

فترات التبيوة مع رفع الغطاء من الجوانب تدريجيًا في الأيام الدافئة (شكل ٣ - ٢٣) ، وبراعى رفع الغطاء كلية قبل الشتل بنحو ١٠ - ١٢ يومًا .

ولا يحتاج المشتل إلا إلى ربة الزراعة . وقد تلزم ربة واحدة أخرى على الأكثر (الإدارة العامة لتشتريه - وزارة الزراعة ١٩٧٣) .



شكل ٣ - ٢٣ : تهيئة مشاتل الطماطم المرروعة تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

٣ - ١١ : استعمال الأنفاق البلاستيكية المنخفضة في حماية نباتات الخضر من البرودة

٣ - ١١ - ١ : الأنفاق البلاستيكية العادية

يليد استعمال الأنفاق البلاستيكية المنخفضة العادية في إنتاج محصول مبكر من الخضر ، نظرًا لأنه يوفر لها الحماية من الصقيع ، ويسمح بالزراعة المبكرة في الربيع ، لأن التربة تكتسب حرارتها أثناء النهار ، وبعض هذه الحرارة يعاد إشعاعه في جو النفق أثناء الليل . مما يؤدي إلى حماية النباتات من أضرار الصقيع . كما أن درجات الحرارة تكون أكبر ارتفاعًا أثناء النهار داخل النفق ، عنه خارجها ، مما يسمح بنمو النباتات بصورة أفضل عندما تكون درجة حرارة الجو منخفضة في بداية الربيع . هذا .. ويكون فقد الحرارة ليلًا أقل في الأنفاق القديمة المغطاة جزئيًا بالأتربة ، عنه في الأنفاق الجديدة الشغافة التي تسمح بنفاذ الإشعاعات الحرارية الشبث من التربة ليلًا .

وإلى جانب الحماية من البرودة والصفيع ، فإن الأنفاق البلاستيكية المنخفضة تعيد أيضاً في حماية الخضروات المزروعة لحمايتها من الرياح والأمطار الغزيرة .

تتبع الأنفاق حول أقواس خاصة . وتختلف المواد المستخدمة في عمل الأقواس حسب الغرض الذي سيشتمل من أجله الأنفاق ، فقد تصنع من الأسلاك المختلفة قطر ٤ - ٥ مم ، أو من أنابيب المياه شكل (٣ - ٢٤) ، أو حديد البناء ، أو من سعف النخيل . ويختلف أيضاً حجم القوس حسب الغرض من الزراعة وحجم النباتات .



شكل ٣ - ٢٤ : أقواس للأنفاق المنخفضة من أنابيب المياه المختلفة ، مع استعمال أغطية بلاستيكية سوداء للتربة في زراعات الشليك بالإمارات .

١ - الأقواس المصنوعة من الأنابيب الجلفنة :

يبلغ قطر قوس الأنابيب الجلفنة من ١٨٠ - ٢٠٠ سم ، بينما يبلغ قطر الأنبوب من الداخل $\frac{1}{2}$ بوصة . ويمكن عمل الأقواس بسهولة بشئ أنابيب بطول ٣ م حول قالب خاص بقطر ١٨٠ أو ٢٠٠ سم حسب الحاجة . يجهز القالب بندق أنابيب أو قضبان حديدية بطول ٧٥ - ٩٠ سم في أرض صلبة على أبعاد ٣٠ سم من بعضها البعض على شكل نصف دائرة بالقطر المرغوب . وبعد تحضير الأقواس تعمل فيها فتحات بقطر ٣ مم على بعد ١٥ سم من طرفي كل أنبوب ، وكذلك في وسط القوس . تثبت هذه الأقواس على بعد ١,٥ مترًا من بعضها البعض فوق خطوط الزراعة .

