المحاضرة الخامسة

أعراض الإصابة بالأمراض الفيروسية Symptoms of virus Diseases

تلعب الأعراض دورا هاما في دراسة الأمراض النباتية الناشئة عن الفيروسات، اذ أنها تساعد في تعريف الفيروسات والتفرقة بينها، كما أنها مازالت تلعب دورا أساسيا في تنمية الفيروسات.

اذا أصيب نبات قابل للعدوى بفيروس ما فانه يحدث بعض التغيرات لهذا النبات، ويكون بعضها خارجيا ويمكن ملاحظتها بالعين المجردة، وبعضها يكون داخليا ولا تشاهد الا ميكروسكوبيا، والبعض الأخير يكون فسيولوجيا ويتم التعرف عليه بواسطة الاختبارات الفسيولوجية والكيماوية.

أولا : الأعراض الظاهرية External symptoms

نتيجة لإصابة النباتات بالفيروسات فانه قد تظهر أعراض مرضية على النبات كله أو بعض أجزائه، وقد تكون هذه الأعراض مميزة للفيروس المسبب أو لمجموعة الفيروسات التي تسبب مثل تلك الأعراض، كما قد تكون الأعراض عامة وغير مميزة للفيروس المسبب.

تختلف الاعراض الظاهرية الناشئة عن فيروس معين تبعا لعديد من العوامل المختلفة مثل السلالة الفيروسية المحدثة للمرض ، نوع النبات المصاب، العوامل البيئية السائدة (وخاصة درجة الحرارة وشدة الإضاءة)، والاصابة بمرض آخر هناك عديد من العوامل التي قد تسبب ظهور أعراض على النباتات تشابه إلى حد كبير تلك الناشئة عن الاصابة الفيروسية، ويجب وضع مثل هذه العوامل في الاعتبار عند دراسة الأعراض.

أكثر الأعراض شيوعا هي تقليل معدل النمو، وفي بعض الأحيان يكون هذا النوع من الأعراض هو الوحيد المتكون. تقليل النمو يظهر في درجات مختلفة من تقزم النبات. وغالبا فان جميع الأمراض الفيروسية تقلل من كمية المحصول الكلي، كما أنها تقلل عادة من عمر النبات المصاب، وقد تكون التأثيرات الناجمة عن الاصابة شديدة ويسهل ملاحظتها أو قد تكون خفيفة ويسهل إغفالها.

معظم الأعراض الفيروسية التي يسهل ملاحظتها هي عادة تلك المتكونة على الأوراق، ولكن بعض الفيروسات قد تسبب أعراضا واضحة على الساق أو الثمار أو الجذور وقد تكون هذه الأعراض مصحوبة بأعراض متكونة على الأوراق وقد لا تكون على الأوراق أي أعراض، الأعراض الظاهرية التي تحدث في الغالبية العظمى للأمراض الفيروسية في الحقل تكون أعراض جهازية أو كيانية systemic symptoms وينتشر الفيروس خلال النبات. في حالة إجراء العدوى صناعيا على عديد من النباتات ومع عديد من الفيروسات فانه تتكون من بقع صغيرة ميتة على الأجزاء المعداه وفي هذه الحالة تكون الأعراض محلية local symptoms.

هناك حالات عديدة تصيب فيها بعض الفيروسات بعض العوائل القابلة للإصابة بدون أن تظهر أعراضا يمكن رؤيتها، ويطلق على مثل هذه الفيروسات أنها كامنة latent viruses، ويطلق على العوائل انها حاملات بدون أعراض symptomless carriers ولا تظهر أية أعراض مرضية في مثل هذه الحالات مهما تغيرت الظروف البيئية. هناك حالات أخرى حيث تظهر على النباتات أعراض مرضية مع بعض الفيروسات ولكنها قد تختفي في وجود ظروف بيئية معينة كالحرارة مثلا ويطلق على هذه الأعراض في هذه الحالة أنها متخفية masked symptoms.

