

مفهوم المرض في النبات

إن المصطلح العلمي لعلم أمراض النبات هو "فيتوباثولوجي" **Phytopathology** وهو مشتق من اللغة اليونانية القديمة، ويتكون من ثلاث مقاطع هي:

• مقطع **Phyto** ويعني نبات. • مقطع " **Patho** ويعني مرض. • مقطع **Logos** ويعني علم. **فعلم أمراض النبات هو العلم الذي يهتم بدراسة المرض النباتي من خلال دراسة:**

- الكائنات الحية وعوامل البيئة المسببة للأمراض النباتية.
- علاقة المسبب المرضي بالنبات المصاب.
- ميكانيكية تكشف المرض النباتي.
- الطرق المختلفة لمنع أو مكافحة المرض النباتي.

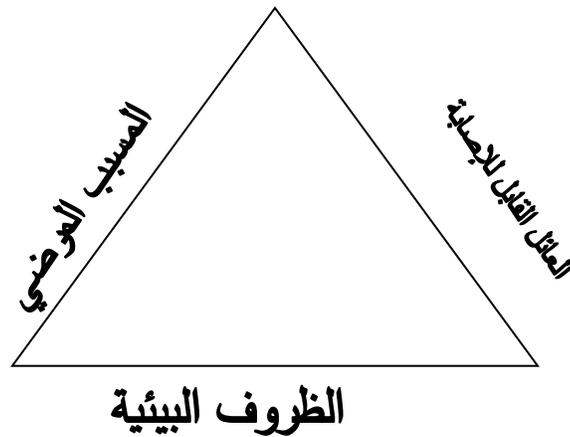
فالممرض النباتي **Plant disease**

هو عبارة عن خلل وظيفي في النبات، ينتج عن إثارة مستمرة بواسطة المسبب المرضي، ينشأ عنها تأثيرات مختلفة تنعكس على شكل أعراض مرضية.

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

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

ويمكن بيان تداخل هذه العناصر الثلاث للمرض على شكل مثلث (شكل 1) يعرف "بمثلث المرض". كل ضلع من أضلاعه يمثل واحد من تلك العناصر. وسوف نشرح دور كل عنصر من هذه العناصر لإتمام حدوث المرض.



شكل (1): مثلث المرض

1- المسبب المرضي Disease agent

يستخدم هذا الاصطلاح عادة للإشارة إلى العوامل الأساسية التالية:

- **العامل الحي living agent:** ويقصد به الكائنات الحية مثل الفطريات, البكتيريا, النيماتودا, الكائنات الحية الشبيهة بالميكوبلازما, البروتوزوا, و النباتات الزهرية المتطفلة.
- **العامل الغير حي non-living agent:** ويقصد به
 - 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, وثاني أكسيد الكبريت SO₂, وغاز الأوزون 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 المعدي 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 ويتكاثر 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.
 - **الطفيل:** فهو كائن حي يعيش في أو على كائن حي آخر يختلف عنه في المرتبة التصنيفية يعرف بالعائل, يستمد منه كل احتياجاته الغذائية أو جزء منها, ويقضي كل دورة حياته أو جزء منها عليه على أن تقوم بينهما علاقة بيولوجية.
- وفي هذا التعريف للطفيل لأبد من الإشارة إلى أن الجنين في بطن الأم أو البويضة في مبيض الزهرة لا يعتبران طفيليان لأنهم من نفس المرتبة التصنيفية للأم.

وعلى ذلك ليس بالضرورة أن يكون كل طفيل مسبباً مرضياً. فقد يكون الطفيل إجباري التطفل أي لا يستطيع العيش بعيداً عن عائلة ولا يمكن تنميته على بيئة صناعية. وقد يكون اختياري التطفل بمعنى أنه يعيش مترمماً على مواد عضوية متحللة. فإذا لم يجد هذه المواد ووجد عائلاً مناسباً فإنه يستطيع التطفل عليه. وتتميز علاقة الطفيل بالعائل بأنها علاقة غذائية فقط. من ناحية أخرى ليست كل المسببات المرضية طفيليات فهناك بالطبع الكثير منها ما هي إلا عوامل غير حية.

فالكائنات الممرضة يمكن أن تسبب المرض للنباتات بعدة طرق: منها

- استهلاك المادة الغذائية اللازمة لنمو النبات.
- إفراز مواد سامة أو أنزيمات أو منظمات نمو لقتل خلايا العائل أو إعاقة عملية التحول الغذائي في النبات.
- إضعاف خلايا العائل باستمرار بأخذ الغذاء منه.
- سد الأوعية الناقلة للغذاء و المغذيات المعدنية و الماء بجراثيم أو بأجزاء من الكائن الحي المسبب للمرض.

2- العائل Host

ونقصد به النبات وهو عبارة عن كائن حي ينمو عليه الطفيل 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 بالنبات من درجة حرارة ورطوبة وضوء وتربة 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 كما يلي:

1. جعل النباتات أكثر قابلية للإصابة.
2. تؤثر على تكوين مواد الحقن الأولية (اللقاح الأولي) و مواد الحقن الثانوي (اللقاح الثانوي).
3. تؤثر في حدوث الإصابة الأولية وظهور المرض, وكذلك في تكوين طور السكون (طور التشتية).

مما تقدم يتضح أن المرض في النبات (مثلث المرض) ينشأ نتيجة فعل وتأثير مجموعة من العوامل المختلفة المتعلقة بكل من الطفيل والنبات العائل وعوامل البيئة المحيطة بكل من الطفيل والعائل أثناء حدوث الإصابة وتكشف المرض. فإن كانت تلك العوامل في صالح انتشار المرض فإنه يزداد انتشاراً, وإن كانت في غير صالح النبات فإن المسبب المرضي لا ينتشر بصورة كبيرة. وإن العلاقة بين:

- العائل والمسبب المرضي تتمثل في مدى قابلية العائل للإصابة.
- المسبب المرضي والعائل تتمثل في مدى قابلية الكائن الممرض على إحداث المرض.
- العائل وعوامل البيئة تتمثل في تأثير عوامل البيئة على طبيعة نمو العائل وجعله قابل للإصابة.
- الكائن الممرض وعوامل البيئة تتمثل في أن تكون عوامل البيئة في أحسن الحالات أي تكون ملائمة لنجاح العدوى وتكشف المرض.

ويمكن أن يصبح المرض **وبائياً** في النباتات إذا توفرت له العوامل المناسبة التالية التي تحدد قياس حدوثه وشدة وطأته:

- وجود عوائل عديدة ذات درجة عالية من القابلية للإصابة في صنف نبات المحصول.
- زيادة كثافة المسبب المرضي, ووجود سلالات شديدة المرضية منه قادرة على إحداث المرض.
- وجود ظروف بيئية ملائمة للمرض, واستمرارها خلال فترة طويلة 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.

تصنيف أمراض النبات Classification of plant diseases

تقسم أمراض النبات إلى عدة طرق بهدف تسهيل دراستها وتعريفها وبالتالي مقاومتها, حيث يمكن استعمال مقاييس عديدة كأساس لتصنيف أمراض النبات, وتعتمد هذه المقاييس على الغرض المقصود منها, حيث تقسم الأمراض النباتية حسب:

1- الأعراض التي تسببها الأمراض مثل:

- ذبول.
- أعفان الجذور.
- لفحات.
- اصفرار.
- أصداء.
- جرب.
- تبقع أوراق.
- تبرقش.
- إنثراكنوز.
- تقحمت.

2- الجزء النباتي المصاب مثل:

- أمراض الجذور.
- أمراض السيقان.
- أمراض المجموع الخضري.
- أمراض الثمار.

3- نوع النبات المصاب مثل:

- أمراض المحاصيل الحقلية.
- أمراض الخضار.
- أمراض أشجار الفاكهة.
- أمراض الغابات.
- أمراض المروج العشبية.
- أمراض نباتات الزينة.

4- توقيت إصابة النبات مثل:

- إصابة النبات أثناء نموه أو إثماره في الحقل فتسمى بأمراض الحقل.
- حدوث الإصابة أثناء تجفيف الثمار أو أثناء النقل أو التسويق أو التخزين أو الشحن وتسمى هذه الحالات بأمراض ما بعد الحصاد.

5- نوع المسبب المرضي

يعتبر هذا التقسيم أكثر المقاييس فائدة في تصنيف أمراض النبات, حيث يساهم في تحديد المسبب المرضي للمرض, وكيفية انتشاره من خلال معرفة صفات المسبب, ومن ثم الطريقة المناسبة لمكافحة المرض. مثال ذلك

- أمراض فطرية.
- أمراض فيروسية.
- أمراض النباتات الزهرية المتطفلة.
- أمراض بكتيرية.
- أمراض نيماتودية.
- أمراض غير طفيلية.

مسببات الأمراض النباتية Causes of plant diseases

تنشأ الأمراض النباتية عن مسببات مختلفة بعضها طفيلي والبعض الآخر غير طفيلي. وتقسم الأمراض النباتية تبعاً لمسبباتها إلى المجاميع التالية:

أ- الأمراض غير طفيلية Non-parasitic diseases

تعرف هذه الأمراض باسم الأمراض الفسيولوجية وتنشأ عن عوامل غير حية تسبب خلل فسيولوجي في عمليات النبات الحيوية نتيجة لتأثير عوامل بيئية غير ملائمة مثل الصقيع الذي يؤدي إلى احتراق الأوراق أو حوافها كذلك لسعة الشمس. أو قد يكون التأثير ناتج عن نقص أو زيادة العناصر المغذية للنبات في التربة.

