

الفصل الثاني

Plant Diseases الأمراض النباتية

من أهم العوامل التي تؤثر وتحد من إنتاج الطماطم إصابتها بالأمراض Diseases والعلل Disorders المختلفة كانت أمراضاً فطرية أم بكتيرية أم فيروسية أم إصابات حشرية أم نيماتودية، وكذلك الأمراض الفسيولوجية. والمرعى في النبات هو أى انحرف في التركيب الطبيعي أو اختلال في العمليات الفسيولوجية التي يقوم بها النبات أو حذ أعضائه قد يحدثها عامل أو أكثر من عوامل البيئة أو هجوم كائنات حية متطفلة مثل الفطر والبكتيريا والفيرس النيماتود مؤدياً إلى ضعف النبات المصاب كلياً أو جزئياً أو موته، الأمر الذي يتسبب عنه انخفاض في النبة الاقتصادية للمحصول المصاب من حيث الكمية أو الجودة.

وعندما اخترع فان لوفنيك Van Loevenhoeek ميكروسكوبه الضوئي عام ١٦٨٣م بدأت المعرفة بعلم أمراض النبات حيث تمكن من رؤية بعض الكائنات الدقيقة. وفي النصف الثاني من القرن الثامن عشر (١٨٥٠ - ١٨٨٠م) قام ثلاثة علماء ببدء المرحلة الحديثة من علم أمراض النبات حيث وضع لويس باستير Louis Pasteur النظرية الميكروبية على تحدد العامل الأساسي في حدوث المرض وهو وجود الطفيل في العائل وتطفله عليه. ثم قام العالم أنتون دي باري Anton De Bary بتوضيح العلاقة بين الفطريات وأمراض النباتات التي تتسبب عنها وقدرتها على إحداث المرض في النبات العائل. أما روبرت كوخ Robert Koch فقد وضع الفروض المعروفة باسمه Koch Pastulates والتي يعتمد على أساسها إثبات العلاقة الحقيقية بين المرض والكائن المسبب له بصفة قاطعة. وهي الفروض الآتية:

- ١ - يجب أن يكون الميكروب في الجزء المصاب.
 - ٢ - عزل الميكروب بحالة نقية خارج النبات أو الحيوان وينمى في بيئة مناسبة لعدة أجيال متتالية.
 - ٣ - إذا لقيح هذا الميكروب في نبات أو حيوان قابل للعدوى، فإنه يحدث نفس المرض ولا بد من وجود هذا الميكروب بعد ذلك في الجزء المصاب.
 - ٤ - يحدث هذا الميكروب تفاعلات كيميائية وحيوية مدروسة، كما يحدث تفاعلات سيولوجية معروفة. هذه الفروض ملزمة لإثبات أن الميكروب ممرض (لكن الآن يوجد بعض الميكروبات المتطفلة حتمياً مثل بعض أنواع الفطر والبكتيريا وأيضاً الفيروسات لا يمكن عزل الميكروب الممرض في بيئات مناسبة لعدة أجيال). واستنبط كوخ أيضاً طريقة زراعة البكتيريا والفطريات في أطباق خاصة وذلك بعزلها عن العائل المصاب وإنمائها في مزارع نقية Pure cultures.
- ومنذ أواخر القرن التاسع عشر أجريت بحوث كثيرة ودقيقة للتعرف إلى مسببات الأمراض النباتية وتحديد خصائصها الشكلية واحتياجاتها الفسيولوجية. ودراسة دورة حياة كل منها، وطرق المقاومة الفعالة في مقاومة مسببات هذه الأمراض أو الحد من الضرر الذي تحدثه.



مسببات الأمراض النباتية:

تحت ظروف الحقل من الصعب توفير الظروف المثلى لنمو النبات، لذلك يتعرض أى محصول فى الحقل لبعض العرف غير الملائمة لنموه فى فترة النمر أو فى بعض من فترات هذا النمو، مما قد يؤثر فى العمليات الحيوية المهمة التى تتم داخل النبات وقد ينتج عن ذلك تغيير فى الشكل الخارجى للنبات أو فى تركيبه الداخلى أو فى كل منهما. وفى هذه الحالة فإن العامل البيئى غير المناسب للنمو الطبيعى هو العامل الأساسى المسبب للمرض. وفى كثير من الأحوال ينشأ المرض أساساً من ميكروب طفيلى، ولكن الظروف البيئية المحيطة بالنبات تؤثر بشدة فى حدوث المرض من حيث تهيئة النبات للإصابة وتؤثر أيضاً فى نمو الطفيل وقدرته على إحداث المرض. وبعد حدوث الإصابة تلعب الظروف البيئية دوراً مهماً فى العلاقة التطفلية بين الطفيل Parasite والعائل Host وتعى تؤدى إلى تكشف المرض. فإذا كانت الظروف البيئية ملائمة للطفل. ينمو الطفيل ويستقر ويكون علاقة بعرجية مع العائل ويحصل منه على غذائه ويتكشف المرض. أما إذا كانت الظروف البيئية غير ملائمة للطفل وتتر ملائمة لنمو العائل فإن الإصابة يقف نموها مبكراً ولا يستمر تكشف المرض. ولا يعتبر الطفيل متطفلاً ناجحاً إلا إذا توفرت له القدرات التى تمكنه من البقاء وإحداث العدوى، ومنها قدرته على التكاثر وقدرته على الانتشار لأماكن مختلفة وأيضاً قدرته على اختراق العائل وغزو أنسجته ثم يأتى دور العدوى الناجحة والتى لا تكون إلا بإتمام العلاقة البيولوجية بين الطفيل والعائل لكى يستطيع النمو والتكاثر بسهولة فى النباتات المختلفة لها نظم دفاعية تعمل على اختلال التوازن بين الطفيل والعائل، أى إن من مميزات الطفيل الجح قدرته على البقاء حياً خلال الظروف البيئية غير الملائمة لنموه وقدرته على التجاوب مع التغيرات المعيشية والبيئية التى قد تحدث عند انتقال الطفيل من مكان إلى آخر. والتى تنشأ من تغيير فى التركيب المحصولى، أى صرة الطفيل على التأقلم فى الظروف الجديدة وأيضاً قدرته على إتمام عملية التطفل. وتتسبب الأمراض النباتية عامة إم من كائنات طفيلية سواء كانت طفيليات نباتية أم حيوانية: أم مسببات غير خلية. سواء كان عاملاً منفرداً أم عدة عوامل مجتمعة من عوامل البيئة غير الملائمة لنمو النبات فى التربة حول الجذور Rhizosphere أو حول المجموع الخضرى Atmosphere.

