الفصل العشرون

# إنشاء البيوت المحمية ( الصوبات )

## ٢٠ – ١ : اقتصاديات الزراعة المحمية

يحقق إنتاج الخضر فى الزراعات المحمية عائدًا اقتصاديًا مجزيًا للمستثمرين فيها ، برغم أن تكلفة إنتاج الخضر فى الصوبات تزيد عن تكلفة إنتاجها فى الحقول المكشوفة . وترجع هذه الزيادة بالدرجة الأولى إلى ضخامة رأس المال المستثمر فى إنشاء الصوبات ، بالإضافة إلى مصاريف تشغيلها وصيانتها . ويتوقف مقدار الزيادة فى تكلفة الإنتاج والعائد الذى يمكن أن يتحقق من الزراعات المحمية على العوامل التالية .

١ – عدد الصوبات التى يتم تشغيلها فى الوقت الواحد ، أى مساحة البيوت المحمية .

٢ – حجم الصوبات المستخدمة .

٣ – نوع الهيكل الذى تصنع منه الصوبات ( الخشب – الحديد – الألومنيوم – مواسير المياه المجلفنة ) .

٤ – نوع الغطاء المستخدم ( الزجاج – الألياف الزجاجية Fiber glass – رقائق البلاستيك ) .

٥ – مدى توفر أجهزة التبريد والتدفئة ، ومدى الحاجة إليهما .

٦ – درجة التحكم الآلى فى الأجهزة المختلفة بالصوبات .

٧ – المحاصيل والأصناف المزروعة .

٨ – موسم الإنتاج ، ومقدار المنافسة التى يتعرض لها المحصول المنتج من الزراعات المكشوفة .

٩ – مدى الطلب على المحصول المنتج فى الأسواق الخارجية للتصدير .

وبرغم كل هذه العوامل ، فإن الزراعات المحمية تكون ضرورة لا غنى عنها تحت الظروف التالية :

١ – فى المناطق الباردة ( شمال خط عرض ٣٥ شمالًا ، وجنوب خط عرض ٣٥ جنوبًا ) خلال فصل الشتاء بهذه المناطق ، حيث يستفاد من التدفئة الصناعية بالبيوت المحمية فى إنتاج الخضر فى فترة يستحيل خلالها إنتاج الخضر فى الزراعات المكشوفة .

٢ – فى المناطق الشديدة الحرارة صيفًا ، كما فى دول الخليج العربى ، حيث تستخدم البيوت المُبرّدة فى إنتاج بعض محاصيل الخضر التى يستحيل إنتاجها خلال نفس الفترة فى الزراعات المكشوفة .

أما فى المناطق المعتدلة ، كمصر والدول ذات الظروف الجوية المشابهة ، فإنه يمكن الاستفادة من الغلة العالية لوحدة المساحة من الزراعات المحمية فى تحقيق عائد أكبر يزيد كثيرًا عما يمكن تحقيقه فى الزراعات المكشوفة إذا ما أخذت العوامل السابقة جميعها فى الاعتبار .

## ٢٠ – ١ – ١ : تأثير عدد الصوبات التى يتم تشغيلها فى آن واحد ( مساحة البيوت المحمية ) على تكلفة الإنتاج

قام باسيلى ( ١٩٨٦ ) بحساب تكاليف إنشاء وتشغيل وصيانة الصوبات البلاستيكية فى مصر على أساس أسعار ١٩٨٦ ، وعلى أساس أن الصوبة الواحدة التى تبلغ مساحتها ٥٠٠ متر مربع (حوالى ٩ × ٦٠ م ) تتطلب المكونات المبينة فى جدول ( ٢٠ – ١ ) ، ثم شرع فى حساب التكلفة السنوية للمتر المربع الواحد من الصوبة ، اخذا فى الاعتبار تكاليف الإنشاءات ، وفائدة رأس المال والزراعة والتشغيل والصيانة ، وعلى أساس أن سعر المكونات المتبقية بعد انتهاء عمرها الافتراضى هو ١٠٪ من سعر شرائها ، فوجد أن تكلفة المتر المربع الواحد تتناقص من ١٥,١٥ جنيهًا عند تشغيل صوبة واحدة إلى ٧,٥١ جنيهًا عند تشغيل ١٦ صوبة فى آن واحد ، كما هو مبين فى جدول ( ٢٠ – ٢ ) . ويرجع هذا التناقص إلى أن العديد من مكونات التكلفة ، سواء فى الإنشاءات أم فى الزراعة أم التشغيل أم الصيانة تبقى ثابتة ، أو تزيد قليلًا مع زيادة أعداد الصوبات .

**جدول ( ٢٠ – ١ ) : المكونات اللازمة للصوبة البلاستيكية الواحدة وتكلفتها ( حسب أسعار ١٩٨٦ ) وعمرها الافتراضى .**

| المكونات | التكلفة ( جنيه مصرى ) | العمر الافتراضى ( سنة ) |
|---|---|---|
| الهيكل الحديدى المجلفن ( قطر المواسير ١,٥–٢ بوصة) | ٣٥٠٠ | ٧ |
| الأبواب والشبابيك | ٧٠٠ | ٥ |
| الغطاء البلاستيكى ($\frac{1}{4}$ طن) | ٧٥٠ | ٢–٣ |
| الرى الداخلى ( مواسير ونقاطات ) | ٢٥٠ | ٥ |
| معدات الرى ( مرشحات، خزانات، طلمبات ... إلخ ) | ٦٠٠ | ٦ |
| منشآت ( مخزن ومأوى ) | ٥٠٠٠ | ٢٠ |

**جدول ( ٢٠ – ٢ ) : تأثير عدد الصوبات التى يتم تشغيلها فى آن واحد على التكلفة السنوية للمتر المربع**

| عدد الصوبات التى يتم تشغيلها فى آن واحد ( مساحة ٥٠٠ متر مربع لكل منها ) | التكلفة السنوية للمتر المربع ( جنيه مصرى ) |
|---|---|
| ١ | ١٥,١٥ |
| ٢ | ١٠,٠٤ |
| ٨ | ٨,٥٤ |
| ١٦ | ٧,٥١ |

ويرى نصار ( ١٩٨٦ ) أن تكلفة الإنتاج للمتر المربع الواحد من الصوبات البلاستيكية تصل إلى ٣٦ جنيهًا عند تشغيل صوبة واحدة فقط ، وتنخفض هذه القيمة تدريجيًّا بزيادة المساحة المزروعة لتصل إلى ٢ جنيه مصرى للمتر المربع الواحد عند تشغيل ٤٠ صوبة فى آن واحد ، أى عند زراعة حوالى خمسة أفدنة ( أى ٢,١ هكتار ) من البيوت المحمية وبذلك .. فإن أقل مساحة يمكن زراعتها بأكبر عائد ممكن هى خمسة أفدنة من الصوبات ، على أن يكون ذلك مصاحبًا بمساحة إضافية مزودة بنظام الرى بالتنقيط لزراعتها تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى الجو البارد ، وعلى أن تكون المساحة المخصصة للأنواع المختلفة من الصوبات والأنفاق على الوجه التالى :

١ – تنشأ الصوبات المفردة single tunnels الكبيرة ( أبعاد ٩ × ٥٠ متر ، وبارتفاع ٣,٢ مترًا ) على ثلث المساحة المخصصة للصوبات .

٢ – تنشأ الصوبات الاقتصادية economic tunnels ، أو walking tunnels الصغيرة ( أبعاد ٤ × ٤٠ مترًا ، وبارتفاع ٢ متر ) على ثلثى المساحة المخصصة للصوبات .

٣ – يخصص ١ – ٢ صوبة من الصوبات الاقتصادية لاستعمالها كمشاتل ، وهذه تغطى صيفًا بشباك التظليل .

٤ – تبلغ المساحة الإضافية المزودة بنظام الرى بالتنقيط لزراعتها تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة نحو ثلثى المساحة الإجمالية المخصصة للصوبات .

### ٢٠ – ١ – ٢ : تأثير نوع الصوبات وطريقة إدارتها وتشغيلها على تكلفة الإنتاج

يلخص نصار ( ١٩٨٦ ) العوامل التى تنبغى مراعاتها عند إنشاء وتشغيل الصوبات البلاستيكية للحصول على أكبر عائد من الاستثمارات فيما يلى :

١ – تكلفة نظام الرى : يكون الرى فى الزراعات المحمية عادة بطريقة التنقيط ، بالإضافة إلى الحاجة لنظام الرى بالضباب من أعلى النباتات فى ظروف خاصة . وبينما تبلغ تكلفة المتر المربع لنظام الرى بالتنقيط نحو ٤٠ قرشًا ( أسعار ١٩٨٦ ) عند إقامة نظام الرى على مساحة فدان واحد ، فإنها تنخفض إلى ٢٥ قرشًا فقط عند إقامة شبكة الرى على مساحة خمسة أفدنة .

٢ – تكلفة هيكل الصوبات والبلاستيك ، بما فى ذلك التهوية الميكانيكية ، مع مراعاة أهمية إنشاء أنواع مختلفة من الصوبات ، نظرًا لضرورة تنويع المحاصيل المزروعة من ناحية ، ولأن بعض المحاصيل لا تكون زراعتها اقتصادية فى أنواع معينة من الصوبات من ناحية أخرى .

٣ – تكلفة المعدات ، مثل : الجرار ، والمحاريث ، وخزان ( تانك ) المبيدات .

٤ – تكلفة مبنى الإدارة والمخازن وخزان المياه ( تؤخذ تكلفة خزان المياه فى الاعتبار عند الاعتماد على ماء النيل ، نظرًا لضرورة تخزين المياه قبل السدة الشتوية . أما عند الاعتماد على المياه الجوفية ، فلا حاجة لخزان المياه ) .

٥ – ضرورة تنويع المحاصيل المزروعة ( ٣ – ٤ محاصيل ) بغرض توزيع تكاليف الزراعة على أكثر من محصول ، وكذلك تنويع مصادر الدخل ، وفى ذلك نوع من الضمان والأمان فى حالة فشل الزراعة لأحد المحاصيل . ويتطلب ذلك زراعة أكثر من صوبة ، كما يتطلب إنشاء أكثر من نوع من

الصوبات ليناسب كل محصول ، فتقام الأنفاق الاقتصادية ( ٤ × ٤٠ مترًا بارتفاع ٢ متر ) لإنتاج الفلفل ، والطماطم ، والشمام ، والأنفاق المفردة الكبيرة ( ٩ × ٥٠ مترًا بارتفاع ٣,٢٠ مترًا ) لإنتاج الخيار ، والشمام . فلا يجوز مثلًا إنتاج الفلفل فى الأنفاق المفردة الكبيرة ، لأن تكلفة المتر المربع بها تكون أعلى مما يمكن معه استغلالها اقتصاديًا بالفلفل . وينطبق نفس الشيء على الطماطم ، لأن أسعارها تكون عادة منخفضة ، وعلى المحاصيل ذات النمو المنخفض مثل الخس ، أما الشمام ، فيمكن إنتاجه بصورة اقتصادية فى كل من الأنفاق الكبيرة والأنفاق الاقتصادية . ومن جهة أخرى .. فإن الخيار لا يمكن زراعته إلا فى الأنفاق المفردة الكبيرة .

٦ – يجب كما سبق الذكر – توفير مساحة إضافية مزودة بنظام الرى بالتنقيط لتغطيتها بالأنفاق البلاستيكية المنخفضة ، وزراعتها بالطماطم أو غيرها من المحاصيل .

٧ – يجب تزويد المساحات بين الصوبات بخطوط الرى بالتنقيط ، حيث تتوفر بهذه المساحات حماية جزئية ، ويمكن زراعتها بالطماطم التى يكون إنتاجها داخل الصوبات غير اقتصادى ، حتى لو وصل الإنتاج إلى ٧٠ – ٨٠ طنًّا للفدان ، وذلك بسبب انخفاض سعر الطماطم .

٨ – أما التدفئة ، فإنها غير ضرورية تحت الظروف المصرية ، نظرًا لأن الجو لا يكون شديد البرودة ، ولأنها مكلفة للغاية ، فالمتر المربع الواحد من الصوبات المفردة الكبيرة يتكلف ثلاثة جنيهات للتدفئة فقط . وهذه الزيادة الكبيرة فى تكلفة الإنتاج لا تغطيها الزيادة التى تحدث فى المحصول – والتى تكون فى حدود ١٦٪ فى الخيار ، ونحو ١٠٪ فى الشمام – إلّا إذا كانت هناك تعاقدات مسبقة لتوريد محصول مرتفع الثمن فى وقت معين من السنة يقل فيه الإنتاج بسبب انخفاض درجة الحرارة ، كما هو الحال خلال الفترة من ديسمبر إلى فبراير .

