علم الأوالي

الأسس والتطبيق

الدكتور

إبراهيم مهدي عزوز السلمان

أستاذ الهيئة التطبيقية المشارك

كلية التربية ابن الهيثم - جامعة بغداد - العراق

كلية العلوم - جامعة سبها - ليبيا

الناشر

دار طيبة للنشر والتوزيع والتجهيزات العلمية

٢٢ شارع الفريد إبراهيم - متفرع من مكرم عبيد

مدينة نصر - القاهرة ج.م.ع

الترقيم الدولي : 4-51-6102-944
رقم الإيداع : 2010/15958

اسم الكتاب : مبادئ علم الأوائل
تأليف : أ.د. ابراهيم مهدى عزوز المشمان

© حقوق النشر والتوزيع محفوظة لدار طيبة للنشر والتوزيع والتجهيزات العلمية – 2010
23 شارع الفريق محمد ابراهيم – متفرع من مكرم عبيد – مدينة نصر ج.م.ع
تليفون : 22725312-222725376-226706912 (02)
فاكس : 226706912 (02)

لا يجوز نشر أى جزء من الكتاب أو إعادة طبعه أو اختصاره بقصد الطباعة أو اختزان مادته العلمية أو نقله بأى طريقة سواء كانت الكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو خلاف ذلك دون موافقة كتابية من الناشر مقدماً .

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَهُوَ ٱلَّذِى مَرَجَ ٱلْبَحْرَيْنِ هَٰذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَٰذَا
مِلْحٌ أُجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَحِجْرًا مَّحْجُورًا ۝
وَهُوَ ٱلَّذِى خَلَقَ مِنَ ٱلْمَآءِ بَشَرًا فَجَعَلَهُۥ نَسَبًا وَصِهْرًا ۗ
وَكَانَ رَبُّكَ قَدِيرًا ﴾

صدق الله العظيم

(سورة الفرقان الآيات 53 و 54)

إهـــداء

إلى من أدعو الله سبحانه وتعالى لهم بالمغفرة والرحمة لبرهما بي والدي الكريمين رحمهما الله وأسكنهم فسيح جناته.
إلى روح أخي الشهيد سالم وكل شهداء العراق.

إلى الذين كان لهم الفضل بعد الله سبحانه وتعالى في العون والمؤازرة والتشجيع والمشاركة الفاعلة في طباعة وإنجاز هذا الكتاب.
أحبتي ورفاق غربتي وترحالي الإجباري.

زوجتي الغالية السيدة منتهى نعمة ثويني الأسدي
هبة الله التي لاتثمن أولادي الأحبة هشام وهمام وهالة.

شكري الكبير وعائلتي إلى الشعب الليبي الشقيق عامة وسكان منطقة فزان ومنتسبي رئاسة جامعة سبها خاصة لاستضافتهم الكريمة لنا في الوقت الذي عز علينا الآخرين ذلك.

خالص شكري وتقديري لجميع المؤسسات والجهات والمواقع العلمية والباحثين الذين استفدت من نتاجهم وخبرتهم العلمية.

الشكر موصول للأخت المبدعة (عائشة خميس عبد السلام) التي ساهمت أناملها في رسم معظم اللوحات والأجناس والأنواع الحيوية التي تضمنها الكتاب.

المحتويات

الموضوع	صفحة
المقدمة	14
الفصل الأول: مفهوم وتطور علم الأوالي	17
مفهوم وتطور الأوالي	18
موقع الأوالي في المملكة الحيوانية	22
موقع الأوالي في المملكة النباتية	23
مفهوم الممالك الحياتية الخمسة	24
(1) مملكة البدائيات	25
(2) مملكة الأوالي	25
(3) مملكة الفطريات	26
(4) المملكة النباتية	26
(5) المملكة الحيوانية	27
موقع الأوالي بين العوالم الخمسة للأحياء	27
الأهمية الحياتية لدراسة علم الأوالي	28
الأهمية البيئية والاقتصادية لدراسة الأوالي	32
الفصل الثاني: خصائص الأوالي	33
الخصائص التركيبية والتشريحية للخلية الأولية	34
تركيب الجسم الأولي	36
الملحقات الجسمية ودورها في تقسيم وطق المعيشة	39
الأسواط	39
الأهداب	43
الأقدام الكاذبة	45
الأغلفة الجسمية	47
الفم الخلوي	50

الموضوع	صفحة
الفصل الثالث: فسلجة الأوالي	53
تمهيد	54
الحركة في الأوالي	54
الحركة الأميبية	55
الحركة السوطية	58
الحركة الهدبية	61
الحركة اليوجلينية	65
الحركة الجريجارينية أو الانزلاقية	66
التكاثر في الأوالي	68
التكاثر اللاجنسي	68
التكاثر الجنسي	75
التغذية في الأوالي	84
التغذية النباتية الكاملة	84
التغذية الحيوانية الكاملة	85
التغذية البلعمية	85
التغذية الناضحة أو الازموزية	87
الإخراج والتنظيم الاسموزي	89
التكيف والتأقلم في الأوالي	92
الفصل الرابع: الشعب الأساسية للأوالي	95
تقسيم مملكة الأوالي	96
الشعب الأساسية للأوالي	104
شعبة السوطيات اللحمية	104
خصائص ومميزات الشعبة	104
الموقع التصنيفي	105
الأهمية البيئية والحياتية للسوطيات اللحمية	108
الفصل الخامس: تحت شعبة السوطيات	111
تمهيد	112
خصائص تحت شعبة السوطيات	112

الموضوع	صفحة
طائفة السوطيات النباتية	114
تقسيم طائفة السوطيات النباتية	114
رتبة السوطيات الذهبية	116
رتبة السوطيات الخفية	118
رتبة ثنائية الأسواط الدوارة	120
رتبة السوطيات العينية الطحالب (اليوجلينية)	123
رتبة السوطيات الخضراء	126
رتبة الملتفات	128
طائفة السوطيات الحيوانية	130
رتبة طوقية الأسواط	131
رتبة الحبليات الحركية	136
رتبة ملتويات الأسواط	143
رتبة جذرية الأسواط	145
رتبة متضاعفة الأسواط	147
رتبة شعرية الأسواط	150
رتبة دقيقات الأسواط	152
رتبة مفرطة الأسواط	153
الفصل السادس: تحت شعبة اللحميات	157
تمهيد	158
خصائص ومميزات اللحميات	158
تقسيم تحت شعبة اللحميات	161
طائفة جذرية الأقدام	163
تحت طائفة قصية الأقدام	163
رتبة المتحولات أو الأميبات (العارية)	164
رتبة الأميبات ذوات القشرة (المغلفة)	170
تحت طائفة خيطية الأقدام	174
تحت طائفة الحبيبكيات	177
تحت طائفة الفطريات الحيوانية	184

الموضوع	صفحة
طائفة شعاعية الأقدام	189
تحت طائفة الشمسيات	190
تحت طائفة الشعاعيات	197
رتبة شائكات الأقدام	201
رتبة متعددة الأكياس	203
القودريات (ثلاثية المنافذ)	206
الفصل السابع: تحت شعبة الأوبلينيات (المتلألآت)	209
مفهوم وتطور الأوبلينيات	210
خصائص ومميزات الأوبلينيات	210
تقسيم الأوبلينيات	212
دورة الحياة في الأوبلينيات	216
رتبة المتلألآت	220
رتبة Order: Slopalinida	223
الفصل الثامن: شعبة متعددة النوافذ	225
تمهيد	226
خصائص ومميزات شعبة متعددة النوافذ	227
تصنيف شعبة متعددة النوافذ	228
طائفة النبهيات	229
الفصل التاسع: شعبة ذات المركب القمي	231
تمهيد	232
خصائص مميزات الشعبة	233
تقسيم الشعبة	235
دورة الحياة والتكاثر	237
طائفة البوغيات الحيوانية	240
تحت طائفة طرفيات الأبواغ	240
رتبة المتجمعات	240
دورة حياة جنس المونوسيستز	241
رتبة المكورات	245

الموضوع	صفحة
دورة حياة جنس الايميريا	246
رتبة البوغيات الدموية	247
دورة حياة جنس البلازموديوم	249
تحت طائفة الأجاصيات	252
دورة حياة جنس البابيزيا	253
تحت طائفة المقوسات	255
دورة حياة جنس التوكسوبلازما	256
الفصل العاشر: شعب البوغيات	259
تمهيد	260
شعبة البوغيات الدقيقة	261
خصائص شعبة البوغيات الدقيقة	261
تصنيف الشعبة	261
شكل البوغ	262
دورة الحياة	263
المخاطر والأمراض البيئية	264
شعبة الأوالي البوغية المخاطية	266
خصائص شعبة الأوالي البوغية المخاطية	266
تصنيف الشعبة	267
رتبة البوغيات المخاطية	267
تركيب الأبواغ	268
دورة الحياة	270
الأجناس المرضية	271
شعبة الأوالي البوغية الموشاة	272
خصائص شعبة البوغيات الموشاة	272
تصنيف الشعبة	272
شكل البوغ ودورة الحياة	273
الفصل الحادي عشر: شعبة الهدبيات	275
تمهيد	276

الموضوع	صفحة
خصائص شعبة الهدبيات	280
الشكل وحجم الجسم	280
توزيع الأهداب	280
الأنوية	282
الحركة	284
التغذية والهضم والإخراج	286
التكاثر	288
تصنيف الهدبيات	291
تحت طائفة كاملة الأهداب	294
تحت طائفة حوليات الفم	296
تحت طائفة المعصيات	298
تحت طائفة حلزونية الأهداب	299
الفصل الثاني عشر: الأوالي الدايتومية	305
تطور الدايتومات وعلاقتها بالأوالي	306
خصائص الأوالي الدايتومية	309
التركيب والتشريح	314
تقسيم الأوالي الدايتومية	319
دورة الحياة والتكاثر	323
البيئة والتوزيع	327
عوامل توزيع الأوالي الدايتومية	329
استخدام الأوالي الدايتومية في التطبيقات الحيوية	331
الفصل الثالث عشر: بيئة وتوزيع الأوالي	333
العلاقة التطورية بين البيئة والأوالي	224
أوالي البيئة البرية	337
أوالي البيئة المائية	346
أوالي البيئة القاعية	352
أوالي البيئات الخاصة	355

الموضوع	صفحة
الفصل الرابع عشر: طرق ودراسة جمع واعداد الأوانى	357
تمهيد	358
جمع وإعداد الأوانى المائية	358
السلوك البيئي وتنوع مواطن الأوانى المائية	359
جمع وإعداد الأوانى البحرية	363
جمع وإعداد أوانى منطقة المد والجزر	364
جمع وإعداد أوانى منطقة تحت نطاق المد والجزر	365
الأوانى من الهوائم	366
جمع وإعداد أوانى المنطقة البحرية المفتوحة	367
جمع وإعداد الأوانى القاعية	368
طريقة الكرامة والشباك الكاشطة	369
دراسة طرق وجمع أوانى بيئة المياه العذبة	370
طرق جمع الأوليات القاعية المتصفة	371
جمع وإعداد أوانى البيئة الأرضية	377
جمع وإعداد الأوانى المتعايشة والمتطفلة	380
أوانى التعايش والتطفل الخارجي	380
أوانى التعايش والتطفل الداخلي	383
بعض طرق جمع الدايتومات	392
خطوات فحص وتشخيص الأوانى بعد جمعها	393
طرق فحص الأوانى الطفيلية المرضية	393
طرق فحص الأوانى لأغراض الدراسة	394
طرق فحص الأوانى سريعة الحركة	394
بعض طرق تثبيت الأوانى	395
بعض طرق صباغة وتلوين الأوانى	397
الفصل الخامس عشر: استزراع وتكثير الأوانى وتطبيقاته	399
تمهيد	400
أهداف عملية الاستزراع	400

الموضوع	صفحة
مستلزمات وخطوات الاستزراع	402
زراعة نماذج من السوطيات	403
السوطيات النباتية	403
السوطيات الحيوانية	409
زراعة نماذج من السوطيات الحيوانية حرة المعيشة	409
زراعة الأوالي السوطية الطوفية	409
زراعة أوالي سوطيه بحرية	411
زراعة نماذج من السوطيات المتطفلة	411
زراعة وتنمية أفراد رتبة Trichomonadida	412
زراعة نماذج من اللحميات	413
زراعة لحميات المياه العذبة	413
زراعة أفراد جنس *Negleria gruberi*	414
زراعة لحميات المياه المالحة	415
زراعة اللحميات واسعة التحمل للملوحة	416
مزرعة الفطريات الحيوانية	417
زراعة نماذج من الهدبيات	418
مزرعة البرامسيوم	418
تطبيقات استخدام الأوالي كمنظفات وكواشف بيئية	419
الأهمية الاقتصادية لزراعة البرامسيوم	419
زراعة وتكثير الدايتومات	421
أهمية زراعة وتكثير الأحياء المائية	423
الأهمية الاقتصادية والبيئية للاستزراع	424
دليل المصطلحات العلمية	427
فهرست الأشكال والجداول	445
المراجع العلمية	455

المقدمة

إن ما يميز علم الحياة Biology عن العلوم الطبيعية الأخرى هو حجم التناقضات والتجدد المستمر وتبدل المفاهيم العلمية لكثير من الحقائق والتوصيفات وخاصة في مجال التطور العضوي وتقسيم الأحياء ووضعها في مجاميع حيوية منفصلة ومستقرة. وتعتقد أن السبب الرئيسي في ذلك يعود إلى الكم الهائل للتنوعات الخاصة بأشكال الحياة من جانب والى التطور المتشعب للمادة العضوية للكائنات الحية وخضوعها للقوانين الطبيعية الخاصة بالصراع المستمر بين هذه الأحياء وعوامل البيئة والتغيرات المناخية والجيولوجية الكبيرة من الجانب الآخر.

وخير دليل على ذلك هو أن أي من الباحثين لا يجد أية مستوى من التماثل أو التطابق بين ما نشر من أبحاث ومؤلفات ودراسات في مختلف جوانب علم الحياة وخاصة للفترة ما بعد الخمسينات من القرن الماضي إلى يومنا هذا، تلك الفترة التي تعتبر العصر الذهبي أن جاز التعبير للعلوم الحياتية. وهذا بدوره أن يؤشر على شيء فأنه يؤكد الكم الهائل من المعلومات المستحدثة سواء كنتائج للدراسات التطبيقية والكشف عن أسرار المادة الحية وتفاصيلها خاصة على المستوى الجزيئي والبيوكيميائي لما هو معروف من المجاميع الحيوية المختلفة عن طريق إضافة ما هو جديد من خلال الغور في أسرار ما كان مجهولاً من هذه الأحياء لدى الباحثين وعلماء الحياة ونقصد بذلك التعرف إما على المتحجرات (المستحاثات) الجديدة والتي تشكل الحلقة الوسطية للربط بين ما هو موجود على قيد الحياة وتم دراسته وبين ما هو مفترض ونحن بحاجة للمقارنة معه للكشف عن جوانب التشابه والاختلاف بين النسل والأسلاف خلال عصور التطور المعروفة التي مرت على البيئة، أو الجانب الآخر المتمثل بالتعرف واستكشاف الأشكال والأنواع الحيوية الجديدة لكائنات حية تعود لمجاميع حياتية متباينة وخاصة من الكائنات المجهرية ومنها الأولي بشكل خاص وذلك نتيجة للتطور الكبير الذي حصل في مجال استخدام وسائل وتقنيات البحث العلمي كثمرة من ثمار عصر التكنولوجيا مما مكن الباحثين من الوصول والغور في أبعد الأعماق البحرية وطبقات التربة والأرض التي تمثل المواطن البيئية الأساسية لعالم الأحياء.

وعند التمعن في أكثر الجوانب جدلاً بين علماء الأحياء نجد أن ذلك قد أنصب في تفسير التداخل في الخصائص والصفات المشتركة بين المجاميع المختلفة وخاصة حول مفهوم الخلايا حقيقية

النواة وبدائية النواة، الكائنات الحلوية من وحيدة الخلية وعديدة الخلايا، الكائنات التي تحمل صفات نباتية وحيوانية، الكائنات التي تحمل صفات فطرية حيوانية، الكائنات التي تستطيع أن تبدل من سلوكها الغذائي خلال مراحل مختلفة من دورة حياتها أو تبدله بشكل مستمر تبعا لتغير طبيعة الوسط البيئي، الكائنات التي تغير الطبيعة التركيبية للجسم والمظهر العام خلال دورة الحياة وتتحول من ذاتية التغذية إلى معتمدة التغذية.

ومن خلال متابعة هذه المتناقضات والنباينات في جميع الخصائص التي ذكرت سابقاً نجد أن معظمها تتوافر في مجموعة متميزة بين الكائنات الحية وهي الكائنات وحيدة الخلية حقيقية النواة مما تطلب من العلماء التفكير في وضعها في مملكة حياتية خاصة بها أطلق عليها مملكة الأوالي أو الأوليات **Protista**، وهذا ما دعانا إلى الاجتهاد والتفكير والشروع في إنجاز هذا المؤلف بعد تدريس هذه المادة في مختلف المواقع لأكثر من اثني عشر عاماً والإطلاع على تجارب الجامعات الكبيرة في العالم والاستعانة بأكثر المواقع تخصصاً بالموضوع على شبكة الانترنيت والاستئناس بنتاج وتوصيات الكثير من الشخصيات العلمية والمبينة في قائمة المراجع وكذلك تضمين نتائج الدراسات التي توصل إليها الباحثون في المنطقة وإغناء الكتاب بعدد كبير من الصور والأشكال التوضيحية.

ومن أجل توخي الفائدة المرجوة من الكتاب (بإذن الله) فقد تم توزيعه على خمسة عشر فصلاً، مراعين بذلك الجانب الكمي والنوعي من كون المادة سنوية أو فصلية ضمن النظام الجامعي المتبع في كل دولة وجامعة من الجامعات العربية والإسلامية الناطقة أو الدارسة باللغة العربية مع ترك حرية في أسلوب عرض المادة وكميتها إلى الأساتذة المختصين، كما تضمنت الفصول الثالث عشر والرابع عشر والخامس عشر الجوانب التطبيقية التي تساعد الباحث في الجانب التطبيقي ودراسة هذه الأحياء في بيئاتها الأصلية، من خلال وصف وشرح أغلب الطرق المتبعة في جمع وإعداد العينات وفحصها وتثبيتها وتحويلها إلى نماذج محفوظة أو شرائح ومصورات تستخدم في تطوير الجانب العملي والبحثي في مجال علم الأوالي.

وفي الوقت الذي أضع فيه هذا المؤلف في خدمة طلبة العلم ومريديه أسأل المولى عز وجل كما سأله سيدنا سليمان عليه السلام حين قال (رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي) داعيا من جلاله عزّ وجل أن يتقبله بكرمه المعهود كإحدى الخوالد التي ذكرها نبينا الكريم عليه وآله أفضل الصلاة والتسليم (علم يُنتفع به) ومنه العون والسداد والتوفيق.

المؤلف
الدكتور إبراهيم الموسوي
خريف 2008

الفصل الأول
مفهوم وتطور علم الأوالي

- مفهوم وتطور علم الأوالي
- موقع الأوالي في المملكة الحيوانية
- موقع الأوالي في المملكة النباتية
- مفهوم الممالك الحياتية الخمسة
- مملكة البدائيات
- مملكة الأوالي
- مملكة الفطريات
- المملكة النباتية
- المملكة الحيوانية
- موقع الأوالي بين العوالم الخمسة للأحياء
- الأهمية الحياتية لدراسة علم الأوالي
- الأهمية البيئية للأوالي

الفصل الأول
مفهوم وتطور علم الأوالي

الأوالي هي كائنات وحيدة الخلية حقيقية النواة أشتق اسمها من الأصل اللاتيني للكلمة وهو protos وتعني أولي و zoom وتعني حيوان، وفيما بعد طور المصطلح إلى Protista نتيجة لكون أن هذه الأحياء تتداخل فيها جميع الكائنات الحية سواء كانت ذات صفات حيوانية أو صفات نباتية حيوانية أو صفات نباتية كاملة من الناحية المظهرية أو ذات كتلة هلامية فطرية القوام وغير ذلك من الخصائص ولكن الجسم فيها يتكون من خلية واحدة تحتوي على نواة حقيقية محاطة بغلاف نووي محتويا على مادة وراثية متميزة بيئة كروموسومات خيطية ونوية واحدة أو أكثر. أي أنها من مجموعة الكائنات وحيد الخلية حقيقية النواة (Eukaryotes cell) وكذلك يتميز السايتوبلازم في خلاياها باحتواته على عضيات محاطة بأغشية مثل أجسام غولجي والرايبوسومات والشبكة الأندوبلازمية والمايتوكوندريا والبلاستيدات وغيرها من العضيات والتراكيب، وان هذه الخلية على درجة عالية من التخصص والبناء العضوي بحيث تؤدي كل مهام الجسم الكامل كما يحصل في الكائنات عديدة الخلايا (Metazoan) من تكاثر ونمو وانقسام وتحسس بالمتغيرات والعوامل البيئية والتغذية والإخراج والتخلص من المواد والفضلات الزائدة عن حاجة الجسم وغير ذلك من الأنشطة الحيوية المعروفة (Polet et al, 2004، Cavalier،2003).

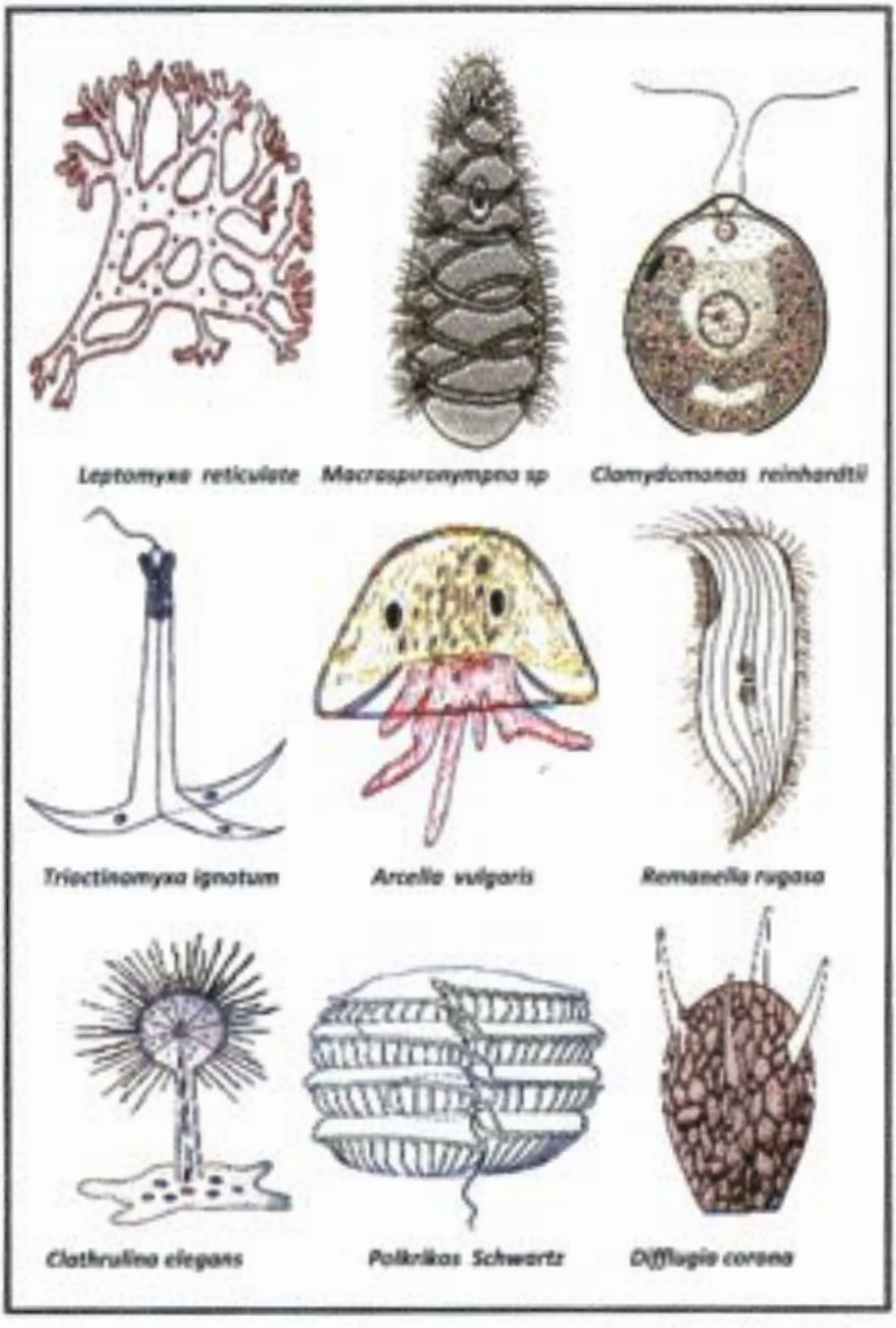
لذلك تميل الباحثة Libhie Hyman إلى تسمية هذه الكائنات الحية بالكائنات اللاخلوية A cellular Organisms بدلا من تسميتها بالكائنات وحيدة الخلية Unicellular Organisms انطلاقا من هذه المعطيات التي تميز عالم الأوالي عن سواها من الأحياء ووصفها بالكائنات اللاخلوية، ودعت إلى وضعها في مجموعة مستقلة عن غيرها من المجاميع الأخرى.

وتتفق المصادر العلمية على أن الباحث (Emst Haeckel 1866) هو أو من اقترح تسمية مملكة البروتستا The kingdom Protista لكي تشمل جميع الكائنات وحيدة الخلية، وضمن هذا المقترح نجد جميع الخلايا بدائية النواة وحقيقية النواة prokaryotic and eukaryotic organisms مستندا في ذلك على ما أقترحه العالم Hoog 1860 من تسمية البدائيات Monera حيث اعتبرها تحت مملكة subkingdom ، بينما أسماها لاحقا تحت مملكة Protoctista. وعند التدقيق في معنى تسمية البروتستا نجد أنها تعني الشيء المبكر أو المتقدم جداً "very first"، لأن Haeckel استنتج بأنها أول

الكائنات التي ظهرت على كوكب الأرض ومعروف منها حاليا أكثر من 200,000 نوع في مختلف البيئات (Pommerville, 2004, Cavalier،1998, Allison and Hilgert, 1986).

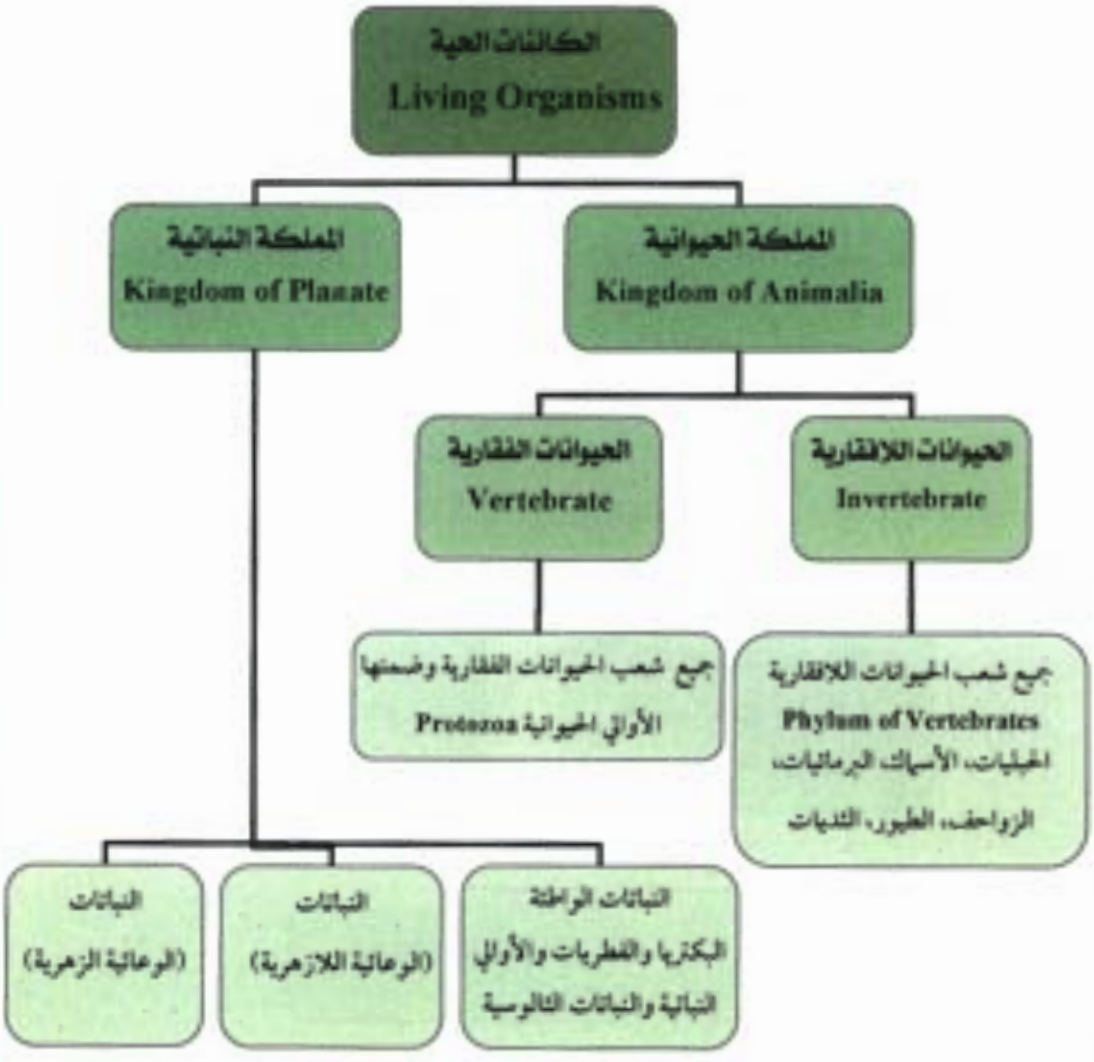
ألا أننا نجد وكما هو معروف في دراسة ومناهج علم الأحياء Biology ولى سنوات قريبة من وقتنا الحالي أن علماء التصنيف الحياتي قد قسموا الكائنات على أساس الخصائص والصفات المظهرية والتركيبية ونمط التغذية من كونها ذاتية التغذية Eutrophic nutrition أو معتمدة التغذية Heterotrophic nutrition إلى كائنات نباتية وأخرى حيوانية، لذلك وضع نظام التقسيم القديم لعلم الأحياء (والمعتمد على هذا المنهج الوصفي والذي سارت عليه اغلب الدراسات القديمة) الكائنات الأولية بين شعب وطوائف ورتب وعوائل هاتين المملكتين الكبيرتين.

وبعد تطور الدراسات المجهرية ووسائل الكشف عن مكنونات الكون وما يحتويه هذا العالم الجميل من أسرار وألوان بين طبقات الأرض وأعماق المياه وما يحمله الهواء من غرائب المخلوقات السابحة في طبقة التروبوسفير ظهرت إلى الوجود دعوات إلى إضافة مجموعة ثالثة في عالم الأحياء تحت مفهوم الأحياء الدقيقة أو عالم الجراثيم أو الجرثوميات Microorganisms كما يطيب للبعض بإطلاق هذه التسمية. ومن هنا نجد أن اغلب العلماء والباحثين في المدارس القديمة وفي مختلف بلدان العالم قد وضعوا الأوالي في هذا القالب العام للتقسيم على أساس كونها نباتية التغذية أو حيوانية التغذية وبذلك ساد النمط القديم في تقسيم عالم الأحياء وبقيت الأوالي على حالها موزعة بين المملكة النباتية ومملكة الحيوان والأحياء المجهرية، حيث نجد أن العديد منها يدرس ويذكر في كتب ومناهج علم الطحالب ويوضع ضمن شعب وطوائف الطحالب البنية Bryophytes كأجناس Ceratium وGymnodinium والبعض الأخر يوضع ضمن الطحالب الخضراء كأجناس Chlamydomonas و Chlorella أو ضمن مجموعة الطحالب اليوجلينية كأجناس Euglena و Phacus وبعضها وضع مع مجموعة الطحالب الذهبية الصفراء Cryptophytes كجنس Chilomonas وجنس Cyathomonas وغيرها من مجاميع الطحالب الأخرى. كما نجد أن البعض منها قد درس وصنف على أنه من الفطريات الخلامية Eumycota كما هو الحال مع أجناس الفيوزاريم Pheosarium وجنس Leptomyxa وغيرها من الأجناس العديدة التابعة لهذه المجموعة، ووضعت الاميبات Amoeba المختلفة والهدبيات Ciliate ضمن شعب اللافقاريات وألحقت العديد من الأوالي ذات الخصائص الطفيلية كجنس Triactinomyxa، وجنس Nesoma أو التكافلية المعيشة كجنس Trichonympha و Trichomonas مع الطفيليات وهكذا مع غيرها الكثير من الأنواع والأجناس المختلفة وكما يظهر كما في الشكل (1 -1) الذي يبين نماذج مختارة من عالم الأوالي.



شكل (1 - 1) نماذج من الأوالي التي وضعت مع مجاميع مختلفة من الأحياء حسب نظم التصنيف القديمة.

وهكذا يغيب موقع الأوالي كأحد عوالم الأحياء ضمن التقسيم القديم بين عالمي النبات والحيوان والأحياء المجهرية. والشكل(1-2) يبين مخطط تقسيم عالم الأحياء ضمن الدراسات القديمة وموقع الأوالي فيها:



شكل (1-2) مخطط التقسيم القديم لمملكة الأحياء

موقع الأوالي في المملكة الحيوانية:

يعتقد علماء الحيوان والمصنفين منهم بشكل خاص بأن الأوالي يجب أن توضع مع المملكة الحيوانية وخاصة الأوالي ذات الخصائص الحيوانية الواضحة وأعطوها تسمية الأوالي الحيوانية Protozoa. وبعد اكتشاف العديد من أنواعها وأجناسها وضعت بصورة كاملة في تحت مملكة مستقلة تسمى تحت مملكة الأوالي الحيوانية (البروتوزوا Subkingdom Protozoa) أما علماء اللافقاريات فيعتبرونها شعبة من شعب اللافقاريات على اعتبار أنها تمثل ابسط صور الحيوانات اللافقارية. وعلى هذا الأساس تجدها في جميع مراجع وكتب ومصنفات اللافقاريات تحت تسمية شعبة الحيوانات اللافقارية الاولية Phylum Protozoa أو شعبة وحيدة الخلية Phylum Unicellular Invertebrate أو Protozoan phyla، والشكل (1-3) التالي يبين التقسيم الأولي لمملكة الحيوان.

شكل (1-3) مخطط يبين موقع الأوالي في المملكة الحيوانية.

ولقد وضع علماء الحيوان تصنيف هذه الأحياء اعتمادا على القواعد الأساسية التالية:

1- البناء الخلوي (طبيعة التركيب) ودرجة التطور العضوي للجسم الخلوي.

2- هل كون الجسم متكون من خلية واحدة أو أكثر، وهل النواة حقيقية أم بدائية.

3- طبيعة الغلاف هل هو جدار خلوي يحيط بغشاء خلوي أم غشاء مرن بشكل حالو وسطية بين الجدار والغلاف، أو غلاف متميز، وما طبيعة المكونات الكيميائية لهذا الغلاف.

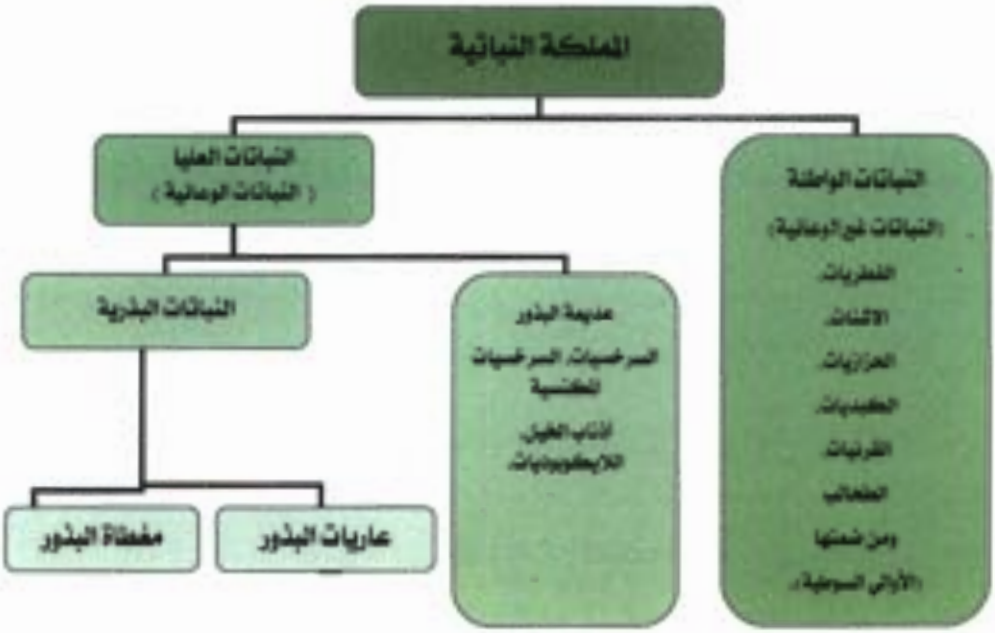
4- طبيعة صنع الغذاء ونوعية الصبغات التمثيلية، وذلك من كون الخلية ذات صبغات قادرة على صنع غذائها بنفسها أم تعتمد على غيرها من الأحياء والمصادر غير الحية في التغذية.

5- درجة التشابه والاختلاف المظهري والتشريحي بين الأفراد المتقاربة.

موقع الأوالي في المملكة النباتية:

علماء النبات صنفوا النباتات إلى عدة شعب، مثلا صنفت إلى عارية البذور ومغطاة البذور وكذلك نباتات واطئة ونباتات عليا أو الى نباتات زهرية ونباتات غير زهرية، ووضعوا جميع أنواع الطحالب مع النباتات الواطئة من هذه المملكة. ووضعوا كذلك تقسيما خاصا بهذه الطحالب على عدة شعب طحلية اعتمادا على طبيعة الصبغة السائدة فيها وتركيب الجسم وغيرها من الاسس، وعليه وضعت مجموعة الطحالب الخضراء المزرقة في شعبة مستقلة سميت Cyanophyta تضمنت جميع الكائنات وحيدة الخلية بدائية النواة والتي تحتوي على صبغات تمثيلية سائدة من الفيكوسيانين والفايكوارثرين. أما الكائنات وحيدة الخلية حقيقية النواة ذات البلاستيدات الحقيقية والصبغات الخضراء والخضراء المصفرة والذهبية والحمراء وغيرها فقد صنفت ضمن الشعب الطحلية الاخرى والديتومات كلا حسب الصبغة التمثيلية السائدة فيها، وبذلك نجد الأوالي ذات الخصائص النباتية الحيوانية المشتركة قد وقع بعضها وصنف ضمن شعبة الطحالب الخضراء Chlorophyta كما في جنس Chlorella وجنس Clamydomonas و جنس Botryococcus أو مع الطحالب الصفراء الذهبية Chrysophyta كما في الديتومات Diatoms المختلفة، وقسم آخر وضع ضمن شعبة الطحالب البروانية Prrhophyta التي تسود فيها صبغة البريدين والنيوبردين، كما في اجناس البريدنيوم Peridinum و Ceratium وغيرها من الاجناس الأخرى. أي إن علماء النبات وضعوا

جزء من الأوالي ضمن النباتات الواطئة كأنواع وأجناس وأصناف تتوزع بين شعب الطحالب المختلفة كما مبين في الشكل (1-4):



شكل (1-4) مخطط يبين موقع الأوالي في المملكة النباتية.

مفهوم الممالك الحياتية Kingdom of Life:

ظهر هذا المفهوم في دراسات علم الأحياء عندما قسمت المالك الحياتية من قبل العالم Whittaker عام 1969 على أساس طبيعة تركيب ونوع الخلية في الكائن الحي الواحد، عندما أقترح هذا الباحث الكبير نظام الممالك الخمسة للأحياء حيث قسم الكائنات وحيدة الخلية إلى مملكتين هما وحيدة الخلايا البدائية النواة وأسماها بالبدائيات Monera وسما التي جسمها من خلية واحدة ولكنها ذات نواة حقيقية ومحاطة بغلاف بالأبتدائيات أو الطليعيات Protista، وجميع الكائنات التي تحمل صفات النباتات وعديدة الخلايا وتحتوي صبغات تمثيلية وضعها في مملكة الفطريات Fungi، وجميع الكائنات العديدة الخلايا وتحتوي صبغات تمثيلية في مملكة النبات Plante، وعديدة الخلايا

ذات الخصائص الحيوانية في مملكة الحيوان Animalia، وقد لاقى هذا النظام التقسيمي قبولا كبيرا بين علماء الأحياء بشكل عام وعلماء الحيوان واللافقاريات بشكل خاص لأنه يضع حلولا منطقية للمشاكل والتداخلات الحاصلة في عوالم الأحياء المختلفة وكما سيتم شرحه بشكل وافي في فقرة الاهمية الحياتية لدراسة الأوالي. وفي مايلي توصيف لأهم الخصائص التي وصف بها العالم Whittaker هذه الممالك.

(1) مملكة البدائيات Kingdom of Monera:

يصنف ضمن هذه المملكة الكثيرة العدد، جميع الكائنات الحية التي يتكون جسمها من خلية واحدة ولكن النواة فيها من النوع البدائي (غير حقيقية) أي من مجموعة خلايا Prokaryotes cells حيث تكون المادة النووية فيها عبارة عن مادة كروماتينية موزعة في السايتوبلازم على شكل كتل من الجينات تدعى الكروموسومات البكتيرية، والخلية في هذه الأحياء تتكون من جدار خلوي أو غلاف خلوي يتميز عن الخلايا النباتية الكاملة من حيث التركيب فهو في الغالب يتكون من سكريات متعددة واشباه السلليوز ومواد نخاطية، ووجد الباحث Whittaker أن هذه الخصائص تنحصر في مجموعتين فقط من الأحياء هما جميع أنواع البكتريا Bacteria ومجموعة واحدة من الطحالب تدعى بالطحالب الخضراء المزرقة Cyanophyta.

كذلك يمكن اعتبار الفيروسات في حالة (معاملتها ككائنات حية) من ضمن أفراد هذه المملكة. حيث تعرف الفيروسات بأنها جسيمات حية متناهية يمكن الكشف عنها باستخدام المجهر الالكتروني، وتمتاز الفيروسات بعدم قدرتها على التزمم والنمو على المواد العضوية والبيئات الغذائية الاعتيادية بل تحتاج إلى نسيج حي أو نظام حيوي (جسم الكائن الحي) لأصابته والنمو بداخله. وهي بذلك تكون طفيليات إجبارية المعيشة ومتخصصة في إصابة العائل فمنها ما تصيب الحيوانات والإنسان وتدعى Zoophaginae ومنها ما تصيب النباتات وتدعى Phytophaginae والقسم الأخر متخصص بالتطفل على البكتريا وعندها يسمى Bacteriophage أو على الاكتينومايسيتس ويدعى Actinophage.

(2) مملكة الأوالي Kingdom of Protista:

هي جميع الكائنات التي يتكون جسمها من خلية واحدة تحتوي على نواة حقيقية Eukaryotes cell بغض النظر عن تركيب الجسم وشكله وطريقة المعيشة ومكان التواجد، فبعضها يكون حجمه بضع

ميكرونات والبعض الاخر بعدة سنتمترات. وهي بذلك تشمل جميع الكائنات سواء كانت كائنات حيوانية كاملة Holozoic كما في الاميبات أو صفات حيوانية نباتية كما في اليوجلينا والطحالب وحيدة الخلية الخضراء مثل الكلاميدوموناس أو الكلوريلا أو ثنائية الاسواط الدوارة Dinoflagellates كما في أجناس السيراتيم والجمنودنيوم وغيرها أو أنها تحمل صفات من الفطريات مشتركة مع الاميبات الحيوانية كما في جنس البلازميديوم والفيوزارم، أو أنها ذات معيشة طفيلية كما في الانتاميا أو تعايشية الترايكونفا ولكن بشرط أن الجسم يتكون فيها من خلية واحدة حقيقية النواة.

(4) مملكة الفطريات Kingdom of Fungi:

تشمل هذه المملكة جميع الكائنات الحية التي تحمل صفات مشابه للنباتات في البناء الخلوي أو التركيب مع اختلاف في الطبيعة الكيميائية للجدار الخلوي حيث يحتوي على مادة الكيتين Chitin، وكذلك توفر شرطين اساسين هما أن تكون الخلايا خالية من الصبغات التمثيلية (البلاستيدات) والثاني أن يتكون الجسم من خليتين فأكثر وأن تتجسد فيها خصائص الفطريات الحقيقية في طريقة المعيشة كمحللات بيئية وكذلك نمطية التكاثر بالتبرعم أو تكوين الحوافظ البوغية، ويضم ضمنها جميع شعب الفطريات عديدة الخلايا المعروفة باستثناء مجموعة الفطريات الحيوانية أو الفطريات الزجة Slime molds التي تنتشر في الماء واراضي غابات المناطق الغنية بالمواد العضوية التي تصنف حديثا ضمن مملكة الأوالي.

(4) المملكة النباتية Kingdom of Plante

وتشمل جميع الكائنات الحية عديدة الخلايا بشرط إن تكون الخلية ذا جدار خلوي مكون من السليلوز والنشاء السليلوز بالدرجة الاساس ومحتوية على البلاستيدات الخضراء أو الملونة وتكون هذه العضيات مغلفة وتحتوي على الصبغات النباتية من أنواع اليخضور والكاروتين والزانثوفيل ومشتقاتها التي تمكنها من صنع الغذاء ذاتيا، وهي بذلك تشمل جميع النباتات الواطئة من الطحالب العديدة الخلايا والخزازيات واللايكوبوبات أو أذناب الخيل والنباتات العليا من السرخسيات والصنوبريات والنباتات البذرية من معراة ومغطاة البذور.

(5) المملكة الحيوانية Kingdom of Animalia

تشمل جميع الكائنات ذات الصفات الحيوانية الكاملة من حيث بناء الخلايا التي تكون خلايا حيوانية كاملة البناء من حيث الغلاف الذي ينعدم فيه وجود أي نوع من الجدران الخلوية المعروفة في الخلايا النباتية وكذلك البروتوبلازم الخالي من أية صبغات تمثيلية، والقوام الجسمي إما لحمي عاري أو محاط بأغلفة صلبة أو أشواك أو بجلد حيواني متميز، ونتيجة لعدم امتلاك الصبغات التمثيلية فأن التغذية إما بالترميم أو التطفل أو بالافتراس أو التغذية المشتركة. وهي بذلك تشمل جميع الحيوانات التي يكون الجسم فيها عديد الخلايا، Multicellular cells وتتمثل بكافة شعب اللافقاريات (ماعدا الأوالي الحيوانية) وجميع شعب الفقاريات المعروفة. (Horson & Wesseles Johnson,1997، 1990).

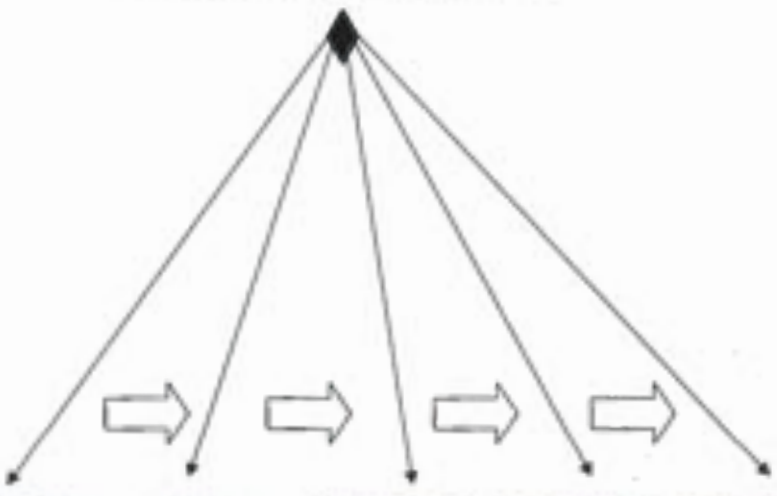
موقع الأوالي بين العوالم الخمسة للأحياء:

نتيجة للجدل العلمي الذي استمر لفترات طويلة بين علماء الأحياء في تقسيم وتوزيع المجاميع الحيوية المختلفة التي ذكرناها ظهر رأي علمي جديد عام 1969 طرح إلى الساحة العلمية من قبل العالم هويتاكر R.H Whittaker كما بينا سابقاً، يدعو هذا الرأي إلى وضع جميع الكائنات الحية التي يتكون جسمها من خلية واحدة بشرط أن تكون هذه الخلية (حقيقية النواة Eukaryotes cell) وتحتوي على كروموسومات متميزة وعضيات سايتوبلازمية مماثلة إلى ما يقابلها في عديدة الخلايا من حيث وجود الأغلفة، وبغض النظر عن طبيعة تركيب الجسم والصفات السائدة للكائن الحي من حيث (الصفات الحيوانية الكاملة أو النباتية الحيوانية المشتركة) تحت مجموعة خاصة تسمى Protista أي الأولي أو الابتدائيات أو الطليعيات كما يترجم المصطلح في المراجع العربية المختلفة.

وعلى هذا الأساس يرى العالم هويتاكر ومن أقتنع بهذا الرأي من علماء التطور والحياة من ضرورة أعادة النظر في تصنيف وتقسيم الكائنات الحية بأسلوب جديد يعتمد على درجة تطورها العضوي والعلاقات المشتركة بينها وخاصة البناء الخلوي، ووضعها في عدة ممالك منفصلة بدلاً من تقسيم الأحياء إلى حيوانات ونباتات. وعليه أقترح الباحث المبدع هويتاكر نظام العوالم الخمسة للأحياء Kingdom of Life، أي تقسيم عالم الأحياء إلى خمسة ممالك حياتية تحتل فيه مملكة الأوالي Kingdom of Protista التسلسل التطوري الثاني بعد مملك البدائيات K. of Monera ضمن هذا

التقسيم الجديد. بينما وضعت كلا من الفطريات والنباتات والحيوانات عديدة الخلايا في ممالك مستقلة تتمثل بمملكة الفطريات K. of Fungi ومملكة النبات K. of Plante ومملكة الحيوان K. of Animalia والشكل (1-5) التالي يبين ترتيب هذه الممالك حسب التطور والتقسيم الحديث لهويتاكر (Levinson, 2006 ،Pommerville,2004).

الممالك الحياتية Kingdom of Life



شكل (1-5) مخطط تقسيم وتتابع R.H. Whittaker 1969 للممالك الحياتية الخمسة.

الأهمية الحياتية لدراسة علم الأوالي:

إن ظهور علم الأوالي Protista ودراسته عمل على حل كثير من المشاكل والتداخلات الحياتية والتطورية بين علم الحيوان والنبات من جانب وبين علم الأحياء المجهرية ومجموع هذه العلوم المتداخلة مع بعضها البعض، حيث أظهرت هذه الدراسات أن النسبة الغالبة أي حوالي 90٪ أو ما يعادل ستة وستون ألف أولي هي حرة المعيشة و 10٪ فقط هي طفيليات وكائنات تعايشية وهذا يعني أن هذه الكائنات تلعب دور كبير في البيئة كمصادر غذائية أو محللات أو منظفات أو كواشف بيئية مختلفة الأدوار والوظائف الحيوية.

إذا بالإمكان دراسة هذه الأحياء وتطويرها بما يخدم البيئة فهي تدخل بالسلاسل الغذائية المختلفة وتعمل ككائنات منتجة عضويا في عملية الإنتاج العضوي حيث إن الآلاف منها تمتلك صبغات تمثيلية تساهم في عملية التركيب العضوي والبناء الضوئي المعروفة وتساهم بشكل فاعل بالإنتاجية البيولوجية ، والعديد منا مفترسة لذلك تساهم في عملية التوازن البيئي وبعضها مترمم وهو بذلك يساعد في عملية التوازن البيئي وأيضا في عملية تنظيف البيئة بواسطة عملية الترشيح البيولوجي Biofiltration للمكونات العضوية والفضلات في الأنظمة البيئية وخاصة المائية منها.

ومنها ما هو طفيلي وبعضها خطرة جدا تتطفل على مختلف المستويات من الكائنات الحية كالأسماك والحشرات الاقتصادية والطيور والعديد من الثدييات وأيضا على الإنسان وتسبب له العديد من الأمراض الفتاكة كالملاريا وداء القوسات وأمراض الدم وإضعاف الجهاز المناعي وغيرها الكثير، بالإضافة إلى أن دراستها تشكل أهمية كبيرة في عالم الأحياء وتطبيقاته مثل في مجال فهم حلقات التطور في مجال علم البيئة وعلم الوراثة وتكيف الأنواع وتشعبها وتفسير العديد من ظاهر الانقراض والتنوع البيولوجي عبر العصور المختلفة، وكذلك تفسير الكثير من أنماط وطرز التكاثر وانسياب الجينات بين الأحياء المختلفة نظرا لما يتميز به عالم الأوالي من تباين أساليب التكاثر وطرق تبادل المادة الوراثية وفعالية التكيف والقدرة البيولوجية الكامنة لدى أفرادها، وان دراسة هذه الكائنات تفسر عمليتين من التطور العضوي Organic Evolution في الأحياء كما يظهر في الشكل (1-5) الذي وضعه الباحثون Hoeson and Wesseles 1990 والذي يتمثل في خطين من التطور هما:

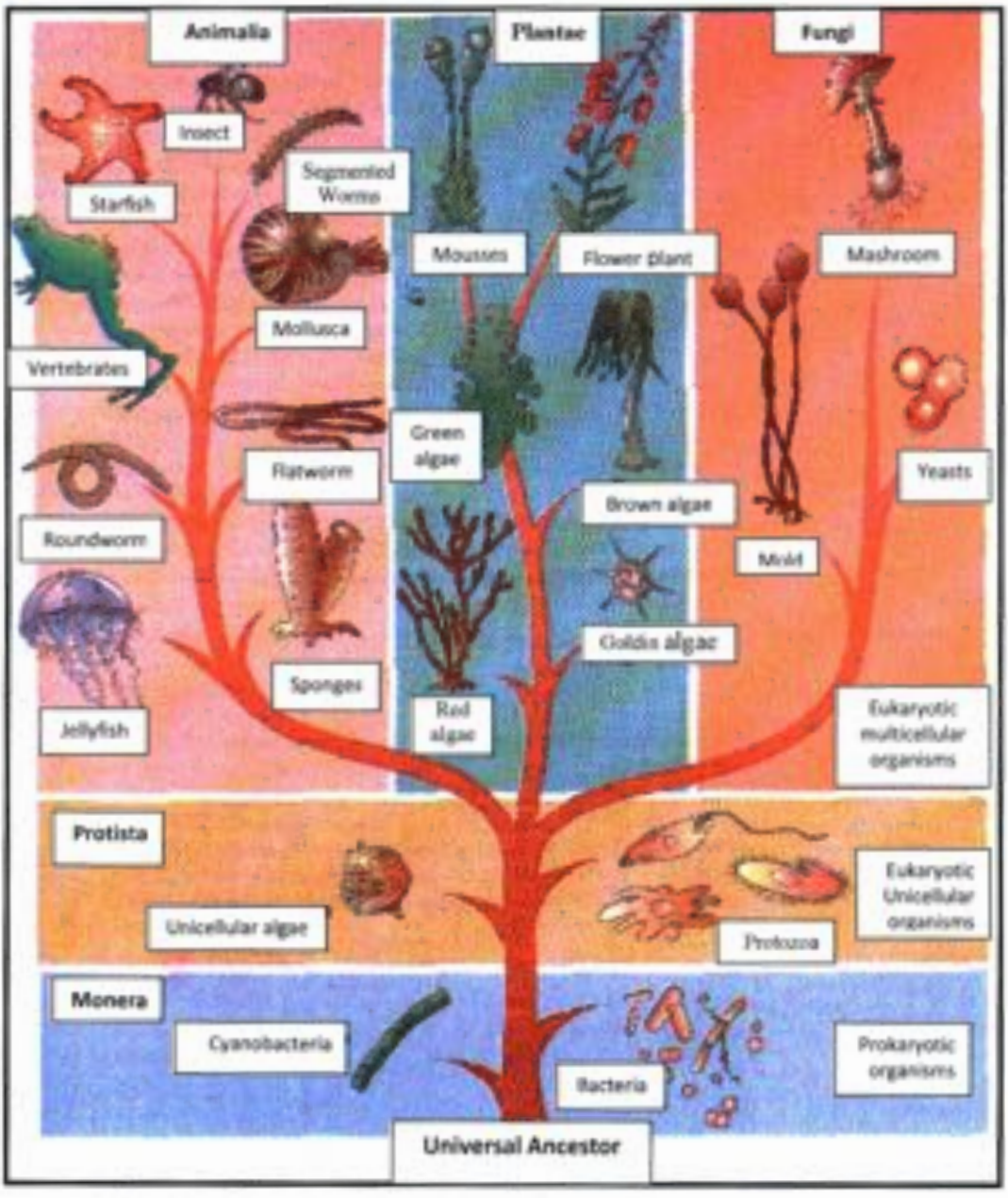
(1) الخط الفعال:

ويشمل الكائنات الحية التي تعتمد على الخصائص الذاتية في تغذيتها وتسمى ذاتية التغذية Eutrophic organism وهي الكائنات المنتجة للمادة العضوية عن طريق تمثيل الضوء المرئي من الطاقة الشمسية. أو أنها تستطيع الحصول على الغذاء بوسائل مختلفة عن طريق الرعي (التغذية النباتية) أو الافتراس أو الترمم وتستطيع ذلك تبديل نمط هذه التغذية عن طريق الغذاء البديل أو التغذية المشتركة بأكثر من مصدر غذائي في نفس الفترة كما في العديد من الأوالي والسوطية والهدبية التي سوف يتم شرحها ووصفها لاحقا.

(2) الخط غير الفعال:

ويشمل الكائنات الحية التي تكون لم تستطيع من تنويع مصادر الغذاء وطرق الحصول عليه، بحيث أصبح لها خط واحد من التغذية يعتمد على غيره من الأحياء وتعرف بالكائنات الحاملة غذائيا. ومن بين أهم هذه المجاميع الكائنات الناضحة Osmotrphic organism حيث تتغذى بالتغذية الناضحة الجاهزة أما بالتطفل على الأنسجة الجسمية المختلفة أو بامتصاص الدم أو السوائل الجسمية، ولذلك تتميز هذه الأحياء بأنها عبارة عن كائنات لا تمتلك وسائل تغذية واضحة كالفتحات الفمية أو الأقدام أو الأسواط أو اللواحق الجسمية الأخرى الخاصة بمسك الغذاء بل تأخذ غذائها جاهز من الكائنات الأخرى عن طريق إفراز الأنزيمات الحالة أو عن طريق التنافذ عبر الأغشية الخلوية كما يحصل في العديد من الأوالي الطفيلية والتعايشية التي سيتم شرحها لاحقا عند التعرض لأنماط التغذية في الأوالي. وقد أوضح الباحثون Hopson وWessells عام 1990 و Pommerville, 2004 وغيرهم بالاستناد على آراء الباحث هويتاكر وكما مبين في الشكل (1- 6) أن دراسة الأوالي قد أعطت أهمية كبيرة ودعمها واسعا لدراسة وتتبع عملية التطور العضوي للأحياء من جهة وتفسير عملية التخصص الوظيفي على المستوى الخلوي من جهة أخرى، حيث أن متابعة عملية البناء الخلوي في الأوالي توضح المعنى الدقيق لخاصية التمايز الخلوي بين وحيدة الخلايا وعديدة الخلايا المختلفة بشكل أكثر دقة، حيث نجد إن هذا التخصص يظهر بشكل واضح في الأوالي حرة المعيشة، أي إن الخلية تكون متخصصة وكل جزء فيها يقوم بوظيفة خاصة داخل الكائن الحي وكأن الكائن يتكون من أكثر من خلية وليس خلية واحدة.

وهذا ما يبين أن التطور العضوي ودرجة رقيّ الكائن الحي لا تعتمد على حجمه وكبر الجسم بل على قدرته في اقتناص الطاقة وتنوع طرق الحصول على الغذاء والكفاءة الحيوية في التعامل مع التغيرات البيئية من خلال امتلاك خاصية المرونة البيئية والتكيف العالي لغرض المحافظة على أفراد نوعه والصمود في البيئة رغم حصول التغيرات الكبيرة التي مرت عليها من خلال العصور الجيولوجية الكبيرة التي مرت بحياة هذه الأحياء ولكنها لا تزال موجودة وبهذا الانتشار الواسع حتى في أشد البيئات قساوة.



الشكل (1-6) مخطط يبين العلاقات التطورية والخط الفعال والخامل في عالم الأحياء كما وصفة Whittaker. بتصرف عن (Pommerville, 2004).

الأهمية البيئية والاقتصادية لدراسة الأوالي:

- تلعب الأوالي أهمية كبيرة في تنظيم كمية السليكون في البيئة البحرية (Yool & Tyrrell, 2003).
- تفيد الأوالي في التقليل من التلوث للمياه والذي يحدث نتيجة وجود أنواع من البكتريا الضارة والتي تتغذى عليها بعض الأوالي كما تتغذى على الدقائق العضوية المتفسخة وبذلك تتخلص منها المياه بصورة متواصلة.
- تعتبر الأوالي غذاء رئيسي لبعض القشريات والحشرات والديدان وهي بدورها تصبح غذاءا للأسماك والمحاريات والتي تعد مصدر غذائي مهم للإنسان .
- قشور وهياكل المخرمات والشعاعيات استخدمت في التنقيب عن النفط كدليل وكذلك تستخدم كأدلة لوجود المناطق البحرية التي اندثرت نتيجة التغيرات الجيولوجية الكبيرة.
- هياكل وقشور بعض الأوالي مثل المخرمات والشعاعيات تستخدم في بعض الصناعات مثل إنتاج مواد الترشيح وصناعة الطباشير ومواد التنظيف والبناء.
- يستخدم العديد منها وخاصة بعض السوطيات النباتية والدايتومات في تحضير أنواع مهمة من البروتين والمضادات الحيوية.
- قسم من الأوالي ذات معيشة تكافلية في أمعاء بعض الحيوانات على سبيل المثال في كرش المجترات، وهي تساعد في هضم مادة السليلوز وتصنيع فيتامين K و B.
- تستخدم الكثير من الأوالي في الأبحاث العلمية لدراسة حالات معينة تخص علم التطور وعلم الأحياء وعلم الأرض باعتبارها مصادر مهمة وخاصة ذوات الأغلفة والقشور للحكم على مراحل التطور وعوامل الانقراض.

الفصل الثاني

خصائص الأوالي

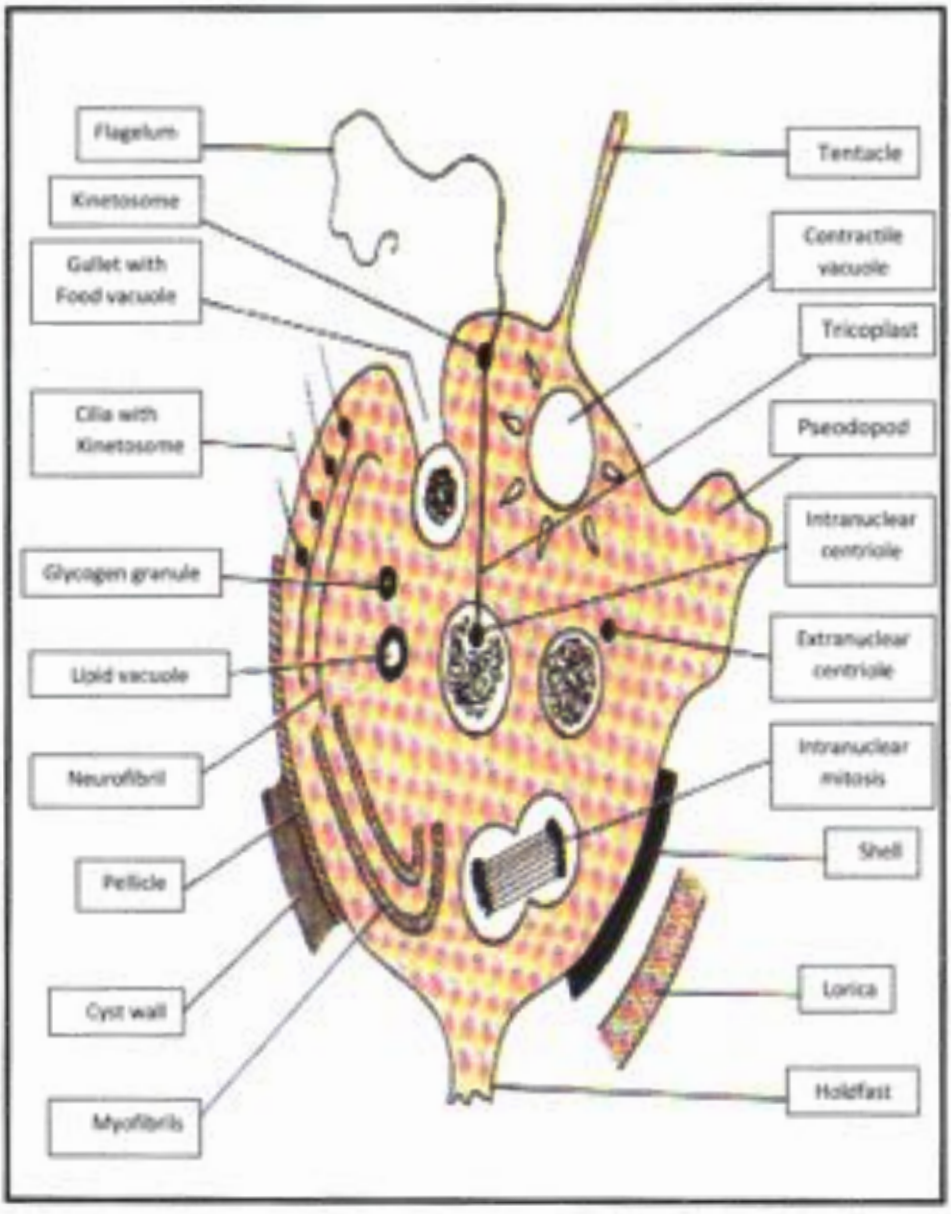
- الخصائص التركيبية والتشريحية للخلية الأولية .
- تركيب وشكل الجسم الأولي .
- الملحقات الجسمية ودورها في تقسيم وطق المعيشة .
- الأسواط .
- الأهداب .
- الأقدام .
- الأغلفة الجسمية .
- الفم الخلوي .

الفصل الثاني
خصائص الأوالي

الخصائص التركيبية والتشريحية للخلية الأولية :

يتميز عالم الأوالي كما بينا سابقا بان جسم الكائن الحي عبارة عن خلية واحدة تتميز بوجود معظم المكونات الحية لخلية الكائن الحي الراقي المكون من عدة خلايا. ولكن هذه الخلية تكون على درجة عالية من التطور، حيث نجد فيها ظاهرة مماثلة للتخصص الخلوي حيث تصبح على درجة من التخصص بحيث تقوم مقام الخلايا المتخصصة في الكائنات الحية عديدة الخلايا، وذلك من خلال قيام تراكيب صغيرة وأجزاء هذه الخلية بوظائف مختلفة من التحسس والإفراز والإخراج والتغذية والحركة والتكاثر وغيرها من الفعاليات الحيوية المختلفة، ومعنى هذا إن خلية الكائن الأولي من الناحية التطورية تصبح أكثر تخصصا وتعقيدا وبناءا من خلية الكائن العديد الخلايا على المستوى الفردي.

وعلى سبيل المثال عند المقارنة بأخذ خلية كائن أولي وخلية من كائن عديد الخلايا نجد أن خلية الكائن الأولي تقوم بجميع الوظائف بينما خلية الكائن عديد الخلايا تقوم بوظيفة واحدة بحسب تخصصها فهي أما خلية خازنة أو خلية جسمية أو جنسية أو خلية دهنية أو عصبية أو خلية طلائية للحماية وهكذا وهي بذلك تحتاج الى حجم معين وتراكيب داخلية تنسجم مع مهامها الوظيفية في الجسم، بينما يجب توفر جميع المكونات والتراكيب في الخلية الأولية لأنها مسؤولة عن القيام بكل المهام والأنشطة الحيوية ولذلك هي أكثر تطورا، ويظهر هذا التفسير جليا عندما نستعرض التركيب الكامل لأحدى الكائنات الأولية الذي افترضه الباحث كما يتضح من الشكل (2- 1) ومما تجدر الإشارة إليه أنه لا يمكن أن توجد جميع هذه العضيات والتراكيب في خلية واحدة، ولكنها تتكرر في الأنواع المختلفة من الأوالي فمنها ما نجده في السوطيات النباتية وآخر في اللحميات أو في الهدبيات أو ذوات المركب القمي وغيرها.

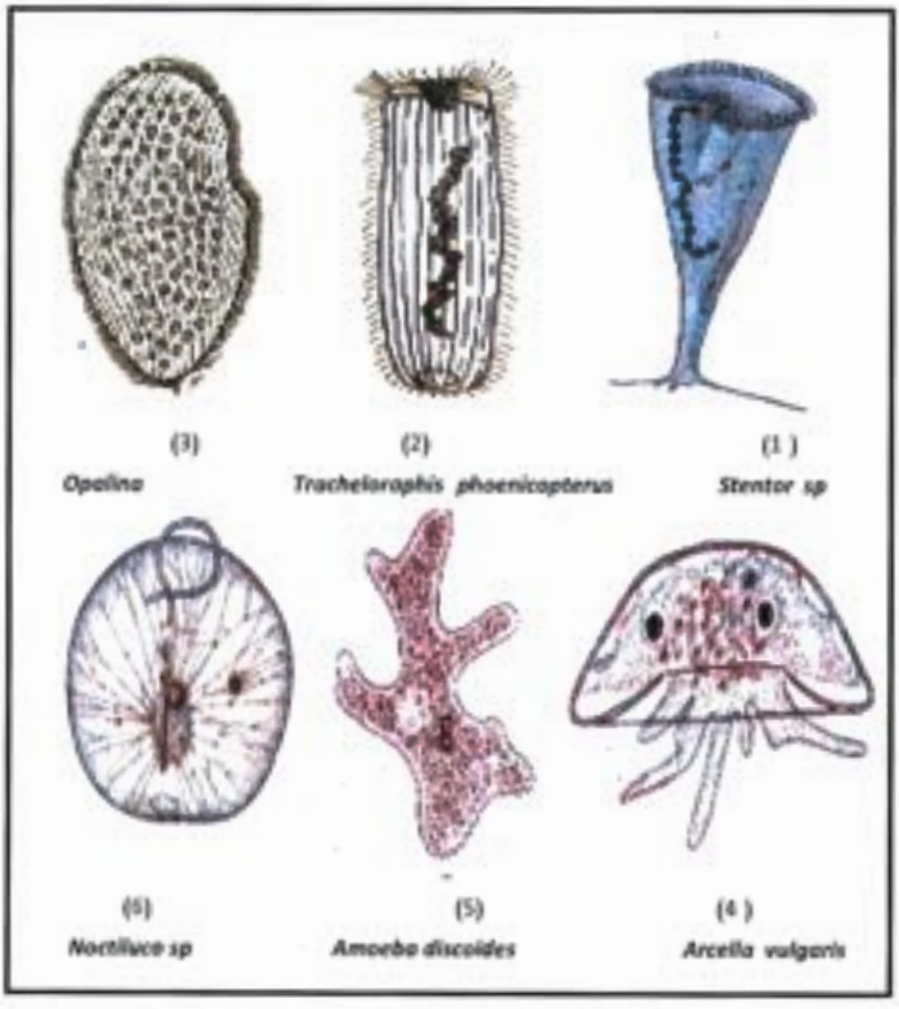


شكل (2-1) تركيب نموذجي افتراضي لخلية الكائن الأولي وملحقاتها.

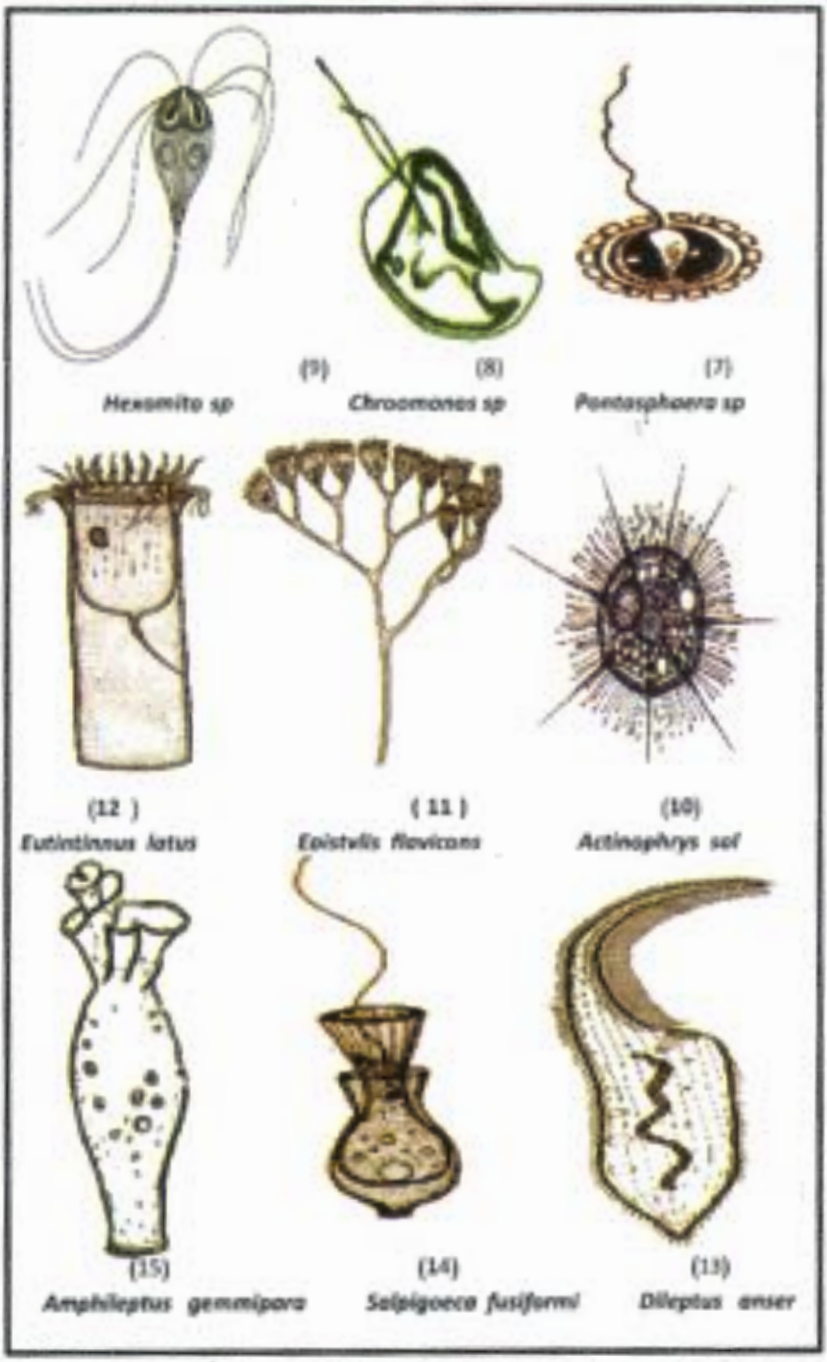
عن (Weisz, 1973).

تركيب وشكل الجسم الأوالي Structure and body shape :

يأخذ الجسم في الأوالي أشكالا مختلفة بالرغم من انه يتكون من خلية واحدة فقد يكون الجسم عاري وذات شكل أميبي لحمي وتأخذ الكتلة اللحمية أشكال متعددة ما في طائفة الأميبيات (المتحولات) أو أنها ذات قشرة أو غلاف كلي أو جزئي وقد تحتوي على تراكيب ولواحق مختلفة مثل الأقدام الكاذبة كما في الاميبيات ذات القشرة. وفي مجاميع أخرى من الأوالي تظهر الأسواط كما في السوطيات النباتية والحيوانية أو يحاط بالأهداب كما في مجموعة الهدبيات. كما أن الجسم يأخذ أشكالا مظهرية وحجميه مختلفة وهذا يعتبر تكيف لطبيعة الوسط البيئي وكذلك للتكيف لطريقة المعيشة والتغذية، حيث يمكن إن يكون شكل الأوالي عبارة عن تركيب مغزلي كما في (1) أفراد جنس Chaeni giags أو أنيوي متطاول كما في (2) أفراد جنس Trachelorophis phoenicopterus أو أن يكون تركيب بيضاوي كما في (3) جنس Opalina ranarum أو أن يكون مطلق الشكل كما هو في (4) Arcella vulgaris أو على أنها ذات شكل أميبي كما في (5) Amoeba discoids أو أن يكون جسم الكائن عاري شفاف وكروي كما في (6) Noctiluca sp أو أن يمتلك الجسم غلاف ومحفظة مركزية وله سوط أو أكثر كما في (7) Pontasphaera وقد يكون له شكل ثلاثي ورفي كما في (8) Peranema، وقد يكون يشبه شكل الطائرة الورقية كما في (9) Hexamita وبعضها يكون ذات أشعة من الأشواك تعطيه الشكل الشعاعي كما في (10) Actiosphaerium eichorni أفراد من شعاعيه الأقدام ، أو أن الجسم متفرع (11) كجنس Epistylis flavicans وقد يكون الجسم على شكل متطاول (12) عند أفراد جنس Eutintinnus latus أو محاط بالأهداب معقوف النهاية (13) كما في Dileptus anser أو أن يكون كأسي ذو نهاية طوقية في (14) كما في حالة جنسSalpigoeca fusiformi أو يكون جسم الكائن الأولي على شكل يشبه الجرة كما في (15) أفراد جنس Amphileptus gemmipara ، وغيرها من الأشكال والتراكيب التي تدل على تنوع وانتشار هذه الكائنات وقابليتها العالية للتكيف العالية لان طبيعة الجسم الخارجي يرتبط بالمعيشة والحركة والتكيف البيئي كما أسلفنا، كما تعتبر معظم هذه الصفات التي ذكرت أعلاه من الصفات التصنيفية المعتمدة لهذه الكائنات. والشكل (2-2) يبين هذه الأشكال.



تابع بقية الشكل في الصفحة اللاحقة:



شكل (2-2) نماذج من أشكال الجسم في الأوالي.

الملحقات الجسمية للأوالي ودورها في التقسيم وطريقة المعيشة:

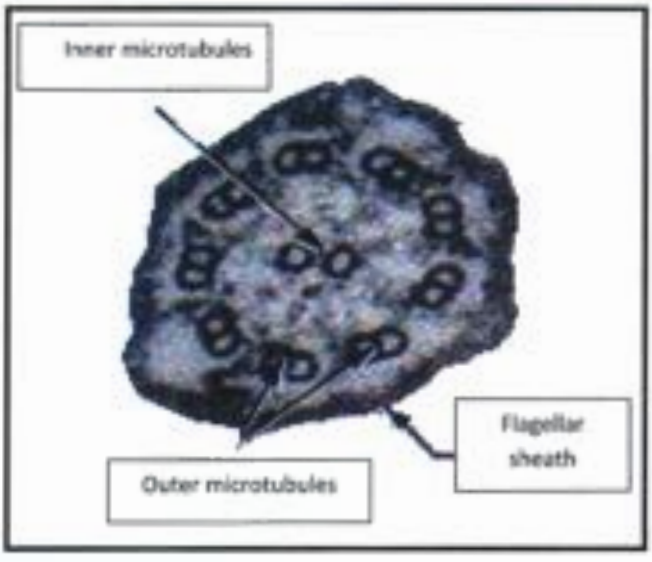
تمتلك الأوالي العديد من التواحق الجسمية التي تميزها عن سواها من المجاميع الحيوانية والنباتية المتخصصة، فمثلا الحشرات تمتلك تواحق محدودة وخاصة بها وكذلك النواعم وشوكيه الجلد وسواها، وفي النباتات الواطئة والعليا توجد بعض التواحق من الأشواك الناعمة والحوالق والثانات الغازية وغيرها في مجاميع محدودة منها، وهكذا في الفقاريات حيث يوجد الشعر والوبر والأظافر والحوافر وبعض الأشواك القوية ولكن في مجاميع محدودة منها، أما في عالم الأوالي فأننا نجد جميع التواحق الجسمية تقريبا، وهذا ناتج في تقديرنا من تنوع البيئات وأنماط المعيشة في هذه الأحياء فهي أما تعيش كهائمات مائية أو في القاع أو من ضمن الكائنات التي تتوزع في الجسم المائي، وكذلك تجدها في التربة أو ملتصقة على الأجسام كمتعايشات ومتطفلات خارجية أو داخلها كمتعايشات ومتطفلات داخلية إجبارية، وبعضها يعيش داخل الخلايا والأنسجة وكريات الدم مما يتطلب وسائل وتواحق جسمية تؤهلها للوصول والمعيشة في هذه المواطن البيئية المختلفة.

لذلك فهي تمتلك الأسواط والأهداب والأقدام الكاذبة القصية والخيطية والشبكية والشعاعية وكذلك لبعضها الأشواك الكلسية والخيوط اللاصة وأنواع مختلفة من الأغلفة الجسمية والجدران الخلوية وهذا مايميزها عن بقية المجاميع الحيوية بأنها تمثل كل عالم الأحياء في امتلاكها لهذه التواحق الجسمية التي سهلت مهمة الباحثين والمصنفين في استخدامها كقواعد لتقسيم الأوالي كما سيتبين ذلك عند الخوض في دراسة الشُعب الأساسية لمملكة الأوالي حيث نجد تسمية السوطيات واللحميات وذوات المركب القمي والبوغيات والهدبيات وغيرها. ولغرض الوقوف على طبيعة أهم هذه الملحقات الجسمية ودورها في التمييز بين الأنواع والأجناس والطوائف الأولية سوف نستعرض وبشكل مبسط التالي منها:

(1) الأسواط Flagella:

عبارة عن تراكيب خيطية رفيعة متصلة بجسم بعض الكائنات الأولية وتستخدم السوط بالدرجة الأساس كأعضاء حركة ، وتأخذ أشكالا وتفرعات مختلفة وتعتبر صفات يعتمد عليها لغرض التقسيم. يتكون السوط الواحد من تسعة أزواج من الانيوبيبات الدقيقة Microtubules تنتظم بشكل دائري حول زوج آخر منها وسطي الموقع ولحاظ جميعها بغلاف مرن يسهل مهمة السوط في الحركة السوطية، والشكل (2-3). يبين مقطع في سوط أحدى السوطيات النباتية.

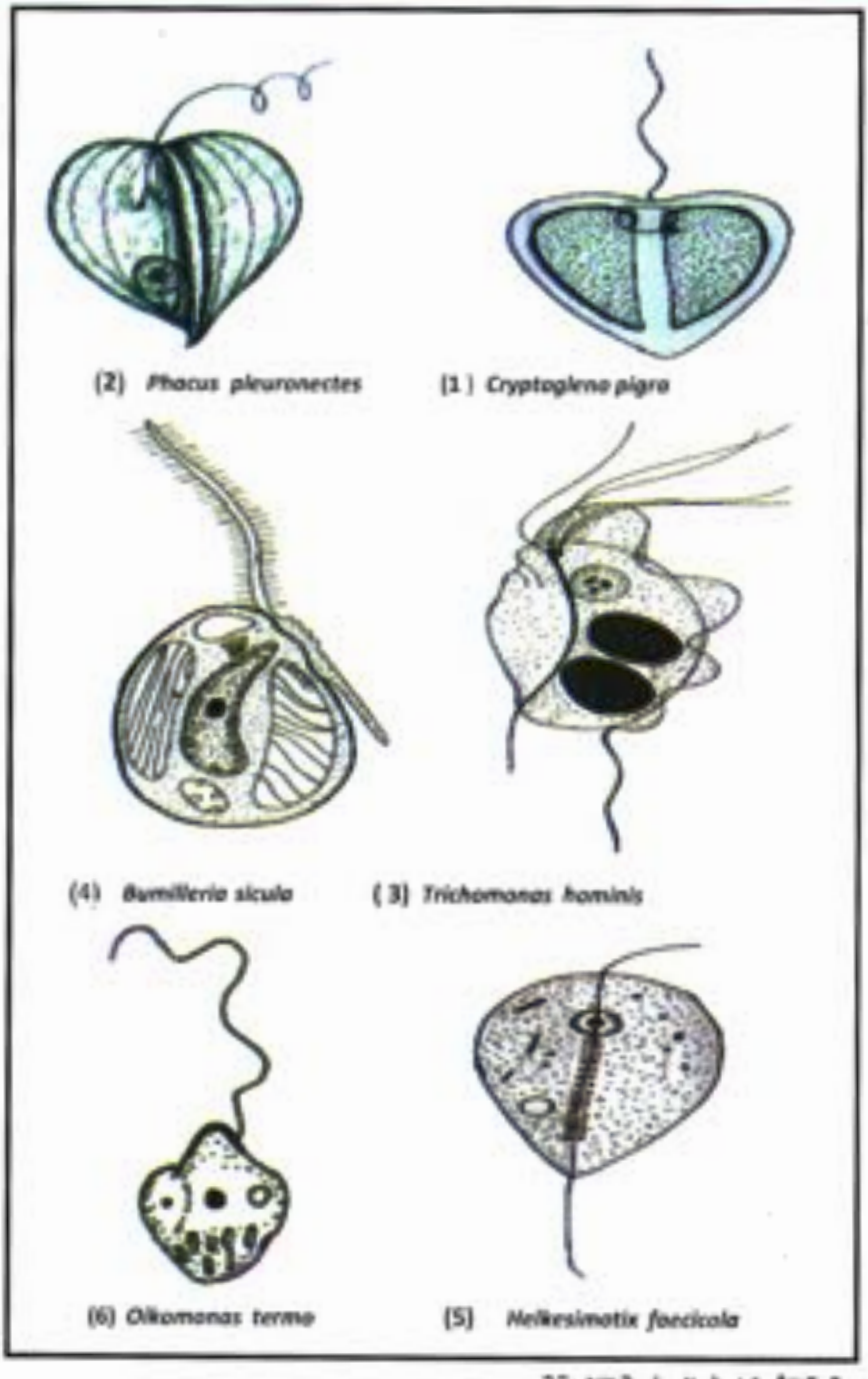
ويعتبر شكل وعدد الأسواط ونوعها وتوزيعها ونقطة انطلاقها وطبيعة نهاياتها واتجاهها والتلمس الخارجي والطول وعلاقتها مع بعض التراكيب الداخلية كحالة والارتباط مع النواة أو البقعة العينية والفتحة الفمية والأخاديد والمزود وغيرها من المكونات الداخلية والخارجية للجسم



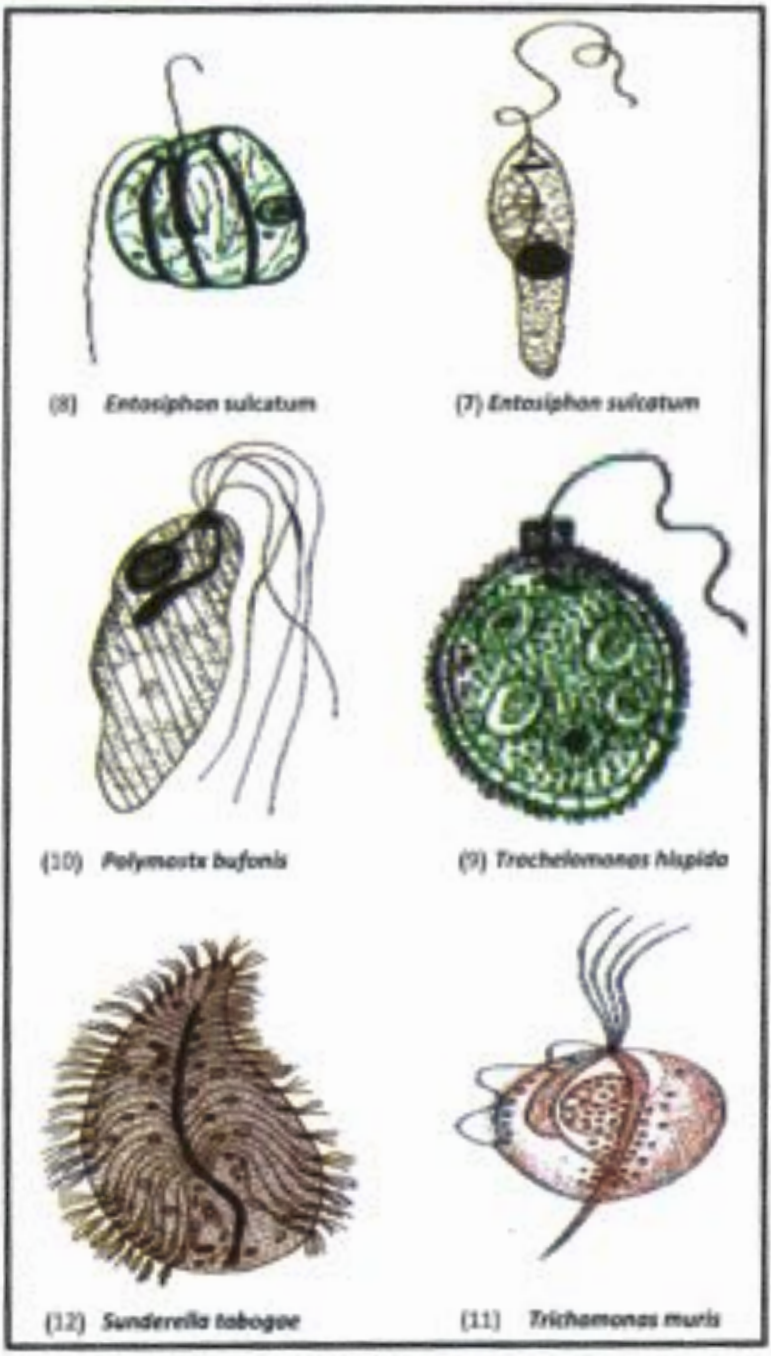
شكل (2-3) مقطع عرضي في سوط الكلاميدومونس من جنس *Clamydomonas reinhardi* (Elliott, 1970)

من الخصائص المهمة في دراسة الأوالي السوطية حيث نجد عند الفحص المجهري لنماذج مختلفة من الأوالي السوطية أن السوط فيها يتباين كثيراً، لذلك يعتبر صفة تصنيفية يعتمد عليها في تقسيم هذه الأوالي إلى ثنائية الأسواط وعديدة ومضاعفة وشعرية ومفرطة ودقيقة الأسواط وغيرها من التسميات التي سوف نتعرض لها في دراسة رتب وأجناس السوطيات الأولية المختلفة وكما موضح في الشكل (2- 4) التالي. حيث نجد أن بعض هذه الأسواط اعتيادية النهاية المدببة كما هو الشكل المألوف للسوط كما في (1) والبعض يكون فيها ملتف النهاية كما في (2) والبعض منها تكون متفرعة ومختلفة الاتجاه إلى الأمام والخلف كما في (3) ومنها ما يكون ريشية الشكل حيث تتوزع البروزات على جانبي السوط كما في النموذج (4) والبعض يلتصق مع الجزء البطني للجسم شكل (5) وبعضها متموج وطويل كما في النموذج (6) وقد تكون منطلقة من مقدمة الجسم وبعضها طويل وحر والآخر قصير ومتصل بالغلاف الجسمي (7) وقد تكون بعضها طويلة وخلفية الاتجاه والآخر أمامي قصير ومعقوف النهاية (8) ويمكن إن ينطلق سوط واحد من بروز من غلاف الجسم (9) أو تنطلق من نفس النقطة عدة أسواط متشابهة كما في النموذج (10) والبعض ينطلق من أماكن مختلفة من الجسم ويكون مرتبط مع النواة (11) والبعض تكون الأسواط فيها كثيفة كالشعر وعندها تعرف بالأسواط الشعرية (12) وغير ذلك من تحورات السوط التي تشترك فيها كذلك بعض الأميبيات السوطة

وبعض أنواع الأوالي من شمسية وشعاعيه الأقدام والتي سيتم التعرض إليها عند دراسة هذه المجاميع في الفصول اللاحقة.



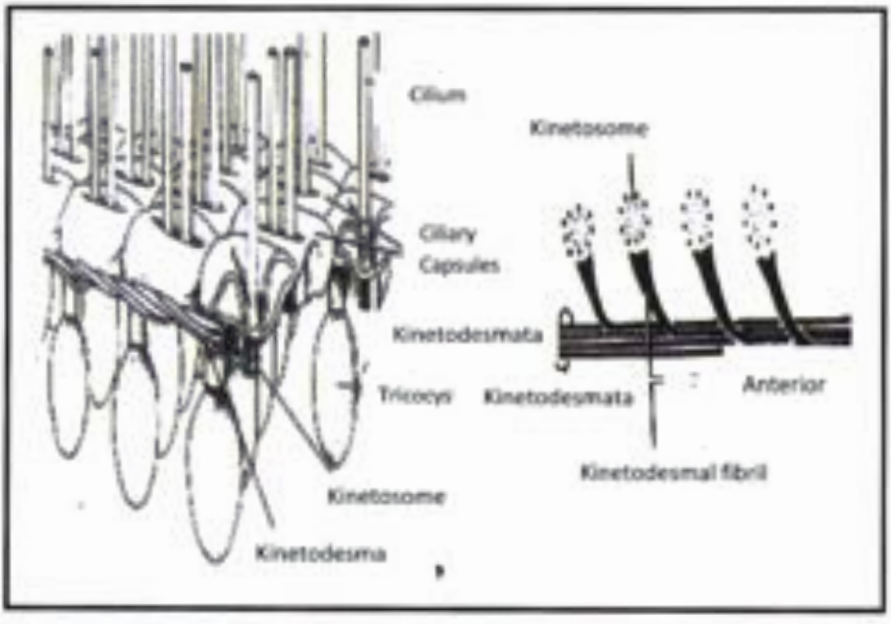
تابع بقية الشكل في الصفحة اللاحقة.



شكل (2-4) نماذج من الأسواط المختلفة الشكل والعدد في الأوالي.

(2) الأهداب Cilia:

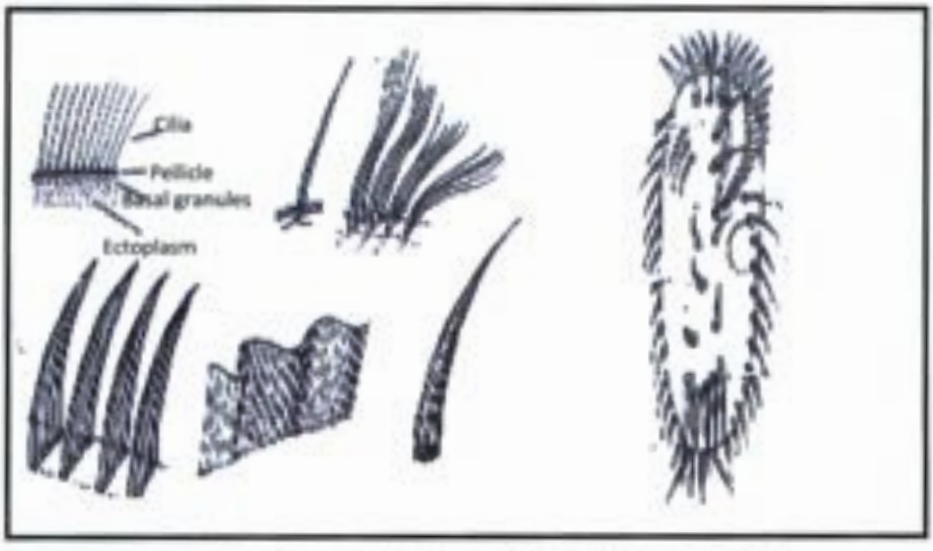
عبارة عن تراكيب قصيرة مترتبة بعدة صفوف طولية أو مائلة تغطي كل أو قسم أو تنحسر في مواقع محدده منه، تستخدم بالدرجة الأساس كأعضاء للحركة. والهدب في الأوالي عبارة عن جهاز معقد يتكون من عدة مكونات منها الألياف fibrils والأجسام الحركية Kinetosomes والجهاز تحت الهدبي Infraciliature، ويتوزع الهدب الى جزأين هما الجزء البارز من القشيرة الجسمية للهدبي والجزء الآخر يقع تحت القشيرة، حيث ينتهي كل هدب تحت القشيرة بمجموعة أخرى من المكونات تكون ما يسمى بمحرك الهدب أو (المحرك Kinety) وهو يتشكل من الروابط البلازمية kinetodesmata والليفات الحركية Kinetodesmal fibrils وتقع هذه المكونات أعلى الحوصلة الشعرية trichocyst التي ينغمس فيها الهدب وكما يظهر في الشكل (2-5) الذي يبين مكونات الهدب (Hickman et al, 1984).