ب- الأمراض الطفيلية Parasitic diseases

هي تلك الأمراض الناتجة عن كائنات حية دقيقة مثل الفطريات, البكتيريا, الميكوبلازما, النيماتودا, النباتات الزهرية المتطفلة.

أولاً- الفطريات Fungi

عبارة عن نباتات ميكروسكوبية ينقصها الكلوروفيل, لذلك تحصل على غذائها مجهز من العائل. معظمها يعيش معيشة رمية على المواد العضوية والتي تقوم بتحليلها. والقليل منها يصيب الإنسان والحيوان إصابات سطحية جلدية. والعديد من أنواعها يصيب النباتات مسببة لهم كثير من الأمراض ذات أهمية اقتصادية بالغة.

يتركب جسم الفطريات من مجموعة من الخيوط تسمى هيفات (مفردها هيفا) والتي تكون في مجموعها ما يسمى بالغلز الفطري "الميسيليوم" Mycelium. و الميسيليوم قد يكون مقسم بجدر عرضية وتحتوي كل خلية على نواة واحدة أو أكثر, والبعض الآخر يكون غير مقسم بجدر عرضية ويسمى مدمج خلوي ويظهر بشكل خلية واحدة عديدة الأنوية. كما توجد بعض الفطريات الأقل رقياً ينقصها الميسيليوم, ويكون جسمها عبارة عن خلايا مترابطة بجوار بعضها وقد تتحرك حركة جماعية أفقية (حركة أميبية) ويسمى هذا التركيب بالبلازموديوم (شكل 2).

تكاثر الفطريات

تتكاثر الفطريات بطريقتين: تكاثر لاجنسي (خضري), تكاثر جنسي.

أ- التكاثر اللاجنسي (الخضري) Asexual (Vegetative) reproduction

هو إنتاج أفراد مشابهة للأبوين في الصفات الوراثية. ويعتبر هذا النوع من التكاثر أكثر أهمية للفطر نفسه, حيث يتكرر حدوثه عدة مرات خلال موسم النمو لإنتاج أعداد كبيرة من الأفراد وإصابة مساحة أكبر من النباتات. ويتم هذا النوع من التكاثر بصور مختلفة منها:

- تقفت الهيفات الجسمية إلى أجزاء كل منها ينمو ليعطي فرداً جديداً.
- انقسام بسيط للخلية الجسمية إلى خليتين شقيقتين متشابهتين.
- تبرعم الخلية وذلك بإعطاء برعم الذي ينمو ويعطي فرداً جديداً.
- إنتاج جراثيم مختلفة في اللون, الحجم, الشكل, عدد الخلايا وفي طريقة حملها. تعرف بالجراثيم اللاجنسية منها التالي:

1. **الجراثيم الأسبورانجية:** تتكون داخل كيس يعرف بالكيس الأسبورانجي, يحمل هذا الكيس على حامل اسبورانجي. تتحرر هذه الجراثيم من الكيس عند تمزقه أو تحلله أو عن طريق فتحات خاصة, وقد تكون هذه الجراثيم:

- متحركة تتحرك بالأهداب (أسواط) وتسمى بالجراثيم السابحة.
- غير متحركة وتسمى بالجراثيم الغير متحركة.

2. **الجراثيم الكونيدية:** تحمل هذه الجراثيم خارجياً على هيفات خاصة تعرف بالحوامل الكونيدية.

3. **الجراثيم الكلاميديّة:** عبارة عن تجمع سيتوبلازم الخلية عند أركان الخلايا ويحيط نفسه بجدار سميك. وهذه الجراثيم إما أن تكون طرفية أو بينية. ويمكن أن تبقى في التربة لسنوات عديدة, و عندما تنتهي لها الظروف الملائمة تثبت معطية ميسيليوم جديد.

ب- التكاثر الجنسي Sexual reproduction

يحدث باندماج نواتين متوافقتين, حيث تتم على مراحل متميزة وهي:

- اندماج سيتوبلازمي (بلازموقامي): ويتم بين خليتين وذوبان الجدار الفاصل بينهما.

- اندماج نووي (كاريوكامي): حيث تندمج النواتان كل منهما أحادية المجموعة الصبغية (1N) لتكوين خلية نواتها ثنائية المجموعة الصبغية (2N) تعرف بالزيجوت Zygote.
- انقسام اختزالي (ميوزي): حيث تنقسم النواة الثنائية المجموعة الصبغية (2N) انقساماً اختزالياً لتكوين أنوية أحادية المجموعة الصبغية (1N).

ينتهي هذا التكاثر بإنتاج جراثيم جنسية ساكنة. ويحدث هذا النوع مرة واحدة في الموسم. وأهم هذه الجراثيم، هي:
1- الجراثيم البيضية 2- الجراثيم الزيجوية 3- الجراثيم الاسكية 4- الجراثيم البازيدية

وتسبب الفطريات أمراض للنباتات منها على سبيل المثال لا الحصر:

- الجرب المسحوقي على
- مرض سقوط البادرات المفاجئ.
- الذبول الوعائي على الطماطم.
- البطاطس.
- أمراض البياض الزغبى والدقيقي.
- عفن ثمار الفاكهة والخضروات.
- أمراض الأصداء و التفحمت.
- اللفحة المتأخرة و المبكرة في الطماطم والبطاطس.

ثانياً- البكتيريا Bacteria

كائنات حية صغيرة جدا لا ترى إلا بالمجهر العادي، وحيدة الخلية لها جدار خلوي مبطن من الداخل بالغشاء البلازمي، وليس لها نواة محددة حيث توجد المادة النووية غير محاطة بغشاء نووي. والخلية البكتيرية لا تحتوي على ميتوكوندريات، لكنها تحتوي على ميسوسومات تقوم فيها تفاعلات الأكسدة والاختزال.

والبكتيريا الممرضة للنبات كائنات رمية اختيارية التطفل يمكن تمييزها على بيئات غذائية صناعية. جميع الخلايا البكتيرية تقريبا عصوية الشكل باستثناء نوعين يتبع الجنس "ستربتومييسيس" *Streptomyces*، فهي خيطية (شكل 2). معظم البكتيريا لها أسواط (أهداب) تساعد على الحركة خلال الأوساط السائلة، فقد تكون وحيدة السوط، أو سوطيه الطرفين أو طرفيه الاسواط (عدة أسواط) في جهة واحدة، أو محيطيه الاسواط أي أن الاسواط موزعة على سطح الخلية البكتيرية (شكل 2).

تتكاثر البكتيريا بطريقة لا جنسية تعرف باسم الانقسام الثنائي البسيط (شكل 2). وتنتشر البكتيريا من نبات مصاب إلى آخر سليم عن طريق الماء (المطر، الرذاذ)، الحشرات، الحيوانات (الأرانب)، الطيور، والإنسان (عن طريق معاملة النباتات وتطبيقاته الزراعية). وتسبب البكتيريا أمراضا للنبات، وتحت الظروف البيئية الملائمة قد تكون مهلكة إلى حد بعيد. من هذه الأمراض مايلي:

- الذبول البكتيري في القرعيات.
- العفن الطري البكتيري في الخضراوات.
- الجرب العادي في البطاطس.
- العفن الحلقي في البطاطس.
- التدرن التاجي على العديد من المحاصيل الزراعية.

ثالثاً- الميكوبلازما Mycoplasma

كائنات حية وحيدة الخلية عديمة الجدار الخلوي ليس لنواتها غلاف نووي, لها غشاء بلازمي يحيط بالخلية. ترى تحت المجهر الالكتروني. تحتوي على ريبوسومات وحمض نووي RNA و DNA. ولها أشكال مختلفة فقد تكون كروية أو بيضاوية قليلاً أو خيطيه أو غير منتظمة الشكل. وتتكاثر بالتبرعم والانقسام الثنائي المستعرض (شكل 2). ويمكن تنمية بعضها على بيئة غذائية صناعية معقدة, حيث تكون مستعمرات دقيقة لها صفات مظهر البيضة المقلية أي ذات مركز أصفر محاطة بهالة بيضاء. وتنتقل هذه الكائنات بواسطة التطعيم والحشرات خاصة نطاطات الأوراق. وتسبب هذه الكائنات أمراضاً للنبات منها:

- اصفرار الأستر في الخضروات.
- مرض تدهور الكمثرى.
- الاصفرار المमित في جوز الهند.
- مرض إكس (X) في الخوخ.

رابعاً- السيروبلازما Spiroplasma

كائنات تشابه الميكوبلازما إلا أنها حلزونية الشكل (شكل 2). وتسبب هذه الكائنات أمراضاً للنبات منها:

- مرض قلة الأثمار في الحمضيات.
- مرض تقزم الذرة.

