الباب الأول

أساسيات دراسة علم الفطريات

- علم الفطريات : تعريفه وتاريخه

obeikandl.com

obeikandl.com

علم الفطريات : تعريفه وتاريخه

مقدمة

علم الفطريات Mycology هو العلم الذي يختص بدارسة تركيب وتصنيف وطرق تكاثر الأنواع المختلفة من الفطريات والأهمية الاقتصادية لها. لذا جاءت التسمية العلمية لهذا الاختصاص من الكلمات اليونانية القديمة التالية: (ميكوس Mykes تعني فطر عيش الغراب، ولوجوس Logos بمعنى علم أو دراسة). أما دراسة ما سبق أن توصل إليه العلماء من معرفة في مجال الأمراض النباتية التي تصيب النباتات وخاصة المحاصيل الزراعية ومسببات تلك الأمراض (فطرية، بكتيرية، فيروسية ... إلخ) وطرق مقاومتها أو الحد من انتشارها فيسمى علم أمراض النبات Phytopathology.

وقد أخذ علم الفطريات في التقدم منذ بداية القرن الحالي وذلك بفضل التوسع في طرق البحث العلمي حيث تشعبت الدراسات في هذا العلم واتسعت آفاقها اتساعا كبيرا حتى صار من المتعذر أن يلم عالم واحد بجميع شعبها، ومن هنا بدأ التخصص فَقُسِّم علم الفطريات إلى عدد من الفروع الرئيسية، التي يكاد أن يصبح كل فرع منها علماً مستقلاً بذاته، شأنه في ذلك شأن بقية العلوم الأخرى، وأهم هذه الفروع: بيئة

obeikandl.com

الفطريات Fungal ecology ، فسيولوجيا الفطريات Fungal physiology ، وراثة الفطريات Fungal genetics ، علم الفطريات الصناعية Industrial mycology ، وعلم الفطريات الطبية Medical mycology، إلى غير ذلك من فروع هذا العلم التي تستجد كل يوم.

وتقع الفطـــريات ضمن مجموعة الكائنات حقيقية الـنواة Eukaryota، ولذا فهي تتبع مملكـة خاصة بهـــا يطلق عليها مملكـــة الفطـــريات (Fungi) Myceteae (Whittaker 1969)، وثالوسها الفطري Filamentous Soma (Thallus) لا يحتوي على جذور وسيقان كما هو معروف في النباتات الراقية. وهذه الكائنات تتباين في حجمها وقوامها وطبيعة معيشتها وطرق تكاثرها، وهي تشبه الطحالب من حيث تركيبها الجسدي، فهي إما أن تكون وحيدة الخلية، أو خيطية، أو تتشابك خيوطها لتكوين تراكيب خلوية، ولكنها تختلف عن الطحالب اختلافا جوهريا من حيث خلو غزلها الفطري من مادة الكلورفيل (اليخضور) والبلاستيدات الخضراء، ولذلك فهي من الكائنات غير ذاتية التغذية Heterotrophs أي أنها لا تستطيع أن تعيش كالطحالب معتمدة على نفسها لاستيفاء احتياجاتها الغذائية، بل لا بد لها من أن تستوفي تلك الاحتياجات من مصادر حية، وتعرف بالفطريات المتطفلة Parasitic fungi، أو من مصادر عضوية ميتة، وتعرف بالفطريات المترممة Saprophytic fungi، وهي التي تحصل على غذائها بطريقة الامتصاص وتستخدم المواد الكربوهيدراتية لتأمين احتياجاتها من الطاقة، كما تستخدم بعض الأنواع الفطرية الأخرى، الدهون والبروتينات والكحولات والأحماض الدهنية لهذا الغرض.

وتتكون الفطريات إما من أجسام وحيدة الخلية (مثل فطريات الخميرة Yeasts)، أو من خيوط دقيقة مجهرية الحجم تعرف بالخيوط الفطرية Hyphae، قد تكون مقسمة

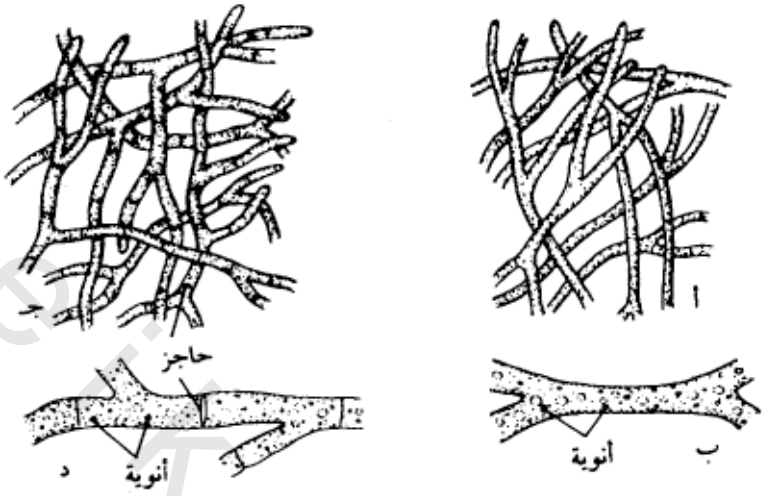
إلى خلايا، أو غـير مقسمة، وهذه الخيوط أو الهيفات تنمو وتتفرع وتتشابك معا لتكون الميسيليوم Mycelium الذي يطلق عليه الغزل الفطري وهو الذي يكون جسم الفطر.

والفطريات مهما بلغ حجمها، لا يتكون جسمها إلا من هذه الهيفات فقط، فلا يتميز في تركيبها أي أنسجة كما هو معروف في النباتات أو الحيوانات الراقية. ويتراوح طول الغزل الفطري ما بين عدد قليل من الميكروميترات إلى عدة أمتار في الطول. أما قطر الهيفا فهي تتراوح ما بين ٥ إلى ١٠٠ ميكروميتر (الميكروميتر هو وحدة قياس يساوي $\frac{١}{١٠٠٠}$ من المليمتر الواحد).

وفي العادة فإن الهيفات الفطرية تكون عديمة اللون، ولكنها في بعض الفطريات تتخذ عدة ألوان مختلفة، وهذا راجع إلى طبيعة المواد الغذائية المختزنة، أو إلى وجود بعض الأصباغ المختلفة.

تتكون كل هيفا فطرية من جدار خارجي رقيق وتجويف داخلي ممتلئ بمادة البروتوبلازم، وفي بعض الفطريات الحقيقية يكون بروتوبلازم الهيفا الفطرية مستمراً، وفي البعض الآخر تنقسم الهيفا إلى عدد من الخلايا الفطرية تفصلها حواجز عرضية تسمى Septa (المفرد Septum)، هذه الخلايا إما أن تكون وحيدة النواة أو ثنائية أو عديدة الأنوية. والحواجز الموجودة بين الخلايا لها فتحة صغيرة مركزية تسمح باتصال البروتوبلازم بين خلية وأخرى (الشكل رقم ١جـ، د). وفي الفطريات الحقيقية التي لا يوجد في هيفاتها حواجز عرضية، يطلق عليها هيفات غير مقسمة أو عديمة الحواجز، (مدمج خلوي Coenocytic=Nonseptate) في داخلها عدد كبير من الأنوية كما هو الحال في الفطريات البيضية Oomycetes (الشكل رقم ١أ ، ب)

openkandil.com

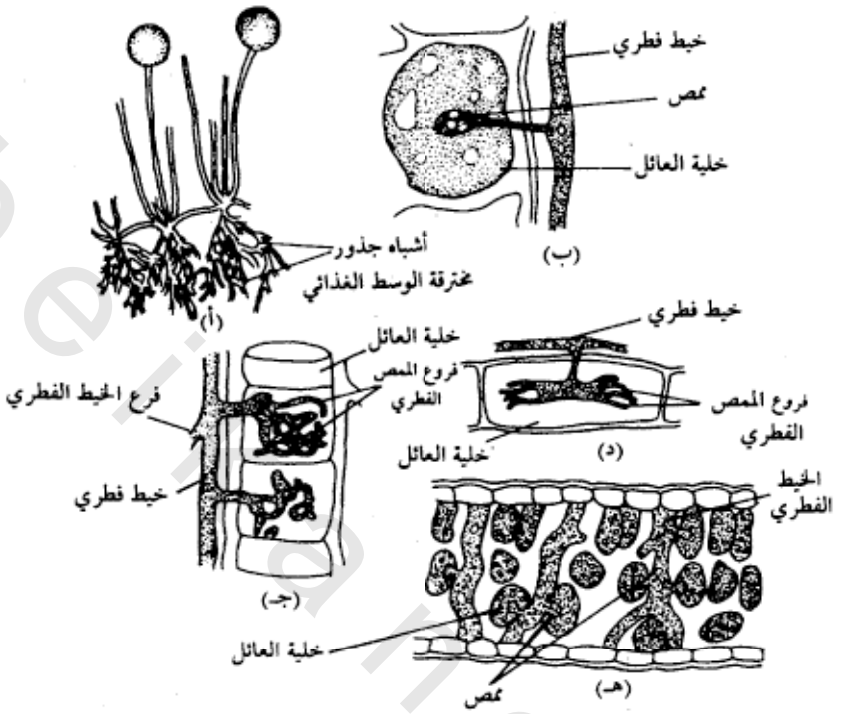


الشكل رقم (١). الخيوط الخضرية والغزل الفطري.

(أ) ميسيليوم غير مقسم (ب) جزء مكبر من خيط فطري غير مقسم

(جـ) ميسيليوم مقسم (د) جزء مكبر من خيط فطري مقسم

وبالإضافة إلى ذلك فإن بعض الفطريات الزقية Ascomycetes كأنواع الخمائر Yeasts ليس لها بنية خيطية، وإنما يتألف الفطر من خلايا مستديرة أو بيضية تتكاثر غالباً بالتبرعم. والخيوط الفطرية غالبا تكون متفرعة، والفروع الجانبية لا تختلف في بنيتها عن الخيوط التي تتفرع عنها، ولكنها في الفطريات المتطفلة، كما هو الحال في فطريات البياض الزغبي، والدقيقي، والأصداء حيث تبدي تطوراً شكلياً خاصا فهذه الفروع تخترق خلايا النبات العائل دون أن تتابع نموها بل تتحول إلى أشكال مستديرة أو بيضية، أو خيطية متفرعة، يطلق عليها أعضاء الامتصاص أو الممصات Haustoria يمتص الفطر عن طريقها احتياجاته من المواد الغذائية من النبات العائل الشكل رقم (٢).



الشكل رقم (٢) أ- أشباه الجذور متفرعة عند قاعدة حوامل الحوافظ البوغية ومخترقة الوسط الغذائي في الفطر رايزوبس ستولونيفر .

(ب- هـ) طرز متنوعة من الممصات الفطرية

(عن باندي وتريفيدي ١٩٧٩)

والفطريات تمثل مجموعة كبيرة واسعة الانتشار حيث تضم وفقا لإحدى الإحصائيات الحديثة أكثر من ١٥٠ألف نوع موصوف (Saigo 1983)، ويزداد هذا الرقم باستمرار. وتوجد في كل مكان تتوافر فيه المواد العضوية، وهي تنمو بغزارة في الظلام، والضوء الضعيف، وخاصة في البيئات الرطبة، وتوجد في المناطق الحارة، والمعتدلة، والباردة وكذلك فهي منتشرة في التربة، ومنتشرة في الهواء، وتعيش قلة منها في مياه البحار، والأنهار، والبرك ، ويمكن القول إنه لا تكاد توجد حواجز جغرافية تقف أمام توزيعها .

طرق التغذية في الفطريات

لما كانت الفطريات خالية تماماً من البلاستيدات الخضراء، فإنها تعجز على أن تعيش بذاتها بل لابد لها من الاعتماد على غيرها من الكائنات الحية الأخرى، أو المواد العضوية الميتة، لاستيفاء احتياجاتها من المواد الغذائية لا سيما المواد الكربوهيدراتية ولذلك فهي مضطرة للحصول عليها من الكائنات الحية، أو المواد الميتة. أي أنها تعتبر ضمن الكائنات غير ذاتية التغذية، فالفطريات تعيش على غيرها من أحياء، سواء إنسان، أو حيوان، أو نبات تعرف بالمتطفلة، أما التي تعيش على بقايا عضوية، أو مخلفات حيوانية، أو نباتية فتعرف بالمترممة، والتي تنتهج معيشة تكافلية، أي تبادل منفعة مع غيرها من الكائنات تسمى بالفطريات المتكافلة Symbiotic fungi . وتستطيع بعض الفطريات التي تكون عادة طفيلية أن تعيش أيضا معيشة رمية في غياب عائلها، كما أن بعض الفطريات المترممة يمكنها أيضا أن تلجأ إلى التطفل على الكائنات الحية، خلال طور من أطوار حياتها، أو تحت ظروف معيشية أخرى. ويمكن تمييز مناهج الحياة المختلفة بين الفطريات فيما يلي:

١- فطريات إجبارية التطفل Obligate Parasitic Fungi

وهي التي تعيش في الطبيعة متطفلة على عوائل خاصة تلائمها، ولا تستطيع أن تعيش بمنأى عن عوائلها، ومنها ما يقضي دورة حياته، وينتج كافة طرز أبواغه على عائل واحد، وتعرف بالفطر وحيد العائل، مثل فطر *بلازموبارا فيتيكولا* *Plasmopara viticola* الذي يسبب مرضاً للعنب، يسمى بمرض البياض الزغبي للعنب Downy mildew of grapes ، ومنها ما هي متباينة العائل مثل فطر صدأ الساق الأسود في القمح

Puccinia graminis التي تقضي دورة حياتها على عائلين مختلفين أحدهما عائل نجيلي، والآخر نبات البربري، فتكون أبواغ كونيدية على العائل النجيلي وتكون أبواغ بكنيدية، وأخرى أسيدية على نبات البربري.