شكل (2-5) مكونات الهدب في الأوالي الهدبية (Hickman, 1984).

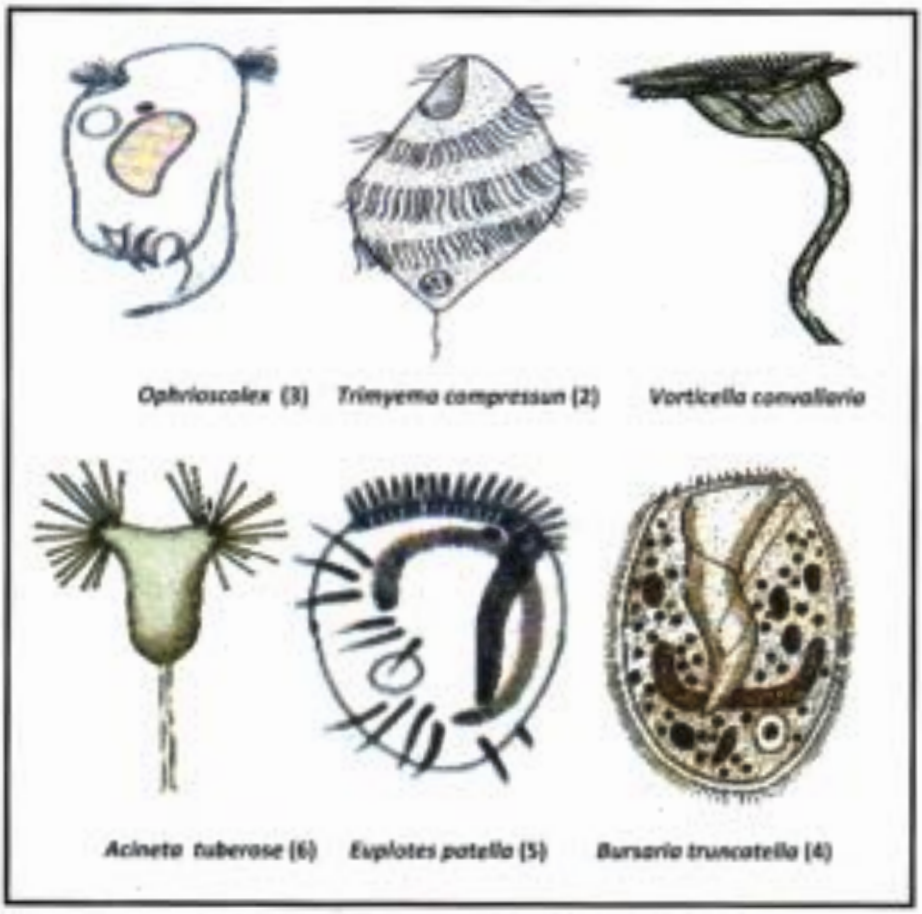
إن الهدب لا يأخذ نمط واحد في جميع الهدبيات بل يتحور الى أنماط مختلفة ويؤدي وظائف مشتركة مع الحركة، حيث نجد في بعض الأنواع تتحور الأهداب في الطور البالغ أو تتحد على هيئة شريط يسمى بالغشاء المتموج Undulating membrane كما في البورشيريا Bursaria أو على هيئة

أغشية أصغر تدعى Memberanelles كما في البراميسيوم ومعظم غشائية الفم وعندها تستخدم لدفع الغذاء إلى البلعوم أو الدهليز الفمي gullet أو تتحور هذه الأهداب بحيث تكون على شكل يشبه الظفيرة أو خصلة الشعر وأحيانا تتحور في الطور البالغ على شكل خيوط أنبوبية تستخدم لقنص الفرائس وامتصاص السوائل الجسمية فيها كما في معظم الهدبيات المصية وغيرها من الأنماط. وسنكتفي هنا في إعطاء نماذج من أشكال هذه التحويرات عند جنس Euplotes sp الذي تحصل فيه معظم التحورات التي ذكرناها وكما يظهر في الشكل (2-6).



شكل (2-6) مخطط يبين أنماط التحوير الخارجي للأهداب في الأوالي.

إن طريقة تحور وتوزيع الأهداب وحجمها واتجاهها وشكلها النهائي وموقعها من جسم الأولي تعتمد كصفة تصنيفية في دراسة وتقسيم الأوالي الهدبية بشكل خاص حيث توصف بأنها كاملة الأهداب أو حولية وحلزونية وعصية الأهداب كما سيتم التطرق إليه بالتفصيل عند دراسة شعبة الهدبيات، وفي الشكل (2-7) سنعطي نماذج من الأوالي المتباينة في شكل وتوزيع الأهداب تعزيزا لما ذُكر، كالحالة التي تكون فيها الأهداب موزعة على فتحة الفم كما في (1) أو على شكل أشرطة أو صفوف موزعة في أماكن مختلفة من الجسم كما في (2) أو على شكل خصل أو ضفائر في مناطق محددة من الجسم (3) أو تكون متجمعة بشكل طية غشائية على السطح البطني أو الدهليز الفمي (4) أو عندما تكون مختلفة الأهداب (5) أو تكون الأهداب محورة لغرض الافتراس (6).



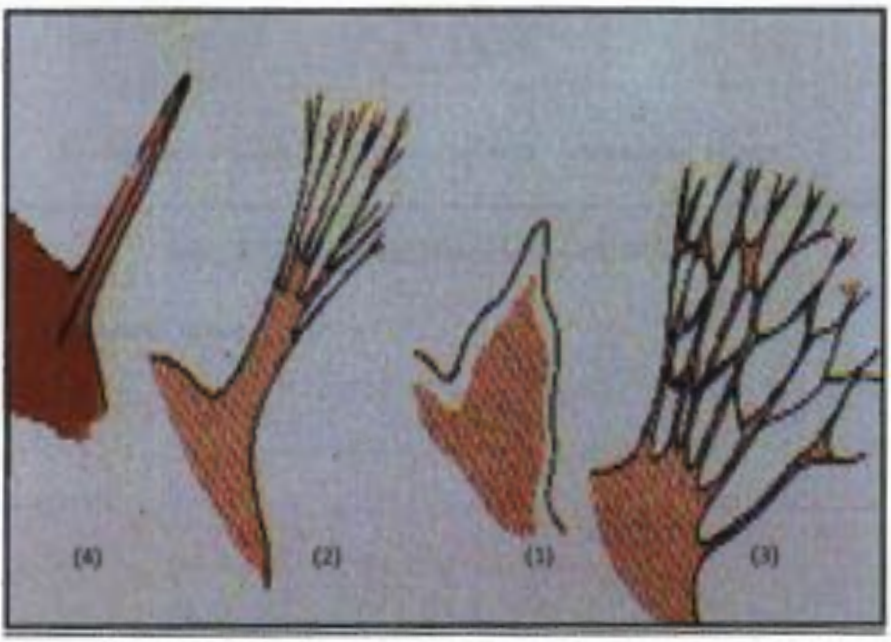
شكل (2-7) اختلاف توزيع الأهداب من الجسم في الأوالي.

(1) الأقدام الكاذبة Pseudopodia :

وهي عبارة عن بروزات من السايتوبلازم تمتد على شكل تحورات خارجة من الجسم الكائن الأولي بأنماط وأشكال مختلفة وتساعد الحيوان على الحركة كوظيفة رئيسية، ويعتمد حجم وشكل وطبيعة هذه الأقدام بالدرجة الأساس على بيئة التواجد وطريقة التغذية والدور البيئي الذي يشغله الأولي في الطبيعة من حيث كونه متزمم أو مفترس أو طفيلي أو متعايش.

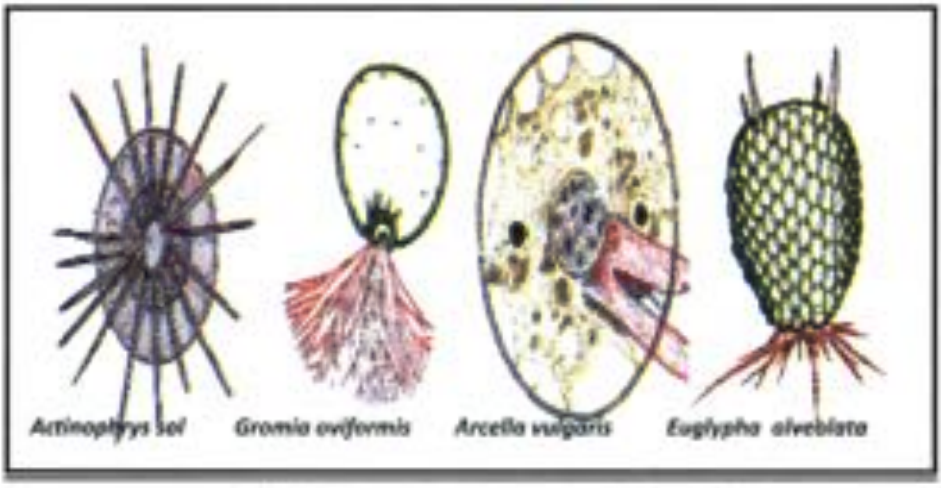
وعند متابعة هذه الملحقات الجسمية نجد أنها تندفع من الجسم بوضعيات ومواقع مختلفة حيث تختلف هذه الأقدام في شكلها وحجمها أيضا، انظر الشكل (2-8) فإما أن تكون على شكل بروز

رئيسي من الجسم على شكل فص أو قدم كاذب يندفع إليه جزء من السايتوبلازم ويظهر في الفحص المجهري على شكل بروز واضح باتجاه حركة الجسم ويدعى بالقدم الفصي Lobopodium كما في (1) ونجد هذه الحالة في معظم الاميبيات الحرة المعيشة وأحيانا يتكون أكثر من قدم فصي في نفس الاتجاه كما في جذريات الأقدام. أو يكون القدم كما في خيطية الأقدام على شكل امتداد سايتوبلازمي متطاول نسبيا وينتهي بعدد كبير من التفرعات الخيطية التي لا تلتقي نهاياتها (النهايات حرة) وتعرف بالأقدام الخيطية Filopodium كما في (2). أو يكون البروز كبير نسبيا وتنطلق منه تفرعات خيطية تتفرع منها خيوط أخرى وباتجاهات مختلفة تتشابك مع التفرعات المجاورة لتعطي بالنتيجة شكل شبكي من التقاطعات العديدة وتسمى الأقدام في هذه الحالة بالأقدام الشبكية Reticulopodium كما في (3) ونجد مثل هذه الحالة في الأوالي من المشريات. وأيضا نجد نوع من الأقدام تدعى المحورية Axopodium كما في الرقم (4) وهذه الحالة تحصل عندما يكون جسم الأولي محاط بغلاف صلب تبرز من أشواك مجوفة مفتوحة النهايات يمتد بداخلها بروز سايتوبلازمي يدعى بالقدم المحوري كما في معظم الشعاعيات والشمسيات.



شكل (2-8) مخطط لأشكال الأقدام في الأوالي (Weisz, 1973)

لذلك فإن نوع القدم وشكله وطبيعة التفرعات النهائية وطريقة استخدامه من قبل الأولي في الحركة أو التغذية يعتبر صفة أساسية من الصفات التصنيفية المعتمدة في دراسة وتقسيم الأوالي كما سنلاحظ عند دراسة تحت شعبة اللحميات في الفصول القادمة، حيث نجد أن تسمية الاميبيات أو فصية القدم أو جذريات القدم أوخيطية القدم وشعاعية القدم هي في الحقيقة مستنده على ماذكرناه من طبيعة وخصائص هذه التحورات الجسمية، والشكل (2-9) التالي يوضح نماذج مختارة من أجناس تحت شعبة اللحميات تختلف فيها أشكال ونوعية وتركيب الأقدام.

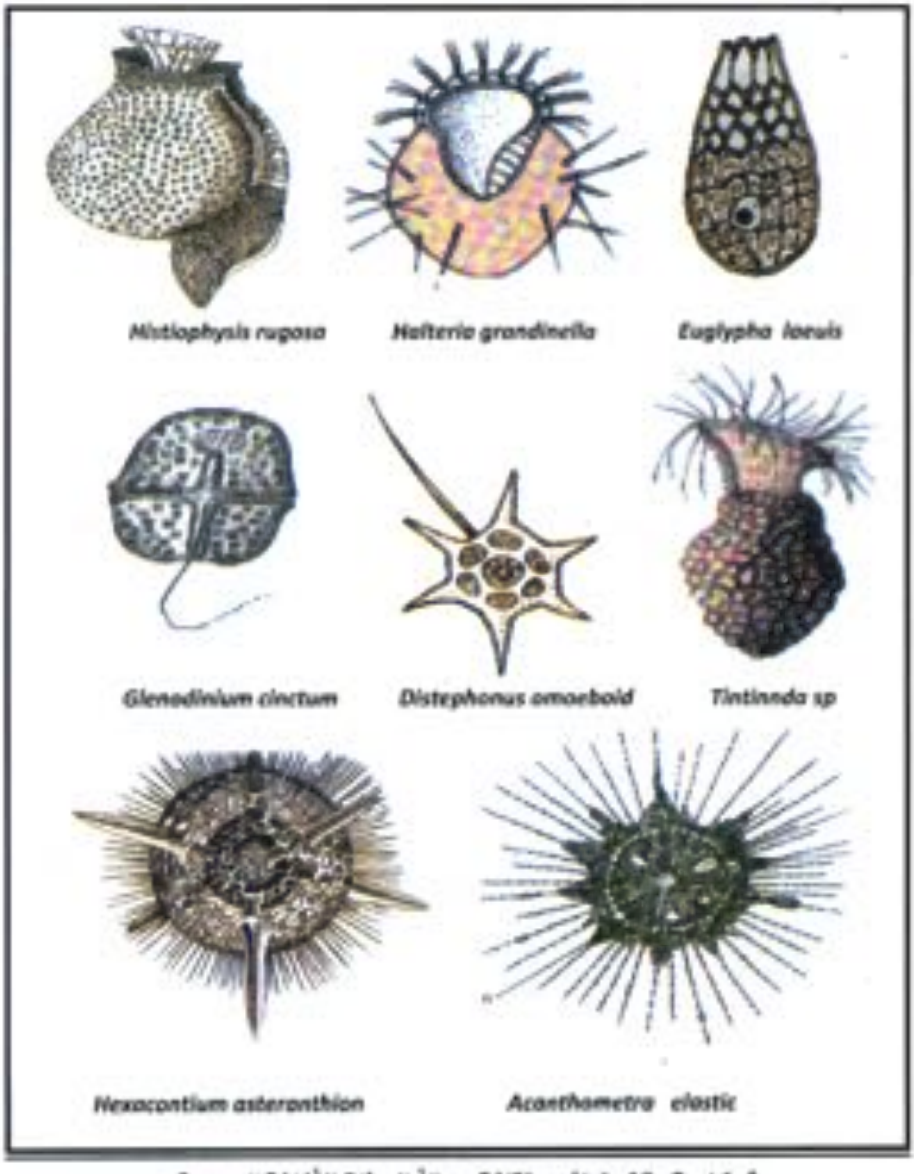


شكل (2-9) نماذج من الأوالي اللحمية مختلفة الأقدام.

(2) الأغلفة الجسمية Body sheaths:

تمتاز الأوالي بأنها كائنات متباينة الشكل والتركيب كما بينا ذلك في بداية الكتاب وهذا التباين ناتج من الاختلاف بطرق المعيشة والتغذية والبيئات المختلفة جدا التي تتواجد فيها هذه الأحياء، ومن بين هذه الاختلافات كذلك طبيعة الأغلفة التي تحيط بالجسم فهي تكون أما من مصراعين علوي وسفلي كما في والدايتومات والعديد من ثنائية الأسواط الدوارة أو أغلفة اعتيادية كما في العديد من الأميبات المغلفة أو تتكون من عدد كبير من الصفائح المرتبة بأشكال مختلفة كما في الأنواع التي تعود إلى جنس الدفلوجيا وغيرها من جذرية الأقدام أو تأخذ أشكال حلزونية قريبة لما هو موجود في العديد من النواعم في مظهرها الخارجي كما في الأوالي من مجموعة المنخريات أو تكون هذه الأغلفة شعاعية أو شمسية الشكل تتكون محافظ مركزية وأشواك محورية كما في شعاعية القدم أو

بدون وجود للحفظة كما في الشمسيات من مجموعة اللحميات، أو إن بعض أجزاء الجسم تكون ذات غلاف من صفائح كلسية والجزء الآخر يكون عاري كما في بعض أنواع الهدبيات وقسم من اللحميات، وغير ذلك من التحورات كما يظهر في النماذج التالية من الأوالي المختلفة كم في الشكل (2-10).



شكل (2-10) نماذج مختلفة من الأوالي ذات الأغلفة الجسمية.

وكما بينا في دراسة الأسواط والأقدام فأن الأغلفة الجسمية تعتبر كذلك صفة تصنيفية، فمثلا تقسم اللحميات إلى رتبتين هما المتحولات وذوات القشرة على أساس وجود وعدم وجود الغلاف وكذلك شكل الغلاف وعدد المخادع فيه وطبيعة التركيب هل أنه من السليكا أو غلاف سليلوزي أو من السكريات المتعددة والمواد المخاطية أو من مادة كربونات الكالسيوم والسليكا أو من مادة كبريتات الستراتشيوم ومادة عضوية أو هل أن الغلاف يغطي الجسم أو جزء منه أو أن الغلاف متحور إلى مايشبة الجلية Pelice كلها صفات تعتمد في التفريق بين الأوالي من جذرية الأقدام والشمسيات والشعاعيات والمنخريات واليوغلينيات وبين والسوطيات الحيوانية والهدبيات وغيرها من المجاميع وكما موضح في الشكل (2-11) الذي يبين نماذج مختارة من هذه الأحياء.

كما أن طبيعة شكل الغلاف وكيفية تنظيم مكوناته على شكل حلزوني أو صفائحي أو فجوي أو على شكل دوائر متعاقبة أو أنبوبي بسيط أو متفرع أو مصراعي ذات أخاديد أو ذات أشواك كلسية أو حجري متعدد أو محاري أو لولبي وغيرها من الأشكال وكما مبين في الشكل (2-11) كلها تعتبر صفات تصنيفية تعتمد للتمييز بين أفراد الطائفة والرتبة والعائلة الواحدة وحتى على مستوى الجنس الذي يتضمن عدة أنواع وتنوعات وفي مجاميع الأوالي التي تحتوي على أغلفة جسمية سواء الموجودة منها حاليا في البيئة أو التي تعرضت للانقراض وأصبحت على شكل متحجرا (مستحاثات) كشفت عنها الدراسات الجيولوجية والبيئية في مختلف مناطق العالم وكما يتبين ذلك في الشكل (2-11) الذي يبين نماذج مختلفة من بقايا هذه الأغلفة وبعض المخططات المرسومة لنماذج أخرى.

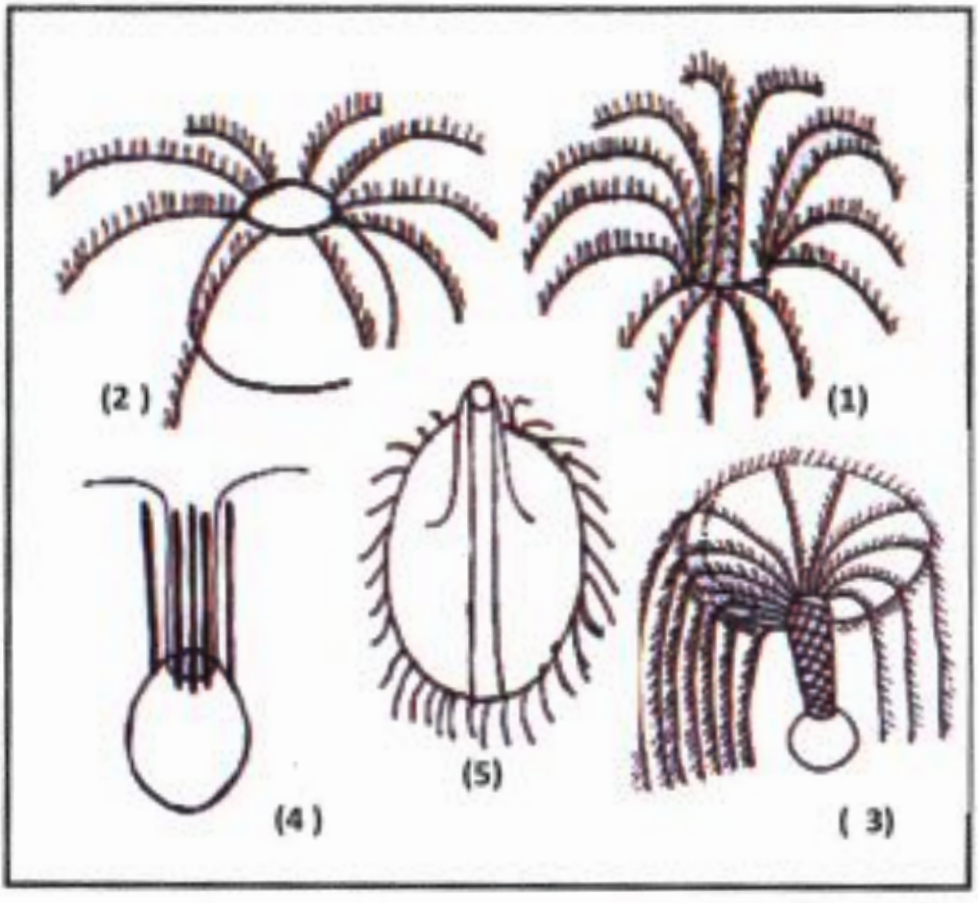
شكل (2-11) نماذج مختلفة من الأغلفة الجسمية في الأوالي.

(3) الفم الخلوي أو الفتحة الفمية (Cytosome):

لاتمتلك الأوالي فم حقيقي بالمعنى المعروف في عالم الحيوان، بل أن الكثير منها لاتمتلك أية تركيب مشابه. وإن وجد في البعض منها كما في جميع الأوالي متباينة وحيوانية التغذية فهو يكون على شكل فتحة خلوية كجزء من الخلية الأم تقوم بوظيفة الفم في الكائنات عديدة الخلايا لذلك تسمى بفتحة الفم الخلوي أو الفم الخلوي (Cytosome) وهو الاستخدام الأفضل في عالم الأوالي.

إن شكل الفم وطبيعته ووجوده أو عدم وجوده ونقطة تكونه وموقعه من الجسم تعتبر من الصفات التصنيفية المهمة في التفريق بين الأوالي حتى ضمن الطائفة الواحدة، فمثلا فتحة الفم في بعض الأوالي الهدبية تكون غائرة داخل الجسم وتنطلق منها الأهداب بشكل منتظم كما في (1) أو

تكون فتحة الفم في أعلى الجسم وتنطلق منها الأهداب بشكل محوري كما في (2) أو يكون الفم وسطي الموقع (3) أو شكل الفم يكون ممثل في تركيب يعرف بالميزاب (4) أو يكون الفم على شكل خرطوم بارز الى الأمام من جسم الخلية كما في (5) والشكل (2-12) يبين مخططات هذه الفتحات الفمية كما وصفها الباحث (Wesiz,1973).



شكل (2-12) مخططات لنوعية الفم الخلوي وموقعة من الجسم في الأوالي.

وعلى ضوء هذا التقسيم توصف الأوالي بأنها عديمة الفتحة الفمية كما في معظم الأوالي ذاتية التغذية من أفراد السوطيات النباتية وجميع الأوالي الطفيلية الداخلية أو أنها ذات فتحات فمية وتوصف أنها غائرة الفتحة الفمية أو خرطومية أو جانبية أو هشائية الفم أو أن فتحة الفم يعوض

عنها بالأقدام الأنبوبية حيث تقوم مقام الفم في عملية الافتراس كما في الهدبيات المصية، والشكل (2-13) يوضح نماذج من الأوالي التي تختلف في نوعية الفم الخلوي وجوده وعدم وجوده وكذلك تختلف في موقعها من الجسم.

شكل (2-13) نماذج من الأوالي المختلفة في شكل وموقع الفم الخلوي.

الفصل الثالث

فسلجة الأوالي

- تمهيد
- الحركة في الأوالي
- الحركة السوطية
- الحركة الهدبية
- الحركة الاميبية
- الحركة الجريجارينية أو الانزلاقية
- التكاثر في الأوالي
- التكاثر اللاجنسي
- التكاثر الجنسي
- التغذية في الأوالي
- التغذية النباتية الكاملة
- التغذية الحيوانية الكاملة
- التغذية البلعمية
- التغذية الناضحة أو الازموزية
- الإخراج والتنظيم الاسموزي
- التكيف والتأقلم في الأوالي

الفصل الثاني
خصائص الأوالي

تمهيد:

تتميز الأوالي بميزات فسلجية كثيرة تميزها عن الكائنات الأخرى من ممالك الأحياء التي ذكرناها وهذه المميزات عن التداخل بين أفرادها مع أغلب مكونات الممالك الخمسة التي ذكرناها، وهذا التداخل يفرض على الأوالي أن تحمل صفات وخصائص فسلجية متباينة تتبع الأصول النباتية والحيوانية والفطرية والأصول المختلطة التي نشأت عنها من جهة، وكون جسم الأولي رغم كونه وحيد الخلية إلا أنه يمثل كائن حي متكامل الشخصية العضوية، وهذه التركيبية تتطلب امتلاك خصائص فسلجية تكون على درجة عالية من التخصص والكفاءة بحيث تسمح للكائن الحي للقيام بعدة فعاليات كالحركة والإخراج والتكيف والانقسام والتغذية والنمو وغيرها من الفعاليات الحياتية التي يحتاجها الكائن الحي لينظم احتياجاته مع البيئة لاسيما وأن الأوالي تتواجد في جميع البيئات وتتبع كل أنماط التغذية المعروفة في عالم الأحياء. وفي ما يلي استعراض لأهم الخصائص الفسلجية.

الحركة في الأوالي:

تتميز الكائنات الأولية بأنماط وطرز خاصة من الحركة حيث تتبع أساليب مختلفة لحركة أجسامها والسبب هو تنوع وسائل الحركة من الملحقات والزوائد الجسمية فهي تمتلك الأهداب Cilia أو الأسواط Flagella أو الأقدام الكاذبة Pseudopodia أو هذه المكونات مشتركة كما بينا سابقا، بالإضافة إلى تخصص بعض التراكيب الداخلية مثل المركب القمي Apical complex والأجسام الحركية والليفات والبقع العينية والمواقع الحسية وغيرها من وسائل التوجيه والحركة.

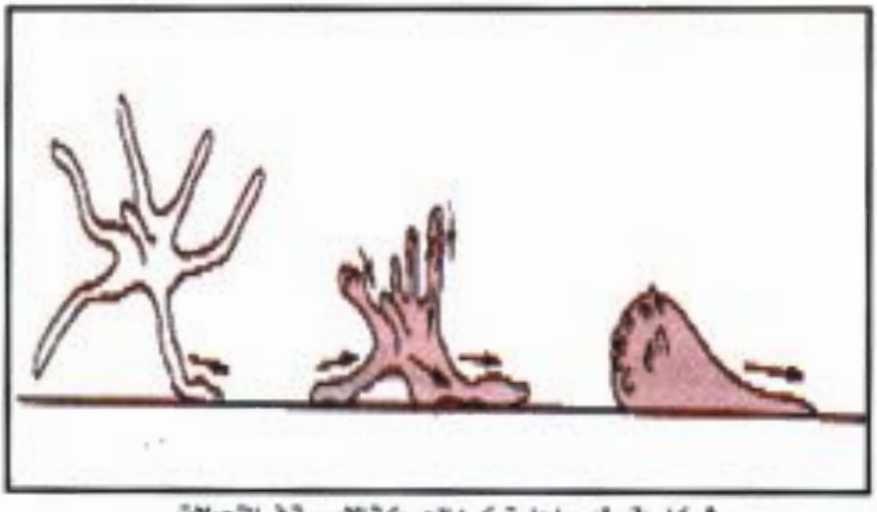
كما أن هناك خاصية تملكها الأوالي وتنفرد فيها عن بقية الأحياء، هي قدرتها على تغير طبيعة الجسم لكي تساعدها في الحركة كتغير طبيعة الغلاف الخارجي أو نمط التكاثر والتغذية فمثلا يستطيع الطور البوغي في الفطريات الحيوانية من القيام بالحركة الأميبية بينما الطور البالغ لا يستطيع ذلك، كما أن بعض الهدبيات والاوبليبيات وحتى بعض السوطيات والبوغيات يكون الطور الجميتي أو البوغي أميبي الحركة، يتحرك بالأقدام الكاذبة ثم تتحول إلى أسواط والبعض منها يفقد وسيلة الحركة في الطور البالغ كما في معظم الأوالي الطفيلية.

لذلك فإن موضوع الحركة وتنوعها جلب اهتمام العديد من الباحثين في علم فسلجة الأوالي واللافقاريات بشكل خاص حيث درس من قبل الباحثين Granham 1966 , Bovee & Jana 1967 وغيرهم و Sleigh, 1989، وغيرهم واعتبرت ميكانيكية الحركة في الأوالي في غاية الأهمية بالنسبة لبيولوجية الحيوانات الراقية، وقد تم تشخيص ثلاثة أنواع رئيسية من الحركة في الأوالي هي:

(1) الحركة الأميبية Amoeboid movement:

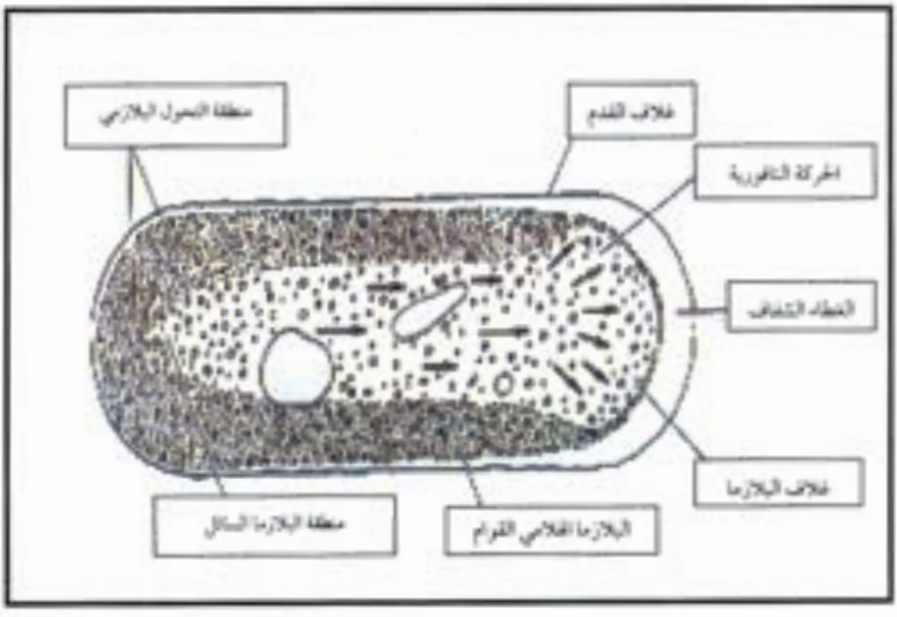
وتمثلت هذه الحركة في المتحولات (الأميبات) وتتصف بها تحت شعبة اللحميات Sarcodina بشكل خاص وكذلك تستخدمها بعض اليوغيات الطفيلية في ادوار معينة من دورة الحياة (الأطوار اليوغية) ولا توجد في حاملات الأسواط و الأهداب البالغة. ويعتقد السبب في ذلك يعود إلى تعقيد وجود الجدران الخلوية في الأولى والأغلفة و طبقة القشيرة في الثانية.

ولغرض القيام بالحركة يثبت الأولي القدم الكاذب على جسم صلب داخل الماء أو على التربة الرطبة وبذلك ينسحب الجسم باتجاه محور القدم، وهكذا تتكرر العملية إلى أن يصل الحيوان إلى النقطة المرغوب الوصول إليها، ويمكن مشاهدة هذه الوقائع بسهولة تحت المجهر الضوئي عند متابعة عينة تحتوي على عدد من الأميبات الحرة المعيشة مأخوذة من بركة مائية تحتوي على مواد عضوية وكمية من مكونات القاع وخاصة البقايا النباتية المتحللة. والشكل (3-1) يبين مراحل تكون هذه الحركة في نوع من الأميبا الحرة المعيشة.:



شكل (3-1) مراحل تكون الحركة الاميبية في المتحولات

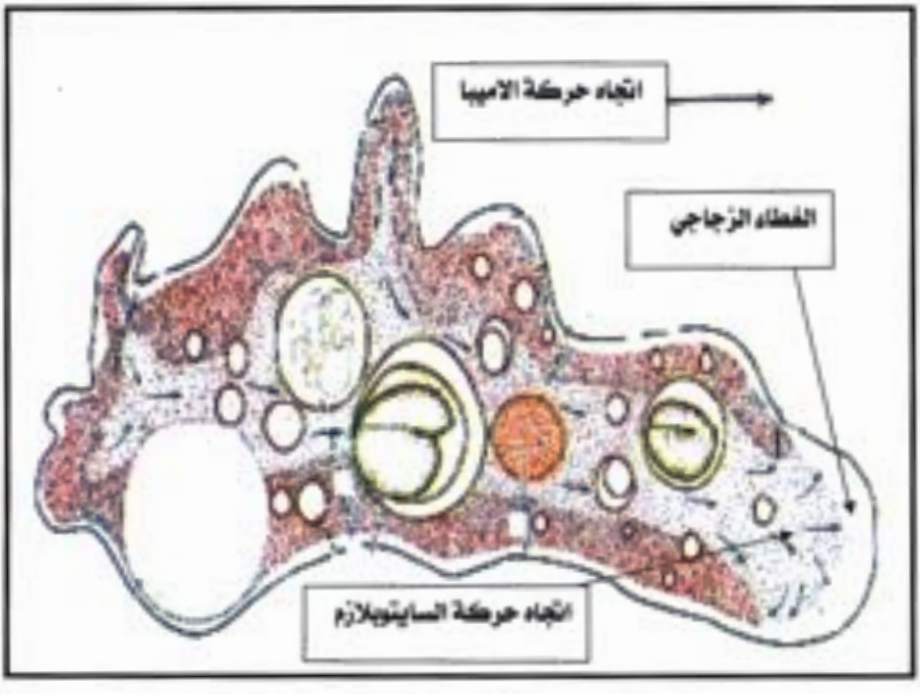
إلا أن القوة التي تسبب سريان الأندوبلازم ما زالت غامضة وتخضع لتفسيرات عديدة إلا أن الباحث (Mast, 1926) قد وضع التفسيرات الأولية لها، وبذلك جلبت ميكانيكية الحركة الامبية في الأوالي انتباه الكثير من الباحثين والفسيولوجيين وقد تمكن الباحثون (Hickman et al, 1984) من وضع قواعد لتفسيرها نتيجة لتطور المجاهر وملاحظة هذه الحركة وتسجيلها بشكل متعاقب، وتبين بأنها عبارة عن تمدد مؤقت في الجسم إلى يؤدي تكون بروز واحد أو أكثر يدعى هذا البروز بالقدم الكاذب False Foot أو Pseudopodia، وعندما يتكون في الاتجاه المطلوب لحركة الحيوان يمتد الجزء الخارجي للغشاء الخلوي ويندفع باتجاهه الاكتوبلازم Ectoplasm الشفاف بعد تحوله من الحالة الصلدة إلى السائلة ويظهر تركيب شفاف على شكل غطاء يسمى الغطاء الزجاجي Hyaline cap كما في الشكل (3-2) التالي:



شكل (3-2) التغيرات الفسلجية في تركيب القدم الكاذب وتكون الغطاء الزجاجي (Hegner & Engemann, 1968).

وعندما يندفع الاندوبلازم Endoplasm نحو الغطاء الخارجي حيث ينتشر بحركة نافورية حتى يصل إلى الحافة وحينها يتحول من الحالة السائلة Sol state إلى الحالة الهلامية او الجيلاتينية Gel state،

وبذلك يتكون تركيب داخل البروز على شكل أنبوبة يجري فيها الأندوبلازم باتجاه نهاية القدم المتكون وعندها يكتمل بناء القدم الكاذب كبروز من الجسم الأولي، ومن الجهة البعيدة من الجسم الجهة (العاكسة للحركة) أو الخلفية من الأولي حيث يحصل فراغ داخل بروتوبلازم الجسم، لذلك يتحول جزء من الإكتوبلازم الخارجي فيها إلى أندوبلازم لتعويض الجزء الذي اندفع سابقا داخل القدم الخارجي من جهة الحركة وبهذا يعاد التوازن الداخلي لبروتوبلازم الحيوان كما في الشكل التالي التوضيحي التالي (3-3):



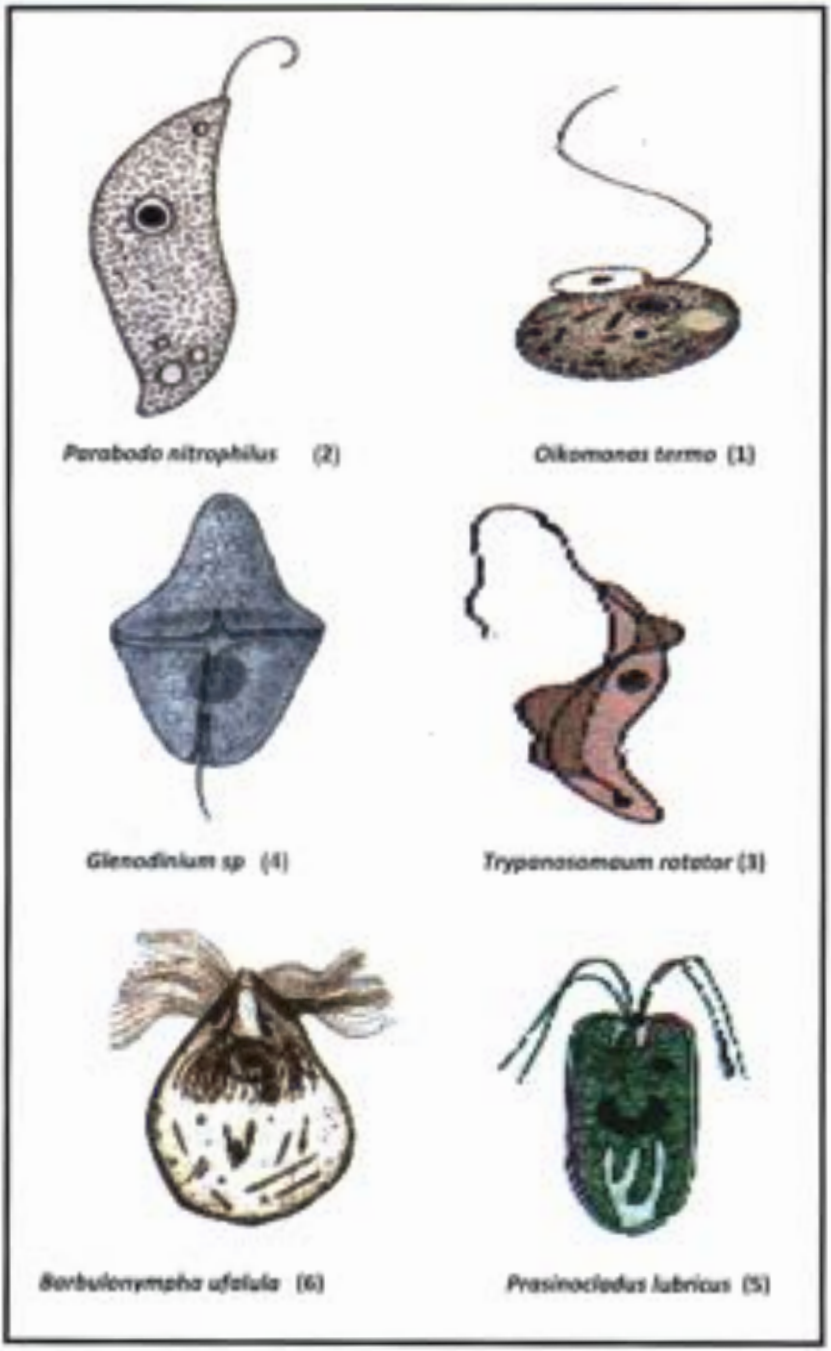
شكل (3-3) آلية واتجاه الحركة الأميبية في الاميبيا الحرة (Jessop,1988).

(2) الحركة السوطية Flagellar Movement:

وهي حركة نمطية تحصل بشكل رئيسي في الأوالي من حاملات الأسواط Mastigophora ويمكن مشاهدتها كذلك في بعض اللحميات Sareodina في أدوار معينة من حياتها أو تظهر على شكل خيوط قطبية في الأطوار الحركية Sporozoite في البوغيات وأيضا يمكن ملاحظتها في الأمشاج الدقيقة من صنف المكورات. ولكن هذه الأسواط تكون حقيقية وتأخذ التركيب الذي أشرنا إليه في الفصل الثاني وتعتبر صفة مميزة في كلا من السوطيات النباتية Phytomastigophora والحيوانية Zoomastigophora بشكل خاص في الطور البالغ.

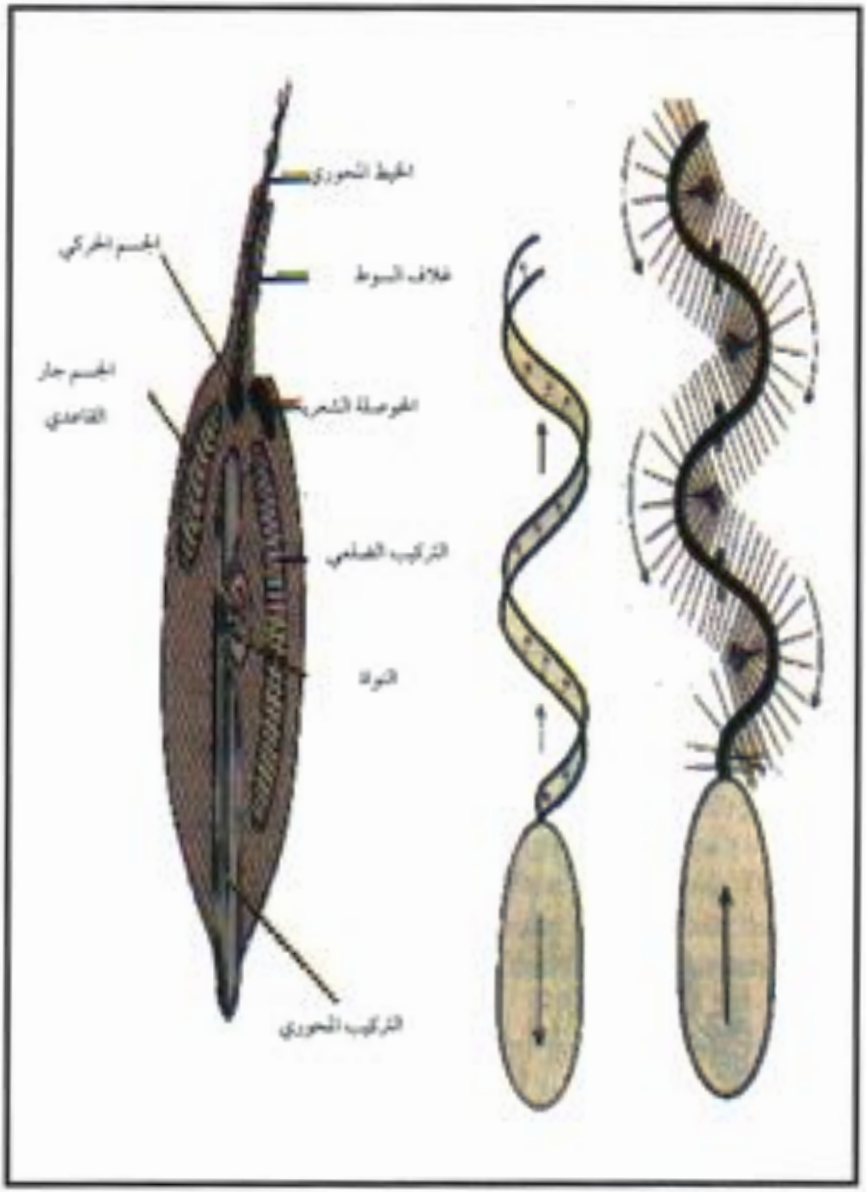
ويؤثر نوع السوط وحجمه وطريقة انطلاقه من الجسم وعدده في الإمام والخلف في طبيعة الحركة، حيث تختلف الأوالي من السوطيات تبعا لذلك، فقد يكون سوط واحد في مقدمة الجسم أو يكون لها سوطان أو ثلاثة أو أربعة أسواط من نقطة واحدة من الجسم، فإذا كان السوط مفرد وفي مقدمة الجسم تكون الحركة موجية منتظمة أو محورية حول الجسم حيث يقوم الكائن بضرب السوط في الماء وأحداث حركة ميكانيكية، أو حركة عجلية حيث نجد من هذه الأنماط الحركية في اليوغلينيات والعديد من السوطيات الحيوانية كما في النموذج (2,1) أو تكون الحركة موجية كما في الترباتوسوما لأن السوط مرتبط بجلد الجسم كما في (3) وفي بعض السوطيات يكون غلاف الجسم مكون من مصراعين أعلى وأسفل واحد الأسواط يمتد إلى الأمام والآخر في الأخدود الوسطي للغلاف عنها تكون الحركة متعاكسة دورانية على المحور ومنها جاءت تسمية المجموعة التي تحملها من أفراد ثنائية الأسواط الدوارة Dinophlagelates كما في النموذج (4) أو تكون الحركة تذبذبية عندما يمتلك عدة أسواط كما في الشكل (5,6) وغيرها من الأنماط الحركية. وهنا نجد أن خاصية الحركة ونمطيتها دخلت كصفة تصنيفية للتمييز بين الطوائف الأولية ضمن شعبة اللحميات السوطية Sarcomastigophora والشكل (3- 4) يعطي نماذج من هذه الأوالي التي تتميز بالأنماط الحركية السوطية المختلفة.

وجميع هذه الحركات السوطية تحتاج إلى طاقة حركية، ويتم تقوية وتنشيط هذه الحركة من خلال انتقال تأثير رد الفعل العكسي لضرب السوط بمكونات الوسط السائل، وانتقال الحركة إلى قاعدة السوط والجسم الحركي وكما سيتم توضيحه عند التعرض بالتفصيل لآلية حدوث ميكانيكية الحركة السوطية الهدبية.



شكل(3-4) اختلاف موقع الأسواط في بعض الأوالي وتأثيره على نمطية الحركة السوطية.

أما الشكل (3-5) يبين مكونات السوط ذات العلاقة بالحركة السوطية وطريقة توزيع الحركة الموجية والطاقة الحركية المرتبطة بطبيعة وتركيب السوط :

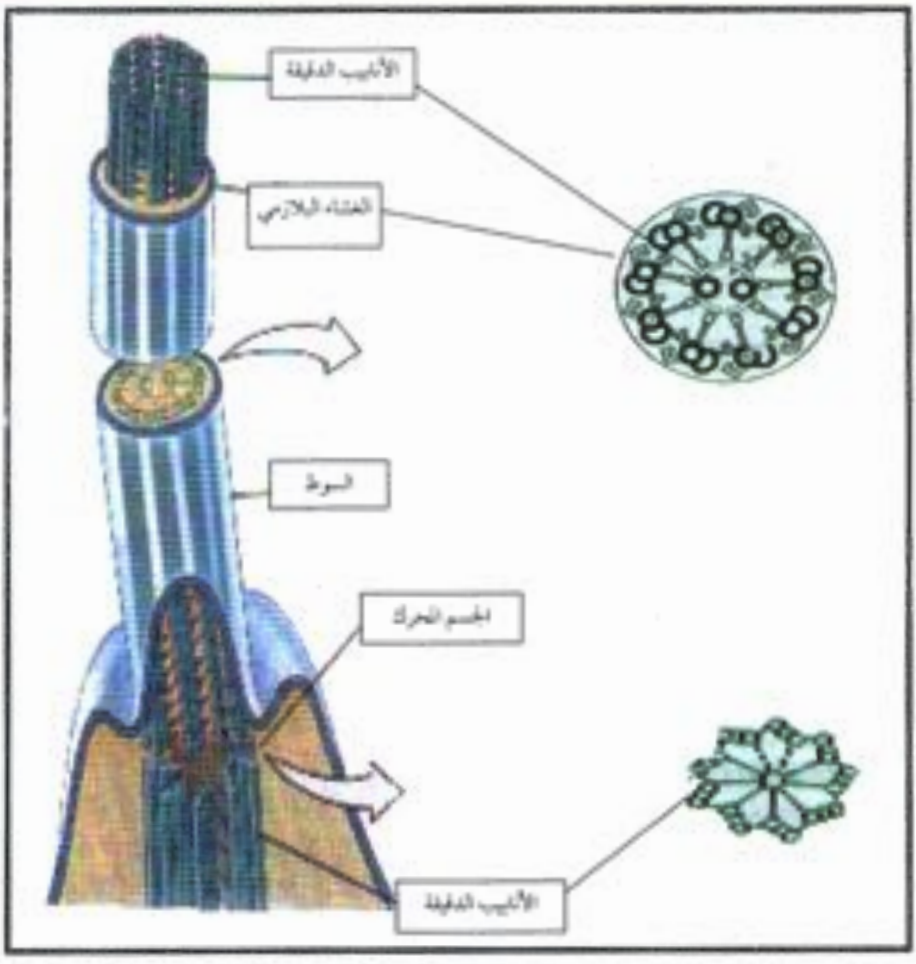


شكل (3-5) مكونات الجسم الحركي وأجزاء قاعدة السوط ورد الفعل الانعكاسي للحركة.
(Sleigh,1989).

(3) الحركة الهدبية Ciliar movement:

وتتمثل بنمطية الحركة السائدة في الأوالي الهدبية أو الهدبيات Ciliata والناتجة عن الفعل الآلي لحركة الأهداب أو التأثير الطاقي لإنزيمات الحركة وتأثيرها على آلية عمل هذه الأهداب. كما تمكن العلماء من مشاهدة هذا النط الحركي في الاوبلينيات Opalinata.

وقبل التعرف على آلية الحركة الهدبية لابد من التعرف على مكونات الهدب ذات العلاقة بفسلجة الحركة الهدبية. عند عمل مقطع عرضي بالهدب لاحظ الباحثين أنه يتكون من تركيبات مقاربة لما موجود في السوط، حيث انه يتكون من تسعة أزواج ثلاثية الأنابيب تقع على محور الهدب تسمى بالمحورية Peripheral tubules وزوج آخر يتكون من أنبوبتين يقع في مركز الهدب يسمى بالزوج المركزي Central tubules ولاحظ العلماء كذلك أن هذه الأنابيب المحورية تحتوي على أذرع سايتوبلازمية على شكل مقابض تفتح باتجاه الانابيب المجاورة لها وتنزلق عليها عموديا عند تكون الحركة تسمى Arms، وتمتد بين الأزواج المحورية والزوج الوسطي خيوط سايتوبلازمية تكون ما يعرف بالأشعة المحورية أو الكوابح الشعاعية Radial spokes تتمتع بخاصية الشد والمطاطية، وهذه الأزواج المحورية والداخلية هي عبارة عن أنابيب دقيقة Microtubules تشكل ما يشبه الحزمة الليفية على طول محور الهدب، وتمثل هذه المكونات جزء الهدب البارز من الجسم الأولي والذي يكون على تماس مباشر مع الوسط المحيط والشكل (3-6) يبين هذه المكونات. أما الجزء القاعدي للهدب فيتكون من الجهاز تحت الهدبي والذي تم توضيحه في الباب الثاني في الشكل (5-2).



شكل (3-6) تراكيب الحركة في مقطع طولي وآخر عرضي في الهدب.

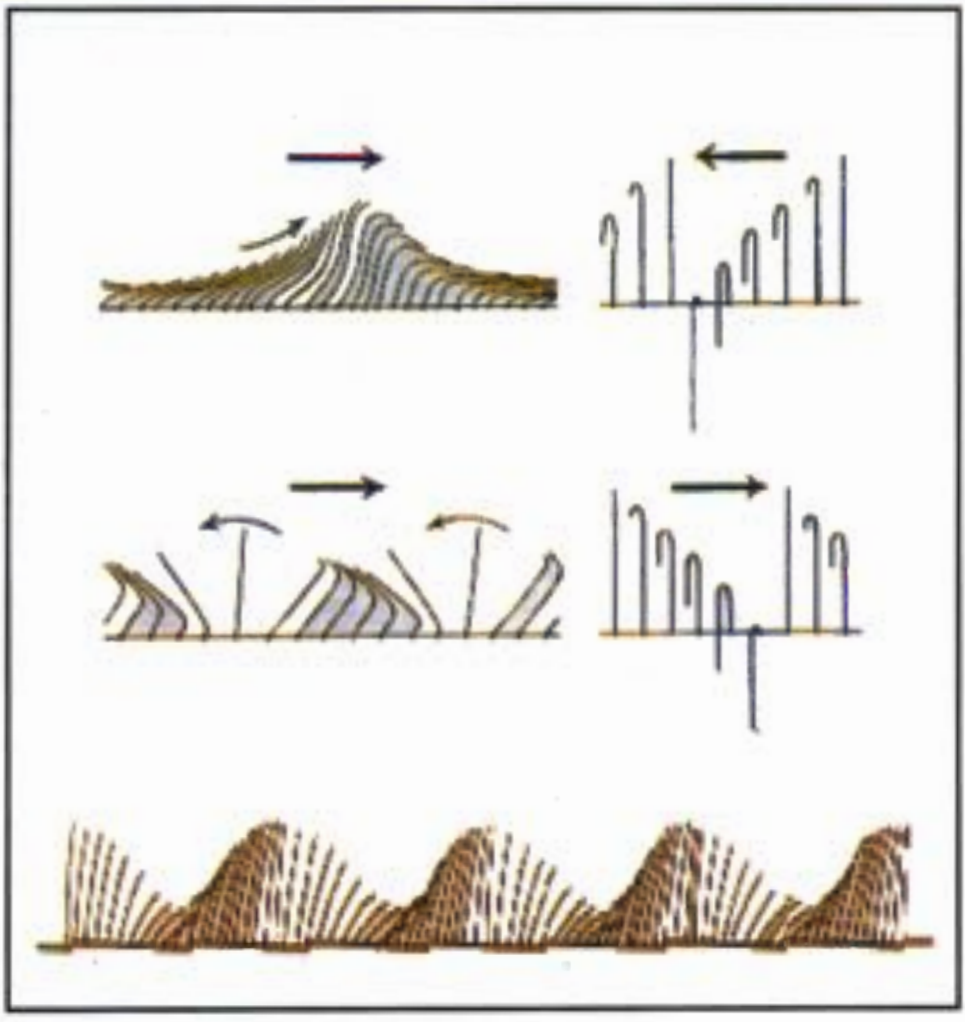
(Tortora, et al 2007)

آلية الحركة الهدبية والسوطية Mechanism of movement:

فسر علماء فسلجة الأوالي بأن الحركة السوطية الهدبية تحصل وفق فرضية انزلاق الأنيبات الدقيقة Hypothesis of sliding microtubules وذلك من خلال عمل الأذرع السايتوبلازمية والكوابح الشعاعية وتحرر طاقة كيميائية تتحول إلى طاقة حركية بفعل إنزيمات خاصة بذلك.

حيث لاحظ علماء فسلجة الأوالي واللافقاريات إن هذا النوع من الحركة ينتج من جراء انزلاق الأنابيب المحورية نتيجة تحرر الطاقة من ATP حيث تمكن الباحثون من تأكيد كونها تنبعث من الذراعين الصغيرين الموجودين على كل زوج من الأنابيب المحورية المحيطية، حيث أثبتت الأبحاث البيوكيمياوية أن هذين الذراعين يحملان أنزيم ثلاثي فوسفاتيز الأدينوزين ATP-ase الذي يعمل على شطر جزيئة ATP ويؤدي ذلك إلى تحرير طاقة كيميائية وهذه العملية تؤدي إلى انطلاق طاقة حركية تعمل على تحريك الأذرع الموجودة على طول الخيوط المتجاورة في المحور، وبذلك تؤدي إلى انطلاق طاقة في الخيط الأخر المجاور لنفس الزوج حيث تنشأ فيه ما يسمى بالمقومة القاطعة Shear resistance عن طريق وجود الخيوط الكابحة (الكوابح الشعاعية) مما تؤدي إلى انثناء الليفة المحورية وعندها تنزلق الخيوط بعيدا عن بعضها البعض كرد فعل عكسي بين المركز والمحور للهدب. وتنتقل هذه الحركة إلى الزوج المركزي مما يؤدي إلى انسحاب الهدب الخارجي إلى داخل محور جسم الاولي نتيجة لسحبه من قبل مكونات قاعدة الهدب الموجودة تحت غلاف الجسم وعند انتقال تأثير الحركة آلة الجسم القاعدي والحركي لحاول مكوناتها دفع الهدب أو السوط بالاتجاه المعاكس، وبذلك يحاول الرجوع إلى وضعه الطبيعي بعملية متعاقبة من التقلص والانبساط وبذلك تحصل الحركة الهدبية السوطية لأن كلا منهما يتصل بجسم قاعدي وهذا الجسم يرتبط مع جسم متحرك Kinety some وبذلك تتوزع الحركة على جميع الأجزاء الداخلية والخارجية. كما أن هنالك رأي يشير إلى أن الحركة عبارة عن دفعة تحصل على طول بعض الليفيات التي تتصل بالجسم القاعدي ثم تنطلق إلى بقية أجزاء الهدب.

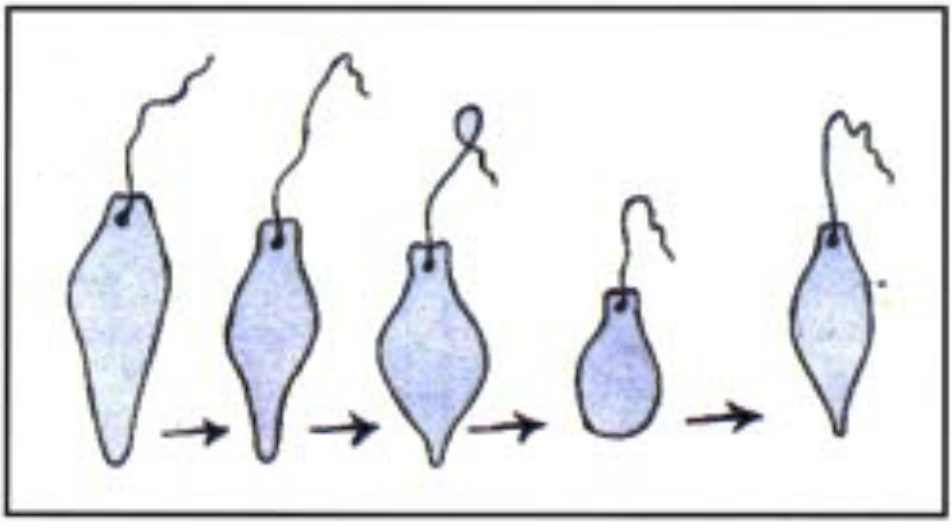
كما يميل بعض العلماء إلى إعطاء تفسير آخر مفاده إن الحركة الهدبية تحصل بفعل التأثير الآلي (الميكانيكي) الناتج من الفعل ورد الفعل بين الماء والأهداب، حيث يشير أصحاب هذا الرأي إلى أن هذه الحركة عبارة عن تأثير آلي محض ينتقل من هدب إلى آخر يسببها اصطدام الهدب الأول مع الماء وانتقال التأثير إلى الأهداب المجاورة، ويتكرر هذا الفعل طالما هنالك حركة مائية ناتجة عن الموجات والتيارات المختلفة، والشكل (3-7) يبين مراحل تكون واتجاه وتوزيع هذه الحركة وضغط موجات الوسط المحيط وكيفية الانتقال الموجي لحركة الأهداب في مجموعة الهدبيات.



شكل (3-7) مراحل تكون واتجاه وتوزيع الحركة الهدبية الناتجة من تصادم الاهداب مع الماء
(Farabee . 2003 .Weisz, 1973, Sleigh, 1989)

(4) الحركة اليوجلينية Euglenoid movement:

يحدث هذا النمط من الحركة في اليوجلينيات رغم وجود الأسواط، حيث تلجأ إلى مثل هذا النوع من الحركة ربما في المياه المحتوية على مخلفات نباتية كثيرة ونموات طحلبية ونباتية مختلفة تعيق حركة الأسواط خاصة في البرك البيولوجية ضحلة المياه. وتتم هذه الحركة نتيجة لأن هذه الأوالي تمتلك غشاء خلوي محور على شكل جليد مرن يستطيع القيام بسلسلة متعاقبة من التقلص والانبساط تنعكس على شكل حركة دودية، وتبدأ الحركة من مقدمة الجسم وتنتقل إلى وسطه ومن ثم النهاية الخلفية على شكل موجات تمر من خلال المحور الطولي للخلية الجسمية وتظهر هذه التغيرات على الشكل الخارجي حيث يبدو عريض ومن ضغط من الأمام ثم ينتقل التغير إلى وسط الجسم وبعدها إلى المنطقة الخلفية ثم يعاود التطاول مرة أخرى بالاندفاع الكامل إلى الأمام وكما يظهر في الشكل (3-8).



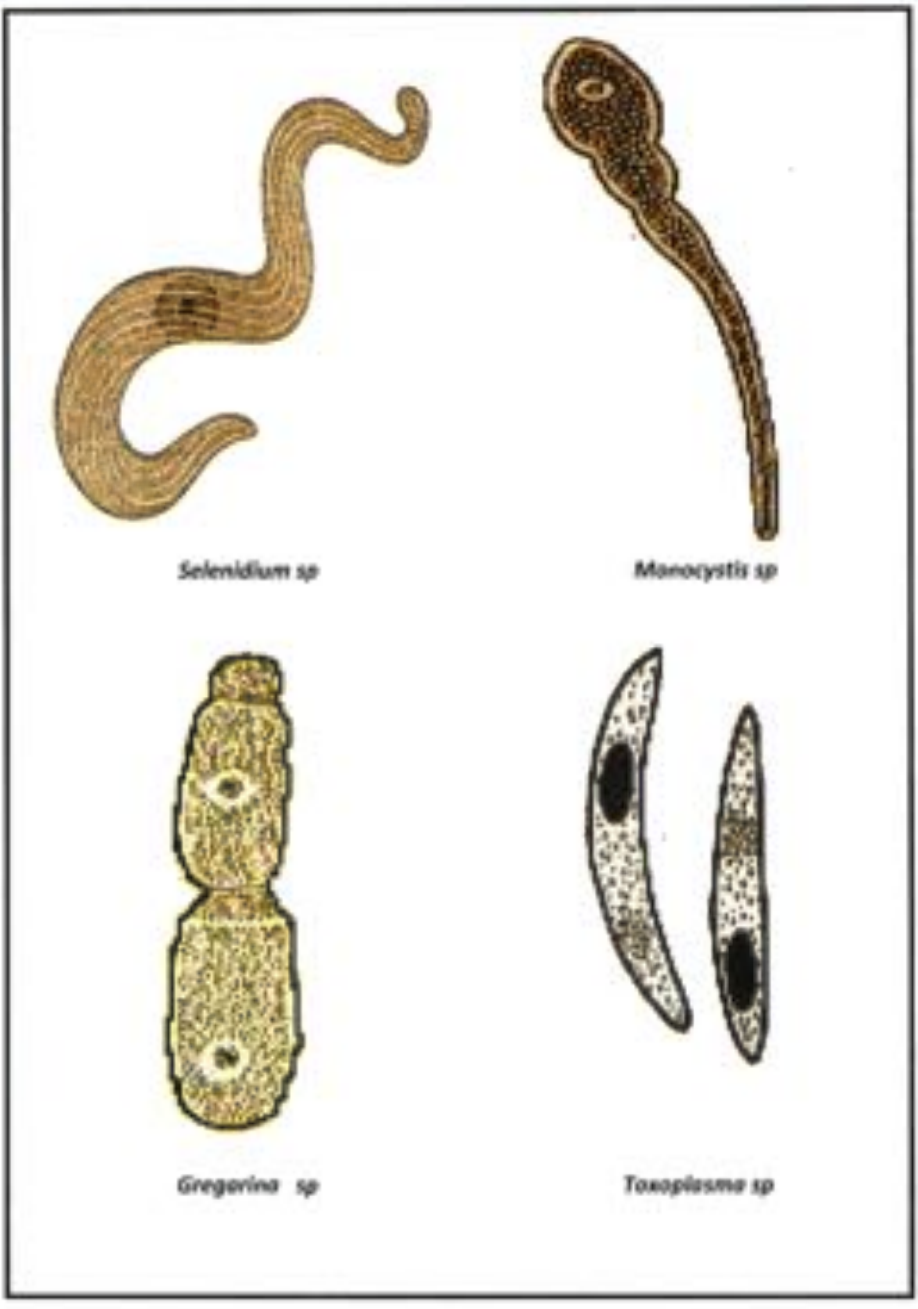
شكل (3-8) مراحل تكون واتجاه الحركة اليوجلينية الناتجة من تقلص وانبساط الجسم.

(5) الحركة الجريجارينية أو الانزلاقية Gregarinia movement:

عرف علماء علماء فسلجة الأوالي هذه الحركة بأنها نمط الحركة التي تحصل في الأوالي التي لا تمتلك وسائل واضحة للحركة مثل (الأسواط أو الأهداب أو الاقدام). وتم التعرف على هذا النمط من الحركة بعدما تمكن العلماء من مشاهدة أنماط من الحركة في بعض الأوالي عندما تطورت المجاهر الضوئية والمركبة وأصبحت قوة التكبير عالية جدا، حيث بدت هذه الأحياء تحت المجهر كأنها تقوم بحركة انزلاقية أو متزحلقة إلى الأمام دون أن تستخدم وسائل للحركة.

فسرت هذه الحركة بفرضيات مختلفة وضعها الباحثون Bovee & Jahn 1967 عند متابعة هذه الحركة بأنها عملية تقلص في الغلاف الجسمي إذا كان الغشاء رقيقا أو عملية تموج على مستوى القشرة الخارجية ثم تمدد أو تغير في الليفات الداخلية السائدة للغلاف، تعمل انقباض وتمدد يؤدي إلى تحريك الجسم بعملية مشابه لما تقوم به أنواع مختلفة من القواقع إثناء حركتها مثل البزاق Slug الشائع الانتشار في البيئة أو ما يظهر من حركة لخيوط طحالب جنس *Oscillatoria* من مجموعة الطحالب الخضراء المزرقة على جدران الأحواض الزجاجية وغيرها.

وقد تمكن العلماء من متابعة هذا النمط من الحركة بشكل واضح في الطور البالغ من أفراد جنس *Gregarinia* و *Selenidium* مجموعة الأوالي الجريجارينية Eugregarinida ومن هنا جاء تسميتها، وكذلك شوهدت فيما بعد في جنس *Monocystis* والخلايا الشيجية من جنس *Eimerine* *haemogregani* وكذلك في البويض المتحركة للبوغيات الدموية وفي الطور المتحرك للبوغيات Sporozoite كما في العديد من الأوالي الطفيلية المسبب لداء المقوسات مثل *Toxoplasma* وغيرها من الأوالي الطفيلة الداخلية والتي لاتمتلك وسائل محددة من اللواحق الجسمية الخاصة بالحركة. والشكل التالي (3- 9) يبين نماذج مختلفة من الأوالي التي تحصل فيها هذه الحركة.



شكل (3-9) نماذج مختلفة من الأوالي ذات الحركة الجريجارينية.

التكاثر في الأوالي Reproduction:

عندما ندرس أية مجموعة من الأحياء الأخرى نجد فيها نمط محدد أو نمطين من التكاثر الجنسي واللاجنسي، ولكن عند دراسة الأوالي نجد أن أفراد هذه المملكة من الأحياء تتميز بأنماط كثيرة من التكاثر حيث تتخصص كل مجموعة منها هذه بنمط معين منه وقد يكون لنفس المجموعة أنماط مختلفة من التكاثر وهذا ما يدعم كون الأوالي علم حيوي متفرد في سلوكه ونمط معيشته وحتى تكاثره، وسنتطرق بشكل مقتضب إلى هذه الأنماط البتكاثرية مع ذكر المجاميع الأولية التي تمتاز بها:

(1) التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction :

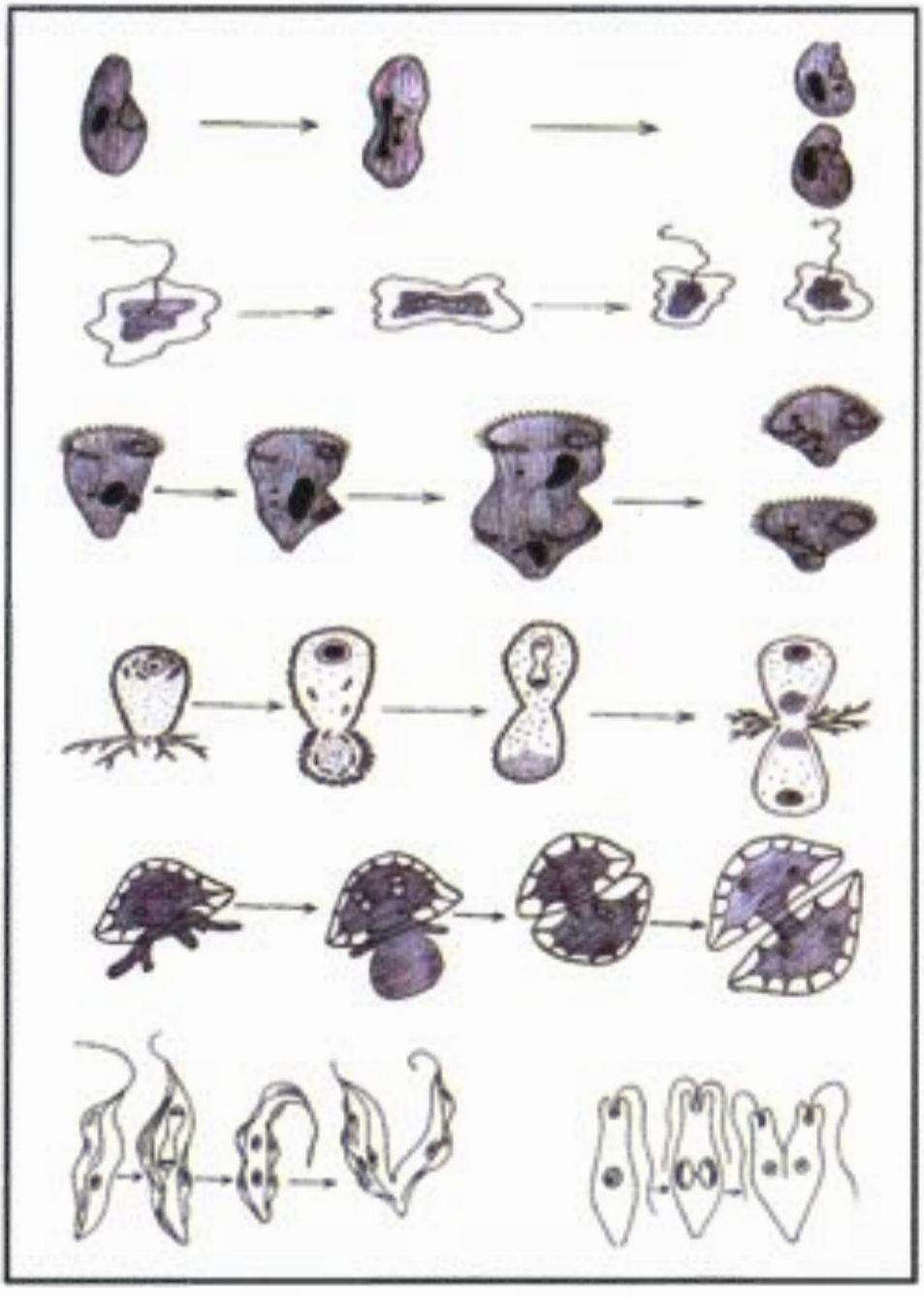
هو نمط التكاثر الذي لا يحصل فيه أية تخصيب بين الكونات الجنسية الذكرية والأنثوية، وبما أن الكائن الأولي يتكون من خلية واحدة فقط فأن هذا الأسلوب من التكاثر يحصل على المستوى الخلوي (الخلية) التي تمثل جسم الأولي. وعند متابعته في عالم الأوالي نجد أنه يحصل بعدة صور وأشكال نعتقد بأن طبيعة المعيشة كونها حرة مفردة أو مستعمرية أو طفيلية وظروف البيئة المحاطة هي العوامل التي تتحكم بنمط التكاثر ومن أهم الأنماط التي تم دراستها ما يلي:

أ- الانشطار الثنائي	**Binary fission**
ب- الانشطار المتعدد	**Multiple fission**
ج- التبرعم	**Budding**
د- التكاثر الانفلاقي (الانشطاري)	**Schizogony**
هـ- الانقسام الداخلي أو التوالد	**Endodyogeny**

(أ) الانشطار الثنائي Binary fission:

وهو حالة من الانقسام الخيطي البسيط لفرد أو كائن إلى اثنين بفترة زمنية قصيرة ويتكرر عدة مرات طيلة فترة العمر الفسلجي أو خلال مواسم النمو والتكاثر للأوالي التي تنشط موسميا. ويتم فيه انقسام نواة الكائن الحي أولا بطريقة الانشطار الخيطي Mitosis وفي بعض الأوالي يحدث داخل الغلاف النووي على عكس ما هو في البعديات حيث ينحل غلاف النواة أولا ثم تتطاول تدريجيا وبعدها يحدث الانقسام لمحتوياتها وقد أمكن ملاحظة الأجسام الصبغية Chromosomes

ولليفات المغزل Spindle fibrils أثناء الانشطارات الخيطية لعدد من الأوالي. وبعد انقسام النواة يبدأ السايتوبلازم بالتحصر التدريجي ومن ثم الانقسام ويسمى الانقسام بالخلوي Cytokinesis وهو يتم بعد الانقسام الخيطي النووي Karyokiness، ويحصل هذا النمط من التكاثر في اغلب أفراد شعبة السوطيات اللحمية من طائفة السوطيات النباتية كما في اليوغلينيات والسوطيات الحيوانية كما في التريبانوسوما وفي جذرية القدم من الاميبات العرية والمغلفة وكذلك سجل في أفراد شعبة حاملات الأهداب كما في البراميسيوم والفورتسلا والاوليتيات كما في أفراد جنس أوباليتا وغيرها الكثير من الأوالي. وقد وجد إن هذا الانقسام يكون طوليا من أعلى الجسم إلى أسفله كما في اليوغلينا أو بالعكس كما في التريبانوسوما أو مستعرضا أو من منتصف الجسم كما في البراميسيوم والفورتسلا، وقد تكون الأجزاء المنشطرة متناظرة في الحجم والمكونات أو غير متناظرة حسب نوع الكائن الحي وذلك لأن بعض العضيات تنقسم إلى أجزاء ثنائية متماثلة مثل النواة والمايتوكندريا والمزود والدهليز الفمي والبقعة العينية وغيرها وفي البعض الأخر تبقى العضيات في احد الكائنين ويتكون نظير لها بشكل جديد في الكائن النظير الناتج من الانقسام وما يقال عن العضيات الداخلية يمكن أن نجده كذلك في الملحقات الجسمية كالأسواط والأقدام الأنبوبية والشعيرات اللاسة والأقدام الجذرية وغير ذلك. والشكل (3-10) يبين طرق مختلفة لحصول الانشطار الثنائي في نماذج مختلفة من الأوالي.



شكل (3-10) بعض طرق حدوث عملية الانشطار الثنائي في أوالي مختلفة.

(ب) الانشطار المتعدد Multiple fission:

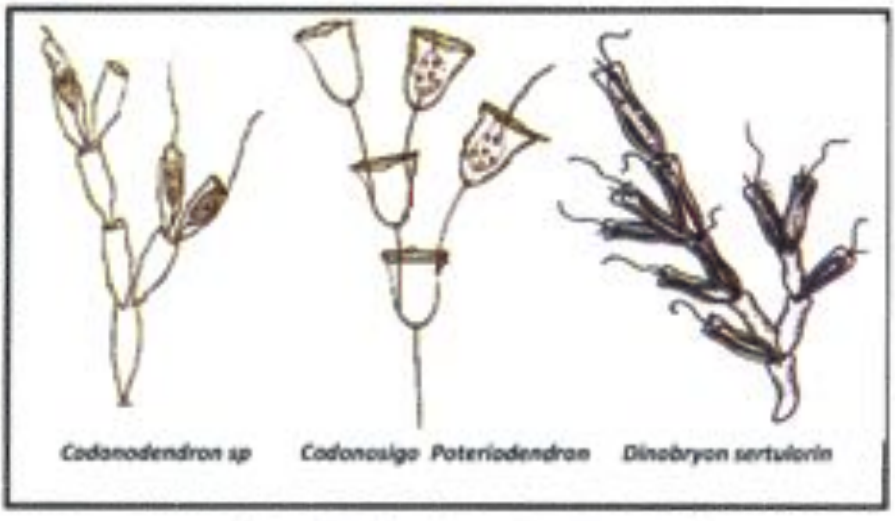
وهو حالة من حالات الانشطار الثنائي ولكنها تستمر بصورة متصلة في عدد من الانقسامات المتلاحقة لنفس الخلية الأم، حيث تنقسم النواة عدة انقسامات يحيط كل منها جزء من السايتوبلازم ما يكون سلسلة طويلة من الأفراد وبذلك تكون كتلة كروية أو على شكل وردة من الكائنات الحية التي تبقى جميعا متصلة من نقطة معينة تجتمع فيها الأفراد الناتجة من الانقسام وكما في الشكل (3-11) التالي:

شكل (3-11) نماذج من التكاثر بالانشطار المتعدد في الأوالي.

لوحظ هذا النوع من التكاثر في عدد من الكائنات الأولية وخاصة في بعض أجناس مجموعة السوطيات الذهبية ومجموعة Eugregarinida من الطفيليات البوغية وكذلك في بعض الأوالي السوطية الحيوانية من رتبة السوطيات الطوفية كما يلجأ إلى هذا النمط بعض الأفراد من حاملات الأسواط الحيوانية من مجموعة Trypanosomatina وبعض الشعاعيات كما في جنس *Thalassophysa* وغيرها.

(ج) التبرعم Budding:

ويحصل هذا النوع بامتداد فرد جديد على شكل برعم من جسم الخلية الأم على سطح الخلية وبعد ذلك يدخل فيه احد نواتج الانقسام النووي والى أن يتم وصول المادة الوراثية يبداء بالانفصال تدريجيا وينمو إلى حجم الكائن الحي الأصلي أو يبقى متصل بالأم عن طريق غشاء ويكون بذلك مستعمرة ويكون هذا النمط من التكاثر اللاجنسي شائعا في مجموعة حاملات الأهداب وفي أنواع من السوطيات النباتية والحيوانية كما في الشكل التالي:

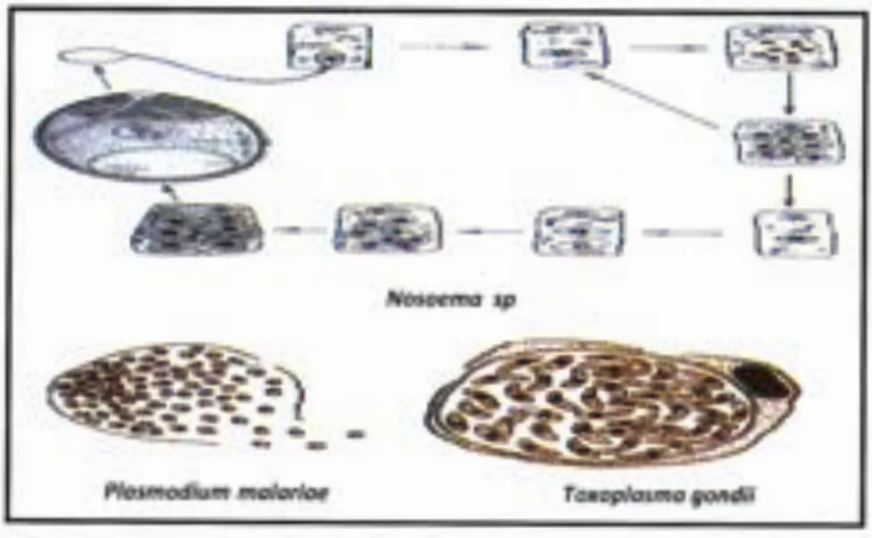


شكل (3-12) نماذج من التكاثر بالتبرعم في الأوالي.

(د) التكاثر الانفلاقي (الانشطاري) Schizogony:

وهذا النوع من التكاثر لا يبدأ بتكوين البرعم إلا بعد عدة انقسامات نووية تتراوح من أربعة انقسامات إلى عدة آلاف وتبدو كأنها براعم وهو شكل من أشكال الانشطار المتعدد. الدراسات المجهرية بينت بأنه نوع من أنواع التبرعم المتعدد حيث تتحرك النواة الأم بعد سلسلة من الانقسامات

أو انفلاقين متكررين إلى محيط الخلية للكائن المفلوق Schizont، ثم يتجزأ السايتوبلازم ويحيط بكل نواة منفلقة وبذلك تنمو الإفراد المنقسمة أو البيبات Merozoites وتبدو كأنها براعم تحضن كل منها نواة داخل الخلية الأم، وبعد ذلك تنفصل عن الكائن المفلوق ويتهدم الأخير لأنه يبقى جسم سايتوبلازمي صغير، ويمكن ملاحظة ذلك في المخلوقات المصورة في كريات الدم الحمر والخضاب البردائ حيث ينحصر هذا النوع من التكاثر في البوغيات والاعتقاد السائد في البوغيات الدقيقة Microsporida مثل جنس *Nosoema, Caniculi, Myxobolus* أو في جنس *Plasmodium* وهي أوالي طفيلية .



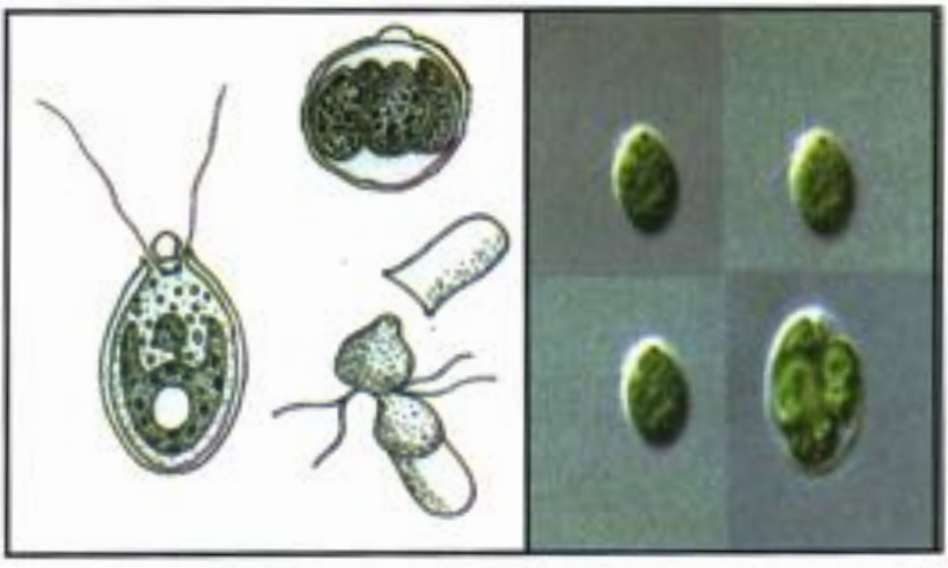
شكل (3-13) نماذج من التكاثر الانفلاقي Schizogony في أجناس *Nosoema*، *Plasmodium* و *Toxoplasma*.

(هـ) الانقسام الداخلي المتكرر أو التوالد Endodyogeny:

وهو يحصل من تطور فردين أو خليتين بنويتين داخل الخلية الأم ويزداد هذا العدد إلى أربعة من الأفراد إلى إن يتم في النهاية تحطيم الغلاف الخارجي للخلية الأم بخروج عدد من الأوالي الصغيرة المشابه للآباء، وتسمى هذه العملية في بعض الأحيان بالتبرعم الداخلي Internal budding.

ويعتبر هذا التكاثر أقل نمط من أنماط التكاثر اللاجنسي وهو يحدث في مملكة الأوالي وبذلك يعتبر من الصفات الخاصة والمميزة لها، وهو ما يثبت أنها عالم مستقل بنفسه حيث لا توجد مثل هذه الحالة عند النباتات أو الحيوانات الأخرى. أي أن هذا النوع من التكاثر هو انقسام ثنائي بسيط

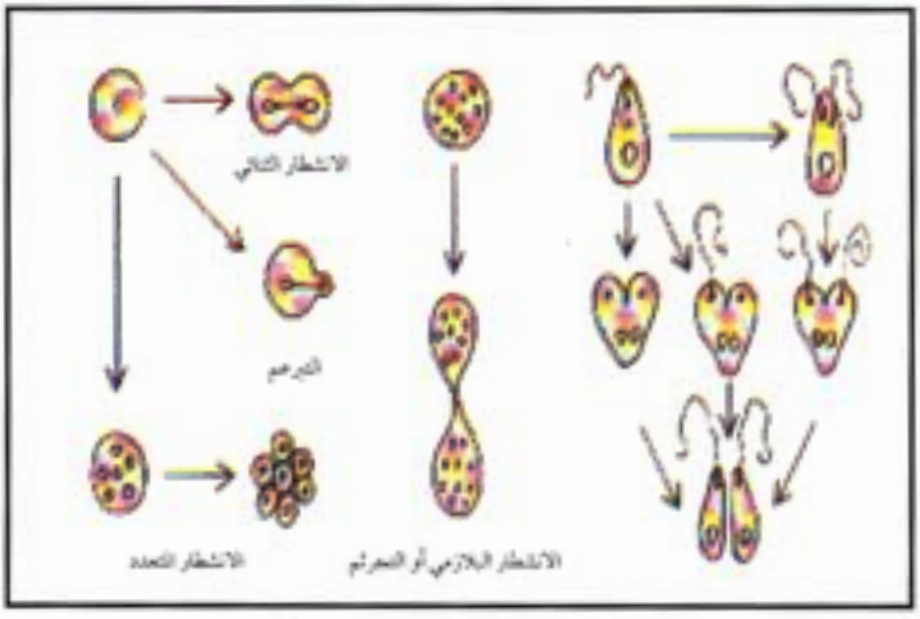
ولكنه يحصل ويتكرر داخل غلاف الجسم نفسه ويعتقد الباحثون بأنه وسيلة من وسائل التكيف البيئي تلجأ إليه هذه الجاميع لغرض المحافظة على الأنواع ومقاومة البيئة والشكل (3-14) يبين حالة انقسام في الخلل وأخرى لخطط توضيحي لأحد الأوالي السوطية.



شكل (3-14) مراحل التكاثر بالانقسام الداخلي المتكرر في جنس *Clamydomonas reinhardtii* .

وقد شخص هذا النمط التكاثري في بعض الأوالي المتطفلة من اليوغيات وفي السوطيات النباتية مثل جنس Chlorella وبعض الأميبات المتكيسة وكذلك سجل في بعض اليوغلينيات عندما تتعرض إلى ظروف بيئية قاسية وغيرها، ومما يميز هذا النمط من التكاثر أن الأفراد الصغيرة الناتجة هي عبارة عن أفراد يافعة كاملة العدد الكروموسومي.

ولقد لخص الباحث(Weisz, 1973) مراحل وأنماط التكاثر اللاجنسي التي تحصل في مملكة الأوالي وشعبها وأجناسها وأنواعها المختلفة المعيشة سواء كانت حرة مفردة أو على هيئة مستعمرات أو ذات معيشة طفيلية أو غير ذلك، من عمليات انشطار ثنائي بسيط أو انقسام متعدد أو داخلي متكرر أو تجرثم داخلي أو ما يسمى بالانفلاقي والذي ينتج عنه أعداد كبيرة من الأبواغ، أو تبرعم من الخلية الأم للكائن الأولي وتكوين مستعمرة كبيرة أو صغيرة حسب نوعه ونمط المعيشة، كما في المخطط التالي المبين بالشكل (3- 15).



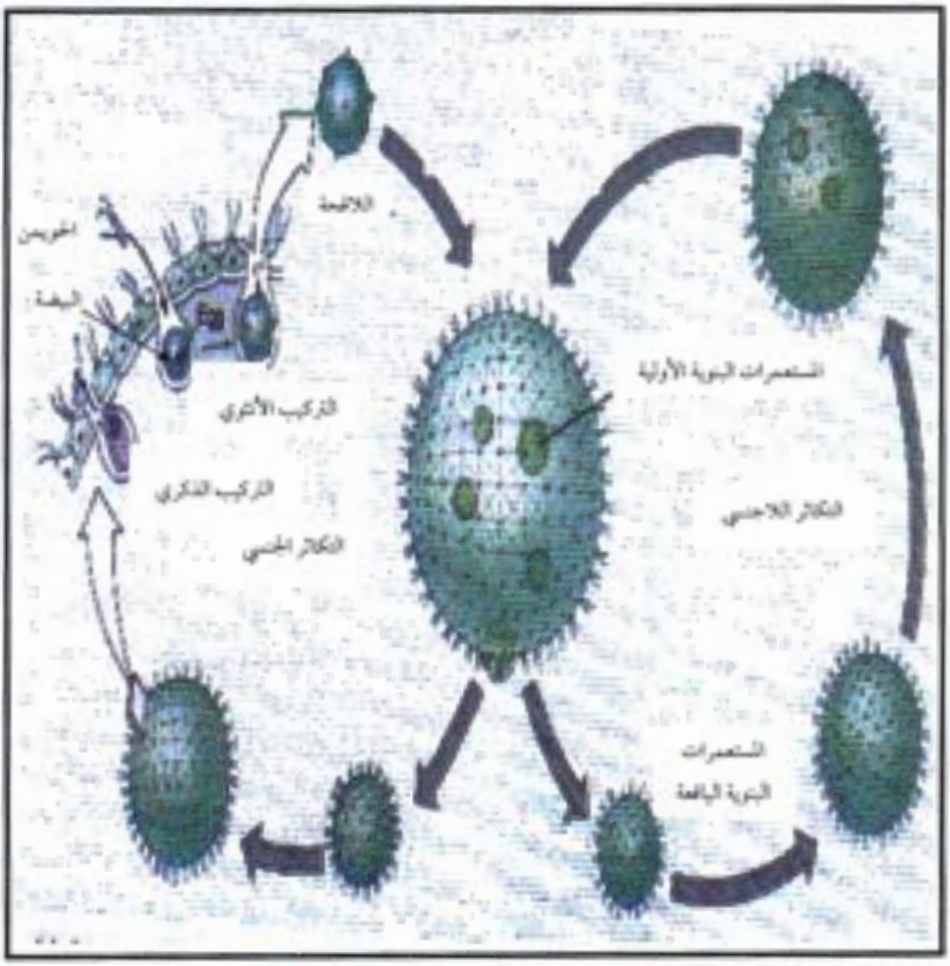
شكل (3-15) مخطط عام يوضح أنماط التكاثر اللاجنسي في الأوالي. عن (Weisz, 1973).

(2) التكاثر الجنسي Sexual reproduction:

لا يحدث التكاثر الجنسي بالمعنى المعروف في هذه الأحياء لان التكاثر الجنسي هو عملية اتحاد بين خلايا ذكرية وأخرى أنثوية لينتج فرد مخصب يحتوي على أزواج من الكر وموسومات، وان الأوليات ليس لها أجنة ولكن مع ذلك تحدث الظواهر الجنسية كثيرا في بعض المجاميع من هذه الأحياء.

ويمكن أن يسبق التكاثر الجنسي بعض حالات التكاثر اللاجنسي وتتضمن المظاهر المهمة للعمليات الجنسية (الانقسام الاختزالي) حيث تنقسم الكروموسومات وتتحول من العدد الزوجي Diploid إلى العدد الفردي Haploid وتتكون الأمشاج Gametes أو على الأقل الأنوية المشجية Gamete Nuclei ثم تتحد الأنوية المشجية أو الأمشاج مرة أخرى. ويعتبر الجنس هنا في الأوليات وسيلة لإعادة التركيب الوراثي، حيث عادة ما تحمل الأنوية المشجية أو الأنوية الأولية Pronuclei التي تتحد في الإخصاب لكي تستعيد العدد المزدوج للكروموسومات في خلايا مشيجية خاصة صفات ذكرية وأنثوية تعمل على توحيد الخصائص الوراثية وتقويتها لكل نوع تحصل فيه هذه الخطوات وكما يتضح ذلك في الشكل (3-16) الذي يبين خطوات التكاثر الجنسي في أحد أنواع الكلاميدوموناس من الأوالي السوطية النباتية.

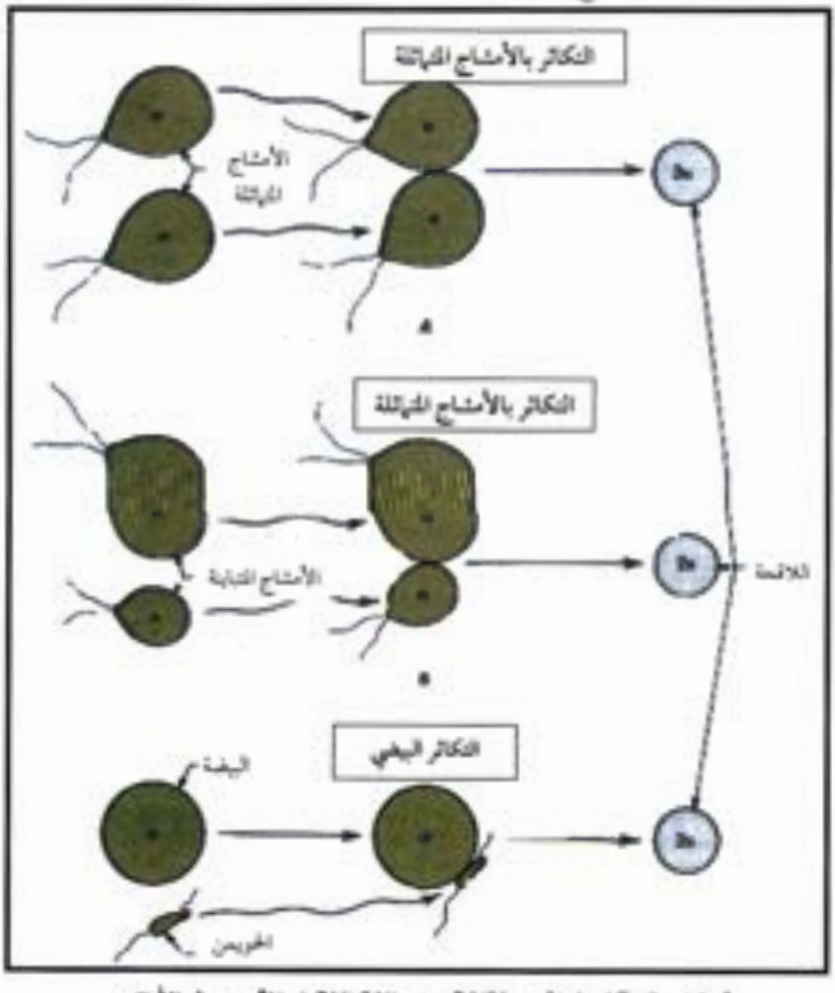
ويسمى التكاثر الجنسي بالاقتران Syngamy عندما تتحد خليتين تناسليتين مع بعضهما ويندمج سايتوبلازمهما والنواة وينتج عن ذلك لاقحة Zygote نتيجة حدوث عملية إخصاب مشيج بآخر، وهذا ما يعتبر من بدايات التكاثر الجنسي في الأوالي وتحصل عملية الاقتران بعدة صور وتأخذ عدة تسميات اعتماد على طبيعة الاقتران وأشكال الأمشاج، فعندما تكون هذه الأمشاج متشابهة Isogametes.



شكل (3-16) مراحل التكاثر الجنسي وتكون الامشاج وعملية اتحاد الانوية الاولية في السوطيات (Weier et al, 1970).