٢ - الأقواس المصنوعة من قضبان حديد البناء :

يستخدم في عمل الأقواس المصنوعة من قضبان حديد البناء حديد تسليح بقطر ٨ مم ، أو ١٠ مم ، وبتطول ٣,٦٥ م . بقوس الحديد على قالب بقطر ٢ م . يزود كل قوس بمخلفات أو خطافات قصيرة بطول ٨ سم من نفس مادة القضبان ، وتلحم فيها على بعد ٢٥ - ٣٠ سم من طرفي القوس . وفائدتها هي منع القوس من النزول في التربة أكثر من اللازم ، ولربط الحيط فوق البلاستيك لمنع من التحرك من مكانه في حالة هبوب رياح قوية . هذا .. ويلزم طلي الحديد قبل الاستعمال لمنع الصدأ .

٣ - الأقواس المصنوعة من الأسلاك الجلفنة :

يستخدم في عمل الأقواس سلك مجلفن بقطر ٤ - ٥ مم يُشكل على هيئة نصف دائرة بالقطر المرغوب كما سبق بيانه في الجزء ٣ - ١٠ .

يتراوح السمك المفضل لأغطية الأنفاق البلاستيكية المنخفضة من ٥٠ - ٨٠ ميكرون للاقتصاد في التكاليف ، خاصة أنه يستعمل لموسم زراعي واحد . ولا تؤدي زيادة سمك الغشاء المستعمل إلى توفير حماية أفضل للنبات . ويباع البوليثين المستعمل في تغطية الأنفاق البلاستيكية بالوزن غالبًا على بكرات تزن ما بين ٣٠ - ٧٥ كيلو جرامًا . ومن المفضل ألا يزيد طول النفق عن ٣٠ مترًا ، حتى لا تزداد صعوبة عملية التهوية . أما العرض ، فيتوقف على المحصول المزروع ، وإن كان من الممكن استعمال أنفاق صغيرة ، حتى مع المحاصيل التي تزرع على خطوط متباعدة ، كالقرعيات ، بفتح النفق من الجهة التي لا تأتي منها الرياح بعد زيادة حجم الجو النباتي عن عرض النفق . ويوضح جدول (٣ - ٢) مواصفات الأغطية البلاستيكية المستخدمة في الأنفاق المختلفة التي تتراوح في عرض قاعدتها من ٤٠ إلى ٢٢٠ سم ، وفي ارتفاعها من ٤٥ إلى ٨٠ سم . وتخصص الأنفاق الصغيرة فقط لإنتاج المشاتل ، أو لحماية النباتات وهي صغيرة ، أما الأنفاق البلاستيكية المنخفضة الكبيرة ، فإن العرض من استعمالها يكون توفير الحماية للنباتات وهي مكتملة النمو .

يجب تحضير الأرض للزراعة قبل إقامة الأنفاق وتجهيز الخطوط أو الأحواض اللازمة للزراعة ، كما توضع أنابيب الري بالتنقيط قبل الزراعة في حالة إجراء الري بهذه الطريقة .

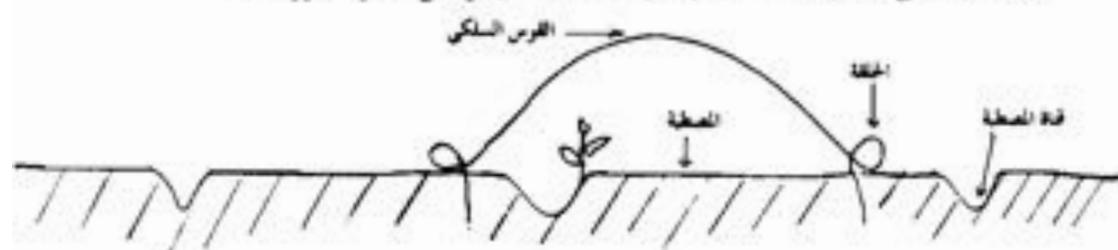
كما يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن يكون النفق في اتجاه الرياح السائدة ، خاصة الرياح القوية ،

جدول (٣ - ٢) : مواصفات الأنظمة البلاستيكية المستخدمة في الأنفاق البلاستيكية المحفظة .

