



جامعة الفرات
كلية الهندسة الزراعية بالحسكة

أمراض النبات

القسم العملي

السنة الثالثة (شعبة عامة)

إعداد الدكتور

محمد فرحان إسماعيل

مدرس في قسم وقاية النبات - كلية الهندسة الزراعية

2022/2021

الجلسة العملية الأولى

أمراض النبات

Plant Phytopathology

علم أمراض النبات من اليونانية Phytopathology وهي كلمة مركبة من ثلاثة مقاطع Pyton وتعني كلمة نبات، Pathos وتعني مرض و Logos وتعني علم أو دراسة، وبالتالي هو علم دراسة أمراض النبات، وأعراضها، وتطورها وتكاثرها وتأثيرها في الإنتاج النباتي. ومن هنا جاء مصطلح علم أمراض النبات.

أولاً: معلومات عامة **General Information**:

المسببات المرضية Causal agents: تشمل على أي عامل حيوي يسبب أمراضاً للنبات منها الفطرية Fungi أو البكتيرية Bacteria أو الفيروسية Viruses أو الديدان Nematodes أو الأمراض الميكوبلازمية Mycoplasma أو غير حيوي Non- Biotic agent كتأثير درجات الحرارة Heats أو الملوحة Salinity أو ملوثات البيئة والهواء Air Pollution... إلخ.

الممرض Pathogens: وهو الكائن الذي يقوم بإحداث المرض على النبات سواء كان فطر، جراثيم، فيروسات، نيماتودا، ويحصل على غذائه بالتطفل.

التطفل Parasitism: ندعو العلاقة الغذائية بين الممرض والعائل بعلاقة التطفل فإن كان الممرض يسبب مرضاً للنبات فيسمى طفيل Parasite ويسمى النبات المضيف بالعائل Host.

المدى العائلي Host Range: وهو مجموعة النباتات التي يمكن للمرض ما إحداث المرض عليها وقد يضم نوع نباتي واحد فقط فيسمى المدى العائلي الضيق، أو سلالة واحدة، أو أنواع أحد الأجناس بكاملها أو أجناس فصيلة نباتية كاملة وحتى عدة فصائل فيدعى الممرض ذو مجال عائلي واسع.

ثانياً: مخبر أمراض النبات **Laboratory of Plant Pathology**:

للتعرف على مسببات أمراض النبات لا بد من وجود المخابر المتخصصة، ويعتبر مخبر الأمراض الأكثر أهمية في جميع المؤسسات العلمية والطبية سواء كانت تعليمية أو بحثية أو علاجية. وللعمل فيها لا بد من توفر كافة مستلزمات العمل والتعرف على ممرضات النبات إلى جانب الإحاطة بكافة إجراءات الأمن والسلامة.

ثالثاً: التعرف على مسببات أمراض النبات الحيوية:

يعتمد تشخيص أمراض النبات على ملاحظته أعراض الإصابة على النبات العائل، والفحص المجهري للنسيج أو الجزء النباتي المصاب، والتعرف على الأجزاء الفطرية النامية فيها أو عليها، لذلك يتم عمل محضر لفحصه والتعرف على المسبب، ومن طرائق عمل المحضر نذكر:

أ- الطريقة اليدوية:

يتم عمل مقطع للفحص المجهري باستخدام المشروط أو شفرة الحلاقة أو إبرة الزرع وفق التالي:

1- الكشط:

يتم أخذ جزء من نمو المسبب المرضي الخارجي، باستخدام طرف إبرة أو مشروط أو رأس حربة معقمة وذلك بهدف التعرف على الممرض الموجود على السطح الخارجي للعائل مثل البياض الزغبي، والدقيقي والأصداء.....إلخ.

2- السلخ:

يتم إزالة بشرة العائل من مكان وجود نموات الممرض باستخدام شفرة أو مشروط حاد ويمسك طرف البشرة عند حافة الشق بملقط مناسب وتسحب البشرة باتجاه الطرف الذي توجد عليه نموات الممرض. وتوضع نقطة اللاكتوفينول (أزرق القطن) على الشريحة وتفحص، وتستخدم هذه الطريقة بهدف فحص ودراسة الممصات التي تشكلها مسببات الأمراض مثل البياض الدقيقي.

3- السحق والتمزيق:

وفيهما تسحق أنسجة النبات مع الممرض أو نمو الممرض مثل الأجسام الثمرية بهدف رؤية الأكياس الأسكية داخلها، إذ يوضع الجزء المراد سحقه على شريحة زجاجية في نقطة أزرق القطن وعليه ساترة ويضغط على الساترة بقاعدة الحرية أو إبرة الزرع وتفحص تحت المجهر.

4- المقاطع الطولية أو العرضية:

يتم عمل مقطع عرضي أو طولي باستخدام شفرة حلاقة حادة، وكلما كان المقطع رقيق ظهرت التفاصيل أكثر وضوحاً تحت المجهر، ويمكن عمل عدة مقاطع ثم يختار الأفضل منها. تستخدم هذه الطريقة بهدف دراسة كيفية توغل ميسيليوم الفطر في أنسجة النبات العائل، وتحديد فيما إذا كان هذا التغلغل بين الخلايا أو ضمن الخلايا، إضافة إلى دراسة مصمات الفطر.

ب- **الطريقة الآلية:** تتم هذه العملية باستخدام جهاز متخصص لعمل المقاطع يدعى بالميكروتوم. وتعتبر هذه الطريقة أفضل وأدق من الطرائق السابقة لأنها تمكن من الحصول على مقاطع ذات سماكة تصل إلى حوالي 5 ميكرون، مما يسمح بالتعرف على المراحل المختلفة للتطفل فراغياً من خلال دراسة مقاطع متتالية، والعيب الوحيد الذي يؤخذ عليها أنها طريقة طويلة وصعبة.

رابعاً- **محاليل التلوين المستخدمة بالطريقة اليدوية والتحميل الدائم:**

توجد عدة محاليل تلوين أهمها أزرق القطن أو اللاكتوفينول وتحضر وفق التالي:

- 20 سم³ ماء مقطر

- 20 غ حمض كربوليك (فينول)

- 20 سم³ حمض لاكثيك

- 40 سم³ غلiserin

ويضاف من 1- 5 سم من محلول مائي لأزرق القطن 1% لكل 100 سم³ من المحلول السابق.

خامساً- **حفظ الشرائح لمدة طويلة:**

لحفظ الشرائح بطريقة شبه مستديمة يستعمل محلول غروي الجليسرين ويتكون من:

7 غ جيلاتين من نوعية جيدة.

42 سم³ ماء مقطر.

50 سم³ غليسرين.

1 غ فينول.

سادساً- **فحص العينة المصابة مجهرياً:**

بعد تحضير العينة المصابة وتجهيزها للفحص توضع على المجهر الضوئي فوق حامل الشرائح وتثبت بالملاقط الخاصة، قد يكون هناك حاجة لتسخين الشريحة قليلاً مع الضغط الخفيف على الساترة الزجاجية للتخلص من الفقاعات الهوائية الموجودة في المحضر المراد فحصه. ويفحص المحضر بعدة تكبيرات حتى الوصول إلى أفضل تكبير يوضح الممرض المسبب، ومن ثم يتم رسم المنظر الذي يوضح الممرض للتعرف عليه.

سابعاً- **التحصين:**

يعرف التحصين على أنه تنمية مستعمرات أمراض النبات النامية على البيئات الغذائية ضمن جو متحكم به يؤمن الشروط المناسبة لنموها في جهاز خاص يدعى بالحاضنة. وللعمل فيها لا بد من مراعاة شروط السلامة للحفاظ على المستعمرات النامية بصورة نقية وخالية من التلوث.

- النقاط الواجب مراعاتها عند تحضين مسببات أمراض النبات:

لابد من مراعاة النقاط التالية عند تحضين الممرضات:

- 1 - عدم فتح باب الحاضنة إلا عند الضرورة تفادياً لخفض الحرارة.
- 2 - عدم فتح الأطباق أو الأنابيب الحاوية على المزارع داخل الحاضنة لمنع تلوثها.
- 3 - توضع الأطباق في الحاضنة بشكل مقلوب للحد من التبخر وجفاف البيئة ولمنع تكاثف بخار الماء على سطح البيئة في الأطباق.
- 4- توضع الأنابيب في حوامل خاصة أو أقفاص من الأسلاك خاصة بحمل الأنابيب وتوضع بشكل عمودي داخل الحاضنة.

ثامناً - أعراض الإصابة بالأمراض النباتية Symptoms of Plant Diseases

تعطي الممرضات المختلفة أنماطاً متشابهة من الأضرار على النباتات، لذلك فإنه من الصعوبة تفصيل أعراض كل منها على حده، ويمكن تبيان الأعراض الأكثر شيوعاً على الشكل التالي:

- (1) **ذبول النباتات:** كما هو الحال عند الإصابة بأمراض ذبول فيوزاريوم، فرتسيليوم.
- (2) **التعفنات:** تظهر التعفنات بشكل خاص على الأجزاء النباتية الغضة والغنية بالعصارة النباتية والمواد الغذائية. كما تظهر على البادرات حديثة النمو والدرنات والثمار الناضجة. وتأخذ ألواناً وأشكالاً مختلفة:
 - (أ) بيضاء زهرية عند الإصابة بفطر فيوزاريوم *Fusarium spp.*
 - (ب) سوداء عند الإصابة بفطر ثيلافيوبسيس *Thielaviopsis spp.*
 - (ج) رمادية عند الإصابة بفطر *Botrytis spp.*، أو بنية عند مرض العفن البني على اللوزيات والتفاحيات المتسبب عن الفطر *Monilia fruetigene*.
 - (د) تكون التعفنات الناتجة عن الإصابة بالفطريات جافة وعند الإصابة بالبكتريا تكون طرية ورخوة.

3 - التحلل الموضعي وموت أجزاء مختلفة من النبات ومن أمثلتها:

- أ - **التدرن** كما في الإصابة بمرض التدرن التاجي *Agrobacterium tumefaciens*.
 - ب - **تحول في الأوراق أو السنابل** كتحول البذور مثلاً إلى كتلة مسحوقية على شكل هباب فحمي أسود أو بني اللون كما في مرض التفحم السائب أو المغطى على القمح والشعير، والذرة وغيرها.
 - ج - **تحول أوراق النبات إلى خيوط** نتيجة الإصابة بالفيروسات أو التأثير بمبيدات الأعشاب.
- ويمكن التمييز بين موت الأنسجة المتسبب عن الفيروسات والطفيليات الأخرى، بأن الفيروسات تسبب الموت السريع للأنسجة المصابة مع وجود خط واضح يفصل بين النسيج المصاب والسليم.
- 4 - **ظهور أعراض مختلفة على الأوراق** تتمثل في:

أ- اصفرار الأوراق: كما في حالة الإصابة بمرض اصفرار أوراق الشوندر السكري أو اصفرار الأشجار المثمرة.

ب - **تبقعات على الأوراق أو السوق أو الثمار** وتتباين وفق التالي:

- دائرية أو بيضاوية وبيضاء أو رمادية، سوداء أو حمراء أو بنية أو صفراء زيتية المظهر أو

عادية كما في التبقع السرکوسبوري على أوراق الشوندر السكري *Cercospora beticola*.

- وقد تحاط بهالة صفراء أو قد تكون كهالة صفراء محاطة بإطار قاتم بني اللون كما في مرض

لفحة أسكوكيتا الحمص والعدس *Ascochyta rabiei*.

ج - **ظهور تبرقشات** بسبب الإصابة الفيروسية خاصة، وقد تترافق بظهور تجعد خفيف أو شديد للورقة.

والتبرقش: عبارة عن تماوت موضعي لمساحات متفرقة من نصل الورقة على هيئة اصفرار وقد يترافق

بظهور تجعداً خفيفاً أو شديداً للورقة، وقد تظهر على سطح الثمار.

د) **ظهور تحورات في الأوراق** كتحول الأوراق إلى ما يشبه الوردية، وتلونها باللون الأصفر، كما في مرض

تورد الدراق الفيروسي.

5- **وجود نموات الممرض على النبات** وتتمثل نموات الممرض في أحد الأشكال التالية:

أ) **تشكل البثرات** وهي انتفاخات كروية أو بيضوية متطاولة من غزل الممرض كما في الإصابة

بمرض الصداء على القمح.

ب) **تشكل الغزل الهيفي على سطح النبات:** سطح الورقة العلوي أو السفلي أو الساق والأفرع، كما

في فطور النياض الدقيقي أو النياض الزغبى.

ج) **تغليف وتحنيط الجزء المصاب** نتيجة نمو ميسليوم الفطر بكثافة عالية فيحل نسيج الفطر محل

النسيج النباتي، مثل مرض العفن البني على التفاح *Monilia fruetigene* فتظهر الثمار على شكل

مومياء بنية أو سوداء اللون معلقة على الشجرة وتكون مصدراً للإصابة في الموسم التالي.

د) **التصمغ** وبخاصة على أشجار اللوزيات والحمضيات ونادراً ما تصاب به المحاصيل الحقلية

كالقطن. ويكون على شكل سيلان مادة صمغية من الأفرع أو السوق المصابة بلون مصفر أو بني،

كمرض تصمغ أشجار الحمضيات المتسبب عن الفطر *Phytophthora sitrophthora*.

6- **التآلل والتدرن** حيث نجد:

أ - تحول بذور القمح إلى تآليل بسبب نيماتودا تتآلل حبوب القمح *Anguina tritici*.

ب - تكون عقداً على الجذور بسبب نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne sp.*

ج - تدرنات المنطقة التاجية للأشجار المثمرة نتيجة الإصابة بمرض التدرن التاجي أو سل الزيتون.

7 - تقزم النبات نتيجة انخفاض قدرة النبات على النمو، وتسمى هذه الحالة بظاهرة التقزم وقد تترافق هذه

الظاهرة بتغيرات في لون النبات لتظهر عليه علائم الاصفرار.

الجلسة العملية الثانية

تصنيف أمراض النبات

Classification of Plant diseases

مرّ تصنيف الأمراض النباتية بعدة مراحل بدءاً من تصنيفها على أساس أعراض الإصابة التي تحدثها على النبات المضيف، ثم على أساس مواقع الإصابة في النبات، فمنها موضعية وأخرى عامة. ثم تم تصنيفها اعتماداً على الجزء المصاب من النبات فمنها ممرضات البذور، أو البادرات وممرضات النباتات الكاملة وأخيراً التصنيف على أساس المسبب المرضي حيث تم تقسيم أمراض تبعاً للمسبب المرضي إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

المجموعة الأولى أمراض النبات الطفيلية Plant Parasitic Diseases

وهي الأمراض المتسببة عن تطفل عامل حيوي ممرض على النبات مخرباً أنسجته ووظائفه الحيوية وتشتمل على:

- 1 (أمراض تسببها الفطريات Disease caused by Fungi .
- 2 (أمراض تسببها البكتيريا Disease caused by Bacteria .
- 3 (أمراض تسببها الفيروسات Disease caused by Viruses .
- 4 (أمراض تسببها الديدان الثعبانية (النيماتودا) Disease Caused by Nematodes .
- 5 (أمراض تسببها الحشرات Disease caused by Insects .
- 6 (أمراض تسببها النباتات الزهرية Disease Caused by flowering Plants .

المجموعة الثانية أمراض النبات غير الطفيلية Non – Parasitic Diseases

وهي الأمراض التي تظهر على النباتات نتيجة تأثير العوامل غير الحية وتشتمل على:

- 1 (أمراض ناتجة عن ملوحة أو حموضة وقلوية التربة Diseases caused by soil Salinity or acidity or alkalinity .
- 2 (الأمراض الناتجة عن الظروف البيئية Diseases Caused by the Environmental condition .
- 3 (أمراض الأضرار الميكانيكية للنباتات Diseases caused by Plant Mechanical damages .
- 4 (أمراض التسمم بالمبيدات Disease Caused by Toxicity of Pesticides .
- 5 (أمراض نقص العناصر الغذائية Diseases Caused by Nutrient Deficiencies .
- 6 (أمراض سمية العناصر الغذائية المعدنية Diseases Caused by Mineral Toxicities .
- 7 (أمراض الممارسات الزراعية الخاطئة Diseases caused by Improper Cultural Practices .

أولاً- تصنيف ممرضات النبات الفطرية Fungal diseases Classification

تنتهي عادة تسمية الصف بالمقطع Mycetes وتحت الصف بالمقطع Mycetidae والرتبة بالمقطع Mycetes والفصيلة بالمقطع Mycetes. ونبين فيما يلي تصنيف الفطور حسب Agrios، لعام 1997 وتعديلاته في عام 2005 والذي قسم الفطريات في ثلاث ممالك رئيسة تتمثل في:

أولاً: مملكة وحيدات الخلية وتضم أشباه الفطور المخاطية Protozoa.

ثانياً: مملكة الطحالب Chromista وتسمى مملكة أشباه الفطور البيضية وتضم مجموعة الفطور البيضية.

ثالثاً: مملكة الفطور الحقيقية true Fungi وتضم الفطور الخثريرية، الزيجية، الأسكية، الناقصة، والبازيدية.

أولاً- مملكة الفطريات وحيدات الخلية (أشباه الفطور المخاطية) Protozoa:

تضم هذه المملكة شعبة Plasmodiophoromycota ويتبعها صف Plasmodiophoromycetes. يتبع لهذا الصف رتبة Plasmodiophorales وفصيلة Plasmodiophoraceae التي تضم جنس *Spongospora* و *Plasmodiophora*.

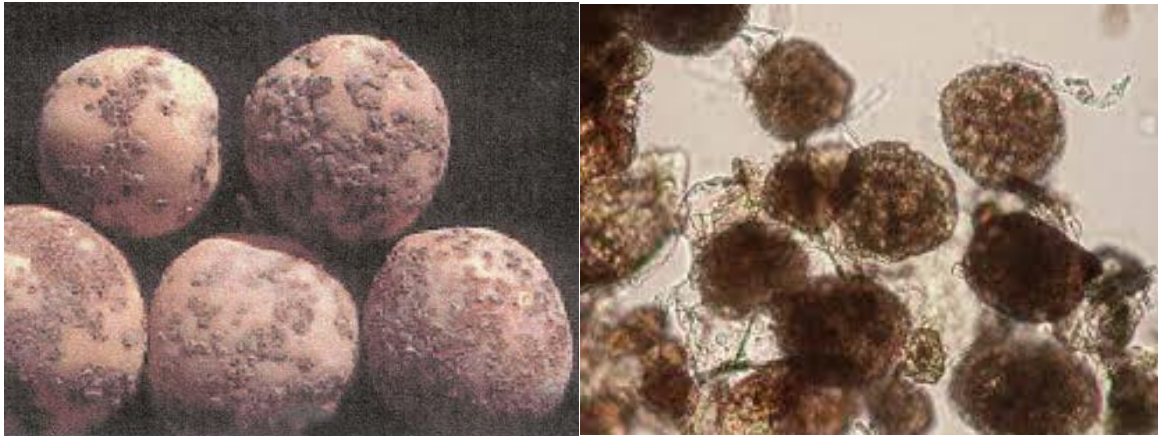
1 – الجنس *Spongospora*:

يسبب مرض الجرب المسحوقي على درنات البطاطا النوع *Spongospora subterranea*

يتوضع المسبب المرضي تحت خلايا البشرة التي تمتلئ بأبواغ الفطر الساكنة.

