الفصل السادس

قسيم الفطريات الأسكوميكوتينية
Subdivision Ascomycotina

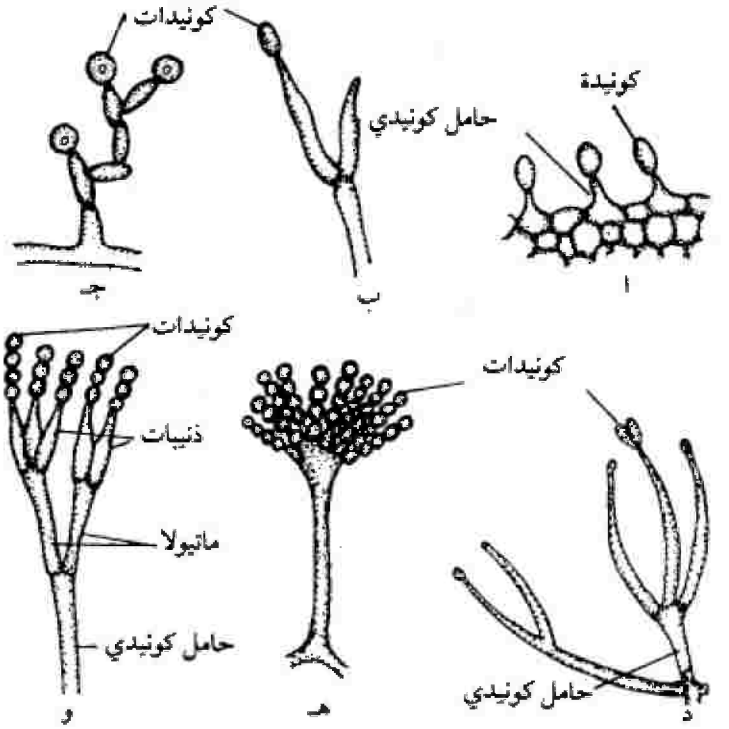
طائفة الفطريات الزقية (الكيسية)
Class Ascomycetes

وجودها وأهميتها

تتضمن الفطريات الزقية، أو ما يطـــــلق عليها أحيانا بالفطريات الكيسية Sac fungi عددا كبيرا من أنواع الفطريات Fungal species التي يتراوح عددها ما بين ٢٥,٠٠٠ إلى ٣٠,٠٠٠ نوع موصوف، وموزعة في حوالي ١٨٠٠ جنس، وهي واسعة الانتشار في الطبيعة وتوجد في بيئات مختلفة في معظم فصول السنة، وتتفاوت فيما بينها تفاوتا كبيرا في الشكل الخارجي والتركيب الداخلي وطريقة التغذية فمنها أنواع دقيقة التركيب أحادية الخلية، كفطريات الخميرة، في حين أنه يوجد منها أنواع ذات تركيبات ثمرية كبيرة الحجم.

تعيش الفطريات الزقية إما مترممة على بيئات متباينة، إذ ينمو العديد منها في التربة الغنية بالدبال أو على كتل الأخشاب المتحللة أو على بقايا أوراق الصحف المتعفنة، أما البعض الآخر فيعيش متطفلا إما تطفلا إجباريا داخل أنسجة العائل، أو ينمو سطحيا على جسم العائل حيث تسبب كثيرا من الأمراض النباتية المعروفة كأمراض البياض الدقيقي التي تصيب كثيرا من أنواع المحاصيل الاقتصادية.

والبعض الآخر اختياري التطفل ويسبب أمراضا نباتية عديدة مثل مرض العفن البني Brown rot والأخضر في ثمار الفاكهة وعفن الكوز Ear rot في الذرة، ومرض جرب التفاح Apple scab ومرض تجعد أوراق الخوخ Peach leaf curl ومرض الإرجوت Ergot disease في الشيلم ومرض التبقع الورقي لنبات البرسيم Leaf spot كما أنه يوجد منها فطريات مترممة ترمما إجباريا ولا تسبب أمراضا نباتية. وهناك عدد منها يكون محبا للروث Coprophilous فلا تنمو إلا على روث حيوانات معينة.



الشكل رقم (٦٦). طرز متنوعة من الحوامل الكونيدية التي تحمل الكونيدات في الفطريات الرقية.

أ – فيلوستيكتا *Phyllosticta* sp ب– ديندروفوما *Dendrophoma* sp

جـ– مونوبوديوم *Monopodium* sp د – فيرتيسيليوم *Verticillium* sp

هـ– أسبرجيللس *Aspergillus* sp و – بنيسيليوم *Penicillium* sp

وتكون هذه الفطريات عند نموها ثمارا زقية Ascocarp بأحجام واضحة للعين المجردة، وأشكالا محدودة، وقد تنتج هذه الفطريات ثمارها الزقية على سطح الأرض كما في حالة الفطريات القرصية Cup fungi والموريلات Morels، أو قد تكون ثمارا زقية تحت سطح الأرض كما في فطريات الكمأة Truffles.

وتنمو بعض الفطريات الزقية مثل الخمائر والأعفان الزرقاء والخضراء على أسطح الفواكه والخضروات والجلود الرطبة ومختلف المواد النباتية والحيوانية مسببة فسادها.

وتسبب الفطريات الزقية كذلك بعض الأمراض المشتركة التي تصيب الإنسان وبعض الحيوانات الأليفة فبعضها يسبب للإنسان أمراضا جلدية، وباطنية والتهابات في الجهاز التنفسي (انظر الأهمية الاقتصادية للفطريات).

وبالرغم من أن أنواعا كثيرة من فطريات هذه المجموعة كثيرة الضرر لنا، وذلك نتيجة لما تسببه من تلف للنباتات الاقتصادية، وفسادا للأغذية، فإنها تضم كذلك أنواعا مفيدة لنا كالخمائر التي تدخل في صناعة الخبز، وأنواع العجين كما تدخل في تحضير أنواع الفيتامينات، وبخاصة فيتامين (ب المركب).

وفطر *البنيسيليوم Penicillium* الذي له القدرة على إنتاج المضاد الحيوي المعروف بالبنسلين وله القدرة على إيقاف نمو الكثير من البكتيريا، وله أيضا شهرته الواسعة حيث إن أحد أنواعه يستخدم في صناعة الجبن وخاصة جبن روكفورت حيث يضفي هذا الفطر له لونا ونكهة مميزتين. وينتمي إلى الفطريات الزقية بعض الفطريات الصالحة للأكل مثل فطر مورشيلا *Morchella*، وفطريات الكمأة Truffles التي تتمتع بشهرة وأهمية خاصة بين الفطريات، وتنمو طبيعيا في صحارى المملكة العربية السعودية في موسم سقوط الأمطار، وهي لذيذة الطعم وذات قيمة غذائية عالية نظرا لما تحتويه من

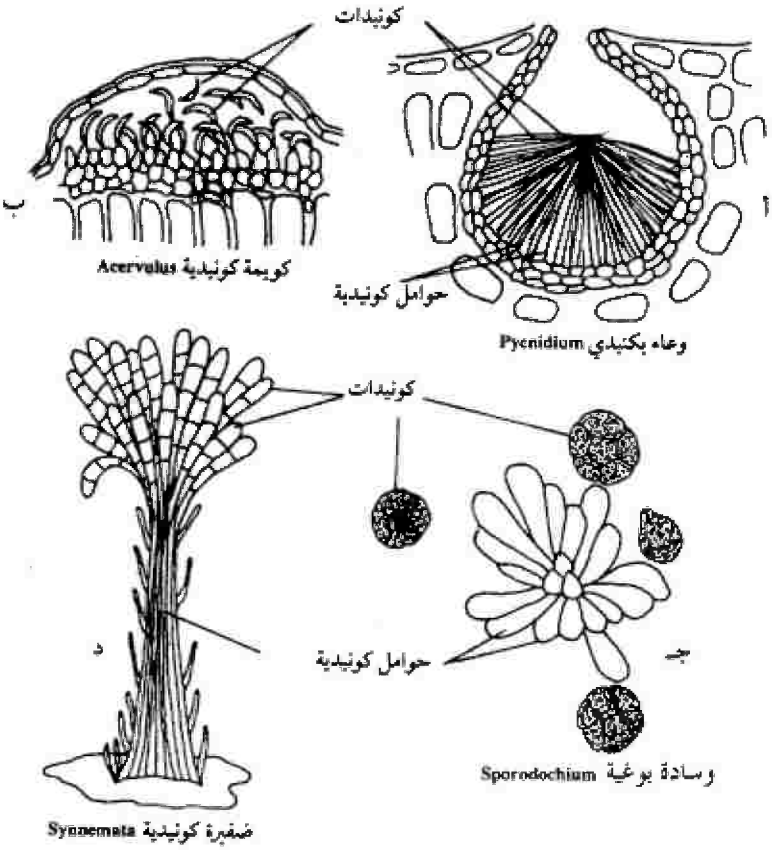
فيتامينات وبروتين. وهناك أيضا فطـــر *كلافيسبس بيربوريا Claviceps purpurea* الذي يصيب نبات القمـح والشيلم، ويسبب لهما مرضاً يسمى بمرض الإرجوت Ergot disease ولكنه ذو فائدة وشهرة طبية كبيرة حيث يستخلص من الأجسام الحجرية لهذا الفطر مادة الإيرجومترين Ergometrine وهي مادة سريعة الذوبان في الماء تؤخذ عن طريق الفم حيث تمتص سريعا في القناة الهضمية، وهي تعطى للأم أثناء عملية الولادة المتعسرة لتسهيلها. كما تساعد هذه المادة على الإقلال من النزيف الذي يعقب الولادة بسبب تأثيرها القابض للرحم والأوعـــية الـــدموية، هـذا بالإضافة إلى أن مادة الإيرجومترين تستخدم في علاج بعض أنواع آلام الرأس.

إلى جانب ذلك فإن كثيرا من الفطريات الزقية تستغل صناعيا في إنتاج الأحماض العضوية مثل أحماض الستريك، والأوكساليك وغيرها. وكذلك إنتاج مختلف الفيتامينات والإنزيمات. وسنتطرق لذلك فيما بعد.

التركيب الخضري

باستثناء الخمائر، وبعض الفطريات القليلة الأخرى، يكون الثالوس في الفطريات الزقية من الطراز الغزلي حيث يتكون الغزل الفطري من هيفات مقسمة إلى خلايا بواسطة جدر عرضية، وتوجد عادة نواة واحدة أو أكثر في كل خلية، وهذه الفطريات لا تكون أبواغ سوطية على الإطلاق، كما أنها لا تكون أبواغ حافظية داخل الحوافظ البوغية، ولكن تتم فيها عملية التكاثر اللاجنسي عادة بتكوين كونيدات Conidia إما بحالة مفردة أو على هيئة سلاسل (الشكل رقم ٦٦). وتحمل هذه الكونيدات على حوامل كونيدية Conidiophores. وقد تنشأ الحوامل الكونيدية على أجزاء متفرقة من الميسيليوم أو تكون داخل تركيبات خاصة تعرف بالبكنيدة، أو الوعاء البكنيدي Pycnium، وهو وعاء كروي، أو دورقي الشكل يكون عادة مدفون في

الوسـط الذي ينمو عليه الفـطر، وتتكون بداخله حوامل كونيدية تحمل على أطرافها الأبواغ التي تعرف في هذه الحالة بالأبواغ البكنيدية Pycnidiospores (الشكل رقم ٦٧أ).



الشكل رقم (٦٧). اربعة طرز من الأجسام الثمرية اللاجنسية التي يمكن مشاهدتها بكثرة في الفطريات الرقية.

أ – وعاء بكنيدي في فطر سبتوريا *Septoria*

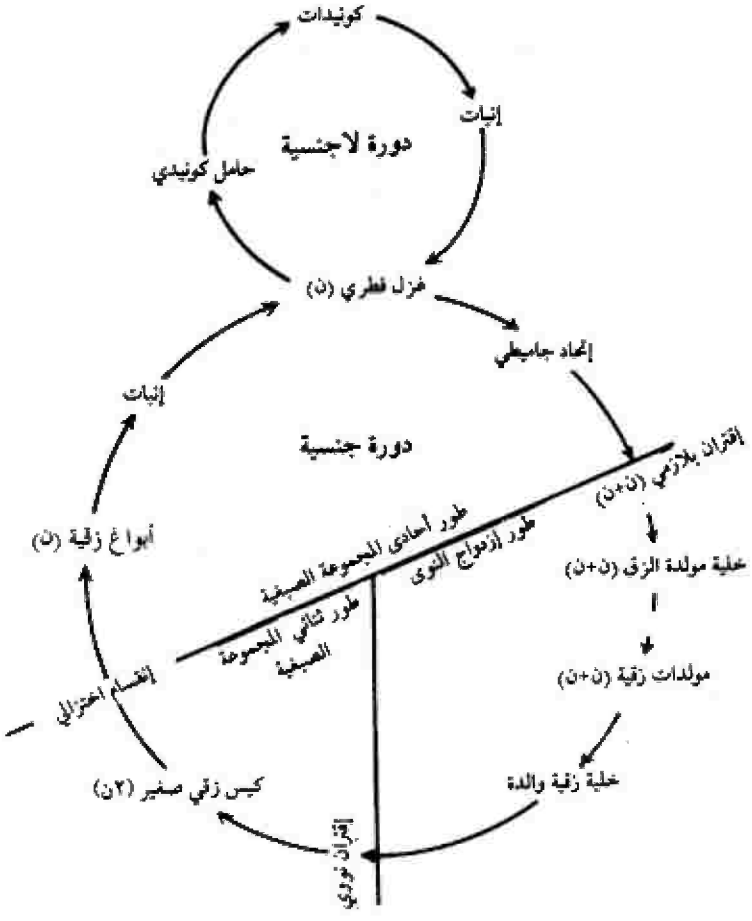
ب – كويمة كونيدية («أسيرفيولة») في فطر مارسونينا *Marsonina*

جـ– وسادة بوغية («سبورودوكيوم») في فطر ابيكوكم *Epicoccum*

د– ضفيرة كونيدية («سينيماتا») في فطر أرثروبوتريم *Arthrobotryum*

من التراكيب المألوفة أيضا في الفطريات الزقية التركيب المسمى اسيرفيوله Acervulus (الشكل رقم ٦٧ب)، وهو عبارة عن تركيب قليل الانخفاض، طبقي الشكل يتكون من وسادة من نسيج هيفي متماسك تنشأ عليه الحوامل الكونيدية القصيرة والمتزاحمة، والتي تحمل على أطرافها الأبواغ الكونيدية التي تتعرض إلى الخارج بعد تمزق بشرة النبات العائل.

وتتميز الفطريات الزقية عن الفطريات الأخرى بنوع خاص من التكاثر الجنسي الذي ينتج عنه تكون أبواغ جنسية خاصة تتكون بعد تزاوج جنسي تسمى بالأبواغ الزقية Ascospores، وتوجد داخل أكياس خاصة تعرف بالأكياس الزقية(الزقاق) Asci. وتتميز الأعضاء الجنسية في الفطريات الزقية إلى أعضاء ذكرية، وأعضاء أنثوية، ويتكون الفرع الأنثوي، أو الجسم القوسي Archicarp من شعيرة جنسية Trichogyne وحيد أو متعدد الخلايا، ومولد زقي يسمى بالأسكوجونة Ascogonium، وتنبثق من الأسكوجونة عند الطرف العلوي منها شعيرة تعرف بالشعيرة الأنثوية، وهي تعد بمثابة عضو استقبال للأنثريدة. أما الفرع الذكري فيتكون من عنق أنثريدي، وأنثريدة طرفية، ويحدث الإخصاب بتقارب الأنثريدة من الشعيرة الأنثوية والاتصال بينهما، وتنتقل أنوية الأنثريدة أولا إلى الشعيرة الأنثوية ثم إلى ما تحتها من أسكوجونة. ويمكن ملاحظة النظام العام لدورة الحياة في الفطريات الزقية كما هو موضح في (الشكل رقم ٦٨).



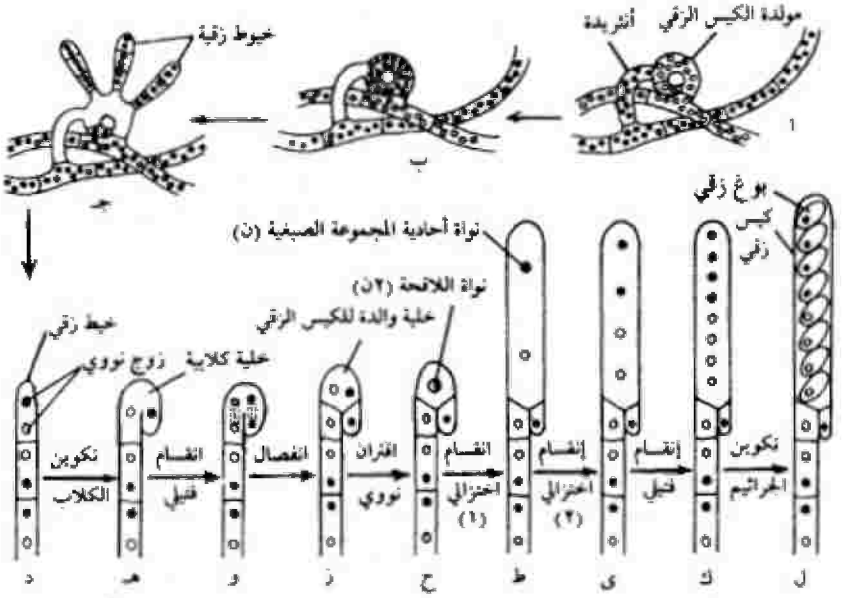
الشكل رقم (٦٨). النمط العام لدورة الحياة في الفطريات الزقية.

سيتولوجية تكوين الكيس الزقي في الفطريات الزقية

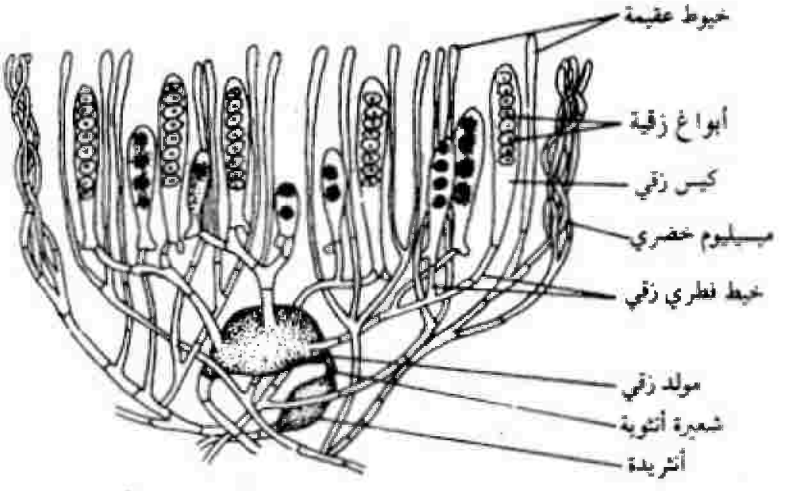
تختلف سيتولوجية تكوين الكيس الزقي في الفطريات الزقية (الشكل رقم ٦٩) باختلاف الأجناس، ففي جنس *بزيزا فيزيكيولوزا Peziza vesiculosa* المتشابهة الثالوس تتكون من أسكوجونة مخصبة وعدة خيوط مولدة للأكياس الزقية (الشكل رقم ٦٩أ)، وهنا تكون الأسكوجونة والأنثريدة عديدة الأنوية، وبعد انتقال أنوية الأنثريدة إلى

الأسكوجونة فإنها لا تندمج مع الأنوية الأسكوجونية بل تنتظم معها في أزواج(الشكل رقم ٦٩ب، جـ)، ويتكون كل زوج من نواة أنثريدية وأخرى اسكوجونية(الشكل رقم ٦٩د)، وبعد تكوين الخيوط المولدة للأكياس الزقية ينتقل زوج واحد من بين هذه الأنوية إلى الطرف المنتشي من الخيط المولد للأكياس الزقية (الشكل رقم٦٩هـ)، ثم تنقسم كل نواة منه إلى نواتين (الشكل رقم٦٩و)، وتتكون جدر فاصلة للتمييز بين كل من الخلية الطرفية أحادية النواة، والخلية تحت الطرفية ثنائية النواة والخلية العنقية أحادية النواة (الشكل رقم٦٩ز).

وتستطيل الخلية تحت الطرفية Penultimate cell وتندمج فيها النواتان وتتكون نواة مدمجة ثنائية المجموعة الكروموسومية (الشكل رقم٦٩ح)، وتنقسم هذه النواة في البداية انقساما اختزاليا(الشكل رقم٦٩ط)، يؤدي إلى تكوين أربعة أنوية أحادية المجموعة الصبغية (الشكل رقم٦٩ي)، يعقبه انقساما فتيليا، وينتج عن ذلك تكوين ثمان أنوية كل منها أحادية المجموعة الكروموسومية (الشكل رقم ٦٩ك)، وتنتظم الأنوية الثمان في صف واحد، وتحاط كل نواة بجـــــدار لتكوين بوغ زقي (الشكل رقم٦٩ل)، أما الخلـــــية تحت الطرفية المستطيلة فتكـــون الكيس الزقي. وقد يحـــــدث اتصال بين الخلية العنقية والخلية الطرفية، ومن ثم تحتوي الأخيرة على نواتين تـــــندمجان، وتكون الخلية الطرفية في هذه الحـــــالة كيسا زقيا آخر وتنتظم هذه الأكـــــياس الزقية، وينتشر بينها شعيرات عقيمة. وتعرف الطبقة المكونة من الأكياس الزقية وما ينتشر بينها من شعيرات عقيمة. وتعرف الطبقة المكونة من الأكياس الزقية وما ينتشر بينها من شعيرات عقيمة باسم الطبقة الخصيبة Hymenium (الشكل رقم٧٠).



الشكل رقم (٦٩). رسم تخطيطي يمثل تكشف الكيس الزقي في أحد الفطريات القرصية النموذجية. مراحل تكوين الكيس الزقي من طرف الخيط الزقي، الأنوية الموجبة مبينة كنقاط سوداء كبيرة والأنوية السالبة كدوائر بيضاء.



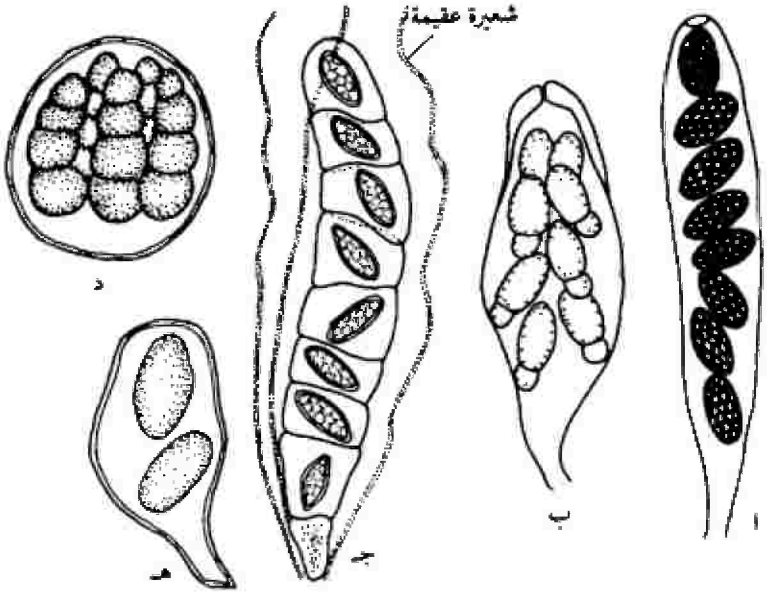
الشكل رقم (٧٠). رسم تخطيطي لقطاع عمودي لثمرة زقية نموذجية قرصية الشكل وفيه تظهر العلاقة بين الأعضاء الجنسية، الخيوط الزقية والخيوط الفطرية.

أما في جنس Sphaerotheca فنجد أن كلا من الأنثريدة والأسكوجونة أحاديتا النواة، وتندمج النواتان في الأسكوجونة المخصبة، وتكون حينئذ نواة ثنائية المجموعة الكروموسومية ثم تأخذ هذه النواة في الانقسام الفتيلي لتكون أنوية ثنائية المجموعة الكروموسومية وتندمج النواتان في النواة تحت الطرفية لتكون نواة رباعية المجموعة الكروموسومية وهذه الخلية تحت الطرفية هي التي تكون الكيس الزقي، وتنقسم نواتها ثلاث مرات، أولها انقسام اختزالي ثم انقسام اختزالي آخر(يعرف أيضا بالانقسام الاختزالي المضاعف) ثم يتبعها انقسام غير مباشر(فتيلي)، وبذلك تتكون ثمان أنوية يحيط كل منها نفسه بقدر قليل من السيتوبلازم ثم يتكون حوله جدار، وبذلك تتكون ثماني أبواغ زقية داخل كل كيس زقي (الشكل رقم٦٩ل).

وهناك من الفطريات الزقية ما هي متباينة الثالوس مثل جنس *اسكوبولوس ماجنيفيكس* *Ascobolus magnificus*، وتكون كل سلالة هنا أحادية المسكن بمعنى أنها تحتوي على أعضاء جنسية ذكرية وأنثوية، ولكن لا يحدث تزاوج بين الأعضاء الجنسية في السلالة الواحدة بل يحدث التزاوج بين سلالتين مختلفتين جنسيا إحداهما موجبة والأخرى سالبة.

الأكياس الزقية(الزقاق) Asci

في الغالبية العظمى من الفطريات الزقية تكون الأكياس الزقية مستطيلة، أو أسطوانية أو بيضية الشكل، ويلاحظ أن الأكياس الزقية الكروية، أو البيضية تميز بعض المجموعات، أما الأكياس الزقية المستطيلة فهي تميز مجموعات أخرى (الشكل رقم ٧١).



الشكل رقم (٧١). طرز متنوعة من الأكياس الزقية التي تمثل بعض الأجناس في الفطريات الزقية:

(أ) كيس زقي أسطواني Cylindric (ب) كيس زقي دبوسي الشكل Clavate

(جـ) كيس زقي مقسم Septate (د) كيس زقي كروي Globose

(هـ) كيس زقي بيضي ومعنق Broadly ovate with stalk

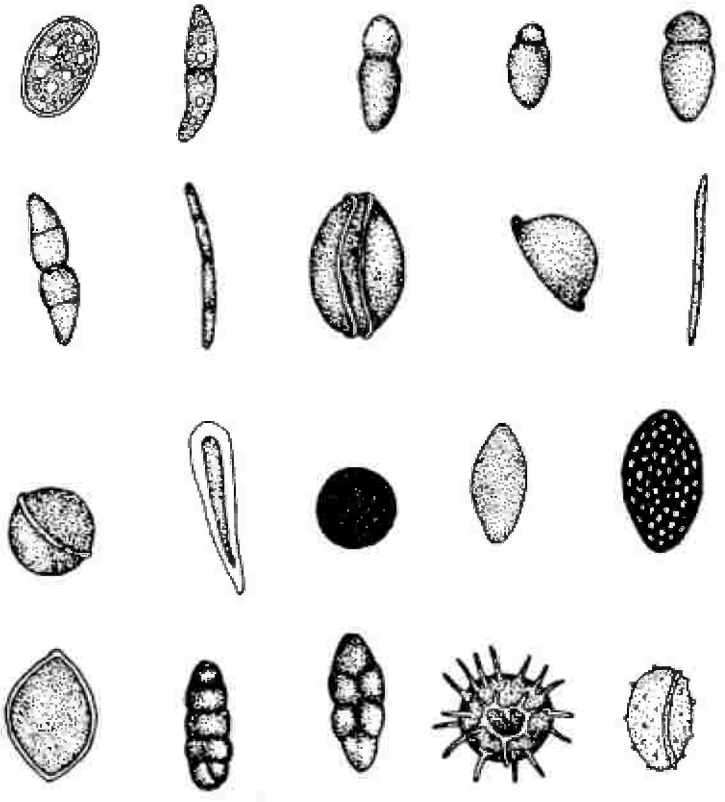
والأكياس الزقية إما أن تكون جالسة وإما أن تكون معنقة، وفي معظم الأحيان تكون هذه الأكياس الزقية إما عارية أو داخل ثمرة زقية، وتتكون على شكل طبقة عادية يطلق عليها الطبقة الخصيبة التي تحتوي بالإضافة إلى الأكياس الزقية على الشعيرات أو الخيوط العقيمة Paraphyses (المفرد Paraphysis) حيث تتبادل هذه الشعيرات مع الأكياس الزقية وتشكل جزءاً من الطبقة الخصيبة، ويعتقد بأنها تساعد على انتشار الأكياس الزقية والأبواغ الزقية. وعادة فإن كل كيس زقي يتكون من تجويف واحد تتكون بداخله الأبواغ الزقية، ولكن في بعض الحالات النادرة يكون هذا التجويف مقسماً.

ويعد تركيب الغلاف أو الجدار الزقي من أهم الصور المميزة لشكل الكيس الزقي، وهو يعتبر أساسا لتقسيم الفطريات الزقية، ويمكن أن نتبين وجود طرازين مختلفين من الأكياس الزقية التي يمكن تمييزها عن بعضها البعض وفقاً لتركيب غلافها الخارجي، فهي إما أن تكون ثنائية الغلاف Bitunicate asci أو قد تكون أحادية الغلاف Unitunicate asci. فالكيس الزقي الثنائي يحتوي على طبقتين جداريتين متميزتين، الجدار الخارجي يكون سميكا وصلبا، أما الجدار الداخلي فيكون رقيقا وقابلا للامتداد. أما الكيس الزقي أحادي الغلاف فيكون رقيقا نسبيا ويتكون من طبقتين رقيقتين تكونان على ما يبدو وكأنه جدار واحد.

الأبواغ الزقية Ascospores

يحتوي كل كيس زقي على ثماني أبواغ زقية (الشكل رقم٧١)، ولكن هذا العدد من الأبواغ في الكيس الزقي الواحد يتفاوت على حسب عدد الانقسامات غير المباشرة للأنوية التي تحدث في الكيس الزقي فقد يكون عددها ٤ أو ١٦ أو ٣٢ أو أكثر من ذلك (مضاعفات العدد ٤)، ويكون العدد النموذجي للأبواغ الزقية في كل كيس ثماني أبواغ زقية. وفي أحوال نادرة تستمر أنوية الكيس الزقي في الانقسام حتى يبلغ عددها في الكيس الزقي الواحد أكثر من ٧٠٠ نواة تصبح فيما بعد أبواغ زقية، كما في فطر *ترايكوبولوس Trichobolus*، وتتباين الأبواغ الزقية فيما بينها تباينا كبيرا من حيث الشكل، الحجم، اللون، والفواصل، أو الحواجز، والزخرفة، وغير ذلك من المميزات، فهي إما أن تكون كروية إلى شبه خيطية، وتتراوح في حجمها من ضئيلة إلى ما يزيد طولها على الألف ميكرون. وذات لون أسود أو مجردة من اللون، وهي إما أن تكون أحادية الخلية، أو عديدة الخلايا (الشكل رقم٧٢). ويمكن استغلال مثل تلك

المميزات المختلفة للأبواغ الزقية كمعايير مناسبة تساعد المهتمين، والمشتغلين في مجال تصنيف الفطريات في تقسيم أجناس، وأنواع الفطريات الزقية.



الشكل رقم (٧٢). طرز متنوعة من الأبواغ الزقية(الكيسية).

الطبقة الخصبية Hymenium

وهي الطبقة التي تتألف من خلايا متطاولة، تكون عمودية على سطح الثمرة وتتكون من الأكياس الزقية والخيوط العقيمة، وهي إما أن تكون عارية Naked كما في فطريات الخميرة، والتافرينا المسبب لمرض التجعد الورقي للخوخ أو تحاط بجدار أو غلاف ثمري خاص، لتكوين ما يسمى بالجسم الثمري أو الثمرة الزقية Ascocarp.

الثمرة الزقية Ascocarp

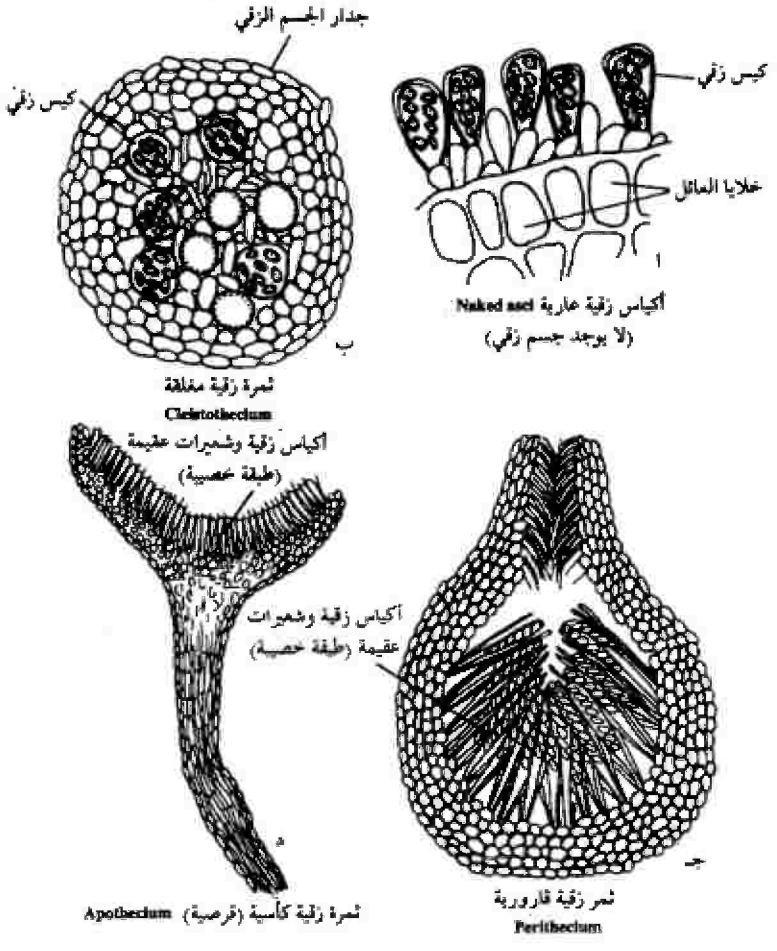
في الفطريات الزقية الحقيقية تحاط الخيوط الزقية، والأكياس الزقية المحمولة عليها بنسيج مغلف. وتتكون الأكياس الزقية والخيوط والنسيج المغلف المكون من الخيوط الفطرية في مجموعها ما يسمى بالجسم الثمري أو الثمرة الزقية.

وهناك ثلاثة طرز عامة من الثمار الزقية في الفطريات الزقية تختلف فيما بينها من حيث الشكل وهي كما يلي:

١ - **الثمار الزقية المغلقة Cleistothecia**. وهي عادة كروية الشكل وليس لها فتحة للخارج، وتكون الأكياس الزقية بداخل هذا النوع من الثمار الزقية مبعثرة في غير انتظام وتنتشر هذه الأكياس الزقية والأبواغ بتحلل جدار الثمرة الزقية أو بتمزقه، وتشاهد الثمار الزقية المغلقة في فطريات اليوروشيام والتالاروميسس (الشكل رقم ٧٣ب).

٢ - **الثمار الزقية القارورية (أو الدورقية) Perithecia**. وهي عادة تكون كمثرية أو على شكل قارورة مستطيلة لها عنق وتفتح للخارج عند النضج بفتحة علوية ضيقة تسمى فوهة Ostiole وتكون الأكياس الزقية في داخلها مرتبة بانتظام ومتوازية، وتشاهد الثمار الزقية القارورية في فطريات كلافيسبس، كيتوميوم وفينتوريا (الشكل رقم ٧٣جـ).

٣ - **الثمار الزقية القرصية (أو المكشوفة) Apothecia**. وهي قد تكون قرصية أو قمعية أو كأسية الشكل، وهي أيضا ذات تجويف مبطن بطبقة عمادية من الأكياس الزقية المرتبة عادة بشكل متواز على سطحها كما في فطريات البزيزا والمورشيلا (الشكل رقم٧٣د).



الشكل رقم (٧٣). أربع طرق لحمل الأكياس الزقية في الفطريات الزقية.

(عن الكسوبولوس وآخرين، ١٩٩٦)

تصنيف الفطريات الزقية

يتوقف تصنيف الفطريات الزقية على عدد من الصفات والمقاييس المختلفة التي يرجع إليها عادة في الفصل بين المجموعات المختلفة ومنها:

١ – إذا كانت الأكياس الزقية عارية، أو تنتظم داخل الثمار الزقية.

٢- أشكال وطبيعة هذه الثمار الزقية، إذا كانت مغلقة أو قارورية أو قرصية.

٣- ألوان الثمار الزقية، والأكياس الزقية، والأبواغ الزقية.

٤- طريقة تكوين وانتظام الأكياس الزقية داخل الثمرة الزقية إذا كانت مبعثرة أو غير متوازية ومنتظمة.

٥- طبيعة الجدار في الثمرة الزقية إذا كان مميزا أو غير مميز عما يحيط به من أنسجة.

٦- نوعية الأكياس الزقية ومكان الأبواغ الزقية داخل الثمرة الزقية.

٧- ميكانيكية انفتاح الثمار الزقية، إذا كانت هناك آلية خاصة لانتثار الأبواغ كفتحة أو فوهة طرفية، أو عدم وجودها في الجسم الثمري.

٨- وجود الشعيرات العقيمة أوغيرها من تراكيب وخيوط عقيمة كاذبة Pseudoparaphyses.

على الرغم من الخصائص السابقة التي تميز الطويئفات بعضها عن بعض إلا أن مسألة تصنيف هذه الطائفة معقدة ولا تزال موضع خلاف بين العلماء الذين يبحثون دائما عن تصنيف طبيعي لها، ويعتمدون بالدرجة الأولى على تركيب وبنية الكيس الزقي وأجزائه، وتؤخذ أحيانا البنية الشكلية للثمرة الزقية بعين الاعتبار. وحتى يوضع نظام طبيعي لها فإن عددا كبيرا من علماء الفطريات في الوقت الحاضر يعتبرون أن هذه المميزات ما تزال مقبولة وذو وزن كبير بحيث تكفي لفصل الفطريات الزقية إلى طويئفاتها المختلفة. وبشكل عام فإن الفطريات الزقية تعتبر مجموعة طبيعية، غير أن علاقتها بالمجاميع الأخرى ومنشؤها لا يزال غامضا.

وعلى ضوء القواعد والمميزات السابقة، ووفقا للتصنيف الوارد بالمرجع لمؤلفيه C.J.Alexopoulos & C. W.Mims Introductory Mycology (1979,1996)

فـإن طائـــفة الفطريات الـــزقية تصنف إلى عدة طويفات فيما بينها حسب المفتاح التالي :

مفتاح تصنيف طائفة الفطريات الزقية

أ تنشأ الأكياس الزقية عارية ولا تنتج خيوطا فطرية أو ثمارا زقية.

الفطريات الزقية الأولية ..... Hemiascomycetidae

أأ تنتج الأكياس الزقية في ثمار زقية ، غالبا من خيوط زقية ..... ب ، ب ب.

ب. تكون الأكياس الزقية في حالتها المثالية وحيدة الغلاف ، فإذا كانت ثنائية الغلاف ، فتتولد عندئذ في ثمرة زقية قرصية ..... جـ ، جـ جـ

جـ. الأكياس الزقية غالبا ما تكون مبعثرة ، في حالتها المثالية زائلة ، والثمرة الزقية تكون في العادة مغلقة.

الزقيات الكروية ..... Plectomycetidae

جـ جـ. الأكياس الزقية مرتبة في طبقة قاعدية ، تكون طبقة خصبية ، وفي الحالة المثالية تكـــون دائمة وزائلة أحيانا ، أو تكون الثمار الزقية سفلية ..... د ، دد.

د. الغزل الفطري "الميسيليوم" موجود ، طفيليات على العوائل المتنوعة ، أو مترممة على المواد العضوية المختلفة.

الزقيات الخصبية ..... Hymenoascomycetidae

دد. الميسيليوم الحقيقي غائب ، طفيليات سطحية على درجة كبيرة من التخصص وتتطفل على الحشرات والمفصليات ، والطحالب البحرية الحمراء.

الزقيات الحشرية ..... Laboulbeniomycetidae

ب ب. الأكياس الزقية ثنائية الغلاف، والثمرة الزقية تكون حشية ثمرية

الزقيات المسكنية ..... Loculoascomycetidae

طويئفة الفطريات الزقية الأولية Subclass Hemiascomycetidae

تعد فطريات هذه الطويئفة على أكبر درجة من البدائية إذا ما قورنت بالطويئفات الأخرى التابعة للفطريات الزقية، وهي تعتبر حلقة اتصال ما بين الفطريات الدنيا والزقية الراقية، وهي فطريات بسيطة مجهرية الشكل تمتاز بأن الأكياس الزقية فيها عارية وتنشأ مباشرة من اتحاد مولدة الكيس الزقي «الأسكوجونة» والأنثريدة، وبعدم وجود ثمار زقية، وكذلك عدم وجود الخيوط الزقية المخصبة.

ويعيش أفراد هذه الطويئفة معيشة رمية في معظم الأحيان ولكن القليل منها يعيش معيشة طفيلية على الحيوانات، والنباتات الزهرية. وهناك اختلاف كبير في الآراء حتى بين المتخصصين في مجال تصنيف الفطريات من حيث تقسيم هذه الطويئفة إلى رتب وفصائل.

وعموما فهي تحتوي على حوالي ٥٠ جنسا و٢٥٠نوعا موزعة على ثلاث رتب هما:

١ - رتبة الاندوميسيتات Order Endomycetales

٢- رتبة التافرينات Order Taphrinales

٣- رتبة البروتوميسيتات Order Protomycetales

والرتبتين الأولى والثانية واضحتا المعالم أما الأخيرة فهي أقل وضوحا. لذا فسنقتصر فقط فيما يلي بالدراسة التفصيلية لكل من الرتبتين الأولى والثانية.

رتبة الإندوميسيتات Order Endomycetales

معظم أفراد هذه الرتبة فطريات مجهولة الشكل وحيدة الخلية والقليل منها يحتوي على ميسيليوم، وهي إما أن تعيش مترممة في السوائل السكرية، أو على الثمار، ونادرا ما توجد في التربة، والبعض الآخر من هذه الفطريات يعيش متطفلا على النباتات والحيوانات. والاتحاد الجنسي بين أفراد هذه الرتبة يبدأ باندماج بلازمي Plasmogamy متبوعا باندماج نووي Karyogamy، وقد يحدث الاندماج البلازمي بين بروتوبلاستي خليتين خضريتين، أو بين حافظتين مشيجيتين، أو بين بوغين زقيين وينتج عن ذلك الاندماج تكون اللاقحة، التي تعطي فيما بعد الكيس الزقي، وفي بعض الأحيان لا يحدث أي اتحاد أو اندماج إذ تتحول الخلية المفردة بالتوالد البكري إلى كيس زقي مباشرة، وتتميز هذه الرتبة بأن الأكياس الزقية المتكونة في أفرادها تكون عارية حيث ينعدم تكوين الثمار الزقية التي تحمل داخلها الأكياس الزقية. وكما أسلفنا فإن تقسيم هذه الرتبة إلى فصائلها المختلفة ما زال مثار اختلاف كبير بين علماء الفطريات، إذ أن عدد الفصائل لا يختلف فقط باختلاف المصنفين بل قد تختلف كذلك أسماء وحدود كل فصيلة منها. ووفقاً للتصنيف الذي أورده (Alexopoulos & Mims 1979) فإن هذه الرتبة تضم في مجموعها حوالي ٤٥ جنساً و ١٥٠ نوعاً موزعة في ست فصائل هي:

١ – الفصيلة الأسكويدية	Family Ascoidaceae
٢ – الفصيلة الديبوداسكية	Family Dipodascaceae
٣ – الفصيلة الأندوميسيتية	Family Endomycetaceae
٤ – الفصيلة السكارواميسيتية	Family Saccharomycetaceae
٥ – الفصيلة السيفالوأسكية	Family Cephaloascaceae
٦ – الفصيلة السبيرموفثورية	Family Spermophthoraceae

مفتاح تصنيف فصائل رتبة الإندوميسيتات

أ- الأبواغ الزقية ليست إبرية ولكنها متنوعة، مغزلية، أو منجلية الشكل.

..... ب، ب ب

ب- اللاقحة عبارة عن خلية واحدة تتحول مباشرة إلى كيس زقي .. جـ، جـ جـ

جـ- الأكياس الزقية متعددة الأبواغ ..... د، دد

د- الأكياس الزقية تتكاثر بالتبرعم.

الفصيلة الأسكويدية ..... Ascoidaceae

دد- الأكياس الزقية لا تتكاثر بالتبرعم.

الفصيلة الديبوداسكية ..... Dipodascaceae

جـ جـ- الأكياس الزقية تحتوي على ١ إلى ٨ أبواغ زقية ..... هـ، هـ هـ

هـ- الغزل الفطري غزير.

الفصيلة الإندوميسيتية ..... Endomycetaceae

هـ هـ- الغزل الفطري شحيح، أو غير موجود

الفصيلة السكاروميسيتية ..... Saccharomycetaceae

ب ب- اللاقحة تعطي حـــــامل زقي قائم ومقسم وخـــلاياه ثنائية المجموعة الكروموسومية.

الفصيلة السيفالو أسكية ..... Cephaloascaceae

أأ- الأبواغ الزقية إبرية، مغزلية أو منجلية الشكل.

الفصيلة السبيرموفثورية ..... Spermophthoraceae

فيما يلي نستعرض فقط الفصيلة السكاروميسيتية نظرا للأهمية الاقتصادية لأفرادها.

☐ الفصيلة السكاروميسيتية Family Saccharomycetaceae

تمثل أفراد هذه الفصيلة الخمائر الحقيقية True yeasts، وهي تتكون من خلية واحدة Unicellular منفردة، أو في سلاسل تكون غزل فطري كاذب Pseudomycelium، وأفرادها تتكاثر أينما وجدت المحاليل السكرية، فهي توجد في مختلف المواد الغذائية وفي رحيق الأزهار وعلى إفرازات الأشجار، والأوراق المجروحة وعلى قشور الثمار كما توجد مترممة في التربة وفي أوساط أخرى، ويعيش البعض منها إما متكافلاً أو متطفلاً على الإنسان أو على حيوانات متعددة لا سيما الحشرات، وبعضها يتطفل على النبات مسبباً بعض الأمراض. وتتميز فطريات الخميرة بوجه خاص بقدرتها على تخمير الكربوهيدرات حيث تقوم بإنتاج مجموعة من الإنزيمات تعرف بمعقد الزايميز Zymase التي لها القدرة على تحويل بعض أحاديات التسكر إلى كحول، وثاني أكسيد الكربون وينتج عن هذه العملية تحرير طاقة تستغلها الخميرة في القيام بمختلف أوجه نشاطها (ولذلك يستعمل الخبازون الخمائر في صناعتهم بسبب هذه الصفة).

وفطريات الخميرة من الفطريات التي تتميز بقدرتها على التكاثر بالتبرعم، سواء كانت وحيدة الخلية، أو كانت خيطية، ففي الطراز الأخير توجد أبواغ متبرعمة Blastospores يكاد يكون كل بوغ متبرعم يبدو وكأنه خلية متبرعمة. ويبدأ البرعم صغيرا ثم يكبر حتى يصل إلى حجم الخلية الأم قبل أن يتم انفصاله، ويظهر موضع الاتصال على الخلية الأم كندبة تسمى ندبة البرعم Bud scar يقابلها في الخلية الجديدة

ندبة الميلاد Birth scar، ويظهر النوعان من الندبات بشكل واضح في صور المجهر الالكتروني المساح، وقد يوجد أكثر من موقع في الخلية للتبرعم، وبالتالي ندبات التبرعم وعددها يدل على مرات الانقسام. والميزة الأساسية التي تجمع بين أفراد هذه الفصيلة هي تكوين كيس زقي واحد، وليس مجموعة من الأكياس الزقية، وذلك نتيجة التكاثر الجنسي. كذلك ينعدم تكوين الثمار الزقية Ascocarps التي تحمي بداخلها الأكياس الزقية، حيث لم يلاحظ وجود أي نمط من أنماط الثمار الزقية في الخمائر. وفطريات الخميرة أنواع، هي: (١) أحادية الخلية (٢) خيطية (٣) مولدة لأبواغ زقية (٤) غير مولدة لأبواغ زقية. وهناك طرق شتى لتصنيف فطريات الخميرة منها ما يلي:

١- تصنيف جميع فطريات الخميرة غيرة المولدة للأبواغ الزقية Asporogenous تحت طائفة الفطريات الناقصة.

