

## مقدمة حول الفطريات

علم الفطريات **Mycology** : هو العلم الذي يختص بدراسة الفطريات من حيث تركيبها وتصنيفها وحياتها وطرائق تكاثرها وفوائدها ومضارها وأهميتها الاقتصادية.

اشتقت الكلمة الانكليزية **mycology** من الاصل اللاتيني (اللغة اليونانية القديمة) وتعني :

**Mykes** فطر عيش الغراب و **logos** علم

ويشمل عدة فروع رئيسية:

- وراثية الفطريات **Fungal genetics**
- بيئة الفطريات **Fungal ecology**
- الفطريات الصناعية **Industrial mycology**
- الفطريات الطبية **Medical mycology**
- بيئة الفطريات **Fungal ecology**
- فسلجة الفطريات **Fungal physiology**
- تصنيف الفطريات **Fungal taxonomy**

ويعتمد على علوم اخرى مثل :

البيئة ، الفسلجة ، التشريح ، الوراثة ، الكيمياء ، التربة ، النبات ، الحيوان ، الاحياء المجهرية .  
تمثل الفطريات مجموعة كبيرة واسعة الانتشار تمثل أكثر من 150 ألف نوع طبقاً لأحدث الإحصائيات  
توجد في كل مكان تتوافر فيه المواد العضوية وتنمو بغزارة في الظلام والضوء الضعيف وخاصة في البيئات  
الرطبة ، توجد في المناطق الحارة والمعتدلة والباردة ومنتشرة في التربة والهواء وتقل في المياه .  
الفطريات (**fungi**) مجموعة من الاحياء حقيقية النواة (**Eukaryotic cells**) عديمة الكلوروفيل ، غير  
ذاتية التغذية (**Heterotrophic**). تنتشر في البيئات المختلفة كالماء والهواء والتربة وعلى سطوح  
الاجسام وداخلها كالانسان والحيوان والنبات . وتتراوح احجامها بين التي لا ترى الا بالمجهر وبين التي ترى  
بالعين المجردة الى بضعة اقدام .

## المميزات العامة:

- 1- كائنات حقيقية النواة (**Eukaryotic cells**).
- 2- عديمة الكلوروفيل والبلاستيدات الخضراء (**Achlorophyll**).
- 3- غير ذاتية التغذية (**Heterotrophic**).
- 4- وتتراوح احجامها بين التي لا ترى الا بالمجهر وبين التي ترى بالعين المجردة الى بضعة اقدام يعني طول الخيط الفطري من عدة مايكرومترات الى عدة امتار طولاً وقطر الخيط الفطري من 5-100 مايكرومتر.
- 5- اما لوانها فتكون الخيوط الفطرية عديمة اللون في الغالب وقد تصطبغ بصبغات غير كلوروفيلية.

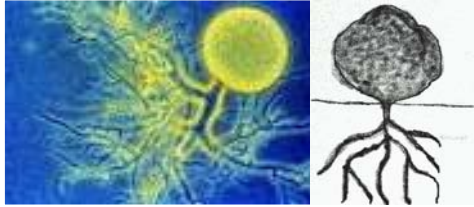
6- لها جسم بسيط التركيب ، عديم الاعضاء الحقيقية كالجذر والساق والاوراق والجهاز الوعائي ، يعرف بالثالوس (Thallus) .

ويختلف الثالوس من حيث درجة التطور حسب نوع الفطر .

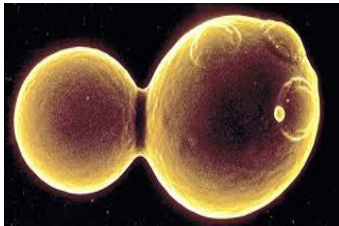
1- ففي الانواع الوائطة ، يكون الثالوس مؤلفا من كتلة بروتوبلازم غارية تشبه الاميبا كما في الفطريات الهلامية (Slime moulds) (الشكل 1)



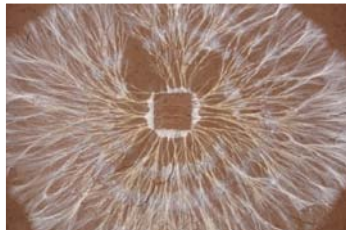
2- أويكون الثالوس مؤلفا من خلية واحدة بسيطة مع اشباه جذور، كما في الفطريات الكثريرية (Chytridiomycetes) (الشكل 2)



3- او قد يكون مؤلفا من خلية واحدة بسيطة كما في الخمائر Yeasts. (الشكل 3)



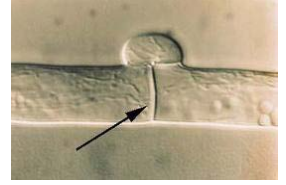
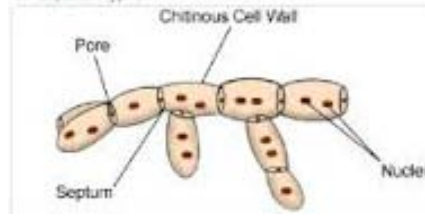
4- اما الانواع المتطورة ، فيكون الثالوس مؤلفا من مجموعة خيوط رفيعة ، انبوبية الشكل ، متفرعة ومتشابكة تسمى بالغزل الفطري او المايسيليوم (mycelium) ، ويسمى الخيط المفرد منه بالخيط الفطري او الهايفا (hypha). (الشكل 4)



يكون الخيط الفطري مملوء بالساييتوبلازم عادة ،

وقد يكون ساييتوبلازم الخيط الفطري مقسما بواسطة جدران مستعرضة (Septa) مفردا (Septum) فيصبح الخيط بذلك مؤلفا من سلسلة من الخلايا، ويسمى الغزل الفطري المقسم **Septate mycelium**