عموما يمكن تقسيم الاعراض الظاهرية إلى:

١- أعراض موضعية Local symptoms

عند إجراء العدوى صناعيا (ومن المحتمل في بعض حالات العدوى الطبيعية) فان بعض الفيروسات تعطي على العديد من النباتات بقعا موضعية local lesions عند مكان دخول الفيروس، وتظهر على النبات في خلال ٤-٧ أيام تقريبا من إجراء العدوى. هذا النوع من الأعراض ليس له أهمية اقتصادية ولكنه يعتبر طريقة هامة في تقدير تركيز الفيروس بيولوجيا. الخلايا المصابة تفقد الكلوروفيل والصبغات الأخرى ما يؤدي إلى ظهور بقعا موضعية تختلف في شكلها وحجمها، فقد تكون خضراء أو صفراء أو بيضاء أو ما يشابه ذلك، وكثيرا ما تؤدى الاصابة إلى موت الخلايا المصابة وظهور بقعا تميل إلى اللون البني ، يطلق عليها اسم بقعا موضعيه ميته necrotic local lesions. العوائل التي تظهر عليها هذه البقع الموضعية تكون زائدة الحساسية hypersensitivity بالنسبة للفيروس وبالتالي تموت الخلايا التي يصيبها الفيروس وهذا يحد من تضاعفه وانتشاره.

٢- الأعراض الجهازية أو المكانية Systemic symptoms

نتيجة للإصابة الجهازية فإن عديدا من الأعراض المختلفة تظهر على النباتات المصابة، وعادة ما يمر المرض بمراحل متتالية من الأعراض المختلفة، وفيما يلي بعضا من أهم تلك الأعراض:

(أ) الموزايك والاعراض المصاحبة:

الموزايك من أكثر الأعراض شيوعا وخاصة في حالة الأوراق، فتظهر درجات متفاوتة من الشحوب للون الورقة الأخضر الطبيعي تتراوح من الأخضر الفاتح إلى الأصفر وتداخل هذه الأجزاء الشاحبة مع لون الورقة الطبيعي فتظهر على الورقة اجزاء فاتحة وأخرى غامقة معطية إياها مظهرا موزائيكيا. إذا كانت المناطق الشاحبة تختلف اختلافا طفيفا عن المناطق الخضراء الداكنة فانه يصبح من الصعب ملاحظة أعراض الموزايك كما في حالة إصابة البطاطس ببعض السلالات الضعيفة من فيروس x البطاطس.

معظم الفيروسات التي تسبب أعراض الموزايك تنتقل ميكانيكيا وعادة ما تنتقل في الطبيعة بواسطة حشرات المن، وعموما فان هذه الفيروسات تتحمل درجات الحرارة المرتفعة نوعا

قد تظهر بعض الأعراض على الثمار المتكونة على تلك النباتات التي يظهر على أوراقها أعراض الموزايك فمثلا عند إصابة الخيار بفيروس موزايك الخيار cucumber mosaic virus فانه قد تظهر أعراض التبرقش mottling على الثمار. في حالة بعض الفيروسات الأخرى فان الثمار قد تكون صغيرة ومشوهة.

(ب) الاصفرار Yellows:

عادة ما يكون الاصفرار واضحا في حالة الأوراق، وبوجه عام فان الفيروسات التي تسبب اصفرارا عاما للأوراق قليله بالنسبة لتلك التي تسبب موزايك. أول مظاهر الاصابة عادة ما تكون شفافية أو اصفرار عروق الأوراق الصغيرة ثم يلي ذلك اصفرار عام الأوراق وهذا الاصفرار قد يكون شديدا أو ضعيفا. لا تظهر في العادة أعراض الموزايك إلا أن بعض الأوراق قد يلاحظ عليها مناطق صفراء وأخرى خضراء كما في حالة مرض اصفرار حواف الشليك (الفراولة) strawberry yellow edge disease حيث يوجد الاصفرار على حواف الأوراق.

قد تعمل الفيروسات المسببة للاصفرار في النباتات المصابة بها على إنتاج أزهار يشوبها اخضرار في اللون أو على تشجيع توقف التزهير وكسر سكون البراعم. معظم فيروسات الاصفرار تكون حساسة نسبيا للعاملة بالحرارة، كما تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق.