٢- تصنيف جميع فطريات الخميرة المولدة للأبواغ الزقية تحت طائفة الفطريات الزقية.

هنالك نظام آخر للتقسيم مشابها لما يحدث في فطريات *الأسبيرجيللس*، *والبنيسيليوم*، فليس جميع أنواع *أسبيرجيللس*، *وبنيسيليوم* تستطيع أن تعطي أبواغ زقية، ولكن تقتصر هذه القدرة على أنواع قليلة. ولما كان البعض من هذه الفطريات له القدرة على إنتاج أجسام زقية وأبواغ زقية، لذلك فقد صنفت جميع أجناس *الأسبيرجيللس والبنيسيليوم* تحت طائفة الفطريات الزقية، وعلى نفس المنوال فقد صنفت جميع فطريات الخميرة، سواء كانت مولدة أو غير مولدة لأبواغ زقية تحت طائفة الفطريات الزقية. ثم توالت الدراسات على فطريات الخميرة وثبتت أهميتها في مجالات طبية، وصناعية وزراعية كثيرة، كما كثرت أنواعها فظهر اتجاه جديد لفصل

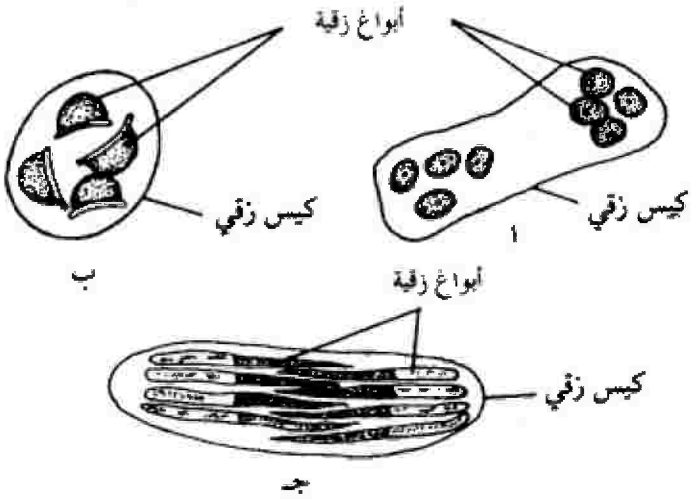
فطريات الخميرة كلية عن الطوائف المعروفة للفطريات الحقيقية ، ووضعها تحت طائفة خاصة هي طائفة الفطريات المتبرعمة Blastomycetes. ولعل أكثر هذه الطرق المتداولة هي الطريقة الثانية ، وهي وضع جميع فطريات الخميرة تحت «طائفة الفطريات الزقية».

وفي رأي رواد الفطريات الأوائل أمثال دي باري (١٨٨٤) وجومان (١٩٢٦) وغيرهم ، فإن فطريات الخميرة تمثل الحلقة الأولى لتطور ونشوء الفطريات الزقية من الفطريات الابتدائية Phycomycetes.

وتتكاثر فطريات الخميرة جنسيا بعدة طرق مختلفة ، والطريقة المثلى لهذا النوع من التكاثر هي اتحاد خليتين خضريتين تكونان متساويتين عادة ، ويتم ذلك بتكوين أنبوبة صغيرة من كل من الخليتين ، يتبع ذلك اندماج هاتين الأنبوبتين بتحلل الحاجز الفاصل بينهما ، وتتحد نواتا الخليتين عادة في الأنبوبة ثم تتكون اللاقحة الثنائية المجموعة الكروموسومية ويلي ذلك تكوين الأبواغ الزقية ، وعددها ٤ إلى ٨ . أحيانا تضمحل بعض الأنوية الناتجة عن انقسام النواة الأولى وبذلك يحوي الكيس الزقي ٤ أبواغ زقية. والاكياس الزقية في هذه الفصيلة عارية ، وتنشأ كما أسلفنا إما من لاقحة ، أو بالتوالد البكري من خلية خضرية فردية ، أما أشكال الأبواغ الزقية فتختلف حسب الأنواع فهي إما بيضية أو قبعية كما في فطر *Hansenula* sp. ، أو مستديرة أو إبرية كما في فطر *Nematospora* sp. أو مسننة ... إلخ ، (الشكل رقم ٧٤).

وتبعا لشكل الأبواغ الزقية جرى تقسيم هذه الفصيلة إلى ١٧ جنسا وحوالي ١٠٠ نوع . وأشهر هذه الأجناس :

Saccharomyces, Hansenula, Nematospora and *Schizosaccharomyces*



الشكل رقم (٧٤). طرز متنوعة من الأبواغ الزقية لفطريات الخميرة.

أ – فطرة الخميرة المنشقة *Schizosaccharomyces octosporus*

ب – نوع من هانسينيولا *Hansinula* sp

جـ – نيماتوسبورا فاسولي *Nematospora phaseoli*

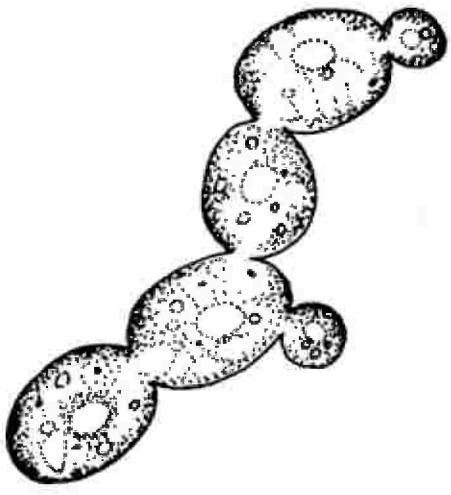
الوضع التصنيفي لجنس سكاروميسس Systematic position of Genus *Saccharomyces*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hemiascomycetidae	طويئمة: الفطريات الزقية الأولية
Order: Endomycetales	رتبة: الإندوميسيات
Family: Saccharomycetaceae	الفصيلة: السكاروميسية
Genus: *Saccharomyces*	جنس: سكاروميسس

يعد هذا الجنس من أهم أجناس الفصيلة السكاروميسية، وقد اكتشفه لأول مرة العالم الإنجليزي روبرت هوك (Robert Hooke 1680). ومنذ ذلك الحين، وعدد الأنواع التابعة لهذا الجنس في ازدياد مستمر حتى بلغت ٤١ نوعا، أو يزيد

(Van der Walt 1970)، وقد استند في ذلك على الصفات الفسيولوجية للنوع أي القدرة على تخمير أنواع معينة من السكاكر. وأشهر الأنواع التابعة لهذا الجنس النوع *Saccharomyces cerevisiae* الذي يستعمل في صناعة المعجنات، إذ يقوم بتخمير السكاكر البسيطة إلى كحول بتركيز يتراوح ما بين ١٠ إلى ١٢٪، وهو ذو فائدة طبية لاحتوائه على فيتامين (أ).

ويعيش جنس *سكارروميسس* مترمما حيث توجد المحاليل السكرية، فهو يوجد في الأطعمة ورحيق الأزهار، وإفرازات الأشجار وسطوح الأوراق، والثمار، كما يوجد في التربة. ويعيش البعض منها إما متكافلا، أو متطفلا على حيوانات متعددة لاسيما الحشرات، والفطر لا يحتوي على ميسيليوم كالمعتاد بل يتكون من خلايا فردية متشابهة تقريبا، مستديرة أو بيضية الشكل. وأحيانا تتصل خلايا الخميرة بعضها ببعض فتتكون سلاسل من الخلايا ومشكلة ما يسمى بالغزل الفطري الكاذب Pseudomycelium (الشكل رقم ٧٥). ويبلغ قطر الخلية حوالي ١٠ ميكروميترات، ويختلف شكل الخلايا الفردية، وحجمها تبعاً لعمر الخلايا، وطبيعة البيئة الغذائية، والخلايا الفردية للخميرة عديمة اللون، إلا أنها عندما تنمو على منابت غذائية صلبة فإنها تنتج مستعمرات قد تكون بيضاء، أو ذات لون قشدي، أما خلايا الخميرة الناقصة فهي زاهية الألوان، وتعد مميزات المستعمرات ذات فائدة في تصنيف الخمائر. وتستغل المميزات الفسيولوجية إلى حد كبير للتمييز بين أنواع الخمائر المختلفة. ويحيط بالخلية جدار رقيق يبلغ سمكه حوالي ٧٠ نانوميتر، ويكون أخف في الخلايا الحديثة. ويصبح سميكاً في البيئات غير الملائمة، ويتكون جدار خلية الخميرة من الجلوكان glucan (متبلمر معقد) من وحدات الجلوكوز، ويوجد في الطبقة الداخلية من الجدار ملاصقاً للغشاء البلازمي، والمنان Mannan (متبلمر معقد من المانوز Mannose ويوجد



الشكل رقم (٧٥). سلسلة من خلايا الخميرة (غزل فطري كاذب) تنتج عن التبرعم.

أساساً في الطبقة الخارجية للجدار وله علاقة بصلابة الجدار) والكيتين Chitin (متبلمر من إن - إسيتيل جلوكوز أمين، ويوجد مرتبطاً بندبة البرعم ويكون حلقة حول الندبة) وبروتين (ويمثل ١٠٪ من وزن الجدار الجاف) ويوجد في البروتين بعض الإنزيمات المرتبطة بالجدار مثل الجلوكاناز Glucanase والمناز Mannase ويساعدان في تليين مادة الجدار قبل التبرعم ، كما يوجد إنزيمات أخرى (Berry 1982). وهذا الجدار يغلف كتلة بوتوبلازمية. وتمتاز خلية الخميرة بأنها غنية بالسيتوبلازم الذي يحتوي على حبيبات جليكوجينية ، وفوليوتينية ، ودهون حيث تعد بمثابة مواد غذائية مدخرة ، ويحتوي أيضاً على الميتوكوندريا والشبكة الإندويلازمية. وتوجد بالخلية نواة واحدة محاطة بغشاء مزدوج مثقب (نواة حقيقية) ، والكروموسومات صغيرة جدًّا ، فالواحدة منها في حجم كروموسوم النوع البكتيري *Escherichia coli* وهناك تقارير متضاربة بشأن عدد الكروموسومات في خلية الخميرة ثنائية المجموعة الصبغية ، حيث دلت الدراسات الخلوية على أن العدد هو ثمانية. ولا يوجد جسم شعاعي خارج النواة ، ولكن يوجد بديل له في صورة رقعة صغيرة Plaque في الغشاء النووي يوجد فيها قرص

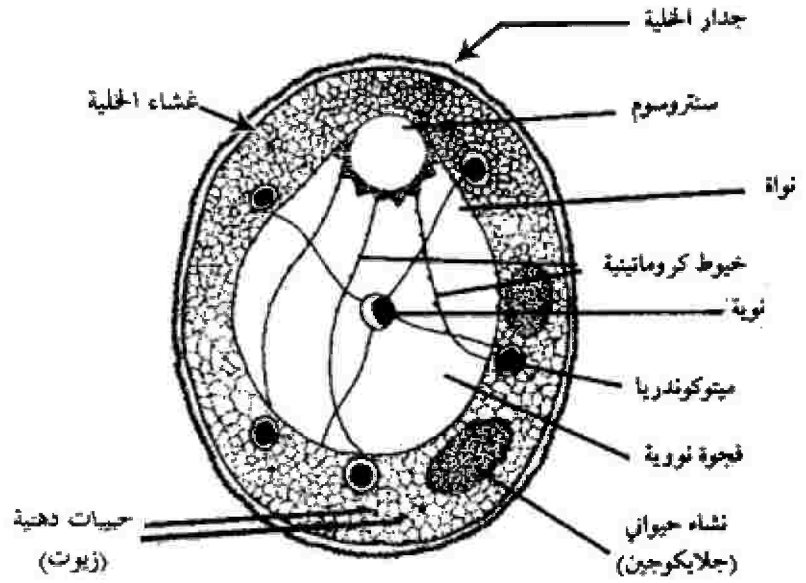
عديد الطبقات تمتد منه أنابيب دقيقة في داخل النواة وكذلك السيتوبلازم، وهي المقابل للتركيب المغزلي، (الشكل رقم ٧٦). وتستطيع الخمائر بشكل عام أن تتكاثر بأحد الطرق الأربعة التالية:

١- التبرعم Budding

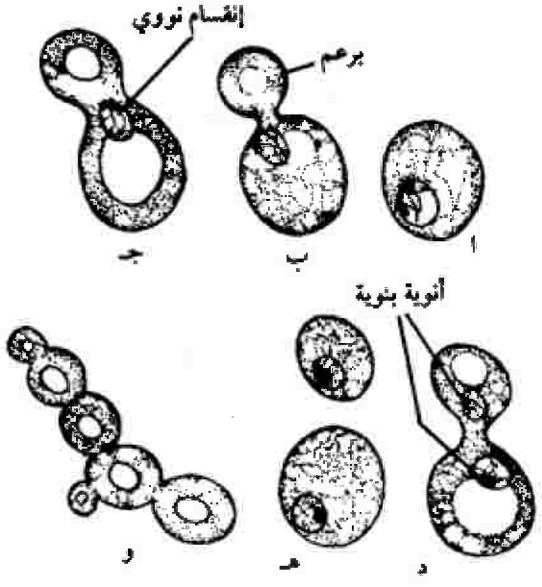
وهو يمثل طريقة من طرق التكاثر الخضري، ويحدث عندما يكون الوسط الموجود به الفطر غنيا بالمواد الغذائية السكرية، وفي كثير من أنواع الخميرة يمثل التبرعم النوع الوحيد للتكاثر. ويظهر التبرعم عند أحد القطبين أو بالقرب منه كنتوء صغير من جدار الخلية، وتنقسم النواة أثناء تكون البرعم الذي يأخذ في التخصر التدريجي حتى يتم انفصاله عن الخلية الأصلية، أوقد يعطي برعما جديدا، وهو مازال متصلا بالخلية الأم. وقد تتكرر هذه العملية بحيث يصل عدد الخلايا المتصلة ببعضها على هيئة سلسة Pseudomycelium قصيرة متفرعة أو غير متفرعة وغير منتظمة إلى عدد كبير من الخلايا (الشكل رقم ٧٧).

٢- تكوين أبواغ داخلية Endospores

ويحدث هذا الطراز من التكاثر تحت الظروف البيئية غير الملائمة لنمو الفطر حيث تأخذ الخلية شكلا كرويا ويتغلظ جدارها وتنقسم محتوياتها الداخلية إلى أربع أبواغ داخلية، فتنقسم النواة مرتين لتكون أربع أنوية تكون كل واحدة منها بوغة داخلية ذات جدار سميك. وفي بعض الأنواع تنقسم محتويات الخلية إلى ثمانية أبواغ ذات جدار سميك، وهكذا تصبح الخلية الأصلية كعلبة بوغية، وتظل هذه الأبواغ محتبسة داخل الخلية الأصلية طالما الظروف البيئية غير ملائمة، فإذا ما أصبحت الظروف مواتية فإن غلاف الخلية الأصلية ينشق، وتتحرر الأبواغ التي تنمو كخمائر جديدة.



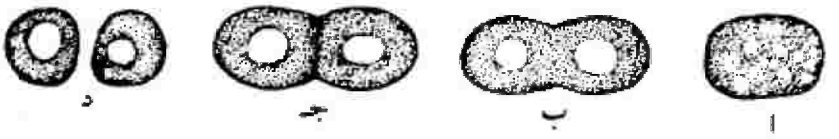
الشكل رقم (٧٦). رسم تخطيطي يوضح تركيب الخلية الخضرية في فطر الخميرة *Saccharomyces* sp.



الشكل رقـــم (٧٧). (أ–هـــ) المراحل المختلفة للتبرعم في خلية الخميرة (تكاثر لا جنسي).
و– سلسلة من الخلايا الخضرية الناتجة عن طريق التبرعم.

٣- الانقسام المستعرض Transverse Fission

ويشبه هذا الانقسام ما يحدث في الخلية البكتيرية، وفيه تأخذ خلية الخميرة في الاستطالة، ثم تنقسم نواتها إلى نواتين، والانقسام ميتوزي، إلا انه لا يوجد تركيب مغزلي وإنما يوجد التركيب السابق ذكره (بلاك Plaque أو رقعة صغيرة في الغشاء النووي من أقراص متعددة تمتد منها أنابيب دقيقة إلى داخل النواة والسيتوبلازم) وهو ذو علاقة بالانقسام الخلوي الذي يتكون نتيجة له حاجز عرضي في الخلية يقسمها إلى قسمين ينفصلان عن بعضهما ليعطيا خليتين خضريتين. ويقتصر هذا النوع من الانقسام على جنس واحد من فطريات الخميرة هو جنس الخميرة المنشقة *Schizosaccharomyces* (الشكل رقم ٧٨).



الشكل رقم (٧٨). أ-د: الأطوار المختلفة لعملية الانشقاق الثنائي لخلية الخميرة (النوع *شيزوسكارومايسس أوكتوسبورس*).

٤- التكاثر الجنسي «التزاوج» Sexual Reproduction (Conjugation)

يحدث هذا الطراز من التكاثر (الشكل رقم٧٩) عندما يكون الغذاء قليلا في البيئة الغذائية أو البيئة الجافة، وعموما فهذا النوع من التكاثر غير شائع في فطريات الخميرة، ولا يحدث إلا في أنواع قليلة منها حيث إنه في فطريات الخميرة عموما لا تتشكل أي أعضاء جنسية متخصصة كتلك التي تشاهد في الفطريات الراقية الأخرى. ويحدث الاتحاد الجنسي في فطريات الخميرة إما بين خليتين خضريتين أحاديتي المجموعة الصبغية (الشكل رقم ٧٩أ)، وإما بين بوغين زقيين يقومان بوظيفة حافظتين مشيجيتين

متزاوجتين، فإما أن تكون هذه الأمشاج متشابهة ويطلق عليها Isogamic conjugation أو تكون متباينة Heterogamic conjugation وتبدأ هذه العملية بأن تقترب كل خليتين خضريتين من بعضهما البعض، ويخرج من كل منهما بروز أو نتوء صغير، ثم يلتقي البروزان (الشكل رقم ٧٩هـ)، ويذوب الجدار الفاصل بينهما (الشكل رقم ٧٩و)، لتتكون قناة تزاوج تلتقي فيها النواتان فتندمجان ويلتحم بعد ذلك السيتوبلازم في الخليتين لتتكون نواة ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) تسمى الكيس الزقي Ascus (الشكل رقم ٧٩ي)، ثم تنقسم نواة الكيس الزقي الثنائية المجموعة الصبغية انقساماً اختزاليًّا، ليتكون في النهاية أربع أنوية أحادية المجموعة الصبغية كل نواة منها هي نواة بوغية زقية، ثم تتغلف كل نواة منها بسيتوبلازم، وجدار سميك، وبذلك ينتج أربعة أبواغ زقية في كل كيس زقي (الشكل رقم ٧٩ك)، كما في النوع *Saccharomyces cerevisiae* ويتوقف عدد هذه الأبواغ الزقية على عدد الانقسامات النووية التي حدثت، وما يتبع ذلك من تكون الأنوية، والعدد المعتاد هو أربع أو ثماني أبواغ زقية في كل كيس زقي. وعموماً يمكن حث الخميرة على تكوين الأكياس الزقية، وذلك بتنمية خلاياها في البداية على وسط مغذي غني (مثل المولاس والآجار، أو وسط كامل يحتوي على البيتون وخلاصة الخميرة والجلوكوز والفيتامينات)، وذلك لغرض الحصول على نمو جيد، ونقلها بعد ذلك إلى وسط تكوين الأبواغ الذي يحتوي على خلات الصوديوم بتركيز ٠,٥٪ والجلوكوز عند درجة ٣٠°م، فتتطور الخلايا مباشرة خلال ١٢ - ٢٤ ساعة إلى أكياس زقية.

الأهمية الاقتصادية للخمائر

على الرغم من الحجم الدقيق للخمائر إلا أنها تعد في مقدمة الفطريات من حيث أهميتها الاقتصادية، ومن منافعها الكثيرة نلخص ما يلي:

١ - التخمر الكحولي. ويعد التخمر الكحولي أهم استغلال صناعي، وهو عملية تحويل بعض السكريات الأحادية مثل الجلوكوز والفركتوز إلى كحول، وثاني أكسيد الكربون وذلك بمساعدة مجموعة من الإنزيمات التي تنتجها خلية الخميرة، وتسمى هذه المجموعة من الإنزيمات بمعقد الزايميز Zymase، وينتج عن هذه العملية التي تتضمن تكسير السكر إلى مركبات أبسط منه تحرير طاقة تستغلها الخميرة في القيام بمختلف أوجه نشاطها حسب المعادلة الآتية :

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Zymase}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH + 26\ \text{Calory}$$

تجدر الإشارة إلى أن تلك العملية تحدث بغياب الأكسجين أو مايسمى بالتنفس اللاهوائي (التخمر) كما في المعادلة السابقة.

أما بوجود الأكسجين فإن الخمائر تتنفس بالطريقة الإعتيادية إذا نمت في محلول سكري جيد التهوية حيث يتفكك سكر الجلوكوز إلى ثاني أكسيد الكربون والماء كما في المعادلة التالية :

$$C6\ H_{12}O6 + O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 674\ \text{Calory}$$

٢ - لبعض أنواع الخمائر فوائد علاجية إذ تستعمل كعلاج لأمراض الجلد وتستخدم الخميرة المضغوطة كملين، ومعالجة أمراض الأمعاء.

٣ - لبعض أنواع الخمائر القدرة على إنتاج بعض أنواع الفيتامينات، وخاصة فيتامين (ب) المركب، وفيتامين (جـ)، وكذلك يتكون فيتامين (د)، وفي بعض أنواع الخميرة التي تتعرض خلاياها للأشعة فوق البنفسجية، ويستعمل بعض أنواعها أيضاً في إنتاج كميات وافرة من الدهون.

٤ - تستغل الخمائر في إنتاج البروتين أحادي الخلية (SCP) الذي يستخدم حاليًا على هيئة علائق لتغذية الحيوانات والطيور، وربما في المستقبل كمصدر لغذاء الإنسان.

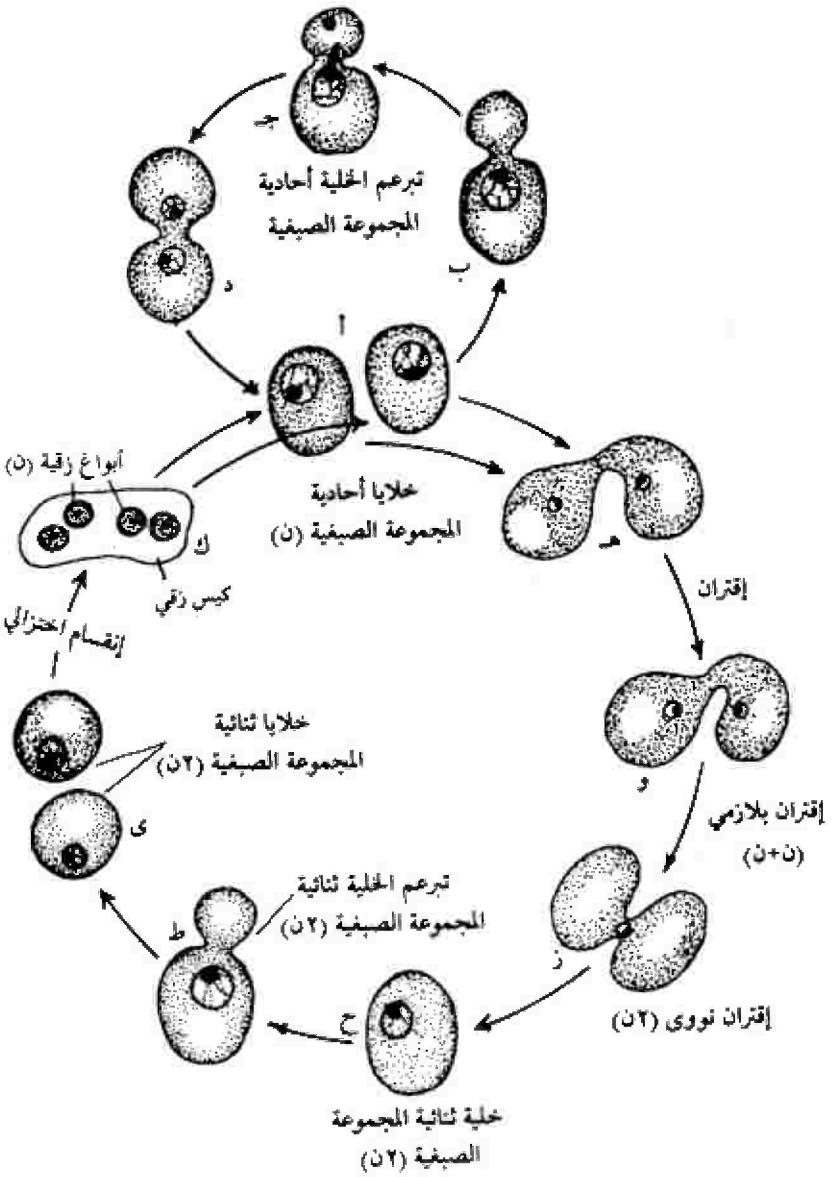
٥- تضاف بعض أنواع الخميرة المضغوطة إلى العجينة المستخدمة في عمل الخبز لتخميره فعند إضافة الماء إلى الدقيق يعمل إنزيم الدياستيز الموجود بالخميرة على تحويل جزء من نشا الدقيق إلى سكر، وتعمل الخميرة على تخمير هذا السكر فيتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يجعل الرغيف خفيفاً ذا مسام.

إضافة إلى ما للخمائر من فوائد كثيرة للإنسان إلا أن بعض أنواعها ضار للإنسان والحيوان والنبات. وتسبب لهم أمراضاً مختلفة منها:

١ - بعض أنواعها يعتبر مسؤولا عن فساد الأجبان، ومنتجات الطماطم وبعض المواد الغذائية الأخرى.

٢- يتطفل عدد قليل من أنواع الخميرة على النباتات الراقية ويسبب لها أمراضا مختلفة كأمراض ثمار طماطم، والفاصوليا، والقطن، وثمار البندق، وغيرها.

٣- بعض أنواع الخمائر تسبب عددا من الأمراض الخطيرة للإنسان فمثلا الفطرتين *Blastomycosis* و *Torulopsis* تسببان أمراضا للجلد، والجهاز العصبي للإنسان، أما النوع *Yeast vaginili* فيسبب التهابات وتشققات في مهبل المرأة. والنوع *Cryptococcus neoformans* فيسبب مرض الاختلال العقلي للإنسان ويسمى هذا المرض Cryptococeosis. وأخيراً فإن النوع المسمى *Candida albicans* من الخمائر الكاذبة، وهو يسبب داء المبيضات Candidiasis، ويعتبر من الفطريات ذات الصلة الوثيقة بالإنسان خصوصاً الأطفال الضعفاء، والرجال المسنين، حيث يوجد الفطر في الغشاء المخاطي للفم ويسبب له التهاباً يعرف بالسلاق Thrush، ويكثر بين الأطفال حديثي الولادة ويتميز بلونه الأبيض، إضافة إلى أن هذا الفطر يؤثر على الغشاء المخاطي للجلد والأصابع والرئة.



الشكل رقم (٧٩). دورة حياة فطر سكارومايس سيرفيسيا *Saccharomyces cerevisiae*.

رتبة التافرينات Order Taphrinales

توجد أكثر فطريات هذه الرتبة متطفلة على النباتات الزهرية الراقية وتسبب للنبات العائل تشوها، واصفرارا في الثمار، والأوراق، والسوق، وتسبب أيضا إفراطا وتضخما في نمو الأعضاء المصابة تسمى Hypertrophy، وزيادة في عدد الخلايا Hyperplasia. ومن الأمراض المألوفة التي تسببها فطريات هذه الرتبة مرض تجعد أوراق الخوخ Peach leaf curl disease المتسبب عن النوع *تافرينا ديفورمانز Taphrina deformans*، بالإضافة إلى وجود بعض الأنواع الأخرى المهمة من الناحية الاقتصادية مثل فطر *تافرينا بروني*، *تافرينا سيرازي*، *وتافرينا كوريوليسنس*.

وتتميز هذه الرتبة بوجود طبقة خصبية تحتوي على أكياس زقية عارية تترتب بصورة متوازية في طبقة عمادية الشكل دون أن يحيط بها جراب ثمري ولا تتخللها خيوط عقيمة كتلك الموجودة في معظم الفطريات الزقية الأخرى. ويحتوي كل كيس زقي على عدد من الأبواغ الزقية التي يتراوح عددها ما بين ٤ إلى ٨ أبواغ، وقد يحتوي الكيس الزقي على أكثر من ذلك نتيجة لتبرعم الأبواغ الزقية.

وتشبه أفراد التافرينات فطريات الخميرة من حيث تكاثر أبواغها الزقية بالتبرعم، وكذلك من حيث إنها تنتج في الطبيعة غزلا فطريا حقيقيا محددا. وتشتمل هذه الرتبة على فصيلة واحدة فقط هي الفصيلة التافرينية، والتي تتضمن حسب آراء غالبية المؤلفين جنسا واحدا هو جنس *تافرينا*.

الوضع التصنيفي لجنس *تافرينا* Systematic position of Genus *Taphrina*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hemiascomycetidae	طويئفة: الفطريات الزقية الأولية
Order: Taphrinales	رتبة: التافرينات
Family: Taphrinaceae	الفصيلة: التافرينية
Genus: *Taphrina*	جنس: تافرينا

يضم جنس *تافرينا* حوالي مائة نوع، معظمها له أهمية اقتصادية كبيرة، حيث تسبب أمراضاً خطيرة لأشجار الفاكهة. نذكر منها:

١ – *T. deformans*، الذي يسبب مرض التجعد الورقي للخوخ.

٢ – *T. pruni*، الذي يتطفل على ثمار نبات البرقوق فتصبح الثمرة ضخمة مجوفة.

٣ – *T.cerasi*، ويتطفل على نبات الكرز، ويسبب له مرض يسمى مكنسة الساحر.

٤ – *T. communis*، ويتطفل على نبات الخوخ الوسادي.

٥ – *T. coerulescens*، المسبب لمرض تجعد، وتغضن أوراق البلوط.

٦ – *T. minor*، ويسبب مرض تجعد أوراق الكرز.

وتجدر الإشارة إلى أن كل الأنواع السابقة تعد طفيليات ذات تخصص محدود على عوائلها.

أكثر الأنواع المألوفة في هذا الجنس هو النوع *تافرينا ديفورمانز* المسبب لمرض تجعد أوراق الخوخ ويوجد هذا المرض في مناطق زراعة الخوخ من العالم، خصوصا في المناطق التي يكون فيها الجو باردا ورطبا خلال فصل الربيع، وقد سجل وجود هذا المرض في منطقة عسير من المملكة، وهو يسبب تشوها واصفرارا في الأوراق والثمار والسوق، وضعفا للنبات العائل، ويسبب أيضا إفراطا في نمو الأعضاء المصابة وزيادة في عدد الخلايا، ثم تتجعد الأوراق المصابة وتموت وتسقط قبل النضج، وتنشط البراعم الساكنة مكونة أوراقا جديدة. وقد تصاب أيضا الأغصان فتصبح منتفخة ومتقزمة، وذات لون يتدرج من الأخضر الشاحب إلى الأصفر مع إفراز مادة صمغية أحيانا، ثم تموت الأغصان المصابة عادة. ويؤدي موت الأوراق وسقوطها إلى إضعاف الشجرة وإلى إنقاص في قدرتها الإنتاجية.

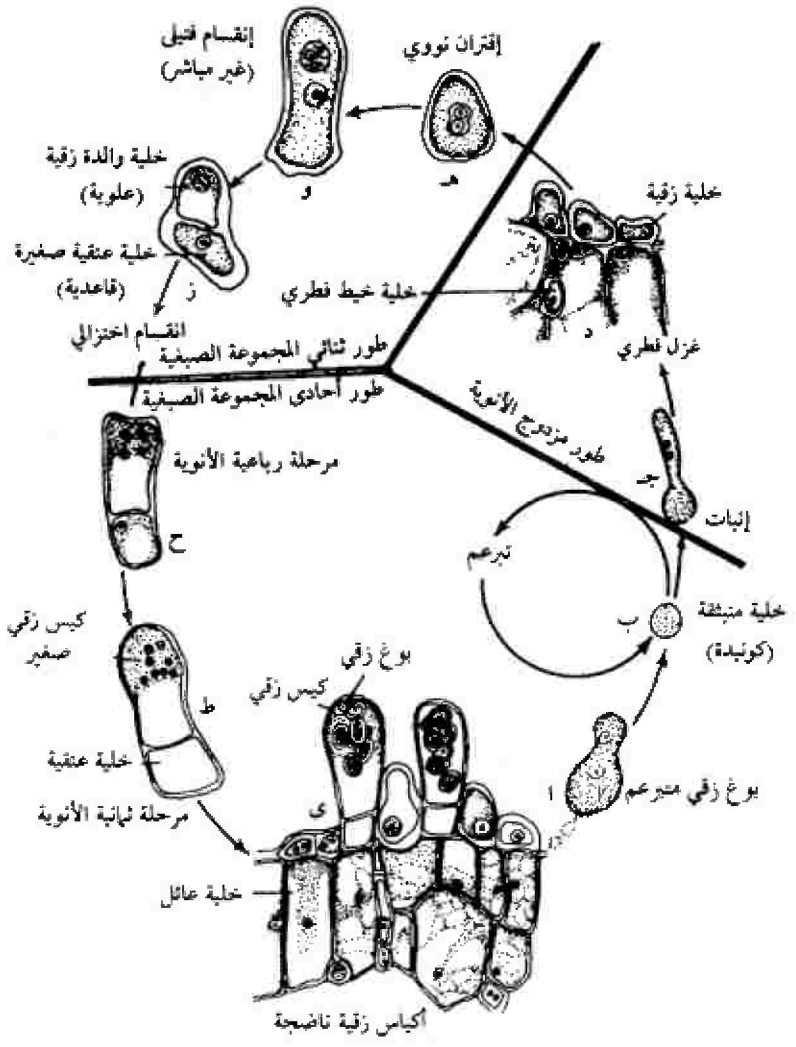
ينمو الفطر بصورة إجبارية على العائل حيث يتركب غزله الفطري من خيوط مقسمة ومتفرعة، وتتخلل هذه الخيوط المسافات البينية في الأجزاء المصابة من الورقة ووفقا للنوع فقد ينتشر الغزل الفطري وينمو بين الخلايا Intercellular أو يكون تحت أدمي Subcuticular أو ينمو داخل جدار خلايا بشرة العائل. وقد تتعمق الخيوط الفطرية النامية بين الخلايا، وتنفذ إلى داخل أنسجة العائل، ولا يكون الفطر ممصات داخل الخلايا ولكنه يحصل على غذائه عن طريق تفرع الغزل الفطري وانتشاره بين الخلايا.

طرق التكاثر

يتكاثر الفطر عادة بطريقتين هما:

التكاثر اللاجنسي. يتم التكاثر اللاجنسي (الشكل رقم ٨٠) بواسطة تبرعم الأبواغ الزقية، وتكوين أبواغ برعمية ثانوية صغيرة، بيضية أو مستديرة الشكل، وهي أحادية النواة رقيقة الجدار، وأحادية المجموعة الصبغية وتشبه فطر الخميرة، وكثيرا ما يطلق عليها أبواغ كونيدية، وقد يحدث تبرعم هذه الأبواغ الزقية وهي ما زالت حبيسة داخل الأكياس الزقية، أو بعد تحريرها منها، وقد تتبرعم الأبواغ البرعمية ذاتها لتنتج مزيدا منها. وقد شوهدت الأبواغ الزقية في المزارع الصناعية، وهي متبرعمة داخل الكيس الزقي.

والأبواغ البرعمية إما أن تواصل التبرعم على سطح العائل لتنتج أبواغاً برعمية ثانوية وإما أن تنبت بأنابيب إنبات لتغزو الأوراق. وتبقى الأبواغ الزقية الناتجة ساكنة طول فصل الشتاء بين حراشف البراعم الساكنة وعلى قلف الأغصان، أو على البقايا النباتية، ولذا يصعب مقاومة هذا الفطر بالرش بالمبيدات الفطرية، وهذه الأبواغ



الشكل رقم (٨٠). دورة حياة فطر *تافرينا ديفورمانز Taphrina deformans*.

هي المسؤولة عن الإصابة الأولية في بداية الربيع، وقد يساعد الطقس المائل لكل من البرودة والرطوبة العالية عند تفتح البراعم في أوائل الربيع على حدوث الإصابة بالمرض، وتكشفها، وانتشار المرض حيث تنبت هذه الأبواغ بصورة مباشرة مكونة

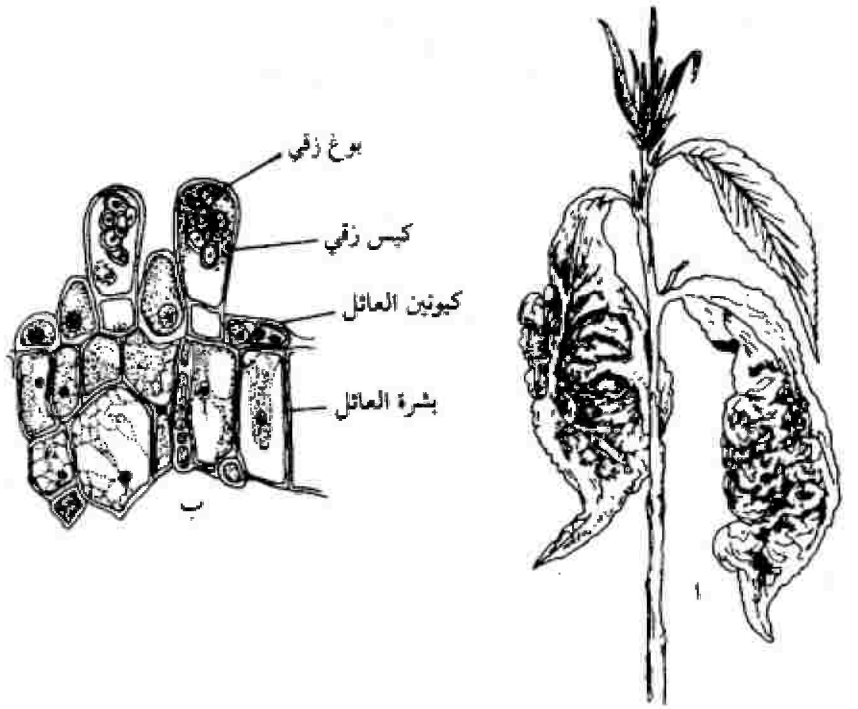
أنبوبا بوغيا يدخل نسيج الأوراق الحديثة والفروع الغضة للنبات العائل مباشرة من خلال الثغور، ثم تنقسم نواة الأنبوب البوغي أثناء استطالته ليصبح ثنائي النواة (ن+ن). وينتج عن نمو وتطور الأنبوب البوغي غزل فطري مقسم، تكون كل خلية منه ثنائية النواة. وينمو الغزل الفطري في المسافات البينية من نسيج البشرة والقشرة، ويؤدي ذلك إلى ازدياد حجم الأوراق والأجزاء المصابة، فتظهر مشوهة الشكل، كأن تكون مجعدة، أو ملتفة، سميكة نسبيا، وتكتسب قواما غضروفيا، وتصبح الأوراق ذات لون أحمر.

وينشأ تجعد الورقة من جراء إصابة الطبقة العمادية التي يزداد عدد خلاياها ويتضخم حجمها بصورة غير طبيعية، يفوق الزيادة في حجم وعدد خلايا الطبقة الاسفنجية، لذلك تكون أجزاء الورقة المصابة متبعجة إلى الأعلى ومقعرة من الأسفل، حيث يؤدي ذلك إلى التفاف حواف الأوراق المصابة نحو الداخل (الشكل رقم٨١) ويتقدم الإصابة يختفي الكلوروفيل تدريجيا وتبعا لذلك يصغر حجم الأوراق المصابة ويتحول لونها إلى اللون الأصفر فالرمادي فالبني. ثم تبدأ تلك الأوراق بالتساقط، أما الفروع المصابة فإنها تتوقف عن النمو طوليا، وتنتفخ فتقصر المسافة بين السلاميات، وتظهر على أوراقها كافة أعراض الإصابة، وقد تموت الأغصان الطرفية وتقل، أو تقف العقد في البراعم الجانبية.

التكاثر الجنسي. يبدأ التكاثر الجنسي في هذا الفطر (الشكل رقم٨٠) عند إنبات الأبواغ الزقية (الشكل رقم١٨٠)، وبعد تكاثرها بالبراعم حيث تنبت البراعم، وتنقسم نواتها فتيليا، وتنتقل النواتان المتكونتان في أنبوبة الإنبات المتكونة، وهذه باستمرار نموها تعطي هيفات ثنائية النواة (الشكل رقم ٨٠جـ)، حيث تخترق أنسجة النبات العائل، ويتكون منها الميسيليوم المتطفل الثنائي النواة (الشكل رقم ٨٠ د)، وبذلك

تصبح كل خلية من خلايا الفطر تحتوي على زوج واحد، أو أكثر من الأنوية، وتكون خلايا الفطر على هيئة طبقة عمادية ثنائية النواة تحت أدمة البشرة العليا للعائل (الشكل رقم٨٠ د). وهذه الخلايا تكون بيضية قصيرة ذات نواتين وسيتوبلازم كثيف يطلق عليها الخلايا المولدة للأكياس الزقية Ascogenous cells ويبدأ تكوين الكيس الزقي عن طريق اندماج النواتين الموجودتين في الخلية المولدة للكيس الزقي، لتصبح نواة لاقحة ثنائية المجموعة الصبغية (الشكل رقم ٨٠ هـ)، وفي أنواع قليلة تنمو الخلايا المولدة للأكياس الزقية مباشرة إلى أكياس زقية، ولكن في الغالبية العظمى للأنواع تستطيل الخلية المولدة للكيس الزقي وتنمو إلى الأعلى مكونة جزءا علويّاً أسطواني الشكل (الشكل رقم ٨٠ و)، يتكون منه الكيس الزقي الذي ينفصل عن الجزء السفلي أو القاعدي بواسطة حاجز عرضي (الشكل رقم ٨٠ ز)، وتنقسم النواة الثنائية المجموعة الصبغية انقساماً غير مباشر «فتيلي» إلى نواتين تنتقل إحداهما إلى القمة النامية بينما تبقى الأخرى في الخلية العنقية القصيرة ثم يتكون حاجز بين هاتين النواتين فيقسم الخلية إلى جزئين السفلي يسمى الخلية العنقية Stalk cell، والجزء العلوي يسمى الخلية الطرفية، أو الخلية الوالدة للكيس الزقي Ascus mother cell (الشكل رقم٨٠ز)، ثم يتحلل سيتوبلازم ونواة الخلية العنقية، وتصبح فارغة (الشكل٨٠ ح)، بينما تستطيل الخلية الواحدة للكيس الزقي وتتوسع لتصبح صولجانية الشكل ثم تتحول إلى كيس زقي فتنقسم نواته اختزاليًّا ثم فتيليًّا وينتج عن ذلك تكوين ثماني أنوية أحادية المجموعة الصبغية منتشرة في سيتوبلازم الكيس الزقي (الشكل رقم٨٠ ط)، ثم تحاط كل نواة مع جزء مجاور لها من السيتوبلازم بجدار، لتكون بوغ زقي، وبذلك تتكون ثماني أبواغ زقية أحادية المجموعة الصبغية داخل كل كيس زقي (الشكل رقم٨٠ ي)، وقد تتبرعم هذه الأبواغ داخل الأكياس الزقية، وتظهر الأكياس الزقية في طبقة واحدة تشبه الطبقة العمادية التي تحت الأدمة (الشكل رقم٨٠ ي)، وينتج عن تكوين وكبر حجم

الأكياس الزقية رأسيًّا حدوث ضغط إلى أعلى يتسبب عنه تمزق طبقة بشرة العائل وتعرض الأكياس الزقية العارية إلى الخارج مكونة طبقة خصبة حيث إنه في طويئفة الفطريات الزقية الأولية لا تتكون أجسام ثمرية من أي طراز بل تظل الأكياس الزقية عارية مما يتيح الفرصة لانطلاق الأبواغ الزقية، وانتشارها من الأكياس الزقية عن طريق شق طولي، أو تمزق في الأكياس الزقية، ثم تبدأ الأبواغ الزقية في التبرعم بعد تحررها، وتكون أبواغ برعمية عديدة، ولا تلبث تلك الأبواغ أن تنتج أنابيب إنبات تخترق بشرة ورقة النبات العائل محدثة إصابة جديدة.



الشكل رقم (٨١). مرض التجعد الورقي في الخوخ المتسبب عن فطر *تافرينا ديفورمانز T. deformans*.

أ – الأعراض على الأوراق.

ب– قطاع عرضي في ورقة خوخ مصابة يبين خطوات تكوين الأكياس الزقية.

(عن إبراهيم وآخرين، ١٩٧٤)

طويئفة الفطريات الزقية الكروية Subclass Plectomycetidae

لقد سبق وأن ناقشنا في الطويئفة السابقة أمثلة لأبسط الفطريات الزقية ذات الأكياس الزقية العارية والتي ليس لها القدرة على تكوين خيوط زقية مخصبة ولا ثمار زقية على الإطلاق. والآن نبدأ بمناقشة الفطريات الزقية الأكثر تعقيدا في طائفة الفطريات الزقية ذات التركيبات الثمرية المميزة.

وفي هذه الطويئفة نجد أن الأكياس الزقية تكون محمولة على ميسيليوم متخصص وتحاط بنسيج فطري غير متماسك مكونة ما يطلق عليه الجسم الثمري أو الثمرة الزقية Ascocarp وفيها تنشأ الأكياس الزقية عند مستويات مختلفة في الثمرة الزقية، وعلى ذلك فهي موزعة ومبعثرة بدون نظام خاص داخل الثمرة. والأكياس الزقية إما أن تكون كروية أو بيضية أو صولجانية الشكل، وتتصف بأنها زائلة أي ذات جدر رقيقة سريعا ما تذوب فتخرج منها الأبواغ الزقية أحادية الخلية والتي كثيراً ما تظهر متجمعة في الفراغ الوسطى للثمرة الزقية قبل تمام نضجها (الشكل رقم٨٢). والثمار الزقية كروية الشكل ومغلقة في العادة أي ليس لها فتحة مخصصة لخروج الأبواغ الزقية وإن كان ذلك غير ضروري. ويتم انطلاق الأبواغ الزقية من الثمرة عندما تتحلل جدر الأكياس الزقية، وتتحرر الأبواغ الزقية داخل تجويف الثمرة الزقية. وتعرف الثمرة الزقية باسم كليستوثيسيوم Cleistothecium وتتميز بأن جدارها الخارجي لا توجد به زوائد.

وتضم هذه الطويئفة خمس رتب هي:

١- رتبة الاسكوسفيرات Order Ascosphaerales

٢- رتبة الايلافوميسيتات Order Elaphomycetales

٣- رتبة الأونيجينات Order Onygenales

٤- رتبة اليوروشيات Order Eurotiales

٥- رتبة الميكرو أسكات Order Microascales

ويمكن تمييز هذه الرتب بعضها عن بعض حسب مفتاح التصنيف التالي :

أ - الأكياس الزقية تولد في كرات بوغية تتشكل داخل الحويصلة الغذائية Trophocyst.