(الشكل 5)،



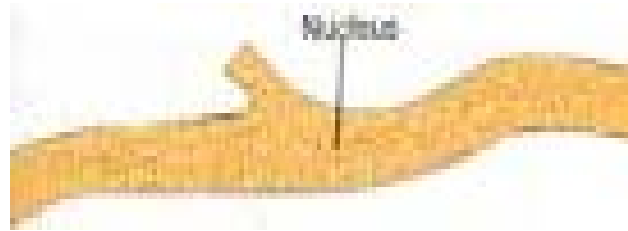
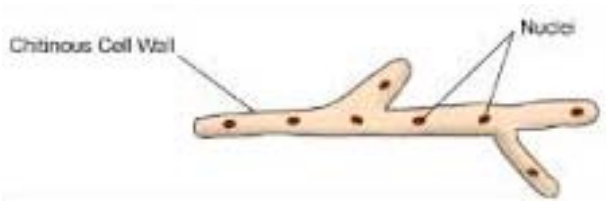
فقد تحتوي الخلية على نواة واحدة **uninucleate** او نواتين **binucleate**

او ثلاثة ( عدة انوية ) **multinucleate**

او يكون الساييتوبلازم غير مقسم فيكون الخيط مدمجا خلويا (**coenocytic**) اي مؤلفا من

خلية واحدة عديدة الانوية ويدعى **Non septate mycelium**

(الشكل 5)



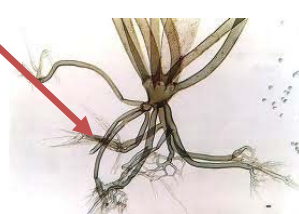
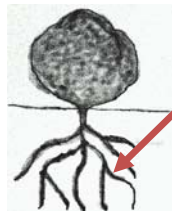
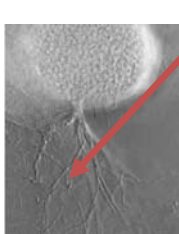
5- ان بعض الهيافات الجسدية لفطر معين قد تكون متميزة في الشكل والوظيفة عن بقية الخيوط الجسدية

ال اخرى . وهي كالاتي :-

أ - **Rhizoid** (اشباه الجذور) : هيافات رفيعة ، متفرعة بشكل يشبه بلجذر (**Root-like**) تقوم

بتثبيت الفطر على المادة العضوية و يقال ايضا ان لها دور في امتصاص المواد الغذائية .توجد في بعض

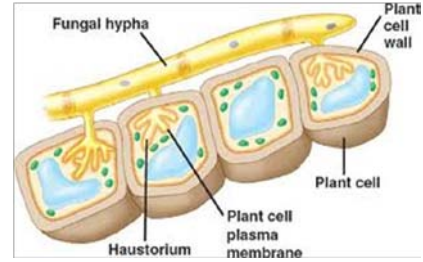
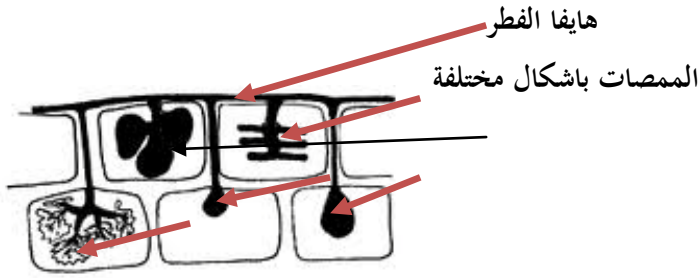
الفطريات الواطئة (الشكل 6) .



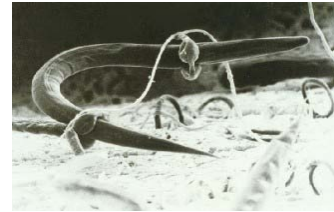
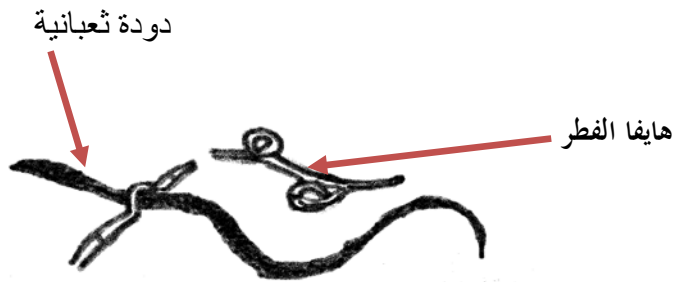
ب- **Haustoria** الممصات مفردتها (**Haustorium**) : فروع جانبية قصيرة وذات اشكال مختلفة

تنفذ الى داخل خلايا نسيج العائل وتتوسع فيها ، وتقوم بامتصاص المواد الغذائية من خلايا العائل ، وتتخذ

اشكالا مختلفة ، حسب نوع الفطر ، كأن تكون كروية الشكل او كمثرية او مفصصة او خيطية بسيطة او متفرعة تشبه اصابع اليد او شوكة الطعام وتوجد في هايفات بعض انواع الفطريات الطفيلية على النباتات الزهرية. (الشكل 7)



ج- **fungi trap nematodes** هايفات تشبه الحلقة لاصطياد الديدان الثعبانية في التربة عن طريق الالتفاف حول جسم الفريسة. (الشكل 8).