أعراض الإصابة: يلاحظ على الدرنات بثرات نجمية الشكل لونها أسود داكن الذي يعكس لون الأبواغ الساكنة للمسبب.

وصف المسبب المرضي: يدل الفحص المجهرى لمقطع عرضي في منطقة الإصابة توضع الأبواغ الساكنة ضمن الخلايا بشكل كتل أسفنجية.



صورة 1: مرض الجرب المسحوقي على البطاطا *spongospora subterranea*

2 – الجنس *Plasmodiophora*:

يتبعه النوع *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض الجذر الصولجاني لنباتات العائلة الصليبية (الملفوف والفجل).

أعراض الإصابة: يلاحظ على جذر الملفوف أو الفجل أورام مختلفة الأحجام. وتنتشأ الأورام من الانقسام السريع للخلايا أو زيادة كبر حجمها وهي سرعان ما تتحلل وتتعفن وتصبح عرضة لمهاجمة فطور أو كائنات حية أخرى.

- وصف المسبب المرضي: لدى الفحص المجهرى لمقطع عرضي في منطقة الإصابة يلاحظ أن الخلايا المصابة أكبر حجماً من الخلايا السليمة وممتلئة بالأبواغ الساكنة الكروية.



صورة 2: مرض الجذر الصولجاني على الصليبيات *Plasmodiophora brassicae*

ثانياً: مملكة أشباه الفطور البيضية Chromista

يتبع إلى هذه المملكة مجموعة واسعة ومهمة من مسببات الأمراض النباتية الهامة والتي تتبع بدورها إلى صف الفطور البيضية Oomycetes ورتبة Peronosporales تضم هذه الرتبة ثلاث فصائل هامة وهي:

أولاً: فصيلة Pythiaceae: تضم هذه الفصيلة /6/ أجناس مختلفة أهمها:

أ- جنس *Pythium*: يتبع لهذا الجنس النوع *Pythium debaryanum* الذي يسبب على النباتات الباذنجانية والملفوف والخيار والشوندر **مرض سقوط البادرات وتعفنها أو الذبول الطري.**

أعراض الإصابة: تتميز أعراض الإصابة بانخفاض نسبة إنبات البذور لتعفنها أو تحللها أو لموت البادرات قبل ظهورها فوق سطح التربة، أو تظهر بقع طرية متعفنة عند قاعدة ساق البادرة المصابة في طور 2-3 وريقات.

وصف المسبب المرضي: بعمل مقطع عرضي في منطقة الإصابة يلاحظ ميسيليوم الفطر غير مقسم ويتطور بين أو داخل خلايا العائل مشكلاً حوامل بوغية تشبه الميسيليوم تتوضع عليها أكياس بوغية كروية بشكل طرفي أوبيني.



صورة 3: مرض سقوط البادرات *Pythium debaryanum*.

ب- جنس *Phytophthora*: يتبع لهذا الجنس النوع *Phytophthora infestans* **مسبب مرض اللفحة المتأخرة على البطاطا والبندورة والباذنجان.**

أعراض الإصابة: تظهر أعراض الإصابة على هيئة بقع مائية مصفرة على السطح العلوي للورقة ثم تنتسج وتسود وتحاط حوافها بهالة صفراء، يقابلها نموات زغبية بيضاء هي الحوامل البوغية والأكياس السبورانجية الخارجة من الثغور على سطحها السفلي. تتشكل تقرحات سوداء اللون على الساق والأفرع وأعناق الأزهار، وتتكون تقرحات بنية غائرة على الدرنات.

وصف المسبب المرضي: بعمل مقطع عرضي في ورقة مصابة تشاهد حوامل بوغية للفطر تنتفرع عن المحور الرئيسي بزوايا حادة وتحمل في أطرافها أكياساً بوغية ليمونية الشكل.



صورة 4: مرض اللفحة المتأخرة على البطاطا *Phytophthora infestans*.

ثانياً: فصيلة Peronosporaceae:

تعتبر هذه العائلة مسؤولة عن ظهور أمراض البياض الزغبي على النباتات، ويختلف وصف المسبب المرضي تبعاً للجنس ونوع الممرض المسبب إلا أن أعراض الإصابة قد تتشابه فيما بينها. أعراض الإصابة: تظهر أعراض الإصابة بالبياض الزغبي على السطح العلوي للأوراق الفتية على هيئة بقع زيتية يقابلها على السطح السفلي نمو زغبي ثم تحمر الأنسجة وتسدود وقد تتساقط الأوراق. وتضم هذه العائلة 4 أجناس تسبب أضراراً هامة وهي:

(1) الجنس Peronospora:

ويتبع لهذا الجنس عدة أنواع أهمها مسبب مرض البياض الزغبي على البصل *Peronospora destructor*.

البياض الزغبي على الشوندر السكري *Peronospora farinosa f. sp. betae*

وصف المسبب المرضي: بفحص هذا الممرض تحت المجهر نشاهد:

1 - حوامل الأكياس السبورانجية مفردة أو في تجمعات متفرعة ثنائياً، وتنتهي برأس مستدقة.

2 - ممصات الفطر إصبعية الشكل.

صورة 5: البياض الزغبي على البصل *Peronospora destructor***(2) الجنس *Plasmopara*:**

يتبع هذا الجنس عدة أنواع أهمها مسبب مرض البياض الزغبي على العنب *Plasmopara viticola*. يعطي التوجه العام لأعراض الإصابة بالبياض الزغبي، كما تصاب عناقيد العنب فتظهر جافة وتتجدد وتصبح مع تقدم الإصابة كما الأوراق جافة وبنية اللون مسودة (شكل 6).

وصف المسبب المرضي: بفحص الممرض تحت المجهر تشاهد الأنواع التابعة لهذا الجنس وفق التالي:

- 1 - يتفرع حامل الأكياس السبورانجية تفرعاً أحادياً مشكلة على الحامل الرئيس زاوية شبه قائمة، تنتهي بتفرعات ثلاثية تحمل عليها الأكياس البوغية البيضوية ويدخلها الأبواغ الهدبية.
- 2 - ممصاتها بصيلية الشكل.



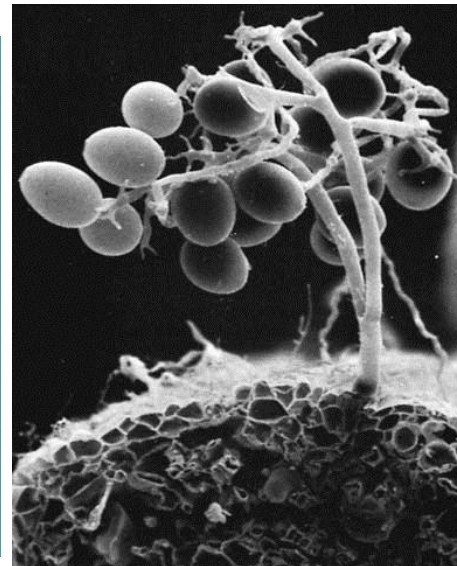
(ب)



(أ)



(ج)



(د)

صورة 6: البياض الزغبي على العنب *Plasmopara viticola*

أ: الإصابة على سطح الورقة السفلي. ب: على السطح العلوي. ج: على العناقيد. د: شكل الممرض تحت المجهر.

(3) الجنس *Bremia*:

يتبع هذا الجنس نوع واحد وهو مسبب مرض البياض الزغبى على الخس *Bremia lactucae*. أعراض الإصابة: تشاهد أعراض الإصابة على هيئة بقع خضراء مصفرة باهتة على السطح العلوي يقابلها على السطح السفلي نموات زغبية بيضاء ناعمة.

وصف المسبب المرضي: بعمل كشط من الممرض وفحصه تحت المجهر تظهر أفراد هذا الجنس وفق التالي:

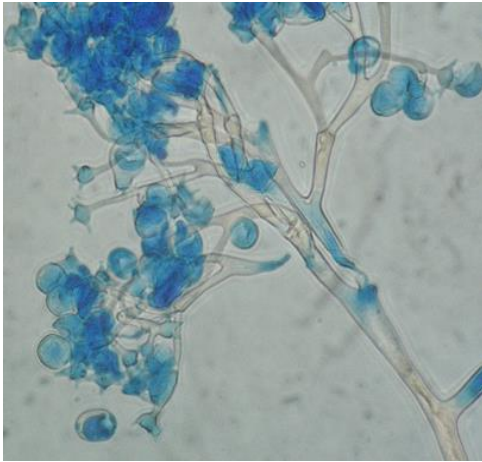
- 1- تشاهد حوامل الأكياس السبورانجية بشكل شجري تتفرع تفرعات ثنائية تنتهي بقرص مقعر على حوافه زوائد مستدقة تحمل على قمة كل منها كيس سبورانجي.
- 2- تشاهد ممصاتها متطاولة وقد يتكون أكثر من ممص بالخلية الواحدة.



(ب)



(أ)



(د)



(ج)

صورة 7: البياض الزغبى على الخس *Bremia lactucae*

أ: على السطح السفلي للأوراق. ب: على السطح العلوي. ج: على منطقة التاج. د: شكل الممرض تحت المجهر.

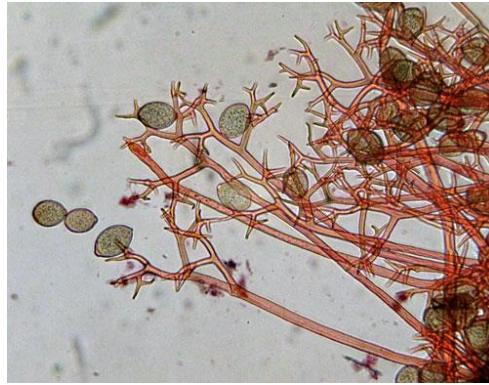
(4) الجنس *Pseudoperonospora*:

يتبعه مسبب مرض البياض الزغبي على البادرات في البيوت المحمية ويصيب أغلب النباتات القرعية ويمثله النوع *Pseudoperonospora cubensis*.



(ب)

(أ)



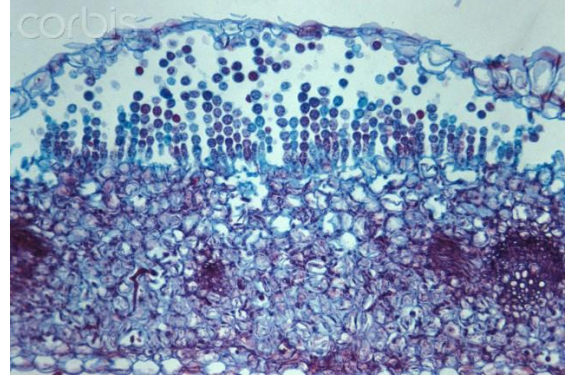
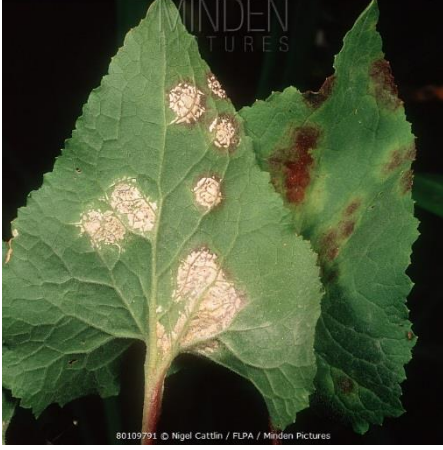
(ج)

صورة 8: البياض الزغبي على القرعيات *Pseudoperonospora cubensis*
 أ: على السطح السفلي لورقة الخيار. ب: على السطح العلوي. ج: شكل الممرض تحت المجهر.

ثالثاً: الفصيلة *Albuginaceae*:

تضم هذه العائلة جنساً واحداً وهو *Albugo* ويتبعه حوالي 13 نوعاً تسبب أضراراً على النباتات أهمها مسبب مرض الصدأ الأبيض على العائلة الصليبية *Albugo candida*.
 أعراض الإصابة: تتمثل أعراض الإصابة بهذا الممرض بتشكيل بثرات بيضاء لامعة تتوزع بشكل غير منتظم على كافة أجزاء النبات الهوائية، تنفجر عند نضجها بسبب ضغط الأكياس البوغية الموجودة ضمنها فتخرج الأكياس البوغية إلى الوسط.

وصف المسبب المرضي: يظهر الفطر تحت المجهر على شكل حوامل بوغية صولجانية بسيطة وقصيرة ترتص بجانب بعضها البعض، تُحمَل عليها أكياس بوغية كروية أو مضلعة على شكل سلاسل وتكون مغطاة ببشرة النبات العائل.



صورة 9: مرض الصدأ الأبيض على الصليبيات *Albugo candida*.

الجلسة العملية الثالثة

مملكة الفطور الحقيقية Kingdom Fungi

تضم مملكة الفطور الحقيقية أربعة أقسام أو شعب رئيسة تتمثل في:

- 1- شعبة الفطور الخثريرية Phylum Chytridiomycota
- 2- شعبة الفطور الزيجية Phylum Zygomycota
- 3- شعبة الفطور الأسكية Phylum Ascomycota
- 4- شعبة الفطور البازيدية Phylum Basidiomycota

أولاً- شعبة الفطور الخثريرية Phylum Chytridiomycota

يتبعها صف الفطريات الخثريرية: Class: Chitridiomycetes

يضم هذا الصف ثلاث رتب أهمها رتبة الخثرديات Order: Chitridiales

يتبعها ست عائلات أهمها عائلة واحدة وذلك لأهميتها في إحداث أمراض نباتية هامة وهي:

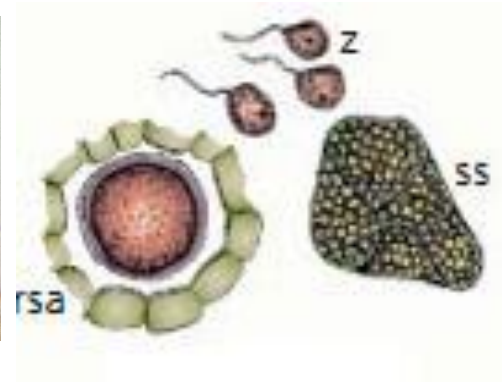
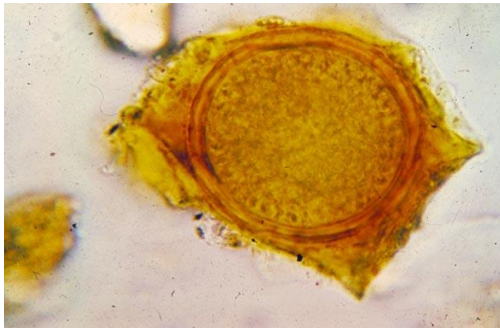
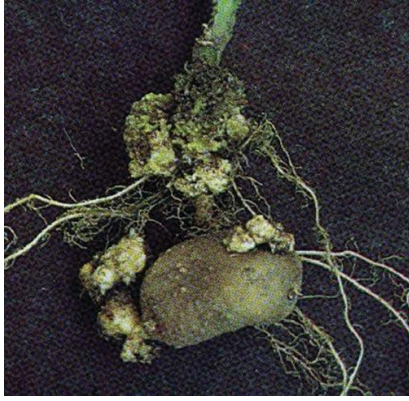
- العائلة: Family: Synchytriaceae

يتبعها مسبب مرض سرطان البطاطا الفطر *Synchytrium endobioticum*

يعتبر من الأمراض غير المنتشرة في سوريا.

أعراض الإصابة الظاهرية: تتمثل أعراض الإصابة بظهور ثآليل وأورام مختلفة الأحجام على السوق المدادة ودرنات البطاطا المصابة التي تبدو في البداية شفافة ثم تصبح بنية إلى سوداء اللون (صورة 10).

وصف المسبب المرضي: يعمل مقطع عرضي في درنة بطاطا مصابة تلاحظ أبواغ كروية محاطة بخلايا العائل على شكل الوردية، وأكياس بوجية ساكنة كروية أو بيضوية الشكل ذات جدار سميك تعطي عند نضجها الأبواغ الهدبية (صورة 10).



صورة 10: سرطان البطاطا المتسبب عن الفطر *Sychytrium endobioticum*.

ثانياً - شعبة الفطور الزيجية **Phylum: Zygomycota**

يتبعها صف الفطريات الزيجية **Class: Zygomycetes**

يضم هذا الصف ثلاث رتب أهمها رتبة: Or. Mucorales

ويتبعها عدة فصائل أهمها عائلتان هما: Mucoraceae و Choanephoraceae.

1 - عائلة Mucoraceae: تضم عدة أجناس أهمها الجنس *Rhizopus*:

ينتشر في التربة ويمكن أن يتطفل على ثمار الخضار والفواكه وبعض الأطعمة محدثاً تعفنًا وتحللًا لها. ويعتبر فطر عفن الخبز *Rhizopus nigricans* أهم فطور هذه الفصيلة من ناحية أمراض النبات ويسبب أعفانا طرية وأعفانا جافة على الثمار مستفيدا من الجروح الموجودة عليها.

- أعراض الإصابة: يغطي ميسيليوم الفطر كامل سطح الجزء المصاب، بلون رمادي كثيف تظهر عليه نقط سوداء يمكن رؤيتها بالعين المجردة وهي عبارة عن الأكياس السبورانجية للفطر.

وصف المسبب المرضي: تتميز أفراد هذا الجنس بتشكيل أشباه الجذور والخيوط المدادة الهوائية (Stolon)، تحمل الأكياس السبورانجية كروية أو قبيعية الشكل ذات لون أسود شفاف ترى من خلال جدرانها الأبواغ السبورانجية ذات شكل كروي أو بيضوي غير مهدبة (صورة 11).

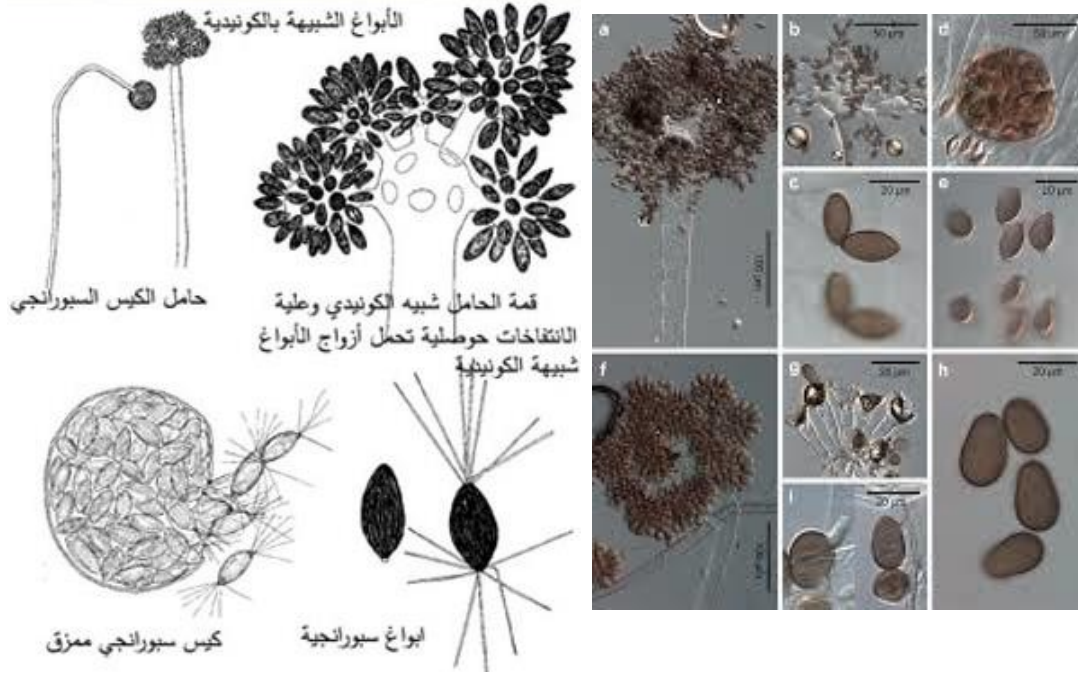


صورة 11: فطر *Rhizopus sp.* وأعراض الإصابة به على محاصيل مختلفة.

