أوليات التربة

للدكتور أحمد حسنين القفل

قسم وقاية النبات فى كلية الزراعة بجامعة القاهرة

يعتبر العالم Ehrenberg (١٨٣٧) أول من أشار إلى وجود أنواع مختلفة من الأوليات فى التربة ، كما أشار إلى علاقة هذه المجموعة من الحيوانات بيكتريا التربة ، وبالتالى بخصوبة الأراضى الزراعية .

ولم يكن نشاط الأوليات الحرة فى التربة وأثرها يحظى باهتمام الباحثين والعلماء ، كما كان الحال بالنسبة للأوليات الحرة فى المياه العذبة أو المالحة حتى كانت نظرية Russel & Hutchinson (١٩٠٩) التى وضحت أثر التعقيم الجزئى Partial sterilization على التربة وبواسطتها فسر « مرض التربة » «Soil sickness» على أنه يتسبب عن وجود عدد كبير من الأوليات النشيطة أو الخضرية Active or trophic التى يعزى إليها التأثير على العمليات البكتيرية وعدم استمرارها ، نظراً لقدرة الأوليات على ابتلاع هذه الكائنات . ويؤدى تعقيم التربة إلى قتل الأوليات فتوصف إذن كعلاج . ومع أن هذه النظرية لم تؤخذ على علاتها إلا أنها فتحت الطريق أمام الأبحاث عن أنواع الأوليات ونشاطها وأوصافها فى التربة .

ماهية أوليات التربة :

تتطلب كل الأوليات فى التربة الماء السائل Liquid water لكى تقوم بنشاطها العادى ، ولذا فإن هذه المجموعة من الحيوانات تعتمد فى تجوالها ومزاولة نشاطها على الشقوق المغمورة بالماء ، وعلى الأنفاق الشعرية

فى الأرض ، وعلى الأغشية المائية المغلفة لحبيبات التربة . ولما كانت كمية الماء بالتربة صغيرة نسبياً عادة فإن أوليات التربة تكون هى الأخرى صغيرة الجرم إذا ماقورنت بنفس الأنواع التى تعيش فى البرك أو المستنقعات أو المياه المفتوحة .

وليس للأوليات وطن خاص ، فهى منتشرة فى كل بقاع العالم Cosmopolitan حيث تتوافر إمكانيات معيشتها وازدهارها ، ولذا فإن البقاع المختلفة تشتمل على أوليات متشابهة تقريباً من حيث النوع ، وإن كانت تختلف كما على حسب الظروف الطبيعية والحيوية السائدة فى هذه البقعة ، كما يلاحظ أن كثيراً من أوليات التربة يشابه كثيراً أوليات المياه العذبة (ومياه الرى) من حيث تعدد أنواعها لامن حيث جرمها .

يوجد بالتربة عدد لابأس به من الأوليات المختلفة لها تأثيرها الذى لاشك فيه على بكتريا التربة ، وعلى الحيوانات الأخرى بها ، وقد تتدخل فى خصوبة التربة . وتوجد أوليات التربة بصورتين :

(ا) إما أن تكون فى حالة نشيطة Active وتعرف الأوليات عندما تكون كذلك بأنها فى الصورة الخضرية vegitative form أو أنها فى مرحلة التغذية Trophic phse

(ب) أو تكون فى حالة راحة أى غير نشيطة وتعرف بأنها فى حالة تحوصل Encystment ويعزى تحوصل الأوليات فى التربة إلى ظروف سيئة طارئة مثل الجفاف ، أو الحرارة ، أو البرودة ، أو قلة الغذاء ، أو وجود مواد كيماوية غير مرغوبة لها ، وعند التحوصل يفقد الحيوان الأولى الأسواط أو الأهداب ، وقد يفقد أعضاء خلوية أخرى ثم يفرز جداراً حوله يتكون عادة من طبقتين : إحداهما داخلية رقيقة ، والأخرى خارجية أغلظ سمكا وأقوى ، وتعيش الحوصلات عدة أشهر أو عدة سنين مادامت الظروف السيئة باقية . وقد احتفظت بعض الحوصلات بحيويتها

أربعين سنة ، ومع هذا قد تعود الحوصلة إلى الحالة النشيطة بمجرد زوال الظروف السيئة فى مدى وقت وجيز .

تتأثر الأوليات فى التربة بعوامل شتى أهمها الحرارة والرطوبة والتركيب الكيماوى لمياه التربة والحموضة والقلوية والرصيد الغذائى ودرجة توفر المواد العضوية والعمليات الزراعية ... الخ ..

الأوليات الموجودة فى التربة تنتمى إلى ثلاثة مجاميع هى :

(ا) السوطيات Flagellates ، شكل ١ ، وقد أشار الباحثون إلى وجود أنواع من السوطيات فى التربة تتبع الأجناس :
Oikomonas , Heteromitus , Bodo كما لوحظ أن الحيوان السوطى Cercomonas crassicauda يظل بنشاطه العادى حتى آخر قطرة من الماء فى التربة وكل السوطيات الأرضية تقريباً تتغذى على البكتريا الموجودة فى التربة .

(ب) الشعاعيات Rhizopoda (Sarcodina) الأميبات العارية قليلة فى التربة ، ومثلها Amoeba , gruberi (Naegleria) A. وهما يتغذيان على البكتريا ، وقد لوحظ أن A. terricola تفترس غيرها من الشعاعيات ، بل قد تفترس العجليات Rotifers وأنها تفضل الطبقات السطحية من التربة حيث يكثر وجود النباتات الدنيئة من الطحالب Moss ولا توجد مطلقا فى الدبال Humus ويشيع فى التربة وجود الأميبات المغطاة ذات الهيكل الخارجى Testecea (Or Thecamoebae) وعلى الأخص فى الأراضى الحمضية الفقيرة فى البكتريا وتعيش هذه الشفاعيات فى الطبقات السطحية الغنية بالمواد العضوية فى المراحل المختلفة لتحللها ومثال هذه الشعاعيات ، شكل ٢ و ٣ ، :
Microchlamys patella. Arcella discoides وكذلك أنواع من عائلة Euglyphidae مثل Euglypha laevis E. ciliata,

كما توجد أنواع تفضل طبقات أعمق من التربة مثل :

Difflugia Phyrganella sp urceolata

والأميبات المغطاة تتغذى على مخلفات حيوانية أو نباتية ، ومنها المفترسات مثل أنواع جنس Difflugia , Nebela التى تفترس أوليات أخرى .

(حـ) الهدبيات Ciliatez : تضم الفراغات المملوءة بالماء أنواعا قزمية Dwarfed specimens من الهدبيات والأوليات الشائعة هى «شكل ٤» Colpidium colpoda , C. steini ¦ Colpoda cucullus وأنواع جنس Chilodon .

