المحاضرة (4)

تحرك وانتقال الفيروس داخل النبات المصاب

ان دخول الفيروس إلى خلية العائل وتضاعفه فيها وبما انه اغلب الفايروسات التي تصيب النباتات تكون من نوع RNA سيكون هو المثال في ادناه و يتم كالتالي :

1- تحرر الحمض النووي للفيروس من الغلاف البروتيني

2- ترجمة الجزء الخاص من العوامل الوراثية للفيروس الذي يؤدي إلى تصنيع الانزيمات الضرورية لتكاثر الحمض النووي للفيروس مثل إنزيم RNA Replicase .

3- إستنساخ خيط سالب RNA- على الخيط الموجب RNA+ وهو الحمض النووي للفيروس، بمساعدة الانزيمات التي سبق ذكرها في الخطوة السابقة وتكون RNA ثنائي السلسلة.

4- إنفصال الخيطين السالب والموجب عن بعضهما واستخدام الخيط السالب كقالب لاستنساخ العديد من الخيوط الموجبة عليه. وكل من هذه الخيوط الموجبة هو الحمض النووي الجديد للفيروس.

5- ترجمة الجزء الخاص بالغلاف البروتيني على الحمض النووي للفيروس بواسطة رايبوسومات الخلية وتصنيع وحدات الغلاف البروتيني.

6- إتحاد وحدات الغلاف البروتيني مع الحمض النووي الجديد وتكوين فيروسات متكاملة.

الية حركة الفيروسات داخل النبات المصاب: بعد دخول الفايروسات الى خلية النبات العائل لابد لها من الانتقال الى مواقع تكاثرها داخل الخلية وبعد تكاثرها داخل الخلية تنتقل منها الى الخلايا المجاورة ثم من هذه الخلايا تنتشر إلى مختلف أجزاء النبات مسببة الإصابة أو العدوى الجهازية وعليه يمكن تقسيم حركة الفيروسات داخل النبات المصاب إلى ثلاثة أنواع هي:

اولا- حركة الفيروسات داخل الخلية الواحدة:

تتحرك الفايروسات الكاملة أو بعض مكوناتها المصنعة في الخلية مثل الحمض النووي أو الغلاف البروتيني، داخل الخلية المصابة مع حركة السيتوبلازم وقد وجد بأن بعض الفيروسات الكروية تنتقل من السيتوبلازم إلى النواة من خلال فتحات موجودة على الغشاء النووي تحت تأثير الضغط الانتشاري الذي يتكون في السايتوبلازم.

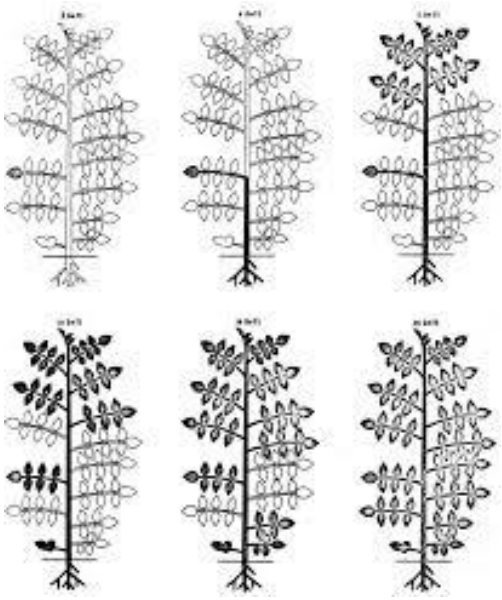
ثانيا- حركة الفيروسات من خلية إلى أخرى:

إن الكيفية التي تنتقل بها العوامل المعدية من خلية إلى إخرى غير معروفة بصورة دقيقة إلا أنه بالنظر لعدم امتلاك الفيروسات القدرة على الحركة الذاتية فلابد أن يكون لحركة السيتوبلازم دوراً مهماً في هذه الحركة، كما قد يكون ذلك مدعوماً بفعل الانتشار. إن الشكل الذي تتحرك به الفيروسات أو العوامل المعدية غير معروف أيضاً غير أنه من المعروف بأن كلاً من الفيروسات المتكاملة أو الحمض النووي بمفرده لها القدرة على إحداث العدوى لذا قد يكون أياً من هذين العاملين هو الشكل الذي تتحرك به العوامل المعدية من خلية إلى أخرى وقد يضاف الى ذلك عامل ثالث وهو الخيط السالب من الحمض النووي وعلى هذا يمكن القول بأن الفيروسات أو العوامل المعدية الاخرى تحمل بواسطة السيتوبلازم من خلية الى أخرى من خلال القنوات السيتوبلازمية Plasmodesmata التي تربط الخلايا المجاورة مع بعضها البعض.

