الفصل الرابع

أمراض الصدأ Rust diseases

أطلق اسم الصدأ على هذه المجموعة من الأمراض نسبة إلى اللون البني الأحمر المائل إلى البرتقالي أو الأصفر، والتي تشابه ألوان أصدئة المعادن، للبثرات والأبواغ اليوريدية للفطريات المسببة لها. وهي من بين الأمراض النباتية الأكثر تدميراً، فقد كانت تسبب عبر العصور الغابرة مجاعات مرعبة، وتدميراً لاقتصاد الكثير من المناطق في العالم، وأحياناً قارات بأكملها. وقد كانت السبب الذي أدى إلى استبدال نوع الزراعة في بعض المناطق كما هي الحال في مرض صدأ شجرة البن الذي قضى على زراعة البن في جزيرة سيلان، واضطر الإنسان أن يستعيض عن زراعتها بإحلال زراعة الشاي.

عُرفَت أمراض الصدأ بقدرتها التدميرية على محاصيل الحبوب وبشكل خاص القمح والشعير، ولكنها تصيب أيضاً محاصيل الخضار مثل البازلاء والفول، كما تهاجم المحاصيل الصناعية مثل القطن وفول الصويا، ونباتات الزينة مثل القرنفل وفم السمكة، والأشجار الحراجية مثل الصنوبر، والأشجار المثمرة مثل التفاح والكمثرى وغيرها.

الصفات العامة General characteristics

بالرغم من أن جميع فطريات الصدأ هي فطريات إجبارية التطفل، إلا أنه أمكن تنمية بعضها على مزارع في المخبر.

و تتصف فطريات الصدأ بتعدد السلالات الفيزيولوجية المتشابهة في صفاتها الشكلية، ولكنها مختلفة في قدرتها الإمراضية، فمثلاً يوجد أكثر من 200 سلالة عند الفطر *Puccinia graminis tritici*، وتضم كل سلالة واحداً أو كثيراً من الطرز

الحيوية Biotypes. كما تتخصص كل سلالة أو طراز حيوي بإصابة صنف معين من النبات المضيف، وتختلف سلالات الصدأ هذه في توزعها الجغرافي، وتظهر من حين إلى آخر سلالات أو طرز حيوية جديدة بإحدى آليات التباين الوراثي المعروفة عند الفطريات (الطفرات أو التهجين خلال التكاثر الجنسي للفطر،....إلخ)، لذلك من الضروري معرفة السلالات والطرز الحيوية الموجودة في منطقة ما من أجل استنباط أصناف مقاومة لتلك السلالات بالذات.

كما تنفرد فطريات الصدأ عن غيرها من مجموعات الفطريات الأخرى بظاهرة تعدد الأطوار البوغية، إذ تضم دورة حياة الصدأ النموذجية خمسة نماذج مختلفة من الأبواغ، وهذه الأطوار هي:

- الطور البكني أو الاسبرموغوني Spermogonial stage، ويحتوي على الأوعية البكنيدية والأبواغ الاسبرموغونية (التي تسلك سلوك النطاف Spermatia) وخيوط استقبال. وهذه الأبواغ نصفية الصيغة الصبغية. ويرمز لهذا الطور بـ (0).
- الطور الأسيدي Aecial stage، ويحتوي على أوعية أسيدية وأبواغ أسيدية Aecidiospores (Aeciospores)، وهي أبواغ غير متكررة، وثنائية النوى وحيدة الصيغة الصبغية، حيث ينتج عنها البثرات اليوريدية. ويرمز لهذا الطور بـ (I).
- الطور اليوريدي Uredinial stage، ويحتوي على البثرات اليوريدية والأبواغ اليوريدية Urediospores (Uredospores) ثنائية النوى. ويرمز له بـ (II).
- الطور التيليتي Telial stage، ويحتوي على البثرات التيليتية والأبواغ التيليتية Teliospores (Teleutospores)، وهي أبواغ مضاعفة النوى في البداية ثم تصبح ثنائية الصيغة الصبغية بعد الاندماج النووي، حيث تنبت إلى دعامة تحمل أبواغاً دعامية، والدعامة هي من نوع الدعامة الأولية. ويرمز لهذا الطور بـ (III).

- الطـــــور الدعامي Basidial stage، ويحتـــوي على الأبـواغ الدعاميـة Basidiospores نصفية الصيغة الصبغية Haploid، وتتكون على الدعامات. ويرمز لهذا الطور بـ (IV).

إلا أن الكثير من فطريات الصدأ لها دورة حياة مختزلة، وذلك بغياب واحد أو أكثر من الأطوار البوغية.

يتناوب في دورة حياة فطريات الصدأ نوعان من المشائج: الأولى مقسمة وخلاياها وحيدة النواة، والمشيجة الثانوية خلاياها ثنائية النوى. ويشكل الطور ثنائي النوى الجزء الأكبر من دورة الحياة لأنه يستمر عبر الأطوار البوغية الأسيدية واليوريدية وحتى حدوث الإندماج النووي في الأبواغ التيليتية. ويبدو أن الحالة أحادية وثنائية النوى تؤدي دوراً في القدرة الإمراضية لفطريات الصدأ إزاء مضيفاتها، فمثلاً عند الفطر *Puccinia graminis tritici* المسبب لصدأ ساق القمح، تستطيع الأبواغ الدعامية أحادية الصيغة الصبغية أن تصيب البربريس ولا تصيب القمح، وتستطيع المشيجة أحادية الصيغة الصبغية أن تنمو في البربريس فقط. بينما تستطيع الأبواغ الأسيدية ثنائية النوى وكذلك الأبواغ اليوريدية أن تصيب القمح وغير قادرة على إصابة البربريس، في حين أن المشيجة ثنائية النوى يمكن أن تنمو في القمح والبربريس معاً.

كما تتميز فطريات الصدأ بوجود المضيفين المتناوبين: إذ إن دورة الحياة النموذجية لا تتم إلا على مضيفين نباتيين مختلفين حيث تتكوّن الأوعية الأسيدية على نبات مختلف عن النبات العائل الذي تظهر عليه البثرات التيليتية. ويكون المضيفان المتناوبان عادة بعيدين جداً عن بعضهما من ناحية التصنيف النباتي، كأن يكون إحداهما من ثنائيات الفلقة والآخر من وحيدات الفلقة، أو من معراة البذور كالصنوبريات مثلاً. وقد يكون الصدأ وحيد المضيف وليس له مضيف مناوب حيث تتكشّف الأوعية الأسيدية والتيليتية على نفس النبات المضيف. ويأخذ مرض الصدأ أهمية اقتصادية إذا صادف أن مضيف الطور اليوريدي محصول اقتصادي، وذلك لقدرة هذا الطور على تجديد نفسه عدة مرات خلال

الموسم. أما الطوران السبرموغوني والأسيدي فلا يسببان للنبات ضرراً يذكر إلا في حالات قليلة جداً كصدأ الكمثرى.

صدأ الساق (الصدأ الأسود)

Black stem rust

الفطر المسبب: *Puccinia graminis* Pers.

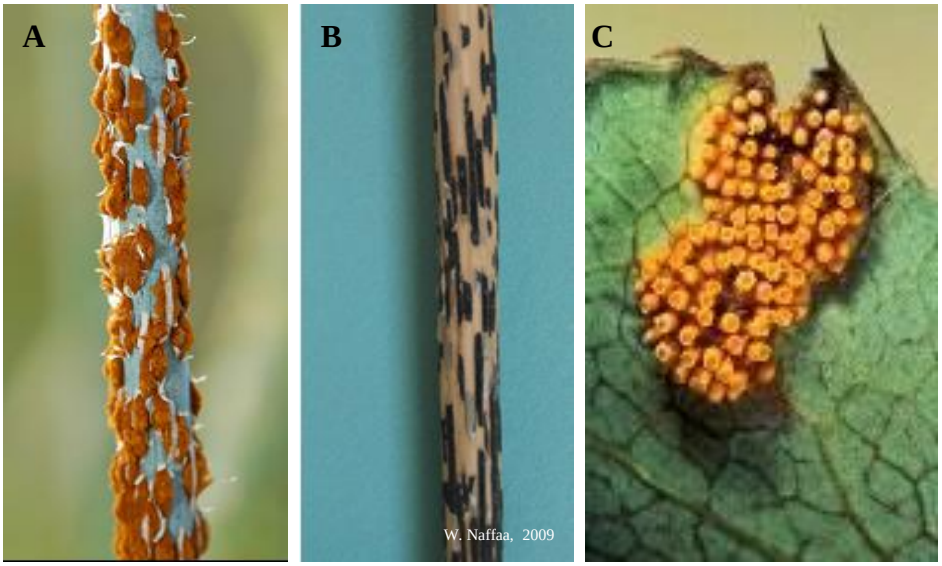
على الرغم من أن أفراد هذا النوع متشابهة شكلاً، ولكنها مختلفة فيزيولوجياً، وذلك من حيث قدرتها على التخصص على أنواع معينة من الفصيلة النجيلية، فبعض أفراد هذا النوع تصيب القمح أو الشعير أو الشوفان فقط، وتشكل هذه الأفراد مجموعات تدعى الأشكال النوعية Special forms (Formae specialis) مثل *P. graminis* f. sp. *tritici* أو *P. graminis tritici* الذي يصيب القمح، و *P. graminis hordei* الذي يصيب الشعير، و *P. graminis avenae* الذي يصيب الشوفان.

الأبواغ التيليتية بلون بني داكن، لها عنق طويل شفاف، ومكونة من خليتين بينهما اختناق واضح، والخلية الطرفية مستدقة في قمتها، ويوجد في كل خلية نواتان. الأبواغ اليوريدية بلون بني محمر، ومكونة من خلية واحدة بيضوية الشكل وثنائية النوى.

الأعراض: تظهر الأعراض على الساق بشكل أساسي، وعلى أغماد الأوراق، والسنبلة وساقها، كما أنها يمكن أن تظهر على كلا سطحي أنصال الأوراق وبشكل خاص على السطح العلوي. تتكشف أولى أعراض الإصابة على شكل بقع صفراء باهتة في مكان الإصابة يعقبها ظهور بثرات صغيرة لونها بني محمر هي البثرات اليوريدية، والتي تكون في البداية مغلقة ببشرة النبات، ثم تتمزق هذه الأخيرة، وتبقى أجزاؤها عالقة على حواف البثرة المفتوحة. تكبر هذه البثرات في الحجم، فيستطيل شكلها، وتكون منفصلة، وقد تكون محاطة بهالة صفراء إذا كان العائل مقاوماً، أما في حالة الإصابات الشديدة، و

خاصة على العوائل القابلة للإصابة، فإن البثرات تمتد وتتحد مع بعضها بعضاً لتشكل أشرطة طولية على مدى عدة سنتيمترات، وبخاصة على الساق وغمد الورقة (الشكل 3 – 26).

وفي نهاية موسم نمو المضيف تتحول البثرات تدريجياً إلى اللون الأسود نتيجة تشكل الأبواغ التيليتية فيها، كما تظهربثرات تيليتية جديدة سوداء اللون بخاصة على السوق والأغماد.



الشكل 3 – 26: أعراض الإصابة بمرض صدأ الساق على القمح. (A) بثرات يوريدية برتقالية اللون على الساق. (B) بثرات تيليتة سوداء اللون ومتحدة على شكل أشرطة طولية. (C) أوعية أسيدية على السطح السفلي لورقة نبات البربريس.

دورة المرض:

لهذا الفطر دورة حياة كاملة يمضيها على مضيفين متناوبين هما النجيليات من جهة، وأنواع من الجنسين *Berberis* و *Mahonia* من جهة أخرى، وبخاصة شجيرة

البربريس الشائع *Berberis vulgaris* التي يتطفل عليها الطوران البكني والأسيدي. وسوف نشرح بشيء من التفصيل دورة حياة هذا المرض كمثال عن دورة حياة الصدأ النموذجية (الشكل 3 – 27).

يمضي الفطر فصل الشتاء على هيئة أبواغ تيليتية في مخلفات النباتات النجيلية المصابة، إذ إن هذه الأبواغ تستطيع مقاومة الظروف القاسية بفضل جدرها الغليظة. وللأبواغ التيليتية نواتان في كل خلية (n + n)، وكل نواة تحتوي على نسخة واحدة من الصبغيات، وكل شفع من هذه النوى يكون من نمطين مختلفين وراثياً فإحدى النوى تكون من النمط (+) والأخرى تكون من النمط (-). وخلال فترة السكون غير النشطة ظاهريا للأبواغ التيليتية تتحد النوى من النمطين المختلفين في كل خلية لتعطي نواة واحدة ثنائية الصيغة الصبغية (2n) تبدأ بسرعة بالانقسام المنصف، وتتوقف عملية الانقسام في طور الصفيحة المتوسطة حيث تمضي الأبواغ التيليتية فصل الشتاء في هذه المرحلة.

