

وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة

مقدمة

تتعرض نباتات الخضر أثناء نموها لعدد من الظروف الجوية التي لا تناسبها ؛ فتؤثر على المحصول كما ونوعاً ، وقد تؤدي إلى موت النباتات . ومن هذه الظروف ما يلي :

- ١ - درجة حرارة التجمد (الصقيع) .
- ٢ - درجة الحرارة المنخفضة (الأعلى من درجة حرارة التجمد) .
- ٣ - درجات الحرارة المرتفعة .
- ٤ - الرياح سواء أكانت باردة ، أم حارة جافة ، أم محملة بالرمال والأتربة .
- ٥ - الأمطار (تؤدي رخات المطر - على سبيل المثال - إلى زيادة فرصة إصابة ثمار الطماطم بالتشقق) .
- ٦ - أشعة الشمس القوية .
- ٧ - البرد .

هذا . . وتتعدد الوسائل المتبعة في حماية نباتات الخضر من الظروف الجوية غير المناسبة ، وتستخدم كل منها في ظروف معينة للحماية من عوامل جوية معينة . ولا توجد وسيلة واحدة يمكن بها حماية نباتات الخضر من جميع العوامل الجوية غير المناسبة سوى الزراعات المحمية في الصوبات الزجاجية أو البلاستيكية المزودة بوسائل التبريد والتدفئة .

ونقدم - فيما يلي - عرضاً لأهم الطرق المستخدمة فى حماية نباتات الخضر من الظروف الجوية غير المناسبة .

اختيار الموقع المناسب والطريقة المناسبة للزراعة

من المنطقى أن نفكر أولاً فى موقع الزراعة ، وهل يناسب إنتاج الخضر المزمع زراعتها أم لا يناسبها . . فيجب أن نكيف البرنامج الإنتاجى من حيث اختيار موقع الزراعة ومحاصيل الخضر المنتجة بما يتناسب والظروف البيئية السائدة بالموقع كالتالى :

١ - فى المناطق الجبلية تفضل الزراعة فى المنحدرات الجنوبية والجنوبية الشرقية ؛ حيث يصل إليها الدفء مبكراً فى الربيع ، بالمقارنة بالمنحدرات الشمالية ، أو الشمالية الغربية .

٢ - كذلك تفضل زراعة الخضر الصيفية شتاءً فى الميول الجنوبية والجنوبية الشرقية لخطوط الزراعة لنفس السبب ، لكن يلاحظ أن الزراعات المتأخرة شتاءً بهذه الطريقة فى محصول كالخس تؤدي إلى زيادة نسبة الإزهار المبكر فى نباتات الريشة (ميل الخط) الجنوبية ، عنه فى نباتات الريشة الشمالية .

٣ - إقامة الخنادق ، والزراعة على المنحدر الجنوبى كما يتبع فى زراعة البطيخ البعلى فى بعض المناطق .

٤ - زراعة الخضر الحساسة للصقيع قريباً من البحيرات والبحار والمحيطات . وترجع الحماية من الصقيع فى هذه المناطق إلى ارتفاع الحرارة النوعية للماء ، بالمقارنة بالتربة ؛ حيث يكتسب الماء الحرارة ويفقدها ببطء . كما تصل الحرارة فى الماء إلى أعماق أكبر من تلك الأعماق التى تصل إليها الحرارة فى التربة . كما تؤدي حركة الماء إلى زيادة انتقال الحرارة فيه ؛ وعليه . . تصبح كميات الماء الضخمة المجاورة لمزارع الخضر بمثابة مخازن ضخمة للحرارة فى الخريف ، والبرودة فى الربيع ؛ مما يتسبب فى تلطيف درجة حرارة الجو (عن Janick ١٩٧٩) .

زراعة الأسوجة حول مزارع الخضر

تقام الأسوجة - أساساً - بغرض منع دخول الحيوانات والأفراد غير المرغوبين إلى المزرعة . ويمكن أن يتحقق هذا الغرض بسياج من القوائم الحديدية والأسلاك الشائكة ، ولكن زراعة نباتات شائكة - خاصة حول مزارع الخضر الصغيرة - يمكن أن يوفر هذا النوع من الحماية ، بالإضافة إلى حماية الخضر المزروعة من الرياح .

وتفضل الأسوجة على مصدات الرياح فى مزارع الخضر الصغيرة ؛ لأنها تعمل كأسوجة ومصدات رياح فى آنٍ واحدٍ . فتموها يكون كثيفاً ، ويكون نمو الخضر قريباً من سطح الأرض ؛ فلا يحتاج الأمر إلى أشجارٍ عالية للوقاية من الرياح . وتزيد المساحة الصغيرة للمزرعة من كفاءة عمل الأسوجة ، بينما لا تصلح مصدات الرياح فى مزارع الخضر الصغيرة ؛ لأن وجودها يتطلب ترك حزام بعرض ٨ - ١٠ م حول المزرعة بدون زراعة .

ومن أكثر النباتات استخداماً كأسوجة ما يلى :

- ١ - الهيماتوكسيلون Haematoxylon Campechianum ، أو البقم .
- ٢ - السيزالبينيا Cesalpinia sepiaria ، أو السنط الإفرنجى .
- ٣ - دايكروستاكس نيوتانز Dickrostachys nutans .
- ٤ - إنجادوليسيس Inga dulcis .
- ٥ - أبريا كافرا Aberia kaffra .
- ٦ - ورد الشبيط Rosa bractiata . يتكاثر بالعقلة .
- ٧ - التين الشوكى . يتكاثر بالألواح .

تتكاثر الأنواع الخمسة الأولى بالبذور ، التى يفضل زراعتها خلال شهر مارس . تكون الزراعة فى أكياس بلاستيكية مثقبة بمعدل ٤ - ٥ بذور لكل كيس بلاستيكي ، على أن تخف على نبات واحد بعد الإنبات . وتغرس الشتلات فى المكان المستديم بعد

أن يبلغ طولها حوالى ٥٠ سم ، ويكون غرس النباتات على مسافة ٣٠ - ٥٠ سم من بعضها .

يتم قطع النموات القمية للنباتات بعد أن تصل إلى الارتفاع المطلوب ؛ بهدف تحفيز النمو الجانبى ؛ حتى تتداخل الشجيرات وتشابك أفرعها . ويعمل التقليم السنوى للشجيرات على زيادة تداخلها وتشابكها .

إقامة مصدات الرياح

تقام مصدات الرياح فى الجهتين الشمالية والغربية من مزرعة الخضر بهدف الحماية من الرياح ، سواء أكانت باردة ، أم حارة جافة ، أم محملة بالرمال والأتربة .

وفى المزارع الكبيرة تفضل زراعة الأشجار الخشبية كمصدات للرياح . ومن أهم الأشجار التى تستخدم لهذا الغرض ما يلى :

١ - الكازوارينا *Casuarina* spp. .

٢ - الأثل (العبل) *Tamarix articulata* .

٣ - الكافور بأنواعه *Eucalyptus* spp. .

٤ - السرو *Oupressus* spp. .

٥ - الميلالوكا *Melaluca orififolia* .

ومن أهم الشروط التى يجب توافرها فى أشجار مصدات الرياح ما يلى :

١ - أن تكون مستديمة الخضرة ، كثيرة التفرع .

٢ - أن تكون سريعة النمو ، تنمو لارتفاعات كبيرة .

٣ - أن يكون خشبها متيناً يتحمل الرياح الشديدة .

٤ - ألا تكون مصدراً للإصابات المرضية والحشرية .

تزرع بذور مصدات الرياح فى الربيع فى أوعية مناسبة ، ثم تفرّد فى أصص صغيرة إلى متوسطة الحجم (غمرة ١٠) ، تبقى بها لمدة ٦ - ٨ شهور ، إلى أن تنقل إلى المكان المستديم .

يكون غرس الأشجار فى الجهتين الشمالية والغربية ، فى صف واحد أو صفين حسب شدة الرياح التى تتعرض لها المنطقة . وتكون الزراعة على مسافة ١,٥ - ٢ م بين النباتات فى الصف الواحد ، و ٢ - ٣ م بين الصفين . وترك - عادة - مسافة ٨ - ١٠ أمتار بين صف الأشجار الداخلى وبداية زراعات الخضر (عن عبد العال ١٩٧٧) .

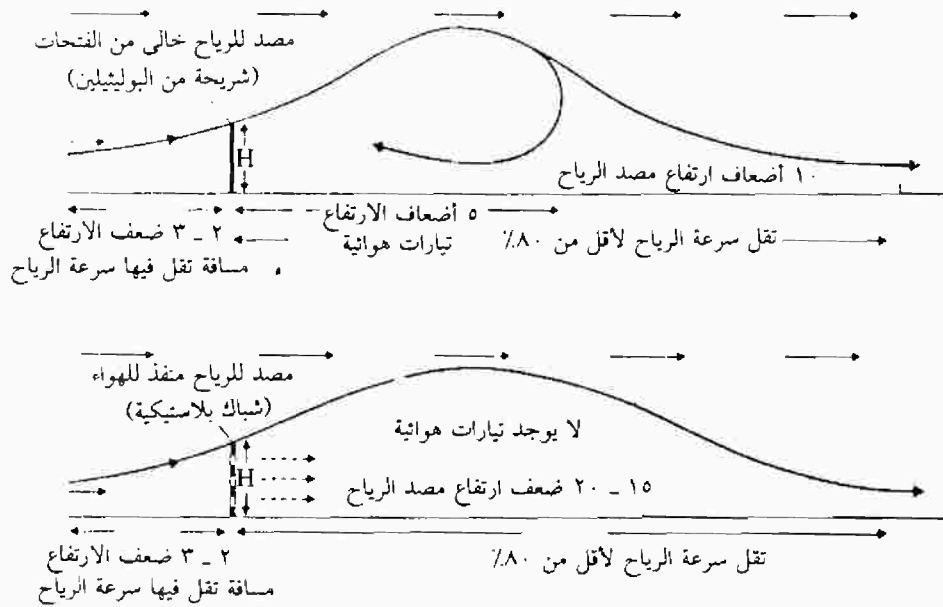
والى جانب مصدات الرياح من الأشجار فى المزارع الكبيرة ، فإن المزارع الصغيرة يمكن أن تزرع فيها مصدات رياح من نباتات أقل ارتفاعاً ، ولكنها تنمو إلى مستوى أعلى من مستوى الخضر . وأكثر النباتات استعمالاً لهذا الغرض عباد الشمس . كما يمكن استخدام الشعير ، والفول الرومى ، والذرة ، والسيبان . وفى جميع الحالات يجب توقيت زراعة المحصول ونباتات مصدات الرياح ؛ بحيث يكون النبات المستخدم كمصد للرياح قد نما إلى ارتفاع مناسب أعلى من مستوى الخضر قبل حلول الجو البارد .

