٥٧,٣٪، و ٦٧,٦٪، و ٢٨,٩٪ – على التوالى — من الإشعاع الشمسى الكلى وقت الظهيرة، كما تنفّذ ٤٤,٧٪، و ٤٩,٧٪، و ٤٣,٨٪ – على التوالى — من الأشعة النشطة فى عملية البناء الضوئى وقت الظهيرة.

وقد أدت الأنواع المختلفة من أغطية النبات إلى رفع رجة حرارة التربة والهواء تحت الغطاء عنها خارجه. وكانت الأغطية المحتوية على أنابيب مملؤة بالماء أكثرها كفاءة فى رفع درجة الحرارة ليلاً؛ حيث ارتفعت حرارة التربة والهواء تحت الغطاء بمقدار درجتين مئويتين مقارنة بالحرارة خارج الغطاء. وأدى استعمال هذا الغطاء — مقارنة بمعاملة الشاهد — إلى تبكير نضج الثمرة الأولى بمقدار ١٠,٧ يومًا، مقارنة بالتبكير بمقدار ٦,٧ يومًا عند استعمال الغطاء الورقى، بينما تأخر نضج الثمرة الأولى بمقدار ٥ أيام عند استعمال الآنية البلاستيكية، التى لم تصلح كغطاء نباتى، ولم تكن مؤثرة فى رفع درجة الحرارة ليلاً.

وكانت النباتات أضعف نموًّا، وأقل محصولاً فى العنقود الأول تحت جميع الأغطية التى استخدمت فى هذه الدراسة.

الرش بالماء للحماية من أضرار الصقيع

يؤدى 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 سُعْرًا حراريًّا لكل جرام من الماء المتجمد. ويكفى 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 المئوى، 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 — فى الدقيقة.

٤- أن يكون الرش كافيًا 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}؛ لكى يكون فى صورة نقاط صغيرة جدًّا.

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

هذا .. ويفيد أيضًا تزويد النظام بغلاية لتسخين الماء قبل إدخاله فى أنابيب الرش.

وقد استخدمت طريقة الرش هذه – بنجاح – فى حماية الفراولة وبعض محاصيل الخضر من الصقيع، وكذلك فى حماية مشاتل الموالح 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 المتساقطة الأوراق بأن نمواتها 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 تُصَرِّفُه هذه الرشاشات – عادة – بين ٢٠ لترًا 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 واحدة 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 يؤدى 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 الماء التى يجب رشها كلما ازداد انخفاض درجة الحرارة، وكلما ازدادت سرعة الرياح؛ كما فى جدول (١٣–١).

هذا .. إلا أن الإفراط فى رش الماء لا يكون أمرًا مرغوبًا فيه، وخاصة فى الأراضى القليلة النفاذية للماء، ومن مساوئه أنه يزيد من تشققات الثمار، وفقد الأسمدة بالرشح، وتعرية التربة، مع زيادة نسبة الإصابة بأعفان الثمار.

جدول (١٣–١): معدلات الرى بالرش (سم/ساعة) المناسبة للحماية من الصقيع عند اختلاف درجة الحرارة وسرعة الرياح.

	سرعة الرياح (متر/ثانية)					
الحرارة (° م)	٠,٥	١,٠	١,٥	٢,٠	٢,٥	٣,٠
٢–	٠,١٤	٠,١٩	٠,٢٣	٠,٢٧	٠,٣٠	٠,٣٢
٣–	٠,٢١	٠,٢٩	٠,٣٥	٠,٤٠	٠,٤٤	٠,٤٨
٤–	٠,٢٩	٠,٣٩	٠,٤٧	٠,٥٣	٠,٥٩	٠,٦٤
٥–	٠,٣٦	٠,٤٩	٠,٥٨	٠,٦٧	٠,٧٤	٠,٨٠
٦–	٠,٤٣	٠,٥٨	٠,٧٠	٠,٨٠	٠,٨٩	٠,٩٧
٧–	٠,٥٠	٠,٦٨	٠,٨٢	٠,٩٣	١,٠٣	١,١٣
٨–	٠,٥٧	٠,٧٨	٠,٩٣	١,٠٧	١,١٨	١,٢٩

وفى معظم الحالات يكفى رش الماء بمعدل ٠,٣ سم/ساعة للحماية من برودة تصل إلى ٤ درجات مئوية تحت الصفر فى الهواء الساكن، تزيد إلى سنتيمتر واحد من

الماء/ساعة؛ للحماية من برودة تصل إلى ٦ درجات مئوية تحت الصفر فى هواء تصل سرعته إلى ٢,٥–٣,٠ أمتار فى الثانية.

ومع ارتفاع درجة الحرارة يجب استمرار الرى إلى أن تزيد درجة الندى عن درجة التجمد. وإذا أوقف رش الماء مبكرًا عن ذلك فإن الفقد الحرارى الناشئ عن تبخر الماء يؤدى إلى خفض درجة حرارة الأنسجة النباتية؛ مما يؤدى إلى تجمدها.

لقد أفاد رش الماء بهذه الطريقة فى حماية نباتات الطماطم والفلفل الصغيرة من الصقيع، وكذلك حماية نباتات الكرفس، والبطاطس، والخرشوف، وغيرها. كما أفاد رش الماء فى 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 تمامًا بغطاء من الرغوة (شكل ١٣–٢؛ يوجد فى آخر الكتاب). 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؛ فهى تكون حوالى ٤–٦ ساعات عندما تكون نسبته ٠,٥٪ بالحجم، ونحو ١٠–١٦ ساعة عندما تكون نسبته ١,٥٪ بالحجم. ومن المركبات المستخدمة تجاريًّا – كرغوة – المادة التى تباع تجاريًّا 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