

تعتبر الأنفاق الاقتصادية economic tunnels — أو الأنفاق التى يمكن السير بداخلها walking tunnels — أرخص أنواع البيوت البلاستيكية، ويبلغ عرضها عادة نحو أربعة أمتار أما طولها، فيمكن أن يتراوح بين ٢٠ مترًا و ٤٦ مترا، لكن يفضل عدم زيادته عن ٤٠ مترا، حتى لا تسوء التهوية فيها

ويتألف الهيكل الأساسى لهذه البيوت من أنابيب مجلفنة قطرها الداخلى نصف بوصة وتجمع هذه الأنابيب معًا بواسطة سلك قوى مقاس ١٠. ويناسب هذا النوع من الأنفاق زراعة الطماطم، والفلفل، والباذنجان، والفاصوليا، والكوسة، والفراولة، كما أنها تناسب إنتاج الشتلات

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

وتستعمل لتغطية هذه البيوت قطعة واحدة من البلاستيكية بطول ٥٠ مترًا، وبعرض ٧,٢ مترًا، وبسمك ١٢٥ ميكرونا ويوضح جدول (٢–١) المواد اللازمة لبناء بيت من هذا النوع بعرض ٤ أمتار، وطول ٤٦ مترًا

جدول (٢–١) المواد اللازمة لبناء بيت بلاستيكى اقتصادى بعرض ٤ أمتار، وطوله ٤٦ مترًا

المادة المستعملة	العدد اللازم
غشاء بولييثيلين ٥٠م × ٧,٥ متر، وبسمك ١٢٥ ميكرونًا	١
انابيب مجلفنة بقطر داخلى نصف بوصة، وطول ٦ أمتار	٢٨
أنبوب جامع بقطر داخلى نصف بوصة، وطول ١,٥ مترًا	٢٧
أنابيب مقوية ضد الريح بقطر نصف بوصة، وطول ٢,١ مترًا	٨
أنابيب الأساسات بقطر بوصة، وطول ٧٥ سم	٥٦
سلك نمرة ١٠ لربط الأقواس	١٣٠ مترًا

وتتبع الخطوات التالية عند إقامة البيت:

١ تحدد الزوايا القائمة للبيت فى أركان مستطيل بعرض ٤ أمتار، وبطول ٤٦ مترًا، ويتم ذلك بتحديد أحد جانبى البيت بطول ٤ أمتار، ثم تقام عليه الزوايا القائمة لتحديد موقع الجانبين الطوليين للبيت ويمكن رسم الزوايا القائمة لأركان البيت بسهولة إذا استخدم خيط بطول خمسة أمتار، ليكون وترًا لمثلث قائم الزاوية (عند ركن البيت) طول ضلعيه ثلاثة وأربعة أمتار

٢- يلى ذلك تحضير المواد المستخدمة فى عمل البيت؛ فيتم أولاً تشكيل جميع الأنابيب المجلفنة التى بقطر نصف بوصة وطول ٦ أمتار ليأخذ كل منها شكل نصف دائرى يبلغ نصف القطر فيه مترين. ويمكن عمل ذلك إما على هيكل خاص يُصنع لهذا الغرض، أو على هيكل من الأنابيب تدق فى الأرض على الشكل المطلوب للأقواس المستخدم لذلك ٤٠ أنبوبة بقطر نصف بوصة، وبطول ٧٥-١٠٠ سم، حيث تُدق فى أرض صلبة على بعد ٣٠ سم من بعضها البعض ومن المهم ثنى الأنابيب على بعد ٣٠ سم من طرفيها، بحيث تكون هذه الأطراف مستقيمة، وفى وضع عمودى على الأرض عند تركيب الأقواس.

يلى ذلك عمل ثلاث ثقوب بقطر $^{٣}/_{١٦}$ بوصة فى كل قوس؛ أحدهما فى الوسط، والآخران على بعد ١٥ سم من الطرفين، ثم تعمل ثقوب أخرى بالقطر نفسه على بعد ١٥٠ سم من طرفى القوس الأول من كل من جانبى البيت، وعلى بعد ٢٠ سم من طرفى القوس الثانى أيضًا من كل من جانبى البيت ومن الضرورى أن يتم عمل هذه الثقوب بعد ثنى الأقواس. ويتم عمل هذه الثقوب بسهولة بواسطة مثقاب خاص (شنيور).

٣- يتم بعد ذلك وضع أساسات البيت. وهى عبارة عن الأنابيب التى بقطر بوصة واحدة وطول ١٥ مترًا ويتوقف عدد هذه الأنابيب على طول البيت، لكنه يكون دائمًا ضعف عدد الأقواس. لأن الأقواس تثبت من طرفيها داخل هذه الأساسات. ولتركيب الأساسات تدق أولاً ٤ أنابيب منها فى أركان البيت التى سبق تحديدها على الأرض، وبشد بينها خيط، ثم تدق باقى الأساسات على الجانبين الطوليين؛ بحيث يكون صافى

لمسافة بين كل أنبوبين متجاورتين فى الخط الواحد ١٥ مترا ويجرى ذلك عمليًا بوضع أجزاء الأنبوب الجامع . والتى تكون بطول ١٥ م بين كل أنبوبتين من أنابيب الأساس هذا وتدق أنابيب الأساس فى التربة، بحيث لا يظهر منها فوق سطح التربة سوى ١٠-٢٠ سم

٤- تثبيت الأقواس بإدخال طرفيها داخل أنابيب الأساسات لمسافة ١٥ سم من كل طرف ويتم إحكام ذلك بوضع مسمار بطول ٧ سم فى الثقوب التى عملت خصيصًا لهذا الغرض فى أطراف الأقواس يعمل المسمار على منع دخول القوس لأكثر من المسافة المرغوبة فى أنبوب الأساس ويجب أن يراعى وضع القوسين الأول والثانى اللذين عملا خصيصًا فى مكانهما بجانبى البيت