وتتغاير أبعاد القنوات السيتوبلازميةPlasmodesmata باختلاف النباتات، وباختلاف الانسجة ضمن نفس النبات. وقد وجد بأن أقطارها في خلايا اوراق التبغ الحديثة النمو تتراوح بين 20-200 نانومتر وذلك يكفي لمرور معظم الفيروسات.

ثالثاـ حركة الفيروسات في الأوعية الناقلة:

إن أول من أكد حركة الفيروسات لمسافات طويلة داخل النبات المصاب كان (صومائيل) Geoffrey Samuel حيث قام بتجربته المشهورة التي اجراها في عام 1934م على نباتات الطماطم مستخدماً فيروس موزاييك التبغ ولقح صاموئيل وريقة طرفية واحدة من كل من مجموعة نباتات الطماطم وتابع إنتشار الاصابة في النبات بتوقيت معين وذلك بأخذ نباتات ملقحة بعد كل فترة من الوقت وتقطيعها الى قطع، ثم تحضين كل من تلك القطع بدرجة حرارة مناسبة لغرض زيادة تركيز أي فيروس موجود في تلك القطع. ومن ثم تلقيح نباتات كاشفة بعصير كل قطعة من تلك القطع للوقوف على وجود أو عدم وجود الفيروس فيها واستخلص من تلك التجربة أن الفيروس يتحرك ببطء في الورقة الملقحة، ومنها الى اوعية اللحاء حيث يتحرك بسرعة إلى الجذور، ثم الاوراق الحديثة النمو في القمة النامية، ثم منها إلى بقية أجزاء النبات كما هو موضح في الشكل.



إن حركة الفيروسات داخل أوعية اللحاء لاتعتمد على تركيز الفيروس في هذه الاوعية بل تعتمد بالدرجة الاولى على حركة المواد الكربوهيدراتية في تلك الأوعية يمكن توجيه حركة الفيروسات في النبات من جزء إلى آخر ببعض العمليات، فمثلاً بأزالة الاوراق من جزء من النبات يوجه حركة الفيروسات إلى ذلك الجزء، أو وضع بعض أوراق النبات في الظلام له نفس التأثير رغم أن غالبية الفيروسات تتحرك داخل أوعية اللحاء الا ان هنالك بعض الفيروسات التي تتحرك داخل أوعية الخشب. إن شكل وطبيعة العوامل المعدية التي تتحرك في أوعية اللحاء او الخشب غير معروفة إلا أن مشاهدة جسيمات بعض الفيروسات داخل اوعية اللحاء تشير الى احتمال حركة تلك الفيروسات داخل اوعية اللحاء بشكل جسيمات متكاملة.

طرق انتقال الفيروسات

من الطرق المعروفة لانتقال الفايروسات هي:

1- الانتقال الميكانيكي. 2- التطعيم 3- التكاثر الخضري للنباتات 4 - البذور 5- الحامول 6- التربة 7- الحشرات 8- الحلم

١- الانتقال الميكانيكي Mechanical transmission:

تنتقل بعض الفيروسات من نبات مصاب إلى آخر سليم بالطرق الميكانيكية وقد يحدث هذا الانتقال طبيعيا في الحقل أو يجرى بالطرق الصناعية في التجارب الحقلية والمعملية.

الانتقال الميكانيكي في الحقل قليلا ما يحدث نتيجة ملامسة نبات مصاب لآخر سليم، وقد يحدث مثل هذا الانتقال في حالة الزراعات الكثيفة، ونتيجة لهبوب الرياح الشديدة فإن أوراق النباتات المتجاورة تحتك مع بعضها وقد تحدث بها بعض الجروح ينتقل خلالها الفيروس من النبات المصاب إلى السليم. ومن أكثر الفيروسات التي تنتقل بهذه الطريقة فيروس موزائيك التبغ وفيروس × البطاطس.