كذلك يمكن « التزريب » بحطب الذرة كل خطين ، أو بحصر البوص كل ٤ - ٥ خطوط . ويحتاج التزريب الجيد للفدان الواحد بحطب الذرة إلى نحو ٤٠ عاملاً ؛ وهى عملية مكلفة ، لكنها تفيد فى حماية النباتات بصورة جيدة فى الجو البارد .

وقد انضمت بعض الشركات إلى إنتاج شباك بلاستيكية خاصة ؛ وذلك لاستخدامها كمصدات الرياح فى المزارع الصغيرة بغرض خفض سرعة الهواء - وليس وقف الرياح تماماً - لأن الشبكات الخالية تماماً من المسام تحدث تيارات هوائية خلفها ؛ الأمر الذى قد يضر فى بعض الأحيان . ولهذا السبب يفضل استخدام شباك منفذة للهواء بنسبة ٩٠ - ٩٥ (شكل ٩ - ١) . تثبت الشباك فى خطوط متوازية تبعد عن بعضها

البعض بنحو عشرة أضعاف ارتفاعها . كما تجب مراعاة نسبة ١٢ : ١ على الأقل بين طول خط الشباك وارتفاعها لزيادة كفاءتها .

وتتميز بعض أنواع الشباك بأنها معاملة بمواد تزيد من مقاومتها للأشعة فوق البنفسجية ، وتزيد فترة استخدامها إلى ٥ سنوات على الأقل . ومن الطبيعي أن شبك البوليثيلين تفيد في الحالات التي لا تتوفر فيها مصدات الرياح النباتية ، كما أنها لا تنافس النبات على الماء أو الغذاء (كتالوج شركة Tildent) .



شكل (٩-١) : تأثير مصدات الرياح المنفذة للهواء وغير المنفذة للهواء على تحركات الهواء (عن George ١٩٨٥) .

«التزريب» كوسيلة لحماية المشاتل من البرودة والحرارة

يعتبر «التزريب» من الوسائل التقليدية الشائعة لحماية المشاتل من البرودة والحرارة .

_____ وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة _____

وللحماية من البرودة يثبت «زرب» من الناحيتين الشمالية والغربية بارتفاع ٢م حول المشتل ، ثم تُقام زُرْب مائلة أقل ارتفاعاً على بتون الأحواض .

وللحماية من الحرارة المرتفعة فى الأشهر الحارة تثبت «زرب» مائلة من الناحيتين الجنوبية والشرقية على بتون الأحواض ، أو يغطى المشتل بحصر البردى التى تقام على ارتفاع ٧٠ - ١٠٠ سم من الأرض ، على أن تزال الحصر قبل الشتل بنحو ١٠ - ١٢ يوماً (الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة ، ١٩٧٣) .

وقد يستعمل جريد النخيل على جانبي الأحواض من الجهتين الشرقية والغربية .

الوقاية من الحرارة المنخفضة باستعمال الاغطية النباتية

أغطية النباتات plant protectors عبارة عن أغطية خاصة تصنع من الورق ، وتوضع فوق النباتات وهى صغيرة لحمايتها من الرياح الباردة وسفى الرمال ، كما تؤدي إلى رفع درجة الحرارة قليلاً تحت الغطاء ؛ الأمر الذى يعمل على حمايتها من الصقيع الخفيف . ويساعد استعمالها على زيادة المحصول المبكر فى الخضروات ؛ بسبب زراعتها مبكرة عن موعدها الطبيعى .

وتوجد أنواع مختلفة من أغطية حماية النباتات . ففي ولاية فلوريدا الأمريكية يستعمل مزارعو الخيار آلية على شكل حرف V توضع حول بادرات الخيار لحمايتها من الرياح . ويوجد ما يسمى بـ «الخيمة الحارة hot tent» التى تستخدم بكثرة فى مزارع القاوون ؛ حيث توضع فوق الشتلات عقب الشتل مباشرة فى الجو البارد . وتبدأ التهوية فى الحال بعمل قطع طوله ٣ - ٥ سم قرب سطح الأرض من الجانب الذى لا يواجه الرياح (شكل ٩ - ٢) . وبعد أن يصل طول النبات إلى قمة الخيمة يُمزق الغطاء ؛ بحيث تتعرض النباتات لأشعة الشمس ، وتترك الخيمة حول النباتات إلى أن يشد نموها (شكل ٩ - ٣) . ولعملية التهوية هذه أهمية كبيرة ؛ حيث يجب أن يزداد الشق الذى يتم عمله فى الغطاء بصورة تدريجية مع زيادة النبات فى الحجم ؛ لأن ذلك يمنع تراكم الرطوبة ، ولا يعطى فرصة لأن تصبح النباتات بهيمة . (شكل ٩ - ٤) مثلاً : إذا ما الخقل قاوون فيه كل نبات مغطى بحبيبه

ومن مساوئ استعمال الأغطية النباتية احتمال تعرض النباتات للضرر عندما تأتى فترة من الجو البارد بعد فترة من الجو الدافئ نسبيا . ففى فترة الدفء النسبى قد تصبح النباتات رهيقة وأكثر حساسية للبرودة ، بينما تصبح النباتات غير المغطاة مؤقلمة جيداً قبل حلول الموجة الباردة (Sheldrake & Oyer ١٩٦٨) .



شكل (٩-٢) : الخيمة الحارة hot tent . يلاحظ بها فتحة صغيرة للتهوية تكون فى الجانب غير المواجه للرياح .



شكل (٩-٣) : الخيمة الحارة hot tent . وقد زيد اتساع فتحة التهوية بها مع كبر النبات فى الحجم .



شكل (٩-٤) : منظر عام لحقل قاوون ، به كل نبات مغطى بخيمة حارة .

ويستدل من الدراسات الأولى - التي أجريت على استعمال الأغشية النباتية - على أن الأغشية المصنوعة من الورق المطلى بالشمع wax paper وفُرت حماية أكبر من الصقيع عن أغشية البلاستيك الجامد rigid plastic ، ولم يتأثر محصول القارون أو موعد نضجه عند استعمال أى من الغطاءين .

من الأغشية النباتية الحديثة غطاء يحتوى على مجموعة من الأنايب الدقيقة المملوءة بالماء . ترتفع حرارة هذا الماء بالطاقة الشمسية التى يكتسبها نهارا ، ثم تنطلق منه ليلا لتدقّ الهواء المحيط بالنبات تحت الغطاء .

كذلك تستخدم أوان بلاستيكية معتمدة على نطاق واسع كأغشية نباتية .

وقد قارن Welbaum (١٩٩٣) ثلاثة أنواع من أغشية النباتات hotcaps ؛ هى : أوان بلاستيكية معتمدة سعة ٣,٨ لترًا ، وأغشية من الورق المطلى بالشمع بارتفاع ٢٤ سنتيمترا ، وأغشية تحتوى على أنابيب دقيقة مملوءة بالماء ؛ قارن الباحث بينها من حيث تأثيرها فى نمو نباتات طماطم فى عمر ٤ أسابيع ، ومدى نفاذيتها للضوء . وقد وجد أنها تنفذ ٥٧,٣ % ، و ٦٧,٦ % ، و ٢٨,٩ % - على التوالى - من الإشعاع الشمسى الكلى وقت الظهيرة ، كما تنفذ ٤٤,٧ % ، و ٤٩,٧ % ، و ٤٣,٨ % - على التوالى - من الأشعة النشطة فى عملية البناء الضوئى وقت الظهيرة .

وقد أدت الأنواع المختلفة من أغشية النباتات إلى رفع درجة حرارة التربة والهواء تحت الغطاء عنها خارجه . وكانت الأغشية المحتوية على أنابيب مملوءة بالماء أكثرها كفاءة فى رفع درجة الحرارة ليلا ؛ حيث ارتفعت حرارة التربة والهواء تحت الغطاء بمقدار جنين متينين مقاومة لحرارة خارج الغطاء . أدى استعمال هذا الغطاء - مقارنة بمعاملة الشاهد - إلى تكبير صبح الثمرة الأولى بمقدار ١٠,٧ يومًا ، مقارنة بالتكبير بمقدار ٦,٧ يومًا عند استعمال الغطاء الورقى ، بينما تأخر نضج الثمرة الأولى بمقدار ٥ أيام عند استعمال الآنية البلاستيكية ، التى لم تصلح كغطاء نباتي . ولم تكن مؤثرة فى رفع درجة الحرارة ليلا .

وكانت النباتات أضعف نمواً ، وأقل محصولاً في العنقود الأول تحت جميع الأغشية التي استخدمت في هذه الدراسة .

الرش بالماء للحماية من أضرار الصقيع

يؤدي رش النباتات برذاذ خفيف من الماء عندما تكون درجة الحرارة قريبة من درجة التجمد إلى توفير بعض التدفئة للنباتات ؛ لأن تجمد الماء يصاحبه انطلاق ٨٠ سعراً حرارياً لكل جرام من الماء المتجمد . ويكفي ذلك لحماية النباتات من أضرار الصقيع الخفيف .

ولضمان فاعلية هذه الطريقة يجب أن تتحقق الشروط التالية :

١ - أن يبدأ الرش بمجرد وصول درجة الحرارة إلى الصفر المئوي ، أو أعلى من ذلك بقليل .

٢ - أن يستمر الرش لحين ذوبان كل الثلج المتجمد على الأسطح النباتية .

٣ - أن تقوم الرشاشات بعمل دورة كاملة - على الأقل - في الدقيقة .

٤ - أن يكون الرش كافياً لتغطية كل الأسطح النباتية ، ولكن بأقل قدر ممكن من ماء الرش ؛ حتى لا تنكسر الأوراق والأفرع النباتية تحت ثقل الثلج المتكون .

٥ - أن يكون الرش تحت ضغط ٣ - ٤ كجم / سم^٢ ؛ لكي يكون في صورة نقاط صغيرة جداً .

٦ - أن يكون الري بمعدل ٢,٥ مم / ساعة للحماية من الصقيع الناشئ عن الإشعاع . أما الصقيع الذي تحمله الرياح wind-borne ، فيلزم للحماية منه أن يكون معدل الري بالرش ١/٢ - ١ سم / ساعة . وعندما تزيد سرعة الرياح عن ١٧ كم / ساعة ، فإن الري بالرش لا يفيد في تجنب أضرار الصقيع ؛ بسبب زيادة التبريد الناشئ عن تبخر الماء في هذه الظروف (Pillsbury ١٩٦٨ ، Minges وآخرون ١٩٧١) .

هذا . . . ويفيد أيضاً تزويد النظام بغلاية لتسخين الماء قبل إدخاله في أنابيب الرش .