| مواصفات الغطاء البلاستيكي المستعمل | | مواصفات النفق | |
|------------------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| السمك (ميكرون) | العرض (سم) | الارتفاع (سم) | الفاصلة (سم) |
| ٥٠ - ٣٨ | ١٥٠ - ١٣٠ | ٤٥ | ٥٠ - ٤٠ |
| ٥٠ - ٣٨ | ٢٠٠ - ١٨٠ | ٥٥ | ٩٠ - ٨٠ |
| ٨٠ - ٥٠ | ٢٠٠ | ٥٥ | ١٣٠ - ١٢٠ |
| ٨٠ | ٢٥٠ | ٥٥ | ١٦٠ - ١٤٠ |
| ٨٠ | ٣٣٠ | ٨٠ | ٢٢٠ - ١٨٠ |

وبفضل أن تكون في وضع يسمح بتعرضها لأكثر قدر من أشعة الشمس .

وعند بناء الهيكل توضع الأقواس فوق خطوط الزراعة ، ويكون ذلك على بعد ١,٥ متر من بعضها البعض في حالة استعمال أنابيب المياه المختلفة . تربط الأنابيب مع بعضها البعض بثلاثة خطوط من سلك مقاس ١ كيج ١٦ . تمرر هذه الأسلاك من خلال الفتحات التي صنعت في الأنابيب . وتربط الأسلاك الثلاثة في نهاية النفق على أوتاد حديدية أو خشبية . أما الأقواس المصنوعة من قضبان حديد السليح ، فإنها توضع على بعد متر واحد من بعضها البعض ، وتربط مع بعضها من وسط كل قوس بسلك مقاس ١ كيج ١٦ ، ثم يربط هذا السلك في طرف النفق بأوتاد . وبالنسبة للأقواس المصنوعة من السلك المختلف قطر ٤ - ٥ مم ، فإنها تثبت على أبعاد ٧٥ سم من بعضها البعض ، وقد ترتبط معاً بخط رفيع (دوارة) قبل وضع الغطاء البلاستيكي عليها . ويوضح شكل (٣ - ٢٥) طريقة تثبيت الأقواس على خطوط الزراعة .



شكل ٣ - ٢٥ : طريقة تثبيت الأقواس السلكية في التربة ، وموقع الأنفاق المحفظة بالنسبة لخطوط الزراعة .

بفرد الغطاء بعد ذلك يدوياً أو آلياً شكل (٣ - ٢٦) فوق الأقواس . في حالة فرد البلاستيك يدوياً يربط طرف الغطاء البلاستيكي حول ولد عند أحد طرفي النفق ، ثم بفرد البلاستيك تدريجياً فوق الأقواس ، ويربط بوترد آخر من الناحية الأخرى للنفق . وقد يكتفى بفرد البلاستيك في طرفي النفق في التربة .

يشد البلاستيك على الأقواس بواسطة خيوط لمر متقاطعة بين الأقواس على شكل حلزوني ، وقد تكون متقابلة (شكل ٣ - ٢٧) ، وترتبط في العمود أو الشظافات أو بأوتاد جانبية تمنع لثرك أو طرمان البلاستيك بفعل الرياح القوية ، ولتسهيل عملية التربة في الأيام المشمسة يرفع البلاستيك إلى أعلى ، وتحريكها ما بين الأقواس والخيوط .

ويبين جدول (٣ - ٣) و (٣ - ٤) كميات المواد اللازمة لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة على مساحة ١٠٠٠ متر مربع ببياكل من الأنابيب الخفيفة ، أو من حشيد التسليح على التوالي .



شكل ٣ - ٢٦ : تغطية الأنفاق المنخفضة بالبلاستيك آلي .