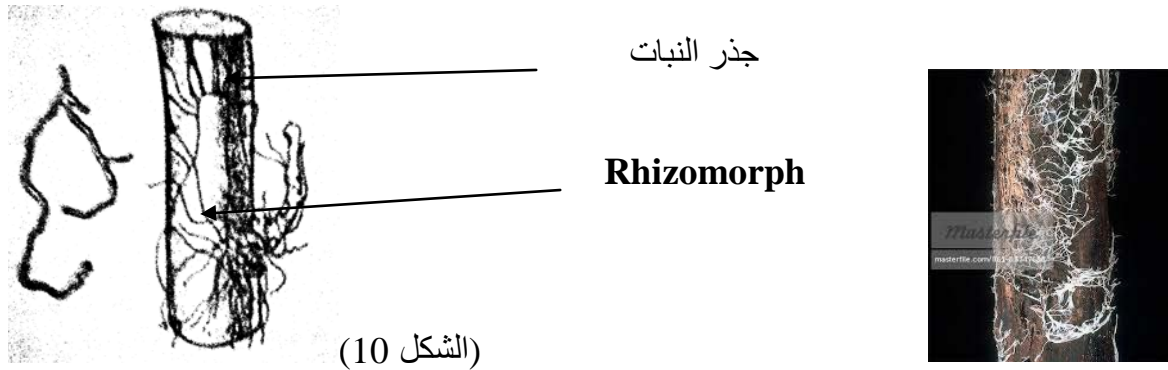


د- هنالك بعض الغزول الفطرية تنمو تحت سطح التربة وترسل تراكيبها الثمرية فوقها كما في فطر عيش الغراب (Mushroom) او الموريولات (Morelles) وغيرها. (الشكل 9)

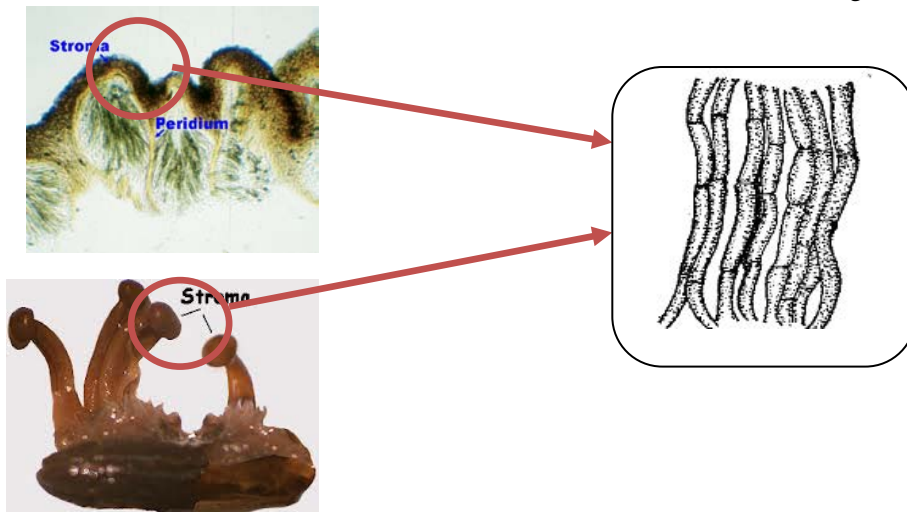


تراكيب ثمرية  
غزول فطرية تحت سطح التربة

هـ- ان هيافات بعض انواع الفطريات الراقية وفي مرحلة من مراحل حياتها لا تكون نتباعدة عن بعضها او مفككة ، بل تتجمع الهيافات المجاورة بصورة متوازية ومتراصة مع بعضها مكونة تراكيبا متميزة تشبه الحبل الرفيع تعرف بشكل جذر (Rhizomorph) (الشكل 10) يمتد شكل جذر الفطر على سطح المادة العضوية كما في فطر رباط الحذاء (*Armillaria mellea* shoe string) . او يمتد على سطح بعض جذور النباتات الراقية كما في الصنوبريات مثل الفطر *Elaphomyces sp.* فيعمل على انتشار الفطر في التربة .