تنبت الأبواغ التيليتية في الربيع، حيث إن كل خلية من خلاياها تنبت بصورة منفردة ومستقلة لتعطي أنبوبة إنبات أو مشيجة أولية هي عبارة عن الدعامة Basidium. ويستأنف الانقسام المنصف لتتشكل أربع نوى تهاجر إلى الدعامة التي ستتقسم بثلاثة حواجز إلى أربع خلايا، تحتوي كل منها على واحدة من النوى الأربع، ثم يتكوّن جانبياً على كل خلية من خلايا الدعامة بروز بيضوي الشكل ترحل النواة إليه، ثم يتكوّن حاجز يفصلها عن الخلية الأم، وهكذا يتكوّن لدينا أربع خلايا جديدة هي الأبواغ الدعامية.

تنتشر الأبواغ الدعامية وتنتقل بواسطة الهواء أو الحشرات، وعندما تسقط على أوراق نبات البربريس، ومع توفر الظروف الجوية المناسبة من رطوبة وحرارة، تنبت وتعطي أنبوبة إنبات تخترق مباشرة بشرة السطح العلوي للورقة أو الأنسجة الفتية، ثم تنمو وتستطيل وتتشعب لتعطي مشيجة نصفية الصيغة الصبغية، تنتشر بين الخلايا وتتطفل على الأنسجة النباتية وتحصل على احتياجاتها الغذائية بواسطة ممصات ترسلها داخل الخلايا، ثم تميل المشيجة إلى التجمع تحت البشرة لتكوين ما يشبه الستروما التي

تتغير بنيتها وتتمايز لتكوّن وعاءً مميزاً يدعى الوعاء السبرموغوني أو المنطفي Spermogonium أو الوعاء البكني Pycnium. ولهذا الوعاء نفس الإشارة الوراثية للبوغ الدعامي الذي نشأ منه أي أن هناك أوعية موجبة وأوعية سالبة.

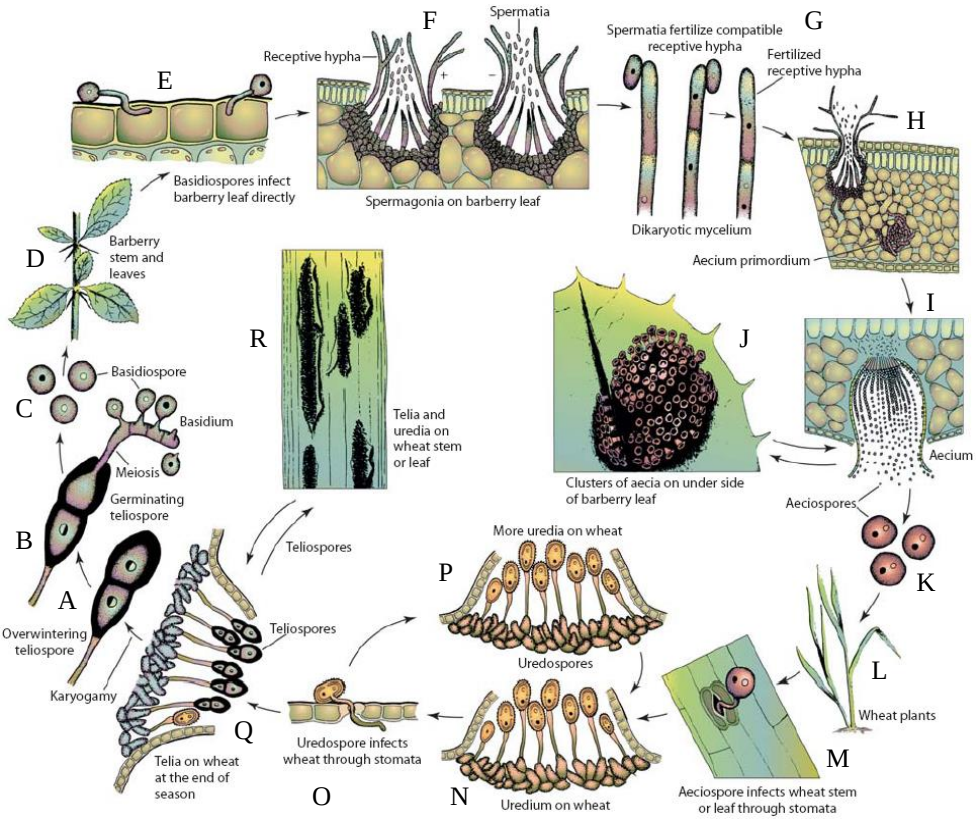
يتكوّن الوعاء البكني أو المنطفي من غلاف ذي بنية نسيجية شبه بارانشيمية من الخيوط الفطرية، تبطنه من الداخل طبقة مولدة للحوامل البوغية التي تعطي الأبواغ السبرموغونية أو البكنية Pycniospores، والتي تتجمع في الجوف، وهي أبواغ وحيدة الخلية أحادية النواة وأحادية الصيغة الصبغية (Haploid)، وغير قادرة على إحداث إصابة ثانية، وتسمى بالنطاف Spermatia. وللوعاء البكني فتحة ضيقة أو فوهة Ostiole يخرج منها باقة من الخيوط الفطرية العقيمة، وخيوط أخرى تسمى الخيوط المستقبلة Receptive hypha التي تنشأ من طبقة الحوامل البوغية، ولها دور هام حيث أنها تؤدي دور الأعراس المؤنثة Female gametes، إذ تستقبل النطاف أو الأبواغ البكنية التي تقوم بدور الأعراس أو النطاف المذكرة Male gametes، والتي تنتقل إليها من أوعية بكنية أخرى مخالفة بالإشارة.

تفرز الأوعية البكنية سائلاً رحيقياً حلو المذاق وله رائحة الجيف، يجذب الحشرات وبخاصة الذباب، حيث تعلق الأبواغ البكنية على زوائد أجسام الحشرات مما يسهل انتقال الأبواغ الموجبة إلى الخيوط الفطرية المستقبلة في وعاء بكني سالب الإشارة، وبالعكس. فعندما يصل البوغ البكني إلى خيط استقبال مخالف له بالإشارة، تزول الجدر عند نقطة التلامس وتندفع محتويات البوغ البكني داخل خيط الاستقبال، فيحدث الاتحاد السيتوبلاسمي، وتنتقل النواة الجديدة من خلية إلى أخرى حتى تصل عبر خيط الاستقبال إلى الخلية القاعدية، لتصبح هذه الخلية ثنائية النوى، والتي ستنقسم وتنمو لتعطي المشيجة الثانوية Secondary mycelium، وهكذا ينتهي الطور وحيد النواة ويبدأ الطور ثنائي النوى.

تتابع المشيجة الثانوية نموها أفقياً وعمودياً بين خلايا الورقة باتجاه البشرة السفلية. ثم تتجمع الخيوط الفطرية على شكل كبّة، يحدث لخلاياها القميّة تمايزاً وتخصصاً، لتصبح خلايا أميّة Mother cells أو خلايا مولّـــدة، ذات نواتين، يحيط بها غلاف جيد النسج والحبك من الخيوط الفطرية Peridium . تنقسم الخلايا المولّدة انقسامات عادية عديدة لتعطي كل منها سلسلة من الخلايا البنات التي تماثل أمهاتها تماماً وتسمى الأبواغ الأسيدية Aecidiospores، وهي برتقالية اللون ثنائية النوى (n + n)، ويسمى هذا التركيب الإثماري بالأوعية الأسيدية Aecia المملوءة باكتظاظ بسلاسل من الخلايا ثنائية النوى، التي تنفصل عن بعضها بخلايا فاصلة Intercalary or disjunctor cells. ولا تلبث هذه الأبواغ أن تنفصل عن بعضها بعد انفجار الأوعية الأسيدية وتمزق الجدار وتحلل الخلايا الفاصلة.

تنتقل الأبواغ الأسيدية بواسطة التيارات الهوائية، وعند وصولها إلى نباتات القمح، ومع توفر شروط الإنبات، تنبت معطية أنبوبة إنبات تخترق البشرة من خلال الثغور أو المسامات، ثم تنمو إلى مشيجة مقسمة بجدر عرضية، وتحتوي كل خلية على نواتين. تنتشر هذه المشيجة بين خلايا نسيج الميزوفيل، ثم تأخذ بالتجمع وتكوين تركيبات إثمارية مطرحية Acervuli، يحدث لها تمايز فتتخصص الخلايا العلوية والسطحية لتكوين طبقة من الحوامل البوغية والأبواغ تحت بشرة المضيف، وتسمى بالبثرة اليوريدية Uredium. تتجمع الأبواغ اليوريدية Urediospores تحت بشرة المضيف، مما يحدث ضغطاً عليها، ويؤدي إلى تمزقها، وتحرر الأبواغ اليوريدية، وانتشارها في الهواء. والأبواغ اليوريدية وحيدة الخلية، وذات نواتين أحاديتي الصيغة الصبغية (n + n).

تمتاز الأبواغ اليوريدية بقدرتها على إحداث الإصابة ثانية على نباتات القمح معطية بثرات يوريدية جديدة وأبواغ يوريدية جديدة، ولذا اعتبر الطور اليوريدي طوراً متكرراً أو كثير الأجيال خلال موسم نمو المضيف، وتتحمل هذه الأبواغ شروط الانتقال بالهواء إلى مسافات بعيدة .



الشكل 3 – 27: دورة مرض صدأ الساق على القمح (عن Agrios, 2004)

(A) بوغ تيليتي. (B) إنبات البوغ التيليتي. (C) أبواغ دعامية ناتجة عن إنبات البوغ التيليتي. (D) إنتقال الأبواغ الدعامية إلى نبات البربريس. (E) إنبات البوغ الدعامي وإحداث الإصابة على نبات البربريس. (F) تشكل الأوعية البكنية. (G) إنتقال الأبواغ البكنية من وعاء بكني إلى خيوط الاستقبال لوعاء بكني أخر مخالف بالإشارة وحدوث الإخصاب. (H) تشكل المشيجة ثنائية النوى وبدء تشكل الأوعية الأسيدية. (I) وعاء أسيدي على السطح السفلي. (J) أوعية أسيدية على السطح السفلي لنبات البربريس. (K) تحرر الأبواغ الأسيدية. (L) انتقال الأبواغ الأسيدية إلى نبات القمح. (M) إنبات البوغ الأسيدي وإحداث الإصابة على القمح. (N) تشكل البثرة اليوريدية. (O) تجدد الإصابة بالأبواغ اليوريدية. (P) تشكل بثرة يوريدية جديدة. (Q) بثرة تيليتية. (R) بثرات تيليتية على ساق نبات القمح.

تتلاشى عادة الأبواغ اليوريدية من البثرات اليوريدية في نهاية فصل نمو المضيف الرئيسي، ويتكوّن مكانها الأبواغ التيليتية، وتبدو البثرات في البداية مختلطة بالأبواغ

اليوريدية، ثم تصبح بعدها بثرات تيليتية سوداء لاحتوائها على الأبواغ التيليتية السوداء اللون التي تعيد دورة المرض من جديد.

تتم هذه الدورة الكاملة إذا وجد نبات البربريس على مسافة قريبة من حقول القمح. وتوجد هذه الشجيرة الشائكة في المناطق المرتفعة من الشرق الأوسط، ولكن دورها في دورة الحياة غير مؤكد محلياً حتى الآن على الرغم من ظهور المرض سنوياً على القمح في سورية، ولهذا فإن هناك احتمالات أخرى لتجدد المرض وهي:

1 – وصول الأبواغ اليوريدية في الربيع محمولة بالتيارات الهوائية من مناطق دافئة يحدث فيها المرض مبكراً، أو يتجدد الطور اليوريدي خلال شتائها الدافئ.

2 – تجدد الطور اليوريدي على الأعشاب النجيلية التي يمكن أن تستضيف المرض حتى موسم نمو القمح لتحدث الإصابة عليه.

الظروف المناسبة للمرض:

يلائم إنبات الأبواغ اليوريدية وحدوث الإصابة الجو الرطب في الربيع المبكر مع وجود الندى على سطح الأوراق، ودرجة حرارة مثلى 21 ° م. و يكوّن الفطر عدة أجيال خلال الموسم على نبات القمح، وتتوقف مدة الجيل على درجة الحرارة، إذ يستغرق الجيل من 5 - 6 أيام عند درجة حرارة 23 ° م، و 15 يوماً عند 10 ° م.

صدأ الورقة أو الصدأ البني

Leaf rust or Brown rust

الفطر المسبب: *Puccinia recondita* Rob = *Puccinia triticinia* Erikss.

الأبواغ التيليتية بنية اللون، وتتكون من خليتين ثنائيتي النوى. قمة الخلية الطرفية مشطوفة أو مسطحة وليست محدبة كما في أبواغ الفطر *P. graminis*، ولها عنق

قصير وشفاف. الأبواغ اليوريدية وحيدة الخلية، كروية الشكل، غير معنقة، لونها برتقالي، وقطرها 15 – 30 ميكروناً، ولها جدار سميك شائك فيه من 3 – 8 ثقوب إنبات.