وقد وجدت أنواع من جنس Vorticella فى الأغشية المائية للأنفاق الشعرية فى التربة . وتعتمد بعض الهدبيات فى غذائها على البكتريا . وقد لوحظ أن النوع Spathidium spathula يفترس الأميبات ذات الغطاء ، وأنه يوجد غالباً فى الطبقات السطحية حيث تكثر المواد العضوية. ويبين « شكل ٦ » الهدبيات الأخرى الشائعة فى التربة والمياه العذبة .

أوليات التربة والبكتريا :

أشرنا فيما سبق إلى أن Russell, Hutchinson هما أول المشيرين بطريقة عملية إلى إيضاح أثر الأوليات على بكتريا التأزت فى التربة ، وبالتالى على خصوبتها ، وذلك بعمل التجارب التى تؤدى إلى إجراء تعقيم جزئى للتربة يقضى على الأوليات دون أن يقتل بكتريا التأزت Nitrifying Bacteria فيها ، وبهذا تتخلص البكتريا من عدو حيوى لها فتنشط وتتكاثر ، ويزيد بذلك تثبيت الأزوت فى التربة ، وبالتالى تزيد خصوبتها .

ولقد ثبت أن كثيراً من أنواع الشعاعيات والسوطيات تتغذى على البكتريا ، وأن الهدبيات فيها ما يتغذى على البكتريا ، ومنها ما يمكنه أن يستغنى عن وجودها مثل أنواع جنس Colpoda الذى يمكنه أن

يعيش نشيطاً فى المواد العضوية المنحلة بالتربة ، على أن كثيراً من أنواع الأوليات يتخصص فى التغذية على أنواع خاصة من البكتريا وخاصة البكتريا السالبة بالنسبة لصيغة جرام gramm-negative Bacteria وتوجد فى التربة بكتريا لا تستخدم غذاء للأوليات ، وهى فوق ذلك تفرز مواد سامة للأوليات التى توجد فى محيطها وقد تتغير قابلية الأوليات لتفضيل نوع خاص من البكتريا بتغير الظروف البيئية .

ويعتقد بعض العلماء أن للأوليات دورها المهم فى انحلال المواد العضوية بالتربة ، فهى فوق كونها تتغذى على أنواع خاصة من البكتريا فإن لها القدرة على هضم مواد عضوية أخرى ، كما أن من الأوليات مايترمم فيتغذى بالامتصاص على مواد عضوية ، كما هو الحال فى سوطيات التربة .

وقد أجريت تجارب على مبلغ تأثير وجود بعض أوليات التربة فى تثبيت الأزوت بواسطة بكتريا تثبيت الآزوت الجوى Azotobacter واستخدمت لذلك أنواع من الأوليات من جنس Colpidium عملت لها مزارع صناعية ، ووجد أن الأوليات المشار إليها كانت سبباً فى زيادة كمية الآزوت المثبتة بواسطة هذه البكتريا ، وفسر ذلك بأن تغذية الأوليات على الأزوتوبا كتيرية نمى هذه البكتريا وجعلها تحافظ على كفايتها فى تثبيت الآزوت مدة أطول ، بعكس مزارع البكتريا النقية التى غابت فيها الأوليات .

ويستنتج مما سبق أن الأوليات وإن كانت تقلل من عدد البكتريا فى التربة بتغذيتها عليها إلا أن الدليل على أن للأوليات تأثيراً خطراً على نشاط الكائنات الحية الدقيقة وعلى عمليات التربة عموماً لايزال يحتاج إلى أبحاث تثبته أو تنفيه .

أوليات التربة والفطريات :

لوحظ حديثاً أن هناك أنواعاً من الفطر تفترس أنواعاً من الأوليات ،

وتنتمى أنواع الفطر هذه إلى مجموعتين رئيسيتين هما : مجموعة Phycomycetes ، ومجموعة Hyphomycetes وتنتمى أغلب الفطريات المفترسة للأوليات إلى المجموعة الأولى، ونظراً لخواصها المميزة فى التغذية فإنها توضع فى رتبة مستقلة بها تعرف باسم Zoopagales ويكون الافتراس بطرق منها :

(١) بواسطة هيفات داخلية مثل أنواع فطر Cochlonema 'Aplectosoma 'Endocochlus (شكل ٧) وهذه إذا لصقت أحد جراثيمها بالحيوان الأولى أو إذا ابتلعها فإنها تنمو داخله وتقضى عليه.

(٢) بواسطة هيفات تعمل عمل المصايد كأنواع فطر Dactylella passalopaga الذى يصطاد الأوليات بالالتصاق ، وكذلك الفطر Pedilospora dactylopaga الذى تخرج منه بروزات لاصقة تصطاد الأوليات .

(٣) بواسطة هيفات خارجية، فالفطر المنتمى إلى جنس Stylopage وجنس Acaulopage sp. يستخدم بعض الأميبات بعد أن يصل إليها كعائل ، ثم بعد ذلك ينشر هيفاته فى جسم عائله ويمتصه كما فى (شكل ٨)

فى مزارع الأصص تفترس الفطريات أعدادا كبيرة من الأميبات، ولو قدر للفطر أن يعمل بمثل هذه القوة تحت الظروف الطبيعية فى الحقل لأمكن الاستفادة بهذه الظاهرة استفادة عظيمة من حيث المقاومة .

الأوليات فى التربة المصرية :

ظهر من التجارب التى أجريت فى سنة ١٩٢٤ بواسطة مستر ماكنزى تيلور ومستر شاملى بيرنز وكذلك ظهر من المزارع التى تعمل بين آن وآخر للدراسة العادية أن أرض الجيزة الزراعية تحتوى على الأوليات الآتية :

(١) السوطيات Flagellates . ويوجد منها اليوجلينا الخضراء

Euglena viridis Monas guttula, Bobocaudatus, Bobo Ovatus. (شكل ١)

(٢) الهدبيات Ciliates : ويوجد منهـــا Prorobon ovum Colpopa caculus Caldiqium colpoba, Chilobon paramaecium. وسوطيات تتبع الأجناس Oxytricha. Vorticella. Euplotes Pleurenema · Stylonychia (شكل ٤، ٥، ٦)

(٣) الشعاعيات Rhizopoda : وتوجد منها أميبات تتبع الأجناس Actinospaerium Amoeba radiosa. Dactylosphaeria (شكل ٢ ، ٣)

وتوجد مثل هذه الأنواع أيضا فى مياه النيل وفى الترع الرئيسية، وكذلك فى الترع والقنوات الصغيرة التى تمد الحقول بالمياه مباشرة .