وتجدر الإشارة إلى أن الفطريات المتطفلة إجباريا، إذا لم تجد العائل المناسب لها فإنها تمر بفترة كمون أو تموت، كما لا يمكن تنميتها معمليا على بيئات صناعية، ومن المحتمل أن يتمكن العلماء والباحثون في مجال علم الفطريات من ابتكار منابت تركيبية لتنمية جميع الفطريات الإجبارية التطفل، وذلك عندما يصبحوا على بينة أكثر بفسيولوجية هذه الفطريات.

٢- فطريات اختيارية التطفل Facultative Parasitic Fungi

وهي التي تعيش في الظروف الطبيعية مترممة، أي تنتهج منهج الترمم، فتعيش على مواد عضوية متحللة موجودة في التربة، فإذا لم تجد هذه المواد ووجدت عائلاً مناسباً، فإنها تستطيع التطفل عليه، ومن أمثلتها الفطرة المسببة لمرض ذبول القطن التي تتبع الجنس *Fusarium* sp والذي يسبب أمراضاً خطيرة للقطن. ويؤثر ذلك على اقتصاديات بعض البلدان التي جعلت القطن محصولا رئيسيا لها.

٣- فطريات إجبارية الترمم obligate Saprophytic Fungi

هي تلك الفطريات التي لا تستطيع أن تعيش على أحياء، بل تعيش على مواد عضوية متحللة، سواء كانت بقايا نباتية، أو حيوانية، وهي تختلف من حيث قدرتها

الإنزيمية، مثل فطريات السكر التي لا تستطيع أن تستغل إلا المواد البسيطة كالسكريات، والأحماض الأمينية كفطر *البنيسليوم* *Penicillium* sp ومنها فطريات الدبال التي لها قدرة إنزيمية كبيرة، تستطيع أن تستغل المواد المعقدة الموجودة في الدبال مثل السليلوز واللجنين مثل فطر *الترايكوديراما* *Trichoderma* sp، وغالبية الفطريات التي تستغل صناعياً، تنتمي إلى الفطريات إجبارية الترمم.

٤- فطريات اختيارية الترمم Facultative Saprophytic Fungi

وهي التي تعيش عادة متطفلة ولكنها إذا لم تجد العائل الملائم فإنها تلجأ إلى الترمم، وتعيش على مواد عضوية في التربة كما يمكن زراعتها في المختبر على أوساط غذائية مختلفة، ومن أمثلتها الفطريات المسببة لأمراض التفحم Smuts في نباتات الحبوب، وسميت كذلك لأنها تحول الأجزاء النباتية التي تصيبها إلى ما يشبه الفحم.

٥- فطريات متكافلة Symbiotic Fungi

وهي التي تعيش بطريقة التكافل أي تبادل المنفعة، مع كائنات حية أخرى كبعض الطحالب مكونة ما يعرف بالأشن Lichens فكل أشنة تتكون من طحلب وفطر يعيشان معا، ككائن مركب يتبادلان المنفعة ويؤدي كل منهما وظيفة لصالح المجموعة، وهي علاقة تكافلية بين الفطريات والطحالب.

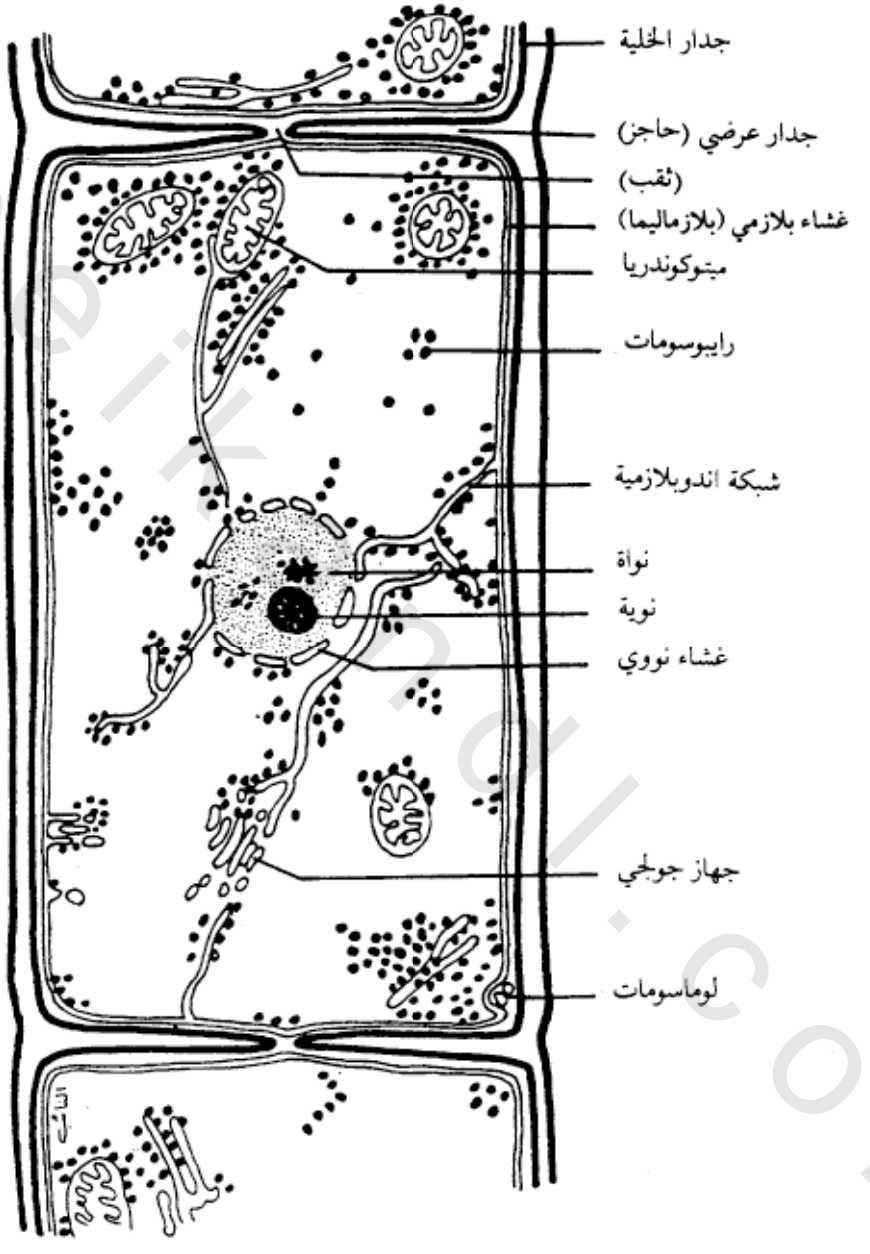
وتوجد علاقة تكافلية أخرى، تتمثل في العلاقة بين جذور نباتات راقية، وفطريات تعيش في التربة، وتعرف هذه العلاقة بالجذر فطريات Mycorrhiza (mykes =

فطرة، rhiza = جذر)، وهي إما أن تكون خارجية Ectomycorrhiza حيث يحيط غلاف فطري بالجذر، وتنعدم الشعيرات الجذرية، ويحل محلها امتدادات فطرية تساعد على إمتصاص الماء والذائبات، مقابل ذلك يمد الجذر الفطرة باحتياجاتها الكربوهيدراتية. أما في جذر الفطريات الداخلية Endomycorrhiza، فتمضي الفطرة جزءاً من غزلها الفطري داخل الجذر، بمعنى أن الفطرة تُكوِّن تشابكات خيطيه داخل الخلايا القشرية الجذرية، وتستطيع أن تهضم ما تحتاجه بواسطة إنزيمات، ويستخلص النبات الراقي من هذه التشابكات بعض من احتياجاته النيتروجينية، بينما تستمد الفطرة من النبات الراقي احتياجاتها الكربوهيدراتية.

أما الطراز الثالث فهو الجذر فطريات المحيطية، وتمثل علاقة تكافلية بين المجموع الجذري للنبات الراقي، وما يحيط به من فطريات، أوكائنات، ونجد أن كل مجموع جذري يجذب إليه طرازاً خاصاً من الفطريات يستطيع أن يستفيد منها وتستطيع أن تستفيد منه .

التركيب الداخلي للخلية الفطرية

تشبه خلايا هيفات الفطريات الحقيقية خلايا النباتات الخضراء من حيث المظهر العام، وتتركب الخلية الفطرية (الشكل رقم ٣) من جزئين رئيسيين ، هما البروتوبلاست Protoplasts والجدار الخلوي Cell wall . وفيما يلي وصفاً تفصيلياً لمكونات الخلية الفطرية :



الشكل رقم (٣). رسم تخطيطي يوضح التركيب الدقيق لخلية فطرية من الفطريات الزقية.

(عن مولر ولوفلر، ١٩٧٦)

أولاً – الجدار الخلوي Cell wall :

هو تركيب كيميائي معقد يحدد شكل الخلية الفطرية، ويحيط بها ويحمي محتوياتها الداخلية من البروتوبلاست والعضيات الخلوية. ويتكون الجدار الخلوي في الفطريات عادة من ٨٠ – ٩٠ ٪ من مواد عديدة السكريات، وحوالي ١٠-٢٠ ٪ بروتين ودهون وصبغيات وأملاح غير عضوية، ونادراً ما تختلف النسبة عن ذلك إلا في حالة الخميرة والتي قد تصل نسبة البروتين في جدر بعضها إلى ٤٠٪. ويتركب الجدار الخلوي من نسيج من ألياف دقيقة micro fibers متقاطعة ومطمورة في مادة أساسية من السكريات العديدة. وتتركب الألياف الدقيقة في الغالبية العظمى من الفطريات من مادة الكيتين Chitin، الذي يعمل على صلابة الجدر الخلوية للهيفات الفطرية، علماً بأن الكيتين لا يوجد في هيفات بعض الفطريات مثل الفطريات البيضية، وبعض الخمائر التابعة للفطريات الزقية. ويتركب الجدار الخلوي في الفطريات البيضية ذات الغزل الفطري غير المقسم من السليلوز، ويحتوي على حوالي ٩٠ ٪ من وزنة الجاف جلوكان Glucan. أما المواد الأساسية التي تنطمر فيها الألياف الدقيقة فتتكون من سكريات عديدة مختلفة وبروتين. ومن السكريات التي توجد في الجدار الخلوي الجلوكان Glucan وغيرها. ويرتبط البروتين الموجود بالجدار الخلوي ارتباطاً وثيقاً بجانب مكونات الجدار الخلوي ولا يسهل فصله عنها، كذلك فإن الدهون التي تدخل في تركيب الجدار تكون مرتبطة أيضاً ارتباطاً وثيقاً ولا يسهل فصلها، وهي مكونة عادة من أحماض دهنية مشبعة.

ورغماً عن أن السكريات التي تدخل في تكوين الجدار الخلوي قد تصل إلى حوالي ١١ نوع أو أكثر ، إلا أن أهم هذه السكريات و التي توجد بصفة مستمرة في الجدار الخلوي هي : N-acetylglucosamine D-mannose D-glucose وتختلف نسبة هذه السكريات باختلاف الفطريات.

وفي بعض التجارب التي أجريت واستخدم فيها الفصل الكروماتوجرافي لمكونات جدر الخلايا الفطرية، وجد أن هناك بعض السكريات التي تميز جدر فطرية معينة، فمثلاً وجد سكر Xylose في الفطريات البازيدية، ووجد سكرD-galactose D-glucosamine في الفطريات الزقية، كذلك وجد السكر الأخير في جدر فطريات رتبة Mucorales، ويوجد حمض اليورونيك Uronic acid في جدر خلايا فطر *Rhizoctonia* sp .

ويلاحظ أن معظم الفطريات الراقية ذات الغزل الفطري المقسم تحتوي جدرها الخلوية على معقد كيتين – جلوكان Chitin-glucan بينما تحتوي جدر هيفات فطريات أخرى على المعقد سليلوز – جلوكان Cellulose-glucan والمعقد كيتين – شيتوزان Chitin-chitosan والمعقد مانان – جلوكان Mannan-glucan . ويصحب التحول من الفطريات الخيطية إلى الخمائر زيادة في مادة الـ Mannan في الجدار الخلوي.