رتبة الأسكوسفيرات ..... Ascosphaerales

أأ - الأكياس الزقية لا توجد في كرات بوغية ..... ب، ب ب.

ب- الثمار الزقية توجد أسفل التربة أو على سطحها وقطرها يتراوح عادة من ٠.٥ - ٥سم .

رتبة الا يلافوميسيتات ..... Elaphomycetales

ب ب - الثمار الزقية تكون عادة فوق سطح التربة ، وقطرها أقل من ٢ مم.

.....جـ ، جـ جـ

جـ - الأبواغ الزقية تحتوي على مادة صمغية Dextrinonid ..... د، د د

د - الأطـــوار الناقصـــة إن وجدت فإنها تحتوي على أبواغ مفصلية Arthrospores فقط ولا وجود للأبواغ القارورية Phialospores .

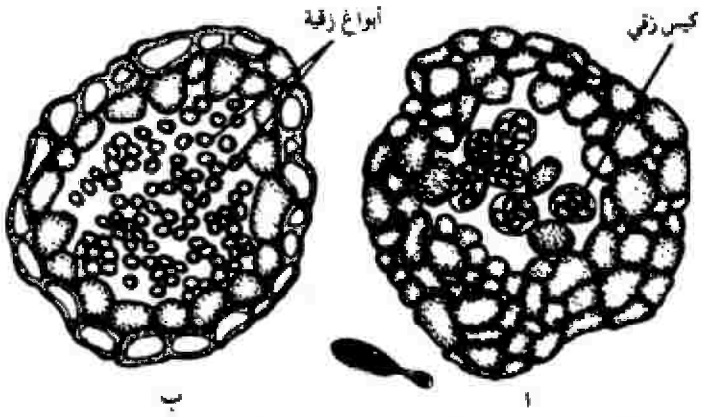
رتبة الأونيجينات ..... Onygenales

د د - الأطوار الناقصة عادة تحوي أبواغ قارورية (تتكون من زائدة قـــارورية) ولا تكون أبواغ مفصلية على الإطلاق (ما عدا في جنس *Monoascus*).

رتبة اليوروشيات ..... Eurotiales

جـ جـ - الأبواغ الزقية لا تحتوي على مادة صمغية Not dextrinoid .

رتبة الميكرواسكات ..... Microascales



الشكل رقم (٨٢). قطاع مستعرض في ثمرتين زقيتين مغلقتين في أحد أنواع فطر يوروشيام *Eurotium* sp.
أحداهما (أ) بها أكياس زقية. والآخر (ب) بعد أن تحللت الأكياس الزقية داخل الثمرة.

سنستعرض فقط رتبة اليوروشيات نظرا للأهمية الاقتصادية لأفرادها .

رتبة اليوروشيات Order Eurotiales

تعرف هذه الرتبة أيضا لدى الكثير من علماء الفطريات باسم الاسبيرجيلات Aspergillales وكذلك البلكتاسكات Plectascales (Bessey, 1950)، وتشتمل على حوالي ٥٠ جنسا ويضم مئات من الأنواع والأصناف، ويعيش معظم أفرادها معيشة رمية على الخبز، الجبن، الفواكه، والمربيات، وغيرها، وقد توجد بكثرة على المواد العضوية المتحللة. والقليل منها يعيش متطفلا على النباتات والحيوانات والإنسان. والأطوار الكونيدية لكثير من أنواعها واسعة الانتشار، وتعرف عند العامة باسم العفن الأزرق أو الأخضر أو الأسود، وبعض أنواعها ذو فوائد اقتصادية وصناعية كبيرة كما سيرد ذكرها فيما بعد.

يحدث التكاثر اللاجنسي في أفراد هذه الرتبة عن طريق تكوين سلسلة من الأبواغ الكونيدية التي تنتج بأعداد كبيرة جدا فوق قمم بعض الأغزال الفطرية الخاصة.

أما التكاثر الجنسي فلا يحدث إلا في أنواع معينة، وتحت ظروف خاصة، ويتم عن طريق إنتاج الثمار الزقية المغلقة على الغزل الفطري مباشرة بدون تكوين الحشية الثمرية Stroma وتتولد الأكياس الزقية من خيوط زقية خاصة تسمى Ascogenous hyphae، وهي متفاوتة الأطوال، ولذلك تكون مبعثرة عند مستويات مختلفة داخل الثمرة الزقية المغلقة. ولا توجد طبقة خصيبة محدودة ولكنها تستقر عادة في كتلة سهلة التفتت عند نضجها. ومن المحتمل، حسب وجهة نظر العالم الكسوبولوس (Alexopoulos 1962)، وغيره من علماء الفطريات إن عدم انتظام الأكياس الزقية وتبعثرها داخل الثمرة الزقية قد يمثل الحالة البدائية لبعض الفطريات الزقية الحقيقية ذات الثمار المغلقة.

وتنقسم رتبة اليوروشيات إلى عدد من الفصائل التي يمكن تمييز بعضها عن بعض على حسب درجة التعقيد في تراكيب ثمارها الزقية، ويتراوح عدد هذه الفصائل من اثنتين حسب تقسيم مارتن (Martin 1961) إلى سبع حسب تقسيم بيسي (Bessey 1950)، والمؤيد من قبل الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979) مع وجود بعض التعديلات الطفيفة في التسمية. وهذه الفصائل هي:

١ - الفصيلة الأمورفوثيكية Family Amorphothecaceae

٢ - الفصيلة اليوروشية Family Eurotiaceae

٣ - الفصيلة الثيرموأسكية Family Thermoascaceae

٤ - الفصيلة المونياسكية Family Monascaceae

٥ - الفصيلة التريكوكومية Family Trichocomaceae

٦ - الفصيلة السيدويوروشية Family Pseudoeurotiaceae

٧ - الفصيلة السيفالوثيكية Family Cephalothecaceae

أهم هذه الفصائل السبع من وجهة نظر المهتمين بعلم الفطريات هي الفصيلة اليوروشيه نظراً لشهرة الفطريات التابعة لها ولأهميتها الاقتصادية الكبيرة.

☐ الفصيلة اليوروشية «الأسبيرجللية»

Family Eurotiaceae "Aspergillaceae"

تسمى هذه الفصيلة كذلك بالفصيلة الاسبيرجيللية نظرا لأن الأطوار الكونيدية في الفطريات التي تنتمي إليها هي من الوضوح والشهرة ، مما جعل دراسة هذه الفطريات تكون على أساس أطوارها الكونيدية ، وصارت لها الافضلية على الأطوار الكاملة . وتعتبر فطريات هذه الفصيلة من أوسع الفطريات انتشاراً في الطبيعة ، وهي تضم عدد من الأجناس الفطرية ذات الشهرة الكبيرة والتي من أهمها جنس *يروشيام Eurotium* (ويعرف طوره الكونيدي باسم *اسبيرجيللس Aspergillus*) ، وجنسي *تالارومايسيس Talaromyces* ، ويوبنيسيليوم *Eupenicillium = Carpenteles* (ويعرف الطور الكونيدي لكل منهما باسم بنيسيليوم *Penicillium*). وكثير من فطريات هذه الفصيلة تسبب أنواعا مختلفة من عفن الثمار ، والفواكه ، كما تسبب فساداً لمختلف المواد الغذائية المخزونة ، وخاصة الأبصال ، والبذور ، والحبوب وغيرها.

وتتميز هذه الفصيلة بأن الأكياس الزقية في الأطوار الكاملة تنتظم دائماً داخل أجسام ثمرية كروية الشكل (الشكل رقم ٨٢) توجد بداخلها الأكياس الزقية مبعثرة دون انتظام . وللثمرة الزقية في هذه الفصيلة كما هي الحال في الفصيلة الايريسيفية *Erysiphaceae* غلافان : (١) خارجي سميك يتكون من خيوط غير متماسكة. (٢) داخلي يتكون من خلايا ذات جدارين رقيقين. وهذان الجداران تحت تأثير امتداد ، ونمو الخيوط المخصبة تندفع جانبا وتتمزق ثم تزول ، ويبدو توزيع الأكياس الزقية في النهاية مبعثراً داخل تجويف الثمرة الزقية ، وبالإضافة إلى ذلك كثيرا ما يحصل ذوبان خلايا الجدار الداخلي للثمرة الزقية وكذلك جدران الأكياس الزقية والخيوط الزقية ، مما يؤدي إلى تبعثر الأبواغ الزقية داخل الثمرة. ولا تستطيع جميع أنواع شبه جنسي *اسبيرجيللس وبنسيليوم* أن تكون أكياس زقية ، أو ثمار زقية ، ولكن تقتصر هذه القدرة

على بعض الأنواع فقط، ويُعْطَى كما أسلفنا لأنواع *الاسبيرجيللس* القادرة على تكوين الثمار الزقية اسم خاص هو *يروشيام*.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن معظم الأنواع المهمة في جنسي *أسبيرجيللس* وبنيسيليوم قد تم وضعها من قبل بعض العلماء المختصين بدراسة علم الفطريات ضمن شبه طائفة الفطريات الناقصة، وذلك إما نظرا لوجودها وانتشارها في الطبيعة على هيئة أطوار كونيدية، واختفاء أطوارها الكاملة على الرغم من قدرة بعضها على إنتاج هذه الأطور، أو لعدم التعرف على الثمار الزقية في عدد كبير من أنواعها. وتضم الفصيلة اليوروشية بعض الفطريات ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة، وقد كانت أجناسها وأنواعها المختلفة موضع دراسات مستفيضة من قبل عدد كبير من علماء الفطريات فمنها أنواع تستخدم في انتاج بعض المضادات الحيوية والأحماض العضوية، وفي صناعة أنواع معينه من الجبن، وغير ذلك من الفوائد التي سيرد ذكرها فيما بعد.

الوضع التصنيفي لجنس *يوروشيام* **Systematic position of Genus *Eurotium***

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوسكوتية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Plectomycetidae	طويفة: الفطريات الكروية
Order: Eurotiales (Aspergillales)	رتبة: اليوروشيات
Family: Eurotiaceae (Aspergillaceae)	الفصيلة: اليوروشية
Genus: *Eurotium*	جنس: يوروشيام

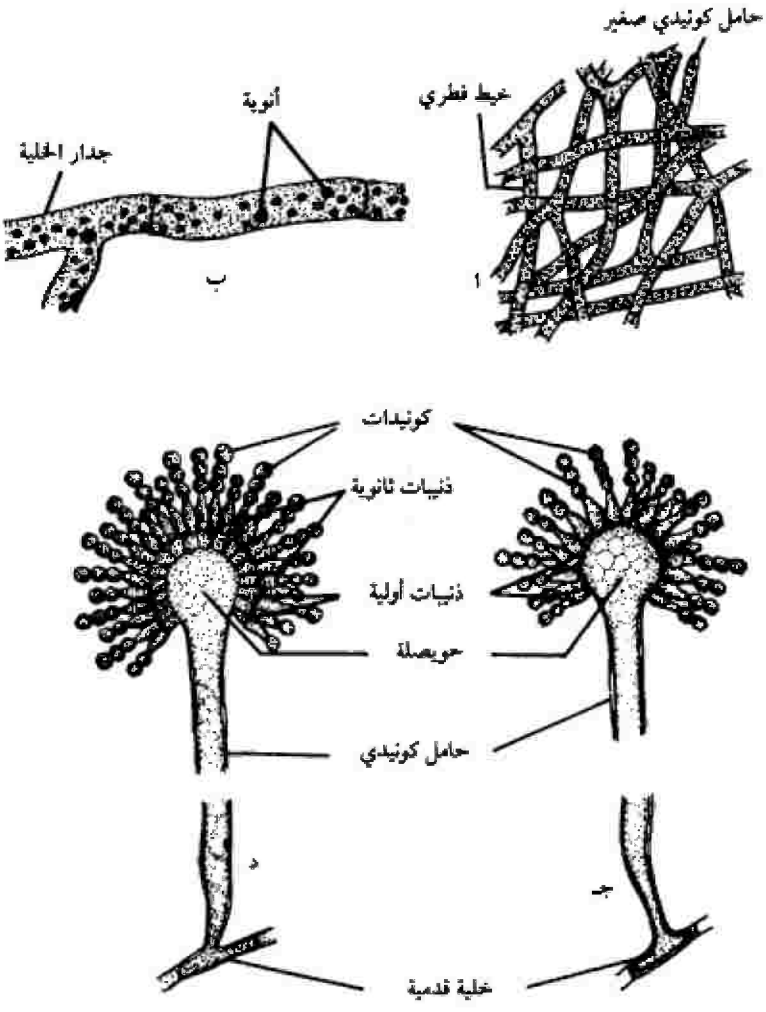
يعد الطور الكونيدي لجنس *يوروشيام* الذي يعرف باسم *أسبيرجيللس* *Aspergillus* من أوسع الفطريات انتشارا في الطبيعة، حيث توجد أبواغ الفطر في التربة والهواء وينمو على أي وسط غذائي غير حي. وعلى جميع البقايا النباتية والحيوانية الرطبة، وينمو الكثير من أنواعه على الخضروات والفواكه، واللحوم وغيرها من المواد الغذائية أثناء تسويقها مسببا تعفنها. كما تتلف بعض أنواعه الجلود، والملابس،

والأوراق إذا تعرضت للرطوبة والحرارة الملائمة لنمو الفطر، وذلك مما يقلل بطبيعة الحال من قيمتها الاقتصادية، وتضفي على الملابس والأحذية رائحة العفن.

وبعض أنواع الاسبيرجيللات مثل *A. fumigatus* و *A. flavus* و *A. niger* تسبب أمراضا جلدية، وتصيب الاعضاء التنفسية والسمعية في الإنسان والحيوان، ويطلق على هذه الأمراض مجتمعة بالأمراض الاسبيرجيللية *Aspergilloses*. ويشتمل شبه جنس *أسبيرجيللس* على عدد كبير من الأنواع تصل إلى ٢٠٠ نوع بالإضافة إلى وجود عدد كبير من الأصناف التابعة لكل نوع. ويمكن التعرف على الأنواع المختلفة من شبه جنس *أسبيرجيللس* بلون الأبواغ الكونيدية إذ أن لون المستعمرة يعد من بين المقاييس الأخرى التي يعتمد عليها في تحديد النوع التابع لكل جنس.

وتعد مجموعة العفن الأسود، أو *أسبيرجيللس نيجر* *A. niger* من أشهر فطريات شبه جنس *أسبيرجيللس*، ويستغل صناعيا في إنتاج بعض الأحماض العضوية مثل حمض الستريك Citric acid والأكساليك Oxalic acid من السكر، وذلك لاحتوائه على الإنزيمات الخاصة بذلك.

ويتميز الغزل الفطري *للأسبيرجيللس* (الشكل رقم ٨٣ أ، ب) بأنه غزير النمو، متفرع ومقسم داخليا إلى خلايا، وتحتوي كل خلية على عدد من الأنوية تنتشر في السيتوبلازم الذي يحيط بفجوة عصارية (الشكل رقم ٨٣ ب). ويوجد الغذاء المختزن على هيئة حبيبات زيتية، ويختلف لون الغزل الفطري باختلاف أنواعه فمنه الأبيض، والأخضر، والأسود، والأصفر. ويوجد عدد كبير من المراجع التي تتناول فطريات *الاسبيرجيللس* من نواحي مختلفة مثل فسيولوجية النمو، والتكاثر، والإنزيمات التي تنتجها، ونشاطها الحيوي، والأشكال المختلفة وغير ذلك. ويمكن الرجوع إلى تلك المؤلفات عند الحاجة.



الشكل رقم (٨٣). حوامل كونيدية وخيط لفطر *أسبيرجيللس* *Aspergillus* sp

أ – مجموعة من الخيوط الفطرية للفطر *أسبيرجيللس*.

ب – جزء من خيط فطري مكبر مقسم وعديد الأنوية.

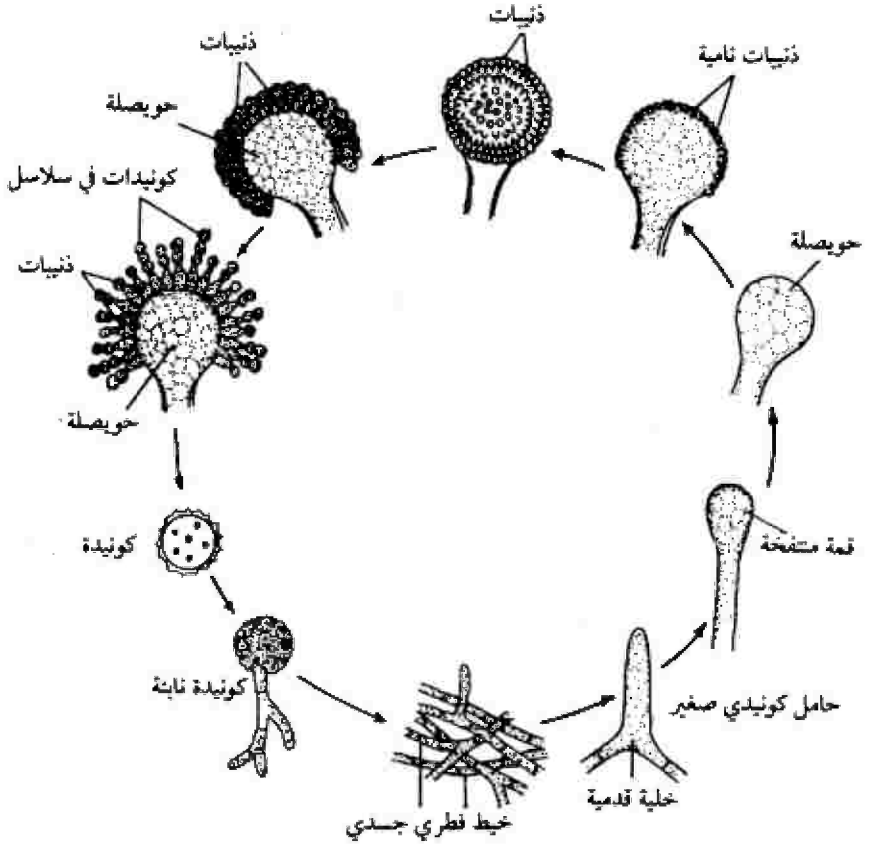
جـ – حامل كونيدي غير مقسم وغير متفرع يبرز من خلية القدم، وينتهي برأس منتفخ يحمل صف واحد من الذنيبات.

د – حامل كونيدي له صفان من الذنيبات.

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي. يوجد عدد كبير من أنواع *أسبيرجيللس* التي ليس لها القدرة على تكوين الأطوار الكاملة أو التراكيب الثمرية أثناء دورة حياة الفطر، وإنما تتكاثر هذه الأنواع فقط عن طريق الأطوار الكونيدية التي تكونها بصورة سريعة. ولذلك فإن معظم المشتغلين بعلم تصنيف الفطريات يضع هذه الأنواع ضمن مجموعة الفطريات الناقصة التي تفتقر إلى تكوين التراكيب الجنسية. ومن أبرز هذه الأنواع فطر *اسبيرجيللس نيجر A. niger* الذي ينتج كونيدات داكنة في وقت قصير. ويمكن مشاهدة التكاثر اللاجنسي في *الاسبيرجيللس* بصفة عامة إذا زرع الفطر عند درجات حرارة معتدلة تتراوح ما بين ١٥ إلى ٢٠ درجة مئوية، وفي وسط غذائي فقير نوعا ما بالمواد السكرية حيث يخرج من بين الخيوط الفطرية الزاحفة (الشكل رقم٨٤) فروع هوائية مستقيمة غير متفرعة، وغير مقسمة، وتسمى هذه الفروع بالحوامل الكونيدية Conidiophores، ثم تنتفخ نهاية كل حامل على شكل رأس مستديرة تسمى الحوصلة الكونيدية أو الفقاعة Vesicle وهي عديدة الأنوية وينبثق منها عدد كبير من الزوائد القصيرة، أو الذنيبات Sterigmata التي تغطي سطحها بأكمله، وتوجد طبقة واحدة أو طبقتان من الذنيبات على حسب نوع الفطر. وتعرف الطبقة الأولى بالذنيبات الأولية *1ry* sterigmata وتعرف الطبقة العليا بالذنيبات الثانوية *2ry* sterigmata (الشكل رقم ٨٣ د) ويحمل كل ذنيب منها سلسلة من الأبواغ الكونيدية Conidia التي تنتظم في تعاقب قمي Acropetal succession أي أن الكونيدات المسنة تكون بعيدة عن الذنيب والحديثة قريبة منه. وتكون الكونيدات كروية وحيدة الخلية متخشنة الجدار من الخارج وتبدأ وحيدة النواة ثم ما تلبث أن تصبح عديدة الأنوية بتعاقب الانقسام النووي، أو تبقى كما هي وحيدة النواة كما في بعض الأنواع. وعند نضج الكونيدة قد يتحد

جدارها، أو جزء منه بجدار الذنيب، وفي نفس الوقت يبدأ البروتوبلازم في تكوين كونيدة جديدة أسفلها تدفعها إلى الخارج دون أن تنفصل عنها، ويؤدي ذلك إلى تكوين سلسلة من الكونيدات باستمرار نمو السيتوبلازم، وتكوين الواحدة أسفل الأخرى. وعندما تنفصل هذه الكونيدات تنتشر بسهولة بواسطة الهواء حتى إذا ما استقرت في وسط غذائي مناسب نبتت وأنتجت مباشرة غزلا فطريا جديدا، ويظهر شكل المزرعة بألوان زاهية تختلف باختلاف أنواع الفطر، وذلك بسبب الصبغات الموجودة في الكونيدات.



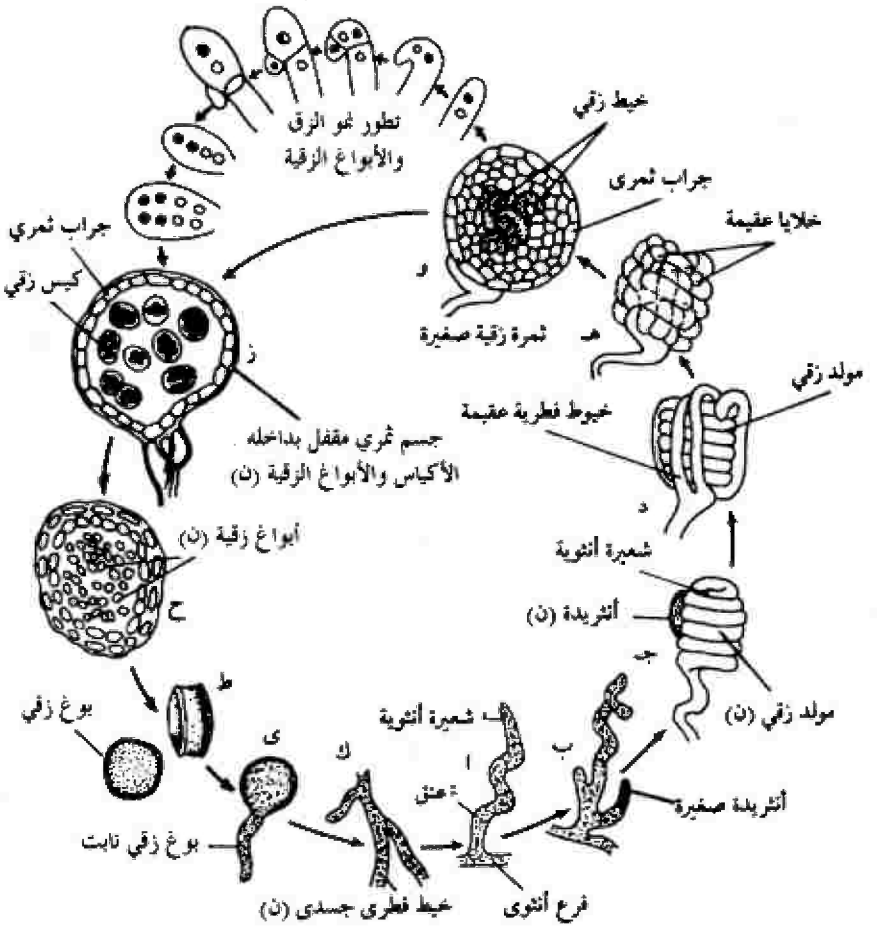
الشكل رقم (٨٤). المراحل المختلفة للتكاثر اللاجنسي في فطر *أسبرجيللس* *Aspergillus* sp.

وتجدر الإشارة إلى أن سبب انتشار هذا الفطر في الطبيعة بشكل كبير وفي معظم البيئات، والظروف المناخية المتباينة، ربما يرجع إلى أنه ينتج عدداً كبيراً من الأبواغ الكونيدية الصغيرة الحجم، الخفيفة الوزن التي يسهل انتشارها بواسطة الرياح، وهي تتحمل الظروف البيئية القاسية من حرارة، وجفاف، وغير ذلك بالإضافة إلى قدرة الفطر الكبيرة على النمو في محاليل مركزة من السكريات، والأملاح التي لا تستطيع أغلبية الفطريات الأخرى أن تنمو عليها.

التكاثر الجنسي. لا يزال الطور الكامل لبعض أنواع *الاسبيرجيللس* غير معروف إلى الآن، ومن المحتمل أن تكون هذه الأنواع قد فقدت قدرتها على التكاثر الجنسي، ولكن الأطوار الكاملة في دورة حياة هذا الفطر قد شوهدت في بعض الأنواع مثل *اسبيرجيللس هيرباريورام A. herbariorum* و*أسبيرجيللس رينز A. repens*، وقد تبين من البحوث والتجارب العديدة التي اجريت على هذا الجنس أن مراحل التكاثر الجنسي تختلف من نوع إلى آخر، فقد تختفي الأنثريدة تماماً في بعض الأنواع، أو تصبح عديمة الفائدة، ومن ثم تتكون الأكياس الزقية من مولدة الكيس الزقي (الأسكوجونة) وحدها. وفي بعض أنواع أخرى لا تتكون أعضاء جنسية على الإطلاق حيث يبدو أن الثمرة الزقية قد تنشأ من خيوط فطرية ملتفة ومفككة. يلاحظ أن معظم أنواع *الاسبيرجيللس* متشابهة الثالوس Homothallic، ولا يوجد سوى نوع واحد متباين الثالوس Heterothallic هو النوع *A. heterothallicus*.

ويتم التكاثر الجنسي في قلة من أنواع *أسبيرجيللس*، وكما تمت الإشارة إليه فإن فطريات *أسبيرجيللس* التي تقوم عادة بمثل هذا التكاثر تتبع للجنس *يوروشيام Eurotium*. ولحدوث هذا التكاثر يجب أن ينمى الفطر على وسط غذائي غني بالمواد السكرية مع حفظ الفطر تحت درجات حرارة عالية نسبيا (من ٢٥ إلى ٣٠ درجة

مئوية). وتبدأ هذه العملية (الشكل رقم٨٥ب، جـ) بالتفاف والتصاق عضوي التذكير (الأنثريدة) والتأنيث (مولده الكيس الزقي Ascogonium) الحلزونيين حول بعضهما في اتجاه قوقعي (الشكل رقم٨٥ د، هـ)، وهما وحيدا الخلية، ثم تذوب الجدر الفاصلة بينهما، ويحدث ازدواج الأنوية داخل مولدة الكيس الزقي عن طريق الأنثريدة، أو بدونها (الشكل رقم٨٥و). ويعد ازدواج الأنوية تأخذ مولدة الكيس الزقي في إنتاج عدد من الخيوط الزقية Ascogenous hyphae التي تتفرع داخل الثمرة الزقية المتكونة (الشكل رقم٨٥ ز). وتكون فروعها متفاوته الأطوال بحيث تقع الأكياس الزقية التي تتكون من أطرافها عند مستويات مختلفة. ويبدأ تكوين الطور الزقي، أو الثمرة الزقية المغلقة Cleistothecium على هيئة طبقة من الخلايا حول أعضاء الجنس ثم تنضج، وتصبح ثمرة زقية كروية صغيرة الحجم حيث يتراوح قطرها ما بين ١٥٠ إلى ٢٠٠ ميكروميتر وهي ملساء الجدار صفراء اللون، وتوجد الأكياس الزقية بشكل مبعثر داخل الثمرة الزقية (الشكل رقم٨٥ح)، ويحتوي كل كيس زقي على ٨ أبواغ زقية، وهذه الأكياس الزقية تكون عادة كروية أو بيضية الشكل. وتتحلل جدرها بمجرد أن تتكون الأبواغ الزقية التي تتحرر داخل الثمرة الزقية المغلقة (الشكل رقم ٨٥ط). ثم تتحلل هذه الثمرة الزقية وتتحرر الأبواغ الزقية التي تبدو في المنظر الجانبي على شكل عجلة قد تختفي منها الأخاديد في بعض الأنواع، ويتخذ الجدار الخارجي للنصفين المكونين لها أشكالا هندسية. أما في المنظر الأمامي فقد تبدو مستديرة أو نجميه، أو غير ذلك من الأشكال (الشكل رقم ٨٥ي) ويعتبر شكل وحجم هذه الأبواغ من بين المقاييس التي يعتمد عليها في تحديد النوع. وعند إنبات هذه الأبواغ تعطي أنابيب تنمو لتعطي الغزل الفطري (الشكل رقم ٨٥ك، أ)، حيث يعيد الفطر دورة حياته من جديد.



الشكل رقم (٨٥). المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي في فطر *أسبيرجيللس ريبنز* *Aspergillus repens*.

الأهمية الاقتصادية *للأسبيرجيللس*

أ- الأضرار

١- معظم أنواع *الأسبيرجيللس* مثل *A. glaucus* و *A. flavus* و *A. repens* تعد مسؤولة بصفة خاصة عن تلف ، وتعفن المواد الغذائية المخزونة مثل الفواكه واللحوم، والمربيات، والمواد السكرية الأخرى التي تنمو عليها. كما أنها تتلف الجلود، والورق

والمنسوجات، والتبغ والسجاير، وغير ذلك من المنتجات العضوية إذا تعرضت للرطوبة والحرارة الملائمة لنمو الفطر.

٢- بعض أنواع *الاسبيرجيللس* مثل *A. flavus* و *A. fumigatus* و *A. niger* وغيرها تسبب أمراضا مختلفة للإنسان، والحيوان، ويطلق عليها مجتمعة اسم الأمراض الاسبيرجيللية Aspergilloses وهي تصيب الرئة، وتشبه أعراضها أعراض الدرن بحيث يحتمل أن يخطئ بعض الأطباء فيشخصوا المرض الاسبيرجيللي على أنه تدرن رئوي. وتظهر هذه الأمراض بكثرة على الطيور، ولكنها تصيب أيضا الماشية، والأغنام، والخيول، كما تصيب الإنسان في حالات نادرة.

٣- يتطفل النوع *A. parasiticus* على بشرة الإنسان، ويسبب لها أمراضا تسمى بالأمراض الفطرية Mycosis.

٤- بعض أنواع *الاسبيرجيللس* مثل *A. fumigatus* و *A. flavus* و *A. niger* تسبب أمراضا في أذن الإنسان قد تكون لها خطورتها في بعض الأحيان، ويسمى المرض باسم Otomycosis ولذلك يعد هذا الفطر من ضمن الفطريات الطبية ذات الأهمية الخاصة في مجال الطب.

٥ - بعض أنواع الأسبيرجيللس تنتج بعض السموم الفطرية Mycotoxins التي تسبب تسمماً للإنسان والحيوان الذي يتغذى عليها، ومن أمثلة هذه السموم Aflatoxins ذو التأثير المسرطن للكبد في الإنسان والذي ينتجه الفطر *Aspergillus flavus* و *A. parasiticus* عند نموها على ثمار الفول السوداني وحبوب الذرة والشوفان، وقد سببت تلك التوكسينات مشكلات صحية لا حصر لها في العديد من دول العالم.

ب- الفوائد

١- معظم أنواع *الأسبيرجيللس* ذات فوائد اقتصادية، وصناعية عظيمة فهي تستعمل في صناعة أنواع معينة من الأجبان.

٢- يستطيع النوع *A. niger* اكتشاف مادة النحاس، أو أي آثار من تلك المادة ولذلك فهو يستعمل في الاختبارات الاحيائية.

٣- بعض أنواع *الاسبيرجيللس* تعتبر مصدرا لإنتاج أنواع معينة من المضادات الحيوية ذات الأهمية الطبية مثل:

Flavicin, Aspergillin, Geodin, Funagalin, Patulin and Ustin.

٤- يستعمل النوع *A. gossypii* في إنتاج بعض الفيتامينات مثل فيتامين ب.

٥- بعض أنواع *الأسبيرجيللس* تستعمل لإنتاج بعض الدهون.

٦- يستغل النشاط الانزيمي للاسبيرجيللات في الكثير من العمليات الصناعية فيتم إنتاج كل من حمض الستريك وحمض الجليكونيك، وغيرها من الأحماض والكيماويات التي يتم إنتاجها على نطاق واسع في الصناعة بواسطة عدد كبير من أنواع فطر *الاسبيرجيللس*.

جنس تالارروميسيس Genus *Talaromyces*

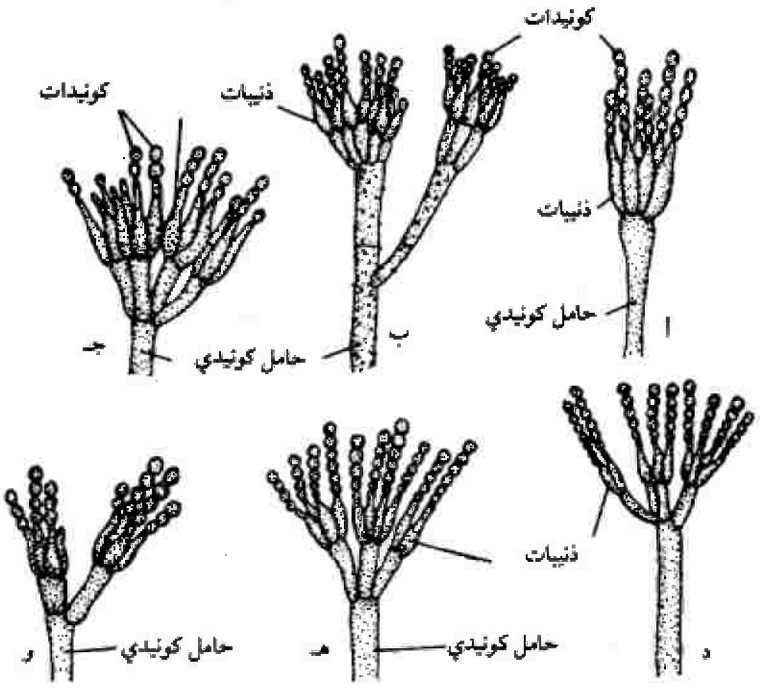
يعد الطور الكونيدي لجنس *تالارروميسيس* الذي يعرف باسم *بنيسيليوم Penicillium* من أوسع الفطريات انتشارا في الطبيعة، فهو يكاد يوجد في جميع أقطار الدنيا مثله في ذلك مثل شبه جنس *أسبيرجيللس*. وهو فطر مترمم يوجد في كل مكان، وينمو غالبا على كثير من المواد الغذائية مثل الخبز والجبن، والجيلاتين، والأطعمة المحفوظة، والليمون وغيره من الموالح. كما تنمو بعض أنواعه على الفواكه والخضروات واللحوم أثناء التسوق مسببة لها تعفنا وتعطينا. ومن أنواعه ما تعمل على إفساد المعدات والأجهزة العلمية الدقيقة، والأقمشة، والجلود إذا خزنت في جو رطب. وتسبب أنواع هذا الفطر للموالح والثمار عفنا أزرق Blue mould أو عفنا أخضر Green mould على حسب نوع *البنيسيليوم* المسبب للتعفن. ويبلغ عدد الأنواع التابعة لهذا الجنس أكثر من ٢٠٠ نوع، وتقوم هذه الأنواع الرمية بدور كبير في تحليل المواد العضوية في التربة خاصة في الطور الثاني أي تحليل المواد السليلوزية. وقد ينمو الغزل

الفطري للبنيسيليوم سطحيا أوقد يتغلغل بعمق في الوسط الذي ينمو عليه ، ويتكون من خيوط فطرية متشابكة تشبه تماما خيوط *الاسبيرجيللس* وهي مقسمة، وكثيرة التفرع (الشكل رقم ٨٦)، وإما أن تكون ملونة ، أو عديمة اللون. وخلايا الفطر رقيقة الجدر وغالبا يوجد بكل خلية نواة واحـــدة على عكـس جنس *الاسبيرجيللس* الذي

الشكل رقم (٨٦). جزء من غزل فطري مقسم وكثير التفرع لأحد أنواع *البنسيليوم* يبين الحوامل الكونيدية التي تحمل الكونيدات في سلاسل.

تكون فيه الخلايا عديدة الأنوية. والحوامل الكونيدية لفطر *البنيسيليوم* مقسمة داخليا بجدر مستعرضة، ومتفرعة (ما عدا أنواع قليلة) عند أطرافها النهائية Branches إلى عدة أفرع قصيرة تسمى ميتيولات Metullae، وتتفرع كل ميتيولا إلى عدة أفرع قصيرة دورقية الشكل، أحادية النواة تسمى فياليدات Phialides أو ذنيبات *Sterigmata*، وينتهي كل ذنيب بسلسلة من الكونيدات (الأبواغ الكونيدية) التي تترتب في تعاقب قمي، ويشبه الحامل الكونيدي في مجموعه الفرشاة أو المكنسة الذي منها اشتق الاسم اللاتيني Penicillus (الشكل رقم ٨٧). وتعتبر شكلية الحامل الكونيدي، وطريقة تفرعه وتماثله، أو عدم تماثله من معايير التصنيف العامة للتمييز بين الأنواع المختلفة

للبنيسيليوم، فهناك الحامل الكونيدي أحادي الصف Monoverticillate حيث تنتظم الذنيبات مباشرة عند طرف الحامل الكونيدي، ويحمل كل ذنيب سلسلة من الأبواغ الكونيدية (الشكل رقم ٨٧ ا). وهناك الحامل الكونيدي ثنائي الصف Biverticillate



الشكل رقم (٨٧). أشكال مختلفة للحوامل الكونيدية في الأنواع التابعة لجنس بنيسيليوم.

ا – حامل كونيدي متماثل وحيد الصف، يوضح الكونيدات والذنيبات التي على شكل أصابع اليد.

ب – حامل كونيدي عديم التماثل لنوع بنيسيليوم لانوسو كوريوليم *P. lanoso-coeruleum*.

جـ– حامل كونيدي متماثل، ثنائي الصف، لنوع بنيسيليوم فيرميكيولاتم *P.vermiculatum*.

د – حامل كونيدي متماثل لنوع بنيسيليوم جلاوكم *P.glaucum*.

هـ– حامل كونيدي متماثل لنوع بنيسيليوم هيركوى *P.herquei*.

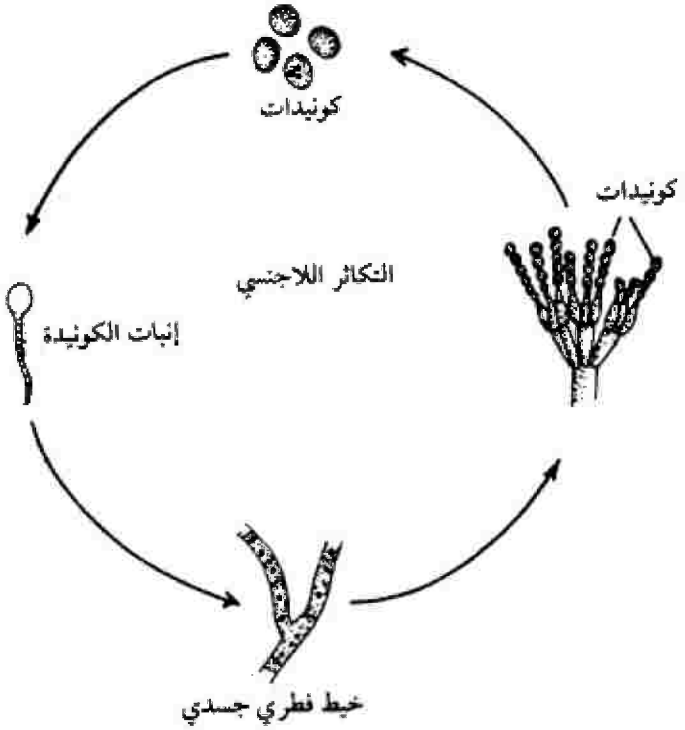
و – حامل كونيدي متماثل لنوع بنيسيليوم كرايزوجينوم *P.chrysogenum*.

الذي يبدأ بالتفرع إلى صف واحد من الفريع، ويحمل كل فريع الذنيبات (الشكل رقم ٨٧جـ). أما في الحامل عديد الصفوف Polyverticillate فيوجد صفان من الفريعات، وصف ثالث من الذنيبات (الشكل رقم ٨٧هـ)، وفي كل هذه الطرز يكون الحامل الكونيدي متماثل Symetrical بمعنى أنه يمكن تقسيمه إلى نصفين متماثلين تماما. وهناك كذلك الحامل الكونيدي عديم التماثل Assymetrical حيث لا نستطيع تجزئته إلى نصفين متماثلين (الشكل رقم ٨٧ب).

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي. يشبه التكاثر اللاجنسي في هذا الفطر (الشكل رقم ٨٨) إلى حد كبير نظيره في فطر *الاسبيرجيللس* ويتم بأن يتكون في قمة الذنيب أنبوبة صغيرة ضيقة تهاجر إلى قمتها نواة نشأت عن انقسام نواة الذنيب، يلي ذلك تكون حاجز رفيع يفصل قاعدة الانبوبة عن طرفها ليكون القسم العلوي عبارة عن خلية صغيرة هي بداية تكوين الكونيدة، أما القسم السفلي فيتطاول من جديد مشكلا خلية ثانية أحادية النواة. وبنفس الطريقة تستمر هذه العملية حتى تتكون سلسلة من الخلايا الصغيرة، حيث تحيط نواة كل خلية نفسها بجزء من السيتوبلازم ثم تفرز الخلية حول نفسها غلافا سميكا، ومن ثم تتشكل الكونيدة بهذه الطريقة. وعند نضج الكونيدة قد يتحد جدارها أو جزء منه بجدار الذنيب، وفي نفس الوقت يبدأ البروتوبلازم في تكوين كونيدة جديدة عند قاعدتها تدفعها إلى الخارج دون أن تنفصل عنها ويؤدي ذلك إلى تكوين سلسلة من الكونيدات باستمرار نمو السيتوبلازم وتكوين الكونيدات واحدة أسفل الأخرى. وبهذا يحمل كل ذنيب عند نهايته سلسلة من الكونيدات تكون أكبرها، أو أقدمها سنا أبعدها عن قاعدة الذنيب. والكونيدات في البنيسيليوم وحيدة النواة

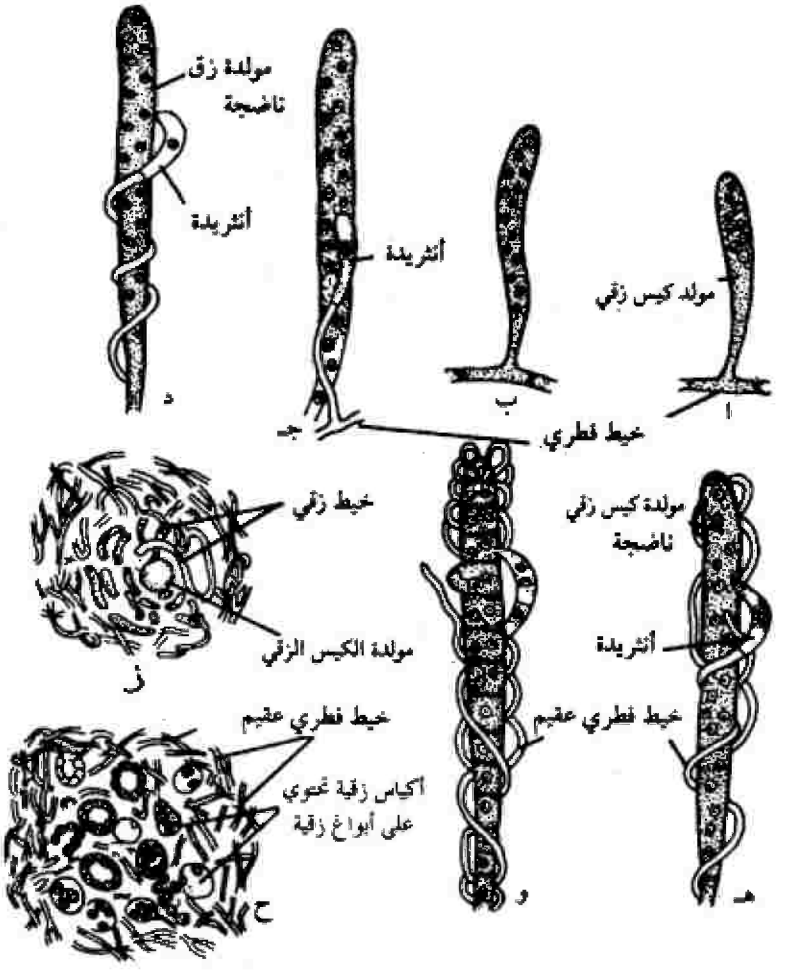
بصفة عامة، ولكنها في عدد من الأنواع قد تصبح عديدة الأنوية، وهي كروية إلى بيضية الشكل، وتشبه حبات من الزجاج تحت المجهر، وتختلف الكونيدات فيما بينها من حيث الحجم والشكل واللون حسب الأنواع المختلفة للفطر. فقد يكون لونها أخضر، أو أزرق أو أصفر. ويعزى لون المستعمرة إلى الكميات الضخمة من هذه الكونيدات التي تتكون عليها. ويعتبر لون المزرعة الفطرية، وحجم الكونيدات، وشكلها من بين المعايير الهامة التي تستخدم من قبل علماء تصنيف الفطريات للتمييز بين الأنواع المختلفة لفطر *البنيسيليوم*. وعندما تنفصل الكونيدات فإنها تنتشر بواسطة الرياح وذلك لخفة وزنها حتى إذا ما استقرت على أي مادة عضوية مناسبة نبتت، وأعطت غزلا فطريا جديدا.



الشكل رقم (٨٨). التكاثر اللاجنسي في فطر البنيسيليوم.

التكاثر الجنسي. هذا النوع من التكاثر غير معروف تماما في معظم أنواع *البنيسيليوم* التي تتكاثر غالبا بالكونيدات فقط. وتفاصيل هذا التكاثر لم يبحث بشكل مفصل إلا في أنواع قليلة لا تتعدى الخمس وعشرين نوعا ولقد ثبت أن جميع الأنواع التي درست دراسة دقيقة مثل *P. vermiculatum* و *P. luteum* و *P. glaucum* و *P. brefel-dianum* تنتج أثناء دورة حياتها الكاملة ثمار زقية من النوع المغلق (الكلستوثيسيوم)، وكل هذه الأنواع متشابهة الثالوس Homothallic ما عدا نوع واحد هو *P. luteum* فهو متباين الثالوس Heterothallic. وتشبه طريقة التكاثر الجنسي في فطر *البنيسيليوم* إلى حد كبير نظيره في فطر *الاسبيرجيللس* ولكن الشكل العام للتراكيب الجنسية التي ينتجها هذا الفطر تختلف اختلافا واضحا عن *الاسبيرجيللس* وكذلك تختلف من نوع إلى آخر، فنجد أنه في بعض الأنواع يحدث التكاثر الجنسي باتحاد عضوي الجنس (الانثريدة) ومولدة الكيس الزقي (الأسكوجونة)، ولكن نلاحظ أنه في أنواع أخرى تكون الأنثريدة عديمة الوظيفة بينما مولدة الكيس الزقي هي التي تقوم فقط بأداء وظيفتها. وإذا تتبعنا مراحل التكاثر الجنسي في فطر *P. vermiculatum* (الشكل رقم ٨٩) نجد أن عضو التأنيث أو ما يسمى بمولدة الكيس الزقي ينشأ كفرع أنبوبي متطاول من أي خلية من خلايا الميسيليوم الأحادي النواة (الشكل رقم ١٨٩، ب). وتكون مولدة الكيس الزقي في بداية تكوينها أحادية النواة ثم يتتابع فيها الانقسام النووي الفتيلي إلى الحد الذي قد تبلغ عنده الأنوية من ٣٢ إلى ٦٤ نواة بنوية (الشكل رقم ٨٩جـ)، وفي نفس الوقت تظهر الانثريدة على هيئة فرع لين أحادي النواة من خيط مجاور، ثم يتسلق هذا الفرع مولدة الكيس الزقي ويلتف حولها (الشكل رقم٨٩د) وبعد ذلك ينفصل الجزء العلوي من الفرع بواسطة حاجز عرضي، مكونا أنثريدة أحادية النواة، متضخمة بعض الشيء وقصيرة. وعند نقطة التقاء طرف الأنثريدة بمولدة

الكيس الزقي تذوب الجدر الخلوية الفاصلة بينهما، ويلتقي بروتوبلاست كل منهما بالآخر (الشكل رقم ٨٩هـ)، وتنمو بعد ذلك خيوط فطرية عقيمة متشابكة إلى أعلى حول الأنثريدة ومولدة الكيس الزقي المندمجتين (الشكل رقم ٨٩ ز). وبذلك يتكون الجزء العقيم من الثمرة الزقية المغلقة.