خامساً- النباتات الزهرية المتطفلة Parasitic Flowering Plants

عبارة عن نباتات راقية تكون أزهار تماثل في تركيبها وتشريحها النباتات الزهرية العادية إلا أنها ينقصها الجذور. لذلك تعتمد اعتماداً كلياً مثل الحامول و الهالوك (اللدان ينقصهم مادة الكلوروفيل والمجموع الجذري) أو جزئياً مثل العدار والذبق (اللدان ينقصهم المجموع الجذري) على عوائلها النباتية في الحصول على الماء والعناصر الغذائية اللازمة لبقائها ونموها (شكل 2). ومن الأضرار التي تسببها هذه النباتات على عوائلها النباتية ما يلي:

- تقليل الغذاء اللازم للعائل.
- إعاقة عمليات الحصاد.
- زيادة تكاليف تنظيف البذور.
- أخذ كميات من الماء بطريقة مستمرة مما يؤدي إلى ذبول العائل.
- انخفاض القيمة الاقتصادية لانتاج البذور.

• التأثير على العمليات الفسيولوجية المختلفة التي تتم في العائل نتيجة نقص الماء والغذاء.

• موت النباتات العائلة في حالة شدة الإصابة.

ومن أمثلة النباتات الزهرية المتطفلة المنتشرة في المملكة العربية السعودية نبات الحامول الذي يتطفل على العديد من العوائل النباتية الاقتصادية (مثل البرسيم الحجازي) ونبات الهالوك الذي يتطفل على جذور الكثير من النباتات.

سادساً- الفيروسات Viruses

عبارة عن جسيمات دقيقة لا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني, لا يمكنها تكرار نفسها (إنتاج أفراد جديدة) إلا داخل خلايا حية. لذلك تعامل كطفيليات إجبارية. وتتركب معظم الفيروسات النباتية من حمض نووي RNA مغلف بالبروتين يسمى غلاف "كابسيد" Capsid. وتتخذ الفيروسات أشكال مختلفة فقد تكون عسوية أو خيطية أو كروية (شكل 2). تدخل الفيروسات أنسجة العائل خلال الجروح إما ميكانيكياً أو عن طريق الحشرات أو خلال حبوب اللقاح. وعندما يدخل الفيروس داخل خلايا العائل يتحرر من الغلاف البروتيني ويصبح الحمض النووي RNA عاري ثم يدفع الخلية على إنتاج إنزيمات تعمل على تضاعف الحمض النووي وتكوين الغلاف البروتيني للفيروس الجديد. وينتقل الفيروس من خلية إلى أخرى عن طريق خيوط البلازموديماتا (الموصلات بين الخلايا). بعد ذلك يصل إلى نسيج اللحاء ثم يهاجر إلى أسفل النبات. ثم ينتقل إلى الأجزاء العليا (القمة النامية) عن طريق أوعية الخشب مع المواد المجهزة إلى جميع أنسجة النبات. وللفيروسات أهمية اقتصادية بالغة على كثير من محاصيل الحقل والخضر والفاكهة حيث تسبب لها كثير من الأمراض الهامة منها:

- فيروس موزايك الخيار.
- فيروس تورد القمة في الموز.
- فيروس التفاف أوراق البطاطس.
- فيروس الورقة المروحية في العنب.
- فيروس القوباء والتدهور السريع في الموالح.

سابعاً- الفيرويدات Viroids

أصغر المسببات المرضية حجماً. تشبه الفيروسات إلا أنها مكونة من أحماض نووية عارية ليس لها غلاف بروتيني (شكل 2). وأهم الفيرويدات الممرضة للنبات: فيرود الدرنة المغزلية في البطاطس, وفيرود تشقق قلف أشجار الحمضيات.

ثامناً- الديدان Nematodes

حيوانات لا فقارية أسطوانية الشكل, تعيش حرة في المياه المالحة أو العذبة أو في التربة, حيث تعيش مترمة, أو تتغذى على الأحياء الدقيقة, وقد يتطفل بعضها على الإنسان والحيوان والنبات. وتتركب الديدان بصورة رئيسية من أنبوبتين واحدة داخل الأخرى, حيث تمثل الأنبوبة الخارجية جدار الجسم, وتمثل الأنبوبة الداخلية القناة الهضمية, ويمتلئ التجويف بينهما بسائل الجسم الذي توجد به الأجهزة الأخرى كالجهاز التناسلي وبعض الغدد الأخرى, ولا يوجد للديدان جهاز دوري ولا تنفسي.

والديدان النباتية إجبارية التطفل فقد تكون طفيليات خارجية أو شبيه داخلية أو خارجية. وتتميز الديدان المتطفلة على النبات بأجزاء فم مزودة برمح يساعدها على اختراق أنسجة عوائلها. وتتكون دورة حياتها من ستة أطوار: البيضة، وأربعة أطوار يرقية، ثم الطور البالغ، و تتخلل دورة الحياة أربعة انسلخات, انسلخ واحد يلي كل

طور يرقى حتى البلوغ. وقد تتخذ إناث بعض الأنواع أشكالاً مختلفة في أطوار نموها المتأخرة فقد تأخذ شكل الكمثرى أو الكلوي أو الليموني . وتهاجم النيماتودا النباتات محدثة لها أمراضاً وأضراراً بالغة، من هذه الأمراض مايلي:

- مرض تعقد الجذور.
- مرض تقصف الجذور.
- مرض التدهور البطيء في الموالح.
- مرض تتألل حبوب القمح.

تاسعاً- البروتوزوا Protozoa

حيوانات أولية، تتميز بوجود سوط واحد أو أكثر على الأقل في بعض أطوار حياتها (شكل 2). تستعمل هذا السوط الطويل المرن في الحركة والتقاط الغذاء وأحياناً تستعمله كعضو إحساس. الجسم طويل بيضاوي وقد يكون كروي ويحاط بغشاء رقيق مرن. ويحتوي الجسم على نواه وشبكة إندوبلازمية وميتوكوندريا وريبوسومات وفراغ منقبض، وقليل منها يحتوي على بلاستيديات خضراء. تتكاثر بواسطة الانقسام الطولي (شكل 2). بعضها مترمم والبعض الآخر متطفل على الإنسان والحيوان والنبات. وتسبب هذه الكائنات أمراضاً على عوائلها مثل:

- مرض تحلل وموت خلايا اللحاء في القهوة.
 - مرض هارتروت في أشجار جوز الهند.
- يوجد هذين المرضين في جنوب أمريكا.

تصنيف أمراض النبات Classification of plant diseases

تقسم أمراض النبات إلى عدة طرق بهدف تسهيل دراستها وتعريفها وبالتالي مقاومتها, حيث يمكن استعمال مقاييس عديدة كأساس لتصنيف أمراض النبات, وتعتمد هذه المقاييس على الغرض المقصود منها, حيث تقسم الأمراض النباتية حسب:

1- الأعراض التي تسببها الأمراض مثل:

- ذبول.
- أعفان الجذور.
- لفحات.
- اصفرار.
- أصداء.
- جرب.
- تتقع أوراق.
- تبرقش.
- إنثراكنوز.
- تفحيمات.

2- الجزء النباتي المصاب مثل:

- أمراض الجذور.
- أمراض السيقان.
- أمراض المجموع الخضري.
- أمراض الثمار.

3- نوع النبات المصاب مثل:

- أمراض المحاصيل الحقلية.
- أمراض الخضار.
- أمراض أشجار الفاكهة.
- أمراض الغابات.
- أمراض المروج العشبية.
- أمراض نباتات الزينة.

4- توقيت إصابة النبات مثل:

- إصابة النبات أثناء نموه أو إثماره في الحقل فتسمى بأمراض الحقل.
- حدوث الإصابة أثناء تجفيف الثمار أو أثناء النقل أو التسويق أو التخزين أو الشحن وتسمى هذه الحالات بأمراض ما بعد الحصاد.

5- نوع المسبب المرضي

يعتبر هذا التقسيم أكثر المقاييس فائدة في تصنيف أمراض النبات, حيث يساهم في تحديد المسبب المرضي للمرض, وكيفية انتشاره من خلال معرفة صفات المسبب, ومن ثم الطريقة المناسبة لمكافحة المرض. مثال ذلك

- أمراض فطرية.
- أمراض فيروسية.
- أمراض النباتات الزهرية المتطفلة.

- أمراض بكتيرية.
- أمراض نيماتودية.
- أمراض غير طفيلية.

مسببات الأمراض النباتية Causes of plant diseases

تنشأ الأمراض النباتية عن مسببات مختلفة بعضها طفيلي والبعض الآخر غير طفيلي. وتقسّم الأمراض النباتية تبعاً لمسبباتها إلى المجموع التالية:

أ- الأمراض الطفيلية Parasitic diseases

هي تلك الأمراض الناتجة عن كائنات حية دقيقة مثل الفطريات, البكتيريا, الميكوبلازما, النيماتودا, النباتات الزهرية المتطفلة.

ب- الأمراض غير طفيلية Non-parasitic diseases

تعرف هذه الأمراض باسم الأمراض الفسيولوجية وتنشأ عن عوامل غير حية تسبب خلل فسيولوجي في عمليات النبات الحيوية نتيجة لتأثير عوامل بيئية غير ملائمة مثل الصقيع الذي يؤدي إلى احتراق الأوراق أو حوافها كذلك لسعة الشمس. أو قد يكون التأثير ناتج عن نقص أو زيادة العناصر المغذية للنبات في التربة.

ج- الأمراض الفيروسية Virus diseases

يوجد اختلاف بين المشتغلين في مجال الأمراض النباتية حول طبيعة هذه الفيروسات, فبعضهم يضعها ضمن المسببات المرضية الحية. والبعض الآخر يضعها ضمن المسببات غير الحية. لكن اكتشف أن هذه الفيروسات التي تصيب النبات مادة غير حية لا يمكن تكرار نفسها (إنتاج أفراد جديدة) إلا داخل خلايا حية. لذلك وضعت هذه الأمراض في قسم خاص بها.