أولاً: المسببات المرضية النباتية:

الفطريات Fungi

هى كائنات حية غير ذاتية التغذية لا يمكنها تكوين الغذاء الكربونى الخاص بها لعدم وجود كلوروفيل فى خلاياها تتفاوت فى الحجم. معظمها صغير جداً لا يرى إلا بالميكروسكوب وبعضها يمكن رؤيته بالعين المجردة. يتكون جسم الفطر من هيفات Hyphae (مفردها Hypha) ومجموع هذه الهيفات يسمى ميسليوم Mycelium.

البكتيريا Bacteria

البكتيريا كائنات ميكروسكوبية دقيقة معظمها مترمم، تتكون من خلية واحدة أولية تحتوى على كروموسوم واحد حلقي الشكل. وتختلف البكتيريا من حيث الشكل فيوجد منها الكروى والعصى والبيضاوى واللولبى. لكن معظم بكتيريا المسببة للأمراض النباتية عصوية الشكل.



٣- الفيتوبلازما Phytoplasma

اكتشفت الفيتوبلازما في النباتات عام ١٩٦٧م وكان يعتقد أنها فيروسات ، وذلك لإمكانية نقلها بواسطة الحشرات وأيضاً لأعراضها المرضية. ولكن صُنفت الآن ضمن البكتيريا، وذلك لشكلها وحساسيتها للحرارة. وأيضاً لإمكانية مقاومتها بمضادات حيوية معينة (مركبات Tetracycline). تشبه البكتيريا في الشكل، لكن لا يوجد لها جدار ويحيط بها غشاء واحد، لها القدرة على التشكل Pleomorphic وتحتوى على ريبوسومات وخيط واحد رفيع من DNA طولها يتراوح ما بين ١٠٠ ملليميكرن-١ ميكرون. وقد أطلق عليها اسم الكائنات شبيهة الميكوبلازما Mycoplasma Like Organisms (MLO) وتسمى الآن فيتوبلازما تمييزاً لها عن الميكوبلازما التي تسبب أمراضاً للإنسان والحيوان.

٤- سبيروبلازما Spiroplasma:

كائنات نباتية ذات خلايا عديدة التشكل. فهي إما كروية وإما بيضاوية. وقد تكون حلزونية أو منفرعة وتختلف في إمكانية عزلها من الحشرات الناقلة والنباتات العائلة. يعتقد أنها تتكاثر بالانقسام الثنائي البسيط. يوجد لها جدار خلوي طبيعي، كمن يحيط بها غلاف واحد مكون من ٣ أغشية، ويظهر على سطح الغلاف الخارجي زوائد قصيرة على فترات منتظمة. لا يوجد بها أهداب. ولكن الشكل الحلزوني بها يتحرك حركة بريمية أو التوائية.

٥- الفيروسات Viruses:

تمر أجسام الفيروسات من خلال المرشحات البكتيرية التي لا تسمح بمرور البكتيريا وذلك لصغر حجمها، حيث إن غالبية الفيروسات يقل قطرها عن ٢٠٠ ملليميكرن. تتكون الفيروسات أساساً من نوع واحد من الأحماض النووية. يحيط بها غلاف بروتيني، معظم الفيروسات التي تصيب النباتات تتكون من الحمض النووي RNA والقليل من الحمض النووي DNA، وتتكاثر الفيروسات في الخلايا الحية فقط.

٦- الفيرويدات Viroids:

تم اكتشاف الفيرويدات عام ١٩٧١م وسميت Viroids لتشابهها مع الفيرس في مهاجمة الخلية النباتية والسيطرة على ميكانيكية تكاثرها، حيث يقوم الفيرويد بتوجيه الخلية إلى زيادة إنتاج الحمض النووي RNA الخاص به والذي يختلف عن RNA الخاص بالفيروسات في عدم احتوائه على غطاء بروتيني واقى. لا يوجد بالفيرويد الحمض النووي DNA. تسبب الفيرويدات أمراضاً مهمة على محاصيل الخضرا، منها مرض الدرنة المغزلية في البطاطس والطماطم (Potato Spindle Tuber Viroid (PSTVd) والذي عن طريق اكتشافه عرف الفيرويد بواسطة (Diener 1971).

٧- الفيروسيدات Virosoids أو Satellite RNAs

الفيروسيد عبارة عن شريط مفرد دائري من RNA يتكون من عدة مئات من النيكلوتيدات (nts) ويعتمد على فيروسات النبات كي يتكاثر ويتغلف بداخلها. هذا التكاثر يتم في السيتوبلازم بواسطة أنزيم RNA-dependent RNA Polymerase. هذا النشاط الأنزيمي يوجد في الخلايا النباتية فقط. ولا يوجد في الخلايا الحيوانية.