ويمكن تقسيم الفطريات إلى عدة مجاميع حسب المادة السائدة في تركيب جدار الخلية الفطرية كالتالي:

- **مجموعة الفطريات المحتوية على Cellulose-glucan:**

تعتبر الفطريات البيضية فطريات سليلوزية، وإن كان السليلوز يسود في أجناس العديد من الفطريات مثل: *Rhizopus* sp و *Phytophthora* sp و *Saprolegnia* sp وغيرها. ولكن المركب السائد هو الـ Glucan حتى أن إزالة السليلوز من الجدار لم يؤثر على الشكل الظاهري لجدر هيفات الفطر *Phytophthora* sp .

- **مجموعة الفطريات المحتوية على Cellulose-chitin :**

وتشمل هذه المجموعة فطريات رتبة Hyphochytridiales ويمثل هذا القسم مجموعة وسطية من الفطريات الطحلبية المختلفة عن الفطريات البيضية ذات الجدار Cellulose-glucan .

- **مجموعة الفطريات المحتوية على Chitin-glucan :**

وتحتوي هذه المجموعة على أكبر عدد من الفطريات وخاصة الطرز الأرقى، وتشمل الفطريات الزقية والبازيدية والناقصة، وتتركب جدرها الخلوية بالدرجة الرئيسية من مادة الكيتين، جلوكان Chitin-glucan التي تشبه الكيتين الذي يغطي جسم الحشرات والتي هي عبارة عن متبلمر، وحداته هي أسيتايل الجلوكوز الأميني، ويسمى بالسليلوز الفطري. وقد كان لإختراع المجهر الإلكتروني أهمية كبرى في كشف التركيب الدقيق للخلايا الفطرية، إذ أظهرت الدراسات الدقيقة بواسطة هذا المجهر أن مادة الجدار الخلوي تتكون من طبقة واحدة أو عدة طبقات من ألياف دقيقة Micro fibers تكون مطورة داخل مادة أساسية.

ثانياً – المحتويات الداخلية للخلية الفطرية:

١ – السيتوبلازم Cytoplasm :

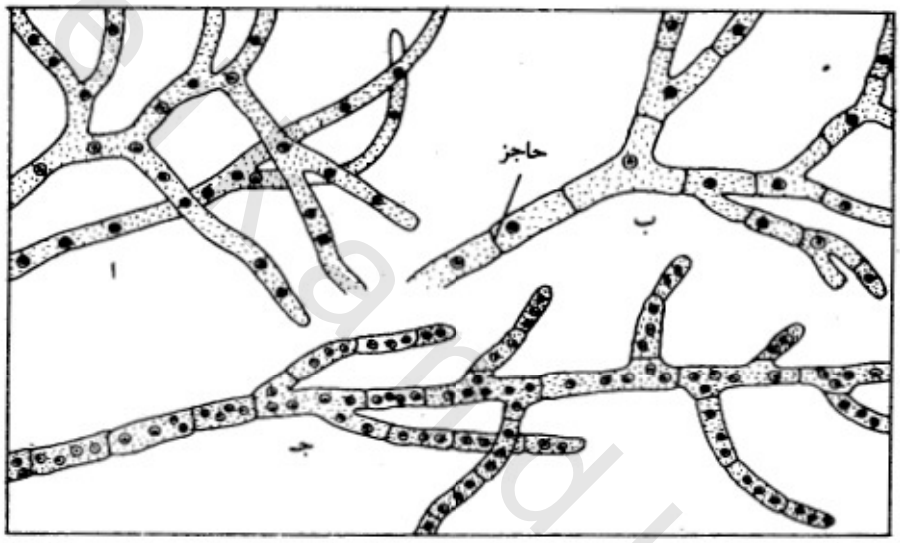
يكون السيتوبلازم الجزء الرئيسي من البروتوبلازم ويملأ الخلية الفطرية وهو سائل شفاف محبب يظهر تحت المجهر الضوئي كسائل عديم اللون قليل اللزوجة به حبيبات دقيقة، ويفصل السيتوبلازم عن جدار الخلية غشاء رقيق يعرف باسم الغشاء البلازمي الخارجي Ectoplast وتعرف الطبقة الداخلية من السيتوبلازم للفجوة العصارية بالغشاء البلازمي الداخلي Tonoplast، ويتكون من شبكة إندويلازمية Endoplasmic Reticulum ، وهي قد تكون خشنة لوجود الريبوسومات عليها، أو قد

تكون ناعمة أو ملساء إذا خلت من الريبوسومات، ويعتقد بأنها مركز للكثير من العمليات الحيوية التي تحدث بالخلية وخصوصاً عمليات البناء والتحولات الغذائية. وينتشر بالسيتوبلازم مجموعة من حبيبات دقيقة تعرف بالريبوسومات ملامسة لجدار الفجوة، وتلعب دوراً هاماً في عملية تخليق البروتين في الخلية، وهنا تختلف عن النبات الراقي في موضعها حيث توجد به الريبوسومات على سطح الشبكة الإندوبلازمية، وتخلو الهيفات الحديثة من الفجوات ، ثم تبدأ الفجوات في التكون وبحجم صغير في البداية ثم تبدأ الفجوات في الإلتحام لتكون فجوات كبيرة لتقدم الخلايا في العمر . وعند تقدم الخلايا في العمر يضمر السيتوبلازم ويصبح في شكل طبقة رقيقة تحيط بجدار الخلية ، وقد تحاط الفجوات بغشاء كما وجد في خلايا الخميرة وبعض الفطريات الأخرى . ولا يحتوي سيتوبلازم الفطريات على كلوروفيل إطلاقاً، وتنتقل مادة السيتوبلازم والأنوية والمواد الغذائية من أحد أجزاء الميسيليوم إلى أجزاء أخرى عن طريق الإندماجات الهيفية، وهذا مما يجعل للفطر قدرة على النمو بحالته المنتظمة، وغالباً دائرية على البيئات الغذائية الصلبة إذا توفرت الظروف البيئية الأخرى.

٢- النواة Nucleus :

النواة في خلايا الفطريات واضحة ومركبة تركيباً منتظماً كما في النباتات الراقية . وفي الفطريات التي تكون خيوطها هيفات غير مقسمة بحواجز عرضية تكون الأنوية منتشرة بصورة متجانسة خلال السيتوبلازم، أما كل خلية من خلايا الخيوط الفطرية المقسمة بحواجز عرضية فتحتوي على نواة واحدة أو نواتين أو أكثر (الشكل رقم٤) وذلك على حسب نوع الفطر، والطور الذي يمر به خلال دورة حياته. وتوجد حالات تكون فيها الخلية الفطرية محتوية على عدد كبير جداً من الأنوية كما في حالة الفطر *Neurospora crassa* الذي يصل فيه عدد الأنوية إلى حوالي مائة نواة في الخلية الواحدة.

وحجم النواة الفطرية دقيق إذ يتراوح قطرها عادة بين ١ — ٣ ميكروميتر وقد تصل إلى ٢٠ ميكروميتر كما في فطر *Fomes famentarius* . وشكل النواة عادة كروي، وتحاط بغشاء نووي Nuclear membrane مزدوج (ثنائي الطبقات) به ثقوب نووية Nucleopores تعمل كممرات لتبادل المواد الغذائية وغيرها بين النواة والسيتوبلازم.



الشكل رقم (٤). ثلاثة أنواع من الخيوط الفطرية

(أ) خيط فطري غير مقسم (مدمج خلوي).

(ب) خيط فطري مقسم خلاياه أحادية النواة.

(جـ) خيط فطري مقسم خلاياه عديدة الأنوية.

وخاصية وجود غشاء نووي محدد في الفطريات يمثل أحد الفروقات الأساسية التي تميز الفطريات عن البكتيريا والأكتينوميسيتات المعروفة باسم البكتريا الشعاعية. ويتصل الغشاء النووي مباشرة بالشبكة الإندوبلازمية وجهاز جولجي وكذلك بالحويصلات.

وتعتبر النواة مسئولة عن جميع الأنشطة الحيوية للخلية وبدونها تتوقف الفعاليات الحيوية وتموت الخلية. ويفضل المجهر الإلكتروني أمكن تمييز النوية Nucleolus والكروموسومات Chromosomes داخل النواة، ورغم صغر حجم الكروموسومات بالخلايا الفطرية فقد أمكن تحديد عددها في بعض الفطريات، ولكن كثيراً ماتكون هذه الكروموسومات الصغيرة في حالة متجمعة مما يصعب معه تمييز رؤيتها بوضوح وإجراء عدها بدقة.

٣- الميتوكوندريا Mitochondria :

يحتوي سيتوبلازم الخلية الفطرية على عضيات صغيرة كروية أو عصوية الشكل تسمى الميتوكوندريا Mitochondria ويصل طولها حوالي ٣٠ ميكروميتر، وهي تشبه إلى حد كبير نضيراتها الموجودة في سيتوبلازم خلايا النباتات الخضراء. وتلعب هذه الجسيمات دوراً كبيراً في عملية النشاط الحيوي للفطر المتعلقة في البناء والهدم، وخاصة خلال مراحل تحليل المواد الغذائية وإعادة بناء المركبات. وتحاط الميتوكوندريا بغشاء مزدوج خالي من الثقوب ويتفرع الغشاء الداخلي إلى أفرع أو ثنيات يطلق عليها اسم *Mitochondrial cristae*، وقد يدخل الـ DNA في تركيب الميتوكوندريا .

وتختلف الميتوكوندريا في الشكل والحجم باختلاف الأنواع الفطرية واختلاف أطوار دورة حياتها. كما يتأثر ذلك أيضاً بالمؤثرات الخارجية والظروف البيئية التي يعيش فيها الفطر. وتقوم الميتوكوندريا بتنظيم عملية التنفس أو أكسدة الطعام.

٤- اللوماسومات Lomasomes :

تحتوي الخلايا الفطرية بين الجدار الخلوي والغشاء البلازمي الخارجي على عدد من الأجسام البروتوبلازمية المختلفة في الشكل والحجم والتي تعرف باللوماسومات Lomasomes ، وتوجد على حواف الخلية إما فردية أو في مجاميع، وعلى ذلك فهي لا

توجد في حالة بلازموديوم الفطريات اللزجة التي لا يتكون لها جدار خلوي، كما لا توجد في الأبواغ الهدبية، ويعتقد أن لهذه الأجسام علاقة بعملية تكوين الجدار الخلوي، ويختلف شكلها فقد تكون أنبوبية أو حويصلية أو على هيئة إنتفاخات أو شرائط متوازية .

٥- جهاز جولجي Golgi apparatus :

يتكون هذا الجهاز من أجسام شبكية تسمى ديكتيوسومات Dictyosomes ، وتوجد بالسيتوبلازم الفطري، وكل واحدة منها عبارة عن مجموعة مصطنعة من أنابيب غشائية ملساء متفرعة تنتهي أطرافها من الجانبين بمثانات صغيرة، وهي تشبه مثيلاتها في النباتات والحيوانات. وقد وجدت الـ Dictyosomes في الفطريات البيضية Oomycetes وفي بعض الرتب التابعة للفطريات الزيجوية Zygomycetes ، ولكنها غير موجودة في كثير من الفطريات الراقية. ووظيفة جهاز جولجي في الفطريات غير معروفة تماماً، ولكن يظهر أنها تشارك في عمليات الإفراز.

٦- السيتوزومات Cytosomes :

وهي تشتمل الجسيمات الدقيقة Microbodies ، وهي جسيمات يقل قطرها عن واحد ميكروميتر وقد تكون مصاحبة للشبكة الإندوبلازمية ويعتقد أن لها دور في تخزين البروتين أو الإنزيمات.

٧- المواد الخزنة Storage materials :

يعتبر النشا الحيواني (الجليكوجين Glycogen) أهم مركب عديد السكريات في الفطريات كما هو الحال في الحيوانات وفي النباتات. وتنتشر حبيبات الجليكوجين بصورة اعتيادية في سيتوبلازم الهيفات البالغة، وتقل بالقرب من أطراف الهيفات، كما يوجد الجليكوجين أيضاً في التراكيب التكاثرية مثل الحوافظ البوغية والأكياس الزقية

والحوامل البازيدية. أما النشا Starch فلا يوجد على الإطلاق في الفطريات إذ حل محله النشا الحيواني Glycogen الذي يشبهه في التركيب الكيميائي. ومن المواد المخزنة أيضاً بشكل واسع في سيتوبلازم الخلية الفطرية حبيبات الدهون والأحماض العضوية، ولكن كميتها قليلة تصل إلى ١ – ٢ ٪ من الوزن الجاف للأجسام الحجرية. كذلك يشاهد في أكثر الفطريات انتشار حبيبات صغيرة تعرف باسم الفوليوتين Volutine متوزعة في البروتوبلازم، وهي تتركب من أحماض نووية متحدة مع الفوسفات بالإضافة إلى بعض المواد العضوية الأخرى.