وقد استخدمت طريقة الرش هذه - بنجاح - فى حماية الفراولة وبعض محاصيل الخضر من الصقيع ، وكذلك فى حماية مشاتل الموالح (شكل ٩ - ٥) وبساتينها الجديدة ذات الأشجار الصغيرة من أضرار الحرارة المنخفضة فى ولاية فلوريدا الأمريكية . وتستخدم لذلك رشاشات صغيرة خاصة تسمى "microsprinklers" تقوم برش الماء على هيئة رذاذ بمعدل ٩ مم / ساعة . ويجب الحرص عند اتباع هذه الطريقة مع الأشجار الكبيرة ؛ لأن كمية الثلج التى يمكن أن تتجمد عليها قد تكون أكبر من مقدرة الأفرع على التحمل . وتتميز الموالح - وهى مستديمة الخضرة - عن النباتات المساقطة الأوراق بأن نواتها الخضرية تساعد على احتجاز الحرارة المنطلقة نتيجة لتجمد الثلج ؛ حيث تبقى تحت الشجرة (Parsons وآخرون ١٩٨٦) .

وقد أصبحت الرشاشات الصغيرة microsprinklers تستعمل على نطاق واسع لأجل حماية النباتات البستانية من أضرار الصقيع ، إلى جانب استعمالها فى الرى . يتراوح ما تُصَرَّفُه هذه الرشاشات - عادة - بين ٢٠ لتراً و ١٠٠ لتر / ساعة ، مع تغطيتها لمساحة دائرية يتراوح قطرها بين مترين و ٧,٥ أمتار . ويفيد تشغيل هذه الرشاشات فى ظروف الصقيع - ومع سكون الهواء - فى رفع درجة حرارة الهواء بمقدار درجة واحد إلى درجتين مئويتين (عن Parsons & Wheaton ١٩٨٧) .

يتم تشغيل الرشاشات عندما تنخفض الحرارة إلى درجة واحدة مئوية - أو أعلى من ذلك - إذا كانت درجة الندى dewpoint أقل من - ٣ م . ومع انخفاض الحرارة إلى ما دون الصفر المئوى يتكون الثلج ؛ مما يؤدي إلى انطلاق طاقة من الماء المتجمد ، وفى الوقت نفسه تشع النباتات حرارة إلى الهواء المحيط بها ، وتفقد حرارة أخرى نتيجة للنتح وتبخر الماء من على أسطحها . ويجب أن تزيد الطاقة المنطلقة الناتجة عند تكوين الثلج عن مجموع الطاقة المفقودة من النباتات بالإشعاع ونتيجة لتبخر الماء منها ؛ ويعنى ذلك ضرورة زيادة كمية المساء التى يجب رشها كلما ازداد انخفاض درجة الحرارة ، وكلما ازدادت سرعة الرياح ؛ كما فى جدول (٩ - ١) .

هذا . . إلا أن الإفراط فى رش الماء لا يكون أمراً مرغوباً فيه ، وخاصة فى



شكل (٩ - ٥) . الرش بالماء للحماية من أضرار الصقيع . منظر عام لمشتل موانح في زهية منبرية.
المرحلة أثناء حمايته من موجة صقيع بالرش بالماء .

وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة

جدول (٩ - ١) : معدلات الري بالرش (سم / ساعة) المناسبة للحماية من الصقيع عند اختلاف درجة الحرارة وسرعة الرياح .

الحرارة (م)	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠
٢ -	١٤	١٩	٢٣	٢٧	٣٠	٣٢
٣ -	٢١	٢٩	٣٥	٤٠	٤٤	٤٨
٤ -	٢٩	٣٩	٤٧	٥٣	٥٩	٦٤
٥ -	٣٦	٤٩	٥٨	٦٧	٧٤	٨٠
٦ -	٤٣	٥٨	٧٠	٨٠	٨٩	٩٧
٧ -	٥٠	٦٨	٨٢	٩٣	١٠٣	١١٣
٨ -	٥٧	٧٨	٩٣	١٠٧	١١٨	١٢٩

الأراضي القليلة النفاذية للماء ، ومن مساوئه أنه يزيد من تشققات الثمار ، وفقد الأسمدة بالرشح ، وتعرية التربة ، مع زيادة نسبة الإصابة بأعفان الثمار .

وفي معظم الحالات يكفي رش الماء بمعدل ٣ سم / ساعة للحماية من برودة تصل إلى ٤ درجات مئوية تحت الصفر في الهواء الساكن ، تزيد إلى سنتيمتر واحد من الماء / ساعة ؛ للحماية من برودة تصل إلى ٦ درجات مئوية تحت الصفر في هواء تصل سرعته إلى ٢,٥ - ٣,٠ أمتار في الثانية .

ومع ارتفاع درجة الحرارة يجب استمرار الري إلى أن تزيد درجة الندى عن درجة التجمد . وإذا أوقف رش الماء مبكرا عن ذلك فإن الفقد الحراري الناشئ عن تبخر الماء يؤدي إلى خفض درجة حرارة الأنسجة النباتية ؛ مما يؤدي إلى تجمدها .

لقد أفاد رش الماء بهذه الطريقة في حماية نباتات الطماطم والفلفل الصغيرة من الصقيع ، وكذلك حماية نباتات الكرفس ، والبطاطس ، والخرشوف ، وغيرها . كما أفاد رش الماء في حماية نباتات الطماطم والفلفل المثمرة من أضرار الصقيع ، إلا أن الثمار تعرضت لأضرار البرودة من جراء انخفاض درجة الحرارة . كذلك كان الرش

بالماء على درجة عالية من الكفاءة فى حماية نباتات الفراولة من أضرار الصقيع (Hochmuth وآخرون ١٩٩٣) .

استخدام الرغوة فى حماية الخضر من الصقيع

يمكن حماية نباتات الخضر من الصقيع باستخدام رغوة foam خاصة عبارة عن خليط من مادة بروتينية كالجيلاتين ، ومادة ناشرة وأخرى مثبتة stabilizer . تتم المعاملة فى اليوم السابق لتوقع الصقيع ؛ حيث تغطى النباتات تماماً بغطاء من الرغوة . يختفى الغطاء فى خلال ساعات قليلة من ظهور ضوء الشمس فى اليوم التالى ، ولكن يبقى حتى بعد الظهر فى الجو الملبد بالغيوم . كما تتوقف مدة بقاء الرغوة على نسبة الجيلاتين فى المخلوط ؛ فهي تكون حوالى ٤ - ٦ ساعات عندما تكون نسبته ٠,٥٪ بالحجم ، ونحو ١٠ - ١٦ ساعة عندما تكون نسبته ١,٥٪ بالحجم . 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 يؤدي إلى تكوين فقائيع صغيرة بالحجم المناسب . تحاط هذه الفقائيع فى الحال بغشاء رقيق من المركب المكون للرغوة ، والذي يكون ملائماً للإسفنج . ومع تزايد تكوين الفقائيع ، فإن بعضها يدفع بعضاً لأعلى ، إلى أن تخرج من فوهة الآلة المستخدمة foamer ، ثم إلى السطح النباتى (Bartholic وآخرون ١٩٧٠) .

وباستخدام الرغوة لحماية نباتات القارون خلال شهر يناير فى ولاية تكساس ، أمكن رفع درجة حرارة الخنلقد التى تنمو فيها النباتات بمقدار ١٢م ، عنه فى الخنادق غير المعاملة بالرغوة .

وقد كانت الزراعة فى الخنادق أفضل ؛ وذلك لسببين ؛ هما :

١ - زيادة فاعلية ومدة بقاء الرغوة .

٢ - استعمال كمية أقل من الرغوة لتوفير غطاء كامل حول النباتات .

_____ وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة _____

هذا . . . وتعمل الرغبة على عزل النباتات عن الجو الخارجى ، كما توفر لها الطاقة الحرارية التى تصل إليها من التربة (Heilman وآخرون ١٩٧٠) .

استخدام وسائل التدفئة الصناعية للحماية من الصقيع فى الحقول المكشوفة

يشترط لنجاح التدفئة فى الحقول المكشوفة أن تكون التنبؤات الجوية دقيقة . ومن الطرق المتبعة (وتستخدم أساساً فى بساتين الفاكهة) ما يلى :

١ - استعمال المدفئات الغازية .

٢ - إشعال شموع خاصة تصنع من الشمع البترولى ، ويبلغ قطرها نحو ٢٠ سم . تحترق الشمعة الواحدة فى خلال ثماني ساعات ، وتكفى شمعتان أسفل شجرة موالح لرفع درجة الحرارة حول الشجرة بنحو ٤ درجات مئوية .

وسائل خدمة خاصة للحماية من الصقيع فى الحقول المكشوفة

من وسائل الخدمة الخاصة التى تستخدم للوقاية من الصقيع ما يلى :

١ - يفيد رى الحقل قبل الصقيع مباشرة فى حماية النباتات من الصقيع الخفيف .

٢ - يفيد إطلاق الدخان حول النباتات بواسطة مدخنات خاصة فى تقليل فقد الحرارة من الأرض بالإشعاع ، وبقائها حول النباتات ، بدلا من تسربها إلى الجو الخارجى (Yamaguchi ١٩٨٣) .

٣ - فى حالة نزوح هواء بارد إلى الحقل وبقائه حول النباتات ، يمكن خلطه بهواء دافئ من أعلى ؛ بواسطة مراوح كبيرة تثبت على أعمدة مرتفعة فى أماكن متفرقة فى الحقول التى تتعرض لمثل هذه الأنواع من التحركات الهوائية ، والتى تكون - عادة - قريبة من المنحدرات الجبلية (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .

إنتاج الشتلات فى المراقد المدفأة والمراقد الباردة لحمايتها من الصقيع

المراقد المدفأة Hotbeds عبارة عن منشآت خاصة تزود بوسائل التدفئة ، وتستخدم فى إنتاج الشتلات المبكرة فى الجو الشديد البرودة الذى قد تنخفض فيه درجة الحرارة إلى أقل من درجة التجمد . وعندما لا تكون هذه المراقد مزودة بوسائل التدفئة ، فإنها تسمى «المراقد الباردة Cold frames» .

وعند اختيار موقع المراقد يجب مراعاة الجوانب التالية :

- ١ - أن تكون قريبة من مباني المزرعة ؛ حتى تسهل العناية بها .
- ٢ - أن تكون قريبة من مصدر مياه الرى .
- ٣ - أن تقام بجوار مبنى ، أو خلف أحد خطوط مصدات الرياح ؛ حتى لا تتعرض للتيارات الباردة ، على أن تكون معرضة للشمس أغلب الوقت .
- ٤ - أن تقام فى أرض جيدة الصرف ؛ حتى تسهل تدفئتها .