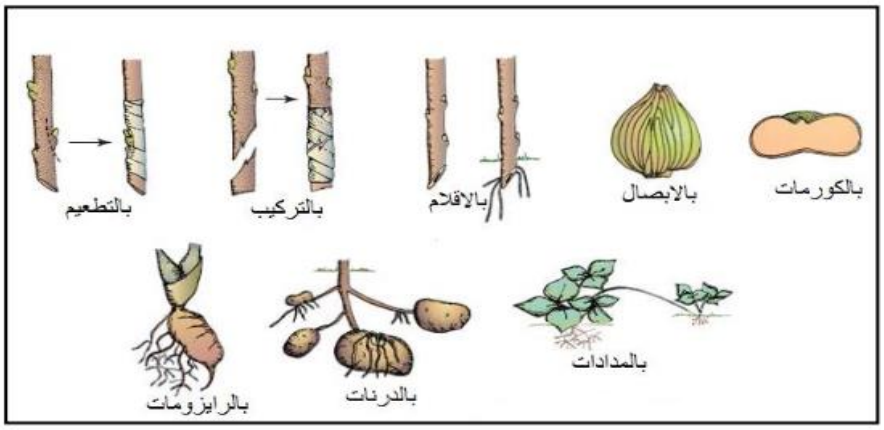
يقوم الانسان والحيوان بدور في نقل بعض الفيروسات في الحقل أثناء العمليات الزراعية المختلفة وذلك بإحداث جروح في بعض النباتات وتعلق بعض العصارة المعدية بأيدي وملابس العمال وبالأدوات الزراعية المختلفة وعن طريقها تنتقل الفيروسات إلى النباتات السليمة، كما أن عملية تقطيع التقاوي في البطاطس من العوامل الهامه في انتشار فيروس x في البطاطس. وتقوم الحيوانات المختلفة بنقل الفيروسات أثناء تغذيتها وانتقالها بين النباتات.

٢- الانتقال بالتطعيم Transmission by grafting:

يعتبر التطعيم طريقة من طرق التكاثر الخضري وفيها ينمو جزء من نبات معين على جزء من نبات آخر. عندما يحدث الالتحام فان الأصل والطعم يصبحان نباتا واحدا، فاذا كان الأصل أو الطعم مصابة بالفيروس فان النبات كله سوف يصاب وهذا في حالة إذا ما كان الجزء الآخر غير المصاب قابلا للإصابة. هناك نوع من التطعيم قد يحدث طبيعيا بين جذور الأشجار إذ تتلامس الجذور وتتداخل مع بعضها وبالتالي قد يحدث انتقال للفيروس من الأشجار المصابة إلى السليمة بهذه الطريقة.

٣- الانتقال اثناء التكاثر الخضري Transmission by vegetative propagation

كثيرا من الفيروسات ذات الأهمية الاقتصادية تنتشر جهازيا خلال النبات، فاذا ما أصيب النبات بالفيروس فانه يظل مصابا طول حياته. وعلى هذا ففي حالة النباتات التي تتكاثر خضريا سواء عن طريق العقل أو الدرنات أو الكورمات أو الأبصال أو الريزومات فان الفيروس ينتقل غالبا من النبات الأم المصاب إلى النباتات الجديدة.



نقل الفايروسات بطرق الاكثار الخضري.

4- الانتقال عن طريق البذور Seed transmission

ان ما يقرب من 110 الفيروسات المعروفة تنتقل خلال بذور النباتات المصابة أو أثناء عملية تلقيح أزهار النباتات السليمة بحبوب لقاح من نباتات مصابة. ولقد عرف مؤخرا أن تأثير الفيروس المنقول بواسطة حبوب اللقاح لا يقتصر على إصابة البذور المتكونة والبادرات الناتجة عن هذه البذور ولكن تأثيره قد يتعدى أيضا إلى النبات الأم إذ إنه ينتشر خلال الزهرة المخصبة ومنها إلى النبات فيصيبه ومن أوضح الأمثلة على ذلك انتقال فيروس اصفرار الكرز sour cherry yellows virus تجريبيا من شجرة إلى شجرة عن طريق حبوب اللقاح.

5- الانتقال بواسطة الحامول Dodder transmission

إن الانتقال عن طريق الحامول .*Cascuta* spp ليس له أهمية تحت الظروف الطبيعية في الحقل ولكن تظهر أهمية الكبيرة في التجارب المعملية حيث يمكن عن طريق الحامول نقل بعض الأمراض من نباتات مصابة إلى أخرى سليمة يمكن للحامول أن يتطفل عليها. وقد يكون الانتقال بين نباتات تنتمي إلى عائلات غير متقاربة تقسيميا ولا ينجح بينها التطعيم.

6- الانتقال عن طريق التربة Soil transmission:

انتقال الفيروسات عن طريق التربة يمثل أحد الوسائل الهامه في نقل وانتشار الأمراض الفيروسية. ومازال هناك الكثير والغير معروف عن ميكانيكية الانتقال هذه. وعموما فهناك ثلاثة أنواع من طرق انتقال الفيرسات عن طريق التربة:

(أ) الانتقال بدون ناقلات أرضية معروفة.
(ب) الانتقال بواسطة الفطريات.
(ج) الانتقال بواسطة النيماتودا.