الشكل رقم (٨٩). الأطوار المختلفة من التكاثر الجنسي في فطر بنيسيليوم فيرميكيولاتم *P.vermiculatum*.

الأهمية الاقتصادية لفطريات *البنيسيليوم*

أمكن التعرف من خلال أحدث الدراسات لهذا الجنس على أكثر من ٢٠٠ نوع، يسبب معظمها خسارة اقتصادية كبيرة، ولكن القلة منها تعد ذات فائدة اقتصادية. وفيما يلي تلخيصاً للأهمية الاقتصادية لبعض أنواع هذا الجنس.

أ- الأضرار التي تسببها للإنسان والحيوان والنبات

١- يسبب الفطر *P. italicum* تعفنا أزرق لثمار الحمضيات، بينما يسبب الفطر *P. digitatum* عفنا أخضر لثمار الحمضيات.

٢- يسبب الفطر *P. expansum* تعفنا وتعطينا لثمار التفاح، والكمثرى، والعنب المخزون.

٣- يسبب الفطر *P. purpurogenum* تبقعات في أوراق الطباعة، والكتب.

٤- تتسبب بعض أنواع البنيسيليوم في اتلاف المنسوجات، والجلود وأعلاف الحيوان إذا تعرضت للرطوبة، والحرارة الملائمتين لنمو الفطر.

٥- ثبت أن بعض أنواع البنيسيليوم تسبب أمراضا للإنسان والحيوان ويسبب الفطر *P. crustaceum* أمراضا رئوية للإنسان .

ب- فوائدها الاقتصادية

١- يستغل نوع *P. roqueforti* في تحضير بعض أنواع الجبن الممتاز وهو جبن روكفورت Requefort cheese . فبفضل الإنزيمات التي ينتجها هذا الفطر تتحول الكربوهيدرات، والبروتين، والدهون إلى أحماض، ومواد أخرى تكسب هذا الجبن ما يتميز به من رائحة، وطعم مرغوب فيه. ولما كان هذا الفطر هوائيا أي يحتاج إلى قدر

كاف من الهواء للتنفس عندما يتعمق داخل الجبن، فإنه يُحدث في الجبن عدة فجوات تهيئ للغزل الفطري المتعمق قدرا كافيا من الهواء. وهناك نوع آخر من الفطر يعرف علميا باسم *Penicillium camemberti* يستعمل لإنضاج نوع آخر من الجبن يسمى جبن كاميمبرات Camembert cheese.

٢- في الوقت الحاضر تجرى الاستفادة من كثير من أنواع *البنيسيليوم* للحصول على بعض الأحماض العضوية مثل حمض الستريك (الليمون)، الفيوماريك، الأكساليك، الجلوكونيك وحمض الجاليك.

٣- يستعمل فطر *P. patulum* في إنتاج المضادات الحيوية التي تعرف باسم باتيولين "Patulin" وإكسبانسين "Expansin" وكلافيفورمين "Claviformin" ... إلخ .

٤- بعض أنواع *البنيسيليوم* تستعمل في تصنيع الأصباغ مثل :
Emodic acid, Spinulosin and Citrinin.

٥- تستغل بعض أنواع *البنيسيليوم* في إنتاج بعض الإنزيمات والفيتامينات مثل فيتامين د.

٦- لقد أصبح لفطر *البنيسيليوم* أهمية كبرى، وذلك بسبب قدرة بعض أنواعه مثل *P. notatum* و *P. chrysogenum* على إنتاج أشهر أنواع المضادات الحيوية وهو عقار البنسيلين Pencillin والذي له القدرة على القضاء على عدد كبير من الميكروبات المؤذية والخطيرة التي تسبب للإنسان والحيوان امراضا خطيرة. فقد وجد أن البنسيلين يستطيع إيقاف نمو بعض البكتريا المنتشية Spirochetes والبكتريا الكروية الثنائية Diplococcus سالبة الجرام. ولقد دلت البحوث العلمية التي قام بها عدد من العلماء أن النوع *P. chrysogenum* أفضل لنفس الغرض من النوع *P. notatum* حيث حفز تعريض هذا النوع لأشعة X والأشعة فوق البنفسجية على ظهور طفرات من الفطر تنتج كميات أعلى من البنسيلين . وكان للعالم فليمنج Alexander Fleming الفضل الأول في اكتشاف

البنسيلين. ففي عام (١٩٢٩م) بينما كان يجري تجاربه على أحد أنواع البكتريا العنقودية المنمى في مزرعة غذائية، وجد أن هناك فطرا دخيلا لوث المزرعة الغذائية التي نمت عليها البكتريا وقتلت خلايا البكتريا أثناء نموها ثم أصبحت المزرعة شفافة، ومن ثم فصل فليمنج الفطر الدخيل ووجد أنه *Penicillium notatum* . وبعد ذلك أعلن فليمنج أن الفطر يفرز في الوسط الغذائي الذي ينمو عليه مادة كيميائية تقتل خلايا البكتريا ومنها الميكروبات المسببة للأمراض الإنسانية وسمى هذه المادة «البنسيلين» اشتقاقا من اسم جنس الفطر.

وقد قام بعض العلماء بأبحاث أدت إلى فصل مادة البنسيلين من المزارع الغذائية بصورة نقية على شكل مسحوق ثابت قابل للذوبان في الماء، كما أمكن تعيين تركيبه الكيميائي وهو يوجد بصورة نقية على شكل حمض عضوي . وتستعمل مادة البنسيلين في العلاج ضد بعض الأمراض المتسببة عن البكتريا مثل مرض السل الرئوي، والزهري والسيلان والدفتيريا والغنغرينا، والحمى المتقطعة. ويوجد البنسيلين في عدة أنواع تختلف فيما بينها في التركيب الكيميائي، وأيضا في استعمالاتها العلاجية.

طويئفة الفطريات الزقية الخصيبة Subclass Hymenoascomycetidae

تشتمل هذه الطويئفة على مجموعتين كبيرتين من الزقيات الثمرية هما:

١- مجموعة الفطريات الزقية القارورية Series: Pyrenomycetes

٢- مجموعة الفطريات الزقية القرصية (الكأسية) Series: Discomycetes

وفطريات هاتين المجموعتين تكون ثماراً زقية واضحة، وتتكون الأكياس الزقية داخلها أو على سطحها، وتنشأ الأكياس الزقية من خيوط زقية في الحالة المثالية، وتتكون على الطبقة الخصيبة، وعادة تتولد في مجموعات قاعدية في أنواع متباينة من

الثمار الزقية. وفي أغلب فطريات هذه الطويفة تكون الأكياس الزقية وحيدة الغلاف ولها جدار حقيقي خاص بها. وأفرادها واسعة الانتشار في الطبيعة فهي إما أن تعيش رمية على أوساط وبيئات متباينة، أو تعيش متطفلة إما تطفلا إجباريا أو تطفلا اختياريا على عوائل نباتية مختلفة.

*** مجموعة الفطريات الزقية القارورية Series Pyrenomycetes**

الفطريات القارورية كثيرة العدد، وتختلف في حجمها وبنيتها، وكثير من الفطريات الداكنة التي قد يشاهدها البعض منا غالبا على الأغصان والفروع الميتة، تعود في معظم الأحيان إلى هذه المجموعة. ويلاحظ أن الأكياس الزقية بدلاً من أن تكون معرضة على الطبقة الخصيبة من الثمرة الزقية القرصية الشكل فهي تنتظم على الدوام داخل ثمرة زقية قارورية أو دورقية الشكل تسمى Perithecium (وجمعها Perithecia) وهي تنفتح عند النضج بفتحة صغيرة، أو فوهة Ostiole عند طرفها حيث تُقذف منها الأبواغ عند نضجها، ويغلف هذه الفوهة شعيرات عميقة وقد تنعدم هذه الفوهة فتخرج الأكياس الزقية والأبواغ الزقية بعد تشقق جدار الثمرة الزقية حيث تحتوي على الطبقة الخصيبة التي توجد بها الأكياس الزقية الأسطوانية الشكل نوعاً ما والموازية لبعضها البعض، وتحتوي الثمار الزقية على جدار إما أن يكون متميزا في بعض الرتب، أو غير متميز في رتب أخرى. وتوجد الثمار الزقية إما فرادى أو متجمعة في نسيج فطري، أو في حشية ثمرية Stroma. ولذلك فإن فطريات هذه المجموعة تتوسط في خصائصها، ومميزاتها بين مجموعتين هما الفطريات الكروية التي سبق وصفها والفطريات القرصية التي سيرد ذكرها.

وتنقسم هذه المجموعة إلى عدد من الرتب حسب الصفات الآتية:

١- إذا كانت الثمار الزقية القارورية حرة، أو محاطة ببعض الخيوط الفطرية التي تكون حشية Stroma، وعندئذ تظهر مطمورة كليا أو جزئيا في أنسجة العائل.

٢- طبيعة، وملمس، ولون الثمرة الزقية القارورية والحشية الثمرية إن وجدت، إذا كانت زاهية، أو داكنة اللون.

٣- إذا كان الجدار الداخلي للثمرة الزقية مميز، أو غير مميز عن الحشية الثمرية، أو بما يحيط به من أنسجة.

٤- الأسلوب الحياتي للفطر: إذا كان متطفلا على نباتات أو على حشرات.

٥- شكل البويب، أو الفوهة، وكذلك وجود أو عدم وجود الشعيرات العقيمة، وغيرها من تراكيب عقيمة كاذبة.

ولكن تجدر الإشارة هنا إلى وجود بعض الاختلافات في طرق تصنيف الفطريات القارورية عند مختلف العلماء، وهذا راجع إلى أنه لم يتم الاتفاق بعد على أسس ومقاييس ثابتة في العلاقات بين أفراد هذه المجموعة، أو معرفة مقومات الرتب الأساسية.

ويختلف عدد رتب وفصائل هذه المجموعة عند القائمين على تقسيمها. وقد تطرق العالم لوتريل (Luttrell 1951) إلى الأسس والمعايير المختلفة لتقسيم هذه المجموعة إلى عدد من الرتب، مع أخذه بالاعتبار الصفات السابقة يتلوها في الأهمية من الناحية التقسيمية طبيعة لب الثمرة الزقية Centrum (جمعها Centra) وقد قام بتمييز أربع طرز مختلفة من لب الثمار الزقية لمختلف الفطريات القارورية وهي:

١- لب الثمرة الزقية من الطراز الفيلاكتيني	1- Phyllactinia type centrum
٢- لب الثمرة الزقية من الطراز الزيلاري	2- Xylaria type centrum
٣- لب الثمرة الزقية من الطراز الديابورثي	3- Diaporthe type centrum
٤- لب الثمرة الزقية من الطراز النيكتيري	4- Nectria type centrum

وقد أيد عدد من علماء التصنيف المعاصرون هذا النظام في التقسيم حيث تم تقسيم مجموعة الفطريات القارورية إلى خمس رتب هي :

١- رتبة الإيريسيفات	Order Erysiphales
٢- رتبة الميليولات	Order Meliolales
٣- رتبة الزيلاريات	Order Xylariales
٤- رتبة الكلافيسيبتات	Order Clavicipitales
٥- رتبة الديابورثات	Order Diaporthales

لب الثمرة الزقية من الطراز الفيلاكتيني Phyllactinia Type Centrum

كما ذكرنا آنفاً فإن طبيعة لب الثمرة الزقية إلى جانب تركيب الأكياس الزقية، وجدار الثمرة الزقية ، والبويب، والشعيرات العقيمة وغيرها من تراكيب، وكذلك الطريقة التي تنشأ بها هذه التراكيب، تعتبر جميعها من أهم الصفات التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تصنيف الفطريات الزقية القارورية إلى رتبها المختلفة .

وفي الطراز الفيلاكتيني يتميز لب الثمرة الزقية القارورية في المراحل المبكرة من نموها بوجود كتلة من التراكيب والخلايا البرانشيمية الكاذبة التي تملأ تجويف الثمرة، ثم تتبدد وتتحلل هذه الكتلة الخلوية مع نمو الأكياس الزقية حيث تحل مكانها وتملأ تجويف الثمرة الزقية الناضجة.

ويضم هذا الطراز رتبتين هما الإيريسيفات والميليولات. ونظرا للتشابه الكبير بين هاتين الرتبتين في نواحي كثيرة فإن الكثير من المتخصصين بعلم الفطريات يجمعون بينهما في رتبة واحدة هي رتبة الإيريسيفات. ولكن نظرا لوجود بعض الاختلافات التي لا تقل في أهميتها عن نواحي التشابه يحتم الفصل بينهما.

رتبة الإيريسيفات Order Erysiphales

تتميز أفراد هذه الرتبة بأنها فطريات طفيلية إجبارية Obligate parasitic fungi حيث إنه لم يستطيع أحد حتى الآن استنباتها في منابت صناعية غير حية ، وهي تصيب الأجزاء الهوائية لنباتات المحاصيل ، وأشجار الفاكهة المختلفة مسببة لها أمراضا تسمى بأمراض البياض الدقيقي Powdery mildew diseases (الشكل رقم ٩٠) وغالبية الفطريات التي تنتمي إلى هذه الرتبة خارجية النمو حيث إنها تعيش في معظم الأحيان على أسطح عوائلها النباتية ، وتصيب الأوراق ، والأعضاء الهوائية الطرية للنباتات الزهرية المختلفة. ويتميز غزلها الفطري بأنه مقسم ومتفرع ، وقد يكون عديم اللون أو داكن اللون. وينمو على أسطح أوراق العائل حيث يستوفي احتياجاته الغذائية عن طريق إرسال ممصات إلى خلايا بشرة الورقة أو أعمق من ذلك داخل النسيج الوسطى ، وتختلف هذه الممصات في أشكالها (الشكل رقم ٩١).

الشكل رقم (٩٠). ورقة أحد النباتات القرعية تظهر عليها أعراض الإصابة بمرض البياض الدقيقي.

والثمار الزقية في أفراد هذه الرتبة كروية أو بيضية أو مفلطحة، وعادة لا توجد لها فتحة، أو فوهة لطرد الأبواغ للخارج، بل تكون هذه الثمار مغلقة، ويوجد على سطحها من الخارج زوائد هيفية ذات أشكال وتفرعات مختلفة (الشكل رقم٩٢) ويمكن الاستعانة بتلك الزوائد، والممصات المختلفة عند التعرف على الأجناس المختلفة لتلك المجموعة. وجدار الثمرة الزقية أو ما يسمى بالجراب الثمري، داكن اللون رقيق وغشائي ويتركب من خلايا برانشيمية كاذبة، ويكون بداخلها كيس زقي واحد أو أكثر، وفي حالة وجود أكثر من كيس زقي واحد داخل الثمرة الزقية فإن هذه الأكياس الزقية تكون معنقة ومتراصة وموازية لبعضها البعض ومكونة طبقة واحدة منتظمة في قاعدة التجويف داخل الجراب الثمري، ولكن كما أسلفنا فإننا نجد أن في بعض هذه الفطريات تختزل هذه الطبقة إلى كيس زقي واحد.

ويتم التكاثر اللاجنسي بتكوين أبواغ كونيدية أو كونيدات قد تكون مفردة، أو تتكون في سلاسل على حوامل كونيدية قصيرة غير متفرعة قائمة على سطح الغزل الفطري، وهذه الكونيدات تكون شفافة، أحادية الخلية، أحادية النواة، بيضية أو أسطوانية الشكل، وتكون الكونيدات القريبة من الحامل دائما أصغر حجما، وعمرا من الكونيدات البعيدة عنه، حيث إنها تأخذ في التدرج بالحجم، والعمر كلما بعدت عن الحامل (الشكل رقم ٩٤). وتجدر الإشارة إلى أن بعض علماء تصنيف الفطريات يضعون هذه الرتبة ضمن مجموعة الفطريات الكروية Plectomycetidae ذات الثمار الزقية المغلقة Cleistothecia وذلك لأن فطريات الإيريسيفات تتفق مع مجموعة الفطريات المغلقة في كون ثمارها الزقية مغلقة مثلها تماما، وعلى الرغم من هذه الصفة المشتركة بينهما، إلا أن معظم العلماء يميلون إلى ضم هذه الرتبة إلى مجموعة الفطريات

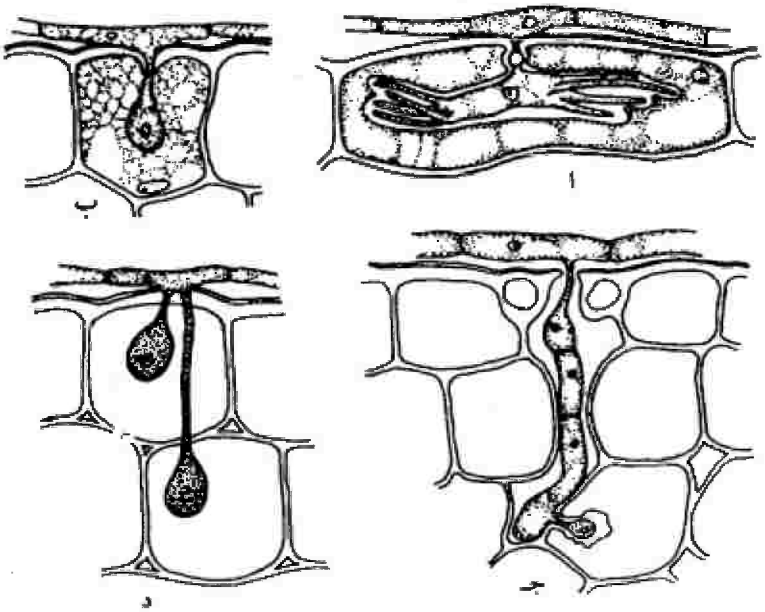
القارورية نظرا لعدم اشتراك أفرادها في الصفات المميزة لمجموعة الفطريات المغلقة، وذلك لأن الثمار الزقية تتكون على الغزل الفطري السطحي دون تكون حشية ثمرية، والأكياس الزقية فيها تكون موزعة داخل الثمرة الزقية حسب نظام معين، أوقد تتجمع في حزم وكذلك تكون موازية لبعضها البعض، ولا يتخللها خيوط عقيمة، بينما في الفطريات المغلقة فإن الأكياس الزقية فيها تكون مبعثرة دون نظام معين.

ويختلف العلماء في طرق تقسيمهم لهذه الرتبة إلى فصائل، فمنهم من يقسمها إلى ثلاث فصائل، ومنهم من يقسمها إلى أقل، أو أكثر من ذلك تبعا لاسس ومعايير عملية يختلفون في تفسيرها. وفي هذا الكتاب سنتبع الرأي الوارد في مؤلف الكسوبولوس وميز (Alexopoulos & Mims 1979) والذي يجعل لهذه الرتبة فصيلة واحدة هي الفصيلة الإيريسيفية.

□ الفصيلة الإيريسيفية Family Erysiphaceae

تحتوي هذه الفصيلة على حوالي ١٥ جنسا، و١٠٠ نوع تعيش جميعها متطفلة إجباريا على نباتات زهرية في جميع أنحاء العالم، وهي على درجة كبيرة من التطور، والانتشار في المناطق المعتدلة المناخ، وتصيب بصورة خاصة الأوراق، والسيقان الحديثة السن، والبراعم، والثمار، وغير ذلك، وتسبب لهذه النباتات أمراضا تعد من الخطورة بمكان، وتعرف بأمراض البياض الدقيقي. وتبدأ إصابة النباتات بأن تعطي الكونيدات والأبواغ الزقية عند إنباتها غزلا فطريا غزيرا ذو خلايا أحادية النواة، ويتميز هذا الغزل الفطري في بعض الأجناس بأنه لا ينمو إلا سطحيا على بشرة النبات العائل Ectophytic حيث يكون غطاء أبيض فوق الأوراق (يشبه الدقيق بعد تكوين الأبواغ الكونيدية التي تتكون بأعداد كبيرة (الشكلان رقما ٩٠، ٩٣)، ثم يرسل

ممصات داخل خلايا العائل كما في فطر *Erysiphe polygoni* (الشكل رقم ٩١ب)، أو تكون بشرية متفرعة كما في فطر *E. graminis* (الشكل رقم ١٩١) وينتج عن تفرع الممص زيادة مساحة سطح الامتصاص داخل محتويات الخلية. وفي بعض الأحيان تكون هذه الممصات على شكل زوائد اصبعية الشكل، وغالبا يكون في الممصات قرص خارجي يسمى Appressorium حيث ينمو منه عادة نتوء دقيق ينفذ إلى خلايا بشرة العائل لامتصاص المادة الغذائية منها.



الشكل رقم (٩١). أشكال مختلفة من ممصات فطريات البياض الدقيقي.

أ – *اريسيفي جرامينيس Erysiphe graminis* (ممص بشري متفرع).

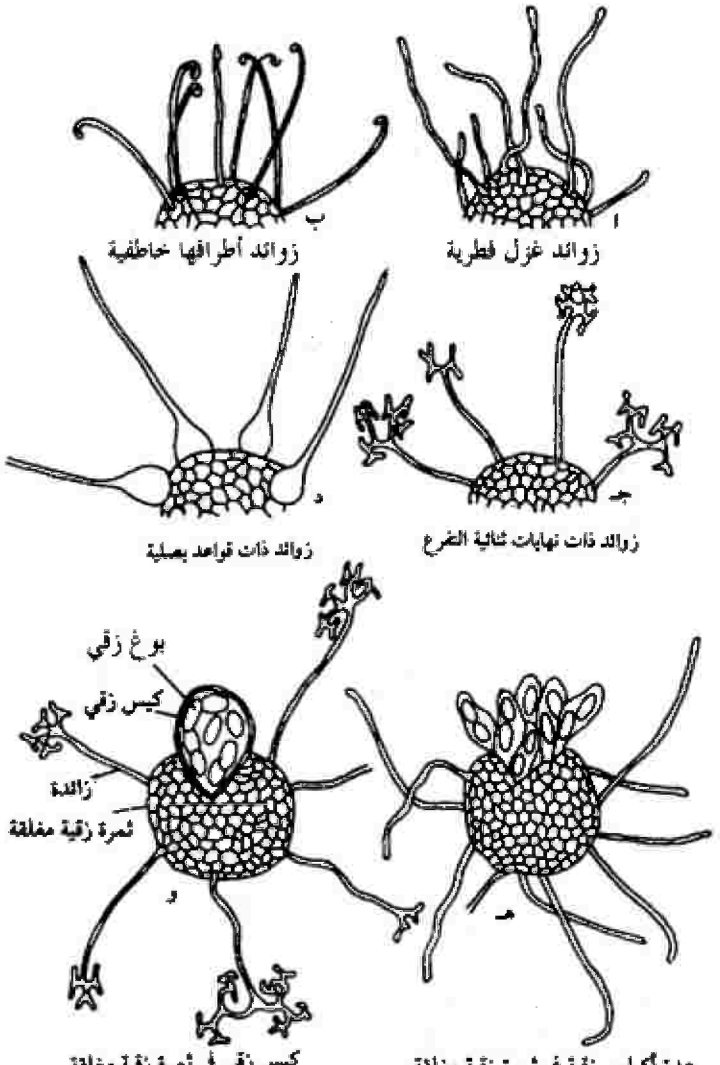
ب – *اريسيفي بوليجون Erysiphe polygoni* (ممص بشري بسيط).

جـ – *فيلاكتينيا كوريليا Phyllactinia corylea* (ممصات كمثرية الشكل داخل الخلايا المتعمقة من القشرة).

د – *أنسينيولا نيكاتور Uncinula necator* (ممص بشري وتحت بشري بسيط).

(عن الكسوبولوس وآخرين، ١٩٩٦)

وقد يعطي الغزل الفطري السطحي محصات بشرية، وتحت بشرية كما في أنواع الجنس *Uncinula* . لكن هناك من الأجناس ما يظهر فيها الغزل الفطري نزعة نحو التطفل الداخلي Endophytic، وأولى بادرات هذه النزعة نحو التطفل توجد في جنس *Phyllactinia* حيث يبدأ نمو الغزل الفطري سطحيا ثم يعطي فروعا جانبية، ويأخذ فرع من هذه الفروع طريقه خلال الفتحة الثغرية إلى الغرفة تحت الثغرية، ويتغلغل فيها، ويعطي محصات كمثرية الشكل داخل الخلايا المتعمقة من القشرة (الشكل رقم ٩١جـ). وتبلغ هذه النزعة نحو التطفل الداخلي ذروتها في جنس *Leveillula* حيث يبدأ الغزل الفطري نموه داخل أنسجة العائل، وذلك بتغلغله داخل النسيج التمثيلي عن طريق فتحة الثغر أي أن الغزل الفطري لهذا الفطر ينشأ داخليا Endophytic ثم يصبح سطحيا Ectophytic، وذلك بأن يخرج مصحوبا بالحوامل الكونيدية بعد ذلك عن طريق فتحات الثغور (الشكل رقم ٩٤د). وأيضا نلاحظ وجود ميزة أخرى ترتبط بهذه الصفة المتعلقة بنوعية الغزل الفطري (إن كان سطحيا، أو متغلغلا داخل أنسجة العائل)، وهي قد تعتبر شكلية من حيث طبيعة ونمو وشكل الحوامل الكونيدية، وما تحمله من أبواغ كونيدية. ففي الأجناس التي تعطي غزلا فطريا سطحيا يكون الحامل الكونيدي قصيرا، ويعطي كل حامل سلسلة من الكونيدات . أما في الأجناس التي تبدي نزعة نحو التطفل الداخلي فيكون الحامل الكونيدي طويلا جدا ولا يحمل في نهايته سوى كونيدة واحدة. فإذا انفصلت هذه الكونيدة انقسمت الخلية التي تحتها مباشرة إلى قسمين تكون الطرفية منها خلية كونيدية جديدة أما الأخرى فتزيد من استطالة الحامل الكونيدي.



الشكل رقم (٩٢). طرز مختلفة من الثمار الزقية لأجناس الفطريات المسببة لأمراض البياض الدقيقي.

أ – جنس *سفيروثيكا* *Sphaerotheca*
ب– جنس *انسينيولا* *Uncinula*
جـ– جنس *ميكروسفيرا* *Microsphaera*
د – جنس *فيلاكتينيا* *Phyllactinia*
هـ– جنس *اريسيفي* *Erysiphe*
و – جنس *بودوسفيرا* *Podosphaera*

(عن الكسوبولوس وآخرين،١٩٩٦)

الشكل رقم (٩٣). ورقة عنب مصابة بمرض البياض الدقيقي المتسبب عن فطر *Uncinula necator*. لاحظ البقع البيضاء على سطح الورقة المصابة.

البياض الدقيقي كما أسلفنا مرض متسبب عن الفطريات التابعة لهذه الفصيلة وهو يصيب عوائل كثيرة في المناطق المعتدلة، وخاصة تلك التي لها فوائد اقتصادية بالغة الأهمية. ويكون الغزو الفطري بواسطة الممصات التي تنتشر عادة داخل خلايا البشرة أو تحت البشرة كما في النوع *Uncinula necator* الذي يسبب مرض البياض الدقيقي في العنب (الأشكال رقما ٩١، ٣٩). وتكون الكونيدات في هذا الفطر على شكل سلاسل، وهي تنفصل بسرعة ثم تنتشر عن طريق التيارات الهوائية فتسقط على بشرة النبات العائل حيث تنبت، وتعطي خيطا فطريا صغيرا يرسل ممصاته داخل خلايا البشرة ويكمل دورة حياته.

يمكن تمييز أربعة أنواع من الحوامل الكونيدية بين الأنواع المختلفة من أمراض البياض الدقيقي وهي:

١ – الحامل الكونيدي تكون فيه الخلية القاعدية هي في نفس الوقت الخلية المولدة Generation cell التي تعطي سلسلة من الكونيدات قد تصل في بعض الأحيان إلى ٢٠ كونيدة كما في النوع *E. graminis* (الشكل رقم ٩٤ ا).

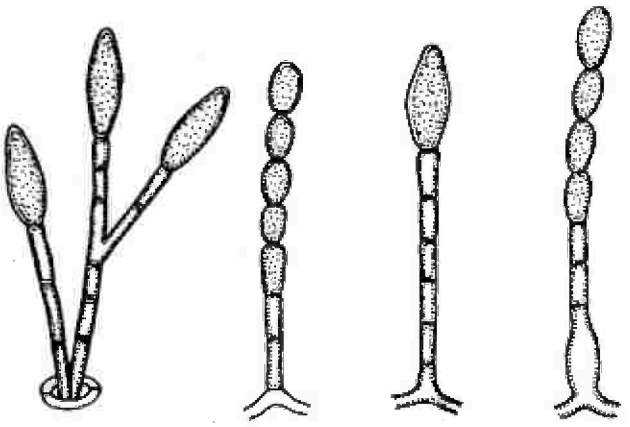
٢ – الحامل الكونيدي يتكون من صف من الخلايا يستعرض أعلاه ليحمل كونيدة واحدة قمية تسمى أويدة Oidium كما في النوع *Phyllactinia rigida* (الشكل رقم ٩٤ ب).

٣ – الحامل الكونيدي يتكون من عنق صغير أحادي الخلية يحمل خلية مولدة واحدة تحمل سلسلة طويلة، أو قصيرة من الكونيدات كما في النوع *E. cichoracearum* (الشكل رقم ٩٤ جـ).

٤ – ينشأ العنق في الحامل الكونيدي من خلية داخلية، ثم يخرج عن طريق الثغور، ويحمل في نهايته كونيدة واحدة كما في النوع *Leveillula taurica* (الشكل رقم٩٤ د).

لقد لاحظ كثير من العلماء أن معظم الأجناس المسببة لأمراض البياض الدقيقي تكون متخصصة، أي ينحصر تطفلها على عوائل محددة خاصة بها، بينما يوجد منها عدد قليل له القدرة على التطفل على عوائل نباتية بنطاق أوسع، ودون أي تخصيص لعائل معين، وهي عموما تنتشر في ظروف الجفاف، ولكنها تكون أكثر خطورة في الظروف الرطبة حيث تساعد الرطوبة على إنبات الكونيدات، ومن أهم هذه الأجناس نذكر:

Erysiphe, Podosphaera, Phyllactinia, Uncinula, Sphaerotheca, Microsphaera and *Leveillula.*



الشكل رقم (٩٤). أنواع الحوامل الكونيدية في فطريات البياض الدقيقي.

ا – أريسيفي جراميني *E.graminis* ب– فيلاكتينيا ريجيدا *P.rigida*

جـ– أريسيفي سيكوراسيرم *E.cichoracearum* د – ليفيليولا تاوريكا *L.taurica*

ويعتبر عدد الأكياس الزقية داخل الثمرة الزقية وشكل الزوائد على الجدار الخارجي للثمرة الزقية هو أساس تصنيف فصيلة فطريات البياض الدقيقي إلى الأجناس آنفة الذكر، ويمكن تمييز تلك الأجناس على أساس شكل وتكوين الثمرة الزقية حسب الجدول التالي:

أ- تحتوي الثمرة الزقية المغلقة على كيس زقي واحد.

١- زوائد الثمرة الزقية خيطية ومحددة ، أطرافها متفرعة تفرعا ثنائي الشعبة.

الجنس ..... *Podosphaera*

٢- الزوائد خيطية بسيطة غير محدودة وغير متفرعة، وتشبه الهيفات في الشكل.

الجنس ..... *Sphaerotheca*

ب- تحتوي الثمرة الزقية على أكثر من كيس زقي واحد:

١- زوائد الثمرة الزقية خيطية مستقيمة ، ومتفرعة تفرعا ثنائي الشعبة من نهايتها.

الجنس ..... *Microsphaera*

٢- الزوائد خيطية بسيطة غير محدودة وغير متفرعة ، وتشبه الهيفات في الشكل ، والميسيليوم الخضري سطحيا.

الجنس ..... *Erysiphe*

٣- الزوائد على الثمرة الزقية بسيطة ، وخطافية ملتفة في نهايتها.

الجنس ..... *Uncinula*

٤- الزوائد غير متفرعة ، وتشبه الهيفات في الشكل ، والميسيليوم ينمو داخل الأنسجة ثم يصبح سطحيا عند تكوين الثمار الزقية.

الجنس ..... *Leveillula*

٥- الزوائد على الثمرة الزقية طويلة ، وذات قواعد منتفخة بصلية الشكل ، وأطراف الزوائد مستدقة.

الجنس ..... *Phyllactinia*

الوضع التصنيفي لجنس سفيروثيكا **Systematic position of Genus *Sphaerotheca***

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الخصية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Erysiphales	رتبة: الإريسيفات
Family: Erysiphaceae	الفصيلة: الإريسيفية
Genus: *Sphaerotheca*	جنس: سفيروثيكا

يعيش هذا الفطر متطفلا خارجيا Ectoparasite على أسطح عدد من النباتات الزهرية في مختلف أنحاء العالم بما فيها النباتات ذات الفائدة الاقتصادية. ويعرف المرض

المتسبب عن أنواع هذا الفطر بمرض البياض الدقيقي وهو يصيب السيقان الغضة وبراعم الأزهار والأوراق ،وينشأ عن ذلك تشوها في الأجزاء المصابة ، ونقصا كبيراً في الغلة ،ورداءة في نوعيتها . وتظهر أعراض هذا المرض على السطح السفلي للأوراق الحديثة وكذلك الأغصان على شكل بقع دقيقية بيضاء اللون، ويعود هذا المظهر إلى لون الغزل الفطري وإلى العدد الكبير من أبواغ الفطر الكونيدية التي تتكون على أسطح الأجزاء المصابة. وعند اشتداد الإصابة تنتشر هذه البقع حتى تعم جميع السطح المصاب أو معظمه وتبدو عندئذ الأوراق وكأنها معفرة بمسحوق خشن أبيض اللون.

ويضم جنس *سفيروثيكا* عددا من الأنواع ذات الخطورة أهمها :

١ – *S. humuli* وهو يسبب مرض البياض الدقيقي لنبات حشيشة الدينار.

٢ – *S. mors-uvae* ويسبب مرض البياض الدقيقي لنبات عنب الثعلب.

٣ – *S. euphorbiae* ويسبب مرض البياض الدقيقي لنبات أبوقنصل.

٤ – *S. pannosa* ويسبب مرض البياض الدقيقي لنباتي الورد والخوخ .

وقد تم تحديد صنفين مختلفين للنوع الأخير الذي يصيب كل من الورد والخوخ وهذان الصنفان هما :

١ – *S. pannosa* var. *rosae* الذي يصيب الورد ولا يصيب الخوخ .

٢ – *S. pannosa* var. *persicae* الذي يصيب نبات الخوخ فقط .

ويتشابه الصنفان المسببان لمرض البياض الدقيقي لكل من الورد والخوخ في صفاتهما الشكلية إلى حد كبير ولا يختلفان عن بعضهما إلا من الناحية الفسيولوجية فقط إذ أن كل منهما مختص بإصابة عائله الخاص دون سواه.

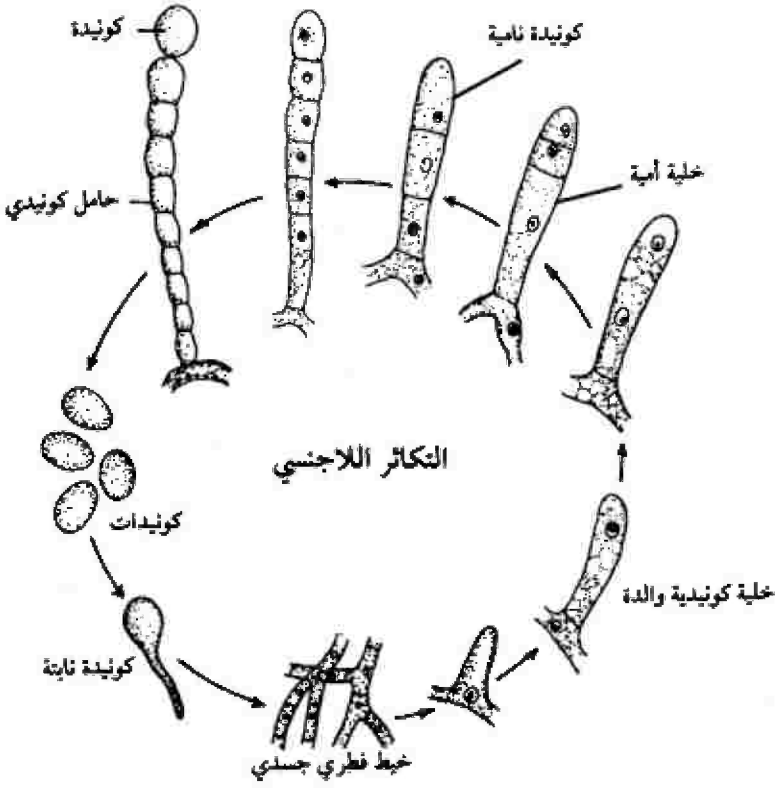
ويسبب الصنف الذي يصيب الخوخ أضرارا بليغة للثمار والأجزاء الخضرية حيث تظهر الإصابة على ثمرة الخوخ على شكل بقع باهتة مرتفعة قليلا عن سطح

الثمرة ويتقدم الإصابة يصبح لونها داكنا ويتحول غلاف الثمرة إلى طبقة جلدية، ويؤدي ذلك إلى ضمور الثمار، ويرسل الغزل الفطري المقسم ممصات منشبعة تخترق جدر خلايا البشرة دون أن تمتد إلى الخلايا التي تحتها (الشكل رقم٩١). والحوامل الكونيدية لهذا الفطر قصيرة تحمل سلسلة من الأبواغ الكونيدية ذات الشكل البرميلي، والجسم الثمري أسود أو داكن اللون، ويتميز بوجود زوائد هيفية بسيطة ويحتوي على كيس زقي واحد (الشكل رقم١٩٢).

طرق التكاثر

يتكاثر فطر *سفيروثيكا* بطريقتين هما:

التكاثر اللاجنسي. بعد مرور وقت قصير من إصابة النبات بالفطر، يعطي الغزل الفطري الخارجي النمو كميات وفيرة من حوامل كونيدية غير متفرعة قائمة وشفافة اللون على سطح العائل (الشكل رقم ٩٥). ويبدأ تكوين الحامل الكونيدي بظهور نتوء في الخلية الخضرية للغزل الفطري، وباستمرار نمو الحامل الكونيدي إلى أعلى تنفصل خلايا متتابعة من نهايته الطرفية نتيجة لتكوين جدر مستعرضة تفصل تلك الخلايا بعضها عن بعض ثم تتحول تلك الخلايا إلى سلسلة من أبواغ الفطر اللاجنسية التي تسمى بالكونيدات، والواحدة منها برميلية الشكل، أحادية الخلية، أحادية النواة، وتكون الكونيدات القريبة من طرف الحامل أصغر حجما من الكونيدات البعيدة عنه. وعندما تشتد إصابة النبات يصبح الجزء المصاب مكسوا بطبقة كثيفة من هذه الحوامل وسلاسل الأبواغ الكونيدية التي تظهر على هيئة مسحوق دقيقي أبيض اللون مميزا لهذا المرض.

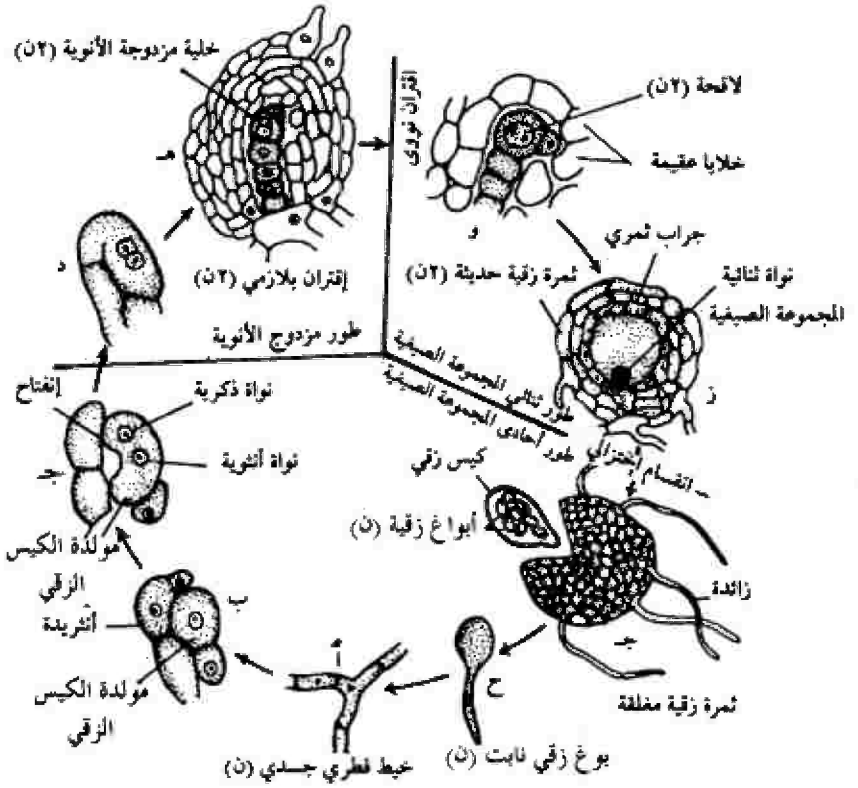


الشكل رقم (٩٥). المراحل المتابعة للتكاثر اللاجنسي في فطر *سفيروثيكا هوميولاى* *Spharotheca humuli*.

وعند نضج الكونيدات تنفصل عن حواملها وتنتشر في الجو بواسطة الرياح ثم تسقط تلك الكونيدات عندما تصادف عائلا مناسبا وتنبت في الحال معطية عددا من أنابيب الإنبات التي يتراوح عددها ما بين واحد إلى ثلاثة أنابيب، ثم تخترق تلك الأنابيب ثغور العائل محدثة إصابة جديدة.

التكاثر الجنسي. يحدث التكاثر الجنسي لفطر *سفيروثيكا* (الشكل رقم ٩٦) في أواخر الصيف، عندما يبدأ إنتاج الكونيدات في التناقص إلى أن يتوقف إنتاجها.

ويبدأ هذا التكاثر بالتفاف خيطين من الخيوط الفطرية المتجاورة التي تنمو سطحيا على العائل، ثم يرسل هذان الخيطان المتجاوران استطالات أنبوبية تتلاقى في نهايتها وينشأ عنها تكوين الأعضاء الذكرية والأنثوية الأحادية النواة (الأنثريدات والمولدات الزقية). وينتفخ نهاية الفرع المكون لمولدة الكيس الزقي قليلا، حيث تبدو الأنثريدة أقل قطرا من مولدة الكيس الزقي (الشكل رقم ٩٦ب)، وعند تلاقي العضوان مع بعضهما تبدأ الأنثريدة في الانحناء قليلا فوق مولدة الكيس الزقي وتلتصق بها (الشكل رقم ٩٦ جـ). ثم بعد ذلك يذوب الجدار الفاصل بينهما وتندمج محتوياتها في نقطة التلاقي حيث تنتقل نواة الأنثريدة إلى داخل مولدة الكيس الزقي، وينتج عن ذلك اقتران نواتيهما مع بعضهما لفترة من الوقت دون أن تندمجان حيث تشكلان زوجا نوويا Dikaryons (الشكل رقم ٩٦ جـ ، د). تبدأ مولدة الزق بعد ذلك بالاستطالة حيث تنقسم نواتها عدة انقسامات فتيلية ينتج عنها تكوين عدد من الأنوية على شكل صف، ثم تنفصل تلك الأنوية عن بعضهما بتكوين جدر عرضية تفصل مولدة الكيس الزقي إلى عدد من الخلايا التي تتراوح ما بين أربعة إلى خمسة خلايا (الشكل رقم ٩٦هـ). وفي هذا الصف من الخلايا يتضح أن الخلية تحت الطرفية Penultimate cell تحتوي على زوج نووي (٢ن) بينما الخلايا الأخرى تحتوي كل منهما على نواة واحدة . ولذلك تعرف الخلية تحت الطرفية المزدوجة الأنوية بالخلية مولدة الكيس الزقي Ascus mother cell (الشكل رقم ٩٦ و). حيث تندمج النواتين في تلك الخلية مع بعضهما مشكلتان نواة للكيس الزقي الحديث ثنائية المجموعة الصبغية (الشكل رقم ٩٦ز). بعد ذلك تنقسم تلك النواة ميوزيا ثم فتيليا وينتج عن ذلك تكوين ثمان أنوية كل منهما أحادية المجموعة الصبغية حيث تحاط كل نواة بجدار لتكوين بوغ زقي، وبذلك يتكون داخل كل كيس زقي ثمان أبواغ زقية (الشكل رقم ٩٦ ح).



الشكل رقم (٩٦). المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي لفطر سفيروثيكا *Sphaerotheca*.

وفي نفس الوقت تنقسم الخلية الموجودة أسفل مولدة الكيس الزقي عدة انقسامات ينشأ عنها عددا من الخيوط العقيمة المتشابكة (الشكل رقم ٩٦ ز) وهذه الخيوط تنمو بسرعة حول الكيس الزقي الحديث المتكون حتى تحيط به وتغلفه بالكامل (الشكل رقم ٩٦ ز). وتصبح الخلايا الخارجية لتلك الخيوط العقيمة ذات جدر سميكة حيث تشكل فيما بعد غلافا للثمرة الزقية المغلقة الناضجة Cleistothecium ، ويطلق على الطبقة الخارجية للثمرة الزقية بالغطاء الخارجي أو الجراب الثمري Peridium (الشكل رقم ٩٦ز).

والثمار الزقية الناضجة لا يزيد قطر الواحد منها عن ١٠٠ ميكروميتر. وفي فطر *سفيروثيكا* تمتاز الثمرة الزقية باحتوائها على كيس زقي واحد فقط (الشكل رقم ٩٦ح). وتنشأ من الجدار الخارجي للثمرة الزقية عددا من الزوائد Appendages الهيفية الشكل وغير المتفرعة، والتي يستعان بها عادة بجانب ما تحتويه الثمرة الزقية من أكياس زقية في تمييز هذا الجنس عن بقية الأجناس التابعة للفصيلة الإيريسيفية. ويمكن مشاهدة الثمار الزقية على النباتات المصابة بالاستعانة بالعدسة اليدوية المكبرة حيث تبدو كنقاط سوداء مبعثرة على سطح الغزل الفطري.