(ج) البقع الحلقية Ring spots

تظهر حلقات شاحبة اللون أو ميتة وخطوط غير منتظمة على الأوراق وقد تكون أحيانا على الثمار والسوق. كما سبق فان البقع الحلقية قد تكون بسيطة أو متحدة المركز، وعموما فان هذه البقع الحلقية قد تكون مستديرة شاحبة اللون chlorotic ringspot أو تكون ميته necrotic ringspot والخطوط تتكون من مناطق صفراء أو تنشأ نتيجة لموت طبقة الخلايا السطحية.

معظم الفيروسات التي تسبب البقع الحلقية لا ننتقل بالمن ولا بواسطة نطاطات الاوراق ولكن بعضها ينتقل بواسطة النيماتودا.

(د) تحلل وموت الانسجة (نيكروزس) Necrosis:

يطلق لفظ نيكروزس necrosis على حالات موت مجموعة من الخلايا او بعض أجزاء من أنسجة النبات أو حتى النبات كله. قد يتكون النيكروزس كمرض موضعي، كما قد تكون في حالة الإصابة الجهازية للنبات فتنتشر على الأوراق نقط صغيرة ميته، كذلك فقد يكون النيكروزس ملازما للعروق في الورقة . في بعض الأمراض قد تموت الورقة كلها ، وأحيانا ينتشر النيكروزس بسرعة خلال النبات كله. فمثلا في حالة بعض أصناف البطاطس مع فيروس X ، Y فانه تظهر خطوط ميتة على السوق، ثم ينتشر الموت أو النيكروزس بسرعة إلى القمة النامية حيث يقتلها، وبالتالي فقد تتحلل وتموت جميع الأوراق. احيانا قد تظهر مناطق ميته على سطح درنات البطاطس المصابة بالفيروس وقد لا تشاهد مثل هذه المناطق إلا إذا ما قطعت الدرنة.

(هـ) التقزم stanting وتقليل معدل النمو:

عادة ما يصاحب عرض التقزم وتقليل معدل نمو النبات المصاب معظم الامراض الفيروسية حتى المتخفي أو المستتر منها masked or latent والتي لا تظهر عليها أية أعراض تدل على اصابتها الجهازية.

قد يصيب التقزم كل أجزاء النبات فيقل طول السلاميات وأعناق الأوراق ويختزل حجم الأوراق والأزهار والثمار. ينعكس ذلك على تقليل كمية المحصول، وهذه نتيجة عامة ملازمة لمعظم الامراض الفيروسية بالإضافة إلى تقليل عمر النباتات المصابة. عموما التقزم وتقليل معدل النمو والأعراض الملازمة قد تكون شديدة ويسهل ملاحظتها أو قد تكون خفيفة بدرجة يسهل إغفالها.

(و) أعراض أخرى مختلفة:

قد يتغير المظهر العام للنبات فقد يأخذ شكلا شجيريا نتيجة لزيادة إنتاج النموات الجانبية كما في حالة مرض الشجيرة القرمية في الطماطم tomato bushy stunt disease ، أو قد يأخذ النبات شكلا متوردا rosette كما في حالة تورد الخوخ peach rosette، كذلك في بعض الأمراض يأخذ النمو ما يشبه المكنسة (المقشة) ويعرف باسم مكنسة الساحر أو العفريت witches broom ويتكون نتيجة لكثافة أفرع النبات وبالتالي يكون المظهر العام على هيئة كتلة من النموات تأخذ شكل المكنسة.

قد تحدث تشوهات deformations مختلفة ونموات غير طبيعية على العائل المصاب كأن تتكون بثرات blisters ترتفع عن سطح الورقة وذلك نتيجة لزيادة نمو الخلايا في منطقة البشرة وتتكون تلك البثرات في المناطق الخضراء من الورقة.

ثانيا: الأعراض الداخلية Internal symptoms

التغيرات الداخلية التي تحدث في النبات نتيجة للإصابة الفيروسية يمكن أن تقسم إلى تغيرات نسيجية وتغيرات سيتولوجة.