ونظراً لاختلاف خلايا الفطريات عن خلايا النباتات الخضراء والطحالب اختلافاً جوهرياً من حيث خلوها من البلاستيدات الخضراء وصبغ الأنثوسيانين Anthocyanin فإن لون الفطريات تسببه بعض الأصباغ ذات الطبيعة الكيميائية المختلفة، وهذه الأصباغ موجودة في الأغلفة الخلوية، أو في البروتوبلازم، أو في الفجوات، ولكن ليس لها أي دور وظيفي، أو فسيولوجي في حياة الخلية. إذ أنها تمثل فقط إحدى النواتج الأيضية الخلوية، وقد تفرز خلايا الفطر هذه الأصباغ إلى الخارج فتلون الوسط الذي ينمو عليه الفطر بألوان مميزة. مثل تلك التي تكون في الأوساط الغذائية لفطريات *البنيسيليوم والأسبيرجيللس*، وأكثر هذه الأصباغ عبارة عن أحماض عضوية مختلفة.

ويشكل الماء الذي يعتبر من أهم مكونات الخلية الفطرية نسبة كبيرة إذ تبلغ نسبته حوالي ٩٨٪ من وزن الفطريات الهلامية (اللزجة) وقد تنقص هذه الكمية إلى ٨٠ – ٦٠ ٪ في الفطريات التي لها أجسام ثمرية متحجرة، وتتفاوت نسبة وجود العناصر المختلفة الأخرى في الخلية الفطرية، إذ أنه عند تحليل الرماد Ash المتخلف بعد حرق الغزل الفطري حرقا تاماً عند درجات حرارة عالية تبين أنه يحتوي على عناصر

الكربون، النيتروجين، الهيدروجين، الأكسجين، الكبريت، الفوسفور، البوتاسيوم، الصوديوم، الماغنسيوم والحديد، وتلك العناصر شائعة برماد الغزل الفطري في جميع الفطريات، ولكن نسبة وجودها يختلف حسب نوع الفطر والوسط الغذائي النامي عليه، وهي تدخل في تركيب البروتينات.

طرق التكاثر في الفطريات

تستطيع الفطريات أن تتكاثر بطريقة، أو أكثر من الطرق الآتية :

١- التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction .

٢- التكاثر الجنسي Sexual Reproduction .

والتكاثر اللاجنسي يسمى أحيانا بالتكاثر الجسدي Somatic ، أو الخضري Vegetative ، ولا يدخل فيه اتحاد بين أنوية، أو خلايا، أو أعضاء. أما التكاثر الجنسي فيتميز بوجود اتحاد بين نواتين جنسيتين.

التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction

تتكاثر الفطريات لا جنسياً بواسطة خلايا مختلفة الأشكال والأحجام، تنتج أفراداً جديدة دون اتحاد بين أنوية أو خلايا أو أعضاء ذكريه وأخرى أنثوية. ويعد هذا النوع من التكاثر أكثر شيوعاً من التكاثر الجنسي، وبخاصة أن دورة حياة الفطر اللاجنسية تتكرر غالبا أكثر من مرة خلال موسم نمو الفطر، بينما يظهر الطور الجنسي في كثير من الفطريات مرة واحدة فقط في نهاية دورة الحياة.

ومن طرق التكاثر اللاجنسي الشائعة في الفطريات :

obeikandl.com

١- الطريقة الخضرية أو التفتت (تجزئة الميسيليوم)

Vegetative or Fragmentation Method

تفتت وتجزؤ الهيفات وانفصالها هي من الطرق المألوفة للفطريات، بحيث إذا تفتت الخيط الفطري لعدة وحدات كل وحدة تحتوي على خلية سليمة، أو أكثر فإن هذه الفتاتة الفطرية تستطيع أن تعطى غزلا فطرياً إذا هيأت لها الظروف المناسبة والظروف الفسيولوجية والبيئية المواتية، وفي أغلب الأحيان يستغل تفتت الغزل الفطري في المعمل للمحافظة على نمو المزارع الفطرية على المنابت الصناعية، وذلك بنقل قطعة صغيرة من الغزل الفطري إلى منابت طازجة لبدء مستعمرة جديدة (الشكل رقم ٥ أ).

٢- الانشطار المستعرض Transverse Fission

ويحدث هذا النوع من التكاثر غالباً في الفطريات وحيدة الخلية مثل فطريات الخميرة، وهو يشبه ما يحدث في الخلايا البكترية، وفيه تأخذ كل خلية في الاستطالة ثم تنقسم نواتها إلى نواتين، ثم يتخصر وسط الخلية حتى تنفصل إلى خليتين كل خلية تحتوي على نواة واحدة (الشكل رقم ٥ ب).

٣- التبرعم Budding

يبدأ بظهور بروز خارجي من الخلية الأم يسمى البرعم Bud ، وتنقسم نواة الخلية الأم أثناء تكوين البرعم وتنتقل إحدى النواتين البنويتين إليه، ويأخذ حجم البرعم في الازدياد وهو ما زال متصلا بالخلية الأم، ولا يلبث أن ينفصل عنها مكونا فرداً جديداً، وقد تنتج في بعض الأحيان سلسلة من البراعم لتكون غزلاً فطرياً قصيراً، ويحدث التبرعم في غالبية فطريات الخميرة، وفطرة التافرينا، وبعض فطريات التفحم (الشكل رقم ٥ جـ).

٤- تكوين وحدات خاصة

تستطيع كل وحدة لاجنسية تحت الظروف المناسبة أن تعطي غزلاً فطرياً جديداً. وهذه الوحدات اللاجنسية ما هي إلا بمثابة طرز نمو بمعنى أنها ليست مهيأة للصمود ضد الظروف البيئية غير الملائمة، ولكنها تعد بمثابة وحدات لسرعة انتشار الفطر أثناء الظروف البيئية الملائمة، وبعض هذه الوحدات اللاجنسية مهيأة داخلياً وفسيولوجياً للصمود ضد الظروف غير الملائمة، ومن أمثلة الوحدات اللاجنسية التي تعد بمثابة طرز نمو أكثر منها أبواغ حقيقية، الأويدات Oidia (مفردها Oidium) أو الأبواغ المفصلية Arthrospores ، حيث تتكون بالتخصر الجزئي بين الخلايا ولكن تحتفظ كل وحدة بكافة خواصها الأصلية، وتنتشر مثل هذه الطريقة بين بعض الفطريات المتطفلة لكي تستطيع أن تنتشر أثناء وجود العائل وتوفر الظروف البيئية الملائمة (الشكل رقم ٥ د).

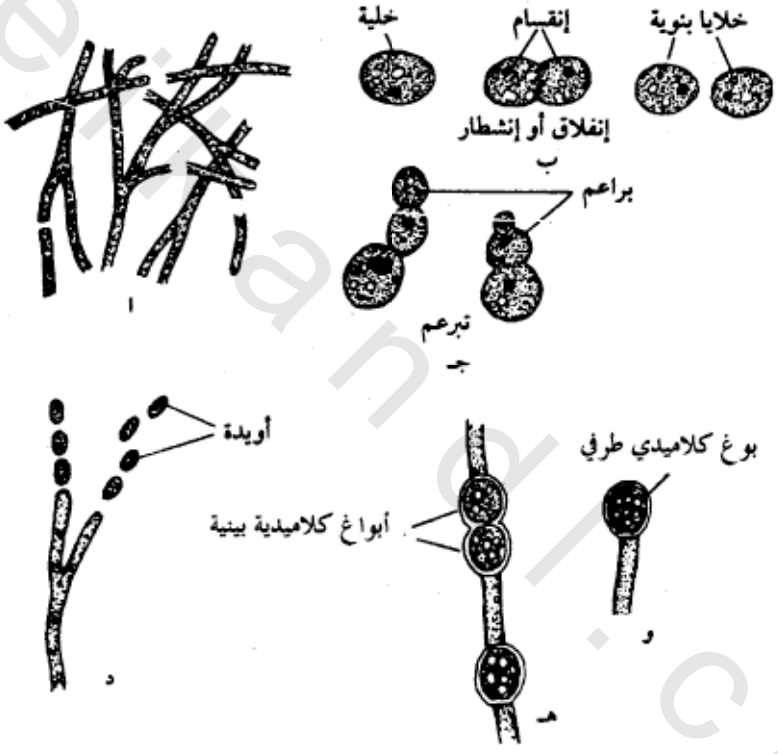
٥- تكوين الأجسام الحجرية Sclerotia

بعض الفطريات الحقيقية وخاصة الفطريات الزقية تتجمع فيها الهيفات الفطرية لتكوين جسم صلب محكم يسمى الجسم الحجري Sclerotium وتمتلئ خلاياه بالمواد الغذائية، وهذه الأجسام ما هي إلا تركيبات كامنة أو مستريحة تمكن الفطر من تحمل الظروف البيئية غير المناسبة، وعندما تصبح تلك الظروف ملائمة للفطر فإن تلك الأجسام الحجرية تنبت معطية وسادة أو أكثر (Stroma) الجمع Stromata (انظر دورة حياة فطر *كلافيسبس بيربوريا*، (الشكل رقم ١٠٧) .

٦- تكوين أبواغ كلاميدية Chlamydospores

في بعض الفطريات الحقيقية تغلف الخلايا بجدار سميك قبل الانفصال عن بعضها البعض مع تخزين مواد غذائية فتسمى عندئذ بالبوغة الكلاميدية، وهي إما أن

تكون مفردة، أو في سلاسل، أو بينية وأحياناً تكون طرفية (الشكل رقم ٥ هـ، و)، وتعمل كأبواغ كامنة أو مستريحة وتستطيع بذلك مقاومة المؤثرات المناخية، وعندما تتهيأ لها الظروف الملائمة فإنها تنبت معطية ميسليوم جديد، وتوجد هذه الأبواغ بكثرة في أجناس *ميوكر*، *بيثيوم* و*فيوزاريوم*.



الشكل رقم (٥). الطرق المختلفة للتكاثر الخضري في الفطريات الحقيقية.

أ – التجزؤ ب – الانفلاق جـ – التبرعم

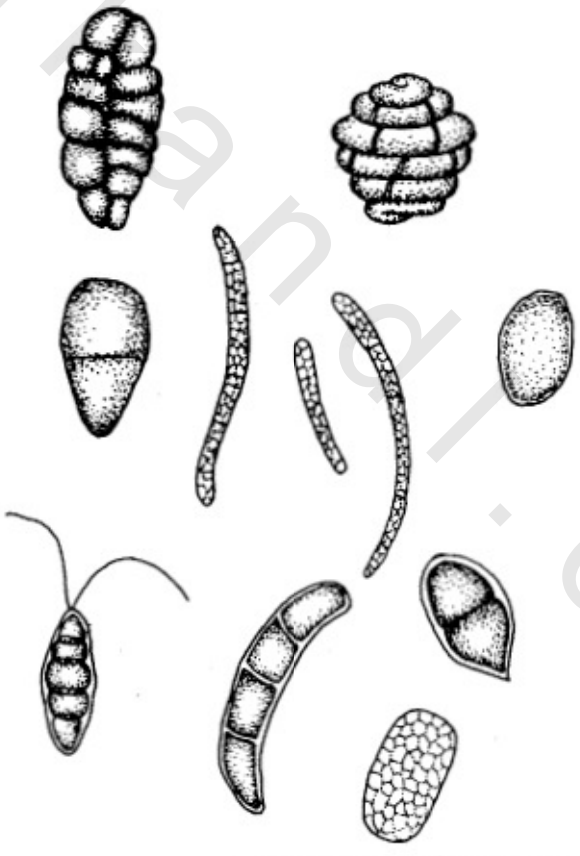
د – تجزؤ الغزل الفطري إلى أويدات.

هـ – أبواغ كلاميدية بينية.

و – أبواغ كلاميدية طرفية.

٧- إنتاج الأبواغ (الجراثيم) Spores

تعد الأبواغ أو الجراثيم أكثر طرق التكاثر اللاجنسي شيوعاً بين الفطريات، وتتفاوت في اللون والشكل والحجم وعدد الخلايا، فقد تكون شفافة أو داكنة اللون، ويعتبر الميكروميتر Micrometer الوحدة المعيارية في قياس الأبواغ، وذلك لدقتها. ويختلف طول قطر البوغ من ميكروميتر واحد أو أقل إلى ملليمتر واحد أو أكثر قليلاً، وهي توجد إما منفردة أو على صورة تجمعات (الشكل رقم ٦).



الشكل رقم (٦). طرز مختلفة من الأبواغ الفطرية اللاجنسية.

