الظهر فى الجو الملبد بالغيوم ، وتزيد المدة بزيادة نسبة الجيلاتين فى المخلوط . ومن المركبات المستخدمة تجارياً كرغوة المادة التى تباع تجارياً تحت اسم أجريفوم Agrifoam.

وطريقة تكوين الرغوة بسيطة للغاية ، حيث يدفع الهواء المضغوط من خلال مادة مسامية كالإسفنج ، مما يؤدى إلى تكوين فقاقيع صغيرة بالحجم المناسب. تحاط هذه الفقاقيع فى الحال بغشاء رقيق من المركب المكون للرغوة ، والذى يكون ملامساً للإسفنج . ومع تزايد تكوين الفقاقيع ، فإن بعضها يدفع بعضاً إلى أعلى ، إلى أن تخرج من فوهة الآلة المستخدمة Foamer ، ثم إلى السطح النباتى (Bartholic وآخرون ١٩٧٠) .

استخدام الأنفاق البلاستيكية المنخفضة للحماية من أضرار البرودة والصقيع

يفيد استخدام الأنفاق البلاستيكية المنخفضة low plastic tunnels فى إنتاج محصول مبكر من الخضر ، إما بإنتاج شتلات العروة الصيفية المبكرة أثناء الجو البارد خلال شهرى ديسمبر ويناير ، وإما بإنتاج المحصول ذاته بتغطية النباتات بالبلاستيك ابتداء من شهر نوفمبر إلى أن يتحسن الجو فى بداية الربيع . وهى تناسب الإنتاج المبكر لمحاصيل الطماطم ، والفلفل ، والباذنجان ، والخيار ، والقاوون ، والبامية ، والملوخية ، كما تستخدم فى إنتاج الشليك .

كيفية الحماية

تحدث الحماية من البرودة والصقيع لأن التربة تكتسب حرارتها أثناء النهار ، ثم تعيد إشعاع جزء منها فى جو النفق أثناء الليل . كما أن درجات الحرارة تكون أكثر ارتفاعاً داخل النفق ، عنه خارجه ، مما يسمح بنمو النباتات بصورة أفضل عندما تكون درجة الحرارة منخفضة نهاراً . ويكون فقد الحرارة ليلاً أقل – فى الأنفاق القديمة المغطاة جزئياً بالأتربة – منه فى الأنفاق الجديدة الشفافة التى تسمح بنفاذ الإشعاعات الحرارية المنبثة من التربة ليلاً .

هذا .. وتسمح الأغطية البلاستيكية المختلفة بنفاذ نحو ٧٠ ٪ من الإشعاع الحرارى من التربة والنباتات ليلاً ، وعليه .. فإن هذه الأغطية ليست على درجة عالية من الكفاءة فى المحافظة على درجة الحرارة المرتفعة ليلاً .

ونادرا ما تزيد درجة الحرارة ليلاً داخل النفق عنها خارجه بأكثر من ١ – ٢°م . وترجع معظم الحماية من الصقيع التى توفرها الأنفاق البلاستيكية إلى تكثف الرطوبة على السطح الداخلى للغطاء عند انخفاض درجة الحرارة ليلاً ، لأن الغشاء المائى المكثف يعمل على خفض الإشعاع الحرارى من داخل النفق ، لأنه لايسمح بنفاذه كالبلاستيك (Wells & Loy ١٩٨٥) .

وإلى جانب الحماية من البرودة والصقيع ، فإن الانفاق البلاستيكية المنخفضة تفيد أيضاً فى حماية الخضروات المزروعة تحتها من الرياح والأمطار الغزيرة .

إقامة الانفاق

تثبت الأنفاق حول أقواس خاصة ، وتختلف المواد المستعملة فى عمل الأقواس باختلاف الغرض الذى تستعمل من أجله الأنفاق ، فقد تصنع من الأسلاك المجلفنة ، أو من أنابيب المياه ، أو حديد البناء ، وأكثرها شيوعاً السلك المجلفن الذى يتراوح قطره من ٤ –٥ مم ، ويشكل على هيئة نصف دائرة بالقطر المرغوب حسب الغرض من الزراعة وحجم النباتات

ويجب تحضير الأرض للزراعة قبل إقامة الأنفاق ، وتجهيز الخطوط أو الأحواض اللازمة للزراعة ، كما توضع أنابيب الرى بالتنقيط قبل الزراعة فى حالة إجراء الرى بهذه الطريقة . ويجب أن يؤخذ – فى الحسبان – أن تكون الأنفاق فى اتجاه الريح السائدة ، خاصة الريح القوية ، ويفضل أن تكون فى وضع يسمح بتعرضها لأكبر قدر من أشعة الشمس .