والأوليـات السابقة توجد على صورتيهـــا الخضرية والمتحوصلة فى الأراضى الزراعية ، وأهم عامل فى تحوصل الأوليات فى التربة المصرية هو عامل الجفاف والحرارة ـ الشراقى ، فقد وجد بالتجارب أن الأوليات كانت جميعها متحوصلة إبان فترة الشراقى فى أرض الجيزة ، وتراوح عدد الأوليات الكلى فى هذه الفترة (٢٢ يونيه ١٩٢٤ ـــ ١٧ أغسطس ١٩٢٤) بين ٥٦٠٠٠ و ٦٥٠٠٠ للجرام الواحد ، والهدبيـات بين ١٠٠٠ و ٥٠٠٠ للجرام الواحد ، والشعاعيـــات بين ٧٥٠٠ و ١٠،٠٠٠ للجرام الواحد والسوطيات حوالى ٥٠،٠٠٠ للجرام الواحد ، وتبين من الفحص الذى أجرى بعد إطفاء الشراقى وجود زيادة ملحوظة فى السوطيات والشعاعيات، ويفهم من ذلك أن فترة الجفاف والحرارة التى تمر بها التربة بالجيزة لا تقتل الأوليات كلية ، وإنما تدخلها فى طور تحوصل ، لأنه إذا كانت أقصى درجة للحرارة يصل إليها سطح التربة ـ وليس داخل التربة نفسها ـ هى ٦٨° م كما بين Sutton (١٩٤٦) فإن التجارب دلت على أن الأوليات المتحوصلة

فى التربة لا تموت إلا عند درجة ٨٠°م للشعاعيات والسوطيات ، وعند درجة ٧٣° للهدبيات تقريباً .

وقد وجد أن الوقت اللازم لنقل الحيوان الأولى من حالة التحوصل إلى الحالة النشيطة تتوقف على نوع الوسط ، وتكون فى المتوسط بين ٤ و٦ أيام للهدبيات ، وبين ١٤ و٢٠ يوماً للشعاعيات .

وقد وجد بالتجارب أن درجة الحرارة التى تموت عندها البرنوزوا فى الأوساط السائلة تكون كما فى الجدول الآتى :

النوع	درجة الحرارة التى تموت عندها الأوليات	
	الحالة النشيطة	الحالة المتحوصلة
الهدبيات	٥٤° مئوية	٧٢° مئوية
الشعاعيات	٤٨ »	٧٢ »
السوطيات	٤٤ »	٧٠—٧٢ »

مزارع الأوليات :

تعمل المزارع لفحص وتقدير الأوليات ، وأفضل الطرق لدراسة الأوليات والتعرف عليها هو فحصها فحصاً مؤقتاً وهى حية ، فتؤخذ نقطة على شريحة ، يحسن أن تكون مجوفة وتعلق النقطة على غطاء الشريحة ، ويمنع التبخير فى التحضير المؤقت بإحاطة غطاء الشريحة بالفازلين ، كما يمكن تعويق حركة الحيوان إذا كان نشيطاً لايدركه البصر أثناء الفحص باستخدام الجيلاتين أو شعر القطن .

المزارع المختلطة Mixed cultures : تعمل للدراسة العامة بسهولة بواسطة مغلى القش أو الدريس أو القمح ، أو الأرز ، ثم تحقن بواسطة التربة ، أو المياه العذبة إذا رغب فى فحص ماتحتويه من أوليات ، والمزارع الناجحة هى التى يحال بينها وبين وجود عديدات الخلايا فيها التى تتغذى

على الأوليات ، وكذلك التى تنظم فيها عوامل الضوء والحرارة والغذاء ودرجة تركيز أيون الايدروجين إلى الحد المناسب .

وفى المزارع المختلطة يلاحظ عادة أن أنواع الأوليات المختلطة لا تتكاثر أو تظهر دفعة واحدة أو فى آن واحد ، ولكنها تتتابع فى الظهور ، ففى مزرعة مغلى الدريس مثلا تظهر أولا السوطيات ثم الهدبيات ، وبعد ذلك الشعاعيات ، وحالة التوازن فى المزارع المختلطة قد لا تحدث ، ويعزى توقف نوع عن التكاثر وسيادة نوع آخر عليه إلى تراكم المواد الإخراجية للنوع الأول فى المزرعة بحيث تصبح وسطاً غير مناسب لنشاطه ، وكذلك لأن ازدهار نوع من الأوليات قد يخلق ظرفاً حسناً لنمو نوع آخر وتكاثره بدوره . وفيما يلى طرق تحضير مزرعة مختلطة للأوليات للدراسة العامة :

(١) تؤخذ ١٠ جم من القش أو الدريس وتجزأ إلى قطع صغيرة ، ثم تغلى فى لتر من الماء المقطر يوضع بدورق أو كأس مناسب مدة تقرب من الساعة ، ثم يرشح مغلى القش ويجعل المرشح أميل قليلا إلى القلوية ، وذلك بإضافة بضع نقط من الصودا الكاوية حتى يتلون عباد الشمس بالزرقة الخفيفة ثم يعقم المحلول بعد ذلك بالحرارة ، وبعد أن يبرد يقسم على عدد مناسب من أطباق بترى Petri dishes معقمة ثم يوضع فى كل طبق ما لا يزيد على نصف جرام من تربة زراعية رطبة ، وتترك الأطباق على منضدة المعمل أو توضع فى فرن على درجة ٢١ — ٢٢° م ، وتفحص المزرعة عدة فترات متقاربة وتسجل المشاهدات أولا بأول .

(٢) تغلى بضع حبات من القمح فى كمية مناسبة من الماء المقطر أو ماء البركة الصافى ، ٤ حبات قمح لكل ١٠٠ سم٣ ثم يعامل المحلول كما سبق .

(٣) ولقد أشار Singh (١٩٤٦) إلى طرق عمل مزارع لأوليات التربة التى تتغذى على البكتيريا ، وأشار إلى مراعاة عاملين مهمين فى مثل هذه المزارع :

(ا) وجوب استعمال وسط لا يشجع نمو بكتيريا التربة ، وكذلك الكائنات الأخرى من غير الأوليات التى توجد مع الجزء المحقون من التربة soil inoculum

(ب) إضافة نوع أو أنواع من البكتريا التى يمكن أن تستخدم كغذاء للأوليات ، ويمكن التغلب على الصعوبة الأولى باستخدام آجار غير مغذ non-nutrient agar أو هلام السليكا silica jelley كما يمكن التغلب على الصعوبة الثانية بمعرفة أنواع البكتيريا التى يمكن أن تتغذى عليها الأوليات بعمل التجارب اللازمة، وقد وجد Singh أن معظم أنواع البكتيريا السالبة لصبغة جرام Gram-negative bacteria يمكن أن تستخدم كغذاء لأغلب أوليات التربة ، وإليك طريقة لعمل مثل هذه المزرعة :

