الباب الثانـــي

عوامل المناخ

CLIMATE FACTORS

الفصل الأول

الحرارة
Temperature

مقدمة:

تعتبر الحرارة إحدى العوامل المناخية المعقدة التي تلعب دوراً هاماً في نمو وتوزيع النباتات على سطح الأرض. بالاضافة إلى تغير المناخ فان المحاصيل او النباتات المزروعة تتعرض إلى تدخلات الإنسان وبالتالي فهي كثيراً ما تجبر النباتات لكي تكيف نفسها او عملياتها الفسيولوجية تحت درجات حرارة غير ملائمة وتحت ظروف بيئية غير مناسبة.

إن درجة الحرارة التي يتحدد ضمنها نمو النباتات العادية تقع مابين صفر - ٥٠ درجة مئوية. يمكن أن تنمو بعض النباتات على درجات حرارة أقل قليلاً من نقطة التجمد، بينما قليلاً من النباتات مثل طحلب الماء العذب يمكن أن يعيش في مياه الينابيع الساخنة ويمكن أن يزدهر نموه على درجة حرارة (٧٣°) م أو أعلى قليلاً.

إن درجة الحرارة الصغرى والقصوى التي يمكن أن يستمر نامياً عليها النبات ومنتجاً، تختلف كثيراً حسب نوع النبات وحسب طور النمو الذي يكون عليه النبات أثناء درجة الحرارة السائدة. وبالتالي فان نباتات مثل الطماطم، الحمضيات وأنواع نباتات استوائية أخرى تنمو أفضل على درجات حرارة مرتفعة وتتضرر كثيراً عندما تنخفض درجات الحرارة تحت او قرب نقطة التجمد. ومن ناحية أخرى فان بعض النباتات مثل الكرنب، القمح الشتوي، البرسيم الحجازي ومعظم النباتات النامية في المنطقة المعتدلة يمكن أن تقاوم درجات الحرارة تحت التجمد بدون ظهور أية مرضية على النبات. إلا أن هذه النباتات الاخيرة يحدث لها اضراراً وتموت إذا تعرضت لدرجات حرارة مرتفعة.

كذلك فان النبات يختلف في مقدرته على تحمل الحرارة باختلاف طور النمو الذي يمر فيه. إن النباتات المتقدمة بالسن والصلبة تكون اكثر مقاومة لدرجات الحرارة المنخفضة منها عن البادرات والنباتات الحديثة. كذلك فأن الأنسجة المختلفة او الأعضاء المختلفة في نفس

النبات يمكن أن تختلف كثيراً في حساسيتها لنفس درجة الحرارة. تكون البراعم اكثر حساسية من الفروع الصغيرة وكذلك تكون الازهار والنموات الحديثة اكثر حساسية من الأوراق وهكذا.

الدور الطبيعي للحرارة The Normal Role of Temperature

يعتمد تكشف النبات طبيعياً على نظام الحرارة المناسب للنشاطات الحيوية. إن العمليات التي تتأثر كثيراً وبشدة بدرجات الحرارة تشمل التفاعلات الكيماوية، الغازات الذائبة، إمتصاص المعادن وامتصاص الماء.

١ - التفاعلات الكيماوية:

إن تكشف النبات وظهور نموات جديدة هو عبارة عن نتيجة تفاعلات كيماوية حيوية خلوية. هذه التفاعلات يتحكم بها أنزيمات. إن معدل سرعة نشاط الأنزيم وسرعة حدوث التفاعلات يعتمد على درجة الحرارة. إن سرعة تفاعل معظم العمليات الكيماوية تكون زائدة إلى الضعف كلما زادت الحرارة عشرة درجات لغاية (٢٠ - ٣٠ م). أما إذا ارتفعت الحرارة عن ٣٠ م فان التفاعل ينخفض بسبب أن الأنزيمات تبدأ تتثبط او تتغير طبيعتها. كلما ارتفعت درجات الحرارة كلما زادت سرعة تثبيط الأنزيمات. إذا إنخفضت درجة الحرارة عن ١٠ م فان نشاط الأنزيم يكون في الحد الأدنى. إن عملية التمثيل الضوئي هي احدى أهم التفاعلات التي تتأثر بالحرارة. مع أن عملية التمثيل الضوئي هي عملية تعتمد مباشرة على الضوء إلا أنها أيضاً تعتمد على الأنزيمات وبالتالي يمكن إعتبارها أنها تعتمد بطريقة غير مباشرة على الحرارة حيث يمكن إعتبار عملية التمثيل الضوئي غير ذات قيمة إذا كانت درجة الحرارة أقل من ١٠ م، لكن كلما ارتفعت الحرارة كلما نشطت عملية التمثيل الضوئي لغاية درجة ٣٠، بعد هذه الدرجة فان نشاط عملية التمثيل الضوئي ينخفض بدرجة تعتمد على نوع النبات.

٢ - ذوبان الغازات:

إن الحرارة هي العامل الهام بل هي أهم العوامل التي تحدد ذوبان الغازات في خلية النبات. إن ذوبان ثاني اكسيد الكربون والاكسجين بشكل خاص يتأثران بالحرارة. إن الحرارة

المنخفضة تسهل ذوبان هذه الغازات ويتكون كميات كبيرة منها في عصارة خلية النبات، وهذا يؤدي إلى القول بأن الحرارة المنخفضة تؤدي إلى تثبيت ثاني اكسيد الكربون وزيادة الكربوهيدرات المخزنة والتي تساعد في حفظ النباتات ضد الحرارة الاكثر إنخفاضاً. ان تركيز ثاني اكسيد الكربون المرتفع الموجود على حرارة منخفضة يمكن أيضاً أن يزيد حموضة عصارة الخلية قليلاً وهذا يمكن أن يؤدي إلى التأثير على توفر المغذيات للنبات.

٣ - إمتصاص المعادن:

تؤثر الحرارة مباشرة على توفر وإمتصاص العناصر المعدنية من التربة. عندما تكون قدرة امتصاص النبات على أشدها فان النبات يمتص أيونات العناصر الأساسية إلى تركيز معين، وحتى يقوم النبات بهذه المهمة (عملية الامتصاص) فانه يتطلب طاقة للحصول على هذه المغذيات. إن توفر واستخدام هذه الطاقة يعتمد على الحرارة. إن المدة الطويلة لدرجة الحرارة المنخفضة تحدد الطاقة المتوفرة وتؤدي إلى ظهور نقص التغذية. زيادة على ذلك فان قدرة التماسك التي تلصق جزئيات التربة مع الايونات المعدنية تنتظم بواسطة الحرارة، تبقى المغذيات مرتبطة بقوة مع التربة على الحرارة المنخفضة وتحتاج النباتات إلى طاقة اكبر لكي تمتصها.

٤ - امتصاص الماء:

تؤثر الحرارة على مقدرة الجذور في امتصاص الماء. إن لزوجة او تماسك الماء تتضاعف عندما تنخفض الحرارة عن (٢٥° - صفرْ م) عندها فإن الماء يرتبط بقوة مع التربة ويمتص بواسطة النباتات بصعوبة بالغة. إن الحرارة المنخفضة تحدد إمتصاص الماء خاصة الامتصاص الموجب والذي يتأثر بقوة باللزوجة حتى عندما يكون الماء متوفراً كثيراً. إن امتصاص الماء الأمثل يأخذ مجراه عادة فوق ٢٠ م ولكن ارتفاع الحرارة أيضاً يؤدي إلى سرعة فقد الماء والذي يؤدي إلى اضطرابات في رطوبة التربة.

المتطلبات الحرارية Temperature Requirments

إن الحرارة المثلى للعمليات الحيوية القصوى في النبات تختلف بشكل واضح من نوع نباتي إلى نوع آخر، وحتى بين المجموعات والأفراد من نفس النوع. كذلك فان الحرارة المثلى تختلف حسب تكشف أعضاء النبات وحسب الاطوار المختلفة في نفس النبات. إن سرعة تكشف الورقة، مثلاً، والحجم الذي تصل إليه يعتمد على الحرارة. لقد أثبتت الدراسات على القمح أن درجة الحرارة من (١٠ - ٢٥° م) تزيد حجم الورقة تناسباً مع زيادة الحرارة ولكن الزيادة بعد درجة ٣٠° م تقلل من الزيادة المتوقعة في حجم الورقة. كذلك فان زيادة الحرارة تجعل الاوراق سميكة وصغيرة ولكن مناسبة لنمو الساق.

إن السيقان الحديثة التي تتكشف مبكراً في موسم النمو يمكن أن تنمو أفضل على درجة حرارة معينة، بينما تنمو النباتات في نهاية موسم النمو وتتكاثر على درجة حرارة مختلفة عن الأولى. إن درجات الحرارة المنخفضة في الربيع هي الأفضل للنموات الحديثة لكثير من الأنواع النباتية، بينما حرارة الصيف العالية تلائم الأزهار.

هناك عدداً من الأنواع النباتية تضم الطماطم، البطاطس والفلفل من المعروف أنها تتكشف جيداً عندما تكون درجات الحرارة نهاراً متوسطة يتبعها ليالي ذات حرارة منخفضة وذلك لعقد الثمار، يكون إنتاج الطماطم أفضل إذا كان متوسط درجات الحرارة في الليل من ١٥ - ١٨° م. كذلك فان الحرارة المنخفضة في الليل تؤدي إلى زيادة الازهار وتحسين نوعية وطعم الثمار كما هو في الفراولة، التفاح والبرقوق. إن نباتات البطاطس مثل الطماطم تفضل درجة حرارة ١٥ - ١٨° م ليلاً.

إن النباتات بشكل عام يحدث لها اضراراً أسرع إلى حد ما عندما تصبح الحرارة أعلى من الدرجة القصوى لنمو النبات عنه في حالة الاضرار التي تحدث لو إنخفضت الحرارة عن الدرجة الدنيا لنموه. وعلى كل حال فان الحرارة العالية جداً نادراً ما تحدث في الطبيعة، وبالتالي فان قليلاً من الاضطرابات الهامة يمكن أن تعزى إلى الحرارة العالية جداً. حتى في اكثر الحالات تأكيداً فان الحرارة العالية يبدو أنها تحدث تأثيراتها على النبات بارتباطها مع تأثيرات عوامل بيئية أخرى خاصة الكثافة الضوئية، الجفاف، قلة الاكسجين، سرعة الرياح مع

إنخفاض الرطوبة النسبية. إن الحرارة العالية هي المسئولة عادة عن الاضرار التي تسمى سمطة الشمس التي تظهر على الجهة المقابلة للشمس في الثمار اللحمية في كل من الخضار والفواكه، مثل التفاح، الطماطم أبصال البصل ودرنات البطاطس. في الأيام الحارة المشمسة فان حرارة أنسجة الثمرة تحت السطح المقابل للشمس يمكن أن تكون أعلى من حرارة الأنسجة الأخرى في جزء الثمرة المظلل والمحيط به هواء متحرك. هذا يؤدي إلى حدوث تغير في اللون، مظهر مائي، لمعان وإنهيار في الأنسجة تحت الجلد والذي يؤدي إلى حدوث مناطق غائرة على سطح الثمرة. إن الأوراق العصيرية في النبات يمكن أيضاً أن يتكشف عليها أعراض سمطة الشمس خاصة عندما تكون الأيام المشمسة الحارة متبوعة بأيام ذات جو غائم ممطر. يظهر مناطق غير منتظمة تصبح ذات لون أخضر باهت في البداية ولكن لاتلبث أن تنهار وتشكل بقع جافة بنية.

هناك اضراراً كثيرة تحدث للنباتات بسبب إنخفاض الحرارة اكثر منه في حالة ارتفاع الحرارة. إن الحرارة المنخفضة حتى لو كانت فوق درجة التجمد يمكن أن تسبب أضراراً كثيرة للنباتات خاصة نباتات المناطق الدافئة مثل الذرة والفاصوليا. لذلك فان الحرارة المنخفضة تسبب زيادة حلاوة (عند القلي) وتسبب طعماً غير مرغوباً وكرملة للبطاطس وذلك لتحول نشا البطاطس على درجات الحرارة المنخفضة إلى سكر.

إن درجات الحرارة التي تحت التجمد تسبب اضراراً مختلفة للنباتات، تشمل تلك التي تظهر على النباتات في حالة التجمد التي تظهر في أواخر موسم النمو وتحدث اضرارها على القمم المرستيمية الحديثة او على جميع النباتات العشبية. إن التجمد يحدث اضراراً تقتل البراعم في كل من الخوخ، الكرز والأشجار الأخرى، ويقتل الازهار والثمار الحديثة واحياناً الأفرع العصارية لمعظم الأشجار. كذلك فان حرارة الشتاء المنخفضة يمكن أن تقتل الجذور الحديثة للأشجار مثل أشجار التفاح وكذلك يمكن أن تسبب إنفجار القلف وظهور تشققات على جذع الشجرة والاغصان الكبيرة خاصة على الجهة المعرضة لأشعة الشمس في كثير من أنواع الأشجار. إن الأنسجة اللحمية مثل درنات البطاطس يمكن أن تتضرر على درجات حرارة أقل من التجمد. يختلف الضرر اعتماداً على مقدار إنخفاض درجة الحرارة او على

مدى الدورة التي تبقى فيها الحرارة منخفضة. تظهر الاعراض فقط على الأنسجة الوعائية على شكل حلقة من التحلل والانهيار. اما الاضرار التى تقع على العناصر الوعائية الدقيقة التي تنتشر في الدرنة فانها تعطي مظهر الشبكة المتحللة داخل الدرنة. يمكن أن تزيد الأنسجة المتضررة وتأخذ مساحة كبيرة من الدرنة وهذا ما يسمى البطش .

أولاً: تأثيرات الحرارة المرتفعة

Hight - Temperature Effects

يمكن تلخيص الاضرار الاساسية لدرجات الحرارة المرتفعة كالآتي:

١ – اعاقة النمو وجعل الثمار والازهار أقل من حجمها الطبيعي او تفشل في الوصول إلى طور النضج.

٢ – ظهور مناطق موضعية ميتة من الأنسجة او محترقة من أشعة الشمس او ظهور سمطة الأوراق، الازهار او الثمار.

٣ – مناطق ميتة موضعية على أنسجة الساق او ظهور مايسمى بتشققات الحرارة.

٤ – تساقط او تدلي الأوراق قبل تمام نموها.

٥ – نضج الثمار قبل موعد نضجها الطبيعي مما يسبب ضعف النكهة وعدم قابليتها للتصنيع وخفض القيمة التسويقية.

٦ – موت النبات نتيجة لموت وتحلل الأنسجة تحت تأثير الحرارة.

يجب أن يكون من المفهوم جيداً أن الاضرار المتسببة عن ارتفاع الحرارة تكون متسببة عن الحرارة العالية مقترنة مع بعض الظروف البيئية الأخرى (كما ذكرنا سابقاً). إن موت الخلايا الناتج عن الحرارة العالية ينتج عندما يكون هناك خللاً في تركيب جزيء السيتوبلازم يصعب اصلاحه.

الميكانيكية التي تؤثر بها الحرارة العالية على النباتات:

١ – يبدو أن الحرارة المرتفعة تحدث الاضرار الخاصة بها لانها تؤثر على بعض النظم الأنزيمية وتثبط نشاط بعض الأنزيمات وتزيد في نشاط أنزيمات أخرى، وهذا يؤدي إلى حدوث تفاعلات حيوية غير طبيعية وموت الخلايا.

٢ - كذلك فان درجات الحرارة العالية تؤدي إلى تخثر او تغير طبيعة البروتينات وتؤدي إلى تمزق الاغشية السيتوبلازمية وخنق السيتوبلازم، ومن المحتمل أن ينطلق منتجات سامة في الخلية.

إن الاضرار النهائية للحرارة المرتفعة على خلايا النبات والأنسجة تعتمد على درجات الحرارة القصوى التي تصل إليها ومدى بقائها وعلى نوع النبات ومدى حدوث تحورات به لتحمل الحرارة العالية. يمكن أن تختلف الأضرار من اضطرابات فسيولوجية مؤقتة في الخلية إلى موت وجفاف النبات باكمله.

الامراض التي تسببها الحرارة المرتفعة

ا - احتراق قمة البطاطس Tip Burn of Potato

يتميز هذا المرض من أمراض البطاطس باحتراق او التلون البني لقمة وحواف الوريقات تحت تأثير حرارة عالية واشعة شمس مباشرة. ولقد امكن حديثاً تمييز هذا المرض الفسيولوجي عن الاضرار التي تسببها نطاطات الاوراق (احتراق النطاط) وقد كان هناك صعوبة في التمييز بين الحالتين.

الاعراض Symptoms

يظهر مرض احتراق القمة في البداية على شكل ظهور ذبول بسيط واصفرار في الأنسجة في أعلى قمم وريقات نبات البطاطس او تحدث (هذا نادراً) هذه الاعراض على حواف الوريقات خلف القمة بالاضافة للقمة. لايلبث هذا الاصفرار أن يحل محله تلون بني وموت النسيج وتمتد المنطقة الميتة او اللون البني من القمة إلى أسفل او من الحواف إلي الداخل، في الحالات الشديدة فان جميع نصل الوريقة يصبح بنياً وميتاً. تحت الظروف الملائمة لظهور المرض وتكشفه، فان المرض يبدأ على شكل بقع على قمة وحواف الورقة تتقدم تدريجياً او يكون تقدم المرض بطيئاً او يتوقف عندما تتحول الظروف البيئية إلى الحالة الطبيعية لمتطلبات النبات.

إن كمية الاحتراق التي تحدث في قمة الوريقة تختلف حسب موقع الاوراق وتتأثر بعمر ودرجة اكتمال نمو الأوراق. وجد في الاوراق الحديثة التي تكون قائمة تقريباً أنها تعاني من أقل درجات المرض، بينما يكون المرض شديداً على قمة الأوراق القديمة والتي تكون في وضع بحيث تسقط عليها أشعة الشمس بشكل زاوية قائمة تقريباً.

نظراً لأن احتراق النطاط واحتراق القمة الفسيولوجي كلاهما يظهر لوحده او يكونا متعاونين تحت نفس الظروف البيئية، فانه يمكن التمييز بين الحالتين اعتماداً على النقاط الآتية:

١ - الاحتراق الناتج عن النطاط، يكون الجهاز الوعائي الخارج من العرق الوسطي في الورقة هو مركز الاعراض والاضطرابات ويتقدم موت النسيج من القمة او الحواف إلى الداخل. اما الاحتراق الفسيولوجي فانه يبدأ من أعلى القمة في الوريقة.

٢ - احتراق النطاط لايكون مقتصراً على جزء معين من الورقة وإنما يشمل أي جزء، بينما الاحتراق الفسيولوجي يبدأ من قمة الورقة وأحياناً نادرة يبدأ من حواف الوريقة.

٣ - احتراق النطاط يتميز بظهور منطقة تشبه حرف (V) من الأنسجة الميتة وتكون قمة الحرف في وسط العرق الوسطي وضلعا الحرف باتجاه حواف الورقة. اما الاحتراق الفسيولوجي فيكون على شكل نصف قوس او هلال على قمة الوريقة.

أسباب المرض : Etiology

قبل اكتشاف مرض احتراق النطاط كان هناك إتفاقاً شبه تاماً بين الباحثين على أن المرض (احتراق القمة الفسيولوجي) يرجع إلى سبب نقص الماء خلال أيام فصل الصيف الحارة. إلا أن الابحاث التي أجريت فيما بعد أثبتت أن احتراق قمة البطاطس يتسبب عن ارتفاع الحرارة والكثافة الضوئية. يبدو أن المرض يصل إلى أعلى شدة له عند وصول أعلى موجات حرارة إلى النبات لمدة معينة وأن هذه المدة تكون فيها أقل رطوبة نسبية وأعلى كثافة اضاءة شمسية. إن الحقيقة التي تثبت أن الحرارة والضوء هما اكثر أهمية من نقص الماء في إحداث المرض يمكن تأكيدها بملاحظة سلوك النباتات التي لاتعاني من نقص الماء عند

تعريضها لحرارة مرتفعة واضاءة شديدة فتظهر عليها أعراض المرض واضحة (تجارب معملية).

كما ذكر في الأعراض فان الأوراق الحديثة التي في وضع قائم تهرب من الاصابة بالمرض وذلك للأسباب الآتية:

١ - أن الوضع العمودي او القائم للأوراق يجعل سقوط أشعة الشمس بشكل موازي تقريباً لسطوحها وبالتالي فانها تتحصل على حرارة وكثافة ضوئية أقل مما لو كانت أشعة الشمس تسقط عليها عمودياً.

٢ - ارتفاع تركيز عصارة الخلية في النموات الحديثة اكثر منها في الأوراق السفلى والذي يعوق فقد الماء.

ولقد تبين أيضاً أن الأوراق النامية مبكراً في موسم النمو تكون ذات تركيز عصاري في الأنسجة والمجموع الخضري اكثر منها في الاجزاء النامية متأخراً.

تكون نباتات البطاطس اكثر حساسية للمرض وهي في طور الازهار وذلك لأن معظم التفاعلات الحيوية والعمليات الفسيولوجية في النبات تتجه نحو الازهار وأن خلايا الساق تعتمد على الأوراق والجذور لتحصل منها على الماء وبالتالي يتأثر الضغط الأسموزي في الأوراق وتصبح حساسة لحرارة الشمس.

الوقايـــة: Prevention

لتقليل الأضرار الناتجة من هذا المرض يمكن اتباع الخطوات الآتية:

١ - إختيار وزراعة أصناف البطاطس المتأخرة النضج حيث أن الاصناف المبكرة تعاني من الاصابة.

٢ - عدم الزراعة في الأراضي الخفيفة جداً حيث تبين أن الأراضي الخفيفة قد تهيء النبات للاصابة.

٣ - رش النباتات بالكيماويات للقضاء على براغيث وخنافس ونطاطات الاوراق والحشرات الأخرى. ولقد وجد أن الرش بمحلول بوردو أعطى وقاية جيدة للنباتات في حالة الاحتراق الفسيولوجي لوحدة وذلك لأنه يقلل من إمتصاص النباتات للحرارة او يقلل عملية النتح.

٢ - احتراق قمة البنجر Tip Burn of Beet

تظهر أعراض هذا المرض على شكل تشوه للأوراق في شكلها ويظهر موت وتحلل على طول حواف نصل الورقة، كثيراً مايمتد هذا التحلل إلى القمة. تأخذ الأوراق شكل الفنجان وتتحدب إلى أسفل واحيانا تتقعر إلى أعلى نظراً لحدوث تحلل وموت حواف الأوراق فان نمو الورقة يتوقف وتصبح الأوراق مشدودة. في حالات الاصابة الشديدة تظهر أعناق الأوراق سوداء بدون نصل او يكون النصل مقطعاً وبحواف سوداء. احياناً يتكشف بقعاً متحللة شاحبة في أنصال الأوراق. أما النباتات التي تترك لتؤخذ بذورها فان الاعراض تكون عليها على شكل اوراق ذات قمم سوداء على قمة الشمراخ الزهري. إذا ما إنقشعت أسباب المرض فمن السهل أن تعود النباتات وتنمو طبيعياً.

يحدث مرض احتراق قمة البنجر بعد فترات من الكثافة الضوئية المنخفضة في جو ضبابي. يبدو أن النباتات التي حصلت على أسمدة نيتروجينية عالية نسبياً تكون اكثر عرضة للضرر. تُظهر سلالات وأصناف بنجر السكر إختلافات واضحة في ميلها الوراثي لتكشف المرض عندما تسود الظروف الجوية المثلى للمرض. كان يفترض أن المرض يتسبب عن ترسيب مكونات نيتروجينية في الجذور بتركيزات عالية سامة وأن هناك عوامل معينة مرافقة مع عملية التمثيل الضوئي يبدو أنها تعادل التأثيرات السامة لهذه التركيزات. لدعم هذه النظرية تبين في بعض التجارب أن الأوراق القديمة للنبات المعرضة لاضاءة الشمس الكثيفة يظهر عليها المرض بوضوح اكثر من الاوراق الحديثة المظللة.

٣ - احتراق قمة الخس Tip Burn of Lettuce

يعتبر هذا المرض من أهم العوامل التي تؤثر على إنتاج الخس. تتكون الاعراض من ظهور أنسجة بنية ميتة على طول حواف الأوراق بعرض $\frac{١}{٤}$ إنش. في حالة أنوع خس المائدة (الاوراق غير متلاصقة) فان الاعراض تظهر على أي ورقة بغض النظر عن موقعها وتكون على طول العرق الرئيسي ويسمى هذا الطور لفحة العرق او عفن العرق. اما في أصناف خس السلطات (الاصناف المتلاصقة الأوراق) فان الاعراض تكون اكثر إنتشاراً على الاوراق الداخلية مما يجعل رؤوس الخس بدون فائدة ولاتسوق. يمكن أن يظهر المرض فجأة عندما يكون المحصول قارب النضج ويسبب خسائر كبيرة.