الفيروسيدات تشبه الفيروسات في الحجم لكن تختلف عنها في طريقة التكاثر. حيث تعتمد الفيروسات على القطرات في تكاثرها.

تتبع الفيروسيدات علم الفيروس Virology لكن تصنف كجزيئات تحت فيروسية Subviral Particles ولأنها تحتاج إلى فيروسات مساعدة يتم تصنيفها كتتابع Satellites كالتالي:

Satellites

Satellite Nucleic Acid

Subgroup 3

Circular Satellite RNAs

٤- الطحالب Algae

نباتات دنيئة مائية تحتوى على الكلوروفيل وقليل منها يسبب أمراضا نباتية.

٥- الأشنة Lichens

تتكون الأشنة من طحلب وفطر يعيشان معاً في حالة تكافل.

٦- النباتات الزهرية المتطفلة Parasitic Flower Plants

تتطفل هذه النباتات على النبات العائل مما يؤدي إلى إضعافه، وتقوم أيضاً بنقل بعض مسببات الأمراض إلى نباتات العائل. ومن النباتات الزهرية المتطفلة نبات الحامول Dodder والذي يقوم بنقل الفيتوبلازما المسببة لمرض Tomato Stalbur Phytoplasma إلى نباتات الطماطم.

٧- مسببات المرضية الحيوانية:

الديدان الثعبانية أو الديدان Nematodes:

تتبع الديدان الثعبانية المملكة الحيوانية. بعضها يتطفل إجبارياً على النبات والبعض يتطفل اختياريًا. وتوجد ديدان تعيش في حشيشة رمية. بعض أنواع الديدان تسبب أمراضا نباتية خطيرة على بعض المحاصيل الحقلية والمحاصيل البستانية.

الحشرات Insects:

الحشرات آفة ضارة بالنبات سواء عن طريق تغذيتها على النبات فقط مثل الحفار Mole Cricket والديدان مرضية Cutworms، أم عن طريق نقلها لمسببات مرضية مثل الفيروسات والتي تنتقل من نبات إلى آخر عن طريق حشرة المن Aphids أو الذبابة البيضاء Whitefly أو حشرة التريبس Thrips

البروتوزوا Protozoa:

كائنات وحيدة الخلية تتبع المملكة الحيوانية، تتحرك بواسطة هدب واحد أو أكثر. تتطفل على النبات مسببة أمراض ذات أعراض خارجية وداخلية واضحة. وقد لا تظهر هذه الأعراض بوضوح.



ثالثاً: مسببات أمراض غير طفيلية Disorders:

وهي عامل أو عدة عوامل مجتمعة تؤدي إلى انحراف في طبيعة نمو النبات. وتؤثر في إنتاجه. قد توجد هذه العوامل في المحيط الجذري للنبات أسفل سطح التربة. أو حول المجموع الخضري للنبات فوق سطح التربة. من هذه العوامل الحرارة غير المناسبة لنمو النبات: الرطوبة الأرضية الزائدة - ارتفاع نسبة الأملاح المعدنية - درجة حموضة التربة (pH) غير المناسبة للنبات - قلة العناصر الغذائية في التربة - وجود شوائب وأبخرة سامة تحط بالمجموع الخضري للنبات.

علاقة البيئة بالأمراض النباتية:

تؤثر بيئة نمو النبات تأثيراً مهماً في درجة إصابته بالأمراض المختلفة حيث إن تقدم المرض وانتشاره وشدة حديته تتوقف على مدى التوافق الذي يحدث بين الكائن المسبب للمرض Causal organism والعائل Host والبيئة المحيطة بالنبات Environment. وأكثر العوامل البيئية تأثيراً في حدوث المرض: الحرارة - الرطوبة - الضوء - العذرة الغذائية - pH التربة. تأثير هذه العوامل في حدوث المرض قد يكون من خلال التأثير في النبات العائل أو على المسبب المرضي أو على مدى التفاعل بين المسبب المرضي والعائل.

تأثير الحرارة:

بعض الأمراض تنمو وتنتشر عند درجات الحرارة المرتفعة نسبياً والبعض الآخر يزداد انتشاره في درجات الحرارة المنخفضة. في مرض اللفحة الجنوبية في الطماطم Tomato southern blight والمسبب من فطر *Sclerotium rolfsii* وجد أن الدرجة المثلى لنمو ميسيليوم الفطر وتكوين الاسكلورشييات من ٢٥-٣٥ م (٧٧-٩٥ ف). أما مرض سقمط البادرات المفاجئ في الطماطم Tomato damping-off والذي يسببه فطريات *Pythium spp*, *Phytophthora spp* يكون أكثر حدوثاً وانتشاراً عند درجات الحرارة المنخفضة. فعند درجة حرارة ١٢ م (٥٤ ف) يصبح فطر *Phytophthora debaryanum* شديد الخطورة في إحداث المرض. وفطر *Phytophthora debaryanum* يكون أكياسه الأسبورانجية وتنتبت عند درجات حرارة من ١٠-١٥ م (٥٠-٥٩ ف). وتشتد أعراض إصابة نباتات الطماطم بمرض *Tomato mosaic virus* في درجات الحرارة المنخفضة على ألا تقل عن ١٠ م (٥٠ ف). وبعد حدوث الإصابة تؤثر الحرارة أيضاً في تكثف وشدة المرض. حيث ينتشر المرض سريعاً عندما تكون درجة الوسط المحيط بالنبات أكثر ملاءمة للمسبب المرضي وليس للعائل.