يصب ١٠ - ١٥ سم٣ من آجار غير مغذ (١ - ١½ ٪ آجار فى ½ ٪ ص كل - PH ٦,٥ - ٧) فى طبق بترى ، ويفضل أن يغسل الآجار قبل استخدامه بمدة تتراوح بين ٣ و٥ أيام بماء مقطر بحيث يغير الماء مرتين أو ثلاثا يوميا ، فإن ذلك يساعد على التقليل من نمو الكائنات الدقيقة التى توجد فى التربة، وتضاف البكتريا المغذية إلى الآجار ، ويحسن أن يكون ذلك فى صورة حلقات ذات قطر مقداره بوصة تعمل فيها ثلاث أو أربع حلقات فى الطبق الواحد ، وتوضع كمية بسيطة من التربة المراد اختبارها فى كل حلقة ثم توضع فى فرن على درجة ٢١ - ٢٢°م لمدة أسبوع أو أكثر وتندى التربة بماء معقم أو بمحلول ملح فسيولوجى ٠,٥ ٪ لأن هذا يساعد على نمو السوطيات والهدبيات التى تتطلب رطوبة تعوم فيها ، وتختبر الحلقات بواسطة المجهر أو بواسطة عدسة زيتية بعد وضع غطاء شريحة على الآجار ، ويمكن عزل الأوليات لعمل مزارع نقية لها بواسطة استخدام ماصات دقيقة micro-pipettes

(٤) يمكن استخدام آجار مستخلص التربة soil-extract agra لعمل مزرعة للأوليات خصوصا السوطيات كالآتى :

تربة خصبة ٢٠٠ جم
ماء مقطر ٥٠٠ سم٣

ويترك المزيج ليغلى بهدوء مدة ساعة ، ثم يرشح ، ثم يكمل المترشح إلى ٥٠٠ سم٣، ويعمل آجار مستخلص التربة بإضافة آجار ١,٥ ٪ والتعقيم تحت ضغط ١٥ رطلا لمدة ١٥ - ٢٠ دقيقة .

ويمكن عمل آجار منقوع القش hay-infusion agar كالآتى :

قش مجزأ ٥٠ جم
ماء مقطر لتر } يغلى ويرشح ويعامل كما سبق

فيصب آجار مستخلص التربة أو منقوع القش فى أطباق بترى ثم تضاف أجزاء من التربة إلى سطح الآجار ثم تندى بمحلول ملح فسيولوجى ٥,٠ ٪ وتوضع الأطباق فى فرن على درجة ٢١ - ٢٢م لمدة ٣ - ٤ أسابيع وتفحص مجهريا خلالها على فترات بأخذ عينات من مختلف مناطق الأطباق .

طريقة تقدير إعداد الأوليات فى التربة

Method of estimating the numbers of soil Protozoa

فى التربة العادية يكون مهما أن نقدر مابها من أعداد الأوليات وأنواعها قبل محاولة فهم الدور الذى تلعبه هذه الأوليات فى التربة، ويمكن الوصول إلى ذلك بطريقتين :

(١) الاختبار المجهرى المباشر لمعلق التربة . وفى هذه الطريقة تؤخذ نقطة من معلق التربة وتفحص مجهرياً ، إلا أن هذه الطريقة لا تعطى صورة حقيقية لإعداد الأوليات فى التربة ، نظراً لصغر الأوليات التى يمكن أن يخطئها النظر ، وكذلك لصعوبة تخليص الحيوانات من حبيبات التربة التى تعلق بها .

(٢) طريقة التخفيف كالمتبع فى البكتريا ، إذ يعمل معلق لعينة التربة ثم تعمل منه تخفيفات متعاقبة ، ثم يؤخذ حجم معين ومتناسق من كل

تخفيف ليضاف إلى أوساط مغذية ، ثم تقدر أعداد الأوليات من غياب أو وجود نمو للحيوانات الأولية عند التخفيفات المختلفة ، ولقد اتبعت فى هذا الصدد طريقتان :

(ا) طريقة المزرعة السائلة Liquid. culture method :
وتعمل تخفيفات متتالية ، كما سنوضحه بعد ، فيؤخذ ١ سم^{٣} من كل من التخفيفات النهائية لعينة التربة لتضاف إلى مزرعة معقمة ، كما سبق وصفه ، ثم تقدر الأوليات فى هذه المزارع مفترضين أنها كانت موزعة بنظام تام ، وأن كل فرد منها كان موجوداً فقط فى التخفيف النهائى الذى حصل فيه النمو .

(ب) طريقة التربية على آجار فى طبق Agar plate method
وضع Cutler وزملاؤه (١٩٢٢) ١ سم^{٣} من التخفيفات المناسبة لمعلق التربة (التخفيفات $\frac{١}{٢٥}$ إلى $\frac{١}{٢٠٤٨٠٠}$ أو اكثر فى آجار مغذ ، بطبق بترى ثم وضع الأطباق فى فرن لمدة ١—٣ أسابيع على درجة حرارة مناسبة ؛ ثم قدر عدد الأوليات لكل جرام تربة ، وذلك بعدّ الأطباق التى يغيب فيها نمو الأوليات فى كل تخفيف حسب طرق إحصائية ، ولكن وجدت صعوبات عند استخدام هذه الطريقة ، لأن زيادة المكررات لكل تخفيف تستدعى زيادة عدد الأطباق ، وتستدعى بالتالى صعوبة الفحص كما أنه يلزم فحص سطح الطبق جميعه للتأكد من وجود أو غياب الحيوانات .

وأفضل الطرق لعد الأوليات هى الطريقة التى توصل اليها Singh (١٩٤٦) وتعرف بطريقة الحلقات Ring mthod وسنوضحها تفصيلياً فيما يلى :

(١) أخذ العينة من الحقل : تؤخذ ١٢ عينة بعمق ٦ بوصات فى التربة ثم تخلط جيداً لتكوين عينة شاملة ثم تنخل فى منخل سعة ثقوبه ٣ مم .

(٢) تجهيز التخفيفات المتتالية : تعمل التخفيفات من عينة التربة الشاملة كالآتى (شكل ٩) : يؤخذ من العينة ١٠ جم تضاف إلى ٥٠ سم٣ من محلول ملح فسيولوجى ٠,٥ ٪ وترج جيداً لمدة ٤ - ٥ دقائق ، وهذا يعطينا التخفيف ١ - ٥ (الأنبوبة ١) ومن هـذا المعلق تعمل تخفيفات مزدوجة متتالية (اوب) تبدأ بتخفيف ١ : ١٠ حتى تخفيف ١ : ٨١٩٢٠ ويعمل كل تخفيف بإضافة ٥ سم٣ من التخفيف السابق إلى ٥ سم٣ من محلول ملحى معقم لتكوين التخفيف اللاحق فى أنبوبة اختبار ؛ وهكذا (عادة يعمل ١٥ تخفيفاً) .