هذا يمكن زيادة ارتفاع البيت باستخدام أنابيب أطول للأساسات مع دقها فى التربة بحيث تبرز منها لمسافة ٥٠ سم تثقب أنابيب الأساسات على بعد ١٥ سم من قمتها. ويمر بكل ثقب مسمار ليمنع دخول طرف القوس لأكثر من ذلك، وبذلك يضاف نحو ٥٠ سم إلى ارتفاع البيت

٥ - يعقب ذلك تركيب الأنبوب الجامع، وذلك بإدخال السلك مقاس ١٠ من الثقب الموجود فى وسط القوس الأول، على أن يمر بالقطعة الأولى من الأنبوب الجامع، ثم من الثقب الموجود بوسط القوس الثانى، ثم القطعة الثانية من الأنبوب الجامع، وهكذا واحدة بعد الأخرى وبعد الانتهاء من ذلك يشد السلك جيدا، ويثبت حول القوسين الموجودين فى طرف البيت

هذا ويمكن زيادة متانة البيت بزيادة عدد الأنابيب الجامعة إلى ثلاث أنابيب أو خمس تثبت بالطريقة نفسها، أو بالاستعانة بـ "جلبة" خاصة تثبت فى الأقواس، ويمرر منها الأنبوب الجامع

٦ يلى ذلك تثبيت الأنابيب المقوية ضد الريح (وعددها أربع، ويبلغ طول كل منها ٢١٠ سم). وذلك بإدخال سلك مقاس ١٠ فى كل منها، ثم يدخل طرفا السلك فى

الثقوب التى عملت لهذا الغرض على بعد ١٥٠، و ٢٠ سم من طرفى القوسين الأول والثانى على التوالى

٧- تكون الخطوة التالية هى تركيب البرواز الخشبى للأبواب بجانبى البيت. يُطمر الجانب السفلى لإطار الباب فى الأرض، ويثبت جانبه العلوي فى الأقواس مع مراعاة أن يكون ارتفاع الباب بالقدر الذى يسمح بتماس قمته مع القوس؛ حتى يمكن تثبيته فيه بصورة جيدة

٨- لتغطية البيت بالبلاستيك يتم أولاً حفر خندقين على الجانبين الطوليين للبيت، كل منهما بعرض ٢٥ سم، ولعمق ٢٥ سم. تستخدم قطعة بلاستيك واحدة بطول ٥٠ مترا، وعرض ٧،٢ مترًا. يفرش الغطاء البلاستيكى على الأرض، على أن يزيد طوله عن كل من جانبى البيت بمقدار مترين، حتى يمكن تثبيت الغطاء على براويز الأبواب يرفع الغطاء فوق الهيكل تدريجيًا، على أن تترك زوائد متساوية من الجانبيين لطمرها فى الخندق، مع مراعاة شد الغطاء جيدًا ليكون مقاومًا للرياح. تدفن زوايا الغطاء الأربع أولاً فى التربة، ثم تشد حواف الغطاء، ويوضع فوقها التراب. هذا ويحسن أن يتم تركيب الغطاء البلاستيكى فى يوم دافئ تزيد درجة حرارته عن ١٥°م؛ لأن تركيب الغطاء وهو منكمش فى يوم بارد يؤدى إلى ارتخائه عند تمدده فى الأيام الحارة

أما الغطاء البلاستيكى للأبواب، فيثبت فى البرواز بواسطة شرائح خشبية (سدابات بعرض ٢،٥ سم، وسمك ٢ سم) تدق على البلاستيك فى البرواز بمسامير (عبدالهادى ١٩٧٨ بتصرف)

أغطية البيوت المحمية

تتنوع المواد المستخدمة كأغطية للبيوت المحمية Cladding أو Glazing material، وتختلف كثيرا فى خصائصها وأسعارها وعمرها الافتراضى، وهى أمور يجب أن تؤخذ جميعها فى الحسبان عند اختيار نوع الغطاء

ويمكن تقسيم الأغطية إلى ثلاثة أنواع رئيسية، هى:

١- الزجاج

٢- الليف الزجاجى (الفيبرجلاس) Fiberglass

٣- البلاستيك وأنواعه كثيرة، ومن أهمها ما يلى:

أ- أغشية البوليثيلين polyethylene films

ب- أغشية وألواح البولى فينيل كلورايد polyvinyl chloride (PVC) films and sheets

جـ أغشية البولى فينيل فلورايد polyvinyl floride films (الـ Tedlar)

د- ألواح الأكريلك acrylic sheets (الـ Plexiglass)

هـ- أغشية البوليستر polyester films (الـ Mylar)

و- أغشية البولى كربونات polycarbonate sheets (الـ Lexan).

ز- البلاستيك المدعم بالفيبرجلاس fiberglass reinforced plastic (اختصارًا: FRP). علما بأن الفيبرجلاس عبارة عن ألياف زجاجية مطمورة فى البوليستر (Bucklin ٢٠٠١).