الأعراض: تظهر البثرات اليوريدية على سطحي الورقة، وخاصة على السطح العلوي وغمد الورقة. وهي عادة مستديرة أو مائلة للاستطالة قليلاً (بيضاوية)، وصغيرة نسبياً (حتى 1.5 مم)، وتأخذ لوناً بنياً أو برتقالياً، ولا تتحد مع بعضها بعضاً كما في صدأ الساق، وإنما تبقى مبعثرة بدون انتظام (الشكل 3 – 28). وبعد تفجرها لا تلاحظ البشرة الممزقة حولها بوضوح كما في صدأ الساق. تظهر البثرات التيليتية قرب نهاية موسم نمو العائل، وتأخذ لوناً بنياً داكناً أو مسوداً، ولكنها تكون مغطاة بخلايا بشرة العائل مما يكسبها مظهراً لمّاعاً.

دورة المرض:

الفطر ثنائي العائل وطويل الدورة، إذ إن المضيف المناوب هو أنواع من الجنس *Thalictrum* من الفصيلة الحوذانية Ranunculaceae. ولكن ليس لهذا المضيف المناوب دور في انتشار المرض إلا نادراً وفي بعض المناطق الأوروبية، لذلك من الأرجح أن المرض يتجدد سنوياً في الربيع بواسطة الأبواغ اليوريدية المحمولة مع الرياح من المناطق الدافئة في سوريا والأقطار المجاورة، حيث يمضي الفطر فصل الشتاء على هيئة أبواغ يوريدية على النجيليات المزروعة والبرية. لذلك فإن دورة المرض تقتصر على تجدد الطور اليوريدي.

يتطلب إنبات الأبواغ اليوريدية وجود الرطوبة و درجة حرارة من 14 - 20 ° م. وتمتد الفترة من حدوث الإصابة حتى تشكل الأبواغ اليوريدية من جديد 10 – 14 يوماً عندما تكون الظروف البيئية ملائمة.

الصدأ الأصفر أو الصدأ المخطط

Yellow rust or Stripe rust

ينتشر الصدأ الأصفر في مناطق زراعة القمح الباردة نسبياً أو المرتفعة عن سطح البحر، لذلك يأخذ أهمية أكبر من أمراض الصدأ الأخرى على النجيليات في أوروبا، بينما يأتي بعد صدأ الساق وصدأ الورقة في سورية من حيث الأهمية، وربما يحتل صدأ الورقة المرتبة الأولى حالياً بتأثيره الضار في إنتاج القمح السوري . كما يصيب هذا المرض الشعير أيضاً، وعدداً من النباتات النجيلية الأخرى.

الفطر المسبب:

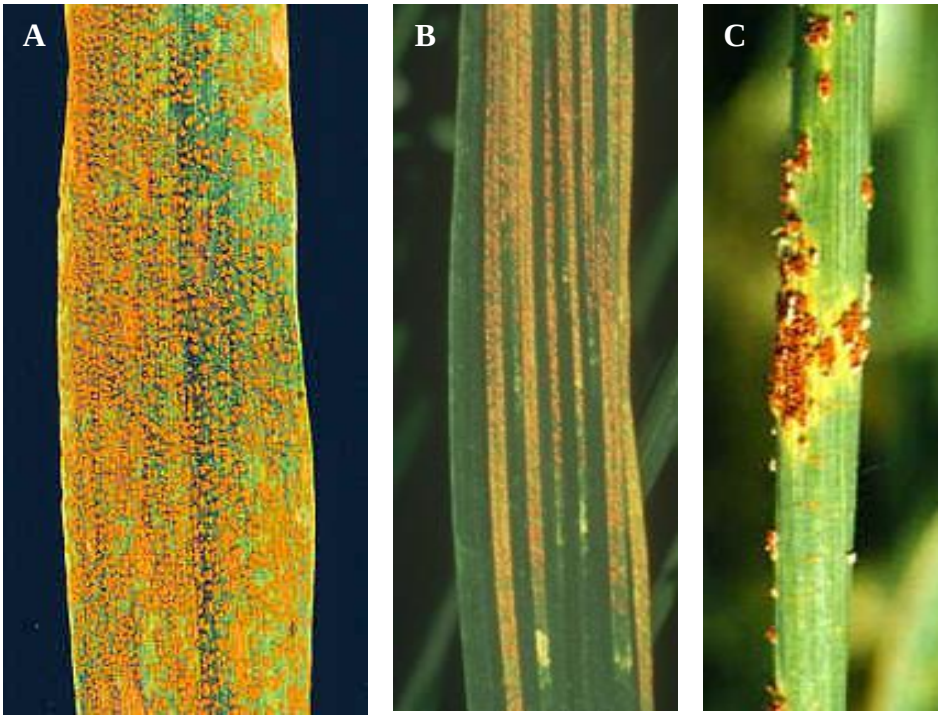
P. glumarum Erikss. & Henning = *Puccinia striiformis* West.

تشبه الأبواغ التيليتية أبواغ الفطر *P. recondita*. الأبواغ اليوريدية وحيدة الخلية، صفراء اللون، كروية الشكل (20 – 30 ميكروناً)، وذات جدار سميك شائك فيه من 6 – 12 ثقب إنبات موزعة بدون انتظام.

الأعراض:

تبدأ أعراض المرض بالظهور في أواخر الشتاء وبداية الربيع اعتباراً من منتصف شهر شباط، فتتكون بثرات يوريدية صغيرة لا يتجاوز طولها 1 مم، ذات لون أصفر أو أصفر برتقالي، بيضاوية الشكل، وتنتظم على هيئة خطوط طولية بين عروق الورقة دون أن تتحد مع بعضها بعضاً، وهذا ما يميز الصدأ الأصفر عن الصدئين الآخرين (الشكل 3 – 28). تظهر الأعراض بشكل أساسي على الورقة وخاصة على سطحها العلوي، كما شوهدت البثرات اليوريدية على أغماد الأوراق، والعصيفات، والساق والسفا ومحور

السنبلة. تتكون البثرات التيليتية في نهاية الموسم، وتظهر بنفس ترتيب البثرات اليوريدية، ولكنها تكون مغطاة ببشرة النبات فتأخذ المظهر الأسود اللامع.



الشكل 3 – 28: أعراض الإصابة بأمراض الصدأ على القمح والشعير. (A) الصدأ البني أو صدأ الورقة: الأبواغ اليوريدية برتقالية اللون ومبعثرة بدون انتظام على سطح الورقة. (B) الصدأ الأصفر: الأبواغ اليوريدية صفراء اللون ومرتبة في صفوف طولية دون أن تتحد مع بعضها بعضاً. (C) صدأ الساق: اليوريدية متحدة مع بعضها بعضاً على الساق.

دورة المرض والظروف البيئية المناسبة:

لا يعرف له مضيف مناوب، ولم يشاهد سوى الطورين اليوريدى و التيليتي، لذا فإن الإصابة الأولية تحدث في الربيع بواسطة الأبواغ اليوريدية المحمولة بواسطة الرياح من مناطق بعيدة، والتي نشأت على العوائل النجيلية المختلفة التي يمكن أن يتطفل عليها

الفطر حتى في الشتاء. ويلائم انتشار المرض درجات حرارة منخفضة نسبياً من 10 – 15 °م، وجو رطب، لذا فهذا الفطر يتحمل البرودة أكثر من الصدئين الآخرين، وتفقد الأبواغ اليوريدية حيويتها بسرعة على درجات حرارة أعلى من 20°م.

مكافحة أمراض الصدأ على القمح والشعير:

1 – تعتمد مكافحة أمراض صدأ القمح والنجيليات على تربية و زراعة أصناف مقاومة. ولكن تعدد سلالات الفطر، إضافة إلى أن سلالات جديدة من فطر الصدأ تظهر باستمرار عن طريق الطفرة، أو نتيجة التهجين الذي يمكن أن يحدث على نبات البربريس بين سلالات موجودة سابقاً يجعل من الصعب الوصول إلى صنف مقاوم لجميع هذه السلالات معاً. لذلك يعتمد في الانتخاب على جمع أكبر عدد من مورثات المقاومة في الصنف الواحد (المقاومة الأفقية Horizontal resistance). ويجب الانتباه إلى عدم زراعة صنف مقاوم واحد على مساحات واسعة لأنه في حال إصابته فإن الخسائر سوف تكون كبيرة جداً، ومن جهة أخرى فإن زراعة صنف واحد مقاوم باستمرار يشكل ضغطاً على الفطر الممرض لإنتاج سلالات شرسة تستطيع كسر صفة المقاومة. لذلك يمكن تحقيق تباين وراثي في الحقل الواحد بمزج بذار صنفين أو أكثر عند الزراعة على أن تكون هذه الأصناف متقاربة في صفاتها الزراعية والإنتاجية ومتباينة بالنسبة لسلالات الصدأ المعدة لمقاومتها.

و من المفيد أيضاً معرفة سلالات الصدأ الموجودة فعلاً في المنطقة التي سيزرع فيها الصنف، و الاستمرار في برامج تربية الأصناف المقاومة.

وتبذل الآن جهود دولية للتصدي للسلالة Ug99 من الفطر المسبب لصدأ الساق الأسود، والتي تشكل تهديداً للأمن الغذائي، وقد عقد مؤتمر دولي بهذا الخصوص بعنوان " صدأ ساق الحبوب: تهديد للأمن الغذائي" وذلك في العاصمة الهندية دلهي في تشرين الثاني عام 2008. حيث اكتشفت هذه السلالة في أوغندا عام 1999، وانتشرت من شرق

القارة الأفريقية إلى اليمن والسودان، ووصلت إلى إيران في آواخر عام 2007، وليس من دليل حتى الآن على وجودها في أي بلد آخر.

2 - التبكير في الزراعة يمكن أن يساعد النباتات على الهروب من الإصابة، إذ إنها تدخل في مرحلة النضج قبل اشتداد وطأة المرض، وبالتالي يقل تأثير الإصابة بالمرض على كمية المحصول. إضافة إلى أن التبكير في الزراعة يقلل من عدد أجيال الممرض خلال الموسم.

3– إن التخلص من المضيف المناوب لا يمنع ظهور المرض نظراً لإمكانية وصول اللقاح الأولي بطرق أخرى، فعلى الرغم من استئصال نبات البربريس في الولايات المتحدة الأمريكية، إلا أن المرض يحدث سنوياً عن طريق الأبواغ اليوريدية المحمولة بالتيارات الهوائية من المكسيك، ولكن قد يكون هذا الإجراء مفيداً للحد من انتشار المرض، وتقليل احتمال ظهور سلالات جديدة.

4– إن المكافحة الكيميائية غير اقتصادية غالباً نظراً لارتفاع تكاليف المكافحة مقارنة بالضرر الناجم عن الإصابة. إلا أنه يمكن اللجوء عند الضرورة إلى مبيدات فطرية رخيصة الثمن كالكبريت مثلاً.

5– عدم المبالغة في التسميد الآزوتي والري وإهمال التسميد الفوسفوري لأن ذلك يشجع النمو الخضري، وتصبح الأنسجة الغضة أكثر عرضة للإصابة.

صدأ الذرة الصفراء

Rust of corn (maize)

هذا المرض قليل الأهمية من الناحية الاقتصادية نظراً لتبعثر زراعة الذرة في بلادنا. ويشاهد في محافظة ريف دمشق والمناطق الجنوبية منذ عام 1966.

الفطر المسبب: *Puccinia sorghi* Schw.

الأعراض: تبدأ الأعراض في الظهور كمناطق صغيرة ذات لون أخضر باهت أو مصفر على كل من سطحي الورقة. تتحول تلك المناطق إلى بثرات يوريدية بيضاوية متطاولة بلون بني محمر، ثم تتمزق بشرة العائل لتتكشف الأبواغ اليوريدية حمراء اللون. وفي وقت متأخر من الموسم ومع اقتراب العائل من النضج تتكون البثرات التيليتية ذات اللون الأسود المائل إلى البني الداكن، والتي تحرر الأبواغ التيليتية ذات اللون البني الداكن. وفي الإصابات الشديدة يمكن أن تظهر الأعراض على أغلفة النورات المؤنثة (العرانيس)، وتصبح سهلة التمزق بفعل الرياح. تصفر الأوراق وتجف مبكراً عند تكاثر البثرات عليها، ويبدأ الجفاف عادة من الطرف الحر لنصل الورقة مما يؤدي إلى إضعاف المجموع الخضري وضمور العرانيس والحبوب.