(٣) إعداد الأطباق : تنظم ثمانى حلقات (ا١ حتى ا١٥ ، ب١ حتى ب١٥) فى كل طبق من أطباق بترى (تستخدم حلقات زجاجية قطر كل منها ٢ سم من الداخل وارتفاعها ١ سم وسمكها ١ - ٢ مم ويؤخذ العدد المناسب من هذه الاطباق وتوضح بها الحلقات وتعقم ، ثم يصب فى كل طبق حوالى ١٥ سم٣ من الآجار . وينظم وضع الحلقات الثمان فى كل طبق قبل تجمد الآجار بحيث تصبح الحلقات متساوية فى أبعادها بعضها عن بعض تقريباً . ويعمل معلق سميك من نوع أو اكثر من البكتريا التى يمكن أن تتغذى عليها الأوليات ، ثم توضع طبقة من هذا المعلق البكتيرى داخـل كل حلقة بشكل دائرى (تؤخذ البكتريا من مزارع مائلة Slope cultures عمرها بين ٢ و٧ أيام وتربى عادة على آجار بيتونى) وبهذا تصبح الأطباق معدة للحقن بمعلق التربة .

(٤) الحقن : تحقن كل حلقـة فى كل طبق بواسطة ٠,٠٥ سم٣ على أن يتم حقن الثمانى حلقـات الموجودة فى الطبق الواحد بتخفيف واحد (شكل ١٠)

ويلاحظ أنه عند عمل التخفيفات المختلفة يلزم استعمال ماصة منفردة لكل تخفيف ، أما فى عملية الحقن فيمكن إضافة المقدار ٠,٠٥ سم٣ باستخدام ماصة واحدة على شرط أن نبدأ بعملية الحقن من أوطى تخفيف ثم يليه الأعلى منه فى الدرجة وهكذا .

(٥) بعد عملية الحقن من التخفيفات المختلفة (١٥ تخفيفاً) توضع الأطباق فى فرن على درجة ٢١ — ٢٢° م ، وتختبر الأطباق بعد ٦ — ٧ أيام، ويلزم ألا ينعكس وضعها أثناء هذه المدة ، وتفحص أسطح الحلقات بعد هذه المدة بالقوة الصغرى للمجهر لملاحظة غياب الأوليات أو وجودها فى كل حلقة . ويمكن بواسطة هذا الفحص معرفة المجموعة التى تنتمى إليها الحيوانات فى كل حلقة . وإذا كان المرغوب تقدير نوع الحيوان الأولى تفحص كل حلقة وتقيد الأنواع الموجودة بها والحلقات التى تغيب فيها هذه الأنواع ، ويستدعى ذلك استخدام العدسة القوية للمجهر . ويعمل اختبار ثان بعد ١٥ يوماً ، ويمكن فى الاختبار الثانى عكس وضع الأطباق إذا كان ذلك مما يسهل عملية الفحص (لهذا تكون طبقة الآجار قليلة السمك ما أمكن) .

وإذا جف سطح الآجار فى الحلقات أمكنت تنديته بمحلول ملح فسيولوجى معقم ، لأن وجود الرطوبة يساعد كثيراً على نمو الأوليات وعلى الأخص السوطيات والهدبيات .

(٦) تقدير الأوليات : يقدر عدد الأوليات لكل جرام من التربة بعد الحلقات السالبة والموجبة من حيث غياب أو وجود النموات للحيوانات وذلك باستخدام الجدول الآتى (شكل ١٠) :

ولاستخدام هذا الجدول يلزم أن يعمل ١٥ تخفيفاً مزدوجاً تبدأ بتخفيف ١ : ٥ وتنتهى بتخفيف ١ : ٨١٩٢٠ وتكون مكررات كل تخفيف ثمانى حلقات ، ويكون الجزء المحقون فى كل حلقة ٠٫٠٥ سم^{٣} وإذا استعملت مكررات أخرى (س مكرر مثلا) وجب أن يضرب عدد المكررات فى $\frac{٨}{\text{س}}$ قبل استخدام الجدول الآتى :

الجـــدول

عدد الحلقات السالبة	عدد الأوليـــات	عدد الحلقات السالبة	عدد الأوليات
٤	١٦٩٠٠٠٠	٣٢	٨٤٢٠٠
٥	١٤٣٠٠٠٠	٣٣	٧٧١٠٠
٦	١٢٣٠٠٠٠	٣٤	٧٠٥٠٠
٧	١٠٦٠٠٠٠	٣٥	٦٤٥٠٠
٨	٩٣١٠٠٠	٣٦	٥٤٠٠٠
٩	٨٢٤٠٠٠	٣٧	٥٩٠٠٠
١٠	٧٢٩٠٠٠	٣٨	٤٩٤٠٠
١١	٦٥٠٠٠٠	٣٩	٤٥٢٠٠
١٢	٥٨١٠٠٠	٤٠	٤١٤٠٠
١٣	٥٢٠٠٠٠	٤١	٣٧٩٠٠
١٤	٤٦٧٠٠٠	٤٢	٣٤٧٠٠
١٥	٤٢١٠٠٠	٤٣	٣١٨٠٠
١٦	٣٨٠٠٠٠	٤٤	٢٩٢٠٠
١٧	٣٤٤٠٠٠	٤٥	٢٦٧٠٠
١٨	٣١١٠٠٠	٤٦	٢٤٥٠٠
١٩	٢٨٢٠٠٠	٤٧	٢٢٤٠٠
٢٠	٢٥٦٠٠٠	٤٨	٢٠٥٠٠
٢١	٢٣٢٠٠٠	٤٩	١٨٨٠٠
٢٢	٢١١٠٠٠	٥٠	١٧٣٠٠
٢٣	١٩٢٠٠٠	٥١	١٥٨٠٠
٢٤	١٧٥٠٠٠	٥٢	١٤٤٠٠
٢٥	١٥٩٠٠٠	٥٣	١٣٣٠٠
٢٦	١٤٥٠٠٠	٥٤	١٢٢٠٠
٢٧	١٣٢٠٠٠	٥٥	١١١٠٠
٢٨	١٢١٠٠٠	٥٦	١٠٢٠٠
٢٩	١١٠٠٠٠	٥٧	٩٣٨٠
٣٠	١٠١٠٠٠	٥٨	٨٥٧٠
٣١	٩٢٠٠٠	٥٩	٧٨٦٠