ومن أهم الخصائص التى يجب أخذها فى الحسبان عند اختيار أى من خامات الأغطية ما يلى:

١- نفاذية الغطاء للضوء

ففى المناطق التى تكون ملبدة بالغيوم والإضاءة فيها ضعيفة معظم أيام السنة يفضل أن نستعمل فيها الأغطية التى تسمح بنفاذ أكبر نسبة من الضوء الساقط عليها. وبالعكس فإنه يفضل استعمال الأغطيةالتى تسمح بمرور نسبة أقل من أشعة الشمس فى المناطق الحارة التى تكون فيها شدة الإضاءة عالية معظم أيام السنة

وبرغم أن الغطاء يمتص جزءًا من الأشعة الشمسية الساقطة عليه فى صورة حرارة، إلا أنه يشعها ثانية، إما نحو الفضاء الخارجى، وإما إلى داخل البيت. أما باقى الأشعة الساقطة، فإنها إما أن تنفذ من خلال الغطاء إلى داخل البيت، وإما أن تنعكس مرة

أخرى نحو الفضاء الخارجى. ويكون الانعكاس أعلى ما يمكن فى الصباح الباكر وقبل الغروب حينما تكون زاوية سقوط الأشعة الشمسية منخفضة

ويبين جدول (٢-٢) درجة نفاذية مختلف أنواع الأغطية للضوء كنسبة مئوية من الأشعة الشمسية التى تسقط عليها. وذلك عندما تكون بطبقة واحدة أو طبقتين، الأمر الذى يفضل - أحيانًا - لأجل التوفير فى الطاقة.

جدول (٢-٢): نفاذية أغطية البيوت البلاستيكية للضوء

الغطاء	عدد الطبقات	النفاذية (٪)
الزجاج (٣,٢ مم)	١	٨٨-٨٩
	٢	٧٨-٨٠
فيبرجلاس (شفاف ٠,٦٤ مم)	١	٨٦
	٢	٧٥-٧٧
بوليثيلين (٠,١ مم)	١	٩١-٩٢
	٢	٨٣-٨٤
بولى فينيل فلورايد (٠,١ مم)	١	٩٢-٩٣
	٢	٨٦-٨٧
فينيل شفاف	١	٩١
فينيل غائم	١	٨٩
أكريللك ٨ مم، و ١٦ مم		٨٦، و ٨٣
بولى كربونات ٦,٥ مم، و ١٦ مم		٨٠، و ٧٣

٢- نفاذية الغطاء للأشعة تحت الحمراء:

لهذا العامل أهمية كبيرة ليلاً. عندما تبعث التربة والأجسام الصلبة بالبيت الحرارة التى اكتسبتها أثناء النهار فى صورة أشعة تحت حمراء طويلة الموجة. فإذا كان الغطاء منفذًا لهذا الأشعة، فإنها تفقد فى الفضاء الخارجى، ويبرد البيت بسرعة؛ بينما تبقى داخل البيت، وتعمل على رفع درجة الحرارة داخله إن لم يكن الغطاء منفذًا لها

٣- نفاذية الغطاء للأشعة فوق البنفسجية:

تزداد أهمية هذا العامل في المناطق المرتفعة التي تزيد فيها شدة الأشعة فوق البنفسجية. مما يستلزم استعمال أغطية غير منفذة لها لتقليل إصابة النباتات بأضرار لفحة الشمس

هذا ويمكن إيجاز درجة نفاذية الأنواع الرئيسية السابقة الذكر من الأغطية لكل من الضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء كما يلي

١- لا تقل درجة نفاذية الأنواع المختلفة من الشرائح البلاستيكية للضوء المرئي عن الزجاج.

٢- تعتبر أغطية الزجاج والبوليثيلين غير منفذة للأشعة فوق البنفسجية. ويعتبر الفيبرجلاس قليل النفاذية، بينما تعتبر بقية الأغطية البلاستيكية منفذة لها.

٣- أغطية البوليثيلين هي الوحيدة المنفذة للأشعة تحت الحمراء، بينما يعتبر الفيبرجلاس وسطًا. أما بقية الأغطية، فهي إما قليلة النفاذية، وإما غير منفذة للأشعة تحت الحمراء

الأغطية الزجاجية

تستخدم في تغطية البيوت المحمية أنواع من الزجاج الشفاف بسمك ٣ مم غالبًا ويتوقف السمك المستخدم على مساحة الألواح المستعملة؛ فيزيد السمك بزيادة المساحة، وعلى ما إن كانت مستخدمة في الجدران، أم في الأسقف. تثبت ألواح الزجاج في براويز خاصة تشكل جزءًا من هيكل البيت.

ينفذ الزجاج الضوء بنسبة ٩٠٪ تقريبًا،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 إلى التدفئة الصناعية

ولخفض تكاليف التبريد في المناطق الحارة التي تزيد فيها شدة الإضاءة . أنتجت

إحدى الشركات الهولندية زجاجًا عاكسًا للضوء اسمه التجارى. هورتى كير Horti care، وهو زجاج ٤ مم عادى، إلا أنه معامل بغطاء من أكاسيد المعادن metallic oxides التى تعمل على عكس جزء من أشعة الشمس بدرجة أكبر من الزجاج العادى. فبينما ينفذ الزجاج العادى (٤ مم) نحو ٨٥٪ من الطاقة الشمسية الساقطة عليه، فإن زجاج الهورتى كير ينفذ من ٦٢٪-٦٨٪ فقط، والباقى يتم عكسه خارج البيت. ومن الضرورى ملاحظة عملية تركيب الزجاج؛ بحيث تكون طبقة الأكاسيد داخل البيت

هذا وبغض النظر عن نوع الزجاج المستخدم، فإنه يعتبر أطول أنواع الأغطية المستعملة عمرًا، إلا أنه يحتاج إلى مراقبة مستمرة لاستبدال الألواح التى تكسر بفعل البَرَدْ أو أية عوامل أخرى.

أغطية الليف الزجاجى (الفيبرجلاس)

يعتبر البوليستر المدعم بالليف الزجاجى Fiberglass Reinforced Polyester (ويطلق عليه اختصارًا اسم الفيبرجلاس أو FRP) البديل الأول للزجاج كغطاء للبيوت المحمية.