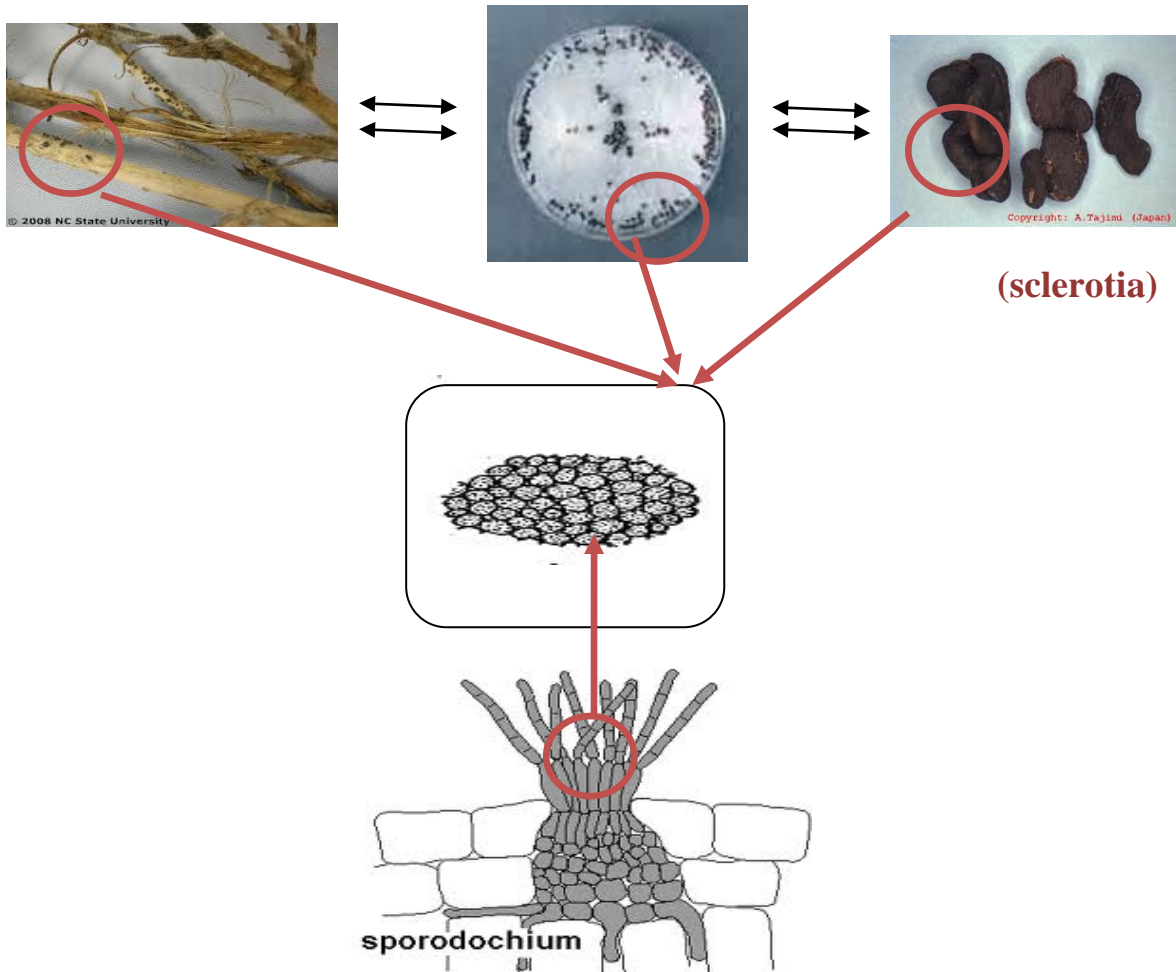


و- وقد تتداخل (تلتحم) هيافات الغزل الفطري في بعض انواع الفطريات الراقية مع بعضها وبصورة محكمة مكونة نسيجاً فطرياً كاذباً يسمى **Plectenchyma** ، تميزا له عن النسيج الحقيقي، لان الاول ينشأ من هيافة مفردة وتنقسم الخلايا فيها بمستوى واحد فقط . وهناك نوعان من النسيج الفطري الكاذب ، هما (1) النسيج البروزنكي (prosenchyma tissue) وتكون فيه الهيافات في المقطع الطولي متميزة وتظهر مستطيلة الشكل وممتدة على بعضها بصورة متوازية تقريبا وبشكل غير محكم ، كما في الحشوة الفطرية (Stroma) ، (الشكل 11)

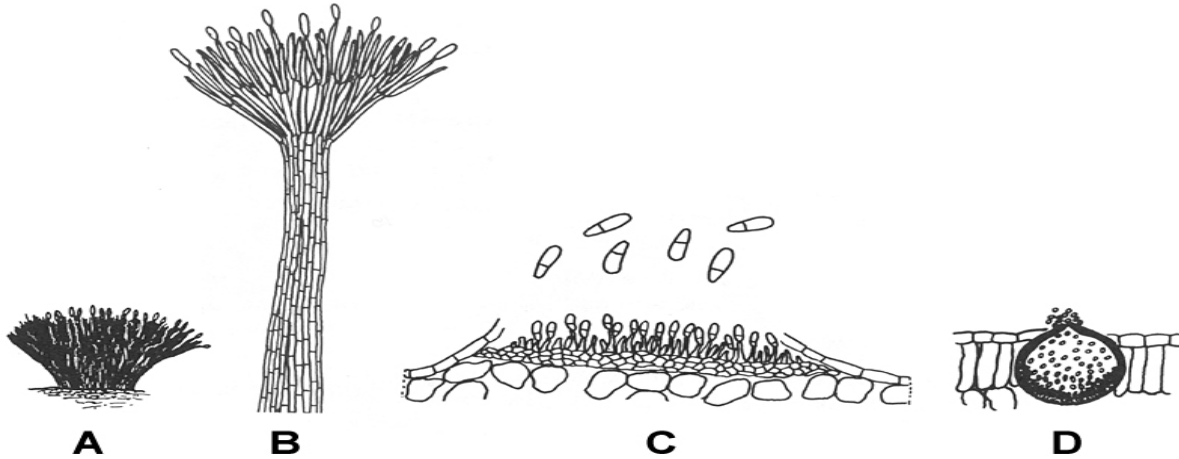




(2) اما النوع الثاني من النسيج الفطري الكاذب يعرف بالنسيج الحشوي الكاذب (Pseudoparenchyma tissue) وتكون فيه الهيافات غير متميزة نظرا لتداخلها مع بعضها بصورة محكمة فتظهر الخلايا في المقطع المستعرض كروية الشكل ويوجد بينها مسافات بينية بحيث يبدو النسيج مشابها للنسيج الحشوي في النباتات الراقية كما في الجسم الحجري (sclerotia) للفطر *Sclerotium* ، والوسادة البوغية (الوسادة السيورية) (Sporodochium). (الشكل 12).



الشكل (13)



A. Sporodochium. B. Synnema. C. Acervulus. D. Pycnidium. Note that the conidia are not in asci. ■

ان النسيج الفطري الكاذب قد يكون مميزا الى مناطق مختلفة من حيث التركيب والوظيفة ، كما في بعض الانواع التي تنتج تراكيب فطرية مركبة ، تعرف بالثمار السبورية ، تكون مؤلفة من نسيج فطري كاذب وتراكيب تكاثيرية لاجنسية او جنسية مثل الكويمة الكونيدية **Sporodochium** والظفيرة الكونيدية **Synnema** والوعاء البكيدى **Pycnidium** والوسادة السبورية **Acervulus**.  
ان مثل تلك الانسجة غير الحقيقية مثل **Rhizomorph** و **sclerotia** لها القدرة على تحمل الظروف البيئية غير الملائمة ، وتعد **sclerotia** احسن وسيلة لبقاء الفطر وتحتوي على خزين جيد من المواد الغذائية .