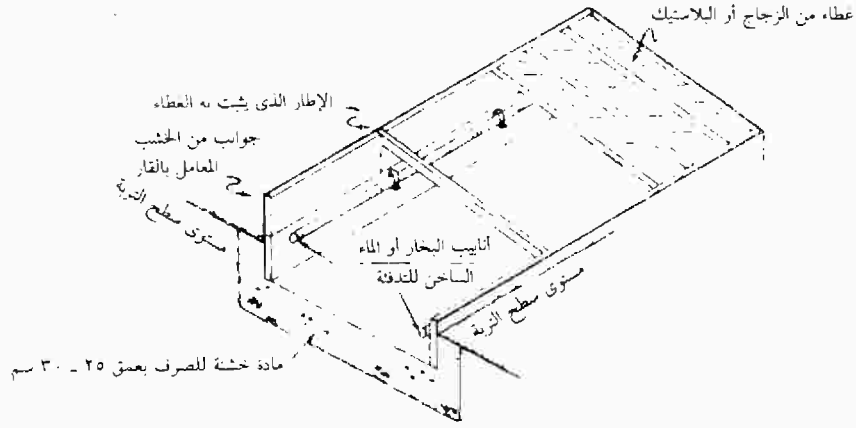
طريقة إنشاء المراقد

يصنع هيكل المراقد من الخشب أو الخرسانة أو الطوب ، ويقام بارتفاع ٤٥ - ٦٠ سم فى الجانب الشمالى ، وبارتفاع ٢٢,٥ - ٤٥ سم فى الجانب الجنوبى ، ويثبت ساند خشبى بعرض المرقد كل ٩٠ سم ليوضع عليه الغطاء . يركب غطاء زجاجى أو بلاستيكى فى إطارات خشبية عادة بعرض ٩٠ سم (وهو عرض المرقد) ويطول ١٨٠ سم . وقد يستعمل غطاء من القماش بدون إطارات ، وهو - عادة - من الموسلين أو قماش قلاع المراكب أو الخيش (شكل ٩ - ٦) .

تدفئة المراقد

تدفأ المراقد بعدد من الطرق ؛ هى كما يلى :

- ١ - التدفئة بالأسمدة الحيوانية الطازجة :



شكل (٩-٦) : المراقد المدفئة Hotbeds (عن Boodley ١٩٨١).

يجب أن تكون الأسمدة المستعملة طازجة تماماً ؛ حيث تخلط بالقش بنسبة ٢ : ١ . يجهز مخلوط السماد والقش قبل الحاجة إليه في المراقد بمدة ١٠ - ١٤ يوماً ؛ حيث يوضع في كومة بارتفاع ١٢٠ سم ، ويعرض ١٢٠ - ١٥٠ سم ، وبأى طول ، مع رشه بقليل من الماء إذا كان جافاً وقت تكوينه . وبعد ٢ - ٣ أيام تقلب الكومة جيداً لضمان تجانس التخمر والتوزيع الحرارى فى الكومة . وعند التقليب يراعى أن يصبح مركز الكومة قبل التقليب فى قمة وجوانب الكومة الجديدة بعد التقليب . ينقل السماد بعد ٢ - ٣ أيام أخرى إلى المراقد .

يوضع السماد أسفل مستوى المرقد فى حفرة يختلف عمقها حسب المدة اللازمة لاستمرار التدفئة ؛ فهى تصل إلى عمق يتراوح بين ٦٠ و ٩٠ سم عند الحاجة إلى استمرار التدفئة مدة ٣ أشهر ، بينما يكفى ٣٠ - ٤٥ سم عند الرغبة فى التدفئة لمدة ٣ - ٤ أسابيع فقط . ويجب أن تكون الحفرة المستعملة جيدة الصرف ؛ لأن تراكم الرطوبة بها يوقف التخمر ؛ ومن ثم لا تنطلق الحرارة من السماد .

وعند ملء الحفرة بالسماد ، فإنه يوضع فى طبقات بسمك ١٢,٥ - ١٥ سم ،

ويضغط على كل طبقة جيداً ، خاصة عند الحواف . توضع أحياناً طبقة من التربة بسمك ١٠ - ١٥ سم على السماد العضوى لضمان حسن توزيع الحرارة على كل المرقد ، ولتجنب ظهور بقع ساخنة hot spots . ويقل سمك طبقة التراب إلى ٥ سم فى حالة الزراعة فى صناديق خشبية .

ومن الجدير بالذكر أن سرعة التحلل تكون فى السماد العضوى الدافئ الرطب أعلى منها فى السماد البارد الرطب أو الدافئ الجاف .

٢ - التدفئة بالهواء الساخن :

تحمل الحرارة الناتجة من احتراق الخشب أو الفحم أو الغاز أو المازوت من موقد فى أحد طرفى المرقد إلى المدخنة فى الطرف الآخر فى أنابيب . ولطول الأنابيب وحجمها أهمية كبيرة .

٣ - التدفئة بالماء الساخن :

توضع أنابيب حمل الماء أسفل المرقد وعلى جوانبه . ولحجم الأنابيب ومكان الغلاية وانحدار الأرض أهمية خاصة فى هذا النوع من المراقد ، وتنظم درجة الحرارة بالمنظم .

٤ - التدفئة بالكهرباء :

يوضع ملف مقاومة يغطى بالرصاص على سطح التربة ، وأسفلها ، وأعلى طول الجدر الداخلية للهيكل .

المراقد الباردة واستعمالها

المراقد الباردة هى عبارة عن مراقد عادية ، ولكنها لا تجهز بوسائل التدفئة . وتتم فيها حماية النباتات من الحرارة المنخفضة ؛ وذلك بتغطيتها بالغطاء المناسب . والحرارة التى تصل إليها تستمد - أساساً - من الإشعاع الشمسى ؛ لذلك يجب رفع الغطاء عند دفاء الجو فى الصباح حتى حوالى الساعة الثالثة بعد الظهر ؛ حيث يعاد الغطاء قبل برودة الجو لحفظ حرارة الأحواض أطول فترة ممكنة .

تستعمل المراقد الباردة فى الأغراض التالية :

- ١ - إنتاج الشتلات المبكرة فى الربيع ، خاصة فى المناطق التى لا يكون شتاؤها قارس البرودة .
- ٢ - أقلمة الشتلات التى تكون قد أنتجت فى الصوبات ، أو فى المراقد المدفأة .

خدمة المراقد المدفأة والباردة

من أهم عمليات الخدمة فى المراقد ما يلى :

- ١ - الري : يكون الري فى الصباح ؛ حتى يمكن أن يجف الرذاذ قبل المساء ، ويفضل الري برشاشة تركب فى نهاية خرطوم . وتجب زيادة معدلات الري فى الجانب المرتفع للمرقد ؛ الذى يكون - عادة - أدفاً من الجانب المنخفض .
 - ٢ - التهوية : وهى عملية ضرورية ، خاصة بعد الري وأثناء الجو البارد ؛ لمنع تراكم الرطوبة تحت الغطاء ، كم أنها ضرورية - أيضاً - عند ارتفاع درجة الحرارة داخل المرقد .
- هذا . . وتجهز المراقد المدفأة والباردة الحديثة بوسائل أوتوماتيكية للتهوية تُدار كهربائياً ، وللرى بالرذاذ (Banadyga & Wells ١٩٦٢ ، و Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

إنتاج الشتلات تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة لحمايتها من البرودة

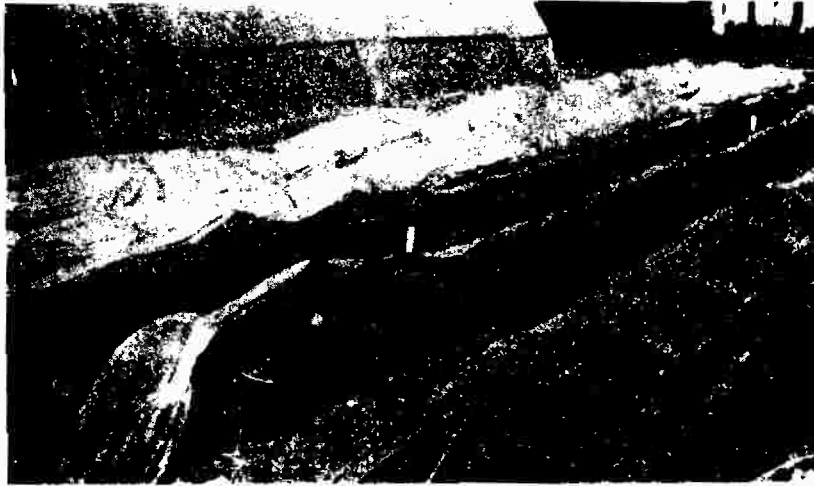
يمكن استخدام الأنفاق البلاستيكية المنخفضة low plastic tunnels فى إنتاج شتلات العروة الصيفية المبكرة أثناء الجو البارد خلال شهرى ديسمبر ويناير .

تقام أحواض الشتلة بعرض ٩٠ سم ، وطول ٣ - ٤ م ؛ بحيث يكون الطول مع اتجاه الرياح . تزرع الأحواض بالطريقة العادية ، وتروى رىاً غزيراً ، ثم تقام الأنفاق البلاستيكية فى نفس اليوم . يُشدُّ البلاستيك على أقواس سلكية مجلفنة قطرها ٤ مم ، تثبت فى التربة كل ١,٥ م . تثبت جوانب النفق ونهاياته جيداً بدفن

البلاستيك فى التربة . (تراجع طريقة إنشاء الأنفاق بالتفصيل فى موضع لاحق من هذا الفصل) .

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 (شكل ٩ - ٧) ، ويراعى رفع الغطاء كليةً قبل الشتل بنحو ١٠ - ١٢ يوماً .

وفى الأراضى الثقيلة لا يحتاج المشتل سوى إلى رية الزراعة . وقد تلزم رية واحدة أخرى على الأكثر .



شكل (٩ - ٧) : تهوية مشاتل الطماطم المزروعة تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

استعمال الاتفاق المنخفضة فى حماية نباتات الخضر من البرودة

الاتفاق البلاستيكية

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 كما أسلفنا ، 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 .

وتنتشر الزراعة تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى محافظات : شماء سيناء ، والإسماعيلية ، وبالأراضى الصحراوية المستصلحة بين القاهرة والإسكندرية ، وبدرجة أقل فى بعض المحافظات الأخرى .

وتبدأ الزراعة تحت الأنفاق البلاستيكية اعتبارا من منتصف أكتوبر على النحو التالى :

- ١ - الطماطم : من منتصف أكتوبر إلى آخر ديسمبر ، وتزرع بالشتلات .
- ٢ - القاوون : من أول ديسمبر إلى منتصف يناير ، ويزرع بالبذور أو بالشتلات .
- ٣ - الفلفل : من أول ديسمبر إلى آخر يناير ، ويزرع بالشتلات .
- ٤ - الخيار : من منتصف يناير إلى آخره ، ويزرع بالبذور أو الشتلات .
- ٥ - الفاصوليا : من منتصف يناير إلى آخره ، وتزرع بالبذور (عن حبيب وآخرين ١٩٩٣) .

