الجزء الثانى

دراسة أمراض نبات معينة

الباب الأول

العوامل البيئة

المسببة لأمراض النبات

الباب الأول

العوامل البيئة

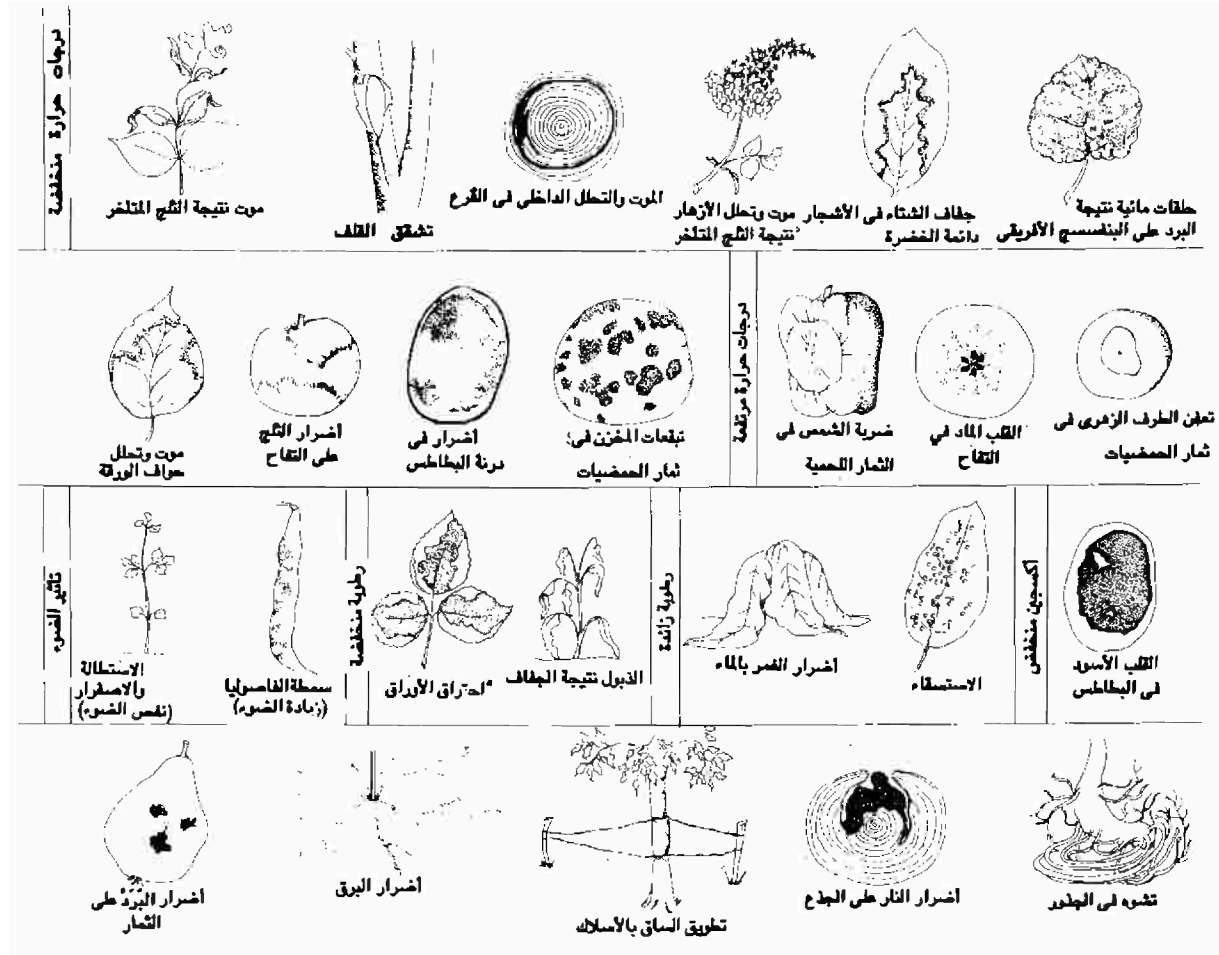
المسببة لأمراض النبات

مقدمة :

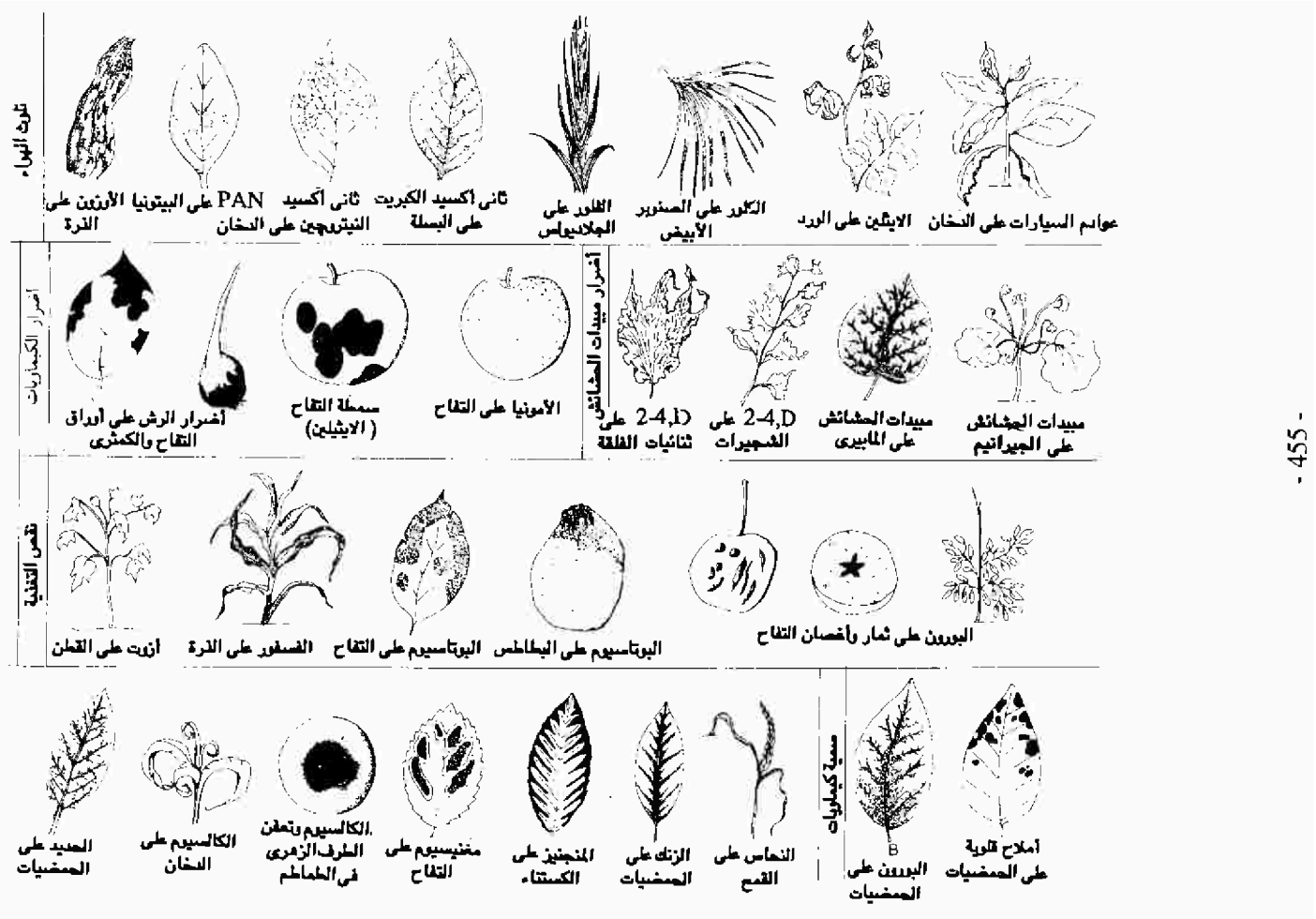
تنمو النباتات جيداً ضمن عدد من العوامل المختلفة التى تكون بيئتها. مثل هذه العوامل تتضمن الحرارة، رطوبة التربة، المواد الغذائية في التربة، الضوء، تلوث التربة والهواء، تركيب التربة وحموضتها. مع أن هذه العوامل تؤثر على جميع النباتات النامية في الطبيعة إلا أن أهميتها كثيرة إلى حد بعيد بالنسبة للنباتات المزروعة التى غالباً ما تزرع بواسطة الإنسان في مناطق تحصل على متطلباتها بشق الأنفس لتنمو طبيعياً. زيادة على ذلك فإن النباتات المزروعة تتكرر زراعتها أو تحفظ فى بيئة صناعية تماماً (الصوبات الزجاجية، المنازل، المستودعات ... الخ) أو أنها تتعرض لعدد من العمليات الزراعية (التسميد، الري، الرش بمبيدات الآفات .. الخ) التي يمكن أن تؤثر في نموها إلى حد بعيد.

صفات عامة :

إن الصفات العامة لأمراض النبات غير المعدية تتضمن الآتي (١) أنها تتسبب عن زيادة أو نقص في شيء ما يدعم حياتها. (٢) الأمراض غير المعدية تحدث في غياب الكائنات الممرضة وبالتالي فلا يمكن انتقالها من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة. (٣) الأمراض غير المعدية يمكن أن تؤثر على النباتات فى جميع أطوار حياتها، مثل البذرة، البادرة النبات الناضج أو الثمرة. (٤) يمكن أن تسبب الأمراض غير المعدية أضراراً فى المخزن، في الحقل أو في السوق. إن الأعراض المتسببة عن الأمراض غير المعدية تختلف في نوعها وشدتها وذلك حسب نوع العامل البيئي المؤثر، ودرجة انحرافه عن وضعه الطبيعي: تتراوح الأعراض من البساطة إلى الشدة، وحتى يمكن أن تموت النباتات من شدة الإصابة.


درجات حرارة منخفضة
حلقات مائية نتيجة البرد على البنفسج الأفريقى
جفاف الشتاء فى الأشجار دائمة الخضرة
موت وتحلل الأزهار نتيجة الثلج المتلخر
الموت والتحلل الداخلى فى الفرع
تشقق القلف
موت نتيجة الثلج المتلخر
درجات حرارة مرتفعة
تعفن الطرف الزهرى فى ثمار الحمضيات
القلب الماء في التفاح
ضربة الشمس فى الثمار اللحمية
تبقعات المخزن فى ثمار الحمضيات
أضرار فى درنة البطاطس
أضرار الثلج على التفاح
موت وتحلل حواف الورقة
أكسجين منخفض
القلب الأسود فى البطاطس
الاستسقاء
أضرار الغمر بالماء
رطوبة زائدة
الذبول نتيجة الجفاف
تمزق الأوراق
رطوبة منخفضة
سمطة الفاصوليا (زيادة الضوء)
الاستطالة والاصفرار (نقص الضوء)
تأثير الضوء
تشوه فى الجذور
أضرار النار على الجذع
تطويق الساق بالأسلاك
أضرار البرق
أضرار البرد على الثمار

تابع شكل ٣٦



شكل ٣٦ أنواع مختلفة من الأعراض المتسببة عن عوامل بيئية مختلفة.

التشخيص :

يكون تشخيص الأمراض غير المعدية أحياناً سهلاً وذلك بواسطة وجود أعراض مميزة على النبات يعرف منها أن النباتات مصابة بأمراض غير معدية متسببة عن نقص أو زيادة في عامل معين (شكل ٣٦) وفي أحيان أخرى يمكن أن يتم التشخيص بالفحص الدقيق وتحليل الظروف الجوية السائدة قبل وأثناء ظهور المرض، تحليل التغيرات الحديثة في المواد الملوثة للجو والتربة في أو قرب المنطقة المزروع فيها النباتات، دراسة العمليات الزراعية أو الحوادث المحتمل وقوعها في سير هذه العمليات وتسبق ظهور المرض. وعلى أية حال فإن أعراض الأمراض غير المعدية غالباً ما تكون غير مميزة كثيراً وهي متشابهة إلى حد بعيد مع تلك الأعراض المتسببة عن عديد من الفيروسات، ميكوبلازما ... الخ والمتسببة عن عديد من الكائنات الممرضة للجنور. لذا فإن تشخيص مثل هذه الأمراض غير المعدية يصبح على مقدار كبير من التعقيد، عند ذلك يجب على الشخص أن يحصل على إثبات بعدم وجود أي من الكائنات الممرضة على النبات والتي من الممكن أن تسبب المرض، ويجب أن يظهر المرض على نباتات سليمة بعد تعريضها إلى ظروف مشابهة لتلك التي يعتقد على أنها مسببات المرض. ولزيادة التمييز بين العوامل البيئية المسببة لأعراض متشابهة، يجب على الباحث أن يعالج النباتات المريضة إذا كان ذلك ممكناً، وذلك بتنميتها تحت ظروف تكون فيها درجة أو كمية أنحراف العامل البيئي المتوقع على أنه مسبب المرض مضبوطة في وضعها العادى.

المقاومة :

يمكن مقاومة أمراض النبات غير المعدية وذلك بتجنب العوامل البيئية المتطرفة المسئولة عن مثل هذه الأمراض، أو عن طريق حماية النباتات أو تزويدها بمواد يمكنها أن تضع هذه الظروف في المستويات الملائمة لنمو النبات..

تأثيرات الحرارة :

تنمو النباتات طبيعياً على درجة تتراوح من ١ - ٤٠ م، معظم أنواع النباتات تنمو أفضل على درجة حرارة بين ١٥ - ٣٠ م. يمكن أن تبقى النباتات المعمرة وأعضاء التخزين مثل البنور

والكورمات للنباتات الحولية، حية، على درجات حرارة أعلى أو أقل من درجات الحرارة العادية إلى حد كبير، حيث تتراوح من ١ - ٤٠ م. إن الأنسجة الحديثة النامية في معظم النباتات والنمو الكلي لمعظم النباتات الحولية تكون عادة حساسة جداً لدرجات الحرارة القريبة من أو التي وراء الحدود القصوى لهذا المعدل.

