

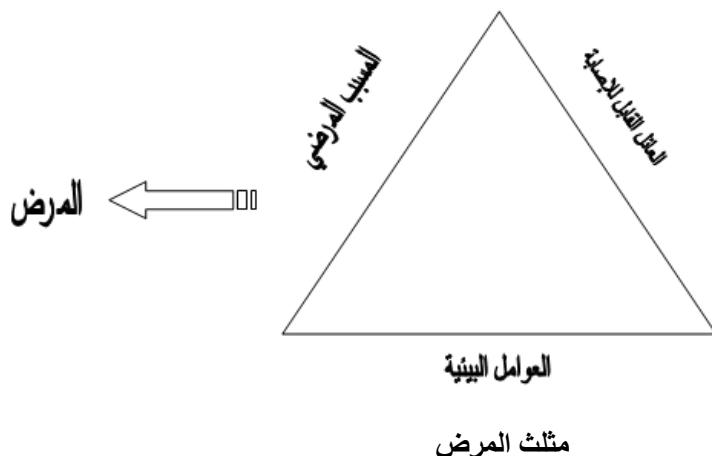
المحاضرة الثانية

(مثلث المرض و المسببات المرضية الحية وغير الحية وصفات الممرض ودورة المرض)

ولكي يحدث المرض النباتي لابد من تفاعل ثلاثة عناصر أساسية وهي:-

- العوامل البيئية المثلثي.
- العائل القابل للإصابة.
- المسبب المرضي.

ويمكن بيان تداخل هذه العناصر الثلاث للمرض على شكل مثلث (شكل ١) يعرف "بمثلث المرض". كل ضلع من أضلاعه يمثل واحد من تلك العناصر. وسوف نشرح دور كل عنصر من هذه العناصر لإتمام حدوث المرض .



١- المسبب المرضي Disease agent

يستخدم هذا الاصطلاح عادة للإشارة إلى العوامل الأساسية التالية:

- **العامل الحي living agent:** (المسبب المرض الحيوي) ويقصد به الكائنات الحية مثل الفطريات، البكتيريا، النيماتودا، الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازم، البروتوزوا، و النباتات الزهرية المتطفلة.
- **العامل غير الحي non-living agent:** ويقصد به (المسبب المرض غير الحيوي) مثل:
 - العوامل البيئية (ارتفاع وانخفاض في العوامل الأساسية للحياة مثل الحرارة والضوء والرطوبة... الخ).
 - عوامل التربة (نقص العناصر الغذائية، نقص أو زيادة رطوبة التربة، حموضة و قلوية التربة. pH)
 - الملوثات (الغازات مثل ثاني أكسيد النيتروجين NO₂ و ثاني أكسيد الكبريت SO₂ و غاز الأzon O₃) الأمطار الحامضية، الرذاذ الملحي على شواطئ البحار والمحيطات .
- **العامل الفيروسي Virus agent:** ويقصد به الفيروس والفيرويد.

ويجب أن يتداخل هذا المسبب المرضي في إحداث وتكشف المرض، بحيث يكون في طوره المعدى infective stage لإحداث المرض. لذلك فهو يحتاج إلى ظروف بيئية معينة ليسبب الضرر على العائل. إن هذا الكائن الحي الذي يعيش على النبات ويحصل على الغذاء اللازم منه ويتکاثر بداخله يسمى بالطفيل، لذلك يجب التفرقة بين الكائن الممرض pathogen والطفيل parasite على النحو التالي:

- **الكائن الممرض:** هو الكائن الحي أو العامل (الفيروس/عامل بيئي) الذي له القدرة على إحداث المرض على كائن آخر قابل للإصابة.

- **الطفيل** Parasites: فهو كائن حي يعيش في أو على كائن حي آخر يختلف عنه في المرتبة التقسيمية يعرف بالعائل، يستمد منه كل احتياجاته الغذائية أو جزء منها، ويقضي كل دورة حياته أو جزء منها عليه على أن تقوم بينهما علاقة بيولوجية.