يتوفر الفيبرجلاس على شكل ألواح أو شرائح بسمك ١,٥-٢ مم، مسطحة ناعمة flat أو معرجة Corrugated، وكلاهما مرن بالقدر الكافى للتشكيل على هيكل البيت؛ بحيث يمكن تثبيتها على أى هيكل

وقد يثبت الفيبرجلاس على هياكل البيوت البلاستيكية الرخيصة، فتصبح بذلك تكلفة البيت وسطًا بين تكلفة البيت البلاستيكى والبيت الزجاجى، أو قد يثبت على هياكل البيوت الزجاجية، فتصبح تكلفة البيت الإجمالية قريبة من تكلفة البيت الزجاجى

من أهم خصائص الفيبرجلاس أنه يعمل على تثبيت أشعة الشمس الساقطة عليه، الأمر الذى يزيد من تجانس الإضاءة داخل البيت بدرجة أكبر مما فى حالة الغطاء الزجاجى كما أنه أكثر مقاومة للتكسير بفعل البَرَدْ من الزجاج، وأكثر تحملاً للانخفاض الشديد فى درجة الحرارة من البوليثيلين.

وبالمقابل يعيب الفيبرجلاس أن السطح الأكريلك للشرائح يتعرض للخدش، وتتكون فيه النقر بفعل احتكاكه بحبيبات التراب والرمل وبفعل التلوث الكيميائى؛ مما يؤدى إلى تعرض الألياف الزجاجية للجو الخارجى؛ 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 زجاجى، ثم دهنها بطبقة جديدة من الأكريلك acrylic resin.

هذا وتتراوح فترة ضمان الفيبرجلاس بين ٥ سنوات و ٢٥ سنة. وتكون فترة الضمان طويلة فى الشرائح المغطاة بطبقة مقاومة للأشعة فوق البنفسجية من البولى فينيل فلورايد polyvinyl fluoride

ومن ناحية النفاذية للضوء، فإن الفيبرجلاس الشفاف يتشابه تقريبًا مع الزجاج فى هذه الخاصية. بينما تقل النفاذية للضوء فى الشرائح الملونة (تستخدم هذه الشرائح فى إنتاج بعض النباتات المنزلية التى لا تتطلب إضاءة قوية). وإذا كانت نفاذية الهواء ١٠٠٪، فإن نفاذية الزجاج تبلغ ٩٠٪، ونفاذية الفيبرجلاس الشفاف تتراوح بين ٨٠٪ و ٨٢٪، وتنخفض إلى ٦٤٪ فى شرائح الفيبرجلاس الصفراء، و ٦٢٪ فى الشرائح الخضراء

وتعتبر شرائح الفيبرجلاس أقل مقدرة على التوصيل الحرارى من الزجاج فإذا كانت المقدرة على التوصيل الحرارى ١٠٠٪ فى الهواء، فإنها تبلغ ٨٨٪ فى الزجاج، و ٦٣٪-٦٨٪ فى الفيبرجلاس الشفاف

ويعنى ذلك أن البيوت المغطاة بالفيبرجلاس تكون أقل احتياجًا إلى التبريد صيفًا، وأقل حاجة إلى التدفئة شتاء من البيوت الزجاجية. ومما يساعد على ذلك أن تسرب الحرارة منها يكون بدرجة أقل مما فى البيوت الزجاجية؛ نظرًا لأن ألواح الفيبرجلاس تكون أكبر مساحة، وبالتالى تقل أماكن اتصال الألواح مع الهيكل. وينطبق ذلك بصفة خاصة على ألواح الفيبرجلاس الملساء. أما الألواح المعرجة، فإنها تزيد كثيرًا من سطح

البيت المعرض للجو الخارجى، مما يزيد الحرارة المفقودة بالإشعاع، الأمر الذى يتطلب زيادة الحاجة إلى التدفئة بنحو ٣٠٪-٤٠٪ عما فى حالة استعمال الألواح الملساء.

هذا ويقدر سمك شرائح الفيبرجلاس بوزن وحدة المساحة، وتستخدم — عادة — شرائح زنه ٠.٥ كجم للمتر المربع للأسقف، وشرائح زنه ١,٢ كجم للمتر المربع للجدران.

ونظرًا لأن أسطح شرائح الفيبرجلاس — مثل أسطح شرائح البوليثيلين —تعتبر طاردة للماء Water repellent، فإن قطرات الماء التى تتكثف عليها سريعًا ما تتساقط مع أقل حركة للغطاء بفعل الهواء، أو عند إغلاق باب البيت مثلاً؛ ولهذا يجب رش البلاستيك من الداخل بمادة تجعله أقل طردًا لقطرات الماء، حتى تنزلق القطرات عليه من الداخل إلى أن تصل إلى سطح التربة، بدلاً من سقوطها على النباتات. وعلى الرغم من أنه من الممكن استعمال الصابون العادى لهذا الغرض، إلا أنه يغسل بسرعة، ويستخدم لذلك تحضير تجارى يسمى صن كلير sun clear ترش به جدران البيت من الداخل

ومن أكبر العيوب التى تؤخذ على الفيبرجلاس شدة قابليته للاشتعال (Boodley ١٩٨١. و Nelson ١٩٨٥)

أغطية الأغشية البلاستيكية

إن أكثر أنواع الأغشية البلاستيكية السهلة التشكيل استعمالاً فى الوقت الحاضر هى أغطية البوليثيلين، والبولى فينايل كلورايد. ويتوفر كلاهما على شكل لفائف من الأغشية التى تختلف فى الطول والعرض والسمك حسب الغرض من الاستعمال. ويمكن التمييز بينهما بسهولة؛ لأن أغشية البوليثيلين تطفو على سطح الماء، وإذا أحرقت قطعة منه، فإنها تحترق بسهولة كبيرة، معطية شعلة مضيئة جدًا، وتكون للأبخرة الناتجة من الاحتراق رائحة الشمع أما أغشية البولى فينايل كلورايد، فإنها لا تطفو على سطح الماء، وإذا أحرقت قطعة منه. فإنه شعلتها تكون شاحبة، وتكون للأبخرة الناتجة من الاحتراق رائحة حامض الأيدروكلوريك (عبدالهادى ١٩٧٤) كما تقوم الشركات بتصنيع