عدد الحلقات السالبة	عدد الاوليات	عدد الحلقات السالبة	عدد الأوليات
٦٠	٧٢١٠	٨٨	٦٣٥
٦١	٦٦٠٠	٨٩	٥٨٢
٦٢	٦٠٤٠	٩٠	٥٣٤
٦٣	٥٥٤٠	٩١	٤٩٠
٦٤	٥٠٨٠	٩٢	٤٥٠
٦٥	٤٦٧٠	٩٣	٤١٢
٦٦	٤٢٨٠	٩٤	٣٧٧
٦٧	٣٩٢٠	٩٥	٣٤٦
٦٨	٣٦٠٠	٩٦	٣١٧
٦٩	٣٣٠٠	٩٧	٢٩٠
٧٠	٣٠٢٠	٩٨	٢٦٥
٧١	٢٧٧٠	٩٩	٢٤٣
٧٢	٢٥٤٠	١٠٠	٢٢٣
٧٣	٢٣٣٠	١٠١	٢٠٣
٧٤	٢١٤٠	١٠٢	١٨٥
٧٥	١٩٦٠	١٠٣	١٦٩
٧٦	١٨٠٠	١٠٤	١٥٤
٧٧	١٦٥٠	١٠٥	١٤٠
٧٨	١٥١٠	١٠٦	١٢٦
٧٩	١٣٩٠	١٠٧	١١٣
٨٠	١٢٧٠	١٠٨	١٠١
٨١	١١٧٠	١٠٩	٩٠و٢
٨٢	١٠٧٠	١١٠	٤٩,٤
٨٣	٩٧٩	١١١	٦٩,٥
٨٤	٨٩٨	١١٢	٦٠و٢
٨٥	٨٢٣	١١٣	٥١و٣
٨٦	٧٥٥	١١٤	٤٢و٩
٨٧	٦٩٣	١١٥	٣٤و٨
		١١٦	٢٧و٤

وفيما يلي مثال لهذا التقدير على عينة من تربة روتامستد بواسطة cutler :

التخفيف	الشعاعيات		السوطيات		الهدبيات	
	+	−	+	−	+	−
١و٥	٨	٠	٨	٠	٨	٠
١و١٠	٨	٠	٨	٠	٦	٢
١,٢٠	٨	٠	٨	٠	٣	٥
١,٤٠	٨	٠	٨	٠	٣	٥
١,٨٠	٨	٠	٨	٠	٤	٤
١,١٦٠	٨	٠	٨	٠	٠	٨
١,٣٢٠	٨	٠	٨	٠	٢	٦
١,٦٤٠	٧	١	٨	٠	٠	٨
١,١٢٨٠	٥	٣	٦	٢	٠	٨
١و٢٥٦٠	٨	٠	٨	٠	٠	٨
١و٥١٢٠	٢	٦	٤	٤	٠	٨
١و١٠٢٤٠	١	٧	٢	٦	٠	٨
١و٢٠٤٨٠	٠	٨	١	٧	٠	٨
١,٤٠٩٦٠	٠	٨	٠	٨	٠	٨
١و٨١٩٢٠	١	٧	١	٧	٠	٨
المجموع	٨٠	٤٠	٨٦	٣٤	٢٦	٩٤
المزارع الموجبة	٨٠		٨٦		٢٦	
المزارع السالبة	٤٠		٣٤		٩٤	
العدد لكل جرام تربة من الجدول	٤١٤٠٠		٧٠٥٠٠		٣٧٧	

وحين نجرى تجارب مزدوجة يكون الخلاف بينهما مؤكداً إذا زاد العدد الناتج فى التخفيفات المثالية المتشابهة للأولى عن :

$$\text{ت} \pm ٩٦\text{و}١ \sqrt{(\text{م}+\text{م})}$$

حيث ت = عدد المزارع السالبة

م = عدد المكررات فى التخفيفات المتعاقبة الأولى

م = عدد المكررات فى التخفيفات المتعاقبة الثانية .

فى المثال السابق يكون الخلاف مؤكداً فى حالة الشـــاعيات إذا زاد عدد المزارع السالبة فى التخفيفات الثانية عن ٤٠ ± ١,٩٦ √٨+٨

$$= ٤٠ \pm ١٫٩٦ \times ٤$$

$$= ٤٠ \pm ٧٫٨٤$$

أو بمعنى آخر إذا كان الفرق بين التخفيفات المزدوجة يزيد على ٨ تقريبا

وفى حالة التخفيفات غير المزدوجة يمكن استنتاج أكبر وأقل عدد يمكن وجوده من أى مجموعة من الحيوانات من المعادلة ت ± ١,٩٦ √٨

تقدير الأوليات النشيطة والمتحوصلة فى التربة كل على حدة :

الطريقة السابقة تعطينا تقديراً شاملا لأوليات التربة جميعها من خضرية ومتحوصلة ، أما إذا أريد تقدير الأوليات الخضرية والمتحوصلة كل على حدة فنقدر الحوصلات وحدها بالطريقة الآتية ثم نطرح تقديرها من التقدير العام لنحصل على تقديرات الأوليات النشيطة وحدها .

ويمكن تقدير حوصلات الأوليات فى التربة على انفراد بقتل الأوليات النشيطة مع المحافظة فى نفس الوقت على حيوية الحوصلات ، ونلجأ فى ذلك إلى طريقتين :

١ — طريقة قتل الأوليات النشيطة بالحرارة ، فقد وجد أن رفع درجة حرارة المعلق إلى ٥٨ - ٧٠°م يقضى على الأوليات النشيطة دون الحوصلات ، غير أنه اتضح بالتجربة لبعض الباحثين أن كمية كبيرة من الحوصلات تؤذى بهذه المعاملة .

٢ — أفضل طريقة هى معاملة التربة بحامض الكلوريدريك ٢٪ عدة ساعات (٢٤ ساعة عادة) فقد وجد أن هذه المعاملة تقضى على الاوليات النشيطة ولا تؤذى الحوصلات .

تؤخذ ١٠ جم تربة وتقدر فيها الأوليات عموماً بطريقة الحلقات كما سبق ، ثم تؤخذ عينة أخرى مقدارها ١٠ جم تربة وتعامل بواسطة حامض كلوريدريك ٢ ٪ « ٤٠ - ٥٠ سم٣ » وتقدر كمية الكربونات فى التربة ثم تضاف كمية الحامض المناسبة بعد إزالة اكثر الحامض ، ويضاف محلول ملحى ٥٫٠ ٪ لعمل محلول مخفف ١ : ٥ كما سبق ، ومنه تعمل التخفيفات اللازمة .

التقدير العام للأوليات - تقدير الحوصلات على انفراد = الأوليات النشيطة فقط .