وسوف نتحدث بشيء من التفصيل عن مسببات الأمراض النباتية الحية والفيروسية التي تختلف كثيراً في أشكالها وأحجامها وطبيعة إحداثها للأمراض (شكل 2) ومن أهمها:

أولاً- الفطريات Fungi

عبارة عن نباتات ميكروسكوبية ينقصها الكلوروفيل, لذلك تحصل على غذائها مجهز من العائل. معظمها يعيش معيشة رمية على المواد العضوية والتي تقوم بتحليلها. والقليل منها يصيب الإنسان والحيوان إصابات سطحية جلدية. والعديد من أنواعها يصيب النباتات مسببة لهم كثير من الأمراض ذات أهمية اقتصادية بالغة.

يتركب جسم الفطريات من مجموعة من الخيوط تسمى هيفات (مفردها هيفا) والتي تكون في مجموعها ما يسمى بالغزل الفطري "الميسيليوم" Mycelium. و الميسيليوم قد يكون مقسم بجدر عرضية وتحتوي كل خلية على نواة واحدة أو أكثر, والبعض الآخر يكون غير مقسم بجدر عرضية ويسمى مدمج خلوي ويظهر بشكل خلية واحدة عديدة الأنوية. كما توجد بعض الفطريات الأقل رقياً ينقصها الميسيليوم, ويكون جسمها عبارة عن خلايا متراسة بجوار بعضها وقد تتحرك حركة جماعية أفقية (حركة أميبية) ويسمى هذا التركيب بالبلازموديوم (شكل 2).

تكاثر الفطريات

تتكاثر الفطريات بطريقتين: تكاثر لاجنسي (خضري), تكاثر جنسي.

أ- التكاثر اللاجنسي (الخضري) Asexual (Vegetative) reproduction

هو إنتاج أفراد مشابهة للأبوين في الصفات الوراثية. ويعتبر هذا النوع من التكاثر أكثر أهمية للفطر نفسه, حيث يتكرر حدوثه عدة مرات خلال موسم النمو لإنتاج أعداد كبيرة من الأفراد وإصابة مساحة أكبر من النباتات. ويتم هذا النوع من التكاثر بصور مختلفة منها:

- تقنت الهيفات الجسمية إلى أجزاء كل منها ينمو ليعطي فرداً جديداً.
- انقسام بسيط للخلية الجسمية إلى خليتين شقيقتين متشابهتين.
- تبرعم الخلية وذلك بإعطاء برعم الذي ينمو ويعطي فرداً جديداً.
- إنتاج جراثيم مختلفة في اللون, الحجم, الشكل, عدد الخلايا وفي طريقة حملها. تعرف بالجراثيم اللاجنسية منها التالي:

1. الجراثيم الأسبورانجية: تتكون داخل كيس يعرف بالكيس الأسبورانجي, يحمل هذا الكيس

على حامل اسبورانجي. تتحرر هذه الجراثيم من الكيس عند تمزقه أو تحلله أو عن طريق

فتحات خاصة, وقد تكون هذه الجراثيم:

- متحركة تتحرك بالأهداب (أسواط) وتسمى بالجراثيم السابحة.
- غير متحركة وتسمى بالجراثيم الغير متحركة.

2. **الجراثيم الكونيدية:** تحمل هذه الجراثيم خارجياً على هيفات خاصة تعرف بالحوامل الكونيدية.

3. **الجراثيم الكلاميدية:** عبارة عن تجمع سيتوبلازم الخلية عند أركان الخلايا ويحيط نفسه بجدار سميك. وهذه الجراثيم إما أن تكون طرفية أو بينية. ويمكن أن تبقى في التربة لسنوات عديدة، و عندما تنتهي لها الظروف الملائمة تنبت معطية ميسيليوم جديد.

ب- التكاثر الجنسي Sexual reproduction

يحدث باندماج نواتين متوافقتين، حيث تتم على مراحل متميزة وهي:

- اندماج سيتوبلازمي (بلازموقامي): ويتم بين خليتين وذوبان الجدار الفاصل بينهما.
- اندماج نووي (كاربوقامي): حيث تندمج النواتان كل منهما أحادية المجموعة الصبغية (1N) لتكوين خلية نواتها ثنائية المجموعة الصبغية (2N) تعرف بالزيجوت Zygote.
- انقسام اختزالي (ميوزي): حيث تنقسم النواة الثنائية المجموعة الصبغية (2N) انقساماً اختزالياً لتكوين أنوية أحادية المجموعة الصبغية (1N).

ينتهي هذا التكاثر بإنتاج جراثيم جنسية ساكنة. ويحدث هذا النوع مرة واحدة في الموسم. وأهم هذه الجراثيم هي:

- 1- الجراثيم البيضية
- 2- الجراثيم الزيجوية
- 3- الجراثيم الاسكية
- 4- الجراثيم البازيدية

وتسبب الفطريات أمراض للنباتات منها على سبيل المثال لا الحصر:

- الجرب المسحوقى على البطاطس.
- مرض سقوط البادرات المفاجئ.
- الذبول الوعائي على الطماطم.
- أمراض البياض الزغبى عفن ثمار الفاكهة والخضروات.
- أمراض الأصداء و الدقيقي.
- اللفحة المتأخرة و المبكرة في الطماطم والبطاطس.

ثانياً- البكتيريا Bacteria

كائنات حية صغيرة جداً لا ترى إلا بالمجهر العادي، وحيدة الخلية لها جدار خلوي مبطن من الداخل بالغشاء البلازمي، وليس لها نواة محددة حيث توجد المادة النووية غير محاطة بغشاء نووي. والخلية البكتيرية لا تحتوي على ميتوكوندريات، لكنها تحتوي على ميسوسومات تقوم فيها تفاعلات الأكسدة والاختزال.

والبكتيريا الممرضة للنبات كائنات رمية اختيارية التطفل يمكن تنميتها على بيئات غذائية صناعية. جميع الخلايا البكتيرية تقريباً عسوية الشكل باستثناء نوعين يتبع الجنس "ستربتومييسيس" *Streptomyces*, فهي خيطية (شكل 2). معظم البكتيريا لها أسواط (أهداب) تساعد على الحركة خلال الأوساط السائلة, فقد تكون وحيدة السوط, أو سوطيه الطرفين أو طرفيه الاسواط (عدة أسواط) في جهة واحدة, أو محيطيه الاسواط أي أن الاسواط موزعة على سطح الخلية البكتيرية (شكل 2).

تتكاثر البكتيريا بطريقة لا جنسية تعرف باسم الانقسام الثنائي البسيط (شكل 2). وتنتشر البكتيريا من نبات مصاب إلى آخر سليم عن طريق الماء (المطر, الرذاذ), الحشرات, الحيوانات (الأرانب), الطيور, والإنسان (عن طريق معاملة النباتات وتطبيقاته الزراعية). وتسبب البكتيريا أمراضاً للنبات, وتحت الظروف البيئية الملائمة قد تكون مهلكة إلى حد بعيد. من هذه الأمراض مايلي:

- الذبول البكتيري في القرعيات.
- العفن الطري البكتيري في الخضراوات.
- الجرب العادي في البطاطس.
- العفن الحلقي في البطاطس.
- التدرن التاجي على العديد من المحاصيل الزراعية.

ثالثاً - الميكوبلازما *Mycoplasma*

كائنات حية وحيدة الخلية عديمة الجدار الخلوي ليس لنواتها غلاف نووي, لها غشاء بلازمي يحيط بالخلية. ترى تحت المجهر الإلكتروني. تحتوي على ريبوسومات وحمض نووي RNA و DNA. ولها أشكال مختلفة فقد تكون كروية أو ببيضاوية قليلاً أو خيطية أو غير منتظمة الشكل. وتتكاثر بالتبرعم والانقسام الثنائي المستعرض (شكل 2). ويمكن تنمية بعضها على بيئة غذائية صناعية معقدة, حيث تكون مستعمرات دقيقة لها صفات مظهر البيضة المقلمية أي ذات مركز أصفر محاطة بهالة بيضاء. وتنتقل هذه الكائنات بواسطة التطفيل والحشرات خاصة نطاطات الأوراق. وتسبب هذه الكائنات أمراضاً للنبات منها:

- اصفرار الأستر في الخضراوات.
- الاصفرار المميت في جوز الهند.
- مرض تدهور الكمثرى.
- مرض إكس (X) في الخوخ.

رابعاً - السبيروبلازما *Spiroplasma*

كائنات تشابه الميكوبلازما إلا أنها حلزونية الشكل (شكل 2). وتسبب هذه الكائنات أمراضاً للنبات منها:

- مرض قلة الأثمار في الحمضيات.
- مرض تقزم الذرة.