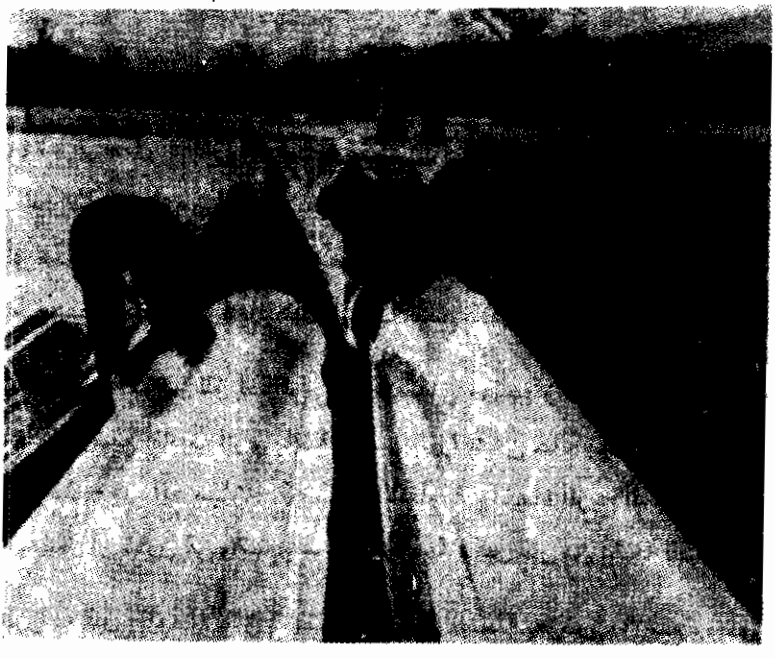
تتم الزراعة قبل إقامة الأنفاق .. فتقام أحواض الشتلة بعرض ٩٠ سم ، وطول ٣ –٤م ، وتزرع الأحواض بالطريقة العادية ، وتروى رياً غزيراً ، ثم تقام الأنفاق البلاستيكية فى اليوم نفسه .

أما بالنسبة لإنتاج المحصول ذاته تحت الأنفاق ، فإن زراعة البذور ، أو الشتل تتم قبل إقامة الأنفاق ؛ إما قبلها مباشرة – كما فى حالة المشاتل – وإما قبلها بنحو ٣ – ٤ أسابيع، حسب موعد الزراعة ودرجةالحرارة السائدة .

وعند بناء الهيكل يتم تشكيل أقواس السلك المجلفن ، مع عمل حلقة صغيرة تبعد عن كل من طرفيه بنحو ١٥ سم ، ثم تغرس الأقواس فى الأرض حتى موضع الحلقات . وتربط

الأقواس بخيط رفيع (دوبارة) قبل وضع الغطاء البلاستيكى عليها .

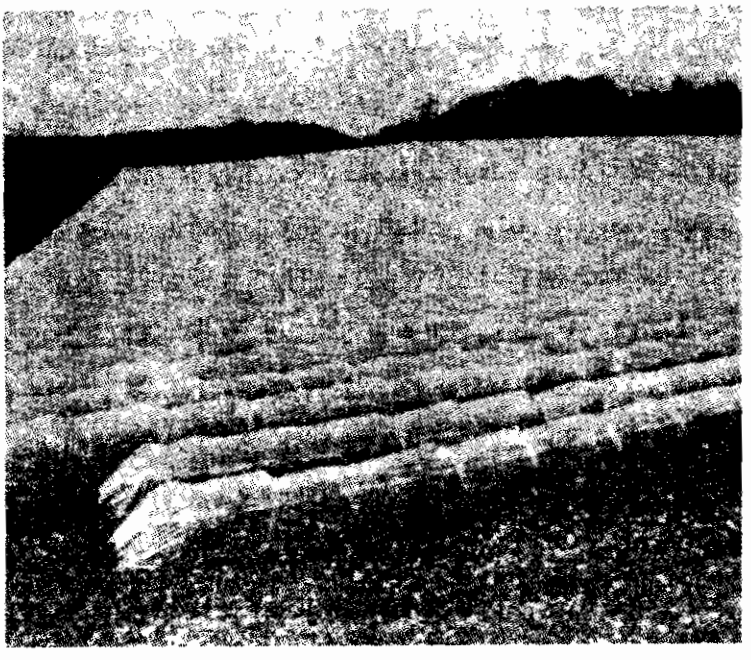
يفرد الغطاء بعد ذلك يدوياً أو آلياً (شكل ١١ - ٢) فوق الأقواس . فى حالة فرد البلاستيك يدوياً يربط طرف الغطاء البلاستيكى حول وتد عند أحد طرفى النفق ، ثم يفرد البلاستيك تدريجياً فوق الأقواس ، ويربط بوتد آخر من الناحية الأخرى للنفق . وقد يكتفى بدفن البلاستيك فى طرفى النفق فى التربة ، كما يدفن جانبا البلاستيك - حول النفق - فى التربة كذلك .