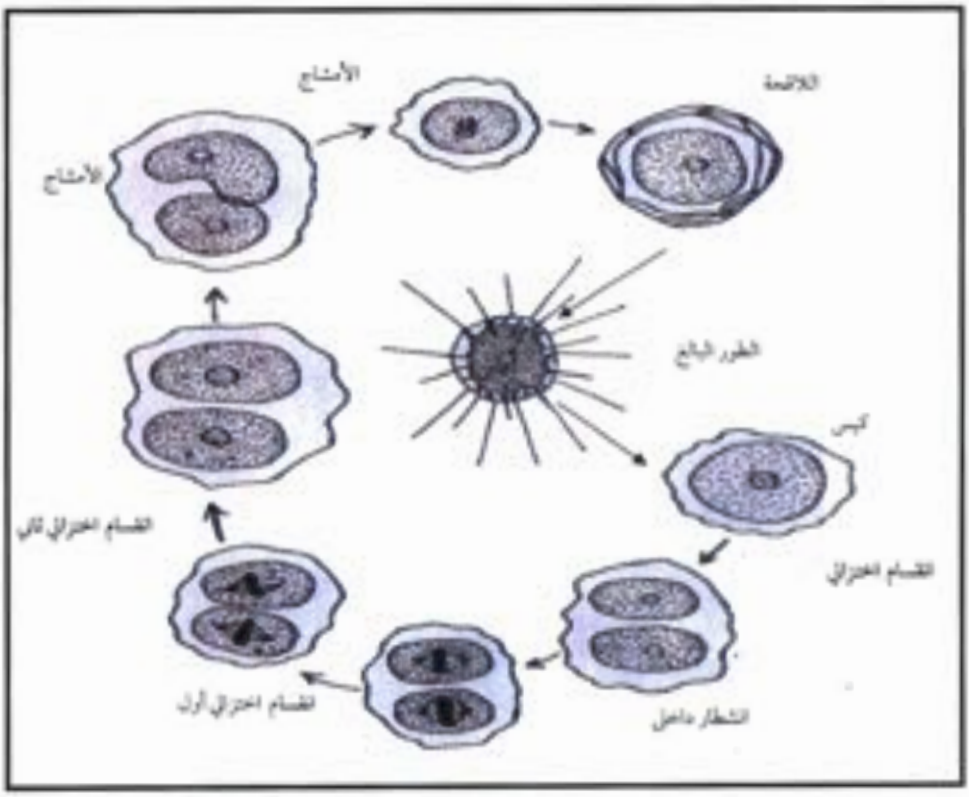
وعندما يسمى بالاقتران المتشابه isogamy كما يحصل في جنس المونسستس Monocystis أو إن تكون الأمشاج متباينة في الشكل والحجم والسلوك An isogametes. ويسمى الاقتران Anisogamy

كما في جنس والبلازموديوم وفي بعض الحالات تتصرف بعض الأمشاج كبيضة Egg والاخر كحيمن Sperm كما يحصل في مستعمرات الفولفكس ويسمى عندها التكاثر بالاتحاد المشيجي البيضي Oogamy وفي حالات معينة يحصل اقتران بين كائنين كاملان لايكونان أمشاج في الأصل ولكن يسلك كل منهما وكأنه مشيج ذكري وأخر انثوي وعندها يسمى الاقتران بالاقتران الكلي أو التام hologamy كما يحصل بين أفراد جنس الكلاميدوموناس من السوطيات النباتية وجنس *Euoccomonympha* من مفرطة الأسواط الحيوانية (Farabee,2003 ، Brusca & Brusca,2004) والشكل (3-17) يبين بعض أنماط الاقتران بين الأمشاج المختلفة:



شكل (3-17) نماذج مختلفة من حالات الاتحاد المشيجي في الأوالي.

كما وجد الباحثون بأن بعض الظواهر الجنسية التي تحدث في الحيوانات الأولية لا تشمل هذه الطريقة في تكوين الأمشاج بل يكوين الإخصاب الذاتي Autogamy حيث أن الكائن الحي المتكيس يحدث فيه انقسام اختزالي يعقبه انقسام خيطي متكرر ثم يعطي جيئات (أمشاج) داخل الغلاف تخصب بعضها الآخر وتتحد لتكوين زايكوت داخلي ثنائي الأنوية تتحد الأنوية الأولية وينشأ عنها الأنوية المشيجية المخصبة داخل نفس الكائن الذي أنتجها ومن ثم يتكون فرد خصب جديد يتحرر من الغلاف ليكون أولي جديد ويسمى الاقتران عندها بالاقتران الذاتي Autogamy وأمكن ملاحظة ذلك جنس الاكتينوفريس Actinophrys في مجموعة الأوالي الشمسية وكما مبين في الشكل (3- 18).



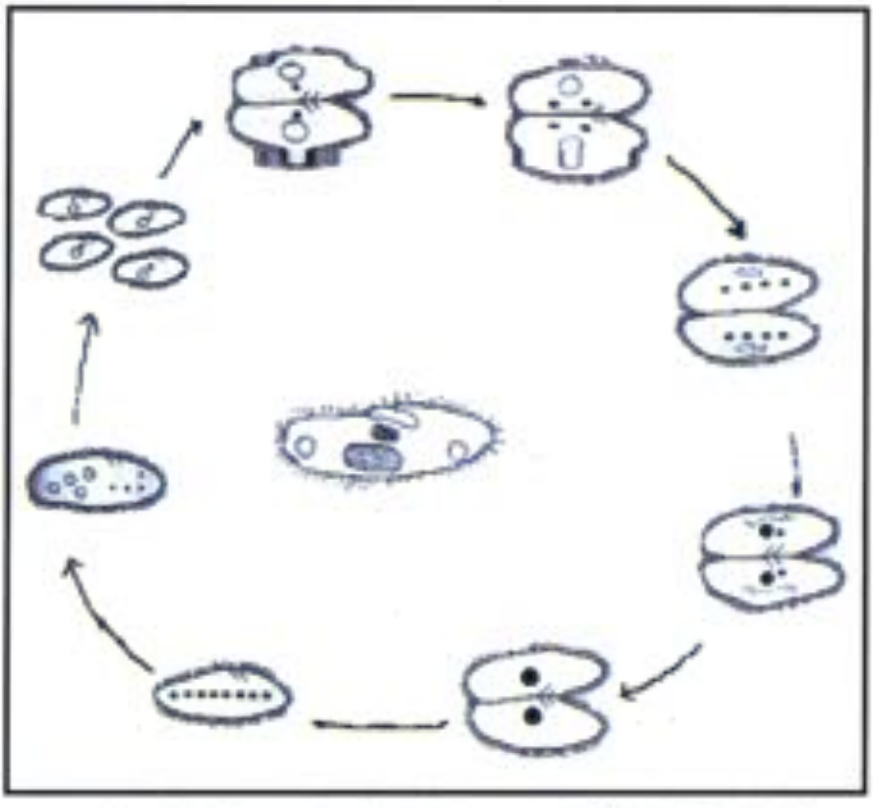
شكل (3-18) عملية الإخصاب الذاتي في الشمسيات.

وقد تم تشخيص الانقسام الميوزي Meiosis أو الميوزي المشيجي Gametic meiosis في بعض السوطيات من ثنائية الأسواط الدوارة والشمسيات والهدبيات كما في الشكل (3- 19). وأيضا سجلت بعض الملاحظات في مجاميع مختلفة من البوغيات حيث وجدوا إن الانقسامات الأولية التي تحدث يكون الإخصاب فيها من النوع الاختزالي وتسمى الانقسام الاختزالي الزايكوتي Zygotic meiosis.

شكل (3-19) الانقسام الاختزالي الزايجوتي Zygotic meiosis في بعض اجناس السوطيات الدوارة.

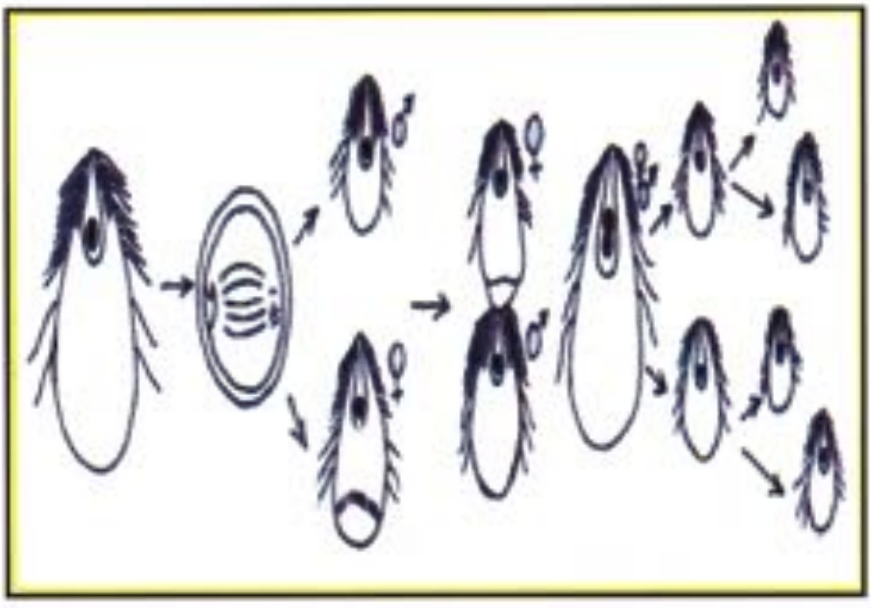
وهذه العملية تختلف عن عملية الاقتران المتبادل أو اللاخصاب المتبادل Conjugation التي تحصل في الأوالي الهدبية، والتي يتم فيها تبادل المادة الوراثية بين الأنوية المشيجية بين فردين يقترنان لفترة محدودة (المقترنان Conjugates) كما يحصل في البراميسيوم من شعبة الهدبيات حيث أن الأنوية المتحدة في النهاية تعود إلى كائنين مختلفين تم لقائهما بشكل عشوائي في البيئة الخارجية (الماء) وهنا يكون الهدف من الاتصال تطعيم الخيوية والخصوبة نتيجة لعبور المادة الوراثية بين الكائنين المتصلين.

حيث بينت بعض الدراسات الخلوية أن افراد البرامسيوم المتقدمة بالعمر هي التي تلجأ إلى هذا الأسلوب. كما أن العدد الناتج من عملية الاقتران يكون أكثر من حالة الإنقسام الثنائي لكون الانقسام فيها يكون متعاقب بين الاقتران والتخصيب النووي ومن ثم الانقسام المباشر، كما يتبين في الشكل (3- 20) التالي.



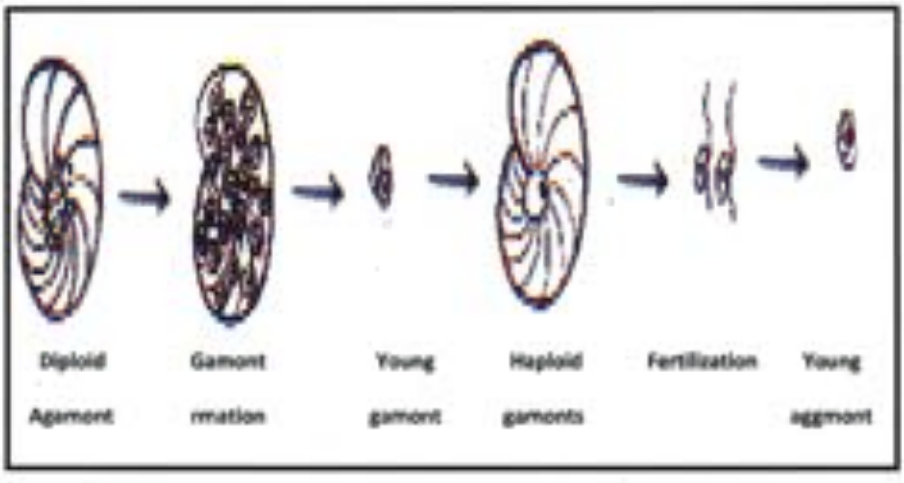
شكل (3-20) التكاثر الجنسي بعملية الاقتران Conjugation في الهدبيات.

وقد أشار بعض الباحثين مثل (Brusca & Brusca, 2004) وغيرهم إلى إمكانية حصول عملية الاقتران في بعض أجناس رتبة مفرطة الأسواط كما في جنس *Trichonympha campanula* حيث تقترن الأمشاج الناتجة من عملية التكيس وتتصرف كأنها أفراد ذكرية وأنثوية وتقترن وتلاقح فيها الأنوية ومن ثم ينقسم الفرد الناتج ليعطي عدة أفراد صغيرة كما مبين في الشكل (3-21).



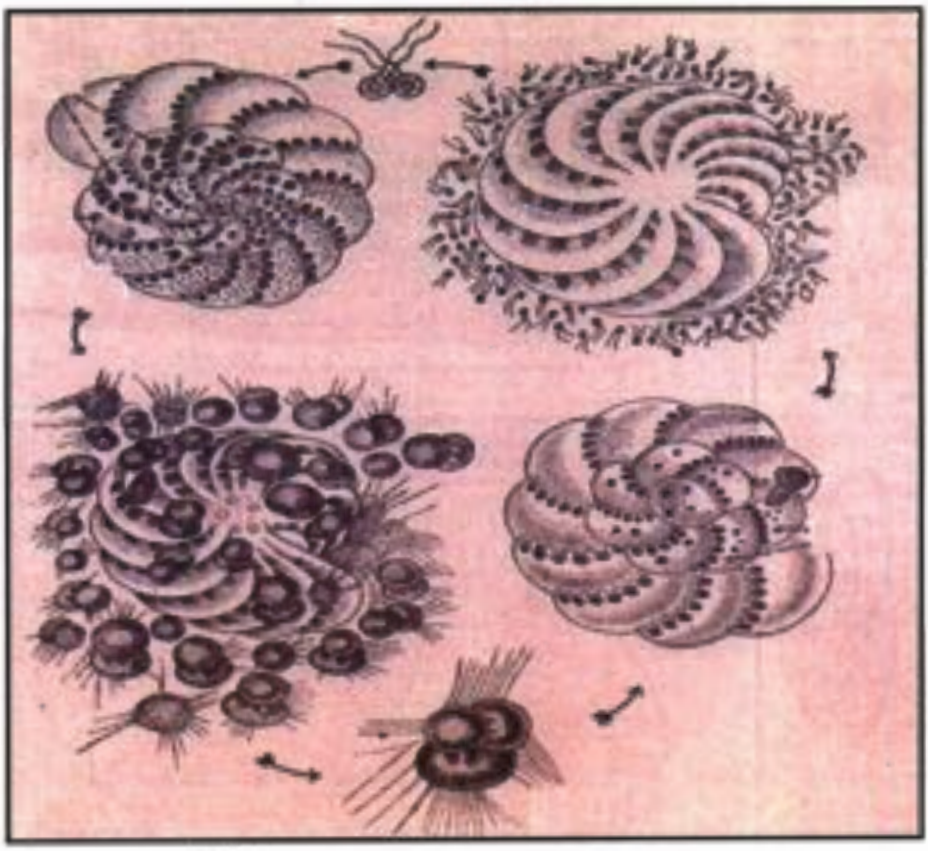
الشكل (3-21) عملية الأقران في رتبة مفرطة الأسوات.

وهناك نوع من التكاثر الجنسي يحدث في الجيبشيكيات يسمى بظاهرة تبادل أو ترادف الأجيال aspheric generation ذات العدد الفردي والعدد الزوجي من الكروموسومات وتدعى هذه العملية أيضا بالانقسام الاختزالي الوسطي Intermediary meiosis . كما في الشكل (3-22).



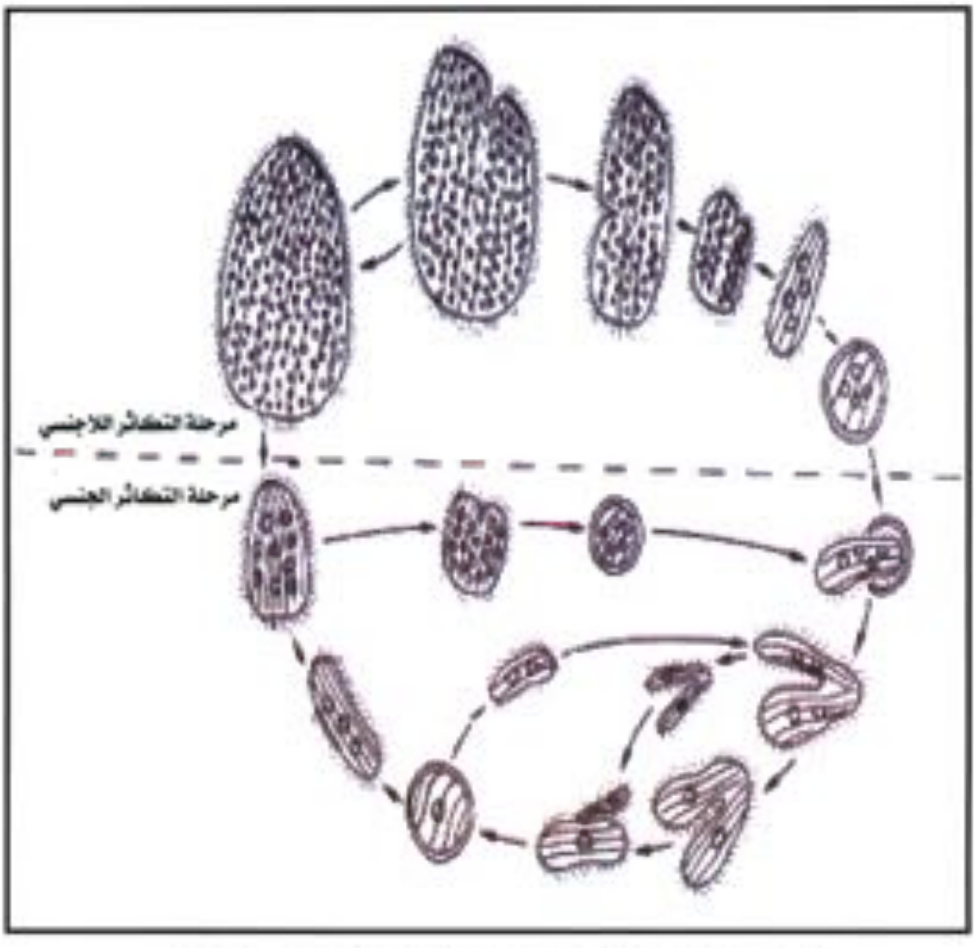
شكل (3-22) مراحل الانقسام الاختزالي الوسطي Intermediary meiosis في الجيبشيكيات/ جنس *Eiphidium crispum* (Seligh,1989).

أو كما يحصل أثناء دورة حياة جنس *Polystomella* وهو من الأجناس الشائعة من رتبة المنخريات foraminifera في منطقة السواحل البحرية حيث يلتصق على أي جسم في الماء وأحياناً على جسم المنخريات الأخرى الكبيرة ويقوم بطرح أعداد كبيرة من حيوانات صغيرة سوطة (أمشاج سوطة) تسمى podiospores لأنها تماثل حالة الأبواغ في تكوينها، تنطلق إلى الماء وتقترن مع أمشاج سوطة أخرى لحيوان ثاني أو تتحد مع أمشاج من نفس الحيوان وتكون لاقحة ثنائية ثم تمر المجموعة الكروموسومية بمراحل انقسام اختزالي وسطي وتنمو لتكون حيوان يافع ومن ثم يكون الطور البالغ. كما في الشكل التالي (3- 23).



شكل (3-23) مراحل الانقسام الاختزالي الوسطي Intermediary meiosis في جنس *Polystomella crispa* عن (Forsker, 2006).

لكن التكاثر الجنسي في عالم الأوالي يبدوا أكثر وضوحا كما يشير الباحثون (Hickman & Hickman,1989 ،Brusca &Brusca,2004) في أفراد رتبة مفرطة الأسواط Hypermastigida من طائفة السوطيات الحيوانية وأفراد تحت شعبة الاوبليبنات Opalinata وكلاهما من شعبة السوطيات اللحمية Sarcomastigophora، حيث تكون هذه الأوالي أمشاج ذكرية وأنثوية متباينة الحجم وهذه الأمشاج تتحد أثناء دورة الحياة داخل جسم المضيف أو العائل الذي تتطفل أو تتعايش داخله هذه الأوالي، لتعطي لاقحة Zygote ينتج عنها أفراد خصبة جديدة، كما في الشكل (3-24).



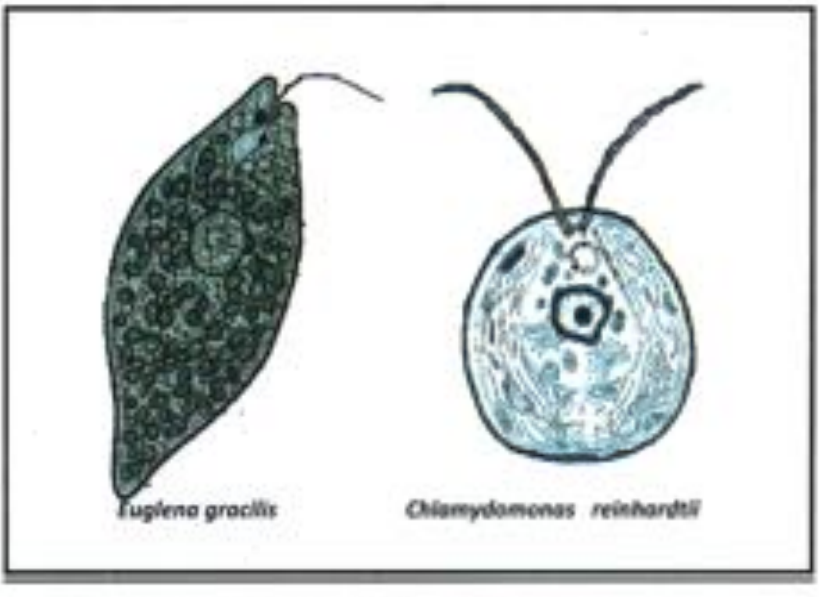
شكل (3-24) حالة التكاثر الجنسي وتكون اللاقحة في الاوبليبنيات.

التغذية في الأوالي Nutrition:

الأوالي كائنات مشتركة الأصول الحيوانية والنباتية لذلك تكون وسائل التغذية وطبيعتها مختلفة بين كائن وآخر و أيضا يرجع ذلك إلى طريقة المعيشة فقسم منها حرة المعيشة والآخر طفيلي المعيشة والثالث تعايشي ، وان تنوع وسائل الحصول على الغذاء فمنها من يملك فتحات فمية وآخر لا يملك يعتبر سبب آخر لاختلاف تنوع الغذاء ووسائله لذلك نجد جميع الطرز وأنماط التغذية تقريبا في هذه المجموعة من الكائنات الحية وسجل العلماء عدد منها.

(1) التغذية النباتية الكاملة Halophytic Nutrition

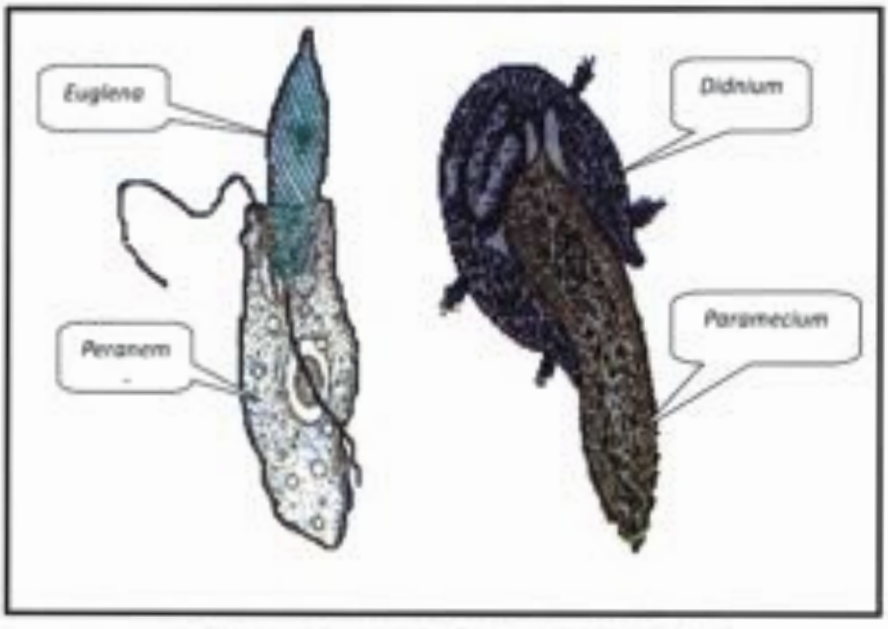
هذا النوع من التغذية يحصل في أغلب أنواع الأوالي التي تمتلك صبغات لونية (صبغات تمثيلية) تساعده في عملية البناء الضوئي حيث تستطيع امتصاص ضوء الشمس وتصنيع الغذاء العضوي بعملية البناء الضوئي المعروفة في النتجات البيتية، ونجدها في الأوالي التي تحمل صفات نباتية حيوانية مشتركة كما في أفراد طائفة السوطيات النباتية الحيوانية Phytomastigophora ومنها أجناس اليوجيلينا والكلاميدوموناس والفوكس والسيراتيم والبوتدورلينا وغيرها.



شكل (3-25) نماذج من الأوالي ذات التغذية النباتية الكاملة.

(2) التغذية الحيوانية الكاملة Holozoic Nutrition

هذا النمط من التغذية يحصل في الكائنات التي تفقد الصبغات التمثيلية التي ذكرناها في المجموعة الأولى، حيث تعتمد الأولي هنا على التغذية المختلفة heterotrophs وهذا يتطلب أن تمتلك فتحات فمية أو أقدام كاذبة وتستطيع من خلالها افتراس الأولي الأصغر أو الأحياء الدقيقة الأخرى، فمثلاً أفراد جنس Didinum تفترس الهدبيات الصغيرة من أفراد جنس البراميسيوم، وهذا الأخير يفترس البكتريا والطحالب، والشكل (3- 26) بين نماذج من هذه التغذية.

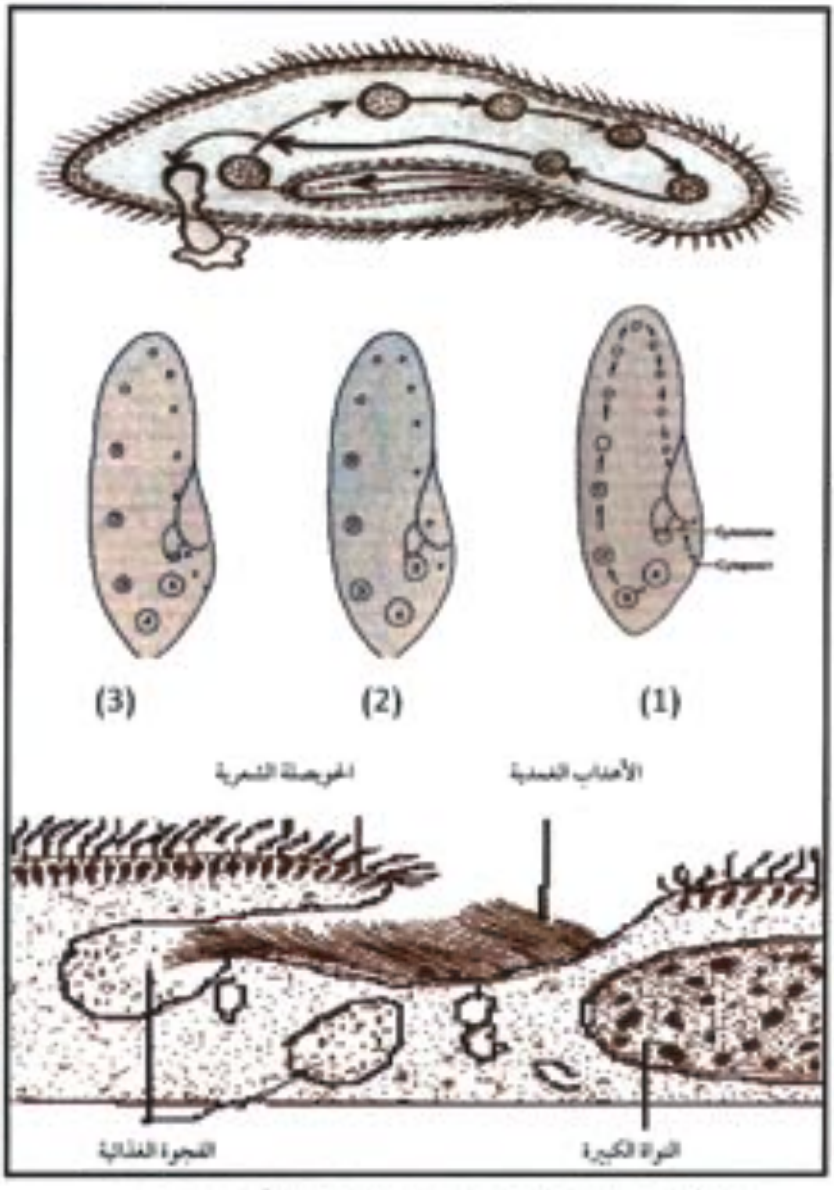


شكل (3-26) طريقة التغذية الحيوانية الكاملة بالافتراس.

(3) التغذية البلعمية Phagotrophis Nutrition

نجد هذا النمط من التغذية في بعض الحيوانات التي تستطيع ابتلاع الغذاء العضوي الموجود في الوسط على شكل جزيئات طعام كبيرة عن طريق ترشيح الغذاء الداخل مع الماء ومن ثم دفعه داخل الدهليز الفمي الذي يقع تحت القم الخلوي وبعد ذلك تتكون فجوه غذائية تنفصل تدريجيا بعد إحاطتها بالقطعة الغذائية وتندفع نحو السايتوبلازم ليتم هضم الغذاء من قبل الأجسام الحالة ومن ثم امتصاصه فيما بعد داخل السايتوبلازم، وتبدو العملية وكأن الأولي قد قام بعملية ابتلاع للغذاء، ويوجد في هذا النمط أغلب الهدبيات التي تمتلك فم غشائي، ويكون مكان البلعمة تركيبًا غمدياً

عدداً هو الفم الخلوي سواء كان ثابتا أو مؤقتا. والشكل (3-27) يبين التركيب الخلوي الفمي أو البلعوم Buccal cavity مراحل عملية الابتلاع وتكون الفجوة الغذائية ومراحل تحلل هذه الفجوات ودوران الغذاء في نموذج من الهدبيات.



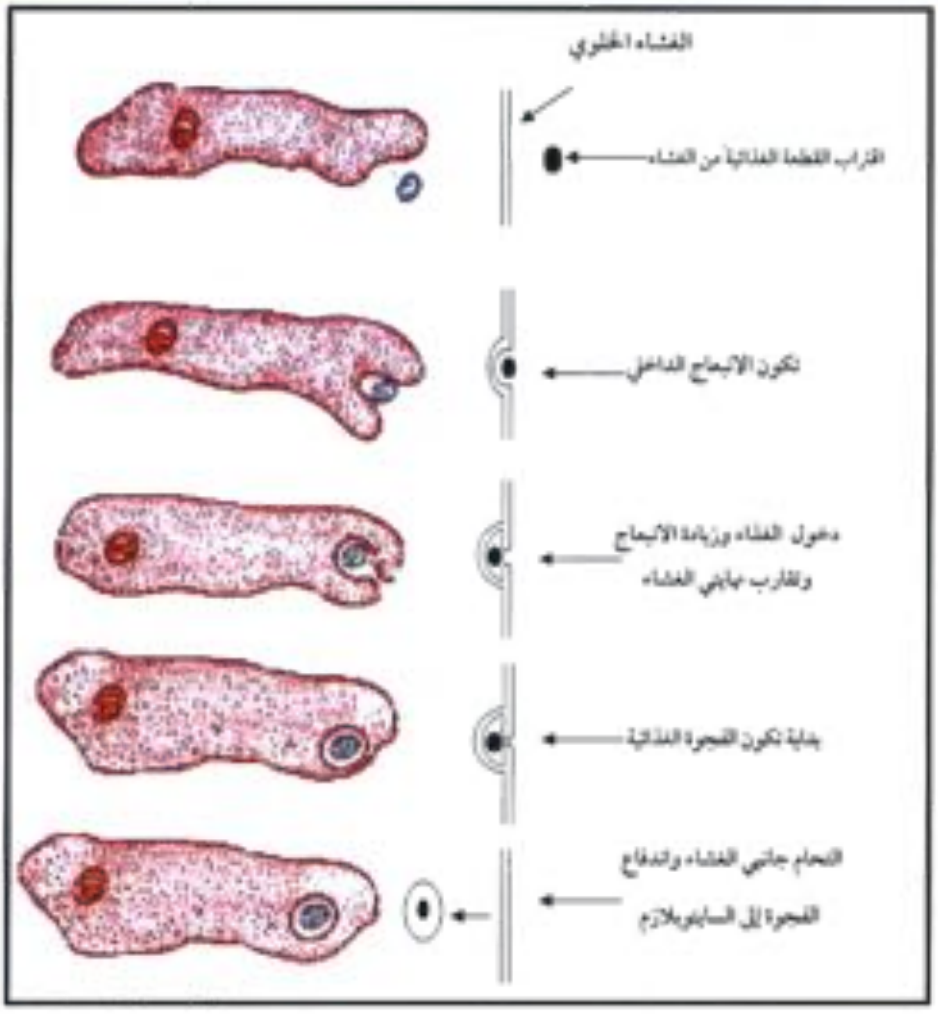
شكل (3-27) مراحل تكون الفجوة الغذائية في الأوالي الهدبية.

وفي بعض الأوالي التي لا تمتلك فم خلوي كما في بعض الأميبيات الحرة المعيشة نجد نمط آخر للتغذية البلعمية والذي يسمى أحياناً بالبلعمة الخلوية phagocytosis حيث يتم في هذه الأوالي دخول الغذاء (الجزيئات الكبيرة التي لاتدخل بالطرق التقليدية في عملية الانتشار والتناقذ وغيرها) عن طريق الغشاء الخلوي ولكن بطريقة خاصة جداً لحصل بعدة خطوات منها:

1- عندما تقترب قطعة الغذاء من غشاء الخلية يحصل فيه انثناء إلى الداخل وتكون انبعاج تندفع في القطعة الغذائية إلى داخل جسم الأولي.
2- يزداد تقعر الانبعاج إلى الداخل ويبدأ بإحاطة القطعة الغذائية من جميع الجوانب.
3- بعد اكتمال الإحاطة تلتصق نهايات الغشاء مع بعضها وتنفصل على شكل فجوة غذائية food vacuole أو الجسم البلعمي phagosome تندفع داخل السايتوبلازم.
4- تتحرك الأجسام الحالة وتحيط بالفجوة الغذائية وتقوم بهضم محتوياتها الغذائية عن طريق مجموعة من الإنزيمات وبذلك تتم عملية الاستفادة من الجزيئات العضوية الموجودة في الوسط البيئي بعدة طرق والشكل التالي يبين مراحل هذا النمط من التغذية.
5- بعد امتصاص الغذاء امتصاص المواد المهضومة تبقى الفجوة المخلفات غير المفيدة ويتم التخلص منها بطريقة معاكسة تسمى الطرد الخلوي exocytosis حيث تبدأ الفجوة بالاقتراب والالتصاق بغشاء الخلية بواسطة ويتم إفراغ محتوياتها خارج الخلية. شكل (3-28) .

(3) التغذية الناضحة أو الازموزية Osmotrophs Nutrition:

هذا النوع نجده في اغلب الأوالي التعايشية والمتطفلة التي تحصل على الغذاء عن طريق نضوح المادة الغذائية الجاهزة والذائبة في السوائل الجسمية كالدم أو السوائل الخلوية للمضيف حيث تقوم هذه الكائنات بامتصاص الغذاء الجاهز وسائل مختلفة تسمى بالارتشاف الخلوي. وكذلك يحصل مثل هذه التغذية في بقية الأوالي التي لاتمتلك فتحات فمية أو التي تحمل صفات مشتركة حيوانية نباتية وتحل فيها حالة تبدل التغذية الذاتية إلى الرمية أو الناضحة Saprozoic كما في اليوغليبات، وأحيانا تسمى التغذية الناضحة بالارتشاف أو الشرب الخلوي Binocytosis Nutrition حيث يحصل هذا النوع من التغذية عندما يكون لدينا أولي لا يملك فتحة فمية فيستخدم الغشاء الجسمي لإدخال الغذاء بواسطة عدة عمليات منها:



شكل (3-28) مراحل تكون الفجوة الغذائية في اللحميات.

1- الانتشار البسيط Diffusion

2- الانتقال الميسر Facilitated transport

3- الانتقال الفعال Active transport

وسجل هذا النوع من التغذية في العديد من السوطيات الحيوانية وبعض الهدبيات والثقبات وبعض البوغيات وذوات التركيب الفمي. ومما تجدر الإشارة إليه أن الغذاء الذي يدخل بهذه الطريقة

هي الجزيئات التي تكون اصغر أو بحجم فتحات الأغشية الخلوية وكذلك الجزيئات الخاصة التي تحتاجها الخلية من سكريات وفوسفات ونترات والأحاض الأمينية وغيرها.

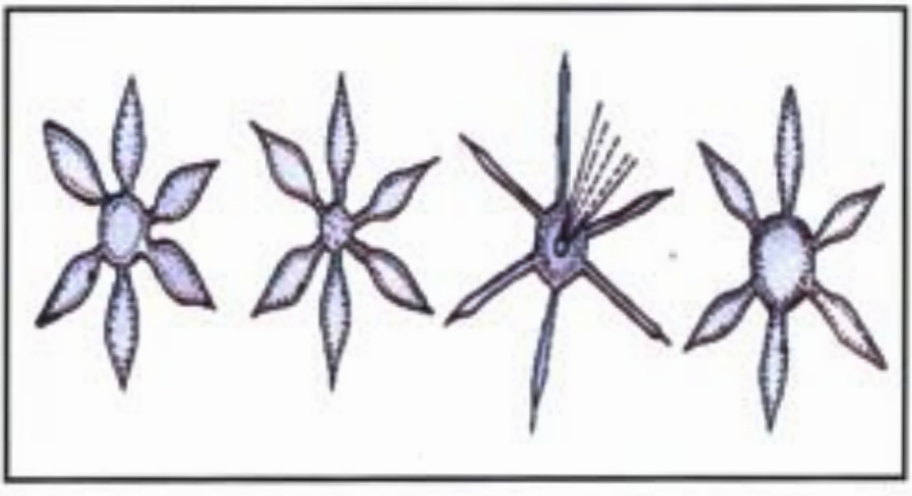
الإخراج والتنظيم الاسموزي Excretion & Osmoregulation:

الأوالي كائنات تعيش في بيئات متنوعة كما مر ذكره سابقا مثل المياه العذبة،المياه قليلة الملوحة ، المياه الشديدة الملوحة ،الترب الرطبة وترب الأراضي الزراعية وبعضها متطفل داخل أجسام الكائنات الحية الأخرى أو متطفلة خارج هذه الأجسام وهذا التنوع النسبي في موطن الأوالي وطريقة معيشتها يتطلب القدرة على التنظيم العالي للسايتوبلازم ليحافظ الجسم على حيويته ومحتوياته وبذلك لابد من أن يملك وسائل لتنظيم العلاقات الأسموزي .

وجد العلماء عند فحص السايتوبلازم لعدد من خلايا كثير من الكائنات الأولية تحت المجهر الضوئي لاحظوا تراكيب خاصة في السايتوبلازم تكون على شكل فجوات وهذه الفجوات تمتلئ دوريا بمادة سائلة تطرح بين فترة وأخرى إلى المحيط الخارجي، وقد أثبتت العديد من الدراسات الفسلجية بان هذه الفجوات المنقبضة أو المتقلصة Contractile Vacuole تعمل أساسا على التنظيم الأسموزي Osmoregulation . ومن خلال هذه الدراسات تبين أن عدد هذه الفجوات وعدد مرات امتلائها وطرح محتوياتها يعتمد على البيئة التي يعيش بها الكائن الأولي وعلى طريقة المعيشة له بالدرجة الأولى ، فمثلا عدد هذه الفجوات وعدد امتلائها أكثر في المياه العذبة من المياه المالحة ، وأيضا لاحظوا عددها يقل في الكائنات الأولية التعايشية والطفيلية والسبب يرجع إلى أن الوسط التعايشي يكون متماثل أسموزيا Isotonic وتقل الحاجة للإخراج الأسموزي .

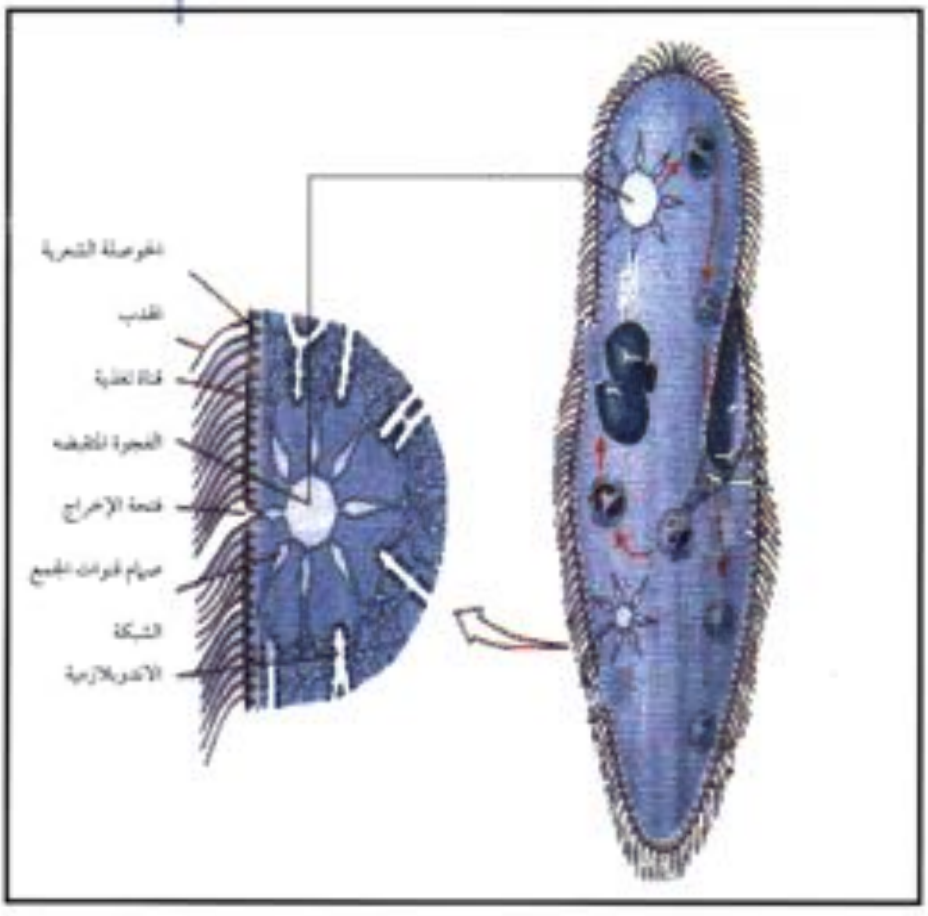
ومن الدراسات لاحظ الباحثون أيضا أن الحيوانات الأولية الصغيرة الحجم والكبيرة المساحة الغشائية نسبة إلى الجسم تكثر فيها الفجوات المتقلصة ويكون معدل امتلائها وتفريغها أسرع من الأخريات كما أن أخراج فضلات الأيض يتم بصورة كلية بعملية الانتشار Difussion ويكون الناتج النهائي للأيض هو الأمونيا NH_3 التي تنفذ بصورة سريعة خارج الأجسام الصغيرة هذه الكائنات، إن حجم وتركيب الفجوات المنقبضة أو الحويصلات الطاردة للماء Water expiusion vesicles تعمل في مقام الجهاز الإخراجي في الكائنات الحية الراقية لأنها تقوم بالتخلص من بقايا الغذاء والأملاح والأمونيا والمواد السامة، وتختلف الفجوات كثيرا في درجة تركيبها بين الأنماط

المختلفة للحيوانات الأولية وحسب طبيعة الأوي وتطوره فمثلا في الأميبات لا تكون الفجوة في مكان ثابت بل تتحرك مع الأندوبلازم حيث تتصل فيها فجوات صغيرة تفرغ فيها المحتويات وعند امتلاء الفجوة الكبيرة تقترب من الغشاء الخلوي لتطرح محتوياتها إلى الخارج، وهذه الميكانيكية نجدها أيضا في بعض الهدبيات مثل بلتاريزيا Blepharisma بينما الهدبيات الأخرى كالبراميسيوم فلها فجوات أكثر تعقيدا وتطورا وفا آلية خاصة في التنظيم وتوجد في مواقع خاصة تحت الغشاء الخلوي وتكون ذات ثقب خارجي Excretory pore متصل بالغشاء مسيطر عليه بآلية للإغلاق والفتح، ولحاظ الفجوة يمتد من القنوات المغذية على شكل أنسجة وتتصل هذه القنوات بقنوات أدق ثم تنتهي بفروع الشبكة الاندوبلازمية ولحاظ الفجوة المنقبضة بحزام من الليفات التي قد تلعب دورا مهما في انقباض هذه التراكيب وكما في الأشكال التالية.



تتم آلية التخلص من السوائل والمواد الزائدة عن الجسم بواسطة الفجوة المنقبضة حيث تتكون هذه الفجوة من فجوة مركزية تحيط بها القنوات الإشعاعية تنتهي بتفرعات صغيرة وترتبط مع الغشاء الخلوي بقناة تنتهي بفتحة وتمتلك القنوات في بدايتها على صمامات فعندما تزداد السوائل في جسم الأوي يتم سحبها عن طريق التفرعات الشجيرية إلى القنوات الشعرية ودفعها إلى الفجوة المركزية فعندما تمتلىء تغلق الصمامات وتضغط الفجوة وعندما تنقبض الفجوة لطرح محتوياتها إلى الخارج بمساعدة الألياف الموجودة على الفتحات بين القنوات الإشعاعية والفجوة المركزية حيث

تنقبض هذه الفجوة بضغط من اللويفات التي تعمل على غلق الأذرع الإشعاعية وفي الوقت نفسه يتم فتح القناة بين الفجوة المركزية والغشاء الخلوي فيزداد هذا التقلص تدريجيا مما يسهل عملية خروج السوائل بواسطة الفجوة إلى خارج الجسم وبعدها لا تختفي هذه الفجوة بل تقوم بالمجاه معاكس وهو غلق نهاية الفتحة بين الفجوة والغشاء وتفتح الصمامات وتعاد العملية بسحب السوائل من الجسم مرة أخرى عن طريق الأذرع الإشعاعية وهكذا من جديد كأنها جهاز أخراج متكامل كما في الشكل (3-29) التالي:



شكل (3-29) تركيب الفجوة المنقبضة وآلية عملية الإخراج في الباراميوم.

التكيف والتأقلم في الأوالي Encytement & Adaptation:

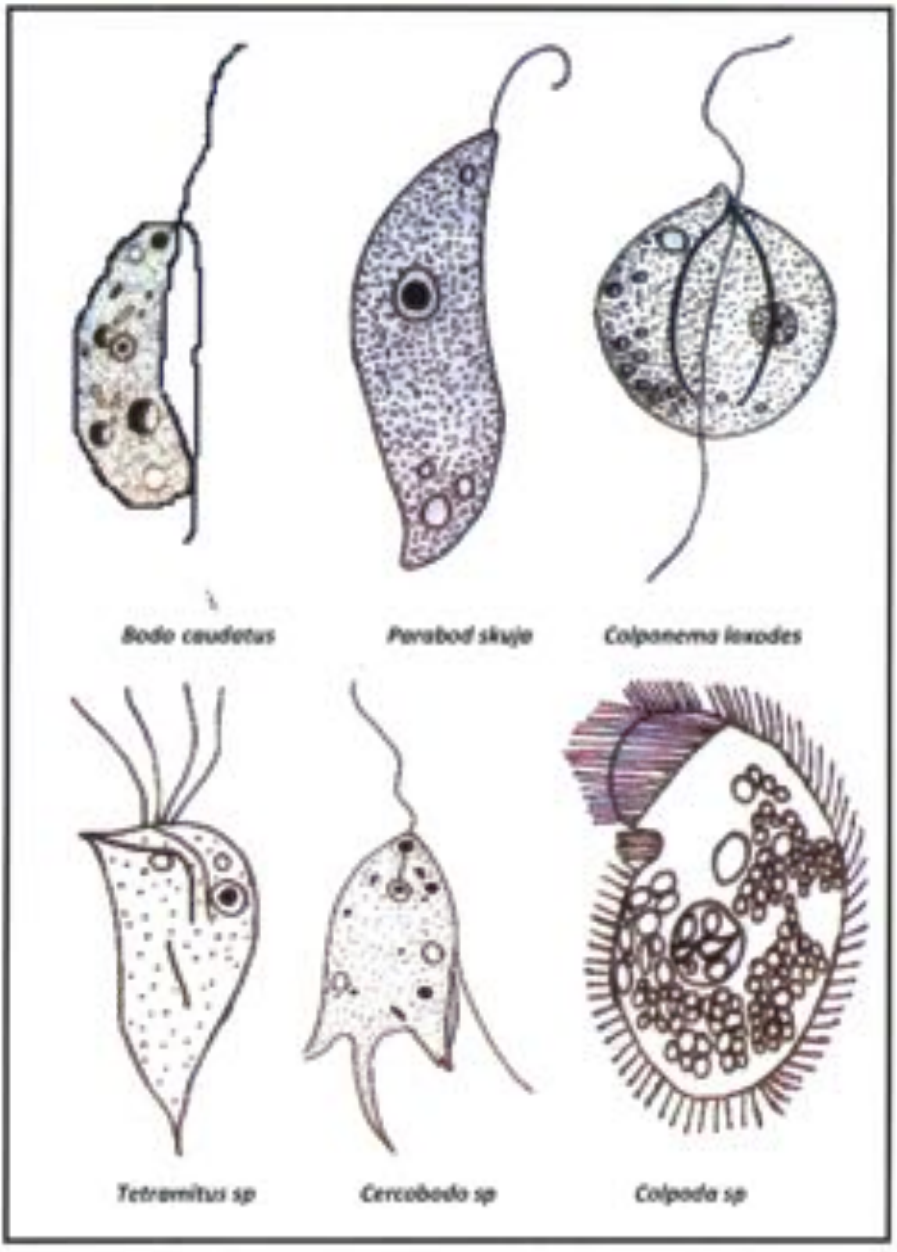
من المعروف أن الأوالي كائنات بسيطة لا يفصلها عن المحيط الخارجي سوى الغشاء الخلوي او الغلاف الذي يحتوي على بعض التحويرات الوظيفية والتركيبية البسيطة، لكن الدراسات التطورية تشير إن الأوالي واحدة من أقدم الكائنات التي ظهرت في البيئة وما يؤكد ذلك وجود الأصداف والقشور للعديد من الأوالي في مختلف الحفريات التي تم فيها الحصول على المتحجرات (المستحاثات) التي درست في مختلف بقاع العالم كما في بقايا المثقبات والأوالي اللحمية المغلفة الإشعاعية والشمسية وغيرها.

إذاً الجدير بالاهتمام هنا هو كيف تستطيع هذه الكائنات بعد أن تعرضت في الماضي وتتعرض حالياً إلى ظروف بيئية وحياتية قاسية جداً في بعض الأحيان مثل الجفاف والحرارة العالية أو الرطوبة العالية والبرد القارس أو قلة غاز الأوكسجين O_2 والتغير في مقدار PH وعوامل التلوث المختلفة، كيف صمدت وماهي الوسائل التكيفية التي حصلت عليها عبر التأريخ التطوري هذه الاحياء.

أجاب العلماء على مثل هذه التساؤلات من خلال مختلف الدراسات التي بينت إن الأوالي تختلف في قابليتها للتكيف للظروف البيئية المختلفة وهذا ما يؤكد انتشارها في جميع البيئات. ويأتي ذلك من وجهة نظر علماء التطور بعدة اساليب منها قدرتها على التكيس والتكوين الاغلفة السميكة سواء في الاطوار اليافعة أو اثناء عملية التكاثر، أو أنها تقوم بتكوين الحويصلات Cysts، **والتي هي عبارة أطوار ساكنة تتميز بان لها أغلفة خارجية مقاومة وعندها تتوقف جميع العمليات الايضية.** إن الظروف التي تؤدي إلى حصول التكيس أو التحوصل في الأوالي غير مفهوم بشكل دقيق فأحياناً يكون بشكل دوري أو في مرحلة معينة من دورة الحياة، وأحياناً يحصل بسبب الظروف غير الملائمة في بيئة الأنواع الحرة المعيشة. وبينت الدراسة بان عملية التحوصل يرافقها سحب عدد العضيات الخارجية والنواتج من الأهداب الأسواط إلى داخل الجسم كذلك يقوم جهاز كوجي بإفراز مادة جدار الحويصلة الذي يحمل إلى سطح الخلية في أكياس صغيرة تلتصق بالغشاء الخلوي وتفرز محتوياتها، أما عملية الخروج من الحوصلة Excitation فهي غير معروفة ولكن غالباً ما تكون مصحوبة بعودة الظروف الطبيعية للكائن الحي، وفي الأنواع الطفيلية قد يكون الحافز إلى الخروج أكثر تحديداً مع العلاقة بظروف العائل المضيف الفسلجية أو الصحية.

وقد سجلت حالة التحوصل والتكيس في الأوالي الحرة المعيشة التي ذكرناها من أوالي التربة وفي بعض الأوالي الطفيلية ولكن ليس جميع الأوليات تعمل حويصلات، ومن الملاحظ كذلك فان عمليات التكاثر مثل الانشطار Fission و التبرعم Budding والتزاوج الأمشاج Syngamy قد تحصل في حويصلات بعض الأنواع كما في *Entaamoeba histolatica* والكلاميدوموناس الاوبليتيات والبوغيات وغيرها وهذا مايؤكد بأنها وسيلة تكيف تلجأ اليها الأوالي المختلفة عند الضرورة، ولكن عملية التحوصل والتكيس نادرا ما تحصل في الأنواع البحرية ويعتقد العلماء أن السبب في ذلك هو كون هذه البيئة من أكثر البيئات ثبوتا واستقرارا في متغيراتها البيئية المختلفة وخاصة درجات الحرارة والملوحة. والشكل (3- 30) يبين بعض النماذج من الكائنات الأولية التي تحصل فيها أنماط التكيس والتحوصل التي ذكرناها.

وتؤكد الدراسات بأن الأوالي تختلف في قابلية تكوين ومدة بقاء الحويصلات الخاصة ومقاومتها للظروف والمتغيرات البيئية تبعا لنوع الحيوان المنتج لها ونوعية البيئة (نوعية الوسط المحيط) فمثلا وجد إن حويصلات الحيوان الهدبي الذي يسمى هدبي التربة *Colpoda* تستطيع البقاء لمدة سبعة أيام في الهواء الرطب وثلاث ساعات في درجة حرارة تقريبا 100 درجة مئوية، إما في التربة الجافة فقد استطاعت البقاء 38 سنة، أما بالنسبة إلى حويصلات السوطيات الصغيرة *Bodo* فإنها بقية محافظة على الحياة في التربة الجافة لمدة 49 سنة. كذلك وجد بأن العديد من أوالي التربة من اللحميات مثل *Biomyxa* و *Negleria* و *Euglypha* أو من الهدبيات مثل *Balantiophorus* و *Urolepus* أو من السوطيات مثل أجناس *Cercobodo* و *Tetramitus* وغيرها تستطيع البقاء لفترات مختلفة مقاومة للمتغيرات البيئية التي تحدث في وسطها، ولكن ليس جميع الأوالي التي تتحوصل له القدرة على التحمل أو لها مقاومة عالية فمثلا حويصلات الاتاميبا هستولتكا تتحمل حموضة المعدة ولكن لا تتحمل الجفاف أو درجة حرارة أعلى من 50 درجة مئوية أو ضوء الشمس الشديد لعدة ساعات.



شكل (3-30) نماذج من بعض الأوالي التي يحصل فيها تكييف وتأقلم.

الفصل الرابع
الشعب الأساسية للأوالي

- تقسيم مملكة الأوالي .
- الشعب الأساسية للأوالي .
- شعبة السوطيات اللحمية .
- خصائص ومميزات الشعبة .
- الموقع التصنيفي .
- أنماط التداخل بين أفراد الشعبة والكائنات الأخرى .
- الأهمية البيئية والحياتية للسوطيات اللحمية

الفصل الرابع
الشعب الأساسية للأوالي

تقسيم مملكة الأوالي Classification of Protista:

لا تزال دراسة هذا العلم مدار جدل ونقاش مستمر بين علماء الأحياء إلى يومنا هذا، والسبب في ذلك نعتقد بأنه يعود إلى كثرة التداخلات بين الأجناس والأنواع الحيوية التي تنتمي إلى مملكة الأوالي والتي تقدر بحوالي 80 ألف نوع مسجل لحد وقتنا الحاضر، وبين الأحياء الأخرى من الطحالب والفطريات واللافقاريات الدنيا وغيرها والتي سوف يتم التطرق اليها بالتفصيل عند استعراض ودراسة شعبة السوطيات الحيوانية والأوالي الطفيلية، وقد كان الجدل على أشده خاصة بين علماء التصنيف لذلك نجد أن تقسيم الأوالي ضمن النظم التصنيفية قد مرّ بمراحل مختلفة وخضع إلى العديد من التغيرات والتبدلات في المواقع التصنيفية وهذا يتضح من خلال استعراض النظم التصنيفية التي مرت سواء في عالم الحيوان أو النبات أو الأحياء المجهرية.

حيث ظهرت أولى النظم التصنيفية من قبل علماء اللافقاريات اللذين يعتمدون وجهة النظر التي تقسم مملكة الحيوان إلى تحت مملكتين هما تحت مملكة اللافقاريات K. of Invertebrate وتحت مملكة الفقاريات K. of Vertebrate ويعتبرون أن شعبة الاوالي واحدة من شعب اللافقاريات البالغة حوالي 30 شعبة وأعطيت تسمية شعبة اللافقاريات وحيدة الخلية أو الحيوانات الأولية Protozoa وذلك لكون الجسم فيها لافقري وتشابه بعض الصفات المظهرية فيها مع الحيوانات اللافقارية البسيطة من اللافقاريات الدنيا، وبذلك يصبح موقعها التصنيفي كما يلي شكل (4-1) ولكن نتيجة للإعتراضات العديدة على هذا التقسيم الذي لم يراعي جوانب التداخل والذي اهمل العديد من الأوالي غير الحيوانية قام علماء الحيوان من المهتمين بعلم التصنيف الحيواني بشكل عام بتقسيم المملكة الحيوانية إلى تحت مملكتين هما تحت مملكة الحيوانات الأولية وحيدة الخلية K. of protozoa وتحت مملكة الحيوانات البعدية أو التوالي K. of Metazoa كحل لمشكلة التداخل.

شكل (4-1) مخطط تقسيم المملكة الحيوانية وموقع الأوالي حسب وجهة نظر علماء اللافقاريات.

ووضعوا التقسيم المبين في الشكل (4-2) :

شكل (4-2) مخطط تقسيم المملكة الحيوانية ومواقع الأوالي حسب وجهة نظر علماء تقسيم الحيوان.
(Hickman, et al 1984).

ولكن هذا النمط من التقسيم لم يعطي الإجابة الكافية عن التساؤل القائم والذي مفاده أين توضع الأوالي التي تحمل صفات مشتركة مع مجاميع الأحياء الأخرى؟ هل تعتبر حيوانات أم نباتات أم فطريات؟ كيف تعالج في مجال الدراسة والتوصيف والوراثة والتطور وغيرها من الأسئلة.

وما يزيد الأمر تعقيدا هو كون علماء النبات يضعون العديد من الأوالي وخاصة التي تحمل صفات نباتية كاملة أو نباتية حيوانية مشتركة ضمن عالم الطحالب وتصنف حسب طبيعة الصبغات التمثيلية الموجودة كأجناس وأنواع تتوزع في عدة شعب طحلبية، حيث نجد قسم منها قد صنف ضمن شعبة الطحالب البنية Phaeophyta والقسم الآخر ضمن الطحالب الخضراء Chlorophyta والخضراء المصفرة أو الذهبية Chrysophyta أو أن البعض منها قد وضعت في شعبة كاملة كما في حالة اليوغلينيات Euglenophyta. ويظهر هذا التداخل التصنيفي من خلال متابعة نظم تصنيف علم الطحالب الذي ينسبها إلى النباتات اللازهرية الثالوسية، والنباتات الثالوسية هي عبارة عن النباتات التي يتكون جسمها من ثلوس thallus والذي هو عبارة عن تركيب لا يتميز إلى جذور وسيقان وأوراق حقيقية. ولذلك يعتبر هؤلاء العلماء أن أبسط أشكال الثالوسيات هي الطحالب والأوالي وحيدة الخلية وهذا يظهر بوضوح عند ما تتابع الشكل (4-3) حيث نجد فيه أن أعداد كبيرة من الأوالي تتوزع في أكثر من شعبه طحلبية وكما مشار إليها في الخط الداكن.

شكل (4- 3) مخطط تقسيم الطحالب وموقع الأوالي حسب وجهة نظر علماء النبات والطحالب.

ومما تقدم نجد أن الأوالي السوطية قد توزعت في خمسة شعب أساسية من شعب الطحالب وكذلك تتوزع الأوالي التي تكون مستعمرات من أوالي سوطية وحيدة الخلية مثل أجناس Volvox و Gonium و Pandorina و Synura وغيرها بين هذه الشعب المختلفة. أما البعض الآخر من علماء التصنيف فيضع قسم من الأوالي مع تحت مملكة الفطريات مثل جنس البلازميديوم والفيوزارم وغيرها والذي نجدها ضمن مجموعة فطرية كبيرة تعرف بالفطريات افلامية الحقيقية Eumycota. وعليه نجد أن هذه الأحياء أي الأوالي موزعة في كافة مراجع وكتب علم الحياة والعلوم الطبية والبيطرية والزراعية وكلا من الباحثين يجتهد في تفسيرها أو دراستها حسب مجال تخصصه واهتمامه وهذا ما يسبب إرباكا في تنظيم المعلومة عند الطلبة والدارسين، وكذلك يشكل خلطا عند الباحثين عند ذكر أي معلومة تخص هذه الأحياء تكون ضرورة لذكرها من خلال سياق البحث أو الدراسة بالإضافة إلى ما تسببه من إشكالات حتى للأساتذة الذين يقومون بتدريس هذه المواد المتداخلة في مناهج العديد من الكليات وخاصة لمن هم من خارج دائرة العلوم البيولوجية وهذا ما نجده في العديد من المؤلفات والمحاضرات والبحوث المنشورة لذلك لابد من الوقوف بجدية لحل مثل هذه الإشكالات وتوصيف علم الأحياء بشكل يتناسب مع التطور الحاصل في العلوم الأخرى. ففي الكثير من دول العالم أصبحت هنالك كليات بيولوجية ومراكز متخصصة نتيجة للكم الهائل من المعلومات واكتشاف الأعداد الكبيرة من الأحياء الأمر الذي يتطلب الدقة في التفصيل وطرح المعلومة والتخفيف عن كاهل الجامعيين الذي يرى المتلقي بأنهم يجب أن يعرفوا كل شيء عن عالم الأحياء وهذا أمر مستحيل إذا عرفنا أن مملكة الأوالي لوحدها تظم حاليا قرابة 65 ألف نوع من الأحياء.

إن الجدية في توصيف الأوالي ودراستها بدأت بشكل جاد وحقيقي من قبل متخصصين في عالم الأحياء بدأ بعد ما ظهرت آراء العالم Whittaker عام 1969 لتصبح مملكة مستقلة بذاتها وهي مملكة الأوالي Kingdom of Protista وهذا ما سوف نعتمده في دراستنا لها ومنهجية هذا المؤلف بإذن الله حيث نرى أنه أقرب إلى الواقعية ويعطي للدارس والباحث حرية أكثر في المقارنة والتشخيص وفهم حياتية وسلوك هذه المجموعة الكبيرة من الأحياء.

لكن المتتبع يجد كذلك أن هذه المملكة عندما صنفت بشكل مستقل خضعت أيضا إلى عدد من النظم التصنيفية المعتمدة على المعلومات التي تم معرفتها في الوقت السابق وما تم معرفته في الزمن الحاضر نتيجة للتطور التقني، لان اغلب هذه الكائنات هي أحياء مجهرية ولا يمكن رؤيتها

بالعين المجردة والعديد منها منقرض ولذا تحتاج إلى وسائل متطورة لدراستها، والسبب الأخر هو التشابه الكبير في المظهر الخارجي للعديد من هذه الكائنات كما في الشعب اليوجلينا وايضا الهدبيات وبعض انواع اللحميات والتشابه والتداخل الموجود بين الاصواط والأهداب والأخلفة واللواحق الجسمية الاخرى التي تحيط بالاجسام، إلا أن تطور الدراسات التشريحية والبيوكيميائية وتطور المجاهر وخاصة الالكترونية منها مكن الباحثون من كشف العديد من الصفات الجديدة التي ساعدت في عزل وترتيب الكثير من ووضعها في شعب أو تحت شعب أو طوائف أو رتب جديدة أو أضيفت على أجناس سابقة أو نقلت ووضعت في رتب واجناس جديدة من مملكة الأوالي.

لذلك عند دراسة هذا العلم نلاحظ أنه لايوجد اتفاق مطلق في التصنيف بين المدارس العلمية المختلفة وكتب التصنيف، وهذا يتبين من خلال متابعة نظم التصنيف التي وضعها الباحثون من المهتمين بدراسة الأوالي أنفسهم، على سبيل المثال كانت تصنف مملكة الأوالي في بادئ الامر إلى شعبة واحدة تظم خمسة فوق طائفة كما قسمها (Hegner & Engemann,1968) أو شعبة واحدة تظم خمسة طوائف وكل منها يقسم إلى عدد من تحت الطوائف كما جاء في تقسيم الباحث (Dales,1981) أو وضعها في أربعة شعب تحت تسميات مختلفة وكما جاء في دراسات الباحثين (Lehmann et al,1983) حيث قسموها إلى أربعة شعب Pyrrhopyta و Chrysopyta و Flagellata و Rhizopoda أو كما جاء في دراسات الباحثين (Dodson,1971 و Barker,1973 وغيرهم) حيث قسمت استنادا إلى الصفات المظهرية والشكل الخارجي Phylogentic arrangment إلى الشعب التالية:

1- شعبة السوطيات Phylum of Mastigophora: وتشمل جميع الأوالي التي تحمل اجسامها أسواط وسميت المجموعة السوطيات.

2 – شعبة اللحميات Phylum of Sarcodina: وتشمل جميع الاوليات التي يتكون جسمها من كتلة لحمية وتكون اميبية الشكل وسميت المجموعة اللحمية اوالاميبية .

3 – شعبة البوغيات Phylum of Sporozoa : وتشمل جميع الأوالي التي تكون أبواغ كوسيلة رئيسية لتكاثرها، ويكون الطور البوغي هو السائد فيها في جميع مراحل حياتها.

4 – شعبة الهدبيات Phylum of Ciliophora: وتشمل جميع الأوالي التي تحتوي أجسامها على الأهداب في الطور البالغ.

ولكن تطور الدراسات والاجهزة اظهر ان هناك اختلافات في التركيب وطبيعة الحياة وحتى

طرق التكاثر أيضا حتى ضمن الشعبة الواحدة، ووجد كذلك أن لبعضها مثل الأوبيلينيات أو (التلألئات) تراكيب تشبه الهدبيات ولكنها تختلف في التركيب والحجم، والبعض الآخر من الأوالي يمتلك أسواط أو تكون قدم كاذب في مرحلة من مراحل حياتها ولكنه يختفي في مراحل حياتيا وغيرها من التداخلات، لذلك عقدت الكثير من الندوات والمؤتمرات العلمية وطرحت كل الآراء وتشكلت الكثير من اللجان والجمعيات ومن ابرزها جمعية علماء الحيوان في العالم التي تأسست سنة 1980 – 1984 في الولايات المتحدة الأمريكية والتي كان من ضمن أهتماماتها موضوعة تقسيم علم الأوالي وتصنيف الأوليات على اسس متفق عليها من قبل علماء الاختصاص ووضعوا اتفاقيات جديدة منها:

1- إن الأوالي مملكة كاملة مستقلة في عالم الاحياء.
2- اعادة النظر في التداخل بين الكائنات الحية وتصنيفها من جديد.
3- وضع نظام تصنيفي خاص بمملكة الأوالي.

واعتمد هذا التصنيف من قبل العالم (هيكمان ومساعدوه الذي ألف مجموعة الأساسيات المتكاملة لعلم الحيوان عام 1984) وهذا التصنيف بني على أساس الصفات المظهرية والصفات التطورية والتركيب الداخلي وطبيعة الإنزيمات والتركيب الكيموحيوي والتطابق التام بين الخصائص الوراثية والخصائص الفسلجية والصفات التشريحية، ودراسة البناء الكيميائي للأغلفة الجسمية ودراسة التحجرات للأنواع المنقرضة ومقارنتها مع ما هو موجود في الطبيعة حاليا والتمعن بهاية التكيفات والتغيرات الحاصلة على طول العصر الجيولوجي لهذه الأحياء وغيرها من الاعتبارات المهمة. وعلى هذه الأسس تم تقسيم مملكة الأوالي إلى سبعة شعب هي:

شعبة الأوالي السوطية اللحمية	**Phylum of Sarcomastigophora**
شعبة الأوالي متعددة القنوات أو التجاويف	**Phylum of Labyrinthomorpha**
شعبة الأوالي ذات المركب القمي	**Phylum of Apicomplexa**
شعبة البوغيات الدقيقة	**Phylum of Microspora**
شعبة الأوالي المخاطية	**Phylum of Myxospora**
شعبة البوغيات الموشاة	**Phylum of Acetospors**
شعبة الأوالي اهدبية	**Phylum Ciliophora**

الشعب الأساسية للأوالي:

شعبة الأوالي السوطية اللحمية: Phylum of Sarcomastigophora

خصائص ومميزات الشعبة:

وهي مجموعة واسعة من الكائنات الأولية منها ما هو ذاتي التغذية ومنها ما هو مشترك الصفات الحيوانية النباتية وبعضها متداخل في المظهر الخارجي مع الفطريات ومنها ما هو عاري الجسم والآخر يحتوي على أغلفة مختلفة الأشكال والتركيب ومنها المتطفل والحر المعيشة ومنها المجهري ومنها ما هو كبير في الحجم نسبيا ونتيجة لذلك وضعت في ثلاث تحت شعب هي السوطيات واللحميات والأوبليبيات لذلك فأن هذه الشعبة تعتبر مثار جدل مستمر بين العلماء والباحثين وتشكل نموذج شائك للدراسة والبحث نتيجة لامتلاك أفرادها بالخصائص والميزات التالية:

- جميع أفرادها لها عضيات حركة هي إما الأسواط Flagellate أو الأقدام الكاذبة Pseudopodia أو كلاهما معا أو تراكيب وسط بين الأهداب والأسواط.
- تحتوي أفرادها على نوع واحد من الأنوية ولا تكون أبواغ أثناء دورة الحياة وقد يكون للنوع الواحد نواة واحدة أو اثنين أكثر من مئة نواة كما في الاوبليبيات.
- التكاثر الجنسي قليل الحدوث وان وجد فيكون بالإتحاد المشيجي Syngamy. - أما التكاثر اللاجنسي فأننا نجد أغلب أنماطه التي تم شرحها في الفصل الثالث من إنشطار بأنواعه وتبرعم تتكرر في دورة حياة معظم اجناسها.
- معظم أفرادها حر المعيشة كما في معظم السوطيات النباتية وقسم كبير من السوطيات الحيوانية واللحميات والشعاعيات والشمسيات والبعض الأخر تعايشي كما في مفرطة الأسواط والبعض الأخر طفيليات خطرة كما في التريبانوسوما والجيارديا والنشمانيا وغير ذلك.
- تساهم العديد من أفرادها في الإنتاج الحيوي العضوي و تنظيم مستوى الأوكسجين المذاب في المياه وخاصة في السوطيات الحاملة للصبغات التمثيلية.
- تساهم العديد من السوطيات واللحميات كأوالي تربة ضمن المجموع الحيوي لأحياء التربة في عملية التحلل الحيوي لمكوناتها وزيادة الخصوبة.
- ساهمت العديد من أفرادها وخاصة اللحميات المغلفة والمثقبات في تكوين الترب القاعية للمسطحات المائية وجرف البحار في العديد من مناطق العالم.

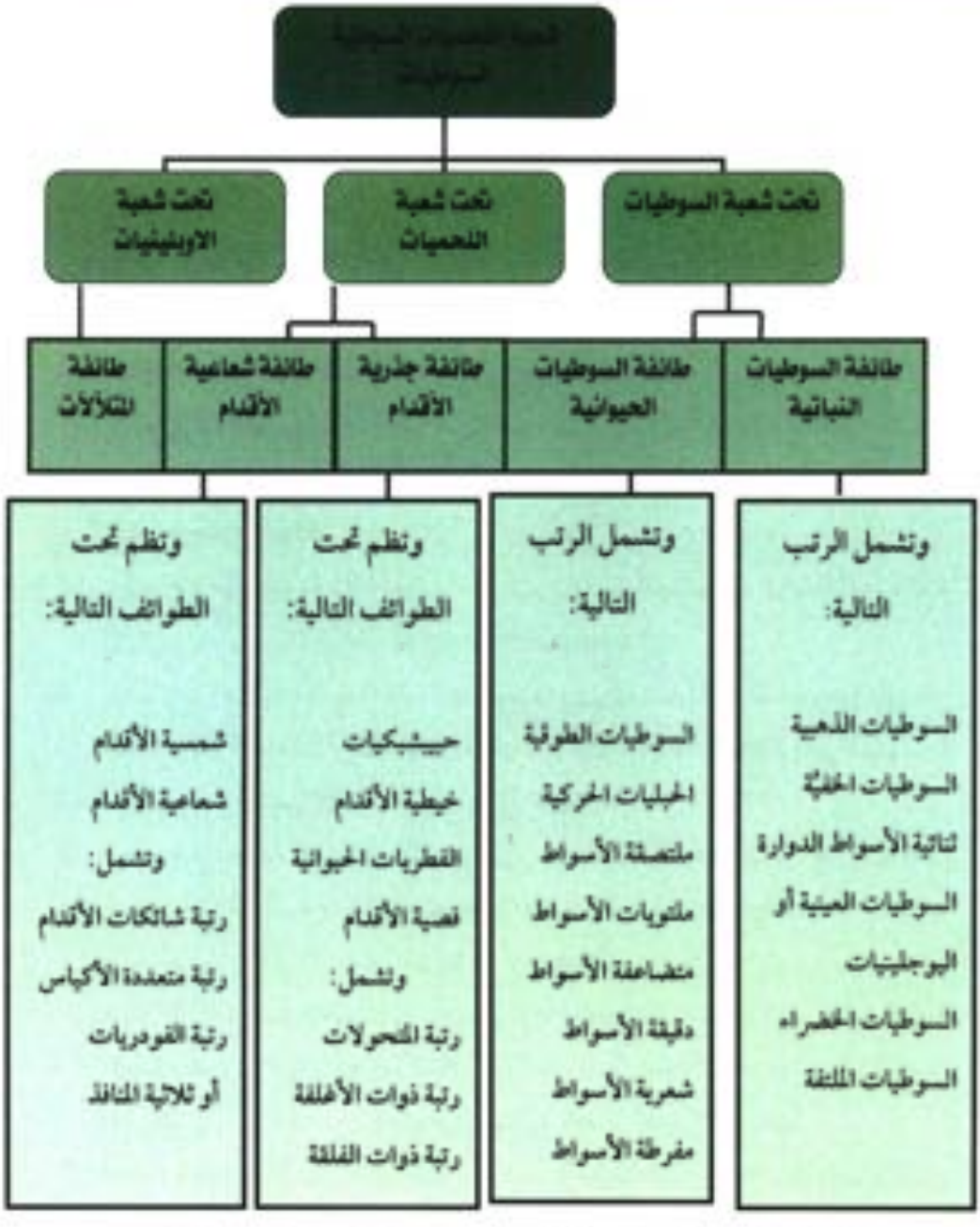
- تساهم أفرادها الحرة المعيشة في تنظيم السلاسل الغذائية خاصة في المصدر المائية المختلفة ضمن الهائمات أو القاعيات التي تستخدم كغذاء غني بالبروتين من قبل الأسماك والأحياء المائية الأخرى.
- تعمل الأفراد ذات التغذية الرمية أو بالشرب الخلوي كمنظفات بيئية من خلال مساهمتها في التخلص من الملوثات العضوية.
- تستخدم العديد من أفرادها في أنتاج العديد من البروتينات والمضادات الحيوية والأصباغ وغيرها من المنتجات الحيوية المهمة وخاصة السموم النباتية.
- بعض أفرادها وخاصة من ثنائية الأسواط الدوارة يحتوي على سموم خطيرة للأسماك والحيوانات المائية الأخرى وحتى الإنسان كتلك التي تسبب ظاهرة المد الأحمر في الشواطئ البحرية.
- تستخدم العديد من أفرادها كأدلة حيوية على التلوث من خلال كونها كواشف حيوية تنشط أو تختفي بشكل كبير في الأوساط الملوثة بعوامل مختلفة من المعادن الثقيلة أو الملوثات العضوية المختلفة.
- تمثل معظم أفرادها من حرة المعيشة مادة مهمة في الدراسات البيئية وخاصة علم السموم البيئي وذلك لسهولة تربيتها وقلة التكاليف المطلوبة وكونها كائنات حساسة لمتغيرات الوسط.

الموقع التصنيفي:

صنفت هذه الشعبة إلى ثلاث تحت شعب ثانوية أو الشعبيات وذلك اعتمادا على مميزات تشترك بها الأنواع الحيوية في كل شعبية وتميزها عن الأخريات، والشعبية الأولى هي السوطيات Mastigophora وتضم هذه المجموعة أوليات نباتية وأوليات حيوانية تنظم كل منها إلى رتب تميزها عن غيرها ببعض الصفات المشتركة والشعبية الثانية هي اللحميات Sarcodina وهي بدورها تقسم إلى تحت طائفة ثم إلى رتب اعتمادا على صفات اتفق عليها علماء التصنيف أما الشعبية الثالثة فهي الأوليات Opalinata ولقد تم اعتماد على صيغة لكتابة التصنيف لكل مجموعة من الأوالي من قبل علماء التصنيف على أساس أنها مملكة مستقلة ويبدأ التصنيف بالمملكة ثم الشعب الرئيسية ومن ثم تحت الشعب والطوائف والرتب والعوائل والأجناس والأنواع كما هو معمول في النظم الحديثة من مراجع التصنيف الحيوي لذلك قسمت هذه الشعبة كما يلي:

مملكة الأوالي	**Kingdom of Protista**
شعبة اللحميات السوطية	**Phylum: Sarcomastigophora**
تحت شعبة السوطيات	**Subphylum: Mastigophora**
تحت شعبة اللحميات	**Subphylum: Sarcodina**
تحت شعبة الأوبلينيات	**Subphylum: Opalinata**

وهذا النمط من التصنيف جاء نتيجة لتنوع الأحياء التي تنطوي تحت هذه الشعبة الكبيرة وكثرة التداخلات بين هذه الأنواع، والشكل (4-4) يبين أحدث ما توصلت إليه المراجع التصنيفية لهذه الشعبة المهمة.



شكل (4-4) مخطط تقسيم شعبة اللحميات السوطية Sarcomastigophora.

الأهمية البيئية والحياتية للحميات Role of Sarcodina in building

تحتل أفراد هذه الشعبة أهمية كبيرة في دراسة علم الأحياء بشكل عام وعلم الأوالي بشكل خاص وذلك لسببين رئيسيين هما:

الأول: تفسير وحل مشاكل التداخل بين الاحياء

وذلك من خلال كونها من أوسع الشعب الأولية في العدد وأكثرها تنوع في الخصائص الحيوية وأكثرها تداخل مع الشعب الأخرى من عوالم الأحياء وأن دراستها وتقسيمها بالشكل الذي اشرنا إليه سابقًا قد ساعد في فك الاشتباك والتداخل الحاصل بين الطحالب واللافقاريات والفطريات وعلم الطفليات وغيرها من المشاكل التصنيفية من خلال ما يلي:

1- وضع جميع الطحالب وحيدة الخلية حقيقية النواة سواء كانت نباتية كاملة أو تحمل صفات نباتية حيوانية مشتركة ولكن لها صبغات لتلبية ضمن طائفة الأوالي من حاملات الأسواط النباتية Mastigophora.

2- وضع جميع الكائنات الحيوانية وحيدة الخلية السوطية سواء حرة المعيشة أو الطفلية في طائفة الأوالي من حاملات الأسواط الحيوانية Zoomastigophora.

3- وضع جميع الحيوانات وحيدة الخلية ذات الصفات الحيوانية الكاملة من اللحميات العارية أو المغلفة أو من الشعاعيات والشمسيات في تحت شعبة اللحميات Sarcodina التي تضم عدة طوائف وتحت طوائف كما بينا سابقا في الشكل (4-1).

4- وضع جميع الفطريات الهلامية أو المخاطية من وحيدة الخلية والتي تتصرف في الجزء الأول من حياتها كحيوانات أميبية مترحمة في تحت طائفة كاملة تحت تسمية Zoomycota أو Myxozoa.

5- وضع الاوبليتيات في تحت شعبة جديدة هي Opalinata بعد أن كانت لزمن قريب تصنف ضمن الهدبيات حيث كانت تدعى بالهدبيات الأولية Prociliata نتيجة للتعرق على طبيعة الأنوية والمحتوى الوراثي وطبيعة التراكيب الخيطية التي تحيط الجسم والتي تختلف عن الهدبيات كما سيتم التعرض إليه بالتفصيل عند دراسة تحت شعب الأوبليتيات.

أن دراسة هذه الشعبة بهذه الكيفية قد وضع حلولا مقنعة لتفسير العلاقات التطورية بين الأحياء وسهل من مهمة العلماء في أقناع جمهور المثقفين من الحياتيين وغير الحياتين بفكرة تقسيم عالم الأحياء إلى العوالم الخمسة التي طرحها الباحث هويتاكر في أواسط القرن العشرين.

الثاني: دور اللحميات في تكوين الرواسب الأرضية وقاع البحار.

حيث تشير الدراسات الجيولوجية والتطورية بان الثقبات والشعاعيات قد ظهرت من عصر قبل كمبري Precambrian وما يستدل على ذلك من سجلات الآثار والحفريات التي تركتها هذه الكائنات حيث إن أصدافها حفظت في الطبيعة بدون تغير في كثير من الأحيان وقد وجد من خلال دراسة هذه الحفريات بان الأحياء المنقرضة لا تختلف كثيرا عن الأنواع الموجودة حاليا ويعتقد أن الثقبات والشعاعيات قد ازدهرت في العصرين الطباشيري Cretaceous والثلثي Tertiary خاصة، وكان بعضها من اكبر الحيوانات الأولية على الإطلاق حيث يصل قطرها إلى أكثر من 100 ملم أو أكثر.

وخلال ملايين من السنين تراكمت بقايا هذه الكائنات على شكل أصداف على قاع المحيط مكونة تربة صدفية أو ردغة Ooze متميزة غنية بهادئ الجير والرمل معظم هذه الردغة مكونة من أصداف جنس Globigerina التي تغطي ثلث قاع البحر تقريبا وتزدهر الجلوبجرانيا في المحيط الأطلنطي خاصة وكذلك توجد الشعاعيات Radiolaria ذات الأصداف السليكونية Silica وذات الذوبان القليل على أعماق كبيرة تتراوح بين 15000-20000 ألف قدموا بشكل خاص في المحيطين الباسيفيكي والهندي بصورة رئيسية وتغطي الردغة الشعاعية حوالي 2-3 مليون ميل مربع وتحت ظروف بيئية جيولوجية معينة تكون الردغة الشعاعية أنواع خاصة من الصخور هي حجر الصوان غير النقي حيث وجد كثير من الشعاعيات الحفرية في الصخور الثلثية في كاليفورنيا.

وقد تم تقدير سمك هذه الرواسب البحرية العميقة بحوالي 400-700 متر ولكن من الملاحظات مستوى الترسيب بطيء جدا حيث إن التقديرات تشير إلى إن ردغة قد ازدادت من 1-12.5 ملم من ألف عام كما تقدر صدفات الثقبات في غم واحد من الرواسب بحوالي 50000 صدفة مما يعطي فكرة عن الأعداد الهائلة لهذه الكائنات الدقيقة وطول الوقت الذي تستغرقه لتكوين هذه الطبقة من الرواسب على قاع المحيط .

أن الأهمية الكبيرة عمليا هي تكون رواسب الحجر الجيري Limestone والطباشير Chalk التي ترسبت بتراكم هذه الكائنات الدقيقة عندما كان البحر يغمر ما هو يابس اليوم ونتيجة للتغيرات الجيولوجية ظهرت هذه الصخور الرسوبية كأراضي جافة وكذلك وبنفس الطريقة الرواسب الطباشيرية وفي مناطق إنكلترا ومن ضمنها جرف دوفر البيضاء وكذلك فان أهرامات مصر قد

شيدت من الحجار التي قطعت من طبقات الحجر الجيري المكون من الأصداف الفائلة من الثقبات التي ازدهرت أثناء العصر الثالثي المبكر Early tertiary period.

كما أن التعرف طبيعة التحجرات وأنواع الأوالي المغلفة م الثقبات والشعاعيات يعتبر ذات أهمية جيولوجية للباحثين عن البترول أثناء عمليات البحث والتنقيب وكذلك في دراسة العلاقة بين طبقات ونوعية الصخور في المنطقة المدروسة.

الثالث: دورها في تخصيب وتنوع التربة.

يؤكد علماء ميكروبيلوجيا الأراضي بأن اللحميات الموجودة في تربة هذه الأراضي يساهم بشكل كبير في حفظ التوازن العددي بين الأحياء المجهرية للتربة لأنها مفترسات نشطة لبكتريا التربة حيث تقدر بعض الدراسات بأن الأولي الواحد من اللحميات مثلا يحتاج إلى 40000 خلية بكتريا لكي يكمل النمو والانقسام، كما يعتقد بأن هذه الأوالي تساهم في تحول بعض العناصر الغذائية الموجودة في التربة كتحلل المواد العضوية إلى فوسفات ومن ثم إلى فسفور (Alexander,1982، محمود وآخرون 1987).

الفصل الخامس
تحت شعبة السوطيات

- تمهيد
- خصائص تحت شعبة السوطيات
- تقسيم تحت شعبة السوطيات
- طائفة السوطيات النباتية
- تقسيم طائفة السوطيات النباتية:
- رتبة السوطيات الذهبية
- رتبة السوطيات الخفية
- رتبة ثنائية الأسواط الدوارة
- رتبة السوطيات العينية الطحالب (اليوجلينية)
- رتبة السوطيات الخضراء
- رتبة المتلفات
- طائفة السوطيات الحيوانية
- تقسيم طائفة السوطيات الحيوانية:
- رتبة ضوقية الأسواط
- رتبة الحبليات الحركية
- رتبة ملتويات الأسواط
- رتبة جذرية الأسواط
- رتبة متضاعفة الأسواط
- رتبة شعرية الأسواط
- رتبة دقيقات الأسواط
- رتبة مفرطة الأسواط

الفصل الخامس

تحت شعب الوسطيات Subphylum Mastigophora

تمهيد:

تشمل تحت شعبة الأوالي السوطية عددا كبيراً من الأوالي ذات الخصائص النباتية السائدة من حيث وجود الأصباغ التمثيلية والقدرة على صنع الغذاء والمعيشة الحرة أو التكافلية وعدد كبير آخر من الأوالي ذات الصفات الحيوانية السائدة في الأطوار البالغة وهي كائنات متباينة في التغذية منها المفترس ومنها رمية التغذية ومنها ما هو ذاتي التغذية بشكل مؤقت أو رميٌ أو كلاهما معا وبعضها متطفل، وكذلك تظم عدد آخر من الأوالي ذات الصفات النباتية الحيوانية المشتركة من الناحية التركيبية وليس المظهرية فقط.

ولكن هذه الأوالي المختلفة في الصفات المظهرية والتركيبية تشترك جميعا بامتلاكها سوط واحد أو أكثر في الطور البالغ من حياتها. لذلك يميل بعض الباحثين إلى تسميتها بالسوطيات الحيوانية النباتية أو النباتية الحيوانية نتيجة لهذا التشابك والتداخل في الصفات، وتضم تحت شعبة السوطيات كما أتفق عليه في اغلب مراجع تصنيف الأوالي الحديثة طائفتين رئيسيتين هما طائفة السوطيات النباتية Phytomastigophora وطائفة السوطيات الحيوانية Zoomastigophora ويمكن أجمال أهم ما يميز هذه المجموعة من الأحياء عدد من الخصائص تنفرد بها عن بقية الأوالي كما سيتم توضيحه في الفقرة اللاحقة.

خصائص تحت شعبة السوطيات:

تمتاز أفراد تحت شعبة السوطيات بالميزات التالية التي لا تتكرر في الأوالي الأخرى ومن أهمها ما يلي:

1- تحمل أفرادها صفة نباتية مهمة وهي وجود الصبغات التمثيلية بشكل دائمي كما في أفراد السوطيات الخضراء والحقية والذهبية أو خلال الفترة الأولى من العمر كما في بعض أفراد رتبة ثنائية الأسواط أو أنها تتغير خلال دورة الحياة كما في اليوجلينيات.

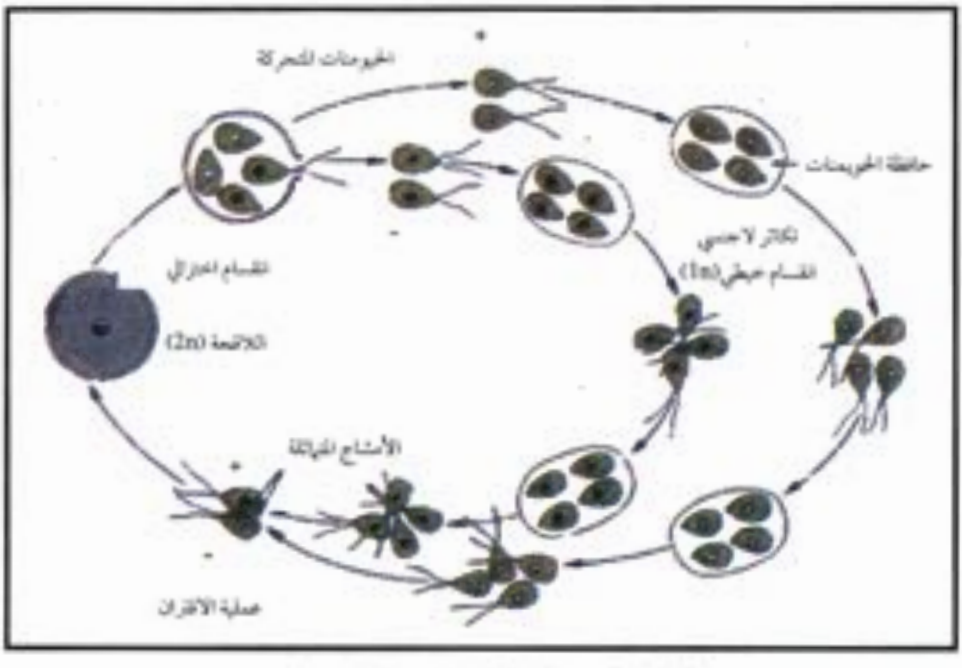
2- تحمل أفرادها صفات حيوانية وهي القدرة على الحركة بواسطة الأسواط في الطور اليافع.

3- تحمل بعض أفرادها صفات نباتية حيوانية مشتركة طيلة دورة الحياة وتستخدم هذه الخاصية عند الحاجة وتغير الظروف البيئية كما في اليوجليبات، حيث يتبدل الغلاف والجدار الخلوي إلى تركيب مرن يسمى بالجليد Periplast وتحمل أسواط وبلاستيدات ملونة وبقع عينية لتحسس الضوء.

4- تتنوع في أفرادها طريقة التغذية فنجد في أفرادها التغذية الذاتية والنباتية من افتراس وترمم وشرب خلوي والتغذية الناضحة وغيرها.

5- يحصل في بعض أفرادها ظاهرة التحول الغذائي من ذاتي التغذية إلى مترمم كما في اليوجليبات أو مفترس كما بعض ثنائية الأسواط الدوارة.

6- تتكاثر أفرادها عن طريق أغلب أنماط التكاثر الجنسي من انشطار ثنائي ومتعدد وتبرعم أو تكاثر داخلي أما التكاثر الجنسي فهو محدود ويحصل بالاتحاد المشيجي Syngamy ولا تكون أفرادها أي نوع من الأبواغ كما في الشكل التالي:



شكل (5-1) التكاثر الجنسي في السوطيات.

7- تنتشر أفرادها في التربة والماء وتعيش بصورة حرة وبذلك تساهم في الإنتاج والتحليل الحيوي أو تكون متطفلة على أجسام الحيوانات والنباتات أو تكون متكافلة أو طفيليات داخلية في الإنسان والحيوانات المختلفة.

8- العديد من السوطيات عبارة عن منتجات أولية مهمة في البيئات المائية العذبة والبحرية لذلك فإن وجودها له أهمية اقتصادية وبيئية كما تساهم في عملية تكون وبناء الشعاب المرجانية.

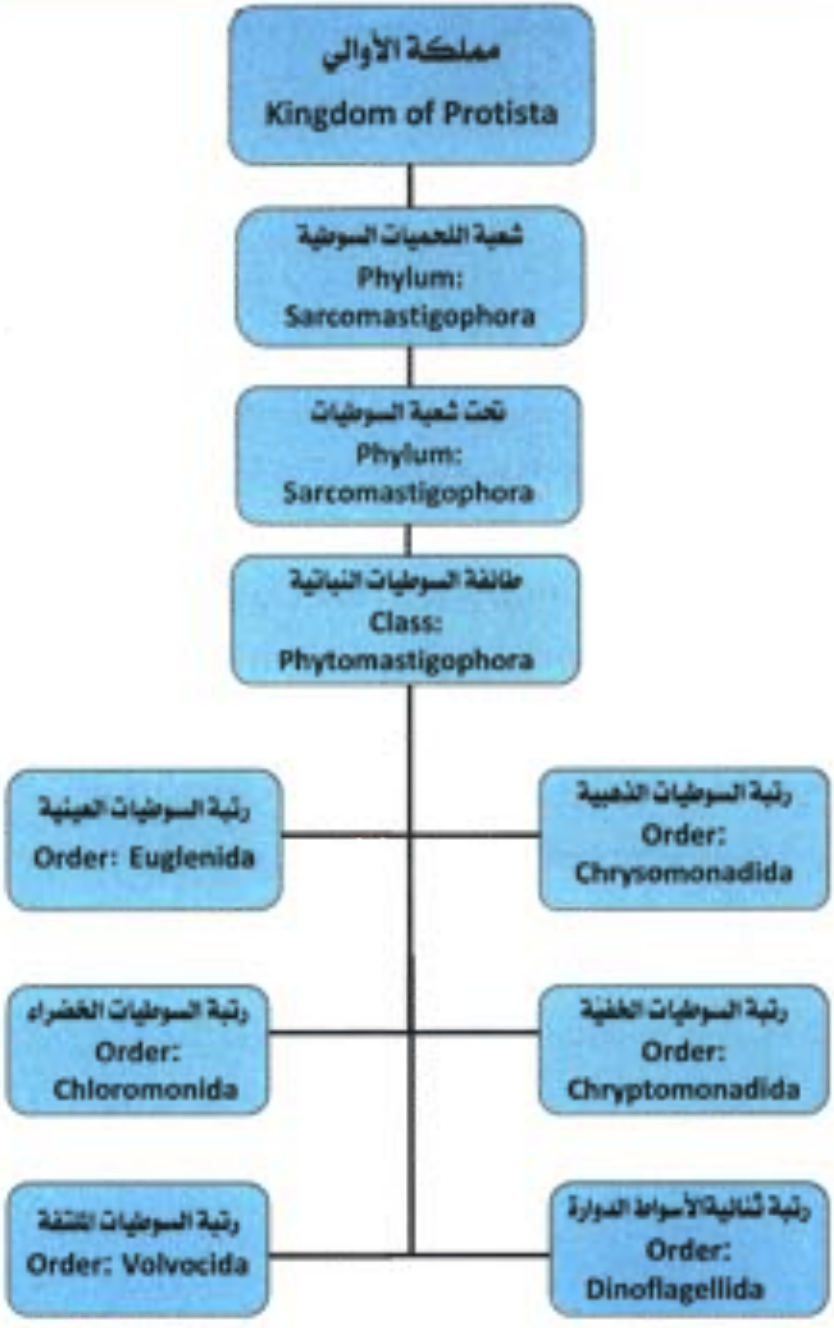
9- نتيجة للتباين في الصفات الأساسية وخاصة طريقة المعيشة وطبيعة التغذية وضعت في طائفتين رئيسيتين هما طائفة السوطيات النباتية وطائفة السوطيات الحيوانية تضم كلا منهما عدد من الرتب والأجناس والأنواع الحيوية .