جدول (٣ - ٣) : المواد اللازمة لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة ببياكل من الأنابيب الخفيفة على مساحة ١٠٠٠ متر مربع .

| الكمية | العدد | المواد اللازمة |
|-------------------------------|-------------------------------|---|
| ١٧٠ أنبوب طول ٦ سم ١٣٥ كجم | ٣٤٠ ٥ لفات | أقواس أنابيب بطول ٣ م ، قطر داخل ١/٤ بوصة غطاء بوليثين سمك ٨٠ ميكرون بطول ١١٢ م ، و عرض ٣.٣ م |
| ١٤٥٥ م ٢٨ كجم | ٦ ربطات طول الربطة ٢٦٠ م ٤ | أسلاك لربط الأقواس مع بعضها قياس ١٦ أوتاد من قضبان حديد البناء المستعمل لرؤوس الأتفاق أوتاد من قضبان حديد البناء المستعمل في جانب الأتفاق |
| ١٧٠ كجم ٣.٣ كجم | ٣٤٠ ١٥٠٠ متر | لثيث الخيوط خيوط بولي بروبيلين . |



شكل ٣ - ٢٧ : مظن عام للأنتفاق البلاستيكية المنخفضة بعد ربط البلاستيك من أعلى بالمحيط .

جدول (٣ - ٤) : المواد اللازمة لإقامة أنتفاق بلاستيكية منخفضة جبال من حديد التسليح على مساحة ١٠٠٠ متر مربع .

| المواد اللازمة | العدد | حديد ٨ مم الكمية (كجم) | حديد ١٠ مم الكمية (كجم) |
|---|---------|---------------------------|----------------------------|
| أنوار بطول ٣٦٥ سم حديد تسليح غطاء بوليثلين سمك ٨٠ ميكرون | ٤٨٦ | ٧٢٩ | ١٠٥٠ |
| بطول ١١٢ م ، عرض ٣.٣ م | ٥ لفات | ١٣٥ | ١٣٥ |
| خيوط بولي بروبيلين | ١.٥ ربط | ٣.٣ | ٣.٣ |
| صقل وطلاء مقاوم للصدأ | | ٦.٠ | ٦.٠ |

هذا .. وتساعد التربة كثيراً في عملية تلقيح النباتات داخل الأنتفاق . فزهرة الطماطم مثلاً بحاجة إلى التعرض لقليل من الاهتزاز بواسطة الرياح ، أو بطريقة ميكانيكية حتى يحدث التلقيح بشكل جيد . كما أن الحشرات تستطيع الدخول عند فتح الأنتفاق للقيام بعملية التلقيح في حالة نباتات العائلة القرعية وغيرها من المحاصيل الحشرية التلقيح (عبد الهادي ١٩٧٤ ، ١٩٧٨) .

قد يظهر أحياناً التلف بأوراق بعض أصناف الطماطم التي تزرع تحت الأنتفاق البلاستيكية المنخفضة ، وربما يرجع ذلك إلى تراكم المواد الكربوهيدراتية بالأوراق ، كما قد يرجع إلى تراكم الإيثيلين داخل التفوق .

٣ - ١١ - ٢ : أنفاق الشرائح البلاستيكية ذات الأسطح المنموجة (فيرجلاس)

قد تستبدل الأقواس السلكية والشرائح البلاستيكية بألواح من البلاستيك المرن الذي يمكن شيه بين أوتاد خشبية على شكل نفق يغطي النباتات (شكل ٣ - ٢٨)| تستخدم لذلك شرائح من الفيرجلاس ذات أسطح منموجة Corrugated plastic . ومن أهم مميزات هذا النوع من الأنفاق ما يلي :

- ١ - سهولة تثبيت الغطاء .
 - ٢ - سهولة تنظيف الغطاء وإعادة استخدامه عدة مرات .
 - ٤ - سهولة رفع الغطاء لإجراء عمليات الخدمة (١٩٧٧ USDA) .
- ويعتبر هذا النوع من الأنفاق مناسباً لحداثق الخضر الشتوية .



شكل ٣ - ٢٨ : أنفاق الشرائح البلاستيكية ذات الأسطح المنموجة Corrugated plastic .

٣ - ١١ - ٣ : الأنفاق البلاستيكية المنخفضة المدعومة بالهواء

تمكن Jensen & Sheldrake (١٩٦٦) من إنتاج الطماطم تحريياً تحت أنفاق بلاستيكية مدعومة بالهواء المدفأ بواسطة مذاق، خاصة .