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

تنقسم الأبواغ حسب الكيفية التي تُحمل بها وطرق تكوينها إلى مجموعتين:

- **الأبواغ الداخلية Endospores**

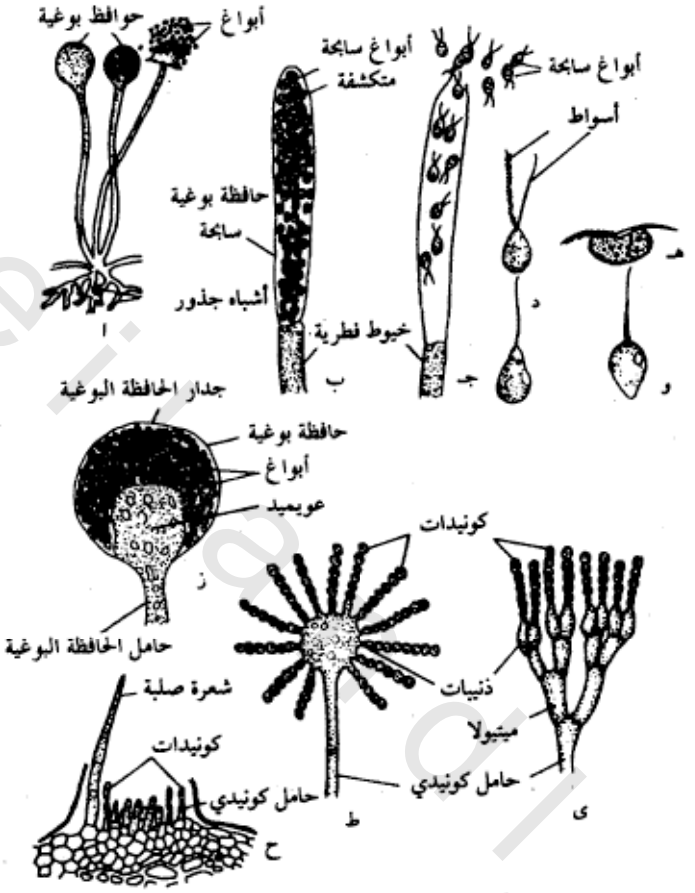
وهي تتكون داخل حافظة أو كيس ومن أشكالها:

أ – **الأبواغ السابحة Zoospores** . وتتكون داخل حافظة يطلق عليها Zoo-sporangium وتظهر هذه الأبواغ في دورة حياة كثير من الفطريات المائية Aquatic fungi، أو التي تميل للعيش في وسط رطب، والبوغة السابحة عبارة عن كتلة بروتوبلازمية عارية ذات أشكال مختلفة ومزودة بسوط أو أكثر يساعدها على العوم والسباحة ويختلف عددها ، ومكانها فتكون إما أمامية أو خلفية أو جانبية (الشكل رقم٧ب، جـ، د، هـ، و).

ب – **الأبواغ الحافظية Sporangiospores** . وتتكون داخل أكياس أو حوافظ بوغية Sporangia وتتميز بأنها غير مسوطة (غير متحركة Nonmotile) وتحاط عادة بجدار خلوي. وعندما تنضج فإنها تنطلق من الحافظة بعد تمزقها أو تحللها وتعتمد في انتشارها على التيارات الهوائية . وهذا النوع من الأبواغ تنتجها عادة الفطريات الأرضية بوفرة حيث تنثرها الرياح وعند تساقطها على بيئة ملائمة تنبت لتعيد دورة حياة الفطر. وتُحمل الحوافظ البوغية عادة على هيفا متخصصة تسمى حامل الحافظة البوغية Sporangiophore كما في فطر عفن الخبز *Rhizopus stolonifer* (الشكل رقم ٧ أ ، ز) .

- **الأبواغ الخارجية Exospores**

ويطلق عليها الأبواغ الكونيدية Conidiophores أو الكونيدات Conidia (المفرد Conidium)، وهذه الأبواغ غير متحركة تنتظم خارجياً على التراكيب المولدة لها، أو بمعنى آخر على الحوامل الكونيدية Conidiophores كما في فطرتي *الأسبيرجيللس*



الشكل رقم (٧). طرز مختلفة من الأبواغ اللاجنسية

أ – حوافظ بوغية، حوامل بوغية وأبواغ حافظية في فطر رايزوبس ستولونيفر.

ب – حافظة بوغية أسطوانية تحتوي على أبواغ سابحة مكتشفة.

جـ– حافظة الأبواغ السابحة وقت خروج الأبواغ.

د – أبواغ سابحة ابتدائية إحداها ثنائية السوط والأخرى أحادية السوط الأمامي.

هـ– أبواغ سابحة ثانوية ثنائية السوط.

و – أبواغ سابحة ثانوية أحادية السوط الأمامي.

ز – حافظة بوغية ناضجة في فطر رايزوبس ستولونيفر تحتوي على الأبواغ الحافظية.

ح – قطاع في الاسبرفيوله لفطر كولتوتريكم تبين الشعرة الصلبةوالكونيدات المحمولة على الحوامل الكونيدية.

ط – حامل كونيدي لفطر الأسبرجيللس ينتهي بصف واحد من الذنيبات التي تحمل سلاسل من الكونيدات.

ي – حامل كونيدي شبيه بالفرشاة لفطر البنيسيليوم ينتهي بصفين من الذنيبات التي تحمل سلاسل من الكونيدات.

والبنيسيليوم (الشكل رقم ٧ ط ، ي) وتختلف الأبواغ الكونيدية في الشكل ، واللون ، والحجم ، والترتيب ، وعدد الخلايا وهي توجد إما منفردة كما في فطرتي *بيثيوم وفيتوفثورا* أو في سلاسل كما في فطرتي *البنيسيليوم والأسبيرجيللس* أو في مجاميع تبقى معلقة داخل قطرة مخاطية على شكل رأس لامع كما في شبه الجنس *سيفالوسبوريوم*. وبعض الفطريات ينتج شكلاً واحداً من الأبواغ الكونيدية إلا أن معظمها ينتج أكثر من شكل واحد قد يصل في بعض الأحيان إلى أربعة أشكال ، (الشكل رقم ٦). ويتوقف تصنيف كثير من الفطريات على شكل وحجم هذه الأبواغ الكونيدية ، ولونها ، هذه الكونيدات إما أنها تتولد مباشرة على الأغزال الفطرية ، أو على حوامل منبثقة منها جانبياً ، وكما سبق فإن هذه الكونيدات تختلف من حيث أحجامها وألوانها وما تحتوية من أصباغ وطريقة انقساماتها الداخلية ، فهي إما مقسمة بحواجز عرضية إلى عدد من الخلايا كما هي الحال في الأبواغ الكونيدية لفطر *هلمنثوسبوريوم* *Helminthosporium* sp وفطر *فيوزاريوم* *Fusarium* sp (الشكلين رقما ١٨٧ ، ١٩٠) أو تظهر الحواجز العرضية والطولية ، ويصبح البوغ كتلة من الخلايا كما هو الحال في الأبواغ الكونيدية لفطر *ألترناريا* *Alternaria* sp (الشكل رقم ١٨٥). كل هذه المعايير تعد من الأهمية بمكان لتصنيف الفطريات والتعرف عليها في شتى المجالات.

وتجدر الإشارة إلى أن الحوامل الكونيدية تتكون بصورة منفردة على سطح الميسيليوم ، أو تتكون بصورة مجتمعة في الداخل ، أو على تركيبات خاصة تختلف في الشكل ومنها :

أ – البكنيدة أو الوعاء البكنيدي (Pycnium) Pycnidium وهي وعاء يشبه الدورق أو الفنجان يكون عادة مدفوناً في الوسط الذي ينمو عليه الفطر ، وبه فتحة (فوهة) Ostiole تخرج عن طريقها الأبواغ التي تسمى الأبواغ البكنيدية Pycnidiospores (الشكل رقم ٦٧أ) على حالة كتل أو لولب طويل أو خيوط رفيعة.

ب – **الكويمة الكونيدية (أسيرفيولة) Acervule** وهو تركيب قليل الانخفاض طبقي الشكل يتكون من وسادة هيفية تحمل حوامل قصيرة تتكون عليها الأبواغ الكونيدية ، التي تتعرض للخارج بعد تمزق بشرة النبات العائل (الشكل رقم ٦٧ب).

جـ – **أسبورودوكيوم Sporodochium** وهو يشبه التركيب السابق إلا أن الوسادة الهيفية واضحة التكوين ، والحوامل الكونيدية متزاحمة ومتداخلة وطويلة ، وعادة يظهر هذا التركيب في كثير من الفطريات كما في أفراد الفصيلة الستلبيلية Stilbellaceae ومنها فطر *Graphium rigidum* .

التكاثر الجنسي Sexual reproduction

معظم الفطريات الحقيقية تتكاثر جنسياً باستثناء الأفراد التابعة لمجموعة الفطريات الناقصة Fungi imperfecti (Deuteromycetes) الذي يكون فيها الطور الجنسي غائباً أو غير معروف. ويتضمن التكاثر الجنسي في الفطريات الحقيقية اندماج نواتين متوالفتين من مشيجين احدهما أو كلاهما متحرك ، أو من خليتين خضريتين لنفس الثالوس. ويوجد ثلاث مراحل مميزة لعملية التكاثر الجنسي في الفطريات والتي تحدث عادة بصورة متتابعة وتتخلص فيما يلي :

١ – الاقتران البلازمي Plasmogamy

ويطلق عليه أحياناً بالاتحاد الخلوي ، وفيه يحدث اندماج بين بروتوبلاستي خليتين مما يعمل على اقتراب النوى داخل نفس الخلية.

٢ – الاقتران النووي Karyogamy

وهو الخطوة الثانية في التكاثر الجنسي وفيه تندمج نواتان كل منهما أحادية المجموعة الصبغية Haploid (ن) لتكون نواة اللاقحة Zygote وهي ثنائية المجموعة الصبغية Diploid (٢ ن).

٣- الانقسام الاختزالي Meiosis

وهو الطور الثالث من أطوار التكاثر الجنسي وهو يتبع الاقتران النووي مباشرة أو بعد فترة، وفي هذا الطور تبدأ النواة الثنائية المجموعة الصبغية بالانقسام الاختزالي (والذي ينتج عنه اختزال عدد الصبغيات مرة أخرى) إلى عدد من الأنوية أحادية المجموعة الصبغية لتدخل في تكوين الأبواغ الجنسية. وتحدث تلك العمليات الثلاث في دورة الحياة الجنسية الحقيقية في تتابع منتظم.

وفيما يلي وصفاً لمختلف الطرق التي يتم بها اقتراب الأنوية المتوالفة في عملية الاقتران البلازمي لأنه يعد بمثابة بدء هذه العملية، ويتحقق عادة بأحد الأنماط الأربعة التالية:

١- تزاوج جنسي متشابه الأمشاج Isogamy حيث يحدث التزاوج بين أمشاج تتشابه شكلاً وحجماً ومسلكاً (الشكل رقم ٨أ).

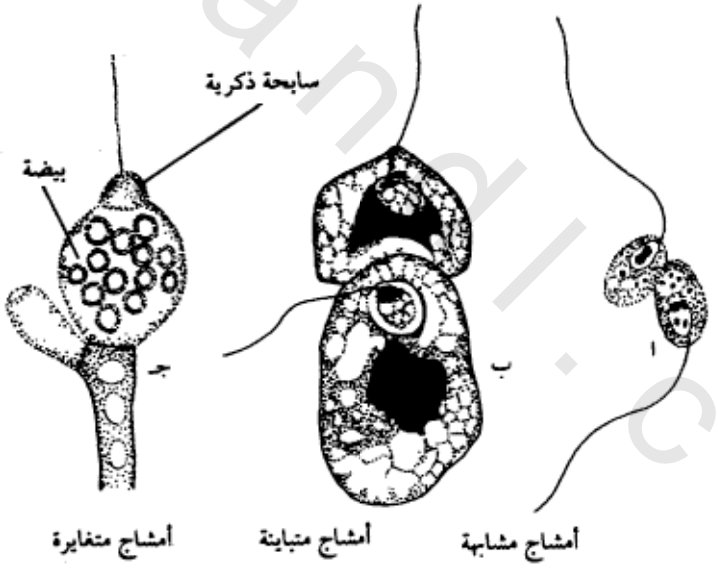
٢- تزاوج جنسي متباين الأمشاج Heterogamy وفيه يحدث تزاوج بين أمشاج تتباين شكلاً وحجماً ومسلكاً حيث تتميز إلى أمشاج كبيرة، وأخرى صغيرة (الشكل رقم ٨ب) ولا يحدث التزاوج إلا بين كل مشيج كبير وآخر صغير، وتعرف الحوافظ المشيجية المنتجة للأمشاج الصغيرة بالحوافظ المشيجية الصغيرة الذكرية، وتعرف الحوافظ المشيجية المنتجة للأمشاج الكبيرة بالحوافظ المشيجية الكبيرة الأنثوية ويحدث ذلك عادة في الفطريات البدائية التي تنتمي لجنس *الوميسس*.

٣- فقدان الأمشاج لأهدابها وبقائها داخل الحافظة المشيجية الكبيرة المنتجة لها، في هذه الحالة يعرف المشيج الكبير بالبيضة Oosphere أما الحافظة المشيجية الكبيرة فتعرف باسم الأوجونة Oogonium أو الأسكوجونة Ascogonium أما الحافظة المشيجية الصغيرة فتعرف عندئذ باسم الأنثريدة Antheridium وتعرف الأمشاج الصغيرة التي

تنتجها باسم السابحات الذكرية. والخطوة التطورية في التناسل الأوجوني أن أحد الأمشاج يظل ساكنا ومستقرا بينما يتحرك الآخر ومن ثم تزيد فرصة اللقاء بين هذه الأمشاج.