وتبقى الأكياس الزقية التي تحوي الأبواغ الزقية غير الناضجة ساكنة خلال فصل الشتاء داخل ثمارها الزقية، وفي فصل الربيع تستأنف الأكياس الزقية نشاطها حيث تأخذ في التوسع وتبدأ الأبواغ الزقية التي بداخلها في النمو إلى حجمها الطبيعي ثم تنفجر الثمار الزقية نتيجة لامتصاصها للماء وانتفاخها حيث تبرز الأكياس الزقية للخارج، وبعد ذلك تنفجر الأكياس الزقية وتنطلق الأبواغ الزقية وتنتشر في الهواء مسببة إصابة النبات في موسمه الجديد.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن مكافحة أمراض البياض الدقيقي تتم بشكل عام باستعمال المبيدات الفطرية غير الجهازية Non systemic fungicides قبل حدوث الإصابة حيث تعفر بها النباتات المصابة ويستعمل عادة لهذا الغرض مسحوق الكبريت، ومركب الكاراثين Karathane بالإضافة إلى حسن اختيار الأصناف المقاومة للمرض ومراعاة الطرق الصحية في ذلك.

جنس إيريسيفي *Erysiphe*

يعد هذا الجنس أكثر أهمية من الناحية الاقتصادية من الجنس السابق، حيث إنه يشتمل على عدد من الأنواع والسلالات التي تتطفل خارجيا على أسطح عددا من النباتات الزهرية ذات الفائدة الاقتصادية مسببا لها مرضا يسمى بمرض البياض

الدقيقي. ولكن الجنسان يتشابهان إلى حد كبير من ناحية الشكل والتراكيب الخضرية ونمط الحياة مع وجود بعض الاختلافات الطفيفة جدا بينهما، والتي يمكن تلخيصها في شكل الممصات والثمار الزقية وعدد الأكياس الزقية داخلها والتي سنتطرق لها فيما بعد.

ويشتمل جنس *إيريسيفي* على حوالي عشرة أنواع جميعها منتشرة في معظم مناطق العالم، ويعتبر النوع *E. graminis* المسبب لمرض البياض الدقيقي للغلال والنجيليات أكثر تلك الأنواع أهمية نظرا لأنه يصيب أكثر من خمسين نوعا من نباتات الفصيلة النجيلية وخاصة القمح، والذرة، قصب السكر، الشعير والشوفان وكثيرا من الحشائش النجيلية البرية حيث يسبب للنباتات المصابة ضعفا عاما ونقصا في كمية المحصول ورداءة في نوعيته.

وفيما يلي نبذة عن أهم الأنواع التابعة لهذا الجنس والمنتشرة في بلادنا:

١ – *E. cichoracearum* ويسبب هذا النوع مرض البياض الدقيقي للباميا والقرعيات ماعدا الشمام. وهذا المرض شائع الوجود في المملكة، وينمو الغزل الفطري على سطح النبات المصاب ثم يرسل ممصاته الاسطوانية الشكل (الشكل رقم ٩١) داخل خلايا بشرة النبات العائل ليستوفي منها احتياجاته الغذائية. ويمكن اعتبار هذا النمط من الممصات هو الشائع غالبا في أنواع الجنس *إيريسيفي*. ولكن يشذ عنها النوع *E. graminis* التي تكون فيه الممصات متفرعة وإصبعية الشكل (الشكل رقم ١٩١). وتظهر أعراض الإصابة بفطر *E. cichoracearum* على أنصال وأعناق الأوراق والسيقان الغضة على شكل كتل بيضاء دقيقية سطحية صغيرة مستديرة ولونها أبيض. ويتقدم الإصابة يتحول لون الأوراق المصابة إلى اللون الأصفر ثم البني. وسرعان ما تجف الأوراق وتذبل وتتأثر ثمار النبات أيضا بالمرض، ويبدو ذلك واضحا في صغر حجمها وكميتها المنتجة، وقد تؤدي شدة الإصابة إلى إصفرار النبات العائل وموته.

٢- *E. polygoni* ويسبب مرض البياض الدقيقي في البقوليات والصليبيات حيث يصيب نباتات الفاصوليا والفول واللوبيا والحلبة والبسلة والبرسيم وغيرهما. كما يصيب النباتات الصليبية مثل اللفت والفجل والكرنب وغيرهما. ويشتمل هذا الفطر على عدد من السلالات الفسيولوجية التي يختص كل منهما بإصابة نوع معين من المحاصيل دون أن يصيب الأخرى. ويشاهد هذا المرض بكثرة على قرون نبات البسلة واللوبيا والفاصوليا، وشكل الفطر المسبب لهذه الأمراض وطريقة مقاومته تشبه مثيلاتها في أمراض البياض الدقيقي في النجيليات والقرعيات.

٣- *E.taurica* وهو يصيب نباتات الباذنجان والفلفل والكتان أيضا. ويختلف الفطر المسبب لهذا المرض في تطفله عن باقي فطريات البياض الدقيقي الأخرى، حيث ينمو الغزل الفطري داخليا أي يكون متغلغلا داخل أنسجة النبات العائل، ثم يرسل الفطر ممصات في خلايا العائل الداخلية وذلك لامتصاص احتياجاته الغذائية عن طريقها (الشكل رقم ٩١). وبهذه الخاصية يتميز هذا الفطر عن بقية الفطريات الأخرى. وبعد ذلك تظهر الحوامل الكونيدية على سطح الأوراق خارجة عن طريق الثغور. وعلى كل حامل كونيدي توجد كونيدة واحدة قمية تسمى أويدة Oidium. وهذه الأويدات تعتبر العامل الرئيسي المسبب للإصابة . فعند قرب نهاية موسم نمو النبات تتجمع الخيوط الفطرية على سطح الورقة، وحينما تجف تكون الثمار الزقية قد ظهرت وهي تبدو تحت العدسة المكبرة كنقطة صغيرة سوداء. وخلال فصل الشتاء تبقى هذه الثمار الزقية كامنة في التربة أو على أكوام الأوراق الميتة. وعند حلول فصل الربيع تنفتح الأكياس الزقية بعد انفجار الثمار الزقية وتخرج منها الأبواغ الزقية التي تنبت إذا سقطت على نبات سليم وتحدث العدوى من جديد.

٤- *E. graminis* وهذا النوع كما سبق ذكره يسبب مرض البياض الدقيقي للغلال والنجيليات وهو عالمي الانتشار وشائع الوجود في المملكة حيث سجل وجوده في عدد من المناطق ، ويلائم انتشار المرض ونمو الفطر درجة حرارة تتراوح بين ٢١° إلى ٣٣°م، وتنبت أبواغه الكونيدية في جو جاف نسبيا ولا يحتاج إنباتها إلى وجود الماء أو الرطوبة الجوية المرتفعة وهذا مما يساعد انتشار هذا المرض في أجواء المملكة ، وإن كان ضرره أقل من ضرر آفات النجيليات الأخرى وخاصة أمراض الأصداء والتفحمات الشائعين في بعض مناطق المملكة .

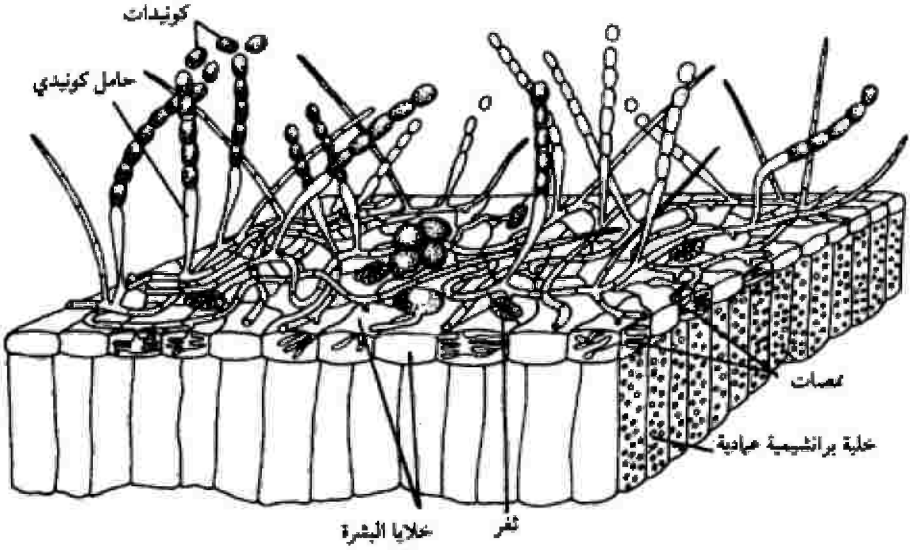
وقد لاحظ كثير من العلماء من بينهم العالم الفرنسي مارشال (Marchal 1902) ومينز وديتز (Mains & Dietz 1930) ومينز (Mains 1933) ونيوتن وشيرويك (Newton & Cherewick 1947) وغيرهم أن بعض أنواع الجنس *Erysiphe* تشكل عددا من الأصناف والسلالات الفسيولوجية المختلفة Physiological races ذات الصفات المورفولوجية (الشكلية) المتشابهة فيما بينها ، ولكنها تختلف فسيولوجيا ووراثيا في قدرتها الممرضة على النبات العائل ، إذ يتخصص كل منهما في التطفل على عائل أو عوائل ذات علاقة وثيقة ببعضهما ، أو على أصناف معينة من العائل ، والتي تتوفر فيها صفات القابلية الوراثية للإصابة بهذه السلالة من سلالات *الإريسيفي*.

ويشتهر النوع *E. graminis* بوجود تخصص نوعي على العوائل التي يصيبها ، فسلالة معينة من هذا النوع قد تصيب الشعير ولا تصيب القمح والعكس بالعكس. وعلى سبيل المثال نجد أن السلالة *E. graminis* var. *tritici* تصيب نبات القمح ولا تصيب نبات الشعير الذي تصيبه سلالة أخرى هي *E. graminis* var. *hordei* وكذلك نجد أن السلالة *E. graminis secalis* تختص بإصابة نبات الشيلم وأيضا السلالة *E. graminis avenae* التي تصيب نبات الشوفان دون بقية النجيليات الأخرى وهكذا.

وبصفة عامة فإن فطر *E. graminis* يعتبر عالمي الانتشار ويتطفل خارجيا على العائل Ectoparasite وتطفله إجباريا حيث إنه لم ينجح أحد حتى الآن بزراعة وتنمية هذا الفطر على المنابت الصناعية في المختبر. وتظهر أعراض إصابة الفطر على الأوراق وأحيانا على أغماد الأوراق بشكل بقع عديدة دقيقية المظهر وتغطي السطحين العلوي والسفلي منها، وعادة يكون السطح العلوي أشد إصابة من السطح السفلي. وتؤدي الإصابة الشديدة بالفطر إلى تغير شكل الأوراق وجفافها ثم ضمورها في الحجم وسقوطها، وينتج عن ذلك تقزم النبات المصاب مما يدفعه للتكوين المبكر للسنابل التي تكون صغيرة وخفيفة الوزن وضامرة وبذلك يتأثر محصول الحبوب من هذا المرض.

والغزل الفطري النامي على سطح العائل (على الساق أو على الورقة) مقسما إلى خلايا أحادية النواة، ويحصل على غذائه باختراق جدر خلايا بشرة العائل وتكوين ممصات أحادية الخلية متفرعة كروية أو إصبعية الشكل داخل تلك الخلايا ولا ينمو أسفل منها (الشكل رقم ٩٨ ا). وبعد استقرار الغزل الفطري على العائل لفترة قصيرة، تبدأ الخيوط الفطرية النامية على السطح بإرسال أفرع قصيرة قائمة أحادية الخلية هي الحوامل الكونيدية غير المتفرعة والتي تتكون عليها سلسلة من الكونيدات ذات الشكل البرميلي (الشكلان رقما ٩٧، ٩٨ب).

ويتركب كل حامل كونيدي وما عليه من كونيدات (الشكل رقم ٩٨ ب) من خلية قاعدية منتفخة تنقسم باستمرار لتعطي سلسلة من خلايا تتكشف فيما بعد إلى كونيدات ناضجة، حيث يزداد إنتاج تلك الكونيدات في موسم نمو النبات ليصل إلى حد كبير يعطي سطح العضو المصاب من النبات مظهرا دقيقيا. وتتكرر إصابة النبات أثناء الموسم الواحد عن طريق انتشار تلك الكونيدات وانتقالها بواسطة الهواء ثم إنباتها مباشرة عندما تقع على النسيات السليم محدثة بذلك إصابة جديدة (الشكل رقم ٩٨جـ، د).

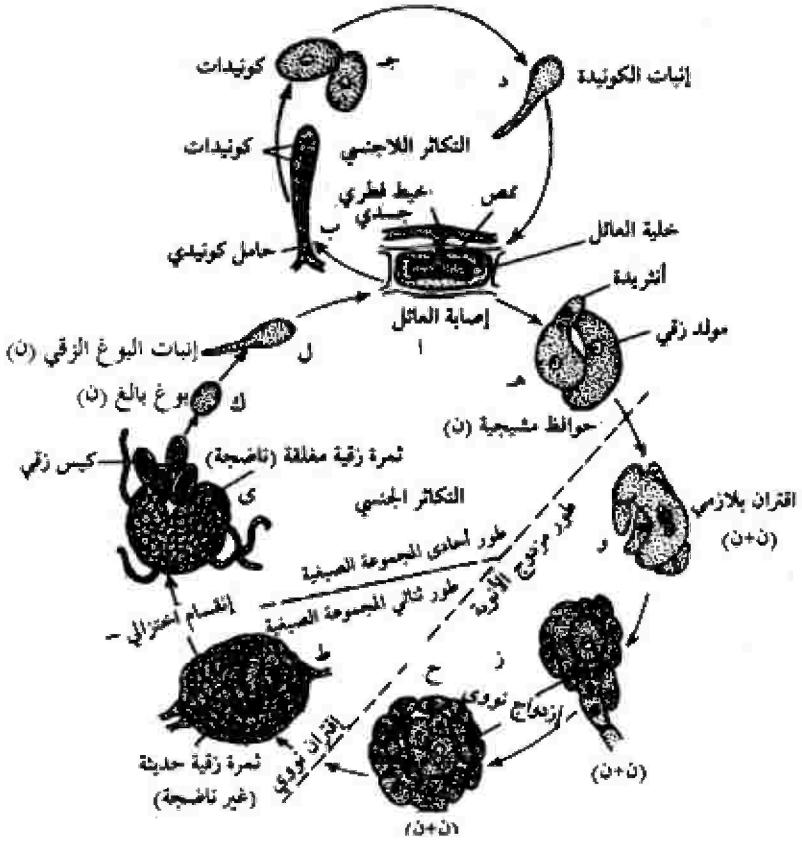


الشكل رقم (٩٧). قطاع عمودي في ورقة نبات مصابة بمرض البياض الدقيقي المتسبب عن جنس *إيريسيفى Erysiphe* يوضح شكل الحوامل الكونيدية والكونيدات.

(عن واير وآخرين، ١٩٨٢)

وعند اقتراب نهاية فصل نمو العائل أي عند نضج السنابل تقريبا يبدأ الفطر بالتكاثر الجنسي (الشكل رقم ٩٨) حيث تتكون الثمار الزقية المغلقة التي يكون قطر الواحد منها حوالي ٢٠٠ ميكروميتر، وهي كروية الشكل سوداء اللون مطمورة جزئيا في الغزل الفطري، ولها زوائد خيطية بسيطة. وتحتوي كل ثمرة زقية على عدد من الأكياس الزقية تتراوح مابين ٩ إلى ٣٠ كيساً ويبلغ قطر الثمرة البالغة حوالي ٢٠٠ميكروميتر، والأكياس الزقية في هذا الفطر أسطوانية أو بيضية الشكل، ويحتوي كل كيس زقي على ٤ إلى ٨ أبواغ زقية بيضية الشكل. وتبقى الثمار الزقية كامنة خلال فصل الشتاء على مخلفات المحصول الجافة أو مختلطة في التربة حتى الموسم التالي (الشكل رقم ٩٨ ط)، حيث يحدث انشقاق عرضي للثمرة الزقية عند منتصفها يعقبه سقوط الجزء العلوي للجراب الثمري، ثم تقذف الأبواغ الزقية بقوة من الأكياس

الزقية المكشوفة (الشكل رقم ٩٨ ي)، وعندما تسقط هذه الأبواغ على عائل مناسب فإنها تنبت مباشرة (الشكل رقم ٩٨ ل)، وفي خلال بضعة أيام تظهر الكونيدات من الغزل الفطري النامي من البوغ الزقي، وبذلك يعيد الفطر دورة حياته من جديد.



الشكل رقم (٩٨). دورة حياة فطر *إريسيفي Erysiphe*.

ويلاحظ أن النمط العام لدورة حياة هذا الفطر تشبه إلى حد كبير دورة حياة فطر سفيروثيكا المسبب لمرض البياض الدقيقي لكل من الورد والخوخ والذي سبق وصفه.

لب الثمرة الزقية من الطراز الزيلاري Xylaria Type Centrum

يتميز هذا الطراز بأن الثمرة الزقية القارورية من النوع المثالي وهي إما أن تتكون مباشرة من الغزل الفطري المفكك، أو من الخيوط الفطرية الجسدية داخل الحشية الثمرية. وفي بعض الفطريات التابعة لهذا الطراز تكون الثمار الزقية القارورية مبطنة بالحشية الثمرية وهي إما أن تكون مطمورة داخلها أو تتربع عليها. وفي البعض الآخر لا تحتوي ثمارها الزقية على حشيات ثمرية جيدة التكوين وواضحة.

ويضم هذا الطراز رتبتين هما الزيلاريات والكلافيسيبتات.

رتبة الزيلاريات Order Xylariales

تعد هذه الرتبة كما يدل اسمها على أنها الرتبة النموذجية للفطريات ذات الثمار الزقية التي لبها من الطراز الزيلاري، وكانت تعرف سابقا برتبة السفيريات Sphaeriales.

وكما هو واضح هنا فإن رتبة الزيلاريات تشتمل على جميع الزقيات القارورية التي تكون ثمارها الزقية داكنة اللون، جلدية أو متفحمة، كروية أو كمثرية الشكل. وغلافها لحمي أو قاسي، وتستطيل قمة الثمرة إلى عنق متميز ينتهي بفتحة أو بويب، إما مستديرة أو متطاولة على حسب الفصائل.

وتكون الأكياس الزقية داخل الثمار الزقية وحيدة الغلاف ومحاطة بشعيرات عقيمة موازية للأكياس الزقية (على الأقل في الأطوار المبكرة من نموها) وهي تظهر إما في طبقة خصبية دائمة، أو في مجموعة قاعدية. وتتكون الثمار الزقية القارورية إما مباشرة من الغزل الفطري المفكك، أو تقترن بحشية ثمرية تسكن فوقها، أو تكون مطمورة داخلها.

ومعظم الزيلاريات فطريات مترممة توجد على المخلفات النباتية المتحللة، وبقايا جذوع الأشجار وفروعها وأوراقها، ونادرا ما توجد على سوق النباتات. وبعض هذه الفطريات تعيش على روث الحيوانات فهي من الفطريات الروثية أو المحبة للروث. ويوجد عدد قليل من أفراد هذه الرتبة تعيش معيشة طفيلية على النباتات الاقتصادية وتسبب لها أمراضا خطيرة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن معظم فطريات هذه الرتبة قد فقدت قدرتها على إنتاج الكونيدات، التي تنتج عادة بكميات كبيرة أثناء التكاثر اللاجنسي في أفراد الرتب السابقة، وعلى هذا فإن الطور الوحيد في هذه الرتبة هو الطور الزقي Ascospore stage أو طور إنتاج الأبواغ الزقية فقط، على الرغم من أن بعض الأنواع قد يعطي كونيدات صغيرة، يبدو أنها تقوم بوظيفة البذيرات Spermatia في عملية الاقتران البلازمي.

وتحتوي هذه الرتبة على سبع فصائل تختلف فيما بينها وفقا للأسس التالية:

١- اختلاف فتحة أو فوهة الثمار الزقية باختلاف الأجناس والفصائل.

٢- لون وشكل الأبواغ الزقية، ما إذا كانت مقسمة أو غير مقسمة، محزوزة أو غير محزوزة، وطريقة إنبات تلك الأبواغ.

٣- شكلية الثمار الزقية ووضعها داخل أنسجة العائل إما أن تكون منفردة أو مطمورة.

٤- تركيب ونشأة الحشية الثمرية Stroma.

وفيما يلي مفتاح التصنيف الذي يبرز الخصائص المختلفة لفصائل هذه الرتبة بشكل واضح، وقد بني هذا المفتاح وفقا للأسس العلمية السابقة:

أ- الأكياس الزقية زائلة (سريعة الزوال)..... الفصيلة الكيتومية Chaetomiaceae

أأ- الأكياس الزقية باقية..... ب، ب ب

ب- قمم الأكياس الزقية عادة شبيهة بالنشا (نشوية)..... جـ ، جـ جـ

ب ب- قمم الأكياس الزقية ليست نشوية..... د، د د

جـ - الأبواغ الزقية ليست محززة، غالبا داكنة وإنباتها يتم بشق طولي، وتتكون الحشية الثمرية غالبا من الخيوط الفطرية فقط وهي متميزة واضحة عن الوسط.

الفصيلة الزيلارية ..... Xylariaceae

جـ جـ - الأبواغ الزقية محززة، وإنباتها بدون شق طولي، وتتكون الحشية الثمرية من الخيوط الفطرية، وجزئيا من أنسجة العائل، ويمكنها أن تكون في بعض الأحيان منفصلة عن أنسجة العائل.

الفصيلة الدياتريبية ..... Diatrypaceae

د - الحشية الثمرية عادة غائبة، ونادرا موجودة .....هـ ، هـ هـ

د د- الثمار الزقية الدورقية مطمورة في الطبقة التحتية.

الفصيلة الفيلاكورية ..... Phyllachoraceae

هـ - الأبواغ الزقية ذات ثقوب إنبات أو شق طولي ..... و، و و

هـ هـ - الأبواغ الزقية بدون ثقوب إنبات أو شقوق طولية.

الفصيلة البوليستجماتية ..... Polystigmataceae

و - الأبواغ الزقية ذات شقوق إنبات طولية.

الفصيلة الكونيوكيتية ..... Coniochaetaceae

و و - الأبواغ الزقية ذات ثقوب إنبات.

الفصيلة السوردارية ..... Sordariaceae

□ الفصيلة الكيتومية Family Chaetomiaceae

أفراد هذه الفصيلة فطريات مترممة تسهل معرفتها، وتقوم عادة بتحليل السليلوز، حيث تنمو على الورق والمنسوجات القطنية فيتسبب عنها في بعض الأحيان أضراراً كبيرة، وبعض الأنواع يسبب بياض الملابس. كما ينمو على القش، والروث وغير ذلك من المخلفات.

والثمار الزقية القارورية لأفراد هذه الفصيلة يسهل تمييزها حيث إنها تكون منفردة أو تتكون على السطح دون حشية ثمرية، وتتميز الثمار الزقية بوجود شعيرات طويلة ملتفة أو متفرعة على الثمرة الزقية (الشكل رقم٩٩). وفي كثير من الأنواع يكون الشعر الذي يغطي الجزء العلوي من الثمرة الزقية مجعدا بشكل ظاهر، وتعد شكلية هذه الشعيرات من الأهمية بمكان من الوجهة التصنيفية.

التكاثر اللاجنسي في أفراد هذه الفصيلة نادر الحدوث، وفي حالة وجوده يتم بتكوين أبواغ كونيدية، وتتكون الكونيدات على الشعيرات المحيطة بالفتحات أو على خيوط الميسيليوم الفطري. وفي جميع الأنواع التابعة لهذه الفصيلة والتي تمت دراستها بالتفصيل بواسطة عدد من المختصين، لم يتم حتى الآن اكتشاف أي أثر لوجود الأنثريدات في تلك الفطريات، ولكن الثمار الزقية تتكون عادة بالتفاف فرعين من فروع الخيوط الفطرية مع بعضها البعض، ثم انقسامها إلى عدد من الخلايا، وعند وصول الأكياس الزقية إلى مرحلة النضج تذوب جدرها الهلامية فتتحرر الأبواغ الزقية داخل الثمرة الزقية.

وتتكون الثمار الزقية القارورية من فوهة حقيقية تستطيل في بعض الأنواع وتمتد على هيئة عنق مجوف طويل، وتشكل الأكياس الزقية في أغلب الأنواع على هيئة مجاميع قاعدية، وتكون صولجانية الشكل أو بيضية، وأحياناً تكون اسطوانية. ويحتوي

الكيس الزقي في جميع أفراد هذه الفصيلة على ثمان أبواغ زقية ما عدا النوعين *Chaetomium tetrasporum and C. hispidum* وجُدُرُ الأكياس الزقية هلامية تذوب مبكرة قبل نضج الأبواغ فتتحرر الأخيرة داخل الثمار الزقية. وعند النضج تظهر الأبواغ الزقية مغموسة في المادة الهلامية داخل تجويف الثمرة الزقية. الأبواغ الزقية داكنة اللون وأحادية الخلية دائماً، أما شكلها فيختلف من نوع إلى آخر.

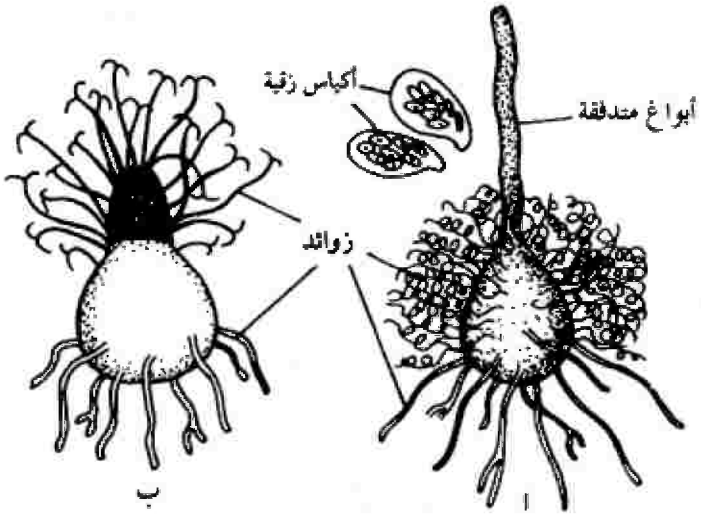
وتضم هذه الفصيلة خمسة أجناس أهمها الجنس كيتوميوم *Chaetomium*.

الوضع التصنيفي لجنس كيتوميوم **Systematic position of Genus *Chaetomium***

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الخصية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Xylariales	رتبة: الزيلاريات
Family: Chaetomiaceae	الفصيلة: الكيتومية
Genus: *Chaetomium*	جنس: كيتوميوم

يعد جنس كيتوميوم من أشهر الأجناس الفطرية المحللة للسليلوز حيث ينمو على الورق، وبقايا النباتات، والبذور المخزونة، والأنسجة القطنية، وجميع المواد التي تحتوي على السليلوز حيث يعمل على تحللها وإتلافها. ويوجد أيضا مترمما في التربة، وقد سجل وجود عدد من أنواعه في التربتين الزراعية والصحراوية في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية. وهو ينمو عادة في الطبقة السطحية من التربة، ولكن تم اكتشاف أحد أنواعه على عمق ٦٠سم من سطح التربة الزراعية (Domsch & Gams 1972).

ويعتبر جنس كيتوميوم من أهم وأشهر الأجناس التابعة للفصيلة الكيتومية، وهو من الأجناس الفطرية التي تحتوي على عدد كبير من الأنواع إذ يضم حوالي ٩٦ نوعا، وأشهرها النوع كيتوميوم جلوبوزام *Chaetomium globosum* (الشكل رقم ١٩٩) وهو يعيش عادة على المواد السليلوزية، ويسبب العفن الرخو للخشب. ويمكن أيضاً اعتباره من الفطريات الروثية Coprophilous Fungi إذ أنه يوجد أحيانا على روث الماشية.



الشكل رقم (٩٩). الثمار الزقية لفطر كيتوميوم *Chaetomium*.

أ – كيتوميوم جلوبوزام *C.globosum*.

ب– كيتوميوم ثيرموفايل *C.thermophile*.

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي في جنس كيتوميوم نادر جدا، ولم يسجل تكوين الأبواغ الكونيدية إلا في حوالي خمسة أنواع من ٩٦ نوعا. وفي حالة وجودها فإنها تتكون على الشعيرات المحيطة بالفتحات أو على خيوط الغزل الفطري.

أما التكاثر الجنسي فهو شائع الحدوث، وكما ذكر آنفا فإنه لم يتم حتى الآن اكتشاف أي أثر لوجود الأنثريدات في أنواع هذا الجنس، حيث تتكون الثمار الزقية القارورية بالتفاف فرعين من فروع الخيوط الفطرية مع بعضها البعض، ثم انقسامها إلى عدد من الخلايا، وعندما تتكون الثمرة الزقية فإنه يوجد في أعلاها فوهة تستطيل مكونة عنق أو منقار مجوف طويل. وتتغطى الثمار الزقية بزوائد شعرية طويلة، وهي عادة على نوعين: الشعيرات الموجودة على الرقية تكون مجعدة، بينما تلك التي تحيط بالقاعدة تكون مستقيمة، وتعتبر الشعيرات التي تغطي الثمرة الزقية في أنواع جنس كيتوميوم من الأهمية بمكان من الوجهة التصنيفية، فغالبا ما يتخذ علماء التصنيف هذه الصفة في التمييز بين الأنواع المختلفة التابعة لهذا الجنس، فقد تكون الشعيرات طويلة أو قصيرة، بسيطة أو ملتفة، متفرعة أو غير متفرعة، وكيفية تفرعها، مجعدة أو ملساء وغير ذلك من الصفات التي قد تساعد الباحث والمصنف في التمييز بين تلك الأنواع.

الأكياس الزقية داخل الثمار الزقية تحتوي على جدر هلامية تذوب قبل تمام نضج الأبواغ الزقية، مما يؤدي إلى تحررها داخل الثمرة الزقية. وتظهر تلك الأبواغ عند نضجها مغموسة في الكتلة الهلامية داخل تجويف الثمرة الزقية. وعند امتصاص تلك المادة الهلامية للرطوبة تنتفخ مسببة بروز تلك الأبواغ عن طريق فوهة الثمرة الزقية بشكل يشبه خروج المعجون من الأنبوبة عند الضغط عليها. والأبواغ الزقية الناضجة تكون دائماً أحادية الخلية، وداكنة اللون، وتنمو مكونة غزلاً فطريًا ينتج فيما بعد الثمار الزقية.

□ الفصيلة الزيلارية Family Xylariaceae

معظم أفراد هذه الفصيلة فطريات مترممة، ولكن القليل منها يعيش متطفلا على أشجار بعض النباتات الراقية.

وتتميز هذه الفصيلة بأن ثمارها الزقية القارورية مطمورة داخل الحشيات الثمرية، وتظهر أعناقها قليلا إلى الخارج، وهذه الحشيات الثمرية حرة أي ليست مطمورة داخل وسط النمو. وتختلف الحشيات الثمرية في الأنواع المختلفة، فقد تكون على شكل وسادة كما في جنس هيبوزيلون *Hypoxylon* ود الدينيا *Daldinia*، أو صولجانية الشكل كما في جنس زيلاريا *Xylaria*، أو كأسية الشكل تقريبا كما في جنس *Nummularia*.

وتحتوي الثمار الزقية على أكياس زقية واضحة وتتخللها شعيرات عقيمة، والأبواغ الزقية داكنة اللون وغير متساوية الحواف. وسنتخذ جنس «زيلاريا» كمثال لدورة الحياة العامة لأفراد هذه الفصيلة.

الوضع التصنيفي لجنس زيلاريا — Systematic position of Genus *Xylaria*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الخصية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Xylariales	رتبة: الزيلاريات
Family: Xylariaceae	الفصيلة: الزيلارية
Genus: *Xylaria*	جنس: زيلاريا

يطلق على هذا الجنس أحيانا اسم زايلوسفيرا *Xylosphaera* وهو من أكبر الأجناس التابعة للفصيلة الزيلارية. وأحدث دراسة تصنيفية لهذا الجنس قام بها مارتن (Martin 1970)، وما يزال هذا الجنس بحاجة إلى دراسة تطويرية شاملة.

وتعيش الأنواع المختلفة من جنس زيلاريا معيشة رمية على خشب النبات الميت، أو طفيليات ضعيفة على النباتات الخشبية حيث تستغل ما بها من مواد

سليلوزية لا سيما احتياجاتها الكربوهيدراتية وذلك بفضل ما تملكه من قدرات أنزيمية محللة للسليلوز.

والحشيات الثمرة Stromata في أنواع هذا الجنس قائمة (معنقة) بسيطة أو متفرعة وهي بهذا تختلف عن جنس هيبوزيلون *Hypoxylon*، ويختلف شكلها وحجمها وتركيبها باختلاف الأنواع. وهي إما أن تكون فلينية، جلدية أو لحمية، أو ذات قوام خشبي، ولونها أبيض يميل إلى اللون الرمادي أو البني، ومعظمها يكون لونها داكنا من الخارج وأبيضا من الداخل. وتوجد هذه الحشيات عادة كامتدادات خارج الكتلة الخشبية Epixylous، ولكن لوحظ أن بعض الأنواع ينتج تلك الحشيات على الدبال والأوراق المتعفنة والروث وأحيانا في التربة.

وتتكون كل حشية ثمرية من عنق قصير ثم يأخذ في الانبساط، وتوجد عليه عدة نقاط، وكل نقطة تمثل فتحة تؤدي إلى ثمرة زقية قارورية الشكل، تقع أسفل هذه الفتحة، أي أن الثمار الزقية تترتب عموديا تحت سطح الحشية الثمرية.

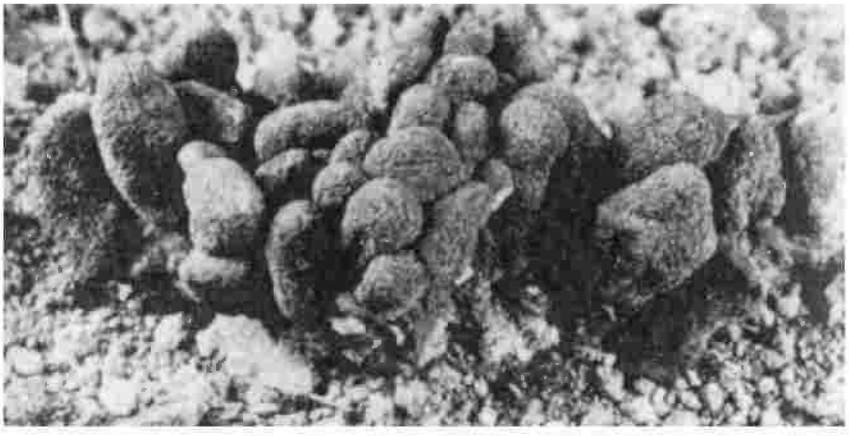
ويشتمل جنس *زيلاريا* على عدد من الأنواع أهمها:

١- *زيلاريا بوليمورفا* *X. polymorpha* (الشكل رقم ١٠٠) ويطلق على هذا الفطر أحيانا اسم «أصابع الرجل الميت» *"Dead man's fingers"* وفيه تكون الحشيات الثمرية غالبا متجمعة وتشبه في شكلها البراوة، وتتكون كل حشية من عنق قصير.

٢- زيلاريا هيبوزيلون *X. hypoxylon* وفيه تكون الحشيات الثمرية ذات عنق طويل أسطوانية أو مفلطحة، وعادة تكون متفرعة (الشكل رقم١٠١).

٣- *زيلاريا فيليفورميس* *X. filiformis* وفيه تكون الحشيات الثمرية طويلة وخيطية الشكل.

ويوضح الشكل (١٠٢) ملخصا لدورة حياة فطر *زيلاريا بوليمورفا*.

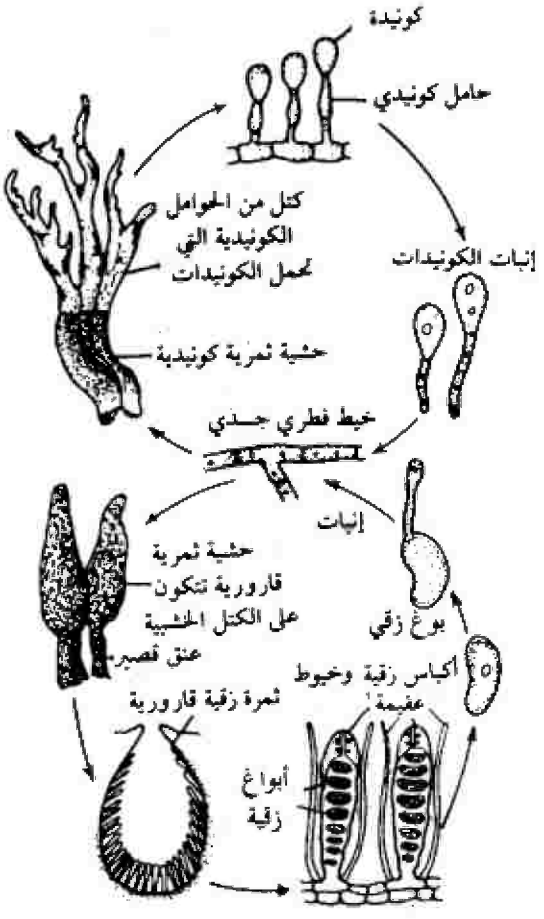


الشكل رقم (١٠٠). الشكل العام للثمار الزقية في فطر زيلاريا بوليمورفا *Xylaria polymorpha*.

(عن الكسوبولوس وآخرين،١٩٩٦)

الشكل رقم (١٠١). مجموعة من الثمار الزقية لفطر زيلاريا هيبوزيلون *X. hypoxylon*.

(عن فيليبس ١٩٨١)



الشكل رقم (١٠٢). دورة حياة فطر *زيلاريا بوليمورفا X. polymorpha*.

(عن ديوب ١٩٨٣)

☐ الفصيلة السوردارية Family Sordariaceae

تضم هذه الفصيلة فطريات تعيش عادة على روث الحيوانات آكلة الأعشاب أو على المخلفات النباتية، ولذلك فهي تعتبر من الفطريات الروثية. وأحيانا تنمو فوق أوراق الصحف المخزونة. ويمكن زراعة أفرادها بسهولة في مزارع نقية على وسط غذائي ملائم.

وتعتبر هذه الفصيلة من الناحية الاقتصادية غير ذات أهمية، ولكن علماء الأحياء يهتمون بها وأصبحت مألوفة لديهم لأنها تضم عددا من فطريات التجارب المشهورة مثل فطرتي *سوردايا Sordaria*، و*نيوروسبورا Neurospora*، والأخيرة يستخدمها علماء الوراثة في أبحاثهم المتعلقة بالفطريات، ولذا فهي تساهم كثيرا في تطوير معلوماتنا حول وراثة الفطريات، ويمثل فطر *النيوروسبورا* في علم الفطريات مكانة حشرة *الدروسوفيلا* في عالم الحشرات.

والثمار الزقية لأفراد هذه الفصيلة تقع غالبا على السطح، ولكنها في بعض الأحيان تكون مطمورة داخل وسط النمو، ولا يظهر منها إلى الخارج إلا عنقها فقط، وهي ذات لون بني داكن يميل إلى السواد، والأكياس الزقية طويلة أسطوانية الشكل، وقد تتخللها شعيرات عقيمة قبل نضجها ولكن هذه الشعيرات تتلاشى عند نضج الثمرة الزقية. أما لون الأبواغ الزقية فيختلف على حسب الأنواع من اللون البني الداكن إلى اللون الأسود، وهي ذات خطوط طولية ومزركشة.

وتختلف هذه الفصيلة عن الفصيلة الكيتومية آنفة الذكر، في أنها لا تحمل شعيرات طويلة حول فتحة الثمرة الزقية.

الوضع التصنيفي لجنس *نيوروسبورا* **Systematic position of Genus *Neurospora***

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	تقسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويفة: الزقيات الخصية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Xylariales	رتبة: الزيلاريات
Family: Sordariaceae	الفصيلة: السوردارية
Genus: *Neurospora*	جنس: *نيوروسبورا*

كما أسلفنا فإن هذا الجنس يمتاز بأهميته الكبيرة في دراسة النواحي الوراثية. وهو يحوي عددا من الأنواع أهمها *نيوروسبورا سايتوفيلا N. sitophila* الذي يعرف

طوره الكونيدي الناقص باسم *Monilia sitophila* (الشكل رقم١٠٣) ، ويسمى عفن الخبز الأحمر Red bread mould لأنه ينمو عادة بسرعة على منتجات الخبز، ويسبب في بعض الأحيان أضرارا جسيمة ومتاعب للخبازين، وذلك بسبب سرعة انتشاره في المخابز فوق الدقيق وخاصة عند تعرضه للرطوبة الملائمة لنمو الفطر. وقديما كان من الصعب استئصال هذا الفطر إذا استقر في مخبز ما، ولكنه في الوقت الحاضر لم يعد ظهورة في المخابز يشكل أي خطورة، نظرا لابتكار طرق حديثة لمكافحته والسيطرة عليه. وفطر *نيوروسبورا* سريع النمو وخلايا الخيط الفطري عديدة الأنوية وتحتوي على أصباغ تتوقف كميتها على نوع الوسط الذي ينمو عليه الفطر.

الشكل رقم (١٠٣). صورة فوتوغرافية لقطعة خبز ملوثة بفطر نيوروسبورا سايتوفيلا *Neurospora sitophila* المسمى «بعفن الخبز الأحمر». لاحظ الأبواغ الكونيدية للفطر التي تصطبغ باللون الأحمر، وتنتشر بكثافة محدثة بذلك أضرارا كبيرة للعجين المعد للخبز. وتوضح الصورة كذلك تلوث القطعة بمستعمرة لفطر آخر ربما يكون فطر البنيسيليوم ويتبين ذلك من أبواغه الكونيدية التي تصطبغ باللون الأخضر.

طرق التكاثر

يتكاثر الفطر عادة بطريقتين هما :

التكاثر اللاجنسي. يتكون الغزل الفطري *لنيوروسبورا* من خيوط فطرية متعددة ومتفرعة بدون حدود، وتتكون خيوطه الفطرية من خلايا تحوي كلا منها إثنتي عشرة نواة أو أكثر. وتنمو الخيوط الهوائية لهذا الفطر بسرعة. وتتكون منها كتلة من الغزل الفطري، ويخرج منها مجموعة من الحوامل الكونيدية المتفرعة التي تنتهي بسلاسل كثيرة من الكونيدات، وتبدو هذه السلاسل على شكل تكتلات وردية اللون تضفي على البيئة النامي عليها الفطر لونا ورديا.

ويطلق على الطور الكونيدي لفطر *N. sitophila* اسم *Monilia sitophila* (الشكل رقم ١٠٣) وهذا الطور كان معروفا منذ حوالي ١٤٠ عاما أي في عام ١٨٤٣ بينما الطور الزقي لهذا الفطر قد تأخر اكتشافه إلى عام ١٩٢٧ (Alexopoulos & Mims 1979).

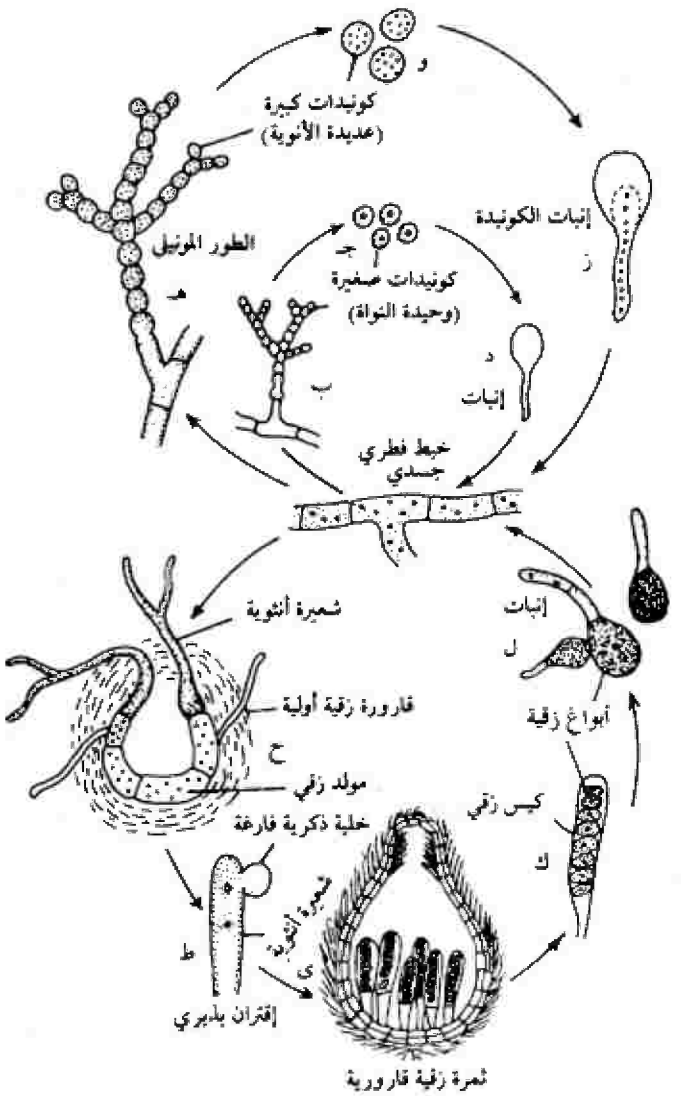
وفي أغلب الأحيان يوجد طوران كونيديان أثناء التكاثر اللاجنسي للفطر، تتكون في أحد هذين الطورين كونيدات كبيرة Macroconidia (الشكل رقم ١٠٤و)، تحوي في معظم الأحيان عدة أنوية، إلا أن الكونيدة الطرفية قد تكون أحادية النواة، وتكون هذه الكونيدات محمولة في سلاسل مستقيمة ومتفرعة في نهاية الحامل الكونيدي (الشكل رقم١٠٤هـ)، وفي هذه الحالة يظهر الفطر النامي على الخبز أو على البيئة الغذائية وردي اللون وخاصة في المناطق الحارة. وفي حالات قليلة أخرى قد ينتج الغزل الفطري تركيبا منتصبا مماثلا للحامل الكونيدي، ولكن تتبرعم منه أجسام غير متفرعة شبيهة بالأبواغ أحادية النواة تظهر على جوانب الخلايا تسمى بالبذيرات Spermatia، ولكن نظرا لصغر حجمها فإنه يطلق عليها غالبا كونيدات صغيرة Microconidia

(الشكل رقم ١٠٤ جـ). وكل من الكونيدات الكبيرة والكونيدات الصغيرة في مقدورها أن تنبت وتعطي غزلا فطريا جديدا (الشكل رقم ١٠٤).

التكاثر الجنسي. يعتبر فطر N.sitophila خنثى أي أن أعضاءه الجنسية الذكرية والأنثوية تتكون على نفس الثالوس. العضو الأنثوي أو ما يسمى بمولدة الكيس الزقي Ascogonium تشبة في تركيبها مثيلتيها في فطري *بزيزا واسكوبولوس*. وتتألف مولدة الكيس الزقي من حامل وتركيب بيضي ملتف جزئيا ومتعدد الخلايا، وشعيرة أنثوية Trichogen (الشكل رقم ١٠٤ح)، طويلة مقسمة ومتفرعة، وتحاط جميع هذه التراكيب عدا الشعيرة الأنثوية الناشئة بغلاف من الخيوط الفطرية.

ونظرا لعدم وجود أنثريدات في هذا الفطر فإن الوحدات التي تمثل العنصر الذكري هي الكونيدات الصغيرة (الشكل رقم ١٠٤ ب، جـ)، والتي تنشأ في سلاسل على حوامل كونيدية خاصة. ويجب أن تكون تلك الكونيدات ناشئة من سلالة أخرى مختلفة (إذ أن الفطر متباين الثالوس Heterothallic) حيث تتحد مع الشعيرات الأنثوية وتندمج أنويتهما مع بعضهما، ويلاحظ أن الكونيدات بنوعيها (الصغيرة والكبيرة) قد تقوم بوظيفة الخلايا الذكرية بجانب قيامها بوظيفتها الأساسية وهي التكاثر اللاجنسي.