خامساً- النباتات الزهرية المتطفلة Parasitic Flowering Plants

عبارة عن نباتات راقية تكون أزهار تماثل في تركيبها وتشريحها النباتات الزهرية العادية إلا أنها ينقصها الجذور. لذلك تعتمد اعتماداً كلياً مثل الحامول و الهالوك (اللدان ينقصهم مادة الكلوروفيل والمجموع الجذري) أو جزئياً مثل العدار والدبق (اللدان ينقصهم المجموع الجذري) على عوائلها النباتية في الحصول على الماء والعناصر الغذائية اللازمة لبقائها ونموها (شكل 2). ومن الأضرار التي تسببها هذه النباتات على عوائلها النباتية ما يلي:

- تقليل الغذاء اللازم للعائل.
- إعاقة عمليات الحصاد.
- زيادة تكاليف تنظيف البذور.
- أخذ كميات من الماء بطريقة مستمرة مما يؤدي إلى ذبول
- انخفاض القيمة الاقتصادية لانتاج العائل.
- البذور.
- التأثير على العمليات الفسيولوجية المختلفة التي تتم في العائل نتيجة نقص الماء والغذاء.
- موت النباتات العائلة في حالة شدة الإصابة.

ومن أمثلة النباتات الزهرية المتطفلة المنتشرة في المملكة العربية السعودية نبات الحامول الذي يتطفل على العديد من العوائل النباتية الاقتصادية (مثل البرسيم الحجازي) ونبات الهالوك الذي يتطفل على جذور الكثير من النباتات.

سادساً- الفيروسات Viruses

عبارة عن جسيمات دقيقة لا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني، لا يمكنها تكرار نفسها (إنتاج أفراد جديدة) إلا داخل خلايا حية. لذلك تعامل كطفيليات إجبارية. وتتركب معظم الفيروسات النباتية من حمض نووي RNA مغلف بالبروتين يسمى غلاف "كابسيد" Capsid. وتتخذ الفيروسات أشكال مختلفة فقد تكون عصوية أو خيطية أو كروية (شكل 2).

تدخل الفيروسات أنسجة العائل خلال الجروح إما ميكانيكياً أو عن طريق الحشرات أو خلال حبوب اللقاح. وعندما يدخل الفيروس داخل خلايا العائل يتحرر من الغلاف البروتيني ويصبح الحمض النووي RNA عاري ثم يدفع الخلية على إنتاج إنزيمات تعمل على تضاعف الحمض النووي وتكوين الغلاف البروتيني للفيروس الجديد. وينتقل الفيروس من خلية إلى أخرى عن طريق خيوط البلازموديماتا (الموصلات

بين الخلايا). بعد ذلك يصل إلى نسيج اللحاء ثم يهاجر إلى أسفل النبات. ثم ينتقل إلى الأجزاء العليا (القمة النامية) عن طريق أوعية الخشب مع المواد المجهزة إلى جميع أنسجة النبات. وللفيروسات أهمية اقتصادية بالغة على كثير من محاصيل الحقل والخضر والفاكهة حيث تسبب لها كثير من الأمراض الهامة منها:

- فيروس موزايك الخيار.
- فيروس تورق القمة في الموز.
- فيروس التفاف أوراق البطاطس.
- فيروس الورقة المروحية في العنب.
- فيروس القوباء والتدهور السريع في الموالح.

سابعاً- الفيرويدات Viroids

أصغر مسببات المرضية حجماً. تشبه الفيروسات إلا أنها مكونة من أحماض نووية عارية ليس لها غلاف بروتيني (شكل 2). وأهم الفيرويدات الممرضة للنبات: فيرود الدرنة المغزلية في البطاطس، وفيرود تشقق قلف أشجار الحمضيات.

ثامناً- الـنيماتودا Nematodes

حيوانات لا فقارية أسطوانية الشكل، تعيش حرة في المياه المالحة أو العذبة أو في التربة، حيث تعيش مترمة، أو تتغذى على الأحياء الدقيقة، وقد يتطفل بعضها على الإنسان والحيوان والنبات. وتتربك الـنيماتودا بصورة رئيسية من أنبوبتين واحدة داخل الأخرى، حيث تمثل الأنبوبة الخارجية جدار الجسم، وتمثل الأنبوية الداخلية القناة الهضمية، ويمتلئ التجويف بينهما بسائل الجسم الذي توجد به الأجهزة الأخرى كالجهاز التناسلي وبعض الغدد الأخرى، ولا يوجد للنيماتودا جهاز دوري ولا تنفسي.

والنيماتودا النباتية إجبارية التطفل فقد تكون طفيليات خارجية أو شبه داخلية أو خارجية. وتتميز الـنيماتودا المتطفلة على النبات بأجزاء فم مزودة برمح يساعدها على اختراق أنسجة عوائلها. وتتكون دورة حياتها من ستة أطوار: البيضة، وأربعة أطوار يرقية، ثم الطور البالغ، و تتخلل دورة الحياة أربعة انسلاخات، انسلاخ واحد يلي كل طور يرقي حتى البلوغ. وقد تتخذ إناث بعض الأنواع أشكالاً مختلفة في أطوار نموها المتأخرة فقد تأخذ شكل الكمثرى أو الكلوي أو الليموني (شكل 2). وتهاجم الـنيماتودا النباتات محدثة لها أمراضاً وأضراراً بالغة، من هذه الأمراض مايلي:

- مرض تعقد الجذور.
- مرض تقصف الجذور.
- مرض التدهور البطيء في الموالح.
- مرض تتألل حبوب القمح.

تاسعاً- البروتوزوا Protozoa

حيوانات أولية، تتميز بوجود سوط واحد أو أكثر على الأقل في بعض أطوار حياتها (شكل 2). تستعمل هذا السوط الطويل المرن في الحركة والتقاط الغذاء وأحياناً تستعمله كعضو إحساس. الجسم طويل بيضاوي وقد يكون كروي ويحاط بغشاء رقيق مرن. ويحتوي الجسم على نواه وشبكة إنديوبلازمية وميتوكوندريا وريبوسومات وفراغ منقبض، وقليل منها يحتوي على بلاستيدات خضراء. تتكاثر بواسطة الانقسام الطولي (شكل 2). بعضها مترمم والبعض الآخر متطفل على الإنسان والحيوان والنبات. وتسبب هذه الكائنات أمراضاً على عوائلها مثل:

- مرض تحلل وموت خلايا اللحاء في القهوة.
 - مرض هارتروت في أشجار جوز الهند.
- يوجد هذين المرضين في جنوب أمريكا.

عزل الفطريات : Isolation of fungi

تصيب الفطريات الكائنات المختلفة (الإنسان ، الحيوان ، النبات) إضافة إلى إصابتها الأغذية المحفوظة كالخضراوات والفواكه والحبوب وحتى المعجنات المختلفة ، وقد تفرز هذه الفطريات أثناء إصابتها للأغذية الساموم التي قد تكون خطرة وربما تؤدي إلى الإصابة بمرض السرطان (Cancer) ، ومن هذه الساموم الأفلاتوكسين والاوكراتوكسين . وفي هذا المختبر سنحاول التعرف على طرق عزل الفطريات من الكائنات المختلفة ، وكذلك طرق العزل من التربة وماء البركة والمواد الغذائية وغير ذلك .

1. عزل الفطريات من الإنسان : Isolation From Patients

تعزل الفطريات المرضية للإنسان Pathogenic Fungi من المرضى الذين تشخص إصابتهم سريريا بها ، بعد أن تعقم مناطق الإصابة بكحول أثيلي %70 لأجل التعقيم (التخلص من البكتريا) وإزالة المواد العالقة والأدوية التي من شأنها عرقلة الفحص المجهرى المباشر Direct examination والنمو . وتعزل الفطريات من ثلاثة مناطق من الجسم هي :

■ من الجلد : The Skin

تجمع القشور الجلدية من الحافة المتقشرة لمنطقة الإصابة Active border لكونها حاوية على الخيوط الفطرية Hyphae التي يكونها الفطر المسبب للإصابة ويتم ذلك بكشط المنطقة Scrape باستخدام شفرة جراحية Surgical blade معقمة ، وتوضع القشور الجلدية بين شريحتين زجاجيتين ثم تغلف بورق ترشيح وتوضع داخل طبق زجاجي معقم لحين زراعتها في المختبر .

■ من الرأس : The Head (Hair)

تجمع عينات الشعر والقشور من الحافة المتقشرة لمنطقة الإصابة في فروة الرأس باستخدام ملقط Forceps معقم ، وتوضع العينات بين شريحتين زجاجيتين ثم تغلف بورق ترشيح وتوضع داخل طبق زجاجي معقم لحين زراعتها في المختبر .

■ من الأظافر : The nail

تجمع عينات الأظافر بقص الحافات العليا للأظافر المصابة ، و تجمع أيضاً البقايا المتقرنة المتجمعة تحت الأظفر المصاب ، وتوضع العينات بين شريحتين زجاجيتين ثم تغلف بورق ترشيح وتوضع داخل طبق زجاجي معقم زراعتها في المختبر .

وهناك إصابات فطرية في الأنسجة العميقة للجسم كإصابة الرئة Pulmonary Fungal Infection والدماغ cerebral Fungal Infection وغيرها ، وهناك إصابة فطرية للدم تسمى Fungemia .

والجدير بالذكر إن الإصابات العميقة للأنسجة يصعب عزل الفطريات منها إذ تكون طرق العزل معقدة (زراعة الأنسجة) وتحتاج إلى ظروف خاصة .