(أ) تغيرات نسيجية Histological changes:

يمكن تقسيم التغيرات الداخلية التي تحدث لأنسجة النبات المصاب إلى:

١- قلة أو اختزال النمو Hypoplasia:

الأجزاء الصفراء من الأوراق المصابة بالموازيك يكون انقسام الخلايا فيها قليلا hypoplasia ، وتكون خلايا الميزوفيل أقل تمييزا، كما تنعدم أو تقل المسافات البينية بين الخلايا، ويكون النصل في تلك المناطق أرق من مثيله في المناطق الخضراء، فمثلا في حالة أوراق بنجر السكر المصابة بفيروس الموزايك sugar boot mosaic virus فإن خلايا النسيج المتوسط في المناطق الصفراء تكون متساوية الأقطار وتتشابه الخلايا العادية والاسفنجية، كما أن الخلايا في هذه المناطق الصفراء لا تنقسم، وحتى إذا انقسمت فإن ذلك يتم بصعوبة، كما أنها تحتوي على كمية قليلة من البلاستيدات الخضراء، وهذه البلاستيدات تكون غير منتظمة الشكل، وفي حاله الاصابة الشديدة فإنها تتحد مع بعضها وتكون كتلا أميبية الشكل، كما تغيب الأنوية في عديد من الخلايا.

٢- النمو الزائد Hyperplasia:

في بعض الأمراض قد يحدث نمو زائد غير طبيعي فمثلا في حالة مرض تضخم أفرع الكاكاو cocoa swollen shoot disease تتكون كميات غير عادية من الخشب في الأفرع المصابة ولكن تركيب الخلايا يكون طبيعية. في حالة قصب السكر المصاب بمرض فيجي Fiji disease تتكون أورام على السطح السفلى للأوراق على الحزم الوعائية نتيجة لتكونات غير طبيعية في نسيج اللحاء والخلايا المجاورة.

٣- تحلل أو موت الخلايا والأنسجة Necrosis or death of cells and tissues:

يحدث التحلل والموت necrosis في عدد من الأنسجة المصابة ، كما يحدث موت للحاء في عديد من الأمراض . تظهر أولى أعراض الإصابة ببعض الفيروسات في اللحاء ، ففي حالة التفاف الأوراق في البطاطس فان اللحاء يتكشف طبيعيا ثم تظهر فيه لقط أو مناطق ميته (نيكروزس necrosis) ، أما في حالة تجعد القمة في بنجر السكر فإنه يحدث نمو غير عادي للحاء قبل ظهور المناطق الميت فيه. في بعض الأمراض الأخرى تظهر المناطق المميتة في اللحاء ثم تنتشر بسرعة إلى الانسجة الأخرى كما في حالة أمراض الموت القمي في البطاطس top necrosis ، كذلك فإن بعض فيروسات البطاطس تسبب ظهور مناطق من الخلايا الميتة في الدرنات. أحيانا قد يتكون النيكروزس في خلايا الطبقة المادية والإسفنجية للأوراق في حالة أمراض البقع الحلقية.

٤- تصمغ الخشب كما في حالة مرض بيرس pierce's disease في العنب وكذلك مرض الخوخ المزيف phony peach إذ تتكون تصمغات في الخشب.

(ب) تغيرات خلوية Cytological effects:

غالبا ما تغير الاصابة الفيروسية من حجم وعدد حبيبات النشا في خلايا الورقة. في حالة أمراض الموازيك فان الأوراق المصابة تحتوى بوجه عام على كمية من النشا أقل من الأوراق السليمة ، ولكن في بعض الامراض (مثل التفاف أوراق البطاطس وتجمد القمة في بنجر السكر) فأنها تحتوي على كميات أكبر. كذلك فان البلاستيدات الخضراء تكون أصغر وتحتوي على كلوروفيل أقل وتكون إلى حد ما غير متميزة ، وفي بعض الأمراض قد لا تكون بلاستيدات. بعض الفيروسات وخاصة تلك التي تسبب اصفرار قد تؤثر على البلاستيدات المتكونة وتسبب تحلل للكلوروفيل.