دورة المرض:

الممرض من فطريات الصدأ طويلة الدورة ثنائية العائل، إذ يمضي الفطر الطورين السبرموغوني والأسيدي على المضيف المناوب وهو أنواع من نبات الحميضة *Oxalis* sp.، الذي يؤدي دوراً في إتمام دورة حياة المرض في أمريكا، الموطن الأصلي للذرة، وبالتالي منشأ الصدأ. أما في بلادنا، فإن دورة الحياة تكون مختزلة، وتقتصر على الطور اليوريدي، على الرغم من وجود أنواع من هذا الجنس في البيئة السورية، إلا أن الفطر لم يشاهد عليها. ويعتقد أن الأبواغ اليوريدية الموجودة على بقايا النبات المصاب هي

المسؤولة عن حدوث الإصابات الأولية في الموسم التالي، إضافة إلى الأبواغ اليوريدية المحمولة بالهواء من مناطق أخرى. ويلائم حدوث الإصابة الجو الرطب، ودرجة حرارة مثلى 16 - 24 °م.

المكافحـــــة:

1 – التخلص من بقايا المحصول المصاب. 2 – استنباط وزراعة الهجن والأصناف المقاومة. 3 – الاعتدال في التسميد والري. 4 - عند حدوث الإصابة، يمكن اللجوء إلى المكافحة الكيميائية باستخدام مبيدات فطرية مناسبة مثل المانكوزيب، وقد اعتمدت بعض المراجع على اعتبار العتبة الاقتصادية لبدء الرش هو ظهور 6 بثرات على الورقة.

صدأ الثوم Garlic rust

يصيب هذا المرض الثوم والبصل والكراث، وينتشر في المناطق الجنوبية من سوريا، وخاصة في محافظة درعا والكسوة.

الفطر المسبب : *Puccinia allii* Rud.

الأعراض: تظهر الأعراض في البداية على شكل بقع بيضاء إلى صفراء اللون على الأوراق، ثم تأخذ اللون الأصفر إلى البرتقالي. تتحول هذه البقع إلى بثرات يوريدية برتقالية فاقعة متطاولة الشكل، وتتمزق البشرة فوقها لتتحرر الأبواغ اليوريدية القادرة على الانتشار بالرياح وإحداث إصابات جديدة. وتتحول البثرات في وقت لاحق إلى بثرات تيليتية تحتوي بداخلها أبواغاً تيليتية سوداء اللون. وتؤدي الإصابة الشديدة إلى ذبول الأوراق وجفافها المبكر، مما يؤدي إلى ضمور الأبصال والبصيلات وعدم بلوغها حجمها الطبيعي، وقد تؤدي الإصابات الشديدة أحياناً إلى موت النباتات. وقد تظهر الأعراض أيضاً على حامل النورة.

دورة المرض: هذا الفطر من فطريات الصدأ وحيدة المضيف، ولكن الطورين السبرموغوني والأسيدي قليلان، وربما لا يتشكلان في البيئة السورية. وعلى الأغلب أن المرض يتجدد سنوياً بواسطة الأبواغ اليوريدية الموجودة على بقايا المحصول السابق. يناسب هذا المرض درجات حرارة معتدلة، وأمطار قليلة مع ندى ورطوبة جوية مرتفعة. كما أن الزراعة الكثيفة، وزيادة التسميد الآزوتي، ونقص البوتاسيوم تشجع على الإصابة الوبائية بهذا المرض.

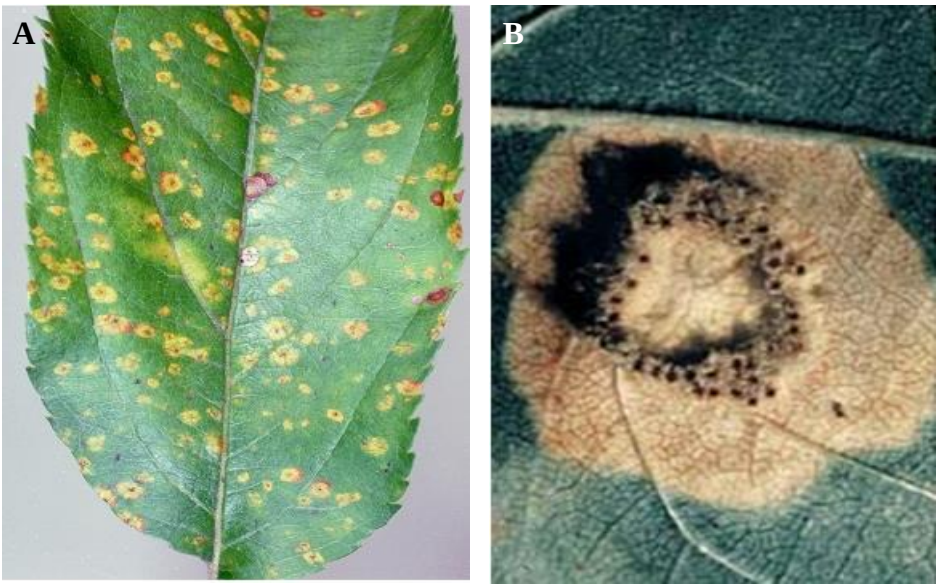
المكافحة:

1 – تقليل الكثافة النباتية واقتلاع الأعشاب للتخفيف من الرطوبة حول النباتات. 2 – التخلص من مخلفات المحصول السابق. 3 – يمكن الرش بالمبيدات الفطرية مثل الأوكسي كاربوكسين والتريفورين ومركبات الكاربامات. ولا يعرف حتى الآن أصناف من الثوم مقاومة للصدأ.

صدأ التفاح و العرعر Cedar - apple rust

الفطر المسبب: *Gymnosporangium juniperi-virginiana* Schw.

الأعراض: تظهر بقع صفراء شاحبة على السطح العلوي للأوراق، ثم يتحول لونها إلى البرتقالي، وغالباً ما يأخذ محيطها لوناً محمراً. و يلاحظ على هذه البقع أجسام صغيرة سوداء اللون هي عبارة عن الأوعية السبرموغونية التي تتشكل خلال شهري أيار وحزيران. تظهر لاحقاً بقع صفراء على السطح السفلي للأوراق، تزداد سماكتها وتنتفخ قليلاً، ثم تظهر عليها، في نهاية الربيع وبداية الصيف، بروزات طويلة أنبوبية الشكل بلون برتقالي مصفر هي عبارة عن الأوعية الأسيدية (الشكل 3 – 29)، وعندما ينفتح الوعاء الأسيدي تشاهد حوافه متمزقة ملتوية للخارج، وتوجد الأبواغ الأسيدية في سلاسل.



الشكل 3 – 29: أعراض الإصابة بالفطر *Gymnosporangium juniperi-virginiana* على أوراق التفاح. (A) بقع صفراء شاحبة على السطح العلوي للأوراق وفي وسطها الأوعية السبرموغونية. (B) أوعية أسيدية على السطح السفلي للورقة.

أما على الثمار فتظهر بقع برتقالية صفراء قرب الطرف الزهري عادة، إذ تتشكل الأوعية السبرموغونية في مركز البقعة، بينما تتشكل الأوعية الأسيدية في وقت لاحق في المنطقة المحيطية (الشكل 3 – 30).

الشكل 3 – 30: أعراض الإصابة بالفطر *Gymnosporangium juniperi-virginiana* على ثمار التفاح إذ تلاحظ الأوعية السبرموغونية في وسط البقعة و الأوعية الأسيدية في المحيط.

تظهر الأعراض على الشربين على شكل تدرنات كروية تتشكل عليها قرون جيلاتينية صفراء أو برتقالية اللون هي القرون التيليتية (الشكل 3 – 31).

الشكل 3 – 31: أعراض الإصابة بالفطر *Gymnosporangium juniperi-virginiana* على العرعر. (A) تدرنات على أغصان العرعر. (B) تشكل قرون تيليتية برتقالية اللون و جيلاتينية المظهر على التدرنات في الربيع التالي.

دورة المرض:

الفطر المسبب لصدأ التفاح ثنائي المضيف. إذ يظهر الطوران السبرموغوني والأسيدي على التفاح، بينما يظهر الطور التيليتي على أغصان نبات السيدر الأحمر الشرقي أو العرعر *Juniperus virginiana* . ويغيب الطور اليوريدي من دورة هذا المرض.

تحدث إصابة أوراق أو براعم نبات العرعر خلال أشهر الصيف الحارة بواسطة الأبواغ الأسيدية المحمولة بالرياح، والقادمة من أوراق أشجار التفاح. ينمو الفطر قليلاً في أوراق وبراعم العرعر خلال الخريف والشتاء. وفي الربيع تبدأ الدرنات بالظهور

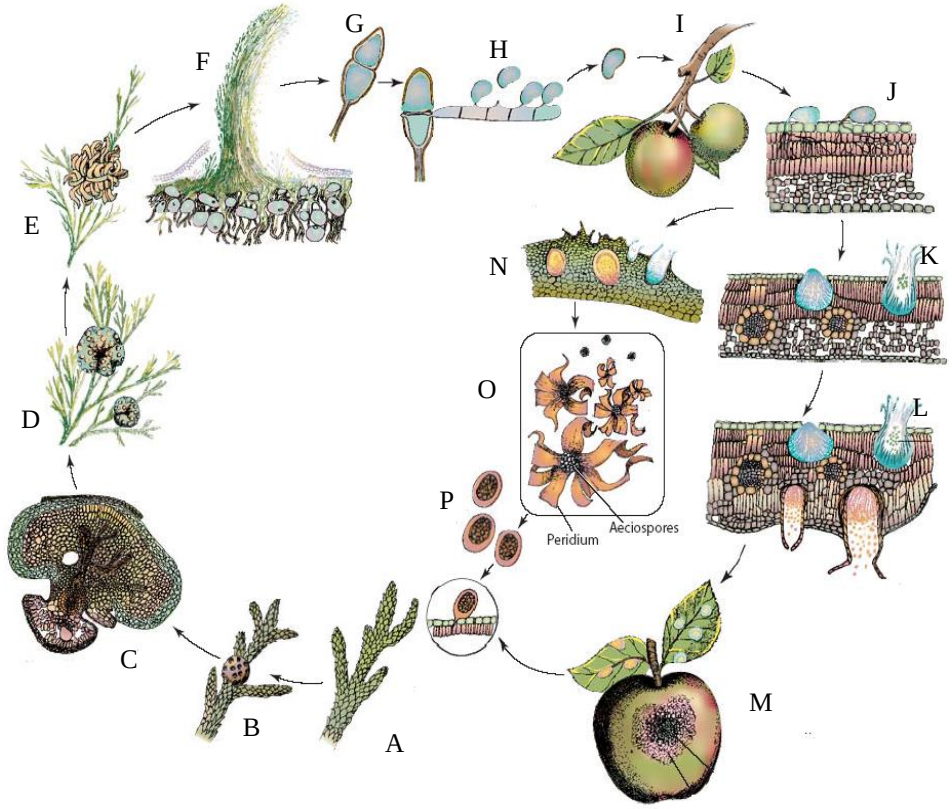
على شكل انتفاخات صغيرة، تنتشر بداخلها مشيجة الفطر بين الخلايا. تنمو الدرنات بشكل سريع، وتظهر بشكل واضح في الصيف خلال شهر حزيران، ويمكن أن يصل قطرها في الخريف حتى 3 - 5 سم. تتحول الدرنات إلى اللون البني، ويغطي سطحها مناطق دائرية منخفضة قليلاً عن السطح. ويمضي الفطر فصل الشتاء داخل هذه التدرنات على شكل مشيجة ثنائية النوى.

وفي الربيع التالي تمتص هذه المناطق المنخفضة الماء خلال الطقس الدافئ والرطب، لتنتفخ وتتشكل عليها قرون جيلاتينية المظهر، صفراء إلى برتقالية اللون، يصل طولها حتى 10 – 30 مم، وتسمى بالقرون التيليتية لأنها تتكون من تجمع الأبواغ التيليتية. تخرج القرون التيليتية من التورمات خلال شهري آذار ونيسان، وتنبت خلال عدة أسابيع عند توفر الظروف المناسبة وخاصة الرطوبة معطية أبواغاً دعامية. تموت عادة الدرنات بعد تحرر الأبواغ التيليتية، ولكن يمكن أن تبقى معلقة على الأشجار لمدة عام أو أكثر.

تنتشر الأبواغ الدعامية بواسطة التيارات الهوائية إلى أشجار التفاح. ويمكن أن تحمل إلى مسافة تزيد عن 3 – 5 كم. وعند سقوطها على السطح العلوي للأوراق تنبت وتخترق أنابيب الإنبات البشرة مباشرة لتعطي مشيجة وحيدة الصيغة الصبغية تنتشر بين خلايا النبات. وبعد حوالي أسبوعين تتكشف على السطح العلوي للأوراق الأوعية السبرموغونية. وتعمل الحشرات الزائرة على نقل الأبواغ السبرموغونية بين الأوعية المتخالفة بالإشارة، الأمر الذي يؤدي إلى ظهور مشيجة ثنائية النوى، ومن ثم تشكل الأوعية الأسيدية على السطح السفلي للورقة بعد 72 يوماً من حدوث الإصابة، وذلك خلال شهري تموز وآب. تتحرر الأبواغ الأسيدية خلال الطقس الجاف في نهاية الصيف، وتحمل بالرياح إلى أشجار الشربين لتحدث إصابات جديدة (الشكل 3 – 32).