العوامل المسببة للمرض:

من المؤكد بشكل عام أن مرض احتراق قمة الخس هو من الأمراض غير الطفيلية مع أن بعض أنواع البكتيريا قد توجد في حواف الأوراق الميتة البنية. إن السبب الاساسي للمرض يتعلق بالظروف البيئية حيث يلائمه ارتفاع الحرارة وارتفاع الرطوبة أيضاً ولايوجد دليل على أنه يتسبب عن الحرارة لوحدها. أن التفاعل بين ظروف التربة والظروف الجوية مهماً في حدوث هذا المرض. لقد بين Anderson ١٩٣٦ بالتجارب أن احتراق القمة يكون اكثر شدة عندما يكون هناك إختلافاً بين درجات الحرارة القصوى للهواء المحيط بالنبات وحرارة التربة اعلى مايمكن. كذلك فان نقص الرطوبة الأرضية والاضطرابات في العلاقات المائية لها دوراً كبيراً في حدوث المرض. يبدو أن المرض كثير الحدوث عندما يسود طقس بارد رطب يتبعه طقس جاف حار مشمس.

هناك إختلافات واضحة في حساسية أصناف الخس لمرض احتراق القمة ومع ذلك لايوجد صنف لايصاب بالمرض بشكل كامل، ولكن قد تكون نسبة الاصابة أقل من ٥٠٪، لذلك يجب مراعاة إختيار مثل هذه الاصناف عندما يزرع الخس على نطاق تجاري واسع.

٤ - احتراق حواف الأوراق Leaf Scorch

تسبب الحرارة المرتفعة احتراق الأوراق مباشرة او بشكل غير مباشر وذلك عن طريق التشجيع والحث على التبخر أو النتح الشديد. يتأثر النتح بالحرارة، كلما زادت الحرارة فان النشاط الجزيئي يزيد ويُفقد الماء بواسطة النتح الذي يزيد طردياً. يمكن أن يزداد النتح ويصبح سريعاً جداً على الحرارة العالية والتي عندها لايتحرك الماء وينتقل خلال الجذور إلى الساق والأوراق بنفس سرعة فقد الماء وذلك للمحافظة على حالة من التوازن بين فقد الماء وإمتصاصه. إذا لم يكن هناك تعويض للماء المفقود عن طريق النتح يصبح البروتوبلازم جافاً والأوراق متهدلة وتذبل، يتحطم الكلوروبلاست والكلوروفيل، تموت الخلايا ويظهر الشحوب والتحلل. نظراً لأن نقص الماء يحدث اولاً في الخلايا الموجودة في نهايات العروق الدقيقة في الجهاز الوعائي فان الاضرار تظهر اولاً على قمة وحواف الورقة حيث توجد هذه النهايات الدقيقة (شكل ٤٢).

يظهر مرض احتراق الورقة على كثير من أنواع النباتات ولكنه بشكل عملي يكون شائعاً على الأنواع المحبة للظل وعلى الأوراق التي تتكشف تحت ظروف باردة وتتعرض فجأة إلى طاقة حرارية عالية في أيام الصيف المشمسة. بشكل عام إذا ارتفعت درجة الحرارة فجأة في أوائل الصيف فوق ٣٨° م خاصة إذا كان فصل الربيع بارداً، إن هذا التغير الفجائي يؤدي إلى ظهور احتراق الأوراق في جميع أصناف النباتات مثل العنب، المشمش، الاكاسيا، الورد، الليلك، الدردار، البرقوق، التين وغيرها من أشجار الزينة والغابات. يظهر في بعض الاوقات على حواف وقمة الورقة لون بني واحياناً يظهر لون فضي او زجاجي في مناطق بين العروق في النباتات الحساسة. وجد أن احتراق الاوراق يكون شديداً على الاوراق التي تسقط عليها أشعة الشمس بزاوية قائمة. كذلك وجد أن ثمار العنب والمشمش تجف وتتجعد مبكراً في اولى أطوار نموها إذا لم يقيها المجموع الخضري. إن أشجار الغابات مثل كستناء الحصان والقيقب حساسة لارتفاع الحرارة ويظهر عليها المرض.

شكل رقم ٤٢: إحتراق حواف الأوراق في المشمش نتيجة الحرارة المرتفعة.

٥ - لفحة البصل Onion Blight

يظهر هذا المرض على شكل موت قمة الورقة وحدوث مناطق ميتة متحللة مترافقة مع وجود بقع صغيرة مستديرة بيضاء إلى رمادية تظهر فوق الورقة. يكون المرض شديداً عندما يسود طقس حار جاف بعد فترة رطوبة. إذا كانت الاصابة شديدة يمكن أن تصل نسبة الفقد في اوراق المحصول حوالي ٤٠٪ وإذا كانت الاصناف حساسة يكون الفقد ١٠٠٪ خاصة إذا كانت مزروعة في أراضي رملية خفيفة. يمكن وقاية المحصول بزراعة الاصناف المتحملة للحرارة واستعمال اراضي تحتفظ بالرطوبة.

٦ - امراض سمطة الشمس Sunscald Diseases

إن مرض سمطة الشمس هو اسم يطلق على المرض الذي يؤثر على جميع الاجزاء التي فوق سطح الأرض للنباتات، ويعزى إلى تأثير كثافة أشعة الشمس اكثر منه إلى تأثير الحرارة ولكن كلاهما ضرورياً لظهور المرض. إن أمراض السمطة شائعة على الخضراوات وأشجار

الفاكهة. سواء كانت الثمار خضراء او قريبة من طور النضج فانها تصاب بالسمطة اثناء فترة الحرارة العالية. يظهر النسيج النباتي (ثمار أو أوراق) لامعاً ثم يأخذ المظهر المائي وينهار بسرعة مؤدياً إلى ظهور مناطق غائرة ذات لون أبيض او رمادي في الثمار الخضراء أو ذات مظهر مصفر في الثمار الحمراء. تصيب السمطة سيقان الأشجار مثل المانجو، الكمثرى والحمضيات. تتميز الاعراض على شكل تمزق في النسيج مؤدية إلى تكوين تشققات وجفاف للقلف. احياناً تظهر السمطة على الاوراق الحديثة والنموات الجديدة للأشجار.

عندما يكون للنبات مجموع خضري كثيف والذي يسبب وقاية جيدة من أشعة الشمس فان الاضرار تكون أقل ما يمكن. فيما يلي شرحاً مفصلاً لأمراض السمطة على بعض النباتات.

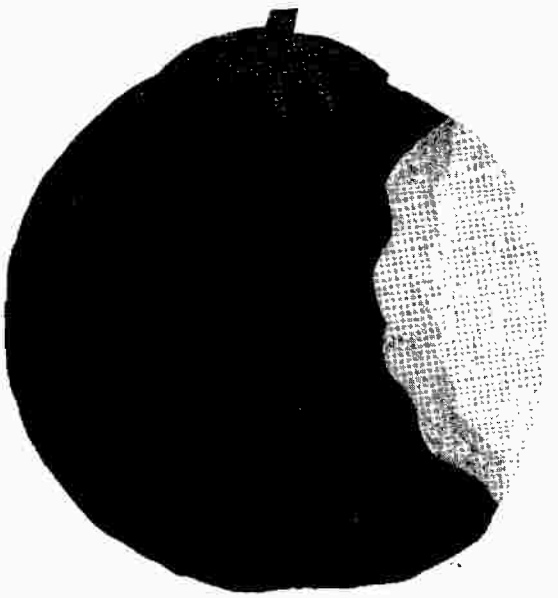
أ - سمطة الفاصوليا: Bean Sunscald:

هذا المرض مشروح بتفصيل اكثر في اضرار الاضاءة القوية. تظهر اضرار الحرارة على أجزاء النبات المعرضة لأشعة الشمس. تبدأ الأعراض على شكل بطش بنية بين العروق على نصل الأوراق، كثيراً ما تمتد هذه البطش على مساحة كبيرة. يمكن أن يتبع ظهور البطش تساقط الأوراق. يظهر بقع على أجزاء القرون المعرضة للشمس تكون في البداية مائية المظهر ثم تصبح غائرة وتكون مصبوغة بلون أحمر. كلما إتسعت البقع فانها تتكشف على شكل أشرطة. أحياناً يحدث التباس بين هذه الأعراض وأعراض اللفحة البكتيرية.

ب - سمطة الطماطم Tomato Sunsclad

تعاني الطماطم من مرض السمطة وتظهر الاعراض على المجموع الخضري وعلى الثمار. كما وان البادرات النامية بسرعة في الصوبات الزجاجية يمكن أن تصاب بالسمطة عندما تعرض إلى الشمس الساطعة والهواء الجاف. يظهر في منتصف الموسم بطش مصفرة على الأوراق عندما يسود طقس ممطر غائم يتبعه فجأة فترة جفاف مشمسة، لاتلبث أن تجف هذه البقع بسرعة ويصبح لون النسيج أحوى (أسمر ضارب للصفرة) او بني لامع. عندما يكون المجموع الخضري غير كثيف بسبب صفة وراثية في النوع او بسبب تساقط الأوراق نتيجة

الاصابة المبكرة بالسبتوريا *Septoria* Leaf Spot، فان سمطة الثمار سرعان ماتظهر على الثمار الخضراء فى الأيام المشمسة.. تصبح الجهة من الثمرة المقابلة للشمس صفراء وتنضج بدون انتظام او أن المنطقة المتضررة يمكن أن تصبح بيضاء شبه لامعة (شكل ٤٣). يفقد النسيج ماءه بسرعة وينكمش ويبهت ويتحول إلى اللون الرمادي ويصبح غائر وتظهر عليه بقع شبه ورقية. الثمار التي تقطف خضراء وتلف لايظهر عليها أعراض المرض أثناء الجمع ولكن يمكن أن يتكشف عليها المرض أثناء الشحن وفي المخزن. يمكن أن تهاجم الفطريات الثانوية اماكن سمطة الشمس في ثمار الطماطم اما الاصابة البكتيرية فهي غير شائعة.



شكل رقم ٤٣: أعراض مرض سمطة الشمس في الطماطم.

جـ - سمطة الشمام العسلي

تتميز الاعراض على شكل بقع صغيرة بنية تظهر على جانب الثمرة المعرض للشمس. تتسع هذه البقع حتى تصبح بقطر ١٢ سم. تكون دائرية صلبة وغائرة، تصبح سوداء ذات حواف صفراء رمادية او بيضاء. الشمام الناضج يكون اكثر قابلية للاصابة من الشمام غير الناضج.

حـ - سمطة البصل Onion Sunscald

عندما تتعرض أبصال البصل إلى أشعة الشمس فان هذا يؤدي إلى سرعة موت الأنسجة والتي تصبح طرية زلقة لاتلبث أن تجف بسرعة. يتكون بقع بيضاء جلدية بقطر ٣ سم او اكثر على سطح البصلة المعرض للشمس. إذا تغير الطقس واصبحت الرطوبة الجوية عالية فان بقع السمطة تهاجم ببكتيريا العفن الطري ويتبع ذلك ظهور تحلل لزج. يمكن منع السمطة عن البصل وذلك بتغطية الأبصال بقمم العروش أثناء وجودها ملقاة على سطح التربة وقبل أخذها للمخزن.

هـ - سمطة الفلفل والباذنجان Eggplant and Papper Sunscald

يصاب الفلفل والباذنجان بسمطة الشمس، تظهر السمطة على شكل بطش جافة بيضاء في اي مكان على الثمرة، تكون السمطة شديدة عندما يلفح المجموع الخضري، وتقل كثافته بحيث لايظلل جميع الثمار جيداً وبالتالي تتعرض الثمار قبل النضج لأشعة الشمس المباشرة وتظهر عليها السمطة.

و - سمطة الخس والكرنب Lettuce and Cabbge Sunscald

يسمى هذا المرض باسم التبقع الخمري الخشن Russet Spotting. يظهر هذا المرض عندما تتعرض الأوراق العليا لرؤوس الكرنب والخس إلى الحرارة وأشعة الشمس. تظهر اولى أعراض السمطة على شكل مناطق غير منتظمة مائية او لامعة والتي لاتلبث أن تصبح بيضاء جافة. تأخذ رؤوس الخس والكرنب المظهر الخمري المبيض الخشن، وهذا المرض يتأثر مباشرة

بدرجة الحرارة القصوى للهواء وإذا زادت عن ٣٠ م لمدة يومين على الأقل فان المرض يظهر بشدة.

ز - سمطة التفاح Apple Sunscald

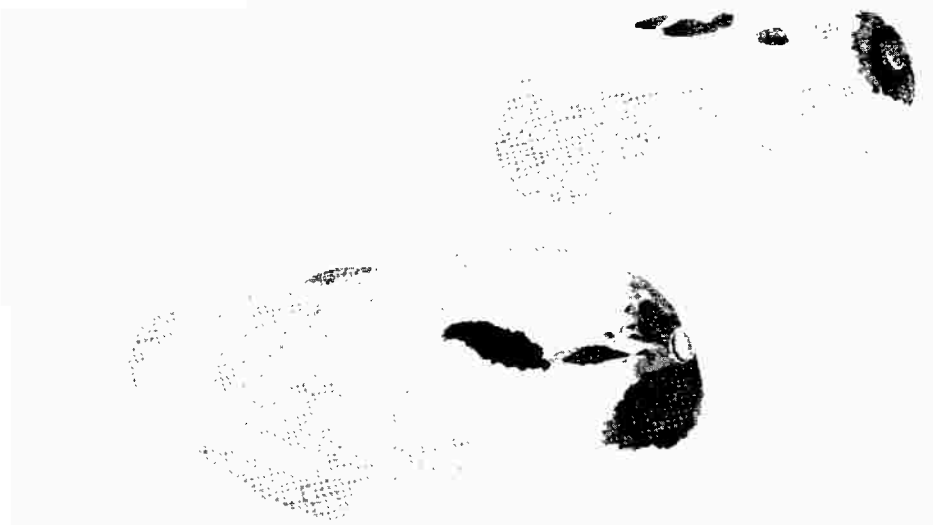
يسمى مرض السمطة في التفاح باسم السمطة الطرية في التفاح Soft Scald of Apple. يظهر هذا المرض على ثمار التفاح عندما تقارب النضج او أنها تكون قد قاربت من نصف حجم نموها الطبيعي على الأقل. تحدث الاضرار للثمار خلال عدة أيام والتي فيها تكون اعلى درجة حرارة في النهار تزيد عن ٢٨ م. تختلف الأعراض إلى حد ما حسب الاصناف وتظهر عادة على الجانب من الثمرة المقابل لأشعة الشمس اكثر منها على الجوانب المظللة. تكون الاصابة احياناً شديدة جداً وتؤدي إلى تكوين نسيج مائي بني تحت جلد الثمرة والذي عندما يجف بالتدريج يؤدي إلى ظهور مناطق غائرة والتي كثيراً ماتكون متجعدة او متموجة على سطح الثمرة.

ح - سمطة الكمثرى Pear Sunscald

إن أعراض هذا المرض على الكمثرى مشابهة لتلك الاعراض المذكورة على التفاح، ولكن في الكمثري فان النسيج السطحي للثمرة المعرض لأشعة الشمس يصبح بني او أسود ويتغير طعم الثمرة. يكون المرض دائماً مترافقاً مع مرض آخر يسمى (تحطم قلب الكمثرى) حيث في هذا المرض تصبح أنسجة قلب الثمرة مائية بنية.

ط - سمطة المانجو Mango Sunscald

تصاب ثمار المانجو بالسمطة ويسمى هذا المرض لطعة الكتف في ثمار المانجو Shoul-der Spot of mango Fruits. تظهر الاعراض عادة على الثمار المعرضة لأشعة الشمس. تظهر الأنسجة المسموطة بلون بني داكن على سطح الثمرة (شكل ٤٤) ويظهر بقع ميتة جافة بنية، تكون معظم هذه البقع على جنب الثمرة القريب من الحامل. في حالات الاصابة الشديدة تصبح الثمار مشوهة ومشققة ذات مذاق سيء ونكهة رديئة.



شكل رقم ٤٤: أعراض مرض سمطة المانجو.

ى - سمطة الحمضيات Citrus Sunscald

يأخذ هذا المرض في الحمضيات اسم احتراق ثمار الحمضيات. تكون الاضرار على الثمار احياناً شديدة جداً مؤدية إلى تكوين بقع بنية مصفرة على جلد الثمرة. تتشقق الثمرة احياناً تشققاً طولياً وتفقد قيمتها الغذائية والتسويقية.

ك - سمطة الموز Panana Sunscald

تتميز اعراض هذا المرض في الموز بظهور مناطق مخضرة إلى مصفرة على طرف الثمرة (قرن الموز) الحر والذي يكون معرضاً لأشعة الشمس. تهاجم الفطريات في كثير من الاحيان هذه المناطق مؤدية لاحداث المرض المسمى قمة الاصبع السوداء في ثمار الموز.

ل - سمطة التين Sunscald of Figs

تصاب ثمار التين بسمطة الشمس او الاحتراق الشمسي Sunburn. تظهر الاعراض على شكل بطش بنية داكنة وصلبة او أشرطة او بقع حول فتحة ثمرة التين (الفتحة التي تدخل منها الحشرات لتلقيح الازهار) او على أحد الجوانب. تكون ثمار التين الناتجة من الأشجار الضعيفة اكثر قابلية للاصابة من تلك المأخوذة من أشجار قوية.

م - سمطة ثمار الرمان Pomegranate Sunscald

إن تعرض ثمار الرمان لأشعة الشمس خلال فترة النمو يسبب حدوث بطشاً ذات تلون خشن قليلاً، جلدية، صلبة وبنية او قد تكون صفراء. تكون هذه البطش احياناً كبيرة بحيث تأخذ ربع مساحة الثمرة او اكثر. تبدو البطش واضحة إذا كان جلد الثمرة ذو لون أحمر غامق ويقل وضوحها في أصناف الرمان ذات الجلد الاصفر.

٧ - التقرح الحراري في الكتان Heat Canker of Flax

يمكن أن يتضرر نبات الكتان بطريقة تؤدي إلى كسر الساق فوق او بالقرب من سطح التربة وبالتالي يقال بأن الكتان مصاب بالتقرح. هناك عوامل مختلفة مسئولة عن هذا المظهر. هناك فطر محدد لإحداث التقرح في الكتان وهو فطر *Colletotrichum lini* في مناطق كثيرة من العالم. لقد تبين أن هناك مرضاً يسبب تقرح الكتان يختلف عن المرض الفطري وأنه مرض غير طفيلي يعود إلى ارتفاع درجة الحرارة.

ومنعاً للالتباس بين المرضين سمي المرض الثاني التقرح الحراري في الكتان. كذلك فان هذا المرض يصيب الفاصوليا، اللوبيا، البسلة، البيقية، الراي، القمح والشعير.

الأعراض :

تكون اولى أعراض المرض حدوث كسر ملاحظ فوق او بالقرب من سطح التربة، يعتقد لأول وهلة أن هذا الكسر نتيجة الرياح او الاصابة بالحشرات. يتسبب هذا الكسر عن موت

قشرة الساق في هذه المنطقة بينما لايزال النبات حديثاً ومرناً. إذا حدثت الاضرار والنبات لايزال أقل من ٧ سم في الطول، تنهار الأنسجة في منطقة تلامس الساق مع سطح التربة الحار وينبل النبات ويموت. اما في النباتات التي يكون طولها ٧ - ١٥ سم فان القشرة فقط هي التي تموت تاركة النبات أن ينقلب، إلا أنه عادة يبقى حياً لعدة أيام أو أسابيع وذلك لعدم تضرر الجهاز الوعائي بالساق. في حالات نادرة فقط عندما يكون النبات أطول من ١٥ سم تظهر عليه الاضرار بنفس الطريقة السابقة ولكن عادة تظهر الاعراض على النباتات التي هي أطول من ١٥ سم على شكل بثرات بالقرب من سطح التربة وتستمر النباتات في النمو بعد الاصابة. يحدث إنتفاخ وتوسع في الساق فوق منطقة الاصابة وأحياناً تحتها. في معظم النباتات التي أصيبت بالتقرح فان الساق يعاني من المرض إما عاجلاً أو آجلاً وذلك لأنه يحدث تحلق للساق وتهاجمه الكائنات الممرضة او الرمية. قد يمنع التحلق وصول المواد الغذائية إلى الجذر وبالتالي تضعف الجذور ولاتقوى على حمل النبات وينكسر الساق ويموت النبات.

إن الانقباض الذي يحدث في الساق في المنطقة المحددة بالتقرح تكون بسبب موت الخلايا وانكماش القشرة، بينما يحدث إنتفاخ وتوسع في الساق فوق منطقة التقرح بسبب اعاقة حركة الغذاء المجهز المتجه إلى المجموع الجذري. إذا ماحدث وأن أصبحت المنطقة المنتفخة على إتصال مع ماء التربة، يبدأ تكوين جذور عرضية تبدأ في مساعدة ساق النبات في الوقوف إذا استمرت الرطوبة الأرضية اما إذا حدث جفاف فلاتتكون الجذور العرضية او أنها تتكون ثم تموت.

اسباب المرض:

اجريت دراسات عديدة للمحاولة لعزل كائنات ممرضة مسببة لهذه الحالة المرضية فلم يكن هناك اي دليل على أن المرض يتسبب عن كائنات طفيلية وتبين أن التقرح الحراري في الكتان يعود لارتفاع حرارة الطبقات السطحية للتربة الجافة والتي تكون متلامسة مباشرة مع الأنسجة الغضة من الساق العصارية الحديثة. تختلف كمية الضرر للنبات وذلك حسب تماسك التربة ومدى عصارية الأنسجة والحرارة المطلقة. يحدث تقرح لنباتات الكتان خلال بضع أيام والتي تكون فيها درجة حرارة التربة حتى عمق $\frac{1}{2}$ إنش تتراوح من ٤٠ - ٥٠° م، من هذا

يتبين أن المرض يتسبب عن الحرارة الشديدة ومايصاحبها من أشعة مركزه. إن أفضل الظروف لحدوث المرض عندما تكون درجة حرارة سطح التربة ٥٤° م وتكون بادرات النبات في الاطوار الأولى من النمو ولكن إذا تخطت النباتات وهي في الاطوار الأولى الفترة الحرجة من تقلبات الحرارة فانها تهرب من الاصابة وتكون الاضرار قليلة. ولقد تبين من الدراسات المستفيضة على هذا المرض مايلي:

١ - إن مرض التقرح كان اكثر شدة في الخطوط المزروعة على مسافات واسعة عنها في الخطوط المتقاربة والمزروعة على مسافات ضيقة.

٢ - إن تظليل النبات باي وسيلة من الوسائل يقلل حدوث المرض.

٣ - إن تغطية سطح التربة بحوالي $\frac{١}{٤}$ إنش من الرمل الاصفر خاصة في الأراضي السوداء المتماسكة يقلل من شدة المرض. وكذلك جعل سطح التربة ممهداً غير صلباً يقلل من حدوث المرض.

٤ - يمكن منع المرض بالزراعة المبكرة وبالتالي تتخطى النباتات المرحلة الأولى قبل أن تبدأ الحرارة الجوية في الارتفاع.

٨ - البقعة الحرارية او بقعة كلسي Heat Spot or Kelsey Spot

يصيب هذا المرض ثمار البرقوق وتظهر الاعراض على شكل إنخفاضات سطحية على قشرة الثمرة تكون ذات لون داكن وأغمق من لون الثمرة الطبيعي وتكون ذات حواف محددة، تموت الأنسجة أسفل هذه النقر ويكون شكلها مميزاً عن أعراض سمطة الشمس. تظهر أعراض البقعة الحرارية إذا ارتفعت درجة الحرارة عن ٤٠° م لعدة ساعات. تتحمل الاصناف الأوروبية هذا المرض أما الأصناف اليابانية فهي شديدة الحساسية للمرض.

٩ - سمطة الشمس الشتوية Winter Sunscald

إن تعبير سمطة الشمس الشتوية يشير إلى التقرحات التي تنشأ على أنسجة الساق خلال شهور الشتاء. تتميز التقرحات بظهور أنسجة غائرة جافة ملونة على الاغصان الكبيرة

والجنوع في النباتات الخشبية. تكون الأشجار ذات القلف غير المفصول والرقيق مثل الجوز، التفاح والبرقوق اكثر حساسية لسمطة الشمس الشتوية.

إن سمطة الشمس الشتوية لاتتسب مباشرة عن ارتفاع الحرارة ولكنها تتسبب عن التقلبات في الحرارة، حيث أن هذه التقلبات تكون اكثر حدوثاً خلال أشهر الشتاء عندما تكون الأشجار متساقطة الأوراق عارية من المجموع الخضري الواقي لها. من الامثلة على تقلبات الحرارة، تكون حرارة الكامبيوم في أشجار الخوخ غير المظللة في الفروع الكبيرة تصل ٣٠ م بينما حرارة الهواء الجوي تبقى تحت الصفر المئوي. إن فرق ١٠ م بين حرارة النسيج والجو المحيط لبضع دقائق يكون أساسياً ومسئولاً عن حدوث السمطة الشتوية. إن خلايا الكامبيوم الحساسة تكون غير قادرة على أن تضبط درجة الحرارة بسرعة كافية لتلائم التقلبات وأن التغير السريع يمكن أن يكون قاتلاً حتى عندما تكون الدرجات القصوى أقل من تلك التي يتحملها طبيعياً. إن موت خلايا الكامبيوم كثيراً ما تسبب إنفصال القلف عن الخشب ويمكن أن يتكشف تشققات وانفجار ولكن غالباً مايظهر تشقق فقط، مثل هذه التقرحات والتشققات تكون وسيلة واضحة لدخول البكتيريا والفطريات الممرضة.