2 - عائلة *Choanephoraceae*: تتبعها ثلاثة أجناس أهمها الجنس *Choanephora*.

- الجنس *Choanephora*: تتطفل أفرادها على ثمار العائلة القرعية، وبعض الأشجار المثمرة. أعراض الإصابة الظاهرية: تظهر الأعراض على شكل أعفان طرية على الثمار رمادية اللون وقد تصبح رمادية مخضرة (صورة 12).

وصف المسبب المرضي: يظهر الفطر تحت المجهر على شكل خيوط ذات حوامل على قممها انتفاخات حوصلية تحمل الأكياس السبورانجية على شكل أزواج عند تمزق الأكياس تظهر الأبواغ السبورانجية مغزلية ذات زوائد متطاولة على القطبين وجدارها مخطط (صورة 12).



صورة 12: الإصابة بفطر *Choanephora* sp. وأعراض الإصابة به على الكوسا والقرع.

ثالثاً: شعبة الفطور الأسكية *Phylum Ascomycota*

وتتميز أفراد هذه الشعبة بالصفات التالية:

- 1 - تتكاثر لاجنسياً بالأبواغ الكونيدية التي توجد على حوامل خاصة مفردة بسيطة أو متفرعة أو تكون ضمن مجموعات نسميها كوريمما أو سبورودوكيوم أو على أسيرفيولة أو ضمن وعاء بكنيدي.
- 2 - تتكاثر جنسياً بتشكيل الأبواغ الأسكية التي تتكون ضمن أكياس أسكية قد تكون هذه الأكياس عارية أو ضمن أجسام ثمرية مختلفة الشكل (كروية، دورقية، قرصية).
- 3 - جميع أفرادها راقية ومعظمها ترابية، ويعيش عدداً كبيراً منها بالمياه العذبة أو مياه البحار.

4 - معظمها فطريات رمية على بقايا نباتات متحللة، والعديد منها متطفل على النباتات وقليل منها يتطفل على الحشرات والحيوانات أخرى.

5 - لأفراد هذا الصف أهمية اقتصادية كبيرة فهي إما ضارة لإحداثها أمراضاً نباتية خطيرة، أو نافعة لإنتاج الكحول أو لدورها في صناعة الخبز وإنضاج الأجبان أو لدورها في إنتاج أدوية طبية.

تضم هذه الشعبة عدد من الصفوف:

1 (صف الفطريات الأسكية الأولية): Class: Archiascomycetes

وتتبعها رتبة هامة هي رتبة Or. Taphrinales

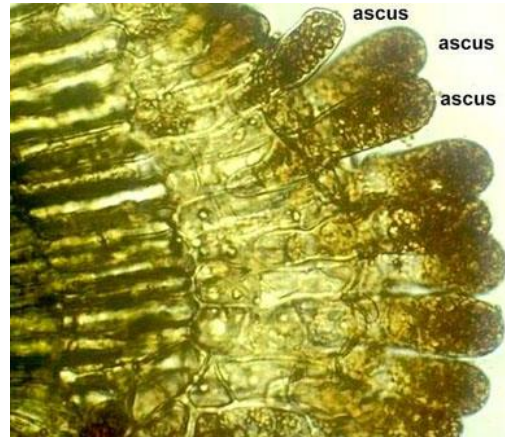
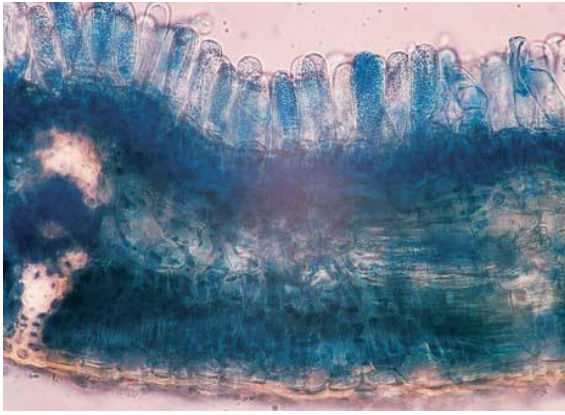
وتتميز هذه الرتبة:

- 1) تنتظم الأكياس الأسكية مشكلة طبقة منتظمة على سطح الورقة المصابة.
 - 2) ينشأ الكيس الأسكي من خلايا ثنائية الأنوية وليس من زيجوت *Zygote*.
- يتبع لهذه الرتبة فصيلة هامة *Taphrinaceae* ويتبعها جنس *Taphrina*، تتطفل أفراد هذه الرتبة على النباتات محدثة تشوه موضعي وانتفاخ للأنسجة المصابة. من أهم الأمراض التابعة لها:

مرض تجعد أوراق الدراق المتسبب عن الفطر *Taphrina deformans*.

أعراض الإصابة: تظهر على السطح العلوي للأوراق تجعدات وانتفاخات يقابلها أخاديد على السطح السفلي تكون في البداية صفراء ثم تتحول إلى اللون الأحمر، وتغطي بنموات دقيقة لبادية ذات لون أشهب هي عبارة عن الأكياس الأسكية وأبواغها، تقصر الفروع المصابة وتتشوه ويظهر على الثمار بقع بيضاء محمرة ثم تسود (صورة 13).

وصف المسبب المرضي: يظهر فحص مقطع عرضي في المنطقة المجعدة لورقة دراق مصابة تحت المجهر، وجود الأكياس أسكية عارية ومتوضعة على الجسم الخضري للفطر، وتكون هذه الأكياس متطاولة وتحتوي بداخلها الأبواغ الأسكية (صورة 13).



صورة 13: تجعد أوراق الدراق *Taphrina deformans*

(2) صف الخمائر Class: Saccharomycetes

وتعرف الخمائر: على أنها فطريات وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا على شكل ميسيليوم كاذب أو لها ميسيليوم حقيقي. لا تحاط الأكياس الأسكية عند أفرادها بأجسام ثمرية، وتتميز أبواغها الأسكية بقدرتها على البرعمة.



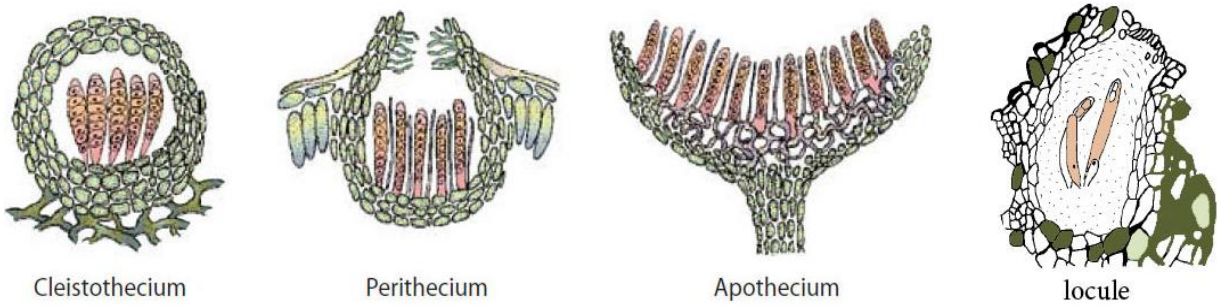
صورة 14: الخمائر

الجلسة العملية الرابعة

(3) صف الفطريات الأسكية الحقيقية

Class: Filamentous ascomycetes

- تتنتمي معظم الفطريات الأسكية إلى هذه المجموعة، وتتكون دورة حياة فطرياته من طورين يدعى الطور الأول بالطور اللاجنسي Anamorph والطور الثاني بالطور الجنسي Teleomorph. ويمكن التمييز بينها اعتماداً على الأجسام الثمرية التي تكونها حيث نجد عند أفرادها أشكال الأجسام الثمرية التالية (شكل 1):
- (1) **جسم ثمري من نوع Locule**: يحاط تجويف الجسم الثمري بخيوط فطرية غير متماسكة، ويكون الجسم الثمري مغموراً بوسادة هيفية (ميسيليومية) وله فوهة واسعة.
 - (2) **جسم ثمري من نوع Apothecium**: يكون تجويف الجسم الثمري مفتوح ويشبه الصحن ويحاط بخيوط فطرية متماسكة.
 - (3) **جسم ثمري من نوع Perithecium**: وهو تجويف محاط بخيوط فطرية متماسكة وله فتحة صغيرة.
 - (4) **جسم ثمري من نوع Cleistothecium**: الجسم الثمري شبه كروي مغلق تماماً ومحاط بطبقة من الخيوط الفطرية المتماسكة.



شكل 1: أنواع الجسم الثمري وداخله الأكياس الأسكية لدى الفطريات الأسكية Ascomycetes

تتوزع فطريات هذا الصف ضمن رتب أهمها:

– رتبة Or: Erysiphales

تحتوي عائلة واحدة هي Erysiphaceae

تعرف هذه العائلة بعائلة بالفطور المسببة لأمراض البياض الدقيقي.

أعراض الإصابة الظاهرية ووصف المرض: عبارة عن بثر دقيق على السطح العلوي للأوراق يشبه الطحين وهو الطور الناقص للفطر أو الطور اللاجنسي ويدعى بالطور الكونيدي Oidium وهو عبارة عن حامل كونيدي شفاف يحمل سلسلة من الأبواغ البرميلية، وأحيانا على سطحها السفلي.

- بتقدم الإصابة وفي نهاية الموسم يتشكل الطور الجنسي وهو أسكي يظهر على شكل نقط سوداء واضحة على الأوراق.

- يتم التمييز بين الأنواع التابعة لها من حيث: * شكل الزوائد على الجسم الثمري الأسكي.
* عدد الأكياس الأسكية في كل جسم ثمري.

ومن أهم الأنواع الفطرية المسببة لمرض البياض الدقيقي:

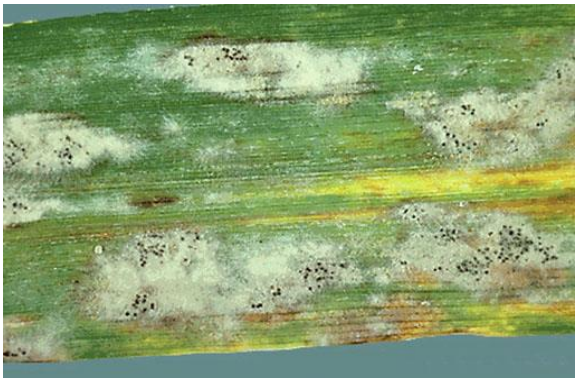
1 - الجنس Erysiphe

مرض البياض الدقيقي على القمح: *Erysiphe graminis*

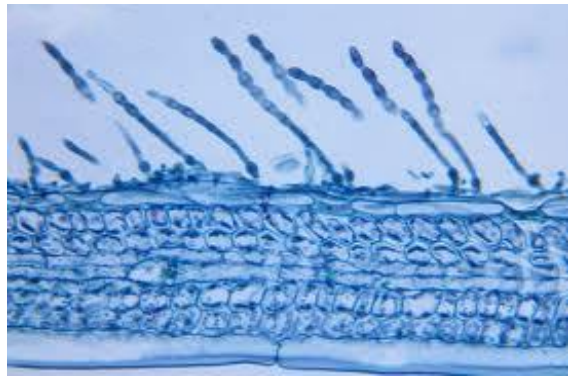
الطور الكونيدى (اللاجنسي): *Oidium monilioides*

وصف المسبب المرضي: بعمل كشط لميسيليوم الفطر في المنطقة المصابة يشاهد الطور اللاجنسي (يتبع جنس *Oidium*) ويتمثل بحامل بوغي قصير غير متفرع تحمل عليه الأبواغ الكونيدية بشكل سلسلي وتكون شفافة بيضوية أو اسطوانية.

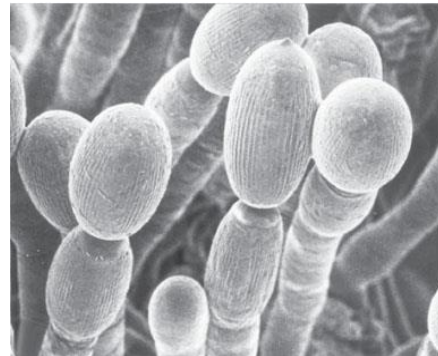
- وعند أخذ نقطة من النقاط السود والتي تمثل الأجسام الثمرية الأسكية للفطر وفحصها مجهرياً تظهر كروية مغلقة بنية إلى سوداء اللون ومزودة بزوائد هيفية رقيقة وتحتوي على أكثر من كيس أسكي بداخلها الأبواغ الأسكية.



(ب)



(أ)



الطور الكونيدى *Oidium*



الطور الجنسي للفطر
جسم ثمري وعليه الزوائد الهيفية
ممزق ويظهر الأكياس الأسكية

صورة 15: البياض الدقيقي على القمح *Erysiphe graminis*
أ: الطور (اللاجنسي) الكونيدي تحت المجهر. ب: أعراض الإصابة على النبات.

2 - الجنس *Uncinula*

مرض البياض الدقيقي على العنب: *Uncinula necator*

الطور اللاجنسي *Oidium tuckeri*

أعراض الإصابة: ينمو الميسيليوم سطحياً، ويصيب الأوراق والأفرع والعناقيد والثمار، وتصبح العناقيد الفتية بنية وتجف وتغطي حبات العنب بميسيليوم الفطر الذي يسبب تشققها وتعفنها ويعطيها ملمساً خشناً.

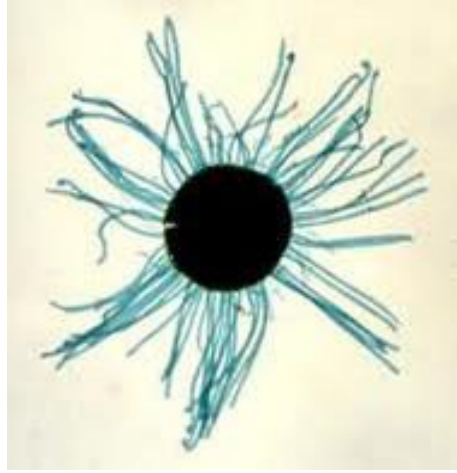
وصف المسبب المرضي: يتبع الطور اللاجنسي للفطر إلى الجنس *Oidium*، وفي نهاية الموسم وعند أخذ نقطة سوداء والتي تمثل الأجسام الثمرية الأسكية للفطر وفحصها مجهرياً تظهر كروية مغلقة بنية إلى سوداء اللون مزودة بزوائد هيفية خطافية الشكل تحتوي على أكثر من كيس أسكي وبداخله الأبواغ الأسكية.



أعراض الإصابة على أوراق وعناقيد العنب



أعراض الإصابة على عناقيد العنب



الطور الجنسي

صورة 16: البياض الدقيقي على العنب *Uncinula necator*

5 - الجنس *sphaerotheca*

البياض الدقيقي على الورد: *Sphaerotheca pannosa f. sp. rosae*

الطور اللاجنسي *O. leucoconium*

أعراض الإصابة: يصيب الأوراق والأزهار والبراعم والأفرع والثمار، لا تفتح البراعم الزهرية ويتحول لون الأزهار إلى الأسود (صورة 17، أ).

وصف المسبب المرضي: يتبع الطور اللاجنسي إلى الجنس *Oidium*، وعند أخذ نقطة من النقاط السود في نهاية الموسم تظهر الأجسام الثمرية الأسكية للفطر كروية مغلقة بنية إلى سوداء اللون مزودة بزوائد هيفية رقيقة بسيطة وتحتوي على كيس أسكي واحد بداخله الأبواغ الأسكية (صورة 17، ب).



أعراض الإصابة على الأوراق



أعراض الإصابة على البراعم

صورة 17- أ: أعراض الإصابة البياض الدقيقي على الورد *Sphaerotheca pannosa var. rosae*



الطور الجنسي

صورة 17- ب: البياض الدقيقي على الورد *Sphaerotheca pannosa var. rosae*

4 - صف *Discomycetes*:

تكوّن فطريات هذا الصف أجساماً ثمرية (*Ascocarps*) على شكل قرصي، وتتبعها الرتبة *Helotiales* والفصيلة *Helotiaceae*، ومن أهم الأجناس التابعة لها الجنس *Monilia* والجنس *Botrytis*، ومثال كل منهما ندرس:

1 - العفن البني على اللوزيات والتفاح: *Monilinia fructigena*

الطور اللاجنسي *Monilia fructigena*

أعراض الإصابة: تتمثل الأعراض بجفاف الأزهار وتلونها باللون البني وبقائها عالقة بالفرع. كما ويظهر على الثمار عفن بني في الأجواء الحارة الماطرة، وعفن أسود في الأجواء الباردة الماطرة. وتشاهد ظاهرة المومياء في الأجواء الحارة حيث تبدو الثمار جافة تماماً وعالقة على أفرع الأشجار.

وصف المسبب المرضي: عند عمل كشط لميسيليوم للفطر المتكون على الثمار وفحصه مجهرياً تشاهد الحوامل الكونيدية القصيرة والبسيطة وتحمل أبواغاً كونيدية ببيضاوية بشكل سلاسل وهو الطور اللاجنسي. ويظهر الطور الجنسي على شكل حوامل أنبوبية كبيرة يتوضع في قمته قرص كبير الحجم على شكل الصحن تحمل الأكياس الأسكية وبداخلها الأبواغ الأسكية (صورة 18).



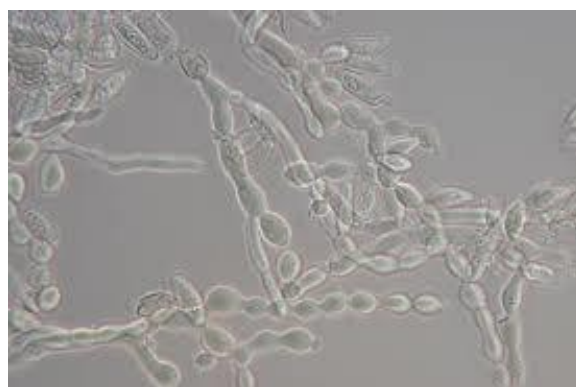
(ب)



(أ)



(د)



(ج)



(هـ)

صورة 18: العفن البني على اللوزيات والتفاح *Monilinia fructigena*

أ: أعراض الإصابة على الثمار. ب: ظاهرة المومياء. ج: الطور اللاجنسي. د: الطور الجنسي وظهور الأجسام الثمرية القرصية. هـ: الأكياس الأسكية في الأجسام الثمرية وفيها الأبواغ الأسكية.

1- مرض العفن الرمادي على الفريز: *Botrytis cinerea*طوره الجنسي: *Botryotinia fuckeliana*

أعراض الإصابة: تتساقط البراعم والأزهار وتغطي الثمار والأعناق والفروع بطبقة رمادية، ويصيب هذا المرض العديد من المحاصيل.