٩ – كذلك فإن التبريد غير ضرورى تحت الظروف المصرية ، نظرًا لاعتدال درجة الحرارة صيفًا ، لكن يتطلب الأمر توفير نظام جيد للتهوية يمنع الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة داخل الصوبات .

ولقد أظهرت دراسة اقتصادية أجرتها المنظمة العربية للتنمية الزراعية على الزراعة المحمية بدولة الكويت ارتفاع العائد من إنتاج الخيار فى ظل كافة أنواع البيوت ، فى حين لم يتحقق ذلك بالنسبة للطماطم إلا فى البيوت البلاستيكية غير المدفأة وغير المبردة حتى أن فترة استرداد رأس المال تراوحت من ٢,١ – ٣,١ سنة بالنسبة للخيار فى الوقت الذى تراوحت فيه هذه الفترة بالنسبة للطماطم من ٨,٥ إلى ١٦ سنة . كما أثبتت الدراسة إمكانية إنتاج الشليك دون دعم ، أما الباذنجان والفلفل فقد احتاجا إلى الدعم الحكومى لتصبح زراعتهما ذات جدوى اقتصادية للمزارعين ( سالم ١٩٨٥ ) .

## ٢٠ – ١ – ٣ : تأثير الأصناف المزروعة وإنتاجيتها على تكلفة الإنتاج

لا تزرع بالصوبات عادة إلّا أصناف خاصة من الخضروات ، معظمها من الهجن ذات الإنتاجية العالية . وبرغم أن هذه الهجن تكون مرتفعة الثمن بدرجة كبيرة ، إلا أنه يشيع استخدامها فى الزراعات المحمية للأسباب الآتية :

١ – يزيد إنتاج هذه الأصناف داخل البيوت المحمية ، عنه خارجها .

٢ – تؤدى الإنتاجية العالية لهذه الأصناف إلى خفض نسبى فى تكاليف إنتاج الطن الواحد من المحصول ، نظرًا لتوزيع تكاليف زراعة المتر المربع الواحد من الصوبة على كمية أكبر من المحصول .

٣ – لا يشكل الثمن المرتفع لتقاوى هذه الأصناف نسبة كبيرة من تكلفة تشغيل المتر المربع من الصوبة ، نظرًا لارتفاع هذه التكلفة أصلًا .

وبالمقارنة .. فإن هذه الأصناف يقل استخدامها فى الزراعات المكشوفة ، نظرًا لأن ثمن تقاويها يشكل نسبة كبيرة من تكاليف الإنتاج تحت هذه الظروف ، ولأن محصولها – فى الزراعات المكشوفة – لا يزيد كثيرًا عن محصول بعض الأصناف الأخرى الأقل تكلفة .

هذا .. وتتضاعف إنتاجية وحدة المساحة من محاصيل الخضر المختلفة عدة مرات فى الزراعات المحمية ، بالمقارنة بالإنتاجية فى الحقول المكشوفة . ويتوقف ذلك على المحصول المزروع ، وعدد مرات زراعته فى نفس المساحة تحت نظامى الزراعة المحمية والمكشوفة . ويوضح جدول ( ٢٠ – ٣ ) مقارنة بين إنتاجية عدد من الخضروات فى الصوبات بإنتاجيتها فى الزراعات المكشوفة وبرغم أن الأرقام الخاصة بالزراعات المحمية فى الجدول هى متوسطات لعدد من المزارع المائية داخل الصوبات بأريزونا ، إلا أنها لا تختلف كثيرًا عن إنتاجية الخضر المحمية المزروعة فى الأرض مباشرة .

**جدول ( ٢٠ – ٣ ) : إنتاجية عدد من الخضروات فى الزراعات المحمية بالمقارنة بإنتاجيتها فى الزراعات المكشوفة .**

| الخضر | المحصول الكلى فى الحقول المكشوفة[1] (طن /هكتار /سنة) | الانتاج فى الزراعات المحمية | | |
|---|---|---|---|---|
| | | المحصول فى الزرعة الواحدة ( طن/ هكتار ) | عدد الزرعات فى السنة | المحصول الكلى (طن / هكتار /سنة ) |
| البروكولى | ١٠,٥ | ٣٢,٥ | ٣ | ٩٧,٥ |
| القاصوليا | ٦,٠ | ١١,٥ | ٤ | ٤٦,٠ |
| الكرنب | ٣٠,٠ | ٥٧,٥ | ٣ | ١٧٢,٥ |
| الكرنب الصيفى | - | ٥٠,٠ | ٤ | ٢٠٠,٠ |
| الخيار | ٣٠,٠ | ٢٥٠,٠ | ٣ | ٧٥٠,٠ |
| الباذنجان | ٢٠,٠ | ٢٨,٠ | ٢ | ٥٦,٠ |
| الخس[2] | ٥٢,٠ | ٣١,٣ | ١٠ | ٣١٣,٠ |
| الفلفل | ١٦,٠ | ٣٢,٠ | ٣ | ٩٦,٠ |
| الطماطم | ١٠٠,٠ | ١٨٧,٥ | ٢ | ٣٧٥,٠ |

( ١ ) الأرقام المبينة هى متوسط إنتاجية هذه المحاصيل فى الحقول المكشوفة بالولايات المتحدة الأمريكية
الهكتار = ١٠٠٠٠ متر مربع = ٢,٣٨ فدان .
( ٢ ) الخس المشار إليه هو من الأصناف الورقية الصغيرة الحجم التى تحصد بعد حوالى خمسة أسابيع من الشتل فى الزراعات المحمية .

وللمقارنة .. أوردنا جدول ( ٢٠ – ٤ ) الذى يُبيّن متوسط إنتاجية الخيار والطماطم فى الزراعات المحمية بدولة الإمارات العربية المتحدة ، والذى يبقى فيها المحصول بالأرض مدة أربعة أو خمسة أشهر للخيار والطماطم على التوالى . ويتضح من هذا الجدول أن متوسط إنتاجية الفدان الواحد فى الزراعات المحمية يتراوح من ٥٠ – ٧١ طنًّا فى الخيار ، ومن ٤٤ – ٥٢ طنًّا فى الطماطم ، وهو بلا شك يزيد كثيرًا عن متوسط إنتاجية هذه المحاصيل فى الحقول المكشوفة ( جدول ١ – ١ ) وقد تعمدنا وضع خط تحت كلمة متوسط حتى تكون المقارنة سليمة ، فلا تنبغى مقارنة متوسطات الإنتاج فى أى من طريقتى الزراعة بأرقام الإنتاج القياسية فى الطريقة الأخرى .

**جدول ( ٢٠ – ٤ ) : إنتاجية الخيار والطماطم فى الزراعات المحمية بدولة الإمارات العربية المتحدة ( طن/هكتار ) .**

| المحصول | شركة العين لانتاج الخضراوات(أ) | | مركز مزيد التجريبى(ب) | |
|---|---|---|---|---|
| | الموسم الشتوى(جـ) | الموسم الصيفى(د) | الموسم الشتوى(جـ) | الموسم الصيفى(د) |
| الخيار : الأصناف ذات الثمار الطويلة : | ١٧٠ | ١٥٠ | ١٥٠(هـ) | أقل قليلا(هـ) |
| الأصناف ذات الثمار القصيرة من طرز بيت ألفا : | ١٤٠ | ١٢٠ | | |
| الطماطم | ١٢٥ | ١٠٥ | ١١٠ | أقل قليلا |

( أ ) المصدر : إبراهيم ( ١٩٨٦ ) .
(ب) المصدر : عواد ( ١٩٨٦ ) .
(جـ) يبدأ الموسم الشتوى فى يناير وينتهى فى يونيو .
(د) يبدأ الموسم الصيفى فى يوليو وينتهى فى ديسمبر .
(هـ) متوسط عام للأصناف الطويلة والقصيرة الثمار .

## ٢٠ – ١ – ٤ : أهمية الزراعة المحمية كوسيلة للتوسع الرأسى فى إنتاج الخضر

قدَّر Collins & Jensen ( ١٩٨٣ ) المساحة الإجمالية للزراعات المحمية فى الصوبات المجهزة بوسائل التحكم الكامل فى العوامل البيئية على مستوى العالم كله عام ١٩٨٣ بنحو ١٦٠ ألف إيكر ( الإيكر يساوى فدانًا تقريبًا ) وقد كان معظم هذه المساحة فى اليابان ، وهولندا ، والاتحاد السوفيتى ، ودول أوروبا الشرقية ، وإيطاليا . وغنى عن البيان أن إنتاج الزهور ونباتات الزينة يشغل نسبة جوهرية من هذه المساحة . ويتضح من ذلك التقدير مدى ضآلة مساحات الزراعات المحمية على مستوى العالم . وحتى لو أُضيف لذلك التقدير ضعف ذلك الرقم – أى نحو ٣٢٠ ألف فدان – من الزراعات المحمية فى الصوبات البلاستيكية غير المجهزة أو المجهزة جزئيًّا – بوسائل التحكم فى العوامل البيئية ، فإن الرقم الإجمالى يبقى أقل من نصف مليون فدان ، وهو لا يشكل سوى نسبة ضئيلة للغاية من إجمالى المساحة المخصصة لإنتاج الخضروات على مستوى العالم . وبذلك .. فإن الزراعات المحمية لم

يكن لها حتى الآن دور بارز فى مجال التوسع الأفقى فى إنتاج الخضر على مستوى العالم ، ولا شك أن ذلك يرجع إلى العاملين التاليين :

١ – عدم مناسبة نظام الزراعة المحمية لإنتاج العديد من الخضروات الهامة ، مثل : الخضر الجذرية ، والدرنية ، والبصلية وغيرها .

٢ – توفر المناخ المناسب والأرض الصالحة لزراعة الخضر فى الحقول المكشوفة فى عدد كبير من دول العالم .

فإذا ما أخذنا هذين العاملين فى الاعتبار ، فإنه يمكن القول بأن الزراعة المحمية يمكن أن تلعب دورًا بارزًا فى مجال التوسع الرأسى فى بعض الخضروات فى بعض الدول . ومن أهم الخضروات التى تحقق نجاحًا كبيرًا فى الزراعات المحمية : الخيار ، والفلفل ، والفاصوليا ، والطماطم . وهى الخضروات التى يمكن القول بأنها تشغل حاليًا الغالبية العظمى من المساحات المزروعة داخل الصوبات . أما أنسب المناطق للتوسع فى الزراعات المحمية ، فهى بلا شك تلك التى لا يتوفر فيها المناخ المناسب أو التربة الصالحة للزراعة ، حيث تقل إنتاجية الخضر فيها كثيرًا فى الزراعات المكشوفة .

أما على مستوى الأفراد أو الشركات ، فإن الزراعة المحمية يمكن أن تحقق عائدًا مجزيًا حتى فى المناطق التى تتوفر فيها الظروف البيئية المناسبة لإنتاج الخضر . فقد رأينا كيف أن إنتاجية الخضر فى الزراعات المحمية تزيد عدة أضعاف عن إنتاجيتها فى الزراعات المكشوفة ، وبذلك يمكن أن تساهم الزراعة المحمية فى مجال التوسع الرأسى فى مجال إنتاج الخضر على مستوى الدولة ، كما يمكن أن تحقق عائدًا اقتصاديًا مجزيًا للمشتغلين بها إذا توفرت لديهم الخبرة اللازمة ، وإذا ما أخذت العوامل التى سبق ذكرها فى الاعتبار . ولا شك أن من أهم الخبرات التى ينبغى توفرها لذلك تلك التى تكون فى مجال التعرف على الآفات ومكافحتها ؛ لأن بعض الآفات يزيد انتشارها كثيرًا داخل البيوت ، عن الزراعات المكشوفة بسبب ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة النسبية بها أكثر مما فى الجو الخارجى ، لكن ذلك يمكن التغلب عليه بوضع برنامج محكم للوقاية من الآفات قبل إنتشار الإصابة بها . أما القول بأن الزراعات المحمية يمكن أن تتسبب فى انتشار آفات لم تكن معروفة فى الدولة ، فهو قول مردود عليه ، لأن هذه الآفات لا يمكنها الانتشار أصلًا فى الحقول المكشوفة لعدم ملاءمة الظروف البيئية بها ، فضلًا عن أنه ليس ثمة أسهل من رفع غطاء الصوبة لتصبح الظروف البيئية بها جزءًا من البيئة المحلية التى لا تناسب انتشار هذه الآفات .