### طرق التغذية فى الفطريات

يخلو الغزل الفطري من مادة الكلوروفيل والبلاستيدات الخضراء ولذلك فهو من الكائنات غير ذاتية التغذية **Heterotrophes** اى أنها لا تستطيع أن تعتمد على نفسها للحصول على احتياجاتها الغذائية بل لابد لها أن تستوفى احتياجاتها من

1- مصادر حية : الفطريات المتطفلة

2- من مصادر عضوية ميتة (متحللة): الفطريات المترمة

ومن الجدير بالذكر ان الغزل الفطري يفرز خلال عمليتي النمو والتطور انزيمات خارجية بصورة مستمرة في المادة التي ينمو عليها فتقوم بتحليل المواد العضوية المعقدة الى مواد عضوية

بسيطة مذابة يمكن لجزيئاتها من ان تنفذ من خلال الجدار الخلوي الى داخل الخلية بسهولة حيث يتم تمثيلها .

ان الفطريات الخيطية تظهر عادة ثلاثة مراحل اثناء نموها هي : مرحلة لايشاهد فيها النمو ، ومرحلة نمو سريع تؤدي الى زيادة في عدد الخلايا وكتلتها ، ثم تأتي مرحلة يتناقص فيها النمو ويقل الوزن بسبب القتل الذاتي من جراء نفاذ المواد الكربوهيدراتية والاكسجين ، او الى تجمع مواد سامة وحوامض عضوية كالامونيا، وتحدث خلال هذه المرحلة عادة تحلل كبير لمادة الكايتين والبروتين والكربوهيدرات بفعل الهدم الايضي الانزيمي للفطر .

متطلبات نمو الفطريات ( ماعدا مجموعة التطفل الاجباري ، حيث انها تعيش على العائل الحي فقط ولا يمكن تنميتها على اوساط زرعية في المختبر )

ان معظم الفطريات تحتاج في نموها وتكاثرها الى :-

١ -مصادر كربون C sources فقد تكون اما سكريات احادية Monosaccharides مثل (كلوكوز و فركتوز ) ، او تكون سكريات ثنائية Disaccharides مثل (سكروز والمالتوز ) ، او سكريات متعددة Polysaccharides مثل النشا .

٢ -مصادر نيتروجين N sources وتكون اما من مصادر عضوية مثل الاحماض الامينية amino acid والبيتون Peptone . او من مصادر غير عضوية كاملاح النترات واملاح الامونيوم . وهذه الاملاح اما ان تكون رئيسية Macronutrient مثل Ca,P,K , Zn,Fe,Mn,Bo,Cu او تكون ثانوية Micronutrient مثل

٣ -الرطوبة Humidity ان النسبة المقبولة هي 10%

٤ -اما الفيتامينات فان اغلب الفطريات تنتجها .

طرق المعيشة والعلاقات البيئية للفطريات :-

تختلف الطريقة التي يعيش فيها الفطريات باختلاف طبيعة الفطر والبيئة الغذائية التي يعيش ويتغذى عليها ، فصنفت الى ثلاثة اصناف هي : الترمم والتطفل والمعيشة التكافلية .

اولا: - الترمم Saprophytism :

وفيها تعيش بعض انواع الفطريات على المواد العضوية الميتة ، نباتية كانت ام حيوانية ، فتسمى هذه الانواع من الفطريات بالرميات ( Saprophytes ) وتعرف طريقة المعيشة بالترمم



(Saprophytism) . وتنتشر الرميات بصورة واسعة في الطبيعة وتلعب دوراً مهماً في تحليل المخلفات العضوية وبهذا فإنها تعيد المواد الأولية الى الطبيعة وتحافظ على توازن العناصر وتحسن خصوبة التربة وتنظف سطح الكرة الأرضية من تجمع المواد العضوية الميتة . وتربى بعض انواعها للاستفادة من مشتقاتها الابيضية ، وفي الصناعات المختلفة، ومن ناحية اخرى فإنها تهاجم مواد عضوية ذات اهمية بالغة فتسبب لها التعفن والتفسخ والضياع .  
وتقسم الفطريات الرمية من حيث درجة الترمم الى:  
١ - فطريات اجبارية الترمم ( Obligate saprophytic fungi ) : فطريات تعيش على مواد عضوية ميتة طيلة فترة حياتها بصورة اجبارية مثل:

*Pilobolus sp. , Chaetomium sp. , Agaricus sp. , Penicillium sp. , Trichoderma sp.*

٢ - فطريات اختيارية التطفل ( Facultative parasites ) : وهي فطريات رمية تستطيع وتحت ظروف بيئية معينة ، ان تصبح طفيلية ، وتكثر في التربة عادة ، حيث تقضي فترة زمنية من حياتها رمية ، وعندما يتوفر لها النبات العائل ، تهاجمه وتتطفل عليه ، كما في:

*Pythium sp. , Phytophthora sp. , Rhizoctonia sp. , Alternaria sp. Fusarium sp.*

ثانياً: - التطفل Parasitism :

وفيه تعيش بعض انواع الفطريات على مواد عضوية حية ، نباتية ام حيوانية مسببة لها بعض الامراض الفطرية ، وتعرف هذه الانواع من الفطريات بالطفيليات (Parasities) وتسمى طريقة المعيشة بالتطفل (Parasitism) . ان الفطريات الطفيلية يجب ان تكون على اتصال وثيق ببروتوبلاست الخلايا الحية من العائل وبهذا تكون على انواع هي : 1- تعيش بصورة داخلية وتكون اما داخل خلية العائل وعلى اتصال مباشر بالبروتوبلاست ( Intracellular ) ، او تكون بالمسافات البينية الخلوية وفي هذه الحالة ترسل ممصات الى داخل خلايا العائل لامتصاص الغذاء ( Intercellular ) . 2- وقد تعيش بصورة خارجية على سطح العائل وترسل ممصات الى الداخل لامتصاص الغذاء وتقسم الفطريات الطفيلية من حيث درجة التطفل الى :-

١ - فطريات اجبارية التطفل ( Obligate parasitic fungi ) : تعيش وتقضي جميع حياتها على نباتات او حيوانات حية فقط ولا يمكن لمثل هذه الانواع تربيتها على اوساط غذائية اصطناعية . مثل

الفطر *Plasmopara viticola* المسبب لمرض البياض الزغبي (Downy mildews)

على العنب وهو احادي العائل . والفطر *Puccinia graminis* المسبب لمرض صدأ الساق الاسود (Black rust stem) على الحنطة وهو ثنائي العائل وغيرها .