وصف المسبب المرضي: يظهر الطور اللاجنسي لهذا الفطر تحت المجهر على هيئة ميسيليوم يحمل حوامل كونيديا تتفرع تفرعات شجيرية كاذبة ونهايات أطرافها منتفخة تتشكل عليها ذنبيات تحمل أبواغ كونيديا أحادية الخلية شفافة. ويظهر الطور الجنسي على الأجزاء المصابة على هيئة قرص يحمل الأكياس الأسكية وبداخلها الأبواغ الأسكية (صورة 19).



الإصابة على الأزهار

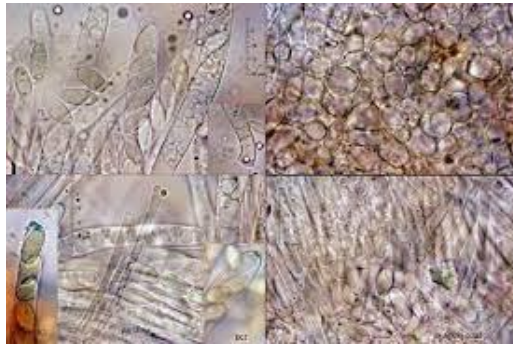
الإصابة على الثمار



الطور الجنسي

الأعراض على أعناق الثمار

الطور اللاجنسي



الأكياس الأسكية وبداخلها الأبواغ الأسكية

صورة 19: العفن الرمادي على الفريز *Botrytis cinerea*

5- صف Loculomyces:

تكون الأجسام الثمرية التي تكونها فطريات هذا الصف دورقية الشكل مفردة أو في مجاميع ضمن وسادة هيفية للفطر. يتبع هذا الصف عدة رتب أهمها:

رتبة Or. Pleosporales

تتبعها فصيلة *Venturiaceae* وتضم الجنس *Venturia*، ويتبعه مرض مهم وهو:

مرض جرب التفاح: *Venturia inaequalis***الطور اللاجنسي هو: *Spilocaea pomi***

أعراض الإصابة: تظهر الإصابة على الأوراق على هيئة بقع سوداء زيتونية ذات حواف مسننة، تكون مغطاة بنموات زيتونية اللون، وكذلك على الثمار ثم تتقلن منطقة الإصابة على الثمار وتتشقق.
وصف المسبب المرضي: عند عمل كشط لميسيليوم الفطر المتشكل على الثمار وفحصه مجهرياً يشاهد الطور اللاجنسي على هيئة حوامل كونيديية شجيرية الشكل متفرعة والفروع الطرفية قصيرة تحمل الأبواغ الكونيديية البيضوية في مجموعات. ويظهر الطور الجنسي عند عمل مقطع عرضي في ورقة تفاح مصابة وفحصه مجهرياً على هيئة أجسام ثمرية بشكل فنجان ومزودة بفتحة تشاهد داخلها أكياس أسكية تحتوي ثمانية أبواغ أسكية (صورة 20).



الإصابة على الثمار

الإصابة على الأوراق

الطور الجنسي *Venturia*الطور اللاجنسي *Spilocaea*صورة 20: جرب التفاح *Venturia inaequalis*

6- صف الفطور الناقصة *Deuteromycetes*:

سميت فطور هذا الصف بالفطور الناقصة وذلك لأن طورها الجنسي إما غير معروف أو نادر، وتمتاز بميسيليوم مقسم إضافة إلى مقدرتها على تكوين بنيات مقاومة للعوامل البيئية غير الملائمة كالأبواغ الكلاميدية والأجسام الحجرية. وتتكاثر لا جنسياً بتشكيل أبواغ كونيديية أو بكنيديية. وندرس من هذا الصف رتبة *Eurotiales*.

رتبة *Eurotiales*: ندرس من هذه الرتبة الفصيلة:

الفصيلة *Eurotiaceae*:

ومن أهم الأمراض التي تحدثها فطور هذه العائلة نذكر:

أ- مرض عفن ثمار الحمضيات:

ويسببه فطران جرحيان يتبعان للجنس بنيسيليوم وهما:

العفن الأزرق: *Penicillium italicum* والعفن الأخضر: *P. digitatum*

أعراض الإصابة: تصبح منطقة الإصابة لينة تظهر عليها هيفات الفطر البيضاء ثم تظهر الحوامل الكونيديية الحاملة للأبواغ الكونيديية فتتلون منطقة الإصابة بلون أبواغ الفطر المسبب إما بلون أزرق رمادي أو بلون رمادي مخضر.

وصف المسبب المرضي: عند عمل كشط في النمو الفطري وفحصه مجهرياً تشاهد حوامل قصيرة تتفرع إلى فرعين غير متساويين، يتفرع عنهما عدة حوامل قصيرة تسمى فياليدات تتوضع عليها الأبواغ الكونيديية على شكل سلاسل تشبه المكنسة.



صورة 21: عفن ثمار الحمضيات *Penicillium sp.*

ب- مرض العفن الأسود على البصل: *Aspergillus niger*

تحدث الإصابة عن طريق الجروح أو عند عنق البصلة أو قاعدتها عند موت الجذور لسبب ما. أعراض الإصابة: تصبح الأنسجة المصابة لينة ومغطاة بهيئات الفطر وأبواغه الكونيدية السوداء. وتتجدد الأوراق وتصبح ذات قوام هش.

وصف المسبب المرضي: عند عمل كشط في منطقة الإصابة وفحصه مجهرياً تشاهد حوامل بوغية بسيطة وغير متفرعة تنتهي بحوصلة كروية تتوضع عليها فياليدات مرتبة بصف واحد أو اثنين وتتوضع عليهما الأبواغ الكونيدية على شكل سلاسل.



صورة 22: مرض العفن الأسود على البصل: *Aspergillus niger*

الجلسة العملية الخامسة

رابعاً: شعبة الفطور البازيدية

Phylum Basidiomycota

يتبعها صف الفطريات البازيدية (الدعامية) **Class: Basidiomycetes**

مميزات صف الفطور البازيدية:

تتميز فطريات هذا الصف بالمميزات التالية:

1. تعتبر فطور هذه الشعبة من أرقى الفطور الممرضة للنبات.
 2. تمتلك ميليسيوماً مقسماً وأعضاء مميزة كالحوامل والأبواغ البازيدية، ويتبعها بعض الفطور الغذائية مثل فطر عيش الغراب.
 3. تتكاثر جنسياً بدءاً من الخلايا الهيفية المتوافقة جنسياً، وتتكون دورة حياتها من مراحل متعددة.
 4. يمتلك بعضها عائلاً ثانوياً إضافة للعائل الرئيس كما هو الحال عند بعض الفطور المسببة للأصداء.
- وسوف نتناول بالدراسة أهم الرتب التابعة لهذا الصف وفق التالي:

أولاً: رتبة التفحمتات **Ustilaginales**:

تسبب الفطور التابعة لهذه الرتبة أمراضاً تعرف بأمراض التفحمتات، ومعظمها إجباري التطفل. ويتبع لها فصيلتان هامتان هما:

1 - عائلة (فصيلة) التفحمتات **Ustilaginaceae**:

- **الجنس: Ustilago** ويعتبر من أهم الأجناس التابعة لهذه العائلة ويتبعه ممرضين هامين على القمح والشعير وهما:

(أ) التفحم السائب على القمح ***Ustilago tritici***

(ب) والتفحم السائب على الشعير ***Ustilago nuda***

أعراض الإصابة: تتحول كامل حبوب السنبللة إلى كتلة متفحمة مغطاة بغشاء رقيق من جدر خلايا العائل أو ميسيليوم الفطر والعائل، يتميز الغشاء فنتحرر الأبواغ التيليتية السوداء على شكل هباب فحمي وهو الأبواغ الفطرية **Sporidia** ولا يبقى من السنبللة سوى محورها العاري ومن هنا أتت تسمية المرض.

وصف المسبب المرضي: عند عمل كشط من السنابل المصابة وفحصها مجهرياً تشاهد أبواغ تيليتية كروية أو بيضاوية الشكل، ذات جدار بني غير منتظم في ثخانتها، ومزودة بأشواك ناعمة كثيفة.



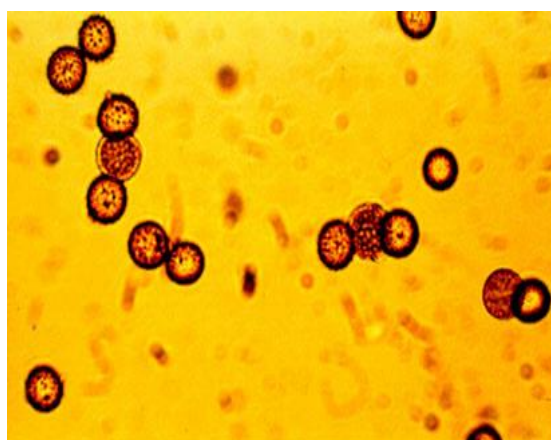
سنبله شعير مصابة بالتفحم السائب



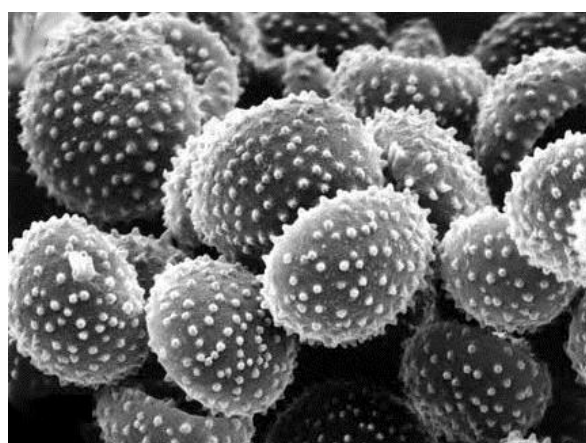
مظهر الإصابة حقلياً



الأبواغ التيليتية في جنين حبة شعير مصابة



الأبواغ التيليتية تحت الستريوميكروسكوب



الأبواغ التيليتية لمرض التفحم السائب تحت المجهر الإلكتروني

صورة 23: مرض التفحم السائب على القمح والشعير. *Ustilago* sp.

ب (فصيلة Tilletiaceae:

ويتبع لهذه العائلة جنسان مهمان يضمنان مجموعة من الممرضات تسبب أمراض التفحمت على العديد من المحاصيل أهمها القمح والشعير وبعض محاصيل الخضر وهما:

(أ) الجنس Tilletia (ب) الجنس Urocystis

وأهم مرض من الأمراض التابعة لهذين الجنسيتين مسبب مرض التفحم المغطى على القمح:

التفحم المغطى أو النتن على القمح *Tilletia caries*:

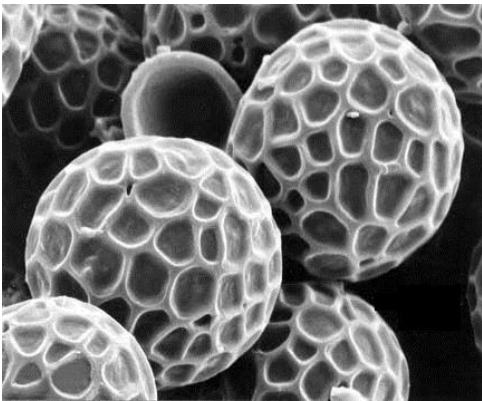
أعراض الإصابة: تبدو السنابل المصابة نحيفة وقصيرة عسافاتها متباعدة وحبوبها صلبة وممتلئة بالأبواغ التيليتية وعند كسرها تنطلق رائحة نتنة ومميزة (صورة 24).

وصف المسبب المرضي: عند عمل كشط من السنابل المصابة وفحصها مجهرياً تشاهد الأبواغ التيليتية مفردة منفصلة كروية الشكل بنية عليها تزيينات شبكية واضحة تشبه شبكة كرة القدم (صورة 24).

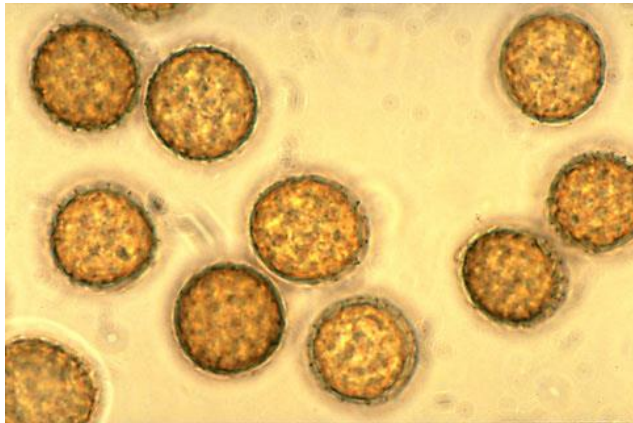


سنبله سليمة

سنبله مصابة



الأبواغ التيليتية تحت المجهر الإلكتروني



الأبواغ التيليتية تحت الستريوميكروسكوب

صورة 24: التفحم المغطى أو النتن على القمح *Tilletia caries*

ثانياً): رتبة الأصداء Uredinales:

تضم مجموعة من الفطريات إجبارية التطفل، وتتميز بتشكيلها خمسة أطوار بوغية متعددة هي: البازيدية، البكنية (المنطفية)، الأيسية (Aecium)، اليوريدينية (Uredinium) والتيلية (Telium). وتمر فطور الأصداء بالأطوار الخمسة خلال دورة حياتها أو قد يغيب بعضها، كما أن بعض هذه الفطور تتم دورة حياتها على عائل واحد، وبعضها الآخر يتمها على عائلين (ثنائية العائل) الأول عائل أساسي والآخر ثانوي. وسميت بفطور الأصداء لتكوين أعراض مرضية مشابهة للون الصدا، كفطر صدا الساق *Puccinia graminis f. sp. Tritici* يقضي الطورين البكني والآسيدي على نبات البري بري، والطورين اليوريدي والتيليتي على القمح ويكون الطور البازيدي غير طفيلي. يتبع لرتبة فطور الأصداء خمسة فصائل هامة يتم التمييز بينها من خلال الأبواغ التيليتية التي تتكون في نهاية الطور اليوريدي وأهمها العائلة **Pucciniaceae** وأهم أجناسها:

أولاً: الجنس *Puccinia*:

وأهم الأمراض التابعة لهذا الجنس نذكر:

1- مرض الصدا الأصفر أو المخطط على القمح *Puccinia striiformis*:

العائل الأساسي هو القمح والعائل الثانوي لم يعرف بعد.

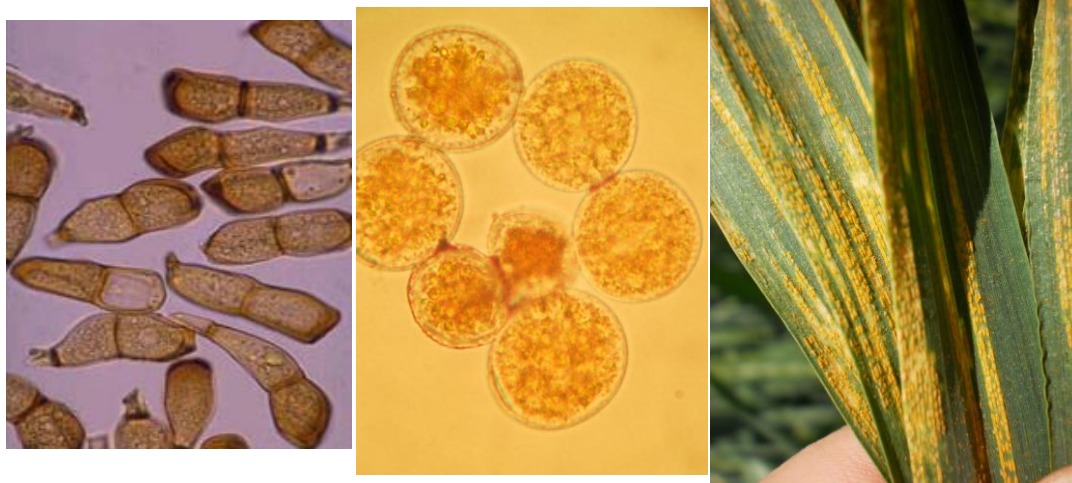
أعراض الإصابة الظاهرية: تظهر أعراض الإصابة على كل من الأوراق والسنابل على هيئة بثرات صغيرة مرتبة طولياً في سلاسل متوازية بلون أصفر برتقالي في أول الموسم ثم يصبح لونها أسود عند تشكل الأبواغ التيليتية عند موت النبات أو في نهاية موسم النمو (صورة 25).

وصف المسبب المرضي: عند عمل كشط للبثرات المتكونة في ورقة مصابة وفحصه مجهرياً تشاهد الأبواغ اليوريدية مفردة وتكون وحيدة الخلية مستديرة عليها أشواك غزيرة، أما الأبواغ التيليتية فتظهر تحت المجهر ثنائية الخلية قممها مسطحة ومضغوطة تحمل على حامل شفاف (صورة 25).

2- مرض الصدا البني أو صدا الورقة *Puccinia triticina*:

أعراض الإصابة الظاهرية: تظهر أعراض الإصابة على الأوراق على هيئة بثرات صغيرة مبعثرة على نصل الورقة بلون بني غامق إلى بني مصفر أو بني في أول الموسم ثم يصبح لونها أسود عند تشكل الأبواغ التيليتية عند موت النبات أو في نهاية موسم النمو (صورة 26).

وصف المسبب المرضي: عند عمل كشط للبثرات المتكونة في ورقة مصابة وفحصه مجهرياً تشاهد الأبواغ اليوريدية مفردة وحيدة الخلية مستديرة ذات حافة شفافة عريضة، أما الأبواغ التيليتية فتظهر تحت المجهر ثنائية الخلية قممها مسطحة مشطوفة تحمل على حامل شفاف (صورة 26).



الأبواغ التيليتية للصدأ المخطط

الأبواغ اليوريدية

الصدأ الأصفر

صورة 25: الصدأ الأصفر أو المخطط على القمح *Puccinia striiformis*



صدأ الورقة



الأبواغ التيليتية

الأبواغ اليوريدية

صورة 26: مرض الصدأ البني أو صدأ الورقة *Puccinia triticulturae* على القمح.

3- مرض الصدأ الأسود (صدأ الساق) على القمح *Puccinia graminis*:

العائل الأساسي هو نبات القمح والعائل الثانوي هو نبات البربري والبعض يسميه بريبريس. أعراض الإصابة: تظهر على كافة الأجزاء الهوائية لنبات القمح وبخاصة الساق والأوراق وأغمارها العصافات بثرات صفراء برتقالية إلى بنية وقد تلتحم مع بعضها عند اشتداد الإصابة بشكل خطوط متطاولة وهي البثرات اليوريدية. وفي نهاية الموسم تتشكل البثرات التيليتية وتكون بلون بني مسود وتتوضع بشكل خطوط متوازية (صورة 27).

وصف المسبب المرضي: عند عمل كشط أو مقطع عرضي في ورقة قمح مصابة وفحصه مجهرياً تشاهد الأبواغ التيليتية مكونة من خليتين ومحاطة بجدار مشترك والحوامل غير ملتصقة شفاقة وقمتها رمحية أو محدبة. أما الأبواغ اليوريدية فتكون وحيدة الخلية بيضوية ذات جدار سميك وشوكي محمولة على حوامل شفاقة سهلة الانفصال (صورة 27).