أوليات التربة كآفات زراعية :

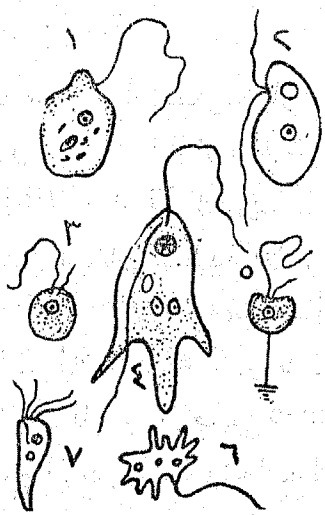
تمضى بعض الآفات من الأوليات بعض أطوارها فى التربة Geophiles بينما تتطفل على جذور النبات فى أطوارها الأخرى ، ومثال ذلك الطفيل Plasmodiophora brassica الذى يسبب مرض تدرن أو تصولج جذور الكرنب وبعض النباتات الصليبية الأخرى Club root of cabbage and other crucifers ،فيسبب أوراما للمجموع الجذرى أو يجعله على هيئة الصولجان Clubbin أو بشكل الأصابع ، ويعرف المرض فى هذه الحالة باسم المرض الأصبعى Finger & toe disease ومنذ عام ١٨٧٢ أصبح المرض عالميا وأعطيت له أهمية خاصة فى الممالك المختلفة .

وهنـــاك طفيل آخر أولى آخر يعرف باسم Sporangospora subterranea يسبب مرض الجرب المسحوق فى البطـــاطس Powaary scab of potatoes فيصيب الجذور والسوق مكونا ثآليل صغيرة الحجم ، كما يصيب الدرنات مكونا بثرات صغيرة مستديرة ، وهو ينتشر بشدة فى الأماكن الرديئة الصرف،وتعيش بعض أطوار هذا الطفيل بالتربة ، ومن هذه الأطوار تعدى النباتات السليمة .

وينتمى هذان الطفيليان إلى رتبة Mycetozoa ويعتبر بعض العلماء أن الحيوانات التى تشملها هذه المجموعة من الأوليات هى أقرب إلى الفطريات منها إلى الحيوانات، ويطلقون عليها مجموعة فطريات Myxomycetes بالنسبة لخاصية التجرثم التى تمر بها أمثال هذه الكائنات فى تاريخ حياتها غير أن الأشكال السوطية والأميبية التى تمر بها أمثال هذه الحيوانات تجيز وصفها ضمن الأوليات التى تحت الرتبة السابقة ، كما يشير إلى ذلك علماء آخرون

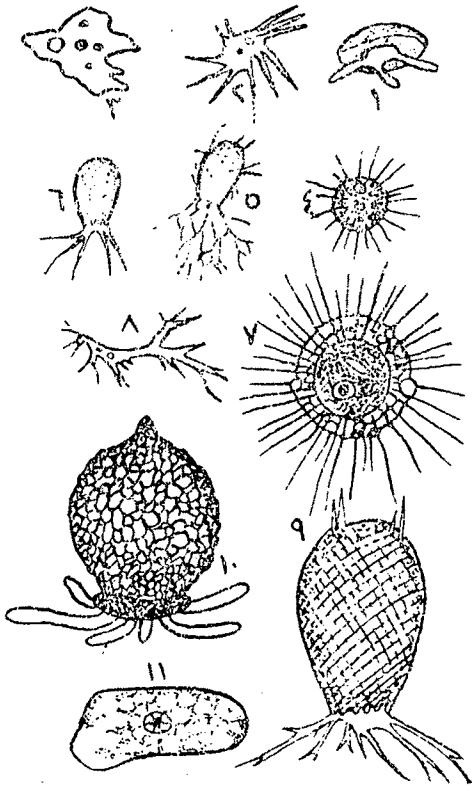
وسوف نتكلم عن أمراض الأوليات بالتفصيل فى مناسبة أخرى .

(الأشكال)



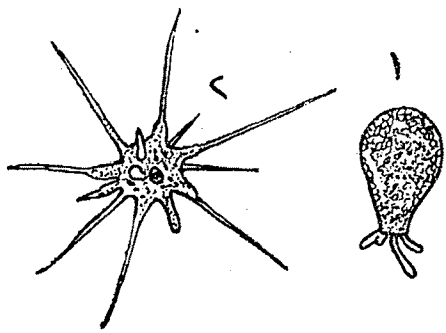
(شكل ١) بعض السوطيات الشائعة فى التربة (أو المياه العذبة)

Oikomonas termo	— ١	Bodo sp.	— ٢
Monas guttula	— ٣	Cercomonas crussicauda	— ٤
Monas socialis	— ٥	Mastigamoeba	— ٦
Tetramita	— ٧		



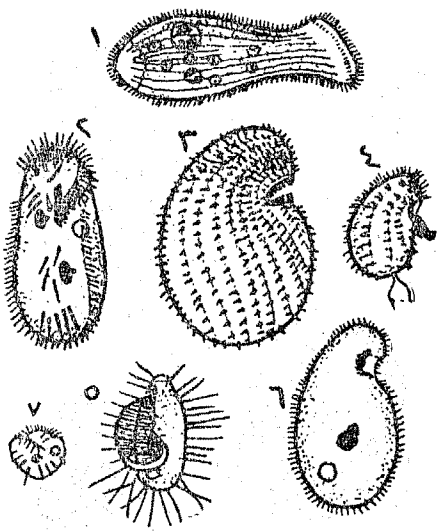
(شـكل ٢) بعض الشماعيات الشائعة فى التربة (أو المياه العذبة)

Nuclearia	— ٢	Arcella sp.	— ١
Actino phrys	— ٤	Amoeba ps	— ٣
Euglypha	— ٦	Allogromia	— ٥
Biomyxa	— ٨	Actinosphaerium	— ٧
Difflugia urceolata	— ١٠	Euglypha alveolata	— ٩
		Naegleria	— ١١



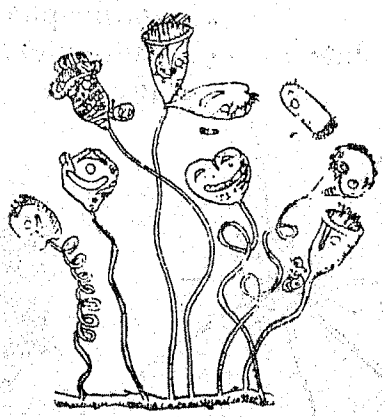
(شكل ٣) بعض الشماعيات الشائعة فى التربة (أو المياه العذبة)