هذا . ومن الخطأ الحكم بعدم جدوى الزراعات المحمية فى المناطق ذات الجو المعتدل لمجرد أن الظروف الجوية بها تسمح بالزراعات المكشوفة ، لأن إنتاجية الخضروات فى الصوبات تزيد عدة أضعاف عن إنتاجيتها فى الحقول المكشوفة حتى فى مثل هذه المناطق . ولا يرجع ذلك فقط إلى التربية الرأسية لنباتات الخضر فى الزراعات المحمية ، بل يتعداه إلى توفر ظروف مثلى بالبيئة المحيطة بالنبات تجعل النمو النباتى أنشط وأغزر ، والمحصول أكبر ، وهو الأمر الذى لا يتحقق فى الزراعات المكشوفة تحت أفضل الظروف للنمو . ويكفى لتوضيح ذلك الفرق مقارنة حجم أوراق نباتات الخيار أو الطماطم فى الزراعات المحمية بتلك التى تكون تحت أفضل الظروف للنمو فى الزراعات المكشوفة . أما على مستوى الدولة ، فإن الزراعة المحمية يمكن أن تساهم فى مجال التوسع الرأسى فى إنتاج

الخضروات ، بشرط أن يكون التوسع فى إنشاء البيوت المحمية فى مناطق الاستصلاح الجديدة ذات الغلة المنخفضة أصلًا ، والتى يمكن مضاعفة إنتاجيتها عدة مرات عن طريق الزراعات المحمية .

## ٢٠ - ٢ : أنواع 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 تميز عن الأحواض المدفأة والباردة . 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 قليلًا .

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

### ٢٠ - ٢ - ١ : الأشكال الهندسية للبيوت المحمية المفردة

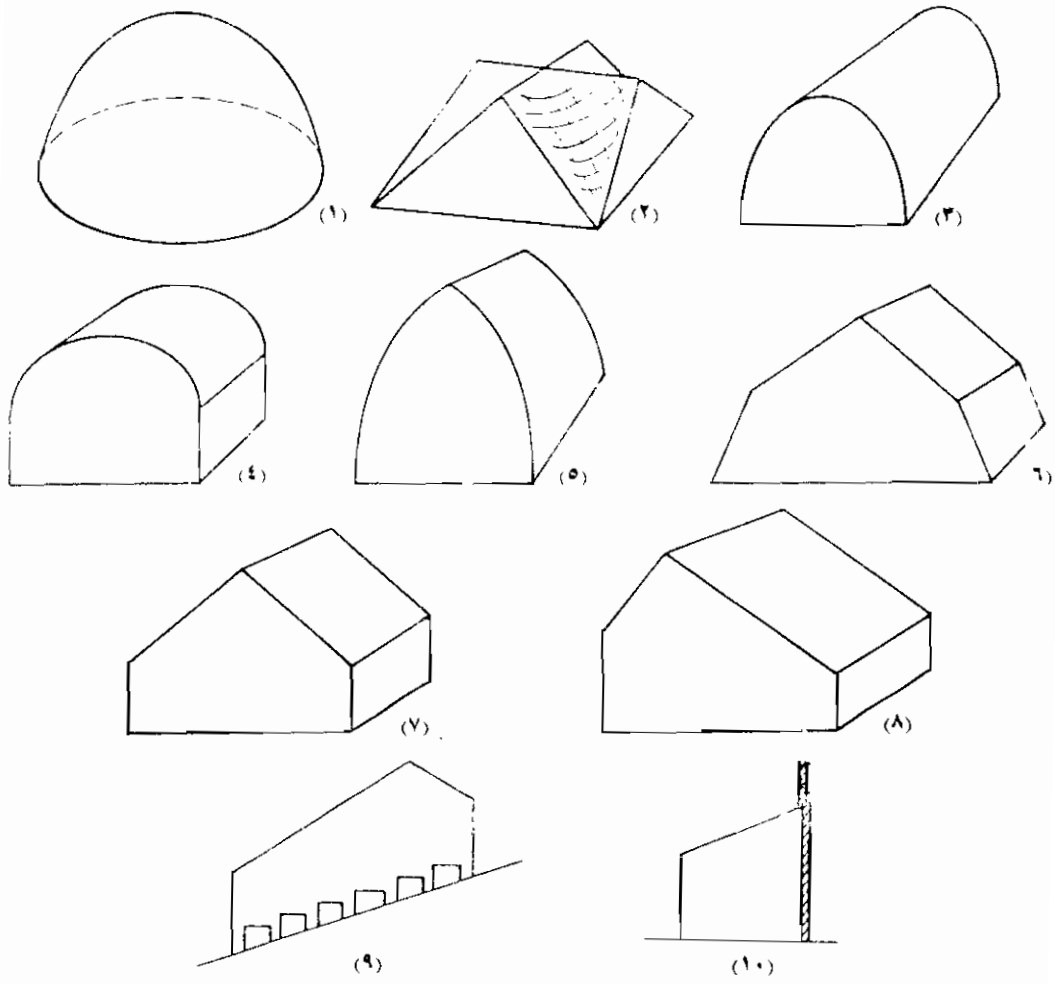
تتعدد الأشكال الهندسية المعروفة للبيوت المحمية بدرجة كبيرة . ويتوقف اختيار الشكل الهندسى المناسب على عدد من العوامل ، منها موقع البيت بالنسبة للمبانى المجاورة ، ومدى استواء أو انحدار الأرض المقام عليها البيت ، وشدة الإضاءة فى الجو الخارجى . هذا .. ويؤثر الشكل الهندسى على نوع الهيكل الذى يصنع منه البيت والأغطية التى تستخدم فيه . ومن أهم الأشكال الهندسية المعروفة للبيوت المحمية مرتبة ترتيبًا تنازليًا حسب درجة نفاذيتها لطاقة الإشعاع الشمسى ما يلى ( شكل ٢٠ - ١ ) :

١ - القبة الكروية spherical dome : وهذا النوع من البيوت المحمية لا يستخدم إلّا فى المناطق التى يسودها جو ملبد 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 Hyperbolie poraboloid : وهو 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 : وهو محور من الشكل السابق ، ويشيع استخدامه عند إقامة مجمع من البيوت المحمية المتصلة ببعضها البعض .




شكل ٢٠ – ١ : الأشكال الهندسية للبيوت المحمية المفردة : ١ – القبة الكروية ٢ – المكافىء الدورانى الزائدى المقطع ٣ – النصف دائرى ٤ – الإهليجى أو النصف دائرى المحور ٥ – العقد القوطى ٦ – السقف السندى ٧ – الجمالونى المتناظر الانحدار ٨ – الجمالونى غير المتناظر الانحدار ٩ – الجمالونى غير المتناظر الانحدار على منحدر جبلى ١٠ – المستد إلى مبنى .

٥ – الشكل ذو العقد القوطى Gothic arch : وهو شكل ذو عقد مستدق الرأس .

٦ – الشكل ذو السقف السندى Mansard roof : وهو شكل بكل من جانبيه الطوليين منحدران السفلى منهما أشد انحدارًا من العلوى ، ولا يصلح إلّا للبيوت المفردة .

٧ – الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable even span : وهو يصلح للبيوت الزجاجية والبلاستيكية ، سواء أكانت متصلة أم غير متصلة . ويعد هذا الشكل أكثر الأشكال شيوعًا 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 العريض مواجهًا لأشعة الشمس للسماح بنفاذ أكبر قدر من الطاقة الضوئية لتحسين الإضاءة والتدفئة .

٩ – الشكل المستند إلى مبنى Lean-to : يكون هذا النوع من البيوت ملاصقًا لمبنى ، ويكون السقف فيه منحدرًا نحو جانب واحد فقط هو الجانب المواجه للشمس ، ويكون عادة صغيرًا ، ويستخدم غالبًا فى إنتاج الشتلات ( Mastalerz ١٩٧٧ ) .

## ٢٠ – ٢ – ٢ : 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 البعض . ويوجد من هذا النوع من البيوت شكلان رئيسيان هما :

١ – شكل المرتفعات والأخاديد أو الخطوط والقنوات Ridge and furrow : ويتكون هذا النوع من البيوت من مجموعة من الصوبات المتجاورة من الشكل النصف اسطوانى المحوّر Modified quonset بالنسبة للبيوت البلاستيكية غالبًا ( شكل ٢٠ – ٢ ) ، أو الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable even span بالنسبة للبيوت الزجاجية غالبًا ( شكل ٢٠ – 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 يعاب على 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 أو التبريد ، دون أن يتنبه المشرفون على البيت إلى ذلك فى الوقت المناسب ( Boodley ١٩٨١ ) .

شكل ٢٠ – ٢ : مجمع من البيوت المحمية المتصلة بنظام الخطوط والقنوات ، والمكون من وحدات من الشكل النصف دائرى المحور ذات سقف غير تام الاستدارة .

## ٢٠ – ٢ – ٣ : 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

**شكل ٢٠ – ٣ : مجمعات من البيوت المحمية المتصلة بنظام الخطوط والقنوات ، والمكونة من وحدات من الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف .**

بلغت المساحة المزروعة فى هذه الصوبة ٢٧٠ م٢ ، بينما لم تشغل الصوبة نفسها سوى مساحة ٣٦ م٢ ، وبلغ ارتفاعها ٢٢,٥ م ، وصمم بداخلها ١٢٥ حوضًا صغيرًا بأبعاد ٢,٤ × ٠,٥ م متصلة معًا كسلسلة ، كل حوض منها مرتفع قليلًا عن الآخر ، وتتحرك كالسلالم المتحركة ، وتتم دورة كاملة فى البرج خلال ساعة تقريبًا . وأثناء تحركها تتعرض النباتات للضوء من كل الجهات وبنفس الدرجة ، فتكون متجانسة فى النمو . هذا .. وتلزم فى هذا النوع من الصوبات بعض الإضاءة الصناعية فى حالة إنتاج النباتات التى تحتاج لإضاءة قوية .

وقد أُقيم 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 تغطى بأى نوع من البلاستيك . ويستعمل هيكل الألومنيوم غالبًا 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 البوليثلين ، والبولى فينيل كلورايد .

هذا وتوجد من البيوت البلاستيكية الأنواع التالية :

( أ ) بيوت بسيطة مفرده : وهذه تكون غالبًا بشكل نصف اسطوانى Quonset ، أو بشكل إهليجى ، أو نصف اسطوانى مُحوّر Modified quonset ، لكن يوجد منها بعض الأنواع الأخرى التى سبقت الإشارة إليها فى الجزء ( ٢٠ – ٢ – ١ ) .

(ب) مجمع من البيوت المتصلة

(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 . إلّا إذا أُقيمت 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 ليلًا ، 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 بيت 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 البلاستيكية بسيط ، ولا يحجب جزءًا كبيرًا من أشعة الشمس ، كما فى هياكل البيوت الزجاجية .

٥ – تكون البيوت البلاستيكية محكمة الغلق ، بينما تسمح نقط اتصال ألواح الزجاج فى البيوت الزجاجية بتسرب الهواء الدافىء أو دخول الهواء البارد .

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

٧ – ترتفع درجة حرارة البيت البلاستيكى صيفًا بسرعة أقل مما يحدث فى البيوت الزجاجية ( عبد الهادى ١٩٧٨ ) .

## ٢٠ – ٣ : إنشاء وتصميم البيوت المحمية

### ٢٠ – ٣ – ١ : الشروط العامة التى تجب مراعاتها عند إنشاء البيوت المحمية

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

**اختيار الموقع المناسب لإقامة البيوت**

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

١ – الاستفادة بقدر الإمكان من مصدات الرياح المتوفرة ، مع مراعاة عدم تظليل الصوبات بالأشجار العالية أو بالمبانى المجاورة .

٢ – أن يسمح الموقع بوصول سيارات النقل لتوصيل الوقود أو نقل المحصول .

٣ – أن يتوفر بالموقع مصدر جيد لماء الرى تقل فيه الأملاح .

٤ – أن يكون الصرف جيدًا بالأرض التى تقام عليها الصوبات ، وتفضل الأراضى الطمية والرملية الطمية .

٥ – أن يسمح الموقع باحتمالات التوسع مستقبلًا .

٦ – أن تتوفر الأيدى العاملة بالمنطقة ( Sheldrake ١٩٦٩ ) .

**إقامة مصدات الرياح**

تعتبر مصدات الرياح ضرورة حتمية عند إنشاء البيوت المحمية ( يراجع الجزء ١٩ – ٣ ) . وفى حالة عدم توفر مصدات الرياح الشجرية ، فإنه يمكن استبدالها – ولو مؤقتًا – بمصدات رياح من شباك البوليثلين 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 ارتفاع شباك مصدات الرياح متناسبًا مع ارتفاع البيوت . ويكفى للبيوت البلاستيكية استخدام مصدات بارتفاع ١٨٠ – ٢٤٠ سم ، نظرًا لأنها تعمل على رفع الهواء لأعلى قليلًا ( Anon ١٩٨٠ ) .

## اختيار الاتجاه المناسب للبيوت

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 الزراعة شتاءً 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 للأرض شتاءً فى هذه المناطق بزاوية منخفضة ( Hanan وآخرون ١٩٧٨ ) .