تستغرق دورة حياة هذا الصدأ عامين كاملين. فمثلاً إذا تمت العدوى على الشربين خلال شهري أيلول وتشرين الأول من عام 2007، فإن التورمات تظهر في حزيران 2008، ولا تظهر القرون التيليتية على هذه التورمات حتى ربيع 2009 (آذار –

نيسان)، وتتشكل الأوعية الأسيدية على التفاح في تموز وآب 2009 لتحدث الإصابة على الشربين من جديد في نهاية صيف 2009.



الشكل 3 – 32: دورة مرض صدأ التفاح المتسبب عن الفطر *Gymnosporangium juniperi-virginiana*. (A) حدوث الإصابة على العرعر بواسطة الأبواغ الأسيدية في نهاية الصيف وبداية الخريف. (B) تشكل تدرنات صغيرة على العرعر في الصيف التالي. (C) مقطع عرضي في تورم فتي مكون من خلايا بارانشيمية ومشيجة بين خلوية وممصات داخل الخلايا. (D) تدرنات ناضجة خلال الصيف والخريف. (E) تشكل قرون تيليتية على التدرنات في الربيع التالي. (F) قرن تيليتي مكون من عدد كبير من الأبواغ التيليتية. (G) بوغ تيليتي. (H) إنبات البوغ التيليتي ليعطي أبواغاً دعامية. (I) أبواغ دعامية محمولة بالتيارات الهوائية إلى أوراق وثمار التفاح الفتية. (J) إنبات البوغ الدعامي وإحداث الإصابة مباشرة. (K) تشكل الأوعية السبرموغونية. (L) تشكل الأوعية الأسيدية على السطح السفلي للأوراق. (M) أوعية اسبرموغونية في مركز البقعة وأوعية أسيدية متشكلة على محيط البقعة على الثمار. (N) أوعية اسبرموغونية و أسيدية على ثمار التفاح. (O) منظر مكبر للأوعية أسيدية على الثمار. (P) أبواغ أسيدية محمولة بالرياح إلى أشجار العرعر.

تعد أوراق التفاح حديثة السن شديدة القابلية للإصابة بالمرض حيث تتغطى بالأوعية الأسيدية بشكل كامل، مما يؤدي إلى تشوه شكلها ووقف نموها، واصفرار لونها، وبالتالي التفافها حول نفسها وموتها، وأخيراً سقوطها.

تتضرر ثمار الأصناف الحساسة، وينتج عن ذلك فقد كبير في المحصول، كما تسبب إصابة الفروع تقرحات تؤدي إلى جفاف الفروع وموتها.

المكافحة:

1 – زراعة بساتين التفاح على مسافة كافية من مناطق تواجد أشجار العرعر، ومن المفيد تقليم أغصان العرعر المصابة وحرقها. 2 – زراعة أصناف مقاومة، ومن أصناف التفاح المقاومة إلى حد ما للصدأ الصنف ماكينتوش McIntosh و ديليشس ريد Red Delicious، بينما الصنف غولدن ديليشس Golden Delicious من الأصناف شديدة الحساسية. 3 - من الممكن استخدام المبيدات الفطرية مثل مزيج بوردو، كما يمكن استخدام مزيج من الكلس والكبريت. وبشكل عام فإن معظم المبيدات المستخدمة في مكافحة الجرب تعطي نتائج جيدة في مكافحة الصدأ، وخاصة المبيدات التي مادتها الفعالة المانكوزيب Mancozeb أو الكلوروثالونيل Chlorothalonil أو البروبيكونازول Propiconazole، والدايفينوكونازول (سكور)، والبروموكونازول (فيكترا) .

صدأ الكمثرى أو حميراء الكمثرى Pear rust

تنحصر الإصابة بهذا المرض في بساتين الكمثرى القريبة من المناطق الحراجية في المحافظات الساحلية.

الفطر المسبب: *Gymnosporangium sabinae* (Dicks) Wint.

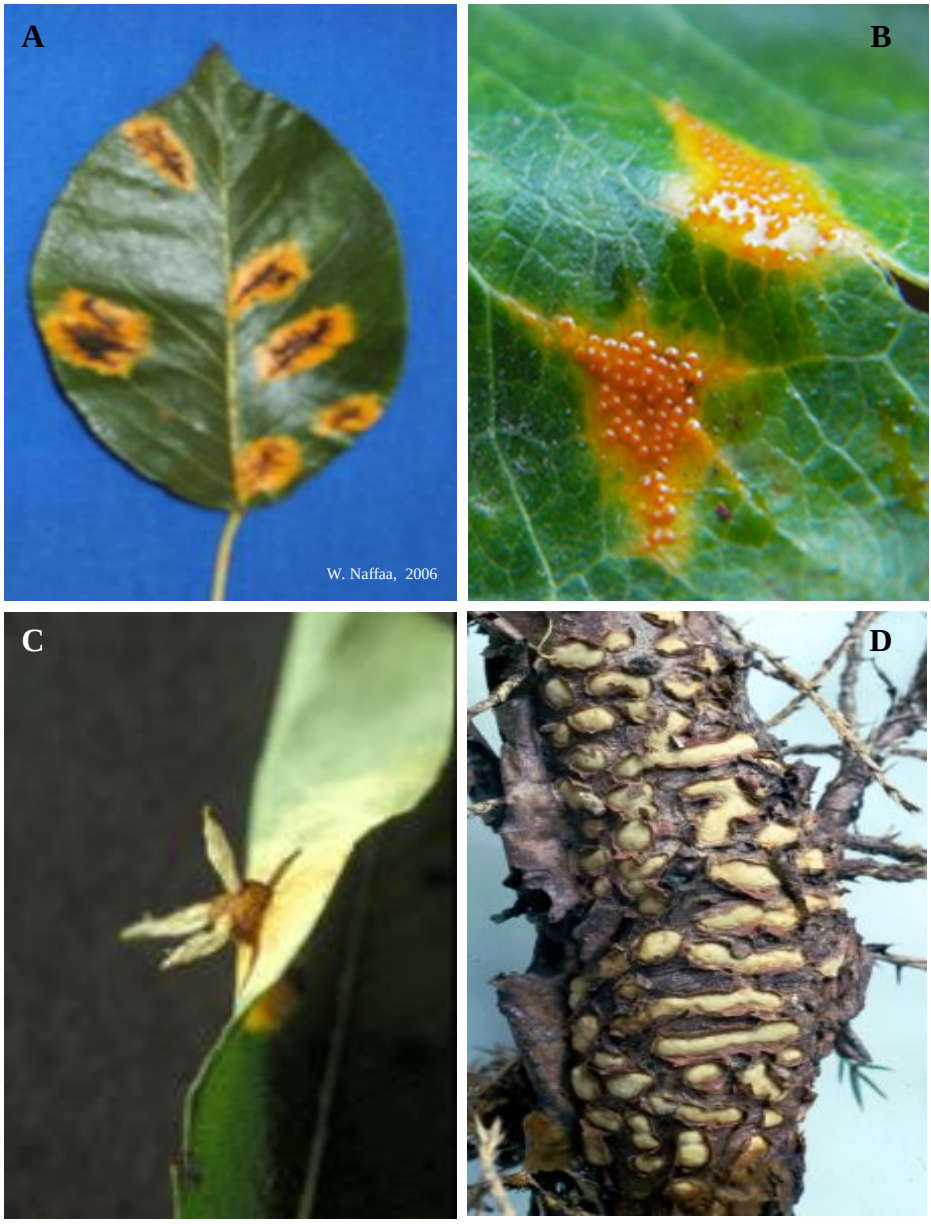
الأعراض: يظهر على السطح العلوي للورقة بقع حمراء أو برتقالية، ويشاهد في وسطها أوعية اسبرموغونية صغيرة جداً برتقالية داكنة اللون وبارزة قليلاً على السطح، ويقابلها

على السطح السفلي تدرنات في نهاية فصل الصيف، ثم تخرج الأوعية الأسيدية من محيط هذه التدرنات على شكل بروزات مغزلية الشكل أو أسطوانية، تستطيل كثيراً، وتبقى مرتكزة على النسيج الورمي (الشكل 3 – 33).

وتتكون أورام غير منتظمة على أعناق الأوراق أيضاً عند إصابتها. كما ينتج عن إصابة الثمار تكوين أوعية أسيدية على غلاف الثمرة. وعند إصابة الأغصان تحدث لها أورام طولية بامتداد 1 – 3 سم تبرز منها الأوعية الأسيدية مخروطية الشكل، حمراء اللون، متشققة غالباً. وينتج عن إصابة الأغصان موت البشرة، وتقرح القلف، وبالتالي ذبول الجزء العلوي من الغصن وموته تدريجياً.

دورة المرض:

هذا المرض ثنائي المضيف، ومضيفه المناوب أنواع من المخروطيات من معراة البذور تابعة للجنس .*Juniperus* sp (الشربين أو العرعر)، وبذلك يشبه هذا المرض كثيراً صدأ التفاح من حيث دورة الحياة. إذ إن القرون التيليتية تظهر في الربيع على تورمات خشبية معمرة على أغصان شجيرات العرعر، وتتشكل الأبواغ الدعامية من إنبات الأبواغ التيليتية. تنتشر الأبواغ الدعامية بواسطة الرياح، وعند سقوط بعضها على السطح العلوي لأوراق أشجار الكمثرى، تنبت وتخترق أنابيب الإنبات البشرة مباشرة لينشأ من جديد الطوران السبرموغوني والأسيدي. و يلاحظ في دورة حياة هذا المرض غياب الطور اليوريدي، وعدم قدرة الطورين السبرموغوني والأسيدي من تجديد نفسهما وإحداث إصابات جديدة على المضيف الاقتصادي (الكمثرى)، ولذلك فإن وجود المضيف المناوب ضروري لإتمام دورة الحياة، إذ إن المرض لا يتجدد على الكمثرى سنوياً إلا بالأبواغ الدعامية القادمة من المضيف المناوب



الشكل 3 – 33: أعراض الإصابة بمرض صدأ الكمثرى المتسبب عن الفطر *Gymnosporangium sabinae*. (A) بقع برتقالية على السطح العلوي لورقة الكمثرى، وتلاحظ الأوعية السبرموغونية في الوسط. (B) صورة مكبرة للأوعية السبرموغونية برتقالية اللون. (C) تدرن على السطح السفلي للورقة، وتخرج الأوعية الأسيدية مغزلية الشكل من محيطه. (D) انتفاخ أو تورم على أفرع العرعر.

المكافحـــــة:

1 – من أهم الإجراءات التي يمكن اتخاذها لقطع دورة الحياة وتجنب المرض هي عدم زراعة الكمثرى قرب مناطق تواجد العرعر والأصناف القريبة منه التي تؤدي دور المضيف المناوب للفطر المسبب للصدأ، خاصة أن زراعة الكمثرى قرب المناطق الحراجية في سوريا هامشية، وليس لها أهمية اقتصادية كبيرة.

2 – استخدام المركبات النحاسية مثل مزيج بوردو، ومزيج بوردو الحديدي، ومزيج الكلس والكبريت مع النحاس، إذ إنها تعطي نتائج جيدة إذا استخدمت بشكل منتظم من نهاية شهر نيسان وبداية أيار حتى نهاية شهر حزيران، كما أن استعمال المركبات النحاسية في هذه الفترة يصبح ثنائي الفائدة إذ يفيد أيضاً في مكافحة الجرب. وبشكل عام فإن المبيدات المستخدمة في مكافحة الجرب لها فعّالية في مكافحة الصدأ وخاصة تلك التي مادتها الفعّالة المانكوزيب أو المانيب كالدايثين Dithan مثلاً.

صـــدأ اللوزيـــات Stone fruit rust

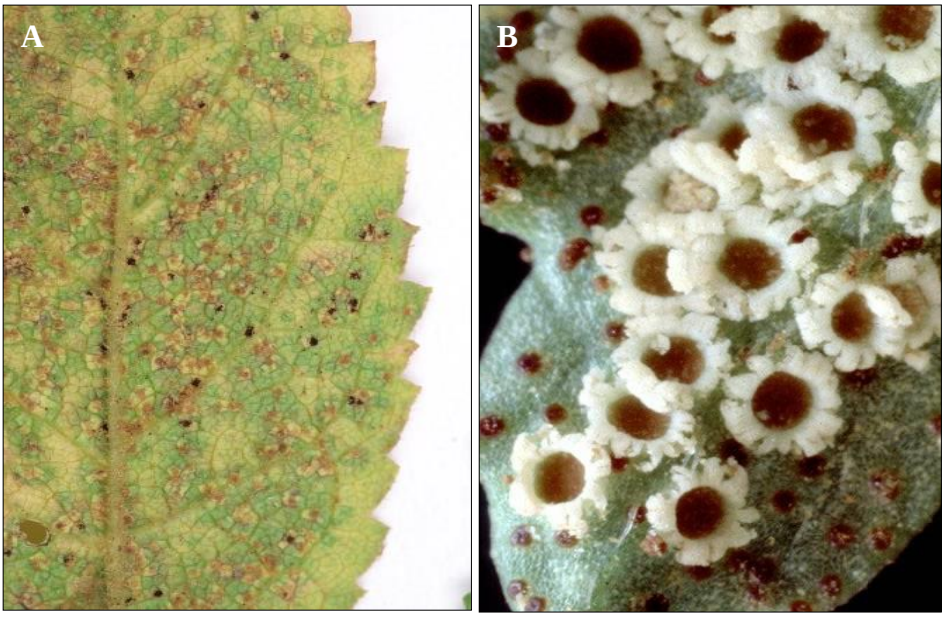
يصيب هذا المرض الخوخ، والدراق، واللوز، والمشمش، والكرز.