Amoeba radiosa	— ٢	Nebela collaris	— ١

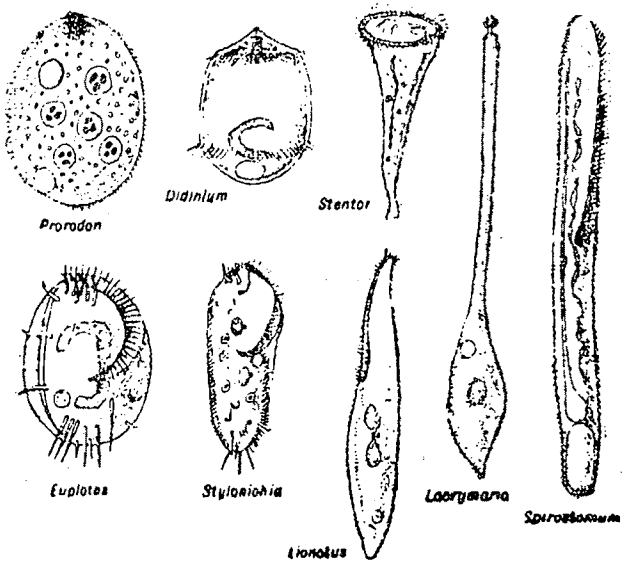


(شكل ٤) بعض الهدبيات الموجودة فى التربة (أو المياه العذبة)

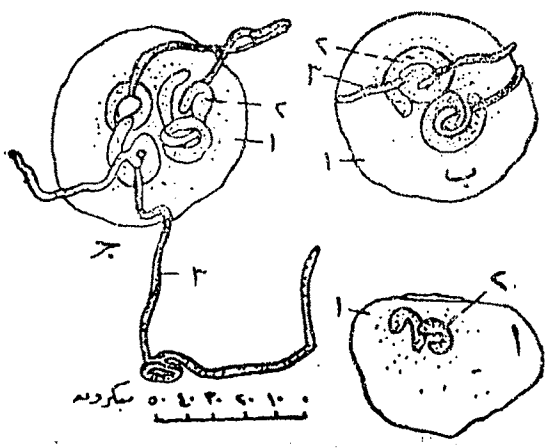
١ — Spathidium spathula
٢ — Oxytricha fallax
٣ — Colpoba caculus
٤ — Colpodo steini
٥ — Pleuronema setigerum
٦ — Colpidium sp.
٧ — Haulteria



Vorticella sp. (شكل ٥)



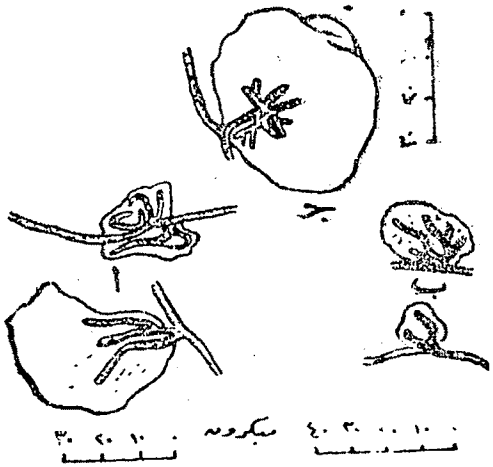
(شـكل ٦) بعض الهدبيات الشائعة فى التربة والمياه العذبة (عن Storer)



(شـكل ٧) الفطر Cochlonema sp. المتطفل على الأميبا (عن Peach)

(١) العائل (٢) الطفيل (٣) هيفات تناسلية

(أ) و (ب) و (جـ) تشير إلى تطور الطفيل داخل العائل .

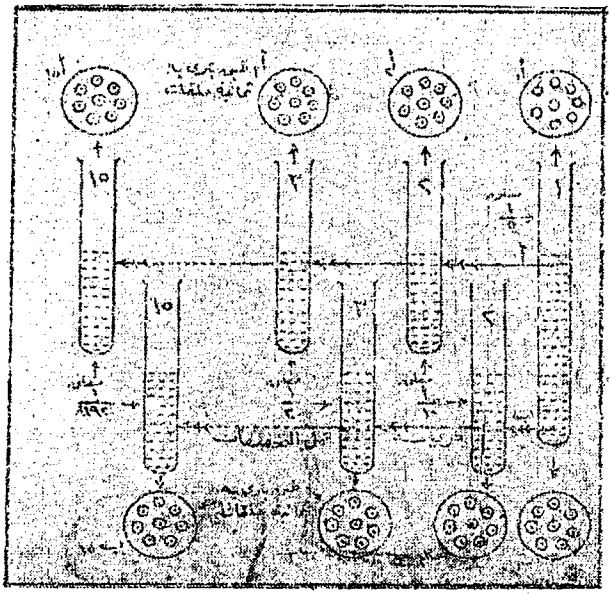


(شـكل ٨) نمو الهيفيات الفطرية داخل الحيوان الأولى (عن Peach)

(أ) الفطر Acaulopage lophospora

(ب) الفطر A. dichotoma

(هـ) الفطر Stylopage cephalote

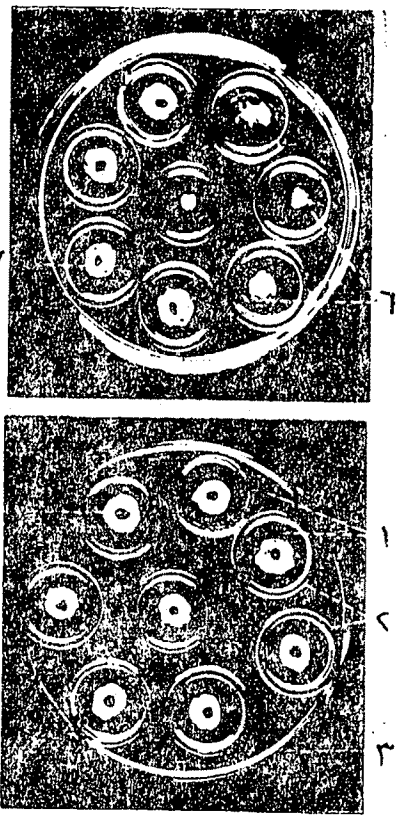


(شـكل ٩) طريقة تقدير الأوليات بالتخفيفات المتتالية وبطريقة الحلقات

١ ، ٢ ، ٣ . . . ١٥ = التخفيفات المزدوجة المتتالية (أ ، ب) كما تشير إليها الأسهم

أ١ ، أ٢ ، أ٣ . . . . . أ١٥ = أطباق يترى الموضوع بكل منها الثمانى حلقات (للتخفيف الأول)

ب١ ، ب٢ ، ب٣ . . . . . ب١٥ = أطباق يترى الموضوع بكل منها الثمانى حلقات (للتخفيف الثانى)



(شكل ١٠) طبقان من أطباق بترى مستخدمان لتقدير الأوليات بطريقة الحلقات . الطبق السفلى عند بداية التجربة ، والعلوى بعد نمو الأوليات فى مزارعها البكتيرية

١ — آجار غير مغذى ٢ — الحلقات الزجاجية ٣ — طبق بترى

٤ — مكان الحقن بمعلق التربة مقداره ٠,٠٥ سم٣ ٥ — حلقة البكتريا

٦ — مزرعة موجبة أى بها نمو للأوليات

٧ — مزرعة سالبة أى خالية من الأوليات .