عديد من أنواع الأغطية اللبلاستيكية الأخرى، منها الجامد Rigid ومنها السهلة التشكيل)

أغشية البوليثيلين

يعد بوليثيلين الصوبات أهم المواد المستخدمة كغطاء للبيوت المحمية، وتتحدد خواصه بالسمك (بالـ mil الذى يعادل $\frac{1}{1000}$ من البوصة، أى حوالى ٢٥ ميكرونًا) وبالعمر المفترض وغالب ما تكون الشرائح المستخدمة بسمك ٥ mil (أى حوالى ١٢٥ ميكرون) وبعمر افتراضى قدره خمس سنوات وغالبا ما تستخدم طبقتان من شرائح البوليثيلين تلك بينهما طبقة من الهواء الذى يدفع بينهما بمضخة صغيرة

وغالبًا ما يُعامل البوليثيلين بإضافات لتحسين خواصه وإطالة عمره الافتراضى، ولكنها تزيد — كذلك — من أسعاره، وتقلل نفاذيته للضوء.

فمثلاً . ما لم تكن شرائح البوليثيلين معاملة بمثبطات ضد الأشعة فوق البنفسجية فإن استعمالها لا يمكن أن يدوم لأكثر من موسم واحد

كما يعامل البوليثيلين بناشرات surfactants للسوائل تجعل قطرات الماء التى تتكثف على الجانب الداخلى للغطاء تنزلق جانبيًا بدلا من تجمعها ثم سقوطها على النباتات. كما أن تجمع قطرات الماء على الجانب الداخلى للغطاء غير المعامل يقلل من شدة الإضاءة بالصوبة

ويمكن بمعاملة البوليثيلين بمواد غير منفذة للطاقة الحرارية المنطلقة من التربة ليلاً على صورة أشعة تحت حمراء طويلة الموجة تقليل فقد تلك الطاقة من النفاذ خلال الغشاء إلى الهواء الخارجى بمقدار النصف، ويعنى ذلك الاحتفاظ بنحو ١٥٪-٢٥٪ من الطاقة التى تفقد من البيوت المحمية ليلاً هذا مع العلم بأن البوليثيلين غير المعامل بتلك المواد لا يشكل عائقًا يذكر أمام نفاذ الأشعة تحت الحمراء وفى المقابل .. فإن طبقة واحدة منه تقلل من نفاذية غشاء البوليثيلين للأشعة النشطة فى البناء الضوئى إلى ٨٢٪

يطلق على أغشية البوليثيلين polyethylene أيضًا أسم polyethene، ويوجد منها نوعان: أحدهما عادى، والآخر مضاف إليه مادة خاصة لامتصاص الأشعة فوق البنفسجية، ويسمى كوبوليمر copolymer.

١- البوليثيلين العادى:

يتآكل البوليثيلين العادى عندما يتعرض لأشعة الشمس photodegradable، والأشعة فوق البنفسجية هى التى تحدث التمزق. ولهذا .. فإنه يستعمل — عادة — لموسم زراعى واحد لمدة ٦-٩ أشهر، وبحد أقصى سنة واحدة. ثم يجدد بعد ذلك.

وتعتبر أغشية البوليثيلين أرخص الأغشية البلاستيكية وأكثرها انتشارًا. ويتراوح سمك النوع المستخدم فى الصوبات بين ١٠٠ ميكرون و ١٥٠ ميكرونًا، ويتوفر بعرض يصل إلى ١٢م، وبأى طول. وتبلغ نفاذية البوليثيلين العادى للضوء ٨٨٪؛ وهو بذلك مماثل تقريبًا للزجاج الذى تبلغ نفاذيته ٩٠٪. وهو منفذ لكل من الأشعة فوق البنفسجية (بنسبة ٨٠٪)، والأشعة الحمراء (بنسبة ٧٧٪)؛ وبذلك فهو يسمح بنفاذ الأشعة ذات الموجات الطويلة التى تصدر من النباتات والتربة. ويفيد ذلك فى تقليل الحاجة إلى التهوية والتبريد نهارًا، لكن تقابل ذلك زيادة الحاجة إلى التدفئة ليلاً؛ نظرًا لأن غطاء البوليثيلين يسمح بنفاذ الإشعاع الحرارى الذى يصدر من التربة ليلاً إلى خارج البيت

وفى حالة استعمال طبقتين من البلاستيك كغطاء للصوبات (كما سيأتى بيانه فيما بعد) . فإن نفاذية الغشاءين معًا — للضوء — تنخفض إلى ٧٧٪. ويفيد استعمال طبقتى البلاستيك فى تقليل الفقد الحرارى من البيت ليلاً، وعند إجراء التدفئة الصناعية ليلاً أو نهارا

كما تتوفر أغشية البوليثيلين البيضاء اللون، وتستعمل لخفض شدة الإضاءة داخل الصوبات فى المناطق الشديدة الحرارة صيفًا.