هذا .. ويبين جدول (٢٠ – ٥ ) نسبة الضوء النافذ إلى داخل البيت فى منتصف فصل الصيف ، وفى منتصف فصل الشتاء على خط عرض ٥٠° شمالًا . ويتضح من الجدول أن اتجاه البيت ليس له تأثير كبير على نسبة الضوء النافذ صيفًا فى هذه المناطق . أما فى الزراعات الشتوية ، فإن اتجاه البيت يجب أن يكون شرقيًا – غربيًا ، حتى يسمح بنفاذ نسبة عالية من أشعة الشمس التى تسقط على الأرض فى ذلك الوقت بزاوية منخفضة كثيرًا جدًا .

**جدول ( ٢٠ – ٥ ) : تأثير اتجاه البيت على نسبة الضوء النافذ صيفًا وشتاءًا عند خط عرض ٥٠ شمالًا .**

| اتجاه البيت | نسبة الضوء النافذ | |
|---|---|---|
| | فى منتصف الصيف | فى منتصف الشتاء |
| شمالى - جنوبى | ٦٤ | ٤٨ |
| شرقى - غربى | ٦٦ | ٧١ |

## إعداد موقع البيت

من الضرورى تسوية 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 .

**المواصفات العامة التى تجب مراعاتها عند إنشاء البيوت المحمية**

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 من ٣,٦ إلى ٢٤ مترًا ، أما الطول فيتوقف على رغبة المزارع ، لكن يحسن عدم زيادته عن ٦٠ مترًا ، حتى لا يضيع وقت العمال فى التنقل داخل البيت .

٤ – يجب أن يكون باب الصوبة واسعًا بقدر 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 أولًا ، علماً 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 .

**٢٠ – ٣ – ٢ : إنشاء البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس**

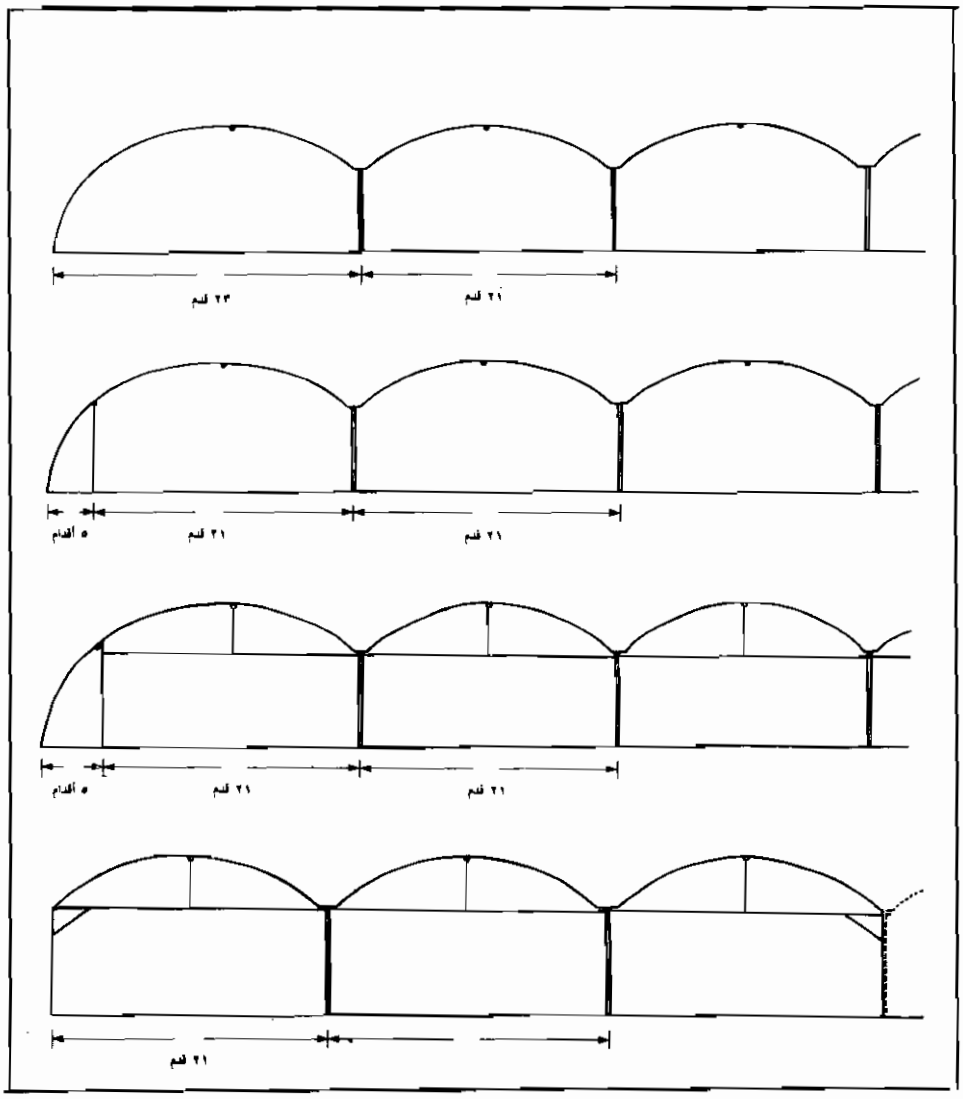
إن إنشاء البيوت الزجاجية وبيوت الفيبرجلاس ( أى البيوت المغطاة بالزجاج الليفى المدعم بالبلاستيك Fiberglass reinforced plaslic ) أصبح صناعة متقدمة تقوم بها شركات كبيرة متخصصة يصعب على منتج الخضر العادى استيعابها ، نظرًا لاعتمادها على قواعد هندسية لا تدخل ضمن اختصاصه . ولهذا .. فإن الخطوات التفصيلية لإنشاء 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 وآخرون ( ١٩٧٨ ) و Boodley ( ١٩٨١ ) و Nelson ( ١٩٨٥ ) .

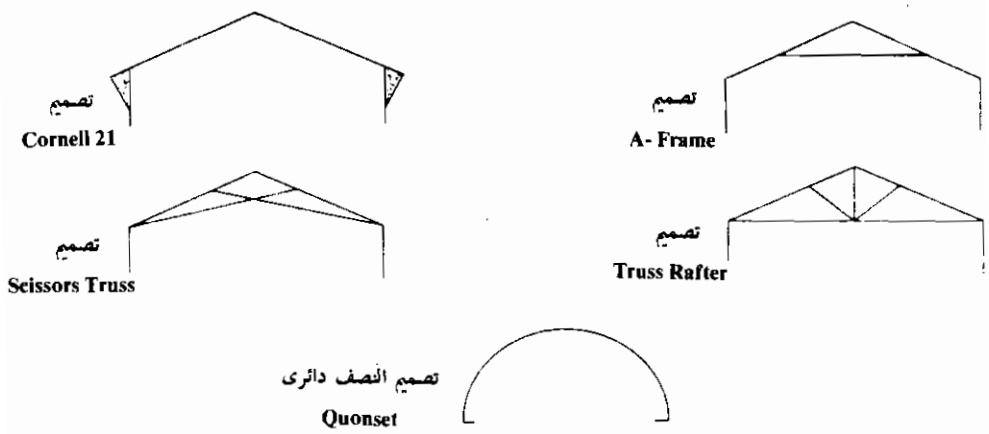
٢ – النشرات والعجالات التى تصدرها الشركات المتخصصة ، علمًا بأن الشركات ترحب عادة بالاستفسارات التى تصلها فى هذا الشأن .

وسنكتفى فى هذا الجزء بتقديم بعض الرسوم التخطيطية التى توضح طريقة إقامة الهيكل فى بعض أنواع البيوت المحمية . فيبين شكل ( ٢٠ – ٤ ) مقاطع فى تصاميم مختلفة من بيوت كبيرة على شكل

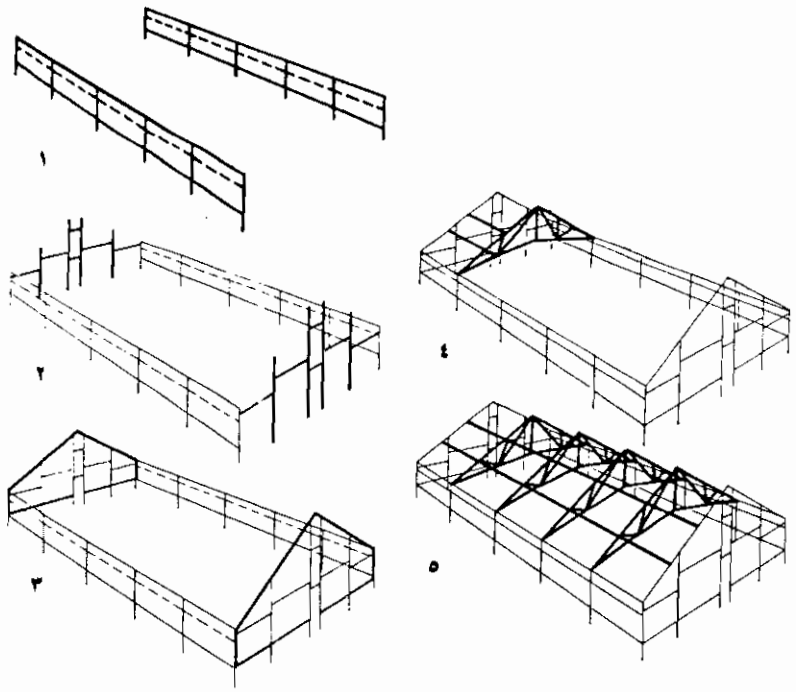
الخطوط والقنوات ذات الأسقف المنحنية Curved ridge and furrow تتكون وحداتها من عدد من البيوت الصغيرة بالشكل النصف أسطوانى المحور Modified quonset وتصلح هذه التصميمات لكل من بيوت الفيبرجلاس والبيوت البلاستيكية ( شركة Fordingbridge Engineering – إنجلترا ) . ويبين شكل ( ٢٠ – ٥ ) مقطعًا للهيكل فى بعض أنواع البيوت ، وكيفية توفير الدعم اللازم لسقف البيت . أما شكل ( ٢٠ – ٦ ) ، فيبين خطوات إقامة الهيكل لبيت من الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف Gable even span .




**شكل ٢٠ – ٤ : مقاطع فى تصميمات مختلفة لمجمعات من البيوت على شكل الخطوط والقنوات تتكون من وحدات ذات أسقف منحنية تصلح للتغطية بالبلاستيك أو بالفيبرجلاس .**




شكل ٢٠ – ٥ : مقاطع للهيكل فى بعض أنواع البيوت تبين كيفية توفير الدعم اللازم للسقف

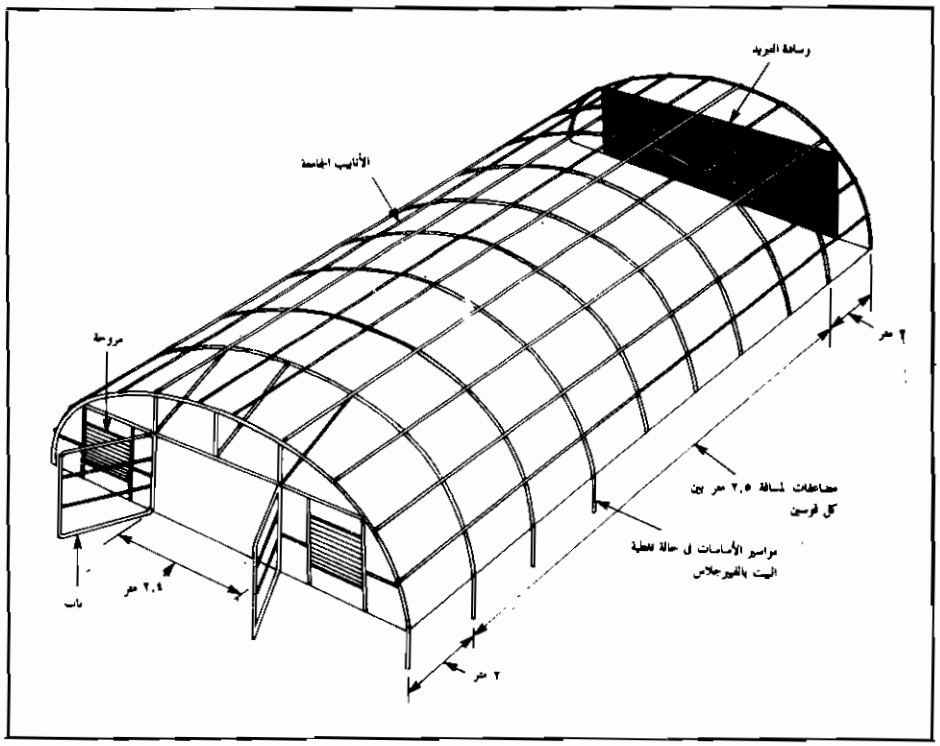



شكل ٢٠ – ٦ : خطوات إقامة الهيكل لبيت من الشكل الجمالونى المتناظر الانحدار على جانبى السقف .