١٠ - القلب المائي في التفاح Water - Core of Apple

يعتبر مرض القلب المائي في التفاح من الأمراض الشائعة الحدوث بشكل عملي في كل مناطق زراعة التفاح في العالم. إن الأعراض المميزة للمرض هي المظهر المائي او الزجاجي في لب ثمرة التفاح، يختلف موقع ومساحة هذه المنطقة حسب نوع التفاح وحسب درجة الحرارة. عادة يكون المرض محصوراً في المنطقة المجاورة للحزم الوعائية او محيطة بالقلب مباشرة (شكل ٤٥).

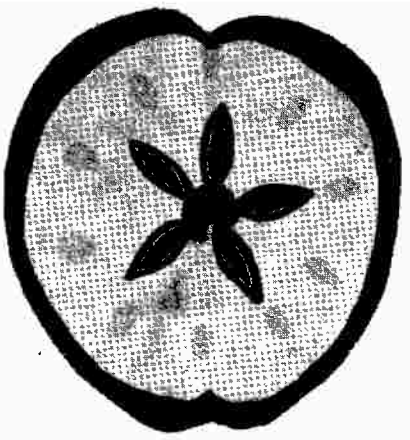
تكون الأعراض في البداية على شكل نقط صغيرة حول الحزم الوعائية. تزداد منطقة القلب المائي في الحجم حتى تشمل طبقة او مساحة كبيرة من لحم الثمرة. احياناً يشمل المرض جميع الثمرة. في هذه الحالة الاخيرة فان الحالة المائية يمكن أن تظهر خلال الجلد

ولكن عادة لايوجد أثر للمرض على سطح الثمرة ولايلاحظ المرض مالم يعمل مقطع في الثمرة. يحدث المرض في ثمار التفاح الناضجة ويزداد كلما تقدمت الثمار وتخطت طور النضج. إن قطف الثمار في الوقت المناسب هو أفضل طريقة لمنع تقدم المرض، في بعض الحالات يمكن أن يظهر المرض على الثمرة قبل عدة أسابيع من نضجها.

إن المظهر المائي او الزجاجي يتكون بسبب أن الماء او عصارة الخلية المفرزة تملأ المسافات بين الخلوية بدلاً من الهواء كما في حالة الأنسجة السليمة. ولكن السؤال ماهو السبب الذي يجعل الماء يحل محل الهواء بين الخلايا؟؟

هناك نظريات كثيرة تفسر هذه الظاهرة. من أهم التفسيرات شيوعاً، هو أن التقلبات في درجات الحرارة تؤدي إلى تقلبات في النتح. عندما يتوقف النتح فجأة فان التراكم الزائد من العصارة في الخلايا يملأ الخلايا ويزيد، هذه الزيادة تندفع خارجاً في المسافات بين الخلايا.

من الحقائق الثابتة أن القلب المائي في التفاح يحدث باستمرار ويكون شديداً في ثمار التفاح المعرضة للشمس بينما هي لاتزال على الشجرة. مثل هذه الثمار وخاصة المعرضة للشمس يتكون فيها تركيزات عالية من العصارة الخلوية وتنخفض فيها الحموضة عنها في الثمار السليمة. تبين أن أنسجة القلب المائي فيها تركيز العصارة أعلى منه في الأنسجة السليمة في نفس ثمرة التفاح. تبين أن تركيز العصارة المرتفع هو البادىء لهذا المرض Pre-cursor. تبين أن المرض متعلق بحرارة الجو وليس لرطوبة التربة أي تأثير، إلا أنه قد وجد أن الري الغزير يسبب إنتاج ثمار ذات تركيز عصارة منخفض وبالتالي ينخفض حدوث مرض القلب المائي. إن العوامل الاكثر ارتباطاً بحدوث المرض هي تمثيل الكربوهيدرات وأن النسبة المرتفة بين الأوراق والثمار تميل لأن تجعل الثمار معرضة للمرض.



شكل رقم 45: أعراض مرض القلب المائي في التفاح

١١ - سفع أشجار الغابات Scorch of Forest Trees

إن مرض سفع الأشجار. يعني اضرار الحرارة المرتفعة على الأشجار، او احتراق بعض أجزاء الشجرة من حرارة الشمس، ولهذا يسمى المرض احتراق الورقة (Leaf Scorch) او احتراق الشمس (Sun Scorch). يحدث هذا المرض عند حدوث فترة طويلة من الهواء الجاف الحار، هذه الظروف تؤدي إلى سرعة فقد الماء من الأوراق والذي يصعب تعويضه عن طريق الجذور نظراً لانخفاض الرطوبة في التربة. أما في أشجار الفاكهة فان نقص البوتاسيوم في الأوراق يؤدي إلى اضطراب مستوى الماء بين المجموع الخضري والجذور.

تظهر الأعراض على شكل مناطق ميتة بنية اللون على حواف الأوراق، قد تظهر هذه المناطق بين العروق في نصل الورقة، يظهر لون برنزي احياناً على الأوراق. تبقى الأوراق حية ولاتسقط وبالتالى فان الاضرار الناتجة على الشجرة تكون قليلة. تكون الأعراض اكثر وضوحاً على جانب الشجرة المقابل لجهة هبوب الرياح الجافة الحارة. تظهر اعراض المرض على الأشجار الخشبية، القيقب والصنوبريات واحياناً أشجار الفاكهة.

١٢ - تساقط الثمار الصغيرة في يونيو

June Drop of Fruitlets

يسمى هذا المرض تساقط يونيو للثميرات الصغيرة. يحدث عادة بان تتساقط كميات كبيرة من الثمار الصغيرة تحت الأشجار ثم تتجعدوتتكرمش وتصبح مومياء، يحدث هذا عند ارتفاع درجة الحرارة، إنخفاض الرطوبة، الرياح الجافة القوية وإنخفاض إمتصاص الماء عن طريق الجذور من التربة وقت عقد الثمار وبعد إبتداء نمو الثمرة. إن مقدرة الأوراق والثمار على إمتصاص حاجتها من الماء بسرعة اكثر من فقد الماء عن طريق النتح يمكن أن يقلل من حدوث التساقط نظراً لزيادة الماء. إن الاضرار التي تؤثر على الجذور سواء الاصابة بالفطريات او البكتيريا، النيماتودا او زيادة الأسمدة الكيماوية تؤثر على حدوث المرض وتزيده.

ثانياً: تأثيرات الحرارة المنخفضة

Low Temperature Effects

إن النباتات الحية سواء كانت نامية او ساكنة (في طور السكون) او المنتجات النباتية اذا ماتعرضت لدرجات حرارة منخفضة فانه يحدث عليها اضراراً تتراوح من آثار بسيطة إلى موت النبات وإن شدة الضرر التي تحدث للنبات تختلف حسب إنخفاض درجة الحرارة، المدة التى تستمر فيها الحرارة منخفضة وتركيب النبات وطور نموه.

إن حساسية النباتات للحرارة المنخفضة وكمية وشدة الضرر يعتمد إلى حد ما على الاوضاع الفسيولوجية والظروف المهيئة للنبات. إن التغذية المعدنية خاصة مستوى النيتروجين له تأثير خاص وفوري في مقدرة النبات على تحمل الحرارة المنخفضة. كذلك فان الأنسجة ذات المحتوى العالي من النيتروجين تسمى الأنسجة الطرية (Soft) تكون ذات خلايا واسعة وجدر رقيقة فهي أقل تحملاً للحرارة المنخفضة. أما النباتات ذات المحتوى المتوسط او المنخفض من النيتروجين تسمى النباتات الصلبة (harder) تكون اكثر تحملاً للحرارة المنخفضة. كما وأن المحتوى العالي من الصوديوم والكالسيوم في النبات يلائم حساسية النبات للحرارة المنخفضة. وأيضاً فان نسبة الكربوهيدرات في النبات ونواتج التمثيل الضوئي لها تأثير في تحمل او استجابة النبات للاضرار بالحرارة المنخفضة.

كما أن تهيء النبات للتأثر بالحرارة المنخفضة يتأثر برطوبة التربة. إن النباتات النامية في تربة رطبة، غدقة او مشبعة بالماء تكون اكثر حساسية للتأثر من تلك النباتات النامية في الأراضي الجافة.

كذلك فان عمر النبات يؤثر على حساسيته للحرارة المنخفضة، فان الأنسجة الطرية العصارية والنباتات الحديثة تكون عادة اكثر حساسية للصقيع من الأنسجة المتقدمة في السن، ولكن هذا الاختلاف يكون حسب نوع النبات.

إن الاضرار الناتجة عن الحرارة المنخفضة عادة يشار إليها باضرار الصقيع Forst In-jury. وهو اصطلاح يستعمل ليدل على أن درجات الحرارة المنخفضة عن درجة التجمد

والجليد المتكون هو الذي يسبب اضراراً للأنسجة، لكن إذا كانت درجة الحرارة فوق نقطة التجمد فان الاضرار الناتجة عنها تسمى اضرار الحرارة المنخفضة Low Temperature Injury

تحدث الحرارة المنخفضة عندما تطلق النباتات حرارة اكثر مما تمتص. إن فقدان الحرارة يمكن أن يحدث بطريقتين (١) فقد الحرارة بالتوصيل (٢) فقد الحرار بالإشعاع.

يحدث فقد الحرارة بالتوصيل عندما يكون الهواء المحيط بالنبات أبرد من النبات نفسه، إذا مرت كتلة هوائية باردة خلال المنطقة بالقرب من النباتات فان ذلك يخفض درجة حرارة النبات. أما الفقد خلال الاشعاع فان هذا يتم عن طريق إنطلاق الحرارة من أنسجة النبات الدافئة عن طريق السطح. إن إنطلاق الحرارة هذا يتم باستمرار وإن النباتات في الليل تطلق حرارة أكثر مما تمتص وبالتالي تصبح أبرد من الجو المحيط بها. يكون فقد الحرارة بالاشعاع أسرع عندما تكون السماء صافية والجو هادىء بدون رياح وبدون غيوم. يمكن أن تنخفض حرارة النبات ٢ - ٦° م عن درجة حرارة الجو المحيط.

التأثيرات العامة للحرارة المنخفض

General Effects of Low Temperature

عند دراسة التأثيرات العامة للحرارة المنخفضة على نمو النبات يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن لكل نوع او صنف او سلالة نباتية درجة معينة من الدفىء (الحرارة) يكون النمو عليها في الحالة المثلى وتسمى الدرجة المثلى Optimun، إذا إنخفضت درجة الحرارة عن الدرجة المثلى فان النمو ينخفض بانخفاض الحرارة حتى يصل إلى الدرجة الدنيا minimun. إن إنخفاض النمو او وقفه هو التأثير الحيوي لإنخفاض الحرارة وهو الضرر الأول. أما الضرر الثاني للحرارة المنخفضة هو خفض او منع تكوين الكلوروفيل او بطء تركيب الصبغات وهذا يؤدي إلى ظهور الاجزاء الطبيعية الخضراء بلون أصفر. في بعض النباتات او الاجزاء النباتية فان البرد يسبب تكشف صبغات حمراء والتي تظهر بوضوح عند إنخفاض درجة الحرارة اللازمة لتكشف الكلوروفيل. إذا إنخفضت درجة الحرارة إلى أقل من الصفر فان هذا

يؤدي إلى تجمد نسيج النبات ويتبع ذلك موت النسيج ولكن إذا ارتفعت الحرارة ثانية فان النبات يعود لحالته الطبيعية.

يمكن تقسيم الاضرار الناتجة عن إنخفاض الحرارة إلى:

١ - اضرار لاتستمر بحيث تعود النباتات إلى حالتها الطبيعية إذا توفرت لها درجات الحرارة المناسبة للنمو.

٢ - اضرار تؤدي إلى فقد أجزاء من النبات او تشوه أجزاء النبات الأخرى. يظهر في النباتات الحولية أن النبات بأكمله يصبح مشوهاً ومشلولاً طيلة بقية موسم النمو.

٣ - يمكن أن يكون الضرر شديداً ويسبب الموت المفاجيء للنبات.

ميكانيكية اضرار الحرارة المنخفضة.

تُحدث الحرارة المنخفضة اضراراً للنبات، اساساً، عن طريق تكوين الجليد بين او/ و في الخلايا. إن الماء النقي نوعاً ما والموجود في المسافات البينية بين الخلايا يتجمد أولاً على درجة حرارة صفر مئوي تقريباً. بينما الماء الموجود داخل الخلية والمحتوي على مواد ذائبة واعتماداً على نوعية هذه المواد ودرجة تركيزها تنخفض درجة حرارة التجمد اللازمة لتجميد هذا الماء. زيادة على ذلك، عندما يصبح الماء الموجود بين الخلايا جليداً فان ضغط البخار بين الخلايا ينخفض وينطلق ماء اكثر من الخلايا إلى المسافات البينية حيث يتحول هناك إلى جليد أيضاً. إذا إنخفضت درجة الحرارة أكثر عندما يتكون بللورات جليدية في داخل الخلية وهذا يؤدي إلى تمزق الغشاء البلازمي والعضيات الأخرى ويؤدي إلى توقف الأنظمة الفسيولوجية في الخلية وهذا يسبب موت الخلية. إن درجة تجمد محتويات الخلية تختلف حسب نوع النبات وحسب النسيج النباتي، فمثلاً بالنسبة للنباتات الشتوية والتي تعيش في المناطق المتجمدة تكون متحملة لدرجات الحرارة المنخفضة ولايتكون بللورات جليدية في الخلية أبداً لاسباب عديدة ليست في مجال بحثنا. أما النباتات الاستوائية او نباتات المناطق الدافئة سرعان مايحدث فيها البللورات الجليدية.

في النباتات الحساسة للبرودة إذا تكون جليد في المسافات البينية فقط فان الخلايا والأنسجة يمكن أن تتضرر وذلك عن طريق الضغط المتكون على الخلية من الخارج بواسطة البللورات الجليدية، او عن طريق فقد البروتوبلازم لماءه وخروج الماء إلى المسافات البينية بين الخلايا. هذه العملية تؤدي إلى التميه او البلزمة للبروتوبلازم والذي يؤدي إلى حدوث تخثر للبروتوبلازم. إن السرعة التي بها تنخفض الحرارة في النسيج النباتي هي أيضاً مهمة لأن هذا يؤثر على كمية الماء التي تبقى في الخلية وبالتالي تؤثر على نقطة التجمد. وبالتالي فان سرعة الإنخفاض في الحرارة يمكن أن يؤدي إلى تكوين جليد بين الخلايا، بينما الانخفاض البطيء إلى نفس درجة الحرارة لايؤدي إلى تكوين جليد بين الخلايا. كذلك فان سرعة ذوبان الجليد تؤدي إلى غمر المسافات البينية والمسافات بين البروتوبلازم وجدار الخلية وهذا يؤدي إلى تمزق البروتوبلاست إذا لم يكن لديه قدرة على امتصاص هذا الماء بنفس سرعة ذوبان الجليد.

بشكل عام يمكن القول بأن اضرار التجمد للنباتات هي نتيجة تكوين جليد بين او في الخلايا أو كليهما. إن شدة الأعراض المرضية التي تنشأ من ذلك تكون مبنية على إختلاف حساسية الخلايا والأنسجة المختلفة لدرجات التجمد. عندما تموت خلية او مجموعة من الخلايا فانه عادة مايحدث تغير في اللون ويكون موقعها واضحاً كمنطقة بنية في النسيج. عندما تحدث مثل هذه الاضرار في أنسجة النباتات النامية بنشاط فان ذلك يؤدي إلى إنقسام خلوي غير عادي، تكوين الكالوس، يحدث تغير في النشاط الهرموني، تنمو الاجزاء الساكنة من النبات ويحدث جروح في النسيج.

إن الاضرار الناتجة عن إنخفاض درجة الحرارة يمكن أن تقسم إلى الآتي:

١ - اضرار الصقيع: تشمل الاضرار التي تنتج عن انخفاض درجة الحرارة (تحت نقطة التجمد) بعد أن يكون النبات قد إبتدأ في النمو في الربيع وعندما يكون النبات في أوج نشاطه الخضري او قبل أن يدخل النبات طور السكون.

٢ - اضرار الشتاء: تشمل الاضرار التي تنتج عن إنخفاض درجات الحرارة بعد أن يكون النبات قد وصل إلى نهاية موسم النمو او قبل أن يبدأ نمو النبات في الربيع.

٣ – اضرار التجمد: تشمل الاضرار التي تسببها درجات الحرارة التي هي تحت نقطة التجمد للثمار أو الأجزاء النباتية الاقتصادية سواء كانت في الحقل او المخزن.

I – اضرار الصقيع Frost Injury

أ – اضرار الصقيع على الأوراق والنموات الحديثة:

في كثير من النباتات فان درجة الحرارة التي عندها يتوقف تكوين الكلوروفيل، تكون أعلى من الدرجة الدنيا للنمو وبالتالي فان النباتات التي تعاني من الشحوب من البرد يمكن أن تستمر في النمو ببطء. إن اللون الأصفر الذي يظهر على النباتات في بداية الربيع سواء كان على البادرات او الحوليات او على قمم اوراق الأعشاب المعمرة هو نتيجة الحرارة غير المناسبة للنبات لتكوين الكلوروفيل. إذا لم يتحطم الكلوروفيل نتيجة إنخفاض درجة الحرارة فإن النبات يعود إلى حالته الطبيعية بعد رجوع الحرارة إلى الارتفاع. عندما تكون درجات الحرارة غير منخفضة لدرجة أن تقتل الأنسجة النباتية فانها يمكن أن تسبب تكتل او عدم تعضي الكلوروبلاست او أن اللون الاخضر العادي يمكن أن لايعود ثانية حتى لو توفرت درجات الحرارة المناسبة. إن مثل هذه الأوراق المتضررة يمكن أن تبقى خلال حياة النبات او يمكن أن تلفح وتسقط قبل نهاية موسم النمو.

إن إنخفاض درجة الحرارة يكون تأثيره كبيراً إذا كان مرافقاً مع إنخفاض مستوى الرطوبة (الماء) في التربة والذي يتدخل مع النشاط الطبيعي للجذور (الحرارة ونقص الماء هما العاملان الحاثان على الضرر). في بعض النباتات فان درجات الحرارة غير الملائمة لتكوين الكلوروفيل فانها تشجع تكوين الصبغات الحمراء والانثوسيانين والذي ينوب في عصارة الخلية مما يؤدي إلى إحمرار الأوراق. كذلك فان بعض الأنواع من الأشجار أو الشجيرات يكون نموها الخضري الأولى في بداية الربيع ملون جداً باللون الأحمر، ولكن هذه الظاهرة تختفي مع حلول الطقس الدافيء المناسب. كما أن بعض أصناف القمح الشتوي إذا فحصت في بداية الربيع سوف يلاحظ عليها عدة اوراق محمرة، بينما الشوفان يظهر عليه اللون الاحمر مركزاً اكثر وهذا مايسمى مرض الورقة الحمراء (Red Leaf Disease). إن ظهور

الالوان الحمراء في الأوراق في الخريف يدل على بداية الشيخوخة للأوراق المتساقطة وهذا يكون مترافقاً مع حدوث تغيرات داخلية تؤدي إلى إنتقال المواد البنائية إلى الأفرع الصغيرة او الأغصان قبل أن تسقط الأوراق او قبل حلول موت الصقيع.

إن درجات الحرارة التي هي أعلى من نقطة التجمد قد تبين أنها تسبب اضراراً خاصة لبعض الأنواع النباتية العصارية. تكون استجابة النبات على شكل شحوب، لمعان، ذبول، تحلل موضعي او عام ثم الموت. إن الرز، الفاصوليا الناعمة Velvet beans، اللوبيا والقطن قد ماتت عند تعرضها لمدة ٦٠ ساعة على درجة حرارة من ٥ . . - ٥° م، بينما البطاطس، عباد الشمس، الطماطم والكتان لم تتأثر بنفس المعاملة.

إن تأثير الحرارة المنخفضة على الاوراق الحديثة التي لم تتفرد بعد من البرعم يكون باحداث تجعد، تكرمش وانحناء في أنصال الأوراق، هذا التأثير شائع في أشجار التفاح. إذا حدثت مثل هذه التشوهات في الاوراق بعد تمام إنبساطها في أشجار الخوخ فقد يحدث التباس مع أعراض مرض تجعد أوراق الخوخ المتسبب عن الفطر *Taphryina deformans*، ولكن اضرار الحرارة المنخفضة هنا تسمى تقرح التجمد (Frost Blistered) وتظهر أعراض هذا المرض على شكل بثرات او تقرحات أخيراً يحدث تشققات في الورقة تعرض الخلايا الكلورنشيمية للجو الخارجي وتصبح مجموعات الخلايا خيطية نتيجة لتمزق الأغشية السفلية للورقة. إن التفاح نوع جون هاتن هو اكثر الأنواع حساسية لتقرح التجمد. إن الاوراق التي تصاب بتقرح التجمد بنسبة بسيطة يمكن أن تستمر في النمو وتصل حجمها الطبيعي أما الأوراق المصابة بشدة فانها تبقى صغيرة الحجم وتجف وتسقط. إن هذا المرض ومايتبعه من سقوط للأوراق ليس بالمرض الخطير، لأن سقوط الأوراق يؤدي إلى ظهور أوراق أخرى جديدة تحل محل التي سقطت ولكن الانتاج يقل لأن قوة الشجرة تتجه إلى تكوين الأوراق وينخفض الانتاج.

يحدث في بعض المواسم أن تظهر في نهاية الربيع اضرار صقيع تظهر على الأوراق الحديثة لبعض الأشجار والشجيرات حيث تتشقق أنسجة نصل الورقة في المنطقة بين العروق وبالتالي يظهر نصل الورقة مقطعاً وممزقاً. هذا التمزق يمكن أن يكون منتظماً تماماً ويظهر

نصل الورقة مفرقاً يشبه اسنان المشط كما في كستناء الحصان او يكون التمزق غير منتظماً كما في نبات الليلك والقيقب (شكل ٤٦). او تظهر الاعراض على شكل نقط صغيرة كما في البرسيم الحجازي (شكل ٤٧).

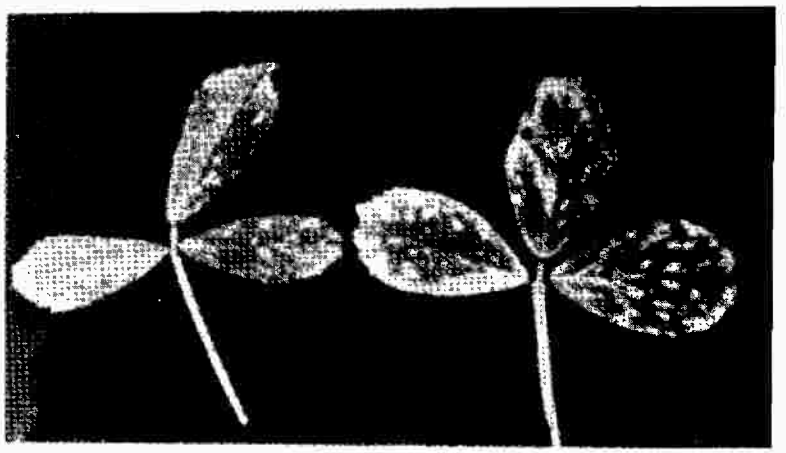
اما في حالة أشجار اللوزيات مثل الكرز، البرقوق، الخوخ او المشمش فان أضرار الحرارة المنخفضة يمكن أن تأخذ شكل التثقيب الخرقي (ثقوب تشبه تأثير اطلاق بندقية الصيد على الورقة) في نصل الورقة، وإذا كانت الحرارة منخفضة اكثر يصيب المجموع الخضري لفحة عامة.

ومن الأهمية بمكان أن نذكر هنا أن الأوراق ليست كلها تتفاعل بنفس الدرجة مع اضرار الصقيع حتى في النبات الواحد وحتى في النباتات الحساسة للبرودة، فمثلاً وجد أن نباتين من الفاصوليا على جانبي خطين في نفس الموقع فان أوراق النبات الأول يمكن أن تموت واوراق النبات الثاني تتأثر إلى حد ما.

إن النموات الحديثة وكذلك الاوراق يحدث فيها موت قمم نتيجة الصقيع في الربيع ويمكن أن تموت الورقة كلها وكذلك الفرع الحديث كما يحدث في البرسيم الحجازي او في الأشجار الخشبية دائمة الخضرة مثل أشجار البيسيه الراتنجية او شجرة التنوب، وفي هذه الحالة يجب التمييز بين هذه الاعراض وبين أعراض الاصابة بالأمراض الفطرية او البكتيرية المشابهة لها.

تظهر أعراض الصيع على الشجيرات كثيراً في مشاتل الأشجار دائمة الخضرة.

شكل رقم ٤٦: أعراض أضرار الحرارة المنخفضة على أوراق النبات الاسكندنيا (البشملة).



شكل رقم ٤٧: أعراض اضرار الحرارة المنخفضة على البرسيم الحجازي.