2- العائل

ونقصد به النبات وهو عبارة عن كائن حي ينمو عليه الطفيلي ويستمد منه غذاءه. ويجب أن يكون العائل قابل للإصابة بالمرض، حيث يتعرض العائل للإصابة إما في مكان معين (الجذر، الساق... الخ) أو قد يصاب النبات بأكمله. ويحدد القابلية للإصابة في النبات العائل بدرجة أساسية ثم عوامل وراثية معينة تدخل ضمن التكوين الوراثي للنبات. ويجب أن يكون بين المسبب المرضي والعائل ناقل vector يحمل ذلك المسبب المرضي إلى العائل (مثل الحشرات، الرياح، الماء.... الخ).

3- العوامل البيئية

ويقصد بها العوامل المحيطة بالنباتات من درجة حرارة ورطوبة وضوء وترابة وغير ذلك. وهذه العوامل تعمل إما منفردة أو مجتمعة مع بعضها البعض، وتؤثر على كل من المسبب المرضي والعائل. ويرجع تأثيرها على المسبب المرضي والعائل كلاً على حده وكذلك على التفاعل بينهما.

ويمكن أن يصبح المرض وبائياً في النباتات إذا توفرت له العوامل المناسبة مثل وجود عوائل نباتية عديدة قابلة للإصابة وزيادة كثافة المسبب المرضي ووجود ظروف بيئية ملائمة للمرض واستمرارها فترة كافية من الزمن، ونتيجة لهذا التوافق بين تلك العوامل فإن المرض يتطور وينتشر بسرعة ويصيب النبات المزروع محدثاً الوباء. من ذلك يعرف المرض الوبائي: بأنه انتشار مرض ما في نسبة عالية من المجتمع النباتي.

مراحل تطور المرض Stages of Disease Development

في الأمراض المعدية Infection diseases هناك سلسلة من الأحداث المتعاقبة التي تجري في النبات وتتضمن مراحل تطور الكائن المرضي وتأثير المرض على العائل النباتي وتسمى بدورة الأمراض Disease cycle . إن سلسلة الأحداث الرئيسية في دورة المرض تتضمن :

- ١ - العدوى Infection
- ٢ - الاصابة Penetration
- ٣ - الاختراق Dissemination
- ٤ - انتشار المسبب المرضي Overwintering pathogen

1 - العدوى أو التلقيح Inoculation

هو عملية اتصال المسبب المرضي بالعائل النباتي ويسمى الجزء المعدى سواء كان المسبب المرضي أو أجزائه التكاثرية الذي يستقر على أو يصبح في تماس مع سطح النبات باللقاء Inoculum وهكذا فان اللقاح في الفطريات قد يكون أجزاء من الغزل الفطري ، سبورات ، اجسام حجرية وفي البكتيريا ، المايكوبلازم ، الفايروبات ، الفايرويدات يكون اللقاح دائماً افراداً كاملة. وفي الديدان الثعبانية يكون اللقاح ، الديدان البالغة ، اليرقات والبيوض . وفي النباتات الطفيلية الراقصة قد يكون اللقاح أجزاء النبات أو البذور .

وقد يتالف اللقاح من مسبب مرضي واحد مثل سبور واحد او ملايين مثل البكتيريا المحمولة في قطرة ماء. أما انواع اللقاح فهي :

A) اللقاح الاولى Primary inoculum

وهو اللقاح الذي يقاوم الشفاء ويسبب الاصابات الاولية Primary infection في الربيع

B) اللقاح الثانوي Secondary inoculum : وهو اللقاح الناتج من الاصابة الاولية والذي يسبب بدوره الاصابة **الثانوية Secondary infection**.

أما مصادر اللقاح فهي عديدة ومتعددة ومن هذه المصادر :

١ - بقايا النباتات الميتة في تربة الحقل المزروعة سابقاً . ٢ - تربة الحقل . ٣ - الحقول المجاورة المصابة . ٤ - الادغال المعمرة والعوائل المتبدلة . ٥ - البذور والشتالات والدرنات والتقاوي الأخرى المستوردة أو المنقوله من مكان إلى آخر .