الفطـــــر المســـبب: *Tranzschelia discolor* (Fuck.) Tranz. et Litv.، و *Tranzschelia pruni-spinosae* (Pers.) Diet.

الأبواغ اليوريدية كروية الشكل، سطحها مغطى بأشواك دقيقة، و الأبواغ التيليتية تتكون من خليتين كرويتين، ولها عنق قصير شفاف، و يوجد على سطحها نتوءات دقيقة.

الأعراض : تظهر على الأوراق بقع صغيرة جدا صفراء اللون، يتحول لونها على السطح العلوي إلى اللون الأصفر الفاقع، بينما يقابلها على السطح السفلي بثرات يوريدية

مسحوقية المظهر بلون بني محمر. تتكون البثرات على السطح السفلي عادة، وعلى العلوي نادراً. وتسبب الإصابات الشديدة تساقط الأوراق، وضعف الشجرة. ومع نهاية موسم نمو العائل تتشكل البثرات التيليتية في البثرات اليوريدية نفسها، والتي تتحول بدورها إلى اللون الأسود (الشكل 3 – 34). وعند حدوث الإصابة على الثمار تظهر عليها بقع غائرة لونها أغمق من لون الأنسجة المجاورة، ثم تتحول إلى اللون الأصفر القاتم، وتظهر عليها البثرات اليوريدية. ولكن في الظروف المحلية تظهر الإصابة على الأوراق فقط، ولم تشاهد على الثمار التي تنضج عادة في وقت مبكر. أما في حال حدوث الإصابة على الأفرع، فتظهر تشققات في أماكن الإصابة، وتظهر الأبواغ اليوريدية أعلى حواف هذه التشققات.



الشكل 3 – 34: أعراض الإصابة بمرض صدأ اللوزيات. (A) بثرات يوريدية بنية اللون والقليل من البثرات التيليتية السوداء على السطح السفلي لورقة شجرة البرقوق. (B) أوعية أسيدية على السطح السفلي لأوراق المضيف المناوب (شقائق النعمان).

دورة المرض:

الفطريات المسببة لصدأ اللوزيات من الأصدئة طويلة الدورة ثنائية العائل، ومضيفها المناوب هو نبات الأنيمون (شقائق النعمان) *Anemone coronaria* .

يتجدد المرض سنوياً بواسطة الأبواغ اليوريدية الموجودة على الأوراق المصابة والمتساقطة، أو بواسطة المشيجة الساكنة في الأفرع المصابة. إضافة إلى الأبواغ الأسيدية المتكونة على المضيف المناوب. و يلائم هذا المرض الجو الدافئ الرطب، والدرجة المثلى لنمو الفطر تتراوح بين 22 – 24 °م. وتبلغ الفترة من حدوث الإصابة حتى ظهور الأعراض 7 – 10 أيام في الظروف المناسبة.

المكافحـــة:

من المفيد في مكافحة صدأ اللوزيات التخلص من مصدر العدوى الأولية، وذلك بجمع الأوراق المصابة المتساقطة في الخريف وإبادتها، والتخلص من نباتات الأنيمون القريبة من أشجار اللوزيات.

ويمكن اللجوء إلى المكافحة الكيميائية عند الضرورة، وذلك برش الأشجار عند بدء الإصابة بإحدى المركبات النحاسية، أو بمبيد فطري مناسب مثل الزينيب.

أمراض الصدأ على أشجار الغابات والحراج

يهاجم الكثير من أمراض الصدأ الأشجار الحراجية وأشجار الغابات مسببة خسائر اقتصادية فادحة. فبعض الأنواع الفطرية المسببة للصدأ تهاجم الساق الرئيسي أو فروع الشجرة، وهي الأكثر خطورة، بينما تهاجم أنواع أخرى الأوراق وهي أقل خطورة. ومع ذلك فإن كل الأصدئة تكون خطيرة ومدمرة عندما تهاجم الأشجار الفتية في المشاتل أو المنقولة حديثاً إلى الأرض الدائمة.

صدأ الصنوبر الأبيض البثري

White pine blister rust

الفطر المسبب: *Cronartium ribicola* J. C. Fisch

يشكل الفطـــر طوريـــه السبرموغوني والأسيـــدي على الصنوبر الأبيض *Pinus strobus*، بينمـا يستضـيف الطـــورين اليوريـدي والتيليتـي الكشـمش أو عنـب الثعلـب *Ribes* sp. يؤدي الصدأ البثري إلى موت الأشجار في مختلف الأعمار والأحجام. إذ تموت الأشجار الصغيرة عادة بسرعة، بينما يمكن أن تظهر تقرحات على الأشجار الكبيرة تحيط بالجذع على شكل حلقة، فإما أن تؤدي إلى موت الشجرة أو تؤخر نموها وتضعف الساق الذي يمكن أن ينكسر في منطقة التقرح. بينما تؤدي إصابة شجيرات الكشمش إلى خسائر قليلة نسبياً عن طريق التعري الجزئي للشجيرات من الأوراق، وانخفاض في إنتاج الثمار.

الأعراض: تظهر الأعراض أولاً على الأوراق الإبرية على شكل بقع صفراء أو حمراء بعد العدوى مباشرة، ولكن هذه الأعراض تكون عادة صعبة التمييز. ولكن بعد عام أو عامين تظهر الأعراض بشكل واضح على الساق أو الأغصان على شكل انتفاخ للفرع المصاب، ومع تقدم المرض يصبح سطح المنطقة المنتفخة على شكل تقرح مغزلي الشكل ومحاط بشريط ضيق أصفر – برتقالي من اللحاء، وعلى هذه الانتفاخات تتشكل أوعية اسبرموغونية صغيرة، غير منتظمة، بلون بني داكن وتشبه البثرات (الشكل 3 – 35). وهذا التغير في اللون بين المنطقة المتقرحة واللحاء السليم مهماً جداً أثناء عملية التقليم لتحديد المنطقة المصابة من الفرع وإزالتها. وكلما اتسعت منطقة التورم تزداد أيضاً منطقة تشكل الأوعية السبرموغونية، وبعد سنة تتشكل الأوعية الأسيدية على المنطقة التي تشكلت عليها الأوعية السبرموغونية سابقاً. وتظهر الأوعية الأسيدية على شكل

بثرات بيضاء تحتوي بداخلها على أبواغ أسيدية صفراء برتقالية. وبعد تحرر الأبواغ الأسيدية تبقى البثرات على اللحاء لعدة أسابيع، على الرغم من أن اللحاء يموت في المناطق المصابة. وتصبح الأوراق الإبرية القريبة من منطقة التقرح بنية أو حمراء اللون. وغالباً ما تشاهد إفرازات راتنجية تسيل على الساق وتتصلب (الشكل 3 – 35). ومع ذلك يستمر الفطر بالانتشار في اللحاء السليم المحيط بمنطقة الإصابة، ويستمر تتالي إنتاج الأبواغ وموت اللحاء في السنوات المتتالية حتى يحيط بالساق أو الأغصان بشكل كامل، ويؤدي غالبا إلى موت الشجرة، ولكن في حالة الأشجار الكبيرة فإن قمة الشجرة أو فرع أو أكثر منها يموت، ويمكن لهذه الأشجار أن تعيش لعدة سنوات، ولكن الأشجار المضعفة تصبح عرضة للإصابة بسوس القلف أو بالفطر *Armillaria* sp.

تظهر الأوعية اليوريدية ذات اللون الأصفر البرتقالي على السطح السفلي لأوراق الكشمش. وفيما بعد تتشكل الأوعية التيليتية عادة في نفس البثرات اليوريدية أو أحياناً في مناطق جديدة، حيث إنها تظهر على هيئة قرون صغيرة يزيد طولها عن 2 مم وبلون مائل إلى البني (الشكل 3 – 35).

دورة المرض:

تحدث الإصابة على الصنوبر عن طريق الأبواغ الدعامية الناتجة عن إنبات الأبواغ التيليتية المتشكلة على السطح السفلي لأوراق الكشمش. وتتشكل الأبواغ الدعامية خلال الفترات الرطبة والباردة فقط، وبشكل خاص خلال الليل، وتحمل بواسطة الرياح لتحدث الإصابة على أشجار الصنوبر الموجودة على بعد عدة كيلومترات من أشجار الكشمش. إذ تخترق أنابيب إنبات الأبواغ الدعامية الأوراق الإبرية للصنوبر عن طريق المسام أو الثغور وذلك في نهاية الصيف وبداية الخريف. و بعد 4 إلى 10 أسابيع من العدوى تظهر على الأوراق الإبرية بقع صفراء. ثم ينتقل الفطر نحو الأسفل ليصل إلى لحاء الساق أو الفرع بعد 2 إلى 18 شهراً من الإصابة. تظهر الأوعية السبرموغونية

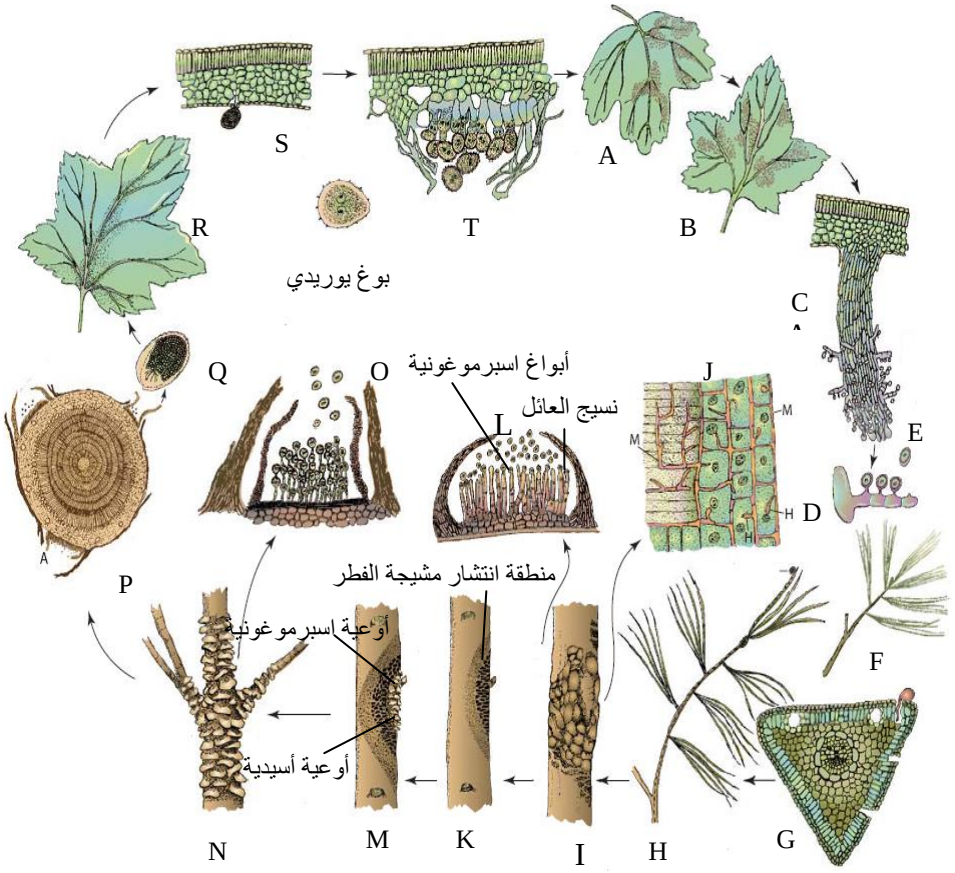
الشكل 3 – 35: أعراض الإصابة بصدأ الصنوبر البثري. A: تبدو منطقة التقرح على الساق منتفخة وتتحول إلى اللون الرمادي، ويلاحظ التغير في اللون في محيط منطقة التقرح. B: أوعية أسيدية متشكلة على منطقة التقرح. C: تلاحظ الإفرازات الراتنجية المتصلبة حول منطقة التقرح. D: القرون التيليتية على السطح السفلي لورقة الكشمش.