ويعيب الأغطية البلاستيكية العادية سرعة نقص نفاذيتها للضوء بنسبة تتراوح بين

٢٠٪ و ٤٠ . بفعل التغيرات التى يحدثها تعرضها للأشعة فوق البنفسجية كما أن هذه الأغطية تكون سريعة العطب والتمزق تحت تأثير العوامل الخارجية، وخاصة الحرارة المرتفعة، والأوزون، والأشعة فوق البنفسجية

٢- الكوبوليمر Copolymer

الكوبوليمر هو نوع من البوليثيلين المضاف إليه — أثناء التصنيع — بعض المواد الثابتة ضوئيًا وحراريًا، مثل أكسيد البنزوفينون بنسبة ٠,٥٪-٠,٦٪ تقوم هذه المواد بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية وتبطئ من تحلله؛ ولذلك فهو يعيش لفترة أطول تصل إلى سنة ونصف أو سنتين وتتميز هذه الشرائح بلونها الأصفر وفيما عدا ذلك، فإنه لا يختلف فى خصائصه عن البوليثيلين العادى

أدى استعمال أغطية للبيوت البلاستيكية من الـ ethylene-tetrafluoroethylene copolymer إلى تقليل الفاقد فى البلاستيك بنحو ٥-١٠ مرات، مع زيادة الاستفادة من البلاستيك المستعمل. مقارنة بالوضع فى حالة البلاستيك العادى هذا . علمًا بأن التقييم تم تحت ظروف طبيعية حقيقية دُرس فيها تأثير الأشعة الشمسية والكيماويات الزراعية على كل من فقد البلاستيك للقابلية للشد، وكميات الملوثات التى تتراكم فيه (Stefani وآخرون ٢٠٠٧)

وبطا .. فإن أغشية البوليثيلين المستعملة كأغطية للبيوت البلاستيكية تتوفر بنوعيات مختلفة — حسب نفاذيتها لمختلف الموجات الضوئية — كما يلى:

١- شرائح حاجزة للأشعة تحت الحمراء infrared barrier

تقوم هذه الشرائح بامتصاص الموجات الضوئية الطويلة للأشعة تحت الحمراء لخفض الفقد الحرارى من الصوبة خلال الليل، بينما تسمح للأشعة تحت الحمراء فى المدى الأقصر فى الطول الموجى — والتى تكون أكثر طاقة — بالمرور أثناء النهار، بما يؤدى إلى تدفئة الصوبة وتتوفر أنواع عديدة من تلك الأغطية تسمح بمرور الضوء للنباتات النامية

٢- شرائح عاكسة للأشعة تحت الحمراء infrared reflecting.

تقوم هذه الأغطية بعكس الأشعة تحت الحمراء الأقصر طولاً أثناء النهار، بما يسمح بخفض حرارة الصوبة نهارًا.

وقد دُرس تأثير أغطية البيوت المحمية التى تمنع مرور الأشعة تحت الحمراء (FR) أو الحمراء (R) على نمو وتطور ومحصول الطماطم والخيار فى المزارع المائية، ووجد أن نفاذ الأشعة تحت الحمراء (R إلى FR = ٢,٣٣) أدى إلى تثبيط النمو الخضرى وقصر السيقان والسلاميات، وتأخير بدء الحصاد، ونقص المحصول فى بداية الحصاد فى الطماطم، مقارنة بما حدث فى الكنترول (R إلى FR = ١,١١). هذا بينما أدى منع نفاذ الأشعة الحمراء (R إلى FR = ٠,٥٨) إلى التبكير فى إزهار الطماطم بصور معنوية، وتحفيز النمو الخضرى معنويًا كذلك، مع زيادة فى طول السلاميات والسيقان. وفى كلا المحصولين — الطماطم والخيار — كان الحصاد أبكر والمحصول المبكر أعلى عند منع نفاذ الأشعة الحمراء عما فى الكنترول، ولكن التأثيرات كانت أوضح فى الخيار عما فى الطماطم (Murakami وآخرون ١٩٩٧)

٣- شرائح حاجزة للأشعة فوق البنفسجية UV blocking:

تقوم هذه الشرائح بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية حتى طول موجى ٣٩٠ نانوميتر، الأمر الذى يمكن أن يحد من انتشار بعض الأمراض مثل البوتريتس (American Society for Plasticulture — ٢٠٠٨ — الإنترنت).

وقد أفادت معاملة البوليثيلين بمواد تمنع نفاذ الأشعة فوق البنفسجية ذات الطول الموجى ٢٨٠-٣٢٠ نانوميتر (ميكرون) — وهى الأشعة الضرورية لتجرثم الفطر *Botrytis cinerea* — فى منع انتشار الإصابة بالعفن الرمادى الذى يسببه هذا الفطر.

ويستفاد من دراسة قورن فيها نمو وإنتاج الباذنجان فى وجود غطاء بلاستيكى يمنع نفاذ الأشعة فوق البنفسجية كلية بالنمو والإنتاج فى وجود غطاء بلاستيكى عادى يسمح بنفاذ ٥٪ من الأشعة فوق البنفسجية ازدياد طول النباتات بمقدار ٢١٪، والنمو الخضرى

بمقدار ١٧٪. والمحصول بنسبة ٢٠٪، مع زيادة فى أحجام الثمار تحت البلاستيك المانع لنفاذ الأشعة فوق البنفسجية مقارنة بالوضع تحت البلاستيك العادى (Kittas وآخرون ٢٠٠٦)

أغشية البولى فينايل كلورايد

يطلق على أغشية البولى فينايل كلورايد polyvinyl chloride (اختصارًا: PVC) أيضًا اسم أغشية الفينايل Vinyl films وهى تعيش فترة تتراوح — حسب المصادر المختلفة — من سنوات إلى خمس. والأغلب أنها تعيش ثلاث سنوات فقط فى المناطق الشديدة الحرارة صيفا وتستخدم عادة أغشية بسمك ٢٠٠–٣٠٠ ميكرونًا، وتتكلف ٣–٤ أمثال البوليثيلين العادى سمك ١٥٠ ميكرونًا.