بوجه عام فإن الأمراض الفيروسية تؤثر على العديد من الأنشطة المختلفة في الخلايا ، والتأثير الهام للإصابة يتضح في تكوين أجسام خاصة داخل الخلايا يمكن رؤيتها بالميكروسكوب الضوئي، كما أن الميكروسكوب الالكتروني أظهر وجود تراكيب أخرى يحدثها الفيروس لا يمكن رؤيتها بالميكروسكوب الضوئي. هذه الأجسام يطلق عليها اسم الأجسام المحتواة inclusion bodies وهي عبارة عن تراكيب خاصة مميزة تكونها عديد من الفيروسات داخل خلايا العائل الحية.

وعموما فهناك نوعين من هذه المحتويات هما الأجسام البلورية والاجسام الامورفية.

١- الأجسام البلورية Crystalline inclusions

تتكون أساسا من الجزيئات الفيروسية، وقد تكون على صورة صفائح سداسية أو بللورات إبرية أو مغزليه. هذه الأجسام غير مقاومة للظروف الغير ملائمة وتتهشم بسهولة بحدوث أي ضرر بسيط للخلية الحية التي تحتويها.

البللورات الفيروسية توجد أساسا في السيتوبلازم، إلا أن هناك أمثلة معدودة عن بعض الفيروسات التي تكون أجسامة بللورية في داخل النواة مثل فيروس الموزايك الأصفر في الفاصوليا وفيروس etch في الدخان وكذلك إلى سلالات فيروس موزايك الدخان.

٢- الأجسام الامورفية أو أجسام Amorphous or X - Xbodies:

هي الأكثر شيوعا في النباتات المصابة وأكثر ثباتا من البلورات، وهي مكونات غير بللورية تتواجد في السيتوبلازم فقط وغالبا قرب النواة. وهي تتكون من الفيروس الفعال وبعض عناصر السيتوبلازم (اجزاء من الشبكة الاندوبلازمية - الميتوكوندريا - الريبوسومات) وهي أميبية الشكل إلا ان اشكالها المورفولوجية تختلف باختلاف الفيروس.

ثالثا: التغيرات الفسيولوجية (فسيولوجيا النباتات المصابة)

بالرغم من أن الفيروسات النباتية لا تحتوي أية إنزيمات أو توكسينات أو مواد تزيد من صفاتها المرضية إلا أنها تسبب أضرارا عديدة للعائل. فإن وجود الجزيئات الفيروسية المعدية أو الحامض النووي (المسئول عن العدوى) يعمل على استنزاف مواد ايض العائل (الميتابولزم) لتمثيل الفيورس نفسه وتكراره بالاضافة الى تأثيرات أخرى غير مباشرة لفيروس على ميتابولزم العائل والتي قد تؤدي إلى تكوين توكسينات، وإحداث خلل في النظام الميتابولزمي فلا يسير في طريقه الطبيعي، كما قد يؤدي إلى تراكم بعض المركبات الوسطية.

الميكانيكية التي تؤثر بها الفيروسات على فسيولوجيا النباتات المصابة ليست مدروسة بوضوح كامل إلا أن هناك بعض المعلومات عن التغيرات التي يحدثها الفيروس في بعض العمليات الفسيولوجية وفي ميتابولزم بعض المركبات.

الفيروسات بوجه عام تقلل من عملية التمثيل الضوئي في النباتات المصابة عن طريق اختزال حجم الأوراق وتقليل الكلوروفيل في الورقة وتقليل كفاءة الكلوروفيل ، معظم الأمراض الفيروسية ينتج عنها درجات متفاوتة من الشحوب chlorosis ، ولكن في القليل منها مثل مرض الخوخ المزيف فإن النباتات تبدو أكثر اخضرارا من النباتات السليمة. كما تؤثر الفايروسات على انتاج النشا في العائل. وتؤثر الاصابة الفيروسية على تنفس النباتات المصابة، بوجه عام فان التنفس في النباتات المصابة يزداد مباشرة بعد العدوى، ولكن بعد هذه الزيادة الابتدائية فان التنفس في النباتات المصابة ببعض الفيروسات يبقى عاليا، بينما في البعض الآخر من

الفيروسات قد يصبح منخفضا عن النباتات السليمة، وفي حالة البعض الثالث من الفيروسات قد يعود إلى مستواه الطبيعي.