يتكون هيكل النفق الذى تنمو تحته النباتات من أقواس تثبت فوق مصاطب الزراعة ، ويستند عليها البلاستيك .

أنواع الأقواس التي يستند عليها البلاستيك

تثبت الأنفاق حول أقواس خاصة . وتختلف المواد المستعملة في عمل الأقواس حسب الغرض الذي ستستعمل من أجله الأنفاق ، فقد تصنع من الأسلاك المجلفنة قطر ٤ - ٥ مم ، أو من أنابيب المياه ، أو حديد البناء ، أو من سعف النخيل . ويختلف أيضاً حجم القوس حسب الغرض من الزراعة وحجم النباتات .

١ - الأقواس المصنوعة من الأنابيب المجلفنة :

يتراوح قطر قوس الأنابيب المجلفنة بين ١٨٠ و ٢٠٠ سم ، بينما يبلغ قطر الأنبوب من الداخل ١/٢ بوصة . ويمكن عمل الأقواس بسهولة بثنى أنابيب بطول ٣ م حول قالب خاص قطره ١٨٠ أو ٢٠٠ سم حسب الحاجة . يجهز القالب بدق 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 ٤ أمتار من بعضها البعض فوق خطوط الزراعة (شكل ٩ - ٨) .

٢ - الأقواس المصنوعة من قضبان حديد البناء :

يستخدم في عمل الأقواس المصنوعة من قضبان حديد البناء حديد تسليح قُطره ٨ مم ، أو ١٠ مم ، وطوله ٣,٦٥ م . يقوس الحديد على قالب قطره ٢ م . يزود كل قوس بحلقات أو خطافات قصيرة قطر الحلقة منها 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 ، وربط الخيوط فوق البلاستيك لمنعه من التحرك من مكانه في حالة هبوب رياح قوية . هذا . . ويلزم طلي الحديد قبل الاستعمال لمنع الصدأ .



شكل (٩ - ٨) : أقواس للأنفاق المنخفضة من أنابيب المياه المجلفنة ، مع استعمال أغطية بلاستيكية سوداء للتربة في زراعات الفراولة بالإمارات .

٣ - الأقواس المصنوعة من الأسلاك المجلفنة :

يستخدم في عمل الأقواس سلك مجلفن قطره ٤ - ٥ مم يُشكل على هيئة نصف دائرة بالقطر المرغوب .

مواصفات الغطاء البلاستيكي والأنفاق

يتراوح السمك المفضل لأغطية الأنفاق البلاستيكية المنخفضة بين ٥٠ و ٨٠ ميكرونًا للاقتصاد في التكاليف ، وخاصة أنه يستعمل لموسم زراعي واحد . ولا تؤدي زيادة

سمك الغشاء المستعمل إلى توفير حماية أفضل للنبات . ويباع البوليثلين المستعمل فى تغطية الأنفاق البلاستيكية بالوزن غالباً على بكرات يتراوح وزنها بين ٣٠ و ٧٥ كيلو جراماً .

ومن المفضل ألا يزيد طول النفق على ٣٠ متراً ؛ حتى لا تزداد صعوبة عملية التهوية . أما العرض ، فيتوقف على المحصول المزروع ، وإن كان من الممكن استعمال أنفاق صغيرة ، حتى مع المحاصيل التى تزرع على خطوط متباعدة ؛ كالقرعيات ؛ وذلك بفتح النفق من الجهة التى لا تأتى منها الرياح بعد زيادة حجم النمو النباتى عن عرض النفق .

ويوضح جدول (٩ - ٢) مواصفات الأغشية البلاستيكية المستخدمة فى الأنفاق المختلفة التى تتراوح فى عرض قاعدتها بين ٤٠ و ٢٢٠ سم ، ويتراوح ارتفاعها بين ٤٥ و ٨٠ سم . وتخصص الأنفاق الصغيرة فقط لإنتاج المشاتل ، أو لحماية النباتات وهى صغيرة ، أما الأنفاق البلاستيكية المنخفضة الكبيرة ، فإن الغرض من استعمالها يكون توفير الحماية للنباتات وهى مكتملة النمو .

جدول (٩ - ٢) : مواصفات الأغشية البلاستيكية المستخدمة فى الأنفاق البلاستيكية المنخفضة .

مواصفات الغطاء البلاستيكي المستعمل		مواصفات النفق	
السمك (ميكرون)	العرض (سم)	الارتفاع (سم)	القاعدة (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

طريقة إقامة الأنفاق

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

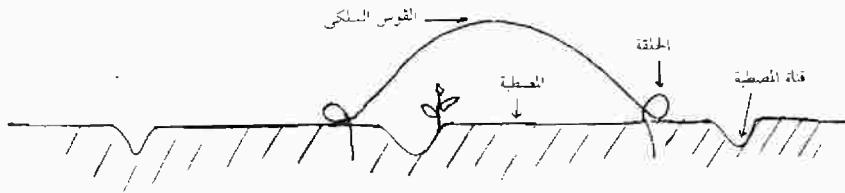
وسائل حماية الزراعات الحقلية من الظروف الجوية غير المناسبة ———

كما يجب أن يؤخذ فى الحسبان أن يكون النفق فى اتجاه الرياح السائدة ، خاصة الرياح القوية ، ويفضل أن تكون فى وضع يسمح بتعرضها لأكبر قدر من أشعة الشمس .

وعند بناء الهيكل توضع الأقواس فوق خطوط الزراعة ، ويكون ذلك على بعد ٤ أمتار من بعضها البعض فى حالة استعمال أنابيب المياه المجلفنة . تربط الأنابيب ببعضها ببعض بثلاثة خطوط من سلك مقاس «كيج» ١٦ . تمر هذه الأسلاك من خلال الفتحات التى صنعت فى الأنابيب . وتربط الأسلاك الثلاثة فى نهايتى النفق على أوتاد حديدية أو خشبية .

أما الأقواس المصنوعة من قضبان حديد التسليح ، فإنها توضع على بعد ٣ أمتار من بعضها البعض ، وتربط مع بعضها من وسط كل قوس بسلك مقاس «كيج» ١٦ ، ثم يربط هذا السلك فى طرفى النفق بأوتاد .

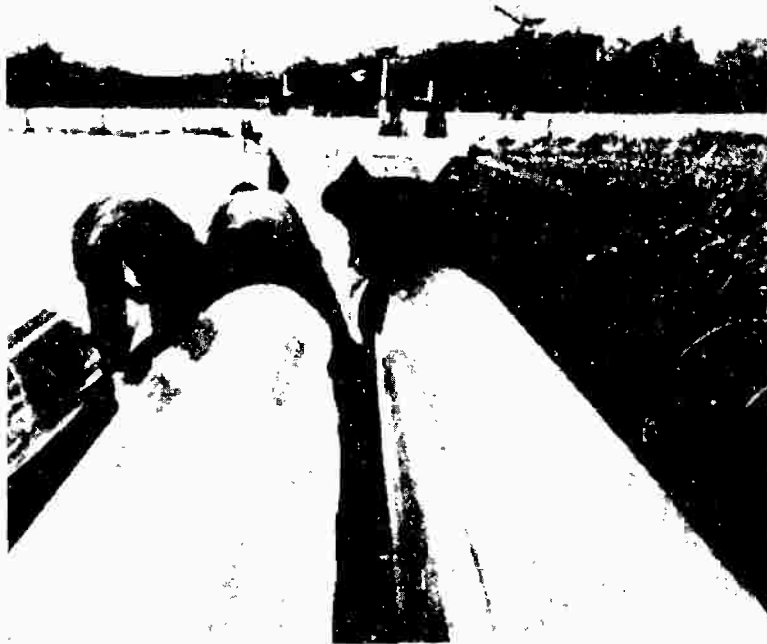
وبالنسبة للأقواس المصنوعة من السلك المجلفن قطر ٤ - ٥ مم ، فإنها تثبت على أبعاد مترين من بعضها البعض ، وقد ترتبط معاً بخيط رفيع (دوبارة) قبل وضع الغطاء البلاستيكي عليها . ويراعى تثبيت سلكين يتعامد كل منهما على الآخر فى بداية ونهاية كل نفق . ويلاحظ أن النفق يبلغ عرضه عند القاعدة حوالى ١٠٠ سم ، بينما يبلغ ارتفاعه نحو ٨٠ سم . ويوضح شكل (٩ - ٩) طريقة تثبيت الأقواس على خطوط الزراعة .



شكل (٩ - ٩) : طريقة تثبيت الأقواس السلكية فى التربة ، وموقع الانفاق المنخفضة بالنسبة لمصاطب الزراعة فى حالة الري بالغمر . أما عند اتباع طريقة الري بالتنقيط فإن الأقواس تثبت فوق مصاطب الزراعة تماماً .

يفرد الغطاء بعد ذلك يدويا أو آليا (شكل ٩ - ١٠) فوق الأقواس . فى حالة فرد البلاستيك - يدويا - يربط طرف الغطاء البلاستيكي حول وتد عند أحد طرفى النفق ، ثم يفرد البلاستيك - تدريجيا - فوق الأقواس ، ويربط بوتد آخر من الناحية الأخرى للنفق . وقد يكتفى بدفن البلاستيك فى طرفى النفق فى التربة .

يشد البلاستيك على الأقواس بواسطة خيوط تمر متقاطعة بين الأقواس على شكل حلزوني ، وقد تكون متقابلة (شكل ٩ - ١١) ، وتربط فى العيون أو الخطافات أو بأوتاد جانبية ؛ لمنع تحرك أو طيران البلاستيك بفعل الرياح القوية ، ولتسهيل عملية التهوية فى الأيام المشمسـة برفع البلاستيك إلى أعلى ، ويحرك بين الأقواس والخيوط . وقد يوضع قوس سلكى خارجى كل ٨ - ١٠ أمتار لتثبيت البلاستيك بدلا من الخيوط .



شكل (٩ - ١٠) : تغطية الأنفاق المنخفضة بالبلاستيك آليا .



شكل (٩ - ١١) : منظر عام للأنفاق البلاستيكية المنخفضة بعد ربط البلاستيك من أعلى بالخيط .

المواد اللازمة لإقامة الأنفاق

يبين جدولاً (٩ - ٣) و (٩ - ٤) كميات المواد التي تلزم لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة على مساحة ١٠٠٠ متر مربع بهياكل من الأنابيب المجلفنة ، أو من حديد التسليح على التوالي .