تأثير الرطوبة:

تلعب الرطوبة دوراً مهماً في انتشار الأمراض النباتية حيث تقوم الأمطار بنقل مسببات الأمراض من نبات إلى آخر وأيضاً من مكان إلى آخر. وتؤثر الرطوبة تأثيراً كبيراً في إنبات الجراثيم الفطرية وعلى عملية اختراق الطفيل للعائل. في الجو الرطب يكون النبات أكثر غضاضة، وبالتالي أكثر قابلية للإصابة. وتشجع الرطوبة على نمو الفطريات والبكتيريا والنيماطودا الممرضة للنبات. حيث إن معظم الفطريات الممرضة للنبات تعتمد على وجود ماء حر على النبات أو نسبة مرتفعة من الرطوبة الجوية لإنبات الجراثيم وإحداث العدوى. ففي مرض عفن أوراق الطماطم الأسي-



والدَّ يسببه فطر *Pseudocercospora (Cercospora) fuligena* لا تنبت جراثيم هذا الفطر عند رطوبة نسبية أقل من ٨٥ - ويشتد المرض بازدياد فترات بلل الأوراق. أما البكتيريا فيلزم لها وجود غشاء مائي على سطح النبات لكي تتحرك فيه وتصل عن طريقه إلى الفتحات الطبيعية أو الجروح. لكن توجد حالات قليلة لا تحتاج فيها الجراثيم إلى مـحرر أو رطوبة جوية كي تنبت. ففي بعض فطريات البياض الدقيقي تنبت جراثيمها إذا كان الجو المحيط بها جافاً وهذا يعود غالباً إلى وجود كمية من الماء داخل هذه الجراثيم تساعد على الإنبات.

تـثر الرطوبة الأرضية أيضاً في الأمراض النباتية والكائنات المسببة لها في التربة. هذا التأثير قد يكون مباشراً في تـائنات التربة من حيث النمو والتكاثر والحيوية أو تأثير غير مباشر عن طريق تشجيع حدوث الإصابة وزيادة شتبا. وقد وجد أن زيادة الرطوبة الأرضية تؤدي إلى أمراض عفن البذور وموت البادرات وعفن الجذور وتزداد شدة الإـابة بفطر *Pythium ultimum* عند تشبع التربة بالرطوبة. أما فطر *Rhizoctonia solani* تشتد الإصابة به عندما تصـ الرطوبة النسبية في التربة إلى ٦٥٪.

تـشتد الإصابة بمرض الذبول البكتيري في الطماطم والمسبب عن بكتيريا *Ralstonia (Pseudomonas) solanaceae* بارتفاع نسبة الرطوبة في التربة.

تـلقـر الضوء:

تـأثير الضوء في إنبات جراثيم الفطريات أقل كثيراً من تأثير الحرارة والرطوبة. لكنه قد يكون أكثر تأثيراً على التجزئ في بعض الفطريات مثل فطر *Alternaria spp*. الإضاءة الضعيفة تشجع على الإصابة ببعض الأمراض مثل مرض عفن أوراق الساطم والذي يسببه فطر *Passaloria fulva (Fuvvia fulvum)* وكذلك تساعد على الإصابة الفيروسية. وقد يرجع ذلك إلى أر قلة الضوء تؤدي إلى ضعف النباتات وتصبح عصيرية رخوة وبالتالي أكثر قابلية للإصابة بالأمراض النباتية.

تـغـير الرياح:

تؤثر الرياح تأثيراً كبيراً في انتشار مسببات الأمراض الفيروسية والبكتيرية والفطرية. وإذا كانت الرياح شديدة وعملة بالرمال فإنها تؤدي إلى حدوث جروح في النبات، تسمح بدخول الطفيليات الجرحية، وقد يؤدي احتكاك اـراق ببعضها نتيجة لفعـل الرياح إلى حدوث جروح وإحداث إصابات مرضية، وتؤثر الرياح أيضاً في درجات احرارة والرطوبة المحيطة بالنباتات.

تـغـير مستوى الماء الأرضي:

ارتفاع مستوى الماء الأرضي يحدد نمو الجذور في المنطقة السطحية من التربة. وبالتالي إضعاف هذه الجذور مما يـيد من انتشار الأمراض بعد حدوث الإصابة. ويؤدي أيضاً إلى زيادة رطوبة التربة مما يساعد على انتشار عديد من سمراض النباتية.

وقد يؤدي تشبع التربة بالماء وما يصاحب ذلك من ظروف لا هوائية إلى القضاء على عدد من المسببات المرضية شائعة في التربة خاصة تلك التي لا تكون تراكيب ساكنة لبعض أنواع جنس فطر *Verticillium* وجميع أنواع سببات الأمراض البكتيرية غير المتجرئمة.



تأثير حموضة التربة:

تؤثر pH التربة في وجود مسببات الأمراض النباتية في التربة حيث تنتشر بعض الأمراض الفطرية في الأراضي المائلة للقلوية مثل مرض ذبول البسلة المسبب عن فطر *Verticillium albo atrum* والبعض الآخر في الأراضي الحمضية مثل مرض ذبول الطماطم الذي يسببه فطر *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*. وتؤثر pH التربة أيضا في قابلية بعض عناصر التربة للذوبان وقابليتها للامتصاص بواسطة النبات مما يؤثر بالتالي في الحالة العامة للنبات ومقدرته على مقاومة الأمراض النباتية. كذلك تؤثر حموضة التربة في نشاط الكائنات الدقيقة بها من حيث النوع والعدد ومدى بقاء المسببات المرضية.