وفي التناسل الأوجوني البدائي بين الفطريات تحتوي الأوجونة على عدد كبير من البيضات (كما في فطر *سابروليجنيا*) أما التناسل الجنسي الأكثر رقيا فيختزل عدد البيضات إلى بيضة واحدة (كما في جنس *البوجو*).

٤ – هناك طراز رابع من التناسل الجنسي تتميز به فطريات العفن دون غيرها من الفطريات، وهو يختص بالتزاوج، أو بالاتحاد بين أجزاء خضرية من الخيط الفطري (كما في فطر *رايزوبس ستولونيفر*).



الشكل رقم (٨). تزاوج بين أمشاج متحركة.

أ – نوع من كاتيناريا *Catenaria* sp ب– الوميسس أربسكيولا *Allomyces arbuscula*.

جـ– مونوبليفاريلا تايلوراي *Monoblepharella taylori*.

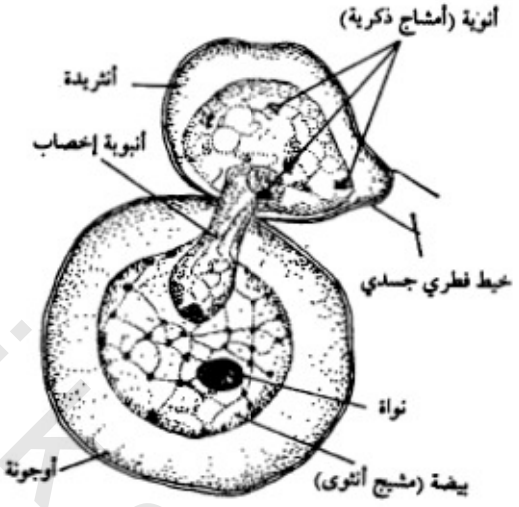
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

وفيما يلي وصفاً لطرق التكاثر الجنسي الأكثر شيوعا بين الفطريات :

أ – الأبواغ البيضية Oospores

وفيه تنشأ الأعضاء الذكرية (الأنثريدات) والأعضاء الأنثوية (الأوجونات) في نهاية الخيوط الفطرية ونادرا ما تكون بينية وتفصلها عن الخيوط الفطرية جدر مستعرضة. والأوجونات عادة أكبر حجما من الأنثريدات، وتتميز الأوجونات بوجود طبقتان الأولى بروتوبلازمية محيطية ذات قوام خفيف، وتسمى بروتوبلازم محيطي Periplasm ، وبروتوبلازم داخلي قوامه كثيف ويسمى بروتوبلازم البيضة Ooplasm الذي يُكَوِّن البيضة، وتحتوي على نواة واحدة فيما عدا حالات شاذة.

يلتصق عضو التذكير بجانب عضو التأنيث، ويرق الجدار في نقطة الاتصال ويرسل عضو التذكير أنبوبة إخصاب تخترق جدار عضو التأنيث في نقطة الاتصال الرقيقة وتصل إلى البيضة، ثم يفرغ عضو التذكير محتوياته عن طريق أنبوبة الإخصاب Fertilization tube معطيا نواة ذكرية واحدة، أو أكثر، وتتحد النواتان المذكرة والمؤنثة وبذا يتم الإخصاب، ثم ينكمش عضو التذكير ويتلاشى وتنتج بوغة بيضية Oospore واحدة تحيط نفسها بجدار سميك. ويحتمل أن يقوم البروتوبلازم بتغذية البوغة البيضية المتكونة، وهو أيضا مسؤول عن التغليظ الخارجي للبوغة والتجعدات التي تترسب على جدارها (الشكل رقم ٩). وتحتاج البوغة البيضية إلى فترة سكون قبل أن تصبح قادرة على الإنبات، وعند إنباتها فهي إما أن تنبت إنباتا غير مباشر فتعطى أبواغ هدبية أي أنها تسلك سلوك الحوافظ البوغية، أو ترسل أنبوبة إنبات تنتهي بتكوين الحافظة البوغية، أو تنبت إنباتا مباشرا معطية أنبوبة بوغية.



الشكل رقم (٩). اقتران بلازمي بواسطة تلامس الحافظتين في أحد الفطريات البيضية.

ب- الأبواغ الزيجوية (اللاقحية) Zygospores

ويحدث نتيجة لاتحاد عضوين مشيجيين متماثلين في الشكل تماماً ولكنهما يختلفان في طبيعتهما الجنسية. وتبدأ عملية التزاوج عندما تتهيأ الفرصة لخيطين فطريين متجاورين ليخرج منهما نتوءا ينمو متجها نحو الآخر حتى تتلامس أطرافهما. ويعرف كل نتوء بالحافظة المشيجية الأولية Progametangium ويتكثف السيتوبلازم وتتجمع الأنوية بكثرة في طرف كل حافظة مشيجية أولية، وتنتفخ هذه النموات، ثم تنفصل بجدار مستعرض إلى خلية طرفية تعرف بالحافظة المشيجية Gametangium وإلى جزء قاعدي يعرف بالمعلق Suspensor، وتأخذ الجدر الفاصلة بين الحافظتين المشيجيتين المتلامستين في التلاشي عند نقطة التلامس، ويتم اندماج المحتويات السيتوبلازمية والنووية لهما.

وتزداد الخلية الناتجة حجماً ويتغلظ جدارها ويصبح لونها داكناً وتظهر عليها بعض التجعدات وتعرف بالبوغة الملقحة، أو اللاقحة البوغية Zygospore التي تظل في

حالة سكون، وتصمد ضد الظروف القاسية، والمعاكسة التي لا تستطيع أن تصمد ضدها الخيوط الفطرية، وعندما تتهيأ لها الظروف البيئية المناسبة، تنبت لتعطي أنبوبة إنبات قائمة تنتهي بتكوين حافظة بوغية طرفية، تتكون بداخلها الأبواغ الحافظية.

والجدير ذكره أن التزواج الجنسي في الفطريات الزيجوية (كما سيرد ذكره) يتم بين أعضاء جنسية متماثلة بالشكل، ولكنها مختلفة بالطبيعة الجنسية (فسيولوجيا) فأحدها يرمز له بالرمز السلبي (-) والآخر يرمز له بالرمز الإيجابي (+) كدلالة على هذا الاختلاف.

الأهمية الاقتصادية للفطريات في حياة الإنسان

تقوم الفطريات بدور هام في إحداث التغيرات البطيئة، والمستمرة التي تحدث بالطبيعة بسبب دوام وجودها، وضخامة أعدادها المدهشة، إذ تعد الفطريات هي المسؤولة بوجه خاص إلى جانب البكتريا عن تفتت وتحليل المادة العضوية، وإطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 الذي تستخدمه النباتات الراقية في عمليات البناء الضوئي . ويوجد على سطح التربة كميات هائلة من الفطريات، ففي جرام واحد من التربة الزراعية يوجد عشرات وربما مئات الألوف من الفطريات المجهرية الصغيرة. ونتيجة للنشاط المستمر لهذا العدد الهائل ترتفع خصوبة التربة، وبالتالي يرتفع المحصول.

وكثير من الفطريات لها تأثيرات ضارة، وتأثيرات مفيدة، فمن تأثراتها الضارة أنها مسؤولة عن معظم الأمراض التي تصيب النباتات المختلفة ذات الفائدة الاقتصادية كأشجار الفاكهة، والزينة، ونباتات الخضروات والمحاصيل المختلفة، والتي تسبب عرقلة نمو النباتات ومن ثم تؤثر على جودة المحصول، وتقدر الخسائر التي تحدثها

الفطريات للنباتات كل عام بملايين الدولارات. وبعض الفطريات تسبب أمراضاً كثيرة للإنسان والحيوان، وأن نوعاً منها يسبب تسمماً يسمى بالتسمم الإيرجوتي Ergotism الذي يصيب كلاً من الإنسان، والحيوان عند تناوله حبوب القمح، والشوفان المصابة، ويسببه الفطر المسمى *كلافيسبس بيربوريا Claviceps Purpurea* ويرجع السبب إلى ما تحتويه الأجسام الحجرية للفطر من أشباه القلويات السامة.

وللفطريات أيضاً تأثيرات أخرى على الإنسان والحيوان فبعضها يسبب أمراضاً جلدية، وباطنية، والتهابات في المسالك التنفسية، فقد وجد أن بعض الفطريات يعيش متطفلا على الإنسان، ويسبب له بعض الأمراض الجلدية مثل مرض القراع العسلي حيث تتم بسببه إصابة الجلد وخاصة فروة الرأس والشعر بنوع من الفطر الطفيلي المعروف عملياً باسم *ترايكوفيتون Trichophyton* كما أن هناك بعض الأمراض الجلدية التي تسببها أنواع من فطريات الخميرة الخيطية، كما أن بعض أنواع فطرة *الاسبيرجيللس Aspergillus* sp تسبب أمراضا والتهابات مختلفة للأذن الوسطى للإنسان، حتى أصبح علم الفطريات الطبي أحد فروع التخصص في ميدان الطب.

كما أن بعض الفطريات تفرز نواتج أيضية ثانوية في مواد الغذاء تسمى السموم الفطرية Mycotoxins بحيث إذا استخدمت هذه المواد كغذاء للحيوان فإنها تتركز في اللحوم والألبان وتصل إلى الإنسان عبر سلسلة الغذاء، ومن أهمها *الأفلاتوكسين Aflatoxins* التي تفرزها الفطرة *Aspergillus flavus* التي تلوث عادة الحبوب والفول السوداني وتتأثر بها بوضوح جميع الحيوانات.

ومن الأضرار الأخرى للفطريات أنها تسبب تلف الأخشاب وتحللها فيتسبب عن ذلك هدم المنازل، والجسور، والسكك الحديدية، وأعمدة الخطوط السلكية وخاصة في المناطق الباردة والمناطق الاستوائية، ومن أمثلة هذه المجموعة من الفطريات

الأجناس *Polyporus* sp; *Fomes* sp. and *Merulius* sp وكذلك تحلل وتآكل الألياف، والورق والبضائع الجلدية، والمنسوجات وتسبب أيضا تلف المواد الغذائية وتعفنها، وخاصة إذا توفرت لها الرطوبة الكافية ودرجة الحرارة الملائمة.

ولكن على الرغم من الأضرار البالغة التي تسببها الفطريات لمختلف الكائنات الحية الأخرى، إلا أن لبعضها تأثيرات مفيدة للإنسان، والنبات ويمكن تلخيص هذه الفوائد كما يلي:

١- تسبب تحلل المواد العضوية إلى مركبات بسيطة، فتزيد من خصوبة التربة لما تحدثه من تغيرات متعددة يستفيد منها النبات، وبالتالي الحيوان، وبذلك فهي تساهم في تخليص الكرة الأرضية من المواد العضوية المتراكمة.

٢- تساهم الفطريات في إنتاج وإضافة النكهة المحببة إلى الأجبان المشهورة مثل جبنة روكفورت وكاميمبرت التي تستخدم في صناعتها *بنيسيليوم روكفورتياي* *Penicillium roquefortii* و*بنيسيليوم كاممبرتياي* *Penicillium camembertii*.

٣- تدخل بعض الفطريات في غذاء الإنسان الأساسي حيث تُستهلك إما بحالتها الطازجة أو المجففة أو المملحة، ومن أهمها فطريات عيش الغراب Mushrooms الواسعة الانتشار عالمياً(الشكل رقم ١٤٦). وفطريات الكمأة أو ما يعرف محليا بالفقع Truffles ذات القيمة الغذائية العالية فهي تحتوي على كميات كبيرة من البروتينات، والدهون والمواد الغذائية الأخرى، والفيتامينات. وتنمو الكمأة طبيعياً في صحاري المنطقتين الوسطى والشمالية للمملكة العربية السعودية ويوجد منها عدة أنواع، تعرف محلياً بالخلاسي، الزبيدي، الجبا وأجودها النوع المسمى بالزبيدي (الشكل رقم ١٢٤). وكان الإنسان قديماً يجمع فطريات عيش الغراب من الحقول والغابات وأصبح الآن يزرعها ويضاعف إنتاجها. أما بالنسبة لفطريات الكمأة الصحراوية فلم يتمكن العلماء

حتى الآن من استنباتها وإنتاجها بالطرق الصناعية. مع أنه يوجد حاليا بعض المحاولات الجادة لتنميتها أو زراعتها، نظراً لأهميتها الاقتصادية الكبيرة لما تمتاز به من طعم لذيذ وقيمة غذائية عالية.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه يوجد أنواع سامة من عيش الغراب يطلق عليها لفظة Toadstools (الشكل رقم ١٥٠) لا يمكن تمييزها من الناحية الشكلية عن الأنواع التي تستعمل كغذاء للإنسان ولكنها تختلف عنها في التركيب الكيميائي فيكون بعضها غير مأمون العاقبة تماماً، والطريقة الوحيدة المأمونة التي يمكن للمرء معرفة الأنواع غير السامة Edible fungi ، والصالحة للأكل من فطريات عيش الغراب هي الإلمام بصفات أنواع الأفراد المألوفة من الفطر وذلك باستعمال معاجم مناسبة مع التدريب الكافي . وفي أوروبا يستعمل الإنسان أكثر من ١٥٠ نوعاً في غذائه، ولكن أشهرها وأجودها النوع المسمى *بوليتس ايديولوس Boletus edulis* (الشكل رقم ١٤٩) و*أجاريكس بايسبوراس Agaricus bisporus* (الشكل رقم ١٤٦) و*أجاريكس كامبستريس A. campestris*.