(أ) طائفة السوطيات النباتية Class: Phytomastigophora

تضم هذه الطائفة أو الصف كائنات تشبه النباتات في تركيب الأغلفة بدرجة معينة وكذلك في طرق تغذيتها حيث تستطيع صنع غذائها بطريقة ذاتية نتيجة لاحتوائها على البلاستيدات الخضراء والملونة ولكن البعض منها تتغذى بطريقة رمية في ظروف خاصة ومحددة أو تبدل طريقة المعيشة كما يتالي الخصائص العامة، وللسوطيات النباتية سوط واحد أو سوطان أو أربعة أسواط أو أكثر، وغالبا ما تكون حرة المعيشة بصورة منفردة وبعض السوطيات تكون مستعمرات من مجموعة أفراد عن أفراد المستعمرات الأخرى بكونها تكون أغلفة شفافة تزيد من تماسك أفراد المستعمرة، وما يميزها عن النباتات الأخرى كذلك هي طبيعة الغذاء المخزون في أفرادها البالغة فهو أما يكون نشأ وبروتين أو يكون لايكوسين أو دهون أو بريليوم وغيرها من التركيبات، لذلك نجد أن طبيعة الصبغة السائدة ونوع الغذاء المخزون قد أخذت حيزا مهما في تحديد الصفات التصنيفية التي يعتمد عليها في التفريق بين أفراد هذه الطائفة وكما يتبين من التقسيم التالي:

تقسيم طائفة السوطيات النباتية: Classification of Phytomastigophora

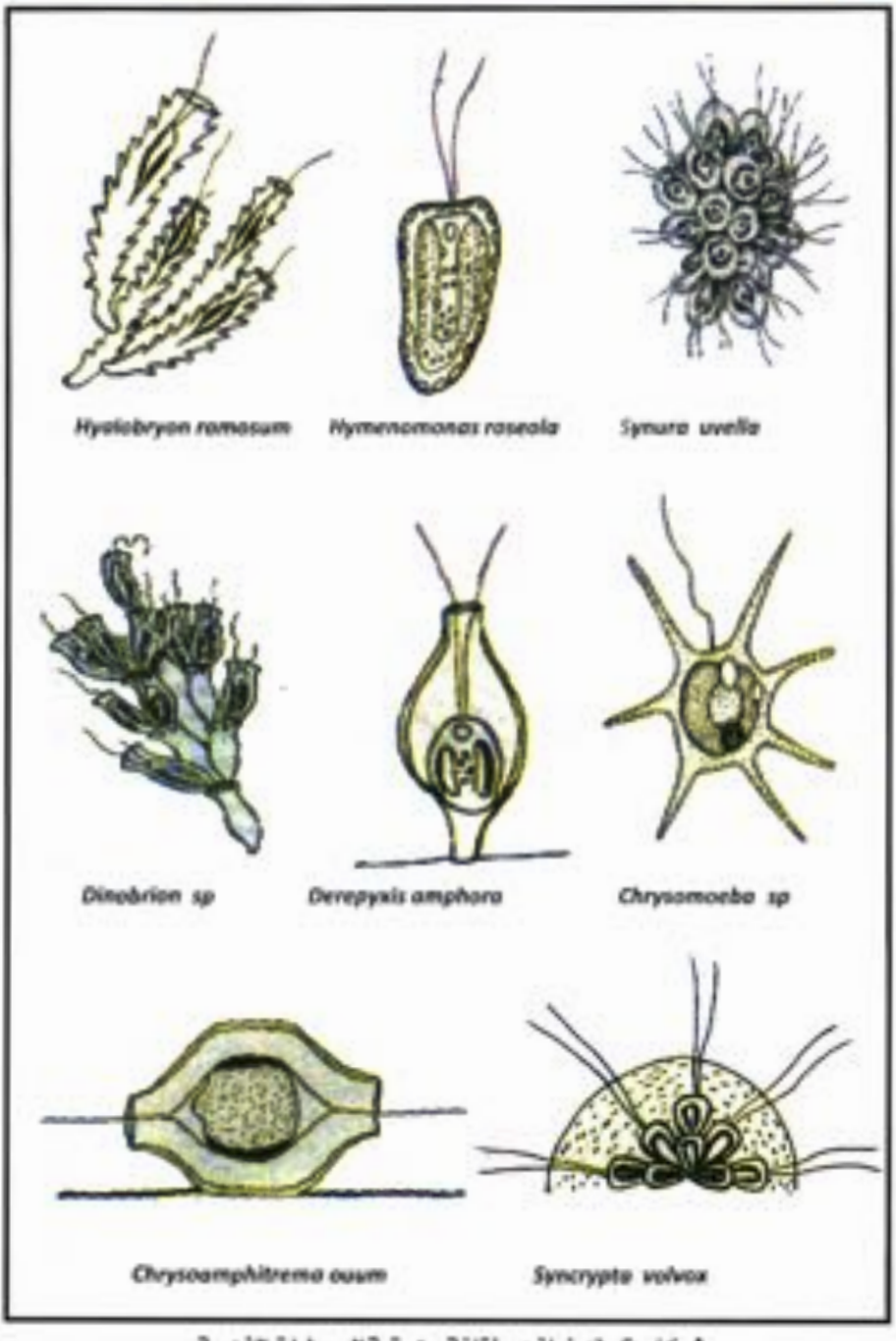
إن أحدث النظم التصنيفية لعلم الأوالي تقسم طائفة السوطيات النباتية إلى ستة رتب رئيسية بناء على تركيب الجسم والصبغة السائدة والطبيعة الكيميائية للغذاء المخزون بالإضافة إلى الشكل العام للجسم وطبيعة الأسواط وكل رتبة تحمل عدة أجناس تجمعها أيضا صفات عديدة متشابهة وكما يلي:



شكل (5-2) مخطط تقسيم طائفة السوطيات النباتية.

(1) رتبة السوطيات الذهبية Order: Chrysomonadida

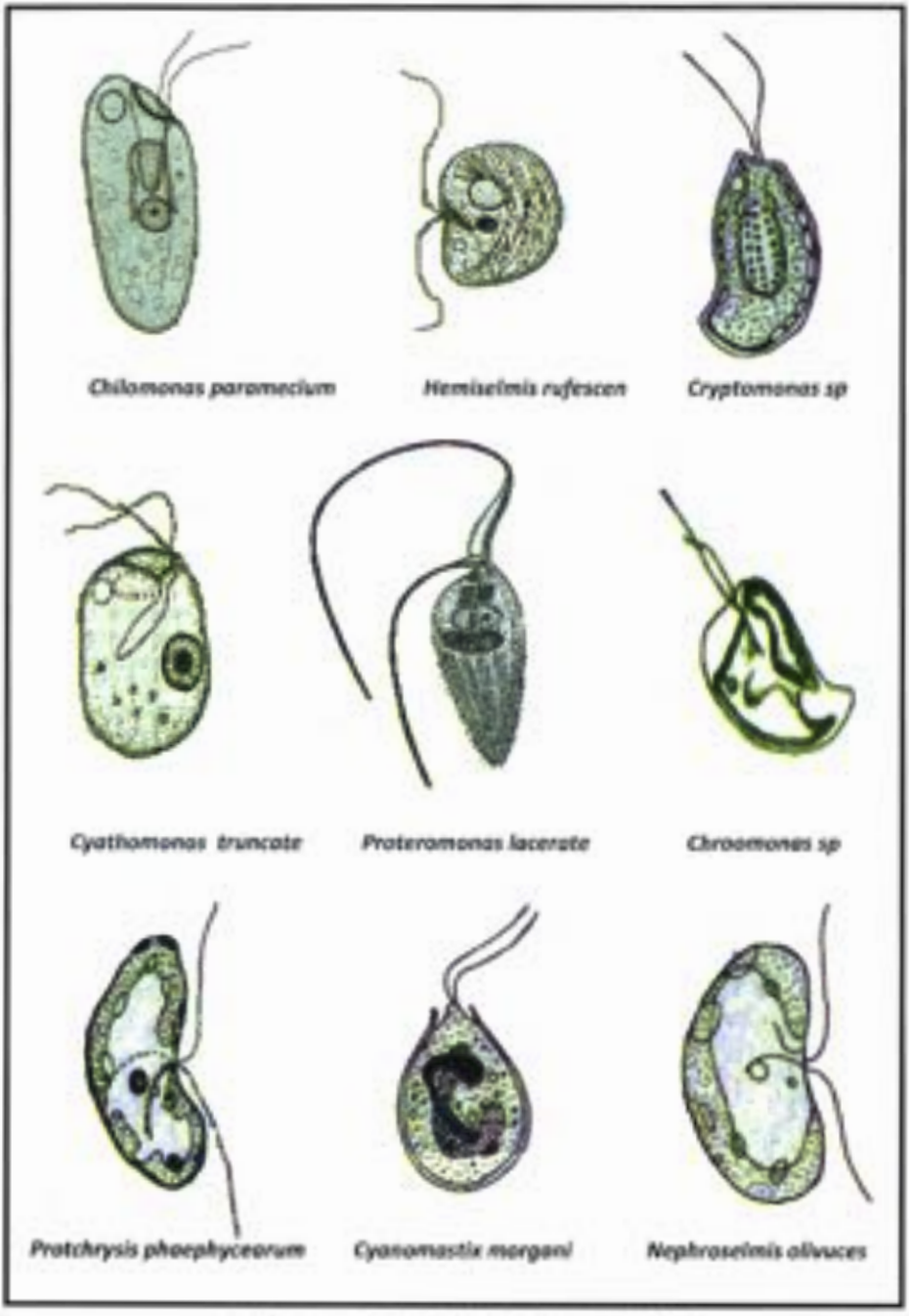
وتضم هذه الرتبة العديد من الأوالي معروف منها حتى وقتنا الحالي أكثر من 1000 نوع تعيش معظمها في المياه العذبة وبعضها في المياه البحرية وتصنف ضمن الطائيات المائية بالدرجة الأساس وبعضها يكون من الأوالي الملتصقة epiphytic وتشترك بشكل فاعل في السلاسل الغذائية المائية، وتمتاز أفرادها بعدة مميزات تفصلها عن بقية السوطيات ومن أهمها وجود الصبغات البنية – الصفراء وكل فرد فيها يحمل بلاستيدة واحدة أو أكثر تختلف في الشكل والترتيب، عدم وجود فتحة الفم والمزرد، الأسواط من 2 إلى أربعة غير متماثلة في الطول والشكل في معظم الأجناس كما أن المواد الغذائية فيها تخزن على شكل ليكوسين Lycocin ودهون Lipids، تعيش الغالبية من أفرادها بصورة مفردة والقليل منها على شكل مستعمرات والبعض له مظهر أميبي مسوط، كما أن السوط في الغالب يكون من نوع Silicoflagellates وكذلك الأغلفة الخلوية والجدران تكون مدعمة بمادة السليكا، ومن الخصائص المهمة في هذه المجموعة أنها في حالة الإضاءة القليلة تفقد البخضور تدريجيا وتتحول إلى التغذية المتباينة heterotrophic وتفترس البكتريا أو الدايتومات، التكاثر الجنسي قليل الحدوث وأن يحصل يكون من النوع من الجميتي المتشابه المتحوصل isogamuos cyst يكون متبوع في العادة بانقسام جنسي ثاني داخل الكيس أو الحوصلة (الغلاف السميك الذي تكونه هذه السوطيات) وقد شخصت هذه الفعالية ودرست من قبل الباحثين (Fott, 1964, Round, 1965) كما أن التكاثر اللاجنسي يحصل بالانشطار البسيط أو التبرعم أو الانشطار المتعدد وشائع في أفراد هذه الرتبة ومن أهم أجناس *Synura, Uroglena, Dinobrion, Mallomonas Chrysomoeba* والشكل (5-3) يبين نماذج من أفراد هذه الرتبة:



شكل (5-3) نماذج مختلفة من رتبة السوطيات الذهبية.

(2) رتبة السوطيات الخفية Order: Chryptomonadida

وتضم عدد من الأوالي تمتاز بان لها نوعين من حاملات الأصباغ هي الخضراء والزيتية ويكون لها مزود ومن مميزاتها أيضا أنها تخزن الغذاء على شكل نشأ، معظم أفرادها صغيرة الحجم تتراوح أفرادها حوالي 35 مايكرون ويحتوي الجسم على سوطين تنبع من مقدمة الجسم وتتجه إلى الأمام والفجوه المقبضة تقع في جانب واحد بالقرب من نهاية الجزء الأمامي للجسم بينما النواة كروية الشكل وتقع بالقرب من الثلث الأخير من الجسم والسايتوبلازم يكون كثيف وزيتي المظهر معظم أفرادها تنمو وتزدهر في المياه النقية وفي القنوات جيدة الجريان والمياه المنخفضة الحرارة وكما تشير الباحثة Berizena ,1984 بان هذه الأوالي تواجدت بشكل كثيف في مجاري المياه الخارجة من مصانع السكر اما بالنسبة إلى جنس *Chilomonas* فهو يعيش في المياه الآسنة الملوثة وخالي من البلاستيدات لذلك هو عديم اللون ويحتوي فجوة قابضة بالقرب من النهاية الأمامية ونواة كروية الشكل ويتغذى عن طريق امتصاص المواد الغذائية المنحلة عبر سطح الخلية ، ومن أشهر أجناسه *Cryptomonas, Cryptomonas, Cyathomonas Proteromonas , Chroomonas , Hemiselmis, Chilomonas ,Cyanomastix Protochrysis , Nephroselmis* والشكل (4-5) يعطي نماذج مختلفة من أفراد هذه الرتبة.

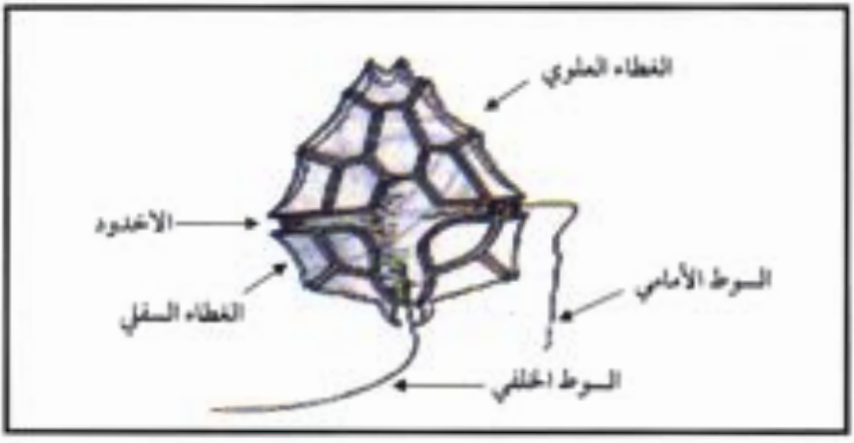


شكل (5-4) نماذج مختلفة من رتبة السوطيات الخفية.

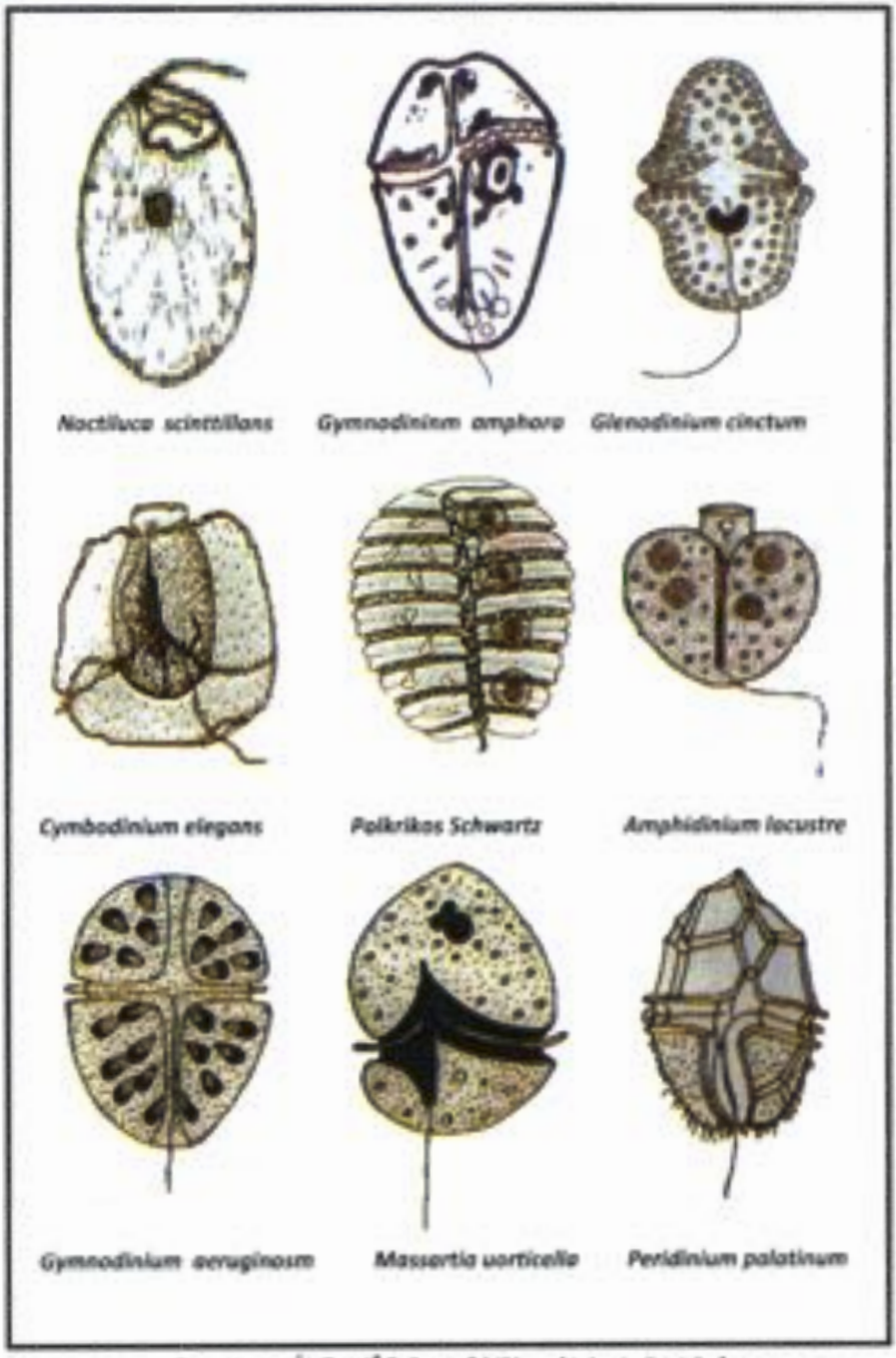
(3) رتبة ثنائية الأسواط الدوارة Order: Dinoflagellates

وتشمل هذه الرتبة على عديد من الأوالي التي يصل عددها إلى حوالي 1000 نوع وتعتبر من أكثر السوطيات النباتية انتشارا وتسمى أيضا الطحالب الدوارة وتمتاز بان لها حاملات أصباغ كثيرة ومتنوعة منها ذات اللون البني أو البني المحمر حيث تحتوي على صبغة البريدنين Peridinin والنيوبريدرين Neoperidinin بالإضافة إلى الصفراء والخضراء A و C ويكون فيها لخزين الغذاء على شكل نشأ ودهون. ولكن في نفس الوقت يوجد القليل منها غير ملونة وتتحول إلى مفترسة لتلك ما يماثل الفتحة الفمية وتكون عارية بعد أن تتخلص من الجدار السليلوزي وتصبح ذات حركة حرة كما في جنس Noctiluca ، وتتميز الأنواع التي تحتفظ بالجدار الخلوي من أفراد هذه المجموعة بكون أجسامها مكونه من جزء علوي يسمى Epicon وجزء سفلي Hypocon ويفصل بينهما أخدود يبرز منه زوج من الأسواط، ومن المميزات المشتركة بين الأنواع هي أن السوطين المذكورين أحدهما يبرز من ميزاب عرضي والأخر من ميزاب خلفي نحو نهاية الجسم مما يسبب الحركة الدورانية حول المحور الطولي للجسم ومنها جاءت التسمية الشائعة لأفراد هذه المجموعة من الأوالي كما يظهر في الشكل (5-3). تضم هذه الرتبة بعض الأنواع البحرية التي تسبب ما يسمى بالمد الأحمر، وهذه الظاهرة توجد في فلوريدا وتكساس نتيجة وجود الجنس *Psychodiscus brevis* وفي كاليفورنيا مرتبطة بجنس *Gonyaulax* وفي المحيط الهندي بجنس *Trichodesmium* وهي تحدث في الأماكن التي تتكاثر بها هذه المجموعة من الأوالي بكثافة عالية حيث يتحول لون الماء إلى اللون الأحمر أو البني حسب لون السوطيات الموجودة وهذا الازدهار في البحر يسبب مشاكل بيئية نتيجة إفراز مواد سامة من هذه الأوالي ومن الجدير بالذكر أن هذه المواد السامة لا تؤثر على الأوالي المنتج لها وإنما تأثيرها على الأسماك والكائنات الأخرى وأكثر هذه الكائنات تأثراً هي المحارات والرخويات من ذوات المصراعين لأنها تتغذى على هذه السوطيات حيث يتركز السم في جسمها وتصبح سامة للإنسان عندما يتغذى عليها. كما بينت الدراسات بأن بعض هذه السوطيات تتبدل فيه طريقة التغذية الذاتية تحت ظروف بيئية خاصة وتتحول إلى مفترس من خلال التخلص من الجدار النباتي وتكوين فتحة فمية أو تكون تلك الفتحة بين الصفائح قرب المنطقة الخلفية لغلاف الجسم

وبذلك تستطيع أن تبتلع فريستها من خلال منطقة الفم، أما في أفراد جنس نوكتيلوكا *Noctiluca* فهو مفترس شره ذو لامسة طويلة متحركة وبيرز قرب قاعدتها سوط قصير وهو من الكائنات البحرية التي تستطيع أن تنتج الإضاءة الذاتية الحية *Bioluminescence* والشكل (5-5) يوضح التركيب النموذجي لأحد أجناس هذه الرتبة ومن الأجناس الشائعة من هذه السوطيات *Polbrikos, Gymnodinium, Cymbodinium , Exuviella, Oxyrrhis* وغيرها والشكل (5-6) يبين نماذج مختارة من الرتبة.



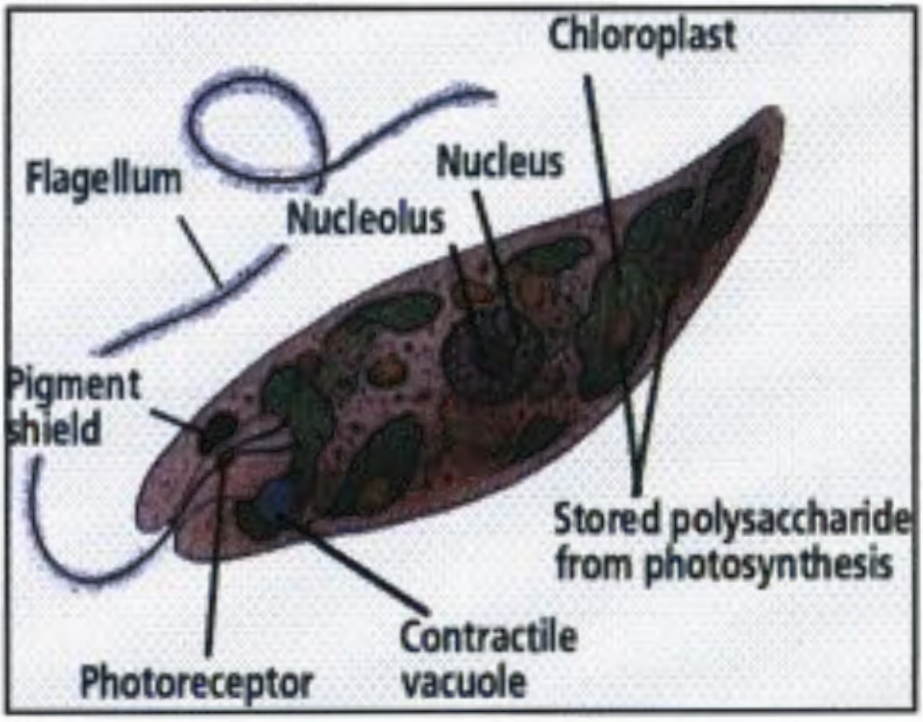
شكل (5-5) التركيب النموذجي في ثنائية الأسواط الدوارة.



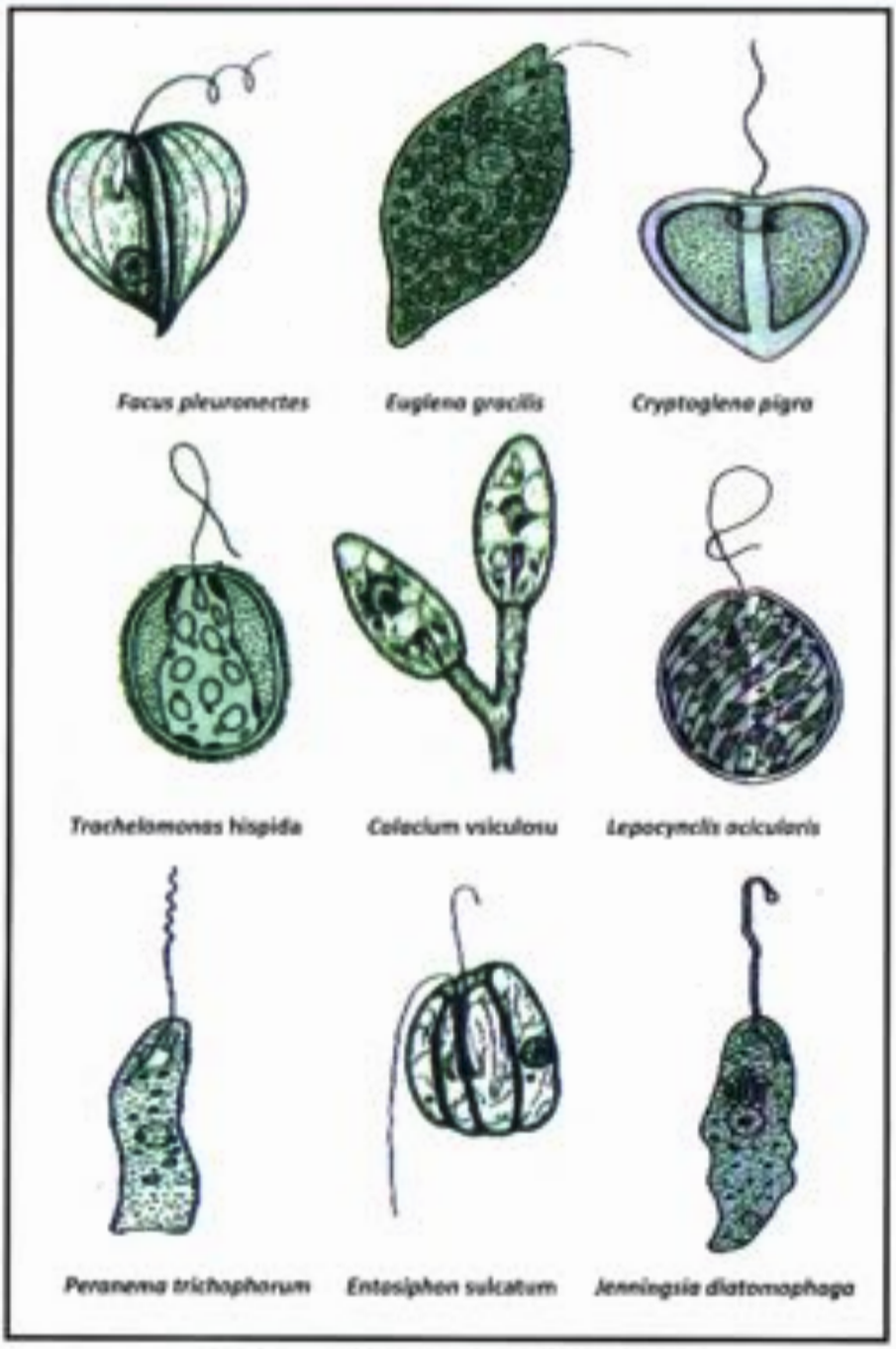
شكل (5-6) نماذج مختلفة من رتبة ثنائية الأسواط الدوارة.

(4) رتبة السوطيات العينية Order: Euglenida

تحتوي هذه المجموعة على حوالي 1600 نوع تتواجد في المياه العذبة وبشكل خاص الأحواض ومياه الأنهار والبرك المحتوية على نسب عالية من المواد العضوية والمياه المتزهرة كما توجد بعض أفرادها في المياه المالحة والمياه المويلحة وتعيش عادة بصورة هائمة وتتميز بسرعة حركتها وتغير شكلها وهي تحمل صفات نباتية حيوانية مشتركة، وأما ما يميزها عن غيرها من السوطيات النباتية هو وجود البقعة العينية Axesspote أو stigma والتي تقع بالقرب من قاعدة السوط وهي مستقبل حقيقي للضوء، وأن الغذاء يخزن فيها على شكل بروتين خاص يسمى Paramylion . كذلك تتميز بأن أسواطها لها صف واحد من الشعيرات الليفية، ويكون الجسم فيها أحادي السوط أو ثنائي وهو مغزلي الشكل ونهايته الخلفية أكثر دقة من نهايته الأمامية. تكون الحركة في اليوجلينيات مماثلة من حيث الآلية للحركة في السوطيات الأخرى، ويحاط الجسم بغلاف عضوي خاص يسمى بالجليد Periplast وهو غشاء رقيق ولكنه مرناً حيث يمكنها من تغير شكلها وأداء نمط خاص بها من الحركة تحت ظروف معينة يسمى بالحركة اليوجلينية كما سبق توضيحه ويتكون الجليد من مواد بروتينية حية وبهذا يختلف عن جدار الخلية النباتية السليلوزي وقد اظهر المجهر الالكتروني لجنس اليوغلنا *Euglena* وهو أشهر الأجناس لهذه الرتبة بان الجليد يتكون من شرائط رقيقة وقوية مرنة وتترتب بصورة متوازية أو مائلة تحت الجسم ويوجد في جسم الأولي أيضا تركيب حويصلي كروي يقع في النهاية الأمامية من الجسم يدعى المستودع ويفتح عن طريق بلعوم الخلية وتعرف هذه الفتحة بفم وهو قمعي الشكل ويقع في النهاية الامامية للجسم ويتصل بالبلعوم الذي يتصل بين الفم والمستودع ويبطن المستودع الغشاء السايتوبلازمي ولا يحتوي على الجليد ويستخدم للتخلص من الماء الزائد ولا يستخدم في عملية التغذية، ولكن أهم هذه الصفات هي وجود حاملات الأصباغ الخضراء شريطية الشكل وتترتب بصورة شعاعية من مركز الخلية مكون شكل مشابها لشكل النجمة هذا ما تم مشاهدته في المجهر الالكتروني على جنس اليوغلينا وأيضا تم مشاهدة الفجوة المتقلصة تقع بالقرب من المستودع ويحاط بعدد من الفجوات الثانوية أما بالنسبة إلى النواة فتكون كبيرة مستديرة أو بيضاوية وتحتوي على حبيبات الصبغة وكمية كبيرة من العصير النووي وتقع بالقرب من مركز الخلية ويحيط بها غشاء نووي يتكون من غشائين تتخللها فتحات وتحتوي على عدة أنوية والشكل التالي يبين أهم تفاصيل الجسم ومكوناته.



شكل (5-7) التركيب النموذجي في السوطيات العينية جنس اليوجلينا (الوقع، 17).

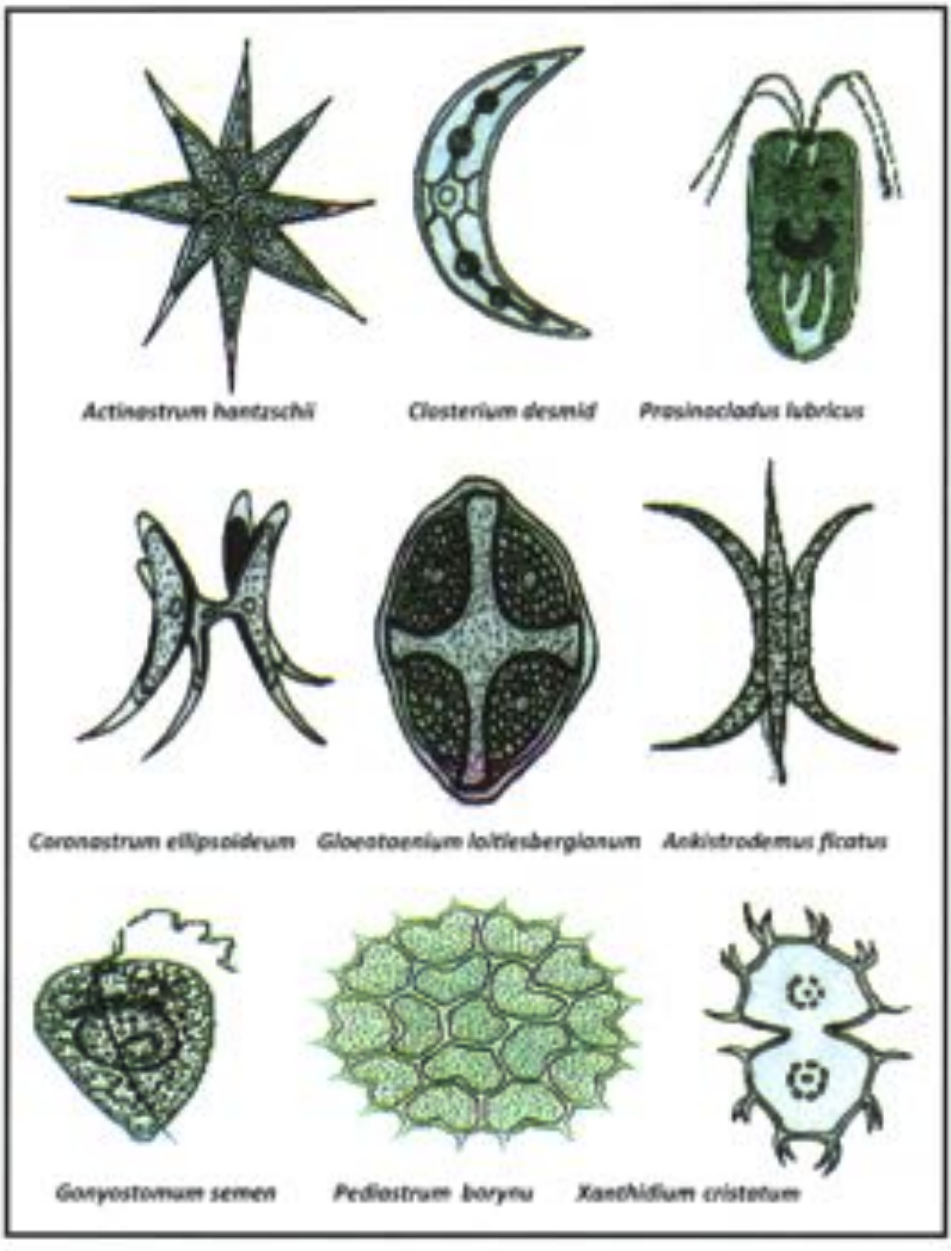


شكل (5-8) نماذج مختلفة من رتبة السوطيات العينية.

تتكاثر معظم أفراد هذه المجموعة بالانشطار الطولي من الجزء العلوي إلى نهاية الجسم وبعض الأحيان تتكاثر بالتكيس Encytement أو تكوين الحويصلات Cysts وذلك في فترات الخمول التي يمر بها الأولي وحالة التكيس يعقبها تكرار الانشطارات الثنائية الطولية البسيطة والتي ينتج عنها 16-32 فرداً ثم يتمزق الكيس نتيجة انتفاخه فتنطلق الأفراد الجديدة . أما بالنسبة للتغذية فتتغذى أفراد هذه الرتبة التغذية الذاتية حيث تصنع الغذاء نتيجة لامتلاكها الصبغات التمثيلية أو تغذية رمية عن طريق امتصاص المواد العضوية من الوسط في حالة الظروف غير الملائمة لها أو انحجاب الضوء عنها داخل الماء لأي سبب كان وكذلك تتغذى بعض إفرادها بالافتراس حيث تفترس الطحالب والبكتريا كما في جنسي *Heteronema* , *Peranema*. أما أشهر أجناسها الأخرى *Coprmonas* , *Euglena*, *Facus* ,*Colacium* وكما يظهر في الشكل (5-8).

(5) رتبة السوطيات الخضراء Order: Chloromonadida

تضم هذه الرتبة العديد من الكائنات الأولية التي لها مميزات خاصة تميزها عن غيرها ومن أهم هذه المميزات أن حاملات الأصباغ تكون عديدة ومتنوعة ولكن صبغة اليخضور B. A هي السائدة في أفرادها، تخزن الغذاء على شكل دهون ، الجسم في الغالب فيها مفلطح وله غلاف مرن في الأطوار اليافعة يسمى Theca وهنا مزرد يمتد بين السوط ونواة الجسم ولا توجد فيها بقع عينية، والسوط في الغالب من النوع الشعري ويكون إما واحد أو اثنين أو أربعة وتبرز هذه الأسواط من منطقة منخفضة في بداية الجسم والبلاستيدات تأخذ اشكال مختلفة حسب الجنس، تتكاثر افرادها بعدة انماط من التكاثر اهمها الانشطار الثنائي وبعضها يتكيس ويتكاثر داخل الغلاف بطريقة Endogony تعيش افرادها في الغالب على شكل هائمات بصوره مفردة أو ملتصقة على سطح الصخور أو تكون مستعمرات ومن أهم أجناسها *Closterium, Gonyostomum , Pediastrum*, والشكل (5-9) يبين نماذج مختلفة من أفراد هذه الرتبة.

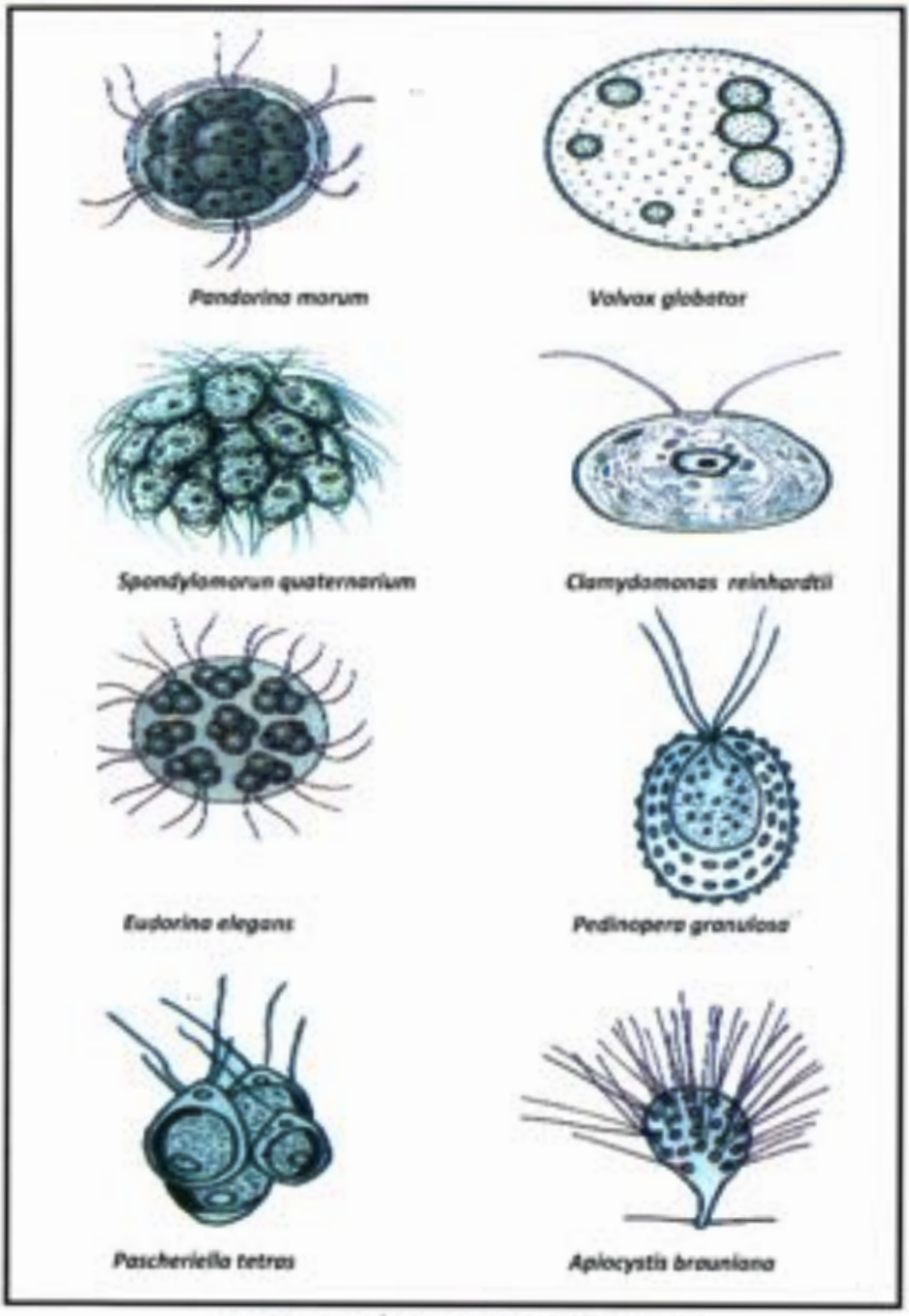


شكل (5-9) نماذج مختلفة من رتبة السوطيات الخضراء

(6) رتبة السوطيات الملتفة (الملتفات) Order: Volvocida

وتضم هذه الرتبة السوطيات التي تحمل أصباغ خضراء ولها سوطان أو أكثر ويكون الغذاء مخزون على شكل نشأ ومما يميز هذه الأولي أن الجسم يغطى بغشاء خلوي مدعم بالسليلوز مما يعطي غلاف قوي نسبيا، وتتميز بنوعين من الأشكال السوطية وينطلق السوط من ثقب من خلال الغلاف السليلوزي ويستند كل سوط على جسم حركي، أما التغذية فتكون ذاتية كاملة في معظمها وتتميز بأنها تحتوي على البلاستيدات الخضراء الكاسية الشكل ولكن أعداد قليلة منها تعيش رمية التغذية، كما توجد في أفرادها بقعة عينية حمراء تتحسس الإضاءة.

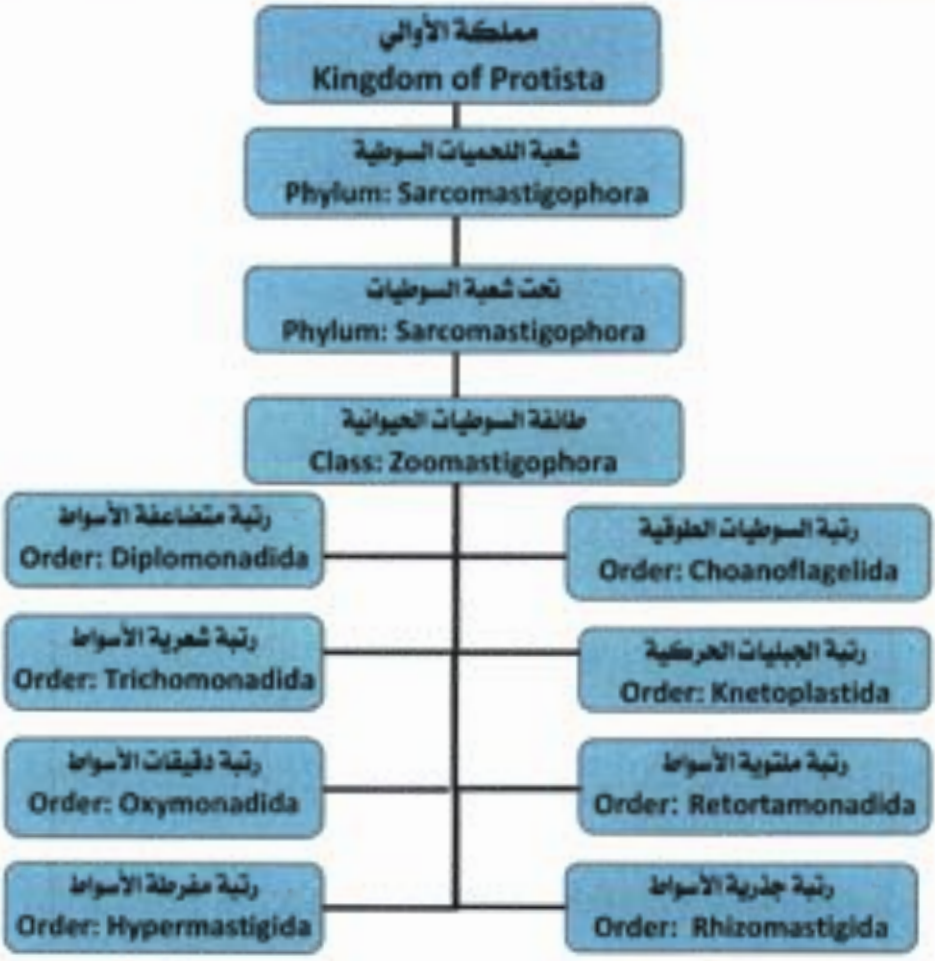
أما التكاثر فيكون النوع اللاجنسي هو شائع في الأنواع المفردة الحرة المعيشة، أما الأجناس التي تكون مستعمرات فتتكاثر لاجنسيا بالتجزأ وجنسيا بتكوين الكميتات المتماثلة والمختلفة كما يحصل نوع آخر من التكاثر هو الانشطار الداخلي Endogony كما مر شرحه في جنس الكلاميدوموناس، ومن اشهر أفرادها Volvox والذي يعتبر من أكثر النماذج الدراسية التقليدية لتوفره في البيئة، يتميز بلونه الأخضر ومستعمراته ذات الشكل الكروي يلاحظ وجود زوج من السيط في كل خلية من المستعمرة وترتبط الخلايا مع بعضها بواسطة ضفائر سايتوبلازمية مما يدل على تعاون فسيولوجي بين هذه خلايا فتتحرك هذه المستعمرة نتيجة لتوافق حركات جميع السيط وتكون حركتها أشبه بعملية الدحرجة وتبرز في هذه العملية بداية توزيع المهام الوظيفية وتخصص الخلايا بمهام التغذية والحركة والتكاثر ومن الأجناس الأخرى مثل *Chlamydomonas* *Pandorina* وغيرها كما في الشكل (5-10).



شكل (5-10) نماذج مختلفة من أفراد رتبة الفلفات.

(ب) طائفة السوطيات الحيوانية Class: Zoomastigophora

يضم هذا الصنف كائنات وحيدة الخلية ذات بناء جسمي وتركيبي حيواني متميز، وهذا التميز يأتي من كون إن هذه الكائنات خالية من أي صبغات تمثيلية رغم أن البعض منها يشبه في مظهره العام العديد من الأوالي السوطية النباتية، وسميت بالأوالي الحيوانية السوطية رغم أن البعض منها في مراحل نموها المبكر تكوّن أقدام كاذبة، لكن يشترط أن يكون الدور البالغ للحيوان حامل مجموعة من الأسواط قد تكون أحادية أو ثنائية أو أكثر، وتختلف هذه الأسواط في طبيعة توزيعها على الجسم فقد تكون من الأمام أو من الخلف أو في نقطة من الجسم أو تتوزع في اغلب مناطق الجسم أو تتوزع باتجاهات مختلفة منها ما يذهب إلى الأمام أو الخلف أو بشكل عشوائي أو منتظم. ونتيجة لفقدها الصبغات تصبح أفرادها أوالي مختلفة التغذية، فهي أما أن تكون حرة المعيشة ذات تغذية حيوانية كاملة Holozoic كمفترسات لأحياء مجهرية أصغر منها أو تتغذى على الفتات العضوي الناتج من الكائنات النباتية أو الحيوانية أي رمية التغذية Soprozoic أو ذات معيشة تكافلية حيث تتعايش داخل الكائنات الحية أو تكون متطفلة ذات تغذية ناضحة Osmotrophic كما في الغالبية العظمى من السوطيات التكافلية والمتطفلة حيث تعيش أو تتطفل خارج أو داخل حيوانات مختلفة كالحشرات والأسماك والطيور والثدييات والإنسان، ومنها ما يعيش حالة وسطية بين التكافل والتطفل حيث تتغير في أسلوب معيشتها بين الحين والآخر كما في الأوالي المتعايشة مع الإنسان، بينما نجد جزء منها يتطفل على النباتات مثل أفراد جنس Phytomons. تتباين هذه الحيوانات في أشكالها وطرق معيشتها فمنها ما تكون كائنات مفردة ومنها ما يعيش بشكل مستعمرات مرتبطة مع بعضها مثل الكودوسيا Codosiga ولكنها حرة المعيشة، بينما يكون البعض الآخر طفيلي متخصص في انتخاب العائل من الحشرات الأسماك أو الطيور أو الثدييات ومنها على الإنسان، وفي كل الأحوال تعتبر كل هذه الخصائص من طبيعة الأسواط وعدد الأنوية وطريقة المعيشة والإضافات الخارجية للغشاء الخلوي صفات تصنيفية معتمدة في تقسيم هذه الأوالي وكما في التوصيف التالي:



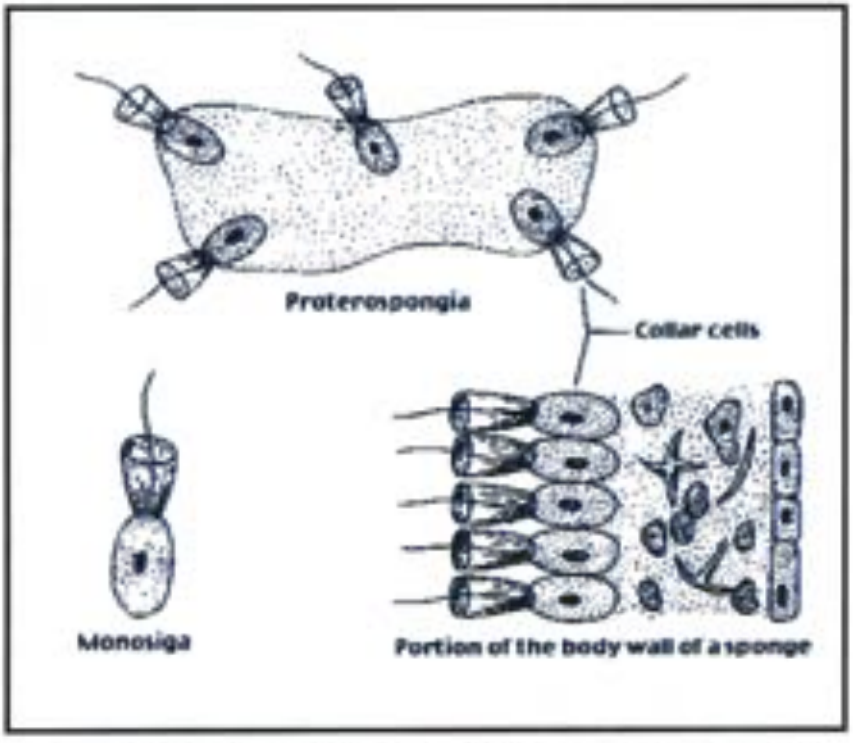
شكل (5-11) مخطط تقسيم طائفة السوطيات الحيوانية.

(1) رتبة طوقيه الأسواط Order: Choanoflagelida

ينتمي إلى هذه الرتبة عديد من الأوالي السوطية الحيوانية حرة المعيشة تتغذى كمفترسات على البكتريا وينتج ذلك بطريقة خاصة من جراء فاعلية الحركة السوطية التي تدخل البكتريا إلى تجويف منطقة الطوق وبعدها تدخل البكتريا عن طريق التلامس مع الغشاء الخلوي وتكوين الفجوات الغذائية بطريقة أقرب إلى الشرب الخلوي. وتتميز أفرادها بأن السوط يكون محاط بتركيب خاص يسمى الطوق (collar = "choano") ومنها جاءت تسمية أفراد الرتبة، وعادة ما يكون السوط

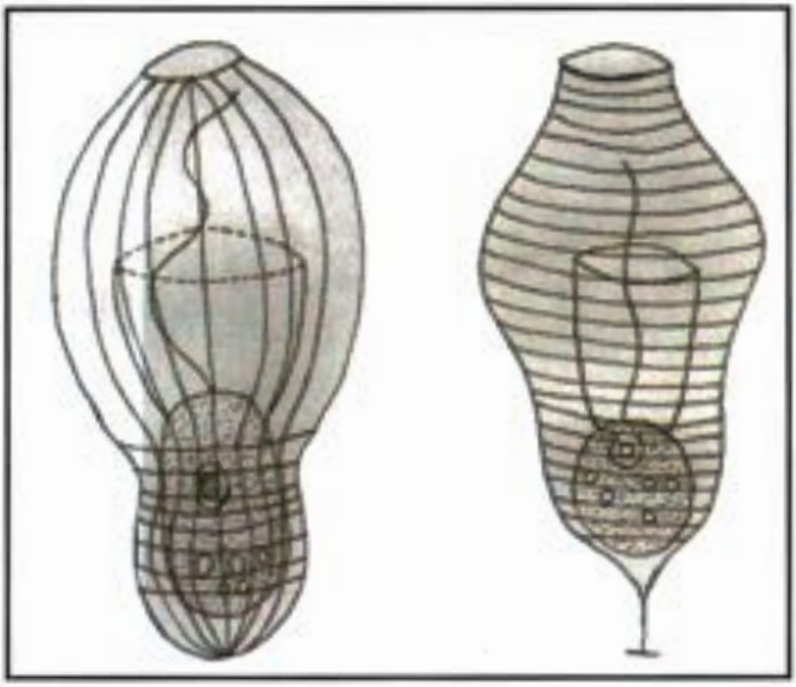
أطول من الجسم حيث كانت معدلاته في معضمها حوالي 30 مايكرون، بينما يبلغ متوسط طول الجسم فيها بين 10 – 20 مايكرون.

تعيش السوطيات الطوقية في الغالب في المياه العذبة وقسم منها في المياه البحرية وخاصة قرب مناطق طرح مياه الصرف الصحي Sewage water إما مفردة حرة الحركة مثل *Codosiga* و *Monosiga* أو جالسة مثل *potocriodendron* أو على هيئة مستعمرة يرتبط أفرادها بغلاف شفاف لزج القوام كما في أفراد جنس *Proterospongra* أو قد تكوّن محور ساقي stalk تستند عليه بشكل مفرد أو تكون مستعمرات colonies ناتجة من الانشطار المتعدد كما في أفراد جنس *Codonosiga*، أو يمكن إن تكون بشكل أميبي يبرز منه العديد من الأقدام الكاذبة وله عدة أسواط أو ما يشبه الأشواك المتباينة الأطوال كما في جنس السوطي Synura splendid، أو توجد متعايشة مع الاسفنجيات التي تستخدمها لترشيح الغذاء، والشكل التالي يبين الخلايا المفردة والأشكال المستعمرة وعلاقتها مع الاسفنجيات.



شكل (5-12) تركيب الجسم في طوقية السوط وعلاقتها مع الاسفنجيات (الموقع 5).

ويصف الباحثون ((Hegner, et al 1968) الطبيعة الخلوية لافراد هذه الرتبة بأنها تشكل حالة وسطية بين خلايا الاسفنجيات والبعض من شوكية الجلد، قسم من أجناسها يكوّن شكل أميبي له أقدام كاذبة في الدور اليرقي أما الطور البالغ فيتحول إلى شكل مخروطي ذات بروز في نهاية الجسم الخلفية، ويتكون تدريجيا وفي مقدمة الجسم تركيب كأسي الشكل يتكون له ما يشبه الطوق ويبرز من قاعدته السوط. يحتوي الجسم على غلاف واحد أو غلافين كما في جنس *Diploeca* وأن الغلاف اكبر من جسم الأوالي بحيث يكون بداخله بالكامل كما في حالة جنس *Stephanoeca* ويأخذ الغلاف الذي يدعى Lorica أشكال مختلفة منها الحلزوني والبيضوي والكمثري والدورقي وغيرها (Sleigh,1989, Prescot,1970) كما في الشكل (5-13).

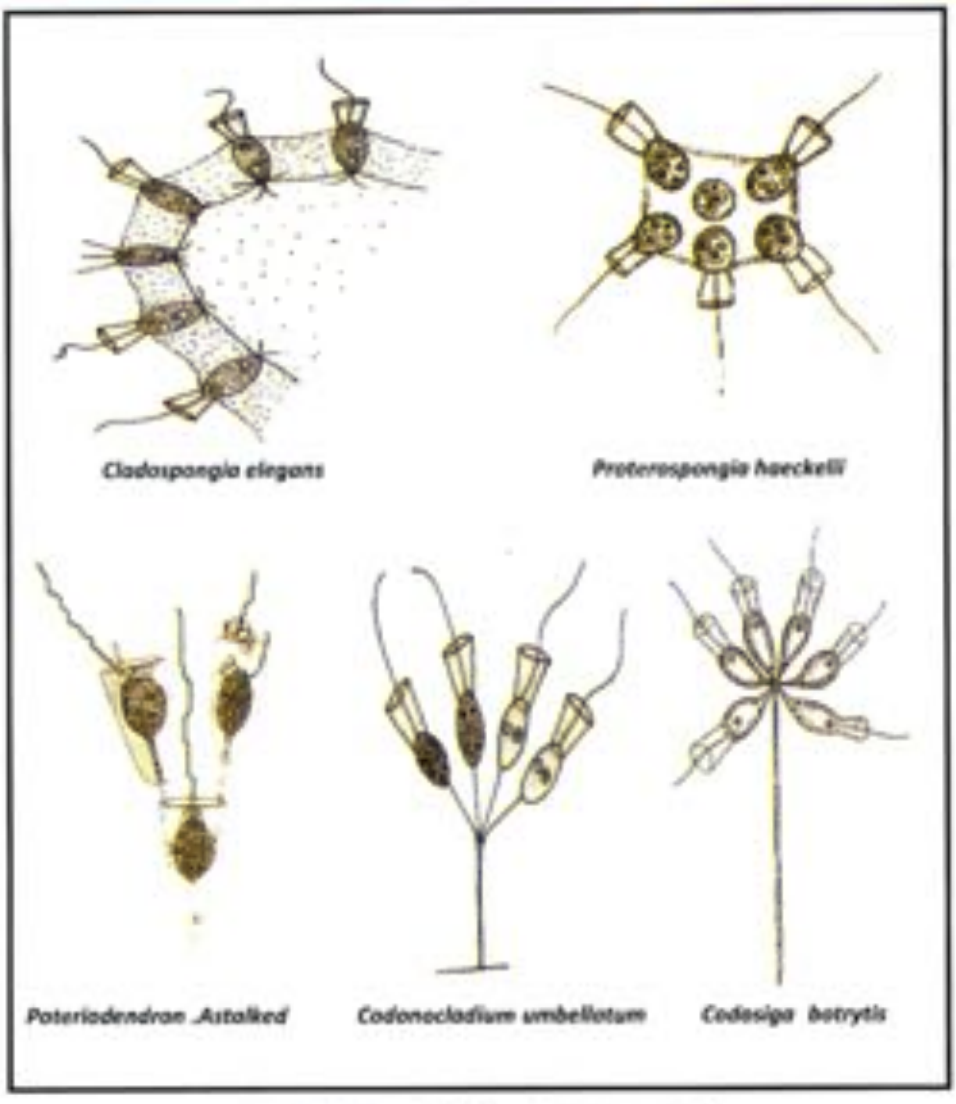


شكل (5-13) نماذج من اغلفة الجسم في طوقية الأسواط.

ويحتوي الجسم على نواة واحدة تقع في الجزء الأمامي وعدد من الفجوات المنقبضة في الجزء الأخير من الجسم، وتحتوي بعض الأجناس كما في Demarella على قطرات من الزيت أو حبيبات في وسط الخلية، وعادة ما تكون المقدمة شفافة مقارنة مع الجزء الخلفي الذي يكون أكثر عتمه يحصل في هذه الرتبة أغلب أنماط التكاثر اللاجنسي من انشطار بسيط ومتعدد وتبرعم.

Salpigoeca fusiformis
Diploeca placita
Bicoeca exilis
Histiona aroides
Chaanoeca perplexa
Salpingoeca vaginicola

تابع للشكل:

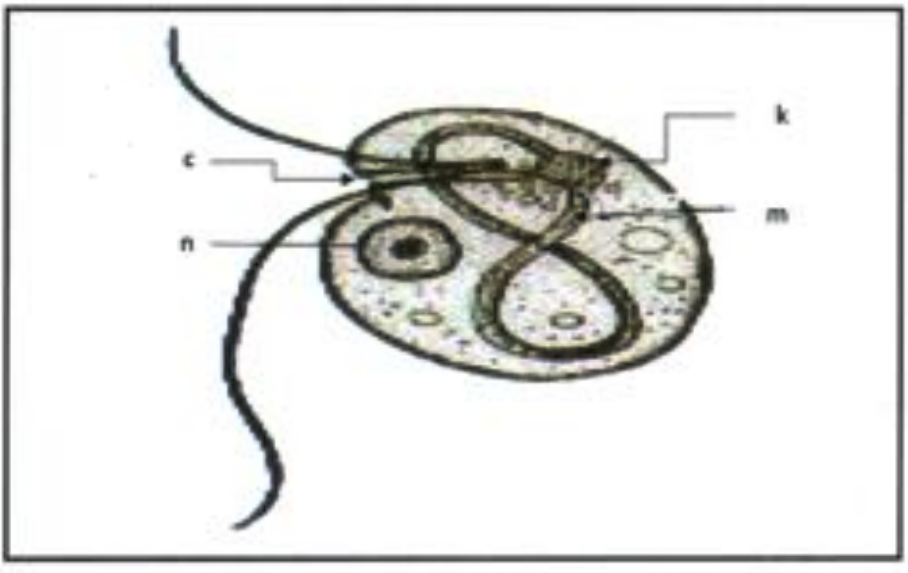


شكل (5-14) نماذج مختلفة من طوقية الأسواط.

وتلعب هذه السوطيات دور أساسي كمنظفات بيئية في الأوساط المائية العذبة والمالحة التي تتواجد فيها نتيجة لتغذيتها على البكتريا والمواد العضوية المختلفة، والشكل (5- 14) يعطي نماذج مختلفة مختارة من أفراد هذه الرتبة.

(2) رتبة الجبليات الحركية Order: Knetoplastida

تظم هذه الرتبة سوطيات صغيرة الحجم ، تتميز بان لها سوط واحد أو سوطين تخرج من نقطة معينة من الجسم ولها جسم قاعدي محرك للسوط، كما أنها تحتوي على جبيلة حركية Kinetoplast توجد في الميتاكوندريا التي تتميز بكونها كبيرة ومتطورة في هذه السوطيات ومن هذا التركيب جاءت تسمية أفرادها (Brugerolle,1973). وبعض المراجع العلمية تسمي هذه المجموعة من السوطيات برتبة الأوليات Protomonadina (Bullough,1973، الشاروك وكوركيس 1989) لأنها تبدو عند الفحص حيوانات سوطية أميبية إلى درجة متميزة. والشكل (5-15) يبين موقع الجبيلة الحركية (التركيب المميز) في أحد أجناس هذه الرتبة.



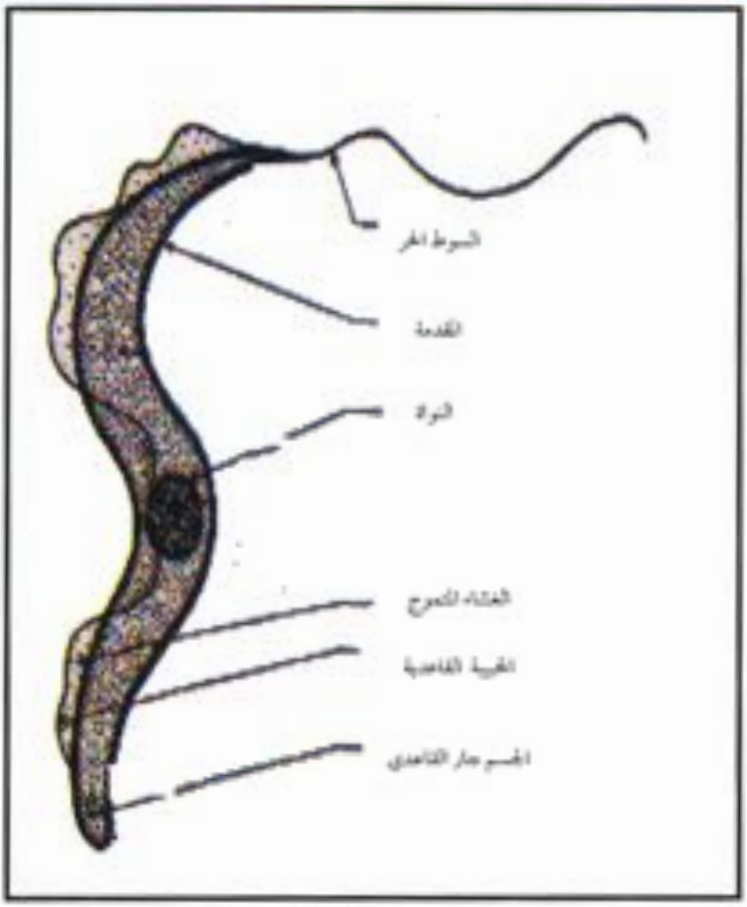
شكل (5-15) موقع الجبيلة الحركية Kinetoplast عن Slegh,1989.

K: الجبيلة الحركية، m: الميتوكوندريا، n: النواة، c: القمع الخلوي.

والجبليات الحركية إما حرة المعيشة في المياه العذبة أو كأوالي تربة ومن اشهرها جنس *Oikomonas termo* وهو سوطي صغير يتراوح حجمه بين 4-5 ميكرون وله سوط واحد طويل، أما الأجناس *Bodo caudatus* و *Cercomonas longicauda* و *Monas vulgaris* فهي من

وحيدات السوط الشائعة في الماء (stangat water and infusions) أما الجنس *Bodo saltans* فهو ثاني الأسواط وذات تغذية افتراسية للبكتريا من نوع coprozoic (Henger & Engemann, 1968). كما أن هنالك العديد من الأجناس فيها طفيليات دموية تعيش في الدم أو في الأنسجة الخلوية من العائل مثل أجناس *Trypanosoma* حيث تتطفل على الإنسان والطيور والنواشي والزواحف والبرمائيات والأسماك. وأجناس اللشمانيا *Leishmania* التي تصيب الجلد وغيرها، وبعضها يتطفل على المفصليات واللافقاريات الأخرى كما في أجناس *Crithidia* ,*Herpetomonas* و *Leptomonas* الذي يتطفل أحيانا حتى على الأوالي حيث عزل من بعض أنواع البراميسيوم. أما جنس *Phytomonas* فيتطفل على النباتات وخاصة على (milkweeds and euphorbiias).

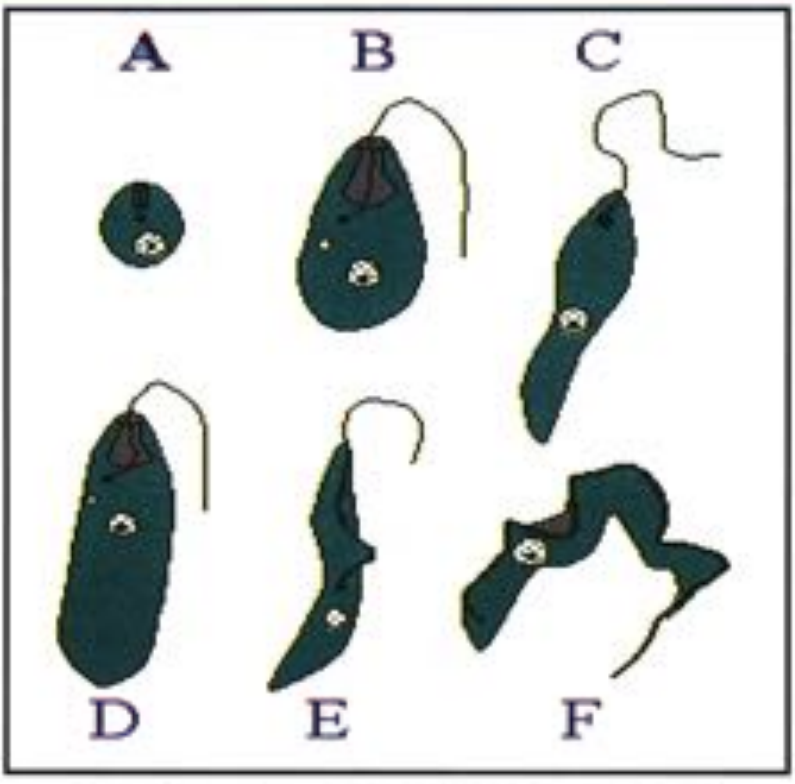
تتميز الحيوانات الطفيلية وخاصة مجموعة الترباتوسوميات trypanosomes والتي تسمى أحيانا بالمثقبات وتمتاز بدورة حياة معقدة، ويشمل مضيف أو أكثر وعادة في اللافقاريات وبالأخص الحشرات وينتقل بعضها للفقريات و أثناء دورة حياتها تمر بالشكل المثقبي السوط، حيث تبدو تحت المجهر بأنها أفراد نحيفة مسوطة تكون فيها البانية الحركية والجسم القاعدي قرب النهاية الخلفية عند قاعدة السوط، وينبثق السوط خلال طية داخلية أو قصيرة من سطح الجسم تدعى المستودع Reservoir، والجيب السوطي يندفع إلى الأمام أو إلى الجانب بمحاذاة جسم الكائن الحي لذلك ويظهر كأنه يرتبط إليه، وكلما اندفع السوط فإنه يسحب الجسم إلى الخارج مكون انساع رقيق الطبقة يشكل بذلك ما يشبه الغشاء المتموج يدعى undulating membrane والذي يمتد تحت غشاء البلازما، وان عملية تولد الأغشية بالاتحاد مع الجسم الحركي تعطي تراكيب شبيهه بالجسم الحركي والشكل (5- 16) التالي يبين هذه التحورات.



شكل (5-16) عملية ارتباط السوط بالغشاء الخلوي وتكوين التركيب المتموج.

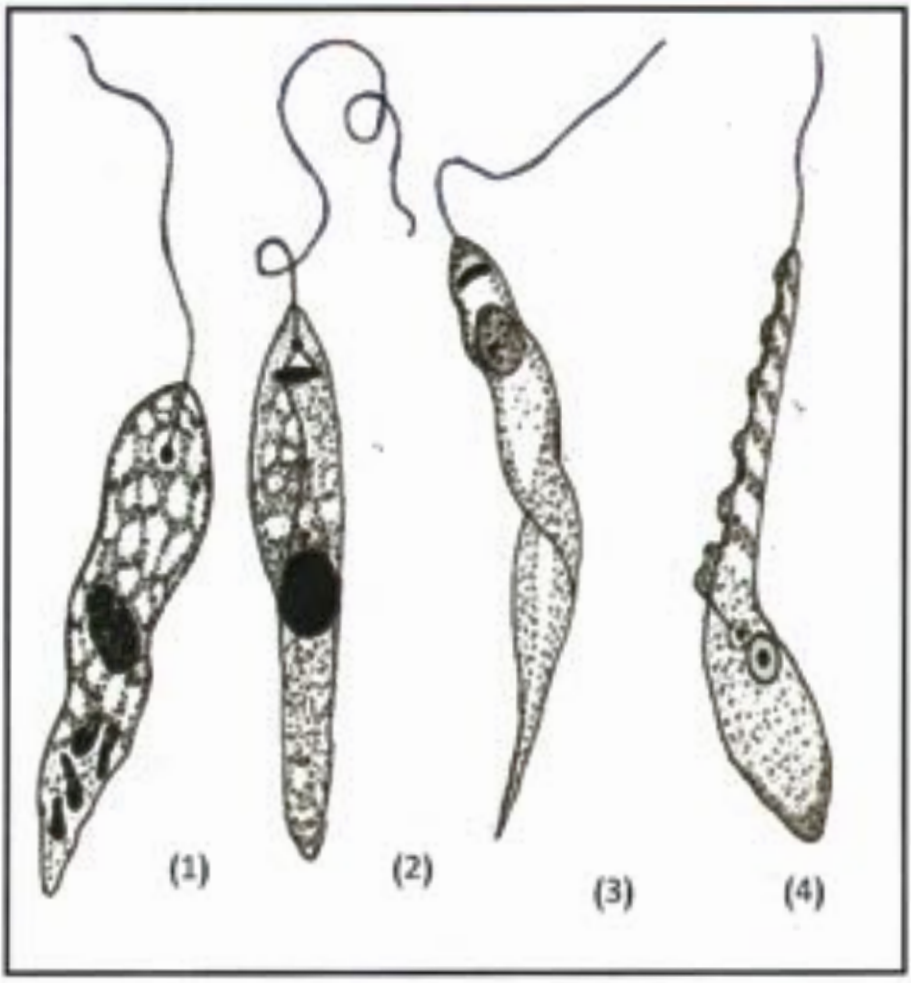
ومن الجدير بالذكر بان العديد من المثقبات في ادوار مختلفة من حياتها تكون في صور سوطية مختلفة حيث يكون السوط أثري أو تكون فوقية السوط أو تحتية السوط وأخرى نهائية السوط كما في أفراد جنس *Leishmania* وغيرها.

وان الطور فوق السوطي والمثقبي السوط كانا إضافة تطورية لاحقة إلى الأشكال البدائية ولهذا يمكن اعتبار دورة الحياة في المثقبات ملخص للدور الحياتي للنشوء الأصلي Ontogenic، حيث تطورت بعض الأنواع الحديثة من هذه السوطيات وأهملت واحده أو أكثر من الأدوار السلفية، والشكل (5-17) يبين هذه التحورات في موقع السوط بشكل عام في أفراد الرتبة.



شكل (5-17) موقع انطلاق السوط في الجيليات الحركية (الموقع 20).

أما الشكل (5- 18) فيبين نوعية وموقع السوط في أفراد محددة من الجيليات الحركية لأربعة أجناس تم دراستها من قبل باحثين مختلفين متمثلة بأجناس *Leishmania donovani* (1) *Herpetomonas muscarum* (2) *Phytomonas elmassiani* (3) و *Crithidia gerridis* (4).



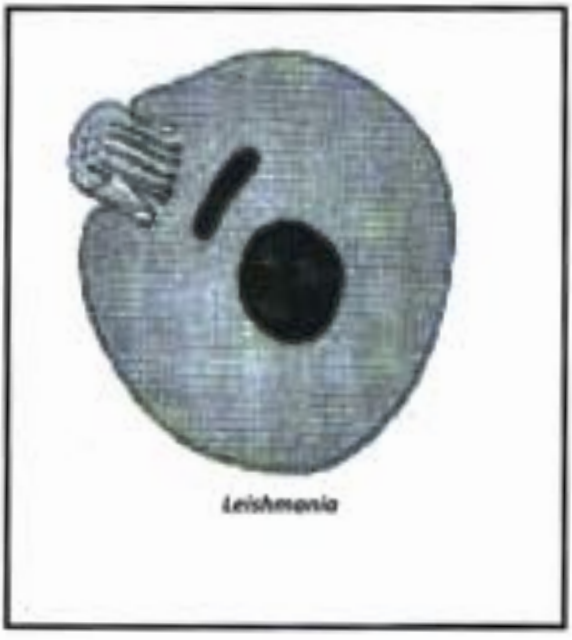
شكل (5-18) نوعية وموقع انطلاق السوط في أربعة أجناس من الجبيليات الحركية.

عن (Hegner & Engemann,1968).

وتدخل هذه الطفيليات الحيوان المضيف أما عن طريق تلوث الغذاء وبهذا يكون حقنها للحيوان الفقري مع لعاب العلق الذي يتغذى عليه وابتلاع الطور الناقل وسحقه في الفم أو عن طريق تلويث الجروح، ومما تجدر الاشارة اليه ان الأنواع التي ينقلها العلق تكمل تطورها داخل معي الوسط الناقل في اغلب الأحيان، كما يعتقد بان أنواع من الطيور كالغربان من عائلة Corvidae متخمجة بهذه الأوليات وكذلك الأسماك الذهبية من فصيلة Carpio واسماك غيرها وكذلك الضفادع.

وتنقسم حسب المظهر الخارجي والتركيب الكيمياتي والحيوي وطبيعة الأمراض التي تسببها إلى مجموعتين هما المثقبات اللعابية Salivarin والمثقبات الروثية Stercorarian ومن اشهر أجناس المثقبات اللعابية *Trypanosoma mrhodesieasc* ومثقبات كامبية *T. gambiemes* التي تسبب مرض النوم للإنسان وكذلك مثقبات *T.brucei* ومثقبات الكونغو *T.* congolese ومثقبات *T.vivax* التي تسبب مرض Nagana ومثقبات كروزية *T.cruzi* التي تسبب مرض Ckagas للإنسان في شبه القارة الجنوبية وإمراض أخرى مشابهه في الماشية. تعيش المثقبات اللعابية في مضافها من اللبائن في سوائل الجسم من ضمنها الدم وسائل الجهاز الشوكي ويتضمن انتقال المرض في معظم الأنواع حشرات ناقلة وعادة ما تكون ذبابة النوم Tse tse وأنواع من الذبابيات Glossina وبق رديف Reduviid الذي يعيش في شقوق بيوت الطين.

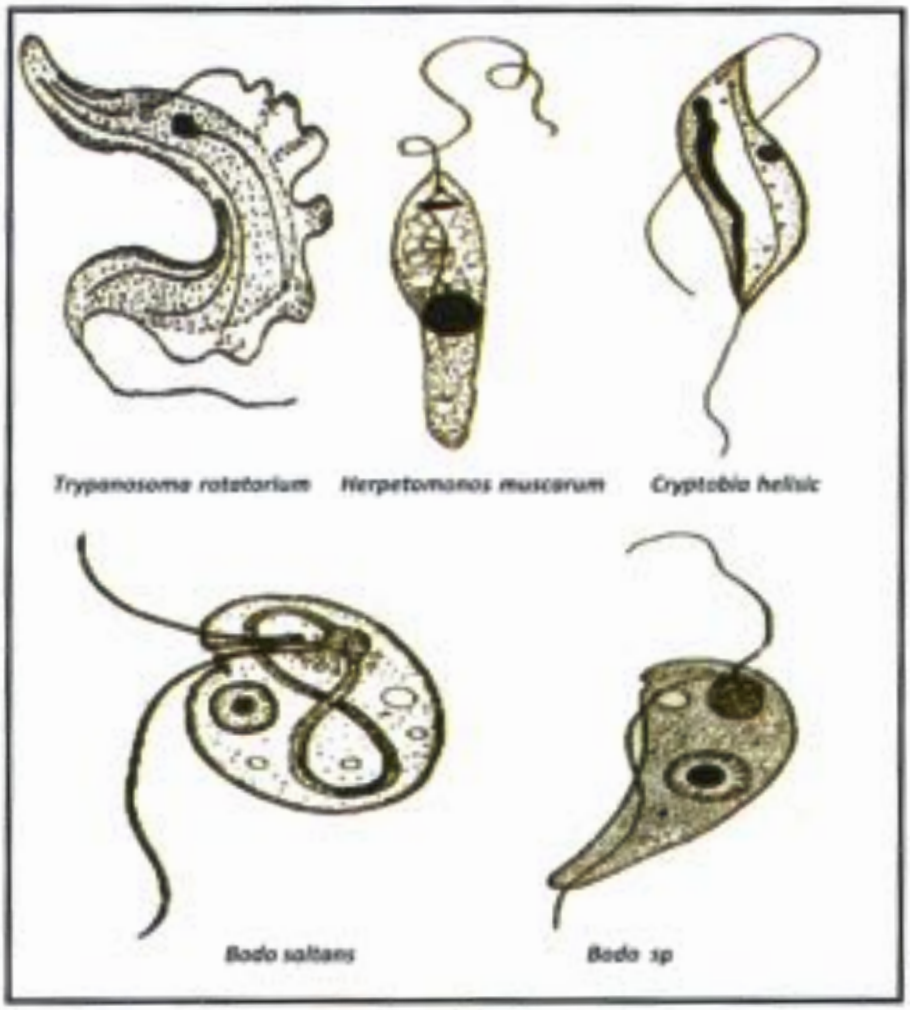
أما جنس الليشمانيا *Leishmania* فتوجد من ثلاثة أنواع هي *L.donova* وتسبب مرض الليشمانيا الاحشائي أو الكالاآزا في المناطق الحارة وشواطيء البحر الأبيض المتوسط وشمال وشرق أفريقيا وجنوب أميركا والجنس الثاني L.tropica تسبب داء الليشمانيا الجلدي أو ما يسمى البثرة الشرقية أو (حبة بغداد) كما في الشكل التالي:



Leishmania

والجنس الآخر *L.braziliensis* الليشمانيا البرازيلية تسبب داء الليشمانيا المخاطي، ويوجد طفيل الليشمانيا على صورتين أفراد لا سوطيه مستديرة في المضيف

الوسطي(العلق Leechs) والحشرات والصورة الثانية سوطة طولانية والمضيف الوسطي لافقاري ويكون السوط إمامي والجسم القاعدي مجاورة للنهاية الأمامية والسوط منبثق من مقدمة الجسم أو من الثلث الأول أو الأخير. والشكل (5-19) يوضح نماذج مختارة من أفراد هذه الرتبة.

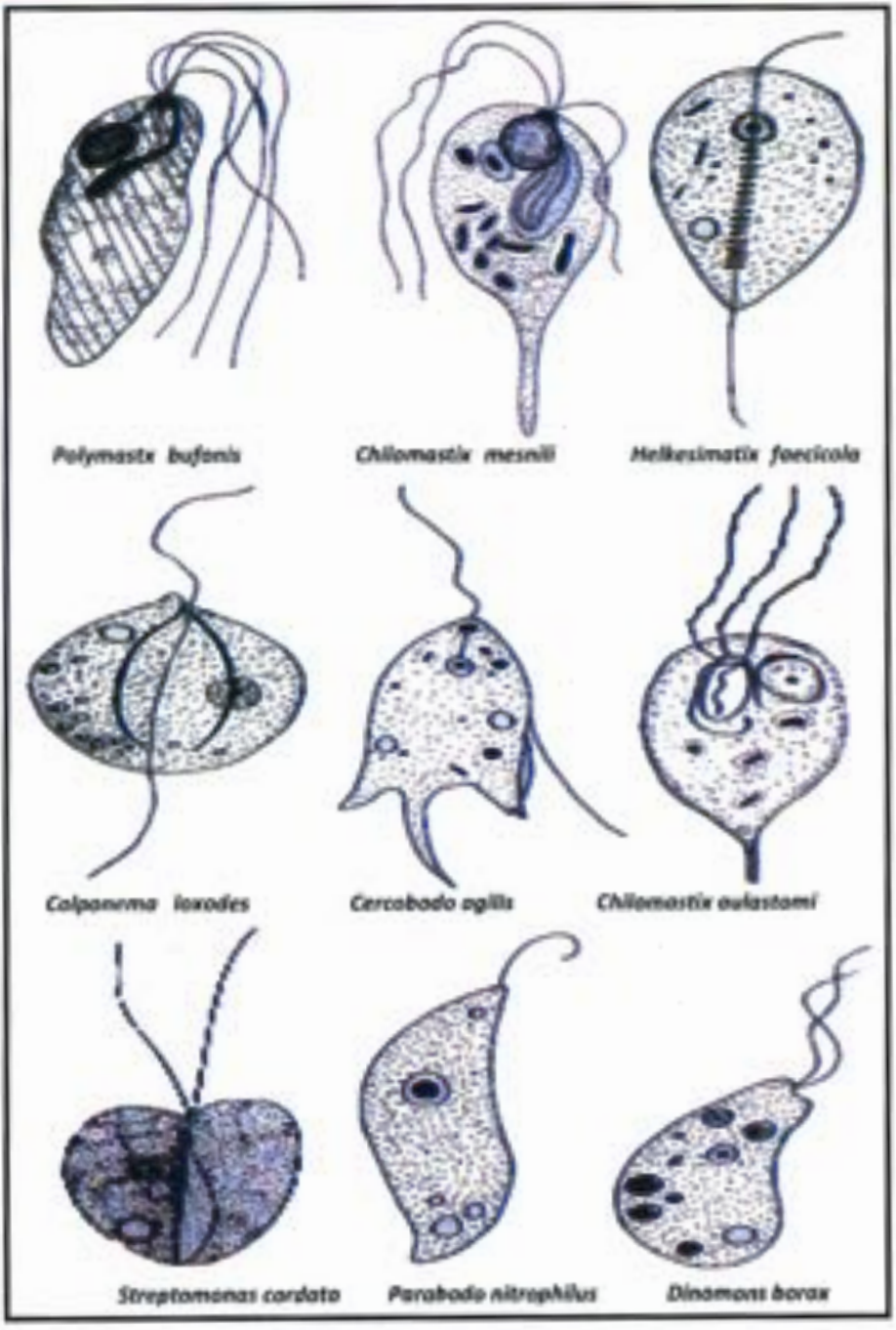


شكل (5-19) نماذج مختلفة من رتبة الجبليات الحركية.

(3) رتبة ملتويات الأسواط Order: Retortamonadida

وهي سوطيات صغيرة تتراوح أطوالها بين 10 - 25 ميكرون ماعدا بعض الأجناس التي تأخذ شكلا اسطوانيا متطاول يصل إلى حوالي 50 ميكرون كما في جنس *Phanerobia*، تمتلك أفرادها سوطان إلى أربعة أسواط مختلفة الأطوال، ويكون احد الأسواط مصاحباً للنواة وفي كلا الحالتين يكون مرتبطا مع الغشاء الخلوي على السطح البطني للجسم ويتجه إلى الخلف حسب طبيعة الجنس التركيبية، أما بقية الأسواط الأخرى تتجه إلى الأمام أو إلى الخلف ولكن بصورة حرة، وتنطلق هذه الأسواط من الجسم القاعدي مباشرة كما في جنس *Colponma loxodes*، أو من مركز النواة كما في الأجناس *Helkesimatix faeccicola* و *Phanerobia pelophila* أو من الاثنين معا كما في حالة الأجناس *Cercomastix* و *Cercobodo*.

النواة كروية الشكل وفي معظمها تقع في الربع الأول من الجسم والسايتوبلازم حبيبي ويحتوي على عدد قليل من الفجوات المنقبضة، أفرادها المعروفة عبارة عن أوالي إما ذات معيشة حرة في المياه الملوثة عضويا كما في حالة أجناس *Phanerobia* و *Helkesimatix faeccicola* و جنس *Chilomastix* وهذه الأجناس ذات تغذية حيوانية وتعمل كمنظفات للماء لأنها مفترسة للبكتريا كما وصفها الباحثون (Brugerolle, 1973 و Sleigh, 1989). وبعض الأجناس مما ذكر مثل Chilomastix mesnil وغيره من هذه الرتبة وكما يشير الباحثون (Hegner & Engemann, 1968) تكون متطفلة أو متعايشة في الأمعاء الغليظة للإنسان، بينما أجناس أخرى سجلت في الأرانب والجرذان وغير من الحيوانات المألوفة، بينما جنس *Polymastix* قد تم التعرف عليه في عدد من الحيوانات الوطنة، كالنوع *P. melolonthae* في Cockcharfer والنوع الآخر *P.bufoni* وجد في الضفادع frogs والعلاجم toads على مختلف أنواع الحيوانات والتجويف الفموي ولم يتم التعرف عليه في الإنسان منها كما في الشكل (5-20).



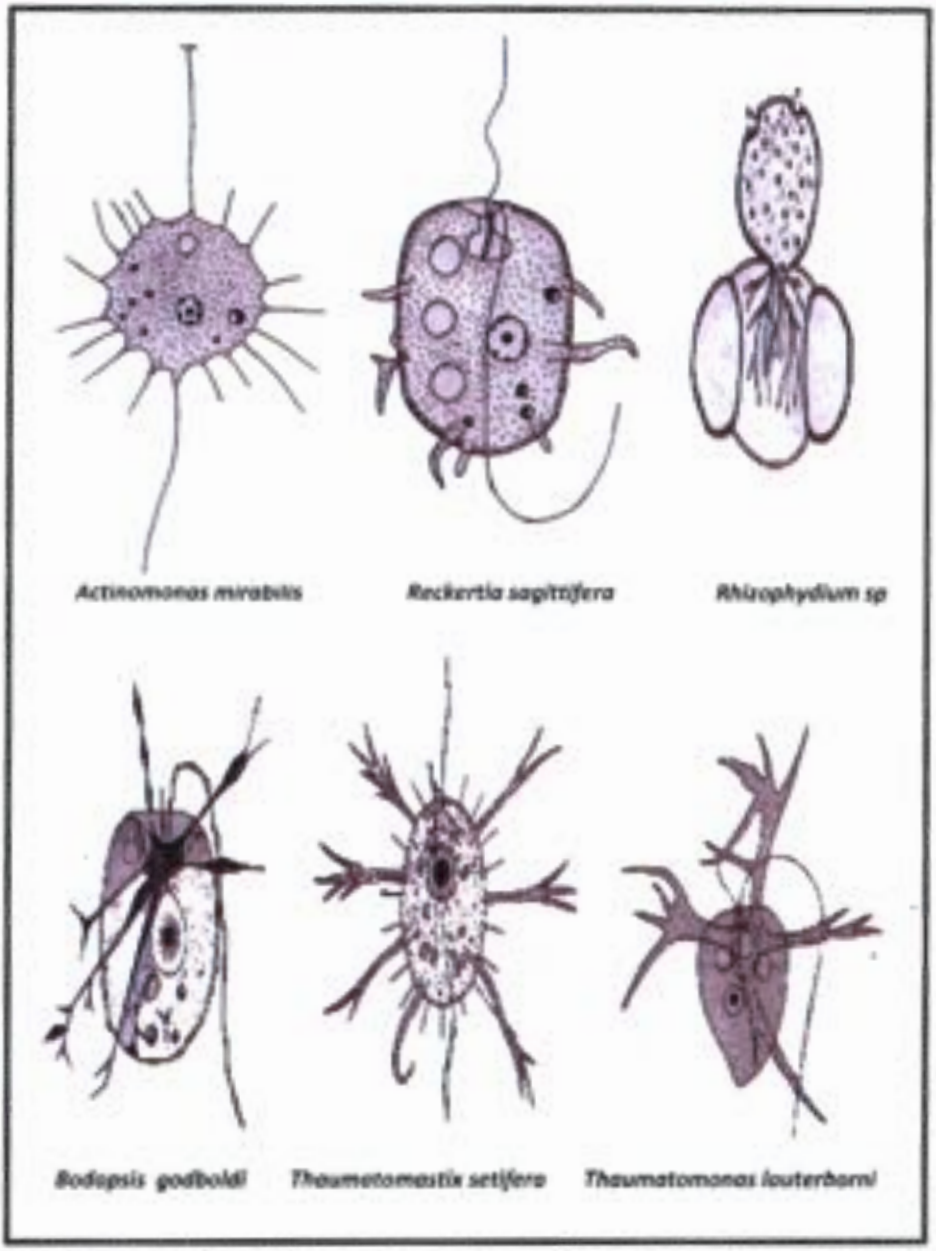
شكل (5-20) نماذج مختلفة من رتبة ملتويات الأسواط.

(4) رتبة جذرية الأسواط Order: Rhizomastigida

أفرادها حرة تعيش في المياه العذبة ويكون لها أقدام كاذبة أو أقدام محورية في الأطوار الجنينية وقسم منها يحتفظ بهذه الأقدام حتى في الطور البالغ، وتعتبر من السوطيات الحيوانية لان أفرادها في الطور البالغ تحمل سوط واحد أو عدة أسواط في مواقع مختلفة من الجسم ولا تمتلك أي نوع من الصبغات التمثيلية، أفراد هذه الرتبة تجمع بين الشكل الاميبي والبيضوي والمتقطع وغيرها ومنها الجالس الذي يمتلك سويق ساند Stalk كما في أجناس *Actinomonas* وبعض أنواع من جنس *Pteridomonas*، وعموما فجذريات الأسواط تعتبر سوطيات صغيرة تتراوح اطوالها من 5- 20 مايكرون، والجسم فيها محاط بغلاف رقيق والنواة كبيرة واضحة المعالم في الفحص المجهري وهي أما دائرية أو بيضوية الشكل وفي الغالب مركزية الموقع من السايتوبلازم المتجانس في تركيبه العام، أما عملية انطلاق وارتباط الأسواط فهي تختلف من جنس لأخر فتارة نجدها تنطلق من الجسم القاعدي كما في جنس *Dimorpha mutans* وتارة ترتبط مع غلاف النواة كما في جنس *Bodopsis* وأخرى تنطلق من غلاف الجسم مباشرة كما في جنس *Mastigella* ومنها ما يكون السوط عند قاعدته محاط بحلق دائري ring من خيوط تشبة الأقدام المحورية كما في جنس *Pteridomonas pulex* أو حبيبات متجانسة كما في جنس *Thaumatomonas* .

كما تختلف هذه الأسواط في الشكل فمنها معقوف النهاية ومنها المقوس ومنها الطويل والأخر قصير ومنها المحلزن وغيرها من الأشكال، كذلك تتباين هذه السوطيات في عدد وحجم الفجوات المنقبضة فمنها ما نجد فيها زوج ومنها عديدة الفجوات كما في جنس *Multicilia lacustris*

ومن أشهر أجناس هذه الرتبة *Rhizoplydium, Mastigoamoeba Multimastigomeba Thaumatomonas* و *Thaumatomastix, Bodopsis, Mastigella Actinomonas , Rckertia* وغيرها، والشكل يعطي نماذج مختارة منها (5- 21).



شكل (5-21) نماذج مختلفة من رتبة جذرية الأسواط.

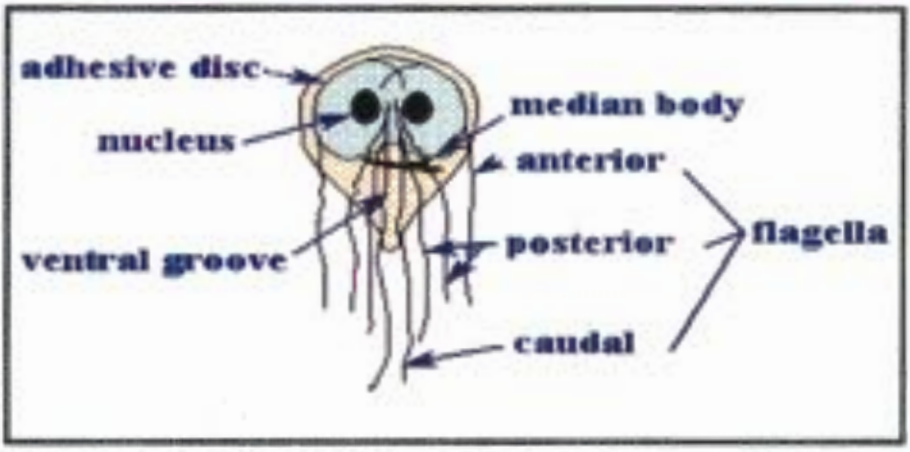
(5) رتبة متضاعفة الأسواط Order: Diplomonadida

تعتبر أفراد هذه الرتبة من الأوالي التي تم التعرف عليها منذ زمن قديم، فالعالم لفنهوك Leeuwenhook تعرف على الجنس الذي يدعى الآن بالجيارديا نوع *Giardia intestinalis* منذ عام 1681 عندما استخدم مجهره البسيط في فحص الشرائح والأحياء المجهرية، ولغاية وقتنا الحاضر تشخص الباحثون حوالي 100 نوع من متضاعفة الأسواط.

وهي عبارة عن سوطيات صغيرة تعايشية غير مؤذية في الغالب كما أن بعضها وجد يعيش معيشة حرة في بيئات المياه الشديدة التلوث العضوي كما في أجناس *Trigonomonas* و Trepomonas والبعض القليل الأخر منها عبارة عن سوطيات ممرضة ومن اشهر أجناسها الجارديا *Giardia* الذي يتطفل على الإنسان والهكسامينا *Hexamita* الذي يصيب الأسماك (Brusca & Brusca, 2004).

ويمكن عمليا دراسة هذه السوطيات الممرضة من خلال من أخذ عينات من الأمعاء في الجرذان والضفادع والعلاجم أو من الكلاب والقطط والفأر والأرانب وخنزير غينيا وكذلك من اسماك السلمون وغيرها من الحيوانات التي تتطفل عليها هذه الأوالي (Hegner & Engemann, 1968).