تأثير العناصر الغذائية في التربة:

العناصر الغذائية الموجودة في التربة ومدى صلاحيتها للامتصاص بواسطة النبات تؤثر كثيرا في معدل نمو النبات، وبالتالي على قدرته في مقاومة الإصابة بالأمراض. زيادة الأزوت تؤدي إلى زيادة النمو الخضري للنبات وتصبح الأنسجة عصيرية وغلظة والخلايا رقيقة الجدر مما يهيئ ظروفا مناسبة للإصابة بكثير من المتطفلات. وعند انخفاض نسبة الأزوت عن المعدل المطلوب يضعف نمو النبات ويزداد معدل إصابته بالأمراض. أما عنصر البوتاسيوم فإنه يؤثر في تكون جدر الخلايا النباتية حيث يزيد من سمكها وخاصة الجدر الخارجية لخلايا البشرة مما يؤدي إلى إعاقة غزو واختراق الطفيل لتلك الخلايا. وقد وجد أن مرض ذبول الطماطم الفيوزاريوس تقل الإصابة به عند زيادة التسميد البوتاسي إلى الحد المسموح به. وعند نقص عنصر الكالسيوم تقل صلابة الجدر الخلوية للنبات وخاصة الصفيحة الوسطى وتتأثر أغشية الخلايا وأنزيمات الخلية مما يؤدي إلى إصابة النبات بكثير من الأمراض ومنها الأعفان الناتجة عن مسببات مرضية تفرز أنزيمات بكتينية. ويؤدي نقص الكالسيوم أيضا إلى إصابة ثمار الطماطم بالمرض الفسيولوجي عفن الطرف الزهري للثمار. ووجود عنصر الفوسفور في التربة في حالة قابلة للامتصاص يساعد النبات على نمو قوى للمجموع الجذري ويساعده أيضا على سرعة إنضاج البذور. وزيادة الفوسفور يؤدي إلى وجود توازن في نمو النباتات التي تسمد تسديا أزوتيا غزيرا ويساعد في الحد من الإصابة بلفحة البادرات وعفن الجذور. لكن عنصر الفوسفور قد يؤدي إلى زيادة الإصابة بالفيروسات لأنه يدخل في تركيب النواة التي تتكون جزئياتها من بروتين نووي.

الأعراض المرضية لمسببات الأمراض Disease Symptoms:

هي التغيرات غير الطبيعية التي تظهر على النبات نتيجة لوجود مرض أو علة ناتج عن إصابته بطفيل نباتي، حيواني أو مسبب مرضي غير طفيلي يوجد في البيئة المحيطة بالنبات مما يؤدي إلى اختلاف نموه عن نمو النبات السليم. وأهم هذه الأعراض على النبات:

١- الأنيميا الخضراء Chlorosis:

هي ضعف نمو اللون الأخضر الناتج عن تحلل مادة الكلوروفيل الخضراء الموجودة في أنسجة النبات التي تكونت قبل حدوث الإصابة وظهور لون أخضر شاحب أو أخضر مصفر بين المساحات الخضراء. ومن الأمثلة على ذلك أمراض الموزايك في الطماطم ومنها (Cucumber mosaic virus (CMV), Tobacco mosaic virus (TMV).



٢- لاصفرار Yellowing:

ينشأ الاصفرار نتيجة لعدم تكوين البلاستيدات الخضراء فى الأنسجة التى تكونت بعد حدوث الإصابة، وقد يـين هذا الاصفرار موضعياً أو عاماً فى النبات.

٣- موت الأنسجة المصابة Necrosis:

قد يؤدى المسبب المرضى إلى موت بعض الأنسجة المصابة مع بقاء باقى الأنسجة المجاورة سليمة.

٤- تثقب الأوراق Shot hole:

بعد تكوين البقع الموضعية على الأوراق المصابة وموت وجفاف أنسجة هذه البقع تسقط الأنسجة الميتة تاركة مَدَباً دائرية وغير منتظمة الشكل.

٥- الأعفان Rots:

تنشأ الأعفان نتيجة لفعل الأنزيمات والمواد السامة التى يفرزها الطفيل مما يؤدى إلى انهيار جدر الخلايا محتوياتها وتهتك الأنسجة بفعل الأنزيمات وموت البروتوبلازم بفعل المواد السامة. ويوجد نوعان من الأعفان:
(أ) العفن الجاف Dry rot مثل عفن الفيوزاريوم الجاف فى الطماطم والمسبب من فطر *Fusarium solani*.
(ب) العفن الطرى Soft rot مثل عفن الرايزوبس الناتج عن الإصابة بفطر *Rhizopus stolonifer*. والعفن البكتيرى لخرى Bacterial soft rot فى الطماطم المسبب عن بكتيريا *Pectobacterium carotovorum* subsp *carotovorum*. وللأعفان أعراض ذات ألوان مختلفة على النبات المصاب منها: العفن الأبيض فى الطماطم والمسبب من فطر *Sclerotinia sclerotiorum* والعفن الأسود المسبب عن فطر *Phoma destructiva* وكذلك العفن الروادى الناتج عن تصابة بفطر *Botryotinia (Botrytis) cinerea*. وتختلف الأعفان أيضاً فى مدى وسرعة سريانها، حيث توجد أعفان سريعة السريان وأخرى بطيئة السريان.