الصدأ الأسود (صدأ الساق) على القمح



الأبواغ التيليتية



الأبواغ اليوريدية

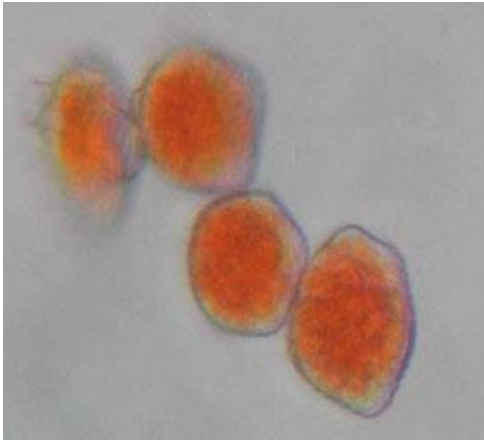
صورة 27: مرض الصدأ الأسود (صدأ الساق) على القمح *Puccinia graminis*

ومن الأنواع الأخرى التابعة لهذا الجنس نذكر:

- النوع *Puccinia allii* المسبب لمرض صدأ الثوم.

ب- جنس *Phragmidium*:

وأهم الأنواع التابعة له مسبب صدأ الورد *Phragmidium mucronatum* وهو وحيد العائل. أعراض الإصابة: تظهر الإصابة غالباً على السطح السفلي للأوراق على هيئة بثرات اليوريديية كروية الشكل صفراء اللون، أما البثرات التيلية التي تتشكل في نهاية الموسم فتكون بلون أسود (صورة 28). وصف المسبب المرضي: عند عمل كشط أو مقطع عرضي في ورقة مصابة وفحصه مجهرياً تشاهد الأبواغ اليوريدينية كروية الشكل صغيرة الحجم عليها أشواك. أما الأبواغ التيليتية فتظهر متعددة الخلايا يتراوح عدد خلاياها ما بين 5-9 متراسة في صف واحد لها نتوء في مقدمتها وجزء مفلطح في نهايتها وذات سطح أملس غالباً عليه انخماصات (صورة 28).



الأبواغ اليوريديية



صدأ الورد على السطح السفلي للورقة



الأبواغ التيليتية

صورة 28: مرض صدأ الورد *Phragmidium mucronatum*

الجلسة العملية السادسة

أمراض النبات البكتيرية

Bacterial Plant Diseases

وصف البكتيريا Bacteria Description:

يتم وصف البكتيريا بهدف التعرف عليها وتفريقها عن الأنواع الأخرى شديدة الشبه بها أو تسميتها وتصنيفها، وهنا يجب مراعاة النقاط التالية عند وصف البكتيريا وهي:

- 1) أن يكون وصف البكتيريا واضحاً ودقيقاً وكاملاً مع ذكر المستنبت الذي تمت زراعتها عليه.
- 2) عدم الاكتفاء بالحد الأدنى من الصفات التي تسمح بالتفريق بين الأنواع شديدة الشبه بها.
- 3) فحص أكبر عدد من السلالات أو العزلات لتحديد مدى التنوع في كل صفة من الصفات المدروسة.
- 4) فحص الصفات المظهرية والمزرعية والاصطباغية والمجهريّة بدءاً من مزارع فتية نامية على مستنبتات مختلفة بعد 24 - 48 ساعة من التحضين عند 25 م وفحصها ثانية بعد 4 أو 5 أيام.
- 5) إتباع طرائق قياسية في الفحص وتوصيف هذه الطرائق بدقة.

تصنيف البكتيريا Bacterial Classification:

تتبع البكتيريا إلى مملكة بدائيات النوى Prokaryotes وتقسّم لعدة أقسام Divisions و صفوف Classes، ويقسم الصف إلى رتب Orders والرتب إلى عائلات Families والعائلة إلى أجناس Genus والجنس إلى أنواع Species. وبعد النوع الوحدة التصنيفية الأساسية للبكتيريا، ويتكون من تحت الأنواع والسلالات التي تبدي فيما بينها مواصفات مشتركة، ولكل نوع سلالة نموذجية واحدة تمثله وتحمل اسمه، وتعتبر المثال الدائم الذي يتم الرجوع إليه عند الحاجة، ويدعى Phenotype ويعد أصغر وحدة تصنيفية للبكتيريا.

تصنف البكتيريا الممرضة للنبات تبعاً لقابليتها للصبغ بصبغة غرام إلى قسمين أساسيين:

أ- القسم الأول: يضم البكتيريا ذات الجدار الخلوي السالب لغرام، ويتبعه ثلاث عائلات هي:

- 1) العائلة Pseudomonaceae ويتبعها الجنسين Xanthomonas و Pseudomonas.
- 2) العائلة Rhizobiaceae ويتبعها الجنس Agrobacterium.
- 3) العائلة Enterobacteriaceae ويتبعها الجنس Erwinia.

ب - القسم الثاني: يضم البكتيريا ذات الجدار الخلوي الموجب لغرام، ويتبعه أربعة أجناس هي:

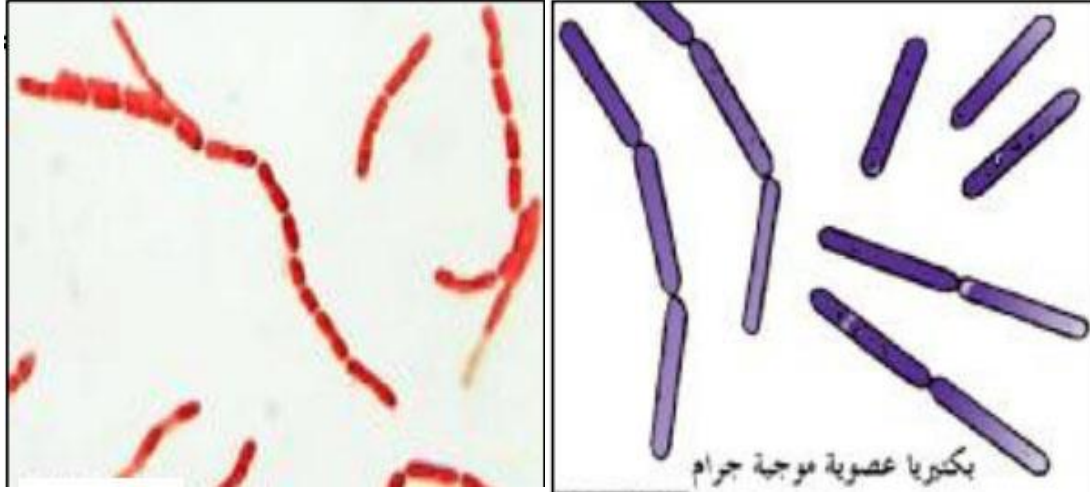
- 1) الجنس Curtobacterium يتبعه النوع *C. flacumfaciens* pv. *flacumfaciens* مسبب الذبول الوعائي على الفاصولياء.

(2) الجنس *Rhodococcus* وتتبعه أنواع تسبب أورام ورقية على النباتات.

(3) الجنس *Arthrobacter*.

(4) الجنس *Clavibacter* يتبعه النوع *C. michiganens p. v. michiganen* مسبب تقرح البندورة

البكتيري، والنوع *C. michiganens p. v. sepedonicum* مسبب عفن البطاطا الحلقي.



البكتيريا السالبة لغرام

البكتيريا الموجبة لغرام

شكل 2: البكتيريا الموجبة والسالبة لغرام.

ومن أهم الأمراض البكتيرية التي تصيب النبات نذكر:

1 - التبقع البكتيري في الدراق:

المسبب: *Xanthomonas campestris f.sp Pruni*، العائلة *Pseudomonaceae*

يعتبر هذا المرض من الأمراض المدمرة على البطاطا والقليلة وبخاصة عند ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة. ويصيب أشجار المشمش والخوخ والدراق.

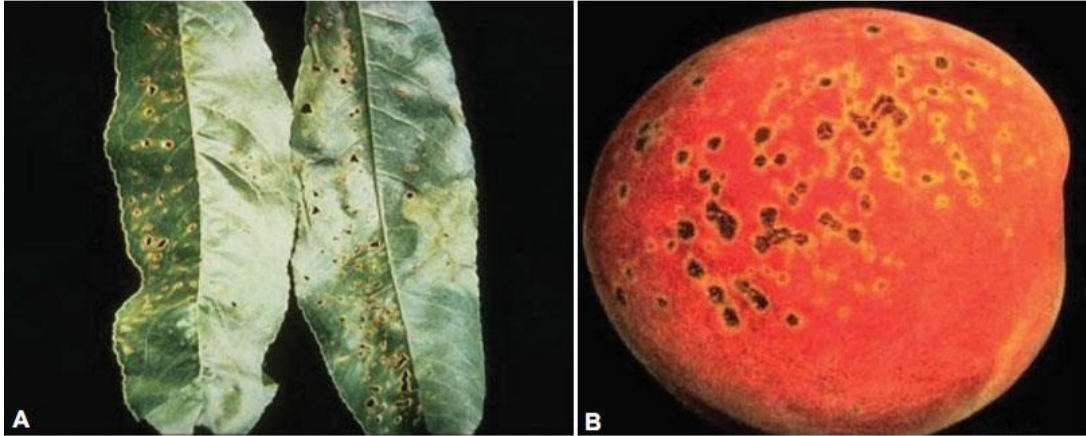
أعراض الإصابة:

تظهر أعراض الإصابة على البراعم والأوراق والثمار، على هيئة بقع ورقية صغيرة بارزة قليلا ذات لون أخضر فاتح أو مبيض وممتلئة بالماء، لا تلبث أن تكبر وتصبح خشنة ومتقصفة.

تتلون الأوراق المصابة بشدة باللون الاصفر وتسقط، وقد تؤدي إلى تجريد الشجرة أو النبات من الأوراق.

وتظهر الأعراض على الثمار على شكل خطوط سوداء محاطة بهالة مائية، تتسع لتصبح على شكل بقع

بنية دائرية صغيرة تميل إلى المظهر الشمعي، وتكون أحيانا محاطة بهالة صفراء (صورة 29).



صورة 29: التبقع البكتيري على الدراق *Xanthomonas campestris* f. sp. *Pruni*

2 - التدرن التاجي المسبب: *Agrobacterium tumefaciens*، العائلة: *Rhizobiaceae*

يصيب هذا المرض حوالي 60 عائلة نباتية تشمل أشجار الفاكهة كالتفاح والكرز والكمثري والزيتون والمشمش ونباتات الزينة.

أعراض الإصابة:

تظهر أعراض الإصابة على هيئة تدرنات في منطقة التاج بالقرب من سطح التربة، ويختلف قطر هذه التدرنات أو الأورام تبعاً للعائل وشدة الإصابة، يتحول لونها لاحقاً إلى الأسود وتكون النباتات المصابة ضعيفة مصفرة ومقزومة لا تلبث أن تموت (صورة 30).



التدرن التاجي

صورة 30: مرض التدرن التاجي *Agrobacterium tumefaciens*

3 - العفن الطري والساق الأسود في البطاطا والبندورة

العائلة: *Enterobacteriaceae*

العامل المسبب: *Erwinia carotovora*

يعتبر من الأمراض الهامة على البطاطا في التربة الثقيلة مرتفعة الرطوبة وتحت ظروف الحرارة الدافئة. أعراض الإصابة: تظهر أعراض الإصابة في مراحل نمو النباتات المختلفة. فتظهر النباتات قاتمة نوعاً ما وقصيرة، وتنمو الأفرع قائمة لأعلى، وقد تصاب أفرع النباتات، وتصبح النباتات صفراء باهتة، ثم تذبل وتموت. ويتحول لون الساق تحت سطح التربة إلى اللون الأسود، ثم يمتد اللون الأسود حتى يصل الدرنة. لذلك سمي هذا المرض بمرض الساق الأسود. وعند إصابة الدرنات يصبح لونها بنيّاً أو رمادياً وتتعفن قبل إنباتها. كما وتظهر الإصابة بوضوح عادة على البادرات بطول 15 - 20 سم وقد تموت تلك البادرات عند الإصابة الشديدة.

صورة 31: العفن الطري على البطاطا *Erwinia carotovora*

4 - ذبول وتقرح البندورة:

العامل المسبب: *Clavibacter michiganense* sub sp. *michiganense*

يعد هذا المرض من الأمراض الهامة التي تصيب محصول البندورة والفليفلة في أماكن زراعتها. أعراض الإصابة: تظهر الأعراض على هيئة بقع على الأوراق والأفرع والسوق والثمار وكذلك ذبول الأفرع والنبات بشكل عام. وقد تظهر تقرحات صغيرة على الأوراق السفلية التي تصبح بيضاء وتتلون حوافها باللون البني وتنتف وتنتهي للأسفل دون أن تسقط عن النبات. وقد ينتشر الذبول تدريجياً من الأوراق للأفرع ليعم كامل النبات. تخرج مفرزات البكتيريا عند الظروف الرطبة وتسيل إلى السطح الخارجي للساق، ومنها للأوراق والثمار وتتحول إلى اللون الرمادي مشابهة بذلك عين العصفور مركزها أسود وحولها منطقة بيضاء.

ويعمل مقطع طولي في الأفرع والسوق المصابة تظهر الأوعية الخشبية ملونة باللون البني مع وجود فجوات في الأوعية الخشبية تمتد إلى الثمار والبذور، وقد تظهر فجوات صغيرة عاتمة اللون في مركز الثمرة (صورة 32).



صورة 32: ذبول وتقرح البندورة *Clavibacter michiganense* sub sp. *michiganense*

5 - مرض سل الزيتون:

المسبب: *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* العائلة *Pseudomonaceae*

يعد هذا المرض من الأمراض الهامة التي تصيب الزيتون في أغلب مناطق زراعته في العالم. أعراض الإصابة: تظهر الأعراض على هيئة أورام أو ثآليل بشكل أساسي على أفرع النبات، ونادراً ما تظهر على الأوراق أو الجذور، وتبدأ صغيرة (وتسمى بالأورام الأولية) ثم تكبر تدريجياً لتصبح بحجم ثمرة الجوز. تحتوي الثآليل على تجايف صغيرة تمتلئ بالإفرازات البكتيرية وقد تنفصل الأورام، وقد تتصل لتشكّل منطقة متورمة كبيرة على طول الفرع المصاب. وغالباً ما تشاهد هذه الظاهرة في السنوات التي يحدث فيها الصقيع الربيعي، أو في المناطق المعرضة لهبوب رياح قوية. تؤدي الإصابة إلى إضعاف شجرة الزيتون وتشويه شكلها وتقلل من إنتاجها وأحياناً جفاف أفرعها وموتها (صورة 33).



صورة 33: سل الزيتون *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*

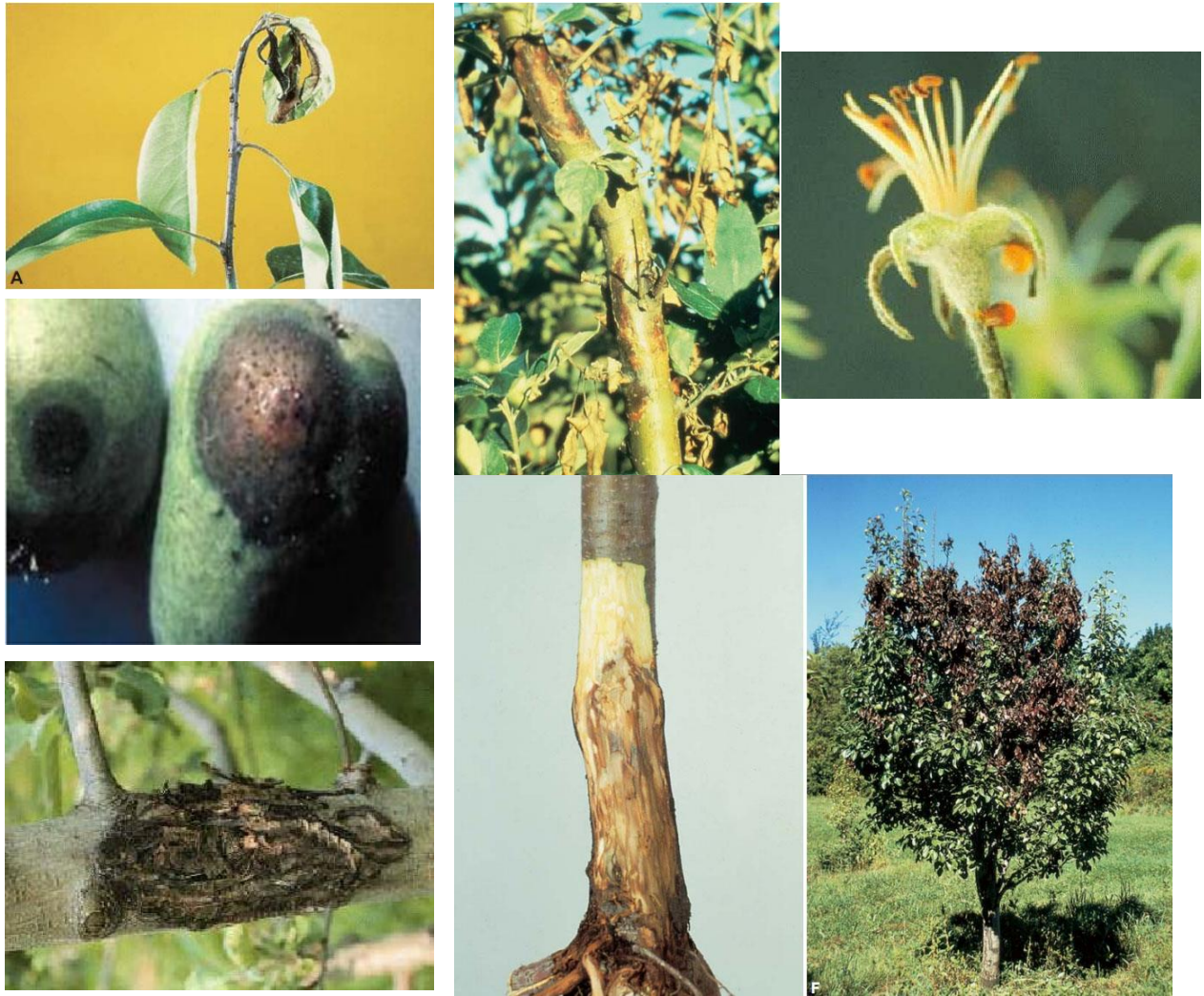
6 - اللفحة النارية على التفاح والأجاص:

العامل المسبب البكتيريا *Erwinia amylovora* العائلة: *Enterobacteriaceae*

يعد هذا المرض من الأمراض الهامة التي تصيب التفاح والأجاص وأحياناً المشمش والخوخ، مسبباً فقداً في المحصول عند إصابة الأزهار، وقد يسبب قلع لأشجار عند امتداد الإصابة إلى الساق الرئيسية. أعراض الإصابة:

تبدأ الإصابة مع بداية الربيع وتساعد الحشرات على زيادة الإصابة. أول الأعراض حدوث لفحة الأزهار وتبدأ عبر الغدد الرحيقية ومياسم الأزهار، حيث تموت الأزهار وتتلون باللون الأسود وتبقى عالقة على الأشجار. تمتد الإصابة إلى الفروع الصغيرة فينكمش القلف ويسود لونه، وتسيل من القلف إفرازات رمادية

اللون تكون كثيفة عند وجود الرطوبة. وعند إزالة القلف يلاحظ تلونه بلون برتقالي مميز، وفي حال عدم معالجة المرض يمتد للأفرع الأكبر ثم للجذع الرئيسة للشجرة مكوناً قروحاً مفتوحة تسبب موتها. وتتكون لفحة على الأوراق المتأخرة عن الإزهار فتصبح الورقة بنية اللون، ثم تمتد الإصابة إلى أعناق الورقة ومنها إلى الأفرع الصغيرة، ثم تموت الأوراق وتجف دون أن تسقط، وعادة ما تجف الأفرع الخضرية وتنتهي معطية مظهر عصا الراعي. كما تصاب الثمار الصغيرة قبل نضجها عبر العديسات أو الجروح، فتظهر الأعراض رمادية مخضرة، ثم تتحول إلى اللون البني أو الأسود. تخرج في ظروف الرطوبة العالية، إفرازات بكتيرية كثيفة من العديسات لا تلبث أن تجف معطية مظهر المحاليق ملتصقة بالثمرة، وقد تلاحظ مثل هذه المحاليق على أفرع الشجرة أيضاً (صورة 34).