كما يلزم - عادة - لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة باستخدام أقواس سلكية الكميات التقريبية التالية من المواد التي تستعمل في إنشاء الأنفاق لكل فدان :

- ٣٠٠ كجم من السلك المجلفن سمك ٥ مم ، لعمل الأقواس .
- ١٥٠ كجم من البلاستيك الأسود سمك ٤٠ ميكرونًا ، يستخدم كغطاء للتربة .
- ٣٠٠ كجم من البلاستيك الشفاف سمك ٥٠ - ٦٠ ميكرونًا ، وعرض ٢٢٠ سم ، يستعمل في تغطية الأنفاق .
- ١٠ كجم «دوبارة» لتربط الأقواس والبلاستيك .
- ١٦٠ وتدا خشبياً لربط نهايات الأنفاق .

جدول (٩ - ٣) : المواد اللازمة لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة بهياكل من الأنابيب المجلفنة على مساحة ١٠٠٠ متر مربع .

المواد اللازمة	العدد	الكمية
أقواس أنابيب بطول ٣ م ، وقطر داخلي ١/٢ بوصة	٣٤٠	١٧٠ أنبوباً طوله ٦ م
غطاء بوليثلين سمك ٨٠ ميكرون بطول ١١٢ م ، وعرض ٣,٣ م	٥ لفات	١٣٥ كجم
أسلاك لربط الأقواس ببعضها بقياس ١٦	٦ ربطات طول الربطة ٢٦٠ م	١٤٤٥ م
أوتاد من قضبان حديد البناء المستعمل لرؤوس الأنفاق	٤٠	٢٨ كجم
أوتاد من قضبان حديد البناء تستعمل فى جانب الأنفاق		
لشيت الخيوط	٣٤٠	١٧٠ كجم
خيوط بولى بروبيلين .	١٥٠٠ متر	٣,٣ كجم

جدول (٩ - ٤) : المواد اللازمة لإقامة أنفاق بلاستيكية منخفضة بهياكل من حديد التسليح على مساحة ١٠٠٠ متر مربع .

المواد اللازمة	العدد	حديد ٨ مم الكمية (كجم)	حديد ١٠ مم الكمية (كجم)
أقواس بطول ٣٦٥ سم حديد تسليح	٤٨٦	٧٢٩	١٠٥٠
غطاء بوليثلين سمك ٨٠ ميكرون			
بطول ١١٢ م ، وعرض ٣,٣ م	٥ لفات	١٣٥	١٣٥
خيوط بولى بروبيلين	١,٥ ربطة	٣,٣	٣,٣
طلاء لمقاومة الصدأ	-	٦,٠	٦,٠

هذا . . مع العلم أن هذه الأنفاق تقام عادة - فى الأراضى الصحراوية - على مسافة ١٧٥ سم من بعضها البعض ، سواء أكانت لزراعة الطماطم ، أم القباون ، أم البطيخ .

التهوية

تعد تهوية الأنفاق البلاستيكية من أهم عمليات الخدمة الزراعية ؛ فهى تحد من الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة - داخل النفق - نهائياً ، وتحد كثيراً

من ارتفاع الرطوبة النسبية ؛ فتقل - بالتالى - احتمالات الإصابة بالأمراض ، كما تقل ظاهرة تكثف بخار الماء على السطح الداخلى .

كذلك تساعد التهوية - كثيرا - 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 (عبد الهادى ١٩٧٨) .

وتفضل تهوية الأنفاق البلاستيكية المنخفضة بعمل فتحات دائرية الشكل فى البلاستيك على جانب النفق ؛ بحيث تكون متبادلة على الجانبين ، وتبعد بعضها عن بعض بنحو ١,٥ - ٢ م . وتكون هذه الفتحات صغيرة فى البداية ؛ حيث لا يزيد قطرها على 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 (شكل ٩ - ١٢) .

تحقق هذه الطريقة فى التهوية المزايا التالية :

١ - تُسهّل مكافحة الآفات من خلالها :

٢ - توفر الجهد اليومى الذى يبذل فى عملية التهوية .

٣ - تقلل كثيرا من احتمالات انهيار الأنفاق لدى تعرضها لرياح قوية .

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

التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون تحت الأنفاق البلاستيكية

أصبحت التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون أمراً روتينياً فى زراعات الخضر المحمية فى المناطق الباردة التى تظل فيها الصوبات محكمة الإغلاق وبدون تهوية - لفترات طويلة - بهدف توفير فى الطاقة اللازمة للتدفئة . فتحت هذه الظروف سرعان ما يستنفذ غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الصوبة ؛ الأمر الذى يتطلب تعويض القدر المستهلك



شكل (٩ - ١٢) : نهوية أنفاق القارون بعمل فتحات فى البلاستيك .

منه ؛ ل يبقى معدل البناء الضوئى طبيعيا . وقد أوضحت عديد من الدراسات أن معدل البناء الضوئى يزداد عن المعدل الطبيعى ، وأن النباتات تستفيد من استمرار زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى هواء البيت عن النسبة الطبيعية - وهى حوالى ٠,٣٥ ٪ (٣٥٠ جزء فى المليون) - حتى حوالى ٠,١ - ١٢ ٪ (١٠٠٠ - ١٢٠٠ جزء فى المليون) ، بشرط توفر الإضاءة ودرجة الحرارة المناسبين لعملية البناء الضوئى .

وفى محاولة لتطبيق تقنية التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون على زراعات الأنفاق البلاستيكية تمكن Hartz وآخرون (١٩٩١) من زيادة محصول الخيار والطماطم والكوسة جوهريا بنسب تراوحت بين ٢٠ ٪ و ٣٢ ٪ بضغط غاز ثانى أكسيد الكربون - تحت الأنفاق - من خلال شبكة الري بالتنقيط ، مع المحافظة على استمرار تراوح تركيزه - داخل النفق - بين ٧٠٠ و ١٠٠٠ جزء فى المليون خلال ساعات النهار . هذا ولم تتعدّ الزيادة فى تكاليف ضخ الغاز ١٠ ٪ من التكلفة الإجمالية السابقة للحصاد .

كيفية الحماية من البرودة والصقيع

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 داخل النفق

أكثر ارتفاعاً منها خارجه ؛ مما يسمح بنمو النباتات بصورة أفضل عندما تكون درجة الحرارة منخفضة نهاراً .

ويكون فقد الحرارة ليلاً - فى الأنفاق القديمة المغطاة جزئياً بالأتربة - أقل منه فى الأنفاق الجديدة الشفافة التى تسمح بنفاذ الإشعاعات الحرارية المنبثة من التربة ليلاً .

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

ونادراً 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 لا يسمح بنفاذه كالبلستيك (Wells & Loy ١٩٨٥) .

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

أنفاق الفيبرجلاس

قد تستبدل بالأقواس السلكية والشرائح البلاستيكية ألواح من البلاستيك المرن الذى يمكن ثنيه بين أوتاد خشبية على شكل نفق يغطى النباتات (شكل ٩ - ١٣) . وتستخدم لذلك شرائح من الفيبرجلاس ذات أسطح متموجة Corrugated plastic .

ومن أهم مميزات هذا النوع من الأنفاق ما يلى :

١ - سهولة تثبيت الغطاء .

٢ - سهولة تنظيف الغطاء وإعادة استخدامه عدة مرات .

٣ - سهولة رفع الغطاء لإجراء عمليات الخدمة (USDA ١٩٧٧) .

ويعتبر هذا النوع من الأنفاق مناسباً لحداثق الخضر بنزلية .



شكل (٩ - ١٣) : أنفاق الشرائح البلاستيكية ذات الأسطح المتموجة Corrugated plastic .

الاتفاق البلاستيكية المنخفضة المدعومة بالهواء

تمكن Jensen & Sheldrake (١٩٦٦) من إنتاج الطماطم - تجريبيا - تحت أنفاق بلاستيكية مدعومة بالهواء المدفأ بواسطة مدافئ خاصة .

ولإقامة مثل هذا النوع من الأنفاق تلزم تغطية التربة أولا بالبلاستيك الأسود سُمكه نحو ٤٠ ميكرونًا ، أو بالبلاستيك الشفاف مع استعمال مبيد حشائش . كما يجب رى الحقل قبل تغطية التربة بالبلاستيك ، وتكفى هذه الريّة لد النباتات بحاجتها من الرطوبة ؛ لحين إزالة النفق فى الأراضى الثقيلة كما فى هذه الدراسة .

يشتل المحصول المرغوب فى زراعته (الطماطم أو الخيار عادة) ، ثم تغطى النباتات بالبلاستيك ، وتدفن أطرافه فى التربة ، ثم يقام النفق بدفع الهواء داخله من أحد الأطراف بمراوح قوية .

ويمكن رفع درجة الحرارة داخل النفق بتشغيل مدفأة أمام المروحة فى بداية النفق . كما يستعمل باب منزلق فى نهاية النفق للتحكم فى سرعة خروج الهواء وفى تنظيم درجة الحرارة . كما يمكن التحكم فى درجة الحرارة - أيضاً - بالتحكم فى حجم المروحة وفى قوة المدفأة . ويمكن بهذه الطريقة حماية النباتات من حرارة منخفضة تصل إلى - ٤م .

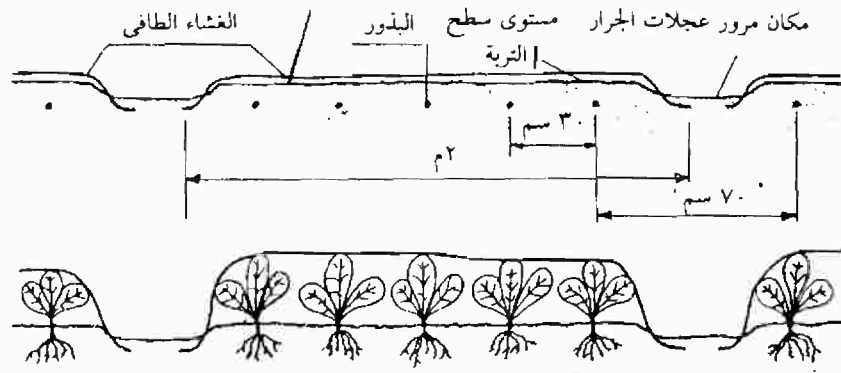
هذا .. ويساعد الهواء المتحرك داخل النفق على تلقيح أزهار الطماطم . ويمكن

جوهريا (Reiners & Nizshe ١٩٩٣) ، وكذلك محصول القاوون المبكر والكلى (Hemphill & Mansour ١٩٨٦) .