إن درجات الحرارة القصوى والصغرى التي يستطيع أن يستمر عليها النبات في نموه الطبيعي تختلف كثيراً حسب نوع النبات وطور النمو الذي يكون فيه النبات خلال درجات الحرارة المنخفظة أو المرتفعة. وبالتالي فإن النباتات مثل الطماطم، الحمضيات، النباتات الإستوائية الأخرى تنمو أفضل على درجات حرارة عالية وتتضرر بشدة عندما تنخفض درجات الحرارة إلى قرب أو تحت نقطة التجمد. ومن ناحية أخرى فإن النباتات مثل الكرنب، القمح الشتوي، البرسيم الحجازي ومعظم النباتات المعمرة في المنطقة المعتدلة يمكن أن تتحمل درجات الحرارة تحت التجمد إلى حد كبير بدون أي وضوح للتأثيرات المرضية على النبات. حتى نباتات المنطقة المعتدلة يمكن أن تتضرر وتموت أخيراً إذا انخفضت درجات الحرارة كثيراً.

يمكن أيضاً أن يختلف النبات في قابليته لتحمل درجات الحرارة المتطرفة حسب أطوار نموه المختلفة. وبالتالي فإن النباتات الكبيرة والمتصلبة تكون أكثر مقاومة لدرجات الحرارة المنخفضة من البادرات الحديثة. أيضاً فإن الأنسجة المختلفة أو الأعضاء المختلفة على نفس النبات يمكن أن تختلف كثيراً في حساسيتها إلى نفس الانخفاض في درجة الحرارة. تكون البراعم أكثر حساسية من الأفرع الصغيرة، الأزهار والثمار المتكونة حديثاً تكون أكثر حساسية من الأوراق وهكذا.

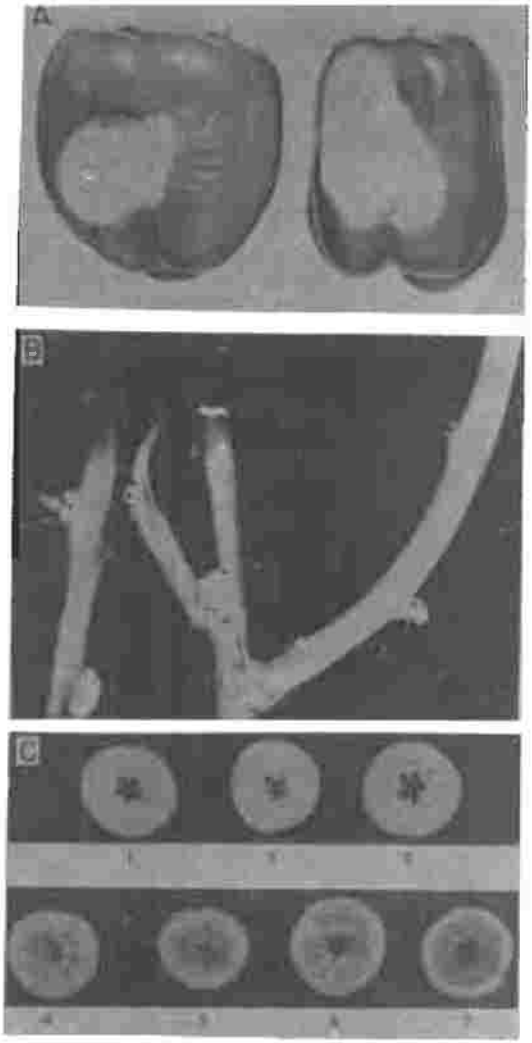
تأثير الحرارة المرتفعة :

بشكل عام تتضرر النباتات بسرعة وأكثر إلى حد ما عندما تصبح درجة الحرارة أعلى من الدرجة القصوى لنمو النبات أكثر منها عندما تنخفض درجة الحرارة عن الدرجة الصغرى لنمو النبات. على أية حال فإن درجات الحرارة العالية كثيراً نادرة الحدوث في الطبيعة. يبدو أن

درجات الحرارة العالية تسبب تأثيراتها على النبات مقترنة مع تأثير العوامل البيئية الأخر، خاصة الإضاءة الشديدة، الجفاف، نقص الأوكسجين، أو رياح شديدة مصحوبة برطوبة نسبية منخفضة. إن درجات الحرارة العالية تكون عادة مسئولة عن أضرار ضربة الشمس (شكل ٣٧، A) التي تظهر على الجهة المعرضة للشمس من الثمار اللحمية والخضروات مثل، الفلفل، التفاح، الطماطم، أبصال البصل ودرنات البطاطس. يمكن أن تكون درجة حرارة أنسجة الثمرة تحت السطح المواجه للشمس، في الأيام الحارة المشمسة أعلى بكثير من تلك التى فى الجهة المظللة ومن الهواء المحيط. هذا يؤدي إلى تغير اللون، مظهر مشبع بالماء، لمعان، وجفاف الأنسجة تحت الجلد الذى يؤدي إلى مناطق غائرة على سطح الثمرة. يمكن أن يتكشف على الأوراق العصيرية للنباتات أعراض ضربة الشمس أيضاً عندما تسود فترة ذات طقس ممطر ملبد بالغيوم خاصة عندما يتبعها أيام حارة مشمسة. يظهر مناطق غير منتظمة على الأوراق تصبح خضراء باهتة في البداية ولكن لا تلبث أن تنهار وتكون بقع بنية جافة. إن هذا العرض شائع إلى حدما فى الأوراق اللحمية لنباتات البيوت الموضوعة بجانب الشبابيك وتعريضها جنوبياً في الربيع المبكر والصيف عندما تسخن أشعة الشمس الأوراق اللحمية بدرجة عالية. إن درة حرارة التربة المرتفعة عند مستوى سطح التربة تقتل البادرات الصغيرة (شكل ٣٧، B) أو تسبب تقرحات على منطقة التاج في سيقان النباتات الكبيرة. يبدو أن درجات الحرارة المرتفعة تتدخل أيضاً في اضطراب القلب المائى في التفاح (شكل ٣٧، C) وترتبط بتخفيض الأوكسجين في القلب الأسود في البطاطس.

تأثير الحرارة المنخفضة :

تتسبب أضراراً كبيرة جداً للمحاصيل عند انخفاض درجة الحرارة أكثر من الأضرار المتسببة عن ارتفاع درجة الحرارة. إن درجات الحرارة المنخفضة حتى فوق التجمد يمكن أن تضر نباتات المناطق الدافئة مثل الذرة والفاصوليا. ويمكن أن تسبب تحلية زائدة، لذا فإنه أثناء القلى، تحدث كرملة غير مرغوبة في البطاطس وذلك بسبب تحول النشا إلى سكر على درجات الحرارة المنخفضة.



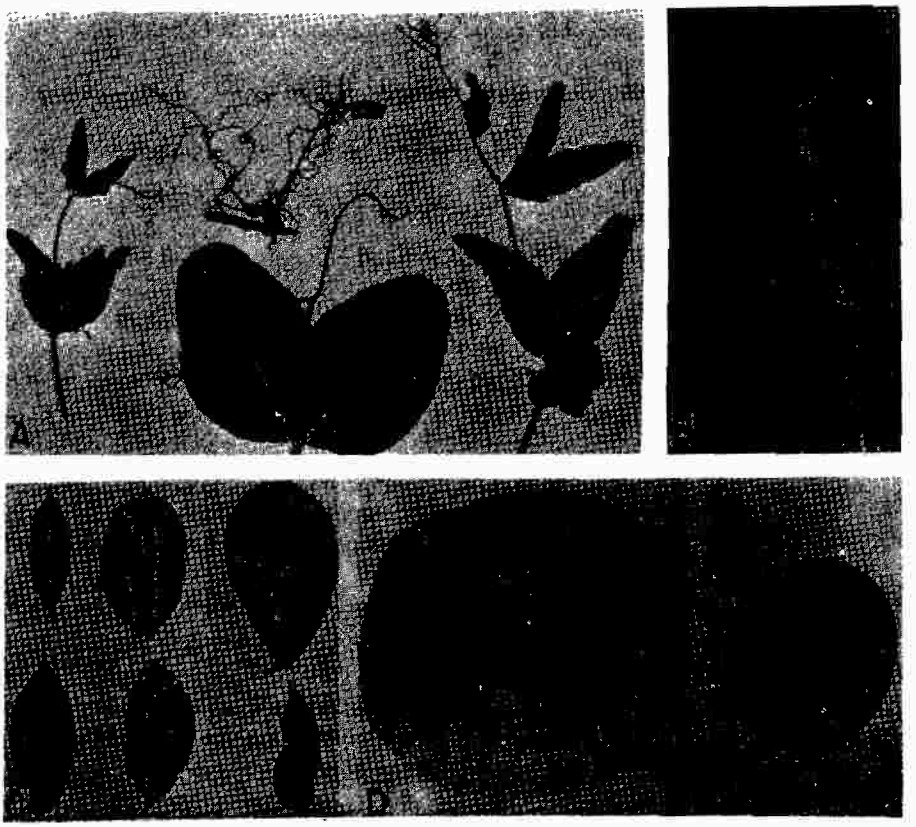
شكل – ٣٧

A= أضرار سمطة الشمس على ثمار الفلفل. B= إشطاءات البطاطس ميتة على مستوى سطح التربة وذلك بسبب ارتفاع درجة الحرار. C= مراحل تكشف القلب المائى فى تفاح دلشص. رقم واحد سليم.

تسبب درجات الحرارة الأقل من درجة التجمد أضراراً مختلفة للنباتات، هذه الأضرار تتضمن الضرر المتسبب عن الثلوج المتأخرة على القمم المرستيمية الحديثة (شكل ٣٨، A _ C) أو النباتات العشبية بأكملها، أو أن البراعم تقتل بالثلج، مثل براعم الخوخ، الكرز والأشجار الأخري، أو تقتل الأزهار، الثمار الصغيرة وفي بعض الأحيان الأفرع العصيرية في معظم الأشجار. إن أعراض الأشرطة الثلجية تتألف من تلون، وجود أنسجة فلينية في شريط أو منطقة متسعة على سطح الثمرة، غالباً ما تظهر على التفاح، الكمثرى.. الخ متبعة حدوث الثلج المتأخر. (شكل ٣٨ D). إن درجات الحرارة المنخفضة في الشتاء يمكن أن تقتل الجذور الصغيرة للأشجار مثل التفاح ويمكن أيضاً أن تسبب تشقق القلف وتكشف تقرحات على الجذوع والفروع الكبيرة خاصة في الجانب المعرض للشمس، لعديد من أنواع أشجار الفاكهة. (شكل ٣٨، B، ٣٩). إذا عمل مقطع عرضي في الأفرع الكبيرة يمكن أن يظهر حلقة سوداء أو حالة القلب الأسود في الخشب. أما الأنسجة اللحمية مثل درنات البطاطس يمكن أن تتضرر على درجات حرارة أدنى من التجمد. يختلف الضرر اعتماداً على مقدار الانخفاض في درجة الحرارة ومدة بقاء درجة الحرارة منخفضة. تؤثر الأضرار المبكرة على الأنسجة الوعائية الرئيسية فقط، وتظهر على شكل حلقة من الخلايا الميتة، أما الضرر في العناصر الوعائية الدقيقة التي هي منتشرة في الدرنة تعطي مظهراً شبكياً للخلايا الميتة، عندما يصبح الضرر أكثر شمولية فأن قطع كبيرة من الدرنة تتلف ويتخلق ما يسمى موت الخلايا وتحللها على شكل لطع Blotch - type necrosis (شكل ٣٨، E).

تأثير الحرارة المنخفضة على نباتات الظل :

إن نباتات الظل (نباتات البيوت) سواء كانت مزروعة في بيت أو في صوبات زجاجية فهي حساسة بشكل خاص لدرجات الحرارة المنخفضة سواء في مكان نموها أو أثناء نقلها من الصوبا الزجاجية أو دكان الأزهار إلى البيت أو من بيت إلى آخر. إن نباتات الظل هى غالباً نباتات استوائية تنمو بعيداً جداً عن مناخها العادي. إن تعريض مثل هذه النباتات إلى درجات حرارة منخفضة، ليس بالضرورة للتجمد، قد يسبب تقزم، اصفرار، تساقط الأوراق أو البراعم



شكل – ٣٨

A= أضرار البرد على الأوراق والقمم فى نبات البسلة الحديث نتيجة الثلج المتأخر. B= تشقق القلف على جذع شجرة التفاح بسبب إنخفاض درجة حرارة الشتاء .

C= أضرار الثلج المتأخر على أوراق الكمثرى الظاهرة حديثاً، فى الشمال تلون السطح العلوى، فى الوسط خط متلون وميت متحلل كما يلاحظ على السطح العلوى للورقة، اليمين خط ميت ومتلون على السطح السفلى.

D= أضرار الثلج على ثمار التفاح.

E= أضرار درجات الحرارة المنخفضة على درنات البطاطس فى المخزن.

.. الخ وبالمثل عندما تنمو داخلياً. حتى النباتات المحلية تبقى في حالة نمو خضرى عصيرى جداً وتكون غير مهيأة نهائياً لتأثير درجات الحرارة المنخفضة وخاصة تحت التجمد. إن النباتات القريبة من الشبابيك أو الأبواب خلال أيام الشتاء الباردة وخاصة بالليل، فإنها تتعرض لدرجات حرارة منخفضة كثيراً عن تلك النباتات البعيدة عن الشبابيك وكذلك أيضاً التشققات أو الكسور في الشبابيك، ثقوب المنافذ الكهربائية على الجدر الخارجية .. الخ تسمح بدخول هواء بارد قد يضر النباتات. إن انخفاض درجات الحرارة ليلاً تحت ١٢م قد يسبب تحول الأوراق وبشكل خاص البراعم الزهرية لعديد من النباتات إلى اللون الأصفر وتسقط. إن تعريض نباتات الظل إلى درجات حرارة تحت التجمد لعدة دقائق أو عدة ساعات أثناء حملها أو نقلها فى صندوق السيارة من الصوبا الزجاجية إلى البيت قد يؤدي إلى موت كثير من النموات والأزهار أو يؤدي إلى صدمة مفاجأة للنباتات بعدها تحتاج النباتات إلى أسابيع أو شهور حتى ترجع سليمة تماماً. مثل هذه الصدمة غالباً ما تلاحظ على النباتات التي حفظت في البيوت ثم نقلت وزرعت في الحقل في الربيع عندما تكون درجات الحرارة خارج البيت، مع أنها ليست درجة تجمد ورغم ذلك فإنها منخفضة كثيراً عن درجات الحرارة في الصوبا الزجاجية. حتى بدون تأثير الصدمة فإن النباتات النامية على درجات حرارة، بشكل عام قريبة من درجة الحرارة الدنيا أو درجة الحرارة العليا التي تحدد المجال الطبيعي لنموها، عند درجات الحرارة هذه فإن النباتات تنمو بضعف وتنتج أزهاراً وثماراً قليلة وصغيرة.