وعلى الرغم من أن نفاذية أغشية البولى فينايل كلورايد للضوء تبلغ ٨٨٪ (وهى تتشابه فى ذلك مع نفاذية أغشية البوليثيلين، وتقترب من نفاذية الزجاج)، إلا أنها تحتفظ بشحنات كهربائية على سطحها تجذب إليها الأتربة، مما يقلل من نفاذيتها للضوء إلا إذا غسلت كلما تجمع عليها التراب. وتعتبر أغشية البولى فينايل كلورايد أقل نفاذية من البوليثيلين للأشعة فوق البنفسجية (٧٠٪ للبولى فينايل، بالمقارنة بـ ٨٠٪ للبوليثيلين).

ومن أهم مميزات أغشية البولى فينايل كلورايد أنها لا تسمح إلا لنحو ١٢٪ فقط من الأشعة تحت الحمراء بالنفاذ من خلالها؛ وبذا فهى تعمل على الاحتفاظ بالإشعاع الحرارى الصادر من النباتات والتربة ليلاً داخل الصوبة، وهو الأمر الذى يعمل على رفع درجة الحرارة عن الجو الخارجى ليلاً بنحو ٢–٣ درجات مئوية.

أنواع أخرى من الأغشية البلاستيكية

تعمل الشركات دائمًا على إنتاج أنواع جديدة من الأغطية البلاستيكية، منها الأغطية الجامدة، والأغطية الغشائية السهلة التشكيل، لكن كل هذه الأنواع لم يكن لها — حتى الوقت الحاضر — انتشار يذكر، بالمقارنة بالأنواع التى سبق بيانها.

ومن أهم أنواع البلاستيك الجامد الأخرى ما يلى:

١- بولى فينايل كلورايد الجامد Rigid Polyvinyl Chloride، وهو أكثر تكلفة من الفيبرجلاس، وينفذ الضوء بنسبة ٧٠٪-٨٠٪.

٢- بولى ميثايل مث أكريليت Polymethyl methacrylate:

ينفذ الضوء بنسبة ٩٢٪ ورخيص نسبيًا.

ومن أهم أنواع الأغطية البلاستيكية المستعملة التشكيل الأخرى ما يلى:

١- البوليثيلين تيرى فثاليت Polyethylene terephthalate·

وهو يباع تحت الاسم التجارى Mylar. وهو ينفذ الضوء بنسبة ٨٨٪، والأشعة تحت الحمراء بنسبة ٢٤٪، ويجدد عادة كل ٤ سنوات، إلا أنه أكثر تكلفة.

٢- إيثيلين فينايل أسيتيت Ethylene-Vinyl Acetate (اختصارًا: EVA):

يتميز عن الإيثيلين العادى بأنه:

أ- أكثر نفاذية للضوء.

ب- أقل نفاذية للإشعاع الحرارى من التربة والنباتات ليلاً.

جـ- أكثر تحملاً للإشعاع الشمسى، ويخدم لمدة تتراوح بين سنتين و ٥ سنوات، إلا أنه أكثر تكلفة.

د- يمكنه أن يتحمل التداول فى حرارة تصل إلى -٤٠°م، بينما لا يتحمل البوليثيلين العادى حرارة أقل من -٢٥°م.

٣- البولى فينايل فلورايد Polyvinyl fluoride (اختصارًا: PVF):

ينفذ الضوء بنسبة ٩٢٪، والأشعة تحت الحمراء بنسبة ٣٣٪، ويتحمل الأشعة فوق البنفسجية. ويخدم لفترة قد تصل إلى ثمانى سنوات (Boodley ١٩٨١، و Nelson ١٩٨٥).

مشاكل استعمال الأغطية البلاستيكية

برغم أن الأغطية البلاستيكية رخيصة الثمن وسهلة التركيب، إلا أن استعمالها يكون — عادة — مصحوبًا بالمشاكل التالية:

١- غالبا ما تتلف سرائح بلاستيك بسرعة أكبر عند أماكن اتصالها بهيكل البيت، وخاصة عندما تستعمل الـ PVC فى تلك الهياكل؛ بسبب ارتفاع درجة الحرارة عند هذه النقط. الأمر الذى يزيد من معدل أكسدة البلاستيك فى وجود الأشعة فوق البنفسجية. وحتى بداية ثمانينيات القرن الماضى كان يستعمل مثبتا ضد الأشعة فوق البنفسجية أساسه النيكل، لم يكن يتأثر بأى من الكلورين الحر، أو الـ fluorinated hydrocarbons، أو المركبات الأخرى الطيارة التى توجد بلدائن الـ PVC. ولكن منذ عام ١٩٨٣ أنتجت الأغشية طويلة البقاء المتحملة للأشعة فوق البنفسجية، والتى تحتوى على مثبطات شفافة للأشعة فوق البنفسجية تعرف باسم hindered amine light stabilizers (HALS) تميزت تلك الأغشية بشفافيتها، وبعدم دكنة لونها مع مرور الوقت. ولكن من عيوب هذه الأغشية أنه عند تعرضه لأى من الكلورين الحر، أو الـ fluorinated hydrocarbons، أو بعض المبيدات، أو الكبريت، أو أى من المركبات الطيارة التى توجد فى لدائن أنابيب الـ PVC، فإن المادة المثبطة للأشعة فوق البنفسجية التى توجد بها يثبط فعلها. وعندما يحدث ذلك تقل فترة بقاء غطاء الصوبة البلاستيكى، خاصة فى أماكن تلامسه مع الـ PVC. ولذا، يجب ألاّ تتلامس تلك النوعية من الأغطية مع أنابيب الـ PVC.