## ٢٠ – ٣ – ٣ : 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 ، لكن يمكن الاطلاع على ذلك الأمر فى المصادر التى سبقت الإشارة إليها فى القسم (٢٠ – ٣ – ٢) ، وبصفة خاصة فى نشرات وعجالات الشركات المتخصصة ، لأن المراجع العلمية التى سبقت الإشارة إليها تهتم أساسًا بالبيوت الزجاجية التى تصلح للمناطق الباردة التى صدرت فيها هذه المراجع .

هذا .. وبرغم تعدد أشكال وأنواع البيوت البلاستيكية ، فإن هيكلها العام يبقى ثابتًا إلى حد كبير ، حيث يتكون أساسًا من أقواس نصف دائرية من أنابيب المياه المجلفنة ويزيد قطر الأنابيب المستخدمة بزيادة عرض البيت وارتفاعه ، وتصاحب ذلك زيادة فى تكاليف إنشاء البيت . ويبين شكل ( ٢٠ – ٧ ) تخطيطًا لهيكل بيت بلاستيكى مُبَرد بعرض يبلغ سبعة أمتار ، وبطول يمكن أن يمتد حتى ٤٠ مترًا .




**شكل ٢٠ – ٧ : تخطيط لهيكل بيت بلاستيكى مُبرّد بعرض سبعة أمتار ، وبطول يمكن أن يمتد حتى أربعين مترًا .**

وسنتناول فيما يلي شرحًا لطريقة إنشاء كل من البيوت البلاستيكية المفردة والأنفاق الاقتصادية .

## البيوت البلاستيكية المفردة

تتعدد أنواع البيوت البلاستيكية المفردة كما تتعدد الشركات المُصنعة لها ، ومعظمها شركات فرنسية ، وإنجليزية ، وهولندية . وتستخدم فى صنع البيوت الكبيرة مواسير مجلفنة تكون غالبًا بقطر ٦ سم . ويتكون كل قوس من عدد من الأجزاء التى تربطها ببعضها البعض ، وبمواسير أخرى رابطة أفقية تمتد بين الأقواس بواسطة وصلات خاصة تقوم هذه الشركات بتصنيعها هذا .. وتتراوح أبعاد هذه البيوت غالبًا من ٦ – ٩ أمتار عرضًا ، ومن ٥٤ – ٦٦ مترًا طولًا ، بينما يتراوح ارتفاعها من ٢,٧٥ إلى ٣,٥٠ مترًا . وتتوفر بهذه البيوت عادة روافع لفتح وغلق فتحات خاصة للتحكم فى التهوية . ومن أمثلة البيوت التى نجح استعمالها فى بعض الدول العربية : الفيليكلير Filclair ، والفورنير Fornier والريان ، والفيرارى إمبكس Firari Impex ، والراشيل . وكلها فرنسية ، والدالسم Dalsem الهولندية ، والروبنسون الإنجليزية ( مديرية البحث والإرشاد الزراعى – وزارة الزراعة – المملكة الأردنية الهاشمية ١٩٨٣ ) .

هذا .. ويعطى مركز كنزلى البحثى وصفًا تفصيليًا لطريقة إنشاء البيوت البلاستيكية المفردة الكبيرة المستخدمة فى أيرلندا ( Anon ١٩٨٠ ) .

وفى المناطق التى تتوفر فيها الأخشاب بأسعار زهيدة يصنع هيكل البيت البلاستيكى من الخشب . ويعطى Sheldrake (١٩٦٩ ) تفاصيل طريقة إنشاء صوبة من هذا النوع .

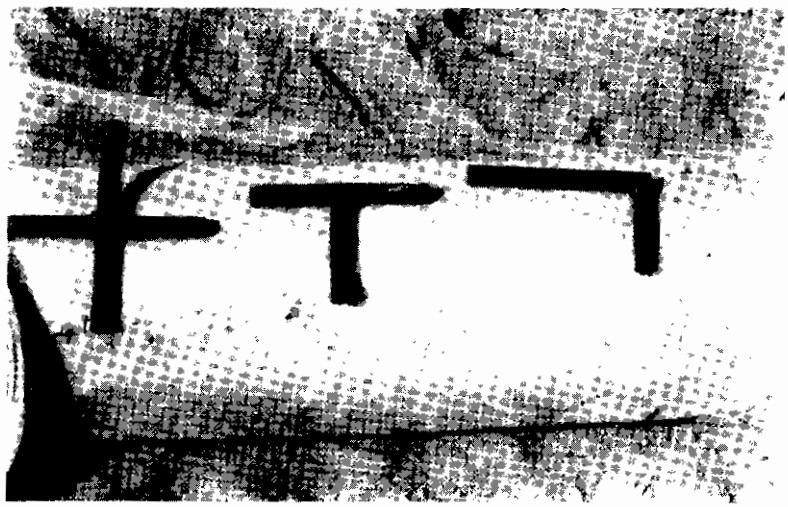
وسنتناول بالشرح المفصل طريقة إنشاء نوع من البيوت البلاستيكية المفردة يشيع استخدامه فى دولة الإمارات العربية المتحدة . وتبلغ أبعاد البيت ٦ أمتار عرضًا ، و ٣٦ مترًا طولًا ، ويكون بارتفاع ٢,٧ مترًا . وتستعمل فى هذا النوع من البيوت أنابيب مياه مجلفنة يبلغ قطرها الداخلى $\frac{٣}{٤}$ بوصة . وتباع هذه الأنابيب بطول قياسى يبلغ ستة أمتار ، ويلزم منها لإقامة البيت الواحد عدد ٧٥ أنبوبة .

يتم ربط الأنابيب ببعضها البعض بواسطة وصلات حديدية بقطر ٢١ ملليمتر تُصنّع على شكل علامة ( + ) وحروف ( T و L ) ، ويلزم منها على التوالى عدد ٥١ ، ٤٠ ، ٤ وصلة للبيت الواحد يتم تصنيعها باستخدام ثلاثة أسياخ من حديد التسليح بالقطر المطلوب ( شكل ٢٠ – ٨ ).

هذا .. ويتم تقطيع المواسير المجلفنة بحيث يتحصل من الـ ٧٥ أنبوبة الكاملة على ٧٦ أنبوبة بطول ٢,٣ مترًا و ٩٠ أنبوبة بطول ٢ متر ، كما يتم ثنى جميع الأنابيب التى بطول ٢,٣ مترًا ، بحيث يشكل كل أربعة منها نصف دائرة بقطر ٦ أمتار .

تتم بعد ذلك إقامة هيكل البيت الذى لا يستغرق عادة أكثر من نصف ساعة إلى ساعة . يتكون هيكل البيت من ١٩ قوسًا بشكل نصف دائرى يبعد كل منهما عن الآخر بمسافة مترين ، وبذلك يكون طول البيت ٣٦ مترًا . يتكون كل قوس من أربعة أنابيب مجلفنة بطول ٢,٣ مترًا لكل منها ، أى يلزم لذلك ٧٦ أنبوبة ، وهو العدد الذى سبق تصنيعه . تربط الأنابيب المكونة للقوس الواحد معًا ومع قطع المواسير التى يبلغ طولها ٢ متر ، والتى يتم تثبيتها بين الأقواس بواسطة الوصلات التى على شكل ( + ) ، ويلزم لذلك عدد ١٧ ( الأقواس الداخلية ) × ٣ ( عدد الوصلات بالقوس

الواحد ) = ٥١ وصلة بشكل (+) . كما يستعمل فى هذه العملية عدد ١٨ × ٣ = ٥٤ أنبوبة بطول ٢ متر ، أما باقى الأنابيب – وعددها ٣٦ أنبوبة – فإنها تستخدم فى ربط أطراف الأقواس ، وتكون مدفونة فى 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 ستة ) 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 .



شكل ٢٠ – ٨ : وصلات من أسياخ حديد التسليح بقطر ٢١ ملليمتر على شكل حرف T ، L وعلامة + تستخدم لوصل الأنابيب المجلفنة بقطر $\frac{3}{4}$ بوصة المستخدمة فى إقامة هيكل بيت بلاستيكى مفرد .

هذا .. وتبدأ 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 ١٥٠ ميكرون ، ومقاوم 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 تقطيعه إلى أجزاء يبلغ طول كل منها حوالى ١٠ – ١١ متر . 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 مع بعضها البعض لمسافة ٣٠ سم .

هذا .. ويوصى بطَلْي الأسلاك والأنابيب المجلفنة الملامسة للبلاستيك بدهان عاكس للضوء لتقليل الأثر الضار لارتفاع درجة الحرارة الذى قد يؤدى إلى احتراق البلاستيك عند نقطة التلامس ( وزراة 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 من ٢٠ إلى ٤٦ مترًا ، لكن يفضل عدم زيادته عن ٤٠ مترًا .

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 ، والشليك ، والخس .

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 البلاستيك بطول ٥٠ مترًا ، وبعرض ٧,٢ مترًا ، وبسمك ١٢٥ ميكرون . ويوضح جدول ( ٢٠ – ٦ ) المواد اللازمة لبناء بيت من هذا النوع بعرض ٤ أمتار ، وطول ٤٦ مترًا .

جدول ( ٢٠ – ٦ ) : المواد اللازمة لبناء بيت بلاستيكى اقتصادى بعرض ٤ أمتار ، وطوله ٤٦ مترًا .

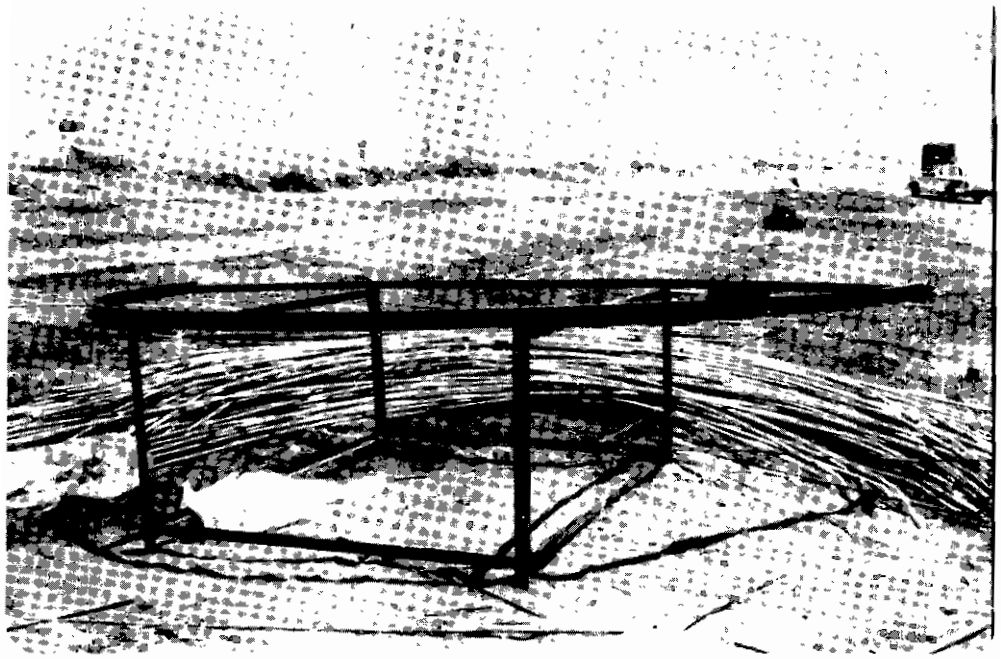
| المادة المستعملة | العدد اللازم |
|---|---|
| غشاء بوليثيلين ٥٠ م × ٧,٥ متر ، وبسمك ١٢٥ ميكرون | ١ |
| أنابيب مجلفنة بقطر داخلى نصف بوصة ، وطول ٦ متر | ٢٨ |
| أنبوب جامع بقطر داخلى نصف بوصة ، وطول ١,٥ متر | ٢٧ |
| أنابيب مقوية ضد الريح بقطر نصف بوصة ، وطول ٢,١ متر | ٨ |
| أنابيب الأساسات بقطر بوصة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

هذا وتتبع الخطوات التالية عند إقامة البيت :

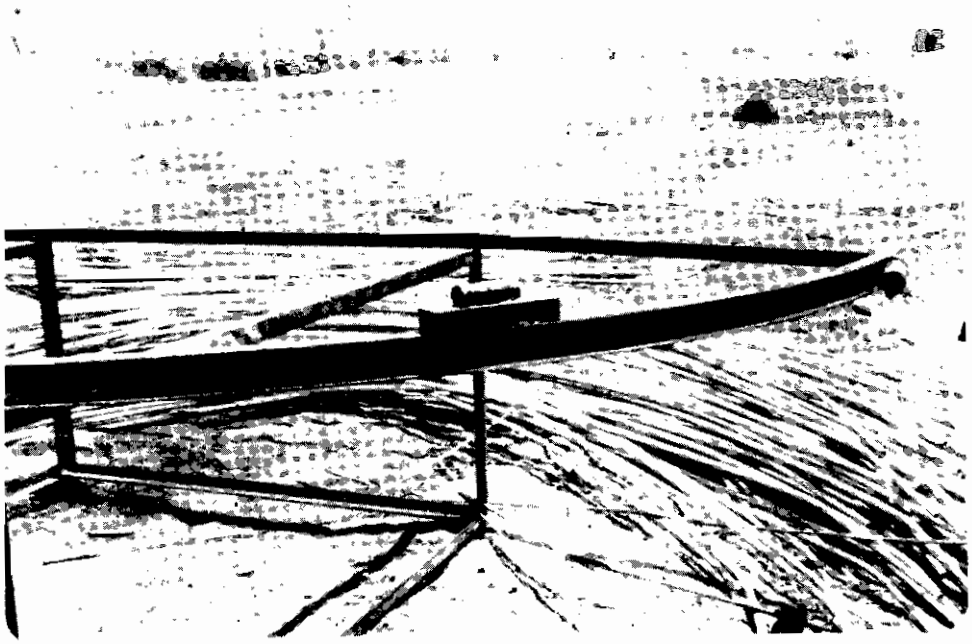
١ – تحدد الزوايا القائمة للبيت فى أركان مستطيل بعرض ٤ أمتار ، وبطول ، ٤ مترًا ، ويتم ذلك بتحديد أحد جانبى البيت بطول ٤ أمتار ، ثم تقام عليه الزوايا القائمة لتحديد موقع الجانبين

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 وخمسة أمتار .