وتجدر الإشارة إلى أن طريقة انتقال الخلايا الذكرية (البذيرات أو الكونيدات الصغيرة) من سلالة إلى أخرى غير معروفة حتى الآن، وقد تحدث عن طريق الحشرات، حيث تنو الشعيرة الأنثوية باتجاه الخلية الذكرية وتندمج معها، ويعتقد أن الأنوية تعبر من خلية إلى أخرى حتى تصل العضو الأنثوي وتدخله.



الشكل رقم (١٠٤). دورة حياة فطر *نيوروسبورا سايتوفيلا N.sitophila*.

(عن ديوب ١٩٨٣)

وبعد الإخصاب تتكون الثمار الزقية القارورية (الشكل رقم ١٠٤ي)، وعندما تنضج تلك الثمار، فإنها تحاط بغلاف ثمري من نسيج برانشيمي كاذب، وتكون

الخلايا الواقعة في الجزء الخارجي ذات جدر داكنة اللون، أما الجزء العلوي للغلاف الثمري فإنه يستطيل إلى عنق واضح ينتهي بثقب دائري يسمى فوهة . كما هو الحال في عدد كبير من أفراد رتبة السفريات تبطن القناة العنقية بشعيرات محيطية Periphyses (الشكل رقم ١٠٤س)، وتكون هذه الشعيرات واضحة في الثمار الزقية الناضجة. وتحتوي كل ثمرة زقية على عدد من الأكياس الزقية حيث يحتوي الكيس الزقي الواحد منها على ثمان أبواغ زقية (الشكل رقم ١٠٤ك)، (في النوع *N. tetraspora* يحتوي الكيس الزقي على أربع أبواغ زقية فقط). ولا يوجد في هذا الفطر شعيرات عقيمة Paraphyses تنمو بين الأكياس الزقية عند نضجها، أما الأبواغ الزقية فهي بنية، داكنة أو سوداء، وذات خطوط طولية بارزة على الجدار الخارجي (الشكل رقم ١٠٤ل) وعند إنباتها تعطي غزلاً فطريًا جديداً (الشكل رقم ١٠٤ ا).

رتبة الكلافيسيبتات Order Clavicipitales

تتميز أفراد هذه الرتبة بأن الثمار الزقية القارورية تكون مطمورة دائما داخل الحشيات الثمرية التي تنشأ من أنسجة الفطر فقط. ويتميز جدار الثمرة الزقية تماما عما حوله من أنسجة العائل أو الحشية الثمرية (الستروما). وتكون جدرها ناعمة الملمس، عديمة اللون، أو ذات لون فاتح. وتوجد الشعيرات العقيمة على الجدر الجانبية للثمرة الزقية دون أن تظهر بين مجموعة الأكياس الزقية عند القاعدة. والأكياس الزقية طويلة أسطوانية ضيقة، أما الأبواغ الزقية فهي خيطية تتكسر في كثير من الأنواع عقب تحررها إلى عدد من الأجزاء الصغيرة يقوم كل منها بدور البوغ.

وتشمل هذه الرتبة عددا من الأجناس التي توضع عادة في فصيلة واحدة فقط هي الفصيلة الكلافيسيبتية.

☐ الفصيلة الكلافيسيبتية Family clavicipitaceae

كانت هذه الفصيلة تنسب في الماضي إلى رتبة الهيبوكريات Hypocreales، وتتميز أفرادها بتكوين حشية ثمرية جيدة التكوين وذات أشكال مختلفة، وتنغمس بداخلها الثمار الزقية القارورية انغماسا كاملا أو جزئيا.

وتضم هذه الفصيلة عددا من الأجناس الفطرية أهمها الجنس *كلافيسيبس Claviceps* الذي يتطفل على النباتات النجيلية وكورديسيبس *Cordyceps* الذي يتطفل على الحشرات، والعناكب، وأيضا على الأجسام الثمرية لبعض الفطريات.

الوضع التصنيفي لجنس *كلافيسيبس* Systematic position of Genus *Claviceps*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الخصية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Clavicpitales	رتبة: الكلافيسيبات
Family: Clavicipitaceae	الفصيلة: الكلافيسيبية
Genus: *Claviceps*	جنس: كلافيسيبس

يسبب هذا الفطر مرضا لكثير من الغلال كالقمح والشعير والشوفان والنجيليات البرية ويعرف بمرض الإرجوت Ergot disease وهو يعتبر من أقدم الأمراض المعروفة. وأهم ما يميز هذا الجنس أن أبواغه الزقية خيطية أو إبرية الشكل، وهو يكون أجساما حجرية Sclerotia (مفردها Sclerotium) تخرج منها وسائد Stromata. ويضم هذا الجنس حوالي اثنا عشر نوعا أو أكثر تتطفل جميعها على نباتات الفصيلة النجيلية، وأشهرها النوع *كلافيسيبس بيربوريا Claviceps purpurea* الذي يتطفل على نبات الجودار أو الشليم Rye (الشكل رقم ١٠٥)، ومختلف الحشائش والأعشاب النجيلية البرية، ولم يسجل وجود هذا المرض في المملكة العربية السعودية، ولكنه ينتشر في كثير من دول أوروبا واستراليا. وينجم عن الإصابة بهذا المرض نقصا في

محصول النبات الذي يتطفل عليه ورداءة في صنفه. وتتركز أهميته أيضا بوجود نسبة صغيرة من الأجسام الحجرية السامة في محصول الحبوب والتي تتكون مكان بعض الحبوب السليمة. ولهذه الأجسام الحجرية خطورة بالغة الأهمية بالنسبة لسلامة الإنسان والحيوان، لأنها تحتوي على مواد قلويدية Alkaloids تعرف بالإرجوتين Ergotin وعند تناول الإنسان غذاء مصنوعا من طحين ملوث بمخلفات الأجسام الحجرية فإنه قد يحدث له حالات تسمم، وتكون أعراضه في الإنسان ضعف عام وقيء وصداع، وقد يؤدي ذلك إلى الوفاة، كما أنها تسبب للحوامل الإجهاض Abortion . ويعرف هذا المرض بالتسمم الإرجوتي Ergotism.

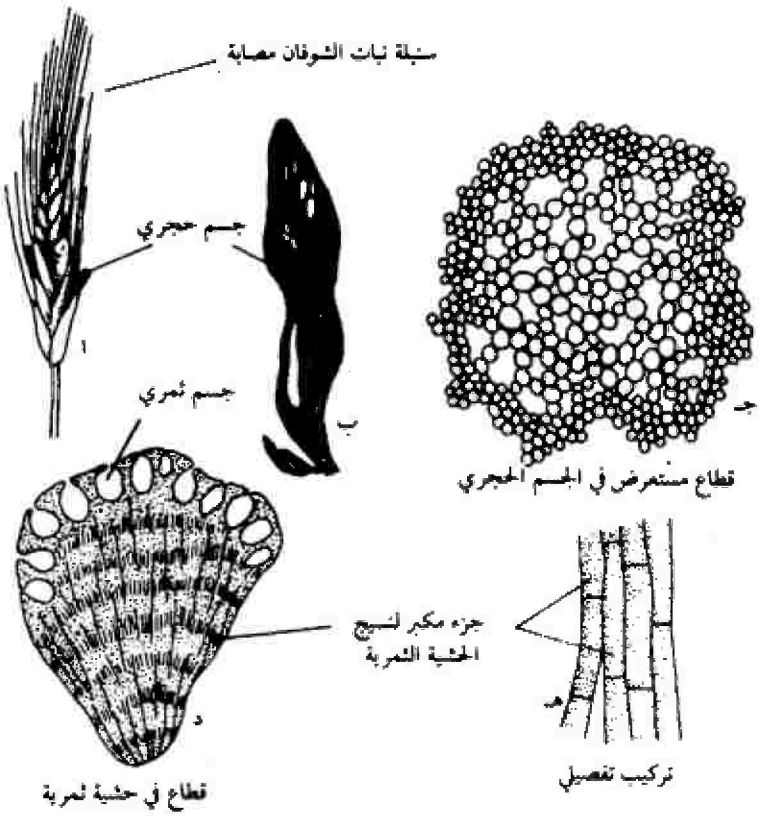
الشكل رقم (١٠٥). الجسم الحجري في فطر كلافيسيبس بيربوريا *Claviceps purpurea*.

(عن بورسي ١٩٧٧)

دورة حياة الفطر

تبدأ الدورة بحدوث العدوى الأولية عن طريق إصابة الأزهار المتفتحة بالأبواغ الزقية (الشكل رقم ١٠٧ ك)، حيث تعمل الرياح والحشرات على حمل ونقل تلك الأبواغ الزقية لتستقر على مياسم الأزهار الصغيرة في النبات العائل، ثم تأخذ تلك الأبواغ في الإنبات (الشكل رقم ١٠٧ل)، فتنفذ إلى القلم ثم إلى داخل مبيض الزهرة، وتعطي الأبواغ بعد إنباتها غزلا فطريا (الشكل رقم ١٠٧ ا)، يخترق أنسجة المبيض وينمو داخله فيتلفه، ثم بعد ذلك تتلاشى أنسجة المبيض، ويحل مكانها هيفات الفطر التي تكون على هيئة كتلة رخوة من الخيوط الفطرية التي تأخذ شكل المبيض. وينتج الفطر عدد من الحوامل الكونيدية فوق سطح المبيض (الشكل رقم ١٠٧ب)، وهي قصيرة وغير متفرعـــــة، وتنتج عددا كبيرا من كـــونيدات شفافة اللون (الشكل رقم ١٠٧ جـ)، أحادية الخلية وأحـــادية النواة، بيضية الشكل، تتراوح أبعادها من ٤ - ٦ × ٢ - ٣ ميكروميتر، وتتشكل الكونيدات في تعاقب قمي في قمة كل حامل كونيدي. وفي أثناء تكوين الكونيدات يحدث إفراز غزير أصفر اللون حلو المذاق من مادة لزجة، تجذب إليها الكثير من الحشرات أثناء موسم التزهير، وقد يمكن بواسطة تلك الإفرازات التي تسيل إلى الخارج ما بين قنابع الأزهار المصابة التعرف على المرض وتشخيصه. وتعمل الحشرات على حمل الكونيدات من زهرة ومن نبات إلى آخر فتعمل على انتشار الإصابة وتكرارها خلال موسم زراعة النبات العائل. ويتقدم الإصابة يقل إنتاج الكونيدات تدريجيا حتى يتوقف عند موسم حصاد المحصول. ويستمر الفطر في استنفاد المحتويات الداخلية للحبة مكونا بدلا منها تشكيلات خيطية قوية التماسك داكنة اللون ومتداخلة مع بعضها بصورة محكمة مكونة نسيجا برانشيميا كاذبا Pseudoparenchyma (الشكل رقم ١٠٧ ب)، لا تلبث أن تتغلظ جدرانه، وتأخذ

في الأسوداد، وتكون كتلة صلبة سوداء اللون أو بنية داكنة ، قرنية وغنية بالمواد الغذائية المدخرة، وهي تبرز من خلال القنابع Glumes، ويطلق عليها الأجسام الحجرية Sclerotia (المفرد Sclerotium)، (الشكلان رقما ١٠٦ب ، ١٠٧هـ)، ويمكن مشاهدة عدد من الأجسام الحجرية المتفرقة كل واحد منها يحل محل الحبة السليمة، وتتراوح أبعاد الجسم الحجري ما بين ٥- ٢٠ × ٢ - ٣ مليمترات، وقد يأخذ عادة شكل الحبة السليمة. ولكنه يزيد عنها في الطول، إذ يبلغ طوله عادة ثلاثة أضعاف طول الحبة السليمة. والأجسام الحجرية للفطر هي التي تحتوي على المادة السامة، وعندما تنضج تلك الأجسام فإنها تتساقط على الأرض مع موت النبات العائل، وقد تبقى وتختلط مع الحبوب السليمة، ثم تعود معها ثانية إلى الحقل، أو أن تلك الأجسام تظل مختلطة بالتربة في حالة سكون لمدة طويلة نسبيا أثناء فترة الشتاء دون أن تتأثر، وتستطيع تلك الأجسام الحجرية أن تتحمل مختلف الظروف البيئية غير الملائمة حتى قبيل موعد إزهار النبات العائل في الموسم التالي. وحينئذ تنبت تلك الأجسام الحجرية معطية ستة أو أكثر من نموات خارجية متضخمة الرأس ومحمولة على أعناق رفيعة قائمة، بنفسجية اللون، يتباين طولها من ١٠ إلى ٢٠ مليمتراً، ويحمل كل عنق في نهايته رأسا صغيرا كروي الشكل مُحْمَرّ يسمى وسادة (حشية ثمرية) Stroma (الجمع Stromata) (الشكل رقم ١٠٧ و)، حيث ينطمر داخلها عددا من الثمار الزقية القارورية الشكل Perithecia (الشكل رقم ١٠٧ ي). وفي العادة يكون سطح الوسائد مغطى ببروزات دقيقة هي عبارة عن الفوهات البارزة للثمار الزقية القارورية ذات جدار لا يختلف كثيرا عن نسيج الحامل المحيط بها. فإذا جهز قطاعا رأسيا في الوسادة الهيفية تظهر لنا الثمار الزقية القارورية مطمورة في نسيج الرأس (الشكل رقم ١٠٧ي)، وتفتح للخارج بواسطة عدد من الفوهات، وتكون الثمار الزقية مملوءة بأكياس زقية مستطيلة مقوسة



الشكل رقم (١٠٦). يوضح الحشية الثمرية والجسم الحجري.

أ – سنبلة نبات الشوفان مصابة بمرض الإرجوت.

ب – الشكل العام للجسم الحجري.

جـ– قطاع مستعرض في الجسم الحجري.

د – قطاع في الحشية الثمرية يوضح الأجسام التكاثرية.

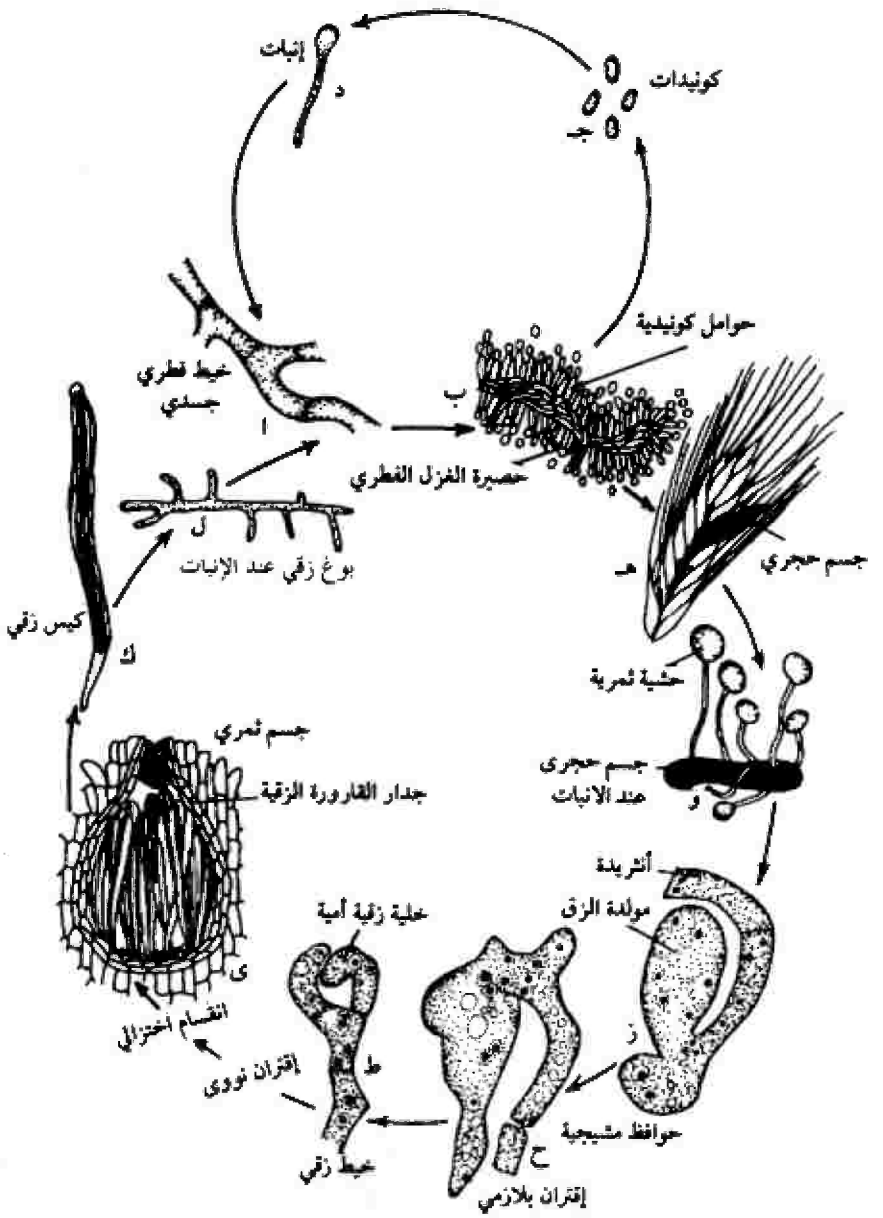
هـ– جزء مكبر لنسيج الحشية الثمرية.

قليلاً، شفافة اللون، ضيقة الطرفين، ومحاطة بخيوط عقيمة صولجانية الشكل، ويحتوي كل كيس زقي على حزمة من ثمانية أبواغ زقية رقيقة (الشكل رقم ١٠٧ك)، شفافة، إبرية الشكل، ومقوسة قليلا، وتتراوح أبعادها من ٥٠– ٧٦ × ١٠٦ – ١

ميكرومتر وعند نضج الأبواغ يتمزق جدار الكيس الزقي، وتندفع الأبواغ الزقية بقوة خلال الفوهة إلى الخارج، لمسافة تتراوح ما بين ٢٠ إلى ٨٠ مليمتراً. وقد تعمل الرياح بعد ذلك على حملها ونقلها إلى مسافات بعيدة، فإذا سقطت على مياسم أزهار نبات الجودار فإنها تنبت مكونة أنبوبا بوغيا يخترق جدار مبيض الزهرة، وينمو ويتطور إلى غزل فطري بداخله، ثم يشرع بتكوين الكونيدات التي تنطلق مسببة إصابات ثانوية، وهكذا يعيد الفطر دورة حياته من جديد. وفي العادة تكون الأبواغ الزقية مقسمة عند الإنبات، ويوضح الشكل رقم (١٠٧) دورة حياة فطر *كلافيسبس بيربوريا* حيث يلاحظ فيه قيام كل من عمليتي التكاثر اللاجنسي والجنسي.

الأهمية الاقتصادية للإرجوت

للأجسام الحجرية التي ينتجها الفطر أهمية طبية كبيرة حيث أنها تعتبر كعقار معترف به رسميا وتدخل في تركيبات علاجية، فهي تحتوي بالإضافة إلى الدهون والبروتينات على كثير من المكونات الفعالة كالقلويدات Alkaloids والأمينات Amins المختلفة التي تعرف بالإرجوتين Ergotine، إذ أن مركباتها تستخدم لبعض الأغراض الطبية بسبب إستحثاثها لتقلصات العضلة اللاإرادية في الحيوان والإنسان وبالتالي تسبب الإجهاض. ويسبب الإرجومترين Ergometrine (وهو مادة فعالة سريعة الذوبان في الماء وتؤخذ عن طريق الفم) انقباضا سريعا للعضلات اللاإرادية لرحم الحيوانات والإنسان وتعطى للأم الحامل أثناء الولادة العسرة . وتبين هذه الحقيقة صحة استعمال هذه الأجسام الحجرية للمساعدة على سرعة الولادة قديما، وتستعمل حاليا كعلاج لوقف النزيف الدموي الذي تتعرض له النساء الحوامل بعد الولادة.



الشكل رقم (١٠٧). دورة حياة فطر كلافيسبس بيربوريا *C. purpurea*.

(عن الكسوبولوس وآخرين، ١٩٩٦)

وهناك ثلاثة أنواع أخرى من القلويدات التي يحتويها الجسم الحجري لهذا الفطر هي : الإرجوتامين Ergotamine ، الإرجوتوكسين Ergotoxine ، والإرجونوفين Er-gonovine ، ولهذه المواد أثر مشابه للإرجومترين وإن كان هذا الأثر أبطأ إلا أنه يظل مدة أطول. وعندما تأكل الأبقار والأغنام نباتات مصابة بمرض الإرجوت فإنه قد يسبب لها إجهاضا وموتا بطيئا حيث تتساقط أطراف من آذانها أو أسنانها حتى يحل الموت بالحيوان نتيجة لذلك.

لب الثمرة الزقية من الطراز النيكتيري Nectria Type Centrum

يتميز هذا الطراز من لب الثمرة الزقية بما يلي :

١- تمتاز الثمرة الزقية القارورية بوجود جدار طري خاص بها ، ولها بويب أو فوهة تبطنها شعيرات.

٢- الأكياس الزقية أسطوانية أو صولجانية الشكل ، ناشئة من الجدار القاعدي للثمرة الزقية.

٣- جوانب الجدار الداخلي للثمرة الزقية تحيط بها شعيرات عقيمة كاذبة.

ويضم لب الثمرة الزقية من الطراز النيكتيري رتبة واحدة هي رتبة الهيبوكريات.

رتبة الهيبوكريات Order Hypocreales

تحتوي هذه الرتبة على أكثر من ١٠٠٠ نوع ، يعيش أغلبها مترمما والباقي يعيش متطفلا على أوراق وسوق وجذور النباتات الراقية ، وقليل منها يعيش متطفلا على الأجسام الثمرية لفطريات أخرى أو على الحشرات. وتمتاز أفرادها بتكوين ثمار زقية قارورية ذات غلاف لحمي لين ، وهي زاهية اللون ، ولها بويب أو فوهة تبطنها

الشعيرات العقيمة، والثمار الزقية إما أن تكون محمولة على السطح، أو مطمورة داخل أنسجة الحشية الثمرية أو أنسجة العائل. الأكياس الزقية أسطوانية تبطن القاعدة، وللأبواغ الزقية أشكال مختلفة، فهي قد تكون أحادية الخلية، بيضية في بعض الأجناس كثيرة الخلايا أو خيطية في أجناس أخرى. أما الحوامل الكونيدية فهي إلى حد ما كثيرة الانتشار في أفراد هذه الرتبة، وهي قد تكون مفردة أو قد تتجمع مع بعضها.

وتنقسم هذه الرتبة إلى ثلاث فصائل هي:

١ - الفصيلة النيكترية Family Nectriaceae

٢ - الفصيلة الهيبوكرية Family Hypocreaceae

٣ - الفصيلة الهيبوميسيتية Family Hypomycetaceae

وفيما يلي كشاف مبسط للتمييز بينهما.

أ - الثمار الزقية القارورية سطحية على الحشية الثمرية، أو تكون حرة بدون حشية ثمرية.

الفصيلة النيكترية ..... Nectriaceae

أأ - الثمار الزقية مطمورة داخل حشية ثمرية من نسيج برانشيمي كاذب، أو داخل حصيرة مفككة من الخيوط الفطرية .....ب، ب ب

ب - تكون الثمار الزقية مطمورة داخل الحشية الثمرية.

الفصيلة الهيبوكرية ..... Hypocreaceae

ب ب - تكون الثمار الزقية مطمورة داخل حصيرة مفككة من الخيوط الفطرية.

الفصيلة الهيبوميستية ..... Hypomycetaceae

سنقتصر فقط على دارسة الفصيلة النيكترية كنموذج لهذه الرتبة.

☐ الفصيلة النيكترية Family Nectriaceae

فطريات هذه الفصيلة خالية من الحشيات الثمرية، وإن وجدت الحشيات فإن الثمار الزقية تكون جالسة على سطح تلك الحشيات، ولا تكون مطمورة أبدا داخلها، ولب الثمرة الزقية في كثير من الأجناس تكون من الطراز النيكتيري، حسب ما تقدم وصفه.

وتضم هذه الفصيلة عددا من الأجناس الفطرية التي تعيش إما مترممة أو متطفلة، ومن أشهرها وأهمها جنس *نيكتريا*.

الوضع التصنيفي لجنس نيكتريا **Systematic position of Genus *Necteria***

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويفة: الزقيات الحمية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Hypocreales	رتبة: الهيبوكريات
Family: Nectriaceae	الفصيلة: النيكترية
Genus: *Nectria*	جنس: نيكتريا

يعتبر هذا الجنس من أبرز الأجناس التي تنتمي إلى الفصيلة النيكترية، ويضم أكثر من ٤٠٠ نوع، تعيش إما رمية أو متطفلة على أغصان وأنسجة النباتات المختلفة فتسبب لها تقرحات وانسداد للأوعية الخشبية، ومن ثم موت النبات العائل لتعيش بعد ذلك مترممة عليه. ومن أبرز الأنواع التابعة لهذا الجنس وأكثرها خطورة للنبات العائل الأنواع التالية:

نيكتريا سينابارينا N. cinnabarina، *نيكتريا كوكسينيا N. coccinea*، *نيكتريا ديتيسيما N. ditissima*، *نيكتريا جاليجينا N. galligena*.

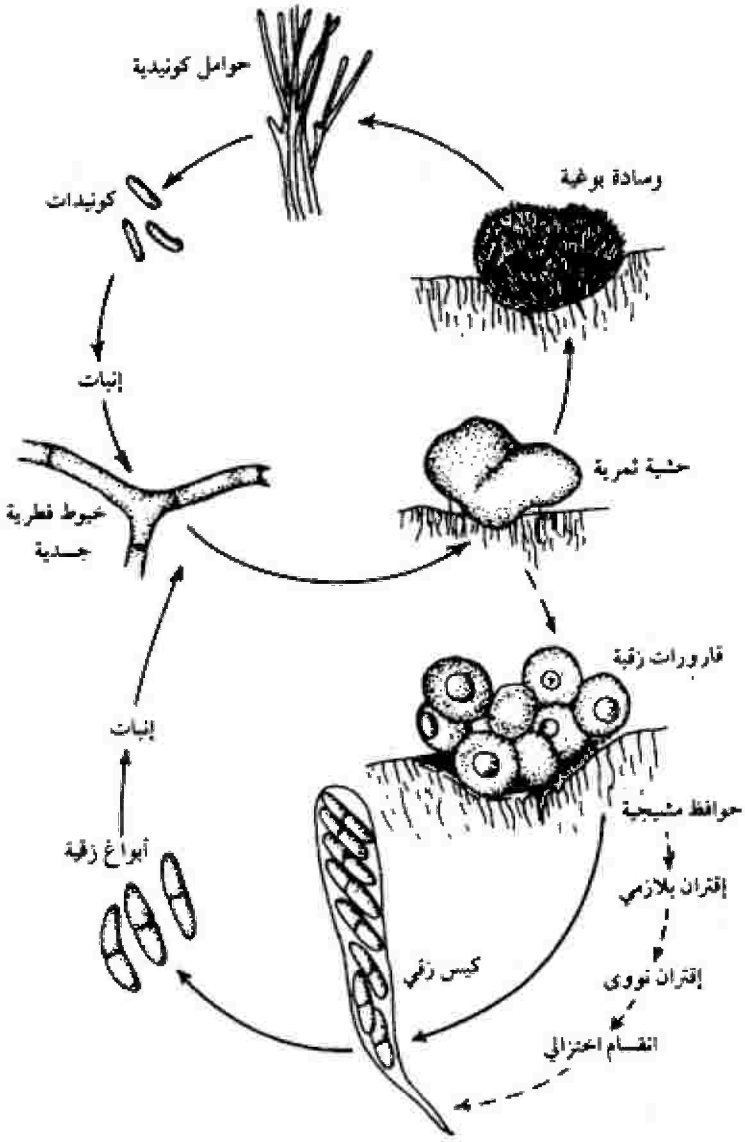
يهاجم النوع نيكتريا سينابارينا (الشكل رقم ١٠٨) عادة أغصان وفروع الأشجار متساقطة الأوراق في البلاد الباردة مثل انجلترا مسببا لها مرضا يعرف باسم مرض التبقع المرجاني Coral spot disease على أشجار الكمثرى والتفاح والبرقوق

وغيرها من أشجار الفاكهة. ولا تستطيع الخيوط الفطرية الناتجة من الأبواغ النابتة أن تخترق مباشرة لحاء النبات العائل، ولكن لابد لها من بداية ترممية بمعنى أنها تبدأ نموها على النبات عن طريق الأنسجة الميتة كأنسجة الجروح أو عن طريق العديسات، أو العناصر الخشبية في المناطق الميتة، أو عن طريق الأنسجة الملتحمة حديثا والمتكونة بعد سقوط الأوراق والأزهار، ثم تنفذ إلى الأنسجة الحية، ولذلك يقال بأن هذه البداية

الشكل رقم (١٠٨). فروع من شجرة متساقطة مصابة بفطر نيكتريا سينابارينا *Nectria cinnabarina*.
(عن بورسي، ١٩٧٧)

الترممية هي تأقلمية انزيمية للفطر كي تستطيع ممارسة نشاطها الإنزيمي في الأنسجة الحية. وبنمو الخيوط الفطرية داخل الأنسجة الحية فإنها تسبب انسداد الأوعية الخشبية للعائل، وينتج عن نشاطها كذلك تكون الصمغ Gummosis الذي يساعد على هذا

الانسداد، مسببة بذلك موتاً جزئياً للنبات المصاب ثم موت العائل أو ذبوله كليًّا. ويمكن تمثيل دورة حياة فطر *نيكتريا سينابارينا* في الشكل رقم (١٠٩).



الشكل رقم (١٠٩). دورة حياة فطر *نيكتريا سينابارينا N. cinnabarina*.

(عن الكسوبولوس وميمز، ١٩٧٩)

* **مجموعة الفطريات القرصية «الكأسية» Series Discomycetes**

تتميز الفطريات القرصية بأن الأكياس الزقية فيها تنتظم دائما داخل أجسام ثمرية قرصية أو طبقية الشكل يطلق عليها اسم Apothecia (مفردها Apothecium) التي تشاهد أحيانا فوق سطح التربة (الشكل رقم ٧٣د) وينتسب إلى الفطريات القرصية عدد كبير من الأنواع الفطرية يصل إلى حوالي ٦٠٠٠ نوع معظمها تعيش رمية في التربة، أو على الكتل الخشبية، أو فوق بقايا النباتات، والأوراق المتساقطة المتعفنة، أو على روث الماشية، وبعضها يعيش متطفلا. وأجسامها الثمرية (ثمارها الزقية) تكون عادة زاهية اللون إما حمراء، أو صفراء، أو برتقالية، وأحيانا تكون بنية تختلط على أرض الغابة مع أوراق الأشجار الميتة. ويلاحظ أن هذه الأجسام الثمرية تبدو على شكل جسم كأسي، أو قرصي، ولذلك فإن هذه الفطريات يطلق عليها أحيانا اسم الفطريات الكأسية Cup fungi. ولكن إلى جانب الأشكال المثالية الكاسية، أو القرصية توجد أشكال من الأجسام الثمرية تشبه الاسفنج Sponge، والأجراس Bells، والألسن Tongues، والأسراج Saddles، أو تأخذ شكل المخ. وتشترك الأجسام الثمرية لهذه الفطريات على مختلف أنواعها في صفة أساسية تظهر فيها جميعاً، وهي أنها تكون مفتوحة، وتُحمل الأكياس الزقية إما على السطح، وإما داخل تجاويف كبيرة مفتوحة للخارج يتخللها بعض الخيوط العقيمة.

وتتكون الثمرة الزقية في هذه الفطريات من ثلاث طبقات هي:

١- **الطبقة الخصبية Hymenium**. وهي توجد في الجزء الأمامي للثمرة الزقية مكونة قرصاً خصباً. وتشتمل على طبقة واحدة من الأكياس الزقية الأسطوانية الشكل، وتوجد متراصة ومتوازية، فتظهر بشكل يشابه طبقة الخلايا العمادية في الأوراق النباتية، وقد تتخلل هذه الأكياس خيوط عقيمة.

٢- الطبقة تحت الخصيبة Subhymenium (Hypothecium). وهي تقع أسفل الطبقة الخصيبة، وهي عبارة عن منطقة سميكة وشحمية، ويتكون منها معظم جسم الثمرة الزقية، وهذه الطبقة تتكون من خيوط فطرية، واسكوجونية متشابكة، ومتداخلة مع بعضها البعض مكونة نسيج فطري يكون عادة مفككا إلى حد ما، أو متماسك أحيانا.

٣- الطبقة الخارجية Ectal excipulum. وهذه المنطقة تغلف الطبقة تحت الخصيبة، وتختلف هذه الطبقة من حيث اللون أو الملمس وغير ذلك من الصفات حسب الأنواع المختلفة التابعة للفطريات القرصية. ولذلك تعتبر هذه الطبقة المغلفة للثمار الزقية أحد المعايير المساعدة في التعرف على مختلف أجناس الفطريات القرصية.

ويمثل هذه المجموعة من الفطريات القرصية الأسراج Saddles (الشكل رقم ١١٨) والموريلات Morels (الشكل رقم ١١٥) وفطريات الكمأة Truffles (الشكل رقم ١٢٤). وتقسم الفطريات القرصية إلى فطريات قرصية فوق أرضية Epigean (تنتج أجسامها الثمرية فوق سطح الأرض)، وفطريات قرصية تحت أرضية Hypogean (تتكون أجسامها الثمرية تحت سطح الأرض).

وقد قسمت الفطريات الزقية القرصية تقليدياً إلى مجموعتين وذلك على أساس طريقة تفتح الأكياس الزقية، وميكانيكية انطلاق الأبواغ الزقية منها، وهاتان المجموعتان هما:

أ- الزقيات القرصية (الكأسية) غير الغطائية Inoperculate Discomycetes وفيها تفتح الأكياس الزقية بفتحة أعلى الكيس، وتنطلق الأبواغ الزقية من ثقب دائري قمي.

ب- الزقيات القرصية الغطائية Operculate Discomycetes وفيها يوجد في طرف الكيس الزقي قلنسوة مفصلية، أو شبه غطاء يفتح ويسمح بخروج الأبواغ الزقية

إلى الخارج، وقد يحل محل الغطاء في حالات قليلة شق طولي تخرج منه الأبواغ عند تحررها من الأكياس الزقية.

★ **الزقيات القرصية غير الغطائية Inoperculate Discomycetes**

تضم الزقيات القرصية غير الغطائية ست رتب هي:

١- رتبة ميديولاريات Order Medeolariales

٢- رتبة الفاسيديات Order Phacidiales

٣- رتبة الأوستروبات Order Ostropales

٤- رتبة سيتاريات Order Cyttariales

٥- رتبة جياليكتات Order Gyalectales

٦- رتبة الهيلوتيات Order Helotiales

وتعتبر الرتبة الأخيرة أكبر الرتب الست، وسنكتفي بدراستها فقط.

رتبة الهيلوتيات Order Helotiales

تعد هذه الرتبة من أكبر الرتب الست التابعة للزقيات القرصية غير الغطائية، وثمارها الزقية إما أن تكون كأسية، أو قرصية الشكل. أما الأكياس الزقية فتكون مغلظة قليلاً عند القمة، وبداخلها الأبواغ الزقية، وهي إما كروية أو بيضية، أو مستطيلة ولكنها نادراً ما تكون خيطية الشكل.

وتعيش معظم أفراد هذه الرتبة مترممة على التربة العضوية، أو على الخشب الميت، أو على روث الحيوانات، أو على أي مادة عضوية يجد فيها الفطر حاجته من الغذاء. ولكن البعض منها يعيش متطفلا على النباتات، وتعتبر أفرادها المتطفلة من ألد

الأعداء الفطرية للإنسان، ومن أشهرها فطر *Monilinia fructicola* المسبب لمرض التعفن البني للثمار الحجرية، وفطر *Sclerotinia sclerotiorum* المسبب لمرض سقوط أوراق الخس والخضروات الأخرى، وفطر *Stromatinia glodioli* المسبب لمرض تعفن الكورمة في نبات الجلاديولس *Gladiolus*، وفطر *Pseudopeziza trifolii* المسبب لمرض التبقع الورقي للبرسيم الحجازي، وغيرها من الفطريات التي لها خطورتها في بعض الأحيان.

وتضم هذه الرتبة ما بين ثمان إلى تسع فصائل، وهي غير محددة المعالم وقد حدث خلط كبير فيما بينها من قبل بعض الباحثين في الماضي. نذكر من بين هذه الفصائل التسع، ثلاثة فقط هما:

١- الفصيلة السكليروتينية Family Sclerotiniaceae

٢- الفصيلة الديرماتيسية Family Dermateaceae

٣- الفصيلة الجيوجلوسية Family Geoglossaceae

☐ الفصيلة السكليروتينية Family Sclerotiniaceae

تعتبر هذه الفصيلة من أكبر فصائل الزقيات القرصية غير الغطائية، وأهمها جميعا من الناحية الاقتصادية، معظم الفطريات التي تنتمي إلى هذه الفصيلة تعيش متطفلة اختياريا على بعض النباتات الزهرية، ومن السهل زراعتها في المنابت الصناعية. وتظهر مُنْشآت الثمار الزقية Apothecia من حشيات ثمرية Stromata أو أجسام حجرية Sclerotia.

وجدار الثمرة الزقية يكون غالبا متميزا إلى جزء مستطيل شبه برانشيمي، ويتكون من خيوط فطرية متوازية، داكنة اللون رقيقة الجدر، وهذا يختلف عن جدر

الثمار الزقية وفي الفصائل الأخرى التي تكون محيطة بأجزاء الثمرة الداخلية. والثمار الزقية في هذه الفصيلة متوسطة، أو صغيرة الحجم، وبنية اللون عادة، وفي أغلب الحالات تكون معنقة أي تتولد على قواعد إما أن تكون طويلة في بعض الأنواع، أوقصيرة في أنواع أخرى. الأبواغ الزقية غالبا شفافة وحيدة الخلية بيضاوية، أو ممدودة إلى حد ما.

وتضم هذه الفصيلة حسب تقسيم ويتزيل (Whetzel 1945) أربعة عشر جنسا تحوي عددا من الأنواع التي تتطفل على النباتات، وتسبب لها أمراضا خطيرة. ويتم التمييز بين هذه الأجناس بواسطة الرجوع إلى الصفات العامة لأجسامها الحجرية، والحشيات الثمرية، وأطوارها الكونيدية المختلفة.

الوضع التصنيفي لجنس *مونيلينيا* Systematic position of Genus *Monilinia*

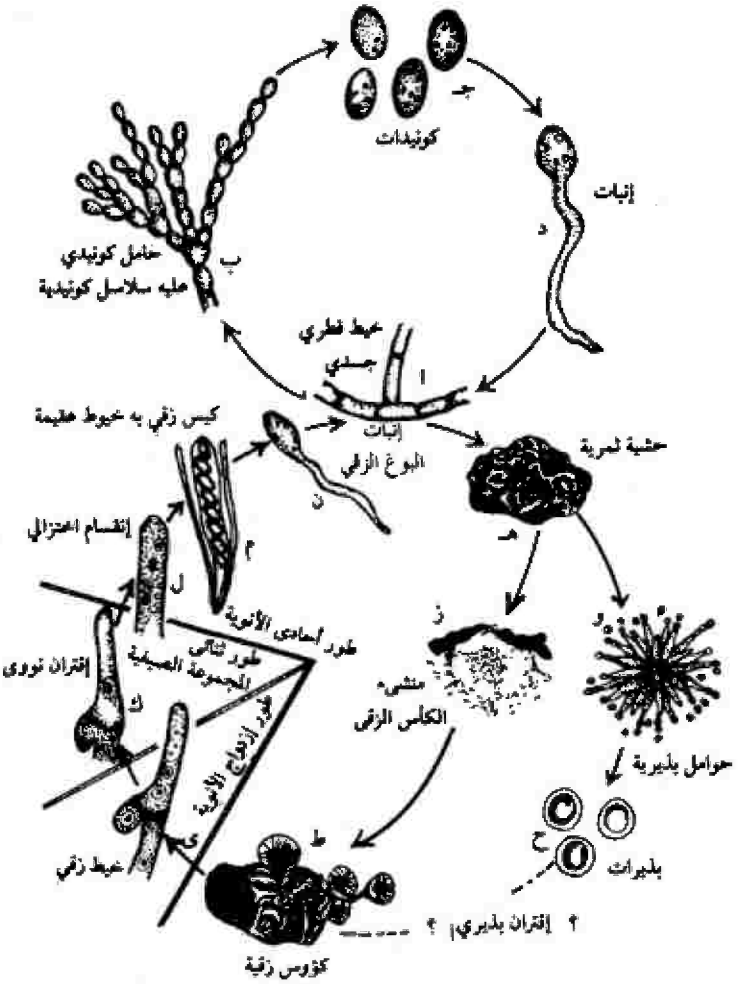
Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الخصية
Series: Discomycetes	مجموعة: الفطريات القرصية
Order: Hilotiales	رتبة: الهيلوتيات
Family: Sclerotiniaceae	الفصيلة: السكليروتينية
Genus: *Monilinia*	جنس: مونيلينيا

سنتخذ هذا الجنس كمثال للفصيلة السكليروتينية، وتسبب أنواعه مرض التعفن البني لثمار الخوخ وغيره من الثمارالحجرية مثل الكمثرى، والتفاح، والبرقوق، والكرز، والمشمش، وتتراوح الخسائر التي يسببها الفطر لتلك الأشجار ما بين ٣٠ – ٨٠ ٪ من المحصول حسب شدة الإصابة، وهو ينتشر في معظم مناطق العالم التي توجد بها الأشجار ذات النوى الحجرية. ومن أهم أنواعه *مونيلينيا فراكتيكولا* *Monilina fructicola* الذي يتطفل على أشجار التفاح والخوخ، وتبدأ إصابة النبات في

الظروف الرطبة، حيث تنبت الأبواغ الكونيدية التي أمضت فترة الشتاء، وتعطي غزلا فطريا عديد الأنوية وعديم اللون، ويخترق البشرة عن طريق التجاويف والثغور والعديسات، أو عن طريق الخدوش التي تحدثها الحشرات، ثم ينمو في المسافات البينية من نسيج العائل، وينتج خلال فصل الصيف حوامل الأبواغ الكونيدية (الطور الناقص) على الأوراق والثمار، وهي تظهر متفرعة تشبه الهيفات الفطرية، وتتحول خلاياها إلى عدد من الكونيدات، وتظهر الحوامل الكونيدية على هيئة مجاميع أو خصل رمادية اللون، وبعد ذلك تبدأ الثمار بالتصلب إذا بقيت محمولة على الشجرة، وتلعب الحنافس والحشرات الأخرى دورا كبيرا في انتشار الفطر، حيث تضع بيضها في جروح الثمار ثم تسدها ببرازها الذي يكون ممزوجا بالأبواغ الكونيدية، وتختلف الأبواغ الكونيدية (الشكل رقم ١١٠ جـ)، في حجمها تبعا لاختلاف العوائل وظروف النمو المختلفة. وهي عادة بيضية الشكل، على هيئة سلاسل منفردة أو ثنائية. وتتوقف عملية تكوين الأبواغ الكونيدية على الظروف الجوية إذ تساعد الرطوبة العالية ودرجات الحرارة المعتدلة على تكوين هذه الأبواغ. كما ينتج الفطر كونيدات صغيرة تعرف بالبذيرات Spermatia (الشكل رقم ١١٠حـ)، في المزارع الصناعية وعلى الثمار المتساقطة خلال فصل الشتاء وأوائل الربيع وتتولد هذه البذيرات في سلاسل على حوامل بذرية Spermatiophore مفردة أو في محيطات دائرية متحدة المركز وهي عادة لا تنبت ولم تعرف وظيفتها بعد ولكنها ربما تكون مسؤولة عن عملية إخصاب الفطر، حيث يتجمع الغزل الفطري ليكون حشية ثمرية (الشكل رقم ١١٠هـ)، تظهر فيها تراكيب خيطية عمادية مستقبلة «أنثوية» تنمو باتجاه البذيرات المتوالفة التي تكون بمثابة خلايا ذكرية وتندمج معها، ثم يحدث الاقتران البذيري الذي ينتج عن استطالة التراكيب العمادية ونموها لتعطي ثمارا زقية قرصية الشكل Apothecia (الشكل رقم

١١٠ط)على سطوح ثمار الفاكهة المصابة المتساقطة على الأرض أو المدفونة قليلا في التربة أوالبقايا النباتية. ويتراوح عددها مابين ١ إلى ٢٠ ثمرة زقية على سطح الثمرة الواحدة ، وقطرها من ١ إلى ١٥ مم، وهي ذات عنق اسطواني الشكل يختلف متوسط طوله من ٠.٥ إلى ٣ سنتيمترات. ثم يصبح الجزء العلوي من الثمرة الزقية متسعا ويشبه القمع ، وتحمل الثمار الزقية على سطحها العلوي الطبقة الخصيبة التي تتكون من أكياس زقية قائمة ومتراصة بجوار بعضها ومتوازية ، وهي أسطوانية أو صولجانية الشكل ، ومختلطة مع خيوط عقيمة شفافة مقسمة ، وتكون عادة بسيطة أو متفرعة (الشكل رقم ١١٠م)، ويحتوي كل كيس زقي على ثمانية أبواغ زقية أحادية الخلية ولكنها ثنائية النواة ، شفافة ، بيضية الشكل ومرتبة في النصف الأعلى من الكيس الزقي ، وعندما تنضج الأكياس الزقية فإن الأبواغ الزقية تنطلق منها بعنف مكونة سحابة بيضاء فوق الثمرة الزقية وتنتقل الأبواغ الزقية بواسطة الرياح والأمطار المتساقطة والحشرات إلى الأزها ر المتكشفة ، وتنبت مكونة أنبوبا بوغيا (الشكل رقم ١١٠ن)، يخترق الأجزاء الزهرية حيث يصل مبايضها مسببا ذبولها. وتنتشر الهيفات (الشكل رقم ١١٠ ا)، من خلال عنق الزهرة حتى تصل إلى العفن نفسه حيث تحدث بها تقرحات وأخاديد متجعدة ، ويؤدي ذلك إلى جفاف الأغصان المصابة ، ويرافق ذلك إفرازات صمغية في تلك المناطق. ثم يبدأ الفطر بتكاثره اللاجنسي مكونا الكونيدات وبذلك يعيد دورة حياته مرة ثانية.

وتجدر الإشارة إلى أن للثمار الزقية وما تنتجه من أبواغ زقية أهمية كبيرة في إحداث الإصابات الأولية للنبات ، إذ تستطيع أن تمضي فصل الشتاء بنجاح داخل الأنسجة المصابة أو على الأوراق والثمار التي سقطت على الأرض.



الشكل رقم (١١٠). دورة حياة فطر *مونيليينيا فروكتيكولا* *Monilinia fructicola*.

(عن الكسوبولوس وآخرين، ١٩٩٦)

★ الزقيات القرصية الغطائية Operculate Discomycetes

وتتميز بأن أكياسها الزقية تفتح بغطاء يسمح بخروج الأبواغ، وتضم الزقيات الغطائية رتبة واحدة كبيرة هي رتبة البزيزات Pezizales وقد قسمت هذه المجموعة سابقاً إلى مجموعتين رئيستين هما:

١- **مجموعة الزقيات القرصية الغطائية فوق الأرضية**، وهي التي تتكون أجسامها الثمرية فوق سطح الأرض. وتضم عدد كبير من الأجناس والأنواع الفطرية التي تتبع جميعها لرتبة بزيزات Pezizales .

٢- **مجموعة الزقيات القرصية الغطائية تحت الأرضية**، وهي التي تتكون أجسامها الثمرية تحت سطح الأرض ، ويتبعها عدد من الأجناس الفطرية التي من أهمها فطريات الكمأة بنوعيها الصحرواي والغابوي . وتضم وفقاً للأنظمة التصنيفية التقليدية رتبة واحدة هي رتبة التيوبيرات Tuberales. إلا أن الدراسات الحديثة التي قام بها مؤخراً مجموعة من علماء الفطريات البارزين في مجال تصنيف الفطريات الزقية ومن بينهم "Eckblad (1968), Kimbrough, (1970), Trappe (1971) Trappe(1979), Korf (1973a), Alexopoulos *et. al.* (1996)" قد أكدوا بأن الفطريات الزقية تحت الأرضية، قد اشتقت أصلاً من الفطريات الزقية فوق الأرضية التي تتبعها رتبة البزيزات Pezizales.