ميكانيكية ارتفاع وإنخفاض الحرارة في أضرار النبات :

إن الميكانيكية التي تؤثر بها درجات الحرارة العالية والمنخفضة في ضرر النبات هي مختلفة تماماً. إن درجات الحرارة العالية تثبط بوضوح بعض النظم الأنزيمية وتسرع نظم أنزيمية أخرى وهذا يؤدي إلى تفاعلات بيوكيميائية غير عادية وموت الخلية. أما درجات الحرارة العالية جداً يمكن أن تسبب أيضاً تخثر وتغيير طبيعة البروتين وتمزق أغشية السيتوبلازم، الاختناق، ومن المحتمل انطلاق نواتج سامة في الخلية.

ومن ناحية أخرى فإن درجات الحرارة المنخفضة تسبب أضراراً للنباتات بشكل أساسي عن طريق تشجيع تكوين الجليد بين و / أو في داخل الخلايا. إن الماء النقي، إلى حد ما،

الموجود في المسافات بين الخلايا يتجمد أولاً على درجة حرارة تقارب صفر مئوي بينما الماء الموجود داخل الخلية، حيث يحتوي على مواد ذائبة، واعتماداً على طبيعتها وتركيزها، فإنها تخفض نقطة تجمد هذا الماء لعدة درجات. زيادة على ذلك عندما يصبح الماء الموجود بين الخلايا جليداً فإن كثير من البخار (ماء) يتحرك خارج الخلايا إلى المسافات بين الخلايا حيث يصبح هناك جليداً. إن تقليل المحتوى المائي في الخلايا يخفض درجة تجمد الماء داخل الخلية إلى درجة أقل من الصفر كثيراً، حيث لا تتضرر الخلية من ذلك إذا استمرت على هذه الدرجة. لكن تحت هذه النقطة تتكون بلورات الجليد في الخلية وتمزق الغشاء البلازمي وتسبب ضرراً للخلية ثم موتها. تختلف نقطة تجمد الماء في الخلايا باختلاف الأنسجة والأنواع النباتية، في بعض أنسجة الأنواع النباتية في المناطق الشمالية والمتحملة للشتاء، ربما لا يتكون الجليد أبداً في الخلايا بصرف النظر عن مقدار الانخفاض في درجات الحرارة، حتى عندما يتكون الجليد، فإنه يتكون في المسافات بين الخلايا فقط، قد تتضرر الأنسجة والخلايا إما بواسطة الضغط الداخلي المتولد عن بلورات الجليد أو عن طريق فقد الماء من برتوبلازم الخلايا إلى المسافات البينية. هذا الفقد يسبب البلزمة وفقد الماء من البروتوبلازم الذي قد يسبب تخثره. إن سرعة انخفاض درجة الحرارة في النسيج أيضاً مهمة، نظراً لأن هذا يؤثر على كمية الماء المتبقية في الخلية وبالتالي درجة تجمد محتويات الخلية. وبالتالي فإن الأنخفاض السريع في درجة الحرارة قد يفضي إلى تكوين جليد داخل الخلية بينما الانخفاض البطيء إلى نفس درجة الحرارة لا يؤدي إلى تكوين جليد في الخلية. قد يكون لسرعة ذوبان الجليد نفس التأثيرات المختلفة نظراً لأن سرعة الذوبان قد تغمر المنطقة بين جدار الخلية والبروتوبلاست وقد تسبب تشقق وتمزق في البروتوبلاست إذا كان هذا البروتوبلاست غير قادر على إمتصاص الماء بنفس السرعة الذي يتوفر فيها الماء من الجليد الذائب في المسافات بين الخلايا.

إن تكوين الجليد في الماء البارد جداً في أوراق النبات يتأثر كثيراً بنوع وعدد البكتيريا الهوائية التي يمكن أن توجد على سطح الأوراق. هناك سلالات معينة لبعض الكائنات الممرضة مثل بسيدوموناس سيرنجي *Pseudomonas syringae* وبعض البكتريا الرمية عندما توجد على أو في الغرفة تحت الثغرية في الأورق فهي تعمل كمساعدات في خلق نواة للجليد. عند

وجود هذه الكائنات لوحدها فإن هذه البكتريا المنشطة لتكوين نواة الجليد تحث الماء البارد جداً المحيط بها وفي خلايا الورقة ليشكل بلورات وبالتالي يسبب أضرار الصقيع في الأوراق والأزهار وهذا يتم على درجات حرارة أعلى كثيراً من (- ٢ م) عنه في غياب هذه البكتيريا الذي يكون عادة (تقريباً من - ٥ الى - ١٠م).

شكل ٣٩

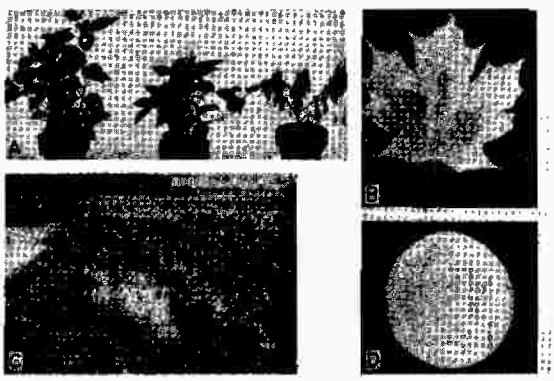
A= أضرار الثلج على النموات الحديثة في الرودودندرون.

B= تشقق ساق الرودودندرون المتسبب عن الثلج.

الرطوبة :

إن الإضطرابات في رطوبة التربة لها تأثير كبير على النبات أكثر من تأثير أي عامل بيئي بمفرده، فهي المسئولة إلى حد بعيد عن كثير من النباتات ضعيفة النمو، ومسئولة عن عدم خصوبة النباتات في كل سنة في مناطق كبيرة واسعة. قد تعاني الأقاليم الكبيرة أو الصغيرة من الجفاف لمدة طويلة من الزمن. إن كميات الماء الأقل من المستوى العادي المتوفرة للنباتات في

هذه المنطقة قد تؤدي إلى خفض النمو، ظهور أعراض مرضية، أو حتى موت النباتات. قد تكون الرطوبة المنخفضة أيضاً متمركزة في بعض أنواع الأراضي، المنحدرات، طبقات الأراضي غير السميكة والموجودة تحتها الصخور أو الرمال، وهذا يؤدي إلى ظهور رقع أرضية تظهر فيها النباتات كأنها مريضة، بينما المناطق المحيطة مباشرة تظهر وكأنها تحوي كميات كافية من الرطوبة والنباتات التي فيها تكون نامية عادياً. إن النباتات التى تعاني من نقص فى كفاية رطوبة التربة غالباً ما تبقى متقزمة وتكون ذات لون أخضر باهت إلى أصفر فاتح، وتحمل قليلاً من الأوراق الصغيرة ثم تتدلى هذه الأوراق، تكون الأزهار والثمار هزيلة وإذا استمر الجفاف تذبل النباتات وتموت (شكل ٤٠). مع إن النباتات الحولية تعتبر أكثر قابلية للتأثر بالفترات القصيرة من الرطوبة المنخفضة، فإنه حتى النباتات المعمرة والأشجار تتضرر بالفترات الطويلة من الجفاف وتعطي نمواً ضعيفاً، صغيراً، أوراق محترقة، فروع صغيرة، موت رجعي (موت القمم)، تساقط الأوراق، وأخيراً الذبول والموت. تكون النباتات التي أضعفها الجفاف أكثر قابلية للإصابة ببعض الكائنات المرضة والحشرات..



شكل - ٤٠

A= على الشمال نبات شجيرة الفوشيه، سليم. في الوسط نبات متقزم نتيجة لعدم كفاية الماء ونبات ذابل نتيجة لقلة الماء. B= احتراق الأوراق نتيجة لعدم كفاية الماء الواصل إلى الورقة.

C= تقزم وذبول وموت نباتات الذرة في منطقة منخفضة من الحقل مغمورة عدة أيام بمياه الأمطار الغزيرة.

D= منطقة جافة غائرة بنية على البرتقال متسببة عن إنخفاض الأكسجين أثناء التخزين.

الرطوبة الجويـــة :

إن انخفاض الرطوبة في الجو (يعني رطوبة نسبية منخفضة) تكون عادة مؤقتة ونادراً ما تسبب أضراراً. عندما يرافق انخفاض الرطوبة رياح ذات سرعة عالية ودرجات حرارة عالية قد تؤدى إلى سرعة فقد الماء من المجموع الخضري ويمكن أن تفضي إلى احتراق الورقة أو تجعد الثمرة وذبول مؤقت أو دائم للنباتات. إن الظروف التي تكون فيها الرطوبة النسبية المنخفضة شائعة وضارة تكون بشكل خاص لنباتات البيوت أثناء الشتاء، وذلك لأنه في البيوت الحديثة أو الشقق السكنية فإن التدفئة توفر لنمو النبات درجات حرارة مناسبة ولكنها غالباً ما تجفف الهـواء إلى رطوبة نسـبيـة حـوالى ١٥ - ٢٥٪ وهذه مـعـادلة للرطوبة النسـبـيـة في الظروف الصحراوية. يكون الهواء جافاً بشكل خاص فوق أو قرب مصادر الحرارة الجافة مثل التدفئة المركزية، عندما تحفظ الأوعية المزروع فيها النباتات تحت هذه الظروف فإنها تستهلك الماء بسرعة كبيرة ليس هذا فقط وإنما تنمو ببطء ويمكن أن تبدأ تذبل في الحال، ولكن الأوراق وخاصة السفلى منها لكثير من أنواع النباتات تصبح مبقعة أو محترقة الحواف وتسقط قبل النضج (قبل الأوان)، بينما تذبل أزهار النباتات فجأة وتسقط. تلاحظ هذه التأثيرات بشكل خاص عندما تجلب النباتات إلى بيوت جافة حارة مباشرة من البيوت الزجاجية الرطبة الباردة أو من دكان بائع الزهور. وبشكل عام فإن جميع نباتات البيوت تفضل الرطوبة المرتفعة وبعض النباتات تتطلب رطوبة عالية إذا ما أُريد لها أن تنمو على نحو لائق وتعطى أزهاراً. وبالتالي فإن نباتات البيوت يجب عدم وضعها إطلاقاً فوق التدفئة المركزية ويجب أن تزاد الرطوبة بواسطة المرطبات التجارية وأحياناً بواسطة ترطيب الأوراق بالماء، أو بوضع الوعاء على كتلة من الأجر أو على طبقة من الحصباء .. الخ، في أحواض من الماء، في علب من البلاستيك أو أي أوعية أخرى.

رطوبة التربة العالية :

أن حدوث الرطوبة الزائدة في التربة أقل كثيراً من حدوث الجفاف في أماكن نمو النباتات، ولكن سوء الصرف أو غمر الحقول المزروعة أو غمر الحدائق أو النباتات المزروعة في أوعية يمكن

أن يفضي إلى زيادة الخطر وسرعة الضرر، أو الموت للنباتات (شكل ٤٠، C) أكثر من قلة الرطوبة. يؤدي الصرف السيء إلى فقد النباتات لقوتها وتذبل باستمرار ويكون لها أوراقاً ذات لون أخضر باهت أو أخضر مصفر. إن غمر النباتات بالماء أثناء موسم النمو قد يسبب ذبول دائم وموت النموات الحولية العصيرية خلال ٢ – ٣ أيام. تموت الأشجار أيضاً بالغمر بالماء ولكن الضرر عادة يظهر ببطء شديد وبعد أن تستمر جذورها مغمورة بالمياه لعدة أسابيع..

ونتيجة لزيادة رطوبة التربة المتسببة عن الغمر بالماء أو نتيجة لسوء الصرف تتحلل الجذور الليفية للنباتات. ربما يكون ذلك بسبب قلة الأكسجين المتوفر للجذور. يسبب الحرمان من الأكسجين ظروفاً صعبة في خلايا الجذور وخنق وانهيار كثير من خلايا الجذر. تلائم الظروف الرطبة غير الهوائية نمو الكائنات الحية الدقيقة غير الهوائية والتي أثناء خطوات سير حياتها تنتج مواد مثل النترايت والتي هي سامة للنبات بالأضافة إلى الأضرار المباشرة التي تحدث لخلايا الجذر بسبب نقص الأكسجين فإنها أيضاً تفقد النفاذية الاختيارية ويمكن أن تسمح بدخول مواد سامة يمتصها النبات. أيضاً إذا ما ماتت أجزاء من الجذور فإن ضرراً أكثر يحدث بواسطة الطفيليات الاختيارية التي قد يناسبها جداً الظروف الجديدة. وبالتالى فإن ذبول النباتات الذي يتبع فوراً الغمر بالماء هو على الأرجح نتيجة لنقص الماء فى أجزاء النباتات التى فوق سطح التربة المتسبب عن موت الجذور، مع أنه يبدو أيضاً أن انتقال المواد السامة قد تساهم في إظهار هذا الضرر. بالأضافة لما ذكر فإن كثيراً من النباتات، خاصة النباتات المزروعة في أوعية داخل البيوت تظهر أعراضاً عديدة والتي هي نتيجة الري غير الصحيح، هذا يعني إما أن التربة تترك لتجف كثيراً قبل أن يعاد غمرها بالماء ثانية أو أن النباتات تسقى زيادة عن حاجتها بإستمرار. في أية حالة فإن النباتات المروية كثيراً قد تسقط أوراقها السفلية فجأة أو أن تتحول أوراقها إلى اللون الأصفر. هذه الحالات أحياناً قد تكون سبباً فى إظهار بقع رطبة ذات لون بني أو أسود على الأوراق والسيقان أو أن الجذور والأجزاء السفلية من الساق قد تتحول إلى اللون الأسود وتتعفن نتيجة اصابتها بكائنات حية دقيقة ممرضة تشجعت بالري الزائد. يمكن منع مثل هذه الأعراض أو اصلاحها عن طريق إجراء عملية الري فقط بعد أن يلاحظ جفاف الطبقة العلوية من التربة وعندها يضاف ماء كاف ليتخلل التربة وتشبع به. ويجب ألا تسقى النباتات إطلاقاً طالما أن التربة لا تزال رطبة خاصة أثناء الشتاء. عند الري، يجب أن يصرف الماء الزائد عن طريق فجوات الصرف والتي يجب أن تكون موجودة دائماً في

قعر الوعاء. يجب أن لا يتبع فترات الجفاف ري غزير متكرر ولكن يكون الري بالتدريج لغاية الوصول إلى الري العادى. وبشكل عام فإن إضافة الماء يجب أن تكون مستمرة بانتظام قدر الإمكان..