وقد تؤثر الفايروسات على انزيمات العائل المصاب فانه وجد بوجه عام زيادة في نشاط معظم الانزيمات المؤكسدة مثل peroxidase، cytochrome oxidase ، polyphenol oxidase. هناك بعض الدلائل على أن نشاط بعض الانزيمات الاخرى قد يقل وبعضها قد لا يتأثر.

كما تؤثر الفيروس على المواد النيتروجينية في العائل وكذلك على المركبات الفوسفورية فان الاحماض النووية (DNA ،RNA) للنباتات المصابة تحتوي على فوسفور أكثر من النباتات السليمة ، بينما يبدو أن الفوسفور الغير داخل في الاحماض النووية يكون أقل خلال تمثيل الفيروس ولكنه يصل إلى مستواه الطبيعي بعد تمام تمثيل الفيروس .

الإصابة الفيروسية يبدو أنها في بعض الحالات على الأقل تؤدي إلى زيادة محتوى الأوراق من الدهون كما في حالة إصابة *N.glutinosa* بفيروس ذبول الطماطم المبقع tomato spotted wilt virus .

تأثير الإصابة الفيروسية على تجمع بعض المواد الأخرى مثل الأحماض العضوية والفينولات لم يدرس دراسة وافية ولكن هناك بعض الأدلة على أن الأحماض العضوية تتأثر إلى حد قليل نسبيا بينها بعض المركبات الفينولية قد تزداد درجة ملحوظة في النباتات المصابة.

دراسة تأثير الاصابة الفيروسية على جدار خلية النبات المصاب أثبتت أن الفيروس لا يسبب تحلل للجدر الخلوية حيث أن الفيروس يمر من خلية إلى أخرى خلال الخيوط البروتوبلازميه دون الاحتياج إلى الخروج خارج الخلية.

لخص Diener عام ١٩٦٣ التغيرات والأضرار الفسيولوجية التي عادة ما تصاحب الأمراض الفيروسية في النقاط التالية:-

١- تقليل نشاط التمثيل الضوئي.

٢- زيادة معدل التنفس.

٣- تجمع المركبات النتروجينية الذائبة وخاصة الأميداتamides

٤- زيادة نشاط انزيم البولي فينول اكسيديز polyphenol oxidase

وتجمع المشتقات البولي فينوليه polyphinol drivatives .

٥- تقليل نشاط المواد المنظمة للنمو.

بعض العوامل المؤثرة على الإصابة والأعراض

١- الضوء : Light

من الحقائق المعروفة والمتبعة عمليا في الاختبارات الفيروسية وضع النبات المراد إصابته في الظلام قبل إجراء عملية العدوى بالفيروس، وهذه المعاملة تزيد من قابلية النبات للإصابة بعديد من الفيروسات. في كثير من الحالات يصعب اجراء العدوى صيفا (شدة اضاءة مرتفعة) فاذا ما أجريت عملية تظليل للنباتات فإن ذلك يزيد من قابليتها للعدوى بالفيروس. من المحتمل أن الزيادة في قابلية النبات للإصابة ترجع إلى حد ما إلى أن النباتات المحفوظة على درجة اضاءة منخفضة تكون لها أدمه (كيوتيكل) رقيق عن النباتات النامية في الضوء، وبالتالي فانه من السهل إحداث الجروح اللازمة للعدوى في مثل هذه الأوراق. هذا التعليل ليس كافيا لشرح تأثير الظلام في جميع الحالات بعض العلماء يرى أنه تحدث بعض التغيرات الفسيولوجية وخاصة فيما يتعلق بالتمثيل الضوئي، اذ يعتقد أن التمثيل الضوئي بسبب تجمع منتجات تقلل الاصابة، وقد أيد ذلك التجارب التي أثبتت أن المعاملة بالظلام قبل اجراء العدوى أو المعاملة بالضوء في غياب ثاني أكسيد الكربون وبالتالي غياب التمثيل الضوئي لها تأثير متساوي في العمل على زيادة البقع المحلية الناتجة.