٢ - فطريات اختيارية الترمم (Facultative saprophytes) : وهي فطريات بطبيعتها متطفلة

، لكنها تستطيع ان تقضي جزءا من حياتها كرميات . ويكون التطفل عادة في بداية تواجدها على

العائل ، وبعد موته تقضي حياتها عليه كرميات . كفطريات التفحم (Smut fungi)

وفطريات امراض التفاف الاوراق وغيرها .

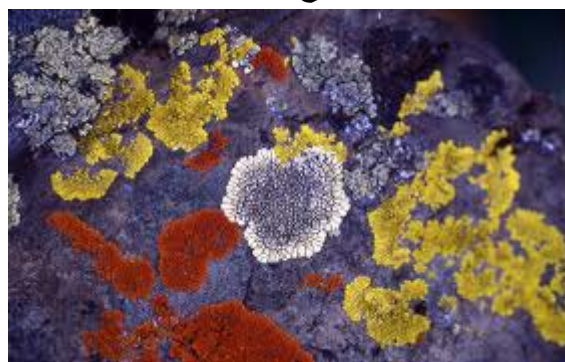
ثالثا: - المعيشة التكافلية (Symbiosis) :

وهو نوع من التعايش السلمي وتبادل المنفعة وفيه تتشارك بعض انواع الفطريات مع بعض انواع النباتات

لتعيش وتنمو بحيث يكفل كل منهما احتياجات الاخر من المواد الغذائية .

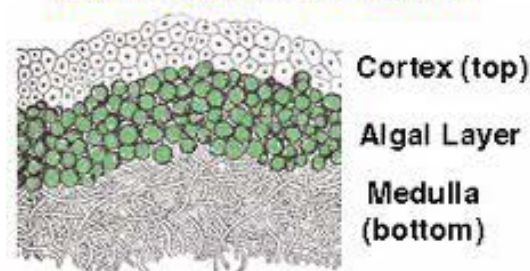
١ - الاشنات (Lichens) : كائن حي يتالف من اتحاد فطر مع طحلب وفيه يزود الطحلب الفطر

بالمواد الكربوهيدراتية ، بينما يزود الفطر الطحلب بالماء والاملاح المعدنية .



Heteromeric Lichen

#### Cross Section of Lichen



(الشكل 14)

٢ - الجذر الفطر المايكورايزا (Mycorrhiza): وهذه موجودة بين بعض الفطريات التي تتشارك

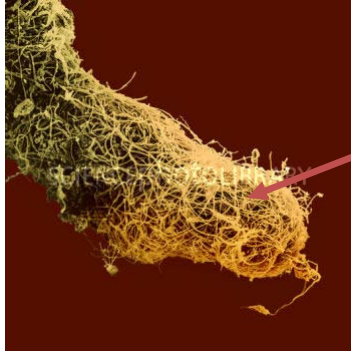
مع جذيرات بعض جذور النباتات الراقية . وانواعها تكون :

(1) في هذه الحالة قد ينمو الفطر اما على السطح الخارجي لجذر العائل بحيث يغلف تلك

الجذيرات ويرسل في الوقت نفسه هايفات داخلية حيث يستمد الفطر غذائه من نسيج العائل

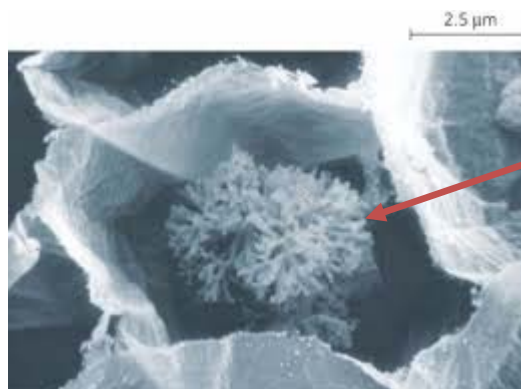
وبالمقابل يزود الفطر العائل ببعض احتياجاته الغذائية كالدّهون ومنشطات النمو والاملاح

المعدنية ويعرف هذا النوع من مشاركة الجذر الفطر بخارجي التغذية  
(Ectotrophic mycorrhiza) او (Ectomycorrhiza) ، وهذا النوع يوجد  
بين بعض انواع الفطريات البازيدية وبعض انواع اشجار الغابات مثل اشجار الصنوبر والزان .