٢. عزل الفطريات من النبات : Isolation From Plants

إن عدد الفطريات المسببة للأمراض كثيرا إذا ما قورن بعدد الكائنات الحية الأخرى ، بعض هذه الفطريات إجباري التطفل Obligate parasites Fungi بينما البعض الآخر اختياري التطفل Facultative parasites Fungi . وهناك طرق متعددة لعزل الفطريات المرضية من عوائلها النباتية ولكننا سنكتفي بطريقة واحدة وهي الأكثر شيوعا في الاستخدام . نحضر عدد من الأجزاء النباتية المصابة إلى المختبر (الأوراق ، السيقان ، الثمار ، الجذور ، الدرنات) ونقطعها إلى قطع صغيرة (1cm^2) من المناطق المصابة ، ثم نضع القطع في محلول التعقيم (القاصر) لمدة (1-2 min) لتعقيمها سطحيا ، نلتقط القطع بملقط رفيع ومعقم ثم نغسلها بماء مقطر معقم Distell Water عدة مرات لإزالة تأثير المعقم ، ثم ننقلها إلى أوراق ترشيح ونتركها حتى تجف . بعد ذلك ننقل القطع الجافة إلى عدد من أطباق بتري المحتوية على وسط مغذي ومضاد بكتيري ، ثم نحفظ الأطباق بدرجة حرارة 25°C لمدة ٥ أيام لغرض نمو الفطريات .

٣. عزل الفطريات من التربة : Isolation From Soil

هناك عدة طرق لدراسة فطريات التربة ، وإن تفضيل طريقة على الأخرى يعود بالدرجة الأساس إلى نوع وأهداف الدراسة . والجدير بالإشارة هنا إلى انه لا بد ذكر بعض التفاصيل عن الموقع الذي تجمع منه العينات ، كالنباتات الموجودة ونوع التربة وغير ذلك ، والكمية التي تؤخذ في الغالب هي (50 - 100 gm) بعد رفع الطبقة العلوية للتربة من الموقع المراد اخذ العينة منه وبحدود (10 - 15 cm) . توضع العينة في وعاء بلاستيكي نظيف وتكتب التفاصيل على قصاصة من الورق توضع داخل الكيس ثم يغلق وينقل إلى المختبر لغرض الدراسة . وسنذكر هنا طريقتين لعزل فطريات التربة :

١. العزل بالطريقة المباشرة : Direct Method

تؤخذ أجزاء صغيرة من عينات التربة المراد زراعتها وتوزع على أطباق بتري حاوية على الأوساط المغذية ثم توضع في الحاضنة تحت درجة حرارة 25°C لمدة ٥ أيام لغرض نمو الفطريات .

٢. العزل بطريقة تخفيف الطبق Dilution Plate Method

تستعمل هذه الطريقة بكثرة في الدراسات الكمية لكائنات التربة الدقيقة ، إلا انه قد يكون من الصعب تحليل النتائج تحليلا عادلا حيث إن الفطريات تتكاثر بطرق مختلفة وبأعداد متفاوتة ، وهي مع ذلك تعتبر طريقة جيدة لدراسة أعداد الفطريات التي تنتج الأبواغ .

نحضر عينة التربة وننخلها (نغربلها) بمنخل دقيق لنتخلص من الشوائب العالقة ، ثم نأخذ عينة بوزن 25 gm من عينة التربة ونضعها في وعاء بسعة 500 ml ثم نضيف إليها 225 ml من الماء المقطر ، ونخلط التربة بالماء جيدا ، وبذلك نكون قد أجرينا تخفيف بنسبة ١/١٠ . ثم نسحب بماصة معقمة 1 ml من هذا المعلق وننقله إلى أنبوبة اختبار تحوي على 9 ml من الماء المقطر ثم نرجها فنحصل على تخفيف ١/١٠٠ . نكرر العملية السابقة إلى أن نحصل على التخفيف ١/١٠٠٠٠٠ . بعد ذلك نأخذ بواسطة أداة التلقيح Loop قطرة من كل

تخفيف ونوزعها على سطح الوسط المغذي بطريقة التخطيط streaking ، ونعمل لكل تركيز مكررين أو ثلاث للتأكد من وجود النمو الفطري . بعد ذلك نحضن الأطباق تحت درجة حرارة ٥٢٥ لمدة ٥ أيام ، وبعد فترة الحضانة نحاول التعرف على الفطريات مستعينين بالخصائص المجهرية Macroscopic Appearance إلى جانب صفات المستعمرات Macroscopic Appearance . وان أهم فطريات التربة هي *Aspergillus* و *Penicillium* و *Fusarium* و *Mucar* و *Alternaria* . إن وجود هذه الأنواع بشكل كبير في التخافيف المختلفة قد يكون نتيجة لقدرة هذه الفطريات على العيش في ظروف المختبر وليس لكثرة تواجدها في التربة . ولهذا السبب قد لا تظهر بعض الأنواع كثيرا مثل أنواع من الفطريات البازيدية Basidiomycetes مع العلم أنها شائعة جدا في التربة .

٤. عزل الفطريات المائية : Aquatic Fungi

إن عدد أنواع الفطريات المائية قليلا جدا (2%) إذا ما قورن بباقي أنواع الفطريات التي تعيش في بيئات أخرى ، وان أغلبها تتكاثر بواسطة تكوين السبورات السوطية (Zoospore) حيث يعتبر هذا النوع من الفطريات بدائي في طبيعته . توجد أغلب الفطريات المائية مترمة على بقايا الحيوانات والنباتات والقليل منها يكون اختياري التطفل . تعزل هذه الأنواع الفطرية بنفس الطريقة التي ذكرت في عزل الفطريات من التربة حيث نعمل عدد من التخافيف ولكن بدل أن نزن 25 gm من التربة نضع 25 ml من الماء المراد عزل الفطريات منه إلى 225 ml من الماء المقطر ، ثم نعمل التخافيف الأخرى . ونزرعها بنفس طريقة عزل الفطريات من التربة .

٥. عزل الفطريات القاطنة في الهواء : Air-Borne Fungi

من المعروف إن الفطريات تتواجد في الهواء الجوي على هيئة سبورات ، وقد تتواجد قطع من الغزل الفطري أيضا Hyphae . وهناك عدد من الطرق وبعض الآلات الخاصة لاصطياد وعزل الفطريات . إن أسهل طريقة للحصول على الأبواغ من الهواء الجوي هي بتعريض طبق بتري يحتوي على وسط مغذي للهواء لفترة من الزمن ، ثم تحضن تحت درجة حرارة ٥٢٥ لمدة ٥ أيام .

في جميع طرق العزل السابقة لابد من وجود طبق المقارنة (Control) والغرض من وجوده هو لقياس دقة العمل وسلامته ، حيث إن طبق المقارنة يجب أن يكون خال من أي نمو، وطبق المقارنة يختلف باختلاف طرق العزل :

- طبق المقارنة في تجارب العزل من أجزاء نباتية هو طبق حاوي على الوسط الغذائي المعقم فقط ، وكذلك في حالة العزل من الجو .
- طبق المقارنة من تجارب العزل من التربة هو طبق معقم نضع فوقه 1 ml من ماء معقم ونحركه حتى يتوزع على سطح الوسط المغذي .
- طبق المقارنة في تجارب العزل من الماء هو ماء معقم في طبق معقم مع وضع أجزاء نباتية أو حشرية معقمة .

المحاضرة الرابعة

كيف تهاجم المسببات المرضية النباتات

How Pathogens Attack plants

تهاجم المسببات المرضية عوائلها النباتية بواسطة قوى أو أسلحة مختلفة تساعدها في عملية اختراق أنسجة العائل وإصابته والتطفل عليها لأخذ الغذاء منها في صورة مركبات بسيطة واستعمالها بكفاءة عالية لصالحها. من هذه القوى أو الأسلحة التي تبذل من قبل المسبب المرضي ضد أنسجة العائل النباتي، هي:

• القوى الميكانيكية.

• الأسلحة الكيماوية.

أولاً- القوى الميكانيكية Mechanical forces

بعد وصول لقاح بعض المسببات المرضية مثل الفطريات والنباتات الزهرية المتطفلة والنيماطودا بإحدى وسائل الانتشار المعروفة والتصاقه بسطح النبات، تتمثل القوى الميكانيكية لتلك الكائنات الممرضة في:

• إحداث ضغط ميكانيكي على سطح النبات الذي تريد اختراقه. ففي الفطريات والنباتات الزهرية المتطفلة يتكون عضو التصاق مما يزيد من مساحة الالتصاق بين الكائن الممرض والنبات، ويظهر منه أنبوبة اختراق تخترق جدار الخلية النباتية. أما في النيماطودا فيحدث الضغط الميكانيكي عن طريق التصاق شفافاتها ودمجها بسطح النبات، وقرز رمحها عدة مرات متتابعة لتقرب جدار الخلية وإدخاله إلى الخلية مما يسهل من دخولها وخروجها من وإلى الخلية.

• بعد دخول ذلك المسبب المرضي داخل الخلية، يبدأ بإفراز إنزيمات تلين أو تذيب جدار الخلية المقابل ليسهل من اختراقها وتخصيص مكان ما للتغذية من سيتوبلازم الخلية. فيمر الغذاء من الخلية عبر غشاء الخلية إلى الممص أو إلى الرمح.

• بعد حصول المسبب المرضي على الغذاء اللازم له. يبدأ في غزو أنسجة النبات المجاورة والنمو والتفرع داخل أنسجة العائل المصاب بدون تحديد وبالتالي ينتشر أكثر فأكثر في أنسجته حتى تتوقف الإصابة أو يموت النبات.