هناك عرض شائع آخر في نباتات البيوت وأحياناً في نباتات الحقل ويتسبب عن زيادة الرطوبة ويسمى الاستسقاء (الانتفاخ) يظهر الاستسقاء على شكل أوراماً عديدة صغيرة على الناحية السفلية من الأوراق أو على السيقان. وهذه الأورام عبارة عن كتل صغيرة من الخلايا التي انقسمت وتمددت وانتشرت في السطح العادى للورقة، يكون الانتفاخ أو التدرن في البداية أخضر مصفر إلى أبيض اللون، أخيراً فإن السطح المكشوف للانتفاخ يصبح ذو لون صدئي وملمس فليني. يتسبب الاستسقاء عن زيادة الري خاصة أثناء الجو الرطب الملبد بالغيوم، ويمكن منع ذلك عن طريق تخفيض الرى وتحسين الاضاءة والتهوية للنباتات. هناك اضطرابات أخرى كثيرة تتسبب عن زيادة الري أو الري غير المنتظم. مثال على ذلك، من المعروف أن الطماطم النامية فى ظروف ذات رطوبة منخفضة نوعاً ما أثناء فترة نضج ثمارها، فإن هذه الثمار غالباً ما تتشقق إذا ما زودت بكميات كبيرة من الماء فجأة إما بالمطر الغزير أو الري الزائد. أيضاً فإن مرض النقرة المرة في التفاح والذي هو يتألف من ظهور بقع سوداء صغيرة غائرة على الثمرة هو نتيجة عدم الانتظام في تزويد النباتات بالرطوبة، مع أن التسميد بكميات كبيرة من النيتروجين ونسبة منخفضة من الكالسيوم يبدو أنها تتدخل أيضاً فى تكشف مرض النقرة المرة فى التفاح Bitter Pit.

نقص الأكسجين :

يكون نقص الأكسجين في الطبيعة، عادة، مرافقاً لإرتفاع رطوبة ودرجة حرارة التربة. قد يسبب نقص الأكسجين جفاف جنور أنواعاً مختلفة من النباتات المزروعة في أراضي مشبعة بالماء كما ذكر سابقاً تحت تأثيرات الرطوبة. إن توافق الرطوبة المرتفعة في التربة مع درجة الحرارة المرتفعة للتربة أو للهواء يسبب إنهيار جنور النباتات. حيث أن الرطوبة المرتفعة ذات تأثير واضح في خفض كمية الأكسجين المتوفرة للجنور بينما الارتفاع في درجة الحرارة يزيد

متطلبات النباتات من الأكسجين. وإن كلا التأثيرين مجتمعين يؤديان إلى نقص كبير في الأكسجين في الجنور مما يسبب انهيارها وموتها..

قد تحدث المستويات المنخفضة من الأكسجين في وسط الثمرة اللحمية أو الخضروات في الحقل وخاصة أثناء فترة التنفس السريع في درجات الحرارة المرتفعة أو في المخزن وذلك لدى تخزين هذه المنتجات في أكوام كبيرة متراصة (شكل رقم ٤٠، D). إن أحسن حالة معروفة في هذا المجال هو تكشف ما يسمى بالقلب الأسود في البطاطس، والذي يحدث فيه أن درجات الحرارة المرتفعة تحث على زيادة التنفس وحدوث تفاعلات أنزيمية غير عادية في درنات البطاطس، وحيث أن الأكسجين الذي تزود به الخلايا الداخلية للدرنة يكون غير كاف لإستمرار زيادة التنفس عندها تموت الخلايا بالاختناق. إن التفاعلات الأنزيمية التي تشجع بواسطة درجات الحرارة المرتفعة، وفي وجود نسبة قليلة من الأكسجين تستمر قبل وأثناء وحتى بعد موت الخلايا. هذه التفاعلات تؤكسد مكونات النبات العادية أكسدة غير عادية إلى صبغات الميلامين السوداء. وتنتشر هذه الصبغات في أنسجة الدرنة المحيطة بالقلب، وأخيراً تجعلها تظهر بلون أسود.

الضوء :

إن النقص في كمية الضوء اللازمة الضرورية للنبات يعوق تكوين الكلوروفيل ويشجع على النمو النحيف نو السلاميات الطويلة، وبالتالي يؤدي إلى تلون الأوراق باللون الأخضر الباهت، وإلى النمو المغزلي وتساقط الأزهار والأوراق قبل نضجها (قبل الأوان). هذه الأوضاع تعرف بالأصفرار أو الشحوب الظلامي. توجد النباتات الشاحبة خارج البيوت فقط عندما تزرع على مسافات قريبة جداً من بعضها البعض أو عند نموها تحت الأشجار أو تحت عوارض وحواجز أخرى. يكون الشحوب على درجاته المختلفة أكثر شيوعاً في نباتات البيوت وأيضاً في الصوبات الزجاجية، مناضد البذور، الحضانات الباردة حيث أن النباتات غالباً ما تتحصل على ضوء غير كاف. تكون النباتات الشاحبة عادة نحيفة وطويلة وقابلة للرقاد.

إن الضوء الزائد نادر الحدوث في الطبيعة إلى حد ما ونادراً أن يسبب أضراراً في النباتات. إن كثيراً من الأضرار التي تعزى إلى الضوء تكون غالباً نتيجة إرتفاع درجات الحرارة المترافقة بكثافات عالية من الضوء. يبدو أن الضوء الزائد يسبب سمطة الشمس (لسعة الشمس) في قرون الفاصوليا النامية في مرتفعات عالية، وتظهر السمطة في تلك المناطق المرتفعة بسبب وصول كميات كبيرة من الضوء نو الموجات القصيرة وبسبب قلة وجود الغبار في تلك المناطق. يتكشف على القرون بقعاً صغيرة مائية والتي تتحول بسرعة إلى اللون البني أو البني المحمر وتتكمش.

إن كمية الضوء ذات أهمية إلى حد كبير بالنسبة لنباتات البيوت. حيث أن بعض هذه النباتات يفضل الظل أو نصف الظل أثناء موسم نموها، لكن إضاءة كاملة أثناء الشتاء. البعض الآخر يفضل الظل طوال السنة بينما تستمر الأخرى بحاجة إلى ضوء الشمس طوال السنة. وكقاعدة فإن نباتات البيوت ذات الأوراق الخضراء الغامقة تفضل أو تتحمل الظل أكثر من النباتات ذات الأوراق الملونة، حيث أن النباتات ذات الأوراق الملونة بشكل عام تنمو وتعيش أفضل عندما يصلها كمية كبيرة من الإضاءة. معظم نباتات البيوت الزهرية تنمو وتعطي أزهاراً أفضل عندما تعرض كلية لضوء الشمس طيلة الموسم. إن نقص الإضاءة الضرورية لأي من هذه الأنواع النباتية له نفس التأثير الذي على النباتات العادية التي تزرع خارج البيوت، هذا يعني، أنها تصبح ذات أوراق خضراء باهتة، نمو مغزلي، تسقط الأوراق، لا تعطي أزهاراً أو تعطي قليلاً من الأزهار، تسقط الزهرة .. الخ. ومن ناحية أخرى فإن زيادة الضوء على النباتات التي تفضل اضاءة قليلة غالباً ما تفضي إلى المظهر البني المصفر أو بقع فضية على أوراقها. النباتات المنقولة فجأة إلى منطقة ذات كثافة ضوئية مختلفة كثيراً عن المنطقة الأولى غالباً ما يظهر عليها وتستجيب لتساقط الأوراق بشكل عام.

تلوث الهواء :

يتألف الهواء الموجود على سطح الكرة الأرضية بشكل أساسي من ٧٨٪ نتروجين و ٢١٪ أكسجين، غالبية الجزء المتبقي ١٪ هو بخار ماء وثاني أكسيد الكربون. تؤدي النشاطات

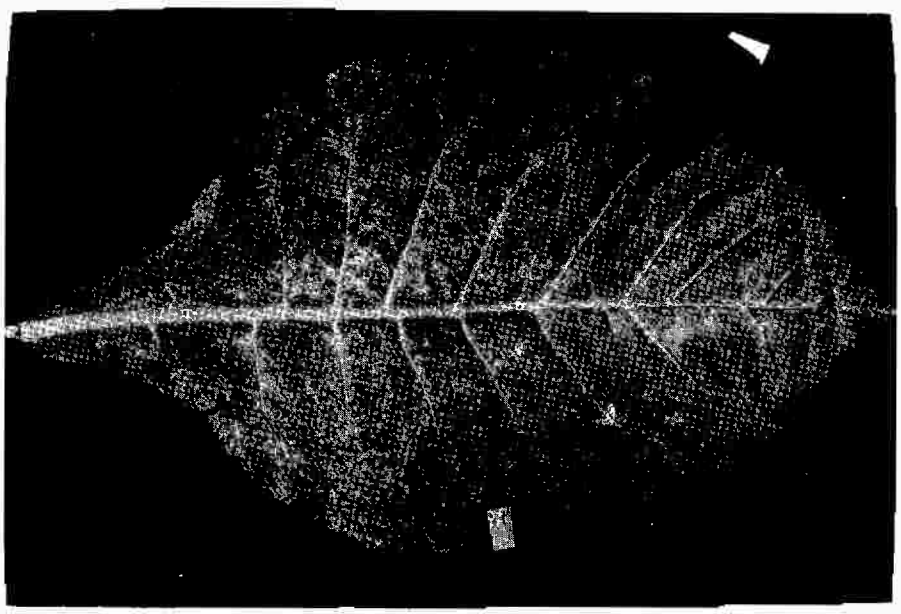
الإنسانية في انتاج الطاقة وتصنيع البضائع والتخلص من الفضلات السامة إلى تحرر عدد من الملوثات في الجو، هذه الملوثات قد تغير الميتابولزم في النبات وتحدث أمراضاً. لقد عرف ضرر التلوث الهوائي بالنسبة للنباتات خاصة التي تحيط ببعض أنواع المصانع منذ حوالي قرناً من الزمان. إن انتشار وأهمية ملوثات الهواء زاد مع الثورة الصناعية، ومن الواضح أنهما سيستمران في الزيادة مع زيادة عدد السكان، التصنيع والتحضر فى العالم.

إن جميع ملوثات الهواء التي تسبب أضراراً للنباتات، هي تقريباً غازات، لكن بعض المواد الهبابية أو الغبار قد تؤثر أيضاً على نمو النبات. إن بعض الغازات الملوثة للهواء مثل، الإيثلين، أمونيا، كلوراين، وفي بعض الأحيان تمارس أبخرة الزئبق تأثيراتها الضارة في مناطق محدودة فقط. كثيراً ما تتكرر أضرار هذه الملوثات على النباتات أو المنتجات النباتية المخزنة في مستودعات ذات تهوية سيئة والتي فيها تنتج الملوثات بواسطة النباتات نفسها مثل الإيثلين أو من شقوق فى جهاز التبريد (مثل الأمونيا).

إن الضرر الأكثر إنتشاراً وخطورة يتسبب للنباتات في الحقل عن طريق الكيماويات مثل فلوريد الهيدروجين، ثاني أكسيد النيتروجين، الأوزون (شكل ٤١)، Peroxyacl nitrates ثاني أكسيد الكبريت وبعض الدقائق الصلبة. إن التركيزات العالية من هذه الكيماويات أو التعرض لها لمدة طويلة يسبب أعراضاً مرضية ظاهرة ومميزة على النباتات مثل موت الخلايا (نكروزز). إن زيادة التعرض لملوثات الهواء يضعف النباتات ويجعلها أكثر قابلية للإصابة بالأمراض ولمهاجمة الحشرات وبعض الكائنات الممرضة. وعلى كل حال فإنه عند تعرض النباتات لكميات من هذه الملوثات أقل من تلك التى تسبب أضراراً حادة فإن نموها وإنتاجها قد يستمرا مثبطين وذلك بسبب تداخل الملوثات في عميات الميتابولزم في النبات. أن الملوثات الأساسية، ومصادرها وتأثيراتها على النباتات مذكورة فى جدول رقم ٩.

إن آلات الاحتراق الداخلى وعوادم السيارات هي على الأرجح المصادر الرئيسية للأوزون وللملوثات السامة النباتية الأخرى. إن الآلاف من الأطنان غير كاملة الاحتراق من الهيدروكربونز وثاني أكسيد النيتروجين NO_2 تتحرر في الجو يومياً بواسطة عوادم السيارات،

عند وجود الأشعة فوق البنفسجية من ضوء الشمس فإن ثاني أكسيد النيتروجين هذا يتفاعل مع الأكسجين ويتكون أوزون وأكسيد النيتريك. ويمكن للأوزون أن يتفاعل مع أكسيد النيتريك ليشكل المركبات الآتية:



شكل - ٤١

ظهور بثرات على السطح العلوي لأوراق الدخان متسببة عن الارتفاع الطبيعي لتركيزات الأوزون فى الجو.

$$NO_2 + O_2 \underset{}{\overset{\text{Sunlight}}{\rightleftharpoons}} O_3 + NO$$

$$O_3 + NO + \text{مواد كربونية غير محترقة} \longrightarrow O_3 + \text{Peroxyacyl nitrates}$$

في حالة وجود جنور هيدروكربونية غير محترقة فإن أكسيد النيتريك يتفاعل معها بدلاً من الأوزون وبالتالي يزداد تركيز الأوزون. يمكن للأوزون أن يتفاعل أيضاً مع أبخرة بعض مركبات الهيدروكربونز غير المشبعة ولكن نتائج مثل هذه التفاعلات (فوق أكاسيد مواد عضوية مختلفة) هي أيضاً سامة للنباتات. وعادة فإن الأدخنة الضارة بالصحة الناتجة بواسطة السيارات والآلات الأخرى تدفع بقوة إلى أعلى بواسطة تيارات الهواء الساخنة من سطح الأرض مرتفعة في الهواء البارد العلوي حيث تبدد وتنتشر الأدخنة هناك. أثناء هدوء الجو وركوده يتكون طبقة هواء دافئة عكسية فوق الهواء البارد وهذا يمنع الإنتشار العلوي للملوثات الهوائية. عند ذلك فإن الملوثات تنزل إلى الجو القريب من الأرض وبعد أن تصل إلى تركيز معين تبدأ تكون ذات ضرر خطير على الكائنات الحية.