أما خطوات التلقيح او العدوى فهي:

١ - وصول اللقاح إلى العائل . ٢ - أنبات السبورات أو البذور وتفقيس البيوض .

ثانياً : الاختراق Penetration

وتعني دخول المسبب المرضي إلى داخل العائل وتم بطريقتين :

١ - الاختراق المباشر Direct Penetration اما اختراق ميكانيكي او اختراق انزيمي مثل افراز انزيم **السليلوز** يحطم ويحلل **السليلوز** وانزيم **البكتينيز** يحلل **البكتين** في جدران الخلايا النباتية

٢ - من خلال الجروح Penetration through wound أو من خلال الفتحات الطبيعية Penetration through Natural openings

بعض الفطريات تخرق الانسجة بطريقة واحدة فقط وآخرى باكثر من طريقة واحدة مثل انتاج الانزيمات المحللة لجدران الخلايا وانسجة النبات أو ارسال ممتصات تخرق انسجة النبات لتتغذى عليه.

والبكتيريا تدخل النباتات من خلال الجروح غالباً وبدرجة اقل من خلال الفتحات الطبيعية وليس بطريقة مباشرة أبداً . الفايروسات والفايرويدات والفايتوبلازما تدخل من خلال الجروح التي تحدثها عواملها الحيوية الناقلة كالحشرات، ولو ان بعض الفيروسات والفايرويدات قد تدخل كذلك من الجروح التي تحدثها الادوات والوسائل الأخرى .

ثالثاً : الاصابة Infection

وهي عملية توطن واستقرار المسببات المرضية بخلايا وانسجة العائل الحساس ، مستحصلة غذائها منه لتحافظ على بقائها وتطورها في داخلها . والمقصود بالتطور يعني القدرة على النكاثر في النسيج النباتي وانتقاله إلى الخلايا المجاورة ومن ثم فان الاصابة الناجحة يصاحبها ظهور الاعراض سوى على المستوى الخلوي الداخلي أو من ناحية ظهر النبات المصاب وتسمى الفترة الزمنية المحصوره بين العدوى وظهور أولى اعراض المرض بفتره الحاضنة Incubation period . إن عدوى العائل النباتي بالمرضى لا يكفي لحدوث الإصابة الناجحة عند توفر الظروف البيئية المناسبة (حرارة ورطوبة) للمسبب المرضي ليتكاثر وينمو داخل العائل النباتي فإذا ما توفرت الظروف المطلوبة في اعلاه فان الإصابة تمر بمراحلتين .

A) الغزو Invasion

ويقصد بالغزو انتقال المسبب المرضي من الخلية أو النسيج المصاب أولاً إلى الخلايا أو الانسجة المجاورة في العائل النباتي . تغزو المسببات المرضية عوائلها بطرق متباينة ولمديات مختلفة . حيث الفطريات ترسل ممتصات او غزلاً فطرياً او كما في البكتيريا فانها تحل جدران الخلايا من خلال الافرازات الانزيمية، وفي الديدان الشعانية فأنها تغزو الانسجة البيئية وخلايا البشرة من خلال رماحها في مقدمة الرأس، اما الفايروسات تغزو الانسجة بالحركة من الخلية الحية لآخر في حين الفايتوبلازما تغزو الانابيب المنخلية في اللحاء وربما بعض الخلايا البرونكيمية اللحائية المجاورة.

B) تكاثر المسبب المرضي Reproduction of the pathogen

تمتاز المسببات التي تصيب النبات بقدرتها على التكاثر في داخل خلايا العائل أو خارجه وبعض هذه الكائنات تتشابه في طريقة التكاثر مثل البكتيريا والفاييوبلازم وبعضها تختلف عن الآخر كالفيروسات والفطريات والديدان الثعبانية . فالفطريات تتكاثر جنسياً أو لا جنسياً بواسطة السبورات . وان العديد من الفطريات تكون سبورات على المنطقة المصابة في العائل او تحتها وبعدها تتحرر خارجياً في الجو او تبقى في العائل . وتتكاثر البكتيريا والفاييوبلازم بطريقة الانقسام الثنائي البسيط كما تتكاثر الفاييوبلازم بالتلبرعم ايضاً.