ب : أضرار الصقيع على الأزهار والثمار الصغيرة

Frost Injury To Blossoms and Young Fruits

إن البراعم الزهرية، الأزهار أو الثمار الصغيرة في أشجار الفاكهة او الأشجار المعمرة الأخرى والتي تتكشف مبكراً في الربيع، كثيراً ما تتعرض إلى حرارة حرجة والتي تسبب لفحة البراعم او الازهار ومايتتج عنها من فشل في عقد الثمار أو تأخر عقدها. لذلك فان الصقيع يمكن أن يؤثر على الثمار التي قد اكتمل عقدها ويؤدي ذلك إما إلى سقوطها او تشوهها. إن الحرارة الحرجة والخطيرة على البراعم الزهرية والازهار المتفتحة والثمار التي عقدت في كل من التفاحيات واللوزيات تقترب من (- ١٥ م). إن البراعم الزهرية التي لاتزال مغلقة ولكنها تبدي بعض التلون تكون اكثر حساسية من الازهار المتفتحة، في حين أن الثمار التي عقدت تكون ذات حساسية أقل لاضرار الصقيع. إن الدرجات القاتلة حسب النظريات المختلفة تختلف حسب الأنواع المختلفة وكذلك تختلف ضمن النوع الواحد من النبات.

١ - بالنسبة للبراعم المقفلة والتي بدأت في الاخضرار تتراوح درجة الحرارة القاتلة بين (صفر إلى - ٧ م).

٢ - بالنسبة للازهار المتفتحة تتراوح درجة الحرارة القاتلة مابين (صفر إلى - ٣ م).

٣ - بالنسبة للثمار العاقدة تتراوح درجة الحرارة القاتلة مابين (صفر إلى - ١ م).

في بعض المناطق فان تكرار اضرار الصقيع في الربيع يجعل إنتاج بعض المحاصيل غير مناسب وغير مؤكد. احياناً يحدث في بعض المناطق فقد كامل للمحصول، لذلك فانه في مثل هذه المناطق، يجب أن يكون هناك تنبوءات للارصاد الجوية ووسائل حماية. (الاوبئة النباتية وحمايتها - كتاب أمراض النبات لمؤلفه جورج أجريوس ترجمة المؤلف).

إن الاعضاء الاساسية التي تتأثر في الزهرة هي السداة (عضو التذكير) والمدقة (عضو التأنيث) فهما العضوان الاكثر حساسية للبرودة من أجزاء الزهرة الأخرى المساعدة. إن اضرار الصقيع البسيطة تؤدي إلى تلون واضح في عضو التأنيث والذي يصبح بني او أسود، بينما تكون الاجزاء المحيطة به ذات لون منحرف قليلاً عن اللون العادي. إذا إنخفضت درجة

الحرارة كثيراً فان هذا يؤدي إلى لفحة تامة وموت جميع أجزاء الزهرة. إن مرض العيون السوداء (Black eyes) الذي يظهر في ازهار الفراولة ما هو إلا نوعاً من أنواع اضرار الصقيع للازهار. تتحول الثمارالصغيرةوكرسي الزهرة إلى اللون البني او الأسود، بينما تبقى البتلات بدون تأثير. اما ثمار التفاح التي تكون قد عقدت في وقت إبتداء الصقيع يمكن أن لايظهر عليها اعراض خارجية، إذا عمل مقطع عرضي في الثمرة فان قلب الثمرة يمكن أن يظهر بلون بني او أسود تماماً بسبب قتل بداءات تكوين البذرة وبعض الأنسجة المجاورة. إن نسبة عالية من الثمار الصغيرة التي يظهر عليها مثل هذه الأعراض والتلون الداخلي لتجويف البذرة تفشل في التكشف اكثر ولاتلبث هذه الثمار أن تسقط، بينما الأخرى الأقل تضرراً يمكن أن تستمر في النمو بعض الشيء ثم تسقط أخيراً، اما الثمار الأخرى الاقل منها تضرراً يمكن أن تصل إلى طور النضج ولكن تكون أقل حجماً ومشوهة أو تكون بدون بذور. في بعض الحالات فان الحرارة الضارة جداً لايظهر تأثيرها حتى تصل الثمرة إلى $\frac{1}{2}$ إنش او اكثر في القطر، عندئذٍ تعاني الأنسجة المحيطية في الثمرة اكثر من الأنسجة الداخلية او القريبة من تجويف البذور واحياناً يظهر على هذه الثمار موت وتحلل في لب الثمرة.

هناك بعض المحاصيل الحقلية مثل القمح او الراي يمكن أن تتضرر بالصقيع الذي يحدث في أواخر الربيع والذي يحدث في الوقت التي تبدأ فيه السنابل في الظهور من اكمامها او عندما تكون السنابل في طور الزهرة. لقد حدث الضرر الشديد في القمح الشتوي في بعض المناطق خلال الصقيع الذي حصل سنة ١٩١٩ في امريكا وفي الساحل الباسيفيكي الشمالي. حيث كان هناك عقماً تاماً في السنابل مع فقد تام في المحصول، بينما في بعض المناطق حدث عقم جزئي فقط. تكون الازهار العقيمة في أسفل السنبلة ونادراً ما تكون في منتصف السنبلة. يمكن أن تحدث اضرار الصقيع لساق القمح وتكون مترافقة مع اضرار الازهار او يحدث الضرر لكل واحد منهما بمفرده. وكنتيجة للتجمد فان الأنسجة المرستيمية في قاعدة بعض السلاميات يمكن أن تموت وينكسر الساق فيما بعد. إذا فحص هذا الساق الراقد او المكسور فان قواعد السلاميات المتضررة تكون مجعدة ومكرمشة واحياناً ملونة، بينما العقد والسلاميات العليا يمكن أن تتضرر بنفس هذه الطريقة، إلا أنه في العقد القريبة من سطح الأرض، فان الكائنات المرضة التي تهاجمها تساعد في ظهور اضرار التجمد بشكل اكثر شدة.

جـ - التلون الخشن الصقيعي على ثمار الفواكه

Frost Russeting of Orchard Fruits

إن الثمار الصغيرة التي لم تقتل بفعل الصقيع يمكن أن يحدث لها تشوه. إن التلون الخشن Russeting او تكوين مناطق بنية خشنة على جلد الثمرة (التي تكون عادة ناعمة السطح) هو احدى الاعراض المميزة لتأثيرات إنخفاض الحرارة خلال الاطوار المبكرة من النمو. يجب أن يلاحظ أن التلون الخشن الكامل او الجزئي الذي على جلد ثمار بعض أنواع التفاح والكمثرى هو من الصفات الطبيعية لهذه الأنواع. يظهر التلون الخشن نتيجة لاضرار موضعية على الخلايا السطحية وتكوين فلين في الخلايا التحتية والتي تفجر السطح وتسبب تخشن وتلون السطح باللون البني. إن التلون الخشن المتسبب عن الصقيع يمكن أن يحدث على شكل حلقة او أشرطة تمتد كلياً حول وسط الثمرة. كذلك فان إعاقة النمو التي تحدث تحت الأشرطة الملونة الخشنة تسبب قليلاً من الانقباض في وسط الثمرة. مثل هذه الثمار المحزمة شائعة في التفاح والكمثرى. في حالات أخرى، ولكن أقل حدوثاً، تظهر حلقات ملونة خشنة ذات قطر $\frac{1}{2}$ إنش او اكثر تظهر على وجنة (خد) ثمرة التفاح وإن هذه الأنسجة يمكن تمييزها بوضوح من الأنسجة السليمة حيث أنها تحتل المركز ولكنها تدريجياً تتضاءل حول محيط الثمرة. في حالات أخرى يظهر بطش كبيرة غير منتظمة من التلون الخشن على جلد الثمرة يمكن أن يصل إلى منطقة الكأس او طرف الساق في الثمرة. إن إنتشار التلون الخشن على سطح الثمرة هو الصفة المميزة لاضرار الصقيع على الثمار.

د - اضرار الصقيع على الحوليات الحساسة

Frost Injury of Sensitive Annuals

من الملاحظات الشائعة أن الحوليات الحساسة للصقيع كثيراً ماتعاني من اضرار شديدة من الصقيع الذي يحدث في الربيع مؤدياً إلى لفحات وموت أجزاء او النبات كله. تلك النباتات المتضررة تعطى نمواً ضعيفاً وتستمر حية طيلة الموسم وتعطى إنتاج ثمري ضعيف او تكون بدون إثمار، هذه الظاهرة شائعة في نباتات الفاصوليا والخيار. يمكن أن تظهر الاعراض على

شكل تشوه وعدم إنتظام شكل الورقة، شحوب أجزاء النبات وفي الاضرار الشديدة يظهر لمعان او لون برنزي على سطح الورقة.

هـ - إضرار الصقيع على البطاطس Frost Injury of Potatoes

إن درنات البطاطس التي تكون قد تعرضت لحرارة منخفضة ولكن أعلى من درجة التجمد، يمكن أن يظهر عليها تلونات داخلية او مناطق ميتة ومتحللة والتي تكون واضحة عند عمل مقاطع في الدرنة. لقد أمكن تمييز ثلاثة أنواع من التلون نتيجة إنخفاض درجة الحرارة.

١ - نوع البطش: (البقع الكبيرة) تظهر على شكل بقع بيضاوية او غير منتظمة يتراوح لونها من لون الصبغة المعدنية الحقيقية إلى الرمادي القاتم او البني الغامق او يكون أسود هبابي وتكون متواجدة غالباً تحت القشرة او في الحلقة الوعائية واحياناً في النخاع.

٢ - النوع الحلقي: يتميز بوجود بقع في او قريباً من الحلقة الوعائية عاملة حلقة متصلة او مكسورة، ضيقة واضحة او عريضة غير واضحة وتعطي نفس ظلال اللون كما في النوع الأول.

٣ - النوع الشبكي: يظهر هذا النوع من الاضرار على شكل تلون بني او مسود في التشعبات الدقيقة في العناصر الوعائية، وهي مرتبة بطريقة تعطي مظهر الشبكة المكسورة إما في خارج او داخل الحلقة الوعائية.

في حالات التحلل الشديدة يحدث إنكماش ويحدث تشقق في الدرنة وهذا يؤدي إلى دخول فطريات العفن وبالتالي تتضاعف الاضرار في الدرنة وتصبح الشقوق ذات لون أسود.

II اضرار الشتاء Winter Injury

١ - اضرار الشتاء على المحاصيل أثناء أو بعد الجمع:

إن الحرارة المنخفضة التي تحدث في نهاية موسم النمو او خلال فترة الكمون، تسبب اضراراً لمحاصيل الجذور او الفواكة. إن التأثيرات والأضرار الأولية التي تحدث لهذه النباتات عند تعرضها لدرجات الحرارة المنخفضة هي:

١ - تزداد حلاوة هذا المحاصيل (يزيد تركيز السكر فيها) كما يحدث في محاصيل البطاطس، إن هذا التغير يحدث بسبب إنقلاب النشا إلى سكر وذلك إذا كانت درجة الحرارة منخفضة ولكن ليست شديدة الإنخفاض. إن نتيجة زيادة حلاوة الاجزاء النباتية في الكرنب يعطيها طعماً مرغوباً. اما في البطاطس فانه يعطيها طعماً غير مرغوباً ولاتصلح لتصنيع الشبس.

٢ - تموت بعض الأنسجة موضعياً او يحدث موت وتحلل داخلي كما في حالة التفاح، الكرنب، البطاطس، وإن البقع السوداء الداخلية تسمى تحلل الصقيع او ظاهرة الاكسدة بالصقيع.

٣ - التجمد والتصلب. يحدث ذلك بأن تتجمد الاجزاء النباتية لمدة طويلة واذا عادت الحرارة إلى الاوضاع الطبيعية تصبح هذه الاجزاء التي تجمدت غير صالحة للتسويق لانها تتمزق او تتقطع.

ب - اضرار الشتاء على النموات الحديثة

يظهر هناك نوعان من النموات الحديثة في النباتات الخشبية. النوع الأول نمو سنوي محدد والذي فيه يستمر الفرع في الاستطالة والذي يتكشف عليه البراعم الجانبية وفي نهاية الموسم يتكون البرعم الطرفي. اما النوع الثاني فهو نمو سنوي غير محدود والذي فيه لايكمن الفرع ولايستعد ولايأخذ احتياطة للشتاء ولكنه يستمر في الاستطالة حتى يوقفه البرد. إن السلاميات الغضة الطرفية الحديثة للنمو الثاني تقتل بواسطة التجمد المبكر، وبالتالي فان النموات الحديثة الناتجة من البراعم الطرفية تكون في الاجزاء السفلي من الفرع، هذا يمكن توضيحه بسلوك بعض النباتات مثل الورد، السماق، البيلسان، والعليق. وبالتالي فان موت القمم هو ظاهرة طبيعية في النباتات الخشبية ذات النمو السنوي غير المحدد. في كثير من النباتات الخشبية ذات النمو المحدد يحدث فيها أيضاً موت قمم، لفحة الأفرع. نظراً لأن الفروع لاتكون في نفس المستوى من اكتمال النمو فبالتالي إذا تضرر بعضها فان البعض الآخر قد يكون متحملاً لإنخفاض الحرارة وتستمر الشجرة في النمو.

يحدث في أشجار التفاح كثيراً من موت القمم ولفحة الأفرع في اي فصل ولكنها تكون قليلة بحيث لاتؤثر على حيوية الشجرة. هناك بعض الأشجار والتي يظهر عليها تصمغات عندما تموت الأنسجة مثل الكرز ومعظم اللوزيات حيث يزداد عليها التصمغ نتيجة اضرار إنخفاض الحرارة. إن الفروع التي يحدث فيها موت القمم تكون سهلة الغزو من قبل الفطريات المختلفة. إن ظاهرة موت القمم ليست مقتصرة على الأشجار متساقطة الاوراق وإنما تظهر في أشجار الغابات والأشجار دائمة الخضرة.

جـ - اضرار الشتاء على البراعم:

يمكن أن تحدث اضرار الشتاء على البراعم وخاصة البراعم الزهرية مستقلة عن موت القمم او مرافقة له. وبشكل عام فان الاعضاء الأنثوية في الزهرة هي اكثر أجزاء الزهرة حساسية ويمكن أن تقتل او تتضرر بشكل كبير في حين أن الأجزاء الأخرى يمكن أن لاتتضرر او يكون ضررها بسيطاً. إن ظاهرة موت البراعم في الخوخ واللوزيات الأخرى هي شائعة تماماً ويتكون الضرر بظهور أنسجة داخلية بنية اللون ثم تموت البراعم و تجف وتسقط في اول الربيع. إن اضرار الشتاء على براعم التفاح والكمثرى ليست شائعة كما هو الحال في اللوزيات، ولكنها تعاني أيضاً من هذه الاضرار.

إن اضرار الشتاء على التفاح والكمثرى تختلف من قتل كامل لجميع أنسجة البراعم الزهرية إلى اضرار بسيطة تؤدي إلى استمرار نمو الازهار ولكن تكون مشوهة الاجزاء. قد تكون الازهار كاملة ومتضاعفة كما في الورد ولكن بدون أعضاء تذكير او تأنيث، في حين تكون ازهار أخرى بدون أعضاء تأنيث، أما الاسدية فتكون على شكل شريط شبيه بالبتلات او قد تغيب الاجزاء الأنثوية واجزاء الزهرة الأخرى كاملة. هذه الازهار المشوهة تنتج ثماراً غير طبيعية حيث تكون الثمرة صغيرة وشكلها مشوه وبدون بذور وبدون الوان مميزة. إن الظاهرة المسماة (طماطم) Tomato في التفاح والتي تكون فيها ثمرة التفاح تشبه ثمرة الطماطم هي المثل الواضح لاضرار الشتاء.

يمكن أن يحدث موت البراعم الثمرية عندما تكون في حالة الكمون الطبيعي، وإن ظاهرة الكمون الطبيعي من الصعب تحديدها وبالتالي من الصعب تحديد درجة الحرارة التي سوف

تسبب قتل البراعم في أي نوع نباتي. يمكن القول بأن الاضرار التي تحدث للبراعم وتسبب تلونها داخلياً وخارجياً وموتها ويؤدي ذلك إلى قلة الاثمار في معظم الأشجار وخاصة الحساسة منها ويمكن تلخيص أسبابها في:

١ - إنخفاض درجة الحرارة تحت نقطة التجمد في اوائل الشتاء بينما لاتزال البراعم غير تامة النضج او لم يحدث لها تقسية بعد.

٢ - التجمد الذي يحدث في اوائل الربيع حيث البراعم بدأت تستعيد نشاطها وتنمو في الجو الدافىء.

د - اضرار الشتاء على الجذور:

تحت بعض الظروف البيئية فان بعض الاشجار يمكن أن تعاني من قتل جذورها بواسطة برودة الشتاء. لقد تبين في بعض الابحاث أن الجذور اكثر حساسية من أجزاء النبات الأخرى التي فوق سطح التربة. وأن الجذيرات الصغيرة الماصة اكثر حساسية من الجذور الكبيرة القريبة من منطقة التاج. يمكن أن يحدث موت عام للجذر او يحدث موت قمم في الجذور الحديثة الماصة وبالتالي يضعف الجهاز الجذري وتقل مقدرته على الامتصاص من التربة وهذا يؤدي إلى ضعف نمو الاشجار. إذا حدث وأن ماتت كميات كبيرة من قمم الجذور الصغيرة او الكبيرة فان هذا يؤدي إلى ذبول وموت الاغصان الكبيرة في الشجرة، وفي حالات الاصابة الشديدة قد تموت الشجرة باكملها في نهاية الموسم او بعد أن تعقد الثمار. وبالرغم من أن الجذيرات الصغيرة اكثر حساسية للبرودة من الجذور الكبيرة التي بالقرب من منطقة التاج، إلا أن الاضرار التي تحدث للجذور الكبيرة تكون على نطاق اوسع وأشد وذلك لانها قريبة من سطح التربة وتعاني من إنخفاض درجة الحرارة اكثر من تلك الجذيرات المتعمقة في باطن التربة وبعيدة عن التاثر بانخفاض الحرارة.

من المعروف أن الأرض الجرداء تتجمد إلى مسافات أعمق من الأرض المغطاة بالثلج او بأي غطاء آخر. إن اضرار الجذر يمكن أن تحدث في الأشتيه عديمة الثلج والباردة جداً وكذلك في الأراضي الخفيفة الرملية فقيرة حفظ الماء.

هـ - تقرحات الشتاء:

تظهر بقعاً ميتة من القلف او من اللحاء على ساق الشجرة تكون نتيجة إنخفاض درجة حرارة الشتاء، يمكن أن تختلف هذه التقرحات في حجمها من دوائر صغيرة غير منتظمة على الاغصان او الجذع إلى بطش كبيرة ميتة ممكن أن تحتل مساحة واسعة من الجذع او الاغصان الكبيرة او يمكن أن تطوق الساق كلية. تظهر المناطق المصابة في البداية بأنها ذات لون مختلف قليلاً عن اللون الطبيعي وهذا يكون متبوعاً بتشقق وإنخفاض كلما جفت الأنسجة الميتة. يمكن أن تكون تقرحات الشتاء سطحية شاملة فقط الجزء الخارجي من القلف، احياناً تكون هذه التقرحات أعمق شاملة القلف الداخلي بالاضافة إلى الكامبيوم. تكون الاضرار الناتجة من هذه التقرحات السطحية بسيطة إلا أنها تُكّون مدخلاً جيداً لبعض الفطريات الممرضة، أما التقرحات العميقة فتكون خطيرة على الساق وفي النهاية تؤدي إلى تكوين جروح مفتوحة والتي تعرض الخشب للهواء والشمس وتسمح بدخول الفطريات المحللة للخشب.

و - تشقق الشتاء:

إن إنفلاق الجذع او الأغصان الكبيرة الناتج عن اضرار إنخفاض درجة الحرارة في الشتاء والذي يحدث في أشجار الظل واشجار الفاكهة ظاهرة شائعة، لكنها قليلة الحدوث في أشجار الفاكهة. هناك نوعان من اضرار الشتاء تتعلق بتشقق الصقيع هما:

١ - تشققات طولية والتي تمتد شعاعياً من القلف إلى الخشب الطري ثم إلى مركز الساق.

٢ - التشقق الكأسي او الشبيه بالثلم، يكون على طول الحلقة السنوية شاملاًجزءاً صغيراً من المركز ممتداً إلى المحيط.

يعزى النوع الأول إلى سرعة إنقباض القلف والخشب الخارجي كنتيجة للإنخفاض المفاجيء في درجات الحرارة في حين أن الخشب الداخلي الدافيء لاينقبض. اما النوع الثاني فيعود إلى الارتفاع المفاجيء في درجة حرارة الطبقات الخارجية من الخشب والقلف بينما الأنسجة الداخلية لاتزال في درجة الصقيع. كلا المظهرين من التشقق يسببان دخول الفطريات الممرضة وتعرض الخشب الداخلي للظروف الجوية.

ز - ظاهرة الورقة الصغيرة The Little - Leaf Condition

تحت بعض الظروف فان أشجار الفاكهة خاصة التفاح يظهر عليها بعض الاضطرابات والتي لها احياناً تأثيراً يسمى مرض الورقة الصغيرة. إن هذا المرض عبارة عن نوع من اضرار الشتاء والتي تكون سائدة بشكل خاص في بساتين الفاكهة ذات الأراضي الخفيفة ذات قدرة حفظ الماء الضعيفة. في هذه الاضطرابات تبدأ الشجرة في تكوين الأوراق في الوقت الطبيعي او يتأخر مدة بسيطة عن الموعد الطبيعي، ولكن على أفرع مفردة او مجموعة من الأفرع او الشجرة كلها فان تجمعات الاوراق تتوقف عن النمو قبل أن تصل حجمها الطبيعي ثم بعد ذلك تموت. في حالات الاصابة الشديدة في البراعم الورقية تنفجر وتتعرض مجموعة الأوراق الصغيرة للطقس مما يؤدي إلى ذبولها وجفافها وبدون أي تقدم في النمو. يمكن أن يتأخر الذبول والموت حتى تصل الأوراق إلى منتصف حجمها الطبيعي او حتي نهاية موسم النمو. في حالات أخرى فان أوراق الشجرة تتكون ثانية بمجموع خضري منخفض جداً وقليل التلون. يتقدم الموت في الاغصان كلما تقدم موسم النمو، هذه الظاهرة غالباً ماتقود إلى الاعتقاد بان بساتين الفاكهة تعاني من الاصابات الطفيلية.

يظهر هذا النوع من اضرار الشتاء عندما لايكون هناك أية أعراض مرضية مرئية (مثل البقع او التقرح) سواء على الجذور او الجذع او منطقة التاج في الشجرة. تظهر أعراض مرض الورقة الصغيرة نتيجة الاضرار التي تقع على الجذور او من ضعف الجذور والمجموع الخضري معاً. احياناً يمكن أن يتأخر موت أجزاء من النبات حتى نهاية الموسم، وهذا شائع الحدوث في حالة الاضرار غير الشديدة. لقد لوحظ على بعض أنواع الكرز أن موت الأوراق يحدث قبل نضج الثمار حيث يذبل المجموع الخضري ويجف وتتكرمش الثمار. تكون الثمار الناتجة من مثل هذه الأشجار ذات نوعية سيئة وقدرة تخزين ضعيفة ولا تتحمل الشحن والتسويق.

ح - القلب الأسود او التحلل الداخلي نتيجة برد الشتاء:

إن النخاع والخشب الصميمي او الخشب الطري يمكن ان يظهر عليه إسوداد واضح يظهر بعد ظروف شتاء قاسية. يمكن أن يحدث مثل هذا التغير بدون قتل الكامبيوم والذي

يستمر في نشاطه وينتج خشب طري سليم جديد. يمكن أن يحدث القلب الأسود إما في الأشجار الحديثة او المتقدمة في السن. هذه الظاهرة شائعة الحدوث في أشجار التفاح. إن الأشجار التي يظهر عليها القلب الأسود يمكن أن تستمر عدة سنوات بقليل او بدون أعراض ظاهرية ناتجة عن التحلل الداخلي. تكون الأشجار ذات التحلل الداخلي شديدة القابلية للاصابة بفطريات تحلل الخشب. ليست جميع حالات القلب الأسود راجعة لاضرار الشتاء نظراً لأنها يمكن أن تظهر كمميزة لظاهرة الورقة الفضية عندما تصاب الأشجار السليمة بالفطر *Stereum purpureum*. إن الاعراض في كلتا الحالتين متشابهة (الاصابة الفطرية واضرار الشتاء). إن اللون الفضي الذي يظهر على المجموع الخضري يظهر أيضاً في كلتا الحالتين وهذا يلاحظ في التفاح. كذلك هناك حالات من اضرار الشتاء التي يليها اعراض الورقة الفضية موجودة في بساتين البرقوق.

العوامل التي تؤثر على اضرار الشتاء

إن درجة ونوع اضرار الشتاء تتأثر بواسطة الظروف النباتية بالاضافة إلى تداخل الظروف البيئية غير الملائمة. إن الحرارة المنخفضة ليست هي الوحيدة المسئولة عن اضرار الشتاء حتى لو كانت في الدرجات الدنيا. هناك عوامل لابد من توفرها بالاضافة للحرارة المنخفضة حتى يظهر الضرر، هذه العوامل مثل نوع النسيج النباتي ونشاطه او كمونه، إنخفاض الحرارة تدريجي او فجأة، مدة بقاء الحرارة منخفضة، وقت إنخفاض الحرارة ومرحلة نمو النبات. وجد أن الحرارة المنخفضة في اوائل الشتاء تسبب اضراراً كبيرة بسبب أن الأنسجة لم يحصل لها تقسية بعد مرور فترة قصيرة من البرد عليها، كذلك فان إنخفاض الحرارة الذي يتلو ارتفاع في الحرارة ونشاط نمو الأنسجة النباتية يسبب اضراراً كبيرة جداً للنباتات.