في كثير من المناطق، مثلاً لوس أنجلوس، تنتشر ملوثات الهواء في المنطقة المحيطة بمنبع التلوث حيث تسقط على النباتات وتسبب أضراراً خطيرة لها. والأكثر حدوثاً أن معظم ملوثات الهواء تنتقل باتجاه الهواء من المراكز الصناعية حيث تتولد فيها ويمكن أن تحمل إلى مناطق تبعد عدة أميال وأحياناً مئات بل آلاف الأميال من منبعها. إن التركيزات العالية من هذه الكيماويات أو التعرض لها لمدة طويلة تسبب أعراضاً مرئية مثل البقع الميتة المتحللة على النباتات المصابة، والأهم من ذلك أنه من الناحية الاقتصادية حتى النباتات المعرضة لجرعات أقل من تلك التي تسبب الضرر فإن نموها وإنتاجها يبقى منخفضاً بسبب تدخل هذه الملوثات في عمليات البناء في النبات، هذا عدا عن أن التعرض الطويل للملوثات يبدو أنه يضعف النباتات ويجعلها مهيأة للمهاجمة من قبل الحشرات وبعض الكائنات المرضة. إن الملوثات الرئيسية ومصادرها وتأثيراتها على النبات مذكورة في جدول رقم ٩.

لقد لوحظ الضرر الذي تسببه مادة Peroxy acyl nitrate (PAN) بشكل خاص حول مناطق العاصمة (المدن الكبرى) حيث يتحرر كميات كبيرة من الهيدروكربونز في الهواء من السيارات. إن المشكلة خطيرة خاصة في المناطق الشبيهة بلوس أنجلوس ونيوجرسي حيث أن الظروف تساعد على تكوين طبقة هواء ذات درجة حرارة مرتفعة. هناك عديداً من أنواع النباتات المختلفة تتأثر بمادة (PAN) فوق مناطق جغرافية واسعة محيطة ببوءرة تكوين هذه المادة، نتيجة لإنتشار وتوزيع التلوث بواسطة التيارات الهوائية الخفيفة.

كيف تؤثر ملوثات الهواء على النباتات :

إن التركيزات التي يؤثر بها كل ملوث هوائي والأضرار التي تسببها للنباتات، تختلف باختلاف النبات وحتى باختلاف عمر النبات أو باختلاف جزء النبات . وكلما زادت فترة بقاء النبات معرضاً للملوثات فأن الأضرار التي تسببها للنبات تكون أكثر حتى على تركيزات صغيرة منها لو كانت فترة التعرض قصيرة والتركيز كبير، ويكون ذلك حتى عند بداية التركيزات التي تتأثر بها النباتات. تزداد الأضرار للنبات من الملوثات بشكل عام بزيادة الكثافة الضوئية، بزيادة رطوبة التربة والرطوبة النسبية للهواء، بزيادة الحرارة وبكثرة وجود الملوثات الأخرى في الهواء.

يؤثر الأوزون على أوراق النباتات المعرضة له إذا كانت المدة عده ساعات على تركيزات ٠,١ - ٠,٥ جزء في المليون. يدخل الأوزون الأوراق عن طريق الثغور ويؤثر بشكل أساسي على البلاستيدات وأيضاً يؤثر على الخلايا الأخرى عن طريق تمزيق غشاء الخلية. تنهار الخلايا المتأثرة وتموت ويظهر بثرات بيضاء متحللة وميتة (مبيِّضة) في البداية على السطح العلوي وأخيراً على كلا سطحي الورقة. كثيراً من النباتات مثل البرسيم الحجازي، الفاصوليا، الحمضيات، العنب، البطاطس، فول الصويا، الدخان والقمح وكثيراً من نباتات الزينة والأشجار مثل الدردار، الليلك، كثير من الصنوبر والحور هي حساسة تماماً للأوزون، بينما بعض المحاصيل الأخرى مثل الكرنب، البازيلاء الفول السوداني والفلفل متوسطة الحساسية، البعض الآخر مثل البنجر، القطن، الخس، الفراولة والمشمش متحملة.

يمكن أن يؤثر ثاني أكسيد الكبريت على النباتات بتركيزات منخفضة من (١ - ٥) جزء في المليون. ونظراً لأن ثاني أكسيد الكبريت يمتص خلال ثغور الورقة وبالتالي فإن الظروف التي تساعد أو تثبط تفتح الثغور كلاهما له نفس التأثير على كمية ثاني أكسيد الكبريت الممتصة. بعد أن تمتص الورقة ثاني أكسيد الكبريت فإنه يتفاعل مع الماء ويشكل أيونات كبريتية سامة، هذه الأيونات تتأكسد ببطء في الخلية لتنتج أيونات السلفيت Sulfate الضاره وبالتالي إذا كان معدل سرعة إمتصاص ثاني أكسيد الكبريت بطيئاً بشكل مقبول فأن النبات قد يكون قادراً على حماية نفسه من أن تتجمع فيه السلفايت السامة.

يدخل مركب PAN إلى الأوراق عن طريق الثغور ويحدث أضراراً للنباتات على تركيزات منخفضة ١٫٠ – ٢٫٠ جزء في المليون. في المناطق المأهولة بالسكان فأن تركيز ٢٫٠ – ٣٫٠ جزء في المليون ليست غير شائعة . وفي المناطق المنخفضة فوق بعض المدن فان تركيزات PAN٠٫٠٥ – ٠٫٢١ جزء في المليون . قد وجدت متوفرة هناك. في داخل الأوراق فإن PAN يهاجم أولاً مفضلاً خلايا البرانشيما الإسفنجية التي تنهار ثم تستبدل بجيوب هوائية والتي تعطي الورقة اللون اللامع أو الفضي. تظهر الأعراض على النباتات ذات الأوراق العريضة على السطح السفلي للورقة، بينما تظهر الأعراض على النباتات احادية الفلقة على كلا سطحي الورقة. تكون الأوراق الحديثة والأنسجة الغضة أكثر حساسية للـ PAN. إن تعرض الأوراق المتكرر لمادة PAN يسبب تكون أشرطة وفي بعض النباتات حتى حواف الأوراق تذبل وتنوي بسبب تلون وموت معظم الخلايا الحساسة المهاجمة.

المطر الحمضي :

عادة فإن المطر غير الملوث يحتوي غالباً ماء نقي H_2O والذي من المحتمل أن يكون ذائباً فيه ثاني أكسيد الكربون CO_2، بعض الأمونيا NH_3 التي تكون نشأت من مادة عضوية موجودة في الماء على شكل أمونيا ($NH4^+$)، وكميات مختلفة لكن صغيرة من الكاتيونات (Na^+ K^+, Ca^{++}, Mg^{++}) وانيونات (Cl^-, $\bar{S}\bar{O}_4$) . إن حموضة الماء النقي متعادلة (pH7) وإن درجة حموضة المطر غير الملوث تكون عادة pH٥٫٦ يعني أنه يميل إلى الحموضة قليلاً، مثل هذا المطر يقال عنه أنه عادي، عندما تصبح حموضة المطر أو الثلج أقل من ٥٫٦ عندها فقط يعتبر المطر حمضي.

ينتج المطر الحمضي من نشاطات الإنسان، مثل بقايا واحتراق الوقود (زيوت فحم، غاز طبيعي) والغازات المتصاعدة من إستخراج مركبات الكبريت وإستخراج المعادن. هذه النشاطات تؤدي إلى إنطلاق كميات كبيرة من الكبريت وأكاسيد النيتروجين في الجو وهذه الغازات عندما تلامس الرطوبة الجوية فأنها تنقلب إلى أقوى حامضين (حمض الكبريت، حمض النيتريك) وتسقط على الأرض مع المطر أو الثلج. إن حموضة المطر والثلج فوق مساحات كبيرة من العالم تتراوح من ٤ – ٤٫٥ pH والتي هي حامضية أكثر خمسة إلى ثلاثين ضعف منه في المناطق ذات pH منخفض (٥٫٦) والتي لا تكون معرضة للتلوث. إن أقل

رقم حموضة للمطر سجل حتى الآن هو pH ٢ر٤ في منطقة اسكتلندا، وكانت ١ر٥ في غرب فرجينيا، ١ر٧ في لوس أنجلوس وهي أشد حموضة عن الخل نو (pH_3) ومن حموضة عصير الليمون (pH 2.2) . ولقد قدرت هذه الحموضة في المطر الحمضي بأنها ٧٠٪ ناتجة من حمض الكبريت وأن حمض النيتريك يسبب حوالي ٣٠٪ من تلك الحموضة. بالأضافة إلى الكبريت المحمول في المطر والموجود في الحمض فمن المعتقد أن كمية مساوية منه تصل إلى سطوح الأوراق عن طريق الترسيب الجاف لجزئيات الكبريت في الجو الرطب أو الملبد بالغيوم، فأن هذا الكبريت يتأكسد إلى حمض الكبريت.

يؤثر المطر الحمضي تأثيرات مختلفة وذلك عن طريق الزيادة الكبيرة في نوبان جميع أنواع الجزيئات وعن طريق مباشر وغير مباشر يؤثر على كثير من أنواع الحياه (الطريق المباشر من خلال خفض رقم الحموضة وسمية أيونات كل من NO^-_3, SO^{--}_4). أما الطريق غير المباشر هو نوبان الجزيئات. إن التأثير غير الملائم للمطر الحمضي على الكائنات الحية الدقيقة، النباتات، وعلى أسماك الأنهار والبحيرات قد ثبتت جيداً. إن تأثيرات المطر الحمضي على نباتات المحاصيل هو أكثر صعوبة في التأكيد والإثبات. إن التجارب التي استعمل فيها المطر الحمضي (pH_3)، حيث أضيف إلى النباتات تحت بعض الظروف، تكشف على الأوراق المعاملة نقر، تبقعات وتجعدات وأن النباتات المعاملة سواء ظهر عليها أعراض أو لم يظهر، فقد أظهرت هذه النباتات نقصاً في الوزن الجاف. أيضاً فأن بذور بعض أنواع النباتات نبتت في التربة المعاملة بالمطر الحمضي أحسن من إنباتها في التربة غير المعاملة، وحصل العكس بالنسبة لبعض الأنواع الأخرى. كذلك فأن التجارب التى عملت لتحديد تأثير المطر الحمضي على إبتداء وتكشف أمراض النبات قد أظهرت في بعض الأمراض مثل صدأ البلوط المتسبب عن *Cronartium fusiforme* ١٤٪ فقط من الجراثيم التيليتيه تكونت تحت تأثير المطر الحمضي (pH_3) عنها تحت تأثير مطر حمضي (pH_6). إن الفاصوليا المعاملة بمطر حمضي ($pH_{3.2}$) كان عليها ٣٤٪ من كتل بيض النيماتودا عنه في حالة المعاملة بمطر حمضي (pH_6). ومن ناحية أخرى فأن المرض البكتيرى اللفحة الهالية وصدأ الفاصوليا كانتا أحياناً أكثر شدة وأحياناً معتدلة تحت تأثير المطر الحمضي عنه فى حالة المطر (pH_6). وبشكل عام وبالرغم من وجود بعض الدلائل على أن المطر الحمضي يسبب درجات متفاوتة من الأضرار لبعض

النباتات على الأقل، إلا أن المعلومات المؤكدة والمثبتة لا تزال غير كافية لتحديد مدى هذا الضرر على المحاصيل المختلفة في المناطق التي يحدث فيها مثل هذا المطر.

نقص التغذية في النباتات :

تحتاج النباتات إلى العديد من العناصر المعدنية لكى تنمو طبيعياً. بعض هذه العناصر مثل النيتروجين، الفسفور، البوتاسيوم، كالسيوم، ماغنسيوم، والكبريت يحتاج إليها بكميات كبيرة نسبياً وتسمى العناصر الأساسية، بينما العناصر الأخرى مثل الحديد، البورون، المنجنيز، الزنك النحاس، الموليبديوم، والكلوراين يحتاج إليها النبات بكميات قليلة وتسمى العناصر الصغرى أو المغذيات الصغرى أو العناصر الضئيلة Trace. إن العناصر الكبرى والعناصر الصغرى كلاهما أساسياً لنمو النبات، وعندما توجد في النبات بكميات صغيرة أقل من المستويات الدنيا المطلوبة للنمو الطبيعي للنبات يصبح النبات مريضاً ويظهر عليه أعراضاً داخلية وخارجية مختلفة. يمكن أن تظهر الأعراض على جميع أعضاء النبات أو على أى جزء منها متضمنة الأوراق، السيقان، الجنور، الأزهار، الثمار والبنور.

إن أشكال الأعراض الناتجة عن نقص بعض المغذيات تعتمد أساساً على وظيفة ذلك العنصر المعين في النبات. هذه الوظائف يحتمل أنها تثبط أو تتداخل مع بعضها البعض عندما يكون العنصر ناقصاً. بعض الأعراض تكون متشابهة نتيجة نقص أي عنصر من العناصر العديدة، ولكن الصفات المشخصة الأخرى تكون عادة مرافقة لنقص عنصر معين فقط. إن عديداً من أمراض النبات تحدث سنوياً في معظم المحاصيل الزراعية في كثير من المناطق بسبب نقص في كمية عنصر أو عناصر عديدة أساسية للنبات من التربة حيث ينمو النبات، أو نتيجة لنقص قابليتها للإمتصاص من قبل النبات. إن وجود كميات أقل من الكميات الضرورية للنمو العادي للنبات من معظم العناصر الضرورية للنبات عادة تفضي إلى خفض فى الانتاج وفي النمو فقط. عندما يكون النقص كثيراً بحيث تكون الكمية المتوفرة أقل من مستوى محدد فأن النباتات تظهر أعراضاً حادة أو مزمنة ويمكن أيضاً أن يموت النبات. إن بعض الأعراض العامة لنقص التغذية المتسببة عن كل عنصر أساسى،الوظائف التى تتأثر من نقص العنصر وبعض الأمثلة لإضطرابات نقص العناصر مذكورة فى جدول رقم ١٠ وشكل ٤٢، ٤٣.