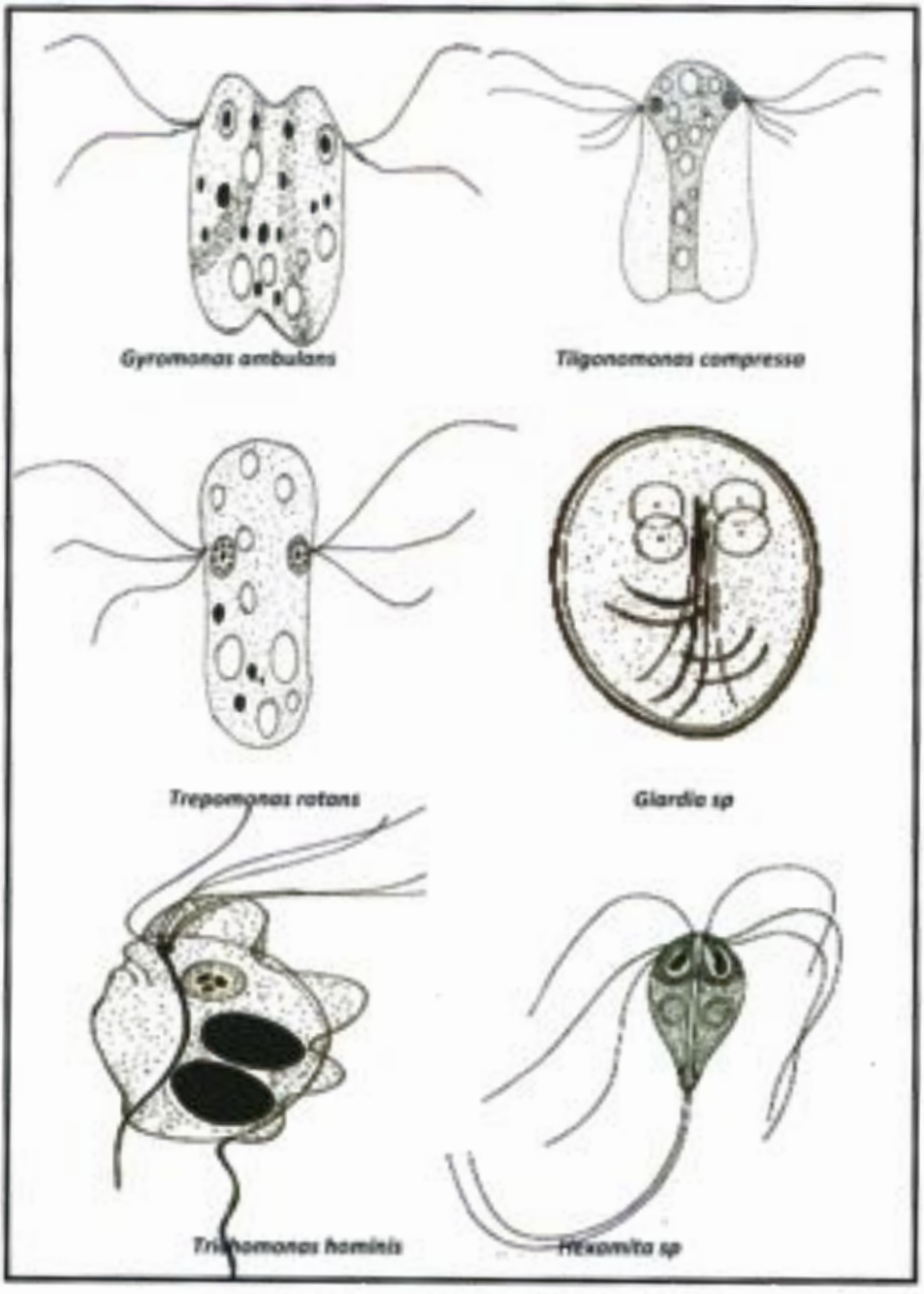
يحاط جسم الخلية في هذه الأوالي بغشاء رقيق وتتميز عن غيرها من السوطيات الحيوانية بامتلاك نواة أو نواتين ولا تمتلك مايتوكوندريا، وتكون النواة فيها مصحوبة بسوط واحد أو أربعة أسواط مرافقة لكل نواة، وأفرادها ذات نظام من التناظر الجانبي Twofold symmetry كما يدعم الجسم بجهاز خاص من الألياف يدعى Karyomastigont system يساعد في تقوية الجسم القاعدي الذي يدعم حركة الأسواط، وهذه الخصائص هي ما يسهل تصنيفها وتفريقها عن بقية السوطيات الحيوانية كما في الشكل (5-22) الذي يبين التركيب العام للجسم:



شكل (5-22) التركيب العام لجنس Giardia. (الوقع . 14)

تتغذى الأفراد الحرة المعيشة منها على البكتريا الموجوده في المياه الملوثة عضويا وهي تمتلك فم خلوي Cytosome، أما المتطفلة والمتعايشة منها فهي من ذوات التغذية الناضحة أو التغذية بالشرب الخلوي pinocytosis بعد اختراقها لأنسجة الجسم المختلفة للعائل الذي تعيش بداخله.

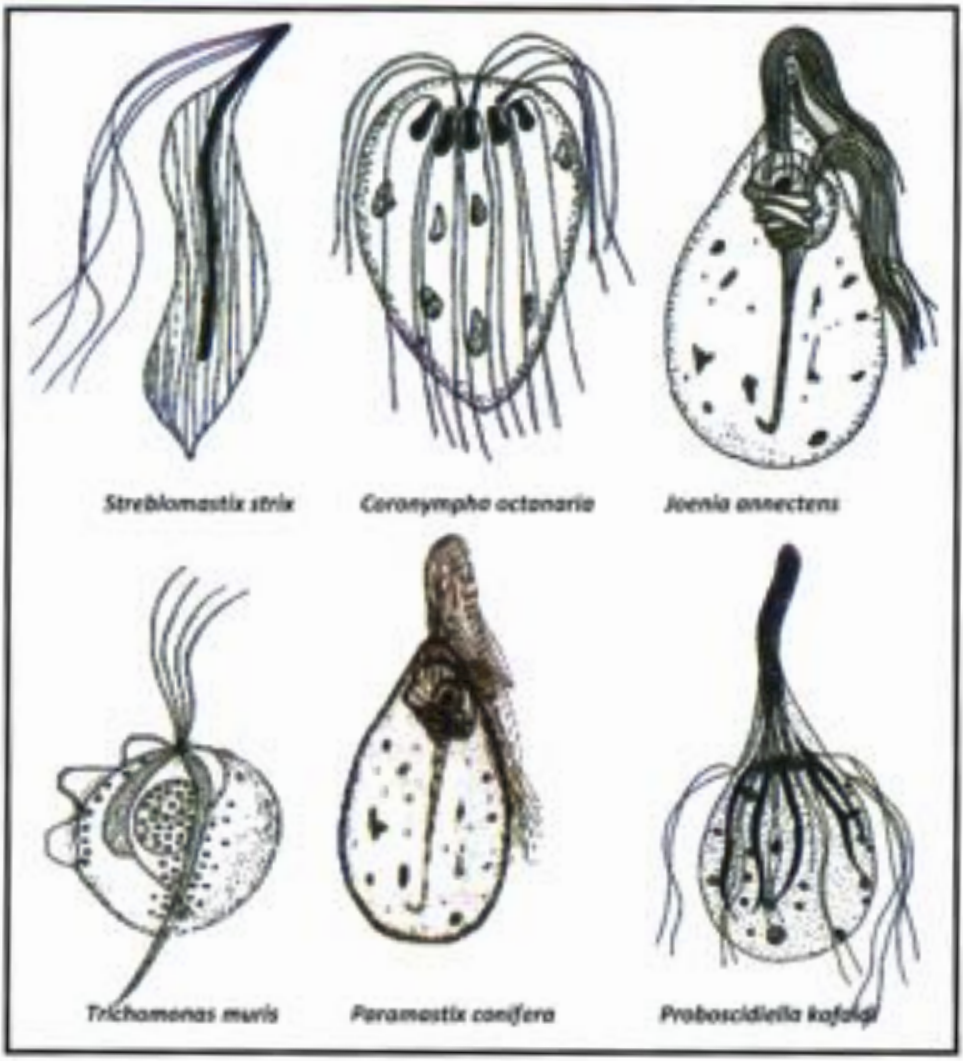
تتكاثر أفرادها بالانقسام الطولي المتناظر Symmetrogenic أما الانقسام الاختزالي والتكاثر الجنسي فهو غير معروف في هذه السوطيات، ومعظمها تتكاثر لاجنسياً عن طريق الانشطار الثنائي بشكل شائع وتحصل في حالات معينة عملية التكيس أو التحوصل Cysts في حالة الظروف البيئية غير الملائمة لها وخاصة عندما تكون خارج جسم العائل. ومن أشهر أجناسها *Giardia* و *Octomitis* و *Trigonomonar* و *Trepomona* والشكل (5-23) يبين نماذج مختارة من هذه السوطيات.



شكل (5-23) نماذج مختلفة من رتبة متضاعفة الأسواط.

(6) رتبة شعرية الأسواط Order: Trichomonadida

وهي سوطيات صغيرة معوية في الإنسان وعدد من الفقاريات واللافقاريات، يبلغ عدد أفراد هذه الرتبة التي تم الكشف عنها حوالي 300 نوع متعايشة في الحيوانات المجترة والحيوانات الأخرى حيث تساعد في هضم السليلوز والعملية التايتروجينية وتتميز أفرادها بوجود تركيب ألبري هيكلي بارز يتضمن أنبيبات محورية مرتبة طوليا يسمى القلم المحوري Axostyle وجسم جار قاعدي Parabasal body وعدد الأسواط فيها من أربعة إلى ستة مرتدة إلى الخلف ، ولا تحتوي هذه الكائنات على مايتكوندريا بل تحتوي على عضيات فريدة تسمى Hydrogenosomes كما توجد مرحلة تطور واحدة وهي تملك نواة واحدة أو أكثر(الشاروك وكوركيس 1989، 2004، Bursca & Bursca). بعضها تكافلي وقسم طفيلي والآخر تعايشي وهناك جنسان يتعلقان بالإنسان هما وهي الشعرات المهبلية *Trichmons vaginalis* التي توجد بصورة رئيسية في مهبل الإناث أو الاحليل وغدد البروستاتا عند الذكور وهي منتشرة في جميع أنحاء العالم وتتكاثر هذه الطفيليات بواسطة الانشطار البسيط وينتقل الطفيل جنسيا، أما النوع الآخر فهي الشعرات الجنينية *T.foetus* وهي طفيليات تصيب المواشي وتعيش في مهبل ورحم الإناث وتسبب الإجهاض أحيانا وتتنقل جنسيا ومنتشرة في جميع أنحاء العالم على الرغم إن أنه في السنوات الأخيرة زاد استعمال التلقيح الصناعي الذي يعمل على تقليص انتشار هذه الطفيليات، وتوجد أنواع أخرى من الشعرات مثل *hominis Trichomonas* التي تعيش بصورة تعايشية أي غير مرضية في الأمعاء والقولون في الإنسان وهو فيما يبدو لا يسبب مرضا، أما الأجناس تعيش بصورة تكافلية حيث يوجد بعضها في القناة الهضمية للنمل الأبيض وصراصير الخشب مثل Wood roaches و cockroaches و termites حيث تساعدها على هضم ألياف السليلوز الذي تتغذى عليه هذه الحشرات عن طريق إفراز الإنزيمات التي تكسر جزيئات الخشب وتستفيد هذه الأولي من الحصول الغذاء الجاهز بطريقة ناضحة بالإضافة إلى الموطن البيئي المنتظم حراريا داخل جسم الحشرة المضيفة، والأشكال التالية المرفقة بالشكل (5- 24) تبين بعض هذه الأجناس من أفراد رتبة شعرية الأسواط :



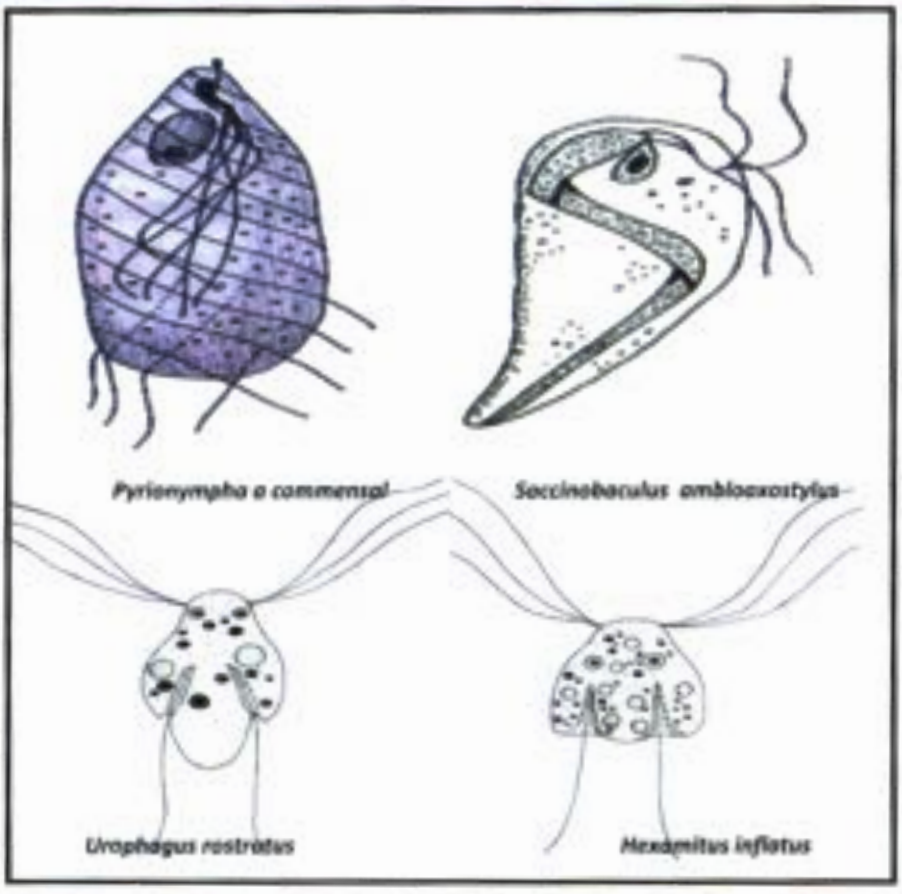
شكل (5-24) نماذج مختلفة من رتبة شعرية الأسواط.

(7) رتبة دقيقات الأسواط Order: Oxymonadida

أفرادها سوطيات حيوانية صغيرة لها مابين 4-8 أسواط وتختلف أفرادها في الشكل والحجم حيث تتراوح أحجامها بين 20- 30 ميكرون وهي أما حرة المعيشة وذات تغذية حيوانية كاملة Holozoic تعيش في البيئة المائية أو تكافلية المعيشة في بعض الحشرات وقسم منها وجد وتخصص في بعض الفقاريات المتزمة، لها نواة واحدة أو نواتين، تخرج منها عدة أسواط من نقطة مشتركة وهذا ما يميزها عن الأوليات الأخرى، حيث تكون النواة مصحوبة بأربعة أو ستة أسواط من النوع الاملس الدقيق أو الرفيع يلتصق بعضها بسطح الجسم وبعضها متحرر، أو أن هذه الأسواط تنطلق من الجسم القاعدي الموجود قرب النواة ومن نقطة مشتركة منه كذلك وبشكل مجاميع ثلاثية أو رباعية.

تأخذ الانوية في هذه الأولي مواقع مختلفة فهي أما جانبية الموقع كما في جنس *Trepomonas* وجنس *Urophagus* أو أمامية الموقع كما في أفراد الأجناس *Urophagus* و *Pyrionympha* و *Saccinobaculus* أو تقع في الجزء الوسطي تقريبا من الجسم بين الأسواط الأمامية والخلفية كما في جنس *Hexamitus* . وتحتوي حرة المعيشة منها على عدد كبير من الفجوات المنقبضة والفجوات الغذائية بينما التكافلية تكون الفجوات شبه معدومة نتيجة لطبيعة التغذية الناضحة. كذلك تتباين هذه الأولي في طريقة توزيع الأسواط فقسم منها تكون الأسواط المنطلقة من الجسم القاعدي المجاور للنواة حرة الحركة أثنان منها طويلة وأثنان قصيرة كما في جنس *Trepomonas* أو تقسم الأسواط فيها إلى مجموعتين الأولى أمامية anterior flagella ومجموعة خلفية تمتد بمايشبه الذنب الخلفي وتسمى بالأسواط الذيلية trailing flagella كما في أجناس *Hexamitus* و *Urophagus* أو أن جميع الأسواط تتجه نحو الخلف على المحور الطولي للجسم كما أفراد جنس *Pyrionympha* أو بشكل جانبي كما في أفراد جنس Saccinobaculus وتوزيع الأسواط بهذا الشكل يفرض عليها طابع الحركة الدورانية أو العجلية أثناء السباحة في المياه rotates in swimming ومن أشهر أجناسها الأخرى *Oxymonas*, *Pyrsonympha* وغيرها من

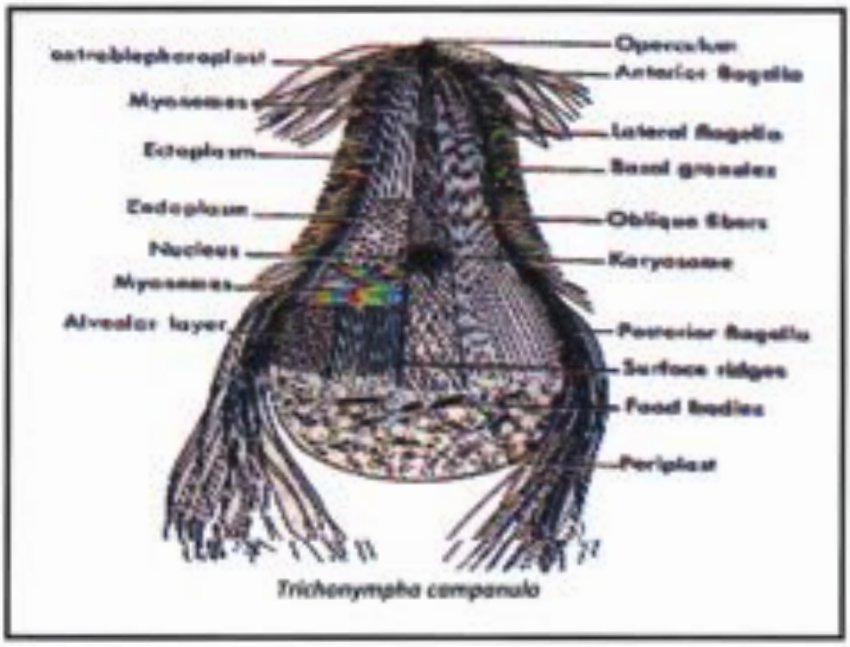
الأجناس المختلفة والشكل (5- 25) يبين بعض أفراد هذه الرتبة.



شكل (5-25) نماذج مختلفة من رتبة دقيقات الأسواط.

(8) رتبة مفرطة الأسواط Order: Hypermastigida

تعود أفراد هذه الرتبة إلى مجموعة كبيرة يبلغ تعدادها الحالي حوالي 300 نوع تسمى بالأولي الحيوانية متنية الأغشية Prabasilidan protozoa، وتتميز أفراد هذه الرتبة عن بقية المجموعة المذكورة بوجود عدد كبير من الأسواط المختلفة الأطوال مرتبة على شكل دائري أو صفائحي أو صفوف حلزونية الشكل في مقدمة الجسم أو على الجزء الأمامي منه أو على كل الجسم، والجسم إما كروي أو مفلطح ومدعم بمجاميع متنوعة من الألياف السائدة مثل oblique fibers و myonemes و surface ridges و basal granules وغيرها وكما يظهر في التركيب النموذجي لجنس *Trichonympha campanulas*



شكل (5-26) التركيب النموذجي لفرطة الأسواط عن (Hegner & Engemann, 1968).

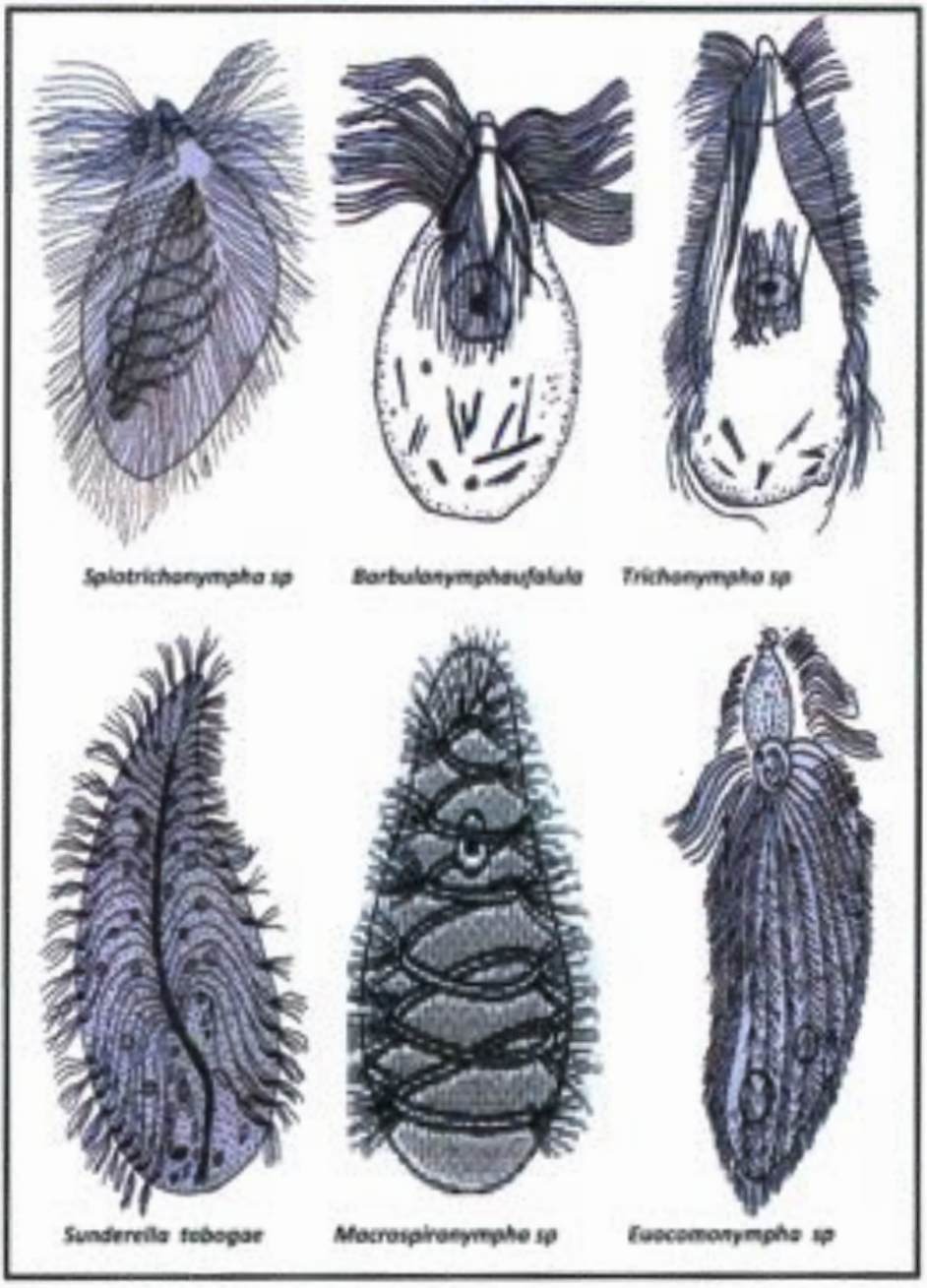
النواة تكون أحادية المجموعة الكروموسومية أو أنبوبية الشكل وتحتوي على عدد من النويات، تتكاثر أفرادها لاجنسيا بالانشطار الطولي longitudinal binary وجنسيا بالاقتران والتخاصب حيث تتصرف الأفراد كأمشاج gametes ذكرية وأخرى أنثوية كما يشير إلى ذلك الباحثون (Brusca & Brusca, 2004) حيث لوحظت هذه الحالة في جنس *Euocomonympha* كما في الشكل (5-27) التالي.

شكل (5-27) التكاثر الجنسي بالاقتران في جنس *Eucomonympha* .
(Brusca and Brusca ,2004)

أما في جنس *Trichonympha* فقد تم ملاحظة الاتحاد الجميتي Gametogamy، وفي منطقة الأسواط قد تكون الجميتات متماثلة في الحجم أو مختلفة حسب الجنس، ولكنها جميعا تمر بالتحوصل cyst ثم تكوين الجميتات ومن ثم التخاصب وتكوين اللاقحات الثنائية المجموعة الكروموسومية وبعد ذلك يحصل انقسام اختزالي ومن ثم خيطي ينتج عنه تكوين أربعة أفراد جديدة أحادية المجموعة الكروموسومية. كما أشار بعض الباحثين وجود علاقة ارتباط بين دورة التكاثر الجنسي لهذه السوطيات والنشاط الهرموني لمضيفاتها من فاظيات الأخشاب (Cleveland, 1958).

أفرادها ذات معيشة تكافلية في النمل الأبيض والصراصير وغيرها من الحشرات التي تتغذى على الأخشاب، حيث لها قدرة على هضم وتحطيم ألياف السليلوز مما يسهل عملية التغذية عند المضيف (الحشرة التي تتغذى على الخشب) وفي نفس الوقت يحصل الأول السوطي على البيئة الداخلية الملائمة له ويتغذى أما تغذية ناضحة أو بالالتهام الخلوي عن طريق جزء حساس في نهاية الخلية يقوم بابتلاع جزيئات السليلوز المحطمة. (Hegner & Engmann, 1968، Hickman & Brusca, 2004 ،Hickman,1989)

ومن أشهر أجناس هذه الرتبة *Trichonympha, Spirotrichonympha, Proscidiella* *Barbulanympha Sanderella* ،*Macrospironympha* والشكل (5- 28) يبين بعض هذه الأجناس.



شكل (5-28) نماذج مختلفة من رتبة مفرطة الأسواط.

الفصل السادس

تحت شعبة اللحميات Phylum of Sarcodina

- تمهيد
- خصائص ومميزات اللحميات
- تقسيم تحت شعبة اللحميات
- طائفة جذرية الأقدام
- تحت طائفة فصية الاقدام
- رتبة المتحولات أو الأميبات (العارية)
- رتبة الأميبات ذوات القشرة (المغلفة)
- تحت طائفة خيطية الأقدام
- تحت طائفة الحبيبشبكيات
- تحت طائفة الفطريات الحيوانية
- طائفة شعاعية الأقدام
- تحت طائفة الشمسيات
- تحت طائفة الشعاعيات
- رتبة شائكات الأقدام
- رتبة متعددة الأكياس
- رتبة الفودريات (ثلاثية المنافذ)
- الأهمية البيئية والحياتية للحميات

الفصل السادس

تحت شعب اللحميات Phylum: Sarcodina

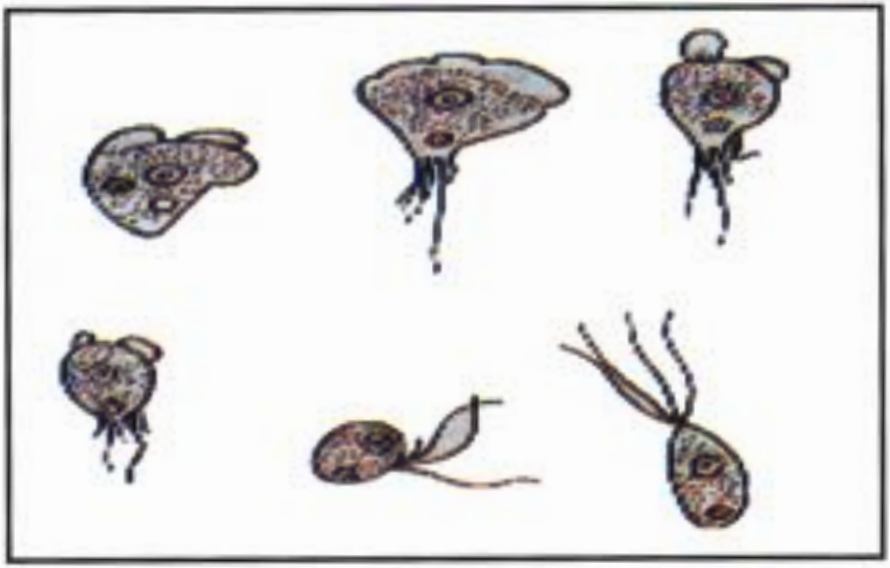
تمهيد:

تضم تحت شعبة اللحميات عدد كبير من الأوالي الحيوانية الكاملة التكوين كخلايا حيوانية تنعدم فيها الصبغات الملونة، وتنتشر أفرادها في جميع البيئات حيث تجدها في المياه العذبة والمالحة وفي التربة الاعتيادية وفي أراضي الغابات أو بصورة أوليات متكافلة أو طفيليات داخل جسم الإنسان والحيوانات المائية والبرية المختلفة، حيث تمتاز أفرادها بعدد من الصفات تميزها عن الأوليات الأخرى التي ذكرت في الفصول السابقة، ومن هذه الخصائص الجديدة والمختصة باللحميات هي أعضاء الحركة، ففي أفراد هذه الشعبة الثانوية تصبح أداة الحركة في الطور البالغ بواسطة (الأقدام الكاذبة pseudopodia).

خصائص ومميزات اللحميات:

تمتاز أجناس وأنواع اللحميات بعدد من المميزات والخصائص التي تميزها عن بقية الأوالي أهمها ما يلي:

- تتنوع فيها الأشكال الخارجية وبناء الجسم فنها اقلامي الأميبي الشكل ومنها الشعاعي والشمسي والكروي وتختلف في طبيعة التناظر في أفرادها.
- تتنوع هذه الأقدام حسب الأفراد التي تتكون فيها وتعتبر صفة تصنيفية أساسية في وصف اللحميات فهي أما فصية Lobopodium أو خطية Filopodium أو شبكية Reticulopodium محورية الأقدام Axopodium أو تكون الحركة انسيابية دون تكوين أقدام كاذبة.
- تظهر الأسواط في المراحل التطورية لدورة الحياة فقط في الأمشاج أو الأدوار الجنينية الصغيرة وتختفي في الأطوار البالغة كما في الشكل (6-1).



شكل (6-1) نماذج مختلفة من اللحميات السوطية.

- بعض أفرادها يكون عاري وليس لأجسامها أغلفة وتتغير شكلها باستمرار ومنها جاءت تسمية التحولات.
- السايتوبلازم يتميز فيها إلى منطقتين الخارجية شفافة وصلدة القوام نسبيا والداخلية كثيفة معتمة ولزجة سائلة.
- النواة في معظمها كبيرة جيدة التكوين وتحتل موقع وسطي والسايتوبلازم يحتوي على عدد من العضيات المهمة مثل المايتوكوندريا والفجوات الغذائية والمنقبضة والتي يختلف حجمها وعددها حسب بيئة اللحمي.
- تمتاز أفراد هذه الشعبة أنها لاتكون ابواغ، ولا يحصل فيها اقتران أو تزاوج بين الأفراد البالغة وإنما تتكاثر لا جنسيا بالانشطار الثنائي Binary fission وجنسيا عن طريق الأمشاج gametes والبعض الآخر يكون متكيسات cysts كما في عدد من الأميبات والمتحولات.
- تمتاز قسم من أفرادها بوجود هياكل خارجية متباينة الشكل والتركيب الكيميائي، وهذه الهياكل على شكل صفائح أو قطبان أو مخرمات أو ذات حجر أو زوائد متعددة أو تأخذ أشكال مختلفة حلزونية أو دائرية أو لولبية أو مظلية أو غيرها كما في الشكل (6-2). وتعتبر صفات تصنيفية معتمدة.

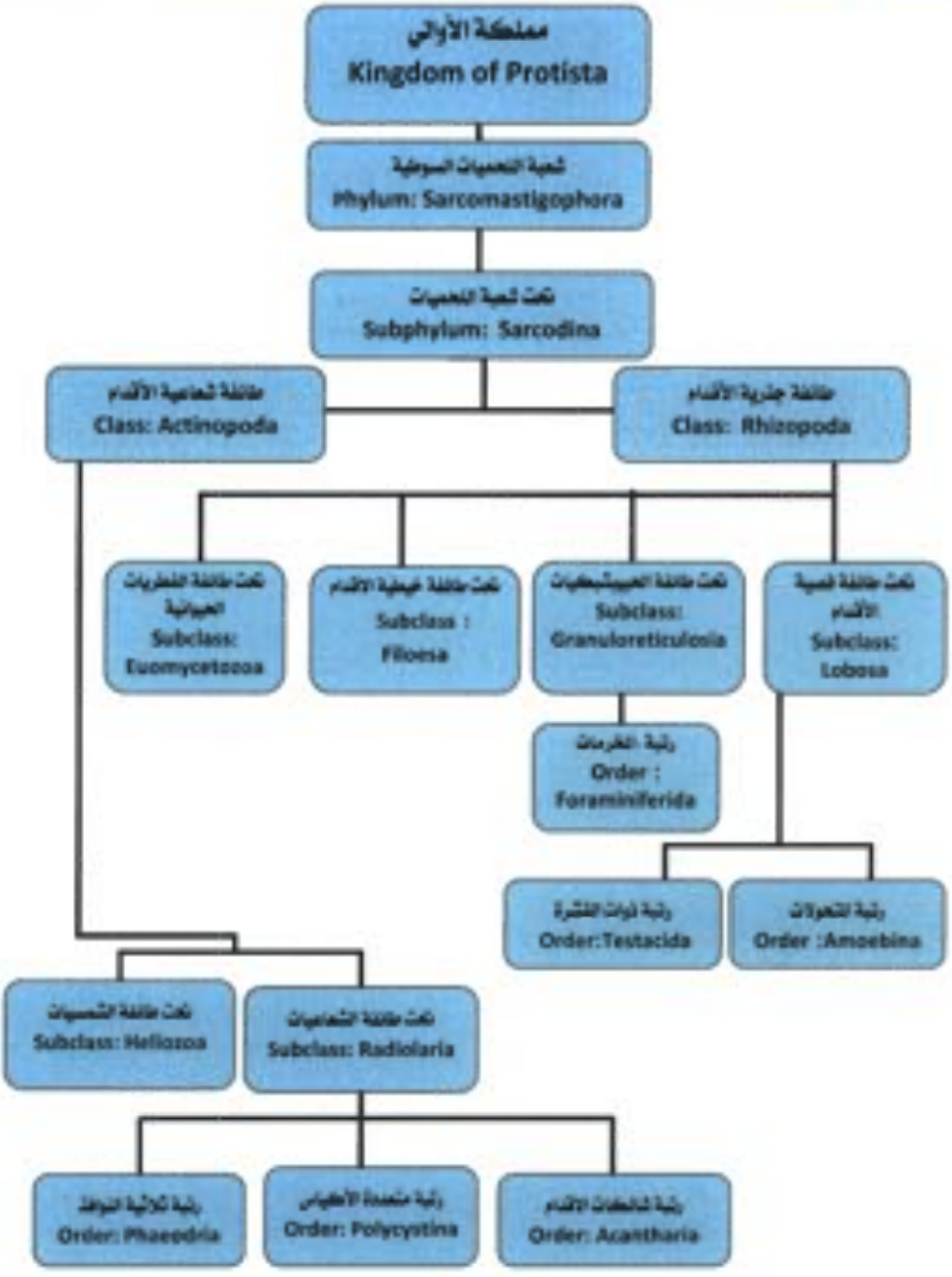
شكل (6-2) نماذج مختلفة من الأغلفة الجسمية في اللحميات ذوات القشرة.

- تكون التغذية حيوانية كاملة من النوع المتباين heterotrophy لعدم وجود البلاستيدات، فهي إما مفترسة أو مترممة أو ناضحة كما في الأجناس المتطفلة.
- أفراد هذه الشعبة تمثل حالة من التداخل بين الأوالي الحيوانية والفطريات حيث ينتمي إليها تحت طائفة كاملة من الفطريات الحيوانية أو الفطريات القلامية التي سيتم التعرض إليها لاحقا.
- تساهم أفرادها من حرة المعيشة في إغناء السلاسل الغذائية في البيئة المائية نتيجة لكونها غذاء مفضل لمعظم حيوانات الماء بالإضافة إلى مساهمتها في عملية تنظيف هذه المياه من الملوثات المختلفة.
- ساهمت أفرادها وخصوصا ذوات القشرة منها في تكوين الترب القاعية والصخور الساحلية في معظم بحار العالم.
- استخدمت كأدلة حيوية في عمليات التنقيب عن مواقع البترول وكأدلة جيولوجية لتفسير العديد من الظاهر والمغيرات التي مرت عبر الأحقاب والأزمنة والعهود الجيولوجية المختلفة التي مرت على كوكب الأرض.
- يسبب البعض منها أمراض خطيرة للإنسان والحيوانات البرية وكذلك الأحياء المائية المختلفة وخاصة الأسماك.

- تضم هذه الشعبة طائفتين أو صنفين رئيسيين بالاستناد على شكل الجسم الخارجي وطبيعة الأقدام المتكونة في الطور البالغ، كذلك يمتاز كل صنف منها بخصائص من حيث طبيعة البيئة الأساسية ونمط التغذية وطريقة المعيشة وهما، طائفة اللحميات جذرية الأقدام Rhizopoda وطائفة اللحميات شعاعية الأقدام Actinopoda .

تقسيم تحت شعبة اللحميات: Classification of Sarcodina

خضعت هذه الشعبة إلى عدة نظم تصنيفية نتيجة للأعداد الكبيرة والمتنوعة التي تنتمي إليها من اللحميات، بالإضافة التنوع الحيوي الكبير والتباين في الأشكال والخصائص والبيئات التي تتواجد فيها ولكن أحدث نظم التصنيف التي ذكرها الباحثون (Sleigh, ، Jahn & Jahn, 1979 Hickman & Hickman, 1989 ، 1989 ، الفوزي، 1996 و الفولي 2002) وغيرهم، تضع هذه الأحياء في النظام التقسيمي التالي:



شكل (6-3) مخطط تقسيم تحت شعبة اللحميات.

أولا- طائفة جذرية الأقدام Class: Rhizopoda

تمتاز أفراد هذا الصنف بأنها أوالي لحمية التكوين في المظهر الخارجي ي وتتميز بوجود وسائل حركة خاصة بها عبارة عن مجموعة مختلفة من الأقدام الكاذبة أو الوهمية Pseudopoda وهذه الأقدام عبارة عن امتدادات سايتوبلازمية تأخذ أشكال مختلفة وهي صفة تصنيفية أساسية في التفريق بين أجناس ورتب وتحت طوائف طائفة جذريات الأقدام حيث سجلت منها الأنماط التالية:

1- **الأقدام الفصية Lobopodium**: عبارة عن بروزات لتد من الجسم يندفع السايتوبلازم فيها وتكون ما يشبه الفص لذا سميت بذلك.

2- **الأقدام الخيطية Filopodium**: تراكيب تبرز من الجسم وتنتهي بتفرعات تشبه الخيوط تكون نهاياتها حرة.

3- **الأقدام الشبكية Reticulopodium**: وهذه عبارة عن امتدادات للجسم تشبه الخيطية ولكن تتشابك مع بعضها عند النهايات. وهي عبارة عن وسائل للحركة وصيد الفرائس والتقاط المواد الغذائية .

ومن الجدير بالذكر ليس جميع جذريات الأقدام كائنات عارية أو لحمية فقط كما هو الحال في الأميبات و التحولات والقطريات الحيوانية، بل نجد إن الغشاء الخلوي الرقيق في بعض هذه الأوالي يكون مغطى جزئيا أو كليا بقشرة أو صدفة وتكون هذه القشرة تتكون من مواد كايتينية يفرزها الجسم مدعمة بحبات رملية أو مادة (السليكات) ومواد عضوية وتأخذ أشكال مختلفة منها على شكل صفائح أو خلايا مضلعة أو أشكال قضيبية أو تراكيب غير منتظمة الأشكال والأحجام، وتبرز الأقدام من خلال ثقوب في هذه القشرة أو من فتحات في نهاية الجسم، وتشمل هذه الطائفة أربعة تحت طوائف لكل عدد من المميزات الخاصة وبعضها يضم عدد من الرتب كما سيتم توضيحه في دراسة هذه المجاميع.

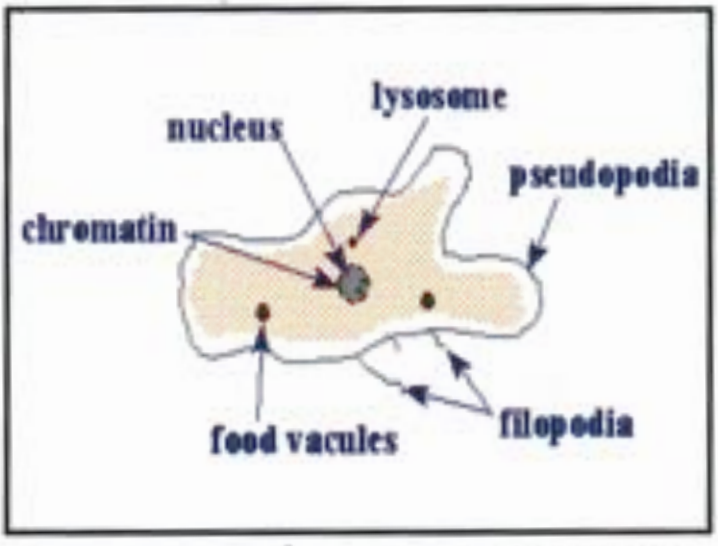
(1) تحت طائفة فصيات القدم Subclass: Lobosea

وهي أوالي ذات أقدام كاذبة فصية الشكل تتكون في بداية قيام الأولي بالحركة مما يجعل منها متغيرة الشكل باستمرار وخاصة الأجناس العارية منها كالأميبات والقسم الأخر يمتلك قشرة أي تشكل غطاء خارجي صلب حول جزء من الجسم كما في الأرسلا أو جميع الجسم كما في الدفلوجيا وغيرها وعلى أساس وجود القشرة من عدمها صنفت فصية القدم إلى رتبتين هما رتبة التحولات العارية ورتبة ذوات القشر. ينتمي إلى هذه التحت طائفة أوالي حرة المعيشة في الماء والتربة وأخرى طفيلية في الإنسان والحيوانات الكبيرة.

(أ) رتبة المتحولات أو الأميبيات (العارية) Order: Amoebaean

بعض الأفراد يتحرك بانسياب السايتوبلازم دون تكون أقدام كاذبة كما في الأميبيات داخلية المعيشة ومن اشهر أنواع هذا الصنف المنتشرة في البيئة الأميبات أوالمتحولات وسميت بذلك لان جسمها وشكلها يتحرك باستمرار وبان تركيبها هو عبارة عن كتلة لحمية غير محددة المعالم جاءت تسمية هذا الصنف اعتمادا على الشكل أكثر الأنواع التي درست من الأميبية وهي الأميبا الحرة Amoeba proteins لان هذا الكائن يمكن إيجاده في البرك والمستنقعات والقنوات البطيئة الجريان والعيون وغيرها من المياه قليلة العمق التي تحتوي على مواد متحللة كحجابات الماء والأحواض قليلة العمق والبرك والبحيرات المفرطة الأنتاجية وغيرها. لذا عندما يراد فحصها والتعرف على الأنواع الموجوده منها تأخذ عينات منها مع كمية من المواد المتحللة، لأنه من النادر وجود هذه الأميبات في الماء بصورة طليقة لأنها تحتاج إلى جسم صلب تستند عليه.

إشارات الدراسات وأنها كائنات عديمة اللون يبلغ قطرها من 250- 600 ميكرون ويحاط الجسم بغشاء مرن، ويتميز السايتوبلازم إلى طبقتين طبقة خارجية Ectoplasm وطبقة داخلية كثيفة Endoplasm ويحتوي الجسم على مختلف العضيات الأساسية حيث تتميز النواة بأنها كبيرة وتظهر الفجوات المنقبضة في جوانب من الجسم وكذلك الفجوات الغذائية والفجوات الملحية والبلورات وكما يتضح في التركيب النموذجي لأحد أجناس الأميبات المبينة في الشكل (6-4).



شكل (6-4) التركيب العام للجسم في الأميبات العارية (المتحولات).

تعمل الفجوات المنقبضة على تنظيم العلاقة المائية وطرح السوائل والفضلات الأخرى المنتجة في السايتوبلازم، أما الفجوة الغذائية فتأخذ الماء وتخزن المواد الغذائية والمركبات الملحية إلى حين حاجة الجسم إليها.

وتتغذى بعض هذه الكائنات بطريقة الافتراس على الطحالب المجهرية والبكتريا وبعض الحيوانات الأولية والدوّارات الصغيرة وغيرها، وتتغذى بطريقة تكوين الفجوات فإذا كانت المادة الغذائية متحركة فتتم التغذية عن طريق تكوين القدم الكاذبة فوق المادة الغذائية دون أن تلمسها ثم تكوين قدم أخر تحت المادة الغذائية وأيضاً دون أن تلمسها فتحيط المادة بفجوة ثم تقوم بابتلاعها، أما إذا كانت المادة الغذائية غير متحركة فتمد لها قدم كاذب فوق المادة الغذائية وتحاول تفتيتها ثم تكون القدم الأخرى تحتها لتكوين الفجوة الغذائية ومن إتمام عملية التهام الغذاء، كما يمكن أن تتغذى أيضاً بطريقة البلعمة أو الشرب الغذائي على الفتات العضوي الموجود في الوسط المائي.

أما بالنسبة إلى الهضم فيتم داخل الفجوات الغذائية حيث تتحد الأجسام الحالة والتي تحوي الإنزيمات الهاضمة للبروتينات والسكريات والدهنيات مع الفجوات الغذائية في بداية عملية الهضم حيث يكون الوسط الكيميائي للفجوة حمضي وفيه يتم القضاء على المادة الحية للمصدر الغذائي وبعدها يتحول تدريجيا إلى قاعدي وفي هذا الوسط يتم تحول المواد إلى تركيب أبسط قابل للامتصاص من قبل البروتوبلازم، ومما تجدر الإشارة إليه أن الأميبات تستطيع تحمل الظروف البيئية من قلة عمق الماء أو التلوث العضوي وانخفاض مستوى الإضاءة وكذلك قلة الغذاء، حيث أثبتت الدراسات أنها يمكن إن تعيش عدة أيام دون تغذية وعندها تحاول تقليل الحجم والاعتماد على الغذاء الموجود داخل الفجوات الغائية المنتشرة في السايتوبلازم حيث يمكن أن يبقى في الفجوات بين 15- 30 ساعة.

تتكاثر بالانشطار الثنائي عندما تصل أقصى حجم من النمو والنضج أو تتكيس وتحاط بغلاف سميك عندما تكون الظروف البيئية غير ملائمة في الحرارة أو نقص الغذاء أو التحسس من الملوثات وغيرها من العوامل.

كما بينت الدراسات المجهرية أن شكل النواة في الأميبات الحرة يختلف من جنس لآخر فمنها ماهو بيضوي ovoidal كما في جنس *Amoeba dubia* و discoidal كما في جنس *A. discoides* أو عديد الانوية كما أجناس *Pelomyxa palustris* و *Pelomyxa carolinensis* وغيرها، أما بالنسبة

إلى جنس *Entamoeba* ينقسم هذا الجنس إلى أربعة أقسام اعتمادا على عدد الأنوية الموجودة في الكيس الناضج حيث تكون الناشطة في جميع الأنواع تحتويه على نواة واحدة ، والأنواع هي كما يلي :

1- أكياس ذات أربعة نوى مع وجود أجسام صبغية والتي تكون قضبانا عريضة نسبيا ذات نهايات مدورة غير حادة وتشمل هذه الأنواع الأجناس التالية:

- *Entamoeba histolytica* تصيب الإنسان ، الكلاب، القطط، الخنازير، القوارض.
- *E. hadmani* تصيب الإنسان.

2- أكياس ذات ثمانية نوى وأجسام صبغية دقيقة تشبه الأبر ذات نهايات مدببة والتركيب النووي ضخم وتشمل الأجناس التالية :

- *E.coli* تصيب الإنسان وتكون متعايشة في جسم الإنسان وبعض الحيوانات الثديية في منطقة المستقيم ، *E. muris* تصيب الجرذان والفئران ، *E. gallinarum* في الدجاج .

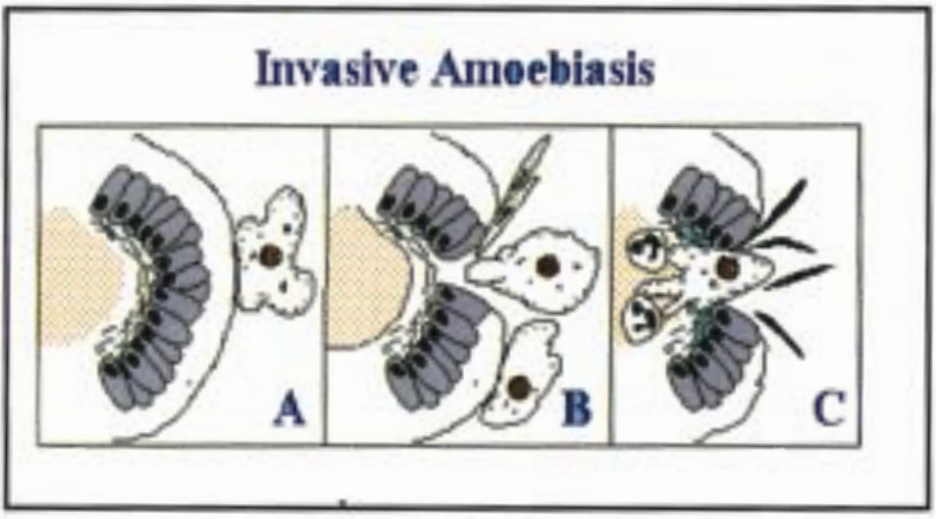
3- أكياس ذات نواة واحدة وتشمل الأجناس التالية :

- *E. bovis* وتصيب الأبقار، *E. ovis* وتصيب الاغنام، *E. suis* وتصيب الخنازير.

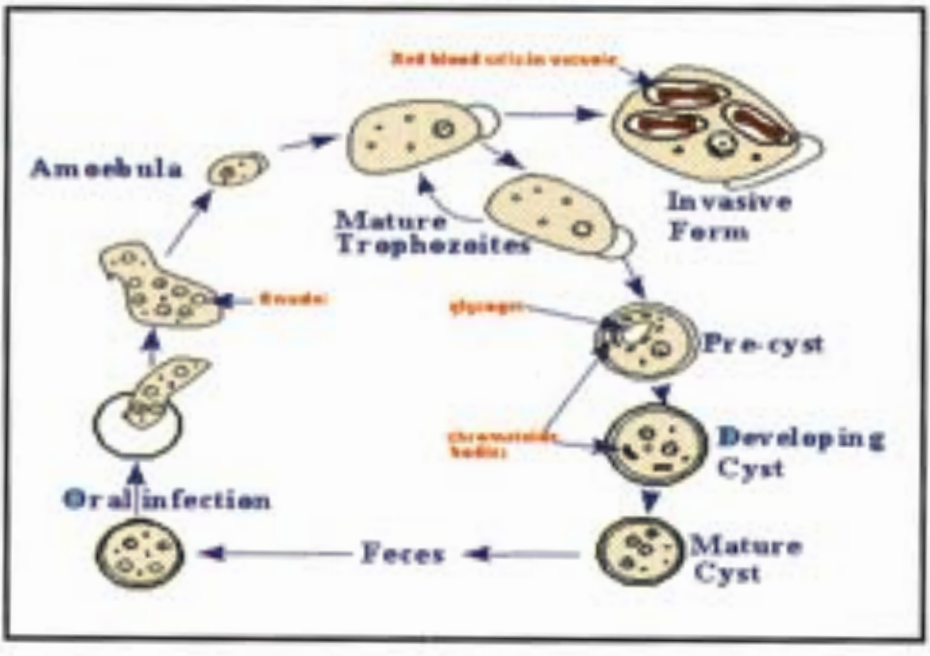
4- أنواع لا تنتج أكياس وجميعها يعيش في التجويف الفمي للعائل ، مثل أفراد جنس *E. agingival* التي توجد في الفم بشكل تعايشي حيث لم يثبت ضرر هذه الأميبات. وتوجد أنواع أخرى من الأميبات أما متعايشة في القنوات الداخلية للإنسان أو ذات خصائص طفيلية.

ففي انتأميبا هستولتيكا Entaamoeba histolatica وتعتبر أكثر الطفيليات من طائفة جذرية الأقدام ضررا للإنسان حيث تعيش في الأمعاء الغليظة وتفرز مواد مؤذية لبطانة الأمعاء تعمل على تخديشها ومن ثم إحداث جروح وتشققات ينتج عنها اختراق الطفيل للبطانة والتغذي على محتوياتها وعند تعاضم الإصابة ينتج عن ذلك ما يسمى بالدزنتريا الأميبية Amoebic dysentaria وهي من الأمراض الشائعة عند سكان الأرياف والمزارعين والسكان الذين يستعملون المياه الملوثة والخضروات غير المعقمة جيدا، وتتم عملية اختراق الغشاء المبطن للأمعاء بعدة مراحل كما في الشكل (6-5). كذلك لها أضرار أخرى غير التي ذكرت حيث يمكن إن تنتقل عن طريق الفم إلى الكبد أو أعضاء أخرى من الجسم وتسبب الخراجات المختلفة. وخطورة هذه الكائنات تكمن في إمكانية إعادة الدورة لنفس الشخص المصاب أو الانتقال إلى أشخاص آخرين وذلك بعد طرح الفضلات من الكائنات المصابة ووصول الأطوار المكيسة عن طريق المياه أو الغذاء تعاد الإصابة

من جديد وكما في الشكل (6-6) الذي يبين أهم مراحل دورة الحياة لمثل هذا النوع من المتحولات المرضية.

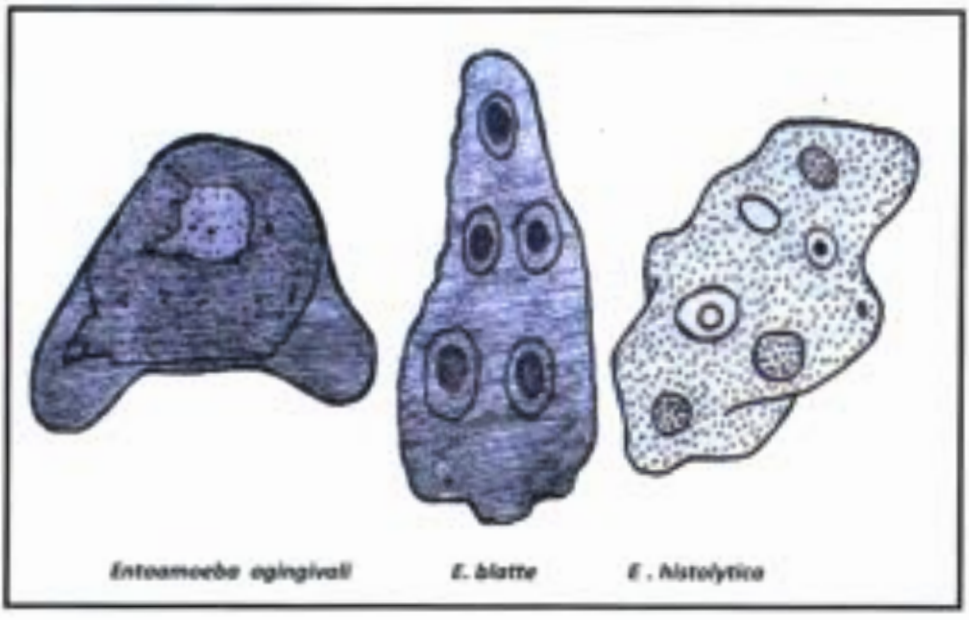


شكل (6-5) مراحل اختراق الأميبيات الممرضة لبطانة الامعاء.



شكل (6-6) مراحل دورة الحياة للمتحولات النطفلة (الموقع 14).

وتوجد أنواع أخرى من الانتأميا كما تعايش أنواع من الأميبات تعايشا داخليا في أمعاء بعض الحشرات كما في الصراصير وأنواع من النمل الأبيض كما في جنس الأميبا *Entoamoeba blatte* والشكل (6-7) يوضح نماذج مختارة من الأميبات المتطفلة والمتعايشة.

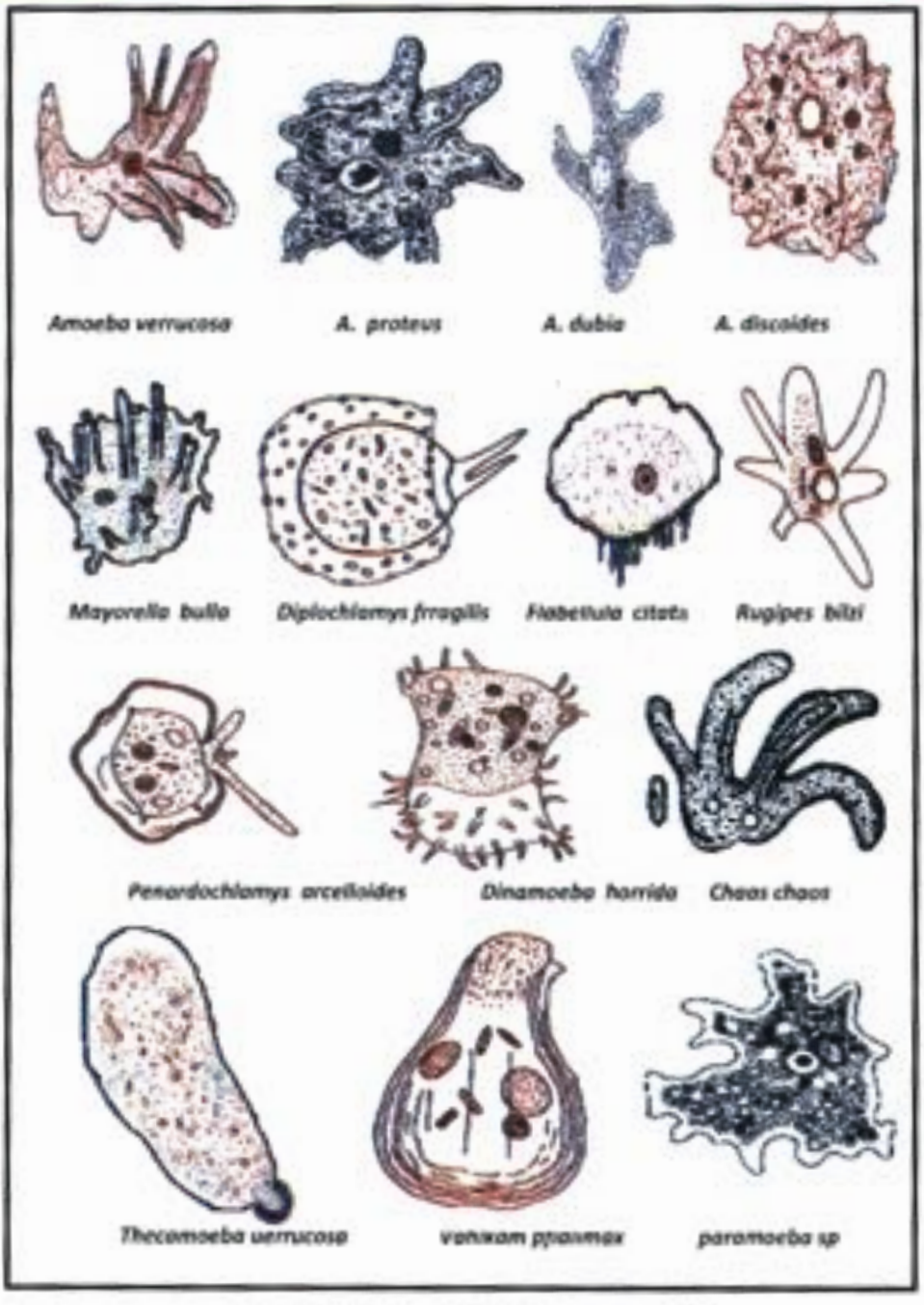


شكل (6-7) نماذج مختلفة من أجناس رتبة الأميبات المتعايشة والمتطفلة.

ومن أشهر أجناس رتبة المتحولات العارية الحرة المعيشة في البيئة المائية الأجناس التالية:

Amoeba proteus Mayorella bulla, , Pelomyxa palustris , ,Vahlkam pfialimax, ,Flabellula citata Amoeba verrucosa

وغيرها كما في الشكل (6-8) التالي الذي يبين نماذج مختارة من هذه الرتبة.



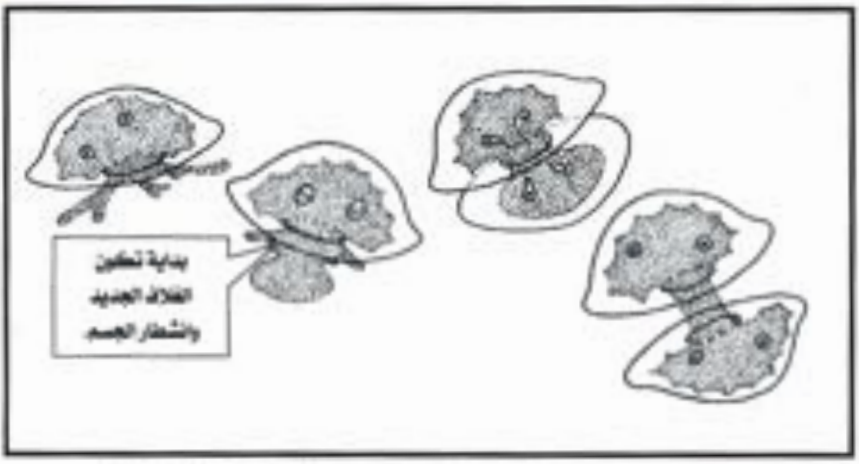
شكل (6-8) نماذج مختلفة من أجناس رتبة المتحولات.

(ب) رتبة ذوات القشرة (الغلفة) Order: Testacida

من الدراسات المتقدمة عن جذريات الأقدام تم الكشف عن أميبات تكون أقدام كاذبة وهي لحمية الجسم لكنها تكوّن أغلفة سميكة أو قشرة رقيقة تتحول تدريجيا عندما ينضج الكائن إلى قشرة صلبة، بحيث يكون الجسم محاط جزئيا أو كليا بهذه القشرة لذا تسمى هذه المجموعة من جذريات الأقدام بالأميبات المغطاة أو رتبة الأميبات ذوات القشرة Testacida تميزا عن الأميبات العارية. وهذا الغلاف بشقيه يسمى Test أو shell وعادة ما يكون ذات فتحة من الوسط ومن الجهه السفلية بالكامل كما في جنس *Arcella* أو على شكل ثقوب من النهاية الأمامية للجسم كما في جنس Difflugia أو فتحة كاملة تنزلق منها الأقدام الكاذبة Pseudopodia كما في جنس *Lecquereusia* . تتكون القشرة في جذرية الأقدام من تركيبة خاصة متجمعة من الرمال والمواد الكتينية حيث تمتزج مع بعض لتكون غلاف أو صدفة قوية Possess shell تحمي الجسم من الخارج ولكن هذه الصدفة تبقى حاوية على فتحات تبرز منها الأقدام على شكل جذور لحمية ممتدة من بروتوبلازم الجسم.

أفراد رتبة ذوات القشرة (الغلفة) Testacida عبارة عن أوالي شائعة في بيئة المياه العذبة وقليلة الملوحة حيث تم العثور على بعضها في مياه البحيرات السبعة المتوسطة الملوحة في منطقة حيرة جنوب ليبيا، تختلف أفراد هذه المجموعة في عدد الأنوية فمثلا جنس *Arcellia vulgaris* و *A. dentata* يحتوي على نواتين ولكن Arcellia polypora فانه يحتوي على أكثر من 15 نواة، أما الجنس Difflugia فتكون أفرادها ذات نواة واحدة.

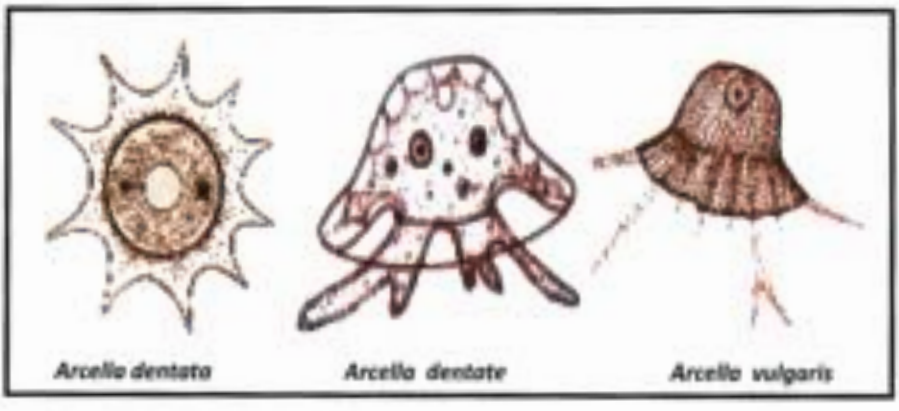
التكاثر الشائع في أفراد هذه الرتبة هو التكاثر اللاجنسي، ويحدث عن طريق الانشطار الثنائي Binary fission بالضبط كما يحصل في الأميبات العارية مع الفارق انه يحدث بوجود القشرة أو الغلاف، على سبيل المثال في جنس *Arcella* عندما تتهيأ أفرادها للانقسام يقوم السايتوبلازم باقتناص كمية كبيرة من الماء ويقوم الأولي كذلك بتجميع كمية كبيرة من الرمل ومن ثم يقوم بقذفها حول فتحة فم الغلاف ويفرز عليها مواد كايتينية ويتحول تدريجيا إلى غلاف مماثل للغلاف الأصلي للخلية في النهاية وعندما يتحقق ذلك تندفع حبات الرمل إلى السطح العلوي وتتوزع حوله وتتصلب تدريجيا لتكون غلاف أو قشرة صلبة جديدة، وفي الوقت الذي تتكون فيه القشرة الجديدة تقوم النواة بالانقسام وتهاجر إحدى النواتين إلى الجزء الجديد من البروتوبلازم وفي نهاية العملية ينقسم السايتوبلازم ويتكون كائنين جديدين أحدهما يبقى في القشرة القديمة والآخر يندفع إلى القشرة الجديدة ويكمل بناء جسمه الحلوي كما في الشكل (6-9) التالي:



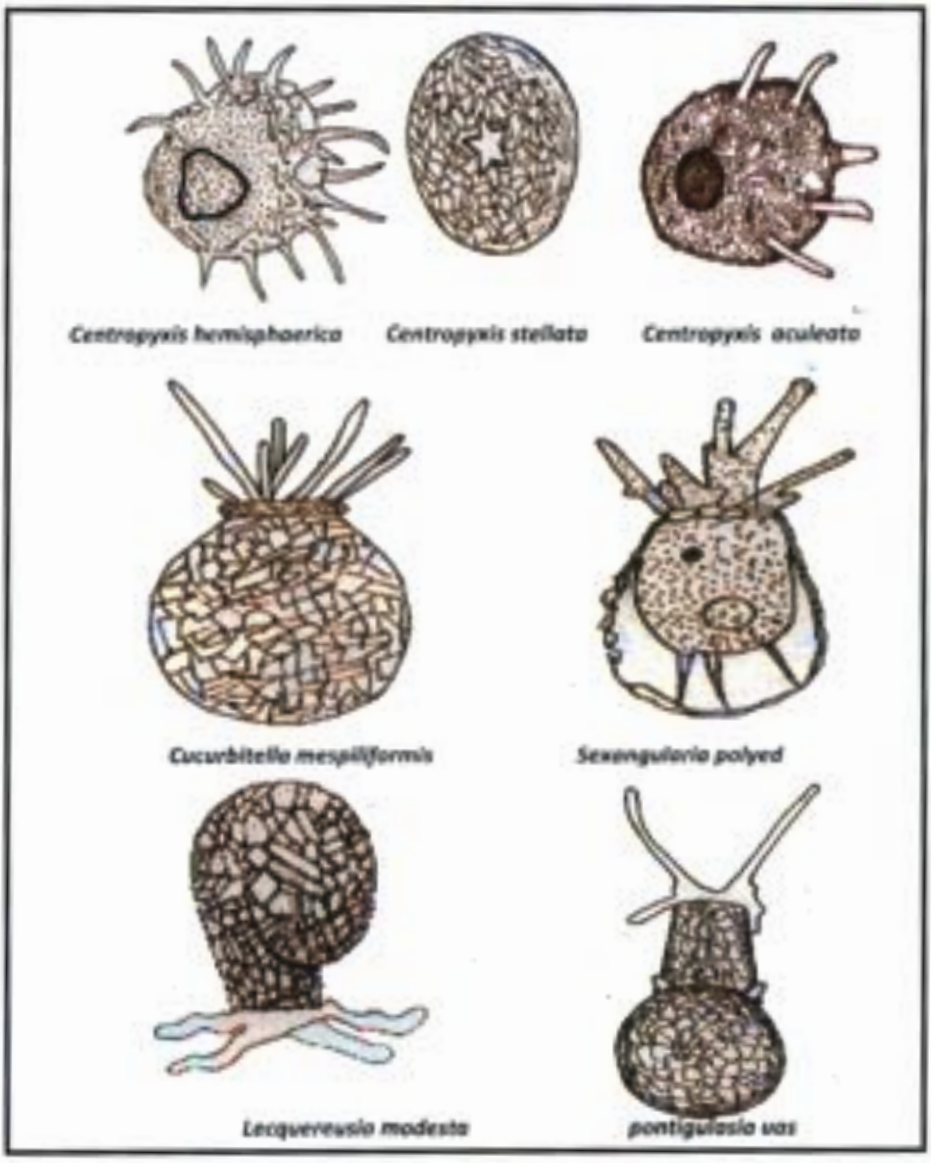
شكل (6-9) مراحل الانشطار الثنائي البسيط في أفراد رتبة ذوات القشرة.

تختلف اللحميات من ذات الأغلفة في هذه الرتبة في مظهرها الخارجي والشكل العام للجسم، حيث أن شكل وترتيب مكونات القشرة النهائية هي التي تفرض الهيكل العام لكل منها لذا نجدها عبارة عن حيوانات محددة الأشكال وهذا الشكل

يعتبر صفة تصنيفية في التفريق بينها، فعلى سبيل المثال في جنس *Arcella* نجد منها أشكال مختلفة تأخذ شكل مضلع، بينما يكون الشكل نجمي، كما في الشكل التالي:



Cucurbitella، أو كرويا إلى حد بعيد كما في جنس *Centropyxis* أو على شكل القربة كما هو الحال في أفراد جنس *Lecquereusia* أما في جنس *Difflugia* فأفرادها ذات مظهر يشبه القنينة bottle-shaped مع وجود عنق عاري أسطواني، والشكل (6-10) يبين نماذج مختارة منها.



شكل (6-10) نماذج مختلفة من أجناس رتبة ذوات القشرة.

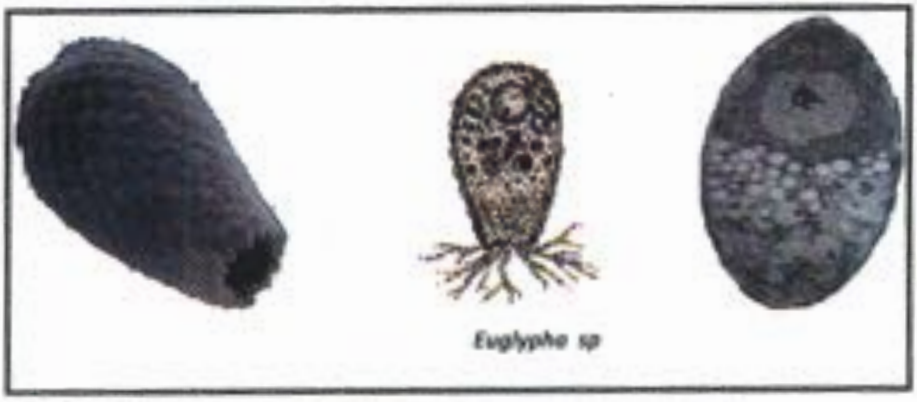
يختلف شكل الغلاف وملحقاته وخاصة الأشواك وموقعها من الجسم في أفراد الجنس الواحد، فمثلاً جنس الديفلوجيا *Difflugia* نجد منه أنواع عديدة مثل *D.corona*، *D.lobostoma*، *D. oblonga*، غيرها، ففي *D.lobostoma* يكون الجسم كروي وذات فم فمي مفتوح أما

D. corona ذات شكل بيضاوي ويملك أعداد مختلفة من الأشواك الكبيرة في الجهة المعاكسة للفم الخلوي، كما أن القشرة نفسها تتباين في هذه الأنواع ويختلف فيها ترتيب الصفائح الكلسية هي الأخرى تعتمد كصفة تصنيفية، وكما في النماذج الموجودة في الشكل (6-11).

شكل (6-11) نماذج مختلفة من أفراد جنس Difflugia .

(2) تحت طائفة خيطية الأقدام Subclass:Filoesa

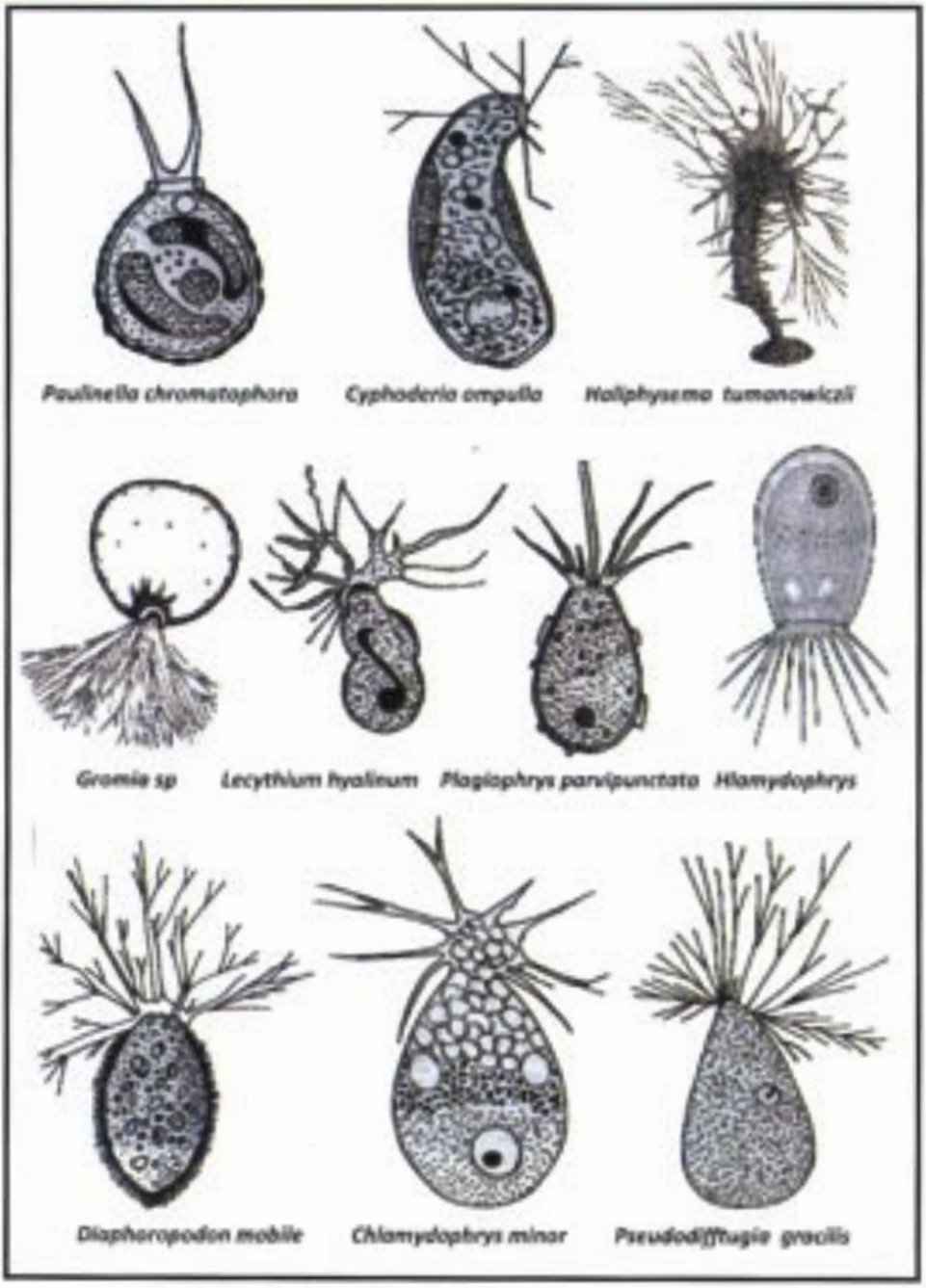
تنظم تحت هذه الطائفة أعداد كبيرة من الأوالي المغلفة والصغيرة الحجم والتي تكون الأقدام فيها من النوع الخيطي Filiform حيث تبرز من السايتوبلازم (سواء كان الجسم محاط بغلاف أو عاري) بأعداد وفيرة وتكون ورفيعة وطويلة نسبيا ومتفرعة النهايات ولكن نهاياتها حرة أي أن الفروع النهائية لا تلتقي مع بعضها كما في الشكل (6- 12) وهذا ما يميزها عن جذرية الأقدام وشبكية الأقدام.



شكل (6-12) تركيب ومكونات الغلاف في خيطية الأقدام

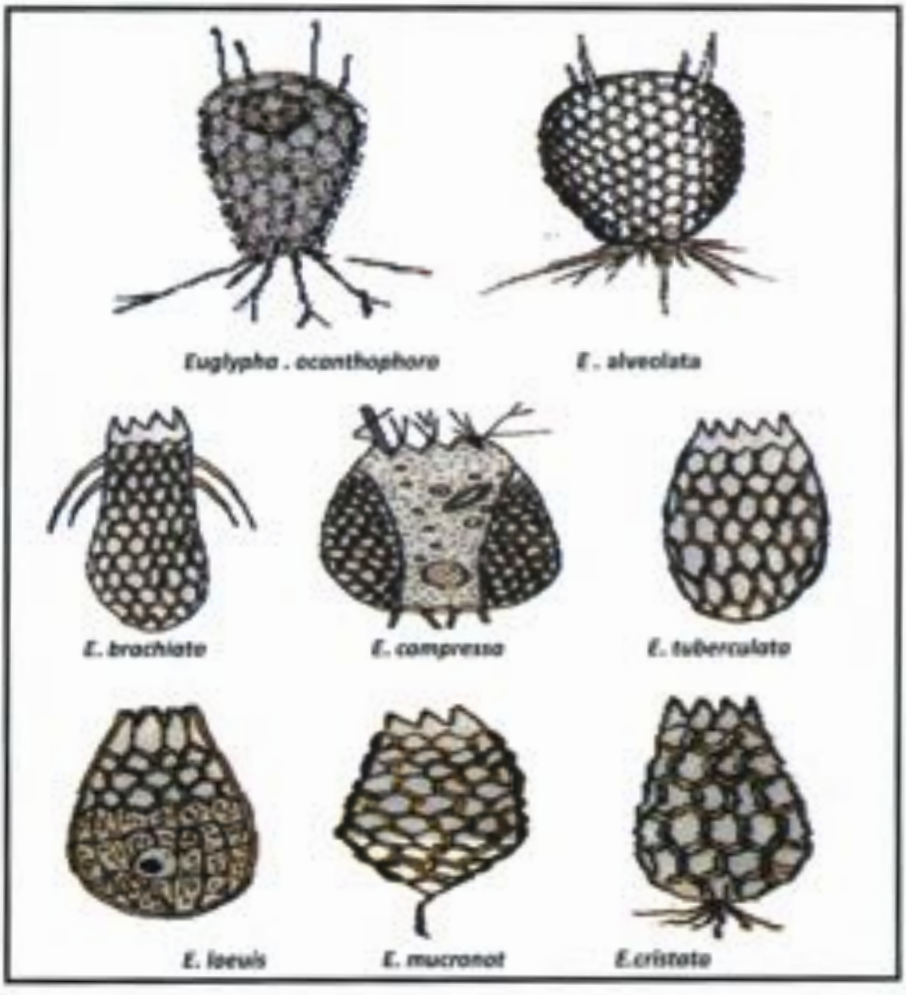
كذلك تتميز أفراد خيطية القدم بأنها أوالي صغيرة الحجم تتراوح أحجامها بين 15- 50 ميكرون، والمتاز بسايتوبلازم كثيف يملأ غلاف الجسم والنواة كبيرة كروية الشكل في الغالب تكون في الربع الأخير من الجسم، عدد الفجوات المنقبضة قليل وصغيرة الحجم، أغلبها حرة المعيشة في البيئة المائية، كما في أفراد الأجناس التالية *Clamydophrys minor* و *Lecythium hyalium* ولكن بعضها تكون جالسة كما في أفراد جنس *Haliphysema tumanowiczii* .

أما أغلفة الجسم فتكون من حبيبات براقة وصفائح تنتظم بأشكال زخرفيه مختلفة وعادة ماينتهي كل غلاف بفتحة فمية تخرج منها الأقدام الخيطية كما يتضح ذلك في الشكل (6- 13). وهي بذلك تستخدم كصفة تصنيفية.



شكل (6–13) نماذج مختلفة من أجناس تحت طائفة خيطية لأقدام.

حيث تتباين أغلفتها بالشكل العام والترتيب الصفائحي ووجود الأشواك وطريقة توزيعها وعددها وحجمها كما هو الحال في أفراد جنس *Euglypha* الذي يضم عدد من الأنواع ذات غلاف غشائي يتركب من صفائح من مادة Secreted chitinous أو Siliceous بالإضافة إلى أشواك على شكل أسنان حول فتحة الفم الخلوي بشكل عام والشكل (6-14) يبين أنماط هذه التحورات في الأغلفة الجسمية في أفراد جنس *Euglypha*.



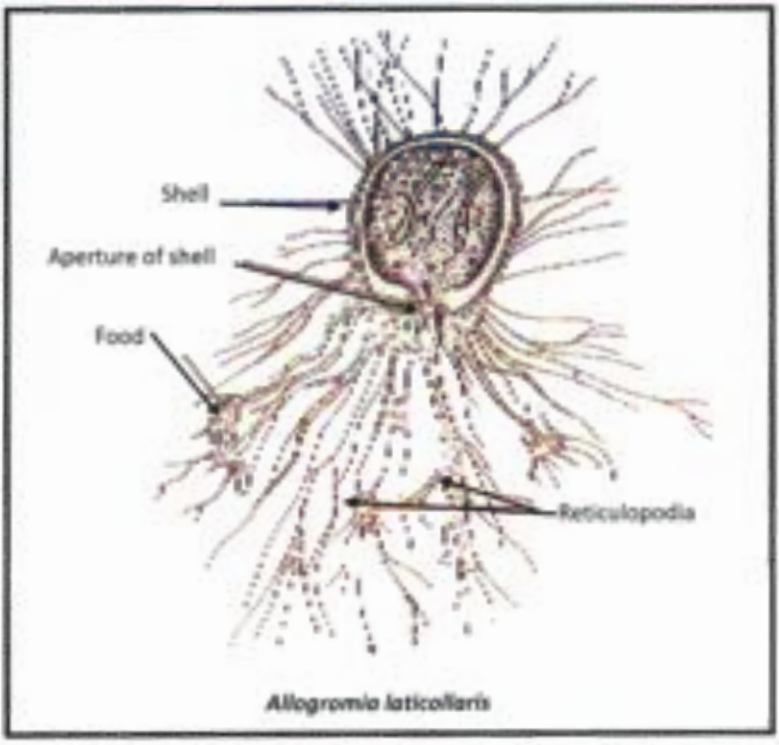
شكل (6-14) نماذج مختلفة أفراد جنس Euglypha.

حيث نجد عند المقارنة بين الأنواع مثل *Euglypha acanthophora* أن له أشواك طويلة ورفيعة وقليلة العدد دائما وتقع في مؤخرة الغلاف، أما النوع *E. ciliata* فانه يمتلك عدد كبير من الأشواك المتشابهة وعادة ما تكون من النوع الأبرية الكثيفة In sphagnum mass وموزعة حول الغلاف بكامله ، أما في النوع *E. alveolata* نجد أن الأشواك قليلة ومختلفة الأطوال وسميكة نسبيا وتقع في نهاية الجسم المعاكسة لفتحة الفم الخلوي، وفي النوع *E. brachiata* تكون الأشواك بزوجين فقط في الثلث الأول من الجسم ومقوسة إلى الجهة الخلفية أما الأنواع *E. tuberculata* و *E. laevis* فأن الغلاف فيها يبدو عديم الأشواك مقارنة مع الأنواع الأخرى، وهكذا يتباين الغلاف بالشكل وتوزيع الأشواك عليه في معظم الأنواع.

(3) تحت طائفة الحبيبشبكيات Subclass : Granuloreticulosia

وهي أوالي تنتشر في البيئات البحرية بالدرجة الأساس وخاصة في المناطق الدافئة حول منطقة خط الاستواء حيث تكون هي الأنواع السائدة والسائدة حوله، ولكن بعضها وجد في مياه المستنقعات والبحيرات الغنية بالمحتوى النباتي والمجاري المائية الأخرى وأهم ما يميزها عن غيرها وجود الأصداف والأقدام الشبكية الحبيبية الرقيقة التي تنطلق بشكل كثيف من السايتوبلازم وتنتهي بتفرعات عديدة ملتقية النهايات مما يعطيها المظهر الشبكي كما يتضح من الشكل التالي (6- 15). ولكن بعضها أميبي الشكل لا يحتوي على قشرة واضحة كما في جنس *Penardia mutabilis* وهي أوالي تتواجد في التربة الندية، أو مغلفة بقشرة سميكة وذات أقدام كثيفة ورفيعة كما في جنس *Allogromia* و *Globigeri* وغيرها، معظمها تم التعرف عليها من كمتحجرات fossil forams (Schultze,2000, Shires et al, 1994).

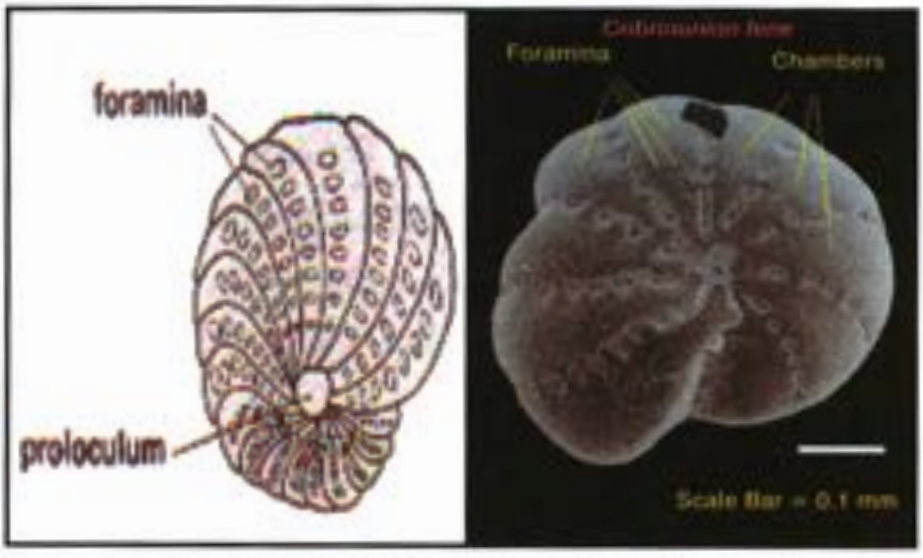
وهذه الأوالي تختلف في الحجم والشكل فمنها الكبير الحجم حيث تبلغ بعضها حوالي 10 سم كما في جنس *Nummulites* ذات الشكل الحلزوني، ومنها الصغير الذي لا يتجاوز أعشار من المليمتر، وحجم أفرادها يعتمد بالدرجة الأساس على عدد الحجر أو الردهات التي يتكون منها الغلاف فمنها الأحادية أو الثلاثية أو المتعددة، كما أن هذا الغلاف قد يكون ذات طبقة واحدة أو معقد التركيب من عدة طبقات multilayered .



شكل (6-15) التركيب العام للجسم في حيبيشبكية الأقدام.

تضم تحت طائفة الحيبيشبكيات Granuloreticulosia رتبة واحدة هي رتبة الأوالي المنخرية أو (المنخرمات Order :Foraminiferida) وجميع أفراد هذه الرتبة عبارة عن أوالي ذات قشرة مدعمة بمواد مختلفة وغريبة بعض الشيء تكون بهيئة حبيبات وصفائح صغيرة ترتبط مع بعضها لتكون القشرة الصدفية، الغالبية تكون فيها القشرة من calcium carbonate (CaCO3) ولكن في بعض الأفراد من الأنواع التابعة لهذه الرتبة يتكون الغلاف من بعض الجزيئات المعدنية ومادة غروية Glue تمتزج مع بعض لتشكل الغلاف أو القشرة السليكونية siliceous shells. وفي العادة يكون الشكل النهائي لهذه القشرة مكونة من عدة حجرات أو غرف تنشأ من إضافة الحجرات الجديدة إلى الحجرة الكبيرة الأصلية للحيوان الأولي عن طريق الانقسام المتتابع Following division، وتبرز الأقدام من فتحة رئيسية من القشرة أو من عدة ثقوب في جدار القشرة وكما يظهر في الشكل (6-16) لذلك تسمى أفراد هذه الرتبة كذلك "forams" حيث أن اسم المنخرمات يعني (hole bearing)

وتتحرك هذه الكائنات ببطء حول محور الجسم بواسطة البروزات السايتوبلازمية التي تشكل الأقدام الشبكية.



شكل (6–16) التركيب العام لغلاف الجسم في المتخريات يبين مواقع الثقوب في القشرة (الموقع، 28).

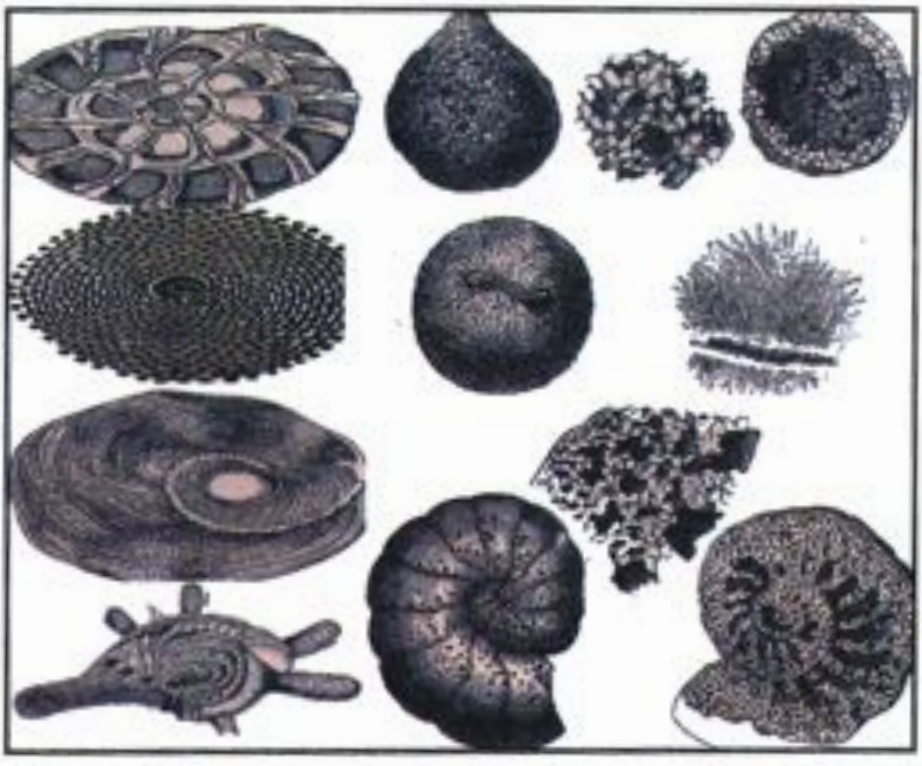
من الشائع فيها أن يكون لها شكلين مألوفين من نفس النوع هما:

1- الشكل المجهري الكروي microperic form والتي تتميز بواسطة الحجر الصغيرة الأولى والتي تعطي الدعم لزيادة الأفراد غير الجنسي asexually للأفراد اللاحقة أو الأشكال القادمة .

2- الشكل Amegalospheric form والتي تتميز بالحجرة الكبيرة الأولى والتي تعطي المزيد من الأمشاج المسوطة Flagellated gametes والتي سوف تكون العامل الأساسي في إنتاج اكبر عدد من الأفراد الكروية الصغيرة.

إذا كان الغلاف ذات فتحة رأسية aperture والتي من خلالها تنطلق الأقدام الشبكية reticnlopoda protruded تدعى هذه القشرة Tmperforate أما Perforate فان أفرادها تمتلك أعداد صغيرة وكثيرة من الفتحات تخرج منها الأقدام الشبكية، وهناك عدة أنواع من الأصداف shells تتشكل في أنواع مختلفة من المخرمات والتي تتمحور بشكل شائع وغالبا حول الحجرة الوسط بشكل colied arrangement. والشكل (6- 17) يبين نماذج مختلفة من هذه الأصداف.

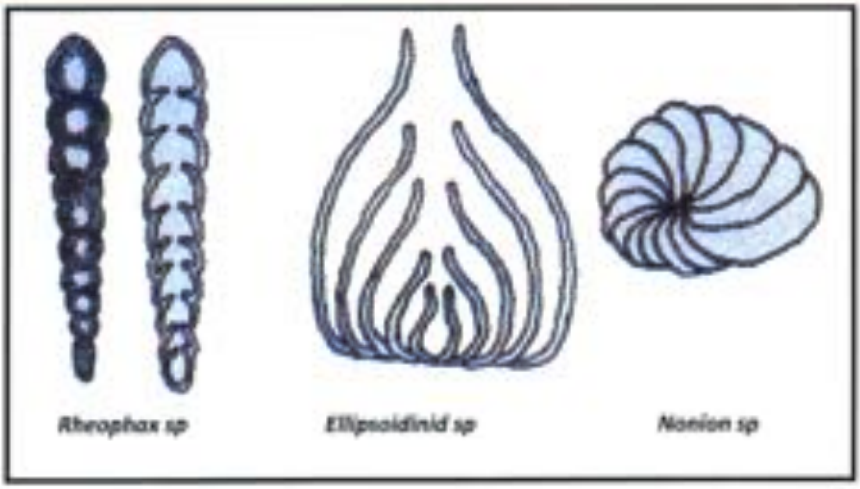
معظم المتخريات ذات معيشة بحرية ولكن توجد أعداد بسيطة منها في المياه العذبة مثل جنس *Allogromia* والبحرية منها تعيش وتتواجد بشكل أساسي في منطقة الطين القاعي للبحر كما تم تشخيصه في مساحات واسعة من المحيط الأطلسي، حيث تساهم قشور هذه المخرمات في تكوين ما يسمى قعة الودغة البحرية Ooze كما أن قشورها السائدة تشكل الجزء الأكبر من المادة الطباشيرية البيضاء التي تتكون خلال العصر Cretaceous period والتي تشترك في تكوين الصخور من النوع Nummulitic Limestons للساحل البحري، والجنس *Globigerina* واحدا من المخرمات التي تغطي السواحل البحرية كذلك تعيش في الطين في منطقة القاع البحري في عمق يصل أحيانا إلى 3000 قدم بحري (Schultze,2000 ،Hickman & Hickman,1984)



شكل (6-17) نماذج مختلفة من أصداف وأغلفة للمتخريات توضح موقع الفتحة الجسمية في الغلاف وتوزيع الحجرات (Schultze, 2000)

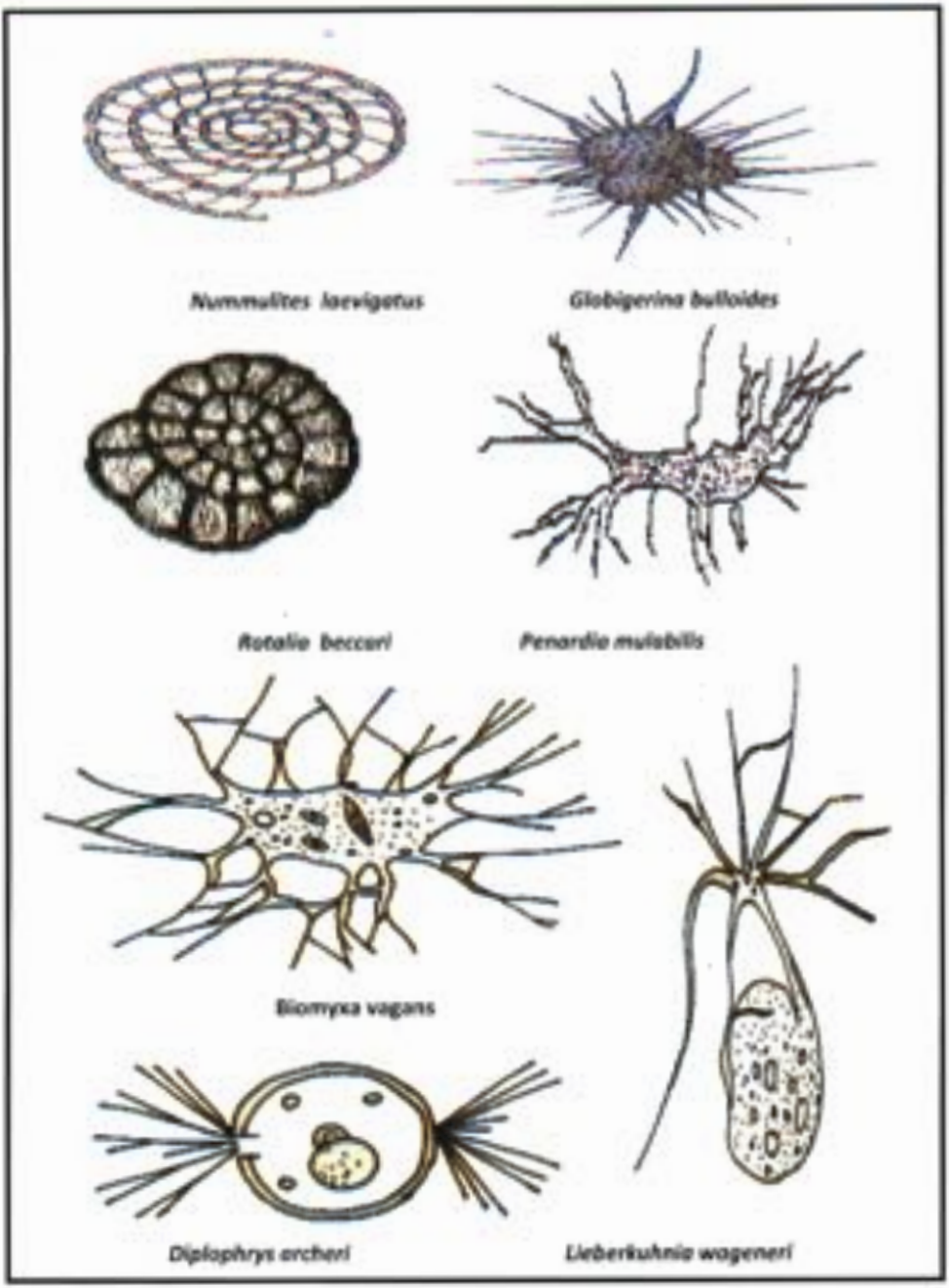
كذلك بينت بعض الدراسات انتشار هذه الأوالي في المحيط الهندي والباسيفيكي Indo-Pacific Oceans وخاصة حول السواحل الرملية التي تتكون فيها الشعاب المرجانية وينتشر في هذه المناطق بشكل خاص أفراد الجنس *Homotrema rubrum*. وبسبب كون الأنواع الساحلية قد غزت هذه البحار وغيرها بقشورها والتي كانت صغيرة، بشكل كبير جدا مما يسح بلفضها عبر مناطق السواحل مع التيارات البحرية وكما يشير الباحث (Ericson 1963) فأن الأشكال المختلفة من قشور هذه الأوالي والتي اختلطت مع مكونات الجرف البحري أو نزلت إلى الأعماق الكبيرة قد ساهمت في تكوين الرواسب القاعية البحرية.