أما الفايروسات فتكاثرها يحدث بطريقة التضاعف Replication وتحتاج إلى خلية حية ويحصل الاستنساخ للحامض النووي سواء RNA أو DNA معتمداً على الحامضين المتشابهين لهما في الخلية ، أما الديدان الثعبانية فإنها تتكاثر عن طريق البيوض ، والنباتات الزهرية المتطفلة عن طريق البذور .

رابعاً : الانتشار Dissemination

يقصد بالانتشار هو انتقال المسبب المرضي أو سبوراته من مكان ظهرت فيه الاصابة إلى مكان آخر خالي منها . أن عدد قليل من مسببات أمراض النبات تستطيع الحركة لمسافة قصيرة جداً بواسطة قوتها الخاصة ، تتحرك من عائل إلى آخر قریب جداً له مثل النيماتودا والابواغ المتحركة Zoospores ، بعض الفطريات يمكن أن تنتقل خلال تلامس الجذور في التربة ولكن طرق الانتقال هذه محدودة جداً ، كما أن سبورات بعض الفطريات تقذف بقوة من الحامل إلى مسافة تصل سـم واحد أو أكثر ، بذور النباتات الطفيلية تقذف لمسافة عدة أمتار لذلك فإن انتشار مسببات أمراض النبات في الغالب يكون بعدة طرق من أهمها ما يلي

١ – الانتشار بواسطة الرياح Dispersal by Wind

تعد سبورات الفطريات اللقاح المعدى النموذجي للانتشار بواسطة الرياح . وقد تنقل الرياح السبورات أما محلياً (لمسافات قصيرة) أو إلى مسافات بعيدة . ومن بين الفطريات التي تعد الرياح عامل هام لنشرها *Puccinia graminis* المسبب لمرض صدأ الساق الأسود . أما البكتيريا والنيماتودا تتنقل بواسطة الهواء عند حدوث تيارات تدفع التربة وتساعد الرياح على احتكاك النباتات مع بعضها مما يسبب انتقال المسببات من نبات إلى آخر كالميكروبات والفطريات .

٢ – الانتشار بواسطة الماء Dispersal By Water

ينقل الماء العديد من المسببات المرضية كالفطريات والبكتيريا والنيماتودا وبذور النباتات الطفيلية الراقية وغيرها ويتم النقل لمسافات قصيرة في تلك السبورات والخلايا التي تسبح بواسطة الأسواط أو لمسافات بعيدة عند اندثاره من المرتفعات أو عند انفاسه في الانهار وقنوات الري .

٣ – الانتشار بواسطة التقاوي

أن العديد من المسببات المرضية تنتقل وتنتشر عن طريق البذور والدرنات والابصال والعقل وغيرها من أجزاء النبات وقد يتم نقل المرض في البذور التي تختلط مع بذور الأدغال أو اللوحة خارجياً من التربة أو البذور المصابة .

٤ - الانتشار بواسطة الإنسان

يقوم الإنسان بنقل المسببات المرضية لمسافات طويلة أو قصيرة خلال نفس الحقل من خلال تداول النباتات المريضة والسليمة ومن خلال استعمال الأدواء الملوثة في الحقول السليمة كعدم تعقيم أدوات التقطيع والتقطيع أو بأقدامه الملوثة .

٥ – الانتشار بواسطة الحشرات والنيماتودا والحلم وغيرها .

تقوم الحشرات بنقل البكتيريا والسبورات الفطرية بطريقة ميكانيكية أذ تتلوث أجسامها بتركيب هذه المرضيات ومن ثم تنتقلها عشوائياً إلى النباتات السليمة كما في حالة نقل اللحفة المبكرة على الطماطة المسبب عن الفطر *Alternaria solani* .