٢ – يلى ذلك تحضير المواد المستخدمة فى عمل البيت . فيتم أولًا تشكيل جميع الأنابيب المجلفنة التى بقطر نصف بوصة وطول ٦ أمتار ليأخذ كل منها شكل نصف دائرى يبلغ نصف القطر فيه ٢ متر . ويمكن عمل ذلك إما على هيكل خاص يُصنع لهذا الغرض ( شكل ٢٠ – ٩ ) ، أو على هيكل من الأنابيب تدق فى الأرض على الشكل المطلوب للأقواس . تستخدم لذلك ٤٠ أنبوبة بقطر نصف بوصة ، وبطول ٧٥ – ١٠٠ سم ، حيث تدق 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 . ويمكن عمل ذلك إما على الهيكل الخاص الذى سبقت الإشارة إليه ( شكل ٢٠ – ١٠ ) ، وعلى هيئة الأنابيب المثبتة فى الأرض .



**شكل ٢٠ – ٩ : هيكل خاص من الحديد يستخدم فى عمل أقواس الأنابيب المجلفنة .**



**شكل ٢٠ – ١٠ : جانب الهيكل الحديدى المستعمل فى عمل أقواس الأنابيب المجلفنة ، ويظهر به الجزء الطرق الذى يستخدم فى جعل أطراف الأقواس مستقيمة .**

يلى ذلك عمل ثلاثة ثقوب بقطر $\frac{٣}{١٦}$ بوصة فى كل قوس ، أحدها فى الوسط ، والآخران على بعد ١٥ سم من الطرفين ، ثم تعمل ثقوب أخرى بنفس القطر على بعد ١٥٠ سم من طرف 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 . هذا .. ويمكن عمل هذه الثقوب بسهولة بواسطة مثقاب خاص ( شنيور ) .

٣ – يتم بعد ذلك وضع أساسات البيت ، وهى عبارة عن الأنابيب التى بقطر ١ بوصة وطول ١,٥ متر . ويتوقف عدد هذه الأنابيب على طول البيت ، لكنه يكون دائمًا ضعف عدد الأقواس ، لأن الأقواس تثبت من طرفيها داخل هذه الأساسات . ولتركيب الأساسات تدق أولًا ٤ أنابيب منها فى أركان البيت التى سبق تحديدها على الأرض ، ويشد بينها خيط ، ثم تدق باقى الأساسات على الجانبين الطوليين ، بحيث يكون صافى المسافة بين كل أنبوبتين متجاورتين فى الخط الواحد ١,٥ متر . ويجرى ذلك عمليًا بوضع أجزاء الأنبوب الجامع ، والتى تكون بطول ١,٥ 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 – تثبت 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 .. ويمكن 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 يمنع دخول طرف القوس لأكثر من ذلك ، وبذلك يضاف نحو ٥٠ سم لارتفاع البيت ( شكل ٢٠ – ١١ ) .

**شكل ٢٠ – ١١ : هكيل بيت بلاستيكى من النوع الاقتصادى تظهر به أقواس الأنابيب المجلفنة التى**

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 بالقطعة الثانية من الأنبوب الجامع ، وهكذا واحدة بعد الأخرى . وبعد الانتهاء من ذلك يشد السلك جيدًا ، ويثبت حول القوسين الموجودين فى طرف البيت .

هذا .. ويمكن زيادة متانة البيت بزيادة عدد الأنابيب الجامعة إلى ثلاثة أو خمسة تثبت بنفس الطريقة ، أو بالاستعانة « بجلبة » خاصة تثبت فى الأقواس ، ويمرر منها الأنبوب الجامع ( شكل ٢٠ – ١١ )

٦ – يلى ذلك تثبيت الأنابيب المقوية ضد الريح ( وعددها أربعة ، 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 ، ٢٠ سم من طرفى القوسين الأول والثانى على التوالى .

٧ – تكون الخطوة التالية هى تركيب البرواز الخشبى للأبواب بجانبى البيت . يُطمر الجانب السفلى للباب فى الأرض ، ويثبت جانبه العلوى 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 أولًا حفر خندقين على الجانبين الطوليين للبيت كل منهما بعرض ٢٥ سم ، ولعمق ٢٥ سم . تستخدم قطعة بلاستيك واحدة بطول ٥٠ مترًا ، 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 الجانبين لطمرها فى الخندق ، مع مراعاة شد الغطاء جيدًا ليكون مقاومًا للرياح. تدفن زوايا الغطاء الأربع أولًا فى التربة ، ثم تشد حواف الغطاء ، ويوضع فوقها التراب . هذا ويحسن أن يتم تركيب الغطاء البلاستيكى فى يوم دافىء 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 ( عبد الهادى ١٩٧٨ ) .

هذا .. وفى المناطق التى تتوفر فيها الأخشاب بأسعار زهيدة يمكن عمل هيكل البيت البلاستيكى الصغير من الخشب . ويعطى Thompson ( ١٩٧٨ ) تفاصيل طريقة إنشاء صوبة من هذا النوع .

### ٢٠ – ٣ – ٤ : 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 . هذا .. ويصنع هيكل المناضد عادة من الحديد أو الألومنيوم ، كما قد تصنع الأرجل من مواسير المياه . أما سطح المناضد ، فقد يكون ألواح من الحديد ، أو الأسمنت ، أو أية مادة قوية لا تتشرب بالماء .

ومن الضرورى تصميم المناضد ووضعها بحيث تتحقق فيها الشروط التالية :

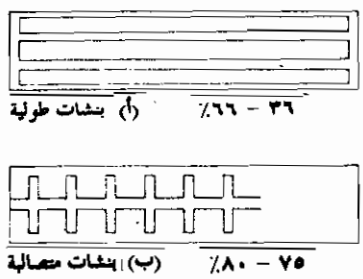
١ – أن يمكن المرور بينها بسهولة .

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

٣ – أن يكون ارتفاع المناضد مناسبًا لطبيعة نمو النباتات التى سترتى عليها ، فتكون منخفضة عند استخدامها فى زراعة نباتات طويلة ترتى 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 .

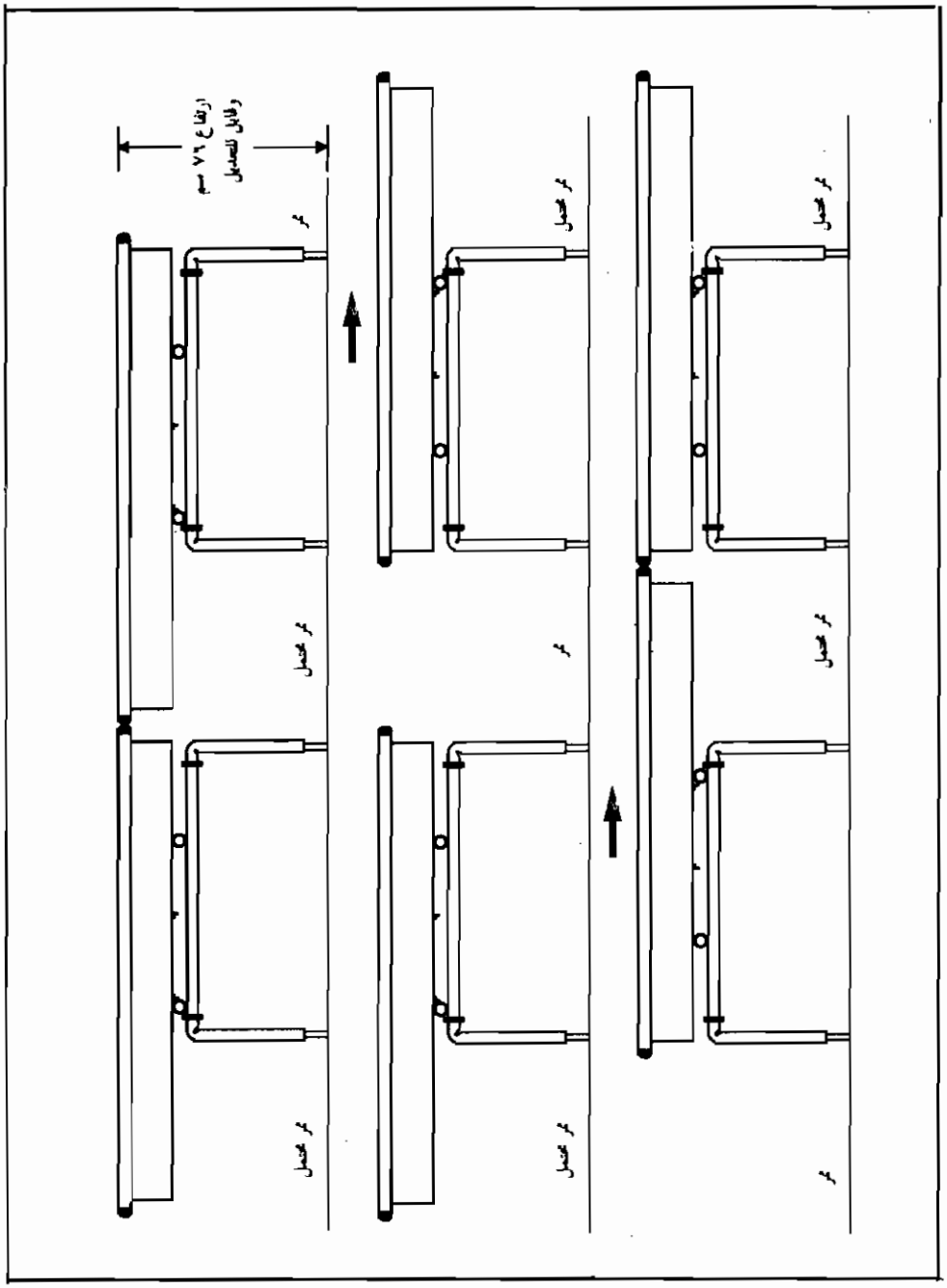
٤ – أن تشغل المناضد أكبر نسبة من مساحة البيت .

ويوضح شكل ( ٢٠ – ١٢ ) طريقتين من الطرق المتبعة فى تصميم المناضد ووضعها ، مع بيان النسبة المئوية التى تشغلها المناضد من أرض البيت فى كل حالة . يسود نظام المناضد الطولية ( شكل ٢٠–١٢أ ) لبساطته ، وفيه يبلغ عرض المناضد حوالى متر ، ولكنها قد تكون أعرض من ذلك حتى ١,٥ متر ، لكن المناضد الضيقة مفضلة لإمكان الوصول إلى أبعد نقطة فيها بسهولة . أما المناضد المتصالبة ( شكل ٢٠ – ١٢ ب ) ، فإنها تشغل حيزًا أكبر من مساحة البيت ( ٧٥ – ٨٠٪ ) . ويفضل أن تكون بعرض ١٥٠ – ١٨٠ سم ، نظرًا لإمكان الوصول إليها من جميع الجهات ( Hanan وآخرون ١٩٧٨ ) .