أن هذا الدور البيئي الهام لأفراد هذه الرتبة قد شكل قيمة كبيرة لدى الجيولوجين وعلماء المستحاثات في دراستها واعتمادها كمرجع للتفسير العلاقات المتبادلة بين البيئة والتغيرات الجيولوجية، حيث يعتقد الباحثون بأن دراسة هذه الأوالي الموجودة حاليا والتي أفترضت تساهم في تفسير التغيرات الكبيرة التي أدت إلى حدوث تكيفات كبيرة في عالم الأحياء نتيجة للأحداث الجيولوجية المتعاقبة، حيث تمثل غزارة هذه الأوالي المغلفة واختلاف الأنواع في السجلات الأحفورية مع انقراض البعض منها لفترات طويلة أو مراحل قصيرة أخرى جعلت من هذه الأحياء واحدة من أكثر المجاميع استخداما في دراسة التحجرات لمعرفة وتقدير عمر الصخور (agins rocks) وعلاقته بالأحداث البيئية والجيولوجية وهذا ما اعتمد عليه الباحثون (ويليامسون وجولد) في استخدام هذه الأوالي كأدلة أحفورية An index fossil في تفسيرهم لعملية التكيف للتشعب adaptive radiation والتكيف المتقطع punctuated radiation وهم بالأساس علماء جيولوجيا حيوية (Taylor,1983). كذلك يختلف التركيب الجسمي الداخلي لهذه الأوالي، فممكن أن تكون الكتلة الأميبية مكونة من عدة أجزاء لأن الصدفة تكون مكونة من عدة فصوص وتبدو كأنها صدفة متبرعمة كما في حالة أفراد أجناس *Nonion* و*Giblobigrina* حيث ومنها مايكون الجسم حلزوني داخل محادع القشرة كما في جنس *Rheophax* أو متشعب كما في جنس *Ellipsoidinid* و غيرها من الأجناس ونتيجة لارتباط شكل الجسم بنوع وتركيب الصدفة والغلاف الخارجي لذلك أعتمد كصفة تصنيفية للتفريق بين الأجناس و الأنواع التي تعود إلى هذه الرتبة وكما مبين في الشكل (6-18).



شكل (6-18) نماذج من أغلفة الجسم لبعض أجناس تحت طائفة الحيبيشيكيات.

الأوالي من شبكية الأقدام حيوانات شاملة التغذية فهي تستخدم الأقدام للافتراس الحيوانات الموجودة في الوسط المائي، وكذلك تتغذى على الطحالب المجهرية والبكتريا وتلتهم بالتغذية الرمية المواد العضوية والفتات الموجود مع الماء الذي يدخل الجسم وتتكون حوله فجوات غذائية تحلله إلى مكونات قابلة للامتصاص فيما بعد داخل السايتوبلازم، أما عملية التنظيم الأزموزي فتتم عن طرق الفجوات المنقبضة التي يكون عددها قليل وصغيرة الحجم خاصة في الأنواع بحرية المعيشة. ومن الأجناس المهمة في هذه الرتبة والتي تتواجد حاليا في البيئة الطبيعية من أفراد تحت طائفة الحيبيشيكيات هي (*Rheophax, Rotalia, Nummulites Allogromia Globigerina,*) *Homotrema Ellipsoidinid، Seriatopora* والشكل (6- 19) يبين نماذج مختارة منها .



شكل (6-19) نماذج مختلفة من أجناس تحت طائفة الحبيبشيكيات.

(4) تحت طائفة الفطريات الحيوانية Order:Exomycetozoa

تضم تحت طائفة الفطريات الحيوانية أو افلامية المخاطية والتي تسمى في بعض المراجع باللازمديات أو الأعفان المائية "plasmodial slime-molds" Myxomycota رتبتين أساسيتين هما رتبة الفطريات الحيوانية mycetozoida ورتبة الفطريات المخاطية الأولية Proteomyxida. وتنتشر هذه الأنواع من الفطريات في البيئة البرية في أراضي الغابات الرطبة في مناطق الباردة من الكرة الأرضية وخاصة المناطق الغنية في المواد العضوية حيث تصل أعدادها إلى عدة آلاف في الجرام الواحد من التربة ومن الأنواع السائدة في هذه البيئات *Dictyostelium* *Acrasis* و *Physarum polycephalum* التي تعود إلى رتبة mycetozoida ، كما ينتمي إلى هذه المجموعة من الفطريات أنواع أخرى تعيش في البيئة المائية Slime molds ومن أشهر أجناسها *Pseudospora* ، *Vampyrella*. (Levinson,2006 ، Pommerville,2004).

وأفراد تحت طائفة الفطريات الحيوانية تشكل واحدة من مشاكل التداخل في عالم الأحياء وسبب هذا التداخل هو كون أن هذه الكائنات لمائل الفطريات في التركيب العام للجسم حيث يكون فيها هذا الجسم محاط بغلاف سليلوزي وتكون جسم فطري وتراكيب مماثلة للأجسام الثمرية fruiting bodies كما هو في الفطريات المعروفة وهذه الصفات والخصائص جعلت علماء النبات يصنفوها على أنها فطريات وتمثل شعبة كاملة ضمن مملكة الفطريات. والشكل التالي (6-20) يبين تكون الجسم الثمري في أحد الأجناس البرية المعيشة *Dictyostelium discoideum* حيث يتضح فيه تحول التركيب الأميبي إلى جسم ثمري فطري في الجزء الثاني من دورة الحياة .

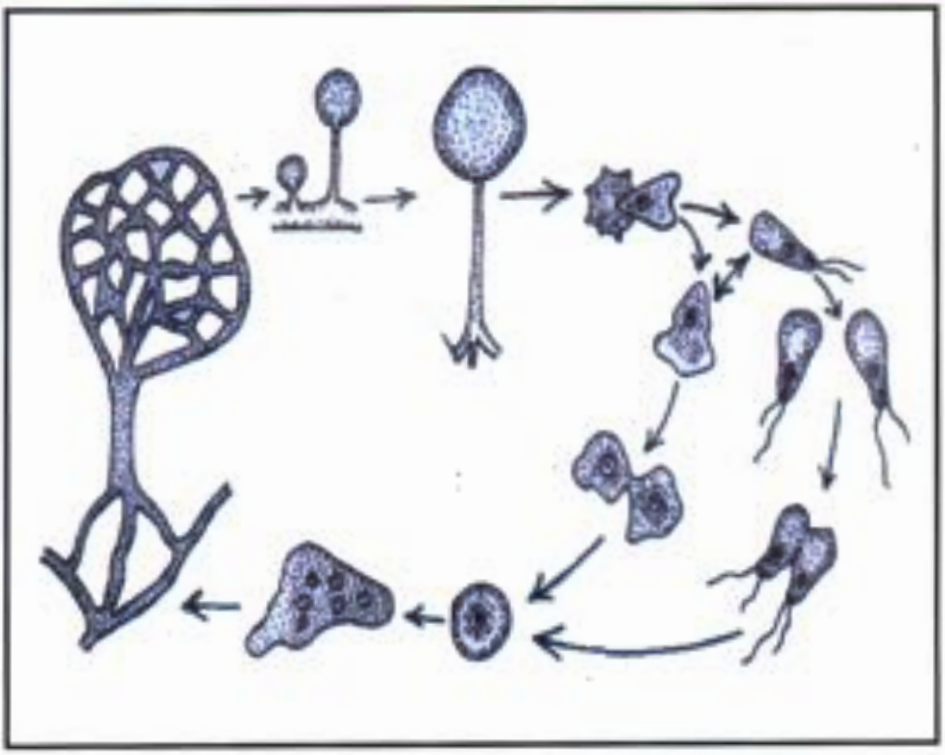
شكل (6-20) مراحل تكون الجسم الثمري والحافظة البوغية في دورة حياة جنس *Dictyostellium discoideum*.

ولكن من الجانب الآخر نجد أن علماء الحيوان والأوالي يصنفونها تحت طائفة تنتمي إلى الشعبة الحيوانية ضمن مملكة الأوالي وهم يستندون في هذا الرأي إلى الحقائق العلمية والخصائص التي تتميز بها دورة حياة وتركيب هذه الأوالي:

1- الجسم في هذه الكائنات يتكون من خلية واحدة ذات نواة حقيقية وهذه الصفة الأساسية من صفات الأوالي.

2- تكون هذه الكائنات أثناء دورة حياتها أمشاج صغيرة متوطة Flagellated gametes تتخاصب فيما بينها وتكون مدمج خلوي عديد الأنوية يسمى بالبلازموديوم الفطري كما في بين في الشكل (6-2) .

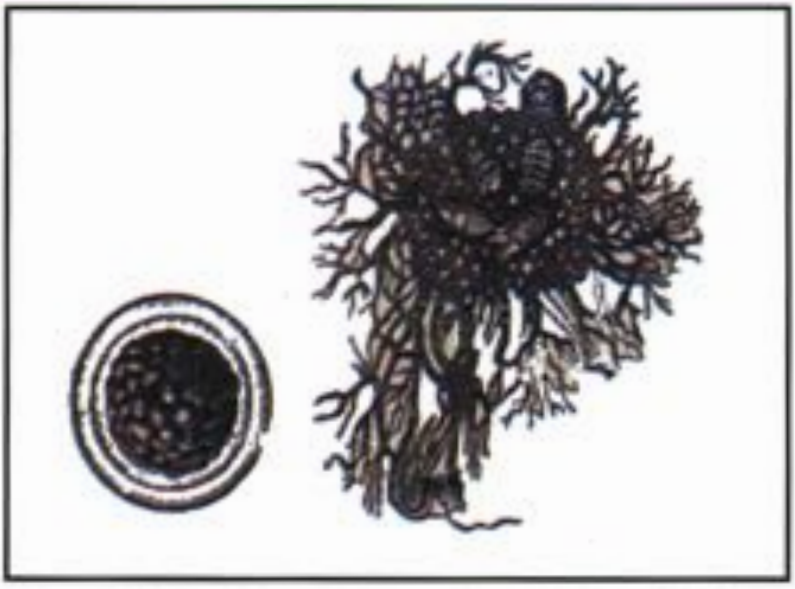
3- يكون البلازموديوم الناشئ من الخطوة (2) تركيب أميبي لزج القوام يتحرك حركة أميبية ويتغذى تغذية رمية وخاصة في الأنواع التي تعيش في البيئة البرية أما التي تعيش داخل الماء فهي تعيش عيشة طفيلية وهذه من صفات الكائنات الحيوانية.



شكل (6-22) الأمشاج السوطة وتكون الزيجوت الخلوي خلال دورة حياة *Plasmodium sp*.

4- أثبتت الفحوصات المجهرية أن هذه الكائنات تكون أنواع مختلفة من الأقدام الكاذبة أما فصية كما في البرية منها أو خيطية أو شبكية كما في الأنواع المائية، وهي بذلك تماثل اللحميات المختلفة.

وعند المقارنة بين أفراد أجناس الأوالي التي تنتمي إلى الرتبة الأولى Mycetozoida وأفراد رتبة Proteomyxida نجد أن الأجناس في الأولى تحاط بغلاف سميك سليلوزي القوام بينما تكون الأجناس في الثانية عارية من الأغلفة وتحاط بغشاء رقيق وتكون أقدام كاذبة خيطية أو شبكية كما موضح في الشكل (6-22).

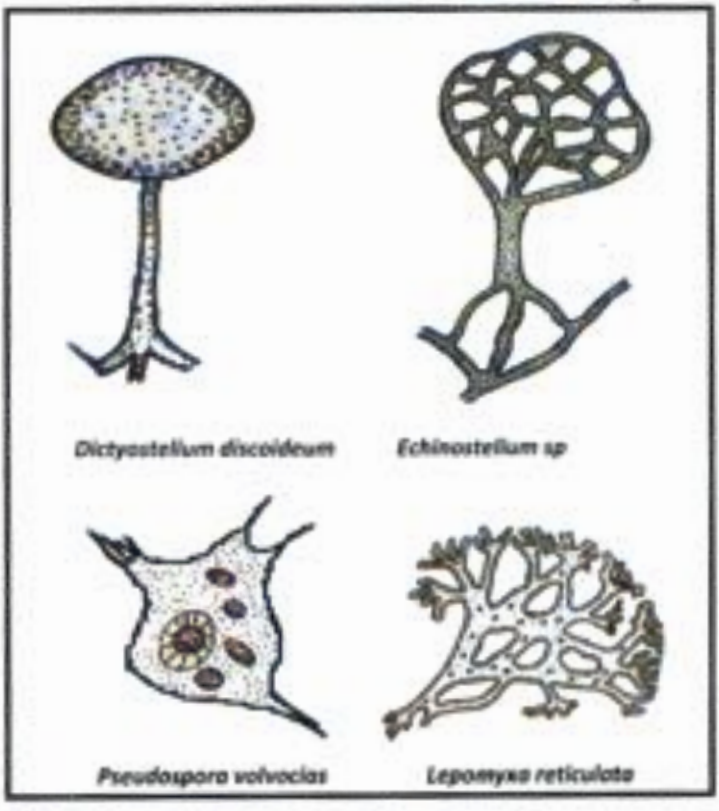


شكل (6-22) الشكل العام لجنس *Protomyxa aurantica* من رتبة Proteomyxida عن (Haecckel.1887).

وقد بينت الدراسات أن أفراد رتبة mycetozoida عبارة عن أوالي طفيلية في البيئة المائية تتطفل على مستعمرات الطحالب الخيطية والحشائش المائية كما في جنس *Vampyrella* الذي يتطفل على طحالب السبايروجيرا والزجنيا، حيث تظهر أوالي هذا الجنس بأشكال كروية ذات ألوان برتقالية حمراء عند فحص المستعمرات الخيطية المصابة بهذه الطفيليات، بينما يتطفل جنس *Pseudospora volvosis* على مستعمرات الأوالي من رتبة الملتفات وخاصة مستعمرات الفولفكس حيث تبدو أفراد هذا الجنس بأشكال أميبية مسوطة تتحرك داخل الخلايا المنقسمة لمستعمرة الفولفكس. كما تشير المراجع العلمية إلى أن عدد من هذه الفطريات كما في الأجناس *Saprovegniosis* و *Ichthiophinus* تصيب الأسماك بأمراض مختلفة تدعى بأمراض الأسماك الفطرية Mycotic fish diseases، حيث يسبب الجنس الأول مرض تكسر القشرة في البيوض والثاني يصيب الجلد والأعضاء الداخلية، وتنتشر هذه الأوالي الفطرية الحيوانية بشكل واسع في بيئات المياه الدافئة والتي تتعرض إلى عوامل التلوث العضوي بشكل خاص(برانية وآخرون 1996).

ومن الجدير بالذكر أن المراجع القديمة تضع صنف جنس *Labrinthula* ضمن أفراد هذه الرتبة نتيجة للتماثل في طريقة المعيشة لأنه يتطفل كذلك على بعض النباتات المائية ويماثل الأعفان المائية في مظهره الخارجي بدرجة كبيرة، ولكن المراجع الجديدة وبعد التأكد من وجود اختلافات تركيبية جعلت هذا الجنس ضمن شعبة جديدة وتحت تسمية شعبة متعددة النوافذ *Labrinthomorpha* والتي سوف يتم دراستها لاحقا.

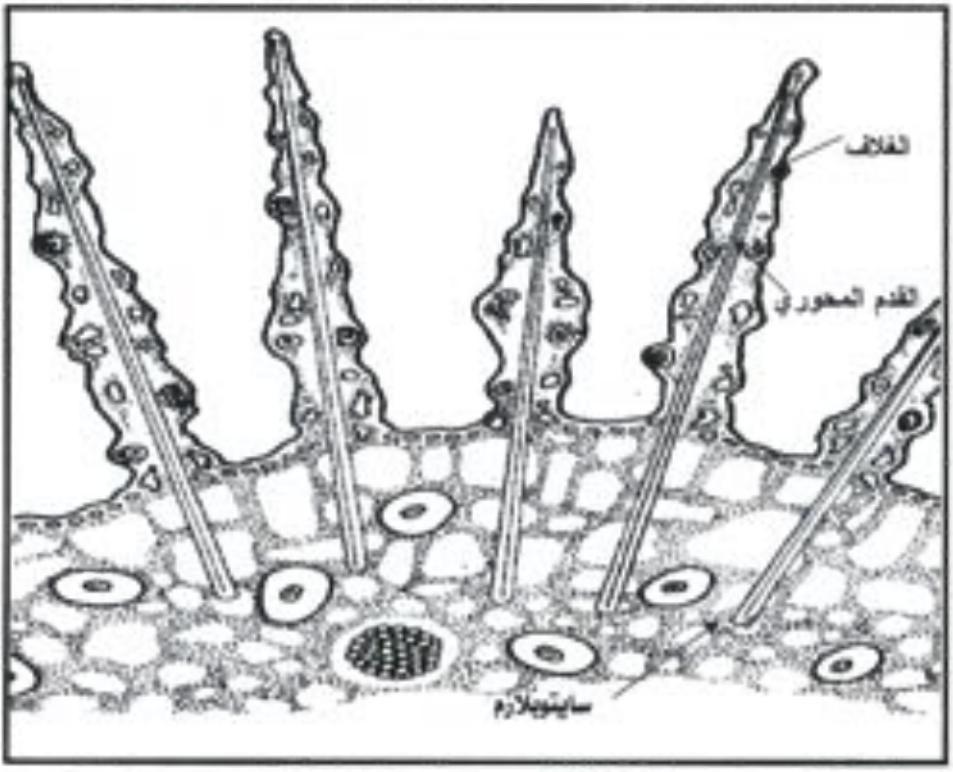
ومن الأجناس الأخرى المهمة التي تنتمي إلى تحت طائفة الفطريات الحيوانية Eumycetozoa هي *Physarm* ، *Stemonitis* ، *Dictyostelum* ، *Lepomyxa* و Echinostelium ، *Eumycetozoans, Dictyostelids, Myxomycetes, Protostelids, Acrasiomycota, Dictyosteliomycota, Myxomycota, Ramicristates* وغيرها، والشكل (6- 23) يبين نماذج مختارة من هذه الأوالي.



شكل (6-23) نماذج مختلفة من أجناس تحت طائفة الفطريات الهلامية.

ثانيا ـ طائفة شعاعية الأقدام Class : Actinopoda

يقع تحت هذه الطائفة حوالي 4240 نوع من الأوالي عرفت حتى وقتنا الحاضر، بحرية المعيشة بالدرجة الأساس تتواجد في المياه الدافئة التي تتراوح درجات الحرارة فيها بين 26- 37 درجة مئوية، وهي عبارة عن أوالي كروية الشكل ذات هيكل داخلي من مادة السليكات (siliceous skeleton) تكون أفرادها ذات أقدام كاذبة محورية Axiopods تنبع من سايتوبلازم الخلية على شكل امتدادات بروتوبلازمية تمر خلال تراكيب أبرية مجوفة ومفتوحة النهايات كما في الشكل (6- 24) التالي:



شكل (6-24) تركيب القدم المحوري في طائفة شعاعية الأقدام (الموقع 22).

ويحتوي الهيكل على محفظة مركزية central capsule كاينية التركيب مثقبة تفصل بين الطبقة الداخلية والخارجية من السايتوبلازم كما في أفراد تحت طائفة الشعاعيات Radiollaria، أو أن هذه المحفظة غير موجودة ويظهر في وسط الغلاف عوضا عنها تركيب فراغي يسمى proloclum كما في

أفراد تحت طائفة الشمسيات Heliozoa التي تنتمي إلى هذه الطائفة. إما بالنسبة إلى السايتوبلازم فانه ينقسم إلى منطقتين خارجية شفافة وفجوية وداخلية معتمة وكثيفة وتقع بداخله النواة تقسم هذه الطائفة في النظم التصنيفية الحديثة إلى تحت طائفتين ثانويتين Subclass هما الشمسيات Heliozoa ذات المعيشة في المياه العذبة والشعاعيات Radiolaria ذات المعيشة البحرية. (Brusca & Brusca, 2004 ،Taylor 2004) واستند علماء الأوالي في هذا التقسيم على عدة عوامل وخصائص منها:

أ- وجود من عدم وجود المحفظة المركزية في الهيكل الداخلي للجسم وشكل هذه المحفظة ونوعية الثقوب ومواقعها من جسم المحفظة.

ب- الشكل العام للجسم في الطور البالغ وطريقة انطلاق وتوزيع الأقدام المحورية من الجسم.

ج- طبيعة التركيب الكيميائي للغلاف ونوعية المواد المشتركة في تكوينه.

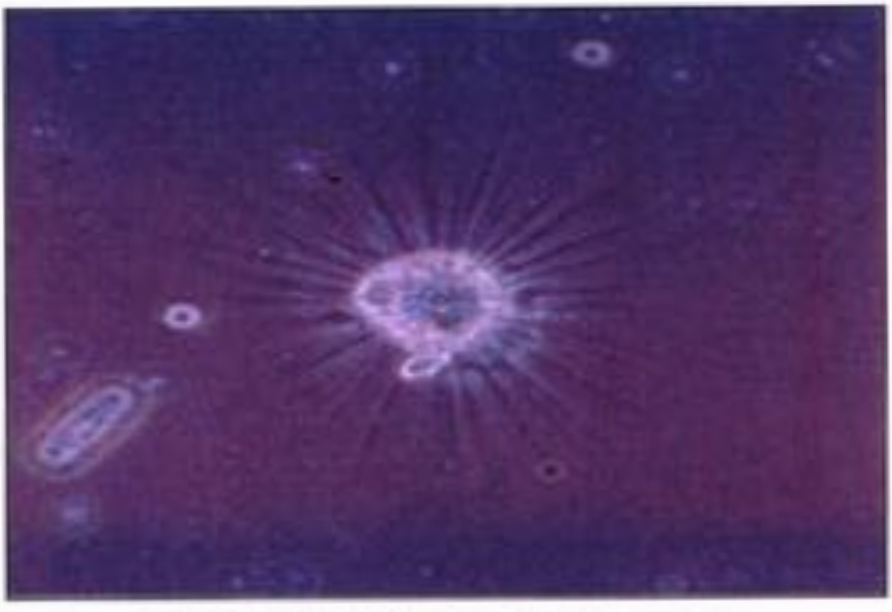
ت- البيئة الأساسية للتواجد والمعيشة الدائمة والتكيف العام للأفراد.

وتتضح هذه الخصائص بشكل كبير عند دراسة خصائص كلا من الشمسيات والشعاعيات والأجناس والرتب التابعة لها بشكل منفصل.

(1) تحت طائفة الشمسيات Subclass: Heliozoa:

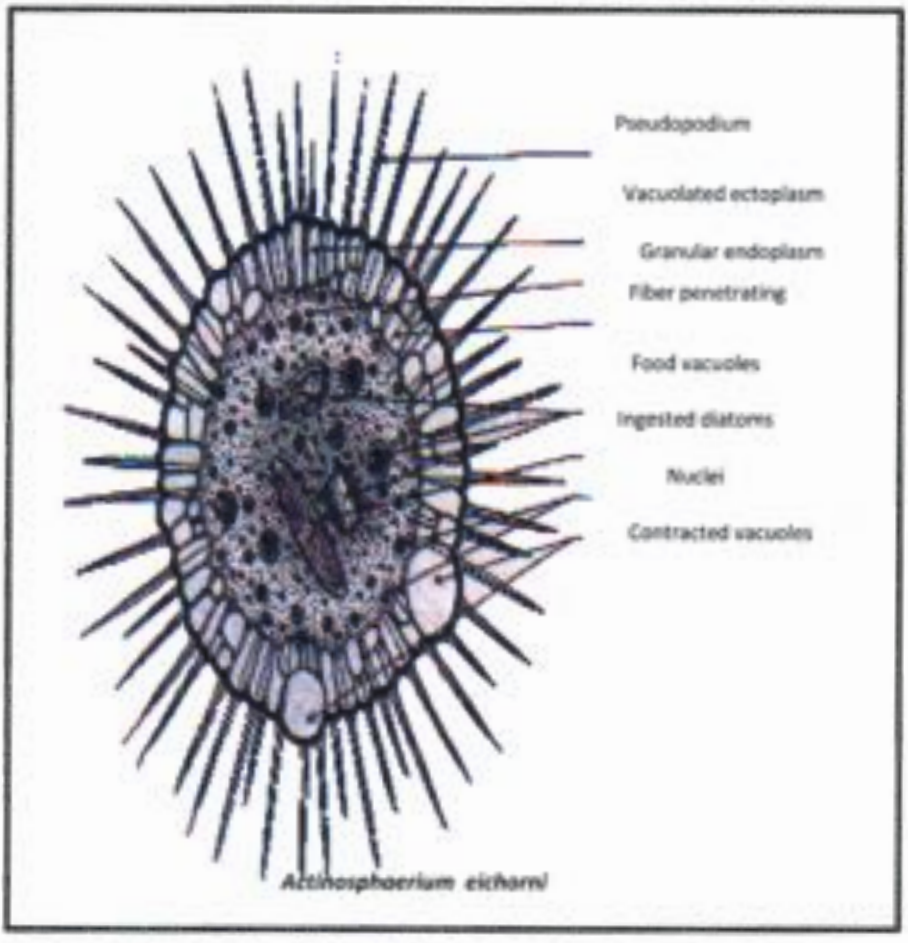
الشمسيات عبارة عن أوالي كروية الجسم spherical body سميت بهذا الاسم لأن الأقدام المحورية Axiopods المتفرعة من الجسم الكروي تعطي شكلا وهذا تدعى أحيانا بالحيوانات الشمسية Sun animalcule، ومما يميز الأقدام المحورية في الشمسيات هو أنها تنطلق من الغلاف المحيط بالنواة وتتجه إلى خارج غلاف الجسم وتكون مدعمة بما يشبه القضبان المحورية axial rods من الجهة الخارجية ناشئة من غلاف الخلية الأم ، وتقوم هذه الأقدام بوظائف عديدة منها تأمين عملية الطفو والحركة كهاتيات حيوانية في الوسط المائي، حماية الشمسيات من الأعداء الطبيعيين والقيام بوظيفة غذائية حيث تستخدم كوسائل لصيد واقتناص الفرائس حيث ينتهي كل قدم بفتحه في نهاية الأنبوب المحيط يستطيع أن يمتد من خلالها إلى مسافة معية للإلتصاق بجسم الفريسة ومن ثم اختراق جسمها عن طريق مساعدة مادة بروتينية تسمى بروتين g40 الذي يخزن في مواقع من

الخلية تدعى الأجسام الفارزة extrusomes. كما يظهر في الصورة التالية التي تبين عملية صيد وافتراس أحد أجناس الشمسيات لحيوان من الأوالي الهدبية.



صورة من الحقل تبين افتراس الشمسيات لنوع من الهدبيات. تصوير (Chitchai Chantangsi, 2007).

بعض الأجناس في هذه الأوالي تكون بدون هيكل خارجي (عارية) والقسم الآخر لها هياكل متكونة من السليكا ومواد عضوية أو قد تكون من واحدة منهما فقط، وتتميز الأجناس التابعة لها كذلك بعدم وجود المحفظة المركزية ويظهر في وسط الغلاف أن وجد تركيب فراغي يسمى proloculum، أما السايتوبلازم فينقسم إلى منطقتين متميزتين من خلال المشاهدة تحت المجهر حيث يكون القسم الخارجي Ectoplasm فجوي وشفاف بينما القسم الداخلي Endoplasm كثيف وغامق أو معتم، تحتوي هذه الأوالي على نواة واحدة أو أكثر كما في جنس Actinosphaerium (Patterson & Hausmann,1981، القوني 2002، Nikolaev, et al 2004). والشكل (6-25) يبين تركيب للجسم.



شكل (6-25) التركيب العام للجسم في الأوالي الشمسية.

أفراد هذه الأوليات تعيش في المياه العذبة بصورة أساسية في البرك البيولوجية والبحيرات وفي المياه المفتوحة في الجداول والخلجان creeks وحتى في المستنقعات الرطبة wet moss، حيث يمكن أن تجدها بشكل مجاميع بين مستعمرات الطحالب الخيطية أو بشكل أفراد حرة المعيشة تتغذى كمفترسات للهدبيات الصغيرة وغيرها من الأحياء الأخرى وهي بذلك تكون متباينة التغذية heterotrophic وفي نفس الوقت تشكل هذه الأوالي قاعدة غذائية للعديد من لافقاريات وفقاريات الماء المختلفة (Arikawa et al, 2002).

يحصل التكاثر في هذه الأوالي بعدة طرق منها:

(1) التكاثر لاجنسيا عن الانشطار الثنائي البسيط:

حيث ينقسم الجسم إلى جزيئين متماثلين يحمل العضيات الأساسية وينمو ليكون كائن جديد بعد الانفصال التام كما في الشكل التالي الذي يمثل حالة انقسام مباشر سجلت في احد أفراد جنس الاكتينوفرس *Actinophrys* الذي يظم عدة أنواع أهمها *Actinophrys sol, A. vesiculata, A. kawyamini, A. eichhorni.* والصورة التالية توضح حالة الانشطار في أحد أفراد جنس *Actinophrys sol*

صورة من الحقل لحالة الانشطار الثنائي في أفراد جنس الاكتينوفرس. عن (Chitchai Chantangsi, 2007).

(2) التكاثر الجنسي عن طريق التخصيب الذاتي Self-fertilization:

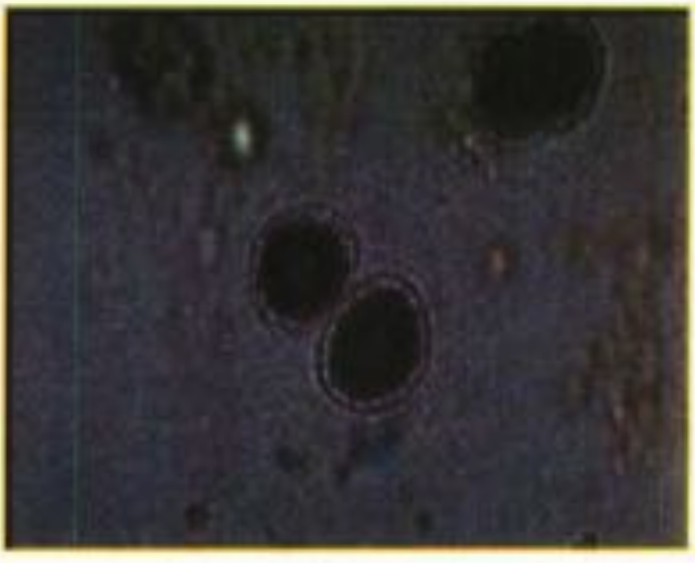
أو ما يسمى autogamy كما تم متابعته في أفراد جنس Actinophryis heliozoa

(3) التكاثر المختلط عن طريق التكيس والتحوصل Encystment:

حيث تلجأ إلى هذا النمط من التكاثر العديد من الشمسيات كما في أفراد جنس *Actinosphaerium* في حالة الظروف البيئية غير الملائمة كنقص الغذاء وانخفاض درجات الحرارة والتلوث الشديد وغيرها من العوامل الضاغطة بيئيا، وعندها تتحوصل الأفراد ويحصل انقسام مباشر خيطي ينتج عنه خليتين تحمل كل منهما العدد الكامل من الكروموسومات diploid يدعى

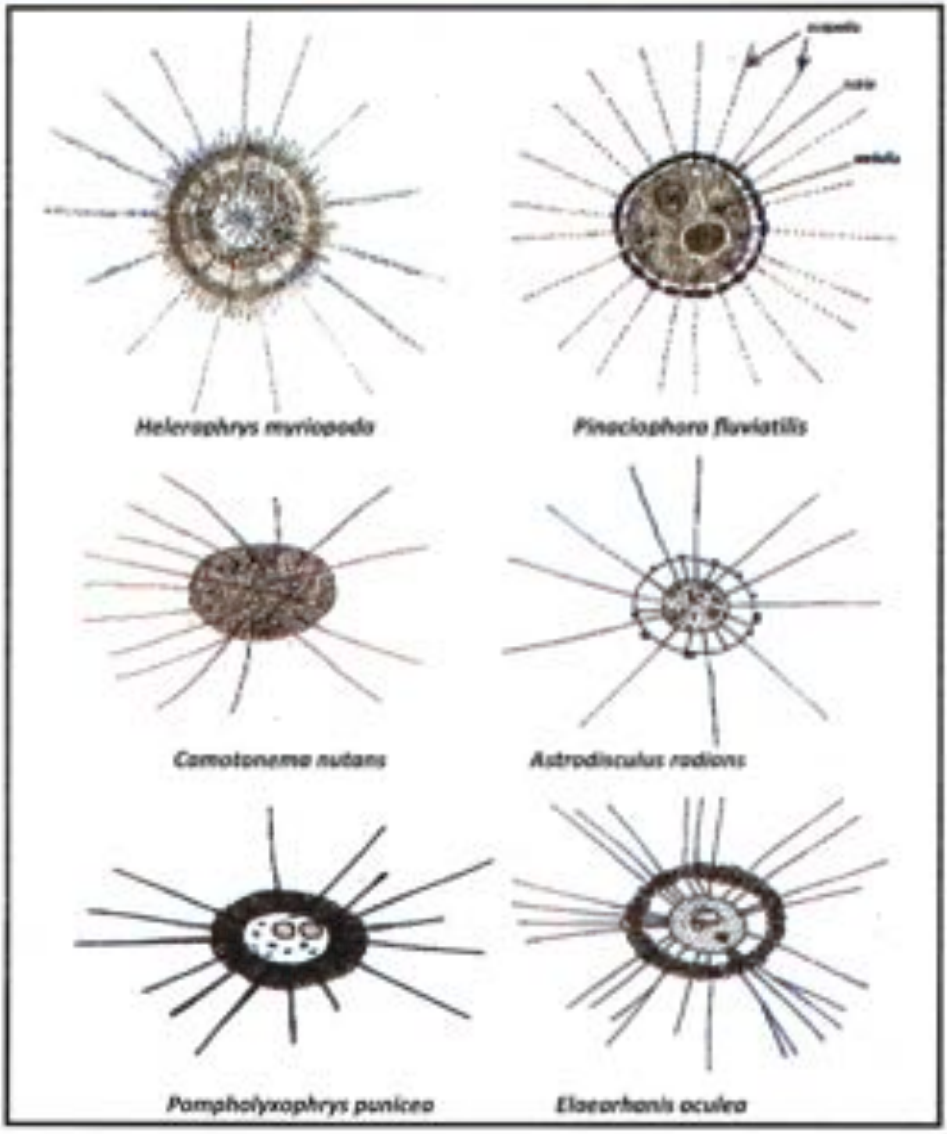
كل منها gamonts، بعد ذلك تمر كل خلية بانقسامين اختزاليين تعطي في النهاية كائن يحمل نواة خصبة من بين هذه الأنوية، يتقابل فردين من الأفراد الخصبة وتتكون لاقحة Zygote ثنائية المجموعة الكروموسومية داخل غلاف الخلية، وعند توفر الظروف البيئية الملائمة يتحطم كيس الخوصلة وينتج حيوان شمسي أولي جديد.

والصورة التالية يوضح حالة التحوصل في أفراد جنس *Actinosphaerium* (Suzaki et al ,2003) كما يمكن تعطي بعد الانقسام حيوان شمسي صغير مسوط له سوط أو اثنان ينمو ويكون لنفسه غلاف وأقدام محورية فيما بعد كما سجل ذلك عند متابعة دورة الحياة لجنس *Clathrulina* (Sleigh,1989).



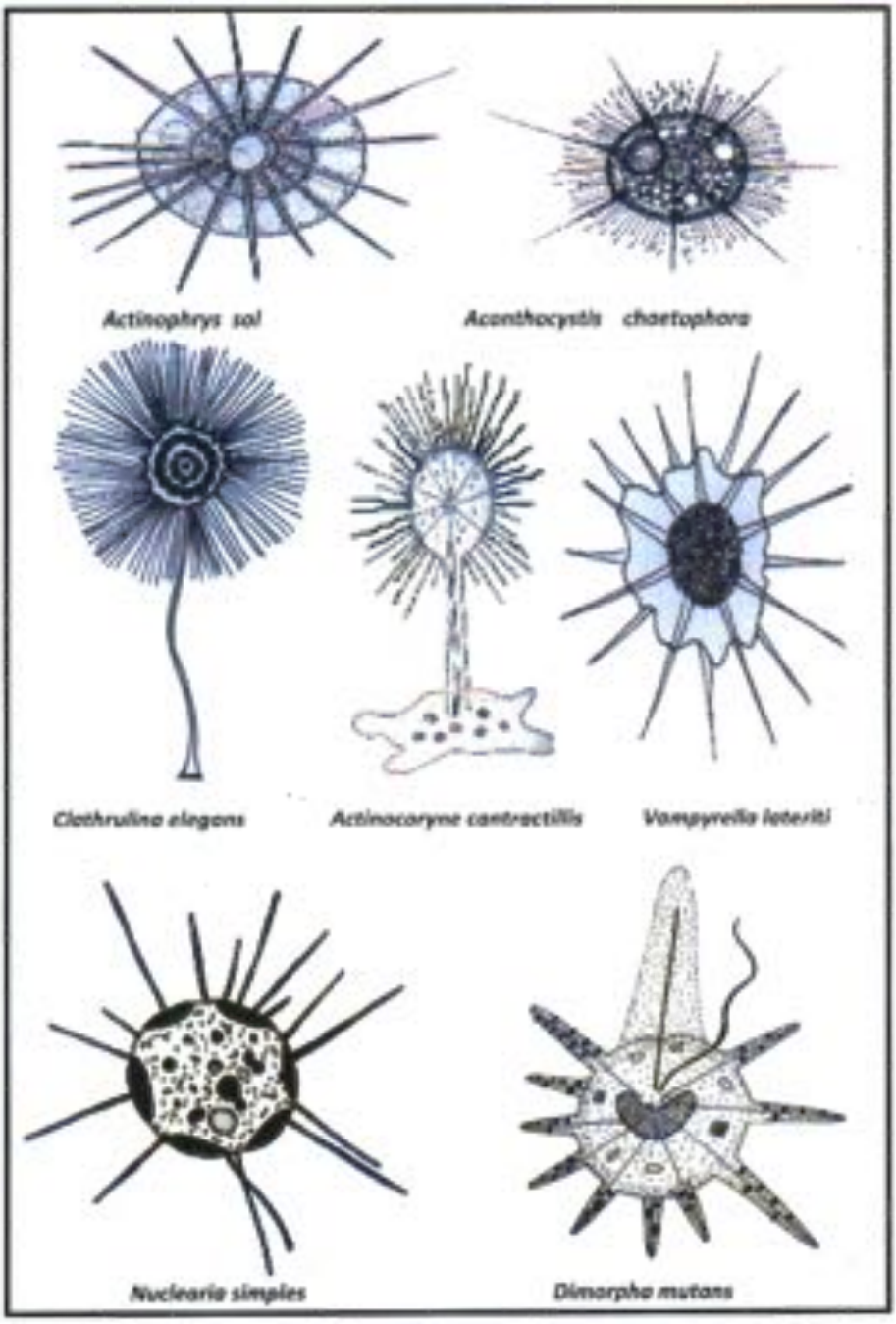
صورة من الحقل لحالة التكيس في أفراد جنس الاكتينوسفيريم.

كذلك تتنوع أفرادها في طبيعة شكل الجسم وطريقة توزيع وكثافة الأقدام المحورية ونقطة انطلاقها من خلال الغلاف كما تتنوع الأغلفة والتحورات من حيث المظهر والتركيب فقسم منها بدون غلاف كما في جنس *Comptonema nutans* وبعضها ذات غلاف حرشفي عظمي المظهر *Pamaciophora flaviatilis* وبعضها أشواك كثيفة مختلفة الأطوال مع الأقدام المحورية كما في جنس *Heterophrys myriopoda* وغيرها من تحورات الغلاف، كما يمتد هذا التنوع ليشمل طريقة المعيشة، فبعض أفرادها حرة صغيرة الحجم وبعضها يصل حجمها عدة ملليمترات ويمكن ملاحظتها بالعين المجردة، وبعضها جالسة وغير ذلك، والشكل (6- 26) يبين بعض هذه التحورات.



شكل (6–26) تطور الغلاف وطريقة انطلاق الأقدام في الشمسيات المختلفة.

ومن أشهر أجناس الشمسيات التي تم دراستها بشكل جيد من قبل الباحثين هي *Camptonema* *Pinaciophora, Acanthocystis, Actinophaerium, Clathrulina, Actinophrys, Clathrulina* و*Dimorpha* وغيرها. والشكل (6-27) يبين نماذج مختارة من أفراد هذه الأوالي.

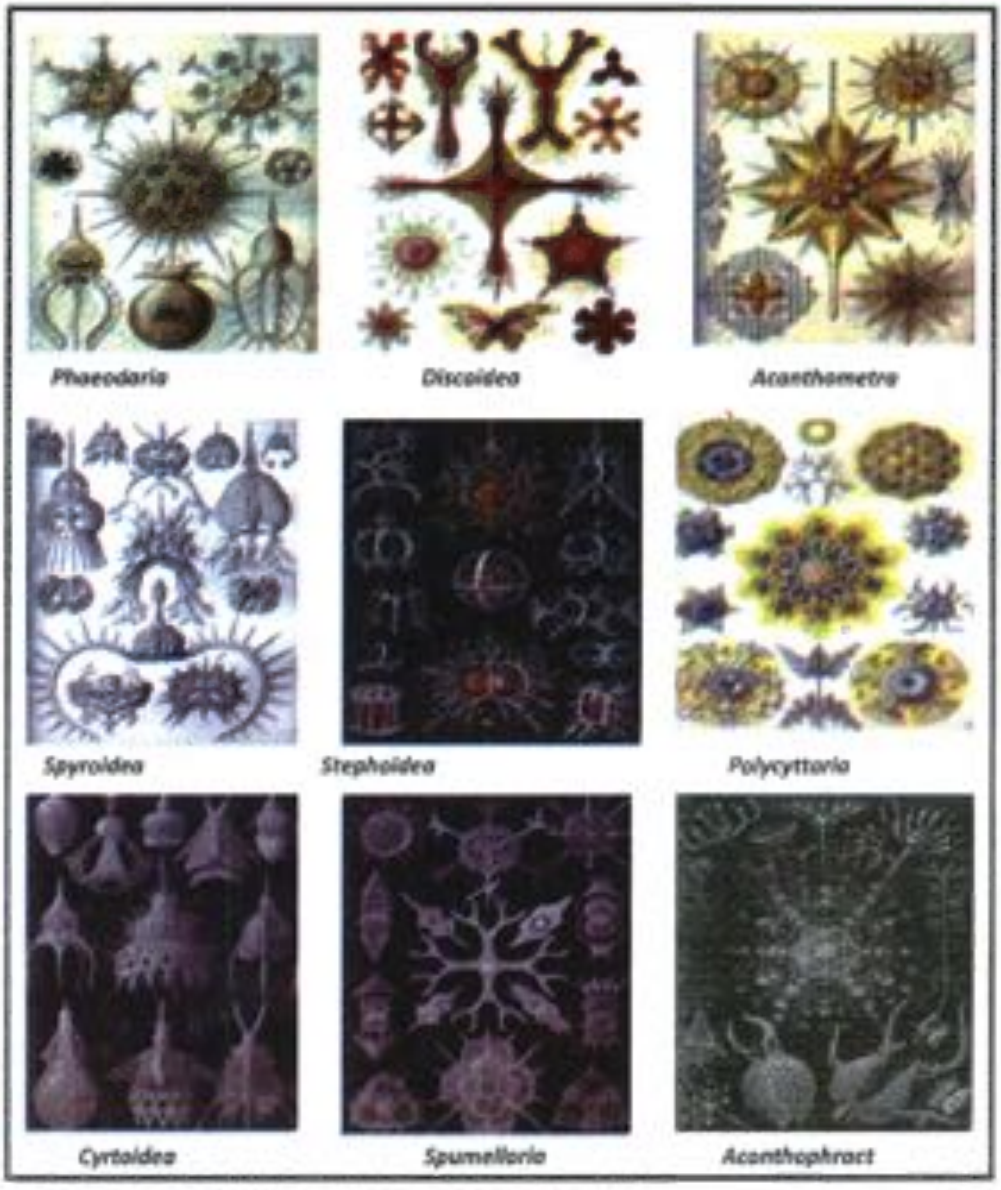


شكل (6-27) نماذج مختلفة من أفراد تحت طائفة الشمسيات.

(2) تحت طائفة الشعاعيات Subclass: Radiolaria

وهي كائنات هائمة تعيش في المياه البحرية وقسم منها يعيش في المياه المفتوحة وقليل منها في المياه العميقة وتسمى Radiolarians، يكون الجسم فيها متميز حيث يكون معقد جدا وذات إشكال جميلة، ويحاط بغلاف يتركب من مادة السليكا silicat بيئة ثاني أوكسيد السليكون (silicon dioxide) وتعزز القشرة كذلك بلورات معدنية mineral quartz تمتزج مع بعضها عن طريق مادة صمغية وتعطي شكل حجري مثلاً وشفقاف gem-stone opal. تمتلك بعض هذه الأوالي هيكل يتكون من السليكا ومواد عضوية أو من كبريتات السترونشيوم strontium sulfate وهذا مايميزها عن الشمسيات، وعادة ما يكون للهيكل أشواك أو (تراكيب ابرية) مرتبة ترتيبا شعاعيا تمتد من داخل غلاف الجسم وتكون مفتوحة النهايات، وتنشأ الأقدام المحورية من كتلة زبدية الغوام من السايتوبلازم على شكل خيوط رقيقة حرة تمتد داخل هذه التراكيب الشوكية، وهذه الأقدام تكون لزجة النهايات لكي تمسك الفريسة وتساعد بعملية الافتراس بالإضافة إلى وظيفة الحركة.

درست هذه المجموعة من الأوالي من قبل العالم الألماني الكبير Ernst Haeckel عام 1887 حيث قام برسم وتوضيح أعداد كبيرة منها عام 1904 بحيث عرفت بأسمه شعاعيات هيكل Haeckel's radiolarians وكما هو موجود في مركز التوثيق المسمى (*Kunstformen der Natur*) حيث قسم هذا الباحث الشعاعيات إلى أربعة تجامع رئيسية هي Phaeodaria، Spumellaria، Nassellaria، و Acantharia معتمدا في ذلك على شكل الغلاف وطبيعة المظهر العام للجسم وكما مبين في الشكل (6-28).

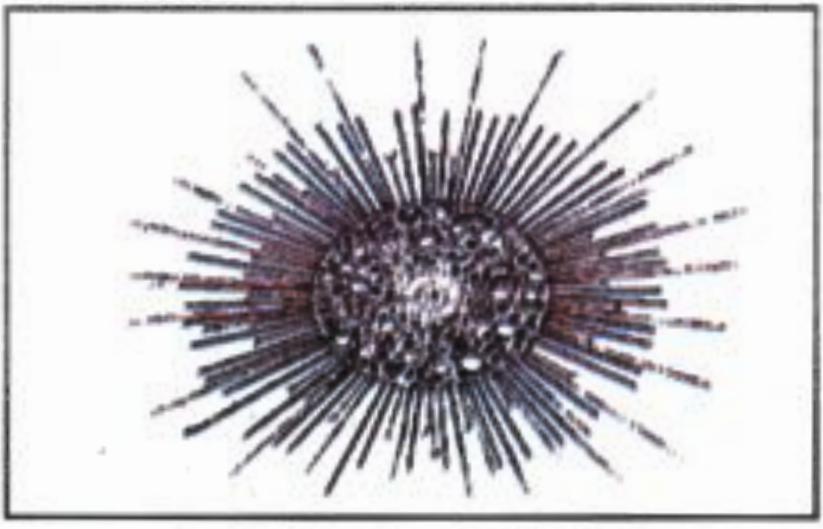


شكل (6–28) الجاميع الرئيسية للشعاعيات كما وصفها الباحث الألماني Ernst Haeckel عام 1887 (الموقع 27).

ولكن نتيجة لتطور طرق الفحص المجهري والتقنيات البيوكيميائية والتعرف بشكل جيد على الشمسيات وفصلها عن المجموعة، والبات أن الشعاعيات ذات تركيب جسمي خاص من حيث

كون الغلاف زجاجي المظهر glassy shell وظهور تركيب جديد هو المحفظة المركزية central capsule وسط الجسم، وأن هذه المتغيرات قد انحصرت في ثلاثة مجاميع من اللحميات Sarcodina بشكل عام والتي سميت في بعض المراجع Cercosoa وأن هذه المجاميع الثلاثة ترتبط مع بعضها بخاصية الشكل الشعاعي للجسم كما أن الأقدام المحورية axopods فيها تكون مدعمة بحزم من الأنيبات الدقيقة وهي مرتبة ترتيبا شعاعيا مما يساعد على طفو هذه الحيوانات الصغيرة، وتنشأ الأقدام المحورية من كتلة زبدية القوام من السايتوبلازم على شكل خيوط رفيعة حرة لزجة النهايات لكي تمسك الفريسة وتساعد بعملية الافتراس بالإضافة إلى وظيفة الحركة التي تنشأ بين الوسط والسايتوبلازم والمحفظة المركزية بفعل حركة الأقدام لكي تنظم نشاط البلاولي في الوسط المائي وغيرها من خصائص التميز عن الأوالي الأخرى.

كما وأن العلماء (Nikolaev et al. 2004, Cavalier & Chao, 2003) قد بينوا أنها تختلف من حيث التركيب البيوكيميائي لجزيئات rRNA و trees actin عن بقية اللحميات المغلفة بشكل عام وحتى عن الشمسيات، لذلك وضعوا لها نظام تصنيفي جديد في المراجع الحديثة يقسمها إلى ثلاثة رتب هي شائكات الأقدام Acantharia ومتعددة الأكياس Polycystina ورتبة فوداريا Phaeodaria أو ثلاثية المثاقب Tripylina معتمداً في ذلك على البنية الأساسية للمعيشة وشكل الجسم والتركيب الكيميائي للغلاف ووجود وطبيعة المحافظ المركزية داخل الغلاف كما في الشكل (6-29).



شكل (6-29) التركيب العام للجسم في الشعاعيات.

كما أوضحت الدراسات الخلوية لهذه الأوالي أن الجسم فيها ينقسم إلى جزئين من المكونات بواسطة المحفظة المركزية هما المكونات الداخلية inner compartments والمكونات الخارجية outer compartments، وهذه المحفظة تكون إما دائرية أو بيضوية أو متقرعة وذات قنوات أو منافذ تسمح للسايتوبلازم بالاتصال مع بقية الجسم والوسط البيئي عن طريق مناطق الاتصال مع الأقدام المحورية، حيث تحمل تأثير الحركة السايتوبلازمية إلى المحفظة المركزية (Cachon, & Estep,1990).

أغلب العضيات والنواة في الشعاعيات تكون في البلازما الداخلي endoplasm أما البلازما الخارجي ectoplasm فيشمل على الفجوات المنقبضة وبعض القطرات الزيتية droplets lipid التي تجعل من هذه الأحياء عائمة في الماء.

دورة الحياة فيها غير معروفة على الوجه الأكمل ألا انه لوحظ في بعض الأنواع الانشطار الثنائي والتبرعم وتكوين الأبواغ، كما يمكن لهذه الأحياء أن تشكل مجاميع متعايشة مع بعض أنواع الطحالب algaesymbiotic وعندها تدعى بالحيوانات بانية الشعاب المرجانية وتسمى zooxanthellae لأنها تساهم في بناء هذه الشعاب (Nikolaev et al, 2004 ،Longet et al, 2003).

وما تجدر الإشارة إليه أن تحت طائفة الشعاعيات بشكل عام تعتبر من المجاميع الأولية المعقدة في الدراسة والبحث نتيجة لعوامل التطور والتداخلات البيئية التي مرت بها هذه الأوالي ولذلك يشير الباحث (O. R. Anderson, 1983) إلى وجوب دراسة خمسة جوانب أساسية لغرض وضع نظام تصنيفي متطور لوصفها بشكل أكثر دقة وواقعية وهذه النقاط هي:

1- معرفة المزيد عن من المعلومات التي ترتبط بالتغيرات المظهرية morphogenesis للشعاعيات من أجل الوقوف بشكل واضح عند المغيرات التي حصلت على شكل الجسم ومدى علاقة ذلك بالمتغيرات البيئية.

2- دراسة الديناميكية الديموغرافية للجماعات السكانية للشعاعيات والعوامل التي أثرت في عملية انتشارها وتوزيعها عبر المكان والزمان، والتعرف على طول فترة التأثير وعلاقتها مع وفرة هذه الأحياء وعلاقة ذلك بمتغيرات البيئية.

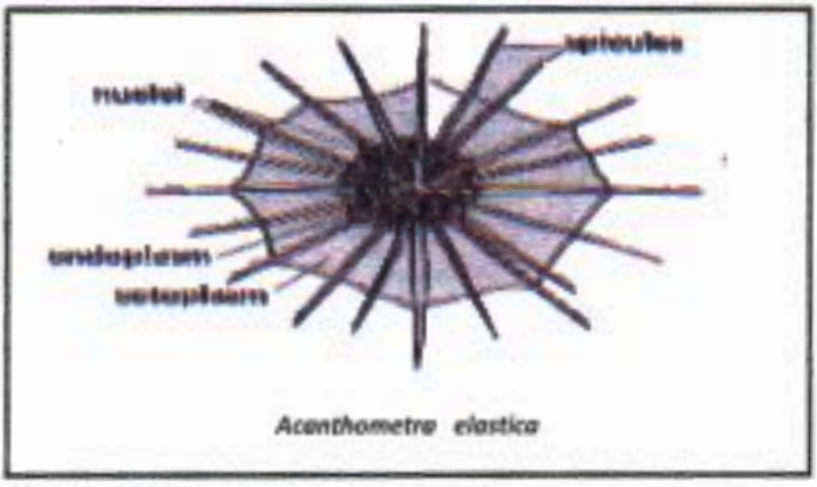
3- معرفة نمطية التكاثر ومعرفة علاقة الارتباط بين التكاثر اللاجنسي وربما الجنسي مع هذه الوفرة والتكيف التطوري.

4- معرفة خصائصها الوراثية والخلوية وعلاقتها مع الخصائص phylogeny.

5- إجراء المزيد من الدراسات الخلوية والبيوجزيئية لغرض فهم الأسس الفسلجية و الخصائص الجزيئية التي تساعد في التفريق بين الأنواع المتقاربة الصفات، حيث يحتاج الباحثون المزيد من المعلومات عن Radiolaria morphogenesis.

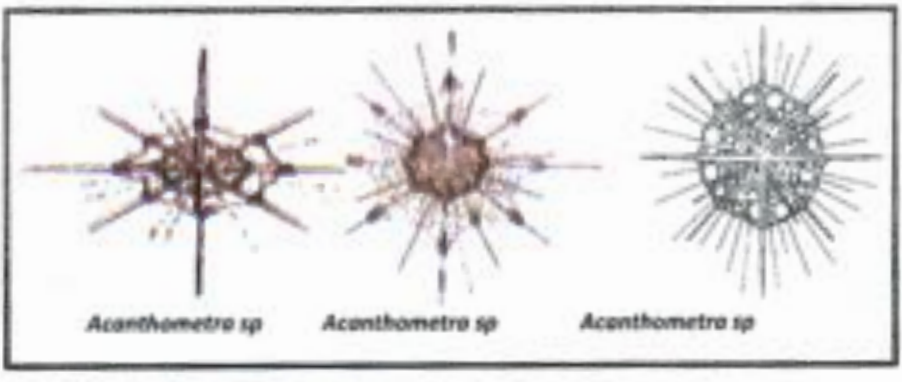
(1) رتبة شائكات الأقدام Order:Acantharia

ويعتبر الباحث أول Ernst Haeckel من أوائل الذين أشار لهذه المجموعة من الأحياء واعتبرها واحدة من المجاميع الأربعة التي ضمنها إلى طائفة شعاعية الأقدام كما بينا سابقا، وفي عام 1967 عندما وضع الباحث Reidel تقسيما جديدا للمملكة الأولي واعتبر السوطيات اللحمية شعبة كاملة تظم تحت شعبة اللحميات وطائفة شعاعية الأقدام وتحت طائفة الشعاعيات اعتبر أن Acantharia و Heliozoa مجموعة واحدة تعود للشعاعيات نتيجة للتشابه في المظهر الخارجي وشكل الغلاف وطبيعة الأقدام التي تأخذ ترتيبا شعاعيا حول الجسم. أما الباحث Levine, 1980 الذي اقترح نظاما مماثلا لتصنيف شعبة اللحميات وأن الشعاعيات طائفة كاملة، اعتبر فيه أن شعاعية الأقدام فوق طائفة Superclass Actinopoda وأن الشعاعيات طائفة Class Radiolaria تظم كلا من الشمسيات والشعاعيات، أي لم يميز بينهما. لكن الدراسات الحديثة قد بينت أن أفراد هذه الرتبة ذات هيكل مكون من كبريتات السترونشيوم (strontium sulfate) وأن الغلاف فيها ذات تنظيم محكم من له حوالي 20 زوج شوكة شعاعية (radial spicules) والتي في رسم ملامح هذا المجموعة بين أفرادها من شعاعية الأقدام وخاصة الشمسيات (Zettler, 1997) كما في الشكل (6- 30).



شكل (6–30) تركيب الجسم في أفراد رتبة شائكة الأقدام Acantharia.

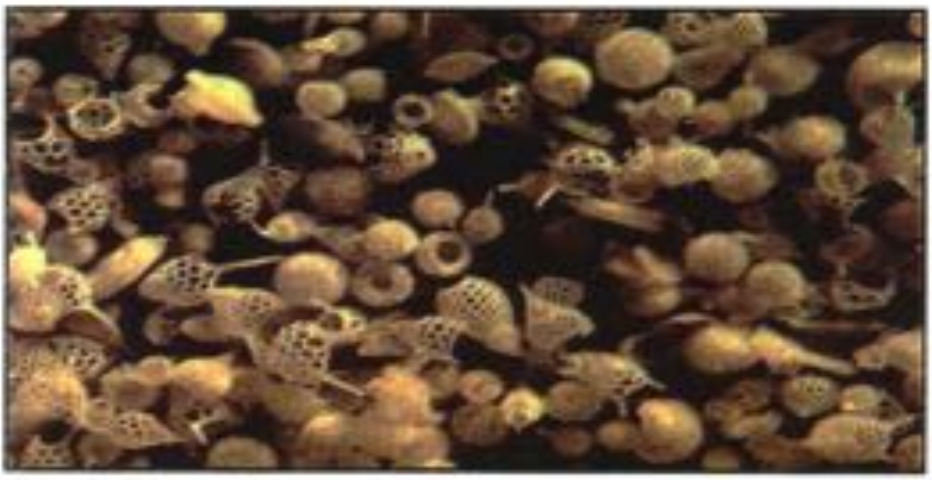
وتأكدت هذه الاستنتاجات عندما درس الباحثون (Cavalier & , Mikrjukov, 2000 (Nikolaev et al., 2004) (Chao, 2003 وغيرهم مجموعة الشمسيات بشكل جيد وخاصة الجنس *Stichoplonche* ووجدوا أن معضمها بدون محفظة مركزية وأن الغلاف يختلف تماما عنه في الاكتاريا ثم فصلها بعد ذلك ووضعت الشمسيات في تحت طائفة والشعاعيات في تحت طائفة أخرى وأصبحت شائكة الأقدام رتبة مستقلة تنتمي تحت طائفة الشعاعيات Subclass Radiolaria. ومن أشهر أجناس هذه الرتبة جنس *Acanthometra elastic* وكما مبين في الشكل (6-31).



شكل (6–31) نماذج مختارة من أفراد رتبة شائكات الأقدام.

(2) رتبة متعددة الأكياس Order Polycystina:

الأولي من متعددة الاكياس مجموعة من الشعاعيات والتي تكتب أحياناً Polycistinea وهي ليست فقط حيوانات ذات قشرة رقيقة بل هي صغير جدا، كذلك تمتاز أفراد هذه الرتبة بان أفرادها ذات هيكل من مادة السليكا بشكل أساسي من الرمل sand ولا يحتوي على مواد عضوية مما يعطيها أشكال متماثلة. وأيضا تمتاز بان لها محفظة مركزية برتينية ذات غشاء رقيق يحتوي على عدة ثقوب وهو تركيب غريب بعض الشيء يظهر لأول مرة في هذه المجموعة لذلك سميت متعددة الأكياس Polycystina، ومما يميز أفراد هذه الرتبة كذلك بأن بعض الأجناس في الأطوار البالغة لا تظهر فيها الأقدام المحورية وقد يأخذ الجسم فيها الشكل المغزلي أو الكأسي المذنب النهاية أو النجمي وغير ذلك ولكن المحفظة المركزية في جميعها متعددة الأكياس والثقوب ويظهر ذلك بشكل واضح في المتحجرات والأغلفة التي تم الحصول عليها لأفراد الرتبة وكما في النماذج المبينة في الشكل (6- 32) التالي:

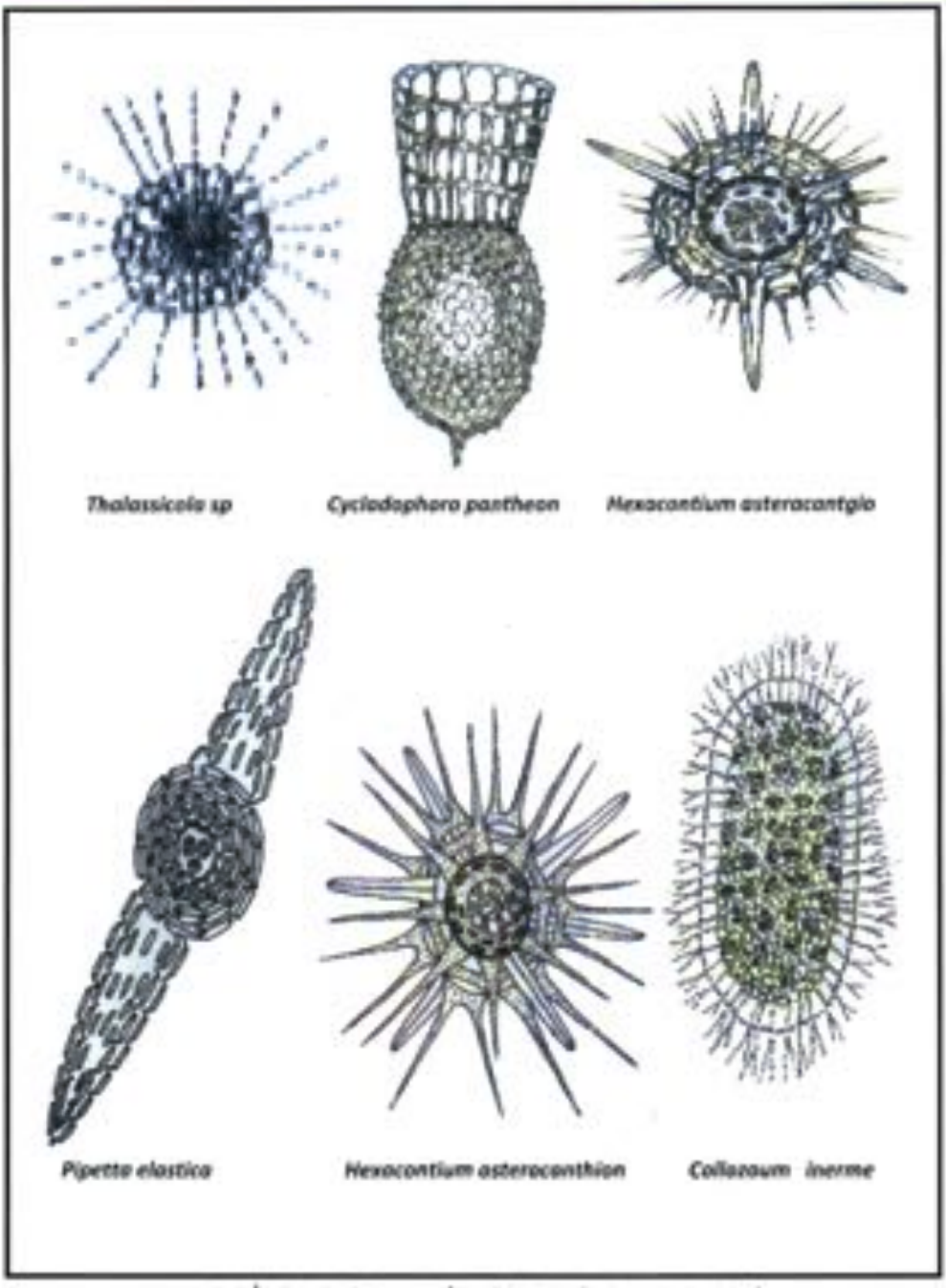


شكل (6-32) متحجرات وأغلفة أجناس مختلفة من رتبة متعددة الأكياس (Cachon et al. 1990).

وتشير تقديرات علماء الجيولوجية الحيوية وعلم المستحاثات بأن هذه الأحياء قديمة جدا يقدر عمرها ببلايين السنين وهي تعود إلى العصر ما قبل الكمبري Precambrian time وهي بالأساس

كائنات بحرية المعيشة وتوجد بكثافات عالية في المحيطات، يمكن أن تكون أفرادها بصورة حرة منفردة كما في معظمها بينما يميل بعض الأجناس إلى تكوين مستعمرات لحيط نفسها بغلاف لمساعدها على المعيشة بشكل هائمات بحرية كما في حالة جنس *Collozoum inerme* ، الجسم فيها مقسم ectoplasm و endoplasm البلازما الداخلي فيمثل central medulla أو اللب، ويحتوي على المجفظة المركزية والنواة التي تقع إلى جانبها وكذلك بيوت الطاقة بينما الخارجي فيقع خارج منطقة المحفظة المركزية ويمثل القشرة cortex أو ما يسمى أحياناً (calymma) ويكون فجوي ويشمل على الفجوات الهاضمة والمنقبضة وكذلك على الطحالب المتعايشة مع هذه الحيوانات والتي تدعى zooxanthellae ، والصور المجهرية أظهرت بأن القشرة عديدة الثقوب والجسم يحاط بعدد كبير من الأقدام المحورية الكاذبة Axiopods التي تمر من خلال هذه الثقوب وتكون مدعمة بصفوف من الأنابيب الدقيقة microtubular array المرتبطة مع البلازما الداخلي، ولكن ليس جميع أفرادها ذات أقدام كما ذكرنا سابقا، بل أن بعضها يصبح ذات شكل كأسي أو مغزلي متطاول أو بشكل مستعمرة ترتبط بغلاف وغيرها من التحورات ولكن جميعها ذات محفظة مركزية متعددة النوافذ.

وهذه الخصائص والتحورات يمكن متابعتها عند دراسة الأجناس التالية كنماذج موجودة في البيئة حاليا لأفراد هذه الرتبة *Thalassicola, Collozoum, Sphaerozoa*، *Hexacontium*، *Cycladophora*، *Pipetta* وكما في الشكل (6-33) التالي:

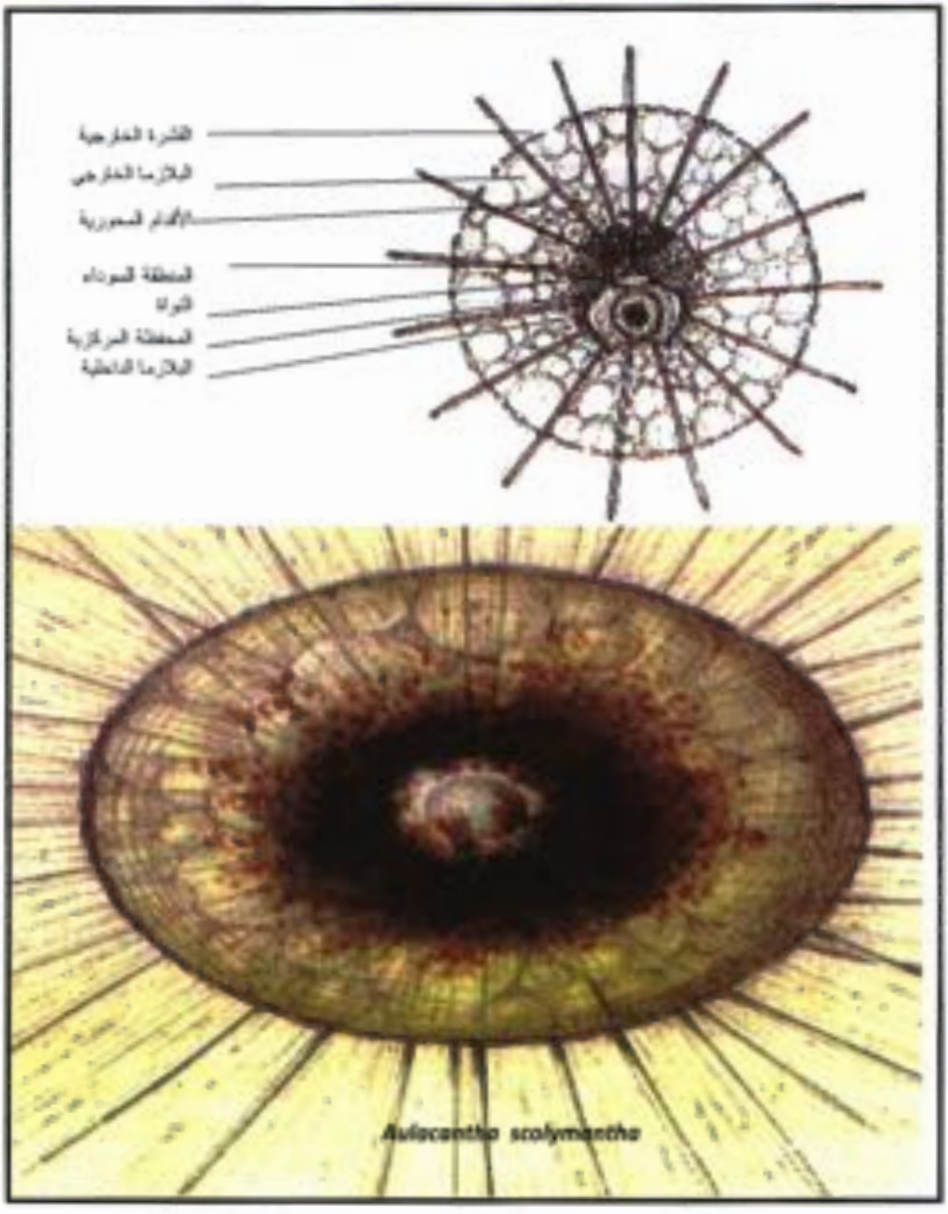


شكل (6-33) نماذج مختلفة من أجناس رتبة متعددة الأكياس.

(3) رتبة الفودريات أو (ثلاثية المنافذ) Order: Phaeodria or Tripylina

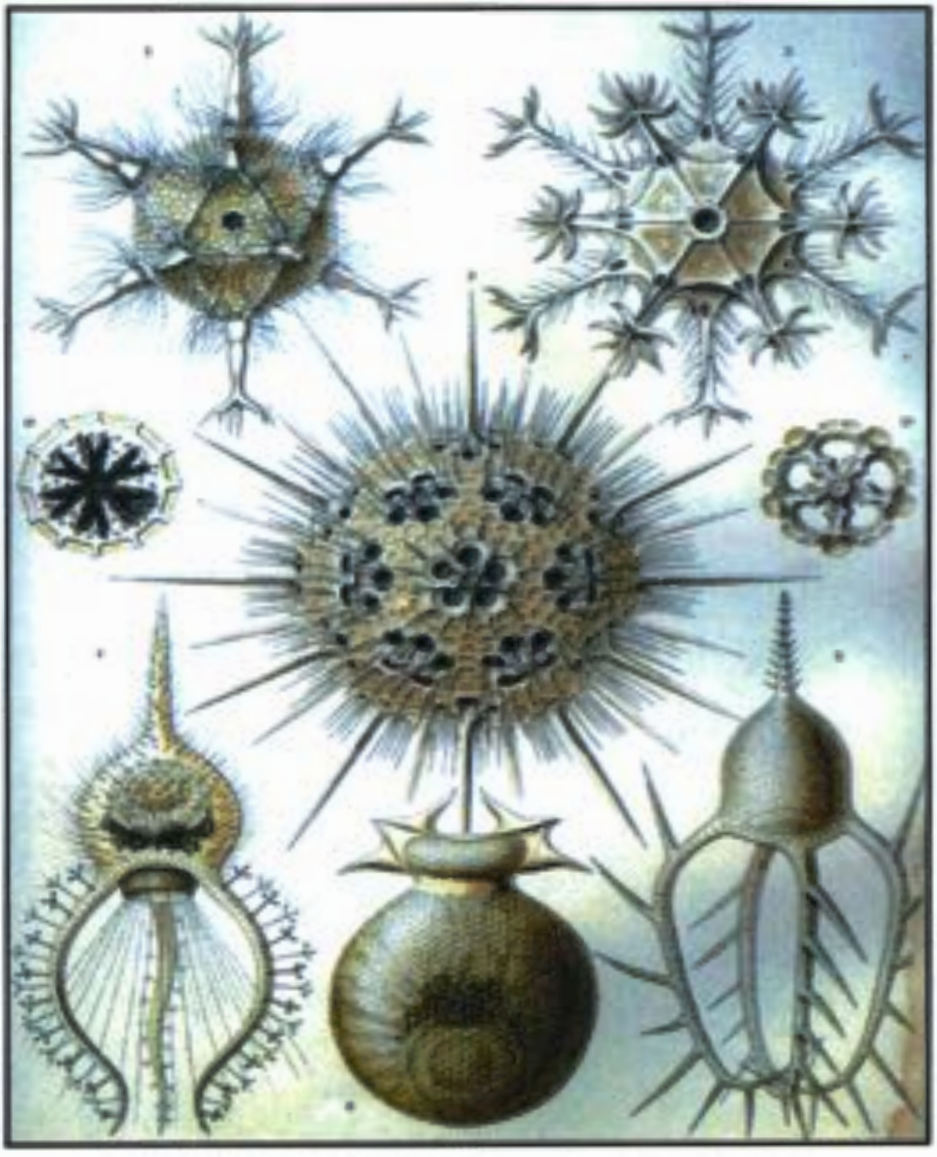
يعتبر العلماء Polet et al. 2004 , Nikolaev et al. 2004 من الباحثين الذين أكدوا بأن أفراد رتبة Phaeodria تشترك بشكل قوي في مجمل خصائص اللحميات عامة ومع لحت طائفة الشعاعيات بشكل خاص، لأن أفرادها ذات غلاف زجاجي المظهر a glassy shell وأنه يتركب من السليكا ومواد عضوية، وتوجد فيها المحفظة المركزية كما في الرتبتين السابقتين وتقسم السايتوبلازم كذلك إلى مكونات داخلية وخارجية inner and outer compartments ولكن هذه المحفظة تكون نحيفة أكثر في أفراد هذه الرتبة ومثقبة بثقوب عديدة وعادة ما تكون لها ثلاثة منافذ لتعطي تركيب خاص يسمى astropylum له منفذين في أحدى الجهات المتعاكسة ومنفذ في الجهة المقابلة، ويبدو مع ملحقاته بيا يمائل البلعوم الخلوي cytopharynx ويقوم بمهمة إدخال مكونات الغذاء وهذا ما يميز هذه الرتبة عن الرتب الأخرى.

وقد ذكر الباحثون (Polet et al. 2004) بأن منطقة astropylum تكون محاطة بمنطقة سوداء من مادة تسمى waste matter، كذلك تكون عملية انطلاق الأقدام المحورية من طبقة السايتوبلازم الداخلي الكثيف وتمتد عبر الطبقة الخارجية حول الجسم بشكل تراكيب أبرية متطاولة كما في الشكل (6- 34) لجنس *Aulacantha scolymantha* الذي يمثل التركيب النموذجي العام للجسم في أفراد هذه الأوالي، كما بينت الأبحاث والدراسات بأن هذه الأوالي تتعايش مع الطحالب وهي تحتاج إليها كمتعايش داخلي endosymbiont للحصول على الكاربونات الضرورية لبناء الأغلفة الجسمية وهذا ما يعزز انتمائها لبانيات الشعاب المرجانية.



شكل (6-34) التركيب العام للجسم في رتبة الفيوداريا.

ومن أشهر أجناسها هو جنس *Phaeodaria* ، *Aulacantha* ، *Chlengeron* وغيرها، وكما مبين في الشكل (6-35) التالي:



شكل (6-35) نماذج مختارة من أفراد رتبة متعددة النواظر Phaeodria
عن (Wikimedia Commons, 2007).

1- Circogonia icohedra 2-Circostephanus coronarius 3- Haeckeliana porcellana
4- Cortinetta tripodiscus 5- Medusetta tetranema 6- Challengeria murrayi.

الفصل السابع

تحت شعبة الأوبلينيات Subphylum: Opalinata

- مفهوم وتطور الأوبلينيات
- خصائص ومميزات الأوبلينيات
- تقسيم الأوبلينيات
- التكاثر ودورة الحياة في الأوبلينيات.
- رتبة المتلألئات :OpalinidaOrder
- رتبة Order: Slopalinida

الفصل السابع

تحت شعبة الأوبلينيات Subphylum: Opalinata

مفهوم وتطور الأوبلينيات:

تشمل الأوبلينيات Opalinids مجموعة من الكائنات التي تقع وسط بين السوطيات والهدبيات من حيث التركيب العام للجسم، يغلف الجسم بغلاف مرن يسمى بالقشيرة pellicle ويغطى بالعديد من العضيات المتميزة والقصيرة والتي تبدو عند الفحص المجهري بأنها تشبه الأهداب تدعى hairlike structures توزع بصورة مائلة أو تكون على شكل أسواط طويلة نسبياً longer flagella مماثلة بمظهرياً لما موجود في بعض أجناس مفرطة الأسواط، وهذا ما دعا الباحثين من وضعها في بادئ الأمر مع الهدبيات لأن الجسم مغطى في أفرادها بصفوف هدبية rows of cilia ولكنها تختلف في التركيب عن الاثنين (Wessenberg,1961, Encyclopedia article 2004). كما أن الدراسات الخلوية الحديثة قد بينت بأن الجسم الحركي kinetosome يختلف عما هو موجود في الهدبيات وأنها لتلك نمط موحد من الأنوية الثنائية، وهذه الأوالي أعضاء حركة تسمى locomotor organelles قصيرة ذات مظهر شعيري (Delvinquier & Patterson, 2000) وأعيد بذلك وضعها التصنيفي ونقلت من الهدبيات ووضعت من خلال النظم الحديثة في مجموعة خاصة بها لحمل تسمية المتلائنات أو الأوبلينيات Opalinata مع شعبة اللحميات السوطية بمستوى تصنيفي تحت شعبة كاملة، كما سيتم توضيحه لاحقا.

خصائص ومميزات الأوبلينيات:

يمكن إجمال خصائص هذه المجموعة من الأوالي والتي تميزها عن الهدبيات والسوطيات وكما ذكر الباحثون (Chen, 2007, Kostk et al, 2004) بالخصائص التالية:

- جميع أفراد هذه الشعبة الثانوية أوالي حيوانية protozoan لأنها مثابة التغذية heterotrophic organisms إما تعايشية داخلية endocommensals أو طفيلية، وهي الأكثرية الغالبة من

أفرادها intestinal parasites حيث تفضل المعيشة في نهاية الأمعاء من العائل وخاصة في منطقة المستقيم cloacal area، وبشكل خاص في العلاجم toads والضفادع frogs من البرمائيات والقليل منها في الزواحف reptiles والأسماك fish ، حيث سجل حوالي 150 نوع من هذه الأحياء معظمها في البرمائيات وحيوانات أخرى.

- يكون فيها الانقسام النووي غير مركزي ويكون الانشطار الثنائي Binary fission هو الشائع ويكون من نمط بيني الحركة Interkinetal أو يسمى أحيانا بالانقسام السليتوبلازمي plasmotomy، كما تتكاثر جنسيا عن طريق تكوين الامشاج وتكون فيها من النوع غير المتماثل An isogamy ينتج عنه لاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية تحتوي تعطي ناشطة تتحول تدريجيا إلى بالغة. ومما يميز هذا النوع من التكاثر في هذه الأوالي أنه يرتبط بدرجة كبيرة مع فسلجة جسم العائل الذي تتكاثر بداخلة كما سيتم شرحة لاحقا.
- تحتوي هذه الأوالي على رتبة واحدة هي رتبة الاوبيلينا Opalinida أو تسمى رتبة المتلألئات، وأفرادها أما ثنائية النواة أو عديدة الأنوية حيث يصل في بعض أجناسها إلى أكثر من مئة نواة ولكن ما يميزها أنها متماثلة في الشكل والحجم.
- لا تحتوي هذه الأوالي على فتحة فمية ويكون عدد الفجوات المنقبضة والغذائية قليل جدا أو معدوم نتيجة لطبيعة معيشتها المعتمدة على العائل.
- تشكل هذه المجموعة العديد من المظاهر الحياتية لعلماء الخلية وشكلت كثير من الالتباس من الناحية الكيموحيوية وذلك كون اقسام الأنوية غير تزامني لأنها لا تبقى محفوظة في السايتوبلازم.
- يكون تركيب DNA في هذه الأنوية غير مستمر، كما أن الخط التطوري لها غير معروف بشكل جيد. وعند دراسة التعاقب الجيني وتركيب الجينات لأفرادها وخاصة في جنس Zelleriella وجد أنه يحتوي على 12 زوج من الكروموسومات جميعها مختلفة بالشكل والحجم.
- تلاحظ طليقة في البيئة فقط في فترات التكاثر عندما تطرح إلى البيئة المائية بعد خروجها بهيئة ناشطة جديدة ناتجة من اللاقحة المخصبة في نهاية عملية التكاثر الجنسي بين الأمشاج المتباينة وتصبح مهيأة لإصابة دعاميص أو (مذنبات) الضفادع tadpoles من جديد وكما موضح في الشكل (7- 3).

تقسيم الأوبليتيات Classification of Opalinata

ولقد تم دراسة التركيب الفوقي للمتلازمات بكثرة لكنه لم يسدد الضوء على أنها هدبية أو سوطية بشكل واضح ولقد روجعت هذه البيانات والدراسات من قبل Petelka عام 1963 وأعيد النظر فيها من قبل ميتكالف Metcalf بما يخص الشكل العام ودورات الحياة وكذلك من قبل الباحث Wessenberg عام 1961 والعالم Tait عام 1963 . وقد اعتبرت لسنوات عديدة من الهدبيات حيث كانت تعتبر تحت طائفة تدعى بالهدبيات الأولية أو البدائية subclass Protociliata تنظم تحت طائفة الهدبيات (Bullough,1973, Marshall & Williams, 1972، الشاروك وكوركيس 1989) حيث صنفت من قبل الباحث الأول كما يلي:

Kingdom: Protista
Phylum: Ciliophora (Infusoria)
Subclass: Protociliata
Order : Opalinata

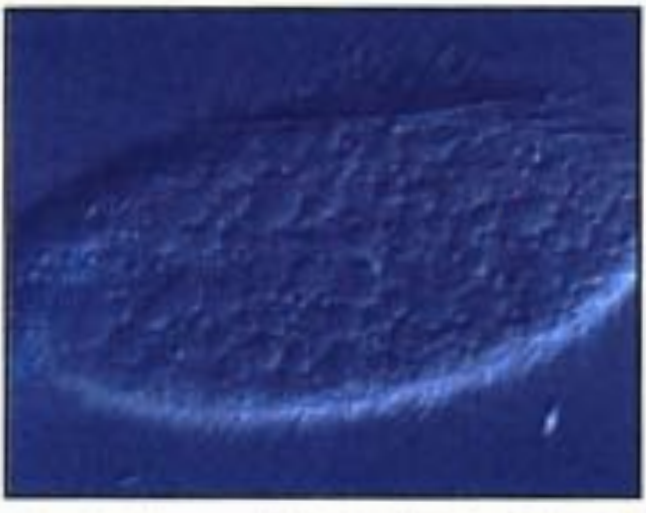
أما الباحث (Parker 1982) فيضع هذا التقسيم التالي:

Super kingdom: Eukaryote
Kingdom: Animalia
Subkingdom: Protozoa
Phylum: Sarcomastigophora
Subphylum: Opalinata
1- Order: Opalinida
Family: Opalinidae:
Genus: *Protoopalina*
Genus: *Zelleriella*
Genus: *Cepedea*
Genus: *Opalina*
2- Order: Slopalinida
Genus :*Bezzenbergia*
Genus :*Hegneriella*.

ولكن بعد تطور الدراسات النشريحية والبيوكيميائية التي تناولت حياتية هذه المجموعة من الأوالي بشيء من الدقة والتفصيل أظهرت هذه الدراسات عدم التماثل في التركيب الأساسي بين ما موجود على أجسامها من شعيرات أو تراكيب وبين الأهداب المعروفة في الهدبيات الأسواط الحقيقية الموجودة في حاملات الأسواط، حيث أنقسم الباحثون في ذلك إلى رأيين من حيث تصنيف هذه

الأولي، فكثير من العلماء الرأي الأول يعتبرها أكثر قربا إلى اللحميات السوطية منه من الهدبيات وهو الرأي الذي ساد في السنوات الأخيرة، حيث أشار أصحاب هذا الرأي إلى وجود فروق جوهرية بينها وبين الهدبيات يمكن تلخيصها بالنقاط التالية:

- يكون الجسم في الهدبيات محاط بالأهداب التي تستند على الجهاز القشري pellicular apparatus الذي يغلف الجسم ويدعمه في أغلبها بدعمه تركيب معقد من الألياف يسمى بالجهاز التحتهدبي infraciliature بينما في الأوليليات فيكون الغلاف من القشيرة الاعتيادية pellicle والجسم محاط بتراكيب قصيرة شعيرية أو رفيعة متطاولة تشبه الأسواط، تظهر واضحة في الفحص المجهري وكما يتضح في الصورة التالية المأخوذة لنموذج حي من جنس *Opalina ranarum* المعزول من احد أنواع الضفادع.



شكل (7-1) صورة من الحقل لجنس (*Opalina ranarum*) معزول من الضفادع. عن BIOMEDIA, 2007.

- الاختلاف في طبيعة النواة حيث يوجد في الهدبيات نوعين من الأنوية هما نواة كبيرة macronucleus تكون مسؤولة عن النشاط الأيضي والنمو ونواة صغيرة micronucleus تكون مسؤولة عن التكاثر والانقسام، والنواة الكبيرة فيها تأخذ أشكال مختلفة منها البيضوي والكلوي والخفي والفلاتي والمسبحي وغيرها، بينما تكون الأنوية في الأوليليات أما ثنائية أو رباعية أو عديدة ولكنها تتماثل في الشكل والحجم والوظيفة. وليس لها تخصص عدا تنظيم عملية الانقسام.
- التكاثر اللاجنسي في الهدبيات يحصل بالانشطار البسيط أما الجنسي فيحصل بالاقتران

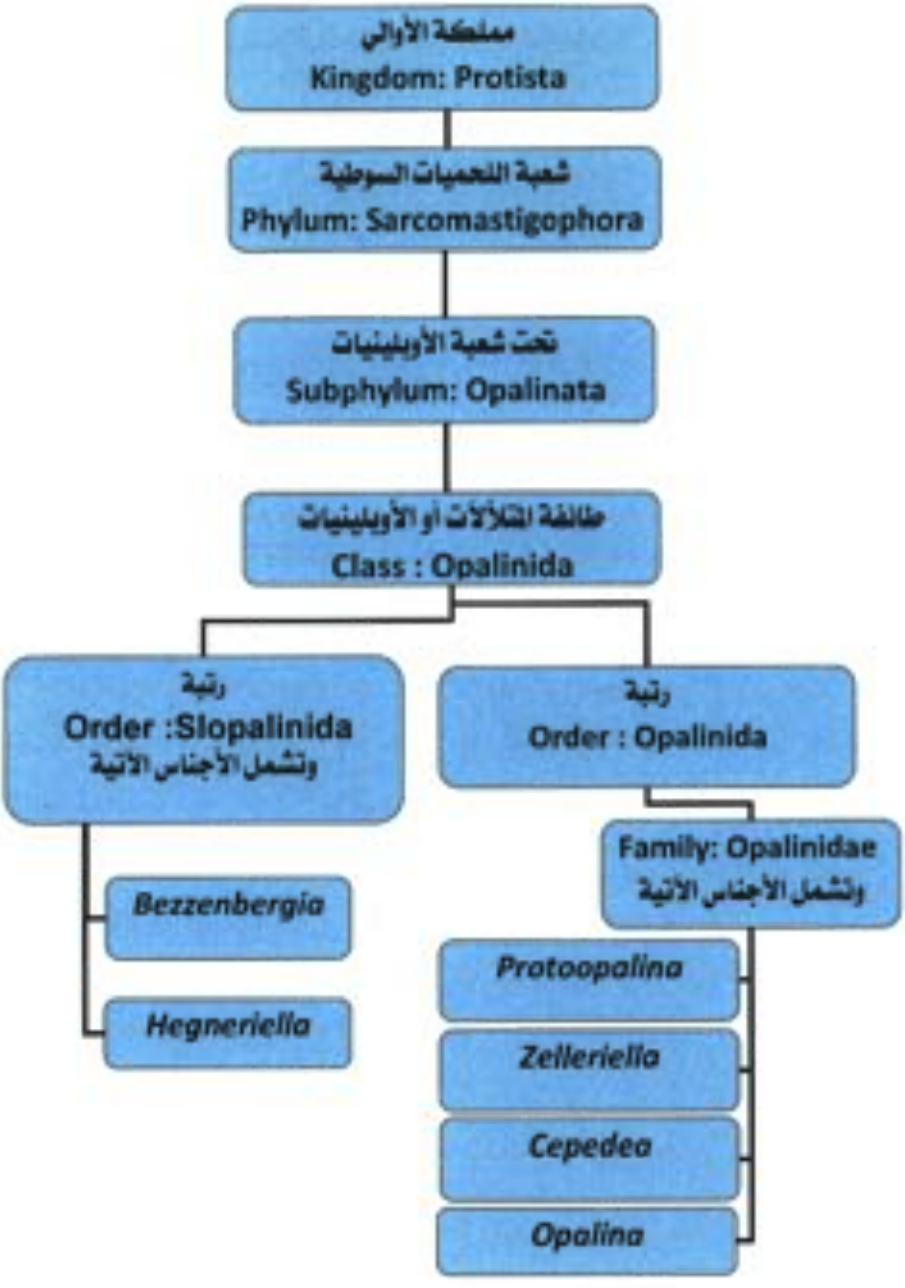
conjugation أو التخصيب الذاتي autogamy وهو يرتبط بفسلجة الأولي نفسه ودرجة نضجه ونموه، بينما في الأوليليات فيحصل التكاثر اللاجنسي بالانشطار المتناظر Symmetrogenic كما في بعض السوطيات، أما التكاثر الجنسي فيحدث باندماج فردين مختلفين يدعيان بالمشيجين غير المتشابهين An isogametes يعقبه التكيس وتكوين لاقحة مخصية. وهذا التكاثر يخضع لفسلجة جسم العائل من الضفادع أو الأسماك وغيرها وليس لفسلجة الأولي نفسه.

- تمتلك أغلب الهدبيات فم خلوي cytosome ومبزاب فمي cytopharynx يأخذان أشكال ومواقع مختلفة من الجسم وذلك لأنها مختلفة في أنماط المعيشة والتغذية فمنها الحرة والمتكافلة والطفيلية بينما الأوليليات فهي لا تمتلك أية فتحة فمية ومعيشتها الأساسية متطفلة تعتمد في الغالب على التغذية الناضحة.
- تمتلك اغلب الهدبيات جهاز إخراجي متطور من الفجوات المنقبضة contractile vacuole والإست الخلوي cytopyge بينما لا توجد مثل هذه التراكيب في الأوليليات وأن وجدت الفجوات فهي نادرة وصغيرة جدا، ويقتصر في بعضها على الإست الخلوي cytopyge .

أما الرأي الآخر فيميل إلى وضعها في شعبة خاصة بها بالنظر لما تتمتع به من صفات تميزها عن بقية الأوالي.

- لتركيب الخاضن النووي أهمية خاصة في الأوليليات حيث لا يحصل تركيب DNA في الشتاء أو الربيع ولكن يحصل تركيب قسم من RNA في 20٪ من الأنوية الموجودة في السايتوبلازم، بينما يحصل تركيب DNA في الصيف. ووجد الباحثين Nilova & Sukahanova سنة 1964 بأن حوالي 60٪ من الانوية يتكون من الأدنين وأن 17٪ منها فقط توضح تركيب DNA.

وبعد توفر هذه المعلومات المهمة أصبح بالامكان عزل الأوليليات بمجموعة خاصة بها بمعزل عن شعبة الهدبيات وألحقت بشعبة اللحميات السوطية Sarcomastigophora وأعطيت مرتبة تصنيفية أعلى حيث اعتبرت في النظم التصنيفية الحديثة تحت شعبة subphylum Opalinata مستقلة تحتوي على طائفة الأوليليات class Opalinida ورتبتين هما رتبة Opalinida ورتبة Slopalinida وتضم كلا منهما عدد من الأجناس التي أشير إليها سابقا في تقسيم الباحث (Parker, 1982) وهو ما سوف يعتمد في هذا الكتاب، وكما مبين في الشكل (7-2) الذي يمثل مخطط تقسيم هذه الأوالي.