ومن الأسباب الجوهرية التي دعت هؤلاء العلماء إلى وضع الفطريات القرصية الغطائية تحت الأرضية والتي تشتمل على فطريات الكمأة، ضمن رتبة البزيزات التابعة لمجموعة الزقيات القرصية الغطائية فوق الأرضية هي أن الدراسات المورفولوجية والسيتولوجية والسلفية أو العرقية التي أجريت على أفرادها، أثبتت أنها جميعاً قد نشأت من أصل عرقي مشترك، وقد تطورت جينياً من فطر البزيزا كأسية (قرصية) الشكل. كما وجد أنه في المراحل الأولى من تكوين ثمارها الزقية، قد بقيت مكشوفة على شكل قرص حيث تشبه في هذه الحالة الثمرة الزقية قرصية الشكل لفطر بزيزا، ثم بعد ذلك نتيجة لارتباطها الوثيق بالحياة تحت سطح الارض تبدأ أطراف الثمرة الزقية بالالتفاف والإلتحام، وتُكوِّن الطبقة العلوية التي كانت مكشوفة من قبل داخل الثمرة

عدداً من الإنشاءات والفرغات المملؤة بالأكياس الزقية. ولهذا تم تصحيح الوضع التصنيفي لرتبة البزيزات Pezizales لتشمل إلى جانب الفطريات الزقية فوق الأرضية (Epigeous Ascomycetes) التي تضمها هذه الرتبة، على الفطريات الزقية تحت الأرضية، (Hypogeous Ascomycetes) التي تحتوي فطرياتها على أكياس زقية أسطوانية أو بيضية الشكل توجد أحيانا مطمورة داخل النسيج الخشوي الخصيب للثمرة الزقية، وليس لديها القدرة على قذف أكياسها الزقية بقوة خارج الثمرة. وفي دراسة تصنيفية أجراها (Trappe, 1979) على الفطريات القرصية تحت الأرضية، قام بإعادة تنظيم الأجناس التابعة لها ووضعها في مجاميع خاصة متبعاً بذلك الأسس والمعايير المختلفة المبنية على منشئها وتطورها العرقي (Phylogeny) وفقاً لذلك صمم مفتاحاً للتصنيف مبنياً على ستة معايير تصنيفية كبرى هي:

١- البنية الشكلية للثمار الزقية.

٢- الغلاف الثمري.

٣- تركيب وبنية الأكياس الزقية، وانتظامها داخل الثمرة الزقية.

٤- وجود أو غياب الخيوط العقيمة.

٥- الأبواغ الزقية وموقعها داخل الثمرة الزقية.

٦- الموطن أو البيئة التي يعيش بها الفطر.

وعلى ضوء القواعد والمميزات آنفة الذكر فإن (Trappe) أكد على أن رتبة Tuberales لم يعد لها وجود من وجهة النظر التصنيفية في عالم الفطريات، ولذا قام بنقل جميع الأجناس التابعة لها إلى رتبة Pezizales وقد أيده في ذلك كل من (Alexopoulos, Mims & Blackwell, 1996) في كتابهم الشهير «مقدمة في علم الفطريات». وفيما يلي وصفاً لهذه الرتبة والفصائل التابعة لها.

١ – رتبة البزيزات Order Pezizales تعتبر هذه الرتبة نموذجا جيدا للزقيات القرصية الغطائية، وتتميز بأن أجسامها الثمرية كأسية الشكل جالسة، أو معنقة، وهي طرية وأحيانا جلدية معظمها يعيش مترمما على الأخشاب الميتة، أو على الدبال، والبعض الآخر يعيش متطفلا، ومنها ما يعيش بعلاقة جذر فطرية مع جذور النباتات الراقية.

وتختلف ألوان الثمار الزقية للفطريات التابعة لهذه الرتبة فهي في البعض زاهية براقة، وفي أنواع أخرى تكون بنية، أو سوداء، ومنها ما يؤكل ومنها ما هو سام. وتنحصر أهمية هذه الفطريات بالنسبة لنا في الأنواع التي تؤكل منها، والأنواع السامة التي يجب تجنبها.

تفتح الأكياس الزقية كما ذكر آنفاً بغطاء قد ينفصل بكامله، أو يبقى ملتصقاً بالكيس الزقي في احد جوانبه، وقد يتفتح الكيس الزقي في هذه الفطريات على شكل شق، أو شفة. وتحتوي الاكياس الزقية على ٨ أبواغ زقية، ولكن قد تكون الأبواغ الزقية ٤ أو ١٦، أو أكثر في كل كيس زقي. وتنتج بعض أفراد رتبة البزيزات أحيانا أبواغ مساعدة تشمل الكونيدات ذات الأنواع المختلفة، وكذلك الأبواغ الكلاميدية والأويدات. أما الأجسام الحجرية Sclerotia فإنها نادرة في هذه الرتبة، والغزل الفطري متميز ونام.

لم يستقر الرأي بعد على تقسيم ثابت لرتبة البزيزات، ولكن يمكن اعتبارها مكونة من أربع عشرة فصيلة وذلك وفقاً للتصنيف الحديث الذي جاء في كتاب الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1996) وهذه الفصائل هي:

١ – الفصيلة البزيزية Family Pezizaceae

٢- الفصيلة الاسكوبولية	Family Ascobolaceae
٣- الفصيلة المورشيلية	Family Morchellaceae
٤- الفصيلة الهيلفيلية	Family Helvellaceae
٥- الفصيلة التيوبرية	Family Tuberaceae
٦- الفصيلة التيرفيزية	Family Terfeziaceae
٧- الفصيلة البيرونيماتية	Family Pyronemataceae
٨- الفصيلة الإيلافوميستية	Family Elaphomycetaceae
٩- الفصيلة الساركوسيفية	Family Sarcoscyphaceae
١٠- الفصيلة الجلازيلية	Family Glaziellaceae
١١- الفصيلة الثيلبولية	Family Thelebolaceae
١٢- الفصيلة الأسكوديزميدية	Family Ascodesmidiaceae
١٣- الفصيلة الأوتيدية	Family Otidiaceae
١٤- الفصيلة الساركوسوماتية	Family Sarcosomataceae

وسنكتفي فقط بمناقشة مختصرة للفصائل الست الأولى نظراً لشهرتها وأهمية أفرادها من الناحية الاقتصادية.

☐ الفصيلة البزيزية Family Pezizaceae

تضم هذه الفصيلة أنواعا تعيش رمية فوق التربة الغنية بالدبال، أو على الأخشاب المتساقطة، أو فوق روث البهائم. ثمارها الزقية لحمية كأسية، أو قرصية، أو على شكل طبق، أو فنجان، وقد تكون جالسة أو معنقة، ودقيقة أو ضخمة، زاهية اللون أو داكنة، أو بنية، ملساء أو شعيرية.

وتضم هذه الفصيلة أربعة أجناس هي :

Peziza, Scutellinia, Anthracobia and *Patella*

أكبر الأجناس السابقة وأهمها هو جنس *بزيزا* لذا سنقتصر على دراسته فقط.

الوضع التصنيفي لجنس *بزيزا*

Systematic Position of Genus *Peziza*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الغشية
Series: Discomycetes	مجموعة: الفطريات القرصية
Order: Pezizales	رتبة: البزيزات
Family: Pezizaceae	الفصيلة: البزيزية
Genus: *Peziza*	جنس: بزيزا

يعد جنس *بزيزا* واحدا من الفطريات القرصية المعروفة بكؤوسها أو ثمارها الزقية المثالية، ويعيش الفطر عادة مترمما على المواد العضوية في التربة، أو على الأخشاب المتعفنة، أو يعيش على روث البهائم، وليس للفطر القدرة أبدا على التطفل، ولذلك فهو يمثل الترمم الإجباري. ويضم جنس بزيزا حوالي ١٥٠ نوعا (Korf 1973)، تختلف فيما بينها في شكل الثمار الزقية «الأجسام الثمرية» وحجمها ولونها وأشهر الأنواع المعروفة *بزيزا فسيكيولوزا P. vesiculosa* (الشكل رقم١١١) التي تمتاز بثمارها الزقية الكبيرة الحجم، والتي توجد متزاحمة على أكوام السماد، وفي الغابات، والحدائق الغنية بالدبال، ولون ثمارها الزقية يميل عادة إلى اللون الأبيض، أو تكون بنية باهته مع ظهور بعض البثرات الدقيقة على سطحها الخارجي. أما النوع *P. aurantia* (الشكل رقم١١٢) فهو ينمو في الغابات على الأخشاب المتآكلة أو على التربة الغنية بالدبال، والثمار الزقية لهذا النوع حمراء اللون، ولذلك يمكن تمييزها بسهولة على أرض الغابة.

الشكل رقم (١١١). مجموعة من الثمار الزقية الكأسية الشكل لفطر *بزيزا فيسيكيولوزا Peziza vesiculosa*.

(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

الشكل رقم (١١٢). مجموعة من الثمار الزقية الكأسية الشكل لفطر *بزيزا أورانتيا P. aurantia*.

(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

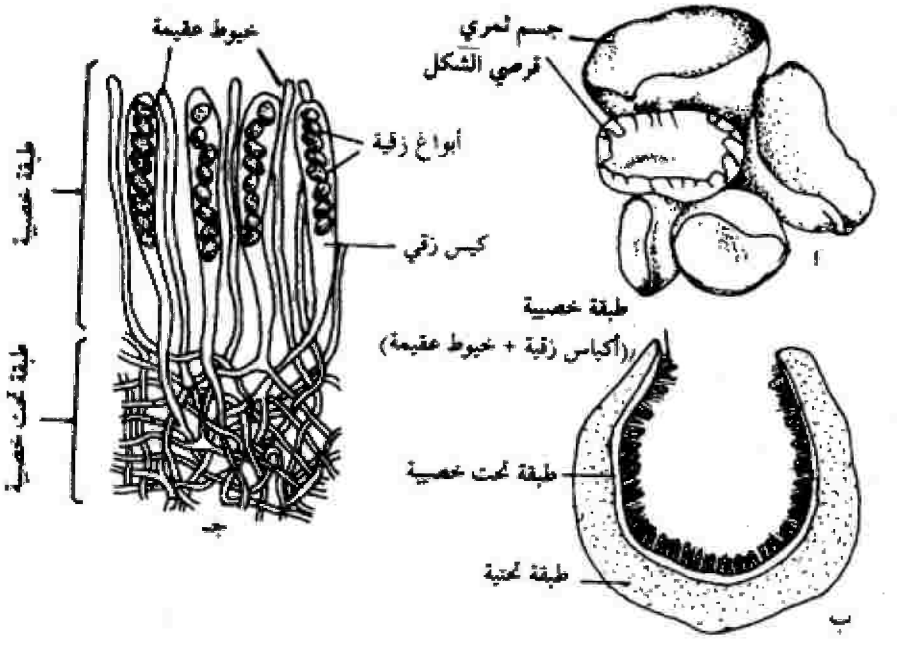
التركيب الخضري للفطر

ينمو الغزل الفطري *للبزيزا* المكون من خيوط مقسمة، ومتفرعة، وينتشر خلال الوسط الغذائي، وفي موسم التكاثر يظهر على سطح الوسط الغذائي تركيب يطلق عليه الجسم الزقي، أو «الثمرة الزقية الكأسية الشكل» Apothecia جالسا (الشكل رقم ١١٣ ا)، ويبلغ قطره أحيانا ٤٠سم. وعند دراسة قطاع عمودي في الكأس الزقي *للبزيزا* (الشكل رقم ١١٣ ب، جـ) يتبين أنه يتركب من طبقة خصبية Hymenium محاطة بجدار من كتلة كثيفة من خيوط عقيمة. ويحتوي كل كيس زقي في العادة على ثمان أبواغ زقية عديمة اللون، وتنتظم هذه الأبواغ داخل الكيس الزقي في صف واحد عموديا، وتوصف في هذه الحالة بأنها أحادية الصف Uniceriate. ويمتاز هذا الفطر بأن الأكياس الزقية تقع على المستوى نفسه لما يجاورها من خيوط عقيمة بعد اكتمال تكون الطبقة الخصبية. ويلي الطبقة الخصبية طبقة أخرى تسمى تحت الخصبية Subhymenium التي تتكون من خيوط فطرية متشابكة، ويعقب ذلك جدار الكأس، أو ما يسمى بالطبقة الخارجية Ectal excipulum حيث يتكون من أنسجة برانشيمية كاذبة Pseudoparenchyma.

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي. يتكاثر فطر *البزيزا* لاجنسيا بتكوين أبواغ كونيدية Conidiospores، أو أبواغ كلاميدية Chlamydospores. وقد تم اكتشاف الطور الكونيدي في ثلاثة أنواع من جنس *بزيزا* هما *بزيزا فيسيكيولوزا P.vesiculosa*، و*بزيزا ريبانذا P. repanda*، و*بزيزا أوستراكوديراما P. ostracoderma*، وذلك بواسطة العالم دي باري. وفي الأنواع السابقة تكون الكونيدات محمولة على أطراف بعض الهيفات القائمة، والتي تسمى بالحوامل الكونيدية Conidiophores، وكل كونيدة عند نضجها

تنبت مكونة خيطا فطريا جديدا. وفي بعض الأحيان يحدث التكاثر اللاجنسي عن طريق تكوين أبواغ كلاميدية، وهي تمتاز بسمك جدارها، وتتكون إما مفردة، أو على هيئة سلاسل في داخل خلايا الخيط الفطري، كل بوغة كلاميدية تنبت تحت الظروف الملائمة لتعطي خيطا فطريا جديدا. ويلاحظ أن هذا النوع من التكاثر نادر الحدوث في فطريات *البزيزا*، وعديم الأهمية في دورة حياة الفطر الذي يعتمد اعتمادا كليا على دورة الحياة الجنسية.



الشكل رقم (١١٣). فطر *بزيزا Peziza*.

أ – مجموعة من الثمار الزقية الكأسية الشكل.

ب – رسم تخطيطي لقطاع عمودي في الثمرة الزقية الكأسية الشكل.

جـ – جزء مكبر من القطاع يوضح الأكياس الزقية الصولجانية الشكل. لاحظ الأبواغ الزقية المرتبة في صف واحد والخيوط العقيمة المختلطة مع الأكياس الزقية والخيوط الفطرية المتشابكة التي تظهر فيها بداية نشأة الأكياس الزقية.

التكاثر الجنسي. لم يلاحظ بعد في فطر *بزيزا* تشكل أعضاء تكاثره الجنسية على هيئة أنثريدات ومولدات زقية كالتي تشاهد في معظم أفراد الفطريات الزقية الأخرى ولكن بدلا من ذلك تتشكل في وسط الغزل الفطري كتلة من الخيوط الفطرية المتشابكة، ثم تلتحم الأنوية داخل الخلايا على هيئة أزواج نووية تسمى Dikaryons (الشكل رقم ١١٤ و، ز)، تنتمي كل منها إلى خلية والدة مختلفة. ثم تعطي هذه الخلايا المزدوجة الأنوية عددا من الخيوط المولدة للأكياس الزقية Ascogenous hyphae (الشكل رقم ١١٤ط)، ومن قمة كل خيط زقي تتشكل الأكياس الزقية التي تحتوي بداخلها الأبواغ الزقية. وذلك على نفس النمط المتبع في بقية أفراد الفطريات الزقية. تنحني الخلية الطرفية في الخيط المولد للكيس الزقي مكونة ما يسمى بالخطاف Hook or crozier (الشكل رقم ١١٤ ي)، وهو ثنائي النواة. ثم تنقسم نواتي الخطاف في وقت واحد لتعطي أربع أنوية (شكل ١١٤ ك)، ثم ما تلبث أن تتكون جدر فاصلة للتمييز بين كل من الخلية الطرفية أحادية النواة، والخلية تحت الطرفية Penultimate cell ثنائية النواة، والخلية القاعدية وحيدة النواة (الشكل رقم ١١٤ ل)، وتكون الخلية تحت الطرفية في *البزيزا* عادة متميزة في كل خطاف، وهي تعمل بمثابة خلية والدة للكيس الزقي. وتشكل كل من الخيوط الزقية والخلايا الوالدة للأكياس الزقية طور مزدوج الأنوية في دورة حياة فطر *البزيزا*، وتلتحم الأنوية المزدوجة في الخلية الوالدة للكيس الزقي لتتكون نواة ثنائية المجموعة الصبغية (الشكل رقم ١١٤). وتنقسم هذه النواة ميوزيا ثم فتيليا (الشكل رقم ١١٤ م، ن)، وينتج عن ذلك تكوين ثمان أنوية كل منها أحادية المجموعة الصبغية، وتنتظم الأنوية الثمان في صف واحد، وتحاط كل نواة بجدار لتكوين بوغ زقي (الشكل رقم ١١٤س). أما الخلية تحت الطرفية فتستطيل لتكون فيما بعد الكيس الزقي.

الشكل رقم (١١٤). المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي في فطر بزيزا فيسيكيولوزا *P. vesiculosa*.
(عن باندى وتريفيدى، ١٩٧٩).

وتنتظم الأكياس الزقية جنباً إلى جنب على شكل صف واحد (الشكل رقم ١١٤ ب، جـ)، ويتخللها عدد كبير من الشعيرات العقيمة، وتصبح الأكياس الزقية والشعيرات العقيمة مغلفة بخيوط خضرية عديدة مكونة ثمارا زقية مكشوفة طبقية الشكل كبيرة الحجم قد يصل قطرها إلى ١٠ سنتيمترات، وقد تكون جالسة أو محمولة على حوامل قصيرة. وتعرف الطبقة المكونة من الأكياس الزقية وما يتخللها من شعيرات عقيمة باسم الطبقة الحصية (الشكل رقم ١١٤ب).

□ الفصيلة الأسكوبولية Family Ascobolaceae

تعيش افراد هذه الفصيلة على روث البهائم، وهي ذات أجسام ثمرية صغيرة يتراوح قطرها ما بين ٠,٥ إلى ٥ مم باستثناء جنس *Ascobolus magnificus* الذي يعيش على روث الحصان حيث يصل قطر الأجسام الثمرية في هذا القطر إلى ٢٠,٥سم أو أكثر من ذلك ، وتنطلق الأبواغ الزقية من الأكياس الزقية بسرعة وعنف.

ويشبه الجسم الزقي في أفراد هذه الفصيلة مثيله في الفصيلة البزيزية إلا أنهما يختلفان عن بعضها البعض من حيث الصفات التالية :

تكون الأبواغ الزقية في هذه الفصيلة داكنة اللون تميل إلى السواد وجدارها سميك وتنتظم هذه الأبواغ في صفين وتسمى Biseriate أو تكون عديدة الصفوف Multiseriate ، وتبدي الأكياس الزقية استجابة خاصة عند اكتمال نضجها إذ يرتفع مستواها عن مستوى ما يحيط بها من شعيرات عقيمة Paraphyses . أما في الفصيلة البزيزية فإن الأبواغ الزقية تنتظم بداخل الأكياس الزقية في صف واحد تسمى Uniseriate، والأكياس الزقية عادة لا ترتفع فوق مستوى سطح الثمرة الزقية.

وتحتوي الفصيلة الأسكوبولية على عدد من الأجناس أهمها الجنسين *أسكوبولس Ascobolus* (الذي يضم ٤٨ نوعا) و*ساكوبولس Saccobolus* ، وهما من الفطريات الروثية Coprophilous fungi بمعنى أنهما لا يستطيعان العيش بصورة طبيعية إلا على روث البهائم . أما الأجناس الأخرى فهي توجد أحيانا فوق الأخشاب المتآكلة، والأوراق، والتربة الغنية بالدبال.

□ الفصيلة المورشيلية Family Morchellaceae

تتميز الفصيلة المورشيلية بأن أجسامها الثمرية كبيرة الحجم ومعنقة، وقلنسوتها في معظم الأحيان منقرة، وذات التواءات وثنيات واضحة، أو لها حافات تشبه قطعة

الاسفنج. وتختلف ألوان وأحجام الثمار الزقية وفقا لا ختلافها في الأعمار، وأيضا على حسب الأنواع المختلفة لأجناس هذه الفصيلة.

ومن السهل التمييز بين أنواعها بمجرد الالمام بشكلها العام، ومميزاتها. وتتميز هذه الفصيلة أيضا بتركيب أبواغها الزقية التي تكون دائما عديدة الأنوية ، ويتراوح عدد الأنوية في كل بوغ من ٢٠ إلى ٦٠ نواة (Korf, 1973). وتضم الفصيلة المورشيلية، المورياات Morels (عيش الغراب الاسفنجي)، والموريلات الناقوسية Bell morels. ولا يُعرف الكثير عن دورة حياة هذه الفطريات، ولكن القليل منها كان موضع دراسة واهتمام الباحثين، إلى جانب أن بعض أنواعها تؤكل ولذيذة الطعم، وتعد من أشهى الفطريات التي تقدم كغذاء، وأشهر أجناس هذه الفصيلة هما جنسي، مورشيلا *Morchella* وفيربا *Verpa* .

الوضع التصنيفي لجنس مورشيلا **Systematic position of Genus *Morchella***

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويفة: الزقيات الخصية
Series: Discomycetes	مجموعة: الفطريات القرصية
Order: Pezizales	رتبة: البزيزات
Family: Morchellaceae	الفصيلة: المورشيلية
Genus: *Morchella*	جنس: مورشيلا

يعيش فطر مورشيلا مترمما في التربة الغنية بالدبال، أو على بقايا الأخشاب المتآكلة في أرض الغابات، ويطلق على أفراده أحيانا بعيش الغراب الاسفنجي Sponge mushroom ، أو الموريلات Morels (الفطريات الصالحة للأكل). ويشتمل جنس مورشيلا على عدد من الأنواع الشائعة، والمعروفة جيدا، ومن بينها النوع المخروطي *M. conica* ، والنوع العادي *M. esculenta* والنوع الشهي *M. deliciosa* ، والنوع

الهجين *M. hybrida* ، والنوع مغلظ الساق *M. crassipes* وجميعها صالحة للأكل، وذات قيمة غذائية عالية، وتأتي هذه الفطريات من حيث الأفضلية في الموائد الغذائية في الدرجة الثانية بعد فطريات الترافل. ويمكن تمييزها من بعيد، فكؤوسها الزقية لها أعناق غليظة وتكون فيها القلنسوة إما منقرة، أو تشبه قطعة الاسفنج. وعلى الرغم من أن فطر مورشيلا يعيش مترمما إلا أنه من الصعب أن ينمو إلى مرحلة الاثمار على المنابت الصناعية، وإن كان من السهل أن تتكون مستعمرات الغزل الفطري على مثل هذه المنابت دون أن تنتج الكؤوس الزقية. والغزل الفطري لمورشيلا غير واضح، وذلك لوجوده متشعبا داخل التربة الدبالية التي ينمو عليها، ويتكون هذا الغزل من كتلة من الخيوط الفطرية المفككة التي تنفذ عدة سنتيمترات داخل المادة العضوية التي يتغذى عليها . والخيوط الفطرية مقسمة إلى خلايا، وكل خلية تحتوي على عدد كبير من الأنوية Multinucleate، وعندما تكون الظروف البيئية مناسبة فإن الغزل الفطري ينمو بسرعة، ويتفرع مكونا شقوقا، أو كتلا من الميسيليوم . هذه الكتل من الخيوط الفطرية المتشابكة تسمى بالعقد الفطرية Hyphal knots، وتتكون على مسافات قصيرة أسفل سطح التربة.

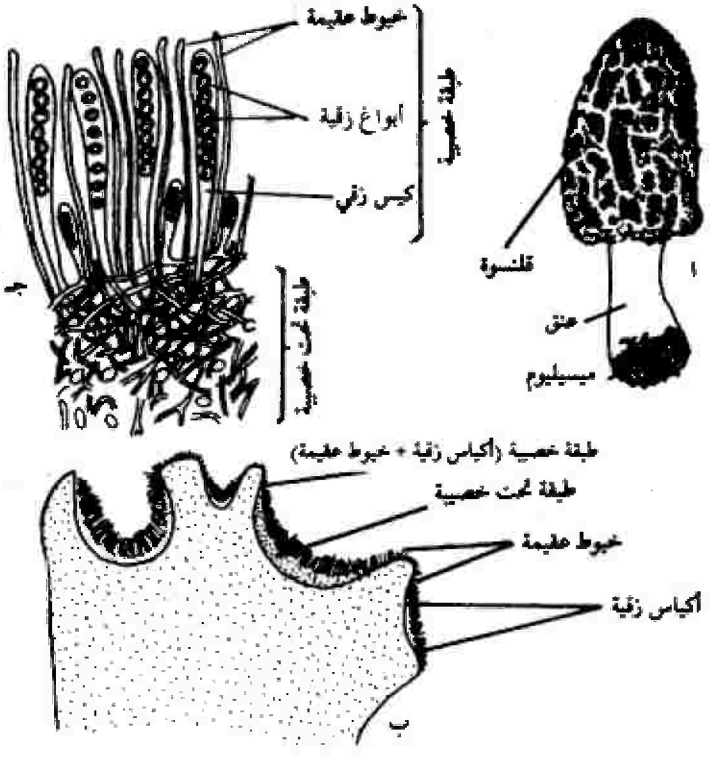
وعند توافر الرطوبة والمادة الغذائية المناسبة فإن كل عقدة تنمو إلى خارج التربة لتكون عنق ينتهي بالجسم الثمري Ascocarp (الشكل رقم ١١٦ ا)، وهو من النوع القرصي الشكل Apothecium . وتتباين أحجام الأجسام الثمرية في أنواع فطر مورشيلا فيما بينها، فنجد أن بعضها قد يصل طوله إلى ١٥ سم، ويعتبر النوع *M. crassipes* أكبر الأجسام الثمرية حجما ، وربما أطيبها نكهة ، أما النوع *M. esculenta* (الشكل رقم ١١٥) فيصل طوله من ٨ إلى ١٠ سم .

الشكل رقم (١١٥). الشكل العام للثمار الزقية في فطر مورشيلا *اسكيولينتا* *Morchella esculenta*.
(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

وتتكون الثمرة الزقية في فطر مورشيلا من عنق Stalk غليظ، ويحمل في قمته قلنسوة Pileus يختلف لونها وحجمها على حسب الأنواع المختلفة وعمرها، وشكلها لحمي، ويختلف لونها من الأبيض الرمادي إلى البني الداكن. وتمتاز القلنسوة بأنها تعتبر الجزء الخصيب من الجزء الثمري، وتتساوى القلنسوة في الطول مع العنق إلا أنها أعرض منه قليلا عند القاعدة. وتكون القلنسوة ناعمة عند بداية تكونها، ولكنها عند البلوغ تصبح متثنية، ومتجعدة، أو منقرة بسبب ظهور الأخاديد، والتجعدات على سطحها، وهي تشبه إلى حد ما قطعة الاسفنج.

وعند دراسة قطاع عمودي بقلنسوة فطر مورشيلا يتبين أنها تتكون من طبقة خصيبة تتركب من صف واحد من أكياس زقية عديدة وأسطوانية الشكل يتخللها عدد

كبير من الخيوط العقيمة (الشكل رقم ١١٦ ب ، جـ). كل كيس زقي يحتوي على ٨ أبواغ زقية كبيرة الحجم، بيضية الشكل، عديمة اللون، تترتب داخل الكيس الزقي في صف واحد، وتوصف بأنها أحادية الصف Uniseriate. ويوجد أسفل الطبقة الخصبية طبقة أخرى تسمى بالطبقة تحت الخصبية، وهي تتكون من خيوط فطرية متشابكة.



الشكل رقم (١١٦). جنس مورشيلا *Morchella*.

أ – جسم ثمري (ثمرة زقية).

ب – رسم تخطيطي لقطاع في القلنسوة.

جـ – جزء مكبر للطبقات الخصبية وتحت الخصبية يوضح الأكياس الزقية، الأبواغ الزقية والخيوط العقيمة.

(عن بالدى وتريفيدى، ١٩٧٩)

وتمتاز الأكياس الزقية في أنواع فطر مورشيلا بأنها موجبة الانتحاء الضوئي Phototropic فعندما تنضج الأكياس الزقية فإن قممها تتعرض فوق مستوى الطبقة الخصيبة وتميل دائماً في اتجاه الضوء الساقط، فعندما يسقط الضوء من الأعلى فوق الجسم الثمري الكأسي الشكل تكون هذه الأكياس عند القاعدة مستقيمة بينما تلك التي تقع في الجوانب فتكون مائلة قليلاً. وكل كيس زقي مكتمل النمو عبارة عن خلية واحدة محاطة بجدار خلوي متمدد بسبب الضغط الداخلي، وتبطنه من الداخل طبقة سيتوبلازمية رقيقة تحيط بفجوة عصارية مركزية كبيرة، وفيها الأبواغ البيضية أحادية الخلية معلقة بالقرب من الطرف القمي للكيس الزقي حيث يوجد غطاء Lid صغير يفتح إلى الأعلى. وعند نضج الأبواغ ينفجر الكيس الزقي فجأة بسبب الضغط الهيدروستاتي حيث يتقلص الجدار طوليًا وعرضيًا بحيث تندفع الأبواغ بقوة من خلال فتحة الغطاء ثم تنطلق إلى الهواء بقوة ولمسافة قد تصل من ٢ إلى ٣ سم، بعد ذلك تنبت هذه الأبواغ مكونة أنابيب مقسمة، وتحتوي كل أنبوبة على عدد من الأنوية حيث تتفرع تلك الأنابيب مكونة الغزل الفطري لمورشيلا.

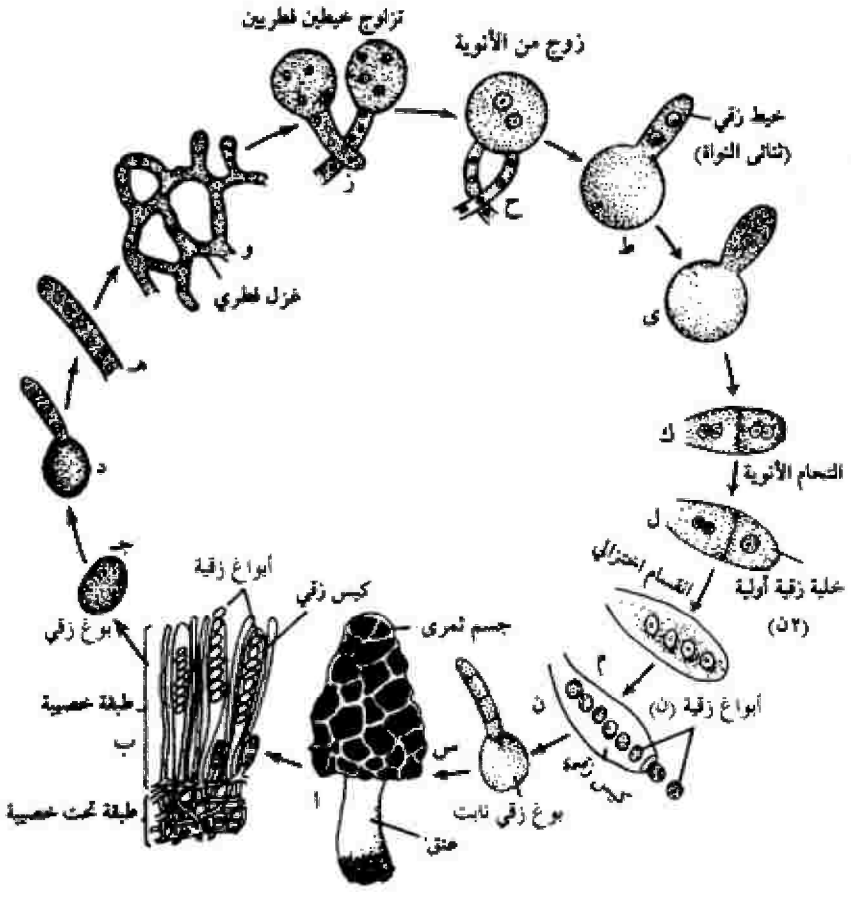
طرق التكاثر

يتكاثر فطر مورشيلا جنسيا فقط رغم أنه لم يكتشف بعد وجود أعضاء تكاثر جنسية وهي الأنثريدات والأسكوجونات في دورة حياة هذا الفطر. أما التكاثر اللاجنسي فلا وجود له في دورة حياة فطر مورشيلا. ويحدث التكاثر الجنسي عادة عن طريق التحام خيطين متجاورين من الخيوط الفطرية في الطبقة تحت الخصيبة في منطقة القلنسوة (الشكل رقم ١١٧ و ، ز)، ويطلق على هذه العملية باتحاد الخلايا الخضرية Somatogamy. وبعد التحام الخيطين الفطريين تتحلل الجدر الفاصلة بين الخلايا، ويندمج السيتوبلازم في الخليتين ثم تترتب الأنوية مع بعضهما البعض على شكل

أزواج (الشكل رقم ١١٧ز)، ثم تنقسم نواتا كل زوج في آن واحد مكونة أزواج نووية جديدة (الشكل رقم ١١٧ ح)، ويعقب ذلك ظهور براعم صغيرة تنمو إلى أعلى مولدة الخيوط الزقية Ascogenous hyphae (الشكل رقم ١١٧ ط)، وهذه الخيوط مزدوجة الأنوية Dikaryotic، ويطلق على الخلية الطرفية مزدوجة الأنوية اسم الخلية مولدة الكيس الزقي Ascus mother cell (الشكل رقم ١١٧ ي)، ثم تندمج النواتان الأحاديتان في الخلية المولدة للكيس الزقي مكونة نواة واحدة ثنائية المجموعة الصبغية (الشكل رقم ١١٧ ك ، ل) ويلاحظ أنه عند هذه المرحلة من دورة حياة هذا الفطر أي مرحلة ما قبل تكوين الكيس الزقي لا يتكون التركيب الخطافي، أو الكلابي الشكل المألوف في دورة حياة معظم الفطريات الزقية، وتنقسم هذه النواة انقساماً اختزاليا مكونة أربع أنوية أحادية المجموعة الصبغة (الشكل رقم ١١٧ ن)، وعند نضج هذه الأبواغ الزقية تنطلق إلى الخارج عن طريق الفتحة الموجودة في أعلى الكيس الزقي، ثم تنبت وتعطي غزلاً فطريًا جديدا (الشكل رقم ١١٧س).

الفوائد الاقتصادية لفطر مورشيلا

يعد فطر مورشيلا من الفطريات المعروفة بقيمتها الغذائية الجديدة، حيث أن أجسامها الثمرية هي الجزء الصالح للأكل، وتستعمل أنواعه كغذاء حيث تطبخ مع الأرز، والخضروات، في معظم دول العالم، وخاصة الأوروبية والأميريكية وجنوب شرقي آسيا . ومن أشهر أنواع مورشيلا المستخدمة كغذاء هي الأنواع *M. esculenta* و *M. deliciosa* و *M. crassipes* . وجميع الموريلات تؤكل ولذيذة الطعم وتعتبر من أشهى الفطريات، ولا يكاد يفضلها في الجودة والنكهة سوى فطريات الكمأة التي تنمو في صحراء الجزيرة العربية في موسم سقوط الأمطار، وكذلك فطريات الترافل الأوروبية.



الشكل رقم (١١٧). المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي في فطر مورشيلا *Morchella*.
(عن باندى وتريفيدى، ١٩٧٩)

☐ الفصيلة الهيلفيلية Family Helveliaceae

لقد درج بعض علماء تصنيف الفطريات على دمج أفراد هذه الفصيلة ضمن أفراد الفصيلة المورشيلية السابقة الذكر، ومنهم الكسوبولوس (Alexopoulos 1962). ولكن على الرغم من وجود صفات مشتركة تجمع بين أفرادهما، إلا أنه قد تم مؤخراً

فصل هاتين الفصيلتين عن بعضهما البعض بواسطة عدد من العلماء منهم دينيس (Dennis 1968,1977) واكبلاد (Eckblad 1968) وريفاي (Rifai 1968) وكيمبروف (Kimbrough 1970, 1994) وكورف (Korf 1973) وترابي (Trappe 1979) و الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979, 1996) .

وتضم هذه الفصيلة فطريات رمية تعيش معظمها فوق التربة ، أو على الأخشاب المتعطنة ، وتكون ثمارا زقية ضخمة تتمثل بقلنسوة مرفوعة على حامل أي أنها معنقة ، وتتباين في أشكالها من الشكل النموذجي الكأسي الذي يشبه فطر *بزيزا* إلى شكل يشبه السرج Saddle-shaped. الطبقة الخصيبة محدبة ، ومتميزة عن العنق ، وتمتد هذه الطبقة على سطح رأس الثمرة الزقية التي تكون متعرجة Convoluted قليلاً أو كثيراً ، وهي كثيراً ما تحمل نتوءات وثنيات تشبه في شكلها المخ ، وتكون مغطاة في بداية نشوئها بغلاف يتمزق في وقت متأخر. وتشتمل هذه الفصيلة على الفطريات السرجية والموريلات الكاذبة False morels التي تتوزع في مجموعة أجناس من بينها :

هيلفيلا Helvella، و *أندروودیا Underwoodia* و *واينيلا Wynnela* و *ريزينا Rhizina* ، وجيرومترا *Gyromitra* وسندرس الجنس *هيلفيلا* كمثال لهذه الفصيلة .

الوضع التصنيفي لجنس *هيلفيلا* **Systematic position of Genus *Helvella***

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الغمدية
Series: Discomycetes	مجموعة: الفطريات القرصية
Order: Pezizales	رتبة: البزيزات
Family: Helvellaceae	الفصيلة: الهلفيلية
Genus: *Helvella*	جنس: هيلفيلا

يعتبر جنس *هيلفيلا* من أشهر الفطريات السرجية *Saddle fungi*، والجسم الثمري للفطر عبارة عن ثمرة زقية كاسية محورة ، وتتكون من قلنسوة غير منتظمة تأخذ

شكل السرج، وتستقر عادة على عنق غليظ ملفوفا أو عديد البروزات. ويحتوي هذا الجنس على عدد من الأنواع أشهرها: *هيلفيلا كريسبا H. crispa* الذي يصل ارتفاع ثمرته الزقية إلى حوالي ١٠سم، وتشبه قلنسوته السرج (الشكل رقم ١١٨). وهو ينمو بكثرة على التربة الغنية بالدبال ومختلطا بالأعشاب المتعفنة وكذلك يوجد أحيانا فوق الأخشاب المتعطنة وينمو الغزل الفطري تحت سطح الأرض، وهو مكون من عدد كبير من الخيوط متعددة الخلايا، رخوة التشابك، تحتوي كل خلية فيها من ٢ إلى ١٦ نواة. وتتكون ثماره الزقية بوفرة خلال فصل الربيع، وتتكون الثمار الزقية الحديثة تحت سطح الأرض إلا أنها كلما تنمو تشق طريقها إلى أعلى من خلال التربة حتى يصبح ارتفاع الجزء الذي فوق الأرض ما بين ٥ إلى ١٠ سم.

ويضم الجنس بالإضافة إلى هذا النوع عددا من الأنواع أهمها *هيلفيلا موناشيلا H. monachella* (الشكل رقم ١١٩) و *هيلفيلا لاكيونوزا H. lacunosa* الذي يظهر غالبا على التربة المحروقة، أو المعقمة التي تعرضت للبخار، وهو من الفطريات التي تظهر في وقت الخريف، وعلى الرغم من اعتبار هذا الفطر من الفطريات الصالحة للأكل إذا طبخ جيدا إلا أنه قد يسبب ضررا وعسر هضم للأشخاص القابلين للإصابة. ويلاحظ أن لون القلنسوة يميل إلى اللون البني أو الداكن. و *هيلفيلا جيجاس H. gigas*، وهو أكبر الأنواع في الحجم حيث يتجاوز ارتفاع ثمرته الزقية عن ١٥ سم، وقد يزيد قطرها عن ١٠ سم. و *هيلفيلا أندارووديای H. underwoodii* الذي يتكون من قلنسوة كبيرة الحجم تشبه السرج، وغير منتظمة، ويعتبر هذا النوع بدوره على درجة من الضخامة لا تقل عن الفطر السابق، وهو يظهر في أيام الربيع. و *هيلفيلا اسكيولينتا H. esculenta* الذي يتميز بقلنسوته المجعدة، ولونها الداكن التي تميل إلى اللون البني والأحمر. و *هيلفيلا إنفيولا H. infula* الذي ينتج ثمارا زقية تشبه السرج، وتظهر خلال فصلي الصيف والخريف.

الشكل رقم (١١٨). الثمار الزقية في فطر هيلفيلا كريسبا *Helvella crispa*.

(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

الشكل رقم (١١٩). هيلفيلا موناشيلا *H. monachella*.

(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

وتجدر الإشارة إلى أن جميع الفطريات السابقة على الرغم من أنها تعتبر فطريات صالحة للأكل إذا غسلت، وطبخت جيدا. إلا أنه يجب الحذر عند تناولها حيث إنها ليست مأمونة الجانب وتعتبر سامة إذا أكلت قبل اكتمال نموها. والمادة الكيميائية الفعالة في هذه الفطريات هي مركب عضوي يطلق عليه اسم حمض الهيلفليك Helvellic acid الذي أشتق اسمه من اسم الفطرة، ويبطل مفعول هذا الحمض في معظم الأحيان بواسطة الأحماض التي تفرزها المعدة، وكذلك يزيله الطبخ، والحرارة العالية. ويلاحظ أن بعض الناس قد استطاب طعم هذه الفطريات، وأصبحوا متعودين على تناولها منذ فترة طويلة دون أن يصابوا بأذى، ولكن تجد أنهم فجأة يصابون بحالات من التسمم نتيجة لتناولهم تلك الفطريات التي قد لا تؤثر فيها حرارة الطبخ حيث تسبب لهم تشنجات عصبية، وغيبوبة قد تؤدي بحياتهم إذا لم يبادر بعلاجهم.

☐ الفصيلة التيوبرية Family Tuberaceae

تعيش أفراد هذه الفصيلة في التربة العضوية في الغابات، وتتكون ثمارها الزقية (أجسامها الثمرية) تحت سطح الأرض، وتشكل في معظم الأحيان علاقة جذر - فطرية Mycorrhizae على جذور النباتات الراقية مثل أشجار البلوط والزان والزيزفون، وتسمى الكمأة أو الفقع Truffles، والثمار الزقية لبعض أنواعها تكون مدفونة دفناً جزئياً في التربة، وبعضها ينمو بين الأوراق المتحللة. تشبه الثمار الزقية الدرنات، وتكون عند النضج مغلقة، وتبقى في المراحل الأولى من تكوينها مفتوحة على شكل قرص، ثم بعد ذلك نتيجة لارتباطها الوثيق بالحياة تحت التربة تبدأ أطراف الثمرة الزقية بالالتفاف والالتحام، وتُكَوِّن الطبقة العلوية التي كانت مفتوحة عدداً من الإنثناءات والفراغات

المملوءة بالأكياس الزقية. وتضم هذه الفصيلة حوالي ٣٠ جنساً و ١٤٠ نوعاً، معظمها له أهمية كبيرة حيث أن كثيراً من أنواعها صالح للأكل، وبعضها له مكانته الفائقة، بإعتباره من الأطعمة الفاخرة في القارة الأوروبية. وهي تنمو طبيعياً على نطاق واسع في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط من أوروبا، وينتشر عدد من أجناسها بكثرة في غابات إيطاليا، وفرنسا، حيث يتم تصدير أكثر من مليون رطل سنوياً من فرنسا وحدها. وبما أن أجسامها الثمرية تنمو على عمق ١٠ إلى ٣٠سم تحت سطح الأرض فإنها تُخْرِج عند نضجها رائحة قوية تجذب القوارض كالسناجب والجرذان التي تأكل الثمار الزقية، ومن ثم تنتشر أبواغها الزقية عن طريق المخلفات غير المهضومة للحيوان القارض. وتستخدم عادة الكلاب والحيوانات المدربة التي تجذبها الرائحة الصادرة عنها في التوصل إليها، حيث تساعد المهتمين باستخراجها بعد اكتشاف أماكن نموها من قبل هذه الحيوانات. ومن أهم الأجناس التابعة لهذه الفصيلة جنس تيوبر *Tuber* الذي يضم عدداً من الأنواع التي تنتشر في غابات أوروبا، ولها أهمية اقتصادية كبيرة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه لم يستطيع أحد من العلماء حتى الآن من استنبات الأنواع المفيدة من فطريات الكمء الأوروبي *(Tuber)* حتى مرحلة الإثمار في المختبر. كما أن دراسة مراحل التكاثر الجنسي لتلك الفطريات هو من الصعوبة بمكان نظرا لأن كل أنواعها تنمو وتتطور تحت سطح التربة، ولكن تم التحكم مؤخرا بزراعة فطريات تيوبر والإكثار منها في أرضية الغابات التي تكثر فيها أشجار الزان والبلوط. وقد ثبت ذلك من خلال التجارب التي أجريت في غابات جنوب فرنسا، حيث يتم خلط التربة بقطع من الأجسام الثمرية للفطر، ثم تغطى بطبقة من التربة وتترك بين ست إلى عشر سنوات، وبعد هذه المدة تبدأ عملية جمع الأجسام الثمرية للفطر، ويستمر ذلك سنويا لمدة تصل إلى عشرين سنة أو أكثر (Dube 1983).

الوضع التصنيفي لجنس *تيوبر*

Systematic position of Genus *Tuber*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويفة: الزقيات الخصية
Series: Discomycetes	مجموعة: الفطريات القرصية
Order: Pezizales	رتبة: البزيزات
Family: Tuberaceae	الفصيلة: التيوبرية
Genus: *Tuber*	جنس: تيوبر

فطر تيوبر من الفطريات المألوفة، وخاصة في جنوب أوروبا، وقد كان معروفا لدى الرومان منذ أكثر من ٢٠٠٠ سنة، وكان يعتبر آنذاك من منتجات الأرض الغامضة والغريبة، وتعيش أجسامه الثمرية مترممة تحت سطح الأرض وتكون مدفونة دفنا جزئيا في التربة العضوية المزروعة بأشجار الزان والبلوط والزيزفون. وثمرته الزقية الناضجة كروية غير منتظمة التكور، وتكون طرية، أو خشبية في بعض الأنواع، وتتفرع الجدر التي تقسم الثمرة من الداخل تفرعات كثيرة حتى أن الطبقات الخصبية تصبح ملتصقة ببعضها. الأكياس الزقية غالباً كروية الشكل والأبواغ داخل الكيس الزقي غالباً تكون أربعة (الشكل رقم ١٢٣)، ولكن هذا العدد يختزل أحياناً إلى اثنتين أو واحدة. وتؤكل الثمار الزقية لكثير من أنواع الجنس تيوبر وهي تعرف بالترافيلات أو العساقل Truffles، أو بطاطس الأرض، وتتميز بعلاقتها الجذر فطرية Mycorrhyza مع جذور أشجار النباتات الراقية مثل البلوط، والزان، وغيرها من نباتات. وتكون الثمرة الزقية تحت أرضية أي مطمورة في التربة، وهي متطورة جينياً من البزيزا كأسية (قرصية) الشكل طبقاً لما أورده (Malencon 1938) وأيده كل من (Trappe, 1979) و (Alexopoulos & Mims 1996) عن طريق تعقد الغلاف الثمري والتفافه. فنجد أن الثمرة الزقية لفطر تيوبر في بداية تكوينها تكون مشابهة للثمرة الزقية في فطر *بزيزا* حيث تترتب الأكياس الزقية داخلها على شكل طبقة عمادية (طبقة خصبية) ثم تأخذ في التثني والطي داخلياً بشكل غير منتظم ويحيط به غشاء ثانوي، ويصبح الطي أكثر وضوحاً

مع تتابع النضج، وتهدف جميع هذه التحورات من ثنيات داخلية، وغشاء خارجي نحو وقاية الطبقة الخصبية في الظروف تحت الأرضية، أو ربما هي تأقلمات لمثل تلك الظروف. وقد سمحت هذه العلاقة المظهرية للثمرة الزقية بوضع جنس *Tuber* في مجموعة الفطريات الزقية القرصية Discomycetes.