ثانياً- الأسلحة الكيماوية

تتمثل الأسلحة الكيماوية لبعض المسببات المرضية في إفراز مواد كيماوية للتغلب على دفاعات وحواجز النبات لاختراقه وتأسيس علاقة غذائية وغزوه بنجاح.
هذه المواد الكيماوية تتضمن:

1. الإنزيمات.
2. السموم.
3. منظمات النمو.
4. عديدات السكر.

كيف تدافع النباتات عن نفسها ضد هجوم الكائنات الممرضة

How Plants Defend Themselves Against Pathogens

يتعرض النبات للهجوم بمئات الآلاف من الكائنات الممرضة التي تحاول أن تتغلب على وسائل الدفاع التي يمتلكها النبات. وتتمثل وسائل الدفاع التي عند النبات ضد هجمات مسببات الأمراض في:

• دفاعات تركيبية Structural Defenses

• دفاعات كيميائية حيوية Biochemical Defenses

وسوف نستعرض تلك الوسائل الدفاعية فيما يلي:

أولاً- الدفاعات التركيبية Structural Defense

تعمل كحواجز طبيعية تمنع نمو أو اختراق الكائن الممرض للنبات وكذلك انتشاره بداخله. وتقسم إلى:

أ- تركيبات دفاعية موجودة أصلاً في النبات

تمثل هذه التركيبات الخطوط الدفاعية الأولى في النباتات ضد هجوم الكائنات الممرضة، وتتضمن:

1. الشمع

يوجد الشمع على سطح الأوراق والثمار، ويشكل الغطاء الخارجي لخلايا البشرة، وهو مادة طاردة للماء وبالتالي يمنع الكائن الممرض الاستقرار أو الإنبات على تلك السطوح. ولكن يستخدم الكائن الممرض الضغط الميكانيكي لاختراق سطح عائلة.

2. الجدار الخلوي

إن سماكة وصلابة الجدار الخارجي لخلايا البشرة تعتبر من العوامل المهمة في المقاومة عند بعض النباتات ضد بعض الكائنات الممرضة وذلك لوجود مادة اللجنين التي تعطي الجدار الخلوي أكثر صلابة.

3. الثغور والعديسات

تأخر فتح الثغور أثناء النهار في بعض أصناف القمح يكسبها صفة المقاومة لعدم مقدرة دخول الفطر المسبب لمرض صدا الساق في القمح بسبب جفاف أنبوبة الإنبات للجرثومة التي نبتت أثناء الليل في وجود رطوبة الندى، ومع تبخر الندى تجف الأنبوبة قبل أن تبدأ الثغور في التفتح. أن صغر فتحة العديسات الموجودة على الثمار تمنح مقاومة لبعض الأصناف ضد بعض الكائنات الممرضة التي تصيبها.

4. شعيرات الأوراق

وجود هذه الشعيرات بكثافة على الأوراق في بعض أصناف الطماطم والبطاطس تكون أكثر مقاومة عن تلك الأصناف قليلة الشعيرات كما في حالة مرض اللفحة المتأخرة.

ب- تركيبات دفاعية تتكون استجابة للإصابة بالكائن الممرض
تتضمن هذه التركيبات مايلي:

1. تركيبات دفاعية نسيجية.
2. تركيبات دفاعية خلوية.
3. تفاعلات دفاعية سيتوبلازمية.
4. تفاعلات دفاعية فائقة الحساسية.

الطرق المستخدمة في مكافحة أمراض النبات

1. الطرق القانونية (الحجر الزراعي).
2. الطرق الزراعية.
3. الطرق الاحيائية.
4. الطرق الطبيعية والفيزيائية.
5. الطرق الكيماوية.

أولاً. الطرق القانونية (الحجر الزراعي) Quarantines:

ان الممرضات النباتية التي تدخل منطقة جديدة غالباً ما تسبب أوبئة مدمرة أكثر بكثير مما تسببه الممرضات الموجودة أصلاً في المنطقة. لأن النباتات النامية بغياب الممرض ليس لديها الفرصة لانتخاب عوائل مقاومة خصوصية ضد ذلك الممرض ولذلك فإنها تكون غاية في الحساسية ومن الأمثلة هو مرض البياض الزغبي على العنب عندما دخل كوريا انتشر بشكل وبائي كذلك الديدان الثعبانية على فول الصويا وفي العراق مرض الذبول الفرتسليومي الذي انتشر في المناطق الشمالية والوسطى على القطن والزيتون ويهدف الحجر الزراعي إلى تشريع القوانين والأنظمة لتحقيق الآتي:

1. منع إدخال ممرضات جديدة من دولة إلى أخرى.
2. منع نقل الممرضات من منطقة ملوثة إلى منطقة أخرى سليمة داخل البلد الواحد من خلال فرض الرقابة الكاملة.
3. فحص النباتات ومنتجاتها الواردة إلى البلد في الموانئ والمطارات ونقاط الحدود للتأكد من سلامتها من الإصابة ببعض الكائنات الممرضة ويتم الفحص بواسطة متخصصين ذوي خبرة.
4. من الضروري تطهير النباتات أو أجزاءها الداخلة إلى البلد للقضاء على ما قد يوجد من مسببات.

ثانياً. الطرق الزراعية : وتشمل:

(1) إبادة العائل Host eradication :

عندما يدخل مرض جديد إلى منطقة جديدة غالباً يتبعها مرض وبائي وللسيطرة عليها يجب قلع النباتات وحرقتها للقضاء عليها واستخدمت هذه الطريقة بنجاح للقضاء على مرض تقرح الحمضيات تسببه البكتيريا *Xanthomonas citri* في العراق طبق على النباتات التي شك كونها مصابة بمرض التخرن كما ان هذه الطريقة تستخدم في إزالة العائل الثانوي كالأدغال والعوائل المتبادلة.

(2) الدورة الزراعية Crop Rotation :

تهدف الدورة الزراعية إلى عدم زراعة محاصيل متعاقبة في قطعة أرض واحدة تصاب بنفس الأمراض مدة (3-4) سنوات والاستعاضة عنها نباتات لا تصاب بهذه الأمراض وتعتبر وسيلة ناجحة للتخلص من الطفيليات التي تحتاج إلى نباتات حية تعيشها أو الطفيليات التي باستطاعتها البقاء حية على بقايا عوائل الموجودة في التربة حين تعيش عليها بصورة رمية وتعتبر وسيلة جيدة في مقاومة مسببات أمراض النبات الغازية Soil invaders مثل الفطر *Colletotrichum* الذي يسبب أمراض الانثراكنوز والبكتيريا *Xanthomonas phaseoli* وهو يسبب مرض اللفحة العادية على الفاصوليا. لكن الدورة الزراعية غير عملية ضد الممرضات التي تبقى سبوراتها حية في التربة لمدة 5-6 سنوات أو أكثر ضد تلك التي بإمكانها

باستمرار معيشتها الرمية لعدة سنوات لكن الدورة لهذه الأمراض تعتبر مقيدة في تقليل كثافة هذه الأحياء في التربة.

(3) النظافة Sanitation:

تشمل النشاطات الهادفة إلى إزالة أو تقليل اللقاح الموجود في النباتات أو الحقل أو المخزني ومنع انتشار المرض إلى النباتات والمنتجات النباتية الأخرى وتشمل النظافة:

- أ. التخلص من البقايا النباتية والأجزاء المصابة كالأغصان والثمار وهذا يقلل أو يحد من انتشار المرض.
- ب. تنظيف الأدوات الزراعية المستعملة في إزالة التربة عليها قبل نقلها من حقل إلى آخر.
- ج. تنظيف المخازن وغسل المنتج وأوعيته يقلل من كمية اللقاح والإصابات اللاحقة.

(4) تحسين ظروف نمو النبات.

إن الممارسات الزراعية المؤدية إلى تحسين ظروف النبات كثيراً ما تساعد على زيادة مقاومة الممرض ويمكن تحسينه بما يلي:

1. التسميد الجيد.
2. الري والبنزل المناسب.
3. ترك مسافات بين النباتات.
4. مكافحة الأدغال وهذه الإجراءات تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة في السيطرة على الأمراض.

(5) خلق ظروف غير ملائمة للممرض.

وتشمل هذه الظروف على ما يلي:

1. التهوية المناسبة للمنتجات المخزونة تسرع من جفافه وتمنع إنبات أو إصابة أي ممرض فطري أو بكتيري متواجد عليها.
2. الزراعة على مسافات مناسبة في الحقل أو البيت الزجاجي تمنع خلق ظروف من الرطوبة العالية على سطوح النباتات وتمنع الإصابة ببعض الممرضات كالفطر *Botrytis*.
3. الاختيار المناسب للأسمدة أو تحسين التربة وتغيير الـ PH بما لا يناسب الممرض.
4. عمر الحقول بفترات طويلة خلق ظروف لا هوائية وهي أن يقلل الأوكسجين وهي غير ملائمة للطفيليات وهذه تعتبر فعالة للمسببات الممرضة مثل ديدان تعقد الجذور *Meliodyne sp*.