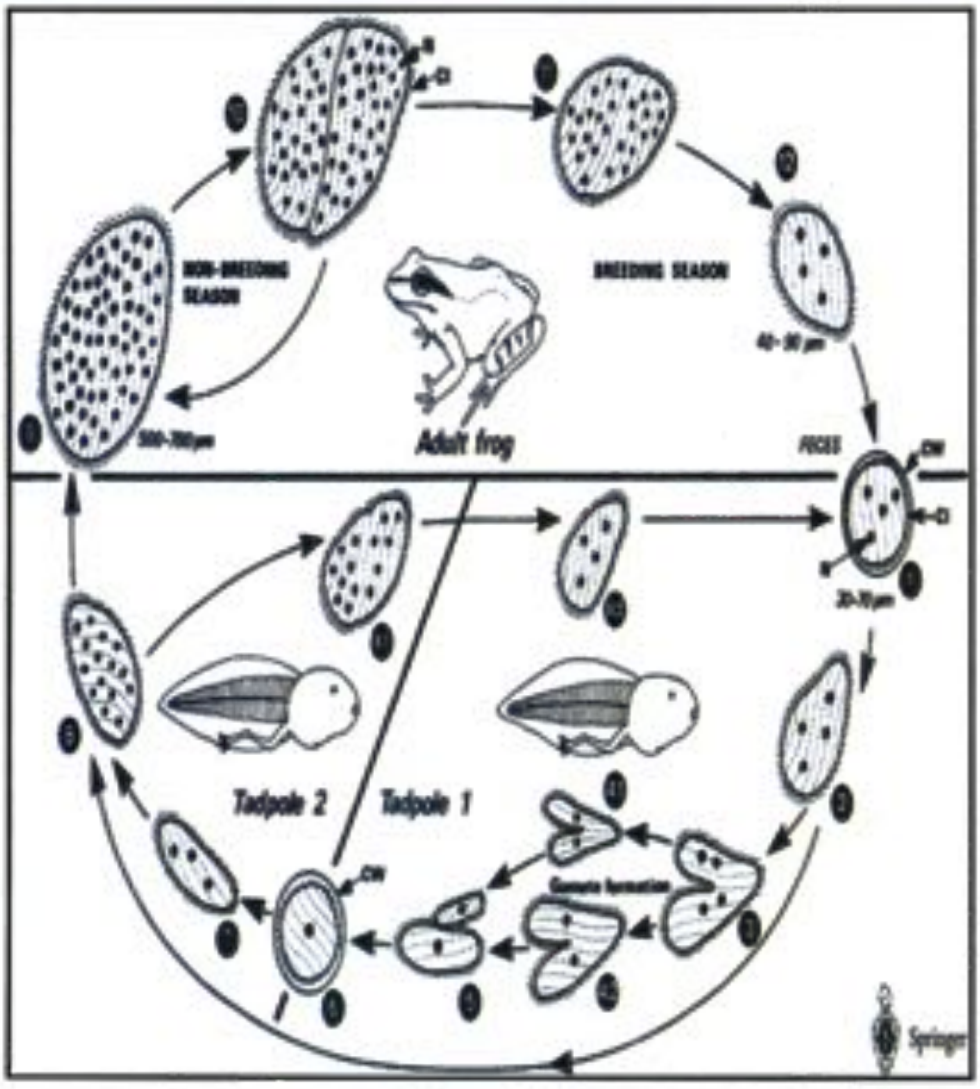


شكل (7-2) مخطط تقسيم تحت شعبة الأوبيلينيات.

دورة الحياة في الأوليليات :

لدورة حياة الأوليليات أهمية حيوية متميزة في دراسة دورات الحياة في عالم اللافقاريات بشكل عام والأوالي منها بشكل خاص، وذلك لأن طور تكاثرها الجنسي يتزامن مع فسلجة الكائن المضيف ويقع تحت السيطرة الضاوية أي (الغدد الصماء) وهي الحالة التي تمثل درجة الاعتماد الأيضية.

ويمكن متابعة هذه الظاهرة الحياتية المتميزة من خلال متابعة ودراسة دورة الحياة في جنس *Opalina ranarum* الذي تم شرحه سابقاً والذي تتطفل أفراده داخل منطقة المستقيم في الضفادع، حيث تمر دورة الحياة فيه بمرحلتين أساسيتين، مرحلة التكاثر اللاجنسي وتكوين الناشطات وتحصل في البيئة البرية، أما مرحلة التكاثر الجنسي وتكوين الجميتات واللاقحات ثنائية المجموعة الكروموسومية فتحصل في البيئة المائية، وكما يظهر بشكل تفصيلي في الشكل (7- 3) التالي. وقد لاحظ الباحثون بأنه عندما تنخفض درجة الحرارة وميل المضيفات أي الضفادع إلى السبات الشتوي وينخفض معدل الأيض فيها، يتوقف نشاط تكوّن الأوليليات الموجودة في أجسامها عن تكوين الأكياس المتغذية أو المتغليات والناشطات وهذا دليل آخر على كونها خاضعة إلى فسلجة جسم المضيف، كما أشارت بعض الدراسات بأن الأكياس المطروحة منها في حالة عدم تواجد الماء أو شدة تلوثها تعتمد أسلوباً آخر حيث تلجأ هذه المتعضيات إلى حفظها في التربة بأماكن شبه جافة، كما بينت دراسات الباحث المفتي سنة 1961.



شكل (7-3) مخطط عام لدورة الحياة في جنس *Opalina ranarum*

(2007)Springer-Verlag Heidelberg.

1- الأكياس المعدية Cysts ، 2- الناشطة الصغيرة ، 3- 4 مراحل تكون الأمشاج الصغيرة والكبيرة micro- and macrogametete's ، 5- اتحاد الجميتات المختلفة .heterogametes تكون اللاقحة zygote، 7- تكون ناشطة صغيرة جديدة ، 8- ناشطة كبيرة ، 9- أوبلينا كاملة ، 10- انشطار جديد ، 11- أوبلينا فتية ، 12- ناشطة جديدة في الموسم القادم للتكاثر.

عند متابعة دورة الحياة في الأوبليتيات وجد أن هذه الكائنات تكون ما يعرف بالكائنات الأولية أو الناشطات المتغذية Trophozoite حيث تتكون عندما تكون البرمائيات خارج الماء في الفترة غير التكاثرية للمضيف البرمائي (الضفدع). وتتقسم هذه الناشطات بعدة انقسامات الشطارية ثنائية متماثلة وعندما يقترب فصل التكاثر، وفي العادة عند بدايات الربيع، حيث يحصل اختلاف في درجات الحرارة نحو الدفء، وعندها وجد الباحثون حصول تغير واضح بحوالي أسبوعين من بدأ موسم التكاثر في الضفادع، هذا التغير عبارة عن تغير فسلجي بجسم المضيف يرافقه عملية استعداد للتزاوج، عندها يحصل سرعة في عملية الانشطار الثنائي للناشطات الغذائية التي تعود للأوبليتيات والموجودة داخل جسم المضيف. وتمر بعدها دورة الحياة بالمراحل التالية:

1- عندما تكون الضفادع في البيئة البرية وتهيأ لفصل التكاثر، تتحرك الناشطات الصغيرة (trophonts) إلى نهاية منطقة المستقيم من الضفادع، وفي هذه المرحلة تمر الناشطات المذكورة بفترة من 10 - 14 يوم تحصل فيها عدة انقسامات ثنائية مباشرة binary fission وتعطي تراكيب جديدة يطلق عليها أشكال ما قبل التكيس (precystic forms) وتكون تراكيب صغيرة تحتوي على عدد من الأنوية تسمى الاغتذائات أو المتغذيات tomonts وأحياناً تدعى agamonts.

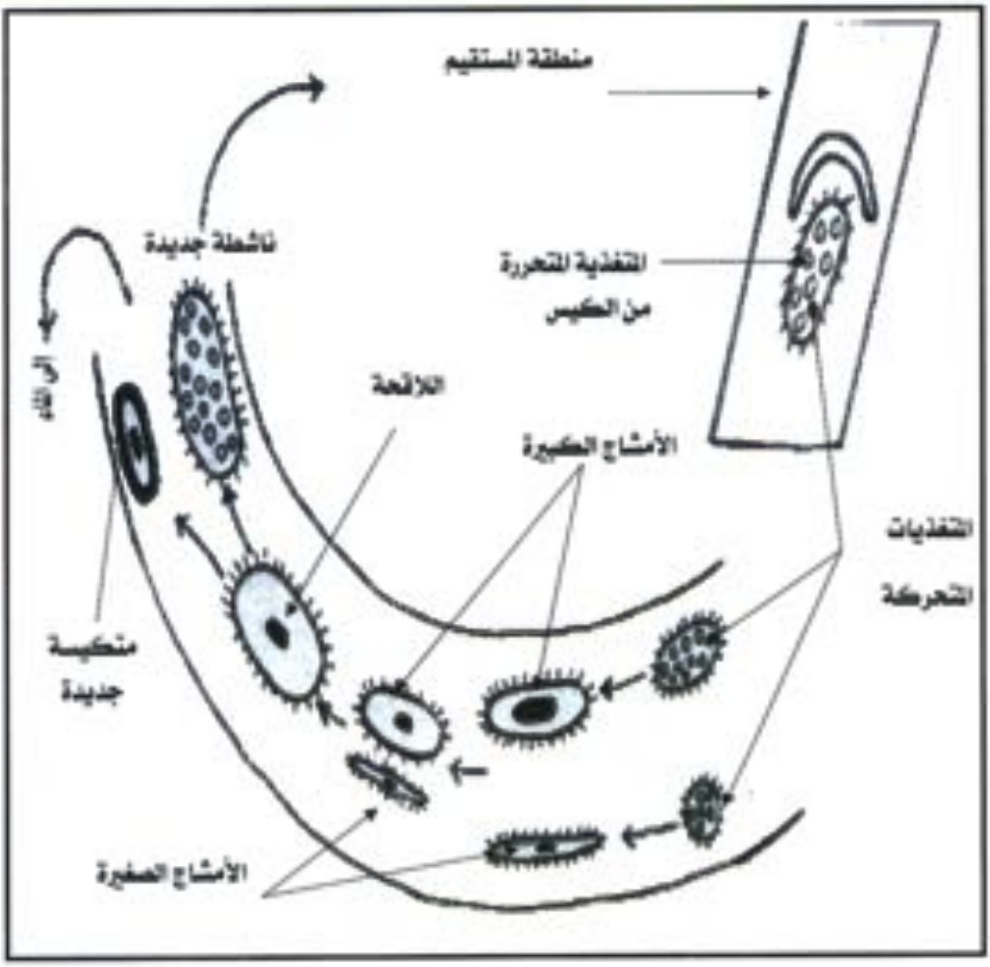
2- تبدأ المتغذيات tomonts بعملية التكيس وتحيط نفسها بغلاف سميك لتعطي تركيب كيسي يسمى الطور المتكيس Cysts stage، وتبدأ هذه المتكيسات بسلسلة من الانقسامات الميوزية للاتوية meiosis، وتتكون فيها من 2-12 نواة وبمعدل عام أربعة انويه في الكيس الواحد. ولاحظ العديد من الباحثين أن القليل من هذه الأكياس في الضفادع المتخاصبة والمغمورة في الماء تظهر في مراحل مبكرة قليلاً في إناث الضفادع عنه في الذكور. وهذه الأكياس أو المتكيسات تمثل الدور المعدي لهذه الأولي.

3- بعد عملية التزاوج تزداد النسبة المئوية للأكياس، ويتم تكوين أكياس عديدة داخل جسم المضيف الواحد، وتبدأ عملية طرحها إلى الماء وكلما مرت فترة زمنية أطول على عملية التكاثر نجد أن هذه الأكياس تصبح قليلة في جسم المضيف، حيث أثبتت الدراسات بعد مرور ثلاث أشهر من تزاوج الحيوانات المضيفة لا وجود للأكياس في أجسامها.

4- بعد أن تمر هذه الأكياس في الماء تؤكل من قبل صغار الضفادع أو ما يسمى بالشنبات أو (الدعاميص tadpoles) وبعد فترة قصيرة تمر هذه الأكياس وتصل إلى منطقة cloaca ، وتتحول داخل الغلاف إلى أشكال صغيرة متعددة الأنوية، بعدها تتخلص من غلاف الكيس وتتحول إلى متغذية طليقة تتحرك بالتراكيب الشعرية وتصل إلى منطقة الأمعاء الغليظة والمستقيم.

5- تبدأ هذه المتغذيات بعدة انقسامات ميوزية meiosis لتكون نوعين من الأمشاج أو الجميتات الأحادية المجموعة الكروموسومية (1N) كبيرة وتدعى macrogamete وتمثل خلية أنثوية، وصغيرة microgamete وتمثل خلية ذكرية، تحتوي كل منهما على نواة واحدة وتراكيب شعرية تتحرك بواسطتها لتتخاصب مع بعضها.

6- تقترن هذه الأمشاج وتكون اللاقحة zygote كاملة الخصوبة (2N) وبعدها تسير عملية التكاثر بخطين مختلفين، بعض هذه اللاقحات تتكيس ثانية وتطرح على هيئة أكياس مع البراز، عندما يصبح هذا الحيوان قادر على الخروج إلى البرية وتطرح في الأرض وتعيد دورة الحياة وتتحول إلى احد المتناشطات، أما البعض الآخر فيبقى داخل منطقة المستقيم وتتحول تدريجياً إلى ناشطة متغذية صغيرة جديدة ومن ثم إلى ناشطة متغذية كبيرة وتعيد دورة الحياة من جديد داخل نفس المضيف وكما في الشكل (7-4) التالي:



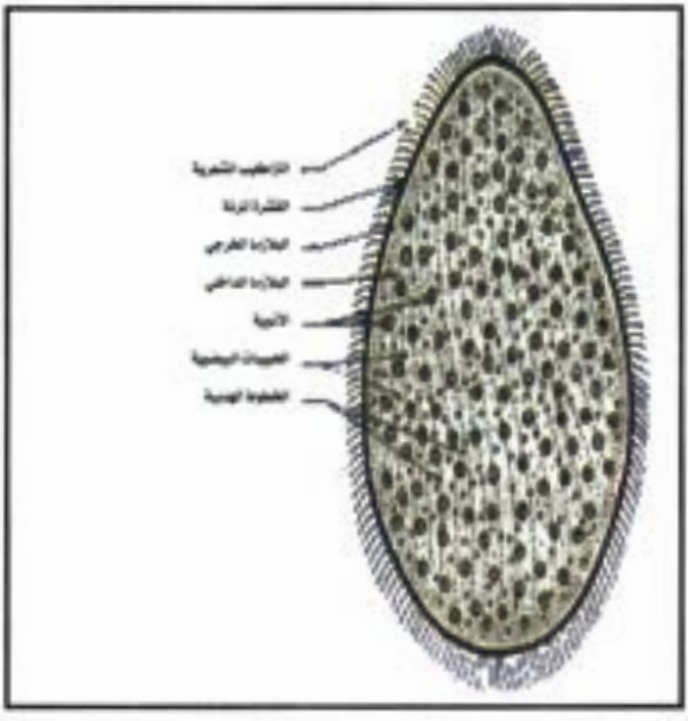
شكل (7-4) مراحل تطور الناشطات وتحول اللاقحات في دورة الحياة في الأوبيلينيات.

أولاً: رتبة المتلألآت Order: Opalinida

ومن أهم أجناس هذه الرتبة أفراد جنس *Zelleriella* و*Protoopalina* وهي أوالي ثنائية النوى، أما أفراد جنس *Cepedea* فرباعية النوى، وأما الجنس *Opalina ranarum* و *O. dimidiata* و *O. obtrigonaidea* أفراده عديدة النوى، وتعتبر من أهم الأجناس المعروفة في المتلألئات حيث عزلت من مختلف أنواع الضفادع والعلاجم، حيث تكون بنية اللون لا توجد فيها فتحة فم خلوي cytosome والجسم غالبا ما يكون غير منتظم، حيث يبدو تحت المجهر مسطح ظهرياً والغلاف المحيط

بالجسم سميك نوعا ما، وحجم وتوزيع التراكيب الشعرية *hairlike* المشابه للأهداب، متماثل جدا مع وجود فتحة برازية خلفية، وكما يظهر في الشكل (7-5) المكبر لجنس *Opalina ranarum*.

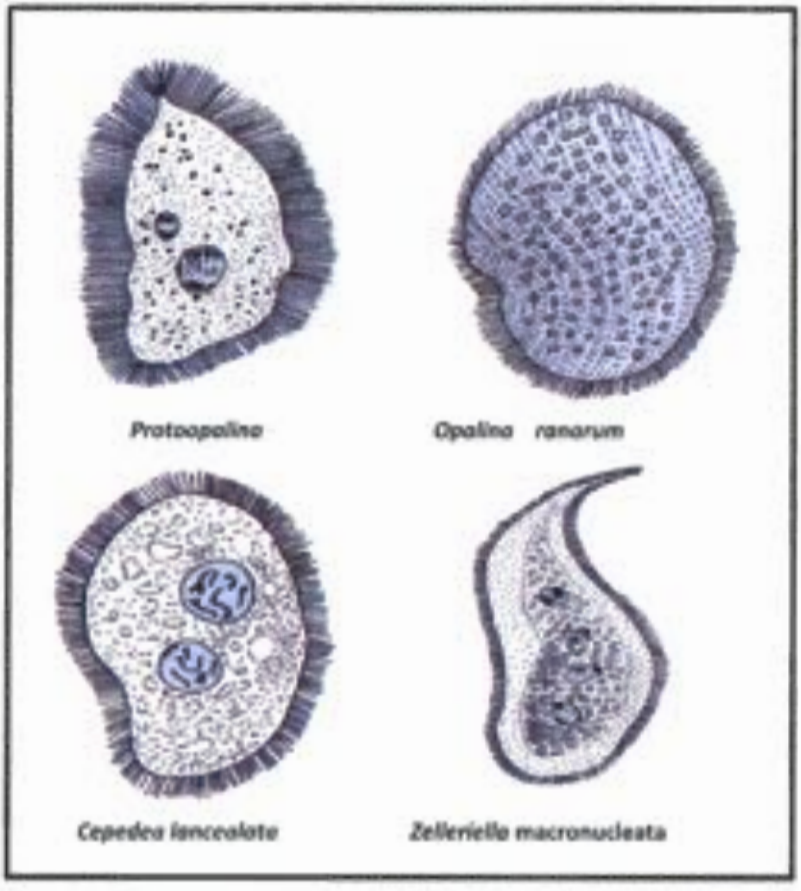
تختلف أفراد هذه الرتبة ليس فقط في عدد الأنوية بل كذلك في الشكل العام للخلية الجسمية وكمية ونوعية التراكيب الشعرية المحيطة بالغلاف، يكون الجسم بيضاوي مسطح في أجناس *Opalina* والتراكيب الشعرية قصيرة ومرتبة بشكل منحني على محور الجسم، أما في جنس *Protoopalina* فيكون الجسم بيضاوي متطاول غير منتظم ومدبب من النهاية الخلفية والأنوية كبيرة نسبيا والتراكيب الشعرية طويلة وكثيفة وكأنها الأسواط الدقيقة في مفرطة الأسواط مع ترتيب متعاكس في زاوية ميلها وتنظيمها حول غلاف الجسم من الجهتين مع ملاحظة قلتها عند النهايتين الأمامية والخلفية من الجسم.



شكل (7-5) الشكل العام وتركيب الجسم في جنس *Opalina ranarum*.

بينما في الجنس *Zelleriella* فتكون الأفراد مستعرضة من الناحية الأمامية بشكل واضح أم النهاية الخلفية فتكون مستدقة ومعقوفة إلى يسار الجسم بزاوية كبيرة مع وضوح الحجم الكبير للأنوية الأربعة، كما يتميز هذا الجنس بأن الغلاف الخلوي سميك جداً بالمقارنة مع الأجناس الأخرى،

ويبدو جسم الخلية وكأنه مكون من منطقتين سايتوبلازميتين خارجية شفافة وداخلية داكنة كثيرة الفجوات، أما التراكيب الشعرية فتكون كثيفة ولكنها قصيرة. أما أفراد جنس *Cepedea* فهي ذات جسم بيضاوي متطاول نسبياً ذات انحناء بطني إلى الداخل في الثلث الخلفي الأخير من الجسم، مقدمة الجسم عريضة أما النهاية الخلفية فتضيق تدريجيا، السيتوبلازم فجوي متجانس في مظهره العام ذات نواتين كبيرة في الحجم أما التراكيب الشعرية فتكون كثيفة متوسطة الطول بالمقارنة مع الأجناس الثلاثة الأولى مع ترتيب متعاكس في زاوية ميلها وتنظيمها حول غلاف الجسم من الجهتين مع ملاحظة قلتها عند النهايتين الأمامية والخلفية من الجسم كما لاحظنا في جنس *Protoopalina*. والشكل (7-6) يبين التركيب العام والمظهر الخارجي لهذه الأجناس والاختلافات الظاهر بينها.



شكل (7-6) نماذج مختلفة من أجناس من رتبة المتلألئات.

ثانيا: رتبة Order: Slopalinida

كما يشير الباحثون (Delvinquier, & Patterson, 1993, 2004, Patterson, 1989) إلى أن أفراد هذه الرتبة قد اعتبرت في بعض الأوقات تحت شعبة أو طائفة من طوائف الهدبيات، ولكن بعد تطور الدراسات البيوكيميائية الحديثة ومجاهر التشريح والتعرف على الخصائص الدقيقة لأجناسها تبين بأنها تنتمي إلى تحت شعبة المثلاثات أو الأوبليزيات وتم وضعها في رتبة سميت order Slopalinida تضم عدة أجناس منها *Hegneriella sp* و *Bezzenbergeria sp* وغيرها، درست هذه الرتبة جيدا من قبل الباحث Patterson, 1989 ووصفها بأنها تعتبر مجموعة شاذة anomalous group من المتعايشات الداخلية endocommensals في منطقتي القولون والمستقيم في عديد من اللافقاريات وفي وقت حديث توضع مع الأوالي الحيوانية. وبينت دراسات أخرى بأنها أوالي متباينة التغذية heterotrophic من نوع stramenophiles أي التغذية على المواد القشية stramineous. وعموماً تتصف هذه الأوالي بالميزات الرئيسية التالية:

- معظم أفرادها أنواع تعيش في مجموعة الحيوانات المائية والبرمائية التي يطلق عليها البرمائيات (عديمة الذنب anura) كالضفادع وغيرها، توجد في أفراد Slopalinida أعداد من الأسواط الحركية بصورة كثيفة ومتوازية على شكل صفوف تدعى الأسواط الحركية الصغيرة termed kineties، تمتد على طول المحور الداخلي للجسم، والمظهر السطحي لها مماثل للأهداب.
- يقع بين صفوف التراكيب السوطية الحركية عدد كبير من التراكيب العاتمة المتلئة والمتوازية تسمى العوامات البراقة parallel folds وهي المسؤولة عن خاصة اللمعان والشكل البراق لهذه الأوالي.
- مقدمة الجسم في العادة وكما هو في بقية الأوبليزيات اعرض من نهايته، ويحصل للجسم انحناء في منطقة الوسط تقريبا يساعد الحيوان على الالتواء والحركة حول نفسه أو بالالتفاف، وتدعى هذه الخاصية (خاصية الالتواء the falK property)، وتكون الحركة فيها بشكل عام لولبية مائلة غالبا للجهة اليسرى من محور الجسم.
- توجد أفرادها متعايشة داخلياً في منطقة cloaca من الحيوانات البراء الذنب anuras وخاصة في الأسماك والسلمندرات والزواحف وبعض اللافقاريات الساحلية من أكلات الأعشاب المائية.
- تتكاثر أفرادها جنسيا في هذه المضيفات بواسطة الجميتات المتباينة anisogamous.

- لا تمتلك أفرادها أية فتحات فمية أو فجوات منقبضة، وتكون التغذية فيها بواسطة الشرب الخلوي pinocytosis، وتكون الأنوية في الأجناس ثنائية وكبيرة وواضحة بينما في المتعددة النوى فتكون صغيرة الحجم.

وفيما يلي وصف للأهم الخصائص المميزة لأجناسها:

- **جنس Hegneriella sp:**

المعلومات المتوفرة عن أفراد هذا الجنس لحد الآن قليلة وبحاجة إلى تأكيد اكبر، ولكن المعلومات الأولية تشير بأنه يحتوي على نواة واحدة mononucleate وأفراده طويلة الجسم نحيفة نسبيا، وذات النواء يمتد من مقدمة الجسم حتى نهايته على طول محوره الخلوي، الأسواط الشعرية الحركية تغطي الجسم بالكامل ، ومعروف منه حاليا ثلاثة أنواع فقط.

- **جنس Bezzenbergeria sp:**

أفراده أولي رباعية الأنوية tetrenucleate، الجسم قصير في الغالب مع وجود انحناء على طول محور الجسم يمتد من المقدمة حتى النهاية الخلفية، الجسم مغطى بالأسواط الحركية الكثيفة كما في الجنس السابق، سجل منه لحد الآن نوعين فقط.

الفصل الثامن

شعبة متعددة النوافذ أو التجاويف

Phylum: Labyrinthomorpha

- تمهيد
- خصائص ومميزات شعبة متعددة النوافذ
- تقسيم شعبة متعددة النوافذ
- طائفة النيهيات
- الشكل والتركيب
- التكاثر

الفصل الثامن
شعبة متعددة النوافذ أو التجاويف

تمهيد:

تضم شعبة متعددة النوافذ Labyrinthomorpha عدد من الأوالي السوطية التي تسمى بالسوطيات متعددة التجاويف أو متعددة القنوات، وذلك لكون الجسم فيها عبارة عن تركيب مجوف أو أنبوبي متطاول يدعى البلازما الخلوية cellular plasmodia وتميل إلى تكوين مستعمرة ترتبط خلاياها بممرات أنبوبية جانت منها تسمية متعددة القنوات، وكذلك تنشأ بين خلايا المستعمرة الواحدة فراغات أو تجاويف تشبه الفراغات بين الخلايا الحشوية في الكائنات الراقية لذلك سميت أفراد هذه الشعبة كذلك بمتعددة التجاويف وكما يظهر في الشكل (8-1) الذي يبين التركيب العام للجسم. ولكن من الجدير بالذكر الإشارة إلى أن المراجع القديمة كانت تضع هذه المجموعة من الأوالي ضمن تحت طائفة القطريات الحيوانية Proteomyxida نتيجة التشابه في طريقة المعيشة والشكل الخارجي للجسم.

شكل (1-8) التركيب العام لمتعددة النوافذ من جنس *Labyrinthula sp* بهيئة مستعمرة (colloni).

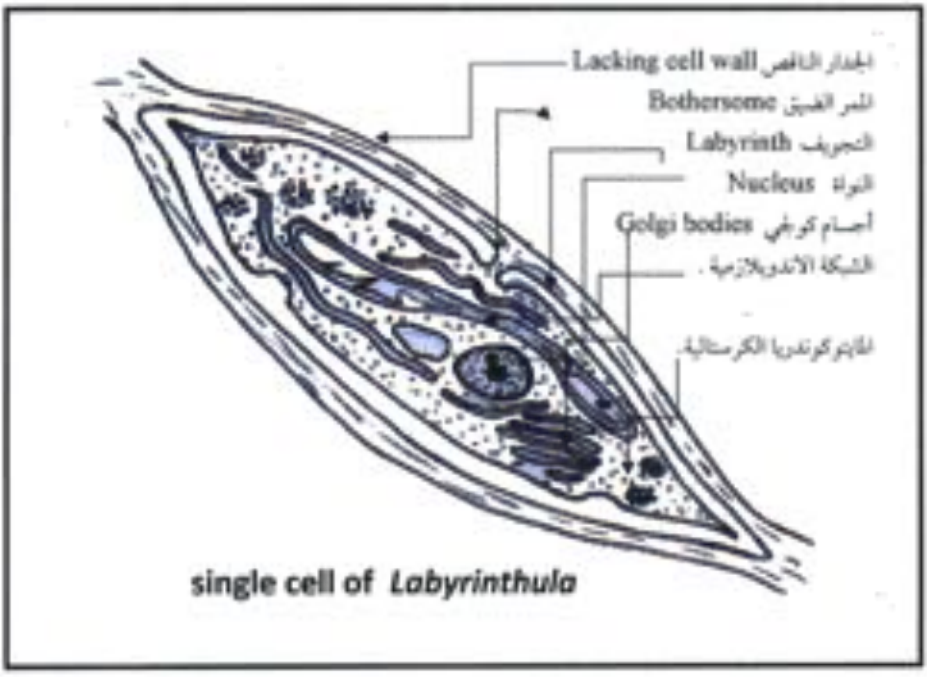
خصائص ومميزات الشعبة:

تمتلك الأوالي من شعبة متعددة النواقد مجموعة من الصفات التي تميزها عن بقية الأوالي وكذلك عن سواها من اللافقاريات هامها ما يلي:

- **الشكل والتركيب:** تعتبر الأنواع الحيوية من أفراد هذه الشعبة حيوانات مجهريه حيث يكون الجسم صغير يتراوح طول الخلية حوالي 10 ميكرون وتجمع بين الخصائص النباتية والحيوانية من حيث التركيب والحركة.
- وتحتوي الخلية التي تمثل جسم الأولي على نواة واحدة كبيرة نسبيا لحجم الخلية ووسطية الموقع، ويحتوي الجسم كذلك على مايتوكندريا من نوع الأنبوبي الشكل tubular cristae وأجسام كولجي أنبوبية كرستالية الشكل tubular cristae .
- يبرز من الجسم سوطين، الأمامي شعري المظهر hairy طويل ومتموج أما الخلفي فيكون أقصر وناعم أملس المظهر smooth.
- تتكاثر هذه الأوالي بطريقتين هما التكاثر الجنسي عن طريق تكوين اللاقحات zygotes وتكوين أمشاج مسوطة متشابه المظهر تسمى isogametes
- أما لا جنسيا فتتكاثر عن طريق الانشطار الثنائي Binary أو عن طريق الانشطار المتعدد multiple fission بواسطة الأبواغ الحيوانية المتحركة zoospores كذلك سجلت فيها بعض حالات من التكيس cysts form (Perkin, 1973).
- جدار الخلية يكون من النوع غير التكامل أو ما يسمى بالجدار الخلوي الناقص ويدعى Lacking cell wall.
- ينشأ بين الجدار الخلوي وبين السايتوبلازم ممر خاص يظهر على شكل ثقب في الغشاء الداخلي يدعى بالجسم المعقد أو الممر الضيق troublesome ، Bothersome يقوم بإفراز شبكة من الخيوط أو الأنابيب الرفيعة تنزلق عليها المواد العضوية وربما يساهم في طرح الإنزيمات التي تستخدمها هذه الأحياء في التغذية الرمية على الحشائش والنباتات البحرية.

لذلك يصفها الباحث Amon,1969 بأنها عبارة عن شبكة من الأعضاء المانية (slime nets) ذات شكل أميبي ولكنها لا تكون أقدام كاذبة، وهذا ما قاد بعض علماء الأوالي إلى وضعها مع

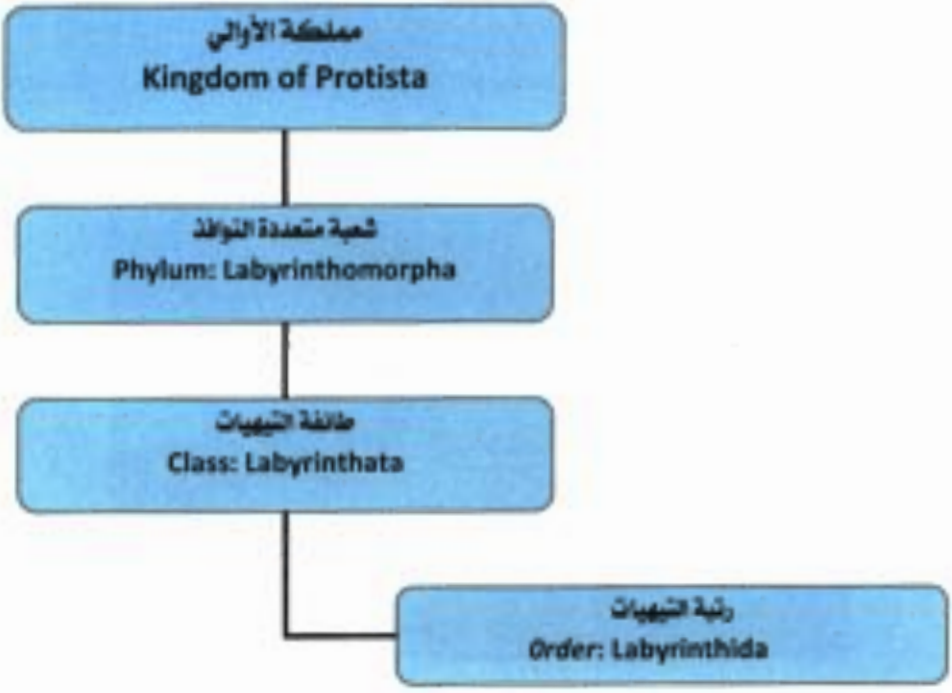
طائفة الفطريات الحيوانية المسماة Proteomyxida كما بينا سابقا. لكن الدراسات التشريحية بينت خصائص تركيبية لخلية الجسم في هذه الأوالي وكذلك الشكل الخارجي تختلف تماماً عن ما موجود في الفطريات الحيوانية وكما يظهر في الشكل (8-2) التالي الذي يبين تركيب خلية الجسم ومكوناتها.



شكل (8-2) الشكل الخارجي والتركيب الداخلي النموذجي للكائن المفرد من متعددة النوافذ .

تصنيف شعبة متعددة النوافذ:

تضم شعبة متعددة النوافذ طائفة واحدة هي طائفة التيهيات Class: Labyrinthata وينتمي إليها رتبة واحدة هي رتبة Order : Labyrinthida تشمل عدد من الأوالي من عدة أجناس والتي تجمعها بعض الخصائص المشتركة التي بيناها في بداية الفصل، مما دفع علماء التصنيف في المراجع الحديثة خاصة إلى ضمها لشعبة واحدة هي شعبة متعددة النوافذ Labyrinthomorpha. ولكن من الجدير بالذكر أن المراجع القديمة كانت تضع هذه المجموعة من الأوالي ضمن تحت طائفة الفطريات الحيوانية Proteomyxida نتيجة التشابه في طريقة المعيشة والشكل الخارجي.



شكل (8–3) مخطط تقسيم متعددة النواظر.

التكاثر : Reproduction

تتكاثر هذه الأوالي بطريقتين هما التكاثر الجنسي عن طريق تكوين اللاقحات zygotes وتكوين أمشاج مسوطه متشابه isogametes، أما لاجنسيا فتتكاثر عن طريق الانشطار الثنائي Binary أو عن طريق الانشطار المتعدد multiple fisson بواسطة الأبواغ الحيوانية zoospores كذلك سجلت فيها حالات من التكيس cysts form (Perkin, 1973). وكما في النماذج التالية:

طائفة التيهيات *Class: Labyrinthat*

تعتبر لابرينثومورفا من الشعب الصغيرة من الأوالي وهي بحرية المعيشة بالدرجة الأساس وسجلت أجناس منها في بيئة المصبات المشتركة بين الماء العذب والبحري، ونجد أن هذه الطائفة تشمل على مجموعتين من التيهيات هي:

التيهيات حرة المعيشة:

وتعتمد في تغذيتها على الطحالب والأعشاب البحرية مما يعني أنها كائنات حرة المعيشة في البيئة المائية كما يشير إلى ذلك الباحثون (Despommier & Karapelou,1987, Hickman & Hickman,1989).

نموذج من الأعشاب البحرية التي تتغذى عليها التيهيات الحرة المعيشة.

التيهيات المتطفلة :

يشير الباحثون (Moss,1985 ,Proomy, 1985) إلى أن مجموعة أخرى من التيهيات منها تدعى Thraustochytrids وتكون بأحجام صغيرة وبأشكال مغزلية spindle forms وتكون ذات تغذية رمية saprpzoic أو طفيلية parasitic nutrition على النباتات البحرية وتتصرف وكأنها أعفان بحرية ولكنها لا تكون غزل فطري وخالية من البلاستيدات الملونة. ومن أشهر أجناس هذه الشعبة *Zostera* ، *Labyrinthula, macrocystis*.

الفصل التاسع

شعبة متعددة النوافذ أو التجاويف

Phylum: Apicomplexa or Napicomlexa

- تمهيد
- خصائص الشعبة
- تقسيم الشعبة
- دورة الحياة والتكاثر
- طائفة البوغيات الحيوانية
- تحت طائفة طرفيات الأبواغ
- رتبة المتجمعات أو المحتشدات
- دورة حياة جنس المونوسيتز
- رتبة المكورات
- دورة حياة جنس الايميريا
- رتبة البوغيات الدموية
- دورة حياة جنس البلازموديوم
- تحت طائفة الاجاصيات
- دورة حياة جنس البابيزيا
- تحت طائفة المقوسات
- دورة حياة جنس التوكسوبلازما

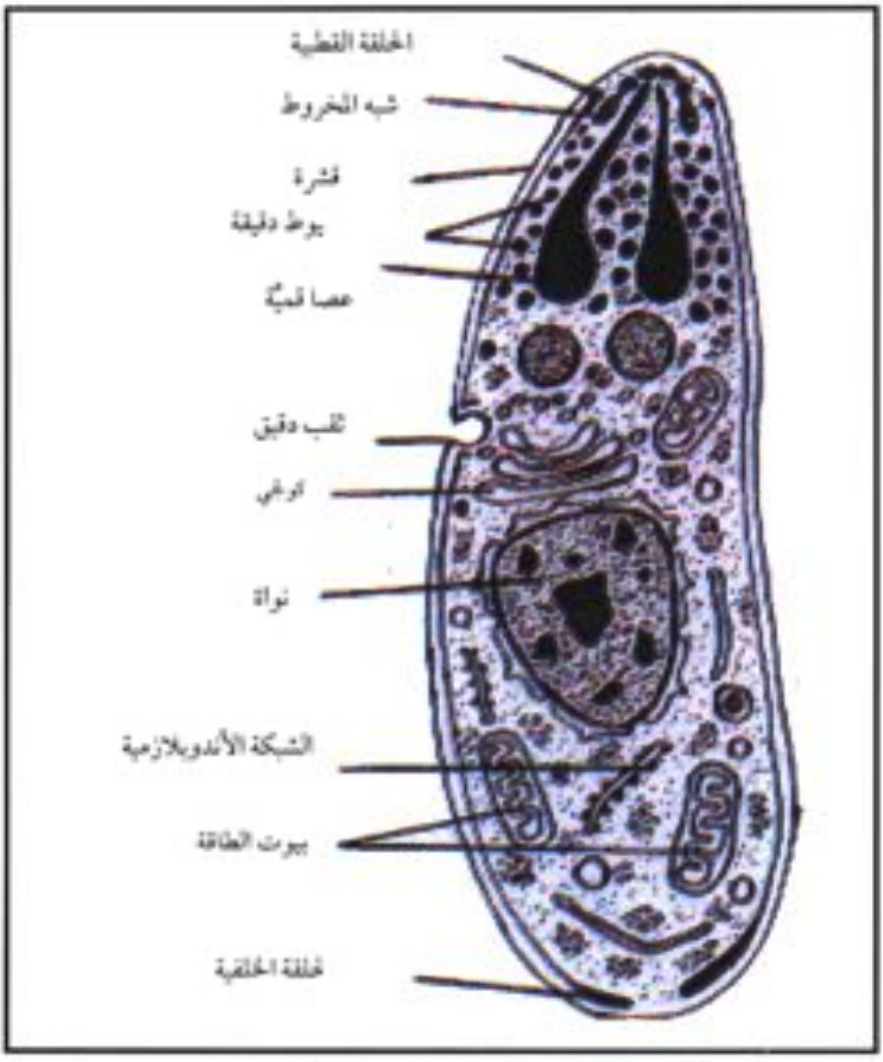
الفصل التاسع

شعبة ذات المركب ألقمي Phylum: Apicomplexa

تمهيد:

جميع أفراد هذه الشعبة أوالي حيوانية التركيب والخصائص، أفرادها ذات معيشة طفيلية داخلية في الخلايا obligatory intracellular جميعها تكون أبواغ spores ولذلك كانت تدعى سابقا بشعبة البوغيات الحيوانية sporozoans، تتوزع وظائفها الوسطية والنهائية في مختلف شعب المالك الحيوانية، فنجدها في ديدان الأرض وفي أنواع عديدة من الحشرات وفي بعض أنواع القراديات ونجدها كذلك في حيوانات كبيرة كالطيور والماشية وقسم منها يتطفل داخل جسم الإنسان. ولكن ما يشترك فيه جميع أفراد هذه الشعبة هو وجود المركب القمي "apical complex" والذي منه جاءت التسمية الحديثة للشعبة (شعبة ذوات المركب ألقمي Apicomplexa أو متعددة الأطراف Napicomlexa) ويظهر هذا المركب بأطوار مختلفة من حياة هذه الأوالي، وكما يشير الباحثون Binnester,1977 و Seligh, 1989 و Hickman, et el,1998 ، Fourmie et al ,2000 وغيرهم من العلماء بأنه يظهر بشكل رئيسي في الطور البوغي أو السبوروزويت Sporozoite والطور المتغذي أو الميروزويت Merozoite لأن هذه الأطوار تحتاج مكونات المركب ألقمي من العضيات القمية Rhoptries والخيوط الدقيقة Micronemes في اختراق خلايا وأنسجة العائل، ويعرف المركب ألقمي بأنه عبارة عن تركيب معقد من أنابيب دقيقة microtubules متشابكة خاص بأفراد هذه الشعبة يظهر بشكل بيضاوي متطاول في أعلى الجسم أو في مقدمته، يتكون من عدة تراكيب صغيرة تشترك بوظيفة الحركة الموضعية والقيام بمعظم الفعاليات الأيضية.

ويعتبر وجود هذا المركب صفة تصنيفية أساسية اعتمد عليها علماء تصنيف الأوالي ، والتي من خلالها وضعت جميع الأجناس والأنواع التي تمتلكه ضمن شعبة واحدة هي شعبة ذوات المركب ألقمي. والشكل (9-1) التالي يبين مكونات وأجزاء هذا المركب بشكل تفصيلي والطور الذي يظهر فيه.



شكل (9-1) الطور البوغي Sporozoite ويظهر في أعلاه التركيب القمي.

- وجود المركب القمي الذي يعتبر صفة مميزة في الأوالي من هذه الشعبة حيث يعتقد العلماء إن وجود مكوناته الداخلية مثل تراكيب العصا القمية والخيوط الدقيقة تساعد في عملية اختراق خلايا الأنسجة للمضيف لأنها طفيليات داخلية وتحتاج الدخول إلى الخلايا للقضاء دورة حياتها أو لغرض التغذية.

- جميع أفرادها متطفلات داخلية إجبارية المعيشة تسبب العديد من الأمراض الخطيرة كالملاريا وداء المقوسات وحمى التوائي وغيرها .
- لا تمتلك هذه الأوالي أية وسائل ظاهرية للحركة، بل تتم الحركة عن طريق التقلص والانبساط المتعاقب للخيوط العضلية الموجودة في الجسم، وهذه الحركة تسمى بالحركة الجريجانية gregarine movement ، حيث تكوّن موجات من الانقباضات المتتالية على سطح الجسم مما يسهل عملية اندماج الكائن خلال خلايا الوسط السائل.
- سجلت بعض الحالات من تميز الحركة أثناء عمليات التكاثر في بعض أجناسها داخل خلايا المضيف حيث وجد بأنها تكون ما يماثل الأقدام الكاذبة أو تكوين أمشاج بعض منها يكون مسوط أو تحتوي على ليفيات منقبضة تساعد في عملية الحركة.
- جميع أفرادها معتمدة التغذية فهي إما تتغذى بالارتشاف الخلوي أو بالتغذية الناضحة وفي كلا الحالتين تعتبر تغذية حيوانية كاملة Holozoic feeding وثمة رأي آخر يشير إلى احتمال أن الطفيلي يقوم بإفراز الأنزيمات الهاضمة إلى السائل الخارجي المحيط به والذي يحتوي على المواد الغذائية، فتقوم هذه الإنزيمات بإذابة الجزيئات البروتوبلازمية ثم يقوم الطفيلي بارتشافها بعد ذلك لأنها تصبح منحلة بدرجة يسهل ارتشافها عبر غشائه الخلوي .
- دورة الحياة والتكاثر معقدة نسبيا، حيث تتميز دورة حياتها بعدة أطوار ويحصل فيها كلا النوعين من التكاثر، اللاجنسي بطريقة الانشطار وهو عادة ما يحصل في جسم المضيف النهائي المصاب بهذه الأوالي، وإما بالنسبة للتكاثر الجنسي فعادة ما يحصل في داخل أجسام المضيفات الوسطية عن طريق تكوين الجميتات واللاقحات zygotes.
- تكوّن بعض هذه الأوالي تراكيب خاصة تسمى بالحويصلات البيضية (Oocysts) تحتوي على عدد من الأبواغ وهي تمثل الطور المعدي عند وصولها للحيوانات الكبيرة عن طريق الماء أو الغذاء الملوث، وتعتبر عملية تكوين هذه الحويصلات وسيلة تكيفيه لحماية الأبواغ من الظروف البيئية.
- بعد تحطم الغلاف للحويصلة البيضية وانطلاق هذه الحيوانات الأولية في الجسم تحتاج عملية انتقال الأبواغ إلى المضيف النهائي إلى عائل وسطي وعادة ما يكون من اللافقاريات، أو أنها تطرح هذه الأطوار متكيسة وعند التهامها من قبل الحيوانات الكبيرة كالطيور والأغنام والأبقار وغيرها، تعاد الدورة من جديد.

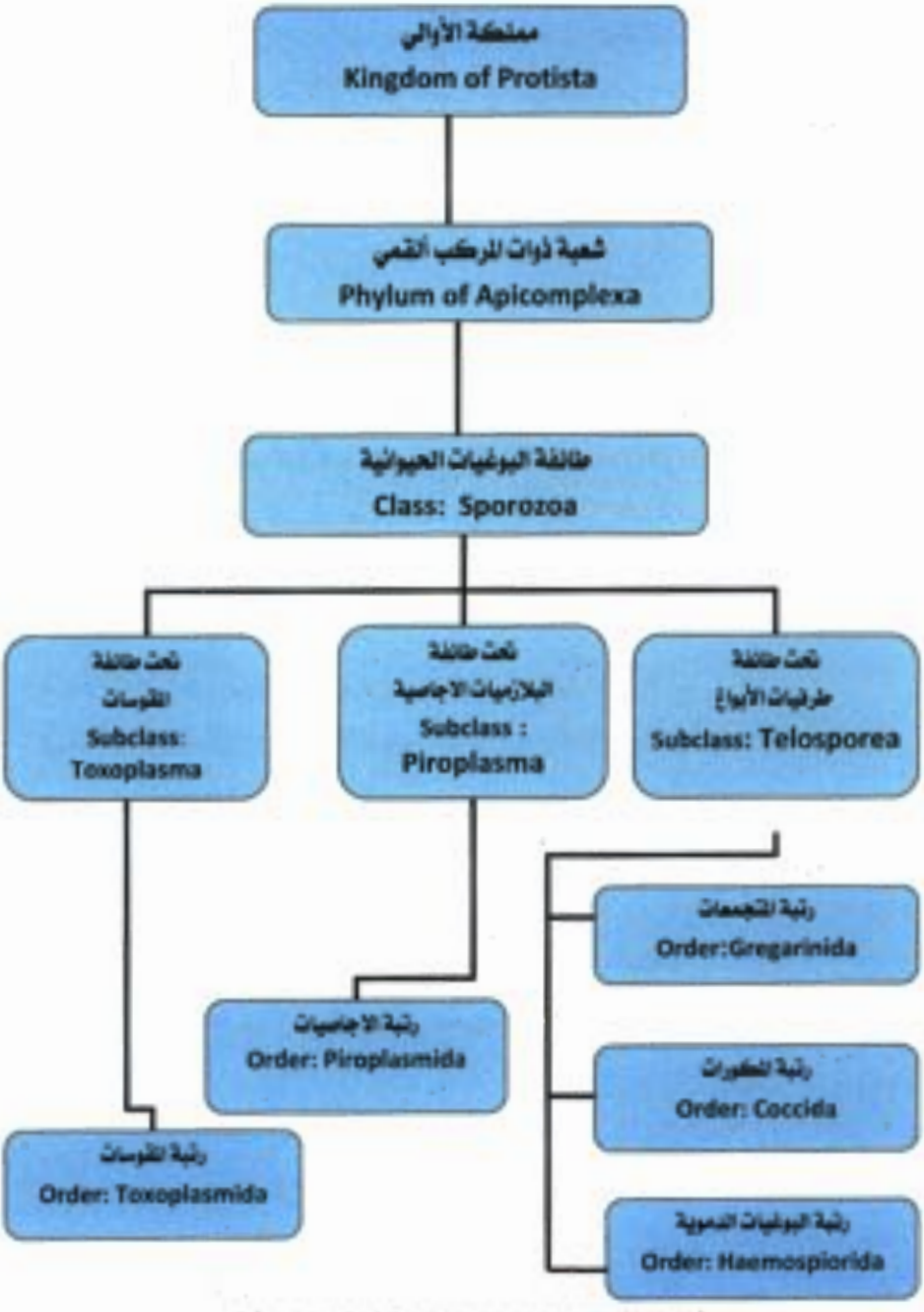
- تتخصص هذه الأوالي في اختيار مضيفاتها الوسطية، حيث تتخصص طائفة التجمعات بإصابة اللافقاريات بينما تحت طائفة الكرويات تصيب الإنسان وعدد من الحيوانات الكبيرة، أما أفراد تحت طائفة الاجاصيات فتصيب الحيوانات الاقتصادية مثل الطيور والأبقار والقوارض الأخرى. ومعنى ذلك يوجد تخصص في العدوى والإصابة وكذلك في إكمال دورة الحياة لهذه الأوالي.

تقسيم الشعبة:

تشمل هذه الشعبة على طائفة واحدة هي طائفة البوغيات الحيوانية Sporozoa وتنظم بدورها ثلاث تحت طوائف هي: المقوسات Toxoplasma والبلازميات الاجاصية Piroplasma وطرفية الأبواغ Telosporea، ويتظم تحت هذه المجاميع الثلاثة عديد من الرتب orders والأجناس والأنواع الحيوية. وقد خضع تصنيف هذه الشعبة إلى سجال طويل وتبدلات كثيرة وحصلت عليه تطورات عديدة شأنها في ذلك شأن بقية الأوالي، وفي هذه الشعبة بالذات كانت الاعتبارات مبنية على ما يلي:

1- طبيعة الشكل الخارجي للطور البوغي والحركة التي يبديها الطور البالغ.
2- طبيعة التطفل والتأثير على حيوية المضيف النهائي وطريقة الإصابة والأعضاء المستهدفة.
3- طبيعة البوغ المتكون أثناء دورة الحياة من حيث العدد والشكل وطريقة التجمع.
4- طبيعة الخيوط الأنبوبية والمحافظ القطبية من حيث العدد والتوزيع أو عدم وجودها في البعض الآخر من الأبواغ.
5- طريقة تحرك البوغ وطبيعة العدوى التي يسلكها داخل خلايا المضيف.
6- طريقة التكاثر عن طريق الأبواغ أو تكوين الخويصلات البوغية Oocysts أو طرح الأكياس المعدية.
7- تزامن نشاط الأولي مع دورة حياة المضيف، كارتباط بعضها بعملية الانسلاخ في اللافقاريات التي تتخذها مضيف وسطي أو نهائي.

وفيما يلي التصنيف الحديث لهذه الشعبة كما في المخطط التالي.

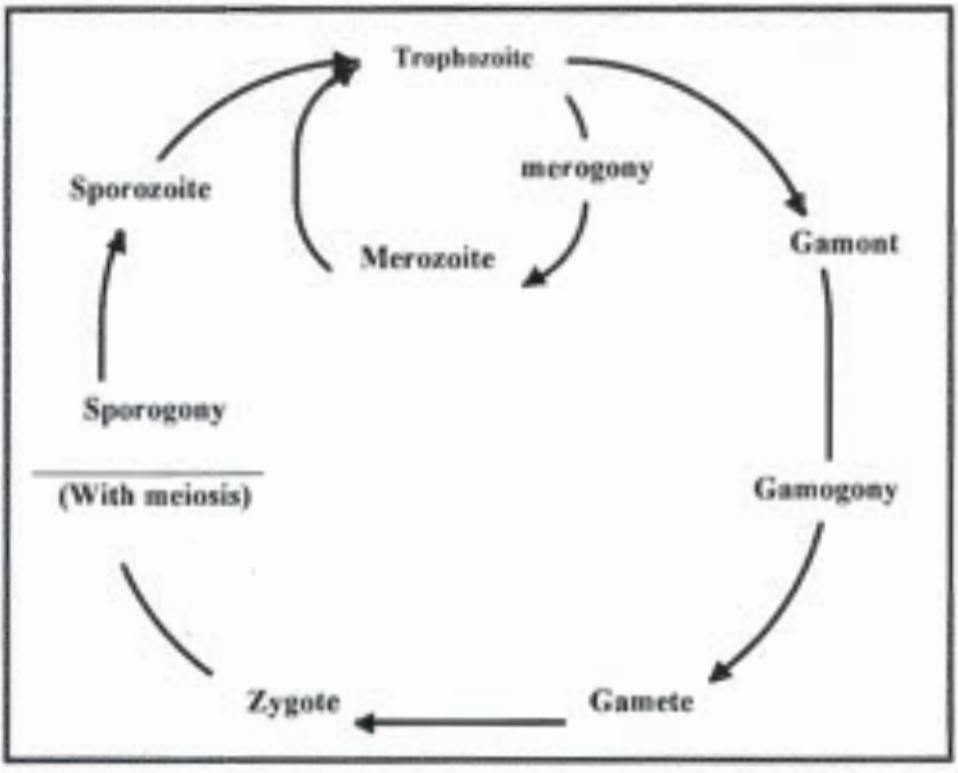


شكل (9-2) مخطط تقسيم شعبة ذوات التركيب القمي.

دورة الحياة والتكاثر Life cycle and reproduction:

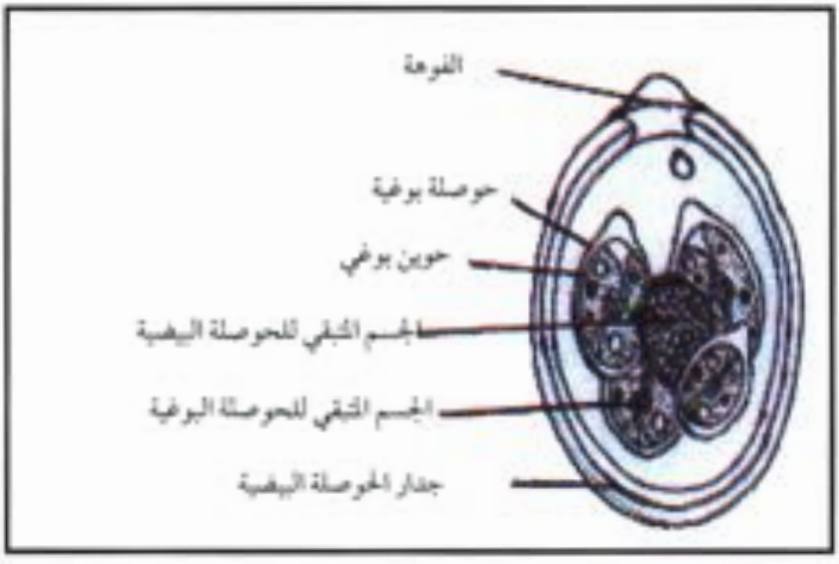
تتميز دورة الحياة في أفراد هذه الشعبة بشكل عام بأنها تحتاج إلى مُضيف وسطيٌ ينضج فيه الطور البالغ والمعدي أي طور السبوروزويت Sporozoite والذي يمثل الطور المتحرك، وعند انتقاله المضيف النهائي يتحول إلى الطور المتغذي Trophozoite داخل الخلايا أو يتحول إلى طور متغذي آخر يدعى Merogony وطور متغذي آخر Merozoite وكلاهما خارج الخلايا، وحسب طبيعة الكائن المضيف أما تهاجم هذه التراكيب الخلايا مرة أخرى وتتحول إلى Trophozoite جديدة تخترق خلايا المضيف وبذلك يتكرر المسار اللاجنسي للدورة وكما مبين في الشكل (9-2).

أما الخط الثاني والذي يمثل التكاثر الجنسي في أفراد هذه الشعبة فيحصل عندما يُكمل الطور المتغذي دورته داخل الخلايا ويحطمها ويتحول إلى ما يسمى بحصل Gamonat وهو يمثل بداية تكوين خلية مشيجية gametocyte تتحول تدريجيا وتتكاثر بطريقة الانشطار المتعدد فهذه الجميتات لتعطي ما يدعى بالتكوين الجميتي Gamogony وهو يعطي عدد من الجميتات حسب جنس ونوع الأولي المشترك بالدورة، يتصرف بعضها كمشيج ذكري والآخر أنثوي، تتخاصب وتنتج لاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية، تحاط هذه الجميتات المنشطرة بغلاف سميك وتعاني من عدة انقسامات اختزالية meiosis وتمر بعد ذلك بمرحلة تكوين الطور البوغي من جديد وتدعى هذه المرحلة التي يتحول فيها كل مشيج الى بوغ بالتكوين البوغي Sporogony وهكذا يعيد الدورة من جديد ويهاجم خلايا جديد من جسم المضيف، وتعتبر هذه العملية تجديد للخصائص الوراثية وتطوير الخصائص الحيوية وكما يظهر في الشكل (9-3) الذي يبين المخطط العام للدورة.



شكل (9-3) المخطط العام لدورة حياة ذوات التركيب القمي.

وفي بعض الحالات وجد الباحثون أن بعض الأجناس في الشعبة وفي حالة تعرض إفرادها إلى ظروف غير ملائمة بيئيا لإكمال الدورة قد تلجا إلى طريقة التكيس وتكوين ما يسمى بالخوصلة البيضية Oocycts وكما مبين تركيبها في الشكل (9- 4) وقد درست الحالة في جنس الاميريا Eimeria بشكل جيد، وقد أظهرت صور المجهر الالكتروني التفاصيل الدقيقة لهذه الخويصلة.



شكل (9-4) الحوصلة البيضية في جنس الاميريا (Elmeria).

عند انشطار الحويصلة تتحول المتكيسات إلى Gametes ومن الممكن أن تعطي أمشاج ذكرية وأخرا أنثوية تمثل الأطوار المتحركة التي تمتلك أما أسواط أو ما يماثلها مثل الأقدام الكاذبة أو ليفات حركية متقبضة contractile fibrils وبعد أن تتحد مع بعضها تدخل في عملية الإخصاب وتعطي لاقحة Zygote يحصل انقسام متعدد ويتكون Sporogony كما في الشكل (9-5) التالي.

شكل (9-5) نماذج من مرحلة التكوين البوغي Sporogony.

ولغرض تسهيل المقارنة والدراسة لدى الباحث سنقوم باستعراض تحت الطوائف الثلاثة بصورة منفردة مع إعطاء مثال تطبيقي من خلال تناول احد الأجناس الأكثر شيوعا بين أفرادها والذي يحمل مميزات المجموعة بشكل واضح.

طائفة البوغيات الحيوانية Class: Sporozoa

تشمل هذه الطائفة جميع الأوالي التي تمتاز بصفات مميزة لها تجمعها في طائفة واحدة ومن أهم هذه المميزات كونها طفيليات داخلية وليس لإفرادها أي أعضاء خاصة بالحركة مثل الأهداب أو الأسواط أو الأقدام ألا في بعض المراحل من دورة حياتها، وأيضا أفرادها تكوّن إما حويصلات بيضية Oocysts أو أبواغ ليس لها خيوط قطبية، وتتكاثر أفراد هذه المجموعة بالطريقتين الجنسية واللاجنسية أو تكوين البويضات المتكيسة. وتقسم هذه الطائف إلى ثلاث تحت طوائف وهي:

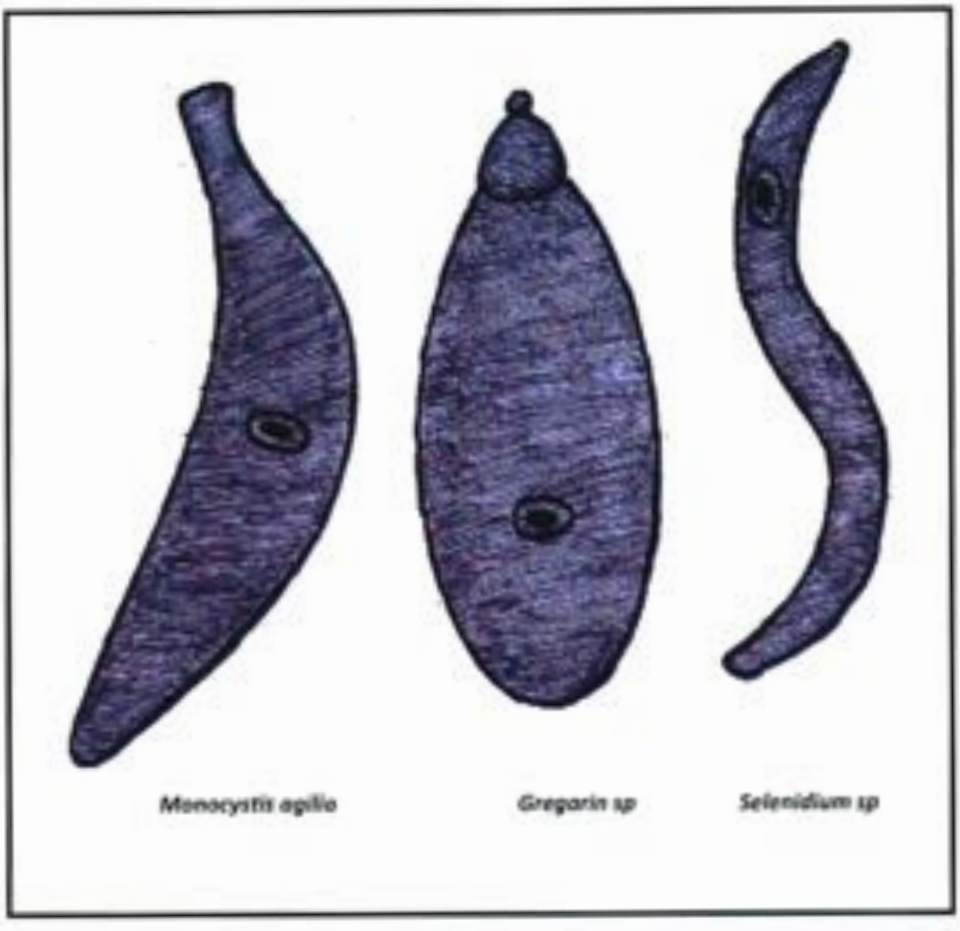
(أ) تحت طائفة طرفيات الأبواغ Subclass: Telosporea

وتمتاز أفراد هذه المجموعة بان الطور المعدي فيها هو السبوروزويت وأن التكاثر فيها هو تكاثر جنسي في جميع الأنواع وتتكون من ثلاث رتب هي:

(1) رتبة المتجمعات أو المحتشدات Order: Gregarinida

أفرادها طفيليات اعتيادية وتوجد أطوارها البالغة اليافعة أو الطور المتغذي داخل القناة الهضمية أو في تجاويف أجسام بعض اللافقاريات مثل دودة الأرض وبعض الحشرات، أما الطور الابتدائي (الترفوزويت) البالغ فيكون كبير نسبيا ويتكون خارج الخلايا.

ومن أهم أجناسها هي *Gregarine, Monocystis, Selenidium* وكما في الشكل التالي:



شكل (9-6) أجناس مختلفة من رتبة التجمعات.

وسوف نتطرق إلى دورة حياة بعض أجناس هذه الرتبة وهو جنس المونوسيستز كمثال على أوالي هذه الرتبة لكونه أكثر توفراً في البيئة لأنه يتطفل على دودة الأرض الشائعة في المزارع والحدائق والبساتين وضفاف الأنهر.

دورة حياة جنس المونوسيتز *Monocystis sp*.

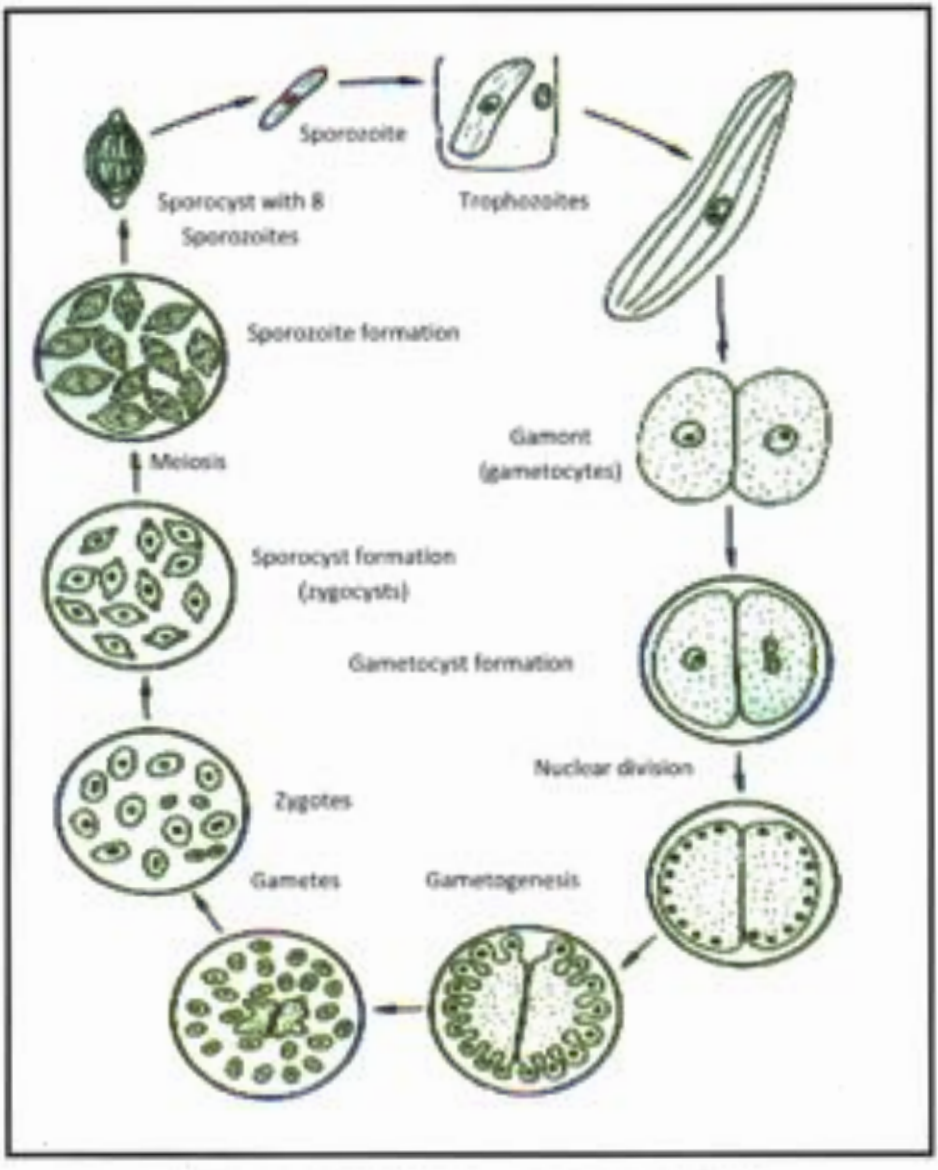
يعيش Monocystis جنس متطفل في الحويصلات المنوية لدودة الأرض وقد يلاحظ في بعض الأحيان في التجويف حول الأحشائي في النهاية الخلفية للدودة متعلقا بالحاجز التقريدي،

ويظهر الطفيلي في الطور الناشط أو المتغذي بشكل مغزلي طويل مستدق النهايتين بطول حوالي 200 مايكرو ويتكون من حيث التركيب النشريحي للجليد وهي طبقة سميك وقوية ويحتوي على أنبيبات دقيقة متقاصة مرتبة بصورة طولية ، أما السايتوبلازم يتكون من طبقتين طبقة خارجية شفافة كثيفة وتسمى الطبقة الخارجية بينما الطبقة الداخلية من السايتوبلازم فهو أكثر سيولة حبيبي القوام (وهي حبيبات نظير الكلايكوجين paraglycogen وكريات دهنية وحبيبات الفولبوتين) أما بالنسبة النواة فهي واحدة كبيرة حوصلية الشكل وتقع في الجزء الأمامي العريض من الجسم ويحيط بها غشاء نووي وتوجد بداخلها نوية واحدة.

يُعد جنس الوتوسيستز من الأوالي الطفيلية التي تعيش وتكمل دورة حياتها في حيوان واحد أي أحادي المضيف وهو من الأوالي الطفيلية الشائعة بالفقريات وخاصة دودة الأرض حيث يمثل الطور البوغي Sporozoite حيث عندما تلتهم ديدان الأرض الأكياس الحاوية على الأطوار المتكيسة حيث يوجد في كل كيس.

عندما يتحرر الأبواغ بعد انفجار الكيس يدخل كل حيوان بوغي إلى الخلية المركزية للغوته النطفية أي مجموعة خلايا أمهات النطف عندها يبدأ البوغ بالتغذية على الخلايا المكونة للنطف ينمو تدريجيا إلى حيوان متغذي وتلتصق به ذيول النطف ثم يزداد بالنمو ويتحول تدريجيا إلى طور المتغذي trophozoite حيث يكون حاويا على أسواط كثيفة وقصيرة ونواة واضحة يستطيع الحركة ويتنقل إلى التجويف البطني من دودة الأرض ويتحول تدريجيا إلى أولي متغذي بالغ يفقد هذه الوسائل الخاصة بالحركة ويتكون له غلاف مرن وعندها يكتمل بناء الخلية ويبدأ بالحركة الجريجانية وبعدها يبدأ التكاثر الجنسي حيث تدخل الحيوانات المتغذية في حالة اقتران ويحاط المزدوج الناتج من عملية الاقتران في كيس من طبقين داخلي وخارجي ويحتوي على مشيجين يعاني كل مشيج انقساما نوويا خيطيا تنجزء فيه النواة في كل مشيج إلى عدد كبير من الخلايا تتوزع على محيط الخلايا وتحاط كل منها بكمية قليلة من السايتوبلزم بعد ذلك تتحول كل نواة صغيرة إلى مشيج صغير وتتحلل الأغلفة الداخلية للأمشاج الكبيرة وبذلك تنطلق الأمشاج وتتوزع داخل الكيس يتخصص كل منها إلى أمشاج ذكريه وأمشاج أنثوية بعد ذلك تبدأ عملية الاقتران بين هذه الأمشاج عملية تزاوج لتعطي أبواغ ثنائية المجموعة الكروموسومية يعاني كل بوغ ثلاثة انقسامات متعاقبة ينتج عنها ثماني

حيوانات بوغية صغيرة بعدها ينفجر غلاف الكيس الأصلي وتخرج منها الأبواغ وتهاجم الخلايا المركزية لأمهات النطف وتعيد دورة الحياة كما في الشكل (9-7).



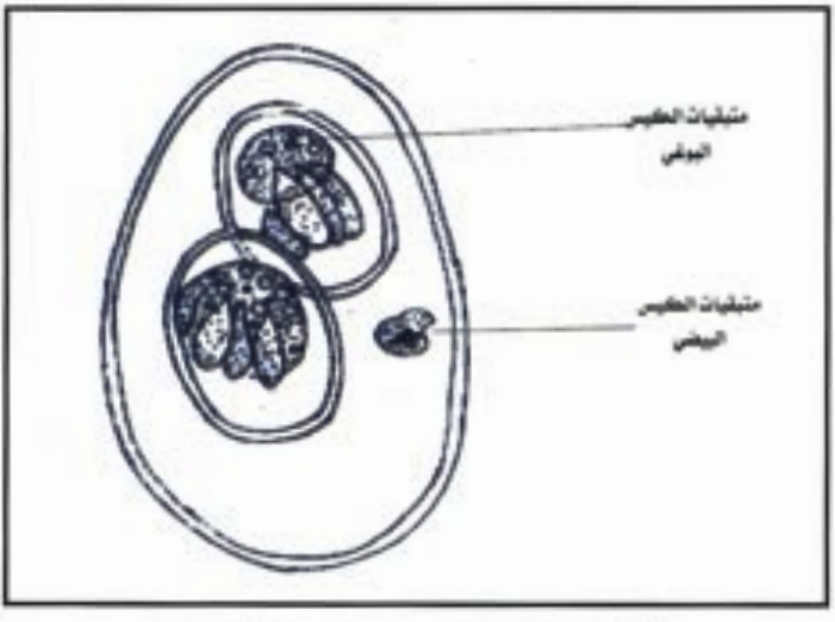
شكل (9-7) دورة حياة جنس *Monocystis* . (Sleigh,1989).

كما يوجد أولي آخر من رتبة المتجمعات هو جنس *Gregarine garnhami* والذي يصيب أمعاء الجراد الصحراوي، ويتكون الجسم في هذا الأولي من قطعتين رئيسيتين الأولى تسمى بالخديعة الأمامية الصغيرة والجزء السفلي بالخديعة الخلفية، وهي الكبيرة والحاوية على النواة، ويظهر أمام الخديعة الأمامية بروز يسمى بالخديعة الرأسية وهي عضو الالتحاق والانضمام في طية معيَّ المضيف نتيجة لامتلاكها أنيبيات تغرس داخل الطبقة المخاطية. إما بالنسبة إلى دورة حياة هذا الجنس فتبدأ عندما يتحرر البوغ من الغلاف ليخترق الطبقة المخاطية لأمعاء المضيف الوسطي، يبقى جزء منه خارج الطبقة المخاطية ليتطور إلى خديعة أمامية وخلفية كما يظهر في الشكل (9-8).

شكل (9-8) طريقة اختراق أفراد جنس *Gregarine* للطبقة المخاطية لأمعاء المضيف وتكون الخديعة الرأسية والأمامية والخلفية (الموقع 16).

يكون هذا الطور هو المتغذي، وبعد اكتمال النضج للأولي الجديد تتحلل الخلايا المصابة وينفصل عنها الجزء الأكبر من الطفيلي ويكوّن الخديعة الأمامية والخلفية، ثم يحدث تزاوج بين التراكيب المنفصلة وتمر بمرحلة التكيس ذات الغلاف السميك والجلاتيني القوام، وكما يظهر في

الشكل (9-9). وعند طرحه مع البراز في ظروف بيئية مناسبة من رطوبة وحرارة يتكون له ما يشبه الأنابيب تخرج منها الأبواغ خلال 48 ساعة، ويكمل هذا الجنس دورة حياته بمدة 11- 13 يوم عند درجة حرارة 25م°. وعند اليوم التاسع يبدأ التجمع وتظهر أكياسه من جديد، لكن معظمها تظهر عند نهاية المرحلة التي تسبق الانسلاخ اليافع للمضيف الوسطي، ويعزى ظهور الأكياس الفجائي إلى أنه خلال هذه الفترة من التطور يتسلخ طلاء المعي للمضيف فيتحرر الأولي داخل تجويف الجسم حيث يمكن أن يحصل تكون ثلاثة أزواج من اللاقحات مع تكوين كيس البوغ المتعاقب، وهنا يتضح تزامن دورة حياة المضيف والأولي حيث أشارت بعض الدراسات إلى أنه إذا تأخر السلاخ المضيف بإزالة الغدة النخامية مثلا فقد لا يحصل تحرر للأكياس البوغية، وإذا توقف الانسلاخ نهائيا فلا يحصل تكوين الأكياس.

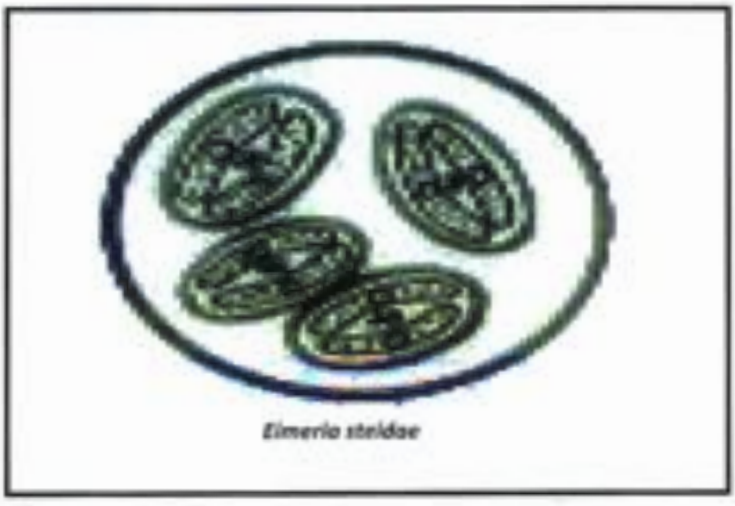


شكل (9-9) مرحلة التكيس في جنس *Gregarine*.

(2) رتبة الكوكيات Order: Coccidia

هي عبارة عن طفيليات نمطية مألوفة داخل الخلايا الطلائية في الفقاريات واللافقاريات،

والطور المتغذي أي Trophozoite البالغ يكون صغير نسبيا ويوجد داخل الخلايا، ومن أشهر أجناسها جنس *Eimeria* ، *Isospora Calyptospora* وكما في الشكل التالي:

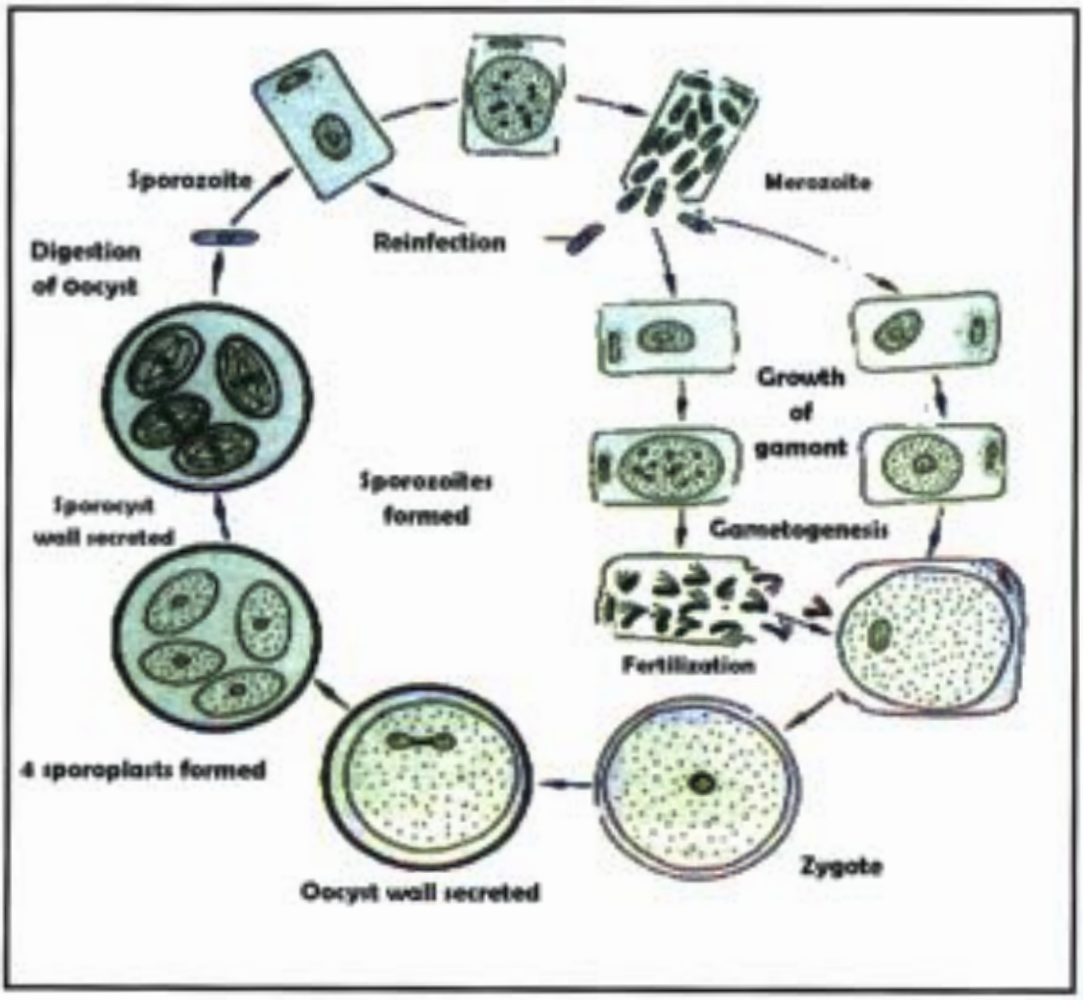


شكل (9-10) المظهر العام للطور البالغ في جنس الايميريا.

دورة حياة جنس الايميريا *Eimeria steidae*:

يحتوي هذا الجنس البوغي على عدد كبير من الأنواع التي تطفل على الحيوانات الفقرية من جميع الأصناف وفي أنحاء العالم، ولا يصيب أي منها الإنسان تنمو هذه الطفيليات داخل الخلايا الطلائية في المرحلة النشطة وبعد ذلك تعاني من تكاثر انفلاقي لتشكل عدد كبير من الميروزويت، وتتحرر عند انحلال خلايا المضيف لتصيب خلايا جديدة ونتيجة هذا النمو والتزايد تتضرر الخلايا الطلائية ويتسبب ذلك في فقدان الدم والسوائل مما يؤدي إلى الهزال والضعف وقد يؤدي إلى الموت في حال تواصل الإصابة.

دورة حياة هذا الطفيلي معقدة وتتضمن تكاثراً جنسياً لعدم وجود حشرة ناقلة (بدلا عنها) حيث ينتج أكياس للبيض مقاومة تطرح مع البراز وتنتشر الإصابة بسهولة وذلك بتلوث الطعام.



شكل (9-11) دورة حياة جنس *Eimeria steidae*. (الموقع 16).

(4) رتبة البوغيات الدموية Order: Haemosporida

وهي أوالي تتطفل داخليا وتهاجم كريات الدم الحمراء في عديد من الفقاريات ومنها الإنسان ولهذا سميت بالدموية، ولقد عرفت بعض أجناسها باسم البرداء البشري منذ أقدم العصور واستخدمت أسماء كثيرة لوصف المرض الذي تسببه مثل الارتعاش، روسان، الدغله الحمراء المتقطعة، القشعريرات، البرداء وغيرها حيث كان يعتقد سابقا أن هناك علاقة بين المستنقعات المائية

والمرض، فقد عزى الإيطاليون القدامى أن حمى Malaria تنتج من الهواء الفاسد المنبعث من هذه المستنقعات. وبعد تطور الدراسات حول هذه الأوالي وجد أن دورة الحياة فيها معقدة وتمر بمراحل أربعة هي:

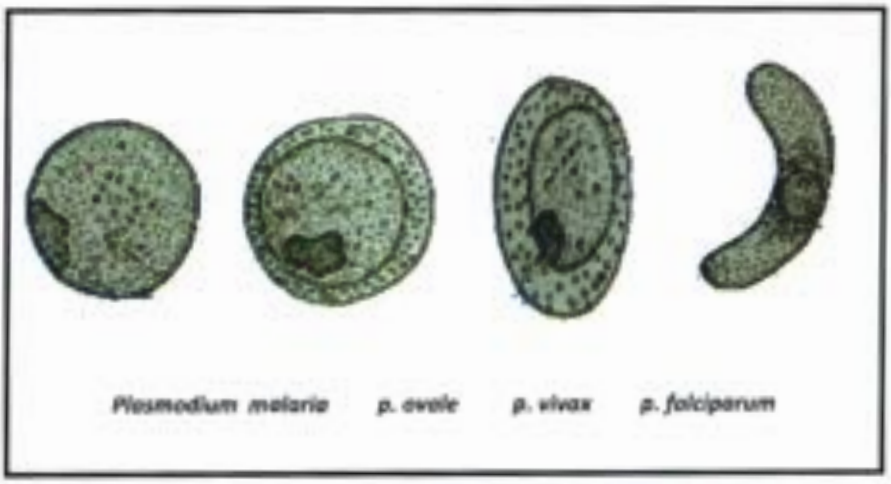
1- تطور قبل كريات الدم الحمراء preerythrocystic من البوغيات المحقونة في المضيف من اليعوضة.

2- التكاثر الانقلاقي لكرية الدم الحمراء Erythrocytic Schizogony في الخلايا الحمراء.

3- التكاثر الانقلاقي البدري phanerozoic schizogony في الجهاز الشبكي البطني.

4- الدورة الجنسية sexual cycle تبدأ بنمو خلايا المشيج في المضيف الفقاري وتتبع بالتكاثر البوغي في اليعوضة. (Bray 1963).

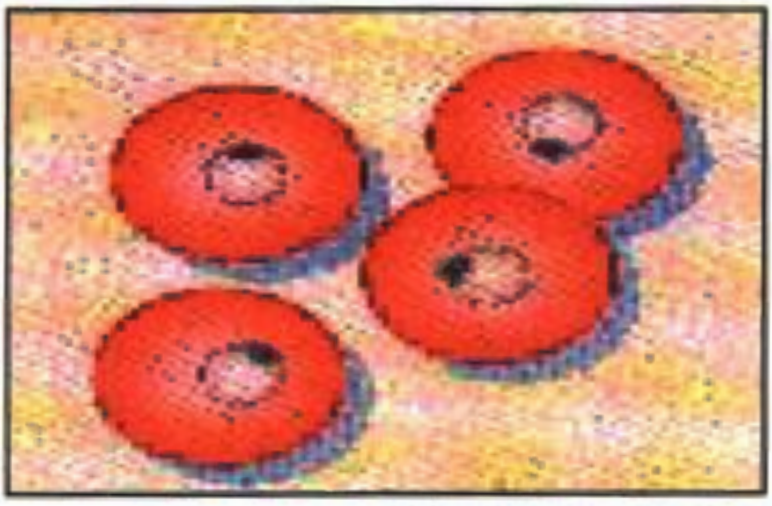
ويحدث فيها التكاثر الجنسي ليعطي في النهاية الطور (البوغي) في العائل الناقل كحشرة اليعوض، أما التكاثر الانشطاري والذي يمثل الخط اللاجنسي فيحدث في العائل الفقري المستهدف، ومن أشهر أجناسها طفيلي البلازوديم Plasmodium ويسمى أحيانا بالبرداء أو المصورة أو طفيلي الملاريا Plasmodium malaria وتوجد أنواع من البلازميديوم ومن أشهرها *P. vivax, P. falciparum, P.ovale* وتختلف فيما بينها مظهريا كما في الشكل(9-12) التالي:



شكل (9-12) أجناس مختلفة من رتبة البوغيات الدموية.

دورة حياة البلازموديوم *Plasmodium* :

يعيش طفيلي الملاريا في الفقريات بصورة رئيسية في كريات الدم الحمراء حيث تهضم الهيموغلوبين الصدر الهام للأحماض الأمينية ونتيجة لذلك ينتج الخضاب (فقر الدم) يختلف المظهر الخارجي بالنسبة لمرحلة النمو وكذلك بالنسبة للنوع ولكن في كل الحالات يكون الطفيلي داخل كرية الدم الحمراء عبارة عن فجوة محاطة بغشاء خاص للمضيف وهي طور نشط صغير ينمو وينقسم بالتكاثر اللاجنسي (الشطار متعدد) وينقل المرض بواسطة إناث بعوضة الأنفلكس وتتم عملية التحام الخلايا المشيجية في أمعاء البعوضة وينتج عنها كيس البيض المكون لأعداد كبيرة من الجيوانات البوغية التي تصيب الغدد اللعابية للبعوضة ويتم انتقالها للإنسان بعد ذلك أثناء التغذية. وتكون قصاما خارج كرية الدم الحمراء في الكبد والتي في النهاية تنشئ الإصابة المتتالية في خلايا الدم تطور القصام داخل الكرية الحمراء حيث تظهر بها كبقعة صغيرة للسيتوبلازم محاطة بالجبلة الصغيرة، ويصبح الأولي ذات النواة الواحدة حلقي الشكل تدريجيا ويعرف هذا الطور بالطور الحلقي أو الناشطة (ring stage) كما في الشكل (9-11) ثم تنمو على حساب الخلية وتتخذ شكلا يختلف حسب النوع، إلا أنها تظهر عادة أقدام كاذبة نشيطة وتستحوذ على معظم مكونات الخلية وعندها يبدأ الصيغين المتكون بالانقسام يعرف الأولي بالفلوق (schizont) ويميل الفلوق إلى الخلاء موقع محيطي من كرية الدم ويتجمع معه قليل من السايتوبلازم وعندها يدعى الفلوق الناتج بالمقسم segmenter وعند إتمام هذه العملية تنفجر الكرية الحمراء محرر الميروزويت (الأقومات) والتي تهاجم كريات دم جديدة وتعيد دورة الانقلاقي فيها، وتكون هذه العملية متزامنة لفترات الحمى والتي تعطي خاصية الملاريا لذلك فأن الزمن الذي يمر في فترتي طمى متعاقبتين هو نفس الزمن للدورة داخل كرية الدم الحمراء والتي تكون منتظمة في الأنواع البشرية والتي تصيب الطيور بشكل خاص ففي الوبالية (72 ساعة) وفي النشيطة والبيضية والمجلية (48 ساعة) أما في ملاريا الطيور والقرود (24 ساعة).



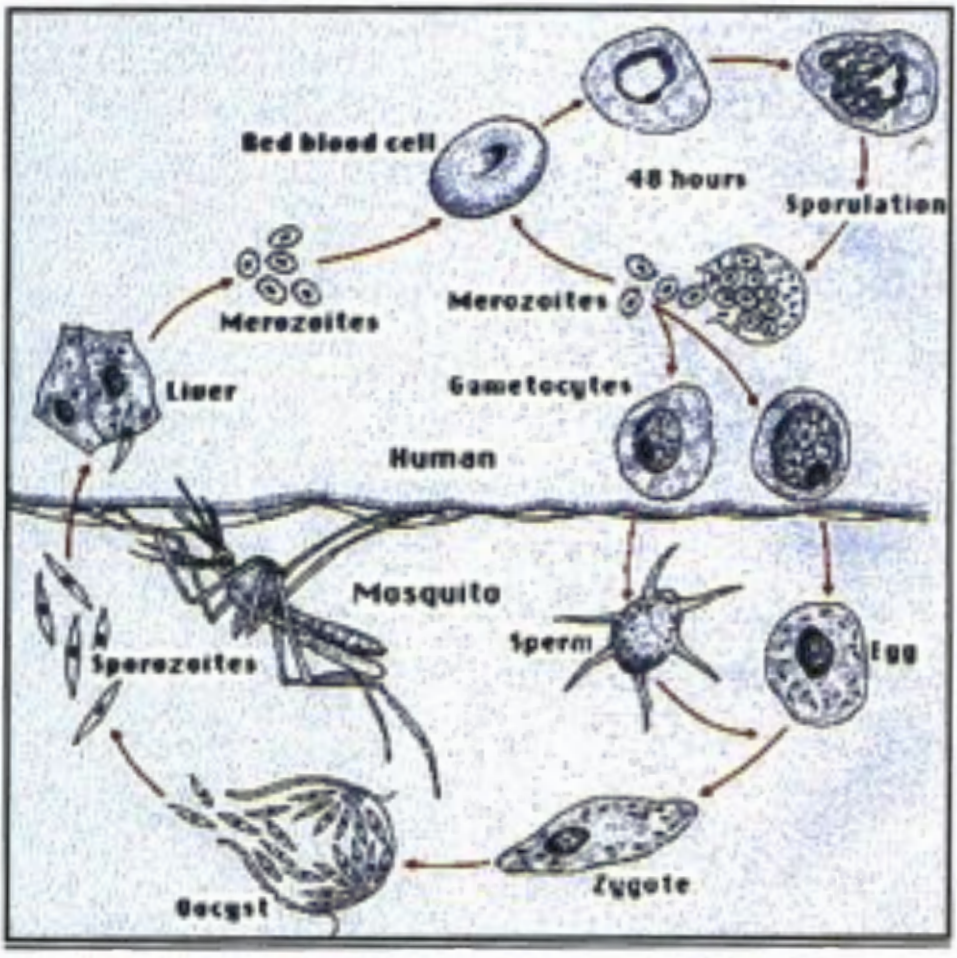
شكل (9-13) الطور الحلقي داخل كرية الدم الحمراء.

بينت الدراسات أن الأقومات merozoites في بعض الأنواع من الملاريا تبدي ميلاً مميزاً في اختيار كريات الدم الحمر باعمار مختلفة حيث تهاجم الأنواع التي تصيب الطيور كريات الدم الفتية بينما في المصورة النشيطة تهاجم الفتية غير الناضجة أما الوجالية فتهاجم كريات الدم الأقدم عمرا أما الخبيثة فهي تصيب كريات الدم المختلفة الأعمار بدون تمييز كما بينت الدراسات المذكورة أن نسبة الكريات المصابة أيضا تختلف فمثلا بالمنجلية تصاب 10٪ من الخلايا أما في حالة النشطة أو الوبالية فان نسبة الكريات المصابة 1٪ و 2٪ على التوالي، لقد وجد العلماء أن التكاثر الانقلافي قد يستمر في الحيوانات المصابة لعدة أشهر أو سنين فمثلا في حالة المصورة الوبالية سجلت حالات من 30 -40 سنة.

كذلك من خصائص دورة الحياة في هذه الأوالي هي تكوين خلايا المشيج formation of gametocytes حيث تصبح بعض الأقومات عند دخولها إلى الخلايا الحمراء عبارة عن خلايا مشيجية جنسية متميزة بذلك عن بقية الأقومات اللاجنسية وتكون الصغيرة الحجم منها عبارة عن أمشاج ذكرية بينما كبيرة الحجم أمشاج أنثوية، وعندما تسحب حشرات البعوض الدم من الحيوان المصاب تحصل عملية تلقيح بين هذه الأمشاج داخل جسم البعوضة فتتكون البيضة الحركية ومن ثم خلايا البيضة المتكيسة وتعاد الدورة الجنسية التي تم ذكرها أعلاه وكما موضح بالشكل (9-14).

ومن أشهر أنواع البلازميديوم هي *P.vivax* المسبب الملاريا للإنسان أما نوع *P.ovale* ويسبب مرض مضعف ولكنه غير ميت أما *P.falciparum* الخلية تسبب مرض حاد جدا في حالة عدم معالجته يكون ميت أحياناً، وعلى الرغم مما يبذل مجهود فحوالي 480 مليون شخص يعيشون في مناطق تستوطنها الملاريا وتكون سبب لوفاة حوالي مليون شخص سنويا ، فإن البعوض من نوع أنوفلس يحمل هذا الطفيلي ويتم حقن الحيوانات البوغية الأولية في جسم الانسان مع لعاب الحشرة أثناء لدغها للجسم وبعد ذلك تخترق هذه الحيوانات البوغية خلايا الكبد وتبدأ بالتكاثر باالانشقاق وتدخل نواتج هذا الانقسام خلايا كبدية اخرى لكي تعيد الدورة ، وفي حالة طفيلي *P.falciparum* فإن نواتج هذا الانقسام تخترق كرياة الدم الحمراء بعد دورة كبدية واحدة وفترة الحضانة لمدة من 6 -15 يوم اعتمادا على نوع البلازميديوم ، وللتخلص من البعوض وأماكن توالده بالمبيدات الحشرية وضرف المياه وغيره من الطرق الأكثر فعالية للتخلص من الملاريا بالنتيجة ولكن هناك صعوبات كبيرة نتيجة لاكتساب المناعة من قبل البعوض وكذلك طفيلي البلازميديوم ضد العقاقير المضادة للملاريا وخاصة بلازميديوم السيبارس ، ومن الجدير بالذكر توجد أنواع من البلازميديوم تتطفل على الطيور والزواحف والقديات والطيور خاصة عن طريق بعوضة الكيولكس Culex. وتنتشر هذه الأوالي الطفيلية في المناطق الاستوائية وأفريقيا والهند وجنوب شرق آسيا والشكل (9-14) يمثل دورة الحياة لجنس *P.ovale* .

كما يوجد أولي آخر ينتشر في الوسط المائي هو *Cryptosporidium parvum* ويكون خطير على الصحة العامة للإنسان حيث تشير الدراسات بأنه قد تسبب بوفاة أكثر من 50 شخص وإصابة حوالي 400.000 بأعراض مختلفة في عام 1993 عندما لوث مياه الشرب في محطة Milwaukee's drinking water supply.



شكل (9-14) دورة حياة *Plasmodium vivax* (Talaro & Talaro 1996).