إن وجود الثلج الذي يغطي سطح التربة او عدم وجوده عند إنخفاض درجة الحرارة يكون هناك له تأثير على شدة الاضرار كما ذكر سابقاً. يمكن تلخيص العوامل التي تؤثر على أضرار الشتاء في الآتي :

١ - نوع النبات وكذلك الصنف النباتي ضمن النوع.

٢ – عمر وحالة النباتات المعمرة.

٣ – درجة الكمون التي يمر فيها النبات او الجزء النباتي.

٤ – مدى تقسية النبات او الاجزاء النباتية ضد إنخفاض درجة الحرارة.

ومن أهم العوامل التي تؤثر على تقسية النبات هي:

١ – درجة التقليم ووقت التقليم.

٢ – كمية المحصول الناتجة في الموسم السابق.

٣ – كمية الحرارة والضوء خلال موسم النمو أثناء أواخر الخريف.

٤ – الصفات الفيزيائية للتربة وطبقة تحت التربة.

٥ – خصوبة التربة الطبيعية أو إجراءات التسميد.

٦ – رطوبة التربة ودرجة الصرف.

٧ – وقت الري وكمية الماء المستعمل.

III : اضرار التجمد Freezing Injury

كما ذكر سابقاً فان المقصود بأضرار التجمد هي الاضرار التي تسببها درجات الحرارة التي هي تحت نقطة التجمد للثمار او الأجزاء النباتية الاقتصادية سواء في الحقل أو المخزن.

يجب أن يعرف الدارس هنا أن هذا التقسيم (صقيع، شتاء، وتجمد) هو تقسيم إعتباري لدراسة الاضرار فقط وليس له علاقة بالتقسيم المناخي او الارصاد الجوية.

وفيما يلي دراسة لبعض اضرار التجمد.

ا - اضرار التجمد على البطاطس:

عندما توضع درنة البطاطس على او تحت نقطة التجمد لأنسجة البطاطس فان ظاهرة مايسمى Freezing Solid (التجمد الصلب) تحدث إما للدرنة بالكامل او لاحد جوانبها او لمنطقة قمة الدرنة. عندما تموت الأنسجة المتجمدة ثم يحدث نوبان للجليد يحدث تفكك لأنسجة

الدرنة وتصبح الأنسجة طرية وينفجر الجلد ويتشقق ويخرج منه افرازات مائية. تصبح الخلايا تحت الجلد مفككة نتيجة لذوبان الطبقة المتوسطة التي تمسك الخلايا، إذا عمل مقطع في سطح الدرنة يلاحظ حدوث تلون بني. إذا حدث تجمد جزئي في الدرنة يظهر خط لونه داكن يفصل بين المنطقة المتجمدة والمنطقة العادية. في كثير من الحالات تهاجم الفطريات او البكتيريا الدرنات وتبقى الدرنة المتجمدة جزئياً اكثر ضرراً. يمكن أن تجف الأنسجة المتجمدة وتتجعد وتتحلل.

هناك حالة من الضرر تظهر على البطاطس إذا خزنت لعدة أسابيع على درجة حرارة تقارب كثيراً من نقطة تجمد أنسجة الدرنة، هذا الضرر هو زيادة الحلاوة في طعم الدرنة، هذه الظاهرة تسمى التحول السكري (Turning Sweet). هناك بعض المراجع تعزو سبب هذه الظاهرة إلى عملية التبريد Chilling وليس التجمد. وسواء كانت هذه الظاهرة ناتجة عن التجمد او عن التبريد فان الحلاوة ترجع إلى الوضع الطبيعي إذا ارتفعت الحرارة ثانية.

إن نقطة تجمد درنات البطاطس تحت نقطة تجمد الماء نظراً لأن العصارة الخلوية عبارة عن محلول من الاملاح والسكريات ومواد ذائبة أخرى. لقد وجد أن درجة تجمد العصارة تقترب من ٣٢° ف في حين أن تجمد أنسجة الدرنة تكون على درجة ٣٠,٨° ف. إن درجة الحرارة التي تتجمد عليها درنات البطاطس تختلف حسب نوع البطاطس وحسب الظروف البيئية التي نمت تحتها درنات البطاطس. وجد أن درنات البطاطس تتجمد في المخزن على درجة (٢٨ - ٢٦° ف) في حين أن درنات البطاطس المأخوذة من النباتات في منتصف الموسم تجمد على درجة حرارة اعلى من الدرجة المذكورة سابقاً.

اما حالة التحول السكري فانها يمكن أن تحدث على درجة ٣٥° ف ولكن التحول هذا يحدث أسرع عند نقطة تجمد الماء او أقل قليلاً. إن التحول السكري يكون بالتحول التدريجي للنشا إلى سكر ويتراكم في عصارة الخلية. إن هذا التحول يؤدي إلى زيادة تركيز العصارة وبالتالي يخفض درجة حرارة التجمد. عندما تتعرض درنات البطاطس التي تجمع فيها السكر إلى درجات حرارة عالية ١٠° م او اكثر فان هذه الحرارة تنشط التنفس ويستهلك السكر. إن

الإنخفاض المفاجيء في درجات الحرارة لايحول الدرنة إلى الحالة السكرية ولكن تعرض الدرنات إلى الحرارة غير المناسبة يؤدي إلى التحول السكري ببطء.

نظراً لأن التجمد يحدث نتيجة إنخفاض الحرارة قبل جمع الدرنات او أثناء التخزين او النقل أو التسويق عندئذ يمكن إتباع الخطوات الآتية لتقليل اضرار التجمد.

١ - يجب جمع المحصول قبل إبتداء فترة الصقيع.

٢ - المحافظة على درجة حرارة المخزن قدر الامكان (٣٥ - ٤٠ ف) هذه الدرجة تمنع إلى حد ما البطاطس من أن تتحول إلى الحالة السكرية ويمنع التحلل الداخلي.

٣ - المحافظة على تهوية البطاطس أثناء نقلها في الجو البارد والتوقف عن شحن البطاطس أثناء حرارة التجمد.

٤ - وضع البطاطس لمدة ٢١ يوم على حرارة (٤٠ - ٥٠ ف) ثم مدة ٧ أيام على (٦٠ - ٧٠ ف) ثم بعد ذلك تخزن على درجة ٣٢ ف. إذا كانت البطاطس قد تجمدت كثيراً فان هذا لايعني أنها أصبحت غير ذات فائدة وإنما يمكن استعمالها للحصول على النشا لأن حبيبات النشا لاتتأثر بالتجمد.

٢ - اضرار التجمد على الثمار : Freezing Injury To Fruits

يمكن أن تحدث اضرار التجمد على الثمار الناضجة قبل جمعها من الحقل إلى وسائل الشحن أو أثناء شحنها إلى السوق أو أثناء تخزينها.

ليس بالضرورة أن تحدث اضرار التجمد عندما تتعرض الفواكة او الخضراوات إلى درجات حرارة تحت او بالقرب من نقطة التجمد الحقيقية، لأنه في بعض الحالات فان كثيراً من المنتجات النباتية يمكن أن يجرى لها عملية تحت التبريد Under Cooled، هذا يعني أن المنتجات النباتية تبرد إلى نقطة أقل من درجة التجمد الحقيقية لكل نوع من الثمار ثم بعد ذلك تعرض هذه المنتجات لدرجات حرارة دافئة دون أن يحدث لها تجمد أو اضراراً ظاهرة. هناك بعض المنتجات تحت بعض الظروف يمكن أن تتجمد حقيقة بعد ذلك تذوب حبيبات الجليد

دون ظهور اضرار خارجية، ومن ناحية أخرى فان بعض المنتجات تتضرر إذا خزنت على درجة حرارة فوق نقطة تجمدها الحقيقية بقليل.

أ - اضرار التجمد على ثمار التفاح والكمثرى:

تظهر أضرار التجمد على ثمار التفاح إذا تعرضت لدرجة حرارة (٢٦.٨ - ٢٠.٢ ف)، إن هذه الدرجة تلائم تجمد عشرة أصناف من التفاح على الأقل ولكن متوسط درجة الحرارة لتجمد معظم أنواع التفاح هي ٢٨.٥ ف. إن اضرار التجمد لثمار التفاح يمكن أن تكون مرئية او غير مرئية، إن بعض هذه الاضرار هي:

١ - تغير في تركيب ونكهة وقوام الثمرة.

٢ - زيادة تأثير الاضرار الميكانيكية التي تحدث للثمرة.

٣ - تسهيل اصابة الثمار بفطريات الاعفان.

٤ - يحدث تحطم فسيولوجي غير كامل للثمرة نظراً لاضطراب عملية التنفس.

٥ - ظهور تلونات داخلية وخارجية. في الاضرار المتوسطة فان الأوعية الناقلة هي التي يحدث فيها تحلل او تلون في الجلد.

٦ - اما على ثمار الكمثرى فانه بالاضافة إلى الاضرار السابقة فان هناك عرضاً يبدو على الثمرة حيث تأخذ الثمرة المظهر الزجاجي (المطبل) ممتلىء بالماء. إن هذا المظهر المطبل قد يظهر في الجزء الخارجي من الثمرة او أحياناً يكون بالقرب من قلب الثمرة ويكون الجزء الداخلي من الثمرة جاف ومر المذاق. يكون هذا العرض نتيجة المدة الطويلة التي بقيت عليها الثمار متجمدة حوالي (٤ - ٦) أسابيع على حرارة تتراوح (٢٣ - ٢٧ ف).

ب - اضرار التجمد على ثمار الطماطم:

إن متوسط درجة الحرارة التي يتجمد عليها ١٩ صنف تجاري من الطماطم هي ٣٠.٥ ف. إن أولى العلامات المرئية لاضرار التجمد هي موت أنسجة الثمرة وظهور مناطق او بقع كبيرة مائية. إن الثمار لاتتجمد بسهولة كما هو الحال في المجموع الخضري والاجزاء

الملاصقة لسطح التربة. إن الأجزاء الملامسة للتربة تتجمد اولاً ويظهر عليها اضرار التجمد في حين أن الثمار الموجودة على اماكن متفرقة ومرتفعة من النبات وتحت نفس درجة الحرارة لاتتجمد. إن قطف ثمار الطماطم ووضعها لمدة ٤ أيام على حرارة ٣٢° ف لايظهر عليها تجمد وتسير عمليات النضج طبيعياً عندما تعود هذه الثمار إلى درجة حرارة الغرفة العادية، لكن إذا استمرت الثمار على ٣٢° ف لمدة ٨ أيام فانها تتحلل وتتحطم.

اما في حالة حدوث الصقيع لعدة أيام فيظهر بطشاً صفراء على الثمار. إذا قطفت الثمار التي تعرضت للصقيع ولم يظهر عليها اعراضاً ظاهرية فانها تتحلل وتتحطم بسرعة اكثر من الثمار العادية. إن تبريد ثمار الطماطم الخضراء على حرارة ٥٠° ف لمدة ١٨ – ٢١ ساعة او ٥– ٨ أيام على حرارة ٣٢° ف أو ١١ – ١٥ يوم على ٤٠° ف فان هذا لايمنع النضج العادي إذا ما أعيدت الثمار إلى درجات حرارة عالية ولكن يتأخر النضج عن الحالة العادية.

جـ - اضرار التجمد على ثمار العنب:

إن متوسط درجة الحرارة التي تتجمد عليها ثمار العنب تتراوح مابين (٢٣,٦ – ٢٨,٧) درجة فهرنهايتية وإن متوسط درجة حرارة تحت التبريد ٢,٥° ف. أما اضرار التجمد على العنب فيمكن تلخيصها:

١ – يتغير اللون، الاعناب السوداء تصبح داكنة اكثر أما الخضراء فتصبح اكثر شفافية ومائية باتجاه نهاية الساق وفي حالات التجمد الشديدة يظهر لون بني واضح وسطح خشن على الثمار.

٢ – يحدث لزوجة لجلد الثمرة نظراً للافرازات السكرية ثم يحدث ذبول بسيط وتتجعد الثمرة، وهذا يعتمد على شدة التجمد.

٣ – يتغير تركيب ونكهة الثمرة. يقل كل من إنتفاخ وتموج الثمرة وتصبح حبات العنب مائية وذات طعم سيء.

٤ – تزداد قابلية الثمرة للاصابة بالفطريات مثل *Botrytis* والتحلل.

الفصل الثانى

الرياح، الثلج، الجليد، البَرَدْ

Wind, Snow, Ice and Hail

أولاً : الرياح Winds

إن تأثير الرياح على نمو الاشجار معقد جداً. إن الرياح قوة غريبة، لذلك فإن حركة وسرعة واتجاه الرياح تتأثر بالتركيب الطبوغرافى والغطاء النباتى وكمية المياه والمنطقة التى تهب منها الرياح.

أما عن الأضرار التى تحدثها الرياح وميكانيكية أحداثها يمكن دراستها فى النقاط الآتية:

١ - قلع الأشجار بالرياح Windthrow:

عندما تكون الرياح عالية السرعة فإن ظاهرة قلع الأشجار تكون أكثر حدوثاً من كسر السقان أو أحداث أية أضرار أخرى. نظراً لأن الأشجار غير متناسقة التركيب ومثبتة بطريقة غير منتظمة فى أراضى مختلفة الصفات، لذلك من الصعوبة بمكان التعميم في وصف كيف تقلع الرياح الاشجار. إن أقتلاع الأشجار لا يكون بسبب ضغط الرياح فقط ولكن باهتزازها ذهاباً وجيئة (حركة بندولية) وهذا يجعل حركة الشجرة فى جميع الاتجاهات وبالتالى تتقطع جذورها من الأرض وتحملها الرياح. وجد أن تقليم الاشجار وتصغير حجمها يجعلها عرضة لأن تحملها الرياح. بشكل عام فإن الاشجار العالية أكثر قابلية لأن تقتلعها الرياح، وفى هذه الحالة فإن عمق الجذور وخاصة الوتدية يمكن أن يجعل الشجرة أكثر مقاومة للرياح.

٢ - كسر الأشجار بالرياح Wind Break:

إن هذا الضرر أقل شيوعاً من الضرر الأول. كما هو معروف فان كسر الشجرة يكون لشدة ضغط الرياح على الساق من جهة واحدة، ولو كانت الرياح متعاكسة أو من جميع

الاتجاهات فلا ينكسر ساق الشجرة. إن الاشجار التى لاتنكسر بالرياح يمكن أن يتكشف عليها تضخمات فى منطقة هبوب الرياح عليها. كذلك فان الاغصان الكبيرة معرضة أيضاً لأن تنكسر بالرياح. يعتبر مكان كسر الساق أو الأغصان مكان مفضل لاختراق الشجرة من قبل الطفيليات.

٣ - إنحناء الأشجار بالرياح Wind bend:

إن تحول الشجرة من الوضع القائم إلى الوضع المنحنى يتسبب عن تساقط الثلج أو الجليد وأيضاً بواسطة الرياح. يكون إنحناء الأشجار أكثر حدوثاً فى حالة الأشجار ذات الساق الاسطوانى المرن وهو أكثر ضرراً على الأشجار الناتجة من زراعات تكون مطعومة أو مركبة على أصول فى منطقة مرتفعة عن سطح التربة. مع أن الشجرة المنحنية تتكشف فى نموها جيداً ولكن فى حالة الفراس الصغيرة فان تسويقها يكون صعباً لعدم إقبال المزراعين على شراء الاشجار المعوجة. يحدث تغيرات فسيولوجية فى تركيب الخشب فى منطقة الانحناء حيث يكون خشب الجهة الداخلية يختلف عن خشب الجهة الخارجية.

٤ - تغلق الشجرة بالرياح Wind shake:

يظهر التغلق على شكل تشققات صغيرة تتكشف فى الخشب الصميمى فى الشجرة. هذه الشقوق الداخلية قد تكون شعاعية. فى الحالة التى فيها ينشأ الفلق من النخاع يعرف باسم التغلق النجمى أو الصدع. أو أن هذا التغلق يتبع خط الحلقة السنوية ويسمى الفلق الحلقى أو الكأسى. إن هذا الموضوع يحتاج إلى دراسة أكثر لأن هذه الشقوق قد تتسبب عن الجفاف أو الصقيع، أما الرياح فلها دور قد يكون غير واضح.

٥ - اهتزاز الأشجار بالرياح Windrock:

يمكن أن تسبب الرياح أضراراً للاشجار الصغيرة خاصة ذات القمم الثقيلة ويحدث أنتشار الجنور عن طريق اهتزازها(rocking). فى مثل هذه الحالة فان القلف يقشر فى منطقة رقبة الجذر (التاج) عن طريق الكشط الناتج عن الاحتكاك المتواصل مع الطبقة الحجرية أو التربة الصلبة. هذه المنطقة المقشوطة يمكن أن تكون مدخلاً لفطريات عفن الجذور مثل *Armillaria mellea*

٦ - تقزم او تشوه الأشجار بالرياح Dwarfing and Deformation

إن الاشجار المعرضة للجفاف نتيجة هبوب الرياح المستمر عليها، كثيراً ما تكون فيها الخلايا والأنسجة غير قادرة على أن تنمو بشكل طبيعي وبالتالي تتخذ حالة التقزم. إن هذا هو التأثير الشائع بشكل خاص في سواحل المحيطات والبحار في منطقة الحزام النباتي. يتمثل التقزم عادة في نمو غير متناسق يظهر عندما تتكشف الأغصان فقط في إتجاه الريح. هذا يمكن أن ينتج كلية من الضغط الفيزيائي، يعني أن الأغصان المتكشفة على مواجهة الريح تكون مدفوعة الى الجانب الاخر لتنمو بعيداً عن هبوب الرياح أو أن الأغصان تنمو بعيداً عن البراعم التي جفت لانها في مواجهة الرياح.

تخفيف أو تجنب أضرار الرياح:

مما سبق ذكره نجد أن للرياح تأثير كبير على الأشجار المزروعة سواء كانت غراس في المشتل أو أشجار غابات أو أشجار فاكهة مثمرة. لذا يجب على المزارعين أن يقوموا بما في وسعهم لتجنب اضرار الرياح، ويكون ذلك باتباع التوجيهات الآتية:

١ - بالنسبة لمشاتل الغراس سواء كانت غراس أشجار مثمرة أو أشجار غابات، يجب أن تكون هذه المشاتل في مناطق منخفضة وبعيدة عن المرتفعات أو قمم الجبال وأن تكون محاطة بمصدات رياح عالية، وإذا لم يمكن توفر أماكن بها مصدات رياح فيجب إحاطة المشتل بقوائم حديدية يوصل بينها الواح خشب لكي تقلل من شدة الرياح.

ومن الأهمية أيضاً أن لاتترك الغراس في المشتل بعد أن تصل إلى ارتفاع معين، بل يجب زراعتها في الأرض الدائمة أو التخلص منها حتى لاتتضرر كثيراً من الرياح.

٢ - أما بالنسبة للأشجار المثمرة، فيجب أن يكون البستان التي سوف تزرع فيه محاطاً بمصدات رياح قبل زراعة الغراس فيه. تزرع مصدات الرياح على شكل سور حول البستان وتكون من أشجار سريعة النمو وقوية وتصل إلى ارتفاعات كبيرة، تكون زراعة أشجار مصدات الرياح قريبة من بعضها البعض حتى تتشابك أغصانها معاً وتشكل حاجزاً للرياح وتقلل من سرعتها.

تستعمل أشجار المخروطيات غالباً كمصدات رياح وأحياناً تستعمل أشجار الكازورينا أو الكافور، عند زراعة هذه الأشجار يجب أن تكون على ثلاثة خطوط (رجل غراب). وكما هو معروف فان أشجار مصدات الرياح تحمى مسافة من البستان تساوي ثلاثة أمثال طولها أو أكثر، لذلك يجب أن لايزيد طول البستان المحاط بمصدات الرياح عن١٠٠م وكذلك عرضه، وذلك حتى يكون لمصدات الرياح تأثير جيد في حماية الأشجار.

٣ - أما بالنسبة لأشجار الغابات الطبيعية، فان دور الإنسان يكون محدوداً في حمايتها من أضرار الرياح، إنما يكون دور مهندسي الغابات هو زيادة كثافة الأشجار وتعويض الأشجار التي تقتلع أو تكسر، كذلك بالمرور المستمر على الغابة لازالة الأشجار المقلوعة والأجزاء المكسورة وتطهير أماكن الجروح لوقايتها من مهاجمة الطفيليات المرضة.

أما بالنسبة للغابات الصناعية فيجب زراعتها على شكل مدرجات، يعني بالتدريج في الطول بحيث تحمي الأشجار الطويلة الأشجار القصيرة التي امامها، كذلك يفضل أن تكون زراعة الأشجار في البداية على شكل موازي لهبوب الرياح تقريباً وليس عمودياً عليه. كذلك يجب أن تكون الأشجار قريبة من بعضها.

ثانياً: الثلج Snow:

إن الأضرار التي يسببها الثلج على الاشجار من الأهمية بمكان. بشكل عام فان إضرار الثلج تكون على المخروطيات أكثر منها على الاشجار الخشبية الاخرى. هناك إختلافات كبيرة موجودة بين درجات الضرر التي يسببها الثلج، وهذا يعتمد على الصفات المورفولوجية للشجرة. فمثلاً شجرة البيسيه تطرح كميات كبيرة من الثلج الذى يتساقط عليها، بينما نوع *Thuja* يتجمع عليها كميات كبيرة من الثلج. إن الأشجار ذات التاج غير المتناسق تميل لأن تتضرر كثيراً بالثلج وذلك نظراً لتجمع كميات كبيرة من الثلج على الجانب الذى فيه أغصان كبيرة.

هناك عوامل أخرى تؤثر على كمية الضرر الواقع على الشجرة من الثلج، من هذه العوامل الحرارة والرياح. عندما تكون الحرارة قريبة من أو فوق نقطة التجمد هذا ما يؤدى إلى تكوين ثلج ثقيل ورطب ويؤثر تأثيراً ضاراً جداً على الأشجار.

عند غياب الرياح الشديدة فإن أغصان الشجرة تكون قادرة على أن تتحمل الوزن الزائد من الثلج المتراكم عليها، ولكن فى وجود الرياح فان أغصان الاشجار تنكسر نتيجة هزها وتحريكها بالهواء وهى مثقلة بالثلج.

إن الأضرار التى يسببها الثج مشابهة تقريباً للاضرار التي تسببها الرياح. يمكن أن تنكسر أغصان وساق الشجرة، يظهر ميل واعوجاج ويمكن أن تقلع الشجرة. هذه الحالة الاخيرة شائعة الحدوث فى المناطق الجبلية المنحدرة التى تهب عليها رياح عاتية أيام الثلج. فى هذه الحالات يمكن أن تقطع قمم الأشجار القصيرة نتيجة سقوط أجزاء الاشجار المحملة بالثلج عليها.

ثالثاً: الجليد Ice

إن النباتات مهما أختلفت احجامها تتضرر بواسطة صفائح الجليد المتكونة من تجمد الماء. إن الطبقة الزجاجية المتكونة من الجليد والتى تغطى الاوراق أو الساق تسبب أضراراً كثيرة للنباتات، من هذه الاضرار الاختناق، تجمع مواد سامة، نقص الاكسجين الواصل الى الخلايا، كسر الاغصان أو السيقان.

تكون أضرار الجليد على أنواع نباتات العلف مثل البرسيم الحجازى نتيجة تجمع منتجات عرضية سامة من التنفس الهوائى واللاهوائى. إن الجليد المغلف لمنطقة التاج والجذور يثبط إنتشار ثانى أكسيد الكربون. إن هذا الاخير ومنتجات التنفس الاخرى يمكن أن تتجمع بسرعة بتركيزات سامة واحياناً قاتلة مسببة اضراراً للانسجة تشبه تماماً الاضرار التى تسببها غمر التربة بالماء مثل موت وتحلل الانسجة.

إن التجمعات الثقيلة من الجليد تسبب تقشير الاغصان الحديثة والفروع الكبيرة من الشجرة وثبيط النمو لعدة سنوات، لذلك فان كسر الافرع الصغيرة أو الكبيرة ظاهرة شائعة عندما تكون العواصف الجليدية مترافقة مع العواصف الهوائية. إن القمم المكسورة تسبب إعوجاج وانحناء الاشجار. إن هذه الاضرار تجعل الاشجار أكثر تعرضاً لمهاجمة الحشرات والفطريات والافات الاخرى.

تعتبر أشجار المخروطيات أكثر أنواع الاشجار مقاومة لاضرار الجليد نظراً لمرونتها حيث تهزها الرياح بدون حدوث ضرر وأيضاً لطبيعة نموها المخروطى الذى يجعل كمية الجليد الساقطة عليها قليلة بالنسبة لحجمها. إن الجليد الساقط على صنوبر نوع بونديروسا يكون أكثر ضرراً على الاشجار الحديثة، يسبب لها الانحناء أو التخلخل من الأرض أو يسبب كسر القمة أو الساق. إن الاشجار ذات السيقان بسمك ٢ - ٦ إنش تكون أضرار الجليد عليها احيانا بان يسبب لها الانحناء. أما النباتات ذات ساق بسمك ٦ - ١٠ إنش يسبب لها الجليد انكسار القمة أما فوق ١٠ إنش تكون أضراراً الجليد عليها قليلة. يمكن تقليل أضرار الجليد بتقليم الاشجار بطريقة تجعل ساقها وقمتها قوية.