وعند نضج الثمار الزقية أو ما تسمى بالأجسام الثمرية تفوح منها رائحة خاصة تجذب إليها القوارض وغيرها من حيوانات، حيث تنبش في التربة وتستخرجها لتأكلها، وتمر الأبواغ الزقية دون أن تتلف خلال القناة الهضمية لتلك الحيوانات ثم تخرج مع البراز وهي ما زالت متحفظة بحيويتها لتنبت فيما بعد إلى فطر جديد. ولم يعرف شيء ثابت حول هذا الموضوع طالما أن العلماء لم يتوصلوا حتى الآن إلى استنبات أبواغ هذه الفطريات، والحصول على أجسامها الثمرية بالطرق الصناعية. ويضم جنس تيوبر ما بين ٨٠ — ١٠٠ نوع (Korf 1973) معظمها صالحة للأكل أهمها الأنواع التالية:

١ — ***تيوبر ميلانوسبورام*** ***T. melanosprum*** (الشكل رقم ١٢٠)، ويعد هذا النوع من أفضل أنواع تيوبر الصالحة للأكل. ويشتهر بمميزاته العديدة في مجال الطهي، ويستخدم في أغلب الأحيان لاضفاء الرائحة الزكية على الطعام، ولذلك فهو يحظى بمكانة عالية بين المهتمين بالأطعمة وأحوال الطبخ. ويحتوي على عناصر غذائية قيمة، حيث تصل نسبة البروتين في مادته الجافة إلى ١٥ ٪ ونسبة النيتروجين ٥٪، بينما تصل نسبة الدهون والسكريات إلى حوالي ٢ ٪ لكل منهما. ويقتصر وجود هذا النوع إلى حد كبير على المناطق الجغرافية التي تتسم بمناخ موسمي معتدل، وينتشر في أجزاء عديدة من جنوب شرق وغرب فرنسا وإيطاليا ويوغسلافيا، وبصفة عامة فإنه لا يوجد خارج الحزام الممتد بين دائرتي عرض ٤٠° و ٤٧° شمالاً. ويوجد عادة ناميا تحت التربة العضوية المزروعة بأشجار الزان والبلوط والزيزفون، ويثمر خلال فصلي الربيع

والشتاء، وذلك للارتباط الشكلي ما بين إنبات الأشجار وخاصة البلوط، ونمو هذا النوع من الفطريات. وثمرته الزقية الناضجة كروية الشكل، ولونها أسود، أو أسود يميل إلى الاحمرار. ويُغَطّى السطح الخارجي للثمرة الزقية ببروزات وثآليل كثيرة، ونادرا ما يزيد قطرها عن ٨ سم، ويتألف الجزء الخارجي من الثمرة الزقية من خلايا عقيمة سميكة الجدر. واللب الداخلي للثمرة يكون طريا ومتماسكا، ولونه أسود محمر، أو بنفسجي، ويوجد عدد كبير من الجدر، أو العروق المتفرعة التي تقسم الثمرة الزقية من الداخل، وهذه الجدر تكون إما رمادية، أو بيضاء اللون. وتبقى الثمرة مغلقة بعد تمام نضجها، ولا تتحرر الأبواغ الزقية إلا بعد تحللها، وقد يحدث انتشار الأبواغ بواسطة الحيوانات وخصوصا القوارض.

الشكل رقم (١٢٠). الثمرة الزقية لأحد فطريات *تيوبر* أو الترافل السوداء وهي من الفطريات الصالحة للأكل «*تيوبرميلانوسبورام Tuber melanosporum*» لاحظ وجود التجاعيد أو التثالات الجلدية السوداء المميزة للسطح الخارجي للدرنة.

(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

٢- *تيوبر ماجناتم* *T. magnatum* (الشكل رقم ١٢١) ينمو هذا النوع على الأخشاب المختلفة، ويتم جمعه في أوروبا عادة في الصيف، والخريف. ولون الجسم الثمري من الخارج إما رمادياً، أو طينيا، وتنتج الأجسام الثمرية لهذا الفطر رائحة طيبة. وإذا عمل قطاع عرضي في هذا الجسم الثمري فإنه يبدو من الداخل بنيا يميل إلى اللون الرمادي مع وجود بعض الجدر، أو العروق البيضاء بأحجام مختلفة (الشكل رقم ١٢٢).

الشكل رقم (١٢١). منظر سطحي لثمرة زقية ناضجة لفطر *تيوبر ماجناتم* *T. magnatum*.
(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

٣- *تيوبر ايستيفام* *T. aestivum* ، وهذا النوع شائع في الغابات النفضية وتنمو أجسامه الثمرية تحت سطح التربة ، ويوجد على عمق من ١ - ٦ بوصات أو قد تظهر في بعض الأحيان قليلا على السطح ويصل وزن الجسم الثمري لفطريات *تيوبر* بصورة

عامة إلى ٢٠٠ جرام، أو أكثر، والجسم الثمري في هذا النوع صلب بيضي غير منتظم الشكل، وذو قشرة خارجية صلبة داكنة اللون، وكثيرة التعرجات.

وعند دارسة مقطع في الجسم الثمري تيوبر (الشكلان رقما ١٢٢، ١٢٣) فإنه يبدو للوهلة الأولى أن هذا الفطر لا ينتمي إلى الفطريات القرصية، مالم ندرس الأنواع الأخرى المقاربة، وكذلك المراحل الأولى من تكوين تلك الأجسام الثمرية كما أشير إلى ذلك عند التحدث عن خصائص الرتبة التابع لها هذا الفطر. في الطبقة الداخلية للجسم الثمري يتضح وجود عدد من العروق العقيمة المتشعبة، والمتداخلة خلال النسيج الحشوي الكاذب حيث تنتشر فيه الأكياس الزقية بصورة منتظمة كما أن الطبقة الخصبية لا تتميز بوضوح، والأكياس الزقية في هذا الفطر شكلها كروي أو بيضي، وبداخل كل كيس زقي يوجد عدد محدود من الأبواغ يتراوح عددها بين الواحد والأربعة (الشكل رقم ١٢٣).

الشكل رقم (١٢٢). قطاع عمودي لثمرة زقية ناضجة في فطر تيوبر ماجناتم *T. magnatum*، لاحظ وجود التعرقات البيضاء داخل الطبقة الخصبية للثمرة.

(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

الشكل رقم (١٢٣). جزء من الطبقة الخصبية لثمرة زقية ناضجة في فطر تيوبر ميلانوسبورام *T. melanos-porum* مصبوغة لتوضيح الأكياس الزقية التي تحتوي بداخلها على الأبواغ الزقية.
(عن يوبيرتو توسكو، ١٩٧٣)

□ الفصيلة التيرفيزية Family Terfeziaceae

لا يزال الجدل قائما بين علماء الفطريات حول الوضع التصنيفي الصحيح لهذه الفصيلة، فبينما يرى بعضهم إضافتها إلى رتبة الإيلافوميسيتات Elaphomycetales التابعة لطويئفة الفطريات الزقية الكروية، وذلك استنادا إلى أن الثمار الزقية عند تمام نضجها تصبح مغلقة تماماً، وأن الأكياس الزقية تتكون داخل اللب الخصيب للثمرة الزقية بصورة مبعثرة، وأنها تنفصل عن بعضها بواسطة عروق من نسيج عقيم، وأن الطبقة الخصبية في الثمرة الزقية غير مميزة تماما عما يحيط بها من أنسجة " إلا Gaumann & Dodge (1828), Gwynne Vaughan & Barnes (1937), Bessey (1950)" أن غالبية علماء تصنيف الفطريات أمثال , Trappe (1971, 1979) , "Burdsall (1968)

Krof (1973) Cheng Zhang (1992), Alexopoulos *et. al.* (1996)" وغيرهم، يميلون إلى وضع هذه الفصيلة ضمن رتبة البزيزات Pezizales التابعة لطويئفة الفطريات الزقية القرصية ، وذلك للأسباب المشروحة آنفاً.

وتضم الفصيلة عدة أجناس اهمها جنس *تيرمانيا* *Tirmania* ومنه النوعان *تيرمانيا نيفيا* *T. nivea* ، و*تيرمانيا بينوي* *T. pinoyi* ويعرفان محليا بالزبيدي (الكمء الأبيض)، الشكل رقم (١٢٤أ). وتتميز الثمار الزقية في هذين النوعين بشكلها الكمثري، وقد يصل وزن الواحدة منها إلى ١٠٠٠ جرام ويتنوع لون الغلاف الخارجي بين درجات الأصفر الفاتح والأبيض المشوب بالاحمرار، وذو سطح أملس أو متجعد قليلا. وجنس *تيرفيزيا* *Terfezia* الذي يشتمل على خمسة عشر نوعا أهمها :*تيرفيزيا بوديري* *Terfezia boudieri* الذي يعرف بالكمأة السوداء أو الداكنة ، وثمرته الزقية شبه كروية وذات فصوص ، وقد يصل وزن الواحدة منها إلى ٣٠٠ جرام، ويختلف لون الغلاف الخارجي بين درجات البني الفاتح والبني الداكن، والنوع *تيرفيزيا أولبينسيس* *T. olbiensis* ، ولون ثمرته الزقية بيضاء، والنوع *تيرفيزيا ليونيس* *T. leonis* وهو موجود بكثرة في منطقة شرقي البحر المتوسط، والنوع *تيرفيزيا ترانسكاوكاسيكا* *T. transcaucasica* المنتشر بكثرة في البادية السورية (بغدادي ١٩٧٣)، والنوع *تيرفيزيا أفريكانا* *T. africana* المنتشر في الصحراء الكبرى بشمال أفريقيا. وجميع الأنواع آنفة الذكر تعتبر صالحة للأكل، وذات أهمية اقتصادية كبيرة، فهي لذيذة الطعم، وتحتوي على نسب جيدة من البروتينات والسكريات. وقد أظهرت الدراسات التي أجريت على الكمأة احتوائها على ٦,٤٪ دهون و ١٧,١٩٪ بروتين و ٥٩,٧٧٪ سكريات و ٣,٨٪ ألياف و ١٢,٨٨٪ ماء، كذلك تحتوي الكمأة على البوتاسيوم والصوديوم والفوسفور وفيتامين (ب١٢)، إلا أن نسب تلك العناصر تختلف من ثمرة إلى أخرى، ويرجع السبب في ذلك إلى عدة عوامل منها اختلاف أجناس وأنواع الكمأة وإلى اختلاف

المواقع وعمر الثمرة الزقية، ونوع التربة والظروف البيئية التي تؤثر على نموها. وقد عرف الكمأة كل من اليونانيون، والرومان وسكان شبه الجزيرة العربية، ومنطقة البحر الأبيض المتوسط، وشمال إفريقيا منذ القدم، وقد استعملها أطباء المسلمون الأوائل كابن سينا وغيره كدواء، وذكروا بأن الماء المستخلص من ثمارها الزقية يجلو العين، ويعتقد بأنه يحتوي على مادة تفيد في شفاء أمراض العيون، ووصفوا الكمأة بأنها نبات ليس له جذور ولا أوراق ولا ساق، توجد في الأرض من غير أن تزرع، وتظهر بفعل أمطار الخريف الرعدية.

ولا يمكن تمييز فطريات الكمأة إلا عندما تكون ثمارها الزقية ناضجة، وذلك لأنها تنمو طبيعيا تحت سطح التربة Subterranean على عمق يتراوح بين ١٠ إلى ٦٠ مم، ولكنها تتكشف في بعض الأحيان فوق السطح بفعل عوامل التعرية المختلفة. وقيل سميت الكمأة بهذا الأسم لاستتارها، يقال كمأ الشهادة إذا كتمها، والإسم الشائع للكمأة لدى العامة (الفقع Al-faga). وقد عرفت بهذا الاسم أيضا بسبب أنه في المراحل الأخيرة من نمو الكمأة يحدث تشقق وتفكك لسطح التربة نتيجة لنضج الثمرة الزقية، وضغطها على سطح التربة، مما يجعله متنفخاً وممزقاً ومفككاً، وبذلك يمكن بسهولة تمييز فطريات الكمأة ومعرفة مكانها بارتفاع وتشقق طبقة التربة المغطية لها. وتعيش الكمأة الصحراوية مترممة، إلا أن البعض يرى أن لها دوراً في تكوين الجذور الفطرية Mycorrhizae مع بعض النباتات الحولية، خصوصاً تلك المعروفة محليًا «بالإرقة أو الرقروق» .*Helianthemum* spp (الشكل رقم ١٢٤ب) في معيشة تكافلية (Awamah & Alsheikh 1978, 1980)، ومما يعزز ذلك وجود الكمأة في الطبيعة بالأماكن التي يوجد فيها هذا النبات. وقد سجل ايرجان Ergun عام ١٩٦٩م وجودها في صحراء الكويت في الترب الهشة الخفيفة التي من النوع الجبسي، أو الملحية الحصباء، أو الملحية

الجبسية الحصباء، وهي تظهر في مواسم معينة من العام، لفترة قصيرة غالباً ما توافق أوائل الربيع في الفترة ما بين فبراير وإبريل عند سقوط الأمطار الوسمية في شهري اكتوبر ونوفمبر، حيث درجة الحرارة ما زالت مرتفعة عن حرارة الشتاء، إذ أن الأمطار التي تسقط في تلك الفترة لها أهمية في ظهور الكمأة، ويعرف هذا الفصل محليًا بالوسمي وهو مطر الربيع الأول لأنه يسم الأرض بالنبات، نسبة إلى الوسم، وتكثر الكمأة ويزداد إنتاجها في السنوات التي تسقط فيها الأمطار في شهري اكتوبر ونوفمبر حيث يصل حجم كمية الأمطار عادة إلى ١٧٥ مم. وتظهر الكمأة عادة بعد مضي سبعين يوماً من المطرة الأولى، وكلما كان المطر غزيراً كانت الكمأة أكثر وجوداً، ومهما زادت كمية الأمطار في شهور الشتاء الأخرى لا تؤدي إلى ظهور الكمأة. وعلى أية حال فإن فترة ظهور الكمأة وكمية محصولها تتفاوت من عام إلى عام تبعاً لاختلاف الطقس وعوامل البيئة الأخرى، مثل كمية وزمن سقوط الأمطار، ظهور النبات الحولي المرافق «الرقروق» وكثافته، وتوزيعه، ونوع التربة (Awamah & Alsheikh 1980). وقد أطلق العرب الأوائل على الكمأة اسم «نبات الرعد» لأنه غالباً ما تكون الأمطار في الوسمي مصحوبة بالبرق والرعد. ويعتبر الكمء (جمع كمأة) من أغلى وأشهى الأطعمة في العالم فهو يجتذب انتباه جمهور عريض من الناس من مختلف الأذواق والاهتمامات. وفي الوقت الذي تظهر فيه الكمأة في الأسواق يقبل الناس على شرائها وترتفع قيمتها الشرائية كثيراً إذا ما قورنت بغيرها من المواد الغذائية الأخرى كالفواكه واللحوم مثلاً. وتختلف ثمارها الزقية في الحجم، وقد يصل بعضها إلى حجم درنات البطاطس أو يزيد، وتكون مغلقة تماماً عند نضجها، ويتصل الجانب الأسفل من الثمرة الزقية بالتربة عن طريق المركز، أو ما يسمى بالسرة Navel (nombril). وقد يمتد طولها في بعض الأحيان إلى عمق يصل إلى ١٥ سم،

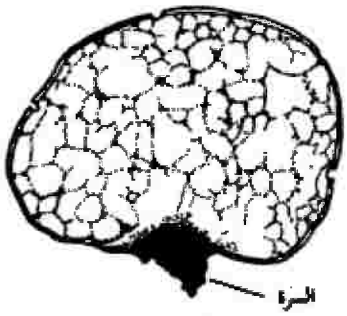
الشكل رقم (١٢٤أ). الشكل العام للثمار الزقية الناضجة لنوع من فطريات الكمأة (الزبيدي) المنتشرة بكثرة في صحراء الجزيرة العربية.

الشكل رقم (١٢٤ب). نبات الرقروق *Helianthemum sp* النبات الحولي المرافق لفطر الكمأة.

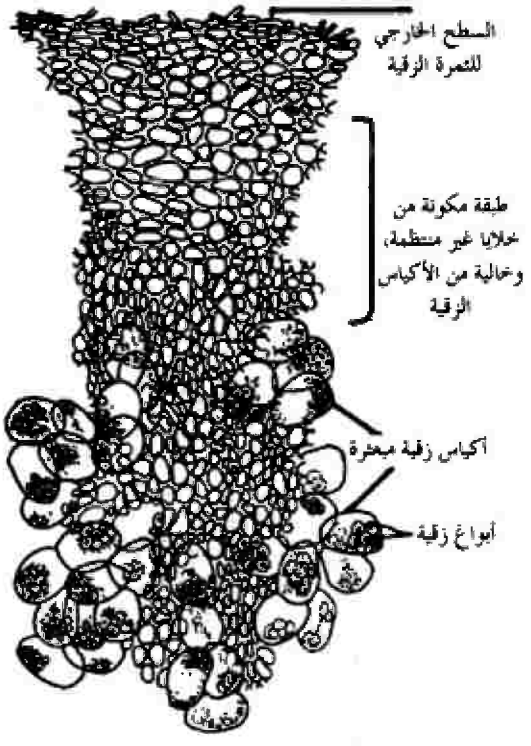
ويكون اتصال الثمرة الزقية بالتربة وثيقاً في أطوار تكوينها الأولى، ثم مايلبث ذلك الاتصال أن يصبح ضعيفاً عند اكتمال نضج الثمرة. وتتشكل السرة غالباً من خليط من حبيبات الحصى الصغيرة مع بعض الشعيرات الجذرية للنباتات الحولية المرافقة (Awamah & Alsheikh 1978).

السطح الخارجي للثمرة الزقية أملس (الشكلان رقما١٢٥ ، ١٢٦)، وغير مغطى ببروزات أو ثآليل كالتي سبق ذكرها في فطريات تيوبر، وجدار الثمرة مكون من خلايا غير منتظمة في منطقة خالية من الأكياس الزقية على حافة جسم الثمرة (الشكل رقم ١٢٦). والأكياس الزقية غالباً ذات شكل كروي أو بيضي متسع، وتتراوح أحجامها بين ٣٥-٤٨×٨٠-٩٠ ميكروميتر ويحتوي كل كيس زقي من ٤ إلى ٨ أبواغ زقية، كروية أو بيضية متسعة ويصل حجم البوغ الزقي بين ١٨-٢٠ × ١٢- ١٥ ميكروميتر، وهي غالباً ذات جدار سميك، وغير مجتمعة في كتل دقيقية أو مسحوقية عند نضجها كما هو الحال في بعض الفطريات تحت الأرضية الأخرى مثل فطر *ايلافوميسس Elaphomyces* التابعة لرتبة الايلافوميسيتات.

ولم تنجح حتى الآن المحاولات العديدة التي يجريها العلماء على إمكانية زراعة وتنمية فطريات الكمأة الصحراوية للحصول على ثمارها الزقية على المنابت الصناعية في المختبر. ولكن النتائج الأولية التي حصل عليها عدد منهم في كل من الكويت والعراق وسوريا ومصر والسعودية والمغرب وغيرها من الدول التي تكثر بها تلك الفطريات ذات أهمية بالغة وتبشر بالخير، فلقد تم مؤخرا استنبات الأبواغ الزقية لفطريات الكمأة في المختبر، ومن ثم الحصول على مستعمرات الغزل الفطري على المنابت الغذائية، ولكن لم يصل إلى مرحلة الإثمار. وقد وجد بواسطة الأبحاث التي أجراها عوامة والشيخ (Awamah & Alsheikh 1980) أن الأبواغ الزقية المأخوذة من ثمار



الشكل رقم (١٢٥). قطاع في الثمرة الزقية لفطر *تيرفيزيا أولبينسس* *Terfezia olbiensis* لاحظ اتصال الجزء الأسفل من الثمرة بالتربة عن طريق السرة.



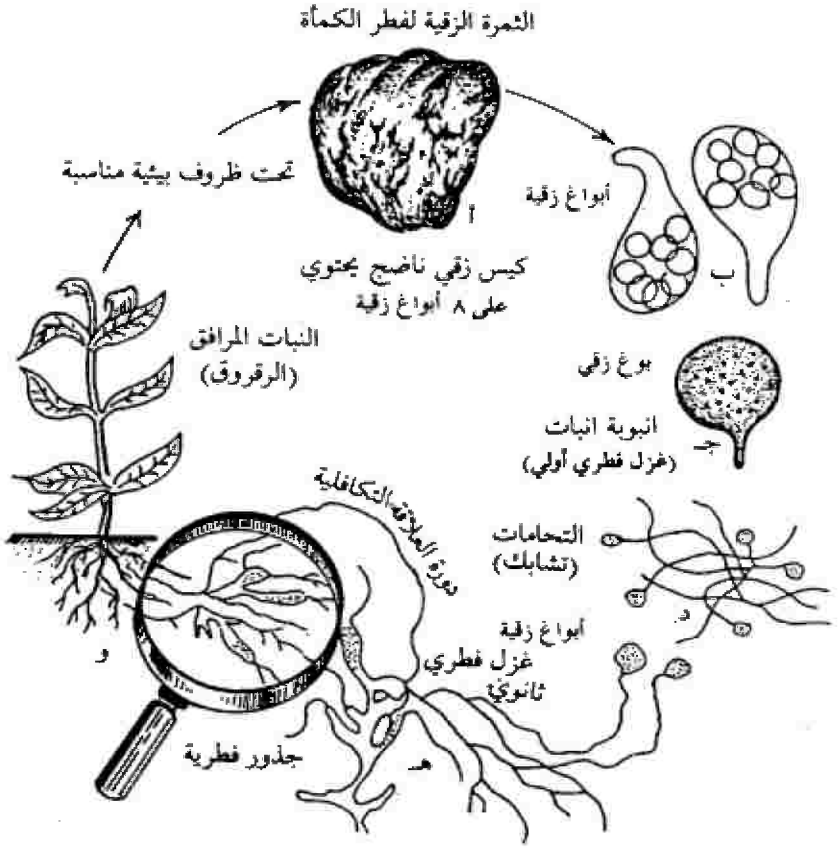
الشكل رقم (١٢٦). قطاع في الثمرة الزقية مار بالطبقة الخصبة في أحد فطريات الكمأة «*تيرفيزيا أولبينسس* *T. olbiensis*» يوضح الأكياس الزقية المبعثرة بدون نظام معين داخل الطبقة الخصبة.

زقية جافة لفطر الكمأة السوداء تتطلب مدة أقل لإنباتها على بيئة الآجار الصلبة (من ٧ إلى ٢٥ يوماً) من المدة المطلوبة لانبات الأبواغ المأخوذة من ثمار زقية طازجة (من ١٨ إلى ٤٣ يوماً)، وقد وجد أيضا أن الأبواغ الزقية تستطيع الإنبات على بيئة الآجار بصورة طبيعية دون أي معالجة ميكانيكية أو إضافة أي محفزات للنمو من مواد كيميائية، أو إنزيمات، أو أي معاملات حرارية خاصة كما يحدث عادة مع بعض فطريات تيوبر.

وتعتبر دورة حياة فطريات الكمأة الصحراوية بسيطة نسبيًّا (الشكل رقم ١٢٧) وهي تشبه نظيرتها الكمأة الأوروبية التي يمثلها جنس تيوبر، وتبدأ هذه الدورة بأن تنبت الأبواغ الزقية غالباً وهي مازالت داخل أكياسها الزقية، ولكن في بعض الأحيان تنبت بعد تحررها من الأكياس الزقية، وهي بهذا تختلف عن فطر *تيوبرميلانوسبورام* (الشكل رقم١٢٠) الذي لم يلاحظ فيه نمو الأبواغ الزقية وهي مازالت داخل أكياسها الزقية إلا مرة واحدة فقط (Awamah & Alshiekh 1980). وعند إنبات الأبواغ الزقية فإنه يظهر منها أنبوبة إنبات واحدة وأحياناً اثنتان (الشكل رقم١٢٧جـ، د)، وتظهر أنابيب الإنبات في أي مكان من البوغ الزقي . وتحتفظ الأبواغ بشكلها الطبيعي أثناء إنباتها. وينشأ من الأبواغ الزقية النابتة شبكة من الغزل الفطري الأولي في التربة (الشكل رقم١٢٧ هـ)، ويعرف هذا الغزل الفطري المتشابك بالكتلة الأولية، وتحدث داخل هذه الكتلة المتشابكة التحامات بين الأنواع المتزاوجة المختلفة من الغزل الفطري، ثم تتكون بعد ذلك كتل من الغزل الفطري الثانوي (الشكل رقم ١٢٧ و)، الذي يعتقد بأنه يشكل علاقة تكافلية مع جذور نبات الرقروق (الهيلياثيموم) حديث السن حديث يرسل الفطر محصات في جذور نبات الرقووق يمتص من خلالها المواد الغذائية، وقد أشارت بعض الدراسات إلى أن وجود نبات الرقروق في البيئة نفسها يساعد على نمو

هذه الفطريات وإمدادها بالمصدر الكربوني الضروري لنموها، وتستمر عملية التكافل هذه حتى مرحلة إثمار الفطر واكتمال نموه (الشكل رقم ١٢٧ أ). ويتم تكوين ثمار الكمأة وسط الخيوط الفطرية المتشابكة (الهيفات) للفطر، وذلك عند حلول فصل الشتاء وبداية فصل الربيع، حيث تكبر تلك الثمار في الحجم تدريجيًا وتختفي الهيفات الفطرية من حولها، وقد تتبقى بعض الهيفات ملتصقة بالثمرة. وعند نضج الثمار الزقية فإنها تزداد في الحجم فترفع طبقة التربة فوقها لأعلى، ويكون ذلك علامة على وجودها. ويطلق على المكان الذي يظهر فيه ارتفاع الطبقة السطحية من التربة نتيجة لنمو ونضج ثمار الكمأة اسم (مرقد الكمأة). وتتميز الكمأة الناضجة برائحتها الجذابة القوية التي تجذب إليها بعض حيوانات الصحراء مثل القوارض كالفئران حيث تعمل على نبش التربة للحصول على وجبة شهية من الكمأة، وتعبر الأبواغ الزقية الناضجة للفطر دون أن تتلف خلال القناة الهضمية لتلك الحيوانات، ثم تخرج من البراز وهي لا تزال محتفظة بحيويتها، ثم تنتقل بعد ذلك عن طريق مخلفات هذه الحيوانات إلى أماكن أخرى، حيث تنبت فيما بعد عند توفر الظروف البيئية المناسبة لتبدأ دورة الحياة من جديد، وبذلك تعمل هذه الحيوانات على نقل أبواغ الكمأة من مكان إلى آخر مما يساعد على انتشارها وتكاثرها (الشكل رقم ١٢٧). الجدير ذكره أن للظروف البيئية المحيطة تأثيراً واضحاً في الشكل الظاهري لثمار الكمأة، فتكوين الثمار داخل التربة يعمل على تكوين غلاف خارجي سميك يحمي المحتويات الداخلية من ضغط التربة ومن الميكروبات والحشرات الموجودة حولها.

ونظراً لأن فطريات الكمأة كما ذكرنا آنفاً تعتمد في تكوينها للثمار الزقية (الأجسام الثمرية) على ما تشكله من علاقة تكافلية مع أنواع من نبات الرقروق (علماً بأن هذه العلاقة لم تثبت بصورة قاطعة حتى الآن، إذ ربما تكون تلك العلاقة مجرد



الشكل رقم (١٢٧). مخطط يوضح دورة حياة فطر الكمأة الصحراوية *Terfezia* sp (ينبت الغزل الفطري الأولي من البوغ الزقي، ويلي ذلك عملية الالتحامات والتزاوج ونمو الغزل الفطري الثانوي قبل الاتصال بجذور النبات المرافق، وتكوين الجذور الفطرية، ثم تتكون الثمار الزقية للفطر).

تشابه في المتطلبات الغذائية والبيئية لكل منهما)، فإن إمكانية الحصول على تلك الأجسام الثمرية عن طريق الزراعة المخبرية لا تتحقق بسهولة. ولا تزال الدراسات والمحاولات البحثية المتعلقة بإمكانية زراعة هذه الفطريات تحت ظروف المختبر مستمرة من قبل العلماء، وبحاجة إلى جمع الكثير من البيانات الخاصة بالعوامل البيئية الفعلية

المرتبطة بالنمو والإثمار (درجة حرارة - أمطار - نوع التربة)، وأن هناك حاجة إلى المزيد من البيانات قبل التمكن من تخطيط نماذج محاكاة المرحلة النهائية أي مرحلة الإثمار والتحكم بها من أجل الحصول على أجسام ثمرية ذات نكهة مستحبة وطعم لذيذ، علماً بأن هذا النوع من الدراسة شاق ويحتاج إلى تضافر الجهود والتعاون المشترك والجاد بين الباحثين والجهات البحثية في مختلف أجزاء الوطن العربي المهتمة بدراسة واستزراع فطر الكمأة، من أجل مواصلة الأبحاث العلمية وضمان سيرها في الاتجاه الصحيح، والتغلب على كافة المشكلات والعقبات التي تعترض الباحثين.

وفيما يلي ملخصاً لبعض الاجتهادات والمحاولات البحثية المقترحة من بعض العلماء والتي قد تساعد بإذن الله عند تطبيقها بدقة على الحصول على الأجسام الثمرية للكمأة عن طريق زراعتها تحت ظروف بيئية مناسبة، ومن هذه الاقتراحات مايلي:

١- الحصول على الخيوط الفطرية للكمأة تحت ظروف المختبر، وذلك بعزلها وتنميتها على بيئات غذائية مناسبة.

٢- زراعة بادرات أنواع نبات الرقروق في البيوت الزراعية المحمية، ومن ثم شتلها في مشاتل خاصة ذات تربة خصبة جيدة الصرف، إذ أن أول خطوة من مراحل زراعة الكمأة هي زراعة العائل النباتي نفسه.

٣- تلقيح جذور بادرات الرقروق بخيوط الكمأة التي تم اكثارها.

٤- نقل بادرات نبات الرقروق بعد الوصول إلى مرحلة جذر الفطر التكافلية إلى المواقع الخارجية التي تم إعدادها تحت ظروف بيئية مناسبة حيث يتم تزويدها بالماء اللازم لنمو بادرات الرقروق وبعد هذه المرحلة يمكن الحصول على المرقد المناسب الذي ستنمو فيه الكمأة. (لمزيد من التفاصيل عن موضوع الكمأة يرجى الإطلاع على

كتاب «كمأة الصحاري والغابات» للمؤلف نفسه، (٢٠٠١م) مطبوعات عمادة شؤون المكتبات بجامعة الملك سعود).

طويئفة الفطريات الزقية المسكنية Subclass Loculoascomycetidae

لقد أطلق عليها هذا الاسم العالم لوتريل (Luttrell 1955)، ويشير الاسم إلى الحشيات الثمرية المسكنية (ذات التجاويف الصغيرة Loculus) التي تنتج فيها هذه الفطريات أكياسها الزقية.

وتمتاز الطويئفة بصفتين أساسيتين لابد من اجتماعهما معا في هذه الطويئفة وهما:

١- أن تكون الأكياس الزقية ثنائية الأغلفة (خارجي صلب يسمى الكيس الزقي الخارجي Exoascus وداخلي ممدود يسمى الكيس الزقي الداخلي Endoascus الشكل رقم ١٢٨).

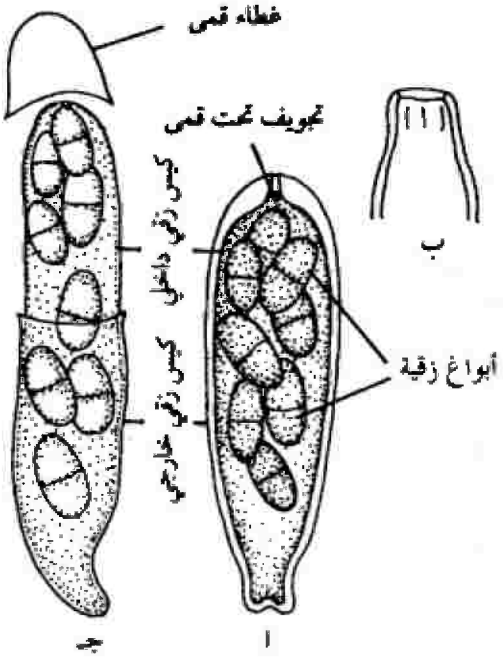
٢- أن تكون الثمرة الزقية عبارة عن حشية ثمرية زقية تتولد فيها الأكياس الزقية داخل مساكن (تجاويف).

وقد تكون الحشية الثمرية في الفطريات الزقية المسكنية متعددة المساكن Multilocular أي يتكون بها عدد من التجاويف التي تنفصل عن بعضها بالخيوط العقيمة المتحدة في أطرافها، أو تكون أحادية المسكن Unilocular، وإذا كانت أحادية المسكن فإنه يصعب التفريق بينها وبين الثمرة الزقية القارورية إلا بعد دراسة مراحل تكوينها، ولذلك يطلق على الحشية الثمرية أحادية المسكن بالثمرة الزقية القارورية الكاذبة.

ومعظم أفراد الطويئفة تُكَوِّنُ أبواغ زقية مقسمة، إلا أن القليل من أجناسها تَكُونُ فيها الأبواغ الزقية غير مقسمة. وقد قسم لوتريل (Luttrell 1973) الفطريات الزقية

المسكنية إلى خمس رتب يمكن التفريق فيما بينها على أساس شكل وطبيعة لب الثمرة الزقية والأكياس الزقية التي تتولد داخلها وهذه الرتب هي :

١ – رتبة البليوسبورات	Order Pleosporales
٢ – رتبة الميريانجيات	Order Myriangiales
٣ – رتبة الهيميسفيريات	Order Hemisphaeriales
٤ – رتبة الهيستيريات	Order Hysteriales
٥ – رتبة الدوثيديات	Oredr Dothideales



الشكل رقم (١٢٨). كيس زقي ثنائي الأغلفة يوضح:

أ – تجويف تحت قمي ب – جهاز الانفتاح القمي

جـ – كيس زقي منفتح

رتبة البليوسبورات Order Pleosporales

تتميز هذه الرتبة بأن لب الثمرة الزقية في أفرادها من النوع «البليوسبوري» وفيه تنمو الأكياس الزقية الأسطوانية الشكل بين خيوط عقيمة رأسية هي الشعيرات العقيمة الكاذبة، ويحتوي الكيس الزقي الواحد على عدد كبير من الأبواغ الزقية المقسمة، وتعتبر هذه الخاصية من أهم الخصائص المميزة لأفراد هذه الرتبة، التي تنمو على الأخشاب المتساقطة أو على سيقان وأوراق النباتات الحية. وبعض الأجناس التابعة لها تنتج كونيداتها على الأوراق الحية، مسببة لها أمراضا تعرف بأمراض التبقع أو اللفحات، وتكون على الأوراق والسيقان الميتة ثمارا زقية دورقية كاذبة Pseudoperithecium.

وتعتبر هذه الرتبة من أكبر رتب تلك الطويئفة وأكثرها تمييزا، وهي تنقسم إلى ثمان فصائل سوف نكتفي بدراسة فصيلة واحدة منها هي الفصيلة الفنتورية.

☐ الفصيلة الفنتورية Family Venturiaceae

تتميز أفرادها بتكوين غزل فطري ينمو داخليا بين الأدمة والبشرة في العائل الذي يتطفل عليه، ويكون حشية ثمرية، تعطي بدورها حوامل كونيدية بسيطة مقسمة، قصيرة وقائمة، ويحمل كل منها في نهايته كونيدة قمية مفردة. ويميز أفراد هذه الفصيلة أيضا وجود ثمار زقية دورقية كاذبة Pseudoperithecia منفصلة عن بعضها، في كل منها عدد من الأكياس الزقية التي تجتمع مع بعضها في حزمة أو في طبقة. ويتكون البوغ الزقي من خليتين غير متساويتين، الخلية العلوية منهما أكبر وأعرض من الخلية السفلية. تعيش أفرادها رمية أو متطفلة على أغصان وأوراق النباتات. وتضم عددا من الأجناس الهامة منها جنس *فينتوريا Venturia*، وجيبيرا *Gibbera* وستيجماتيا *Stigmatea* وباروديللا *Parodiella*.

الوضع التصنيفي لجنس *فينتوريا* **Systematic position of Genus *Venturia***

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Loculoascomycetidae	طويئفة: الفطريات الزقية المسكية
Order: Pleosporales	رتبة: البليوسورات
Family: Venturiaceae	الفصيلة: الفنتورية
Genus: *Venturia*	جنس: فينتوريا

يعتبر هذا الجنس من أكبر وأهم الأجناس التابعة للفصيلة الفنتورية حيث يضم عددا من الأنواع المسببة للأمراض النباتية مثل *فينتوريا اينيكوواليس* *Venturia inaequalis* الذي يتطفل على أنسجة أوراق وثمار التفاح وتسبب لها مرضا يسمى مرض جرب التفاح Apple Scab، وفطر *فينتوريا بيرينا* *V. pyrina* الذي يتطفل على نبات الكمثرى، وهما يسببان للنبات المصاب خسارة كبيرة في المحصول، ويعتبر مرض جرب التفاح المتسبب عن الفطر *فينتوريا اينيكوواليس* من أخطر الأمراض التي تصيب التفاح في جميع أنحاء العالم التي تزرع فيها أشجار التفاح حيث إنه يؤثر على كمية المحصول وجودته ويعمل على إضعاف العائل نتيجة لما يسقط عنه من أوراق، كما يسبب تشوه الثمار بحيث لا تلاقي قبولا لدى المستهلك.

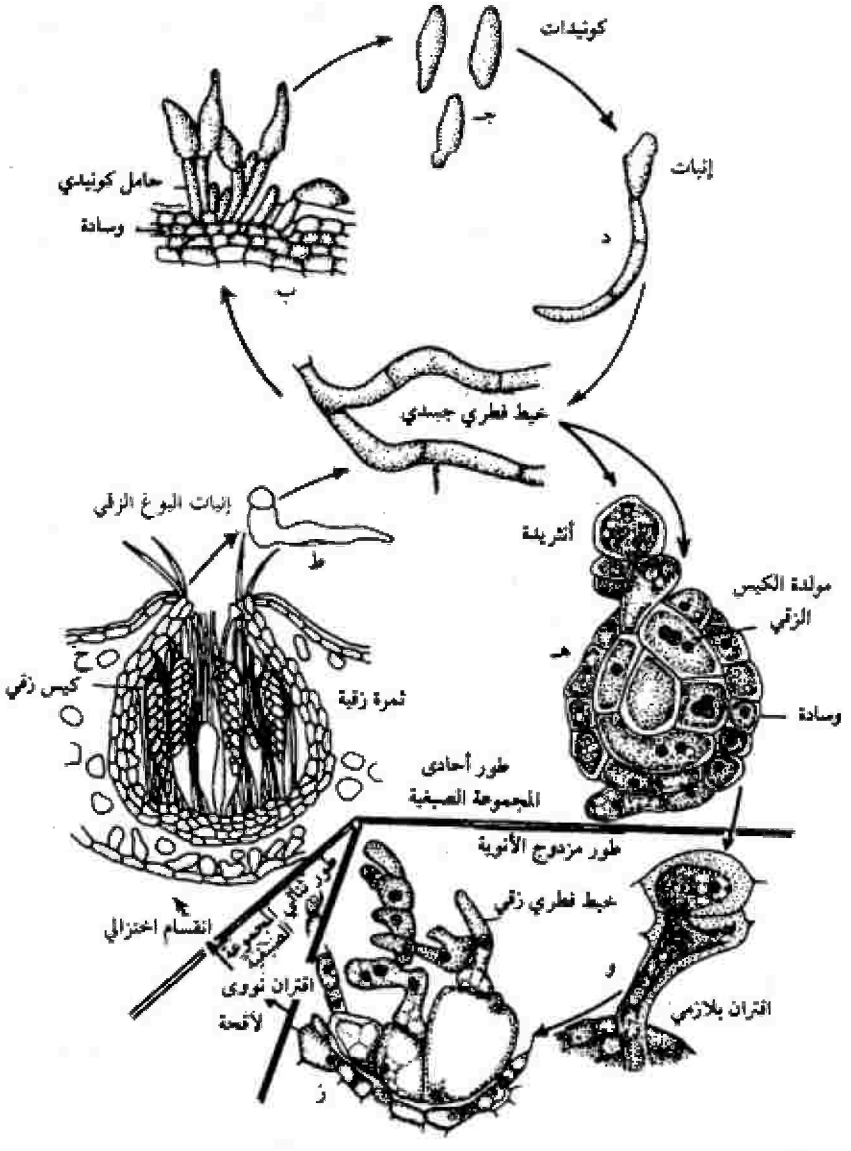
دورة الحياة

يقضي الفطر فصل الشتاء على شكل حشية ثمرية مطمورة في أنسجة أوراق التفاح المتساقطة على الأرض. وفي أوائل الربيع عندما تبدأ براعم نبات التفاح في الظهور والتفتح، تبدأ الثمار الزقية المطمورة داخل أنسجة أوراق التفاح الميتة في تحرير أبواغها الزقية بقوة (الشكل رقم ١٢٩ ح)، ثم تنطلق بواسطة الرياح التي ترفعها إلى مستوى الأوراق الصغيرة فتصيبها. الأبواغ الزقية صفراء اللون ثنائية الخلايا وتكون

الخلية العليا أعرض وأقصر في الطول من السفلى (الشكل رقم ١٢٩ ط)، ويعزى اسم الفطر إلى هذه الصفة. تأخذ الأبواغ الزقية في الإنبات على أسطح الأوراق الصغيرة حيث تكون أنبوبة إنبات، وينشأ من الجانب الملاصق لأدمة العائل عضو لاصق يتكون منه نتوء هيفي صغير يخترق الأدمة بصورة ميكانيكية ويتفرع مكونا كتلة من الهيفات المتراصة التي هي عبارة عن حشية ثمرية رقيقة تحت الأدمة (الشكل رقم ١٢٩ ا). وبعد حوالي عشرة أيام من الإصابة تنشأ من الحشية الثمرية حوامل كونيدية قصيرة قائمة وينتهي كل منها بكونيدة مفردة غير مقسمة أو مقسمة بحاجز عرضي واحد أو حاجزين، وتأخذ شكل الشعلة (الشكل رقم ١٢٩ ب)، ولها قاعدة مبتورة نوعا، ولونها بني. تسقط الكونيدات البالغة (الشكل رقم ١٢٩ جـ)، وتترك علامة عند قمة الحامل الكونيدي، ثم يستطيل طرف الحامل الكونيدي وتتكون كونيدة ثانية، وهكذا تستمر عملية إنتاج الكونيدات حسب طبيعة الفطر والظروف البيئية. تنشق أدمة النبات العائل نتيجة الضغط الداخلي للحوامل الكونيدية والكونيدات وتظهر حصيرة كونيدية «أسيرفيولة» تكون فيها الحوامل الكونيدية، والكونيدات مرتبة بشكل يشبه الشموع (الشكل رقم ١٢٩ب). تنتشر الكونيدات بواسطة الرياح فتعمل على إحداث إصابات متكررة خلال الموسم على الأوراق والثمار الحديثة في مختلف مراحل تكوينها حيث تعطي الفطر عدة أجيال من الكونيدات. ويطلق على الطور الكونيدي أو الناقص لهذا الفطر اسم *سبايلوسيا بوماي Spilocaea pomi*.

عندما تصبح الظروف البيئية غير ملائمة لتكوين أجيال جديدة من الأبواغ الكونيدية يبدأ الفطر بإكمال دورة حياته الجنسية داخل أنسجة الأوراق الميتة التي تتساقط من الأشجار المصابة وتعرف هذه المرحلة من حياة الفطر بالطور الكامل. وفيه يكون الفطر ثماره الزقية التي توجد بداخلها الأكياس الزقية والأبواغ الزقية، ويعرف

الطور الكامل للفطر باسم *فينتوريا اينيكوواليس*. وتبدأ هذه المرحلة بأن يتغلغل الغزل الفطري داخل أنسجة الأوراق الميتة ويبدأ في إنتاج ثماره الزقية (الشكل رقم١٢٩هـ)، حيث تظهر المولدات الزقية ذات الخلايا العديدة الأنوية التي تنشأ من الحشية الثمرية على هيئة عقدة صغيرة من الخلايا، وفي نفس الوقت تتكون الأنثريدة من خيط فطري للسلالة المقابلة، ثم يتم الاتصال بين الأنثريدة والشعيرة الأنثوية. ونظرا لأن الفطر متباين الثالوس فإنه لا يحدث التزاوج إلا إذا كانت مولدة الكيس الزقي والأنثريدة من أفراد مختلفة السلالة. وفي مرحلة متقدمة تتفرع الأنثريدة من جميع الجوانب ويتم التلقيح بينهما حيث تذوب الجدر الخلوية في منطقة التلامس وتنتقل أنوية الأنثريدة إلى الشعيرة الأنثوية ومنها إلى مولدة الكيس الزقي حيث تزدوج مع أنويتها، دون أن تندمج معها (الشكل رقم ١٢٩ ز)، وفي كل زوج نواة موجبة وأخرى سالبة. ثم تنتقل أزواج الأنوية إلى الخيوط الزقية Ascogenous hyphae التي تأخذ في النمو من الجزء الأسفل لمولدة الكيس الزقي، ثم تتكون الأكياس الزقية على قمم الخيوط المنحنية على هيئة كلابات نموذجية، وتتكون الأكياس الزقية في ثمار زقية قارورية كاذبة مغمورة في النسيج الحشوي (الشكل رقم ١٢٩ ح)، وهي ذات أعناق قصيرة تبرز قليلا عن سطح الورقة، وعند نضجها يتكون في أعلاها فوهة. ويتكون على الواحدة عدد كبير من الثمار الزقية الكاذبة التي يتراوح قطر الواحدة منها ما بين ٩٠-١٧٠ ميكروميتر، وهي تظهر على هيئة نقاط متجمعة بحجم رأس الدبوس، سوداء اللون. وتضم كل ثمرة زقية ناضجة عدداً من الأكياس الزقية الطويلة الأسطوانية الشكل، ويحتوي كل كيس زقي على ثمانية أبواغ زقية زيتونية فاتحة، ويتكون البوغ الزقي عادة من خليتين غير متساويتين، ويفصل بين الأكياس الزقية خيوط عقيمة.



الشكل رقم (١٢٩). دورة حياة فطر فينتوريا اينيكوالس *Venturia inaequalis*.

(عن الكسوبولوس وآخرين، ١٩٩٦)

ويقضي الفطر موسم الشتاء في الأوراق المتساقطة وهي على هيئة ثمرة زقية غير ناضجة تأخذ في النمو ببطء خلال شهور الشتاء. وفي بداية الربيع يتم نضج الأبواغ الزقية التي تنطلق بقوة خلال الفتحة التي تظهر في الثمرة الزقية فوق الأكياس الزقية. وتقوم الرياح والأمطار بنقل تلك الأبواغ، وعندما تسقط على أجزاء حديثة من العائل كالأوراق والأزهار والثمار الحديثة فإنها تنبت مباشرة وتسبب الإصابات الأولية بالمرض. ويساعد على انتشار الإصابة الرطوبة النسبة المرتفعة في الجو ودرجات الحرارة المنخفضة . ويوضح الشكل رقم (١٢٩) دورة حياة فطر *فينتوريا اينيكوواليس* حيث يلاحظ فيه كل من عمليتي التكاثر اللاجنسي والجنسي.