(6) زراعة الأنسجة:

بعض النباتات مثل القرنفل والأقحوان تتكاثر بالأقلام يمكن الحصول على مقاومة فعالة للأمراض الوعائية المسبب *Fusarium oxysporium* و *Verticillium dahliae* عن طريق زراعة أنسجة القمم النامية حيث أن هذه الممرضات لاتصل إلى المرستيمات القمية إلا في مراحل متأخرة جداً من المرض وأن زراعة القمم المرستيمية يوفر أقلاماً خالية من المرض تصلح لتكوين نباتات سليمة جديدة كما أن الفيروسات لا تغزو المليمترات العليا من المرستيم القمي وبواسطة زراعته تنتج نباتات سليمة عنها.

ثالثاً. الطرق الإحيائية Biological Control:

وتتم إما بانتخاب وتحسين النباتات لمقاومة ممرضات معينة أو باستخدام أحياء دقيقة إما أن تكون مضادة Antagonistic وأنها تتطفل عليه بالذات.

1. الأصناف المكافحة:

أ. وهي تعد من أسهل وأمن الطرق وأكثرها فعالية في مقاومة أمراض النبات.

ب. التخلص من مشاكل التلوث بالكيماويات.

ج. تقلل من التكاليف المعروفة على مكافحة الكيماوية.

د. تعد الطريقة المثلى في مقاومة الأمراض التي لاتنفع أو تكون فيها المكافحة الكيماوية غير مجدية مثل الأمراض الفيروسية والأصداء والتعفن والأمراض الوبائية.

رابعاً. الطرق الفيزيائية **Physical Method**:

أكثر استخداماً في مقاومة الأمراض هي الحرارة العالية والواطئة وأنواع الإشعاع.

1. المكافحة بالمعاملات الحرارية:

لقد استخدمت المعاملات الحرارية لتعقيم التربة وتطهير التقاوي وتخليص النبات من الفيروس ومعاملة المنتوج النباتي قبل الخزن.

أ. تعقيم التربة بالحرارة:

تعقم التربة مثل المشاتل إما بالبخار أو الماء الحار والأكثر شيوعاً هو البخار بعد وضع التربة بصناديق خاصة معدة لهذا الغرض. يتم التعقيم عندما تصل الحرارة للجزء الأكثر برودة منها 82°م لمدة 2/1 ساعة.

ب. معاملة التقاوي بالماء الساخن:

تستعمل عادةً لقتل مسببات المرضية التي تحمل بالبذور والأبصال والشتلات كما في مرض التفحم السائب في الحنطة حيث تعامل البذور بالماء الساخن تحت درجة 52°م لمدة (11) دقيقة بهذه الحالة تقضي على الغزل الفطري الساكن في بذور الحنطة كذلك فان معاملة أبصال مختلف نباتات الزينة بالماء الحار على رجة حرارة 53°م لمدة ثلاث ساعات يخلصها من الديدان الثعبانية *Ditylenchus dipsaci* ان فعالية هذه الطريقة تقوم على حقيقة ان هذه الأعضاء النباتية الكامنة تستطيع مقاومة درجات الحرارة العالية أكثر من تلك التي تتحملها ممرضاتها لفترة معينة من الزمن.

ج. معاملة بعض المنتوجات المخزونة بالهواء الساخن:

في بعض المحاصيل المخزونة يعمل الهواء الحار على إزالة الرطوبة الموجودة على سطح النبات ويسرع في التئام الجروح وبذلك يمنع إصابتها ببعض الممرضات الضعيفة وكمثال على ذلك فان حفظ البطاطا الحلوة على درجة حرارة 28-32°م لمدة أسبوعين يساعد الجروح على الالتئام ويمنع الإصابة بالفطر *Rhizopus* وكذلك البكتيريا *Erwinia carotovora* كما ان معاملة أوراق التبغ بالهواء الساخن تزيل منها معظم الرطوبة وتقيسها من هجوم الكائنات الرمية والفطرية والبكتيرية.

2. البسترة الشمسية:

ويقصد بها استخدام الطاقة الشمسية في بسترة التربة لغرض تخليصها من الكائنات الممرضة الموجودة فيها واستخدمت هذه الطريقة بنجاح في بسترة ترب البيوت البلاستيكية ويتم اجراء هذه الطريقة كما يلي:
تحرث التربة وتروى رية جيدة وقد تضاف لها بعض الأسمدة الحيوانية والمدعمة باليوريا وتغلف بالبلاستيك الزراعي في شهري تموز وأب وأول من استخدمها هو قسم وقاية النبات في الفطر/ كلية الزراعة/ جامعة بغداد.

3. المكافحة بالإشعاع

من أنواع الأشعة المستخدمة هي الأشعة الكهرومغناطيسية (Ultra violet (UV) والأشعة السينية X-ray وأشعة كاما والأشعة الجسيمية مثل جسيمات ألفا وجسيمات بيتا و α Particles و B- Particles وقد درست قدرتها على مقاومة أمراض ما بعد الجني في الفواكه

والخضراوات وأعطت نتائج مرضية مع بعض النباتات مثل الخوخ والشليك لمقاومة بعض الأمراض الفطرية ولم تنجح مع الأمراض الأخرى حيث أن حركة الإشعاع اللازمة لقتل الممرضات في العديد من الأمراض تؤثر على الأنسجة النباتية للنبات.

خامساً. المكافحة الكيماوية **Chemical Control**:

إن الوسيلة الأكثر شهرة في مقاومة أمراض النبات في الحقل والمخزن والزراعة المحمية هو استخدام المركبات الكيماوية السامة للممرضات ومثل هذه المركبات إما أن تمنع إنبات أو نمو أو تجرثم الكائن الممرض أو أنها تكون مفيدة له واعتماداً على نوعية الممرضات التي تؤثر عليها فإن هذه الكيماويات تسمى:

1. مبيدات الفطريات Fungicides.

2. مبيدات البكتريا Bactericides.

3. مبيدات الديدان الثعبانية Nematicides.

طرق مقاومة أمراض النبات بالمبيدات:

وتشمل على:

1. الرش والتغفير:

ان المبيدات المستخدمة في الرش والتغفير تستخدم على الأوراق والمجموع الخضري وهي موجهة إلى مقاومة الأمراض الفطرية بشكل رئيسي والأمراض البكتيرية بدرجة أقل أن معظم المبيدات الفطرية والبكتيرية تكون وقائية Protectant فيجب أن توجد على سطح النبات قبل المرض من أجل أن تمنع الإصابة حيث ان وجودها يمنع إنبات السبورات الفطرية أو أنها تقتل السبورات عند إنباتها وأن ملامسة البكتيريا للمبيد البكتيري قد يمنع تكاثرها أو يسبب قتلها.

2. معاملة التقاوي:

ان البذور والأبصال والدرنات تعامل بالمبيدات لمنع إصابتها بعد الزراعة وذلك بمقاومة الممرضات المحمولة عليها وبدخلها أو الموجودة بالتربة التي تزرع بها وتستخدم المبيدات على البذور. إما:

أ. غمر البذور في معلق المبيد Suspension.

ب. كمعاملة البذور معاملة جافة Dry seed dressing حيث يخلط المبيد مع البذور.

ج. معاملة البذور بمعلق ثقيل القوام Slurry treatment وفي هذه الحالة يجب أن لاتزيد نسبة الماء في المبيد عن 1%.

د. طريقة التكوير Pelleting تنثر البذور على طاولة صقيلة وترش بالصمغ العربي ثم ينثر المبيد عليها وتحرك بواسطة إلى ان تتغطى البذور ثم تضاف طبقة صمغ أخرى وهكذا إلى أن تستكمل الكمية الموصى بها من المبيد وتستخدم عند زراعة البذور بترب ملوثة بفطريات التربة.

3. معاملة التربة:

ان التربة التي تزرع بالخضراوات ونباتات الزينة والأشجار كثيراً ما تعامل بالمبيدات الطيارة لمقاومة الديدان الثعبانية والفطريات والبكتيريا وتتم المعاملة من قبل عدة أيام أو أسابيع أو أشهر من الزراعة حقن المبيد في التربة على عمق (10-15سم). وتستخدم إما في عموم الحقل أو على طول الخطوط التي ستزرع فيها النباتات ان بعض المبيدات تكون سريعة التطاير لدرجة يجب تغطية التربة المعاملة بها مباشرة بغطاء بلاستيكي وبعض المبيدات تتحلل بالتربة ببطئ لدرجة لاتحتاج إلى غطاء آخر غير التربة ببطئ

4. معاملة جروح الأشجار:

تعامل الجروح بالمواد الكيماوية مثل هايبو كلورايت الصوديوم (Na) Hypochlored بتركيز 0.5-1% كلور حر ويستخدم كلوراكس بتركيز 10-20%.

5. مكافحة أمراض ما بعد الجني:

البعض من المواد المستخدمة بالمكافحة تبقى على الثمار والخضر وبذلك تحدث ضرراً باللمس والبعض من هذه المواد يعطي رائحة غير مقبولة لذلك وجدت بعض المركبات المنتجة خصيصاً تعامل فيها المحاصيل قبل الخزن والبعض الآخر مثل الكبريت (S) الذي يستخدم في التعفير وقسم آخر بشكل غازات.

6. تطهير الأدوات المستخدمة بالزراعة:

تستخدم لهذا الغرض العديد من المواد مثل كبرينات النحاس لغسل الأدوات فورمالديهايد وفورمالين.

7. مقاومة الحشرات الناقلة:

تقاوم باستخدام المبيدات الحشرية لمنع انتشار الأمراض الفيروسية.