رابعاً: البَرَدْ Hail:

من ناحية واقعية فان البَرَدْ يمكن أن يقضى على المحصول ويدمره تماماً. تحدث أضرار البَرَدْ فجأة وبدون تحذير ولا يمكن عمل أى شئ لمنعه، يسبب خسائر مذهلة أكثر من المتوقع. إن كرات البَرَدْ فى المناطق الباردة والمتجمدة تكون كبيرة بحيث أن سكان المناطق الدافئة أو المعتدلة لا يمكن أن يتصوروا ما حجم كرة البَرَدْ فى البلاد الباردة، لأن كرة البَرَدْ فى بلادهم لا تتعدى حجم حبة الحمص، ولكن فى البلاد الباردة فان حجم كرة البَرَدْ يكون بحجم بيضة الحمامة أو بحجم كرة الجلف، وتستطيع هذه الكرات أن تسبب خسائر للانسان والنبات فيمكن ان تحطم زجاج الشبابيك وزجاج الصوبا الزجاجية وتسقط ثمار الاشجار وتتلف المجموع الخضرى وتدق قلف الشجرة وتكسر أغصانها. وفيما يلى نبذة عن تأثير البَرَدْ على بعض النباتات.

ا - الذرة والحبوب:

اذا حدث البَرَدْ أثناء فصل الصيف عندما تكون الذرة فى الحقل فانه يسبب أضراراً من متوسطة إلى جسيمة من ٥ - ١٠٠ ٪، بمتوسط ١٠ - ١٥ ٪ والخطر الاكثر من ذلك هو جعل الذرة أكثر تعرضاً للاصابة بعفن الساق الذى يتكشف فى الحقول التى تصاب أصابة متوسطة أو عالية. إن كل ساق يضرب بالبَرَدْ يخترقه بكتيريا أو فطر بجانب الجروح التى يسببها البَرَدْ.

كذلك فان محاصيل الحبوب تتضرر بواسطة البَرَدْ. عندما لا يكون البَرَدْ شديداً بحيث لا يخترق الاوراق أو السنابل أو لايستطيع أن يكسر الساق الرئيسي، عندئذ يظهر بقعاً مبيضة أو بيضاء كلية موزعة على سطح الورقة تشير الى أماكن ضرب كرات البَرَدْ للورقة. هذا يشير أيضاً إلى تمزق تجمعات خلايا الميزوفيل حتى عندما لا تكون البشرة مقطعة فان الهواء يدخل من تحتها ويعطى هذه البقع اللون الابيض.

عندما تكون الحبوب فى طور السنابل فان الفقد يكون كبيراً ومتناسباً مع كمية السنابل أو السنيبلات التى سقطت من ضرب كرات البَرَدْ. واذا لم تسقط السنابل فانها تكون كثيرة الخدوش والكدمات بحيث أن السنابل الاكثر نضجاً والاكثر بعداً عن غلاف السنبلة تنجو من كثير من ضربات كرات البَرَدْ. يتعوق تكشف السنابل التى تضربها كرات البَرَدْ مباشرة وتكون الحبوب أخف وزناً وتفتقر الى التجانس وكثيراً ما تكون ذات قمة سوداء. يمكن أن ينخفض الوزن بنسبة ١٠ – ٢٠ ٪ من الناتج من السنابل التى لم تتضرر.

يعانى الشوفان أيضاً من أضرار البَرَدْ اذا كانت العناقيد (السنبلة) لاتزال مغلفة فى الغمد الورقى عند حدوث عاصفة البَرَدْ. لكن اذا ضُربت السنابل بعد خروجها من الغمد فان هذا يسبب عقم السنابل والتى تأخذ مظهر السنابل التى هاجمتها حشرات التربس. إن ظاهرة التنقيط والالتواء فى السنابل يمكن ان تتسبب عن البَرَدْ وعن التربس.

٢ - الطماطم، التفاح والكمثرى:

يحدث البَرَدْ أضراراً على الثمار اللحمية مثل الطماطم، داخلياً وخارجياً. إن الأنسجة الاكثر حساسية التى تحمى الشجرة تموت، تتحول الى اللون البنى وتجف تاركة قشرة صلبة أو أنسجة فلينية عندما تنضج الانسجة المحيطة بها.

لو لوحظت نفس البقع الفلينية على ثمار التفاح والكمثرى حتى عندما لا يظهر أى جرح مفتوح من تأثير البَرَدْ فان البَرَدْ يسبب خدش الانسجة البرانشيمية التحتية مسبباً مناطق غائرة مائلة للون البنى والتى تكون مفصولة عما يحيط بها من النسيج السليم بطبقة من الخلايا الفلينية. اذا حدثت أضرار البَرَدْ فى الاطوار المبكرة من تكشف الثمار فان هذا يتبعه

اضراراً كبيرة. الثمار التى تضربها كرات البَرَدْ وهى لاتزال فى حضن الزهرة تبقى مشوهة أو غير طبيعية بسبب موت الخلايا المستطيلة. بعد خمسة أيام من حدوث الاضرار تجف الانسجة ويحدث لها سوبرة ويبدأ تكوين الخلايا الفلينية تحت هذه المنطقة. قبل جمع المحصول بثلاثة أسابيع تكون المناطق المتضررة غائرة حتى لو لم يتمزق الجلد. تصبح الخلايا مسوبرة ويتميز كثير من الخلايا البرانشيمية، بينما الخلايا لاتزال تتكاثر، الثمار تبقى مشوهة وغير قابلة للتسويق.

٣ - البصل:

يتأثر حجم بصيلات البصل نتيجة أضرار البَرَدْ وذلك لأن البَرَدْ يؤدى الى سقوط الأوراق أو تكوين خدوش فيها وبالتالي تنخفض المساحة التى تقوم بعملية التمثيل الضوئى وتصنيع المواد الغذائية اللازمة للبصلة. ولقد وجد بالتجربة أن قطع كميات مختلفة من أنسجة الورقة على فترات مختلفة لغاية ستة أسابيع قبل جمع المحصول، فتبين أن قلة الاوراق تؤدى الى خفض تكشف أبصال البصل. إن إزالة نصف المجموع الخضرى قبل جمع المحصول بمدة ٢-٦ أسابيع سبب خسارة كلية فى المحصول تقدر ٣٤,٧٪.

٤ - أشجار الغابات:

يسبب البَرَدْ تساقط الاوراق وموت البراعم وتبقع الساق وكدمات فى قلف الاشجار. إن صفات أعراض أضرار البَرَدْ على أشجار الغابات هى بشكل عام من بين أسهل الاعراض تشخيصاً. اذا مرت بضع سنوات بعد حدوث البَرَدْ فان الانسان يحتار عند ملاحظة هذه الاعراض التى لاتزال موجودة اذا لم يكن عنده فكرة سابقة عن حدوث البَرَدْ. إن الجروح المتكونة لا تلبث أن تغزوها الفطريات وتصبح الاصابات القديمة نتيجة البَرَدْ واضحة تماماً. إن أهم مميزات أضرار البَرَدْ أنها تشابه احتراق الشجرة وإضرار الصقيع.

تظهر أعراض إضرار البَرَدْ على الحور الرجراج (aspen) على شكل كشط على القلف الابيض الناعم والذي فيما بعد يتحول الى اللون الاسود وكالوس جاف ويعطى الشكل البثرى

على نفس جانب الشجرة الذي ضربه البَرَدْ (بثرات سوداء على القلف) بينما يبقى القلف ناعماً أبيض نظيف فى الجهة المقابلة.

أما في شجرة البيسيه البيضاء يكون أكثر الضرر على القلف الرقيق فى الجزء العلوى من الاشجار. أما على قلف الساق ذو سمك ٣ إنش فى القطر يظهر بطش على القلف تحيط به كلية تاركة بعض الجروح المفتوحة.

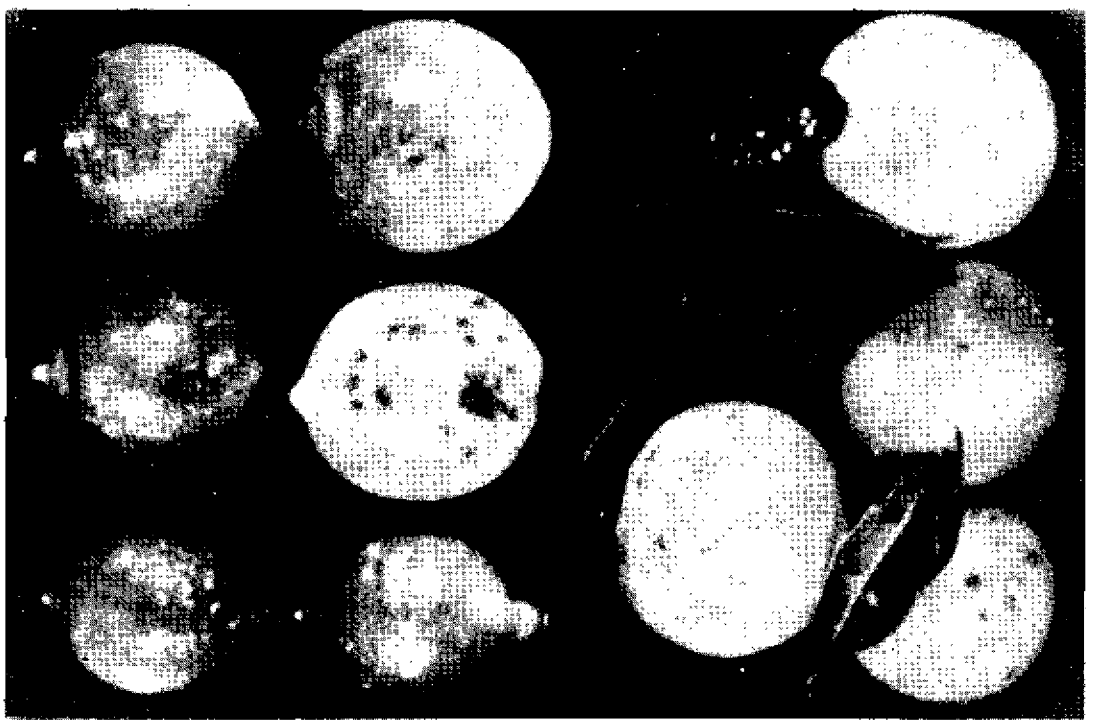
تموت قمم الاشجار على بعد عدة إقدام من قمة الشجرة. تحت هذه المنطقة فان بعض الجروح يشفى والبعض الاخر يتغطى بالكالوس. بعض الجروح الصغيرة التى تلتئم تترك مكانها نديباً. قد تظهر نديباً أخرى مكان ضرب كرات البَرَدْ للساق. هذه الندب تكون بطول ١-٣ إنش. يوجد تحت كل بثرة جيب به افرازات فى الخشب ينمو تقريباً مع الحلقات السنوية.

أما فى صنوبر Jack pine فان الاعراض تشبه الاعراض المذكورة سابقاً، الا أنه فى هذه الاشجار يظهر مناطق فى الساق قد انفصل عنها القلف ويكون احتمال شفاؤها قليل، وبالتالى فان أشجاراً كثيرة من هذا النوع من الصنوبر تموت تحت تأثير البَرَدْ. تظهر على الساق مناطق وكأنها محروقة بالنار. إن معظم هذه الأعراض تكون نتيجة الجفاف حيث أن العصارة الغذائية لا تصل هذه المناطق لأن القلف قد انكسر وزيادة على ذلك نتيجة مهاجمة الحشرات والفطريات التى يناسبها الجروح.

وبشكل عام يمكن القول بأن أضرار البَرَدْ تكون أكثر حدوثاً على أشجار الغابات منها على أشجار الفاكهة أو النباتات الحولية المزروعة.

٥ - الحمضيات:

تشبه أضرار البرد في الحمضيات الأضرار السابق ذكرها وهى واضحة فى شكل ٤٨.



شكل رقم ١٨: أعراض أضرار البَرَدْ على العضيات في الشكل على الشمال. أما في الشكل على اليمين فتظهر أضرار تغذية القوارض.

الفصل الثالث

الضوء والبرق

Light and Lightning

الفصل الثالث

الضوء والبرق

Light and Lightning

اولاً : الضوء Light

يعتبر الضوء المادة الاساسية لجميع النباتات (باستثناء بعض الافراد) لتكوين المادة الخضراء (الكلوروفيل) والحصول على الطاقة التي يستطيع بواسطتها جهاز الكلوروفيل أن يقوم بتصنيع المواد الخام ثاني أكسيد الكربون والماء في عملية التمثيل الضوئي لبناء المواد الكربوهيدراتية وإنطلاق الاكسجين.

يتشكل الكلوروفيل عندما يتعرض البادىء المسمى بروتوكلوروفيل الى الضوء وبالتالي فان النباتات تحتاج في البداية الى الضوء لتكوين الكلوروفيل من بادىء الكلوروفيل ثم بعد ذلك تحتاج الضوء لتكشف وبقاء الطبقات العادية من الجرانا Grana في الكلوروبلاست. وبالتالي فان البادرات التي تحفظ في الظلام نادراً ما يتكشف فيها الكلوروفيل، الا أنه يتكون فيها صبغات الكاروتين والزانثوفيل وتعطي البادرة اللون الاصفر.

كذلك فان الكلوروبلاست وهي العضيات الداخلية والتي فيها يتكشف كلوروفيل النباتات الراقية يحدث له تغيرات عندما يتعرض للضوء. خلال الدقائق الأولى من الاشعاع فان البلاستيدات الأولية في البادرات النامية في الظلام تتحول الى كلوروبلاستس . إن شكل الكلوروبلاست يتغير بين الأنواع فيأخذ شكل الطبق أو الشكل البيضاوي حوالي ١ – ٢ ميكرون في الطول ومغلف بغشائين. يضم الغشاء مادة أو ستروما والتي تتشابك مع طبقة ثنائية الغشاء. قبل أن يتعرض الكلوروبلاست للضوء فان تركيبات هذه الطبقة تتنظم عشوائياً ولكن عند تعرضها للضوء تصبح الطبقة منظمة في طبقات مسطحة مصفوفة على شكل أكوام من النقود تسمى جرانا Grana. توجد جزيئات الكلوروفيل على هذه الطبقات والتي تزود بأكبر سطح لامتصاص الضوء.

أما عن عملية التمثيل الضوئي فهي مذكورة في كتب فسيولوجيا النبات ولامجال لذكرها هنا.

مما سبق يتبين أن الضوء ضروري لحياة النباتات الراقية بشكل خاص، الا أنه إذا كان بعض الضوء ضروري للنباتات فان الضوء الكثيف يمكن أن يكون ضاراً. إن الكثافة الضوئية لا تشجع سرعة النتح فقط ولكنها تحطم جزيئات الكلوروفيل بواسطة الأكسدة الضوئية. إن عملية البناء الضوئي يمكن أن تتجدد بواسطة توفر الماء الذي يؤثر على عمليات الحياة الأخرى. إن عملية الجفاف تعمل اضطرابات في التركيبات الغروية وبالتالي توقف عملية التركيب الضوئي لأنها تضعف وتقلل كفاءة الانزيمات.

نباتات الظل ونبات الشمس Shade plants and sun plants

هناك حقيقة علمية تؤكد أن النباتات إما أن تكون نباتات ظل أو نباتات شمس. حيث أن هناك بعض النباتات تسلك في حياتها العادية أحسن وجه وتكون في أفضل نمو لها عندما تتعرض للكثافة الضوئية العادية (ضوء الشمس) في النهار، بينما هناك نباتات أخرى تكون في أوج ازدهارها عندما توجد في أماكن مظللة جزئياً حيث يكون الضوء نو كثافة متوسطة، وبالتالي يكون هناك نباتات شمس ونباتات ظل او نباتات محبة للظل واخرى محبة للضوء. إن هذه الحقيقة يجب وضعها في عين الاعتبار عند توفر الظروف الملائمة للنباتات او عند دراسة الأمراض الطفيلية أو غير الطفيلية للنباتات حتى لا يختلط علينا الأمر. اذا تعرضت النباتات المحبة للظل، للشمس يمكن أن يحدث لها اضراراً كثيرة حيث تبدأ النباتات في الاصفرار ثم تذبل وتسقط ويموت النبات. كذلك اذا وضعت النباتات المحبة للشمس، في الظل فانها تنمو ببطء ويحدث لها استطالة في السيقان وضعف تكوين جدر الخلايا.

تقسم النباتات الى ثلاثة مجموعات حسب احتياجها من طول النهار لكي تعطي ازهاراً :

القسم الأول : – النباتات ذات النهار القصير، وهي النباتات التي تعطي ازهاراً إذا كان تعرضها للضوء أقل من مدة معينة وهي ١٤ ساعة والباقي فترة ظلام مستمرة.

القسم الثاني : – النباتات ذات النهار الطويل، وهي النباتات التي تحتاج لكي تعطي ازهاراً اضاءة نهارية أكثر من ١٤ ساعة غالباً ١٥ – ١٦ ساعة من ساعات النهار.

القسم الثالث : - النباتات المعتدلة وهي النباتات التي تعطي ازهاراً بغض النظر عن الفترة الزمنية من الاضاءة التي تتعرض لها.

التاثيرات العامة للكثافة الضوئية : -

لكي تعيش النباتات مزدهرة ونامية بطبيعتها فيجب أن يتوفر لها كثافة ومدة ضوئية معينة، وهذه من الأمور الاساسية في حياة النبات. إنه من الصعوبة بمكان تحديد الكثافة اللازمة للنمو الأمثل للنبات لان هذا يتعلق بمتغيرات كثيرة. يمكن القول بأن الضوء القادم للنبات اذا كان أقل من الدرجة الدنيا التي يحتاجها النبات او يزيد عن الدرجة القصوى التي يتحملها النبات، فان هذا النبات يتوقف عن التقدم والنمو ويحصل له بعض الاضطرابات. إن كمية الضوء المثلى للنبات (مقاسة بالكثافة الضوئية ومدة البقاء) هي التي سوف تحث النبات على أفضل نمو له او تنتج نوعاً من التكشف النباتي يكون غالباً طبيعياً. اذا إنخفضت كمية الضوء القادمة للنبات عن الكمية الدنيا التي يحتاجها، فمثلاً أصبحت صفراً (ظلام دامس) فان النبات يخضع لتغيرات تدريجية من التشكيل والتركيب متضمنة تغير اللون والتخصص الوظيفي لاجزاء النبات الداخلية والتي تؤدي الى ما يسمى بظاهرة الشحوب أو قلة الضوء Et-iolation. إن النباتات المريضة الصفراء والتي حرمت كلياً من الضوء تمثل ظاهرة الاستطالة في أقصى حدود لها، بينما عند التعرض للضوء فان الاعراض تقل تدريجياً وتتناسب عكسياً مع كمية الضوء الواردة للنبات حتى تصل النباتات الى الحالة المثلى. إن التغيرات والمميزات التي تتصف بها النباتات اذا وضعت تحت اضاءة غير مناسبة هي كما يلي:

١ - حدوث استطالة غير عادية في السلاميات في الساق وفي أعناق الاوراق وفي قمم السيقان مما يعطيها الشكل المغزلي. هذا التحور يحدث في النباتات ذات السيقان المميزة بالاستطالة الطبيعية وفي النباتات ذات الصفات الوردية (تأخذ شكل التورد في مظهرها).

٢ - إنخفاض في حجم الأوراق (تكون اوراق نباتات الظل أكبر من اوراق نباتات الشمس) هذه الصفات تميز نباتات ثنائية الفلقة، ولكن النباتات احادية الفلقة تظهر بشكل عام استطالة وضيق في نصل الورقة. الانحراف عن الوضع الطبيعي يظهر في احادية وثنائية الفلقة.

٣ - إنخفاض في كمية الكلوروفيل أو يختفى نهائياً (في الظلام) وبالتالي يحدث إنخفاض في عملية التمثيل الضوئي أو التوقف التام لعملية تصنيع الغذاء. إن النمو يحدث اعتماداً على المواد الغذائية المخزنة سواء كان في البذور (البادرات) أو في اللحاء (النباتات الكبيرة). يجب الأخذ بعين الاعتبار أن قلة الضوء لا تؤثر على وقف عملية التمثيل الضوئي فقط بل تؤثر على عمليات أخرى وذلك لأنه عند تزويد النباتات بمواد غذائية جاهزة فانها لا تستمر في النمو الطبيعي، وهذا يدل على أن الضوء يؤثر على عمليات فسيولوجية أخرى.

٤ - تؤثر قلة الضوء على وظائف التكاثر والانتاج. ينخفض تكوين الازهار وتكون عقيمة أو أن تختفي الازهار نهائياً نتيجة لقلة المواد الغذائية المتوفرة. إن النباتات مثل التيولب، النرجس وزهرة الياقوتة حيث أنها تحتوي على مواد غذائية مخزنة كثيرة فانها تعطي ازهاراً مثل الوضع الطبيعي حتي في الظلام الدامس.

٥ - يحدث نموات عصيرية أو طرية، تكون السيقان اسطوانية والاوراق أرق والجدر الخلوية أكثر ضعفاً ويكون هناك ضعفاً شديداً في الأنسجة الدفاعية أو الميكانيكية الدفاعية في النبات. ينخفض تكوين البرانشيما البلاستيدية في الأوراق وبالتالي تصبح اوراق النباتات الموضوعة في الظل لا تزيد في سمكها عن نصف السمك المتكون تحت الضوء العادي. إن النباتات النامية تحت اضاءة ضعيفة تنبل بسرعة أكثر من النباتات العادية عندما تعرض لضوء شديد، هذا يمكن ملاحظته في بعض النباتات التي تنمو تحت الصوبة الزجاجية.

إن الضوء الضعيف او الشحوب الجزئي يجعل النباتات أكثر قابلية للاصابة بالفطريات، وبدون شك فان التحورات التي تحدث في العائل تلعب دوراً هاماً في زيادة قابليته للاصابة وفي نفس الوقت تكون حالة قلة الكثافة الضوئية تسبب ظروفاً ملائمة لنمو الفطريات. إن عامل الضوء ليس وحده المسبب للظروف الملائمة للأضرار بالنبات من حيث ملائمة العائل للطفيل، وإنما يرافقه بشكل عام زيادة رطوبة الهواء والتي يمكن أن تؤثر على كل الجانبين العائل والطفيل. يمكن القول بأن نبات الخس النامي تحت ظروف الصوبا الزجاجية، أحياناً يعاني بشدة من لفحة الأوراق وعفن الساق نتيجة اصابته بالفطر *Botrytis* خلال الظلام، والأيام الغائمة في الشتاء، بينما تختفي الاضرار بشكل كبير اذا استمرت الأيام المشمسة. عندما

يكون نقص الضوء مترافقاً مع زيادة الرطوبة فان هذا يزيد قابلية المجموع الخضري للضرر من المدخنات مثل حمض الهيدروسيانين.

كما وأن نقص الضوء يسبب نوعاً من النمو الذي فيه يتأخر النضج وبالتالي فان اضرارا الشتاء تكون أكثر احتمالاً في أن تؤثر على النبات بهذه الطريقة. يبدو أن أضرار الشتاء في بعض البيئات تكون مؤكدة ليس فقط بواسطة الحرارة المتوسطة للخريف الذي يتبعه طقس متجمد ولكن أيضاً عن طريق تخفيض كمية الضوء خلال الجو الغائم والضبابي.

احياناً تستعمل ظاهرة إنخفاض الضوء أو الشحوب Etiolation لانتاج نباتات ذات صفات معينة مرغوبة من وجهة نظر تجارية. إن أبصال زهرة الياقوتة المزروعة في أوعية في الخريف، أحياناً تظهر تأخراً في تكشف الاوراق ويبقى حامل الزهرة قصيراً. هذا الوضع يمكن تقليله أو منعه عن طريق تغطية البصلة والبرعم بغطاء من الورق الأسود وهذا يسبب قلة الضوء وبالتالي تحدث عملية الاستطالة، وكنتيجة لذلك تستطيل الأوراق وحامل الزهرة. إن مثل هذه الفكرة تستعمل للحصول على فروع زهرية طويلة لبعض النباتات.

إن ظاهرة قلة الضوء (الاستطالة أو الابيضاض) تعطي احياناً نوعية مرغوبة في بعض الخضروات مثل الاسبرجس (الهليون) حيث يقل اللون الأخضر ويزداد اللون الأبيض وكذلك في الهندباء، الكرفس، بعض أنواع الخرشوف، رؤوس الخس والكرنب وذلك عن طريق تخفيض الضوء. إلا أن الابحاث المتقدمة استطاعت أن توجد اصنافاً من هذه الخضراوات فيها الصفات المرغوبة وتورث في الاجيال اللاحقة. كما وأن ظاهرة قلة الضوء تستعمل احياناً في الحصول على نباتات متجعدة هشة سهلة القضم أو ذات أنسجة عصارية طرية وهذه صفات مرغوبة خاصة في النباتات الخضراء التي تستعمل في السلطات.