٤- تعتبر الفطريات مصدرا لبعض المواد الكيميائية الثمينة الأخرى، كالإنزيمات، التي تستخدم لأغراض صناعية وطبية مثل إنزيم الليبيز والإنفرتيز والبروتييز والسليولين والأميليز وغيرها، وبعض المضادات الحيوية، كالبنسيلين والأمبسيلين والذي تنتجه فطريات تابعة لجنس *البنيسيليوم*.

٥- تستخدم الفطريات كأنواع الجنس *أسبيرجيللس* في تحضير وإنتاج الكثير من الأحماض العضوية كحمض الليمون، وحمض الخل.

٦- تعتبر الفطريات مصدرا أساسياً لبعض الفيتامينات وبصفة خاصة فيتامين (ب) المركب.

٧- تستغل بعض أنواع الفطريات صناعيا مثل فطرة الخميرة في إنتاج البروتين أحادي الخلية(Single cell Protien (SCP ويستخدم البروتين الفطري حالياً على هيئة علائق لتغذية الحيوانات والطيور وربما في المستقبل كمصدر لغذاء الإنسان، بالإضافة إلى أن الخميرة المضغوطة تضاف إلى العجينة المستخدمة في عمل الخبز، لتخميرها حيث تجعل الرغيف خفيفاً منتفخاً وذو مسام.

٨- تستغل الأجسام الحجرية Sclerotia في فطر *Claviceps purpurea* صيدلانياً لتحضير عقاقير خاصة لاستحداث تقلصات الرحم، ومنع النزيف أثناء الولادة ، مما يجعل أمر الولادة ميسرا، والحياة متصلة بحفظ عنصرها الأساسي، وهو الدم.

إضافة إلى ما ذكر أعلاه، فإن للفطريات أهمية اقتصادية أخرى، لا يتسع المجال لذكرها هنا. وسنتطرق لذلك فيما بعد، عند مناقشتنا للأجناس الفطرية المختلفة.

تصنيف الفطريات Classification of Fungi

١- نبذة تاريخية عن طرق التصنيف

يتفق علما التصنيف المعاصرون على وضع الفطريات الحقيقية في مملكة خاصة بها يطلق عليها اسم مملكة الفطريات (Kingdom : Myceteae (Fungi، ومن الطبيعي أن نجد اختلافاً في الجداول التصنيفية للفطريات، لأن كل تصنيف يعتمد على وجهة نظر معينة وأسس علمية مختلفة، وليس هناك اتفاق تام بين العلماء في هذا الشأن، ويحتمل أن يكون ذلك راجع إلى الاختلافات المتعلقة بفهم التركيب الأساسي للفطريات وتفسير مختلف الاتجاهات التطورية في هذه المجموعة من الكائنات. وسوف يستمر هذا الجدل والاختلاف بين العلماء إلى أن تكتمل هذه الصورة وتنسد جميع الثغرات المتعلقة بمعرفتنا لهذا الموضوع.

ومع أن نظام التصنيف الموجود في حالته المعروفة لنا اليوم يعد مُرْضيا، ويمثل خلاصة ما توصل إليه العلماء في هذا المجال، إلا أنه نتيجة للدراسات المستمرة والمستفيضة فمن المحتمل أن يدخل عليه تحوير أو تغيير أو إضافة في المستقبل القريب.

وسنحاول فيما يلي إلقاء الضوء على بعض التطورات التاريخية القيِّمة والهامة، حتى أن علم الفطريات أصبح اليوم في مقدمة علوم الأحياء الدقيقة الأخرى.

ويعتبر العالم بيرسون (Persoon 1801) هو أول من وضع تصنيفاً للفطريات حيث قسمها إلى طوائف ورتب وفصائل. ثم جاء بعده العالم إيشلر (Eichler 1886) الذي قسم النباتات الثالوسية إلى طائفتين هما الطحالب والفطريات، وذلك على ضوء وجود أو عدم وجود صبغ اليخضور (الكلوروفيل)، وقسَّم الفطريات بدورها إلى بكتريا، فطريات عفن هلامية وفطريات حقيقية. وبعد ذلك جاء العالم شروتر (Schroter 1893) حيث قسم الفطريات إلى أربع طوائف رئيسية هي :

١ - الفطريات الطحلبية Phycomycetes

٢ - الفطريات الزقية الحقيقية Euoascomycetes

٣ - الفطريات البازيدية Basidiomycetes

٤ - الفطريات الناقصة Deuteromycetes

وذلك وفقا لوجود أو عدم وجود حواجز في خيوط الغزل الفطري، إلى جانب أشكال وخصائص الأبواغ الجنسية.

وفي عام ١٩٣١م قام العالم Saccardo بإصدار موسوعته العلمية الضخمة عن هذه الكائنات Sylloge Fungorum والتي تضم ٢٥ مجلدا حيث قسم الفطريات إلى ست طوائف رئيسية هي :

١- طائفة الفطريات المنشقة Schizomycetes

٢- طائفة الفطريات المخاطية Myxomycetes

٣- طائفة الفطريات الطحلبية Phycomycetes

٤- طائفة الفطريات الزقية Ascomycetes

٥- طائفة الفطريات البازيدية Basidiomycetes

٦- طائفة الفطريات الناقصة Deuteromycetes

ومع أن هذا العالِم قد وضع البكتريا وفطريات العفن ضمن الفطريات إلا أن معظم علماء الفطريات في ذلك العصر قد استبعدوا البكتريا وفطريات العفن من مملكة الفطريات وذلك نظرا لعدم احتواء البكتريا على النواة الحقيقية، وأيضا عدم احتواء فطريات العفن على جدر خلوية سليلوزية أو كيتينية كالتي تمتاز بها الفطريات الحقيقية.

العالم الألماني جومان (Gaumann 1926) ألّف كتابا بعنوان «مقارنة الأشكال الظاهرية للفطريات» وترجمه جومان ودوج (Gaumann & Dodge 1928) إلى اللغة الإنجليزية حيث قسم الفطريات إلى الطوائف الخمس التالية:

١- الفطريات الأركية Archimycetes

٢- الفطريات الطحلبية Phycomycetes (3 orders)

٣- الفطريات الزقية Ascomycetes

أ- الفطريات الزقية الأولية (a) Hemiascomycetes (2 orders)

ب- الفطريات الزقية الحقيقية (b) Euascomycetes (12 orders)

٤- الفطريات البازيدية Basidiomycetes (12 orders)

٥- الفطريات الناقصة Deuteromycetes

والشيء الملاحظ في التقسيم أعلاه هو أن جومان قد أوجد طائفة جديدة هي الطائفة الأركية وأنها تتساوى في الأهمية مع الفطريات الطحلبية، وأفراد الطائفة الأركية تمتاز بوجود خلايا عارية، وبعدم وجود غزل فطري متميز على الإطلاق.

ولكن علماء عصره أمثال (Fitzpatric 1930) وكارلينج (Karling 1932) وسبارو (Sparrow 1943) لم يعترفوا بجعل هذه الطائفة منفصلة ، ولكن رأوا دمجها ضمن طائفة الفطريات الطحلبية.

ويتضح هذا فيما جاء به العالمان جوين فوجان ويارنز (Gwynne-Vaughan and Barnes 1937) في مؤلفهما «الفطريات» حيث اقترحا فيه تقسيم الفطريات إلى أربع طوائف رئيسية هي :

١ - الفطريات الطحلبية Phycomycetes

أ - الفطريات الأركية a)Archimycetes (3 orders)

ب- الفطريات البيضية b) Oomycetes (5 orders)

جـ - الفطريات الزيجوية c)Zygomycetes (2 orders)

٢ - الفطريات الزقية Ascomycetes

أ - الفطريات الزقية الكروية a) Plectomycetes (3 orders)

ب - الفطريات الزقية القرصية b) Disomycetes (5 orders)

جـ - الفطريات الزقية القارورية c) Pyrenomycetes (4 orders)

٣- الفطريات البازيدية Basidiomycetes

أ - الفطريات النصف بازيدية a) Hemibasidiomycetes (1 order)

ب - الفطريات البازيدية الأولية b) Protobasidiomycetes (3 orders)

جـ - الفطريات البازيدية الذاتية C) Autobasidiomycetes (2 orders)

٤ - الفطريات الناقصة Deuteromycetes (3 orders)

ولقد قسم العالم فيتزباتريك (Fitzpatric 1930) النباتات الثالوسية إلى قسمين رئيسيين هما :

obeikandl.com

١ – الثالوسيات المخاطية Myxothallophyta

٢ – الثالوسيات الحقيقية Euthallophyta

والقسم الأخير ينقسم بدوره إلى البكتريا، الفطريات، الأشنات والطحالب، ثم قام بتقسيم الفطريات إلى أربع طوائف هي:

١ – الفطريات الطحلبية Phycomycetes

٢ – الفطريات الزقية Ascomycetes

٣ – الفطريات البازيدية Basidiomycetes

٤ – الفطريات الناقصة Deuteromycetes

وبعد ذلك قام بعض العلماء أمثال بيسى (Bessey 1950) وجومان (Gaumann 1952) وغيرهم بتقسيم الفطريات إلى ثلاث طوائف مستقلة هي:

١ – الفطريات المنشقة Schizomycetes

٢ – الفطريات المخاطية Myxomycetes

٣ – الفطريات الحقيقية Eumycetes

وتم تقسيم الطائفة الأخيرة بدورها إلى أربع طويئفات وذلك على حسب طبيعة الغزل الفطري وتكوين الأبواغ الجنسية وفقا للمخطط التالي:

أما التقسيم الذي وضعه العالم مارتن (Martin 1961) فهو المتبع لدى معظم علماء الفطريات حتى وقتنا الحاضر، ومختصر هذا التقسيم يمكن أن يوضحه المخطط التالي :

قسم : الفطريات	Division: Mycota
■ قسيم : الفطريات الميكسوميكوتينية	Subdivision: A. Myxomycotina
• طائفة الفطريات المخاطية	Class: Myxomycetes
■ قسيم : الفطريات الحقيقية	Subdivision B. Euomycotina
• طائفة الفطريات الطحلبية	Class I. Phycomycetes
– طويئفة الفطريات الشعرية	Subclass 1. Trichomycetes (4 orders)
– طويئفة الفطريات البيضية	Subclass 2. Oomycetes (8 orders)
– طويئفة الفطريات الزيجوية	Subclass 3. Zygomycetes (2 orders)
• طائفة الفطريات الزقية	Class 2. Ascomycetes
– طويئفة الفطريات الزقية الأولية	Subclass 1. Hemiascomycetes (2 orders)
– طويئفة الفطريات الزقية الحقيقية	Subclass 2. Euoascomycetes (14 orders)
• طائفة الفطريات البازيدية	Class 3. Basidiomycetes
– طويئفة الفطريات البازيدية المتباينة	Subclass 1. Heterobasidiomycetes (3 orders)
– طويئفة الفطريات البازيدية المتماثلة	Subclass 2. Homobasidiomycetes (8 orders)
• شبة طائفة الفطريات الناقصة	Form-Class 4. Deuteromycetes (4 orders)

ثم تبع الكسوبولوس (Alexopoulos 1962) وهوكر (Hawker 1967) وآخرون رأي مارتن في تقسيم الفطريات إلى القسيمين السابقين .

وأخيرا فإن العالمان الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979) قد أسهما مساهمة فعالة من خلال مؤلفهما «مقدمة في علم الفطريات» الذي يعد من أحدث ما كتب في هذا المجال، نظرا لأنه يمتاز بالحداثة في تصنيف الفطريات، حيث تم

فيه تقسيم مملكة الفطريات إلى ثلاثة أقسام رئيسية ينقسم كل منها إلى طوائف تندرج تحتها رتب وفصائل وأجناس ثم أنواع، وهذه الأقسام هي :

١- قسم الفطريات العارية Division 1. Gymnomycota

٢- قسم الفطريات السوطية Division 2. Mastigomycota

٣- قسم الفطريات اللاسوطية Division 3. Amastigomycota

وقد بُنيَ هذا التقسيم على أساس الصفات الرئيسية التالية :

١- وجود أو عدم وجود الأطوار المتحركة في دورة حياة الفطر.

٢- شكل وترتيب أسواط الأبواغ السابحة.

٣- انقسام أو عدم انقسام الغزل الفطري إلى خلايا.

٤- نوعية وطبيعة الأبواغ الجنسية، ما إذا كانت زيجوية، بيضية، زقية أو بازيدية. وغير ذلك من المعايير والاختلافات المعروفة لدى علماء التصنيف، والتي سنتطرق لها فيما بعد.