ولإقامة مثل هذا النوع من الأنفاق تلزم تغطية التربة أولاً بالبلاستيك الأسود بسبك نحو ٤٠ ميكرون ، أو بالبلاستيك الشفاف مع استعمال ميد حشائش . كما يجب رى الحقل قبل تغطية التربة بالبلاستيك ، وتكفي هذه التربة لمد النباتات بحاجتها من الرطوبة لحين إزالة النفق .

بشتل المحصول المرغوب زراعته (الطماطم أو الخيار عادة) ، ثم تغطي النباتات بالبلاستيك ، وتدفع أطرافه في التربة ، ثم يقام النفق بدفع الهواء داخله من أحد الأطراف بمراوح قوية .

ويمكن رفع درجة الحرارة داخل النفق بتشغيل مدفأة أمام المروحة في بداية النفق . كما يستعمل باب منزلق في نهاية النفق للتحكم في سرعة خروج الهواء وفي تنظيم درجة الحرارة . كما يمكن التحكم في درجة الحرارة أيضاً بالتحكم في حجم المروحة وفي قوة المدفأة . ويمكن بهذه الطريقة حماية النباتات من حرارة منخفضة تصل إلى $- 4^{\circ} \text{C}$.

هذا .. ويعمل الهواء المتحرك داخل النفق على المساعدة في تلقيح أزهار الطماطم . ويمكن مكافحة الحشرات والأمراض داخل النفق بالتعفير ، حيث يوزع المبيد بانتظام مع الهواء الداخل إلى النفق .

كما يمكن وضع أنبوبة رى بالتنقيط تحت الغطاء البلاستيكي لاستخدامها في الري عند الحاجة .

٣ - ١١ - ٤ : الأنفاق البلاستيكية المثقبة

استخدمت الأنفاق البلاستيكية المثقبة perforated row covers كبديل للأنفاق البلاستيكية العادية بغير ضرر تحقيق تهوية جيدة داخل الأنفاق ، دون التأثير كثيراً على الهدف الأساسي من إقامة النفق ، وهو حماية النباتات من البرودة . وتستخدم هذه الأنفاق على نطاق تجارى في أوروبا .

٣ - ١١ - ٥ : الأنفاق البلاستيكية ذات الفتحات

يتكون غطاء النفق في الأنفاق البلاستيكية ذات الفتحات slatted row covers من شريحة بلاستيكية واحدة بعرض ١,٥ م بها صفان طوليان من الفتحات ، طول كل منها ١٢,٥ سم ، وتبعد الفتحات المتجاورة في الصف الواحد بمقدار ٢ سم عن بعضها البعض . وقد أدى استخدام هذا الغطاء إلى التخلص نهائياً من مشكلة التهوية . وطبقت هذه الطريقة بنجاح في زراعات القاوون والخيار والطماطم والفلفل ، حيث يترك الغطاء لحين تحسن الظروف الجوية ، ثم يرفع . ويسمح هذا الغطاء بنفاذ الضوء بنسبة ٩٠٪ .