شكل (١١-٢) : تغطية الأنفاق المنخفضة بالبلاستيك آلياً .

يشد البلاستيك على الأقواس بواسطة خيوط تمر من خلال الحلقات الموجودة فى الأقواس ، بحيث تكون الخيوط متقاطعة وعلى شكل حلزونى ، وقد تكون متقابلة (شكل ١١-٣) . . ويعمل ذلك على منع تحرك أو طيران البلاستيك بفعل الرياح القوية ، كما يُسهل عملية التهوية فى الأيام المشمسة برفع البلاستيك إلى أعلى ، وتحريكه بين الأقواس والخيوط .

يفضل ألا يزيد طول النفق على ٣٠ متراً ، أما العرض فيتوقف على المحصول المزروع، وأكثر الأنفاق شيوعاً هى تلك التى يتراوح عرض قاعدتها من ١٢٠ - ١٣٠ سم ، ويكون ارتفاعها ٥٥ سم ، ويستخدم لها بلاستيك بعرض ٢٠٠ سم ، وسمك ٥٠ - ٨٠ ميكرونا .



شكل (١١-٣) : منظر عام للأنفاق البلاستيكية المنخفضة بعد ربط البلاستيك من أعلى بالخيط .

التهوية

تعد تهوية الأنفاق من أهم عمليات الخدمة عند الزراعة بهذه الطريقة ؛ ففى حالة إنتاج الشتلات تبدأ تهوية الأنفاق بعد إنبات البذور ، ويكون ذلك عادة بعد نحو ٣ أسابيع فى الجو البارد . تجرى التهوية فى الأيام الدافئة بفتح نهايات الأنفاق وقت الظهيرة . ومع تقدم الشتلة فى العمر تزداد فترات التهوية مع رفع الغطاء من الجوانب تدريجيا فى الأيام الدافئة ، ويراعى رفع الغطاء كلية قبل الشتل بنحو ١٠ - ١٢ يوماً .

أما بالنسبة للمحصول التجارى .. فإن التهوية تحد من الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة - داخل النفق - نهارا ، وتحد كثيراً من ارتفاع الرطوبة النسبية ؛ فتقل بالتالى

احتمالات الإصابة بالأمراض ، كما تقل ظاهرة تكثف بخار الماء على السطح الداخلى . كذلك تساعد التهوية كثيراً فى عملية تلقيح النباتات داخل الأنفاق . فزهرة الطماطم مثلاً بحاجة إلى التعرض لقليل من الاهتزاز بواسطة الرياح ، أو بطريقة ميكانيكية حتى يحدث التلقيح بشكل جيد . كما أن الحشرات يمكنها الدخول عند فتح الأنفاق للقيام بعملية التلقيح فى حالة نباتات العائلة القرعية ، وغيرها من المحاصيل الحشرية التلقيح (عبدالهادى ١٩٧٨) .

وتفضل تهوية الأنفاق البلاستيكية المنخفضة بعمل فتحات دائرية الشكل فى البلاستيك على جانبى النفق ، بحيث تكون متبادلة على الجانبين ، وتبعد على بعضها بنحو ٥ر١ - ٢م . وتكون هذه الفتحات صغيرة فى البداية ؛ حيث لايزيد قطرها عن ١٠ سم ، ثم يُزاد قطرها تدريجيا - مع زيادة النمو النباتى ، ومع الارتفاع التدريجى فى درجة الحرارة إلى أن يصل قطرها إلى نحو ٥٠ - ٦٠ سم ، وتكون على شكل دوائر غير مكتملة ذات قواعد عند سطح التربة . تحقق هذه الطريقة فى التهوية المزايا التالية :

١ - تُسهِّل مكافحة الآفات من خلالها .

٢ - توفّر الجهد اليومى الذى يبذل فى عملية التهوية .

٣ - تقلّل كثيراً من احتمالات انهيار الأنفاق لدى تعرضها لرياح قوية .

هذا .. وتزال الأنفاق تماما ، وتكشف النباتات عند ارتفاع درجة الحرارة وزوال خطر تعرضها للصقيع .

الأغطية النباتية الذاتية التهوية

تتوفر أنواع أخرى من الأغطية النباتية التى توفر التهوية اللازمة للنباتات دونما حاجة إلى تثقيبها ، أو رفعها ، ومن أمثلتها ما يلى :

الأنفاق البلاستيكية المثقبة

استخدمت فى أوروبا الأنفاق البلاستيكية المثقبة Perforated row covers كبديل للأنفاق البلاستيكية العادية ؛ بغرض تحقيق تهوية جيدة داخل الأنفاق ، دون التأثير كثيراً فى الهدف الأساسى من إقامة النفق ، وهو حماية النباتات من البرودة .