٦- التقرح Canker:

وهو عفن بطىء، السريان يصيب السيقان والأفرع ويسبب موت خلايا القشرة فى بعض المناطق المصابة نتيجة إفراز لطفيل أنزيمات بكتينية تحلل الصفائح الوسطى ثم تنفصل هذه الخلايا وتموت نتيجة لفعل المواد السامة المفرزة بواسطة لطفيل.

٧- سقوط البادرات المفاجئ Damping-off:

يحدث هذا عادة للبادرات الصغيرة إما قبل ظهورها فوق سطح التربة وبعد إنبات البذرة ويسمى فى هذه الحالة Pre-emergence damping-off وإما بعد ظهورها فوق سطح التربة ويسمى Post-emergence damping-off حيث يهاجم لطفيل الأنسجة الغضة عند قاعدة السويقة الجنينية السفلى ويؤدى إلى ذبول وموت البادرات نتيجة للعفن السريع.



٨- تغير في طبيعة نمو النبات Alteration in habit:

أحياناً يتسبب المسبب المرضي في حدوث تغييرات وتحورات مورفولوجية في أعضاء النبات مثل ظهور شكل الأوراق السرخسية Fern-like في أوراق الطماطم نتيجة للإصابة بفيروس موزايك الدخان TMV، وفيروس ميريك الطماطم (ToMV) وقد تظهر أوراق الطماطم على شكل ربطة الحذاء Shoestringing وتبدو رفيعة وملتوية بعد إصابتها بفيروس موزايك الخيار (CMV).

٩- اللفحة Blight:

وهي موت سريع لأجزاء كبيرة من الأوراق أو كل أوراق الفرع. وقد يموت النبات بالكامل مثلما يحدث عند حبة نباتات الطماطم بنظر *Phytophthora infestans* المسبب لمرض الندوة المتأخرة.

١٠- التقزم Stunting:

ينتج عن اضطرابات في توازن المواد المنظمة للنمو في أنسجة النبات قد تؤدي إلى تثبيط في سرعة تكشف اعطاء المصاب وتسمى في هذه الحالة Hypoplasia أو تؤدي إلى وقف تام لتكشف النسيج النباتي وتسمى في هذه الحالة Atrophy والمثال على ذلك أعراض التقزم التي تحدث في الطماطم نتيجة للإصابة بفيروس Tomato bushy stunt virus (TBSV)

١١- الذبول Wilt:

تتشابه أعراض الذبول بوجه عام من حيث التفاف الأوراق والتوائها وانحناء أطراف الأفرع والسيقان. واغلب نوعان:

(أ) ذبول مؤقت: يحدث في النباتات النامية في أراض خفيفة مع رى غير منتظم، وعند ارتفاع درجة الحرارة يحدث الذبول وتزول هذه الأعراض باعتماد الجو أو توفر مياه في التربة.

(ب) ذبول دائم: وهو ذبول ناتج عن الإصابة بفطريات ممرضة، وتظهر أعراضه غالباً في الأطوار المتقدمة من نمو النبات مثلما يحدث في ذبول الطماطم الفيوزاريومي حيث يعيش الفطر في أوعية الخشب ويفرز أنزيمات صينة تحلل المواد البكتينية في الصفائح الوسطى إلى مركبات بكتينية لزجة Polygalacturonides تنتشر في الأوعية الخشبية وتعيق مرور الماء والمحاليل الغذائية إلى أعلى. وبالتالي تظهر أعراض الذبول على الأفرع والأوراق.

يوجد عرض آخر لمرض الذبول الفيوزاريومي، وهو وجود لون بني في الأوعية الخشبية وذلك لنشاط الأنزيم المؤكسد لعديد الفينولات Polyphenoloxidase الذي يؤكسد مركبات الكينون Quinones إلى مركبات الميادين Melanins الداكن اللون والتي تمتص بواسطة جدر أوعية الخشب الملحنة.

توجد تفسيرات حديثة لأسباب الذبول في الطماطم. منها قيام فطر الفيوزاريوم بإفراز مادة ليكوماراسين Lycomaracymin السامة التي تعمل على زيادة سرعة النتح في النبات مما يتلف أنسجة النبات العلوية ونتيجة ذلك يحدث خلل في دخول الماء إلى الجذور. ويقوم الفطر أيضاً بإفراز المادة السامة Fusaric acid التي تثبط فل بعض الأنزيمات المهمة اللازمة للتفاعلات الحيوية في النبات مما يسهم في حدوث أمراض الذبول.



١٣- الأورام Tumors:

الأورام إما انتفاخات Galls أو تدرنات Tubercles أو ثآليل Warts أو عقد Knots أو وفاقيق Blisters ويعتقد أن سبب حدوث هذه الأورام يرجع إلى اضطرابات في توازن بعض المواد المنظمة للنمو Growth regulators داخل أنسجة عجات مما يؤدي إلى زيادة سرعة تكشف الأنسجة النباتية.

تحدث الأورام في طورين منفصلين: الطور الأول يتم فيه تنبيه خلايا العائل للانقسام السريع بواسطة مادة يطلق عليها Tumor Inducing Principle وهي تشبه الحمض النووي DNA ثم يأتي الطور الثاني بعد ذلك وهو طور النمو حيث تنمو خلايا العائل نمواً سريعاً بفعل مواد منظمة للنمو. أهمها Indole Acetic Acid (IAA) الذي يؤدي إلى سرعة انقسام الخلايا Hyperplasia أو زيادة في حجم الخلايا فقط دون زيادة عددها Hypertrophy. وقد تحدث أورام نتيجة لوجود الحالتين معاً أي زيادة في العدد بالانقسام السريع مع زيادة في حجم الخلايا.