وأفضل وسيلة للتغلب على مشكلة تلف البلاستيك فى أماكن اتصاله بالهيكل هى بطلاء البلاستيك فى تلك المواقع بمادة بيضاء عاكسة لأشعة الشمس.

٢- يتعرض البلاستيك للأضرار الميكانيكية التى تؤدى إلى تمزقه.

ويمكن رتق التمزقات البسيطة فى الأغطية البلاستيكية للصوبات باستعمال شريط لاصق خاص لهذا الغرض. يفضل تأجيل عملية الرتق إلى حين سطوع الشمس لكى يكون كلا من الغشاء البلاستيكى — عند التمزق — والشريط دافئين. تنظف المساحة المحيطة بالتمزق أولا بصورة جيدة باستعمال أحد منظفات الزجاج، ثم يُجرى الرتق بالشريط على جانبى التمزق إن كان ذلك ممكنًا. وكبديل لتلك العملية يمكن قص مساحة من غشاء بولييثيلين ووضعه على الجزء الممزق من غطاء الصوبة، ثم لصق حافته مع غطاء الصوبة

باستعمال الشريط اللاصق. وذلك قبل وضع الشريط اللاصق على كامل المساحة المقطوعة.

هذا ولا يجوز استعمال أغشية البوليثيلين التى تخزن وتنقل وهى مطوية فى تغطية الصوبات. لأن موضع الثنى يكون ضعيفًا، ويتعرض للتمزق فى الجو البارد.

٣- غالبا ما يتكثف بخار الماء على الجدر الداخلية للبيوت البلاستيكية بسبب برودة الجو خارج البيت عنه داخله، مع زيادة الرطوبة النسبية داخل البيت ويؤدى التكثف إلى تقليل نفاذية البلاستيك للضوء، كما أن قطرات الماء قد تسقط على النباتات النامية، مسببة أضرارا لها.

عندما يتكثف بخار الماء على شكل قطرات صغيرة على السطح الداخلى للغطاء البلاستيكى للصوبة، فإن تلك القطرات تعمل كآلاف من العدسات الصغيرة التى تعكس حوالى ١٠٪-١٥٪ من الضوء الساقط وتمنعه من الوصول إلى داخل الصوبة. ومع تزايد التكثف فإن قطرات الماء تنمو لأحجام أكبر، ثم تسقط تحت تأثير ثقلها على المحصول أسفل منها وإلى جانب مشاكل ابتلال النموات النباتية، فإن هذا التساقط المائى يمكن أن ينقل معه جراثيم مرضية إلى النباتات. كما يجعل جو العمل شديد الرطوبة وغير مريح للعاملين

وتتوفر مركبات (مثل صن كلير sun clear) يؤدى رشها على السطح الداخلى للغطاء البلاستيكى إلى منع تكوين تلك القطرات، حيث ينتشر بخار الماء المتكثف فى طبقة رقيقة جدًا — بدلا من تكوين قطرات — تنساب إلى أسفل على امتداد الغطاء حتى التربة، وبذا يبقى الغطاء البلاستيكى نظيفًا وشفافًا، فتزداد نفاذيته للضوء.

كما تعالج مشكلة التكثف هذه بتصميم البيت بحيث يكون انحدار الجدران بنحو ٣٥-٤٠ درجة، حتى تنزلق عليها قطرات الماء بسهولة إلى أن تصل إلى الأرض. كما أن توفير التهوية الجيدة يقلل من مشكلة التكثف.

وفى المقابل . فإن ظاهرة التكثف يكون لها أهميتها أثناء الليل، إذ يقلل الغشاء المتكثف من فقد الحرارة المكتسبة أثناء النهار بالإشعاع ليلاً، نظرًا لأن الماء غير منفذ

للأشعة تحت الحمراء

كما وجد Foulloley وآخرون (١٩٩٤) أن تكثف بخار الماء يقلل معامل التوصيل الحرارى للأغطية البلاستيكية، الأمر الذى يساعد على تقليل فقد الحرارة من البيت ليلاً، مع تقليل الفاقد فى الطاقة المستهلكة فى عملية التدفئة إن وُجدَت. وبالمقارنة .. يؤدى تكثف بخار الماء على الأغطية الزجاجية للبيوت المحمية إلى زيادة معامل توصيلها الحرارى، وزيادة فقد الحرارة من البيت ليلاً

تجهيز البيت بمناضد الزراعة (البنشات)

لا تستخدم مناضد الزراعة (البنشات) فى الإنتاج التجارى للخضر، ولكنها قد تستخدم فى الإنتاج التجارى لنباتات الزينة التى تربى فى الأصص، كما أنها ضرورة فى البيوت المحمية التى تقام لأغراض البحوث ويصنع هيكل المناضد عادة من الحديد أو الألومنيوم. كما قد تصنع الأرجل من مواسير المياه. أما سطح المناضد، فقد يكون ألواحًا من الحديد، أو الأسمنت، أو أية مادة قوية لا تتشبع بالماء.

ومن الضرورى تصميم المناضد ووضعها بحيث تتحقق فيها الشروط التالية:

١- أن يمكن المرور بينها بسهولة.

٢- أن يمكن للعامل الوصول لأبعد نقطة فى المنضدة وهو فى الممر.

٣- أن يكون ارتفاع المناضد مناسبا لطبيعة نمو النباتات التى ستربى عليها، فتكون منخفضة عند استخدامها فى زراعة نباتات طويلة تربى رأسيًا. وبارتفاع نحو ٨٠-٩٠ سم عند استخدامها فى زراعة نباتات قصيرة هذا . ويوجد ارتباط بين ارتفاع المنضدة وعرضها ليسهل الوصول إلى أبعد نقطة فيها

٤- أن تشغل المناضد أكبر نسبة من مساحة البيت.