على الساق أو الفروع المصابة في الربيع وبداية الصيف بعد 2 – 4 سنوات من حدوث العدوى على الأوراق الإبرية، وتظهر الأوعية الأسيدية في ربيع السنة التالية (أي بعد 3 – 5 سنوات من حدوث العدوى). تعيش النطاف أو الأبواغ السبرموغونية لفترة قصيرة وتنتقل لمسافات قصيرة بالأمطار أو بواسطة الحشرات، بينما تستطيع الأبواغ الأسيدية البقاء على قيد الحياة لعدة شهور، ويمكن أن تحمل بواسطة الرياح لعدة كيلومترات لتصل إلى أوراق الكشمش.

تنبت الأبواغ الأسيدية وتحدث الإصابة على الأوراق، لتتشكل البثرات اليوريدية ثم التيليتية بعد 1 إلى 3 أسابيع من العدوى. وتستطيع الأبواغ اليوريدية أن تحدث الإصابة من جديد عدة مرات خلال موسم النمو. تستطيع الأبواغ اليوريدية البقاء على قيد الحياة لعدة شهور، وتستطيع الانتشار بالرياح لمسافة كيلومتر أو أكثر. وأخيراً تتشكل البثرات التيليتية مكان البثرات اليوريدية. وتنبت الأبواغ التيليتية من تموز حتى تشرين أول لتعطي أبواغاً دعامية تعيد دورة الحياة من جديد (الشكل 3 – 36).

المكافحة:

من المفيد في مكافحة هذا المرض التخلص من شجيرات المضيف المناوب (الكشمش) القريبة من غابات الصنوبر الأبيض. إضافة إلى تقليم الفروع المصابة على الأشجار الفتية الذي يمكن أن يقلل من احتمال إصابة الساق وبالتالي يقلل من خطر موت الأشجار. ويبدو أن انتخاب الأصناف المقاومة طريقة واعدة في مكافحة صدأ الصنوبر البثري، ومن أمثلتها الصنوبر الأبيض الغربي Western white pine الذي يتصف بدرجة مقاومة تصل إلى 66 %.



الشكل 3 – 36: دورة مرض صدأ الصنوبر البثري المتسبب عن الفطر *Cronartium ribicola*

A: بثرات يوريدية على السطح السفلي لأوراق الكشمش. B: بثرات يوريدية وقرون تيليتية على السطح السفلي لأوراق الكشمش. C: إنبات الأبواغ التيليتية إلى أبواغ دعامية. D: تكبير لبوغ تيليتي منبت ليعطي دعامة تحمل أبواغ دعامية تنتقل بالرياح إلى الصنوبر الأبيض (الصيف، الخريف). E: بوغ دعامي. F: حدوث العدوى على الأوراق الإبرية بواسطة الأبواغ الدعامية عن طريق المسام. G: مقطع عرضي في ورقة إبرية. H: انتشار مشيجة الفطر من الورقة الإبرية إلى اللحاء بعد 12 – 18 شهراً بعد العدوى. I: عدوى أولية على فرع من الصنوبر الأبيض إذ يلاحظ انتفاخ اللحاء. J: مشيجة الفطر بين الخلوية (M) و ممصات (H) داخل خلايا اللحاء. K: تشكل الأوعية السبرموغونية في نهاية الربيع وبداية الصيف بعد 2 – 4 سنوات من العدوى. L: وعاء أسيدي. M: تشكل الأوعية الأسيدية على الأفرع في الربيع بعد 3 – 6 سنوات من العدوى. N: بثرات أسيدية على ساق وأفرع الصنوبر الأبيض. O: وعاء أسيدي. P: مقطع عرضي في فرع تظهر عليه الأوعية الأسيدية. Q: بوغ أسيدي. R: انتقال الأبواغ الأسيدية إلى أوراق الكشمش وإحداث الإصابة. S: حدوث الإصابة بالبوغ الأسيدي على السطح السفلي لورقة الكشمش. T: بثرة يوريدية على السطح السفلي (نهاية الربيع وبداية الصيف).

صـــــــدأ الحـــــور Poplar rust

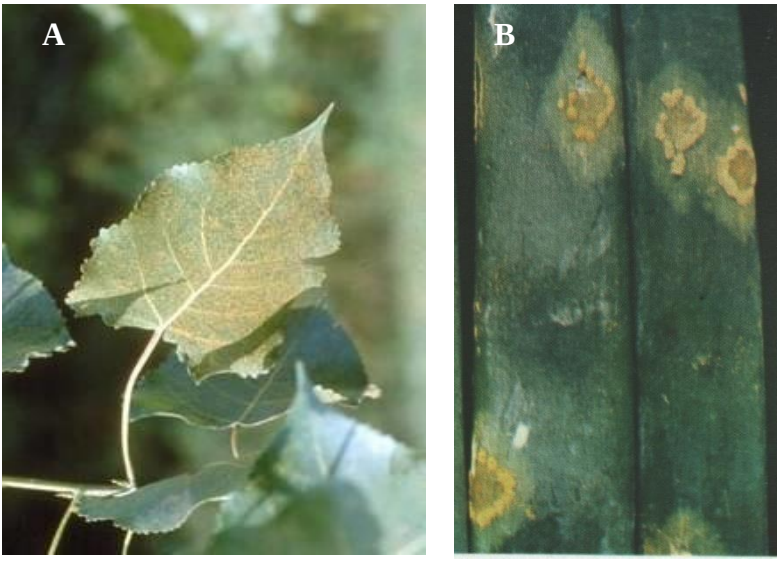
الفطر المسبب:

يسبب صدأ الحور العديد من أنواع الجنس *Melampsora* التي تشترك جميعها بأنها تشكل الطورين اليوريدي والتيليتي على أوراق الحور. ولكنها تختلف عن بعضها بعضاً في مضيفها المناوب الذي يستضيف الطورين السبرموغوني والأسيدي. فالمضيف المناوب للفطر *M. larici – populina* هي أنواع شجرية مخروطية من الجنس *Larix*، والمضيف المناوب للفطر *M. pulcherrima* أنواع من الصنوبر *Pinus* sp.

وينتشر محلياً على أصناف الحور الأسود *Populus nigra* مرض الصدأ الذي يسببه الفطر *Melampsora allii – populina* . ومضيفه المناوب نباتات من الجنس *Allium* ومنها البصل والثوم. ويشاهد في سورية بكثرة في المشاتل والزراعات الحديثة المزدحمة، وكذلك على الأجزاء السفلية من الأشجار الكبيرة. وتتوقف شدة الإصابة على قابلية الصنف المزروع، وعلى توفر الرطوبة وشيء من الظل، وكذلك على وجود المضيف المناوب على مقربة من الحور.

الأعراض:

تظهر البثرات اليوريدية على سطحي الورقة وخاصة السفلي اعتباراً من شهر حزيران، وهي صغيرة مستديرة قطرها 2 – 3 مم مسحوقية صفراء برتقالية (الشكل 3 – 37). وفي نهاية الموسم، تتكون البثرات التيليتية بلون بني قاتم داخل نسيج الورقة، وتسقط الأوراق شديدة الإصابة مبكراً في الصيف، مما يؤدي إلى ضعف النمو، وموت القمم، وتصبح الفروع أقل مقاومة للإصابة بأمراض أخرى مثل عفن ساق الحور المتسبب عن الفطر *Cytospora* sp.، وأكثر حساسية للصقيع في الشتاء.



الشكل 3 – 37: أعراض الإصابة بصدأ الحور. A: بثرات يوريدية برتقالية اللون على السطح السفلي للورقة. B: الطور الأسيدي على أوراق البصل (عن العظمة).

دورة المرض والظروف المناسبة:

إن وجود المضيف المناوب بالقرب من أشجار الحور غير ضروري لتجدد المرض سنوياً، وذلك لأن الأبواغ اليوريدية على الأوراق المتساقطة تحتفظ بحيويتها خلال الشتاء، وتشكل مصدراً للعدوى في الموسم التالي. يتكرر الطور اليوريدي لعدة أجيال خلال الصيف، ودرجة الحرارة المثلى لنشاطه هي 20 °م تقريباً، والرطوبة النسبية 80 %، ويجب أن يتوفر الندى على الأوراق لتستطيع الأبواغ اليوريدية أن تنبت.

المكافحـــــة:

1 – زراعة أصناف مقاومة من الحور. 2 – تفادي زراعة البصل والثوم بالقرب من زراعة الحور. 3 – إزالة المضيفات المناوبة الأخرى إن وجدت وثبت دورها في حدوث المرض. 4 – إبادة الأوراق المتساقطة في الشتاء والحاملة للأبواغ اليوريدية والتيليتية بجمعها وحرقها أو بقلبها في التربة. 5 – عدم المبالغة في التسميد الأزوتي، وتفادي نقص

البوتاس. 6 – في حالة الإصابة الشديدة، يمكن اللجوء إلى المكافحة الكيميائية منذ ظهور البثرات الأولى على الأوراق، فيمكن استخدام أوكسي كلور النحاس، مزيج بوردو، الزينيب ، أو أوكسي كاربوكسين.

صدأ البقوليات RUSTS OF LEGUMES

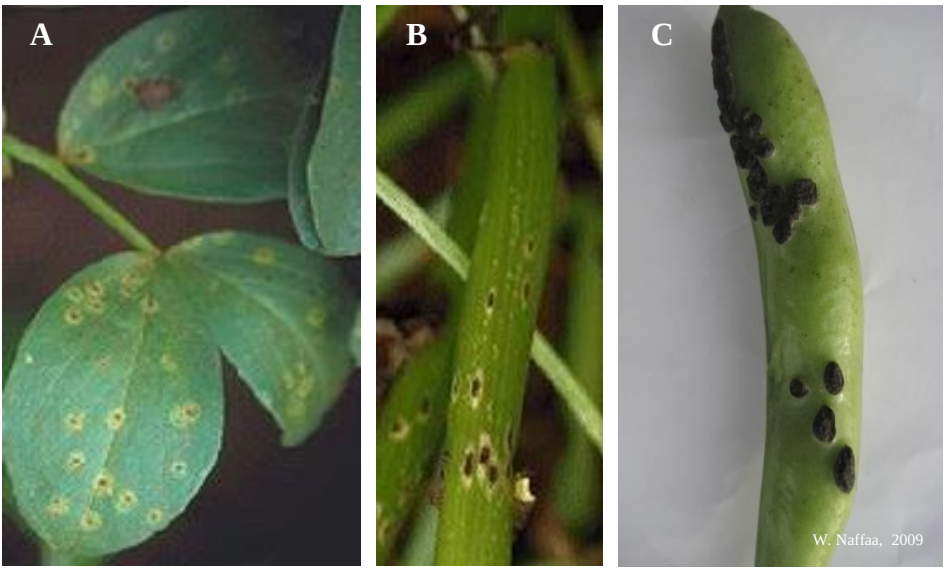
1 - صـــــدأ الفـــــول Faba bean rust

ينتشر هذا المرض في مناطق زراعة الفول في العالم، وبشكل خاص في المناطق الرطبة الاستوائية وتحت الاستوائية. ويعد من أهم الأمراض التي تصيب هذا المحصول. ولكن يظهر المرض عادة في وقت متأخر من دورة حياة النبات في منطقة الشرق الأوسط، لذلك لا يكون له تأثير معنوي على كمية المحصول.

الفطر المسبب: *Uromyces viciae – fabae* (Pers.) Schroet.

الأعراض:

تظهر البثرات اليوريدية على سطحي الوريقات وأعناقها، وكذلك على الساق والقرون عندما تكون الإصابة شديدة، وتأخذ لوناً بنياً محمراً، وتكون مبعثرة بدون انتظام، وعندما تكبر في الحجم يمكن أن تحاط ببثرات أخرى صغيرة. وقد تكون البثرات محاطة بهالة صفراء (الشكل 3 – 38). يكون شكل البثرات دائرياً على الأوراق والقرون، ومتطاولاً على الساق وعنق الورقة. تتشكل البثرات التيليتية في وقت متأخر من الموسم قبل جفاف النباتات، وذلك بشكل أساسي على أعناق الورقة المركبة، وكذلك على أعناق الوريقات، وعلى الساق والقرون، ويكون لونها قاتماً مسوداً، وشكلها بيضوياً إلى مستطيل، وتكون ملساء وذات مظهر لامع لتغطيتها ببشرة النبات المضيف، ثم يتكون بها شق صغير لخروج الأبواغ التيليتية.



الشكل 3 – 38: أعراض الإصابة بصدأ الفول. A: البثرات اليوريدية على السطح العلوي لوريقات الفول. B: بثرات تيليتية بيضاوية الشكل على الساق. C: بثرات تيليتية دائرية الشكل وسوداء اللون على قرون الفول.

تؤدي الإصابة الشديدة لاصفرار الوريقات وجفافها وتساقطها، وإضعاف المجموع الخضري، والإسراع في جفاف النبات قبل اكتمال نمو الثمار مما يؤدي إلى ضمور البذور فيها.