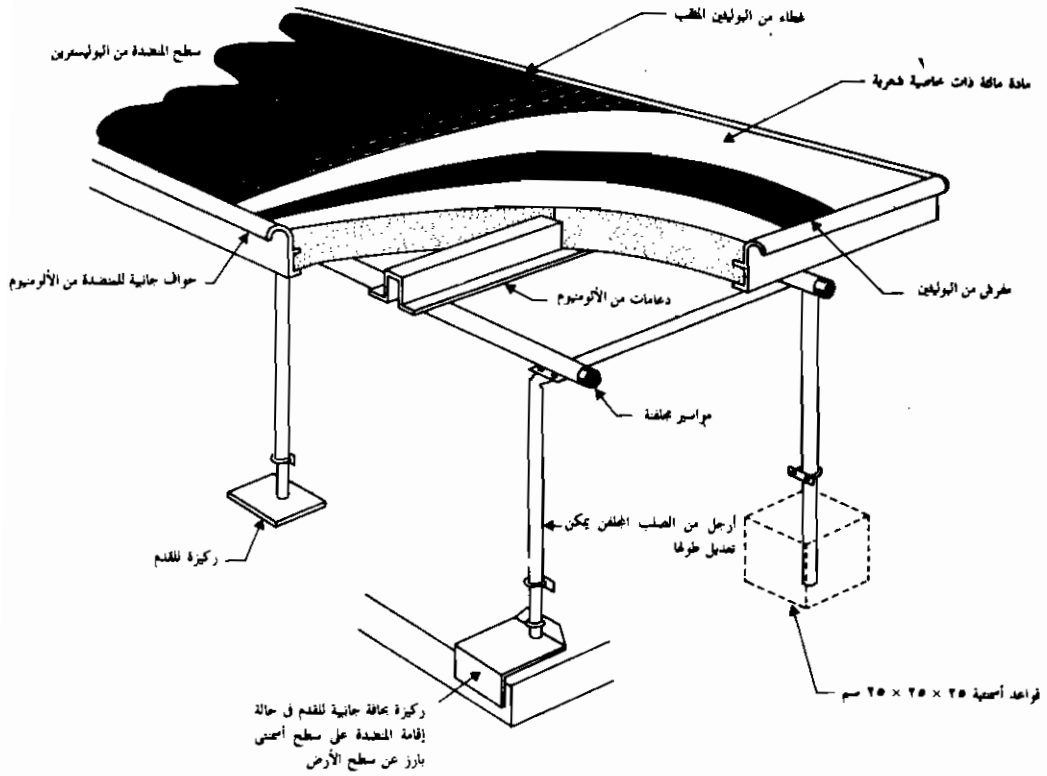


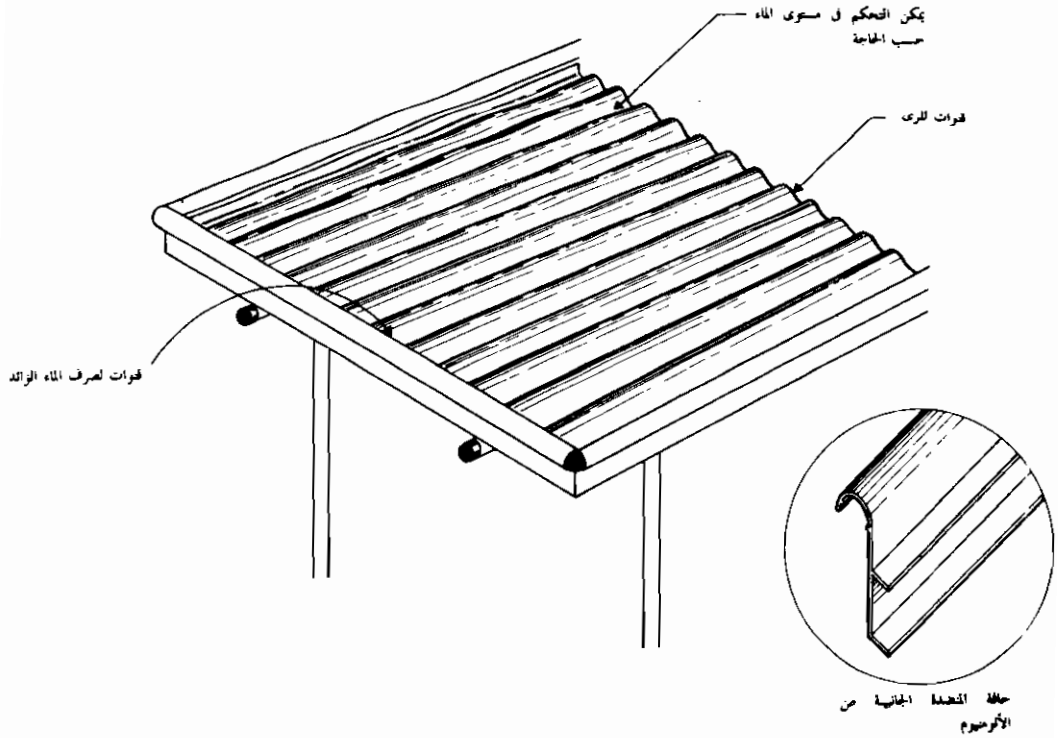

**شكل ٢٠ – ١٢ : طريقتان لتصميم المناضد ( البنشات ) ، والنسبة المئوية التى تشغلها المناضد من سطح البيت .**

هذا .. وتقوم بعض الشركات المتخصصة بتصنيع منضدات متحركة تسمح باستغلال ما يقرب من ٩٠٪ من مساحة البيت . ويوضح شكل ( ٢٠ – ١٣ ) طريقة تصميم وحركة هذه المناضد . وكما هو الأمر مع هياكل البيوت الزجاجية والبلاستيكية ، فقد قطعت صناعة مناضد ( بنشات ) الزراعة شوطًا متقدمًا ، ويبين شكلا ( ٢٠ – ١٤ ) ، ( ٢٠ – ١٥ ) خصائص بعض أنواع البنشات ( شركة Fordingbridge Engineering – إنجلترا ) . ويمكن الإطلاع على المزيد من خصائص مناضد الزراعة من الشركات المختصة مباشرة .

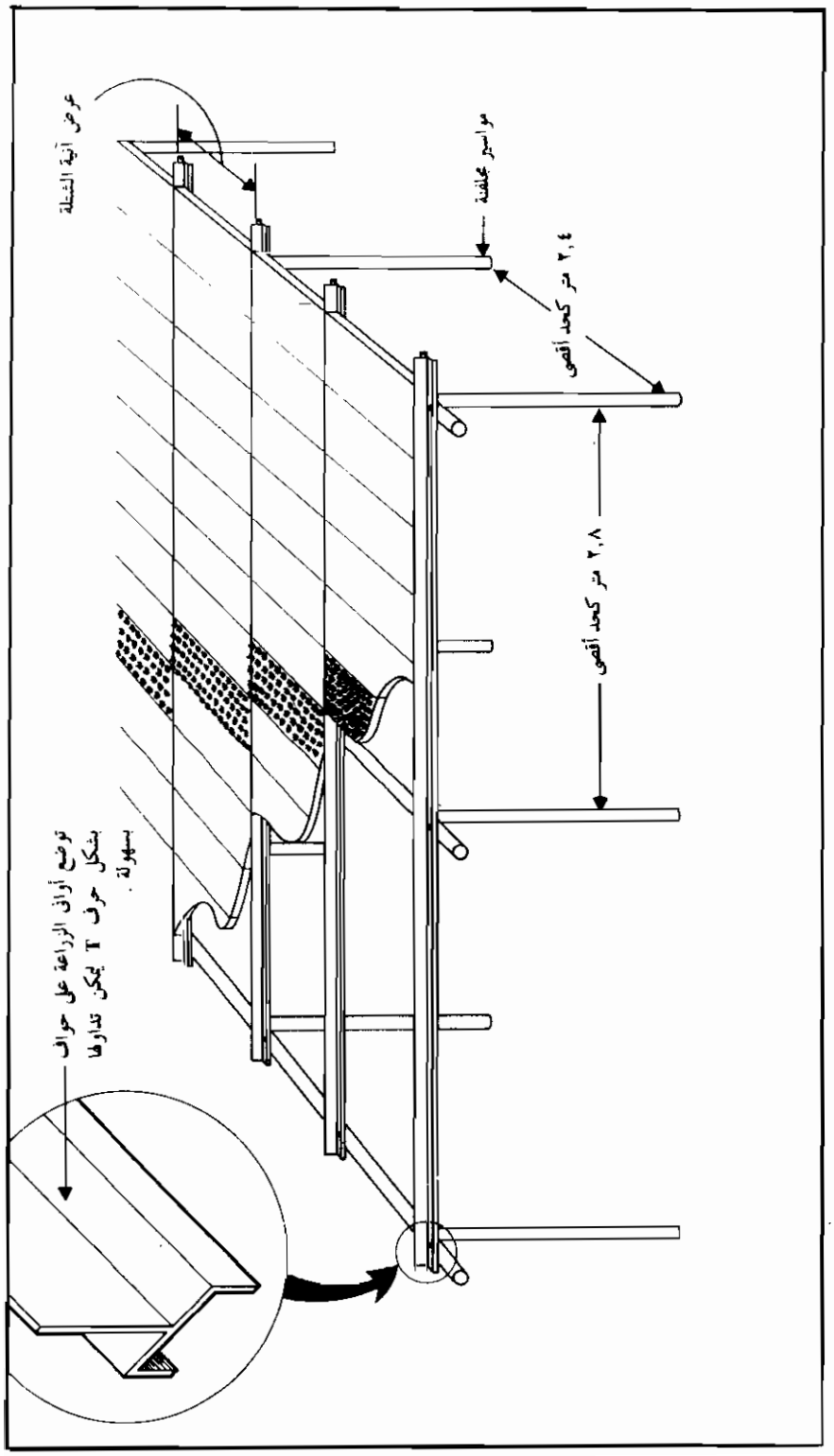



شكل ٢٠ – ١٣ : رسم تخطيطي يبين طريقة تصميم وحركة مناضد الزراعة.




شكل ٢٠ - ١٤ : رسم تخطيطى لأحد أنواع مناضد الزراعة .




شكل ٢٠ – ١٥ : رسم تخطيطى لأحد أنواع مناضد الزراعة.

## ٢٠ – ٤ : غطاء البيوت المحمية

تتنوع المواد المستخدمة كأغطية لبيوت المحمية Cladding أو Glazing material ، وتختلف كثيرًا فى خصائصها وأسعارها وعمرها الافتراضى ، وهى أمور يجب أن تؤخذ جميعها فى الاعتبار عند اختيار نوع الغطاء .

ويمكن تقسيم الأغطية إلى ثلاثة أنواع رئيسية هى كما يلى :

١ – الزجـــاج .

٢ – الليف الزجاجى ( الفيبرجلاس ) Fiberglass .

٣ – البلاستيك وأنواعه كثيرة ، ومن أهمها : البوليثلين Polyethylene ، والبوليفينايل كلورايد Polyvinyl Chloride .

ومن أهم الخصائص التى يجب أخذها فى الاعتبار عند اختيار أى من هذه الأغطية ما يلى :

١ – نفاذية الغطاء للضوء : ففى المناطق التى تكون ملبدة بالغيوم والإضاءة فيها ضعيفة معظم أيام السنة يفضل أن تستعمل فيها الأغطية التى تسمح بنفاذ أكبر نسبة من الضوء الساقط عليها ، وبالعكس .. فإنه يفضل استعمال الأغطية التى تسمح بمرور نسبة أقل من أشعة الشمس فى المناطق الحارة التى تكون فيها شدة الإضاءة عالية معظم أيام السنة . هذا .. وبرغم أن الغطاء يمتص جزءًا من الأشعة الشمسية الساقطة عليه فى صورة حرارة ، إلّا أنه يشعها ثانية ، إما نحو الفضاء الخارجى ، أو إلى داخل البيت . أما باقى الأشعة الساقطة ، فإنها إما أن تنفذ من خلال الغطاء إلى داخل البيت ، أو تنعكس مرة أخرى نحو الفضاء الخارجى .

٢ – نفاذية الغطاء للأشعة تحت الحمراء : وهذا العامل على جانب كبير من الأهمية ليلًا 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 : وهذا العامل أقل أهمية . وتزداد أهميته فقط فى المناطق المرتفعة التى تزيد فيها شدة الأشعة فوق البنفسجية ، مما يستلزم استعمال أغطية غير منفذة لها لتقليل إصابة النباتات بأضرار لفحة الشمس .

هذا .. ويمكن تلخيص درجة نفاذية الأنواع الرئيسية السابقة الذكر من الأغطية لكل من الضوء المرئى والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء كما يلى :

١ – لا تقل درجة نفاذية الأنواع المختلفة من الشرائح البلاستيكية للضوء المرئى عن الزجاج .

٢ – تعتبر أغطية الزجاج والبوليثيلين غير منفذة للأشعة فوق البنفسجية . ويعتبر الفيبرجلاس قليل النفاذية ، بينما يعتبر باقى الأغطية البلاستيكية منفذًا .