استعمال الاغطية الطافية فى حماية النباتات من الظروف البيئية القاسية

تعريف الاغطية الطافية وانواعها

الأكوية الطافية Floating row covers عبارة عن شرائح خاصة من البوليستر غير المنسوج Spunbonded polyester والبولى بروبيلين غير المنسوج spunbonded polypropylene ، وهى مواد خفيفة وزن نحو ١٤ جم للمتر المربع ، وتستخدم كأغطية توضع على النباتات مباشرة ، دون الحاجة إلى سادات من الأقواس السلكية . وتثبت هذه الأكوية دون شدّها من جانبي الخط ؛ حتى لا تعوق النمو النباتى (أشكال : ٩ - ١٤ ، ٩ - ١٥ ، ٩ - ١٦) . وتسمح هذه الأكوية بنفوذ الضوء بنسبة ٨٠٪ .



شكل (٩ - ١٤) : طريقة استعمال الأكوية الطافية (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

م تركيب هذه الأكوية يدوياً ، كما يمكن تركيبها آلياً باستعمال آلة تثبيت الأكوية ليد . بك - للتربة plastic mulch ؛ حتى تسمح بترك الغطاء غير مشدود على الخط .

ومن أمثلة هذه الأكوية أجريل بى ١٧ Agryl P17 (إنتاج شركة Sodoca) ، ويز يوفى ١٧ Base UV17 (إنتاج شركة Neubeyer spa) ، وكلاهما من أكوية البولى



شكل (٩ - ١٥) : استعمال الأغشية الطافية في حقول الكوسة .



شكل (٩ - ١٦) : استعمال الأغشية الطافية في حقول القاوون .

بروبيلين المعاملة لتحتمل الأشعة فوق البنفسجية . كما يتوفر - كذلك - غطاء الهانوفيلز (شركة ايتكو بى . إم . آر .) ، وهو - كذلك - من أغطية البولى بروبيلين المعاملة لتحتمل الأشعة فوق البنفسجية .

مزايا الاغطية الطافية

يُنسب إلى الأغطية الطافية عدة مزايا تتركز حول كونها توفر للنباتات بيئة مناسبة للنمو وحماية من بعض الإصابات الحشرية والفيروسية .

فالأغطية الطافية توفر للنباتات حماية من الصقيع تتراوح بين درجة واحدة ودرجتين مئويتين بالنسبة لأغطية البوليستر ، وتتراوح بين درجتين مئويتين وثلاث درجات مئوية بالنسبة لأغطية البولى بروبيلين . ويلاحظ أن جزءاً من النمو الخضرى يكون ملائماً للغطاء ؛ الأمر الذى يعرضه لأضرار الصقيع ، ويزيد من فرصة تكوين نويات البللورات الثلجية فى الأنسجة النباتية التى تتلامس مع الغطاء (عن Wells & Loy ١٩٨٥) .

ونظراً لأن هذه الأغطية تعد منفذة للماء والهواء ؛ لذا . . فإنها تسمح بالرى بالرش ورش النباتات من خلالها . كما تعمل التهوية الجيدة للنباتات على منع خفقان الغطاء بفعل الرياح . ويمنع تكثف الرطوبة بداخله .

تساعد الأغطية على الإنبات السريع والمتجانس للبذور ، وزيادة المحصول المبكر والكمال . وإطالة موسم النمو ، وحماية النباتات من الحرارة المنخفضة ، كما تحمى النباتات من الطيور وبعض الحشرات . وتوفر هذه الأغطية حماية للنباتات من الرياح القوية . مال التى تحملها ، وتهيئ جواً مناسباً للنمو النباتى .

وتكثف الفوائد التى تجنى من استعمال هذه الأغطية - لمحاصيل الخضر - فى المناطق الاستوائية ونجت الاستوائية بما توفره من تظليل جزئى للنباتات ، وحماية من الحشرات (عن Hailwood ١٩٩١) .

ومن أهم مزايا استعمال هذه الأغطية - كذلك - حماية النباتات من الإصابات الفيروسية التى تنتقل إليها بواسطة الحشرات ، وخاصة حشرتى المن والذبابة البيضاء كما هى الحال بالنسبة لفيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فى الطماطم ، وفيروسات الاصفرار والتبرقش فى القرعيات .

ومن بين الفيروسات التى أمكن مكافحتها بهذه الوسيلة فيروس موزايك الزوكيتى

الأصفر ، وفيرس موزايك الخيار فى الكوسة ، علما بأن كليهما ينتقل بواسطة حشرة المن (Tomassoli وآخرون ١٩٩٣) .

ولمزيد من التفاصيل عن أهمية هذه الأغذية فى مكافحة الفيروسات التى تنتقل عن طريق الحشرات . . يراجع حسن (١٩٩٧) .

ويستدل من دراسات Hamamoto (١٩٩٢) على أن أغذية البولى بروبيلين غير المنسوج أثرت على النمو النباتى (نباتات السبانخ فى هذه الدراسة) وعلى البيئة النباتية تحت الغطاء - مقارنة بالزراعة المكشوفة - على النحو التالى :

- ١ - قلت حركة الهواء تحت الغطاء .
 - ٢ - ازدادت حرارة الهواء والنبات تحت الغطاء ، وخاصة فى الجو الصحو ، وفى غياب الرياح .
 - ٣ - كانت الحرارة - ليلا - تحت الغطاء أعلى من الحرارة فى الجو الخارجى عند النوات القمية والأوراق القاعدية فقط .
 - ٤ - كان المحتوى الرطوبى للتربة أعلى تحت الغطاء .
 - ٥ - لم يختلف تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون أو الفرق فى ضغط بخار الماء Water Pressure Deficit تحت الغطاء عمّا فى خارجه .
 - ٦ - ازداد انفتاح ثغور نباتات السبانخ تحت الغطاء ، ولكن صافى البناء الضوئى لوحدة المساحة من سطح الورقة كان أقل تحت الغطاء .
 - ٧ - كانت نباتات السبانخ أسرع نموا تحت الغطاء . . ويبدو أن ذلك كان مرتبطاً بالزيادة فى درجة الحرارة - وخاصة أثناء النهار - كما كان مرتبطاً بزيادة رطوبة التربة .
- ومن الدراسات التى أجريت على هذه النوعية من الأغذية يتبين ما يلى :
- ١ - أدى استعمال أغذية البوليستر غير المنسوجة spunbonded polyester إلى زيادة محصول القاوون الصالح للتسويق ومحصوله الكلى إذا قورن بالمحصول الناتج فى حالة استعمال أغذية البوليثلين المثقبة (perforated polyethylene Molsenbocker) (١٩٨٩ & Bonanno) .
 - ٢ - أدى استعمال غطاء الأجريل بى ١٧ فى زيادة محصول الكرنب الصينى بنسبة ٤٩٪ (Guttormsen ١٩٩٠) .

٣ - وفر استعمال أغطية البوليستر غير المنسوجة حماية للفلفل من الصقيع لعدة درجات ، وأدى إلى إسرار النضج وزيادة المحصول الكلى مقارنة بالنباتات المكشوفة (Waterer ١٩٩٢) .

٤ - ازداد محصول الطماطم المبكر تحت غطاء من البولى بروبيلين غير المنسوج - مقارنة بمحصول الزراعة المكشوفة - ولكنه لم يختلف عن محصول معاملة الأنفاق المغطاة بشرائح البوليثلين الشفاف ذات الفتحات slitted clear polyethylene (Reiners & Nitzsche ١٩٩٣) .

٥ - ازداد محصول الفلفل الصالح للتسويق ، وانخفضت نسبة إصابة الثمار بلقحة الشمس عند استعمال غطاء للنباتات من البولى بروبيلين ، مقارنة بالمحصول الناتج فى معاملة الشاهد (بدون غطاء) ، أو عند استعمال أنواع مختلفة من أغطية التربة (Roberts & Anderson ١٩٩٤) .

٦ - أعطت نباتات البطيخ أعلى محصول مبكر وأعلى محصول كلى عند زراعتها تحت أغطية البروبيلين (Spunbonded Polypropylene Polyamide Net) ، إذا قورن بالمحصول الناتج عند استخدام أغطية البوليسترين (Soltani وآخرون ١٩٩٥) .

الحماية من البرودة والصقيع بالزراعة فى خنادق مغطاة بالبلاستيك

قام Dainello & Heineman (١٩٨٧) بزراعة الفلفل بالبذور مباشرة فى أواخر فصل الشتاء (فى ولاية تكساس الأمريكية) فى خنادق بعمق ١٢,٥ سم ، وعرض ٧,٥ سم عند القاعدة و ٢٥ سم عند القمة ، بواقع خندقين فى كل مصطبة بعرض ١٩٠ سم ، مع تثبيت خط رى بالتنقيط فى مركز المصطبة تحت سطح التربة على عمق ١٥ سم . وكانت المسافة بين مركزى الخندقين ٥٨ سم . أقيمت الخنادق والمصاطب آليا ، وزرعت البذور معها آليا - كذلك - فى آن واحد ، ثم غطيت - مباشرة - بأغطية البوليثلين .

قارن الباحثان بين استعمالات أغطية متنوعة ؛ كما يلى :

١ - شرائح بلاستيك شفافة بعرض ١٨٠ سم ، وتم تأمين التهوية تحت الشرائح بعمل قطع بطول ٧ سم على شكل حرف X كل ٦٠ سم فوق الخنادق وبامتداد طولها ، عندما ارتفعت درجة الحرارة داخل النفق إلى ٣٧°م لأول مرة . وقد رفعت هذه

الأغطية عندما تلامست مع القمم النامية للنباتات ، وأجرى الخف على نبات واحد بالجورة .

٢ - شرائح بلاستيك شفافة ذات فتحات slitted بعرض ١٨٠ سم ، مع ضبط موقعها بحيث يقع صف من الفتحات الطولية فوق كل خندق . رُفِعَ هذا الغطاء كذلك عندما تلامس مع القمم النامية للنباتات ، وأجرى الخف على نبات واحد بالجورة .

٣ - شرائح بلاستيكية سوداء بعرض ١٢٠ سم ، مع حرق ثقوب فيها بقطر خمسة سنتيمترات كل ٣٠ سم ، والاستدلال على مواقع الجور من البوادر الأولى للإنبات ، مع اختيار إحدى البادرات لتنمو خلال كل ثقب .

كانت أفضل المعاملات هي استعمال شرائح البلاستيك ذات الفتحات ، والتي أعطت ٤٥٪ من المحصول الكلى الصالح للتسويق فى الجمعة الأولى ، كما أدت إلى زيادة المحصول بمقدار طَئِنٍ للهكتار ، مقارنة بطريقة الزراعة العادية على مصاطب وبدون غطاء ، التى أعطت ٢٩٪ فقط من محصولها الصالح للتسويق فى الجمعة الأولى .