دورة المرض:

على الرغم من أن الفطر المسبب لصدأ الفول من الفطريات طويلة الدورة وحيدة المضيف، إلا أن الطورين السبرموغوني والأسيدي نادرا الحدوث. وفي الظروف المحلية لم يشاهد إلا الطوران اليوريدي والتيليتي، حتى أن الطور التيليتي قليل نسبياً. ويعتقد أن المرض يتجدد سنوياً بالأبواغ اليوريدية الآتية من مخلفات المحصول، أو المحمولة بتيارات الهواء من مناطق أكثر دفئاً يزرع فيها الفول مبكراً. وينجم الضرر الرئيسي للمرض عن الطور اليوريدي، الذي يتكاثر ويعطي عدة أجيال خلال موسم النمو الواحد

للفول. درجة الحرارة المثلى لحدوث الإصابة من 18 – 20 ° م، ويتطلب إنبات الأبواغ اليوريدية وجود غشاء من الماء على سطح الأوراق.

المكافحـــــة:

1 – باعتبار أن لهذا الفطر أكثر من 300 سلالة، وغالباً ما يوجد الكثير منها في الحقل نفسه، لذلك تعتمد مكافحة صدأ الفول بالدرجة الأولى على استنباط وزراعة أصناف مقاومة أو متحملة للسلالات الموجودة في منطقة زراعة الفول. 2 – العمليات الزراعية مثل إتباع دورة زراعية مناسبة، والتخلص من مخلفات المحصول المصاب يمكن أن تخفض من كمية اللقاح الأولي في الموسم التالي. 3 – الاعتدال في الري، والاهتمام بالتسميد الفوسفاتي، وتجنب الزراعة الكثيفة. 4– رش النباتات عند ظهور الإصابة بالمبيدات الفطرية مثل المانكوزيب أو التريفورين أو الدايفينوكونازول.

وقد أشارت بعض الأبحاث إلى نجاح عملية المكافحة الحيوية لصدأ الفول باستخدام بعض أنواع البكتيريا مثل السلالة APPL-1 من النوع *Bacillus subtilis*، و B1 *Pantoea agglomerans*، وC3 *Stenotrophomonas maltophilia* .

2 - صدأ الفاصولياء Bean Rust

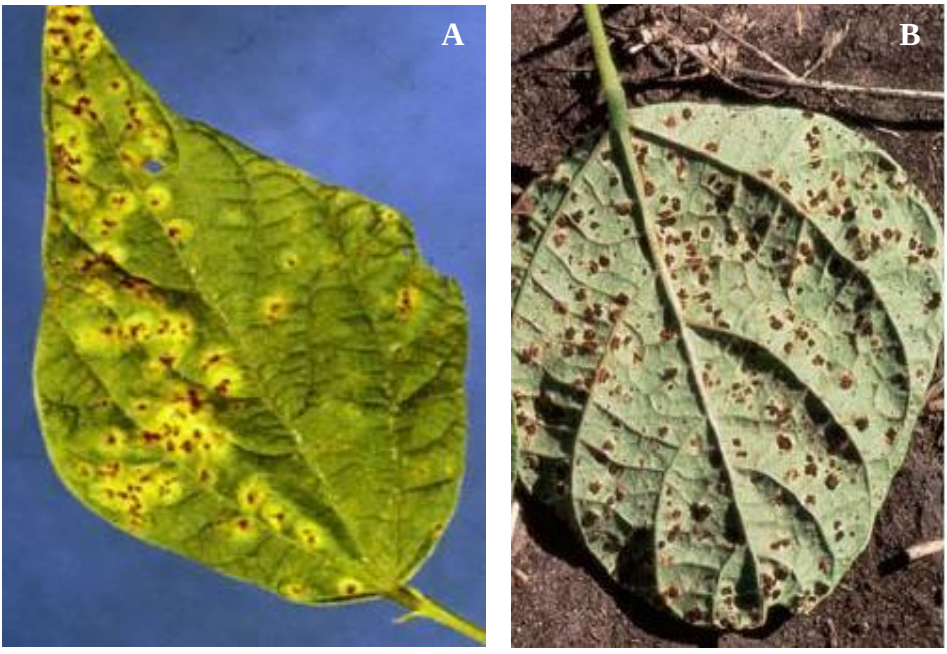
الفطر المسبب:

U. phaseoli (Pers.) Wint.= *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger

الأعراض:

تبدأ الأعراض في الظهور على شكل بقع صفراء أو بيضاء على سطحي الورقة، ولكنها تكون أكثر عدداً على السطح السفلي، ومرتفعة عن نسيج الورقة السليم. تتسع البقع و يتحول لونها إلى اللون البني المحمر نتيجة تكشف البثرات اليوريدية، التي تأخذ شكلاً

دائرياً، لا يتجاوز قطرها 1 – 2 مم، ومحاطة بهالة صفراء (الشكل 3 – 39). وتؤدى الإصابات الشديدة إلى انحناء الورقة نحو الأعلى وتحولها للون البني وتمزقها، ثم جفافها وسقوطها. ويمكن أن تظهر الأعراض نفسها على القرون الخضراء والسوق وأعناق الأوراق. وينتج عن الإصابات الشديدة نقص في عقد الثمار و إنتاج بذور ضعيفة غير ممتلئة. وعند اقتراب نهاية موسم نمو العائل تتشكل الأبواغ التيليتية سوداء اللون في نفس البثرات اليوريدية أو في بثرات جديدة.



الشكل 3 – 39: أعراض الإصابة بصدأ الفاصولياء. A: بثرات يوريدية على السطح العلوي للورقة، ومحاطة بهالة صفراء من نسيج النبات المضيف. B: بثرات يوريدية على السطح السفلي للورقة.

دورة المرض:

الفطر المسبب لصدأ الفاصولياء كامل الدورة وحيد المضيف. إلا أن دورة الحياة تقتصر على الطورين اليوريدي والتيليتي إذ لم يشاهد الطوران السبرموغوني والأسيدي في البيئة السورية. ويكوّن الفطر الممرض الكثير من الأجيال من الأبواغ اليوريدية خلال

الموسم. يلائم حدوث الإصابة وتطور المرض درجة حرارة معتدلة (20 – 24 ° م)، ويتطلب إنبات الأبواغ ابتلال سطح الأوراق لفترة تمتد لأكثر من 10 ساعات. ويمتد الجيل من حدوث الإصابة حتى إنتاج أبواغ جديدة من 10 – 14 يوماً عندما تكون الظروف البيئية مناسبة.

المكافحة:

1- زراعة أصناف مقاومة .

2 - إتباع دورة زراعية مناسبة، والتخلص من مخلفات المحصول المصاب، والتي تعتبر وسيلة تجدد المرض من موسم لآخر.

3 - تجنب الزيادة في الري حتى لا ترتفع الرطوبة، وتجنب الري الرذاذي، و في حالة الاضطرار إليه يجب أن يتم في وقت يسمح بجفاف الأوراق قبل حلول الليل.

4 - الاهتمام بالتسميد الفوسفاتي

5 - المكافحة الكيميائية باستخدام المبيدات المناسبة مثل المانكوزيب أو التريفورين.

صـــــدأ القرنفـــــل Carnation rust

ينتشر هذا المرض عالمياً ومحلياً على القرنفل خصوصاً في الدفيئات الزجاجية والأنفاق البلاستيكية حيث يلائمه ارتفاع الرطوبة النسبية في الجو.

الفطر المسبب:.*U. caryophyllinus* = *Uromyces dianthi* (Pers.) Niessl. (Schrank) Wint.

الأعراض:تظهر البثرات اليوريدية، التي تأخذ اللون البني الفاتح، مبعثرة أو في مجموعات على جميع أجزاء النبات (الأوراق والساق والبراعم). وتكون البثرات التيليتية

بلون بني داكن أو مائل للسواد. وفي حالة الإصابة الشديدة تلتف الأوراق، وقد يموت النبات، إضافة إلى أن النباتات تبقى عادة متقزمة.

دورة المرض:

يمضي الفطر الطورين اليوريدي والتيليتي على القرنفل، بينما يشاهد الطوران السبرموغوني والأسيدي على أنواع من الجنس *Euphorbia* في أوروبا، ومن غير المعروف دور المضيف المناوب في ظروفنا المحلية، وإنما تقتصر دورة الحياة على تجدد الطور اليوريدي، إذ إن الأبواغ اليوريدية تستطيع البقاء حية لفترة طويلة نسبياً تصل إلى 185 يوماً.

المكافحـــــة:

- زراعة شتول سليمة، والعناية بنظافة البيوت البلاستيكية.
- انتخاب أصناف مقاومة، وقد وجد أن الأصناف المنتخبة لمقاومة الذبول تمتاز أيضاً بصفة المقاومة للصدأ.
- تجنب الري الرذاذي أو الري العلوي للنباتات.
- يمكن إجراء مكافحة كيميائية بالرش بالمبيدات النحاسية أو الكبريت القابل للبلل، أو بالمبيدات العضوية مثل مانكوزيب ودايفينوكونازول وأوكسي كاربوكسين.

صـــــدأ الـــــورد Rose rust

مرض شائع على نبات الورد، وأكثر ما يصيب في بلادنا الأصناف المحلية كالورد الجوري أو ورد الشام وتوت السياج.

الفطر المسبب: يسبب هذا المرض أنواع من الجنس *Phragmidium* ومنها *Ph. mucronatum* (Pers.) Schltdl، و *Ph. rosae-pimpinellifoliae* Dietel

و.*Ph. tuberculatum* Jul. Müll. بينما تصاب أنواع الجنس *Rubus* أي توت السياج بالفطر *Ph. violaceum* (Schultz) Winter.

الأعراض:

تبدأ الأعراض بالظهور على شكل بقع صغيرة صفراء على السطح السفلي للأوراق، وبشكل خاص على الأوراق السفلى من النبات. تتكشف هذه البقع عن بثرات يوريدية على السطوح السفلية للأوراق، وعلى أعناقها عند اشتداد الإصابة، وهي صفراء أو برتقالية زاهية اللون تحيط بها هالة صفراء مائلة للأحمر، ومستديرة الشكل (قطرها حوالي 6 مم) (الشكل 3 – 40). تلتف حواف الأوراق المصابة إلى الأعلى، وتجف و تسقط الأوراق المصابة بشدة مبكراً. ويمكن أن تصاب كافة أجزاء النبات باستثناء الجذور والبتلات. تتحول تلك البثرات في نهاية الصيف وبداية الخريف إلى بثرات تيليتية سوداء اللون. تتوقف شدة الإصابة و الضرر على وقت حدوث الإصابة، و مدى ملائمة الظروف البيئية، ودرجة مقاومة الصنف إذ إن الأصناف تختلف بحساسيتها للإصابة بالصدأ، فبعضها يتحمل وجود الكثير من البثرات على الورقة الواحدة دون أن تسقط الأوراق، وفي بعضها الآخر تسقط الأوراق بوجود عدد قليل جداً من البثرات على الورقة، وبعض الأصناف شديدة الحساسية يمكن أن تذبل في منتصف الصيف. ويبدو أن الأصناف المستوردة والهجن تتمتع بصفة المقاومة أو التحمل للإصابة.

دورة المرض:

الفطر المسبب من الأصدئة كاملة الدورة وحيدة العائل. إذ تشاهد أطواره الأربعة على الورد. يظهر الطور السبرموغوني والأسيدي في مطلع الربيع على الأفرع والأوراق وأعناقها. ثم يظهر الطور اليوريدي الذي يمكن أن يتكرر عدة مرات خلال الموسم كل 10 – 14 يوماً في الظروف المناسبة (رطوبة ودرجة حرارة من 18 – 21 °م)، بينما لا يلائم الجو الجاف ودرجة الحرارة المرتفعة تطور وانتشار المرض، لذلك

تكون الإصابة شديدة في فصلي الربيع والخريف، بينما يكون انتشار المرض قليلاً في أشهر الصيف، وفي نهاية الصيف وبداية الخريف تتشكل البثرات التيليتية، إذ يمضي الفطر فصل الشتاء على الأوراق المصابة المتساقطة.

الشكل 3 – 40: أعراض الإصابة بصدأ الورد. A: بثرات يوريدية برتقالية اللون، إضافة لبعض البثرات التيليتية بلون بني داكن أو سوداء على السطح السفلي لورقة الورد. B: البثرات اليوريدية على السطح السفلي للأوراق وعلى أعناقها.

المكافحـــــــة:

1 – التخلص من الأوراق المصابة المتساقطة قبل الشتاء التي تشكل مصدراً للعدوى. 2 - زراعة أصناف مقاومة. 3– يمكن رش النباتات بالكبريت أو بالمبيدات العضوية مثل التريفورين وبنكونازول ودايفينوكونازول، ويمكن أن تكافح هذه المركبات في الوقت نفسه مرض البياض الدقيقي أيضاً.