١٤- التجعد Curl:

يحدث ذلك نتيجة زيادة نمو جانب من النسيج النباتي للورقة مع بقاء الجزء الآخر من النسيج بدون نمو مما يؤدي إلى عدم انتظام نمو النسيج النباتي. وهذا ما يسببه مرض تجعد أوراق الطماطم الفيرسي Tomato leaf curl virus (TLCV).

١٥- التبقع Spot:

وهو وجود بقع من الأنسجة المضارة على أجزاء النبات وخاصة الأوراق والثمار. هذه البقع تختلف في الشكل واللون حسب نوع العائل، وطبيعة المسبب المرضي. من حيث الشكل قد تكون بقعا مستديرة أو بيضاوية أو مستطيلة نوعاً ما، ومن حيث اللون قد يكون أسود أو بنيا أو أحمر أو أصفر. وقد تحاط البقع بهالة Halo تختلف في اللون حسب المسبب المرضي، فقد تكون بيضاء أو صفراء أو خضراء باهتة. ومن أمثلة هذه البقع تبقع نبات الطماطم البكتيري Bacterial spot والنتاج عن الإصابة ببكتيريا *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria* وأيضاً النقط البكتيرية على ثبات الطماطم Bacterial speck والنتاج عن الإصابة ببكتيريا *Pseudomonas syringae pv. tomato*.

وقد توجد في البقعة حلقات داخل بعضها مثل البقع الناتجة من مرض Tomato target spot والذي يسببه فطر *Corynespora cassicola*.

توجد مظاهر إصابة أخرى منها:

- الجرب Scab: وهو عبارة عن بقع ممتدة محددة خشنة ومرتفعة قليلاً عن سطح الورقة أو الثمرة أو الساق، وتنشأ من نمو زائد للأنسجة السطحية وانفجارها وتكوين فلين.

- التخشين Russeting: وينشأ غالباً بعد الجروح نتيجة سوية الأنسجة مما يعطي مظهراً خشناً بني اللون لجلد الثمرة.

- التورد Rosettes: حيث تقصر سلاميات الأفرع نتيجة لتوقفها عن الاستطالة، وبالتالي تزدهم الأوراق بما يشبه الوردية.



- التخطيط Streak: وهو عبارة عن بقع طويلة ضيقة على الأوراق والسوق، وعندما تتوازي هذه البقع الطويلة الضيقة يسمى تخطيط متوازي Stripe.

وتوجد أيضاً الأعراض الناتجة عن العلل الفسيولوجية Physiological disorders وكل علة لها العرض الخاص بها. ويوجد في فصل الأمراض الفسيولوجية.

انتشار مسببات الأمراض النباتية:

ينتشر المرض عن طريق انتشار مسببه من نبات إلى نبات، أو من مكان وجدت به الإصابة إلى مكان خالٍ من الإصابة بطرق عديدة متباينة منها: الرياح - المياه - الحشرات - التربة - البذور - الإنسان. وأيضاً العمليات الزراعية والأدوات المستعملة بها، وكذلك أجزاء النباتات المصابة وغيرها. لذلك من الأهمية معرفة وسيلة انتقال المسبب المرضي لاتباع أفضل الطرق لمقاومته والحد من أضراره.

من وسائل انتشار هذه المسببات المرضية: الهواء والرياح حيث يقوم كل منهما بنقل ملايين الجراثيم الفطرية والخلايا البكتيرية والجزيئات الفيروسية Virus particles والديدان النيماطودية إلى الأماكن المختلفة والمناطق البعيدة؛ وقد ثبت وجود جراثيم فطرية على ارتفاعات تقرب من ١٠ آلاف كم، وأمكن التأكد من حيويتها ومقدرتها على إحداث المرض بعد تعرضها لظروف جوية مختلفة قاسية من درجات حرارة ومؤثرات إشعاعية أحياناً. وتساعد الرياح أيضاً على انتقال الحشرات الناقلة للأمراض وخاصة الأمراض الفيروسية.

من الأهمية دراسة حركة الجراثيم في الهواء باستعمال مصائد الجراثيم Spore trapping مع تتبع تاريخ ظهور المرض في المنطقة مع اتجاه الرياح، وأيضاً تحديد التوزيع الجغرافي لسلاسل الفطر ويجب إتمام هذه العملية بالطرق الثلاث معاً.

الماء أيضاً يقوم بنشر المسببات المرضية، ولكن لمسافات أقل من المسافات التي تنقل إليها مسببات الأمراض بواسطة الرياح، ويتم الانتشار بالماء بطريقتين:

- الطريقة الأولى: وهي انتشار آلي للمسبب المرضي، أي إن الماء وسيلة فقط لنقل مسببات الأمراض من أماكن الإصابة إلى أماكن جديدة عن طريق الأمطار التي تسقط على الأوراق المصابة وتحمل جزءاً من الجراثيم إلى أوراق أخرى سليمة أو إلى سطح التربة. تقوم قطرات الندى أيضاً بنفس المهمة السابقة. وقد تحمل مياه الترع والأنهار المسببات المرضية وتنقلها إلى مسافات بعيدة عن أماكن تكوئها.

- الطريقة الثانية: يعمل الماء كوسط تسريح فيه جراثيم مسببات بعض الأمراض - مثل جراثيم بعض أمراض البياض الزغبى - لكي تتم دورة حياتها. وكذلك تنتقل به بعض الخلايا الخضرية لبعض أنواع البكتيريا المتحركة أو الديدان النيماطودية.