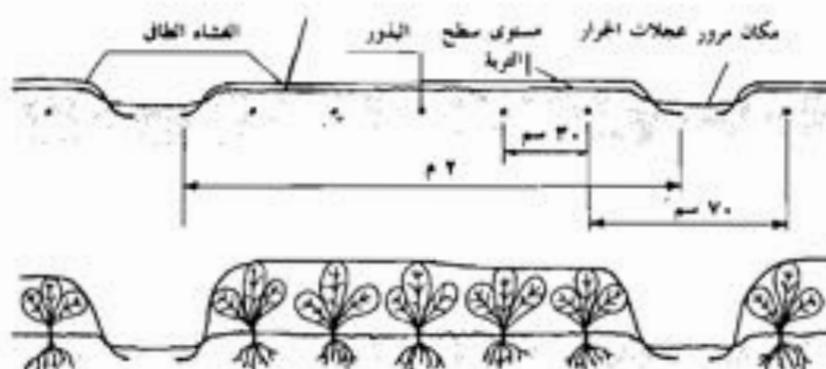
٣ - ١١ - ٦ : الأغطية الطافية

الأغطية الطافية Floating row covers عبارة عن شرائح خاصة من الـ Spunbonded polyester والـ spunbonded polypropylene ، وهي مواد خفيفة ترن نحو ١٤ جم للمتر المربع ، وتستخدم كأغطية توضع على النباتات مباشرة ، دون الحاجة إلى سنادات من الأقواس السلكية . وتثبت هذه الأغطية دون شدتها من جانبي الخط ، حتى لا تعوق النمو النباتي وتسمح هذه الأغطية بنفاذ الضوء بنسبة ٨٠٪ (شكل ٣ - ٢٩) .

ومن أهم مزايا هذه الأغطية سهولة تركيبها يدوياً ، كما يمكن تركيبها آلياً باستخدام آلة تثبيت الأغطية البلاستيكية في التربة بعد تحويرها ، حتى تسمح بترك الغطاء غير مشدود على الخط .

٣ - ١١ - ٧ : الحماية التي توفرها الأنفاق البلاستيكية ضد الصقيع

تسمح الأغطية البلاستيكية المختلفة بنفاذ نحو ٧٠٪ من الإشعاع الحرارى من التربة والنباتات ليلاً ، وعليه .. فإن هذه الأغطية ليست على درجة عالية من الكثافة في المحافظة على درجة الحرارة



شكل ٣ - ٢٩ : الأغطية «الطافية» (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

المرتفعة . ونادراً ما تزيد الحرارة ليلاً داخل النفق ، عنه خارجة بأكثر من ١ - ٥٢ م . وإذا كانت الرطوبة النسبية منخفضة جداً تحت الغطاء إلى الحد الذي لا يسمح بتكون الندى عند انخفاض الحرارة ، فإن درجة الحرارة قد تكون أكثر انخفاضاً داخل النفق ، عنه في الجو الخارجي . وترجع معظم الحماية من الصقيع التي توفرها الأنفاق البلاستيكية إلى تكثف الرطوبة على السطح الداخلي للغطاء عند انخفاض درجة الحرارة ليلاً ، لأن الغشاء المائل المكثف يعمل على خفض الإشعاع الحراري من داخل النفق ، لأنه لا يسمح بتفاداه كالإستيك (Wells & Loy ١٩٨٥) .

٣ - ١٢ : حماية نباتات المحضر من أشعة الشمس القوية بالتظليل

يمكن توفير الحماية لنباتات المحضر من أشعة الشمس القوية بعدد من الطرق كما يلي :

١ - إنتاج المحضر تحت أنفاق مغطاة بشباك التظليل (شكل ٣ - ٣٠) .

تقام الأنفاق بالاستعانة بهياكل سلكية بنفس الطريقة التي سبق شرحها ، وتغطي بشباك بلاستيكية خاصة ، بدلاً من الشرائح البلاستيكية الشفافة . تصنع الشباك من البلاستيك الأسود أو الأخضر ، وتختلف في درجة نفاذيتها للضوء ، والعادة هي استخدام شباك منقذة للضوء بنسبة ٥٠ - ٦٠٪ للحصول على شدة إضاءة تتراوح من ٤٠٠٠ - ٥٠٠٠ لكس .

وتفيد هذه الطريقة في إنتاج بعض المحضر الحساسة لأشعة الشمس القوية التي تصل صيفاً إلى ١٠٠٠٠ - ١٢٠٠٠ لكس في بعض المناطق

هذا .. وتعامل هذه الشباك أثناء تصنيعها بحيث تتحمل الأشعة فوق البنفسجية ، ويمكن أن تبقى بحالة جيدة لمدة ٣ - ٤ سنوات .

٢ - إنتاج المحضر في بيوت (صوبات) المظلات (shade houses) :

تقام بيوت المظلات على هياكل معدنية ثابتة ، مثل أنابيب المياه المختلفة شكل (٣ - ٣١) ، ثم