جدول رقم (٩)

أضرار التلوث الهوائي على النبات

المادة الملوثة	المصدر	النباتات الحساسة والقابلة للتأثر به	الأعراض	ملاحظات
أوزون O_3	١) عوادم السيارات وآلات الاحتراق الداخلي الأخرى ينطلق NO_2 ويتحد مع الأكسجين فى ضوء الشمس ويكون الأوزون. ٢) من الجزء الأعلى من الغلاف الجوى. ٣) من البرق، من الغابات.	الأوراق المتفتحة لجميع النباتات خاصة الدخان، الفاصوليا، الحبوب، البرسيم الحجازى، البيتونيا، الصنوبر، الحمضيات، الذرة.	تنقط وتبرقش وشحوب الأوراق أولاً على السطح العلوى للورقة. تكون البقع صغيرة أو كبيرة، بيضاء إلى لون أحوى، بنى أو سوداء (شكل ٤١)، سقوط الأوراق قبل النضج ويحدث التقزم فى بعض النباتات مثل الحمضيات، العنب والنباتات الشبيهة بالعنب.	يدخل عن طريق الثغور وهو من أهم الملوثات الضارة للنباتات. وهو مكون كبير في الضباب المزوج بالدخان (smog).
Peroxy acyl Nitrates (PAN).	عوادم السيارات والآلات ذات الاحتراق الداخلي الأخرى أبخرة الفازولين والفازولين غير مكتمل الاحتراق مع الأوزون أو ثاني أكسيد النيتروجين(PAN).	كثيرا من أنواع النباتات متضمنة الصبانخ، البيتونيا، الطماطم، الخس، الداليا.	يسبب الورقة الفضية على النباتات، تصبح الورقة بيضاء تماماً مع وجود بقع برونزية على السطح السفلى للورقة التى يمكن أن تعتد أخيراً خلال جميع سمك الورقة وتشبه أضرار الأوزون.	يكون ضاراً بشكل خاص فى المناطق القريبة من العواصم حيث الدخان الممزوج مع الضباب، ووجود الطبقات الجوية المعكوسة ذات درجات الحرارة العالية.

ثانى أكسيد الكبريت SO_2	مداخن المصانع، عوادم السيارات والآلات ذات الاحتراق الداخلي.	أنواع كثيرة من النباتات متضمنة البرسيم الحجازى، البنفسج، الصنوبريات، البصلة، القطن، الفاصوليا، وهو سام بنسبة ٠,٣ - ٠,٥ جزء فى المليون.	التركيزات المنخفضة تسبب الشحوب العام، التركيزات العالية تسبب الابيضاض بين العروق فى أنسجة الأوراق.	أنه يتحد أيضاً مع الرطوبة ويشكل قطرات سامة من الحامض المسمى (حامض المطر).
ثانى أكسيد النيتروجين NO_2.	من الأكسجين والنيتروجين فى الهواء بواسطة الحرارة، مصادر الدخان مثل الأفران، آلات الاحتراق الداخلي.	كثيرا من أنواع النباتات متضمنة الفاصوليا والطماطم. سام على تركيز ٢ - ٣ جزء فى المليون.	يسبب ابيضاض ولون برونزى للنباتات مشابه لما يتسبب عن ثانى أكسيد الكبريت. فى التركيزات المنخفضة، فهو أيضاً يثبط نمو النبات.	
فلوريد الهيدروجين HF.	أدخنة المصانع، تصنيع المواد الخام أو الزيوت.	كثيرا من أنواع النباتات متضمنة الذرة، الخوخ، الزنبق، النموات النشيطة خاصة الأوراق الرطبة أكثر حساسية وهو سام بنسبة ٠,١ - ٠,٢ جزء فى المليون.	حواف أوراق ذات الفلقتين وقمة الورقة للنبات ذات الفلقة الواحدة، تتحول إلى اللون الأحوى إلى بنى غامق، موت النبات، ويمكن أن تسقط الأوراق. بعض النباتات تتحمل تركيز المركب حتى ٢٠٠ جزء فى المليون.	يمكن لفلوريد الهيدروجين أن يتبخر أو يغسل بعيداً عن النبات، وتستعيد النباتات صحتها ببطء.

تابع جدول رقم (٩)

الكلورانين Cl_2 وكلوريد الهيدروجين HCL.	معامل التكرير، مصانع الزجاج، حرق البلاستيك.	أنواع كثيرة من النباتات خاصة بالقرب من مصادر هذه المواد. وهو سام بتركيز ٠,١ جزء فى المليون.	تظهر الأوراق مبيضة، تظهر مناطق ميتة بين العروق، حواف الورقة غالباً ما تظهر وكأنها محروقة. قد تسقط الأوراق قبل النضج. الضرر مشابه للأضرار المتسببة عن ثانى أكسيد الكبريت.	——
الإيثيلين (CH_2-CH_2)	عوادم السيارات، احتراق الغازات، زيت الوقود، الفحم ومن الثمار الناضجة فى المخزن	كثيراً من أنواع النباتات. وهو سام بتركيز ٠,٠٥ جزء فى المليون.	تبقى النباتات متقزمة، تتكشف أوراقها بصورة غير عادية، تظهر الشيخوخة المبكرة على النبات. ينتج النبات كميات قليلة من الأزهار والثمار. يظهر على الثمار مثل التفاح انخفاضات ومناطق ميتة سوداء تسمى سمطه.	الإثيلين هو هرمون نباتى له وظائف عديدة.
دقائق هبابية (الغبار).	الغبار من الشوارع، مصانع الأسمنت، حرق الفحم .. الخ.	جميع النباتات.	يتكون غبار أو طبقات قشرية على سطح النبات تصبح النباتات شاحبة، ضعيفة النمو ويمكن أن تموت. بعض أنواع الغبار تكون سامة وتحرق أنسجة الورقة مباشرة أو بعد ذوبانها فى الندى أو فى المطر.	

جدول رقم (١٠)

نقص التغذية فى النبات

العنصر الناقص	وظيفة العنصر	الأعـــراض
نيتروجين	يوجد فى معظم مكونات الخلايا.	يضعف نمو النباتات وتكون ذات لون أخضر فاتح، تتحول الأوراق السفلية إلى اللون الأصفر أو البنى الفاتح. تكون السيقان قصيرة وإسطوانية (شكل ٤٢، A).
الفسفور	يوجد فى الأحماض النووية RNA, DNA والفسفوليبيدات (الأغشية) ATP, ADP.	يضعف النمو فى النباتات وتكون الأوراق ذات لون أخضر مزرق مع وجود صبغات أرجوانية. أحياناً تتحول الأوراق السفلية إلى لون برونزى فاتح مع وجود بقع أرجوانية أو بنية. تكون الأغصان قصيرة، رفيعة، قائمة ومغزلية.
البوتاسيوم	يعمل كعامل مساعد فى كثير من التفاعلات.	تكون النباتات ذات فروع رفيعة ويظهر عليها فى حالات شدة الإصابة ظاهرة الموت الرجعى (موت القمم). تظهر الأوراق القديمة شاحبة مع تلون قممها باللون البنى، احتراق الحواف، كثيراً من البقع البنية تكون عادة بالقرب من الحواف. يظهر فى الأنسجة اللحمية خلايا ميتة (نكروزز) (شكل ٤٢، C, E).
مغنيسيوم	يوجد فى الكلوروفيل وفى أجزاء كثيرة من الانزيمات.	تظهر الأعراض على الأوراق الكبيرة فى السن ثم الأوراق الأحدث حيث تصبح مبرقشة أو شاحبة ثم تتحول إلى اللون المحمر. بعض الأحيان تظهر بقع ميتة. قمم وحواف الأوراق تتجه إلى أعلى وتأخذ الأوراق شكل الكأس ويمكن أن تسقط الأوراق (شكل ٤٢، D).
كالسيوم	ينظم نفاذية الأغشية. يشكل أملاح مع البكتينات، يؤثر على نشاط كثير من الأنزيمات.	تتشوه الأوراق الحديثة وتصبح قممها ذات شكل خطافى إلى الخلف وتتجعد الحواف. تكون الأوراق غير منتظمة فى شكلها وتكون ممزقة مع وجود حروق بنية أو تبقعات بنية. يموت البرعم الطرفى أخيراً. تكون النباتات قليلة الجذور، ذات مجموع جذرى ضئيل. يسبب تعفن الطرف الزهرى لكثير من الثمار (شكل ٤٢، F).
بورون	لم تعرف وظيفته الحقيقية كلية. يؤثر فى نقل	تصبح قواعد الأوراق الحديثة للبراعم الطرفية خضراء فاتحة وأخيراً تتكسر وتسقط. تصبح السيقان والأوراق

تابع جدول رقم (١٠)

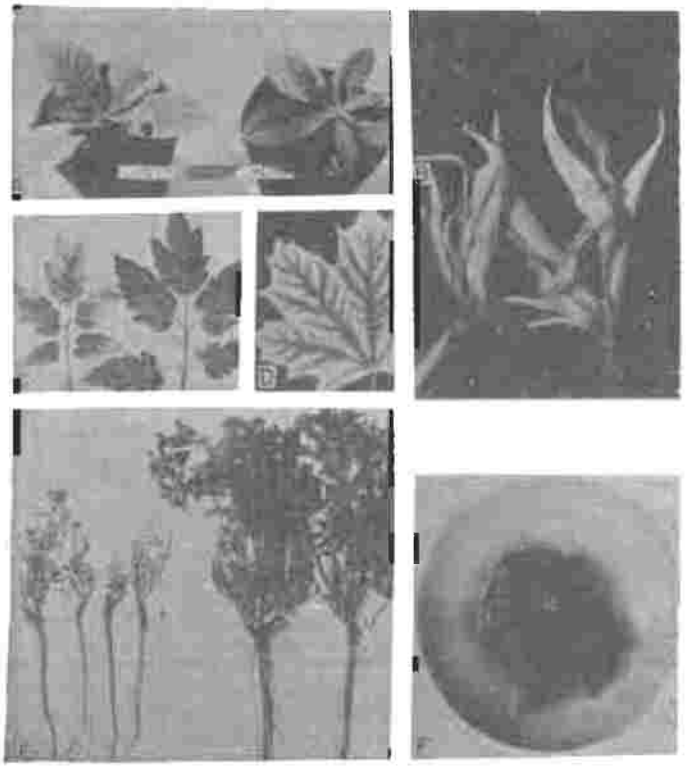
العنصر الناقص	وظيفة العنصر	الأعـــراض
	السكريات واستعمال الكالسيوم في تكوين جدار الخلية.	مشوهة. النباتات متقزمة. (شكل ٤٣). الثمار، الجذور اللحمية أو السيقان يمكن أن تتشقق على السطح أو/وتتعفن في المركز. يسبب عدة أمراض نباتية مثل تعفن القلب في بنجر السكر، القلب النبي في اللفت، القلب الأجوف أو البني في القرنبيط، تتشقق ساق الكرفس، البقع الفلينية، الموت الرجعي وتقزم التفاح، الثمرة الصلبة في الحمضيات، مرض القمة في التبغ .. الخ.
الكبريت	يوجد في بعض الأحماض الأمينية وكمرافق انزيمي.	تصبح الأوراق الحديثة خضراء باهتة أو صفراء فاتحة بدون أي تبقع. الأعراض تشابه تلك الأعراض الناتجة عن نقص النيتروجين.
الحديد	عامل مساعد في تكوين وبناء الكلوروفيل ويدخل في تركيب عديد من الأنزيمات.	تصبح الأوراق الحديثة شديدة الشحوب ولكن عروقها الرئيسية تبقى متميزة باللون الأخضر. يظهر بعض الأحيان بقع بنية. قد يجف جزء من الورقة أو الورقة كلها. قد تسقط الأوراق شكل (٤٢، D).
الزنك	جزء من الأنزيمات الداخلة في بناء الأكسجين وفي أكسدة السكريات.	يظهر على الأوراق اصفرار ما بين العروق وأخيراً تصبح متحللة وتظهر بعض الصبغات الأرجوانية. تكون الأوراق قليلة وصغيرة. تكون السلاميات قصيرة والإغصان المتكونة متوردة وينخفض انتاج الثمار، تسقط الأوراق ابتداء من القاعدة إلى قمة الفرع. تسبب مرض الورقة الصغيرة في التفاح، في أشجار اللوزيات والعنب. يسبب الورقة المنجلية في الكاكاو، القمة البيضاء في الذرة .. الخ.
النحاس	يدخل كمكون في كثير من أنزيمات الأكسدة.	تذبل قمم الأوراق الحديثة للنجيليات وتصبح حوافها شاحبة. تفشل الأوراق في أن تنفرد وتميل لأن تأخذ شكل الذبول. ينخفض التسنبل وتكون السنابل متقزمة ومشوهة.

تابع جدول رقم (١٠)

العنصر الناقص	وظيفة العنصر	الأعـــراض
..		
		يظهر على الحمضيات، التفاحيات، اللوزيات الموت الرجعي (موت القمم) فى الصيف على الأفرع الصغيرة. تحترق حواف الأوراق، يظهر شحوب، التورد الأعـــراض .. الخ تفشل محاصيل الخضار فى النمو.
المنجنيز	يدخل جـزئيـاً فى عـدة انزيمات للتنفس، التمثيل الضـوئى واستـعـمـال النيتروجين.	تصبح الأوراق شاحبة ولكن العروق الصغيرة تبقى خضراء وتنتج تأثيرات كابحة للنمو. تظهر بقع متحللة ومبعثرة على الورقـة. تتـحـول الأوراق المصابة بشدة إلى اللون البنى وتذبل.
المولبيدنيوم	مكون أسـاسى فى أنزيم إختزال النتريت.	يظهر البطيخ ونباتات أخرى اصفرار شديد وتقزم وتفشل فى عقد الثمار.

معادن التربة السامة للنباتات :

غالباً ما تحتوى التربة على كميات كبيرة من بعض العناصر الأساسية أو غير الأساسية، حيث أن كلاهما عندما يوجد بتركيزات عالية قد يكون ضاراً للنبات. من العناصر الأساسية التى تحتاجها النباتات بكميات كبيرة مثل النيتروجين والبوتاسيوم هى عادة أقل سمية عندما توجد بكثرة، وهذه السمية أقل كثيراً من السمية الناتجة عن كثرة وجود العناصر التى تحتاجها النباتات على شكل آثار بسيطة مثل المنجنيز، الزنك والبورون. حتى بين العناصر التى يحتاجها النبات بقلة فإن بعض هذه العناصر مثل المنجنيز والمغنيسيوم لها مجال واسع من الأمان على النبات أكثر من غيره مثل البورون أو الزنك. لا تختلف العناصر فى مجال سميتها فقط بل بجانب ذلك أن أنواعاً مختلفة من النباتات أيضاً تختلف فى مقدار حساسيتها للسمية لمستويات معينة من عناصر معينة.