تأثيرات الاضاءة القوية Effects of Intense Light

عندما تزداد كثافة الضوء فان عملية التمثيل الضوئي تزيد الى نقطة معينة، بعدها اذا حصل زيادة في الكثافة الضوئية فان نشاطات التمثيل الضوئي تبقى ثابتة تقريباً ولكن الى وقت قصير فقط. إذا أصبحت الكثافة الضوئية عالية جداً أو زادت عن الدرجة المثلى لمدة

طويلة من الزمن فان تركيب المواد الكربوهيدراتية الغذائية يصبح قليلاً ويقل نشاط الانزيمات الداخلة في تركيبها ويمكن أن تتوقف العملية نهائياً. أثناء تعرض النباتات للاضاءة العادية فان الصبغات الخضراء (الكلوروفيل) يبدو أنها تتأكسد باستمرار ثم بعد ذلك تعود تنظم من جديد، لهذا فان التغيرات لا تكون واضحة. تحت ظروف الكثافة الضوئية العالية فان النباتات الحساسة للضوء تعطى مظهراً أخضر مصفر باهت أو تعطي اوراق ذات لون برنزي، وذلك لأنه تحت هذه الظروف فان تأكسد الكلوروفيل يكون إلى حد ما أسرع من سرعة اعادة تنظيمه من جديد. تلاحظ هذه الظاهرة كثيراً عندما تؤخذ النباتات المحبة للظل والنامية تحت بيوت زجاجية مناسبة لها من حيث قلة الضوء، وتوضع في الجو العادي تحت أشعة الشمس.

إن حساسية النبات للكثافة الضوئية كثيراً ما تختلف حسب عمر النبات، حيث أن البادرات لكثير من الأشجار لا تكون قادرة على مقاومة ضوء الشمس المباشر، بينما الغراس الأكبر سناً تكون قادرة على أن تعيش في الضوء العادي بدون أن يظهر عليها أعراض مرضية. اذا استمر تعرض النباتات الحساسة للكثافة الضوئية لمدة طويلة فان هذا يؤدي الى قتل بروتوبلازم خلايا الاوراق، الساق والثمار ويظهر تلون بني، احتراق او لفحات ذات بقع موضعية أو أن هذه البقع تمتد وتنتشر الى مسافات أكبر. إن الحساسية للكثافة الضوئية وظروف الرطوبة، الحرارة والضوء التي تكون سائدة قبل تعرض النبات للكثافة الضوئية لها دوراً هاماً على نوع ودرجة الضرر الذي ينشأ على النبات.

تعاني النباتات التي تعيش في الصوبات الزجاجية من بعض الاضطرابات الفسيولوجية وذلك لانها تتعرض الى كمية عالية من الكثافة الضوئية تصل إليها. وبشكل عام يمكن القول بأن متطلبات النبات يجب أن يكون بينها تعادلاً من حيث الغذاء (بعض المغذيات، نسبة التمثيل).

إن الضوء الزائد نادراً ما يوجد في الطبيعة ونادراً ما يسبب اضراراً للنباتات. إن نوعية الضوء التي تصل الى سطح النبات لها أهمية كبيرة، ومع ذلك فان هناك اضراراً تعزى الى الضوء هي في الحقيقة نتيجة ارتفاع الحرارة مقروناً مع كثافة ضوئية عالية. إن بعض النباتات التي تتضرر من الكثافة الضوئية تبين أنها تتضرر من موجات الضوء القصيرة

متضمنة منطقة الأشعة فوق البنفسجية. إن المثل الجيد على اضرار الكثافة الضوئية للنباتات هو مرض سمطة الشمس في قرون الفاصوليا.

الأمراض التي تتسبب عن الكثافة الضوئية

١ - السمطة الضوئية للفاصوليا Sunscald of Beans

تظهر الأعراض الأولية المنظورة لهذا المرض على شكل بقع صغيرة جداً بنية أو محمرة موجودة على مصراع القرن المعرض لأشعة الشمس بعيداً عن مركز النبات. تستطيل هذه البقع تدريجياً حتى تصبح على شكل اشرطة قصيرة متجهة الى الخلف والى أسفل موازية لخط إتصال مصراعي القرن (suture). في خلال يوم أو يومين تزداد هذه البقع في المساحة وتصل ٣ - ٤ ملم وتتكشف الى أنسجة بنية مائية وأحياناً غائرة قليلاً. اذا كان الإنتشار سريعاً يكون اللون بني وأحياناً به صبغة حمراء تمتد على مسافة كبيرة من السطح المعرض للشمس وأحياناً تغطي جميع السطح.

في بعض الأصناف فان السطح المعرض للشمس لا يتغطى كلية ولكن يكون هناك بقعاً ذات مقاسات ٣ - ٤ ملم في القطر تتسع الى أكبر، بينما لا يزال يظهر بقعاً جديدة. غالباً ما تتحد البقع الصغيرة مع بعضها لتكوين بقعاً أكبر معطية للبقع شكل غير منتظم واخيراً فان هذا التبقع يمكن أن يظهر على الجانب السفلي للقرن.

يظهر خطوط بنية على السيقان وأعناق الأوراق المعرضة لنفس الظروف المعرضة لها القرون حيث تموت مجموعات من خلايا البشرة. إن الأوراق المسمطة قد تكون مصابة بشدة وذلك لطول فترة الأشعة فوق البنفسجية المعرضة لها ويمكن أن تظهر الأوراق وكأنها مصابة بأمراض فيروسية.

لا يؤثر المرض على إنتاج المحصول من البذور ولا على قوة نمو النبات، ولكن في الحالات الشديدة فان بعض الأصناف ذات الغلاف الأبيض يمكن أن يتلون غلافها وبالتالي تؤثر على نوعيتها.

في كثير من الأحيان يحدث التباس بين هذا المرض وبعض الأمراض البكتيرية حيث أن البقع المتكونة تكون مدخلاً للاصابة البكتيرية.

أسباب المرض : -

لقد تبين من الدراسات التي أجريت على هذا المرض أنه يتسبب عن الاضاءة وليس عن الحرارة ولهذا سمي السمطة الضوئية. وجد أنه بتعريض النباتات الى درجات حرارة تصل الى ٥٥م لمدة نصف ساعة فانه لم يتكشف المرض، ولكن عند تعريض النباتات لأشعة فوق بنفسجية محضرة صناعيا (2300 Å) لمدة نصف ساعة على درجة حرارة ٢٥ م فقد ظهر على النباتات بقعاً مشابهة تماماً لما يحدث في الطبيعة ويصعب تميزها عن بقع الاصابة الطبيعية. عند الفحص الميكروسكوبي تبين أن خلايا البشرة تحتفظ بشكلها ولكنها تكون ممتلئة بمواد صباغية بنية بدون تمييز ماهو تركيبها الكيماوي وتأخذ الخلايا المحتوية على الكلوروفيل اللون الأخضر الغامق. تفقد خلايا البشرة ماءها بالتدريج، تجف وتموت. تبقى بعض الخلايا الاخرى خضراء أو شاحبة ويتكشف ظلال ذات الوان خضراء وبنية معطية الأوراق اللون المبرقش الشبيه بأعراض الموزايك. لقد أمكن منع السمطة وذلك بوضع النباتات تحت نوع من الزجاج يصفي الضوء ويمنع مرور الأشعة فوق البنفسجية.

٢ - السمطة الضوئية للبقوليات Sun s cald of Legumes

تصاب بعض البقوليات مثل فول الصويا، اللوبيا، فاصوليا الليما بالسمطة الضوئية. تظهر الأعراض على المجموع الخضري في هذه الأنواع على شكل بقع دقيقة حمراء ارجوانية على السطح العلوي للأوراق توجد هذه البقع في معظم الحالات محصورة بين العروق ولكن في حالات الاصابة الشديدة فان الاحمرار يمتد فوق العروق او يسير تابعا لسير العروق طوليا. ان الحجم النهائي الذي تصل اليه هذه البقع يعتمد كثيراً على المدى الذي تلتحم فيه هذه البقع. عندما تصل البقع الى قطر ٤ ملم يصبح مركزها ميتاً متحللاً ولونه مائل للبني وغالباً ما يحدث فيه شقوق مفتوحة. إن هذه الجروح المفتوحة تكون وسيلة جيدة لغزو النبات من قبل الطفيليات الاخرى. لقد أمكن تشجيع حدوث الأعراض صناعياً وذلك بتركيز الأشعة الضوئية على النباتات بالعدسات المكبرة.

لقد وصفت بعض البقع الشبيهة بالبقع السابقة الى حد ما على كل من البرسيم الحجازي والبرسيم الاحمر وبقوليات العلف الاخرى. كانت البقع الموجودة على المجموع الخضري دائرية غائرة عادة أقل من ١ ملم في القطر ومنتشرة على السطح العلوي للورقة. اما على الساق وأعناق الاوراق فان البقع تكون طولية وتتراوح في لونها من اللون الأسود إلى البنى او البني المحمر. تظهر البقع باعداد كبيرة على الأوراق المتقدمة بالسن. تصبح الاوراق المصابة شاحبة مكرمشة وتتدلى، تنهار السيقان المصابة وتموت. تظهر الاعراض أكثر على النباتات التي تعيش تحت اضاءة فلوروسنتية أو تحت اضاءة ذات كثافة عالية وهذا لا يمنع حدوثها في الحقل تحت الظروف الطبيعية.

٣ - لطخة النضوج، العقب الأخضر، الاصفرار الشمسي في الطماطم

Solar Yellowing, Green back, Blotchy Ripening In Tomato

أن هذا المرض يختلف عن مرض سمطة الشمس في الطماطم الذي ذكر سابقاً وبالاضافة الى كل هذه الأسماء السابقة فان هذا المرض يسمى بالبقعة الشمعية أو اللون المكفَهِّر، وهو أكثر الأمراض الفسيولوجية في ثمار الطماطم نال اهتماماً كبيراً من المزارعين والباحثين. اول ذكر لهذا المرض كان سنه ١٩٢٦ وقد وصف بأنه بطش خضراء، صفراء أو شفافة صلبة من الأنسجة تنتشر في منطقة اللون الاحمر في ثمار الطماطم الناضجة بالقرب من منطقة الكأس الزهري. في سنة ١٩٦٧ ذكر بعض الباحثين أن البرانشيما المحيطة بالحزم الوعائية في الجدار الخارجي للثمرة تصبح متحللة ويظهر فيها إختلال نتيجة هذا الضرر. يمكن أن تصبح الأنسجة إما معتمة أو بنية اللون وتكون مطاطة ملجننة.

إن المناطق الخضراء في الثمار المصابة بالمرض بمقارنتها مع الاجزاء الحمراء تحتوي على كميات أقل من المواد الصلبة، المركبات النيتروجينية والسكريات، لكنها تحتوي كميات أكثر من المواد البكتينية غير الذائبة الكلية، وكمية قليلة من نشاط أنزيمات Pectinensterase وأنزيم Polygalacturonase ، وكمية قليلة من الأحماض الكلية. كذلك تنشط بعض العمليات البيوكيميائية في أنسجة اللطخة أثناء النضج. أما النشاط الفينولي وصفات الميتوكندريا لاتتغير كثيراً في أنسجة اللطخة أثناء نضج الثمار.

إن نضج منطقة اللطخة في الثمرة يمكن أن يتأثر بالتغذية النباتية. إن نقص البوتاسيوم او زيادة النيتروجين يمكن أن تسبب زيادة في اعداد الثمار الملطوخة. إن Davies سنة ١٩٧١ قرر أن الثمار الملطوخة لا تتأثر فقط بالتغذية وإنما تتأثر بعوامل أخرى، وهذه العوامل تؤثر على سلوك الميتابولزم في الأنسجة الملطوخة بشكل يختلف عنه في النسيج العادي.

مسبب المرض Etiology

بعد دراسات عديدة وطويلة منذ سنة ١٩٣٤ الى ١٩٧١ كان هناك إقتراحاً بأن المرض يتسبب عن إختلافات في الحرارة في فترات متقاربة على غلاف ثمرة الطماطم (Pericarp) خلال فترة النضج. كلما زادت درجة الإختلاف على أي جزء من الثمرة كلما زاد حدوث المرض، وأن الحرارة هي ذات تأثير مباشر في زيادة الاشعاعات وكفاءتها. إن العوامل الاخرى مثل اختلاف محتوى الكلوروفيل حول الثمرة وموقع الثمرة بالنسبة لسقوط أشعة الشمس، طور النضج، حجم ونوع الثمار كل ذلك يسبب إختلافات موضعية في الحرارة على الثمرة تؤدي إلى ظهور المرض.

وجد أن نشاط الميتابولزم يمكن أن يحدث فيه تغيرات لحدوث المرض. وجد كذلك أن الأصناف ذات اللون الأخضر الداكن أكثر قابلية للاصابة لانها تكون ادفأ (أكثر دفئاً) من ذات اللون الأخضر الفاتح. إن محتوى كأس الثمرة من صبغات الكلوروفيل (إن منطقة ظهور الأعراض تكون بالقرب من اوراق كأس الزهرة) كان عالياً في الأصناف القابلة للاصابة وذلك لأنه يمتص الضوء نو الموجات القصيرة بين ٠.٣ - ٠.٧ ميكرون. هذا الاختلاف مقروناً مع الموقع الطبيعي للثمرة والتي يكون فيها الكأس معرضاً للشمس أكثر من الجوانب أو من الطرف الزهري يمكن أن يوضح سبب حدوث المرض على الجزء الكاسي من الثمرة.

لقد لوحظ أن الثمار الكبيرة تصاب عادة بكثرة وبشدة بمرض الاصفرار الشمسي اكثر من الثمار الصغيرة، حيث وجد أن درجة حرارة الثمار الكبيرة (عرض ٧٠ ملم) والمتوسطة عرض ٥٠ ملم كانت أعلى منها في الثمار الصغيرة ٣٠ ملم. لقد استطاع بعض العلماء احداث هذا المرض صناعياً في المعمل وذلك بتعريض ثمار الطماطم للحرارة. إن شدة المرض كانت تعتمد على طول فترة التعريض للحرارة وعلى درجة الحرارة. ولكن السؤال هو هل المرض ينشأ عن الحرارة لوحدها أم هناك عوامل تتداخل مع الحرارة؟؟.

هناك أبحاثاً كثيرة تدل على أن عوامل أخرى تتدخل في حدوث المرض منها : -

١) موجات الاشعاع خاصة الموجات القصيرة.

٢) ارتفاع الرطوبة النسبية تخفض الحرارة في جدار الثمرة وبالتالي تقلل الضرر على الثمرة. كان هناك نقصاً في اللون عند ارتفاع الرطوبة النسبية عن الحالة العادية. إن وجود كميات كبيرة من بخار الماء حول الثمرة هذا يمكن أن يعكس الاشعاعات ذات الموجة القصيرة ويزيد تركيزها على سطح الثمرة.

٣) عند تغليف الثمرة بقماش أسود (لا يوجد اشعاعات تصل الثمرة وعندها تزيد الحرارة) في فصل الصيف أعطت ٥٪ ثمار ناقصة التلوين في منطقة الأكتاف مقارنة مع ٢٥٪ نقص في الثمار المعرضة للاشعاعات والبرودة، هذا يعني أن ٨٠٪ من الثمار المصابة ترجع اصابتها الى الاشعاعات ذات الموجة القصيرة وهذا جعل العالم Lipton سنة ١٩٧٠ يسمي هذا المرض باسم الاصفرار الشمس بدلاً من العقب الأخضر أو اللطخة الناضجة.

يمكن أن يكون للموجات القصيرة تأثيران : -

١) خفض بناء صبغة الكاروتين في اللطخة في الثمار.

٢) خفض إنتاج C_2H_4 في الثمار المصابة (خضراء وحمراء).

تحت الظروف الاستوائية أو في المناطق ذات الكثافة الضوئية العالية فان التظليل يمكن أن يزود الثمار بالبرودة، كذلك فان رش النباتات بمادة بيضاء يعكس الاشعاعات عن الثمرة ويمكن أن يقلل حدوث المرض.

٤ - السمطة الضوئية في البصل Onion Sunscald

تسمى السمطة الضوئية للبصل بلفحة البصل Onion Blast. إن تعرض نباتات البصل لدرجات حرارة عالية واضاءة شمسية قوية ورطوبة نسبية منخفضة بعد فترة كان الجو فيها

غائم رطب، نتيجة لذلك تظهر السمطة الضوئية في البصل. تحت ظروف جوية أبرد وكثافة ضوئية أقل فان النبات يعطي نموات طرية غير طبيعية. تكون المتطلبات المائية تحت هذه الظروف غير كثيرة حيث إن الاحتياجات المائية يمكن الحصول عليها بواسطة المجموع الجذري المحدود.

إن بقية أعراض السمطة الضوئية في البصل تشبه ما ذكر في البقوليات.

٥ - الرقاد في النجيليات والمحاصيل الأخرى

Lodging of Cereals and other Crops

إن الرقاد أو سقوط النباتات يظهر في النجيليات والبسلة قبل موعد الحصاد وهي ظاهرة شائعة في كثير من المناطق، بينما في مناطق أخرى تكون نادرة. لا يوجد هناك سبب واحد بمفرده يسبب الرقاد ولكن هناك عدة أسباب يمكن أن تشارك في ذلك نذكر منها : -

١ - ضعف قواعد السيقان المتكشفة نتيجة لقلة الضوء وزيادة الرطوبة، تكون قلة الضوء نتيجة كثافة الزراعة وازدحامها.

٢ - زيادة النيتروجين أو على الأقل توفر كميات كبيرة من النيتروجين القابل للامتصاص من قبل النبات وهذا يشجع النبات على تكوين نموات عصارية مع مجموع خضري ثقيل.

٣ - وفرة الرطوبة في التربة وفي الهواء والتي تشجع النموات العصارية الكثيفة.

٤ - اضرار الصقيع والتي تؤدي الى موت الأنسجة المرستيمية في مواضع قواعد سلاميات معينة.

٥ - مهاجمة النبات من قبل الآفات الضارة مثل الحشرات والفطريات (أعفان الجذر أو أكلات الساق) والتي يناسبها في تطفلها اضرار الصقيع أو الجروح المرضوضة.

٦ - الاضرار الميكانيكية مثل كسر الساق أو الرقاد بسبب الفعل المباشر للهواء أو البَرَدْ أو الأمطار والعواصف.

٧ – هناك نظريات قديمة تفيد بأن الرقاد يكون نتيجة قلة حمض السلسيليك الذي هو (H_2 Sio3) وهذه النظرية لها مؤيدون ومعارضون.

٨ – إنخفاض اللجنين في خلايا الأنسجة السفلية من ساق النبات.

٩ – إنخفاض نسبة الكربوهيدرات الى النيتروجين.

١٠ – الزراعة الكثيفة خاصة في الأراضي الغنية فتعطي نباتات متزاحمة جداً وقوية وتحجب الاضاءة عن قواعد بعضها البعض.

قد يكون هناك اسباباً أخرى لم أستطع الوصول إليها بعد:

والذى يهمنا فى كل هذه الاسباب هو السبب الأول المتعلق بنقص وصول الاضاءة الكافية الى قواعد سيقان النباتات.

الاعراض :-

إن الرقاد يتسبب جزئياً أو كلياً عن قلة الكثافة الضوئية عند قواعد سيقان النباتات حيث أن نقص الضوء يسبب ضعف هذه السيقان وتستطيل استطالة غير عادية إبتداءً من السلامة الثانية فوق سطح التربة وتنحنى هذه السيقان لان قواعدها لاتستطيع مقاومة حركتها واهتزازها بواسطة الرياح وبالتالى كلما إستطالت النباتات كلما كان ميلها اكثر، فعند وصولها الى ثقل لاتقوى القواعد على حمله مع استمرار الانحناء فان النباتات تسقط فوق بعضها البعض ثم ترتكز على الأرض.

لاتكون النباتات الراقدة ميتة وإنما تستمر فى النمو حتى تصل الى طور النضج ولكن تكون الخسارة كبيرة فى المحصول لصعوبة الحصاد ولتساقط السنابل وصعوبة جمعها بالاضافة الى أن النمو يكون ضعيف جداً والسنابل المتكونة ضعيفة التكوين. يكون القش والتبن سيئ التكوين لطول فترة تلامسه مع الرطوبة الأرضية ولايصلح علفاً للماشية. اذا قمنا بحش النباتات الراقدة وهى فى اطوار النمو الأولى على ارتفاع ٢٠ سم فانها تنمو ثانية بصورة جيدة وقد تعود ثانية الى الرقاد ولكن بنسبة بسيطة.

الوقاية:- يمكن تجنب حدوث الرقاد بالابتعاد عن اسباب المرض المذكورة سابقاً.

استجابة النبات الى الفترات الضوئية
Photoperiodism

سبق وأن ذكرنا فى بداية هذا الفصل أن النباتات تقسم الى ثلاثة أقسام بالنسبة لاستجابتها لطول الفترة الضوئية وهى ١- نباتات النهار الطويل ٢- نباتات النهار القصير ٣- نباتات معتدلة.

يهمنا ونحن نبحث فى علم امراض النبات غير الطفيلية أو الأمراض الفسيولوجية أن نحاول تفسير أية ظاهرة غير طبيعية تبدو على النبات (مرض) وهذا الذى حدى بنا لنتطرق الى هذا الموضوع مع العلم أنه مشروح باسهاب كبير فى كتب فسيولوجيا النبات وسوف نأخذ منه مايفى بالغرض مما قل ودل.

إن طول النهار يعتبر من العوامل الهامة التى تؤثر فى طبيعة توزيع النباتات فى المناطق المختلفة من العالم. فمثلاً اذا كانت فترة الأضاءة اليومية قصيرة جداً فى موسم النمو الذى تكون خلاله الرطوبة والحرارة عاملان يساعدان على النمو وتكوين الازهار وإنتاج الثمار والبذور لنباتات معينة، فان هذه النباتات تزهر فى هذه المنطقة وتحت نفس الظروف وكذلك بالنسبة لطول الفترة الضوئية. إن إختلاف طول الفترة الضوئية يؤثر على تكوين الازهار وإنتاج الثمار والبذور.

إن تكوين الازهار والثمار يمكن أن يُثبط أو يُسرع وذلك حسب أنواع التحورات فى النموات الخضرية والتى تكون إما عملاقة وهنا يقل تكوين الازهار والثمار واما أن تكون متقزمة وهنا تسرع فى تكوين الازهار والثمار. إن تكوين وتخزين المواد الغذائية فى اماكن التخزين مثل البصيلات، الدرنات والجذور يمكن أن تثبط أو تضعف كثيراً نظراً لاختلاف الفترة الضوئية التى يحتاجها النبات عن التى هو معرض لها. يحدث هناك تغيراً فى الصفات التشريحية فى الأوراق وفى بعض الاعضاء الاخرى. كذلك ينخفض إنتاج الالياف وتكون نسبة الازهار المؤنثة الى المذكرة مختلفة فى بعض النباتات عنه فى الحالة الطبيعية وفى بعض حالات ذكرت أنه يتغير جنس النبات كما يحدث فى نبات القنب.

فى بعض النباتات المزروعة قد تكون الغاية النهائية من الزراعة هو الحصول على نموات خضرية غضة كثيرة أو نموات عملاقة بدون الحاجة الى تكوين ازهار أو ثمار وفى هذه الحالة فان إختلاف الفترة الضوئية يكون مرغوباً وليس ضاراً إقتصادياً. اما فى بعض النباتات الاخرى فتكون الغاية النهائية لزراعتها هو الحصول على الازهار والثمار وذلك لقيمتها التسويقية وهنا يحدث الضرر من إختلاف الفترة الضوئية. هناك بعض الأمثلة على إختلاف مدة الاضاءة والاضرار التى تسببها مثال ذلك :-

إن زراعة بعض النباتات مثل السبانخ فى اوائل الربيع فانها تثبت وتعطى نموات جيدة وقوية متوردة ويتأخر ازهارها ولكن عند زراعتها فى أواخر الربيع أو فى الصيف فانها تعطى نموات خضرية ضعيفة وسرعان ماتعطى شماريخ زهرية. مع أن للحرارة تأثير كبير فى جميع مراحل نمو النبات الا أنها فى هذه الحالة ليس لها دور وإنما الدور الفعال هو لطول فترة الاضاءة.

كذلك بالنسبة لنباتات القمح اذا زرعت فى أوائل الربيع أو الصيف فانها تنمو وتعطى نموات قوية ولكنها لاتكوّن سنابل الا إذا بقيت فى التربة الى السنة التالية وتمر فى فترة اضاءة قصيرة فعندها تعطى سنابل.

وجد أيضاً أن نباتات الدخان المزروعة تحت ظروف بيئية مناسبة ولكن فترة الاضاءة طويلة (اوائل الصيف) فان النبات يعطى نموات خضرية كثيرة حوالى ١٠٠ ورقة، وهو على هذه الصفة يكون مرغوباً فيه لأنه يعطى طاقة إنتاجية عالية، الا أنه لايعطى ازهاراً او براعم زهرية الا متأخراً جداً وبالتالى لايتكون بذور (بسبب طول الفترة الضوئية)، ولكن اذا أخذت هذه النباتات ووضعت فى الصوبا الزجاجية على فترة إضاءة عشرة ساعات فان النباتات تعطى ازهاراً وثماراً وبذوراً.