٢- درجة الحرارة : Temperature

درجة الحرارة لها تأثيرات مختلفة على القابلية للإصابة، ويتوقف ذلك على ما إذا كانت المعاملة بالحرارة قبل أو بعد العدوي الميكانيكية. معاملة الأوراق قبل العدوى لمدة بسيطة بالحرارة المرتفعة يزيد من القابلية للإصابة في بعض الحالات، وتؤثر درجة الحرارة كذلك على مقاومة النبات للفيروس فمثلا

نبات *N.glutinosa* النامي على درجة ٢٢ م تقريبا يعطى بقعا محلية عند الاصابة بفيروس موزايك الدخان ولكن إذا حفظ النبات على درجة ٣٦م فإنه يصاب جهازيا. كذلك فان نباتات السبانخ التي تقاوم الاصابة بفيروس موزايك الخيار على درجة حرارة تتراوح بين ١٦-٢٠م تظهر موت جهازي Systemic necrosis إذا ما نمت وأعديت على درجة ٢٧ م، أي أن المقاومة هنا تتوقف على الحرارة.

٣- الاصابة بمسبب مرضى آخر:

من العوامل التي تؤثر على التفاعل بين الفيروس والعائل هو أن يكون هذا العائل مصابا بأمراض أخرى فطرية أو فيروسية أو بكتيرية.

٤- عمر وتركيب النبات الوراثي:

وتختلف قابلية أوراق النبات للإصابة تبعا لعمرها وعموما فان الأوراق الأصغر تكون أكثر قابلية للإصابة عن الأوراق الأكبر في العمر. في بعض الحالات قد تصاب الأوراق الأكبر بدرجة كبيرة وتعطي بقعا موضعية أكثر من الأوراق الصغيرة.

كذلك فان لتركيب النبات الوراثي اثر كبير على القابلية للإصابة بالأمراض. وتختلف النباتات في درجة مقاومتها للإصابة بالفيروسات المختلفة، كما توجد درجات متفاوتة من قابلية أو مقاومة النبات للإصابة.

٥- عوامل أخرى :

هناك عديد من العوامل المختلفة التي تؤثر على الاصابة وعلى مظاهر الأعراض منها:

أ- الإمداد المائي: تظهر الاعراض بشدة عادة في النباتات قليلة الامداد المائي. كما ان الرطوبة المرتفعة تزيد من شدة مرض التخطيط في الطماطم الناشئ عن إحدى سلالات فيروس موزايك الدخان، فان غسيل الاوراق بعد اجراء العدوى الميكانيكية يزيد من عدد البقع المتكونة.

ب - التغذية والتسميد: ان العناصر الغذائية تؤثر تأثيرا متوازيا على كل من النبات والقابلية للإصابة، فمعاملات التغذية التي تكون أكثر ملائمة لنمو النبات تكون عادة هي نفسها الملائمة لزيادة القابلية للإصابة.

ج- الوقت خلال اليوم والوقت من السنة:

عدد البقع المحلية المتكونة نتيجة للعدوى الميكانيكية بعض الفيروسات على بعض العوائل تزداد مع فترات النهار حتى تصل إلى نهايتها عند إجراء العدوى بعد الظهر ثم تقل إلى أن تصل إلى أقل عدد في الليل وعادة قبل الفجر مباشرة. كذلك فان لفصول السنة تأثير على الاصابة وعلى مظاهر الأعراض.

د. العصارة الخام المستخدمة في العدوى الميكانيكية:

عند إجراء العدوى الميكانيكية فان هناك عديدة من العوامل التي يجب مراعاتها عند تحضير مادة اللقاح inoculum. عادة ما تحضر مادة اللقاح من الأوراق الصغيرة النباتات مصابة جهازيا. وبوجه عام فانه يجب أن تجهز من الأجزاء النباتية التي يكون فيها تركيز الفيروس أعلى ما يمكن ومحتواها من المثبطات أقل ما يمكن. تثبيط الفيروس في العصارة المعدية قد يكون راجعا لوجود بعض المركبات مثل التانينات tannins أو لعدم ملاءمة تركيز ايون الأيدروجين في العصارة أو نتيجة لأن بعض الفيروسات تكون حساسة لعمليات الأكسدة التي تحدث في العصارة. عموما يجب التخلص بقدر الإمكان من فعل هذه المثبطات وهناك بعض الطرق الخاصة التي قد تتبع في مثل هذه الحالات.