شكل – ٤٢

بعض الأمثلة على أعراض نقص التغذية فى النباتات

A= على الشمال. أعراض نقص النيتروجين على الدخان، النبات بعد أسبوع من التسميد.

B= نقص الحديد على الخوخ. يلاحظ الاصفرار المتناسق على الأوراق المتأثرة بالمقارنة مع الأوراق العادية على قمة الصورة.

C= على الشمال أعراض نقص البوتاسيوم على الطماطم. على اليمين أوراق سليمة.

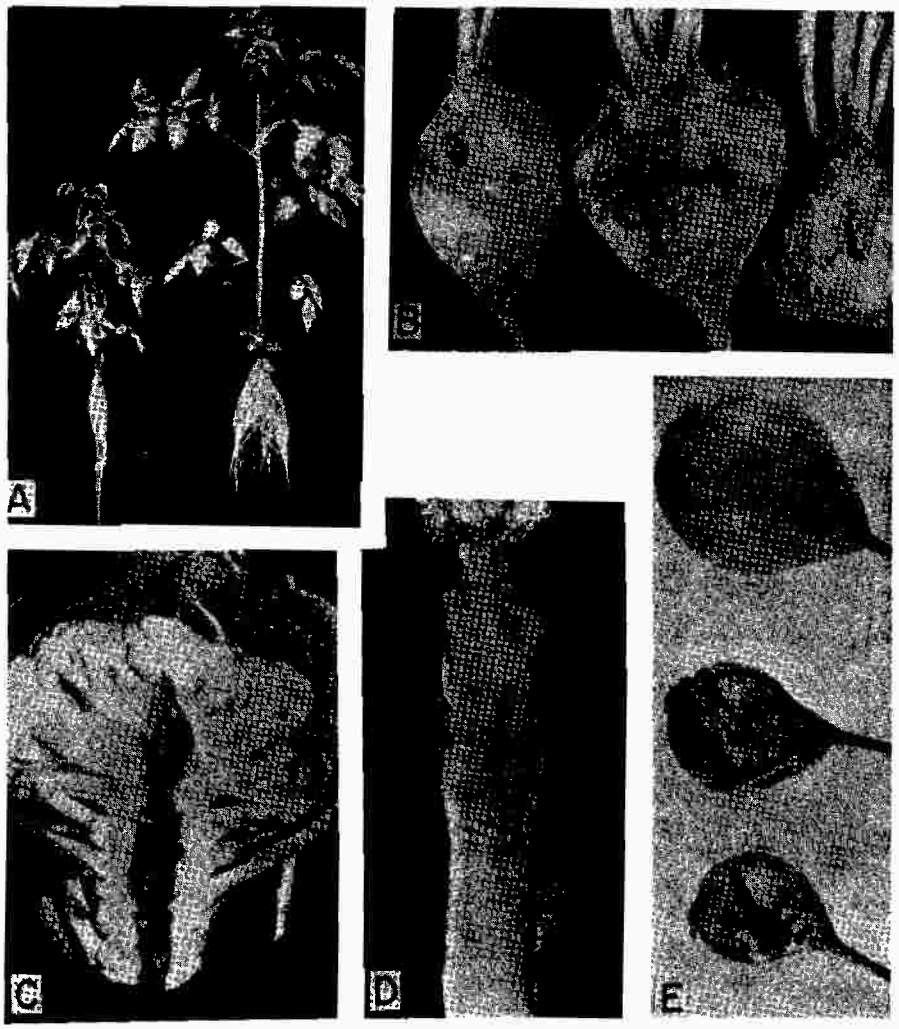
D= أعراض نقص المغنيسيوم على القيقب.

E= على اليمين نباتات برسيم حجازى سليمة. وعلى الشمال يظهر على نباتات البرسيم الحجازى أعراض نقص البوتاسيوم.

F= عفن الطرف الزهرى فى الطماطم المتسبب جزئياً عن نقص الكالسيوم.

إن التركيزات السامة التى توجد عليها العناصر غير الأساسية تختلف أيضاً حسب العناصر المختلفة، والنباتات بدورها تختلف فى حساسيتها بالنسبة لتلك العناصر. مثال على ذلك. بعض النباتات تتضرر بواسطة كميات صغيرة جداً من النكل، لكن يمكنها أن تتحمل تركيزات عالية من الألومنيوم.

قد يكون الضرر الناتج عن زيادة عنصر ما قليلاً أو شديداً، ويكون هذا الضرر عادة نتيجة للتأثير المباشر لذلك العنصر على الخلية. ومن ناحية أخرى قد يتدخل العنصر فى امتصاص أو فى وظيفة عنصر آخر وبالتالى يؤدى إلى أعراض نقص العنصر الذى تدخل فيه. ولهذا فإن زيادة الصوديوم تؤدى إلى نقص الكالسيوم فى النبات، بينما سمية النحاس، المنجنيز، أو الزنك تكون مباشرة على النبات أو تؤدى إلى نقص الحديد فى النبات أو كلا التأثيرين. إن الكميات الزائدة من أملاح الصوديوم خاصة كلوريد الصوديوم، كبريتات الصوديوم وكربونات الصوديوم ترفع رقم الحموضة فى التربة (pH) وتسبب ما يسمى أضرار القلوية. هذه الأضرار تختلف فى النباتات المختلفة وقد يتراوح ذلك ما بين الشحوب إلى التقزم، احتراق الورقة، الذبول، إلى قتل البادرات والنباتات الصغيرة فوراً. بعض النباتات مثل القمح، التفاح تكون شديدة الحساسية للضرر القلوى بينما النباتات الأخرى مثل بنجر السكر، البرسيم الحجازى ونجيليات كثيرة تكون متحملة إلى حد ما. ومن ناحية أخرى عندما تكون التربة عالية الحموضة فإن نمو بعض أنواع النباتات يكون ضعيفاً ويمكن أن تظهر أعراض مختلفة. تنمو النباتات بشكل جيد عادة فى التربة ذات الحموضة التى تتراوح ما بين ٤ – ٨ pH ولكن بعض النباتات تنمو أفضل على درجة حموضة أقل من التي تنمو عليها غيرها والعكس بالعكس. وبالتالى فإن النباتات المسماة Blue berries تنمو جيداً فى الأراضى الحامضية بينما البرسيم الحجازى ينمو أفضل فى الأراضى القلوية. إن الأضرار المتسببة عن انخفاض رقم الحموضة يمكن تفسيرها فى معظم الحالات على أن رقم الحموضة المنخفض (الحموضة العالية) يؤدى إلى زيادة ذوبان الأملاح المعدنية فى الأراضى المعدنية الحامضية، هذه الأملاح تصبح متوفرة بتركيزات ضارة للنبات (كما ذكر سابقاً) إما عن طريق سميتها للنباتات أو لتدخلها فى إمتصاص العناصر الضرورية الأخرى وهكذا تسبب أعراض نقص المعادن.



شكل - ٤٣

أعراض نقص البورون على النباتات

A= على اليمين نباتات سليمة. على اليسار نباتات طماطم متقزمة. B= تشقق وتحلل البنجر.

c= تحلل داخلى فى ساق القرنبيط. D= سطح الرقبة الفلينى والتحلل الداخلى فى ساق البروكولى.

E= الثمرة الموجودة فى الأعلى، سليمة أما الثمرتان الثانية والثالثة يظهر عليها التشقق نتيجة نقص البورون يزداد سوءاً بطول فترة الجفاف (ثمار الكمثرى).

إن البورون، المنجنيز والنحاس يتكرر كثيراً دخولها فى الأمراض المتسببة عن سمية المعادن مع أن المعادن الأخرى مثل الألومنيوم والحديد تضر أيضاً النباتات فى الأراضى الحامضية. تكون زيادة البورون سامة لكثير من الخضروات والأشجار. يعرف أن زيادة المنجنيز تسبب مرض تجعد الورقة فى القطن وداخله ضمنياً فى أحداث التحلل الداخلى للقلف فى تفاح در دليشص Red Delicious وفى كثير من الأمراض الأخرى لعديد من المحاصيل النباتية. لقد تبين على أن أيونات الصوديوم والكلوراين تسبب أعراض ضعف النمو والتدهور، مثل تلك الأعراض التى تظهر على بعض الأشجار المزروعة على جوانب الشوارع فى المناطق الشمالية حيث يجرى فى هذه الشوارع تمليح كثير فى الشتاء لاذلبة وإزالة الجليد من الشوارع.

ضرر مبيدات الحشائش :

يبدو أن بعض الإضطرابات النباتية الأكثر تكراراً تكون نتيجة الإستعمال الواسع لمبيدات الحشائش. إن الزيادة المستمرة فى عدد مبيدات الحشائش المستعملة، وإستعمالها باضطراد من قبل الناس للمقاومة العامة أو النوعية للأعشاب يخلق عديداً من المشاكل للذين يستعملون تلك المبيدات أو لجيرانهم أو للأشخاص الذين سيستعملون التربة التى سبق أن عوملت بمبيدات الحشائش.

إن مبيدات الحشائش إما أن تكون متخصصة ضد الأعشاب ذات الأوراق العريضة مثل أترازين سيمازين، 2,4- D, dicamba (Banvel - D) وهذه تستعمل فى حقول الذرة وحقول النباتات الأخرى ذات الحبوب الصغيرة وعلى المروج الخضراء، أو تكون نوعية ضد النجيليات أو ضد بعض الأعشاب ذات الأوراق العريضة مثل دكتال، تريفلان (Dacthal ,Treflan) وهذه تستعمل فى بساتين الفاكهة وفى حقول الخضار ومناطق زراعة الخضار الورقية. زيادة على ذلك فإن بعض مبيدات الحشائش تكون مبيدات أعشاب عامة أو مبيدات شجيرات مثل باركويت، روندمب، ترباسل، بكلورام.إن معظم مبيدات الحشائش غير خطيرة على النباتات

طالما أنها تستعمل لمقاومة الأعشاب الموجودة بين نباتات المحاصيل على وجه سليم وفى وقت مناسب وبالجرعة المناسبة وبسرعة وعندما تسود الظروف الجوية المناسبة. عندما لا يتوفر أى من هذه الظروف المذكورة آنفاً فإنه ينشأ تشوهات على النباتات المزروعة التى وصلتها مبيدات الحشائش المستعملة. تظهر النباتات المصابة درجات مختلفة من التشوه أو إصفرار الأوراق (شكل ٤٤)، التلون البنى، جفاف وسقوط الأوراق، التقزم وأيضاً موت النبات. يتسبب كثيراً من تلك الأعراض السابقة الذكر عن طريق استعمال جرعات عالية من مبيدات الحشائش أو عند إستعمالها فى فترة مبكرة من الموسم أو فى وقت بارد جداً أو حار جداً من النهار أو عندما يحمل بعض الغبار أو بعض القطرات من مبيد الحشائش بواسطة الهواء إلى النباتات المجاورة القريبة والتى هى حساسة له، أو إلى البساتين أو الحقول التى فيها نباتات نامية حساسة لمبيد الحشائش. إن الإستعمال المباشر لمبيدات **الحشائش** غير المناسبة (فى الحقل) على نباتات محاصيل معينة، طبعاً، فإنه سيقتل المحصول تماماً كما لو كان المحصول عشباً.

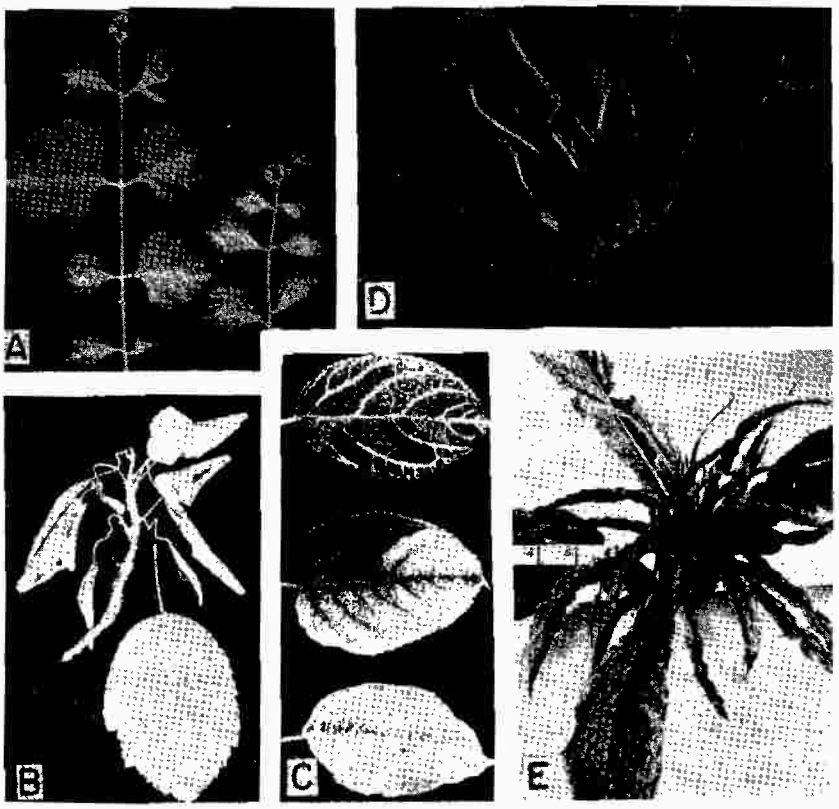
إن استعمال مبيدات الحشائش المتخصصة للاستعمال قبل الزراعة أو قبل ظهور النباتات فوق سطح الأرض ورشها على التربة قبل أو أثناء وقت زراعتها غالباً ما يؤثر على **إنبات** البذور وعلى نمو البادرات الحديثة إذا استعمل المبيد بكمية كبيرة أو كان المبيد غير مناسب للإستعمال. تستهلك معظم مبيدات الأعشاب أو تثبط خلال مدة بضع أيام إلى بضع شهور ابتداء من وقت استعمالها، يبقى بعضها فى التربة لمدة أكثر من سنة. إن النباتات الحساسة المزروعة فى الحقول قبل معاملتها بمثل هذا المبيد المستديم يمكن أن تنمو بضعف ويمكن أن تظهر أعراضاً مختلفة. أيضاً فإن بيوت المالكين، وبيوت المزارعين ومؤسسات الصوبات الزجاجية غالباً ما تحصل على تربة شبه جيدة خالية من الحشائش من حقول غير معروف لهم فيما إذا كان قد سبق وأن عوملت بمبيدات الحشائش أم لا. مثل هذه التربة عندما تستعمل للزراعة فى أوعية أو فى بنشات أو حدائق نباتية فإنها تؤدى إلى إنتاج نباتات صغيرة مشوهة مصفرة (شكل ٤٤، D) والتى أحياناً تسقط بعض أو كل أوراقها أو أنها تموت أو تعود وتشفى ثانية.