إن البصل من النباتات الحساسة جداً لطول فترة الاضاءة، فاذا زرعت النباتات فى بيئات ذات نهار طويل فانها تفشل فى اعطاء أبصال او إعطاء شماريخ زهرية بل تستمر فى نمو خضرى.

ثانياً: البرق Lightning

تنشأ صواعق البرق من كتل السحاب المكفهر والتى فيها كميات كبيرة من الايونات السالبة الشحنة على سطحها السفلى، كما وأن الارض التى تقع تحت هذه السحب مباشرة تميل لأن تجعل هذه السحب أقل كمية فى الايونات السالبة وبالتالى يحدث تفريغ كهربائى بين السحب المشحونة والأرض عندما يكون الفرق فى الجهد بينهما حوالى (١٠ - ١٠٠) مليون فولت ويمكن أن تستبعد كفاءة عزل الهواء وتنطلق الالكترونات بين السحب والارض على شكل صاعقة برق. فى الحقيقة فان صاعقة واحدة يمكن أن تتكون من عدة تفريغات كهربائية جميعها تحدث خلال أجزاء من الثانية. تكون معظم الطاقة الناتجة من صاعقة البرق (٧٥٪ منها) منتشراً على شكل حرارة. تصل درجة الحرارة فى مجرى صاعقة البرق حوالى ١٥٠٠٠ م وذلك حسب ماذكره (Parker 1965).

كثيراً ما تتأثر الأشجار بصواعق البرق وذلك لأنها الغطاء الخارجى والمغلف لسطح الأرض والتى تكون موصلة جيدة للكهرباء عندما تكون رطبة فى أيام الشتاء. مع أن معظم صواعق البرق تقع على الأشجار، الا أن هناك كثيراً من النباتات الحولية تتضرر من تلك الصواعق.

تختلف الاضرار التى يسببها البرق إختلافات واضحة وتأخذ اشكالاً مختلفة كما يلى :-

١ - لايحدث ضرر واضح. فى هذه الحالة فان البرق يمر الى أسفل الشجرة دون أن يسبب ضرر واضح وهذا من المفترض أن يكون الاكثر شيوعاً عندما يكون قلف الشجرة مشبع تماماً بالمطر ورطب وبالتالى يسمح للشحنة لأن تمر الى أسفل خارج الشجرة بدون أى ضرر (Orville 1968).

٢ - الندبة Scar :- اذا حدث وأن اخترق البرق الشجرة بالقرب من الكامبيوم فان القلف يتمزق ويحدث فيه ثلم بعرض عدة إنشات الى أسفل الشجرة. يمكن أن تكون هذه الندبة على شكل لولبى فى الأشجار ذات الحبيبات الخشبية اللولبية. اذا ما إخترقت صاعقة البرق ساق الشجرة الى مسافة أعمق فانه يتكون ثلم مشرشر وهذا المظهر يختلف عن الثلم المتكون بواسطة اضرار الصقيع او الجفاف بحيث يكون الثلم هنا غير ناعم ولكنه

نظيف. يمكن أن تسير الصاعقة عبر جذر واحد من جذور الشجرة وفى هذه الحالة تنكشف جذور الشجرة وتبتعد عنها حبيبات التربة وتتعرض للجو الخارجى.

٣ - تحطيم الجذع Trunk shatter. إذا ماكانت الصاعقة قد عملت تفريغاً عميقاً فى الساق فان الرطوبة التى فى الخشب تتحول الى بخار مؤدية الى إنفجار يحطم الساق.

بالنسبة لحساسية الأشجار لصاعقة البرق وجد أن البلوط، الدردار، الحور والصنوبر من بين أكثر الأشجار تأثراً وحساسية للبرق أثناء وجودها فى الغابة. ومن ناحية أخرى وجد أن الزان أكثر الأشجار تحملاً لاضرار البرق ويبدو أن هذا النوع من الأشجار يهرب من الاصابة بالبرق نظراً لنعومة القلف والذى عندما يكون رطباً فانه يوصل التيار الكهربائى الى الخارج دون حدوث اضرار للشجرة (Peace 1962).

إن النباتات الاكثر عصارية مثل الطماطم، البطاطس، الكرز ومجموعة نباتات العائلة الصليبية تتأثر بسهولة بصاعقة البرق ويظهر عليها مايسمى بتبقع البرق Lightning Spots فى الحقول حيث أن هذه الظاهرة منتشرة فى الحقول.

لاتكون اضرار الصاعقة ظاهرة على النباتات الا بعد بضع أسابيع من وقوعها، بعد ذلك تصبح الاضرار واضحة على شكل بقع دائرية جافة عارية والتى بواسطتها تموت معظم او كل النباتات تقريباً. وفيما يلى وصفاً تفصيلياً لاعراض صواعق البرق على بعض النباتات.

ا - اضرار البرق على أشجار الغابات :-

لايظهر على الأشجار المصابة اضراراً موضعية ولكنها تموت فى دائرة قطرها ٢٥ قدم بحيث تكون الصاعقة فى مركز الدائرة. لقد إفترض أن موت هذا العدد من الأشجار يرجع الى مايسمى رش البرق (Lightning Spray) والذى فيها يتوزع البرق على شكل عدة أفرع من الأشعة القاتلة. يمكن للتيار الكهربائى المتكون من الصاعقة أن يدخل الى الأشجار عن طريق الأرض حيث تنتقل الشحنة الكهربائية من الارض الى الجذور ومن الجذور الى أعلى وتقتل الساق والأفرع الكبيرة والاوراق. قد يكون هذا متبوعاً بانسخلاخ القلف عن أجزاء من الأشجار. يحدث تشقق فى الأفرع الكبيرة وينفلق الخشب ويتشقق. لقد وجد فى بعض غابات

الصنوبر أن دائرة قطرها حوالى ١٠٠ قدم ماتت جميع الأشجار الصغيرة التى فيها. كانت الأشجار الميتة تتكون اساساً من الصنوبر ذو الورقة الطويلة (سمك ساق الشجرة ١ - ٢.٥ إنش) على ارتفاع ١٥ قدم وكان الموت مفاجئ بحيث أن الأوراق الإبرية الميتة بقيت معلقة على الشجرة.

وجد فى بعض الابحاث أن الشحنة الكهربائية تمر من الشجرة خلال طبقة الكامبيوم حيث أنه أفضل موصل. ترتفع درجة الحرارة فوراً، تتبخر محتويات الخلية، ينفجر القلف ويتشقق الخشب على طول أضعف المناطق وهذا يعتمد على تركيب الخشب. يسير الانفجار طولياً مع الكامبيوم أكثر منه عرضياً فى الخشب. يمكن أن تسير الشحنة الى أعلى الشجرة أو الى أسفل.

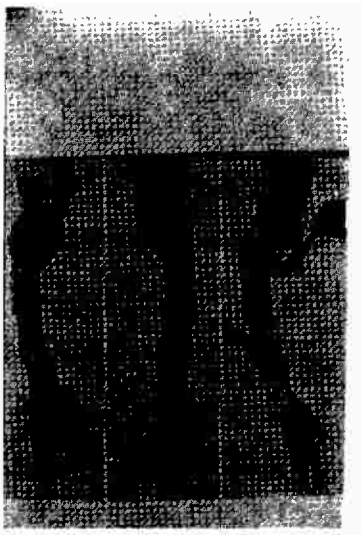
٣ - اضرار البرق على الأنواع النباتية العشبية

نظراً لأن النباتات العشبية تفتقر الى ميكانيكية الانفجار او الإنشقاق التى تتميز بها النباتات الخشبية، فان الاعراض هنا تكون بشكل عام عبارة عن ذبول وإنهيار شبيه بأعراض الجفاف. إن المنطقة التى تحدث فيها الاضرار تميل لأن تكون دائرية بسبب الاشعاعات المنطلقة من التيار المميت خلال سطح التربة. يعتمد حجم المنطقة على نوع التربة وصفات الغطاء النباتى ومقدرته على توصيل التيار الكهربائى. إذا كانت التربة جافة تكون المساحة المتضررة قليلة واذا كانت التربة رطبة فتصل المساحة الى حوالى ٥٠ قدم مربع أو أكثر.

لقد ذكر أن البرق يكون أكثر ضرراً على المحاصيل الحولية الاكثر عصارية مثل الطماطم، البطاطس، والكرنب. لاتكون اضرار البرق دائماً فورية وواضحة. احياناً تتدهور حالة النباتات أو تموت تدريجياً خلال اسابيع وبمرور الوقت تصبح الاعراض واضحة ومن السهولة بمكان أن يكون هناك خلطاً بين أعراض البرق واعراض الاصابة بالكائنات الممرضة وفيما يلى الاعراض بالتفصيل على بعض النباتات.

ا - الكرنب:-

يمكن أن تكون الشحنة الكهربائية التي في السحب عند تفريغها مع سطح الأرض منخفضة لدرجة أنها تسبب اضراراً لنباتات الكرنب دون أن تسبب موتها، تدخل الشحنة الساق على مستوى سطح التربة وتسبب اضراراً بسيطة لقشرة النبات والحلقة الوعائية ولكنها تخترق الأنسجة الاكثر عصارية مثل النخاع والذى يشكل نسبة كبيرة من النبات. تقتل خلايا النخاع لمسافة فوق وتحت نقطة الاختراق (شكل ٤٩). ولايلبث أن يتشكل تجويفاً في منطقة الاصابة محاطاً ببطانة سوداء بنية مكونة من خلايا النبات التي جفت والتي تحطمت بواسطة فعل الانزيمات خلال وبعد عملية التفريغ الكهربائي. يحدث سلسلة من بعض العمليات الفسيولوجية في النبات مثل إنطلاق بعض منظمات النمو والتي تشجع تكشف بعض الجذور العرضية من المحيط الداخلي في الحلقة الوعائية واعداداً لاتحصى من الجذيرات يمكن أن تملأ مركز التجويف الذى تكون. يحدث تكون كالوس فوق القناة الناشئة من التفريغ الكهربائي وفي نفس الوقت فوق الأنسجة السليمة في القشرة ويحدث اضطرابات في نمو النبات وباتجاه غير طبيعي من حيث البراعم الساكنة وندب الاوراق فوق وتحت منطقة الكالوس، يتكون جذور عرضية في ندب الأوراق.



شكل رقم ٤٩: اضرار البرق على الكرنب. A: تظهر انسجة الكالوس على الساق بمستوى سطح التربة. B: الشقوق التي تمر منها الشحنة وظهور الحلقة الوعائية. C: البراعم الساكنة تنبهت واعطت نموات. الصورة مأخوذة من كتاب J. C. Walker. ١٩٦٩.

ب - الطماطم:-

تظهر أعراض الاصابة على نباتات الطماطم على شكل تدلى قمم الفروع ويحدث تجاويف مختلفة فى نخاع الساق. تجف بعض الأوراق وتنهار النباتات، تذبل قمم بعض الأوراق بعد عدة ساعات من حدوث التفريغ الكهربائى، ولكن بعض الاعراض الاخرى لاتظهر الا بعد عدة أيام. يتكون بقع صغيرة طولية أو دائرية مع ظهور مناطق محترقة أو ميتة ومتحللة غير منتظمة الشكل على الساق، الاوراق وعلى الثمار الموجودة فى المحيط الخارجى للنبات بالقرب من مكان التفريغ. يلاحظ إنخفاض بدرجات مختلفة فى نمو النبات. ترتفع درجة الحرارة نتيجة التفريغ الكهربائى وبالتالى ترتفع حرارة النبات والنسج الداخلية للثمار وبالتالى تظهر الثمار وكأنها مطبوخة وتظهر سطوحها منقطة ذات بثرات تتحول فى النهاية الى اللون البنى الداكن. أحياناً يحدث تحلل داخلى فى الثمار عن طريق إنتقال الشحنة لها من الجذور الى حامل الثمرة، قد يمتد هذا التحلل ويظهر على السطح.

جـ - البطاطس :-

تظهر الاعراض على نباتات البطاطس بحيث تنوى النباتات من أعلى الى أسفل. تحدث اكبر كمية من الاضرار فى منطقة حدوث التفريغ حيث تموت النباتات. بجانب النباتات التى تموت مباشرة يظهر درجات مختلفة من إنهيار النباتات الاخرى. تحدث اكثر الاضرار على الساق ويتضرر نخاع الساق، قد تموت الاوراق ولكن نسبة كبيرة منها تبقى حية. أما على الدرنات فيحدث فيها إنفجار وتشقق ويظهر فيها تحللات داخلية بنية تشبه الاعراض المذكورة فى ثمار نباتات الطماطم. يظهر على الدرنات من الخارج مناطق داكنة غائرة مختلفة الاحجام. احياناً يظهر تكسرات فى نهايات البراعم نتيجة لظهور تشققات فى الجلد. عند عمل مقاطع عرضية فى الساق يظهر أن النخاع والخلايا البرانشيمية منهارة فى المناطق المتضررة مع أن الأنسجة الوعائية تتميز بانها تبقى سليمة، هذه الصفة تميز اضرار البرق وتساعد فى التمييز بينها وبين أعراض الاصابة بفطريات الذبول الوعائى.

د - فول الصويا :-

اما أعراض الاصابة على نباتات فول الصويا فتتميز بان تكون السيقان مسودة والاوراق ملفوحة على النباتات المزروعة فى دائرة قطرها ٤٠ - ٥٠ قدم. ولقد ذكر أن البرق جعل النباتات راقدة على الأرض بنفس الطريقة التى تحدثها العواصف الهوائية وهذا يؤدى الى خفض نمو النباتات التى تبقى حية بعد ذلك وينخفض إنتاجها.

هـ - القطن :-

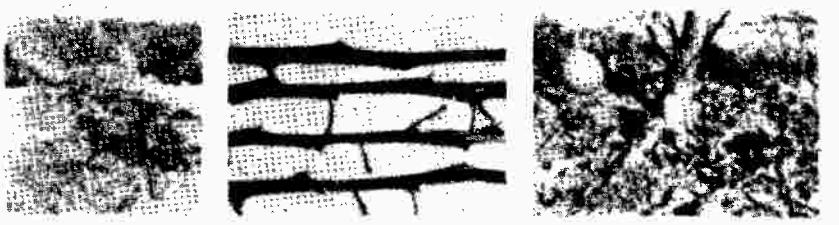
تكون أعراض البرق على القطن بان ينخفض إنتاج النباتات المصابة ويقل نموها الخضرى. تظهر اولى أعراض الانهيار على نخاع الساق، يتحول الى اللون البنى ثم يموت، بعد ذلك تذبل اوراق النباتات، تموت وتسود. تتحول لوزات القطن الى اللون الباهت، الاصفر، وتجف وتسقط. اللوزات التى لم تسقط تفشل فى أن تتفتح. النباتات البعيدة عن منطقة التفريغ الكهربائى خارج دائرة قطرها ٥٠ قدم تتصلب اوراقها وتبقى متماسكة لعدة أيام أو أسابيع ولكن بالتدريج يتغير لونها الى الاصفر ثم الأحمر الاجورى وأخيراً تسود الأنسجة وتموت. تظهر الأنسجة الوعائية وكأنها مصابة بفطريات الذبول.

و: العنب والموز :-

تنهار نباتات العنب، يحدث تحلل داخلي للنخاع فى الساق. يحدث اضراراً للموز فى مساحات كبيرة قد تصل الى دوائر قطرها ٦٠ قدم. تلتف النباتات، تنهار وتسمط بالقرب من مكان حدوث التفريغ الكهربائى. تظهر الأوراق وكأنها مطبوخة ثم تتدلى. يمتد التحلل الى أسفل داخلياً فى الجذع الى الرايزوم. ينتقل الضرر عبر التربة الى النموات الحديثة.

ز: الحمضيات :-

يظهر على قلف الأفرع الصغيرة والاغصان بطش صفراء مخضرة الى صفراء وتكون لامعة ذات أشكال مختلفة قد يكون طولها ٦ - ١٠٠ ملم (شكل ٥٠) أخيراً تصبح البطش مفتوحة ومشققة وذات لون بنى مصفر واخيراً يتشقق القلف الى أشرطة طوليه تنفصل عن الساق تاركة ندب كبيره واضحة على الساق. لاتظهر مثل هذه الاعراض على الاشواك والعقد. يمكن أن يقتل القلف لغاية الخشب ويمكن أن تقتل طبقة غير سميكة منه. تدخل فطريات كثيرة من هذه الشقوق وقد تصل من خلالها الى جذور الشجرة، حيث أن البرق يميت القلف الى قرب سطح التربة. وقد يحدث تحليق لساق الشجرة اذا حدث التفريع فى التربة قرب سيقان الأشجار.



شكل رقم ٥٠: أضرار البرق على الحمضيات. يظهر على الشمال برتقال حلو مطعوم على برتقال حامض. اما في الوسط أجزاء خضراء تضررت من البرق. في اليمين أضرار البرق على تاج الشجرة.

مراجع مختارة للحرارة

Anderson, E. M., 1946. Tipburn of lettuce. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta.* Bull. 829, 14 pp.

Benda, G. T. A., 1962. Heat-induced variegation, a model disease. *Phytopathol.* 52 : 1307 - 1308.

Gates, D. M., 1965. Heat transfer in plants. *Sci. Amer.* 213 : 76 - 84.

Goodin, J. R., R. M. Hoover, and G. F. Worker, Jr., 1966. High temperature effects on sugar beet germination. *Calif. Agr.* 20 : 14 - 15.

Harvey, R. B., 1923. Condition for heaat canker and sunscald in plants. *Minn.* Hort. 51 : 333 - 334.

----------, 1924. Sunscald of tomatoes. *Minn. Stud. Plant Sci., Stud.* Biol. *Sci.* 5 : 229 - 234.

----------, 1925. Conditions for heat canker and sunscald in plants. *J Forest.* 23 : 392 - 394.

Ivanoff, S. S., 1938. "Onion blight" *Annu. Rep.* pp. 260 - 261.

Lipton, W. J. 1963. Influence of maximum air tempaeraature during growth on the occurrence of russet spotting in head lettuce. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83 : 590 - 595.

Lutman, B. F., 1919. Tip burn of potato and other plants. *Vermont Agr. Exp. Sta. Bull.* 214.

MacMillan, H. G., 1923. The cause of sunscald of beans. *Phytopatol.* 13 : 376 - 380.

Mckay, R., 1940. Heat canker of flax. *J. Dept. Agr. Eire* 37 : 383 - 386.

Weintraub, M., and V. T. John, 1966. Cytological abnormalities induced by high temperatures in Tobacco. *Phytopathol.* 56 : 705 - 709.

Low Temperature

Barnard, J. E., and W. W. Ward, 1965. Low temperature and bole canker of sugar male. *Forest. Sci* 11 : 59 - 65.

Campbell, T. E., 1955. Freeze damages shortleaf pine flower. J. *Forest.* 53 : 452.

Clarke, W. S., Jr., 1946. Effects of low temperatures on the vegetation of the Barrens in central Pennsylvania. *Ecology.* 27 : 188 - 189.

Daubenmire, R., 1956. Climate as a determinant of vegetation distribution in eastern Washington and northern Idaho. *Eco. Monagr.* 26 : 131 - 154.

Fergus, C. L., 1956. Frost cracks on oak. *Phytopathol.* 46 : 297.

Gigante, R., 1946. Laciniation of peach leaves caused by cold. *Boll. Staz Pat Beg. Rono.* 20 : 125 - 136.

Hubert, E. E., 1930. Forest - tree diseases caused by meteorological conditions. *U. S. Mon. Weather Rev.* 58 : 455 - 459.

Jones, F. R., 1928. Winter injury of alfalfa. *Z. Agr. Res.* 37 : 189 - 211.

Kozlowski, T. T., 1962. Daily radial growth of oak in relation to maximum and minimum temperature. *Bot. Gaz.* 124 : 9 - 17.

Mowry, J. B., 1964. Seasonal variation in cold hardiness of flower buds on 91 peach varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort.* Sci. 85 : 118 - 127.

Pedersen, Arthur, 1953. Frost damaage in the pine forest. *Carib. Forest.* 14 : 93 - 96.

Perry, T. O., and G. W. Baldwin, 1966. Winter breakdown of the photosynthetic apparatus of evergreen species. *Forest Sci.* 12 : 298 - 300.

Phillips, F. J., 1947. Effect of a late spring frost in the southwest. *Forest. Irrig.* 13 : 484 - 492.

Shreve, F., 1914. The role of winter temperature in determining the distribution of plants. *Amer. j. Bot.* 1 : 194 - 202.

Simons, R. K., and R. V. Loss, 1963. The morphological and anatomical development of apples injured by late spring frosts. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83 : 88 - 100.

Studhalter, R. A., 1942. Apparatus for the production of artificial frost injury in the branches of living trees. *Science* 96 : 165.

Troshin, A. S. (ed.), 1967. "The cell and environmental temperature" pergamon Press, Oxford, 462 pp.

Wagener, W. W., 1949 Top dying of conifers from sudden cold. *J. Forest* 47 : 49 - 53.

Wierenga, P. J., and R. M. hagan, 1966. Effects of cold irrigation water on soil temperature and crop growth. *Calif. Agr.* 20 : 14 - 16.

التجمد

Hilborn, M. T., and R. Bonde. 1942. Anew form of low - temperature injury in potatoes. *Amer. Potato J.* 19 : 24 - 29.

Holbert, J. R., and W. L. Burlison. 1929. Studies of cold resistance and susceptibility in corn. *Phytopatol.* 19 : 105 - 106.

Jones, L. R. *et al.* 1919. Frost necrosis of potato tubers. *Wis. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 46.

Rose, D. H., *et al.* 1944. Freezing injury of fruits and vegetables *U. S. Dep. Agr. Circ.* 713.

Sprague, M. A., and L. F. Graber. 1943. Ice sheet injury to alfalfa. *J. Amer. Soc. Agron.* 35 : 881 - 894.

Walker, J. C. 1939. Freezing injury to canning peas. *Phytopathol.* 29 : 188 - 194.

Wright. R. C. 1937. The freezing temperature of some fruits, vegetables and florists. stocks. *U. S. Dep. Agr. Circ.* 447.

---------- and H. G. Diehl. 1927. Freezing injury to potatoes. *Ibid.* 27.

البَرَدْ

Curtis, J. D., 1936. Snow damage in plantations. *J. Forest.* 34 : 613 - 19.

Hawthorn, L. R., 1943. Simulated hail injury on yellow Bermuda onions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 43 : 265 - 271.

Littlefield, L. J., 1964. Effects of hail damage on yield and stalk rot infection in corn. *Plant Dis Rep.* 48 : 169 - 170.

Marsden, D. H., 1951. Hail injury to trees. *Trees* 12, 2 pp.

Riley, C. G. 1953. Hail damage in forest staands. *Forest Chron.* 29 : 139 - 143.

الثلج، الجليد

Beard, J. B., 1964. Effects of ice, snow and water covers on Kentucky bluegrass, annual bluegrass and creeping bentgrass. *Crop Sci.* 4 : 638 - 640.

Duterme, C. J., 1965. Snow damage in pine stands. *Bull. Soc. Forest. Belg.* 72 : 167 - 170.

الضوء

Eisenbud, Merril, 1964 "Environmental radiation" McGraw-Hill, New York 430 pp.

Hillman, W. S., 1956. Injury of tomato plants by continuous light and unfavorable photoperiodic cycles. *Amer. J. Bot.* 43 : 89 - 96.

MacMillan, G. H., 1923. Cause of sunscald of beans. *Phytopathol.* 13 : 376 - 380.

Shirley, H. L., 1929. The influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. *Amer. J. Bot.* 16 : 354 - 390.

Strothman, R. O., 1967. The influence of light and moisture on the growth of red pine seedlings in Minnesota. *Forest Sci.* 13 : 183 - 191.

البرق

Adam, D. B. 1938. The injury of grapevines by lightning strike. J. *Austral. Inst. Agr. Sci.* 4 : 162 - 164.

Brown, H. D., and M. W. Gardner. 1923. Lightning injury to tomatoes. *Phytopathol.* 13 : 147.

Burr, S. 1933. Lightning injury to potatoes. *Gard. Chron.* 94 : 48.

Jones, L. R. 1917. Lightning injury to kale. *Phytopathol.* 7 : 140 - 142.

---------- and W. W. Gilbert. 1915. Lightning injury to potato and cotton plants. *Ibid.* 5 : 94 - 102.

---------- and ---------- 1918. Lightning injury to herbaceous plants. Ibid 8 : 270 - 282.

Munn, M. T. 1915. Lightning injury to onion. *Ibid* 5 : 197.

Orton, C. R. 1921. Lightning injury to potaato and cabbage. *Ibid.* 11 : 96 - 98.

Reinking, O. A., 1938. Lightning injury in banana plantation. *Phytopathol.* 28 : 224.

Rhoads, A. S., 1943. Lightning injury to pine and oak trees in Florida. *Plant Dis.* Rep. 27 : 556 - 557.

Smith, A. L., 1943. Lightning injury to cotton. Phytopathol. 33 : 150 - 155.

Thompson, A. R., 1943. Lightning - struck tree survey. *Proc. 19th Nat. Shade Tree* Conf. 34 - 41.

Wadsworth, F. H., 1943. Lightning damage in ponderosa pine stands of northern Arizona. *J. Forest.* 41 : 684. - 5.