أو أن المسبب المرضي ينمو ويتكاثر داخل الجهاز الهضمي للحشرة ومثال على ذلك البكتيريا المسبب لذبول القرعيات *E. tracheiphila* التي تنقلها حشرة خنفساء القثاء . وتلعب الحشرات دور مهم واساسياً في نقل الفايروسات من نبات الى آخر. ومن اهم هذه الحشرات التي تقوم بنقل الفايروسات هي الحشرات ذات الفم الثاقب الماصل كالمن والذباب الابيض والثربس والفقازات

٦ – الانتشار بواسطة التربة والاسمة العضوية

تحتوي التربة على العديد من المسببات المرضية كالفطريات مثل *Pythium* و *Phtophthora* و *Macrophomina* و *R.solani* و *Fusarium* وغيرها والبكتيريا مثل *Agrobacterium* وبذور النبات الطفيلي الراقية كالحامول والهالوك والديدان الثعبانية مثل *Tylechulus* و *Meloidogyne* وغيرها . وأن المسببات المرضية السابقة يمكن ان تنتقل عن طريق نقل تربة حاوية على تلك المسببات المرضية. كما يحدث مثلا في أرض المشائل أو جلب عينات تربة لأغراض البحث فتعمل على نشر المسببات اذا لم تختلف عند انتهاء البحث . او تنتقل الممرضات بواسطة الترب العالقة بالالات والمعدات الزراعية .

٧ – الانتشار بواسطة المخلفات النباتية

العديد من الممرضات تبقى في المخلفات النباتية الى حين زراعة المحصول في الموسم القادم. لذلك فان المخلفات النباتية تعد مصدرا لنشر المرض في الموسم التالي ومن الامثلة على ذلك مرض اللفة المتاخرة على البطاطا خامساً) **تشتية المسببات المرضية ومقاومتها للصيف Over Wintering and Over Summering (البقاء Survival**

أن المسببات التي تصيب النباتات المعمرة يمكن أن تبقى فيها أثناء درجات الحرارة المنخفضة في الشتاء وانشاء المناخ الحار والجاف في الصيف . غير أن النباتات الحولية تموت في نهاية الموسم حيث تترك المسببات دون عائل ويجب على المسببات المرضية تحمل مثل هذه الفترات بغياب عوائلها وهكذا فان المسببات قد طورت وسائل تمكنها من تحمل الشتاء والصيف الحار .

فالفطريات تشتتى على النباتات الدائمة الخضراء بهيئة عزل فطري في الانسجة المصابة مثل التقرحات وبهيئة سبورات على أو بالقرب من السطح المصايب للنبات أو على حرشف البراعم .

وفطريات التي تصيب أوراق وثمار الاشجار النفضية تشتتى عادة بهيئة غزل فطري أو سبورات على الاوراق أو الثمار المصابة المتتساقطة أو على حرشف البراعم .

الفطريات التي تصيب النباتات الحولية تقاوم الشتاء أو الصيف بهيئة غزل فطري، سبورات كامنة أو غيرها من أنواع السبورات وكاجسام حجرية في بقايا النباتات المصابة في التربة أو على أو داخل البذور وغيرها من النقاوى وفي بعض المناطق تبقى الفطريات حية على نباتات عائلة تنمو على مدار السنة كما في النباتات التي تنمو في الحقل في الصيف وفي البيت الزجاجي في الشتاء.

وتبقى الفايروسات ،الفايرويدات والفايتو بلازما والبروتوزوا فقط في الانسجة الحية وجذور النباتات المعمرة ، في النقاوى ، وفي بذور بعض العوائل . وان القليل من الفايروسات تبقى داخل حشراتها الناقلة . وقد تبقى بعض الفايروسات والفايرويدات على الادوات الملوثة وفي بقايا النباتات المصابة.

تقاوم الديدان الثعبانية الشتاء والصيف كبيوض في التربة وكبيوض أو ديدان في جذور النباتات أو بقايا النباتات والبعض منها تبقى على شكل ديدان أويرقات كامنة في البذور ، على الابصال . الخ لعدة أشهر أو سنوات . وتقاوم النباتات الطفيلي الراقية عادة كبذور في التربة أو مخلوطة مع بذور العائل أو بشكلها الخضراء المعدى على عوائلها .