صورة 34: مرض اللفحة النارية على الكمثرى *Erwinia amylovora*

الجلسة العملية السابعة
أمراض النبات الفيروسية
Viral Plant Diseases

الفيروس هو مجموعة تعليمات وأوامر على هيئة قطع من الحمض النووي مغلقة ضمن بنية بروتينية تحتوي أحياناً على دهون ومواد أخرى مشكلة الفيروس الكامل أو الفيون (Virion).

- أشكال الفيروسات Viruses Shapes: يمكن تمييز ثلاث أشكال للفيروسات:

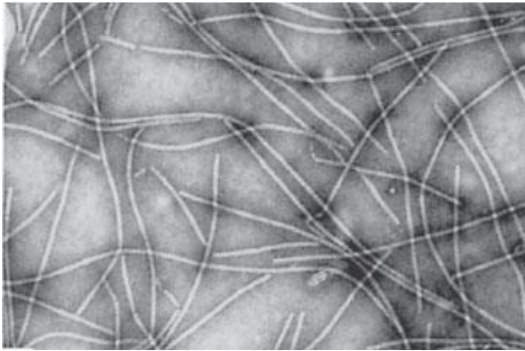
1 - فيروسات ذات تناظر حلزوني تبدو تحت المجهر الإلكتروني بشكلين:

(أ) فيروسات خيطية مرنة كفيروس البطاطا (X و Y).

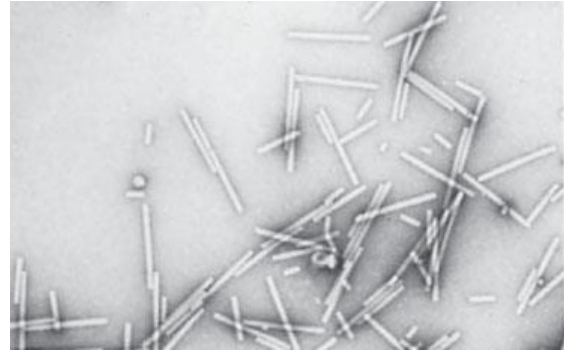
(ب) فيروسات عصوية مستقيمة كفيروس موزايك التبغ (T.M.V).

2- فيروسات كروية الشكل ذات أوجه متعددة متناظرة، كفيروس موزايك الخيار C. M. V.

3 - فيروسات عصوية الشكل عملاقة ذات غلاف دهني وأخرى عصوية صغيرة.



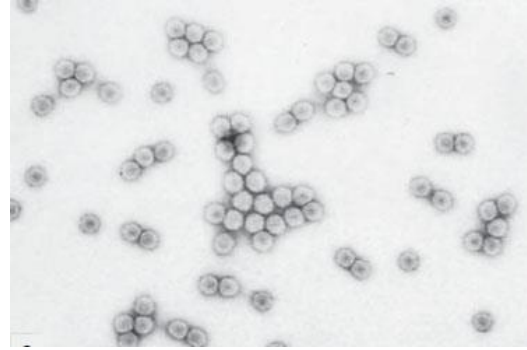
(ب)



(أ)



(د)



(ج)

شكل 3: أشكال الفيروسات

أ، ب: فيروسات خيطية. ج: فيروسات كروية. د: فيروسات عصوية.

ومن أهم الأمراض الفيروسية على النباتات نذكر:

1 - فيروس موزاييك التبغ: Tobacco Mosaic Virus (TMV)

- أعراض الإصابة: تظهر تبقعات على الأوراق المعمرة، وتبرقشات على الأوراق الفتية على شكل مناطق خضراء داكنة مرتفعة عن سطح الورقة تتبادل مع مناطق صفراء اللون، تتوافق مع حدوث بعض التشوهات، وتزداد شدة التبقعات في ظروف الحرارة المرتفعة والإضاءة الشديدة، وفي الشتاء أو في ظروف الحرارة المنخفضة والإضاءة الضعيفة تصبح شدة التبقعات خفيفة. ويزداد تقزم النبات وتشوه الأوراق التي قد تصبح خيطية وتنتج صبغة الأنثوسيانين (صورة 35).



صورة 35: فيروس موزاييك التبغ Tobacco Mosaic Virus

2 - فيروس الموزاييك المخطط على البطاطا: Potato Virus Y العائلة Potyviridae

- أعراض الإصابة:

تتجدد الوريقات وتبرقش ويصغر حجمها ويظهر سطحها مموجاً بشدة، وقد يأخذ شكلاً حبيبياً مجعداً، تتوضع انتفاخات صغيرة على السطح السفلي للوريقات. وقد تظهر تقرحات صغيرة بنية ذات اشكال مختلفة على السطح السفلي للورقة قرب العصب الرئيس وعلى أعناق الأوراق والساق وتسمى عندها الموزاييك المخطط، وغالباً ما تَسْوَدُ الأوراق السفلى وتتدلى إلى الأسفل. تتشوه الدرناات وتصبح صغيرة (صورة 36).



التبرقش والتدرنات على الأوراق



على الأوراق الفتية



التقرحات على الأوراق



على الدرناات

صورة 36: فيروس الموزاييك المخطط على البطاطا Potato virus Y

3- فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة Tomato Yellow Leaf curl Virus

عائلة Geminiviridae

أعراض الإصابة: تتأثر البادرات الصغيرة بشدة وتتقزم وتصبح الأوراق صغيرة والوريقات خشنة الملمس وأسمك من الأوراق السليمة، كما يعتريها شحوب واضح يميل إلى الاصفرار ويتجعد نصل الورقة بين العروق. تعطي النباتات المصابة عدداً قليلاً من الأزهار التي يقل العقد فيها، ويكون حجم الثمار صغيراً.



صورة 37: فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة Tomato Yellow Leaf curl Virus

4 - فيروس موزاييك الخيار Cucumber Mosaic Virus العائلة Bromoviridae

أعراض الإصابة: تظهر الأعراض على هيئة بقع صفراء مخضرة نصف شفافة، محدودة بالعروق الصغيرة للورقة، مع تبرقشات صفراء على كامل الأوراق، ثم تتشوه الأوراق وتتجدد ويتقزم النبات. وتؤدي الإصابة في مراحل النمو المبكرة إلى فشل العقد، وإعطاء ثمار صغيرة مشوهة. كما تظهر تبرقشات خضراء مصفرة على الثمار يتخللها بقع خضراء داكنة ومرتفعة عن باقي سطح الثمرة مسببة تشوهها ويكون عدد الأزهار قليل ولا تظهر عليها أية أعراض. تختفي الأعراض في الأوقات الحارة من النهار عندما تمتد لفترة طويلة (صورة 38).



صورة 38: فيروس موزاييك الخيار Cucumber Mosaic Virus

5 - مرض التجاويف الصمغية والجيوب العمياء: Concave gum, Blind pocket

أعراض الإصابة: تظهر الأعراض على هيئة تجاويف عميقة على الجذع والأفرع الرئيسية وذلك بسبب الاختلاف في نمو الأنسجة الخشبية وتبدوا القشرة فوق تلك التجاويف طبيعية إلا أنها تتقعر بشكل يتناسب مع تقعر الخشب، ويعمل مقطعاً عرضياً في مستوى هذه التجاويف يظهر الصمغ بين القشرة والخشب وبين طبقات الخشب. ويعد البرتقال واليوسفي من الأنواع الحساسة لهذا المرض (صورة 39).



مظهر التجاويف على ساق الشجرة



توضع الصمغ بين القشرة والخشب



صورة 39: مرض التجاويف الصمغية والجيوب العمياء Concave gum, Blind pocket

6 - مرض العناد (الستيبيورن) أو مرض ثمرة البلوط *Stubborn* (*Spiroplasma citri*)

أعراض الإصابة: تظهر الأشجار المصابة متقزمة وأقصر طولاً من السليمة وشاحبة المظهر، تنمو الأفرع للأعلى وتكون سلامياتها قصيرة، وتأخذ أحياناً شكل حرف S، وتبكر في النمو في فصل الربيع. تظهر الأوراق صغيرة الحجم وتأخذ شكل الملاعقة، وتنمو بزواوية حادة ومكتظة على الفرع الحامل لها. وقد تظهر عليها برقشة من اللونين الأصفر والأخضر، ويلاحظ تلون عروق الورقة باللون الأصفر، وأكثر ما تلاحظ مثل هذه الأعراض خلال فصل الخريف (صورة 40).

تأخذ الثمار شكل ثمرة البلوط (متطاولة)، ويعمل مقطع طولي للثمرة تظهر قشرتها سميكة من الناحية العلوية ورقيقة في الأسفل، كما تتلون الثمار بلون أخضر في قسمها العلوي وبلون برتقالي في القسم السفلي، وأحياناً يلاحظ تلون البيدو (قلب الثمرة عدا البذور) باللون الأزرق ويكون طعم الثمرة غير مرغوب (صورة 40).



صورة 40: مرض العناد (الستييورن) أو مرض ثمرة البلوط (Stubborn) (*Spiroplasma citri*)

الجلسة العملية الثامنة

النيماطودا المتطفلة على النبات

Plant Parasitic Nematodes

تعتبر النيماطودا إحدى أهم ساكنات التربة الحيوانية الممرضة للنبات، والتي تقضي كافة أطوار حياتها أو جزء منها في التربة وأطوارها الأخرى على المجموع الجذري أو الخضري. وتتغذى على عوائلها المختلفة مسببة نقصاً ملحوظاً في الإنتاج وسوءاً في النوعية وذلك نتيجة للنمو غير المتوازن ما بين المجموع الخضري والجذري للنبات، أو بسبب الأضرار التي تلحقها بالمجموع الجذري بحيث يظهر النبات ضعيفاً ومتقرماً. ويعتقد بأن هذا الضرر ناتج عن الضرر الميكانيكي لعملية التطفل والتغذية والذي يعكس أعراض إصابة على أجزاء النبات كافة.

أولاً: المواصفات العامة للنيماطودا المتطفلة على النبات

General Characteristics of plant Parasitic Nematodes

تعرف النيماطودا المتطفلة على النبات أو الديدان الثعبانية على أنها ديدان خيطية أسطوانية الشكل تتراوح أطوالها ما بين 0.2 - 12 ملم، ومعظم أنواعها ما بين 0.5 - 5 ملم، وعرضها ما بين 15 - 50 ميكرون، باستثناء بعض أجناس النيماطودا، حيث تنفخ الإناث خلال إحدى مراحل تطورها لتأخذ شكلاً ليمونياً أو كمثرياً أو كروياً، أو كلوياً في حين تحافظ الذكور على شكلها الخيطي. وعلى العموم تعتبر النيماطودا كائنات مائية أو محبة للرطوبة. وتعتبر ثنائية منفصلة الجنس ولا تحتوي جهاز دوري أو جهاز تنفسي. وتتكون دورة حياتها من أربعة أطوار يرقية باستثناء طور البيضة والطور الناضج. وتمتلك رماً يميزها عن أجناس وأنواع النيماطودا غير المتطفلة على النبات.

التركيب الداخلي للنيماطودا المتطفلة على النبات:

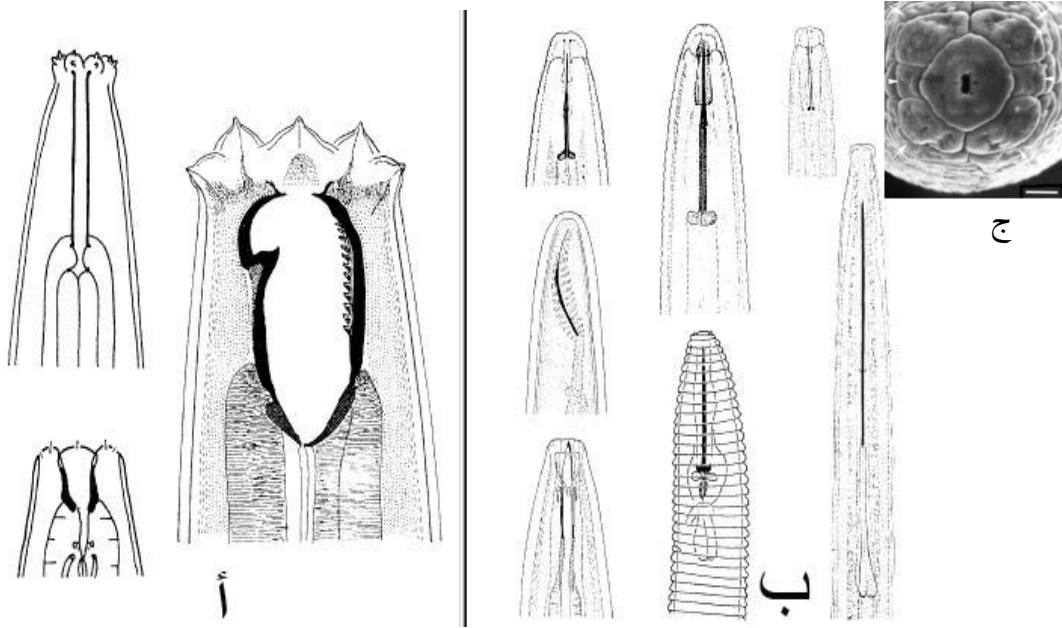
يتكون جسم النيماطودا من أنبوبتين تحيط إحداهما بالأخرى تمثل الخارجية منها جدار جسم النيماطودا والداخلية منها تمثل القناة الهضمية. يتجمع بينهما سائل الجسم الذي يقوم بوظيفتي التنفس والدوران. إضافة إلى الأجهزة المختلفة كالجهاز الهضمي والجهاز التنفسي والجهاز الإطراحي والتناسلي. ويلعب كل من جهازي التناسلي والهضمي دوراً مهماً في تصنيف النيماطودا.

أولاً: الجهاز الهضمي:

يتكون الجهاز الهضمي عند النيماطودا المتطفلة على النبات من انبوية بسيطة تمتد على طول جسم النيماطودا، تبدأ بفتحة الفم وتنتهي بفتحة الشرج عند الإناث، أو بفتحة مشتركة للتناسل وخروج الفضلات عند الذكور، تدعى فتحة المجمع أو المقذرة. ونبين هنا أقسام الجهاز الهضمي وفق التالي:

1 - الفم والتجويف الفموي:

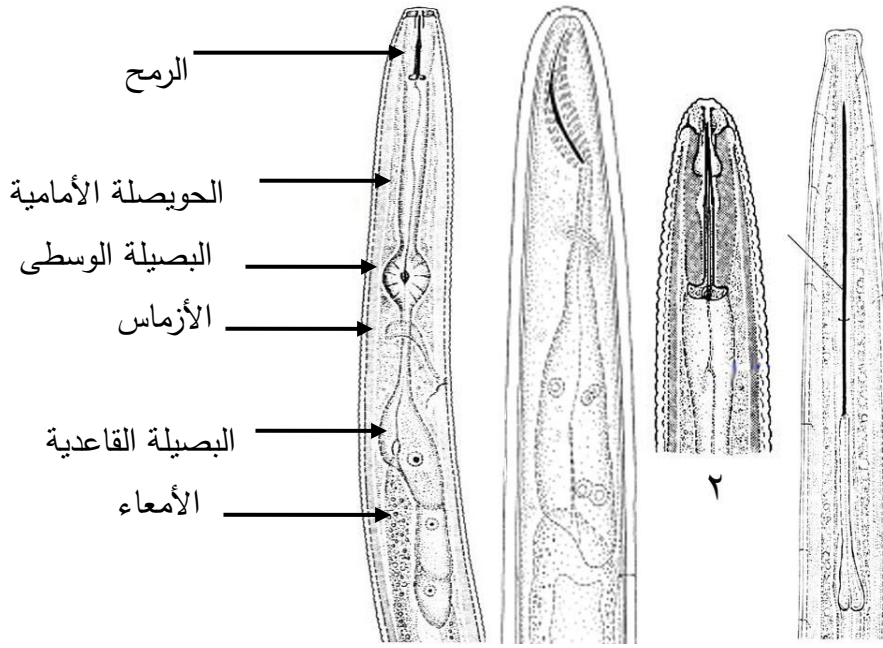
يقع في مقدم الجسم ويحيط به ستة شفاة مشكلة حلقة شفوية حول الفم، يوجد على كل منها زوج من الحليمات الشفوية الحسية. كما تحاط هذه الفتحة بأربعة أشواك رأسية وزوج من التراكيب الحسية مثل الأمفيد. يلي الفم التجويف الفموي، ويختلف شكله وتركيبه الداخلي تبعاً لتغذية النيماتودا، ما بين المتغذية على البكتيريا أو المفترسة. ويتحور هذا التجويف عند النيماتودا المتطفلة على النبات إلى تركيب كيتيني قاس يدعى الـ Stylet تستطيع من خلاله طعن واختراق أنسجة النبات وامتصاص عصاراته ويختلف شكل هذا الـ Stylet وطوله وحجمه ودرجة تطور وشكل عقده القاعدية تبعاً لنوع النيماتودا (شكل 4).



شكل 4: الفم والتجويف الفموي عند النيماتودا الحرة والمتطفلة على النبات.
(أ) عند النيماتودا آكلة البكتيريا والمفترسة. (ب) عند النيماتودا المتطفلة على النبات (أشكال الـ Stylet). (ج) الشفاة.