ومن وسائل الانتشار أيضاً الحشرات ويتم بطرق مختلفة نظراً للعلاقات المتباينة بين كثير من الحشرات وبعض مسببات الأمراض:

١ - تعمل الحشرة كحاملة فقط لجراثيم المسببات المرضية ويتم ذلك بالتصاق هذه الجراثيم بجسم الحشرة أثناء زيارتها للنبات المصاب، ثم تنقلها إلى نباتات سليمة. وتحمل الحشرة الجراثيم الفطرية والبكتيرية على زوائد وشعيرات جسمها وأيضاً على الأرجل وأجزاء الفم. وبهذه الطريقة يتم نقل جراثيم فطر الندوة المتأخرة في الطماطم والبطاطس بواسطة الحشرات.



٢ - تحمل بعض الحشرات المسبب المرضى على أجزاء الفم أثناء التغذية على نباتات مصابة. ثم عن طريق الجروح
سى تحدثها فى النباتات السليمة يدخل المسبب المرضى إلى أنسجة النبات السليم. هذا النوع من الحشرات ذو فم
لخس، ذلك مثل حشرة الخنفساء البرغوثية Flea beetle التى تقوم بنقل مرض الندوة البدرية إلى الطماطم والبطاطس.
٣ - بعض الحشرات تقوم بحمل الطفيل داخل قناتها الهضمية أثناء التغذية على نباتات مصابة ثم يخرج الطفيل
مع براز الحشرة إلى أماكن جديدة مع الاحتفاظ بحيويته ليحدث الإصابة.

٤ - بعض الحشرات تكون علاقة بيولوجية مع المسبب المرضى حيث يتكاثر الطفيل ويزداد عدده داخل جسم
الحشرة وبعد فترة حضانة خاصة Incubation period أو كمون Latent period وعند تغذية الحشرة على عائل سليم
تجلى للإصابة بالطفيل ينتشر المسبب المرضى به، وتستمر مقدره الحشرة على نقل المرض طول فترة حياتها، وتوجد
عده الحالة فى بعض أنواع نطاطات الأوراق التى تقوم بنقل بعض الفيروسات.

٥ - الحشرات ذات الفم الثاقب الماص من الحشرات المهياة لنقل الفيروس داخلياً حيث تقوم بامتصاص العصارة
سباتية من النبات المصاب ثم تقوم بحقن هذه العصارة وبها الفيروس فى أنسجة نباتات أخرى سليمة أثناء امتصاص
عصارة منها. من الأمثلة على ذلك حشرة الذبابة البيضاء التى تقوم بنقل فيروس Tomato yellow leaf curl virus
(TYLCV)، إلى الطماطم، وقد يبقى الفيروس مع الأجيال الناتجة من الحشرة الناقلة عن طريق انتقاله إلى بيض الحشرة
حاملة له.

كما ترجع أهمية الحشرات فى نقل مسببات المرضية فى أنها تعد أماكن لدخول المسبب المرضى عن طريق الثقوب
تقى تحدثها فى أنسجة النبات، ويدخل منها المسبب المرضى بعد ذلك، (مرض عفن ثمار الموالح يتم بعد إصابة
عده الثمار بحشرة ذبابة الفاكهة).

الإنسان أيضاً وسيلة مهمة فى نقل وانتشار كثير من الأمراض النباتية شديدة الخطورة على المحاصيل الزراعية
هامة وذلك للجهل وسوء التصرف. مرض الندوة المتأخرة Late blight فى البطاطس لم يكن موجوداً فى مصر ولكن
دخل إليها عن طريق استيراد أصناف بطاطس من أوروبا مصابة بهذا المرض واستعملت كتقاوى مما أدى إلى انتشار
عده المرض داخلياً فى كل من البطاطس والطماطم.

وأيضاً على النطاق المحلى فإن إهمال وتهاون القائمين بالعمليات الزراعية المختلفة يمكن أن يؤدي إلى نقل
ينتشر الأمراض الفيروسية التى تنتقل عن طريق اللمس وآلات وملابس العاملين والجروح التى تحدث أثناء العمليات
للزراعية المختلفة بالآلات الملوثة وغير المطهرة.

ومن وسائل نقل مسببات الأمراض أيضاً النيماتودا التى تقوم بنقل بعض الأمراض النباتية، وكذلك الطيور
والحيوانات الأخرى سواء كانت برية أم مستأنسة. وأيضاً بعض أنواع الحلم Mites يقوم بنقل بعض الفيروسات
كسببة لبعض أمراض التبرقش آلياً.

والبذور وسيلة نقل وانتشار لبعض الأمراض النباتية عندما تلوث خارجياً بجراثيم المسبب المرضى، وعند زراعتها
تحتفل هذه الجراثيم وتصيب النباتات الجديدة. وقد يحمل الطفيل داخلياً بين أنسجة البذرة على هيئة ميسيليوم
ساكن. وعندما تستعمل الأجزاء الخضرية للنبات المصاب كتقاوى تقوم بنقل المسبب المرضى إلى النباتات النامية. وتقوم
نباتات الزهريّة المتطفلة بنقل بعض مسببات الأمراض إلى النبات العائل السليم.

وتنتقل مسببات الأمراض أيضاً عن طريق السماد العضوى أو نقل تربة ملوثة إلى أماكن جديدة خالية من التلوث إما عن
لريق الآلات الزراعية المستعملة أو العمال أو حيوانات المزرعة، وكذلك التربة الملوثة المنقولة بواسطة الرياح الشديدة.