عمليات زراعية أخرى غير ملائمة :

كما هو الحال بالنسبة لمبيدات الأعشاب فإن هناك مجموعة مختلفة من العمليات الزراعية تجرى بصورة غير ملائمة. عند ذلك يمكن أن تسبب أضراراً كثيرة للنباتات وتزيد الخسائر المالية. إن كل عملية زراعية تقريباً، يمكن أن تسبب ضرراً عندما تجرى بطريقة خاطئة، أو فى وقت غير مناسب أو باستعمال مواد غير مناسبة. تنتج الخسائر الأكثر شيوعاً من استعمال الكيماويات، مثل المبيدات الفطرية، المبيدات الحشرية، المبيدات النيماتودية والأسمدة، بتركيزات عالية أو على نباتات حساسة لها. يسبب الرش أضرارا تتمثل فى احتراق الورقة أو التبقع أو ظهور اللون الخمرى وتكوين طبقات فلينية قاسية على سطح الثمرة Russeting، هذه الأضرار شائعة فى كثير من نباتات المحاصيل (شكل ٤٥). إن الحراثة المتكررة جداً أو الحراثة العميقة بين خطوط النباتات النامية قد يكون ضررها أكثر من فائدتها وذلك لأنها تقطع أو تسحب عديداً من جذور النباتات. إن شق الطرق أو إقامة الأبنية غالباً ما تقطع نسبة كبيرة من جذور الأشجار القريبة منها وتؤدى إلى ظهور الموت الرجعى (موت القمم) وتدهور النباتات. إن الرى غير المناسب أو زيادة الماء يمكن أن يسبب الذبول أو أى من الأعراض المذكورة سابقاً. فى حالة البنفسج الإفريقى فإن قطرات من الماء البارد على الأوراق تسبب ظهور نظام الحلقات أو شبه حلقات تذكرنا بأمراض البقع الحلقية الفيروسية. كما وأن البطاطس المخزنة قريباً من أنابيب المياه الساخنة تحت مغسلة المطبخ غالباً ما يؤدي إلى ظهور مرض القلب الأسود فى البطاطس. إن الأشجار التى كثيراً ما تنمو بضعف وتكون أوراقها شاحبة، مجعدة أو محمرة، يكون ذلك بسبب أن جذورها تكون محزمة بأسلاك السياج مما يؤدى إلى ضعف سير الغذاء فى اللحاء. كذلك فإن جذور النباتات المزروعة فى أوعية صغيرة جداً بالنسبة لحجم النبات تكون غالباً مشوهة وملتوية، وينمو جميع النبات بضعف (شكل ٣٦).

تداخل مسببات الأمراض :

إن تشخيص الأمراض غير الحيوية كثيراً ما يكون فى نفس صعوبة تشخيص الأمراض الحيوية فى كل صغيرة وكبيرة. عندما يحدث أتحاداً ما بين واحداً أو عديداً من الأمراض الحيوية وغير الحيوية على نفس النبات أو فى منطقة بأكملها فأن تشخيص المرض وتحديد الأهمية النسبية لكل منهما تصبح صعبة جداً وكثيراً ما تكون غير ممكنة.



شكل – ٤٤

أضرار ظاهرة على الأشجار بسبب رذاذ مبيدات الحشائش المستعمل على المروج الخضراء أو فى بساتين الفاكهة.

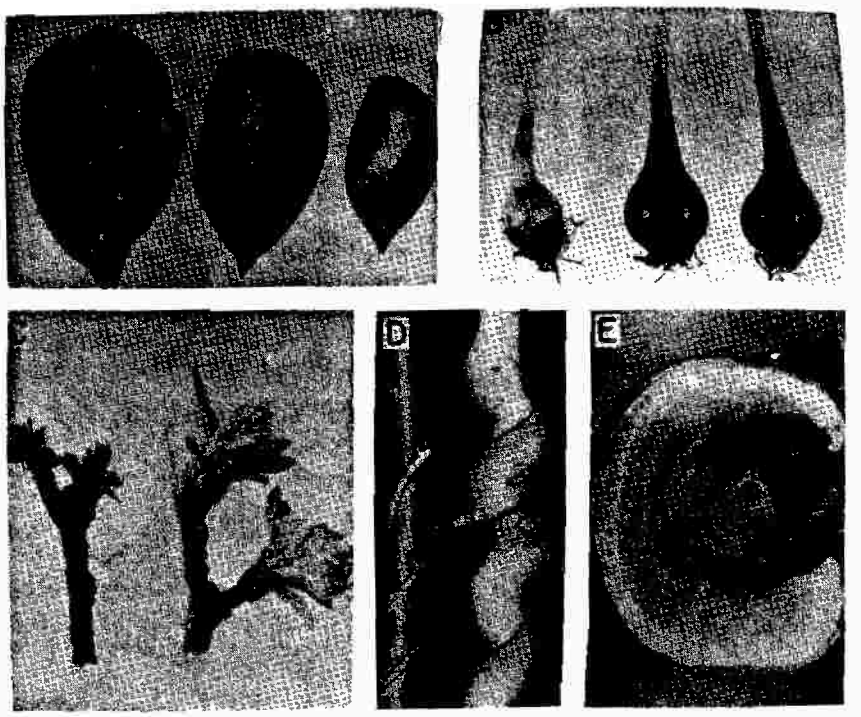
A= الأوراق صغيرة والمسافات بين العروق ضيقة جداً.

B= الأوراق ملتفة والأعناق مشوهة. الأعناق السليمة واضحة فى أسفل الصورة.

C= اصفرار العروق أو جميع الأوراق متسبب عن أضرار مبيدات الحشائش.

D= تشوه أوراق عقل الجيرانيوم بعد نقلها إلى تربة ملوثة بمبيدات حشائش. يلاحظ ورقتان عاديتان فى أسفل الصورة تكشفت هذه الأوراق قبل نقل النبات.

E= التقطيعات فى الدخان متسببة عن تراكم مواد سامة فى التربة ناتجة من بكتريا باسليص سبرص وعن الفطريات اسبرجلس. وتداخل هذه السموم مع ميتابولزم الأحماض الأمينية فى النبات.



شكل – ٤٥

أضرار الرش على أوراق الكمثرى A، أضرار الرش على ثمار الكمثرى B، أضرار الرش على أزهار التفاح فى شمال الصورة C .D= تشوه ساق القيقب وكذلك النموات الحديثة نتيجة لتسلقه بنبات الحراب Bittersweet **وإسمة** العلمي *Celastrus scandens* . أما شكل E فهو اضرار النار على جذع البلوط.

.عندما تهاجم النباتات بعوامل بيئية غير ملائمة مثل، رطوبة منخفضة، نقص تغذية، تلوث هواء، أو تجمد فإنها عادة ما تكون متزامنة مع حدوث ضعفها وتهيؤها للإصابة بواحد أو أكثر من الكائنات المرضة ضعيفة التطفل،فمثلاً، فأن الظروف البيئية الثلاثة (رطوبة منخفضة، نقص تغذية، تلوث هواء أو تجمداً) تُهئ النباتات الحولية إلى الأصابة بالفطر *Alternaria* وكثيراً من النباتات الدائمة إلى الأصابة بالفطريات المسببة للتشقق مثل *Cytospora* و *Bo-*

tryosphaeria. إن تجمد الأزهار المتأخره كثيراً ما يكون متبوعاً بالأصابة بالمرضات *Pseu-domonas , Alternaria, Botrytls*. إن الأضرار الناتجة عن مبيدات الحشائش من المحتمل أن تكون متبوعة بأعفان الجذور المتسببة عن الفطرين *Rhizoctonia, Fusarium*. لذلك فإن أضرار غمر التربة كثيراً ما يكون متبوعاً بأصابات الجذور بالفطر *Pythium*.

ويبدو واضحاً أن النقاط المشروحة فى هذا الباب كثيراً ما تكون معقدة بواسطة الأمراض الحيوية التى تتبعها. وكحقيقة واقعة فأن كثيراً من مشاكل الأمراض الوبائية مثل عفن ساق وجذور الذرة، إنهيار الأشجار، وإستمرار نضوب بقوليات العلف مع أنه يعتقد أنها تتسبب عن واحد أو أكثر من العوامل الحيوية إلا أنها فى الحقيقة تنشأ عن واحد أو أكثر من العوامل البيئية المشروحة سابقاً، وبالتالي فان عفن سويقة الذرة مع أنه يتسبب عن واحد أو عديد من الفطريات الشائعة مثل *Fusarium, Diplodia, Gibberella* فأنه يحدث مؤكداً أو يصبح مهماً فقط تحت ظروف نقص البوتاسيوم وإنخفاض الرطوبة الحادثة فى نهاية الموسم. وبالمثل فأن الضرر الأضافى المتسبب عن بعض مبيدات الحشائش على بادرات فول الصويا وبنجر السكر والقطن يزيد قابلية هذه المحاصيل لفطريات أعفان الجذور والسقوط المفاجىء *Thie-laviopsis basicola, Rhizoctonia*.

من الأمثلة الصارخة على تداخل مسببات الأمراض قد تكشف حديثاً فى أوروبا حيث أن عديداً من أنواع أشجار الغابات، الشجيرات والأعشاب قد أظهرت درجات مختلفة من الأصفرار، إنخفاض النمو، تشوهات، نموات غير طبيعية، الضعف وأخيراً الموت. هذا الإنتشار الكبير فى تدهور الغابات يسمى (Waldsterben) ولقد حدثت وإنتشرت فى مناطق واسعة فى أوروبا الوسطى منذ سنة ١٩٨٠. ويبدو أن مثل هذا الانحطاط قد تفجر وإنطلق عن الفعل المتسبب بواسطة ترسبات السموم الجوية أو تغيرات النمو بواسطة ملوثات الهواء ولكنه يكون متبوعاً بمسببات أخرى أشد خطورة بواسطة زيادة تعرضها لعوامل حيوية أو غير حيوية أو مسببات الضغط المرضى. إن ملوثات الجو نفسها مثل الأوزون تسبب بعض الضرر المباشر وتخفيضاً فى عملية التمثيل الضوئى. ولكن الخليط من الملوثات الحامضية المترسبة يمكن أن

تسبب أيضاً حموضة التربة وهذا يؤدى إلى طرد المعادن وبالتالى نقص فى معادن معينة مثل الماغنسيوم أو زيادة فى نوبان بعض المعادن السامة مثل الألمونيوم وبالتالى يسبب سمية الألومنيوم للنبات. وهذه السمية تسبب تقرحات صغيرة ميتة على الجذور الصغيرة والتى تؤدى إلى زيادة الرطوبة أو تخفض التغذية وأخيراً جفاف وموت الأشجار خاصة فى فترات الجفاف. بالأضافة إلى التأثيرات المتسببة عن هذه العوامل غير الحيوية فأن الأشجار المصابة تظهر زيادة فى قابليتها للاصابة بالحشرات واصابة المجموع الخضري والجذرى بالكائنات الممرضة مثل الفطر *Lophodermiun* والفطر *Phytophthora* والفطر *Alternaria* والتي تعطى زيادة في الرطوبة وضغط الماء وتقلل التمثيل الضوئى في النبات.

المراجع

Berg, A., Clulo (Berg), G., and Orton, C. R. (1958). Internal bark necrosis of apple resulting from manganese toxicity. *Bull.—W. Va., Agric. Exp. Stn.* **414**, 22.

Cerne, W. M. (1948). The non-parasitic disorders of apple fruits in Australia. *Bull.—C.S.I.R.O. (Aust.)* **238**, 1–83.

Colhoun, J. (1979). Predisposition by the environment. *In* "Plant Disease" (J. G. Horsfall and E. B. Cowling, eds.), Vol. 4, pp. 75–96. Academic Press, New York.

Daines, R. H., Leone, I. A., and Brennan, E. (1960). Air pollution as it affects agriculture in New Jersey. *Bull.—N. J. Agric. Expt. Stn.* **794**, 1–14.

Darley, E. F., and Middleton, J. T. (1966). Problems of air pollution in plant pathology. *Annu. Rev. Phytopathol.* **4**, 103–118.

Dodd, J. L. (1980). The role of plant stresses in development of corn stalk rots. *Plant Dis* **64**, 533–537.

Evans, L. S. (1984). Acidic precipitation effects on terrestrial vegetation. *Annu. Rev. Phytopathol* **22**, 397–420.

Jacobson, J. S., and Hill, A. C., eds. (1970). "Recognition of Air Pollution Injury to Vegetation: A Pictorial Atlas." Air Pollut. Control Assoc., Pittsburgh, Pennsylvania.

Krupa, S. V., Pratt, G. C., and Teng, P. S. (1982). Air pollution: An important issue in plant health. *Plant Dis.* **66**, 429–434.

Lacasse, N. L., and Treshow, M., eds. (1976). "Diagnosing Vegetation Injury Caused by Air Pollution." Applied Science Associates, Inc., Washington, D. C.

Laurence, J. A., and Weinstein, L. H. (1981). Effects of air pollutants on plant productivity. *Annu. Rev. Phytopathol.* **19**, 257–271.

Levitt, J. (1972). "Responses of Plants to Environmental Stresses." Academic Press, New York.

McMurtrey, J. E., Jr. (1953). "Environmental, Nonparasitic Injuries," Yearb. Agric., U. S. Dept. Agric., Washington, D. C. pp. 94–100.

Manning, W. J., and Feder, W. A. (1980). "Biomonitoring Air Pollutants with Plants." Applied Science Publishers, London.

Pell, E. J. (1979). How air pollutants induce disease. *In* "Plant Disease" (J. G. Horsfall and E. B. Cowling, eds.), Vol. 4, pp. 273–292. Academic Press, New York.

Schoenweiss, D. F. (1981). The role of environmental stress in diseases of woody plants. *Plant Dis.* **65**, 308–314.

Schutt, P., and Cowling, E. B. (1985). Waldsterben, a general decline of forests in central Europe: Symptoms, development and possible causes. *Plant Dis.* **69**, 548–558.

Wallace, T. (1961). "The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants by Visual Symptoms." Stationery Office, London.