2 - المريء:

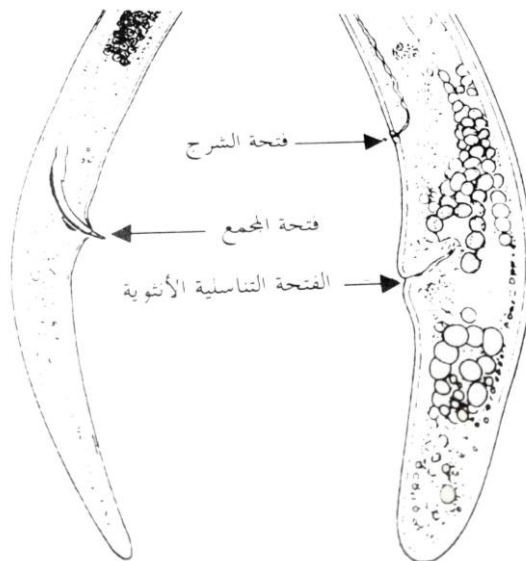
المريء أنبوب عضلي غدي يلي التجويف الفموي وهو ذو مقطع عرضي شعاعي، يحتوي على عضلات شعاعية يساعد انقباضها في توسيع تجويفه ودفع مفرزات الغدد المرئية للأمام وحققها عبر الـ Stylet في أنسجة النبات، وضخ الغذاء أو عصارة النبات باتجاه الأمعاء، وعند انبساطها يغلق تجويف المريء. يختلف شكل المريء وتركيبه الداخلي تبعاً لنوع النيماتودا، فهو صفة تصنيفية مهمة جداً عند النيماتودا. ويتكون عند معظم النيماتودا النباتية من أربعة أقسام وهي: الحويصلة الأمامية والبصيلة الوسطى والأزماس والبصيلة القاعدية. وقد تندمج الحويصلة الأمامية مع البصيلة الوسطى عند بعض الأنواع فيظهر المريء مكون من ثلاثة أقسام. وتعتبر البصيلة القاعدية منطقة غدية تحتوي على ثلاث غدد تفرز المواد الأنزيمية والعصارات الهاضمة (شكل 5).



شكل 5: أشكال وأقسام المريء عند الـنيماتودا النباتية.

3 - الأمعاء:

أنبوبة مستطيلة بسيطة التركيب تتكون من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية، يحتوي سطحها الداخلي على بروتات سيتوبلازمية دقيقة تشبه الأهداب تفيد في زيادة سطح امتصاص الغذاء. وتنتهي الأمعاء بأنبوبة مسطحة ومبطنة بالكيوتيكل تدعى المستقيم Rectum وينتهي المستقيم بفتحة الشرج Anus عند الإناث وبالمجمع أو المقذرة Cloaca عند الذكور (شكل 6).



شكل 6: الأمعاء وموقع فتحة الشرج والفتحة التناسلية عند الإناث والمقذرة عند ذكور الـنيماتودا.

ثانياً: الجهاز التناسلي:

معظم أنواع النيماتودا منفصلة الجنس، إلا أن بعض أنواعها خنثى *Hermaphrodites*. وتتميز الذكور عن الإناث في مرحلة النضج حسب شكلها الخارجي. ومن أهم الاختلافات المميزة بين الذكور والإناث وجود كيس السفاد (*Bursa*)، وشوكتا السفاد (*Spicules*) في الذكور، ووضوح الفتحة التناسلية الأنثوية *Vulva*. ويتكون الجهاز التناسلي عند كل من الذكور والإناث من غدة تناسلية واحدة أو غدتين *Gonads* تختلفان بالشكل والحجم واتجاه امتدادهما باختلاف نوع النيماتودا.

(أ) الجهاز التناسلي الأنثوي:

يتكون الجهاز التناسلي الأنثوي من غدة واحدة أو غدتين تناسليتين، قناة البيض *Oviduct*، الرحم *Uterus*، المهبل *Vagina*، والفتحة التناسلية الأنثوية *Vulva*. ويعكس وجود وعدد الغدد التناسلية داخل جسم النيماتودا مكان توضع الفتحة التناسلية الأنثوية في وسط الجسم أو في الثلث الأخير من مؤخر الجسم. وعلى العموم نميز الأنماط التالية (شكل 7):

- الإناث وحيدة الغدة التناسلية *Monodelphic*

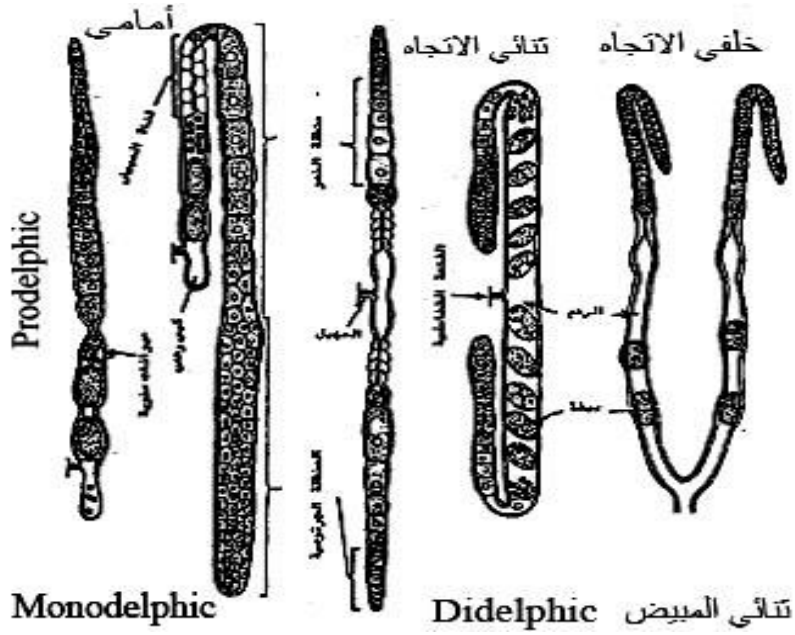
تقع الفتحة التناسلية في هذه الحالة في الثلث الأخير من الجسم ويمتد المبيض للأمام باتجاه مقدم الجسم وتسمى *Prodelphic* كما في إناث نيماتودا الساق والأبصال *Ditylenchus spp.* والنيماتودا الدبوسية *Paratylenchus spp.*

- الإناث ثنائية الغدة التناسلية *Didelphic*: ونميز فيها كلاً من:

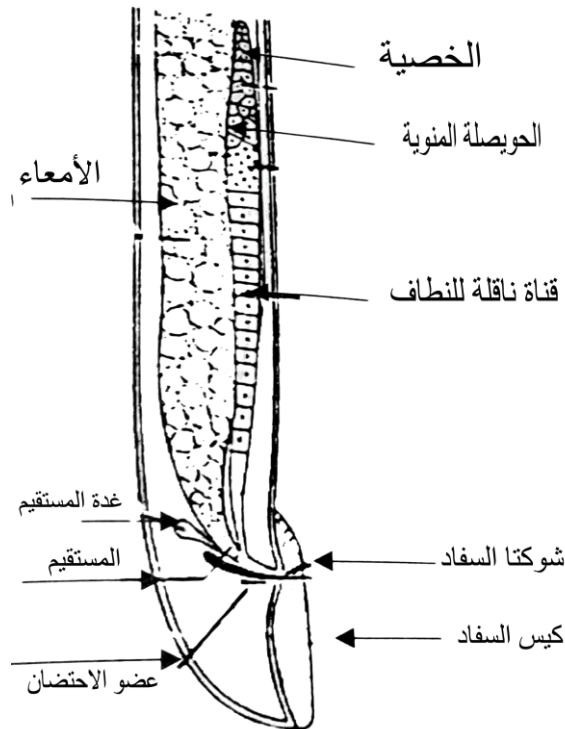
- (1) الغدتان متعاكستان في الموقع وتسمى *Amphidelphic* وفيها تكون إحدى الغدتين أمامية في مقدم الجسم والثانية خلفية وبالتالي تقع الفتحة التناسلية في منتصف الجسم تقريباً كما في أفراد نيماتودا التقزم *Tylenchorhynchus spp.* والنيماتودا الحفارة *Radopholus spp.*
- (2) الغدتان التناسليتان متجهتان إلى الأمام *Prodelphic* وبالتالي تقع الفتحة التناسلية في مؤخرة الجسم كما في أنواع نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp.* وأنواع النيماتودا الحوصلية *Heterodera spp.*

(ب) الجهاز التناسلي الذكري:

يتكون الجهاز التناسلي الذكري عند النيماتودا من خصية واحدة أو خصيتين، وينتهي بقناة قاذفة تفتح في المجمع. ويلحق بالجهاز التناسلي الذكري بعض التراكيب الخاصة مثل: كيس السفاد *Bursa* وشوكتا السفاد *Spicules* وعضو الاحتضان *Gubernaculum* ويختلف شكل هذه الأعضاء وحجمها تبعاً لنوع النيماتودا (شكل 8).



شكل 7: الأنماط المختلفة للجهاز التناسلي الأنثوي عند النيماتودا.



شكل 8: الأجزاء الرئيسية للجهاز التناسلي الذكري عند النيماتودا.

ثانياً: دراسة الـنيماتودا المتطفلة على النبات **Plant Parasitic Nematodes Studying**

أولاً يجب الحصول على عينات الـنيماتودا من الحقول المصابة ومن ثم استخلاصها وتحضيرها للدراسة. ومن المعروف أن الـنيماتودا المتطفلة على النبات تنتشر في التربة (منطقة انتشار الجذور) أو في جذور النباتات، وتوجد بعض أنواعها في الأجزاء الهوائية من النبات كالسوق والأوراق والبذور. لذلك لا بد من الإلمام بطرائق تطفلها على عوائلها، وبناءً عليه طرائق جمعها والأجزاء المدروسة منها وأساليب استخلاصها.

طرائق استخلاص الـنيماتودا من العينات المدروسة

تختلف طرائق استخلاص الـنيماتودا من العينات المدروسة تبعاً لطبيعة معيشتها وتغذيتها ويمكن تبيان الطرائق التالية لعزل واستخلاص الـنيماتودا:

1 - استخلاص الـنيماتودا من التربة:

تتوقف الطريقة التي تتبع لاستخلاص الـنيماتودا من التربة تبعاً لنوع وحجم العينة الترابية ونوع وطور الـنيماتودا، والغاية من هذا الاستخلاص. وعلى العموم تقسم العينة الترابية إلى قسمين يستخدم القسم الأول لعزل الـنيماتودا الخيطية، ويستخدم القسم الثاني لعزل الـنيماتودا الحوصلية، وفق التالي:

أ) عزل الـنيماتودا الخيطية من التربة:

1 - طريقة الفحص المباشرة:

توضع العينة الترابية في هذه لطريقة في طبق بتري قطر 10 سم مع القليل من الماء، وتفحص تحت المكبرة (الستريوسكوب). ثم تلتقط الـنيماتودا بإبرة دقيقة أو ريشة رسم ناعمة وتنتقل إلى زجاجة ساعة فيها القليل من الماء المقطر إذا كانت الغاية من الفحص الحصول على نماذج حية أو القليل من محلول التثبيت لعمل المحضرات المجهرية.

2 - طريقة أقماع بيرمن **Baermann Funnel**: يستخدم قمع زجاجي بقطر 10 سم، يوضع عليه

مصفاة أو شبك معدني (منخل ناعم) ذو فتحات كبيرة في مصفاة بقطر 8 سم، ليتم تثبيتها ضمن القمع. يثبت في القسم السفلي من القمع أنبوب مطاطي بقطر فتحة القمع السفلية وبطول يتراوح ما بين 6 - 8 سم، ويلف الأنبوب ويثبت بمشبك معدني. يملأ القمع بالماء ويفضل أن يكون فاتراً بحدود 40 م. والغاية من الماء الفاتر زيادة حركة الـنيماتودا. يثبت القمع على حامل معدني أو خشبي ليحفظه بوضع عمودي.

توضع العينة الترابية المراد استخلاص الـنيماتودا منها في قطعة شاش قماشي أو منديل ورقي خفيف بمعدل 50 - 100 غ وتوضع فوق المصفاة وتوضع المصفاة فوق القمع الزجاجي بحيث تكون المصفاة فوق مستوى الماء على أن يبقى الماء في تماس مع العينة أو تغمس قاعدة المصفاة في الماء بعمق حوالي 0.5 - 1 سم. يترك هذا الجهاز مدة 24 ساعة فتخرج الـنيماتودا إلى أنبوب القمع ومنه إلى الأنبوب المطاطي. ترفع المصفاة بعد الزمن المحدد وتستقبل مياه الأنبوب في طبق بتري أو زجاجة ساعة وتفحص تحت المكبرة أو المجهر. ويمكن تعديل هذه الطريقة لاستخلاص الـنيماتودا من كميات كبيرة من

التربة لاستخدامها كمادة عدوى في التجارب العلمية (صورة 41). كما تفيد هذه الطريقة في فصل النيماتودا الحية عن الميتة.



طريقة بيرمن المعدلة

قمع بيرمن

صورة 41: استخلاص النيماتودا المتجولة بطريقة قمع بيرمن وبيرمن المعدلة.

3 - طريقة التصفية والترسيب عبر المناخل:

تعتبر هذه الطريقة من أبسط طرائق عزل النيماتودا الخيطية وأقدمها، وتعتمد على مبدأ طفو النيماتودا في المعلق المائي للتربة، ويستخدم فيها عدة مناخل أقطار فتحاتها 250، 850، 45 و 25 ميكرون لحجز النيماتودا وفصلها عن أجزاء التربة المدروسة. تعمل مصفاة المنخل الأول على حجز الحصى والأجزاء النباتية والمنخل الثاني على فصل النيماتودا الحوصلية والمنخل الثالث على فصل النيماتودا الخيطية التي تمثل معظم أنواع النيماتودا والمنخل الرابع على فصل أنواع النيماتودا صغيرة الحجم.

- طريقة العمل (صورة 42):

- 1 - توضع كمية من العينة الترابية معدل 500 - 1000 غ في وعاء معدني أو بلاستيكي مناسب في كمية كافية من الماء ويحرك المزيج (حوالي 2 لتر ماء).
- 2 - تحرك التربة بشدة بواسطة أداة خاصة أو باليد لتفتيت الكدر والسماذ للنيماتودا بالسباحة في المعلق المائي.
- 3 - يترك المزيج بعد التحريك مدة 20 - 30 ثانية للمساعدة على ترسب جزيئات التربة في قاع الوعاء وبقاء النيماتودا طافية.
- 4 - ينقل المعلق إلى وعاء آخر عبر منخل قطر فتحاته 850 ميكرون الذي يحجز بقايا النبات والأجسام الطافية وتغسل محتويات المنخل ويتم التخلص من المواد المتبقية على سطحه.
- 5 - يمكن إضافة كمية من الماء إلى الوعاء الأول وإعادة التصفية مرة أخرى، ويمكن تكرار العملية 2 - 3 مرات.
- 6 - يتم التخلص من التربة في الوعاء الأول وينظف.

- 7 - يحرك محتوى الوعاء الثاني بأداة خاصة كملعقة الطعام وترك مدة 20 - 30 ثانية لتترسب جزيئات التربة الصغيرة في القاع.
- 8 - ينقل محتوى الوعاء إلى الوعاء الأول عبر المناخل ذات أقطار فتحات 20 أو 45 ميكرون لاحتجاز النيما تودا.
- 9 - يتم جمع النيما تودا على المنخل وتنتقل إلى كأس بيشر بتيار خفيف من الماء.
- 10 - يعاد الماء الناتج بعد التصفية إلى الوعاء الأول ويحرك بشدة وتكرر عملية صب المعلق فوق المنخل السابق 2 - 3 مرات وتجمع النيما تودا في كأس بيشر حيث يتم عدها وتشخيصها باستخدام شرائح مؤقتة تحت المجهر.
- يتم في المرحلة الأول من صب المعلق المائي حجز 50% من النيما تودا وفي المرة الثانية 25% و 12.5% وبكفاءة إجمالية لكامل عملية العزل تعادل 87.5%.
- تستخدم المناخل حسب أقطارها وفق التالي:
- 1 - منخل قطر فتحاته 850 - 1000 ميكرون (0.85 - 1 مم) يحجز حبيبات الرمل والجذور والمواد العضوية.
 - 2 - منخل فتحاته 250 ميكرون يحتجز النيما تودا الحوصلية.
 - 3 - منخل قطر فتحاته 90 ميكرون يحتجز الأطوار الناضجة من النيما تودا ذات الأطوال الأكبر من 0.8 مم.
 - 4 - منخل قطر فتحاته 20 - 45 ميكرون يحتجز النيما تودا الخيطية بمختلف أحجامها.



صورة 42: خطوات طريقة التصفية والترسيب عبر المناخل.

4 - طريقة الطرد المركزي:

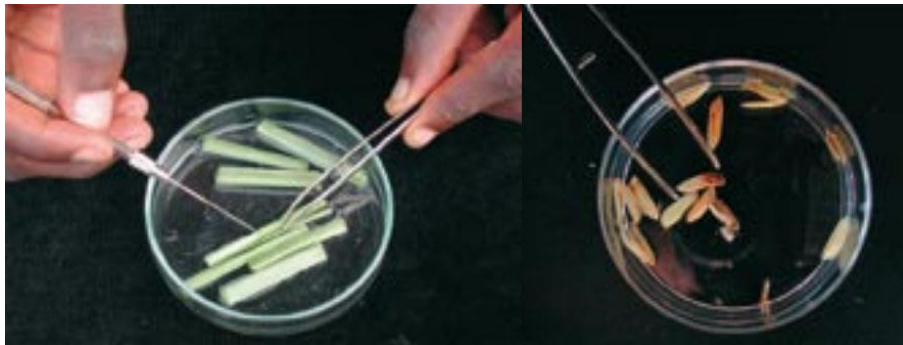
يستخدم هذا الجهاز لعزل نيماتودا تعقد الجذور والنيماتودا الحوصلية من التربة الجافة، ويجب التعامل معها بسرعة لأنها تسبب تلف النيماتودا نظراً لارتفاع الضغط الأسموزي بتأثير المحلول السكري، ولذلك لا يمكن استخدام هذه النيماتودا كمادة للعدوى. وتعتمد هذه الطريقة على مبدأ الطرد المركزي حيث تترسب المواد الثقيلة (التربة) بقاع الأنبوب وتطفو الأجسام الخفيفة مع سرعة دوران 5000 دورة/دقيقة، ولمدة 3 دقائق.

طريقة العمل:

- 1 - يتم عمل معلق للتربة بمعدل 100 غ تربة + 600 مل ماء في كأس بيشر سعة 1000 مل.
- 2 - يتم تصفية المعلق عبر منخل للتخلص من الحصى والمواد الكبيرة.
- 3 - يوزع المعلق على أنابيب الطرز المركزي بشكل متجانس.
- 4 - يشغل الجهاز لمدة 3 دقائق بسرعة 5000 دورة/د.
- 5 - يتم التخلص من الرائق ونقوم بمسح جدران الأنبوب (الوزن واحد في كافة الأنابيب).
- 6 - يضاف محلول سكري للراسب تركيزه 490 غ سكر/100 مل ماء للنيماتودا الخيطية و 610 غ سكر/100 مل ماء للنيماتودا الحوصلية. **وظيفة المحلول السكري هي زيادة تركيز المعلق وبالتالي سرعة طفو النيماتودا.**
- 7 - بعد عمل مزيج المحلول السكري والراسب يوزع المعلق على الأنابيب ويشغل الجهاز. بعد توقف الجهاز يصب الرائق على منخل قطر فتحاته 45 ميكرون وتغسل النيماتودا إلى كأس زجاجي ويتم فحصها وتشخيصها.

2- استخلاص النيماتودا من الأجزاء النباتية:

(أ) **طريقة الفحص المباشر:** تعتبر طريقة سهلة وسريعة وتفيد في معرفة فيما إذا كان النسيج النباتي مصاباً بالنيماتودا أم لا، وليس في تقدير شدة الإصابة. وتتلخص هذه الطريقة بوضع قطعة صغيرة من النسيج النباتي مع قليل من الماء فوق شريحة زجاجية ثم تمزيق النسيج النباتي بواسطة إبرة تشريح أو زرع ومن ثم فحصه تحت المجهر (صورة 43).