حماية الخضر من أشعة الشمس القوية بالتظليل

يمكن توفير الحماية لنباتات الخضر من أشعة الشمس القوية بعدد من الطرق كما يلى :

١ - أبسط هذه الطرق هى تغطية الثمار فقط بقش الأرض لحمايتها من لفحة الشمس ، كما فى البطيخ ، والشمام ، أو تغطية معظم العرُش بالقش ، مع التركيز على الثمار ، كما فى حالة الطماطم . يعيب هذه الطريقة أن تغطية الأوراق بالقش يحجب عنها الضوء ، ويقلل كثيرا من فاعليتها فى تمثيل الغذاء ، وقد يؤدى إلى موتها ؛ ولذلك يفضل عدم إجرائها إلا فى المراحل المتقدمة من النمو النباتى ، أو أن تجرى التغطية قبل غروب الشمس مع نقل القش إلى جانب النباتات كل صباح .

٢ - إنتاج الخضر تحت النخيل الذى يفيد - كذلك - فى حماية النباتات من البرودة والرياح .

٣ - إنتاج الخضر تحت أنفاق مغطاة بشباك التظليل .

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

وتفيد هذه الطريقة في إنتاج بعض الخضر 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 .

٤ - إنتاج الخضر في بيوت (صوبات) المظلات shade houses :

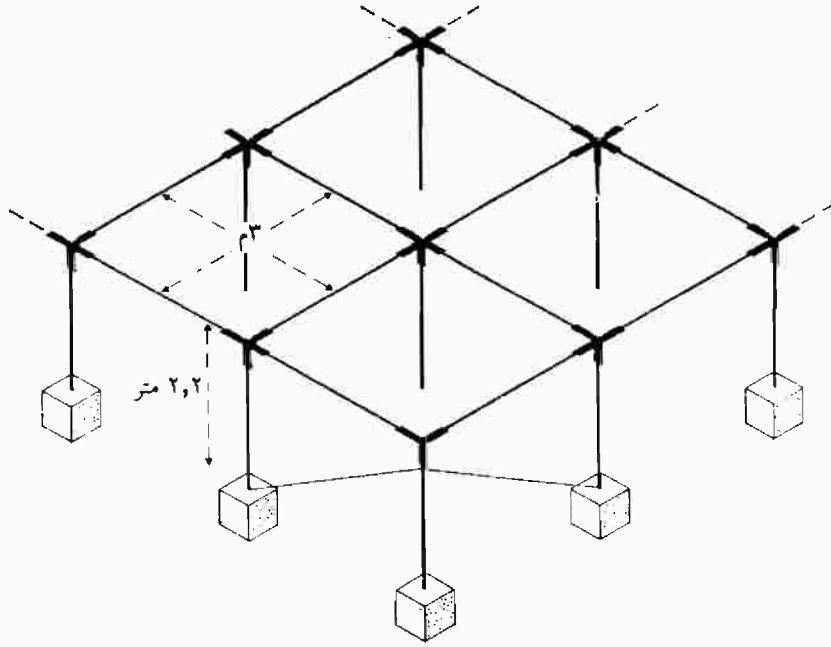
تقام بيوت المظلات على هياكل معدنية ثابتة ؛ مثل أنابيب المياه المجلفنة (شكل ٩ - ١٧) ، ثم يغطي الهيكل بشباك تظليل مائلة لتلك المستعملة في تغطية الأنفاق . توضع الشباك فوق سقف الهيكل وعلى جوانبه ؛ بحيث يكون ارتفاعها من سطح التربة ٣ م .

وقد تكون بيوت المظلات على شكل صوبات خشبية lath houses . يتكون هيكل الصوبة من جوانب رأسية وقمة مسطحة ، وتغطي كل من الجدران والأسقف بسدادات من خشب البغدادلي (شرائح خشبية رفيعة) بعرض نحو ٥ سم . تثبت هذه الشرائح على الأبعاد المناسبة ؛ بحيث تغطي من ثلث إلى ثلثي المسطح الخارجي للبيت حسب الحاجة .

كما يمكن إقامة المظلات بوسائل أقل تكلفة يستخدم فيه الخصير والمواد المتوفرة محليا (شكل ٩ - ١٨) .

٥ - إنتاج الخضر في الأنفاق العالية المغطاة بشباك التظليل :

يتشابه إنتاج الخضر فى الأنفاق العالية المغطاة بشباك التظليل مع إنتاجها فى الصوبات البلاستيكية . وتستخدم فى تغطية الأنفاق شبك بلاستيكية من نفس النوع المستخدم فى تغطية الأنفاق المنخفضة والمظلات .

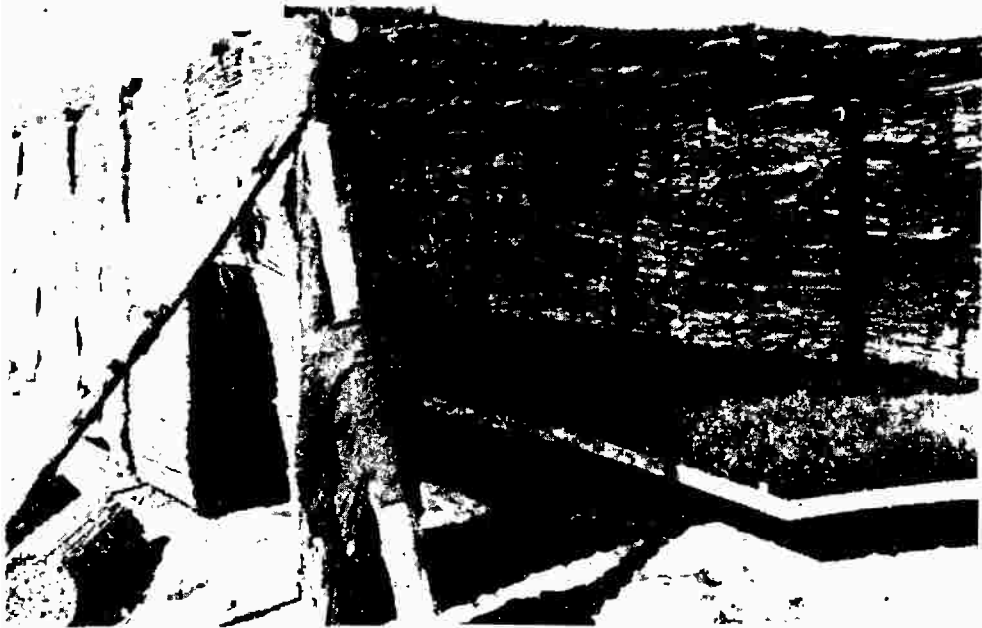


شكل (٩ - ١٧) : طريقة إنشاء مظلة باستخدام هيكل من أنابيب المياه المجلفنة (شركة Fordingbridge Eng. إنجلترا) .

وينسب إلى الشباك البلاستيكية - التى تستخدم فى تغطية الأنفاق المنخفضة والصوبات - أنها تعمل على خفض درجة الحرارة خلال النهار ، وتقلل من فقد الماء بالتع أو بالتبخر السطحي بنسبة تصل إلى ٦٠ ٪ .

هذا . . إلا أن التظليل لا يكون - بطبيعة الحال - مجدياً فى كل الظروف ، ولا مع جميع الخضروات . فالمواسم والمناطق التى يسودها جو معتدل لا يفيد فيها التظليل ، كما قد يكون له نتائج سلبية على المحصول .

ففى ولاية فلوريدا الأمريكية لم يُجدِ التظليل - خلال فصلى الخريف والشتاء - فى زيادة محصول الخس ، فضلاً على أنه أدى - خلال مرحلة تكوين الرءوس - إلى



شكل (٩ - ١٨) : إنتاج مشاتل الخضر تحت المظلات المغطاة بالحصر والمواد المتوفرة محليا .

ضعف النمو ونقص المحصول ؛ حيث استفادت النباتات فى هذه المرحلة من إضاءة بلغت قوتها $800 \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$ (Sanchez وآخرون ١٩٨٩) .

وفى ولاية أوكلاهوما لم يكن لتظليل نباتات الطماطم - بنسبة ٦٣٪ - فى ثلاثة مواعيد للشتل بالحقل (من ١٥ مايو إلى ١٥ يولية) - أية تأثيرات ثابتة على محصول الثمار (Russo ١٩٩٣) .

وفى الظروف الاستوائية بولاية هاواى الأمريكية لم يكن للتظليل بدرجات مختلفة (تراوحت بين ٣٠٪ و ٧٣٪) أية تأثيرات إيجابية على محصول خس الرومين ، والمسترد ، والبصل الأخضر ، فضلا على أنه أدى إلى نقص المحصول فى بعض الحالات ، بينما كان للتظليل تأثيرات إيجابية على المحصول فى حالات أخرى ؛ حيث ازداد محصول بعض أصناف الخس عندما كان التظليل بنسبته ٣٠٪ إلى ٤٧٪ ، وازداد محصول الكرنب والكرنب الصينى فى ظروف تظليل بنسبة ٢١٪ إلى ٢٣٪ (Wolff & Coltman ١٩٩٠) .

وأوضحت دراسات El-Abd وآخرين (١٩٩٤) - على الطماطم والخيار فى العروة الصيفية بمصر - أن التظليل باستعمال الشباك البلاستيكية التى تعطى تظليلاً بنسبة ٣٥٪ ، أو ٥١٪ ، أو ٦٣٪ أحدث نقصاً فى متوسط درجات حرارة الهواء والتربة ، وشدة الإضاءة ، مع زيادة الرطوبة النسبية ، والنمو الخضرى (معبراً عنه بأطوال النباتات ومساحة أوراقها) والمحصول ، كما كان ذلك مصاحباً بنقص فى عدد الأوراق / نبات وفى معدل النتج .

الحماية من الأمطار بالسائر البلاستيكي

تستخدم السوائر البلاستيكية plastic shelters فى حماية ثمار الطماطم من التشقق عند زراعة الأصناف ذات الثمار الكبيرة فى المناطق الغزيرة الأمطار (شكل ٩ - ١٩) (AVRDC ١٩٨٦) . ويتبع هذا النظام - عادة - مع النباتات المرباة رأسياً فى الحقول المكشوفة ؛ حيث تغطى خطوط الزراعة من أعلى بسوائر بلاستيكية بعرض حوالى ٨٠ سم ، وقد تتدلى - أو لا تتدلى - رقائق البلاستيك على أحد جانبي خطوط الزراعة ، ويتوقف ذلك على الاتجاه الغالب للرياح فى المنطقة .



شكل (٩ - ١٩) : حماية نباتات الخضر المرباة رأسياً فى الحقول المكشوفة من الأمطار الغزيرة فى المناطق الممطرة باستعمال السوائر البلاستيكية plastic shelters .

وقد كانت السواثر البلاستيكية أفضل وسيلة لمكافحة مرض التبقع البكتيري في
الطماطم (الذي تسببه البكتيريا Xanthomonas campestris pv. vesicatoria) ؛
وذلك تحت ظروف الأمطار الغزيرة (Isshiki ١٩٩٤) .