٣ – أغطية البوليثلين هى الوحيدة المنفذة للأشعة تحت الحمراء ، بينما يعتبر الفيبرجلاس وسطًا ، أما باقى الأغطية ، فهو إما قليل النفاذية ، أو غير منفذ للأشعة تحت الحمراء .

## ٢٠ – ٤ – ١ : الأغطية الزجاجية

تستخدم فى تغطية البيوت المحمية أنواع من الزجاج الشفاف بسمك ٣ – ٤ مم . ويتوقف السمك المستخدم على مساحة الألواح المستعملة ، فيزيد السمك بزيادة المساحة ، وعلى ما إذا كانت مستخدمة فى الجدران ، أم فى الأسقف . تثبت ألواح الزجاج فى 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 ليلًا داخل البيت ، مما يقلل الحاجة للتدفئة الصناعية .

ولخفض تكاليف التبريد فى المناطق الحارة التى 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 تركيب الزجاج بحيث تكون طبقة الأكاسيد داخل البيت .

كما يستخدم نوع مماثل من الزجاج تكون فيه طبقة أكاسيد المعادن نحو الخارج بغرض خفض الفقد فى درجة الحرارة فى المناطق الباردة . وقد وجد Breuer وآخرون ( ١٩٨٠ ) أن هذا النوع من الزجاج ( يسمى تجاريًا باسم هورتى بلس Horti plus ) يقلل الفقد الحرارى من البيت بنسبة ٢٠ – ٢٥٪ ، وبمدى يتراوح من ٢٪ فى الجو الممطر الملبد بالغيوم إلى ٤٠٪ فى الجو الصحو . وقد تراوح مقدار الفقد فى الإضاءة عند استعمال هذا النوع من الزجاج ، بالمقارنة بالزجاج العادى بنحو ١١ – ١٣٪ ، إلّا أن استعماله لم يكن اقتصاديًا ، نظرًا لارتفاع سعره بالنسبة للتوفير الذى يحققه فى وقود التدفئة .

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

## ٢٠ – ٤ – ٢ : أغطية الليف الزجاجى ( الفيبرجلاس )

يعتبر الليف الزجاجى المدعم بالبلاستيك Fiberglass Reinforced Plastic ( ويطلق عليه اختصار اسم الفيبرجلاس أو FRP ) البديل الأول للزجاج كغطاء للبيوت المحمية .

يتوفر الفيبرجلاس على شكل ألواح أو شرائح مسطحة ناعمة flat أو معرجة Corrugated ، وكلاهما مرن بالقدر الكافى للتشكيل على هيكل البيت ، بحيث يمكن تثبيتهما 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 تشتيت 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 عن الزجاج ، وأكثر تحملًا للانخفاض الشديد فى درجة الحرارة عن البوليثيلين .

وبالمقابل .. يعاب على الفيبرجلاس أن السطح الأكريلك للشرائح يتعرض للخدش ، وتتكون فيه النقر بفعل احتكاكه بحبيبات التراب والرمل وبفعل التلوث الكيمائى ، 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 من ٥ – 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 للضوء ١٠٠٪ ، فإن نفاذية الزجاج تبلغ ٩٠٪ ، ونفاذية الفيبرجلاس الشفاف تتراوح من ٩٢ – ٩٥٪ ، 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 للتبريد صيفًا ، وأقل حاجة للتدفئة شتاء عن 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 للتدفئة بنحو ٣٠ – ٤٠٪ عما فى حالة استعمال الألواح الملساء .

هذا .. ويقدر سمك شرائح الفيبرجلاس بوزن وحدة المساحة ، وتستخدم عادة شرائح زنة ٤ – ٥ أوقيات للقدم المربع للأسقف ، وشرائح زنة ٤ أوقيات للقدم المربع للجدران .

ونظرًا لأن أسطح شرائح الفيبرجلاس مثل أسطح شرائح البوليثلين – تعتبر طاردة للماء Water repellent – فإن قطرات الماء التى تتكثف عليها سريعًا ما تتساقط من أقل حركة للغطاء بفعل الهواء ، أو عند غلق باب البيت مثلًا ، ولهذا يجب رش البلاستيك من الداخل بمادة تجعله أقل طردًا لقطرات الماء ، حتى تنزلق القطرات عليه من الداخل إلى أن تصل لسطح التربة ، بدلًا من سقوطها على

النباتات . ورغم 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 ، Nelson ١٩٨٥ ) .

## ٢٠ – ٤ – ٣ : أغطية الأغشية البلاستيكية السهلة التشكيل

سنتناول بالدراسة تحت هذا العنوان أكثر نوعين من الأغطية البلاستيكية السهلة التشكيل استعمالًا فى الوقت الحاضر ، وهما : البوليثلين ، والبولى فينايل كلورايد ويباع 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 ، فإن شعلتها تكون شاحبة ، وتكون للأبخرة الناتجة من الاحتراق رائحة حامض الأيدروكلوريك ( عبد الهادى ١٩٧٤ ) .

### أغشية البوليثيلين

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

١ – البوليثيلين العادى

يتآكل البوليثلين 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 من ١٠٠ – ١٥٠ ميكرون ، ويتوفر بعرض يصل إلى ١٢ م ، 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 للتهوية والتبريد نهارًا ، لكن تقابل ذلك زيادة الحاجة للتدفئة ليلًا ، نظرًا لأن غطاء البوليثيلين يسمح بنفاذ الأشعاع الحرارى الذى يصدر من التربة ليلًا إلى خارج البيت .

هذا .. وفى حالة استعمال طبقتين من البلاستيك كغطاء للصوبات ( انظر الجزء ٢١ – ١ – ٤ ) ، فإن نفاذية الغشاءين معًا تنخفض إلى ٧٧٪ ويفيد استعمال طبقتى البلاستيك فى تقليل الفقد الحرارى .

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

٢ – الكوبوليمر Copolymer

الكوبوليمز هو نوع من البوليثلين المضاف له مواد خاصة تقوم بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية وتبطىء من تحلله ، ولذلك فهو يعيش لفترة أطول تصل إلى ١,٥ – ٢ سنة . وتتميز هذه الشرائح بلونها الأصفر . وفيما عدا ذلك ، فإنه لا يختلف فى خصائصه عن البوليثيلين العادى .

## أغشية البولى فينايل كلورايد

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

وبرغم 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 ، إلّا 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 مميزاتها أنها لا تسمح إلّا لنحو ١٢٪ فقط من الأشعة تحت الحمراء بالنفاذ من خلالها ، وبذلك تعمل على الاحتفاظ بالإشعاع الحرارى الصادر من النباتات والتربة ليلًا داخل الصوبة ، وهو الأمر الذى يعمل على رفع درجة الحرارة عن الجو الخارجى ليلًا بنحو ٢ – ٣ درجات مئوية .

## ٢٠ – ٤ – ٤ : الأنواع الأخرى من الأغطية 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 ذكرها فى 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 ٧٠ – ٨٠٪ .

ومن أهم أنواع الأغشية البلاستيكية السهلة 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 ، إلّا 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 ليلًا .

(جـ) أكثر تحملًا للإشعاع الشمسى ، ويخدم لمدة تتراوح من ٢ – ٥ سنوات ، إلا أنه أكثر تكلفة .

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

٣ – البولى فينايل فلورايد Polyvinyl fluoride ( اختصارًا PVF ) : ينفذ الضوء بنسبة ٩٢٪ ، والأشعة تحت الحمراء بنسبة ٣٣٪ .

٤ – بولى ميثايل مث أكريليت Polymethyl methacrylate : ينفذ الضوء بنسبة ٩٢٪ ( Boodley ، ١٩٨١ Nelson ، ١٩٨٥ ) .

## ٢٠ – ٤ – ٥ : مشاكل استعمال الأغطية البلاستيكية

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

١ – غالبًا ما تتلف شرائح البلاستيك بسرعة أكبر عند أماكن اتصالها بهيكل البيت بسبب ارتفاع درجة الحرارة عند هذه النقط ، وهو الأمر الذى يزيد من معدل أكسدة البلاستيك فى وجود الأشعة فوق البنفسجية . وتعالج هذه الحالة أما بصبغ البلاستيك فى هذه المواقع بمادة بيضاء عاكسة لأشعة الشمس ، أو بتغطية البلاستيك فى هذه الأماكن فى البيوت ذات الهيكل الخشبى بشريحة خشبية أعرض من جزء الهيكل المثبت عليه البلاستيك بمقدار ٢ سم ، وتثبت فى الهيكل الخشبى بمسامير .

٢ – يتعرض البلاستيك للتمزق بفعل العواصف الشديدة .

٣ – غالبًا 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 أضرارًا لها . وتعالج 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 . ويمكن رش البلاستيك بمادة مضادة للتكثف تسمى تجاريًّا باسم صن كلير sun clear ، حيث تلغى تمامًا هذه المشكلة .

لكن ظاهرة التكثف لها أهميتها أثناء الليل ، إذ يقلل الغشاء المتكثف من فقد الحرارة المكتسبة أثناء النهار بالإشعاع ليلًا ، نظرًا لأن الماء غير منفذ للأشعة تحت الحمراء ( Anon ١٩٨٠ ) .

## ٢٠ - ٥ : المراجـــع


إبراهيم ، محمد حسن ( ١٩٨٦ ) . مدير شركة العين لإنتاج الخضروات - العين - الإمارات العربية المتحدة . ( اتصال شخصى ) .

باسيلى ، جورج ( ١٩٨٦ ) . اقتصاديات الزراعة فى البيوت المحمية . ندوة « الزراعة المحمية » ٢٩ يوليو ١٩٨٦ ، الجمعية المصرية للهندسة الزراعية - كلية الزراعة - جامعة القاهرة .

سالم ، محمد حمدى ( ١٩٨٥ ) . اقتصاديات الزراعة المحمية بدولة الكويت . الزراعة والتنمية فى الوطن العربى - المجلد الرابع - العدد الخامس - صفحات ٧ - ١١ .

عبد الهادى ، نزيه ( ١٩٧٤ ) . المواصفات الفنية للبوليثين المستعمل للأغراض الزراعية . رسالة المرشد الزراعى - الحلقة ١٠٧ - صفحات ١ - ٤ . وزارة الزراعة الجمهورية العراقية .

عبد الهادى ، نزيه ( ١٩٧٨ ) . زراعة الخضر تحت الأنفاق البلاستيكية المتوسطة الحجم . وزارة الأشغال العامة - الكويت . ورقة إرشادية رقم (٢) - ١٤ صفحة .

عواد ، هشام صلاح ( ١٩٨٦ ) . رئيس القسم الزراعى - مركز مزيد التجريبى - العين - الإمارات العربية المتحدة . ( اتصال شخصى ) .

مديرية البحث والإرشاد الزراعى - وزارة الزراعة - المملكة الأردنية الهاشمية ( ١٩٨٣ ) . إنتاج الخضروات تحت البيوت البلاستيكية فى الأردن . نشرة رقم ٨٣/٩ - ٦٠ صفحة .

نصار ، أحمد ( ١٩٨٦ ) . رئيس مجلس إدارة شركة الإنتاج النباتى - الجيزة - جمهورية مصر العربية . ( اتصال شخصى ) .

وزارة الزراعة والثروة السمكية - دولة الإمارات العربية المتحدة ( ١٩٨٢ ) . إنتاج الخضروات المحمية - ٨٣ صفحة .

Anonymous. 1980. Programme for early tomato production in peat. An Foras Taluntais, Kinsealy Res. Centre, Dublin. 38p.

Boodley, J.W. 1981. The commercial greenhouse handbook. Van Nostrand Reinhold Co., N.Y. 568p.

Breuer, J. J. G. and A.M.G Kieboom. 1981. Hortiplus glass is not yet economically justifiable. Vakblad voor de Bloemisterij 35(44): 134-135 (In Ni).

Collins, W.L. and M.H. Jensen. 1983. Hydroponics: a 1983 technology overview. The Env. Res. Lab., Univ. Ariz., Tucson. 119p.

Hanan, J.J., W.D. Holley and K.L. Goldsberry 1978. Greenhouse management. Springer-Verlag, N.Y. 530p.

Mastalerz, J.W. 1977. The greenhouse environment. John Wiley & Sons, N.Y. 629p.

Nelson, P.V. 1978. Greenhouse operation and management. Reston Pub. Co., Reston, Va. 518p.

Nelson, P.V. 1985 (3rd ed.) Green house operation and management. Reston Pub. Co. Reston, Va 598p.

Sheldrake, R., Jr. 1969. Planning, constructing and operating plastic covered green houses. Cornell Misc. Pub. 72. 15p.

Thompson, J.F 1978. Small plastic greenhouses. Univ. Calif., Div. Agr. Sci. Leaflet 2387.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607p.