ولا يفوتنا أن نذكر بأن علماء الفطريات يعتبرون أن الكائنات التي تعيش في الوسط المائي بوجه عام أكثر بدائية من تلك التي تعيش في الوسط الأرضي، وتمشياً مع هذا المبدأ فإننا نعتبر أن الفطريات المنتجة لتراكيب متحركة (أبواغ سابحة وأمشاج متحركة) أثناء دورة حياتها، والتي تعتمد على الوسط المائي في وظائفها، أكثر بدائية من تلك التي ليست لها تراكيب متحركة، كما تعد الطفيليات داخل مجموعة شكلية أكثر رقيا من الرميات، والطفيليات الإجبارية أكثر رقيا من الأنواع الأقل تخصصا (Alexopoulos 1962).

٢- نظام التصنيف المتبع في هذا الكتاب

سوف يُتَّبعْ في هذا الكتاب نظام التصنيف الذي سار عليه الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos and Mims 1979,1996) وفقا للصفات والمعايير المذكورة أعلاه .

وفيما يلي ملخصا لهذا التصنيف :

المملكة العليا : الكائنات حقيقية النواة — Superkingdom : Eukaryota

مملكة الفطريات — Kingdom : Myceteae (Fungi)

أولا : قسم الفطريات العارية — Division 1. Gymnomycota

- قسيم الفطريات الأكرازيوجيمنوميكوتينية — Sub division 1. Acrasiogymnomycotina
  - طائفة الفطريات الأكرازيوميسيتية — Class 1. Acrasiomycetes
- قسيم الفطريات البلازموديوجيمنوميكوتيني — Subdivision 2.Plasmodiogymnomycotina
  - طائفة الفطريات البروتوستيليوميستية — Class 1. Protosteliomycetes
  - طائفة الفطريات اللزجة (الهلامية) — Class 2. Myxomycetes

Subclass 1. Ceratiomyxomycetidae
Subclass 2. Myxogastromycetidae
Orders 1. Liceales
2. Echinosteliales
3. Trichiales
4. Physarales
Subclass 3. Stemonitomycetidae
Order: Stemonitales

ثانيا : قسم الفطريات السوطية — Division II. Mastigomycota

- قسيم الفطريات أحادية السوط — Subdivision 1. Haplomastigomycotina
  - طائفة الفطريات الكيتريدية — Class 1. Chytridiomycetes

Orders 1. Chytridiales
2. Harpochytriales
3. Plastocladiales
4. Monoblepharidales

- طائفة الفطريات الهيفوكيتريديوميسيتية — Class 2. Hyphochytridiomycetes

Order: Hyphochytriales

- طائفة الفطريات البلازموديوفورية — Class 3. Plasmodiophoromycetes

Order : Plasmodiophorales

obeikandl.com

■ قسيم الفطريات ثنائية السوط Subdivision 2. Diplomastigomyctina

● طائفة الفطريات البيضية Class1. Oomycetes

Orders 1. Saprolegniales
2. Leptomitales
3. Lagenidiales
4. peronosporales

ثالثا : قسم الفطريات اللاسوطية Division III Amastigomycota

■ قسيم الفطريات الزيجوميكوتينية Subdivisi 1. Zygomycotina

●طائفة الفطريات الزيجوية (التزاوجية) Class 1. Zygomycetes

Orders 1. Mucorales
2.Enthomophthorales
3.Zoopagales

●طائفة الفطريات الشعرية Class2. Trichomycetes

■ قسيم الفطريات الأسكوميكوتينة Subdivision 2. Ascomycotina

● طائفة الفطريات الزقية (الكيسية) Class 1. Hemiascomycetidae

Orders 1. Protomycetales
2. Endomycetales
3. Taphrinales

Subclass 2. Plectomycetidae

Orders 1. Ascosphaerales
2. Elaphomycetales
3. Onygenales
4. Eurotiales
5. Microascales

Subclass 3. Hymenoascomycetidae

✱ مجموعة الفطريات الزقية القارورية (الدورقية) Series 1. Pyrenomycetes

a)The phyllactinia type centrum
Orders 1. Erysiphales
2. Meliolales
b) The Xylria type centrum
Order 1. Xylariales
c) The Nectria type centrum
Order 1. Hypocreales

✱ مجموعة الفطريات الزقية القرصية (الكأسية) Series 2. Discomycetes

a) Inoperculate discomycetes
Orders 1. Phacidiales
2. Ostropales
3. Helotiales
b) Operculate discomycetes

obeikandl.com

Order 1. Pezizales
Subclass 4. Laboulbeniomycetidae
Subclass 5. Loculoascomycetidae
Orders 1. Myriangrales
2. Dothideales
3. Pleosporales
4. Hysteriales
5. Hemisphaeriales

■ قسيم الفطريات البازيديوميكوتينية — Subdivision 3. Basidiomycotina

● طائفة الفطريات البازيدية — Class 1. Basidiomycetes

Subclass 1. Holobasidiomycetidae

✱ مجموعة الفطريات الخصيبة — Series: Hymenomycetes

Orders 1. Aphyllophorales
2. Agaricales
3. Exobasidiales
4. Dacrymycetales
5. Tulasnellales
6. Brachybasidiales

✱مجموعة الفطريات المَعِديَّة — Series: Gasteromycetes

Orders 1.Hymenogastrales
2.Sclerodermatales
3. Tulostomatales
4. Phallales
5. Lycoperdales
6.Nidulariales

Subclass 2. Phragmobasidiomycetidae
Orders 1. Tremellales
2. Auriculariales
3. Septobasidiales

Subclass 3. Teliomycetidae
Orders 1 . Uredinales
2. Ustilaginales

■قسم الفطريات الديتيروميكوتينية — Subdivision 4. Deuteromycotina

●شبه طائفة الفطريات الناقصة — Form-class 1. Deuteromycetes

From-subclass 1.Blastomycetidae
From-orders 1. Sporobolomycetales
2. Cryptococcales
From-subclass 2. Coelomycetidae
From-orders 1. Sphaeropsidales
2. Melanconiales
From-subclass 3. Hyphomycetidae
From-orders 1. Moniliales
2. Agonomycetales

obeikandl.com

نظرا لأن هذا الكتاب قد وُضع أصلا ليناسب منهج الدراسة الخاص بعلم الفطريات في الكليات العلمية المختلفة. وإنه ليس في الإمكان مناقشة جميع الفطريات أو حتى نماذج تمثل جميع المجموعات، لذلك فإنه قد تم اختيار بعض الأمثلة، وخاصة تلك التي لها أهمية اقتصادية، والتي تناولتها المناقشة ليكون القارئ على بينة بالتركيب الأساسي للفطريات، والظواهر المختلفة لدورة حياتها، وكذلك تفسير حقائق الاتجاهات التطورية المختلفة في تصنيف هذه المجموعة الضخمة من الكائنات.

٣- التسمية الثنائية Binomial Nomenclature

كما ذكرنا آنفا فإن علم تصنيف الفطريات يختص بالتعرف على الأنواع المختلفة من الفطريات، ووصفها وتسميتها ووضعها في الموضع التصنيفي المناسب لها.

ويعرف حاليا أكثر من ١٥٠ألف نوع موصوف من أنواع الفطريات، تظهر تبايناً كبيرا فيما بينها، من حيث بنيتها، ووظائفها، وطرق معيشتها. وقد كان لزاما على المشتغلين بعلم الفطريات أن يقوموا بوضع نظام موحد لتسمية وتصنيف هذا العدد الهائل من أنواع الفطريات لتسهيل دراستها، ولتفهم مختلف العلاقات بين مجموعاتها.

وكان أول من وضع أسس نظام التصنيف البيولوجي الحالي هو العالم النباتي السويدي كارلوس لينيوس (Carlus Linneaus 1753). فقد صنف لينيوس الكائنات الحية، حيوانية كانت أو نباتية، أو كائنات دقيقة، تبعا لدرجة التشابه المورفولوجي والتشريحي بينها. كما وضع نظاما جديدا لتسمية الكائنات الحية يعرف بنظام التسمية الثنائية للكائنات Binomial system of nomenclature حيث أعطى لكل كائن حي سواء كان نباتاً أو حيواناً اسما مركبا من مقطعين الأول وهو لاتيني أو إغريقي الأصل وهو يرمز لاسم الجنس Genus ويبدأ بحرف أبجدي كبير. والآخر وهو اسم صفة لاتيني أو اسم عالم، وهذا هو اسم النوع Species، ويبدأ بحرف أبجدي صغير وعادة يكون اسم النوع، وَقد يكون اسم الجنس أيضاً صفة من صفات الكائن الحي أو منسوباً إلى اسم مكتشفه أو اسم مكان اكتشافه أو موطنه الأصلي. وحين تكتب الأسماء الثنائية لابد

وأن يوضع تحتها دائماً خط ، أو تكتب بحروف مائلة *italics* عند الطبع ، ويتبع الاسم الثنائي أحياناُ الاسم أو الاسم المختصر للعالم الذي كان أول من وصف النوع أو قام بتسميته.

وعموماً يجب الثبات في التسمية العلمية لأنه في بعض الأحيان يحدث بعض التغيير لأسباب مختلفة فقد يُحْدث عالم تعديلاً في اسم الكائن الحي ، وفي هذه الحالة يوضع اسم العالم الأول عقب اسم الكَائن مباشرة بين قوسين ثم يتبعه اسم العالم أو العلماء الذين اشتركوا في تسميته ثانية وذلك كما في فطر عفن الخبز الأسود *Rhizopus stolonifer* (Fr.) Lind.

ومع تقدم العلوم والدراسات البيولوجية ، تطور علم التصنيف حتى أصبح يعتمد الآن أيضا على بعض الأسس والصفات الكيميائية الحيوية والوراثية والفسيولوجية للكائنات الحية التي تساعد في تحديد القرابة بينها ، وليس الاعتماد فقط على الصفات المورفولوجية والتشريحية لها ، التي تحدد درجات التشابه والتباين بين أنواعها المختلفة.

وتبعا للتصنيف الحديث تضم الأنواع ذوات الصفات المشتركة في جنس Genus واحد ، والأجناس المشتركة في صفاتها في فصيلة Family واحدة. والفصائل الشبيهة ببعضها البعض في رتبة Order واحدة. أما الرتب المتشابهة في صفاتها فتضم في طائفة Class واحدة ، والطوائف المتقاربة في قسم Division كبير واحد. ويتكون من مجموعة هذه الأقسام مملكة الفطريات Myceteae. وقد تقسم كل فئة من تلك الفئات إذا لزم الأمر إلى تحت مجموعات ، كقُسَيْم ، وطويئفة ، ورتيبة ، وأحيانا تقسم الأنواع إلى أصناف وسلالات أحيائية.

وعلى حسب توصيات لجنة القوانين الدولية للتسمية الثنائية للكائنات الحية فإن أسماء أقسام الفطريات لابد من إنهائها بلفظ ميكوتا Mycota ، والقسيم بلفظ ميكوتينا Mycotina ، والطوائف بلفظ ميسيتات Mycetes ، والطويئفات بلفظ ميسيتيدي

Mycetidae ، أما أسماء الرتب فتنتهي بلفظ آت ales ، والفصيلة ايه Aceae ، وليس للأجناس Genera والأنواع Species نهايات معيارية.

وعلى سبيل المثال فإن النوع *تيتراسبيرما tetrasperma* يعد واحدا من جملة أنواع يتضمنها الجنس *نيوروسبورا Neurospora* ، وينتمي هذا الجنس مع غيره من الأجناس إلى الفصيلة السوردارية. وتنتسب هذه الفصيلة مع غيرها من الفصائل لرتبة الزيلاريات وهذه الرتبة توضع بدورها مع رتب أخرى في طويئفة أسكوميسيتيدية ، وهي إحدى خمس طويئفات تحتويها طائفة الفطريات الزقية ، وتعد هذه الطائفة هي إحدى الطوائف التي تُكَوَّن قُسَيم الفطريات الاسكوميكوتينية. وهذا القسيم مع ثلاث قسيمات أخرى (الزيجوميكوتينية ، البازيديوميكوتينية ، والديتروميكوتينية) ، يشكلون قسما واحدا هو قسم الفطريات اللاسوطية Amastigomycota الذي يشكل بدوره مع القسمين الآخرين ، وهما قسم الفطريات العارية Gymnomycota ، وقسم الفطريات السوطية Mastigomycota مملكة واحدة هي مملكة الفطريات .

ويمكن تمثيل هذا التقسيم كما يلي :

المملكة العليا : الكائنات حقيقة النواة	Superkingdom: Eukaryota
مملكة الفطريات	Kingdom: Myceteae (Fungi)
قسم الفطريات اللاسوطية	Division: Amastigomycota
قسيم الفطريات الأسكوميكوتينية	Subclass: Ascomycotina
طائفة : الفطريات الزقية	Class: Ascomycetes
طويئفة الزقيات الخصيبة	Subclass: Hymenoascomycetidae
رتبة الزيلاريات	Order: Xylariales
الفصيلة السوردارية	Family: Sordariaceae
جنس : *نيوروسبورا*	Genus: *Neurospora*
نوع : *تيتراسبيرما*	Species : *Tetrasperma*

openkandil.com