٧- الانتقال بواسطة الحشرات Insect transmission :

تعتبر الحشرات أهم وسائل انتقال الفيروسات في الطبيعة. معظم الحشرات الناقلة للفيروسات حشرات ماصه. هناك قليل من الفيروسات التي تنتقل بواسطة الحشرات ذات الفم القارض.

(أ) الحشرات الماصة:

1- المن aphids: أكبر مجموعة من الحشرات تقوم بنقل الفيروسات سواء من ناحية عدد الفيروسات التي تنقلها أو عدد أنواع المن الناقلة. المن ينقل ما يزيد عن ١٠٠ فيروس وحشرة من الخوخ *Myzus persicae* تنقل بمفردها أكثر من 50 فيروسا.

2- نطاطات الأوراق Leaf hoppers: تنقل عددا من الفيروسات منها فيروس تجعد قمة بنجر السكر، وفيروس التورم الجرحى في البرسيم وفيروس تقوم الأرز.

3- الذباب الأبيض White flies: ينقل أكثر من 8 فيروسات منها فيروس موزايك أبو تيلون، وفيروس تجعد الورقة الصفراء في الطماطم، وفيروس تجعد أوراق التبغ وفيروس تجعد أوراق القطن.

4- البق الدقيقي mealy bugs: ينقل فيروس تضخم أفرع الكاكاو وفيروس ذبول الاناناس.

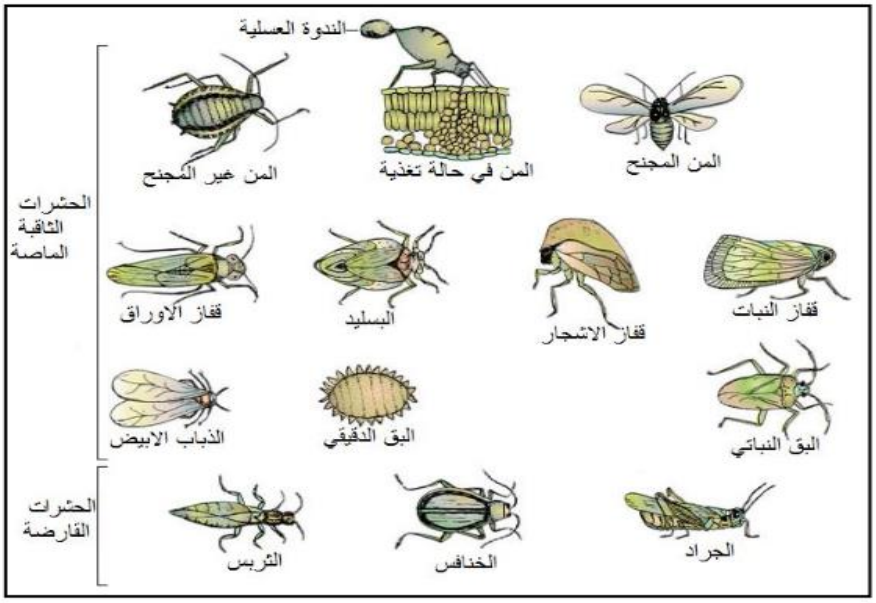
5- التربس Thrips ينقل فيروس الذبول التبقع في الطماطم.

(ب) الحشرات القارضة:

تلعب بعض حشرات هذه المجموعة دورا هاما في انتشار بعض الفيروسات مثل فيروس موزايك الكوسة الذي ينتقل بخنافس الخيار cucumber beetles وفيروس الموزايك الأصفر في اللفت الذي ينتقل بالخنفساء البرغوثية

٨- الانتقال بواسطة الحلم Mite transmission:

ينقل الحلم عددا من الفيروسات منها فيروس الموزايك التخططي في القمح وفيروس الموزايك التبقعي في القمح وفيروس موزايك التين وغيرها. ونظرا لصغر حجم الحلم وصعوبة أجراء تجارب النقل به فان المعلومات عن علاقة الحلم بالفيروس مازالت غير واضحة تماما ولو أنه يعتقد في وجود علاقة بيولوجية بين الحلم والفيروس المنقول به. فالحلم الناقل لفيروسي الموزايك التخططي والموزايك التبقعي في القمح يظل محتفظا بقدرته على نقلها لمدة 9 و 12 يوم على التوالي. كما يحتفظ الحلم الحامل لهذين الفيروسين بقدرته على النقل بعد حدوث الانسلاخ. الحلم البالغ الكبير العمر ليس له القدرة على نقل فيروس الموزايك التخططي والموزايك التبقعي بينما الحوريات لها القدرة على اكتسابها. لم يثبت حتى الآن انتقال الفيروس خلال بيض الحلم.



رسوم توضيحية لأنواع الحشرات الثاقبة الماصة والقارضة الناقلة