(الشكل 15)

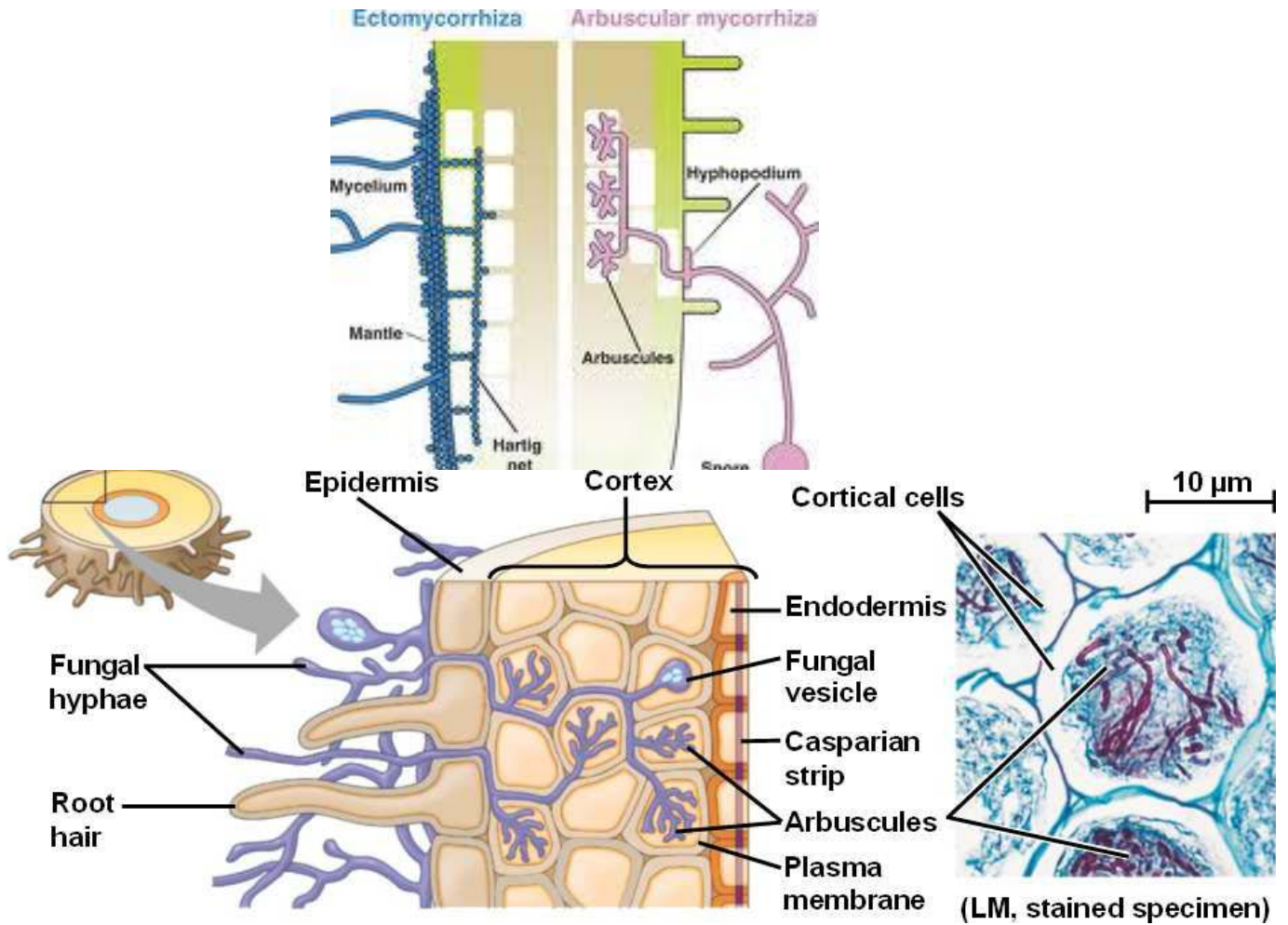
(2) وقد ينمو الفطر كله داخل نسيج قشرة جذير العائل ويرسل هايفات شبيهة بالميمصات ذات طراز مميز كأن تكون كروية (Vesicles) او شجرية (Arbuscles) او انبوبية ملتوية الى داخل خلايا القشرة لامتصاص المواد الكربوهيدراتية من العائل وبالمقابل يزود الفطر النبات ببعض احتياجاته الغذائية كالدّهون ومنشطات النمو ، ويعرف هذا النوع من مشاركة الجذر الفطر بداخلي التغذية (Endotrophic mycorrhiza) او (Endomycorrhiza) ، وهذا النوع يوجد في العديد من النباتات الاقتصادية كالقمح الذرة البطاطا قصب السكر الشاي القهوة وكذلك نبات الاوركيد حيث يشارك احدى سلالات الفطر Rhizoctonia جذيرات نبات الاوركيد مكونا جذر فطر وفيه يكفل احتياجات كل منهما الاخر . (3) وهناك نوع ثالث يجمع بين الخارجي والداخلي يسمى (Ectendomycorrhiza). مع عدم اغفال دور المايكورايزا في حماية جذور النباتات من مهاجمة الفطريات الممرضة .



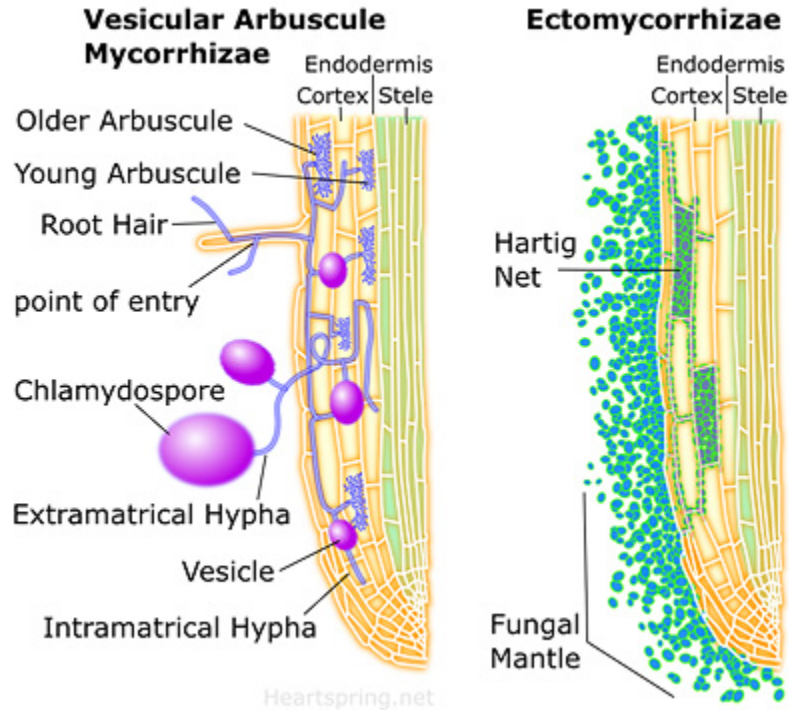
(الشكل 16)