صورة 43: طريقة الفحص المباشر للأنسجة النباتية.

ب) طريقة الهرس الميكانيكي أو طريقة الخلط:

تستخدم هذه الطريقة لعزل الأطوار البرقية والناضجة لمعظم أنواع النيماتودا داخلية التطفل المستقرة مثل النيماتودا الحوصلية ونيماتودا تعقد الجذور، كما يمكن استخدام هذه الطريقة في عزل النيماتودا من البراعم المصابة.

طريقة العمل:

- 1 - تؤخذ كمية 5 - 10 غ جذور مغسولة جيداً وتقطع إلى قطع صغيرة بطول ما بين 1 - 2 سم.
- 2 - توضع القطع في خلط كهربائي وتضاف كمية مناسبة من الماء ويشغل الخلط لمدة 20 - 40 ثانية، تبعاً لنوعية الخلط والجذور النباتية وبذلك يتم تحطيم الأنسجة النباتية وتحرير النيماتودا منها.
- 3 - يمرر المعلق بعد انقضاء المدة فوق مناخل مرتبة فوق بعضها البعض أقطار فتحاتها 1 ملم - 250 ميكرون - 45 ميكرون و 25 ميكرون.
- 4 - تغسل بقايا المواد المتبقية في الخلط والمناخل كل على حدة وتنقل محتوياتها بواسطة تيار خفيف من الماء إلى كؤوس زجاجية وترقم حسب المناخل المستخدمة.
- 5 - يتم احتجاز النيماتودا بأطوارها المختلفة وتفحص تحت المجهر، حيث تعد وتحدد أنواعها. تساعد عملية تلوين الجذور في سهولة التعرف على الأطوار المختلفة وعدها.

طريقة الصبغ وتلوين الجذور:

يستخدم العديد من المواد الكيميائية بغرض صبغ النيماتودا في الأنسجة النباتية وأكثرها استخداماً الملون المكون من:

- حمض اللاكتيك + حمض اللبن 1750 مل + غليسيرين 126 مل + ماء مقطر 124 مل.
- يضاف الملون بمعدل 10 مل من الفوكسين الحامضي تركيز 1% (1 غ / 99 مل ماء) ويحضر الملون من تسعة أجزاء من محلول حمض اللاكتيك وجزء واحد من حمض الفوكسين تركيز 1%. وفي هذا الملون تتلون النيماتودا باللون الأحمر وتبقى الأنسجة النباتية غير ملونة (صورة 44).

طريقة العمل:

- 1 - يتم غسل الجذور بشكل جيد للتخلص من الأتربة العالقة عليها.
- 2 - يتم تثبيت الجذور بأحد المثبتات المعروفة (فورمالين - FA - TAF).
- 3 - تلون الجذور بوضع كمية من الجذور في جفنة بورسلان ويضاف إليها الملون وتسخن حتى الغليان على نار لمدة 1 - 2 دقيقة. وتختلف هذه المدة باختلاف كمية وحجم الجذور ونوع النيماتودا.



صورة 44: تلوين النيماتودا ضمن الأنسجة النباتية.

(ج) طريقة التحضين:

تستخدم هذه الطريقة في استخلاص النيماتودا المتجولة داخلية التطفل على الجذور مثل نيماتودا تقرح الجذور *Pratylenchus spp.* والنيماتودا الحفارة *Rodopholus spp.* بكافة أطوارها والطور الرابع (طور السكون) لنيماتودا الساق والأبصال وذكور النيماتودا داخلية التطفل المستقرة.

طريقة العمل:

- 1 - تؤخذ كمية من الجذور وتغسل جيداً ويرفق للتخلص من الأتربة العالقة عليها.
- 2 - توزن الجذور النباتية وتؤخذ منها كمية مناسبة وتوضع ضمن مرطبان أو حوجلة أو طبق بتري.
- 3 - ترطب الجذور بشكل جيد دون أن تغمر بالماء قبل إغلاق الوعاء، ويفضل شق الجذور الغليظة بشكل طولي لمساعدة النيماتودا على الخروج من الجذر.
- 4 - تحفظ العينات على درجة حرارة من 20 - 25 م ولمدة 3 - 4 أيام.
- 5 - يكمل المرطبان بالماء ويصب فوق منخلين الأول 850 ميكرون والثاني 45 ميكرون وتغسل الجذور بلطف فوق المنخل.
- 6 - يمكن إضافة 1 - 3 % من H_2O_2 لتحسين عملية التهوية ضمن المرطبان وزيادة كفاءة استخلاص النيماتودا.
- 7 - تنتقل محتويات المنخل الثاني 45 ميكرون بتيار خفيف من الماء إلى كأس بيشر وتفحص تحت المكبرة أو المجهر باستخدام شرائح العد.

الجلسة العملية التاسعة

الأمراض المتسببة عن الديدان

Diseases caused by Nematodes

تعتبر الديدان من الممرضات الهامة على المحاصيل الحقلية والأشجار المثمرة، حيث تسبب خسائر كبيرة في الإنتاج ناهيك عن دورها الكبير في كسر مقاومة النبات وقيامها بنقل بعض الممرضات الهامة كالأمراض الفطرية والفيروسية مسببة معقدات مرضية خطيرة قد تصل إلى حد دمار المحصول والقضاء عليه نهائياً. ومن أهم الأمراض المتسببة عن الديدان نذكر:

1- ديدان ثآليل القمح *Anguina tritici*، فصيلة Tylenchidae، ورتبة Tylenchida

أعراض الإصابة:

تتمثل الأعراض بتضخم الجزء القاعدي من الساق، يتبعه زيادة في سماكة بعض أوراق البادرة، وتبقى البادرات المصابة مفترشة مقارنة مع السليمة، إلا أنها تتحول إلى قائمة تدريجياً مع تقدمها بالعمر، وتظهر الأوراق ملتفة ثم مجددة ومتكرمشة. كما تفشل قمة بعض الأوراق بالخروج من أعمادها، ثم يعتدل بعضها بشكل تدريجي. كما تجد بعض النباتات صعوبة في طرد سنابلها حيث تبقى منثنية ولا تستطيع التحرر من الورقة العلمية. وتتكون عقد بذرية (ثآليل) عوضاً الحبوب الطبيعية في السنبل، وغالباً ما تكون أصغر حجماً وأقصر طولاً من الحبوب السليمة، وذات لون يتباين ما بين البرتقالي الفاتح إلى البني الغامق أو الأسود القاتم. تتشابه الثآليل للوهلة الأولى مع كتل التفحم العادي في القمح، إلا أن حجم الأخيرة أكبر قليلاً وسهلة التفتت، حيث يخرج منها هباب فحمي (الأبواغ التيليتية) وذات رائحة كريهة بينما يكون الثؤلول قاسياً ولا يتفتت بسهولة إلا بعد نقعها بالماء فترة من الزمن (صورة 45، أ). كما تخفض نوعية الدقيق من حيث اللون والقوام والنكهة، وعدم قبول المستهلك لهذا المنتج.

وصف المسبب المرضي:

اليرقات صغيرة الحجم، تظهر تحت المجهر الضوئي بشكل خيوط شفافة قصيرة ومزودة برمح مدبب قصير جداً. وتظهر الأنثى الناضجة ممتلئة وملتفة بطنياً، وتحتوي على عدد كبير من البيض الذي يظهر في البداية على شكل سلسلة متصلة مع بعضها البعض، لا تلبث أن تتبعثر داخل مبيض الزهرة. تكون البيضة في بداية وضعها شفافة، ذات محتوى هلامي لا يلبث أن يتطور مع الوقت ليعطي شكل اليرقة النموذجي. يتم الانسلاخ اليرقي الأول ضمن البيضة التي تفسس عن يرقة في الطور الثاني. وتظهر الذكور خيطية، أسطوانية الشكل، تحتوي على شوكتي سفاد وعضو احتضان عريض، ويظهر الذيل في جميع الأطوار تحت المجهر الضوئي مدور مستدق النهاية (صورة 45، ب).



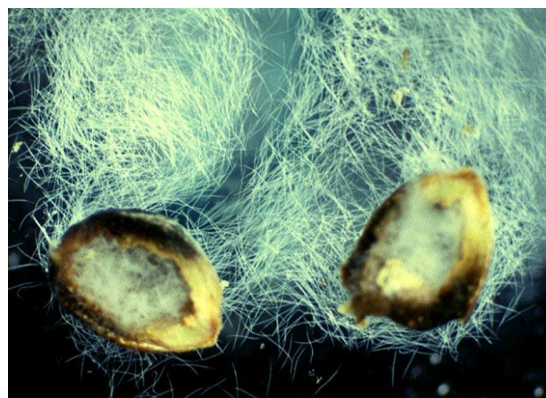
أعراض الإصابة على المجموع الخضري



تكوين ثآليل النيماتودا في السنابل



أنثى النيماتودا



محتوى الثؤلول بعد نقعه بالماء

صورة 45: نيماتودا ثآليل القمح *Anguina tritici* وأعراض الإصابة على القمح.

2- نيماتودا الحوصلات *Heterodera ciceri*، فصيلة *Heteroderidae*، ورتبة *Tylenchida*

أعراض الإصابة:

تظهر أعراض الإصابة بهذه النيماتودا في الحقل على شكل بقع متفرقة تضم نباتات صفراء متقرمة، عليها علائم الشيوخوخة المبكرة، وزيادة في تشعب الجذور، وعليها أعداد مختلفة من الحوصلات يخرج قسم من جسمها من الجذور بعد تمزيق قشرته الخارجية. وهي بلون أبيض في مرحلة الإزهار تصبح حمراء في مرحلة النضج، وتختلف كثافتها تبعاً لشدة الإصابة وموعد الزراعة وحساسة الصنف المزروع. وعلى القمح، تبدو أوراقه شاحبة خضراء اللون مصفرة ذات نصل نحيف وضيق. والجذور مفترشة ومنتسعة، تظهر قمم بعض شعيراتها الجذرية منتفخة عند مواقع اتصال الحوصلات بها، وغالباً ما تكون مثل هذه النباتات سهلة الانتزاع من التربة.

وصف المسبب المرضي:

تبدو حوصلات هذه النيماتودا ليمونية الشكل، ذات عنق منقاري يختلف شكله وحجمه تبعاً لنوع النيماتودا، بنهاية مدورة إلى مدورة مدببة الشكل. أما يرقات (يافاعات) الطور الثاني فهي أسطوانية الشكل دودية، ذات ذيل مدبب النهاية، وتمتلك رمحاً قوياً. وتظهر الذكور البالغة أسطوانية الشكل دودية طويلة تأخذ شكل حرف C عند موتها، وهي ذات رمح غليظ قوي، وذيل مدور الشكل يحمل شوكتي سفاذ واضحتي التكوين.



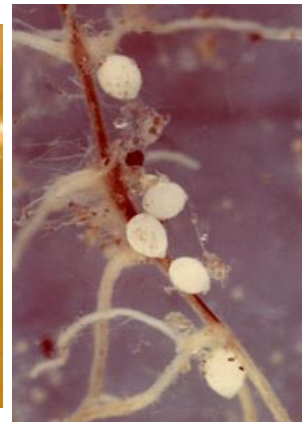
أعراض الإصابة على النبات



يرقة بالمر الثاني



حوصلات ناضجة



الحوصلات الفتية غير الناضجة

صورة 46: نيماتودا الحوصلات *Heterodera ciceri* وأعراض الإصابة على نبات العدس.

3- نيماتودا تعقد الجذور: *Meloidogyne spp.*

توجد ثلاث أنواع رئيسة تحدث تعقد للجذور على المحاصيل وهي:

M. arenaria و *M. javanica* و *Meloidogyne incognita*

ورتبة Tylenchida

فصيلة Meloidogynidae

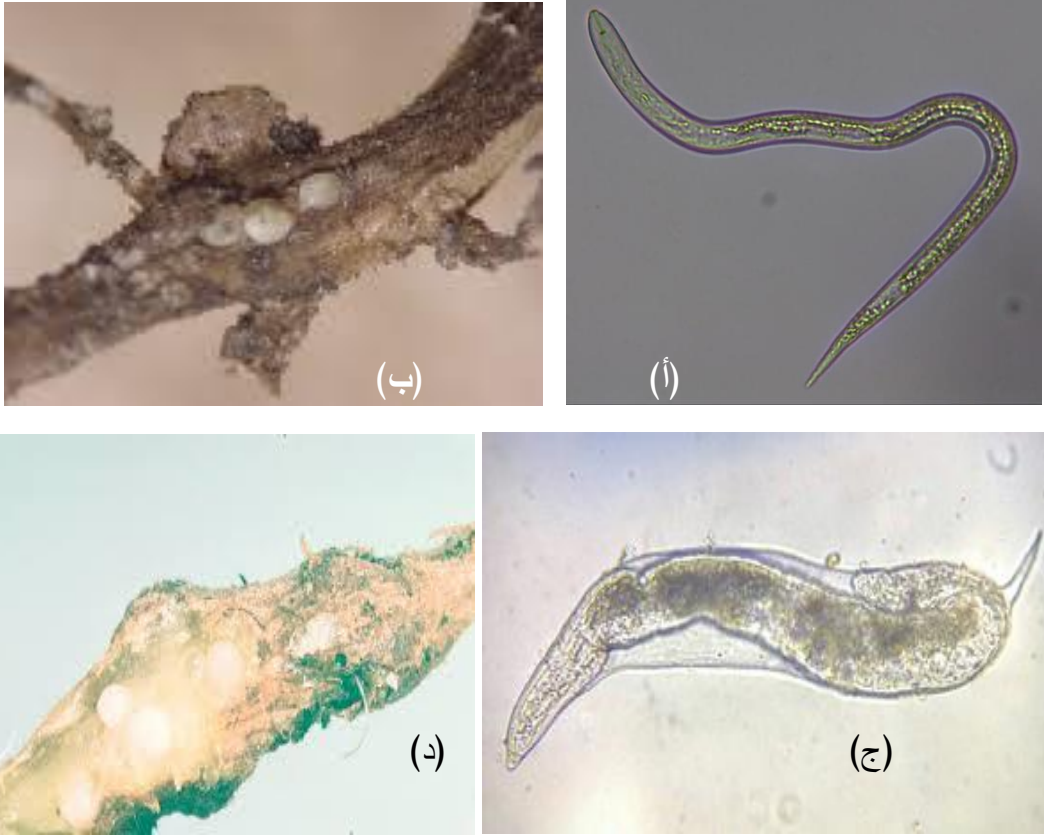
أعراض الإصابة: يعتبر وجود العقد الجذرية على جذور النباتات المصابة من أهم الأعراض المميزة لهذا المرض، تحرض تكوينها اليرقات المستقرة في الأنسجة النباتية. ويتعلق حجم وشكل هذه العقد بنوع النيماتودا، والعائل، وطور النمو، والكثافة الابتدائية للنيماتودا وغيرها. يتراوح حجم العقد من أجزاء المليمتر وحتى عدة سنتيمترات. تفضل معظم أنواع هذه النيماتودا الجذور الرئيسية للتطفل، وتكون عقداً كبيرة الحجم وخشنة اللمس. وقد لا تتكون العقد عند بعض العوائل كقول الصويا. تؤثر هذه العقد على امتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة فتعطي النباتات أعراض مشابهة لمثيلاتها مثل التقزم والاصفرار والذبول. تتماوت الجذور عند تقدم الإصابة ويحدث تعفنًا وتحللًا للأنسجة النباتية نتيجة الإصابة المركبة بمشاركة الكائنات الحية الأخرى (شكل 47، أ).

وصف المسبب المرضي:

الرمح عند يرقات الطور الثاني ضعيف نسبياً، ونهاية الذيل مستدقة. الذكور نحيفة خيطية الشكل والذنب ذو نهاية مستديرة، تخزرات الكيونكل واضحة، وكيس السفاد غير موجود، تقع فتحة المجمع قرب نهاية الجسم. الإناث كمثرية الشكل، بيضاء اللون، لماعة، رخوة اللمس، ذات عنق أمامي قصير ضيق البصيلة الوسطى كبيرة الحجم بيضوية، ولها مبيضين وتقع الفتحة التناسلية في مؤخرة الجسم، يتم وضع البيض في كتل جيلاتينية تفرزها غدد المستقيم من النهاية الخلفية البارزة للإناث وتكون شفافة لكنها تصبح بنية عند تعرضها للهواء مشابهة بذلك نيماتودا الحوصلات على النجيليات (شكل 47، ب).



صورة 47، أ: أعراض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp* على النبات والجذور.



صورة 47، ب: يرقات الطور الثاني والثالث وإناث نيماتودا تعقد الجذور. *Meloidogyne spp.* في الجذور المصابة.

أ: يرقة في الطور الثاني. ب ود: الإناث الناضجة على الجذور. ج) تحول الإناث إلى الشكل الكمثري.

4 - نيماتودا تقرح الجذور. *Pratylenchus spp.*

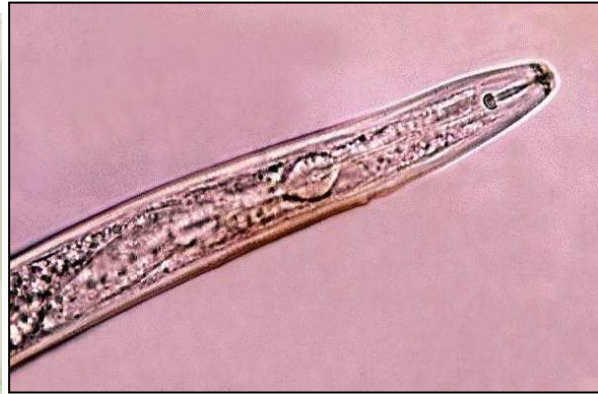
رتبة Tylenchida

فصيلة Pratylenchidae

أعراض الإصابة: يمكن لهذه النيماتودا اختراق الجذور والتنقل داخلها ومغادرتها إلى التربة عند تخريبها وتضررها لتهاجم جذور جديدة. وتتميز أعراض الإصابة بظهور بقع متماوتة لنسيج الجذر المصاب محددة بوضوح في أنسجة الجذور. وتتكون فجوات وتجاويف على الجذور بسبب تغذية النيماتودا داخل قشرة الجذور تساعد في تقاوم الإصابة وزيادة ضررها على النبات. وتتلون الفجوات والتقرحات الناتجة عن تغذية النيماتودا بلون أسود مع امتدادها على طول الجذر. بالإضافة إلى الضرر الميكانيكي الذي تحدثه حركة الأطوار المختلفة داخل الجذور. وتشتد الإصابة نتيجة مشاركة فطور التربة مثل الفيرتسليوم والفيوزاريوم. وتترافق هذه الأعراض مع ضعف نمو النبات وصغر أوراقه وانخفاض في إنتاجه (صورة 48).

وصف المسبب المرضي:

تعتبر جميع الأطوار اليرقية والذكور والإناث الناضجة خيطية الشكل، والرمح قصير ومتطور جداً ذو قاعدة كبيرة. وتمتلك الإناث مبيض واحد، تقع الفتحة التناسلية الأنثوية على بعد 80% من نهاية الجسم، ويحيط كيس السفاد بذنب الذكر الذي يستند إلى نهاية مستديرة (صورة 48).



صورة 48: نيماتودا تفرح الجذور *Pratylenchus spp.* واعراض الإصابة على الجذور.