(الشكل 17)

## مقارنة بين Ectomycorrhiza و Endomycorrhiza







### فطريات التربة Soil fungi:

تتواجد في التربة ويتركز تواجدها في الاعماق 10-15 سم. تعود اغلبها الى الفطريات الناقصة ، وهي الاقل تواجدا مقارنة باليكتريا والاكثينومايسيتات . ان الظروف البيئية ونوع التربة يؤثران على تواجد فطريات التربة وهو ما يعرف بالـ **Flora** في التربة . مثلا الفطر **Aspergillus** يتواجد بشكل اكثر من **Penicillium** في المناطق الدافئة بينما يكون العكس في المناطق المعتدلة . وتكثر الفطريات البازيدية في الغابات وتحت الاشجار مقارنة في الترب العارية . وكذلك تختلف الفطريات كما ونوعا في الترب المزروعة وغير المزروعة وبين الترب الطينية والمزيجية والرملية .

تقسم فطريات التربة تبعا لتواجدها الى :

**1- Soil inhabitant fungi:** وهي الفطريات الموجودة بشكل دائم في التربة وتمتلك توزيعا وانتشارا واسعا .



**Soil invaders -2:** وهي فطريات يرتبط تواجدھا وانتشارھا على نوع النباتات المزروعة في تلك التربة ، ولهذا فان اغلب فطريات هذه المجموعة تمتلك قابلية عالية على مهاجمة النباتات .

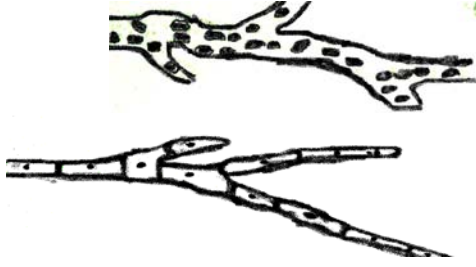
### نشوء وتطور الغزل الفطري :-

ينشأ الغزل الفطري من جراء انبات بوغ او ( اي خلية جسدية لها القدرة الكامنة على الانبات والنمو في الشروط البيئية الملائمة) . فعندما يسقط البوغ مثلاً على وسط غذائي ، يمتص مقداراً من الماء ويزداد في الحجم، وتحدث عملية الانبات بعدما يتحفز البروتوبلازم وتنقسم النواة، ويظهر نتوء بروتوبلازمي صغير من خلال فتحة مجهرية في جدار خلية البوغ يسمى بانبوب الانبات (Germ tube) ، بعدها ينشأ له جدار خلوي وينمو بصورة قمية Apical growth ويستطيل في منطقة تلي القمة النامية ويزداد في السمك، مع بقاء مناطق رقيقة ينشأ عندها بعض الفروع وينتج عن هذا النمو كتلة من الخيوط المتشابكة تؤلف بمجموعها الغزل الفطري . ان مدى عملية التفرع وموقع الفروع بالنسبة للقمة النامية ودرجة الزاوية التي يكونها مع المحور الرئيسي تعتمد على التركيب الوراثي للفطر وعلى عوامله البيئية . (الشكل 6) .



الشكل(18): مراحل انبات البوغ

تتجه الغزول الفطرية الناشئة بصورة شعاعية اذا كان الوسط الغذائي متصلباً وذات سطح مستو ، اما اذا كان الوسط سائلاً فتتكون كتلة من الغزول الفطرية كروية الشكل . وفي كلتا الحالتين فان الخيوط الفطرية للغزل الفطري لا تكون متماسكة بل متباعدة نسبياً عن بعضها البعض ليتخذ الغزل الفطري مظهرًا قطنيًا او وبريًا . يكون الغزل الفطري عديم اللون او يصطبغ بصبغات غير الصبغات الكلوروفيلية فيظهر رمادي او اسود او بني او برتقالي الخ ... حسب نوع الفطر . ويكون الغزل الفطري اما من الطراز المقسم او غير المقسم .



تنشأ الجدران المستعرضة في الهايفات الحديثة في الغزل الفطري المقسم على هيئة نمو يبدأ من السطح الداخلي لجدار الهيفة ويمتد نحو الداخل مكونا حاجزا او جدارا مستعرضا بهيئة حلقة غير مغلقة تماما ، بل تكون محتوية على فتحة مركزية صغيرة يتم خلالها الاتصال الساييتوبلازمي وانتقال المواد الغذائية و احيانا انتقال الانوية بين الخلايا المجاورة . تعطي الحواجز والجدران المستعرضة قوة ومتانة وعند تعرض الخيط الفطري للضرر الميكانيكي في حالة الجروح ، فان الجدار المستعرض يقوم بسد الفتحة المركزية للخلية المجاورة بدلا من انتاج جدار مستعرض جديد . وقد تنشأ جدران مستعرضة مغلقة تماما في بعض هايفات الغزل الفطري المولدة لبعض انواع التراكيب التكاثرية كالحواظ البوغية او المشيجية لتمكن تلك التراكيب من الانفصال بسهولة . يوجد الغزل الفطري المقسم في الفطريات الراقية كالفطريات الكيسية والبازيدية (الصولجانية) والناقصة والعقيمة . بينما يوجد الغزل الفطري غير المقسم في الفطريات الوائطة كالفطريات البيضية واللاقحية .