(ب) تحت طائفة الاجاصيات Subclass :Piroplasma

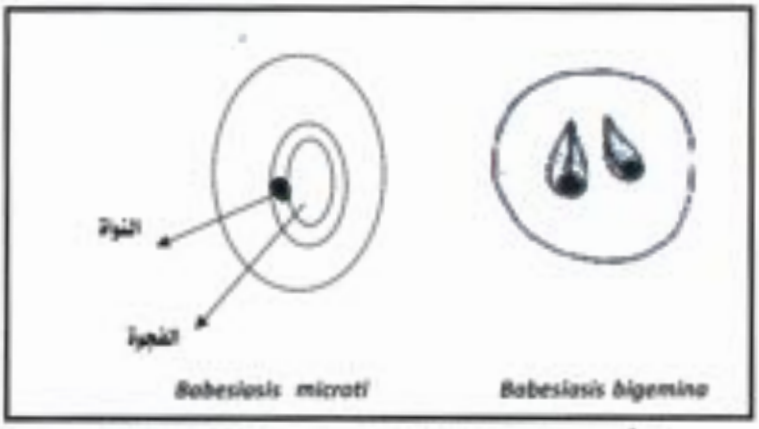
تمتاز أفراد هذه المجموعة من الأوالي بأن جميع أفرادها عبارة عن طفيليات صغيرة تعيش أغلبها داخل الخلايا الدموية للفقاريات وينقلها نوع من الحشرات يسمى الحلم أو القراد وتمتاز بدورة حياة غامضة لم يتوصل العلماء إلى معلومات واضحة جداً وتشمل هذه المجموعة الثانوية رتبة واحدة فقط هي رتبة البلازميات الأجاصية ومن أشهر أجناسها هي *Babesia، Theileria ،Cytoxzoon* والشكل (9-15) التالي يبين طبيعة شكل أحد أجناسها داخل كريات الدم الحمراء:

شكل (9-15) أفراد جنس *Babesia bigemina* داخل كريات الدم الحمراء.

دورة حياة جنس البابيزيا *(Babesia)*:

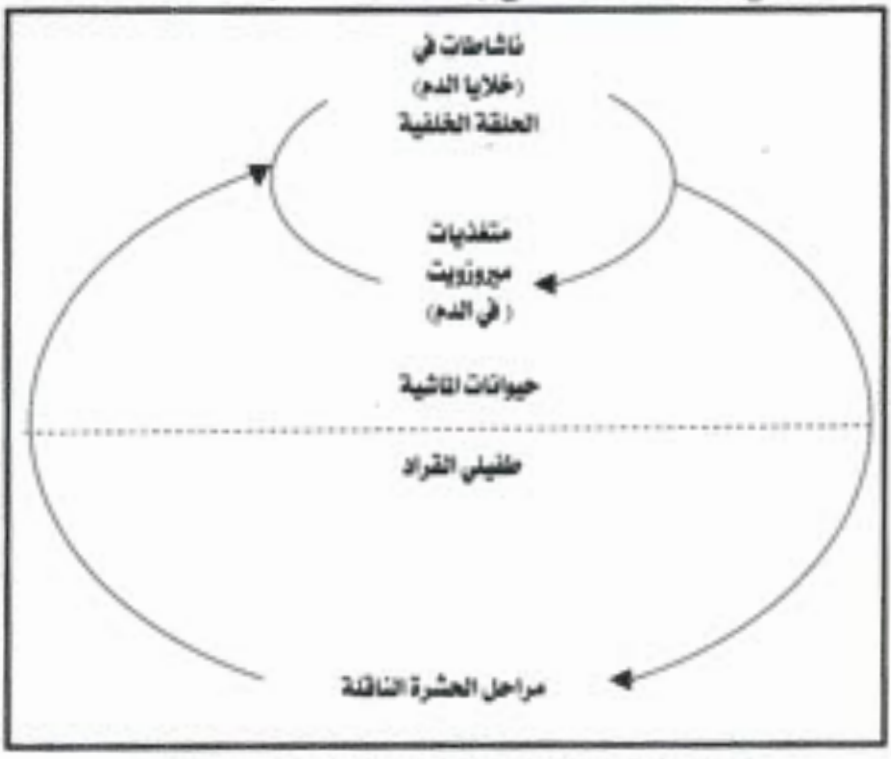
يسبب هذا الجنس أمراضا عديدة بالإجماع تسمى داء البابيزيا (Babesiasis) ذات أهمية بيطرية فهو المسئول عن موت حوالي 250,000 رأس من الماشية سنويا، ويتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويشمل أيضا أنواع عديدة ذات إصابة واطئة والتي تتطفل على الحيوانات الوحشية.

تعيش البابيزيا داخل كريات الدم الحمراء للمضيف ولا تشابه طفيليات الملا ريا حيث يمكن تميزها بفقدان الخضاب وغير محاطة بغشاء خلية المضيف وتكون هذه الطفيليات دائرية أو بيضوية الشكل ويمكن دراستها من خلال شريحة أو مسحة للدم وصبغها بصبغة Gemsas staim وبالفحص بواسطة العدسة الزيتية يظهر الطفيل على شكل حلقة داخل الخلية، وفي أطراف هذه الحلقة نجد النواة ووسط الخلية تكون على شكل فجوة، وهناك مراحل للانقسام تؤدي إلى اثنين أو أربعة ميروزويت أحيانا وكما موضح في الشكل (9- 16). ينتقل المرض بواسطة القراد كحشرة ناقلة. ولقد أشارت الدراسات بوجود هذه الأوالي في بعض اللبائن والثدييات في بريطانية وأيضا وجدت في الزواحف والطيور في سواحلها الشرقية.



شكل (9- 16) الطور البالغ في جنس البابيزيا (Babesiasis).

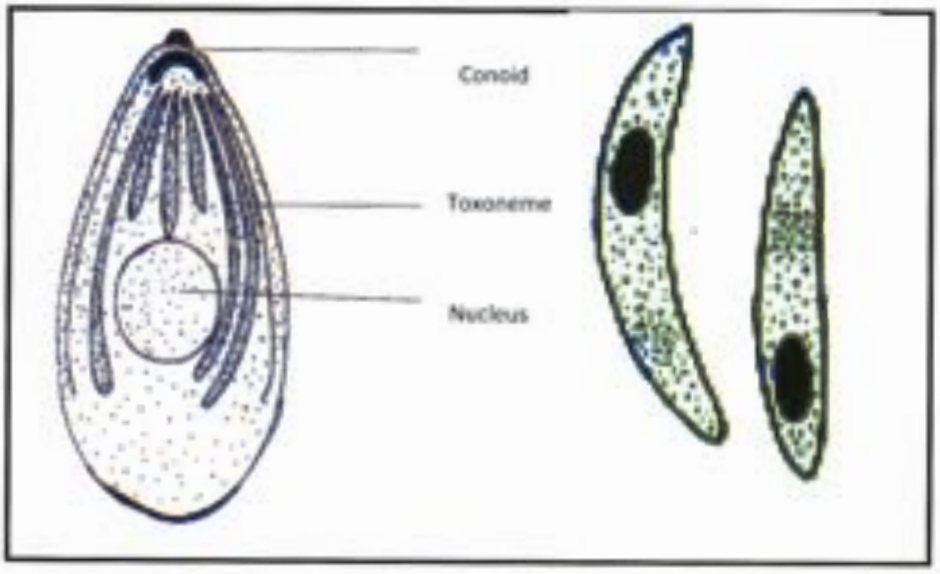
وتشير المراجع المختصة إلى إن دورة حياة هذا الأولي داخل القراد معقدة ولم تدرس بشكل جيد، ولكن يتضح بأن الأشكال المعدية تنتج في الغدد اللعابية وتنتقل أثناء التغذية.



شكل (9- 17) مخطط دورة حياة جنس البابيزيا (Babesiasis).

(ج) تحت طائفة القوسات Subclass: Toxoplasma

تمتاز هذه الأوليات بان جميع أفرادها من الطفيليات التي تتطفل على الفقريات ومن ضمنها الإنسان، وتتكاثر أفراد هذه المجموعة بالتكاثر اللاجنسي ولا يعرف فيها التكاثر الجنسي ، وتضم رتبة واحدة فقط هي رتبة Toxoplasmida ومن أشهر أجناسها هو التوكسوبلازما *Toxoplasma* كما في الشكل التالي :



شكل (9-18) الطور البالغ في جنس *Toxoplasma gondii*.

وهذه الطفيليات أولية تتطفل على القطط والقوارض والماشية وكذلك الإنسان، وتكون هذه الإصابات بهذه الطفيليات الأولية خطيرة وخاصة على النساء الحوامل و خلال الأشهر الثلاث الأولى من الحمل. وتنتقل العدوى بهذه الطفيليات المرضية عن طريق تلوث أعضاء الجسم بالفضلات الحاوية على الحويصلات البيضية Oocysts التي تخرج أو تطرح مع البراز للقطط التي ترتاد هذه الأماكن لذلك يجب عدم ترك هذه الفضلات داخل البيوت لفترات طويلة .

- **رتبة Toxoplasmida:**

تشمل هذه الرتبة عدة أجناس ومن أشهرها جنس التوكسوبلازما *Toxoplasma* و *Sarcocystis*، *Sarcosporidium* وغيرها، ويعتبر جنس التوكسوبلازما أشهر أفراد الرتبة ومنه

جاءت التسمية، وقد وصف *Toxoplasma gondi* لأول مرة في قارض وحشي في شمال أفريقيا عام 1908 وهذا الطفيلي باستطاعته إن يهاجم جميع الحيوانات ذات الدم الحار، وان انتشاره واسع وقد سجل في جميع مناطق العالم ويتسبب في إحداث مرض القوسيات وقد تكون الإصابة حادة ومميتة أو تكون كامنة غير واضحة. حيث إن الإصابة بهذه الطويصلات قد تؤدي إلى مشاكل في الولادة حيث يعتقد بأن 2٪ من حالات التخلف العقلي في الأطفال في USA هي نتيجة الإصابة بما يسمى Congenital toxoplasmosis، كذلك يسبب هذا الطفيلي داء القوسات *Toxoplasma* في الإنسان، ويتشر هذا الأولي في جميع أنحاء العالم وسجلت نسبة الإصابة حوالي 30٪ من سكان العالم بدرجات مختلفة، ولكن هذه الإصابات تكون كامنة لذلك فإن الحالات السريرية تكون قليلة. أما بالنسبة إلى شكل الطفيلي فهو هلالي الشكل ذات نهاية أمامية مدببة ونواة مركزية ، أما بالنسبة للتكاثر فهو يتكاثر عادة بطريقة التكاثر الداخلي الزوجي Endodyoginy أو التبرعم الداخلي بتكون خليتان داخل خلية واحدة.

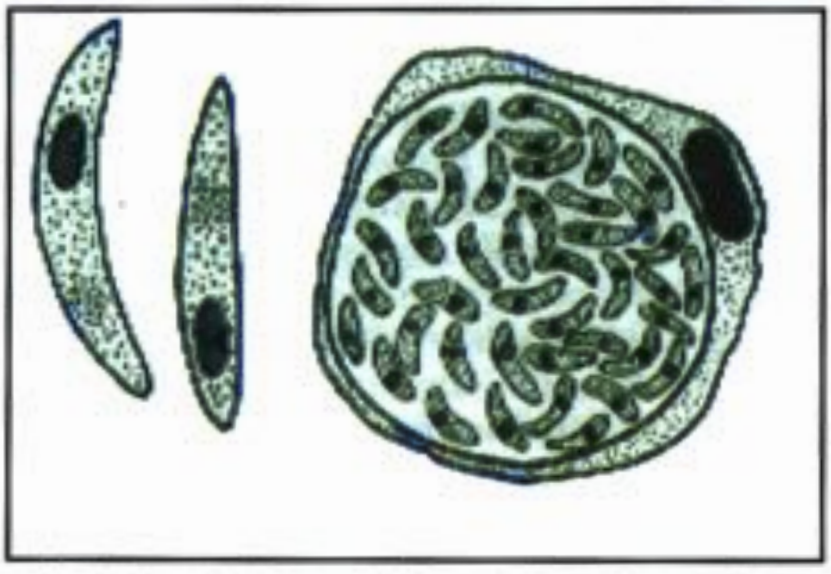
دورة حياة التوكسوبلازما *Toxoplasma gondii*:

دورة الحياة والفترة قريبة كانت غير معروفة وبعد ذلك أتضح بان دورة النمو تحدث في القطط الأليفة وليس من المحتمل في الإنسان ، وأن الأمشاج وأكياس البيض تطرح مع البراز ثم تصيب القطط الأخرى أو الإنسان أو الحيوانات الأليفة الأخرى مثل الأغنام والأبقار والخيول وغيرها وذلك عن طريق الأطعمة الملوثة بأكياس البيض.

تبدأ دورة الحياة عند دخول الطفيلي في الطور البكر لأي خمج في حيوان ثم تلتهمها البلاعم الكبيرة حيث تنقسم داخلها حتى تمتلئ الخلية بها وتدعى تجمعات الطفيليات المحاطة بغشاء البلازما الخلية المضيف فقط، بالأكياس الكاذبة pseudocysts كما في الشكل (9-17) والتي تتكون عادة نتيجة لاستجابة المادة السريعة وتدعى Tachizoite ، وفي النهاية تموت خلية المضيف وتنفجر محررة الطفيليات التي تعود وتدخل خلايا أخرى وتستمر هكذا ليتطور التكاثر من الخمج إلى جميع الأحشاء بما في ذلك الدم ، ثم يبدأ طور جديد وذلك بتكوين أكياس حقيقية cyst وتتكون نتيجتها الإصابة المزمنة وتدعى Brazizoite محاطة بغشاء واقي يفرزه أو ينسجه الطفيلي جزئيا داخل الأنسجة وتكون هذه موجودة في الجسم وبالخص الجهاز العصبي المركزي والعضلات والرئتين، ومع أنها تنمو تماما بمرور الزمن ويصل قطرها 60 ميكرون فان أثار خلية المضيف تفقد كليا وتحاط

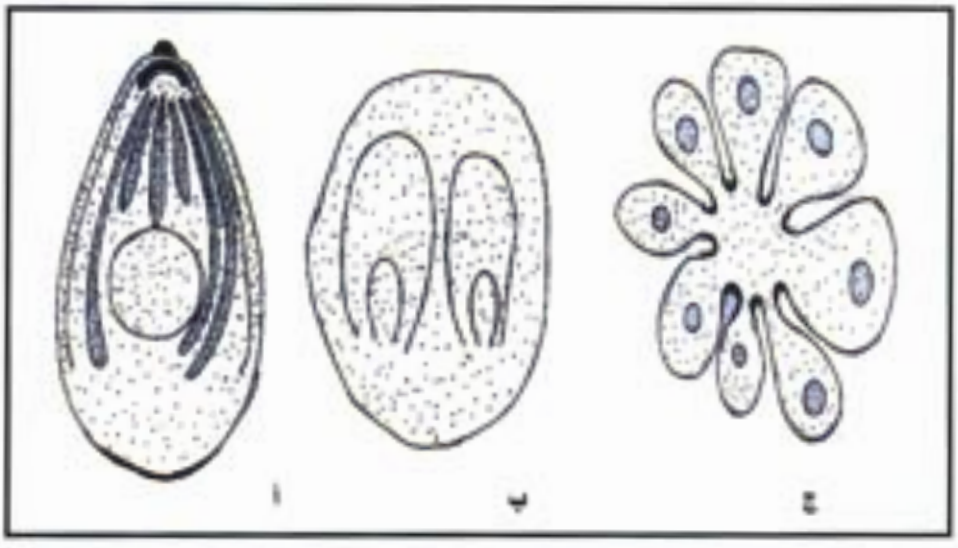
أكياس النسيج بغشاء رقيق ويحتوي على عدد كبير من المقوسات كما في الأكياس الكاذبة، تكون الكائنات الحية داخل الكيس محمية لحد ما من أضرار المضيف وكذلك من العقاقير، وقد تدوم الاصابة المزمنة مع وجود الطفيليات في الطور الكيسي لسنوات، إما ب في المضيف النهائي (القطط) فأن الطور الاخلافي ينتهي بتكوين أقسومات وطور مشيجي ينتهي بتكوين زايكوت ويحدث ذالك في الأمعاء. شكل الأقسومات Bradiwite وفي Tachizoite يختلف عن الطور المعدي البوغي الذي يتكون في أمعاء القطط، وذلك من كونه يحمل كمية عالية من الحامض النووي الريبي وكمية قليلة من الكلايكوجين والنواة مركزية الموضع بينما في الطور المعدي البوغي يكون موضع النواة في الجزء الأخير من الطفيلي وكما مبين في الشكل (9- 19).

عرف هذا الطفيلي بأنه ينتقل بواسطة طرق التلوث المختلفة وهو شائع في الحيوانات الأليفة كالأبقار والأغنام والكلاب ويمكن انتقاله بسهولة للإنسان عن طريق الفم غالباً من خلال أكل اللحوم الحاوية على أكياس حقيقية أو كاذبة أو عن طريق تلوث الغذاء ببراز القطط الحاوية على هذه الأكياس، وينتقل إلى الجنين عن طريق الأم وأيضا ينتقل عن طريق الدم أو اللعاب والرذاذ أو المخاط وهذه نادرة الحدوث.



شكل (9- 19) مرحلة الكيس الكاذب pseudocysts وطليعة الأقسومات الناتجة عنه في جنس *Toxoplasma gondii* .

وقد فحص الباحثون Gavin, Wanko & Jacobs في عام 1962 مراحل حياة هذا الأولي داخل جسم المضيف بالاعتماد على صور المجهر الالكتروني بثلاثة خطوات متتابعة وكما يظهر في الشكل (9-20) هي المرحلة التي يبدو فيها الأولي كاملا ، مرحلة الدخول في خلايا العائل وتكوين خليتين بنويتين filial cells داخل الغلاف الأصلي، ومن ثم تكوين مرحلة الشكل الورديّ rosette formation الذي يحتوي على ثمانية خلايا.



شكل (9-20) مراحل تطور دورة حياة *Toxoplasma gondii* داخل جسم الإنسان وبعض الحيوانات المصابة أ – الشكل العام للأولي، ب- الخليتين البنويتين، ج – الشكل الوردي (Gavin, Wanko & Jacobs ,1962).

الفصل العاشر
شعبة الأوالي البوغية

- تمهيد
- شعبة البوغيات الدقيقة
- خصائص شعبة البوغيات الدقيقة
- تصنيف الشعبة
- تركيب البوغ ودورة الحياة
- شعبة الأوالي البوغية المخاطية
- خصائص شعبة البوغيات المخاطية
- تصنيف الشعبة
- رتبة البوغيات المخاطية
- تركيب الأبواغ دورة الحياة
- الأجناس المرضية
- شعبة الأوالي البوغية الموشاة
- خصائص شعبة البوغيات الموشاة
- تصنيف الشعبة
- تركيب البوغ

الفصل العاشر
شعبة الأوالي البوغية

تمهيد:

صنفت البوغيات إلى ثلاث شعب في المراجع العلمية الحديثة، ويعتمد التصنيف الأخير على الاختلافات في شكل الأبواغ أو التركيب الخارجي للأغلفة الطور البوغي أو طبيعة المادة البلازمية أو على اختلافات دقيقة أخرى سوف يتم ذكرها أثناء التطرق بالتفصيل إلى كلا من الشعب الثلاث، وكان هذا التصنيف عدة آراء مختلفة للباحثين والمختصين بتصنيف الأوالي ومن ثم ظهرت كثير من التصنيفات ولكثير من الباحثين في السبعينات والثمانينات وجميعها أشارت إلى أن جميع أفراد هذه الشعب هي طفيلية المعيشة.

لقد ذكرنا سابقا في الفصل الرابع ان التقسيم العام للأوالي كما جاء في دراسات الباحثين (Dodson, 1971 و Barker, 1973 وغيرهم) واستنادا إلى الصفات المظهرية والشكل الخارجي قد قسمها إلى اربع شعب، وكانت شعبة الأوالي البوغية احدى هذه الشعب الاساسية.

وعندها وضعت البوغيات في شعبة واحدة لأنها تمتلك صفات مشتركة كثيرة إضافة إلى كونها حيوانات أولية تشمل جميع الأوالي التي تكون أبواغ كوسيلة رئيسية لتكاثرها، ويكون الطور البوغي هو السائد فيها في جميع مراحل حياتها. ولكن بعد تطور وسائل التصوير والتشريح والدراسات الخلوية والكيموحيوية، عندها تمكن الباحثون من كشف الكثير من التداخلات والاختلافات التي أظهرت تباين حتى بين أفراد البوغيات وغيرها من الأوالي الأخرى، لذلك تم تقسيم مملكة الأوالي إلى سبعة شعب واعتمد هذا التصنيف من قبل العالم (هيكمان ومساعدوه عام 1984) بناءاً على ما تم إقراره من قبل جمعية العلوم الحيوانية والأوالي الأمريكية. وهذا التصنيف بني على أساس الصفات المظهرية والصفات التطورية والتركيب الداخلي وطبيعة الإنزيمات والتركيب الكيموحيوي والتطابق التام بين الخصائص الوراثية والخصائص الفسلجية والصفات التشريحية، وغيرها من الاثباتات العلمية كما جاء في الفصل الرابع.

وفي هذا التصنيف الأخير نجد وجود ثلاث شعب من البوغيات من أصل سبعة شعب للأوالي، ولقد وجد العلماء هناك صفة تصنيفية مشتركة بين هذه الشعب الثلاثة هي ان الأطوار

البوغية لها محافظة بغلاف سميك لذلك ارتبطت تسميتها بكلمة البوغيات ولكن هذا الغلاف ومحتوياته الداخلية يختلف من مجموعة لأخرى مما دفع إلى وضعها في شعب مختلفة هي:

1. شعبة البوغيات الدقيقة Microspora
2. شعبة البوغيات المخاطية Myxospora
3. شعبة البوغيات الموشاة Ascetospora.

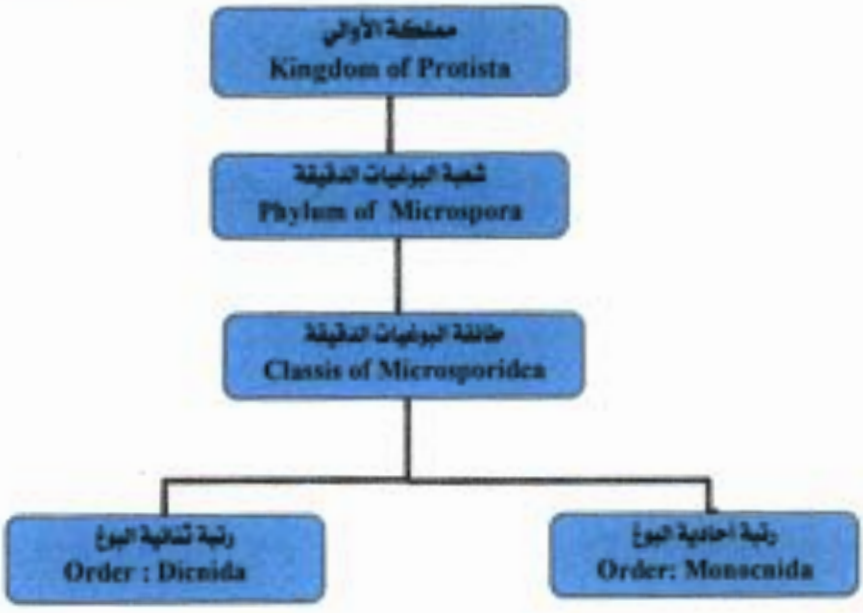
شعبة البوغيات الدقيقة Microspora

خصائص شعبة البوغيات الدقيقة:

هي مجموعة من الأوالي الطفيلية تتطفل على ذوات الدم البارد مثل الأسماك والبرمائيات وبعض المفصليات، كذلك عرفت في الديدان المفلطحة والخيطية والعجليات والديدان الحلقية. وتمتاز أفراد هذه المجموعة بأن لها أبواغا أحادية (Shulman, 2007 ، Vivier, 1979) وإشارة الدراسات الحديثة بوجود بعض هذه البوغيات في اللبائن ومنها الإنسان وسجلت هذه الحالة في اليابان مثل جنس *Nosema cumuli* في شخصين مصابين بهذا الطفيل وكذلك وجد جنس آخر وهو *Thelohania opodemi* في أدمغة الفئران (Doby, 1963) ومعنى ذلك أنها تشترك بتوزيعها في المفصليات اللافقاريات البرية والمائية ولذلك تعتبر البوغيات الدقيقة واسعة الانتشار، وهي ذات تأثير كبير على البيئة فمنها من يتطفل على دودة الحرير (دودة القز) ويسبب لها أضرار كبيرة مثل مرض Bebrine الذي يسببه نوع من *Nosema bombycl* وكذلك يصاب نحل العسل بمرض آخر يسببه Nosema وأيضا مستعمرات بعوض الأنوفيلس التي يتم تربيتها في المعامل والمختبرات لأغراض تجريبية تصاب هي الأخرى بأمراض وبائية يسببها جنس *Thelohania legeri* ومعنى ذلك إن البوغيات الدقيقة لها قدرة التطفل على حيوانات مختلفة من درجة التطور والنمو ويوجد حوالي 700 نوع من هذه البوغيات تتطفل على الأسماك والحشرات واللافقريات الأخرى (Sleigh, 1989).

تصنيف الشعبة:

تصنف شعبة البوغيات الدقيقة Microspora وهي الشعبة الأولى من الشعب البوغية الثلاثة التي ذكرناها إلى طائفة واحدة تقع ضمنها رتبتان هما رتبة أحادية البوغ Monocnida ومن أشهر أجناسها *Nosema, Glugea, Plistophora, Thelohania* وغيرها، ورتبة ثنائية البوغ Dicnida وأهم أجناسها *Glogeidos, Telomyxa* وغيرها، والمخطط التالي يبين هذا التقسيم.



شكل (10-1) مخطط تقسيم شعبة البوغيات الدقيقة.

شكل البوغ:

تكون الأبواغ في هذه الأوالي بسيطة التركيب وصغيرة الحجم مقارنة مع أبواغ الشعب الدقيقة الأخرى، حيث يختلف شكله عن البوغ في هذه الشعبة عن الشعب البوغية الأخرى لذلك يعتبر صفة تصنيفية يعتمد عليها علماء الأوالي ، ونتيجة لتطور المجاهر وجدت بأنها أبسط تركيب من البوغيات المخاطية فهي تظهر أما كروية أو بيضوية أو اسطوانية يتباين حجمها بين 5- 10 ميكرون، ذات نواة واحدة كبيرة متطاولة وخيط قطبي واحد polar filament، والخيط ملتف من الداخل وفي الوسط. وتتباين في أطوالها من 5- 10 ميكرون ويحاط جسم البوغ بغلاف سميك نسبياً من مادة الكيتين وبداخله تقع البلازما البوغية Sporoplasma وتحاط بأنبوب مجوف ملتف وكتلة قطبية واحدة أو أكثر. وبالرغم من أن جميع البوغيات الدقيقة تمتلك أبواغا أحادية الخلية ألا انه في جنس واحد هو *Telomyxa glugeifos* تكون الأبواغ مصطفة معا بصورة أزواج عند النهايات فيبدو كأنها ثنائية وفا خيطين ولذلك يصنف الجنس *Telomyxa* عادة مع رتبة Dicraidia. وأمام النواة يقع جسم يسمى البانية القطبية Polaroplast حيث يعتقد بأنها تسبب انبثاق الخيط القطبي بالاندفاع

لأن الخيط القطبي ملتويا حول البلازما البوغية والبانية القطبية ولا يكون ضمن محفظة قطبية منفصلة والشكل (10 - 2) التالي يبين التركيب العام للبوغيات الدقيقة.

شكل (10-2) تركيب وشكل البوغ في البوغيات الدقيقة.

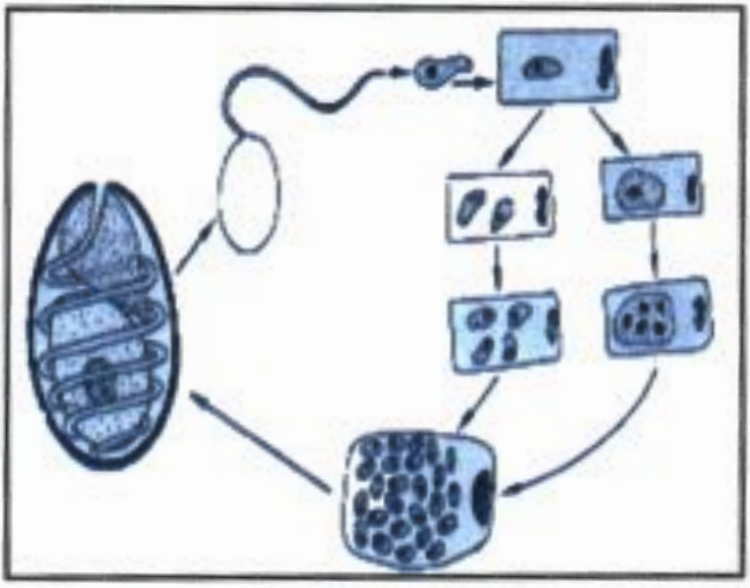
دورة الحياة:

عندما يتم ابتلاع البوغ Spore يمتد الخيط القطبي في معي المضيف بطول الخيط المجوف لتنبثق بصورة أميبية متحولة صغيرة. في بعض الأنواع يخترق الخيط القطبي خلية في المعي وبذلك تجد المتحولة المنبثقة نفسها حينئذ داخل خلية المضيف، وفي أنواع أخرى تخترق المتحولة حول الأرجح جدار المعي بعد انبثاقها وهي في النهاية تصل بطريقة ما إلى الوضع المطلوب في الجسم.

وعندما تدخل البلازما البوغية لهذه الأوالي داخل الخلية في المضيف تهاجم البلازما البوغية Sporoplasma مكونات الخلية وتنمو وتنقسم عدة مرات (وليس من المؤكد التكاثر يكون انقلابي) وتزيد خلية المضيف بالحجم نتيجة لامتلاءها بمولدات الأبواغ وتبدو وكأنها كيس مملوء، وكثيرا ما يدعى خطأ بكيس المضيف لأنه في الحقيقة عبارة عن خلية المضيف المملوءة بالجراثيم الناتجة من الأوالي لذلك من الأفضل أن ينسب إلى الأكياس الكاذبة.

تعتمد عملية خروج الأبواغ الموجودة في الأكياس الكاذبة على طبيعة المضيف وموقعها داخل الجسم، فإذا كانت في الأنسجة العميقة فان خروجها يكون صعب ويعتمد على موت وتحلل جسم

المضيف، أما إذا كانت في الجلد أوفي تجويف الجسم فأنها قد تخترق الأكياس وتحرر الأبواغ وتصل إلى المحيط الخارجي عن طريق طرح الفضلات (كائيات الكلية في العقربات) .أما في الحشرات وغيرها من المفصليات المصابة فان خروج الأبواغ يعتمد على موتها وتحلل الأجسام وانتشار الأبواغ في البيئة المحيطة أو أن البيوض المطروحة تكون مصابة أحيانا وبذلك تصيب بعض اليرقات إثناء دورة الحياة كما في دودة الحرير التي تصاب بمرض الـ (bebrine) ويسببه نوع من الأوالي البوغية العقيلية هو *Nosema bombycid* وأيضا النحل يصاب بنوع آخر من جنس *Nosema* وأيضا يصاب بعوض الأنافيلس بنوع آخر من جنس *Nosema* . والشكل (10-3) التالي يبين مراحل دورة الحياة في أفراد جنس *Nosema* كنموذج لأفراد هذه الشعبة.



شكل (10-3) دورة الحياة في جنس *Nosema apis* من البوغيات الدقيقة.

الأمراض والمخاطر البيئية:

ما هو معروف عن الأمراض التي تسببها هذه المجموعة من الأوالي قليل، ولكن منها ما هو واضح في بعض الحشرات خاصة، حيث في العادة تحصل زيادة في حجم الخلايا المصابة (الخمجة) بصورة هائلة جدا كذلك تكبر النواة فيها لذلك فان هذه الخلايا المصابة لا تستطيع إكمال وظيفتها الطبيعية وبذلك تؤثر على العضو عندما تتقل إصابته فيصبح من الناحية العملية عديم الفائدة مما يؤدي

تدريجيا إلى موته، كذلك فان الإصابة بأبواغ هذه الطفيليات تمارس تأثيرا جانبياً مؤذيا على أعضاء غير التي تصيبها أو تحتجها، مثال على ذلك الأولي *Nosema apis* الذي يصيب خلايا المعي في النحل نجد إن مبايض الملكات المصابة تتكمش وتقل فعاليتها. ولا يقتصر ذلك على الحشرات بل تصاب الضفادع كذلك، حيث يصيب الأولي العضلات الهيكلية في الضفدع نوع Bufo-bufo فإن هذه العضلات تضمر تدريجيا بسبب الحمج بالأولي *Plistophora myotrophica* وبذلك يصبح الضفدع ضعيفا جدا لدرجة أنه يموت نتيجة للإنهاك وعدم قدرته للحصول على الطعام.

أما ما يخص الإصابة في اللبائن فقد سجلت نوعان فقط خاصة للبائن هما:

1- جنس *Opodemi Thelohania* الذي وجد في الدماغ من فئران الحقل لنوع من الجنس Apodemus في فرنسا (Debby 1963).

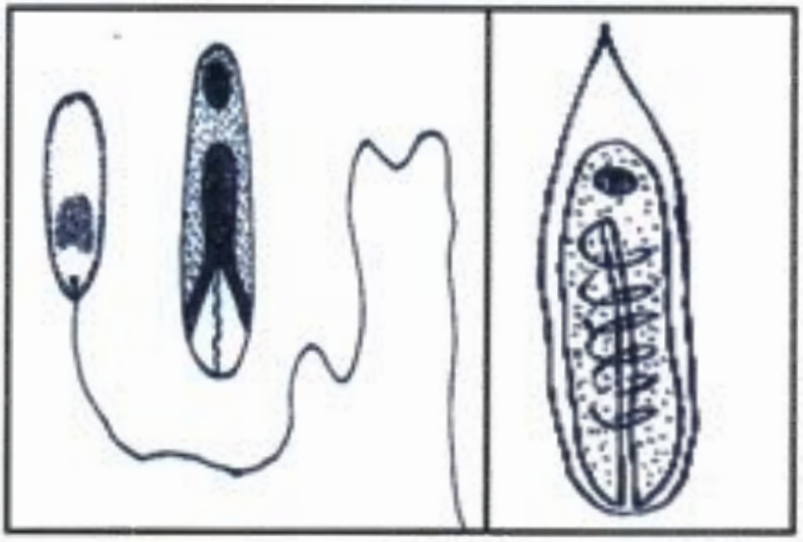
2- *Nosema Cuniculi* حيث عرف منذ عام 1923 وتحت اسم *Encephalitozoon* بأنه طفيلي في القوارض الوحشية والأليفة وكذلك في الأرنبيات (Lagomerphs) بما فيها مستعمرات المختبر، وقد قرر المكتشفون لهذا الكائن الحي وهم Schoen, Nicolou, Levaditi أنه من البوغيات الدقيقة، كما اعتقد البعض أنه من المقوسات Toxoplasma ألا أن دراسة Lainson عند عام 1964 المتقنة للشكل أثبتت إن الطفيلي *Encephalitozoon* هو دون أدنى شك من البوغيات الدقيقة ومن جنس *Nosema* ويتميز بأنه ذات أبواغاً صغيرة بيضاوية يبلغ حجمها من 1.5-2.5 ميكرون تقريبا، وفي الدراسات المختبريه أنتج الطفيلي أخاجا مزمنة دون أعراض واضحة كانت فيها الطفيليات موجودة في أكياس كاذبة في الدماغ فقط.

ومن جهة ثانية فأنها قد تسبب أخاجا حادة عادة تكون فيها الطفيليات موجودة داخل الخلايا الأحادية وغيرها من خلايا البلاعم الكبيرة اللمفاوية في الأحشاء كلها وفي السائل المخلي، وفي مثل تلك الإصابات تموت الفئران.

وهناك تسجيل واحد مؤكد لنوع *Nosema Cuniculi* من الكانسان حيث كانت الطفيليات موجودة في السائل المخي الشوكي وبدل صبي يباني شديد الإعراض بالتهاب الدماغ ومن الجائز إن يحمج هذا النوع الإنسان بصورة اكثر شيوعا ألا أنه يحدث خجا مزمنا دون أعراض عادة لا يعرف ألا القليل فيما يخص انتقال النوع *Nosema cuniculi* والإسراع حول علاجه والوقاية من الحمج به، وقد نقل الطفيلي من أرنب إلى أرنب في المختبر بواسطة بلع البول والعثور على طفيليات في بول الصبي جاءت لتؤكد ذلك وربما جاءت اخاج الإنسان هذه كما يبدو من أكل طعام ملوث

بيول الجرذان والفئران المصابة بصورة رئيسية .

ومن أهم الأجناس هي *Nosema apis* ،*Nosema cuniculi* ،*Opodemi Thelohania* وفي ما يلي أهم أشكال الأبواغ في هذه الشعبة.



شكل (10-4) نماذج من أبواغ شعبة البوغيات الدقيقة.

شعبة الأوالي البوغية المخاطية: Myxospora

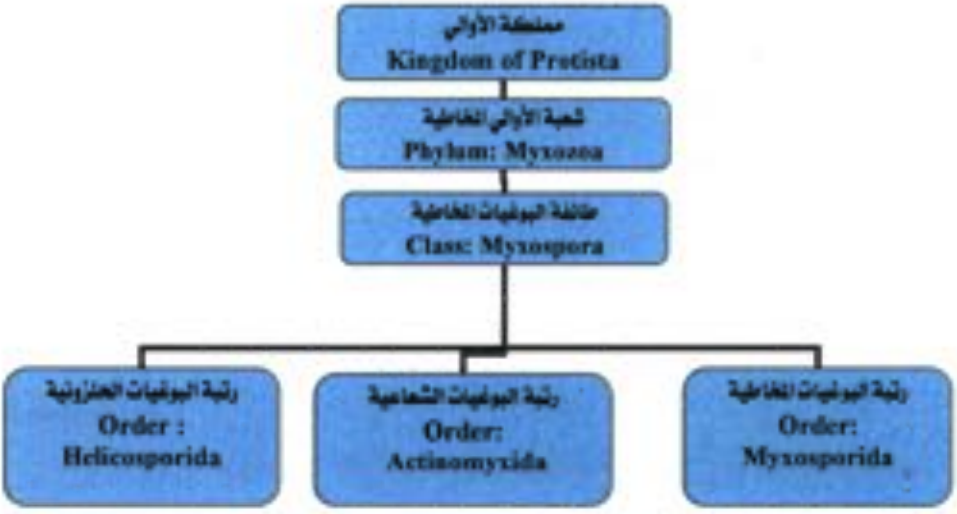
خصائص شعبة البوغيات المخاطية:

لقد وضعت أفراد هذه المجموعة في شعبة واحدة خاصة لأنها تمتلك صفات تميزها عن بقية الأوالي البوغية الأخرى لان أفرادها تكون أبواغا أو تبورات ذات جدران سميكة، تكون مقاومة وتحتوي على خيطاً قطبياً طويلا واحدا أو أكثر ويكون ملتفا إلى الداخل ينبثق عندما يحدث تطورها في مضيف جديد، والغلاف الخارجي تركيبه أميبي، وتتطفل على الديدان الحلقية والبعض منها يتطفل على الأسماك وخاصة السلمون والتراوت كما سجل قسم منها مثل جنس *Myxozoa* في البرمائيات والزواحف.

كما أن الميزة الأخرى هي إن الأبواغ تحتوي على بلازما بوغية Sporoplasma أي خلايا إنشائية Germinated cells ويكون البوغ مفقود الخلية ومعقد التركيب وهي جميعا ذات مضيف واحد فقط وانتقالها من كائن حي لآخر يتم عن طريق ابتلاع الأبواغ (Kudo, 1966).

تصنيف الشعبة :

تصنف شعبة الأوالي المخاطية Myxozoa على أنها احد الشعب البوغية الثلاثة والتي تتميز بوجود البوغ وتكون جميع أفراد هذه الشعبة أبواقا تمثل الدور المعدي وجميعها طفيلية المعيشة وتشمل على طائفة واحدة هي طائفة البوغيات المخاطية Myxospora وتتضمن ثلاث رتب وهي رتبة البوغيات المخاطية Myxosporid ورتبة البوغيات الشعاعية Actinomyxida ورتبة البوغيات الحلزونية Helicosporida وكما مبين في المخطط التالي، وتحتوي هذه الرتب على العديد من الأجناس من أشهرها: *Myxopobus Hemeguya salminicola Myxosma cerebralis* .

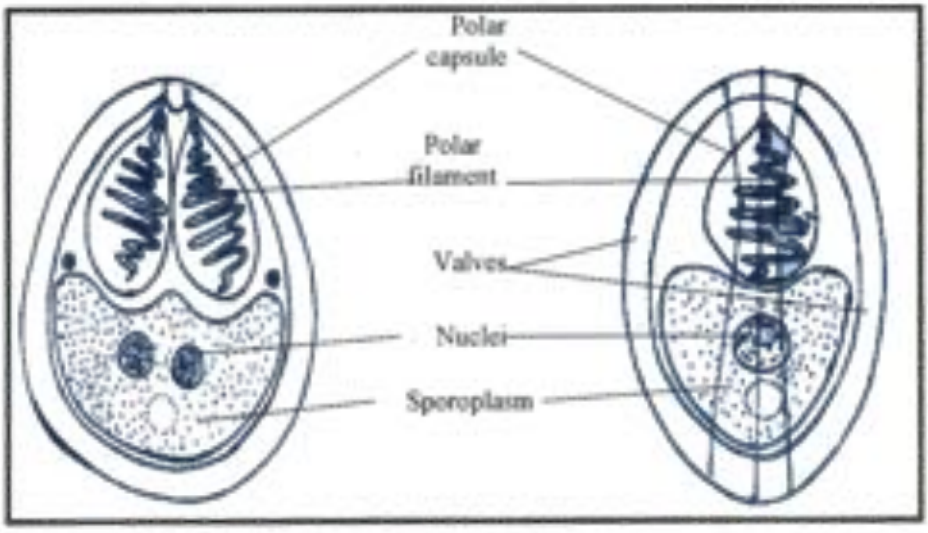


شكل (10-5) مخطط تقسيم شعبة البوغيات المخاطية.

رتبة البوغيات المخاطية : Order Myxosporida

وهي أهم رتبة في شعبة الأوالي المخاطية وتمتاز أفرادها بوجود خيط قطبي واحد أو أكثر ويكون هذا الخيط ملتف داخل محفظة قطبية خاصة ويتكون جدار البوغ من صمامين ومصراعين متميزين أو أكثر والمرجح أن شكلها يشبه الصدفة الرخوية ثنائية الصمام وبالأخص جنس (*Mytilus*) ويدعى الخد الفاصل في الصمامين بالخط الدرزي (Sutural line). جميع أفرادها طفيلية على اللافقاريات من ذوات الدم البارد وخاصة الأسماك وتكون هذه الطفيليات منتشرة في جميع أنحاء العالم. وضعت لجنة من علماء الأوالي كما جاء في تصنيفاً خاصا بهذه الرتبة، حيث وضعوا فيا دون الرتبة Suborder

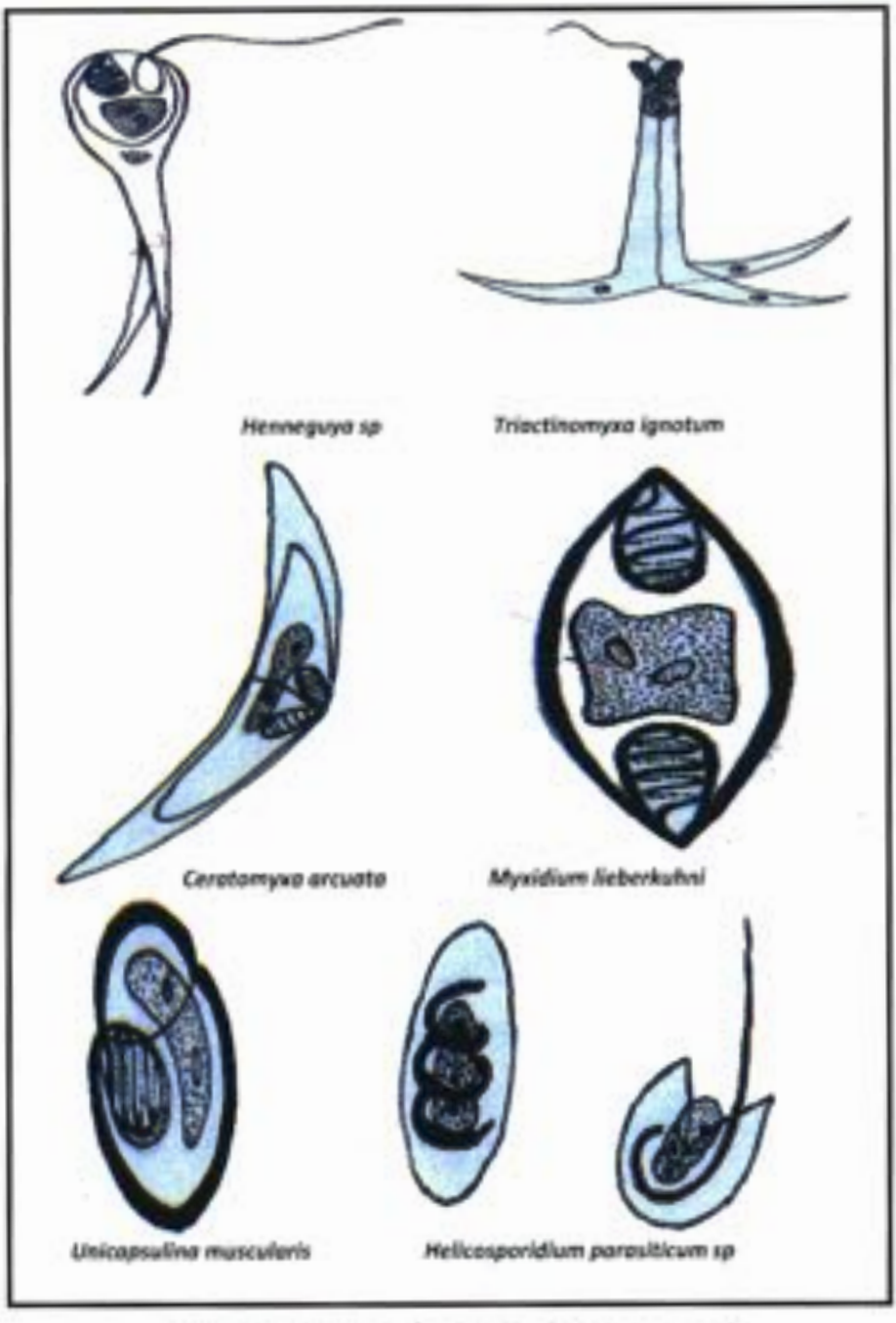
ويقسمين هما : أحادية القطب Unipolanina وثنائية القطب Bipolarina وهذا التقسيم يستند إلى ترتيب المحافظ أو الأغلفة عند النهايتين أو كلاهما في البوغ، ولكن المتبع حاليا هو عدد الصمامات المكونة للصدفة أو الغلاف مع الأخذ بنظر الاعتبار المحافظ القطبية.



شكل (10-6) الشكل العام للطور البوغي في رتبة البوغيات الخاطية.

تركيب الأبواغ :

تكوّن جميع أفراد هذه الشعبة أبواغ تمثل الدور المعدي (المخمج) للفقريات وخصوصا الأسماك، وتختلف هذه الأبواغ من نوع لآخر في الشكل والحجم حسب الأجناس المختلفة إلى انه وجد من خلال التشخيص بأنها تكون قريبة بالشكل بعض الشيء، فمثلا تحتوي أبواغ بعض الأجناس على زوائد خلفية تساعد على الطفو مثل جنس *Henneguya* فيما تكون في جنس *Ceratomyxa* متطاولة بصورة جانبية، إما الأبواغ الأقل تخصص التي يكوّنها جنس *Myxobolus* حيث يكون كل صمام من الصدفة مسطحا بيضاويا مقعراً ويتمفصل الصمامان بحرف درزي عند حافة البوغ، وعند الحافة الأمامية تقع المحفظتان القطبيتان وكل منهما يحتوي على خيط رفيع يسمى (الخيط القطبي) وينشأ خلف المحفظتين القطبيتين. أو يتكون البوغ البلازمي *Sporoplasma* والذي هو عبارة عن كتلة صغيرة من البروتوبلازما تحتوي على نواتان تندمجان في النهاية ويمكن وصف هذه الأبواغ في الأجناس المذكورة وفي أجناس أخرى من أفراد هذه الرتبة وكما مبين بالشكل (10-7) التالي.



شكل (10-7) نماذج مختلفة من أنواع رتبة البوغيات الخاطية.

دورة الحياة:

دورة الحياة لهذه المجموعة من الأوالي غير معروفة على حقيقتها، ولأن النسق العام فيها يبدو واضحا بعد ابتلاع البوغ Spore حيث يعتقد بان الخيوط القطبية تبرز فتستخدم كمرتكز للبوغ ثم بعد ذلك ينبثق البوغ البلازمي Sporoplasma بشكل أميبي يخترق الجدار المعي بطريقة ما يمكن أن تكون عن طريق مجرى الدم لتصل الأبواغ إلى المضيف المناسب والنسيج ، وفي هذه المرحلة يصبح Sporoplasma نشطة وتزداد بالحجم ثم تنقسم النواة لتشكل كيسا كبيراً (يمكن ملاحظة ذلك بالعين المجردة) ذات غشاء واضح ومحدد. في الأشكال التي تستوطن تجاويف الجسم أنواع جوفية حيوانية كالمرارة والمثانة البولية أو التجويفات الكلية يكون وضع الأكياس فيها طليقا وكما مبين في الشكل (8 - 10).

أما الأنواع التي تستوطن الأنسجة الحيوانية يكون الأكياس مطمورة في النسيج بالكامل كما في العضلات ، الجلد ، الغضروف ، الكبد ، الطحال ، الكلية ، وغيرها وقد نجدها أحيانا خارج الخلايا وتبدو أحيانا في الأوعية الدموية الدقيقة أو بجانبها

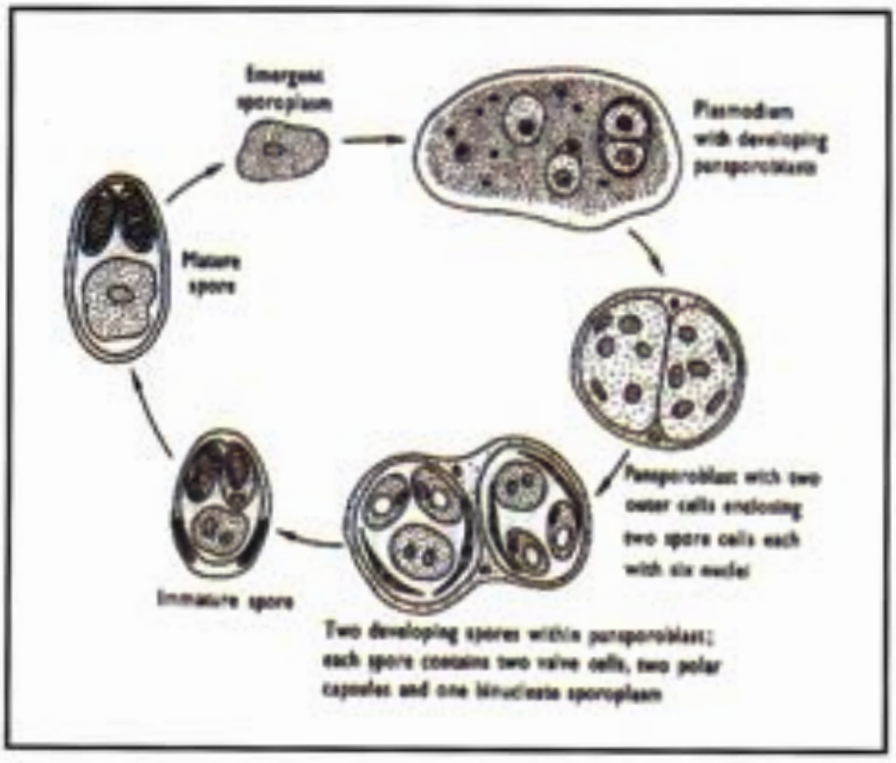
تتطور الأبواغ وتنمو داخل الأكياس وتصبح خلايا مولدة الأبواغ Sporonts متميزة عن الكتلة المندمج الخلوي (Synctical mass) وتنقسم نواة كل مولد للأبواغ عدة مرات لتشكل أرومة بوغية (Sporoblast) تحتوي على الأرجح (6 نوى في معظم الأجناس) تتطور كل واحدة منها أروميتان بوغيتان ، وتبقى داخل غشاء مشترك لتشكل ما يعرف بالأرومة البوغية الكلية (Pansporo blast) ومن ثم تنقسم الأهيولي إلى أربعة خلايا أحادية النواة وواحدة ثنائية النواة ، وتكون اثنتان من الخلايا الأحادية النواة صيامات الصدفة، واثنتان المحافظ القطبية وأما الخلية الثنائية النواة فتصبح الأرومة البوغية، وفي مرحلة تطورها تظهر النواتان مندمجتان وهذا ما يعتقد بأنه شيء من الحدث الجنسي (التلقيح الذاتي). وعندما تتطور الأكياس في جزء من الجسم في الكبد ، المرارة ، الجلد، العلاصم، أو عضل فانه يمكن بسهولة مشاهدة كيف إن الأبواغ تستطيع التحرر بانفجار الكيس. إن الأبواغ Spoors الأنواع التي تتطور الأكياس في أنسجة أو العضل العميق أو أعضاء مثل الطحال فان انتشارها يؤدي إلى موت المضيف، أو عند ابتلاع السمكة الحاملة للأكياس البوغية من قبل مفترس آخر (سمكة مفترسة).

الأجناس الممرضة :

1- جنس *Genus: Myxosoma cerebralis* الذي يسبب مرض Twist تويست في اسماك السلمون والسلمون المنقط .

2- جنس *Genus: Henneguya salminicola* الذي يسبب مرض Tapioca تابيوكا من اسماك السلمون أيضا في مياه الباسفيك .

3- جنس *Genus: Myxopolus* الذي يسبب أمراض مشابه لجنس.



شكل (10-8) دورة الحياة في جنس (*Myxobolus pfefferi*) من البوغيات المخاطية .

(Schmidt & Roberts, 1989)

شعبة الأوالي البوغية الموشاة Ascetospora:

خصائص الشعبة:

تضم هذه الشعبة عديد من الأوالي الطفيلية البوغية في البيئة البحرية وشخصت في العديد من اللافقريات كالديدان الحلقية والقواقع، وما يميز أفراد هذه المجموعة هو كون الطور البوغي فيها ذات بانية قطبية أحادية وبروتوبلازم أميبي خالي من الخيوط القطبية مقارنة مع أجناس وأنواع الشعبتين السابقتين. تدعى أحيانا بالبوغيات اللاسعة، ويمكن متابعة هذه الخصائص في الطور البوغي البلازمي للجنس *Minchinia* هذا الجنس الذي تم تشخيصه في القواقع من جنس *Dentalium* والذي سوف يتم التعرض له لاحقا. تمتلك هذه الأوالي بالطور البالغ مايتوكندريا بأعداد قليلة ولكنها تكون على شكل قضبان مجوفة تشبه الاسواط، في الانقسام الداخلي المباشر للنواة تظهر الأنابيب الدقيقة المغزلية متجمعة على الصفائح القطبية داخل غلاف النواة أما حبيبات الغلاف التي تسمى haplosporosomes فتوجد في أبواغ هذه الخلايا.

تصنيف الشعبة :

إن الدراسات التشريحية والمجهرية إن هناك العديد من الخصائص المتشابهة بين أبواغ هذه الشعبة وشعبة البوغيات الدقيقة ولكن الأبواغ في هذه الأوالي تمتلك نتوءات طويلة وهي تختلف عن أبواغ الشعبتين السابقتين ويظهر واضحا في جنس *Urosporidium* وأيضاً وجود الغطاء Operculum الذي يعتبر من المميزات

التي اعتمدت في التصنيف لهذه الشعبة وحسب التصنيف الذي اعتمد في الشعبتين السابقتين وتضم هذه الشعبة إلى طائفتين هما طائفة البوغيات الموشاة النجمية Stellaosporea وتشمل رتبتين هما رتبة الأوكلوسبوريدا Occlusosporida

ورتبة البوغيات الحشفية Balanosporida اما الطائفة الثانية فهي طائفة البوغيات الموشاة النظيرة Paramyxea وتشمل على رتبة واحدة هي رتبة البوغيات النظيرة Paramyxida (Nikolaev et al. (2004).

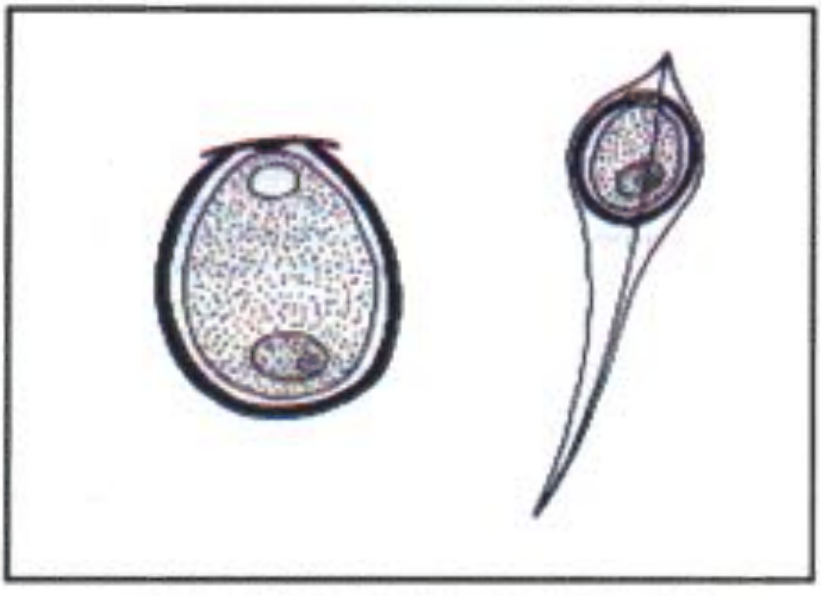
شكل (10-9) مخطط تقسيم شعبة البوغيات الوشاة.

شكل وتركيب البوغ:

يتميز البوغ في أفراد هذه الشعبة بأنه يمتلك بانية قطبية أحادية وبروتوبلازم أميبي ولكنه خالي من الخيوط القطبية مقارنة مع أبواغ الشعبتين السابقتين، ويمكن متابعة هذه الخصائص في الطور البوغي البلازمي في جنس *Minchinia* هذا الأولي الذي شخص في مجاميع مختلفة من القواقع مثل جنس *Dentalium* حيث يتطور ككتلة من البلازموديوم الحلوي الخارجي الذي يحتوي على نواتين كروماتيديتين، وانقسام هذه الأنوية البلازمودية ربما يحصل للمساعدة أو للمشاركة في انقسام اختزالي ينتج عنه تشكيل أحادي الخلية يظهر بشكل تركيب متميز يسمى بالسبوروبلاست، وفيه

زوج من الأنوية وتندمج هذه الأنوية مع بعضها وبعد ذلك يتحرك الجزء الكبير من السايتوبلازم وينتشر جزيئيا من الخلية الأحادية النواة وينمو حول الأخرى.

والمظهر الأول لإحاطته للخلية يظهر بها يشبه القبعة وبعد ذلك يمتد ليغطي كامل جسم الخلية على شكل جدار للبوغ ماعدا فتحة صغيرة في القمة العليا تبقى مفتوحة، وتسمى هذه المنطقة بالغطاء Operculum وهكذا تحصل هذه العملية تعاقبيا. ويتضح ذلك في الشكل (10-10) الذي يبين نماذج مختارة من أبواغ هذه الشعبة.



شكل (10-10) نماذج مختلفة من أبواغ شعبة البوغيات الموشاة.

وتشتمل هذه الشعبة على عديد من الأجناس مثل *Mrazekia caudate* وينطفل هذا الجنس على الديدان من Tubifex وحجمها تقريبا 20 مايكرون أما جنس *Haplosporidium limodrili* فتكون أفراده بيضاوية الشكل وتنطفل على الديدان من جنس *Limnodrilus* وحجمها تقريبا 10 مايكرون وأيضاً جنس *Urosporidium fuliginosum* الذي استخرج من الديدان التي ينطفل عليها وهي من جنس *Sylis* وهو عبارة عن أولي كروي و متطاول من النهاية الخلفية والتي تكون مدببة بشكل واضح.

الفصل الحادي عشر

شعبة الهدبيات Phylum Ciliophora

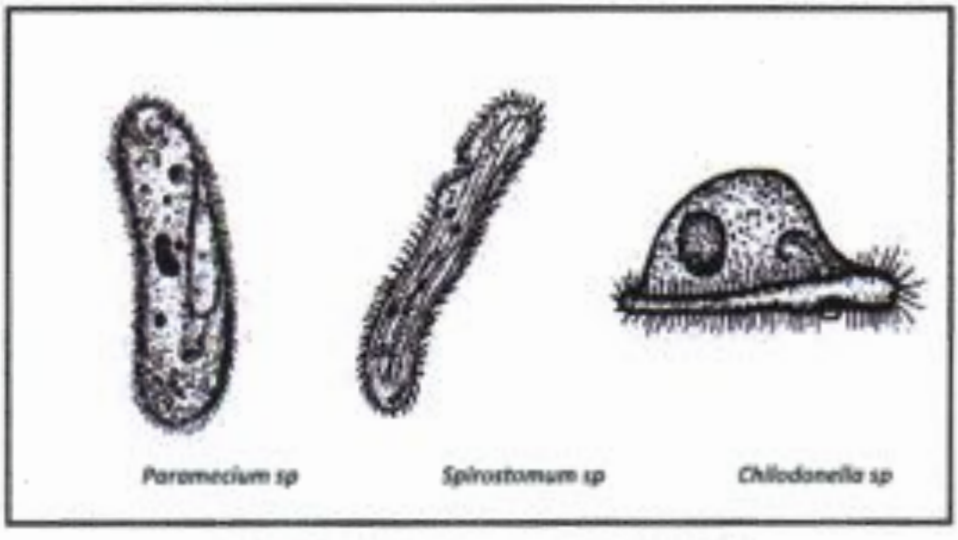
- تمهيد
- خصائص الشعبة
- الشكل وحجم الجسم
- توزيع الأهداب
- الانوية
- الحركة
- التغذية والهضم والإخراج
- التكاثر
- تصنيف الهدبيات
- – تحت طائفة أو صنف كاملة الأهداب
- – تحت طائفة أو صنف حوليات الأهداب
- – تحت طائفة أو صنف المعصيات
- – تحت طائفة أو صنف حلزونية الأهداب

الفصل الحادي عشر

شعبة الهدبيات Phylum Ciliophora

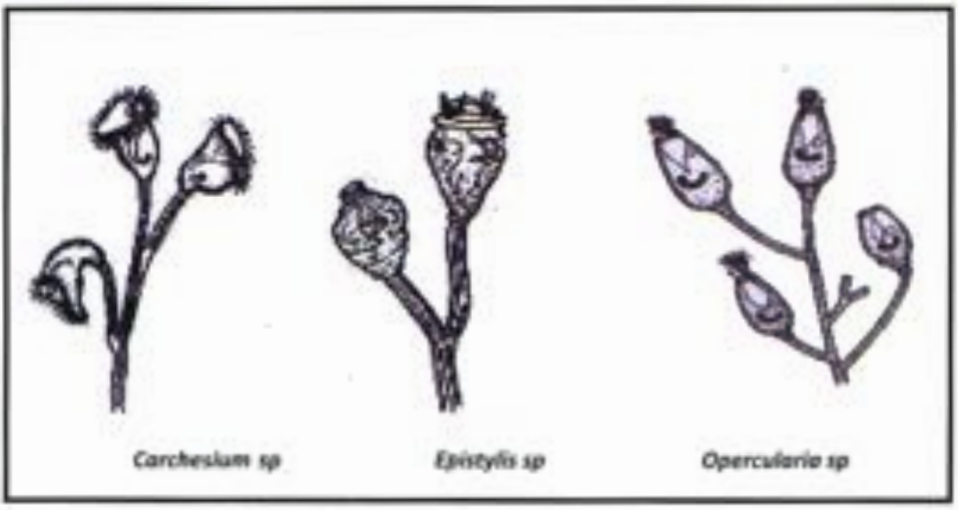
تمهيد:

تعتبر شعبة الهدبيات من أكبر شعب الأوليات حيث تضم أكثر من 8000 نوع مختلف الأنماط والأشكال، وتعتبر أكثرها تعقيدا من الناحية التركيبية وأكثرها تخصصاً وتنوعاً، وتعيش في المياه العذبة والمالحة والملوثة وقسم منها تعيش بصورة حرة طليقة أو جالسة والبعض الآخر منها تعيش متطفلة خارجية أو متعايشة أو متطفلة داخل الأجسام، وقسم منها نجده يعيش ويتكاثر في التربة. وقد تكون الهدبيات حرة فردية المعيشة كما في *Paramecium* و *Spirostomum* أو *Chilodonella* وغيرها من أشكال التكيف للمعيشة كما في الشكل (11-1) التالي.



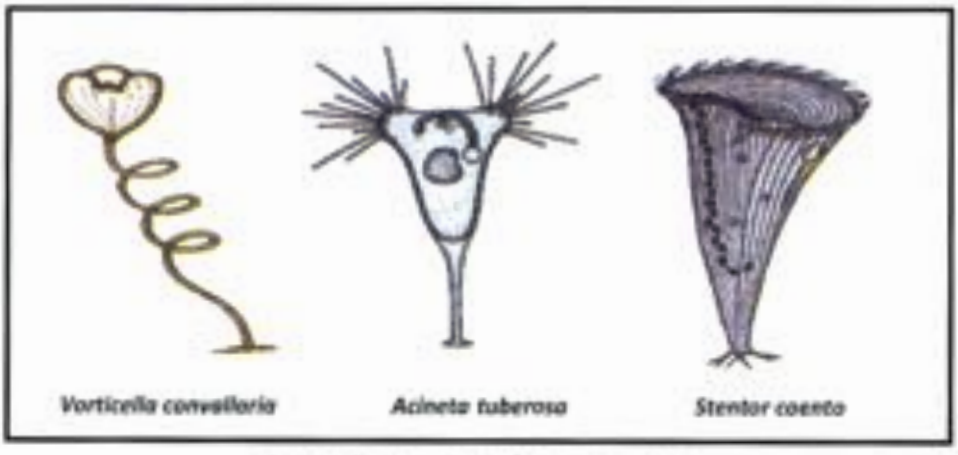
شكل (11-1) نماذج لبعض الهدبيات الفردية المعيشة.

أو تكون الهدبيات على شكل مستعمرات عديدة التفرع كما في حالة الأجناس *Opercularia*، *Carchesium* ، *Epistylis* وغيرها، والشكل (11-2) يعطي نماذج من هذه المستعمرات.



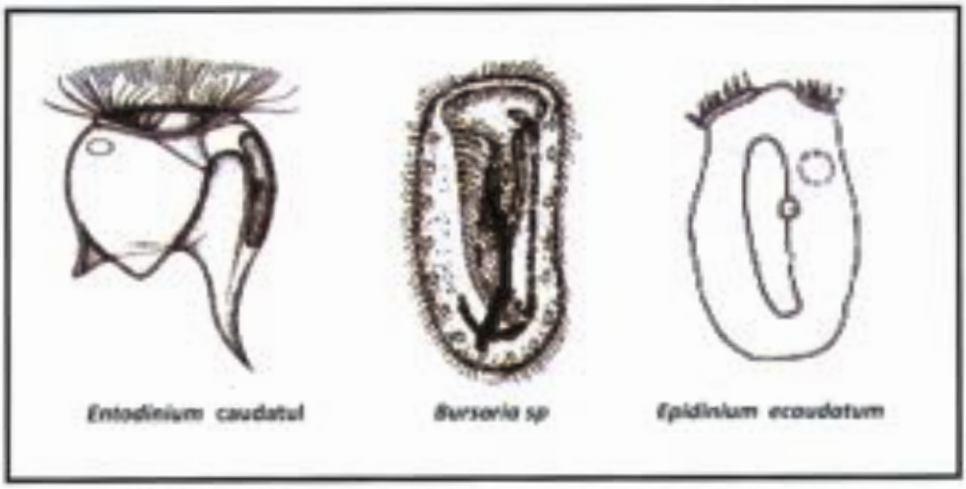
شكل (11-2) نماذج لبعض الهدبيات المستعمرية المعيشة.

وقد تكون الهدبيات متحركة بصورة نشيطة كما في حالة البرامسيوم أو يكون ذات حركة موضعية كما في الأجناس التي تمتلك ما يشبه السويق المزود بأذرع أو مجسات تساعده على الالتصاق على الأجسام الصلبة كما في حالة الأجناس *Vorticella* و *Stentor* و *Acineta* غيرها وتدعى الأحياء الجالسة Sessile organisms. وبشكل عام تمتلك أفراد هذه الشعبة تنظيما عضويا في الشكل والحجم، وتعتبر الهدبيات أكبر حجما من عموم الأوالي حيث تتراوح بين 10 -12 ميكرون وبعضها يصل إلى (3 ملم).



شكل (11-3) نماذج لبعض الهدبيات الجالسة.

كما أن قسم من الهدبيات تعيش بصورة تكافلية كأفراد متعايشة commensals كما في الأوالي المعايشة من رتبة Entocliniomorphida التي توجد بكمية في ذوات الحوافر ungulates وفي القوارض ولا يوجد منها في الحيوانات اللاحمة آكلة اللحوم وتكون المواقع المفضلة لتواجدها في الكرش والقلنسوة للماشية حيث سجل أكثر من 39 نوعاً من مختلف الهدبيات وتعود هذه بصورة رئيسية إلى أجناس *Isotricha* وبوشليا *Buetschlia* وانتوديتم *Entodinium* ودبلوديتم *Diplodinium* تختلف في أشكالها وأحجامها كما في الشكل (11-4).



شكل (11-4) نماذج لبعض الهدبيات التي تعيش في الكرش والقلنسوة للماشية.

بينما يكون قسم منها ضاراً بعائله فمثلاً يعيش جنس البلانتيديوم كولاي *Balantidium coli* في الأمعاء الغليظة للإنسان والخنازير والقشران وكثير من الثدييات الأخرى، ويبدو أن هنالك سلالات لخصصية لنوع العائل host-specific strains وليس من السهل أن تنتقل بلانتيديوم كولاي من نوع إلى آخر، أي من الإنسان إلى الخنازير وبالعكس. وتعيش أنواع أخرى من الهدبيات في عوائل أخرى كالجنس *Entodinium* الذي ينتمي إلى مجموعة ذات تركيب معقد جدا ويعيش في القناة الهضمية للمجترات ruminants وبإعداد كبيرة جداً. أما النيكتوثيريوس Nyctotherus فيعيش في قولون الضفادع frogs والعلجوم كضفدع الطين toads، ويصيب الأوالي من جنس *Ichthyophthirius* الأسماك التي تعيش في الأحواض أو في المياه العذبة الطبيعية بالمرض الذي يعرفه الكثير من مربي الأسماك باسم أيك ich. والشكل (11-5) يعطي نماذج من هذه الأوالي.

شكل (11-5) نماذج لبعض الهدبيات الطفيلية المعيشة.

وهذه الأوليات الهدبية المتواجدة في الكرش ذات أهمية خاص من خلال الدور الذي تلعبه في عملية الهضم في الماشية، حيث إنها في الأساس أوالي متعايشة وتكون نشطة بوجود السليلوز في وسط من pH يقع بين (4 - 6.6) ووجد في يودبلودنيوم *Eudiplodinium neglectum* بأن الدليل واضح على ذلك، ويعتقد بان هذه الأوالي المختلفة تمتص الكربوهيدرات من تحلل السليلوز بالماء خلال الفعل البكتيري لقد اعتبر *Entoinium* شكلياً أكثر بدائية من *Diplodinium* ويعتقد إن الأخير نشأ من الأول.

يكون أيض الهدبيات شديد أو تستطيع إن تتكاثر بسرعة خلال فترة حياتها الذي يكون حوالي أربع وعشرون ساعة فقط لذلك إنها غورت وتتفسخ باستمرار حيث تجهز هذه الكائنات المضيف بنسبة عالية لمتطلباته النتروجينية والكاربوهيدراتية، لذلك فان المختبرات تعتمد على هذه الأوالي مع البكتريا في شطر السليلوز في مثال نموذجي للعلاقات التبادلية الأيضية الموروثة في مشاركات تعايشية معينة .

تكون هذه الأوليات هدبيات إجبارية وتقتل بواسطة O_2 ويمكن أن تزرع في مخاليط سائل الكرش والعشب الجاف والسليلوز في جو 25٪ N_2 و 5٪ CO_2. كذلك سجلت الأنواع التالية من رتبة تحت الأهداب Hypotrichia مثل أجناس كيرونا بيدوكولاس *Kerona pediculus* في أمعائية الجوف في المياه العذبة.

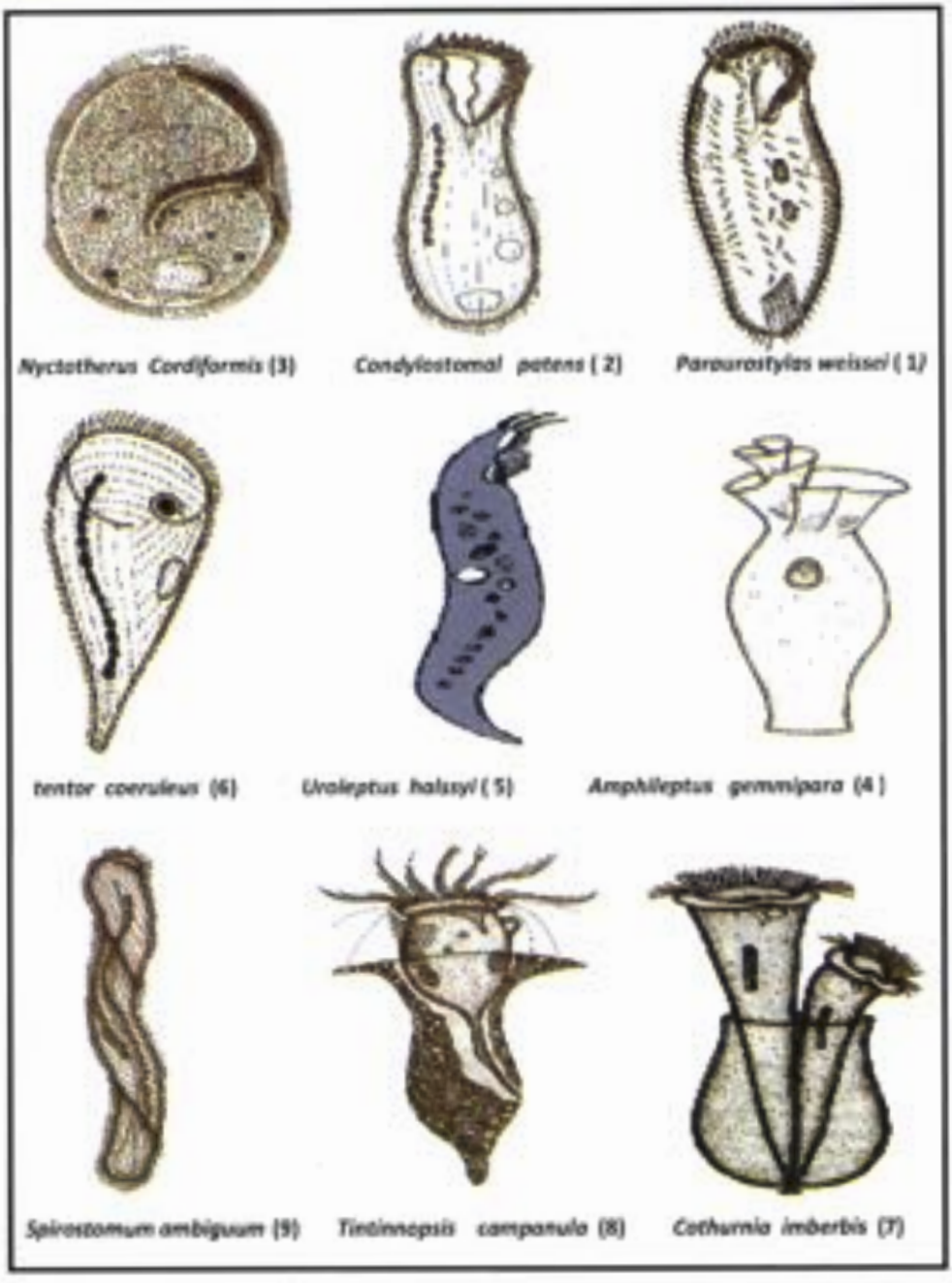
خصائص شعبة الهدبيات:

(1) الشكل وحجم الجسم:

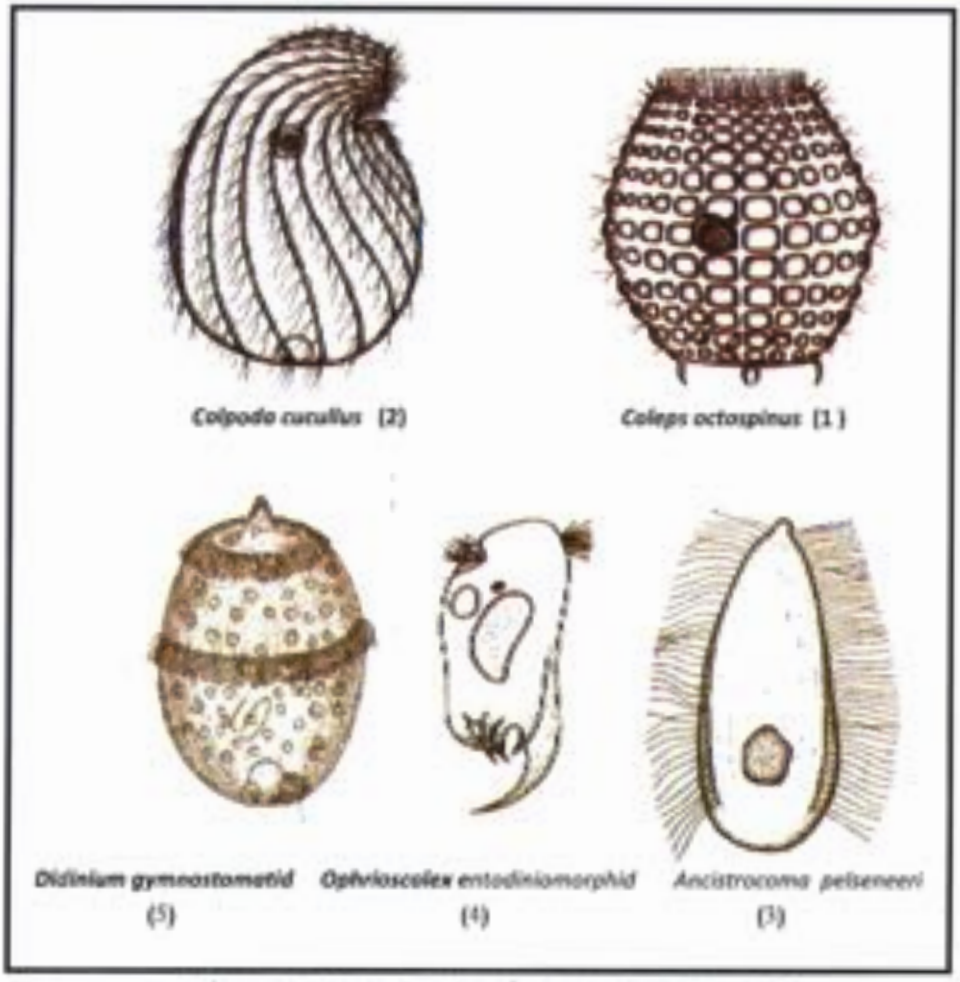
بشكل عام تمتلك أفراد هذه الشعبة تنظيما عضويا في الشكل والحجم، وتعتبر الهدبيات أكبر حجما من عموم الأوليات حيث تتراوح أحجامها بين 10 -12 ميكرون وبعضها يصل إلى (3 ملم) ويحاط الجسم بغلاف مطاطي سميك يسمى بالقشرة Pellicle وقد يكون درعا سميكا يحيط الجسم لبعض الأوليات، وفي الأوليات الهدبية يختلف شكل الجسم فقسم منها متطاولة كما في الشكل (1) أو خفية الشكل (2) وقد تكون كروية أو بيضوية الشكل (3) أو دورقية الشكل (4) أو دودية الشكل (5) أو قمعية الشكل (6) أو كاسية الشكل (7) أو جرسية الشكل(7) أو أنبوبية الشكل (9) وغيرها من الأشكال التي ترتبط بنوع المعيشة أو الحركة وكما مبين في الشكل (11- 6).

(2) توزيع الاهداب:

يبرز من هذه القشرة السميكة تراكيب خاصة بالحركة تسمى الأهداب، وهي عبارة عن تراكيب قصيرة ومرنة بشكل منتظم على الجسم بصورة طولية أو مائلة كما في الشكل (1) أو تغطي جسم الحيوان بأكمله كما في الشكل (2) أو توجد في منطقة معينة كما في الشكل (3) أو تكون على شكل خصل أو ضفائر (4) أو على شكل حزم دائرية في مناطق متباعدة كما في (5) وغيرها من نظم التوزيع كما في الشكل (11-7).



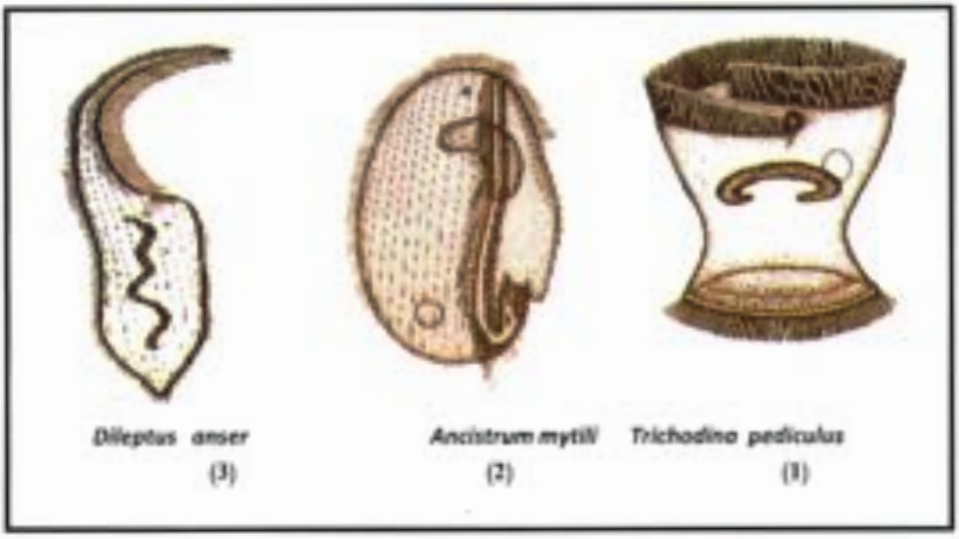
شكل (11 - 6) نماذج من شكل وتركيب الجسم في الأوالي الهدبية.



شكل (11-7) نماذج لبعض الأوالي الهدبية المختلفة في توزيع الأهداب.

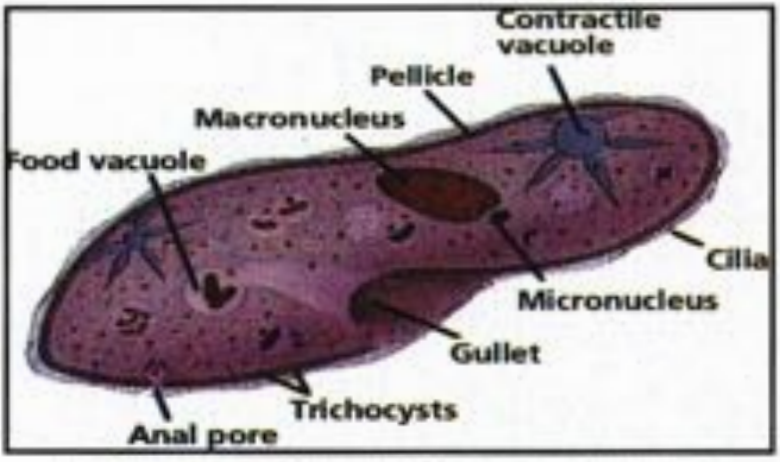
(3) الأنوية:

يحتوي جسم الهدبيات على نواتين مختلفتين إحداهما كبيرة والأخرى صغيرة، وتعتبر هذه ميزة تتميز بها الهدبيات بصورة عامة عن بقية الأوالي. ويختلف شكل الأنوية فمثلاً النواة الكبيرة قد تكون هلالية كما في الشكل (1) أو مقوسة أو كلوية كما في الشكل (2) أو على شكل مسبحة أو قلادة كما في الشكل (3) وقد تكون بشكل بيضوية أو كروي عادي. ويتراوح عدد النوية من واحد إلى إعداد كبيرة حسب النوع وتعتبر صفة تصنيفية فالنواة الكبيرة تكون مسئولة عن النمو والعمليات الأيضية والنواة الصغيرة مسئولة عن التكاثر ونقل الصفات الوراثية.



شكل (11-8) نماذج من الأنوية المختلفة في الأوالي الهدبية.

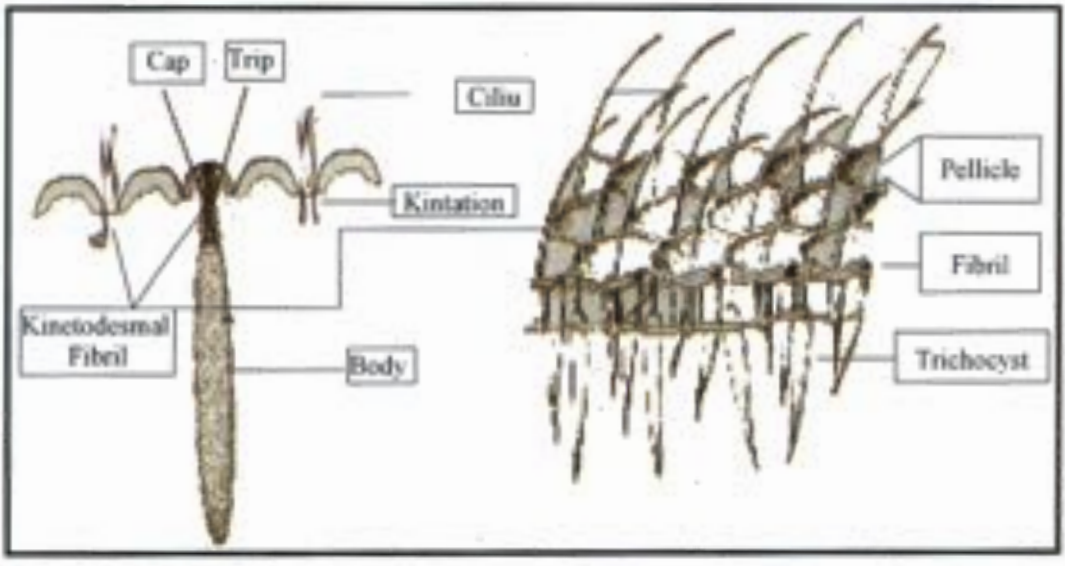
وقد بينت الدراسات بأن عدد من الأنوية قد يختلف بالعدد حتى في أفراد الجنس الواحد، كما في حالة البرامسيوم فمثلا النوع *P.caudatum* له نواتان نواة كبيرة كلوية ونواة كلوية الشكل وصغيرة كروية الشكل موجودة في منخفض أو احظان النواة الكبيرة كما في الشكل (11-9) بينما في أفراد البرامسيون من نوع *P.multimicronucle* فيختلف عدد الأنوية الصغيرة حيث يصل عددها إلى سبعة أنوية. ويمكن رؤية هذه التراكيب في العينات المحضرة والمصبوغة.



شكل (11-9) النواتين الكبيرة والصغيرة وتركيب الجسم في البرامسيوم.

(4) الحركة:

وجود الأهداب من المميزات الأهم في الهدبيات حيث تحيط بالجسم، والأهداب هي عبارة عن زوائد جيلية بروتوبلازمية تبرز من الحيوان الظاهر الأكتوبلازم وتستخدم في الحركة يحتوي الجسم على جهاز خاص يقع تحت القشرة ويسمى التحت اهدبي Infra ciliceture حيث ينتهي كل هدب Cilia تحت القشرة بجسم الحركة Kintation وينشأ من كل جسم حركي ليفية حركية Kinetodesmal fibril دقيقة تمر طوليا تحت صف الأهداب وتتصل مع الليفيات الأخرى لنفس الصف وتكون بالاشتراك مع الأجسام الحركية والليفيات وتكون ما يسمى بالجسم المحرك كما في الشكل (11-10) التالي.



شكل (11-10) يوضح تركيب الهدب والتراكيب السداسية للقشرة في الهدبيات.

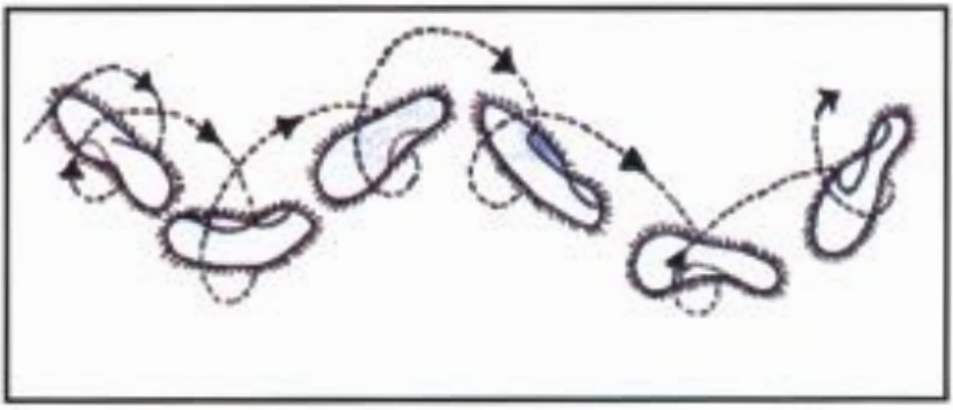
ونلاحظ ذلك بشكل واضح عند دراسة البرامسيوم، حيث تنتشر طبقة من الأهداب المتنظمة الشكل والطول في صفوف طولية على القشرة المطاطية (pellicle) التي تغطي الجسم كما يظهر في الصورة التالية لنموذج حي من البرامسيوم حيث تظهر فيها الأهداب التي تحيط الجسم بكثافة.

شكل (11 - 11) المظهر الخارجي للبراميسيوم يبين كثافة الأهداب وتوزيعها.

وتبدو القشرة عبارة عن غشاء واضح مرن مقسم إلى مساحات سداسية الأضلاع بجسور دقيقة مرتفعة بين هذه الأشكال، ويوجد الاكتوبلازم تحت القشرة مباشرةً، وهو طبقة رائقة شريطية شفافة يحيط بالكتلة الأكبر منه الداخلية الموقع التي تمثل الأندوبلازم كما تم توضيحة في الشكل (11 - 10) السابق. وتوجد الحويصلات الشعرية المغزلية الشكل غائرة في الأكتوبلازم تحت السطح الخارجي مباشرةً وهي تتبادل المواقع مع قواعد الأهداب، ولا يمكن رؤية الجهاز تحت القدمي ألا في النماذج المثبتة والمصبوغة والمحضرة بطرق خاصة. وجسم البراميسيوم مرن لكي يتيح له الالتواء والانضغاط والمرور من الأماكن الضيقة وكذلك التحكم بالحركة والابتعاد عن المواقع الخطرة والحيوانات المفترسة والمؤثرات الكيميائية، فينحرف جسم الحيوان وتسمى هذه الاستجابة برد الفعل أو التحاشي avoiding reaction وهذا الرد يعتمد على قوة تأثير العامل الخارجي وعلى فرق الجهد الكهربائي الناشيء عبر الغشاء الخلوي.

ويتم تبادل الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون وكذلك طرد المواد النتروجينية الإخراجية بواسطة الانتشار البسيط عبر سطح الجسم أما الفضلات الصلبة فتخرج بانفجار الفجوة الغذائية عند فتحة المخرج وتكون حركته في الماء بواسطة الأهداب التي تضرب الماء بشدة فترجعه إلى الخلف ودفع الحيوان إلى الأمام ، وتكون حركته في الماء بواسطة الأهداب التي تضرب الماء بشدة فترجعه إلى الخلف ودفع الحيوان إلى الأمام ، وتتحرك الأهداب سوياً في وقت واحد فتعمل موجة تبدأ من

الطرف الأمامي منتشرة إلى إن تصل إلى الخلف وتعتبر هذه الحركة مميزة للبراميسيوم وتعرف بالنظام التكراري كما يبدو من الشكل (11-12).

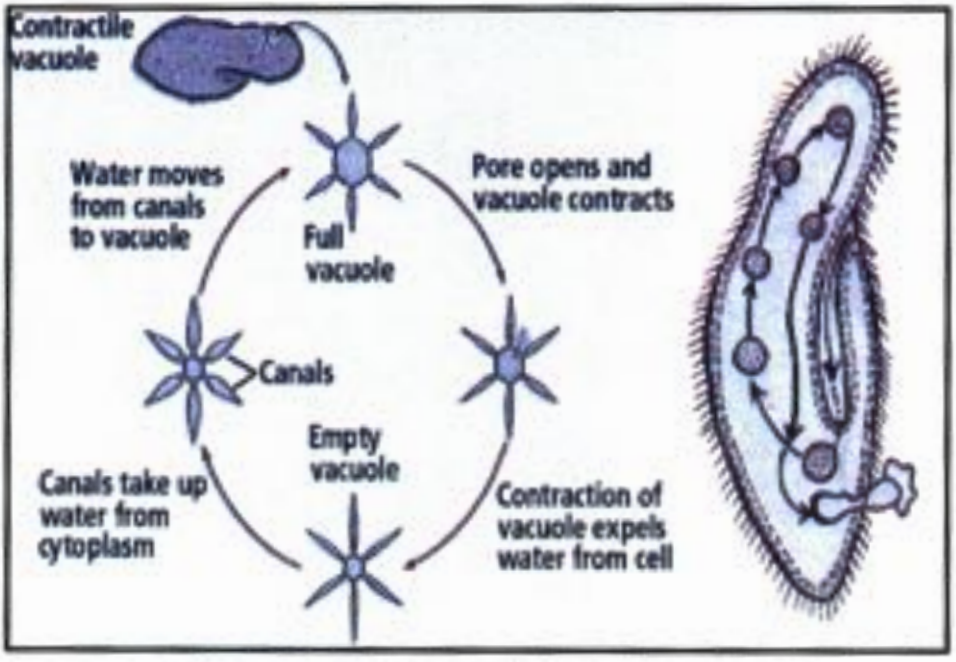


شكل (11-12) يبين حركة البراميسيوم كنموذج لحركة الهدبيات الحرة.

(5) التغذية والهضم والاخراج:

معظم الهدبيات أوالي حيوانية حرة المعيشة، وتمتلك اغلبها فم خلوي وهو عبارة عن فتحة بسيطة في بعض الأنماط أو متصل بمزد بلعوم أو ميزاب مهدب في البعض الأخر، ويحتوي الفم في قسم منها على شعيرات طويلة عضوية قوية تساعد على ابتلاع فريسة اكبر حجما منه كما في البراميسيوم، حيث يتغذى البراميسيوم على البكتريا والأوالي من السوطيات الصغيرة والطحالب المجهرية التي تدفعها الأهداب إلى الميزاب الفمي oral grovre حيث يوجد الفم الخلوي Cytosome في نهاية الميزاب الفمي ويؤدي إلى البلعوم الخلوي Cytopharynx والذي وهو أنبوبي أو مزرد gullet يمتد على طوله غشاء متموج من الأهداب وهذه الأهداب تعمل على جمع الغذاء وتوصيله إلى الداخل، وتوجد الفجوات الغذائية Food vacuole داخل الأندوبلازم وتحتوي على غذاء في مختلف مراحل الهضم وكما يتوضح ذلك بالشكل (11-13) أما فتحة الشرج فتقع خلف الميزاب الفمي وتسمى أست خلوي أو مخرج خلوي Cytopeoct. ويتم تبادل الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون وكذلك طرد المواد النتروجينية الإخراجية بواسطة الانتشار البسيط عبر سطح الجسم أما الفضلات الصلبة فتخرج بانفجار الفجوة الغذائية عند فتحة المخرج. كما توجد الفجوات النقبضة وتتكون كل واحدة منها من فراغ مركزي محاط بالعديد من القنوات الشعاعية

radiating canals التي تجمع السائل وتفرغه في الفجوة المركزية كما مر شرحه في الباب الثالث وكما موضح في الشكل (11-13).

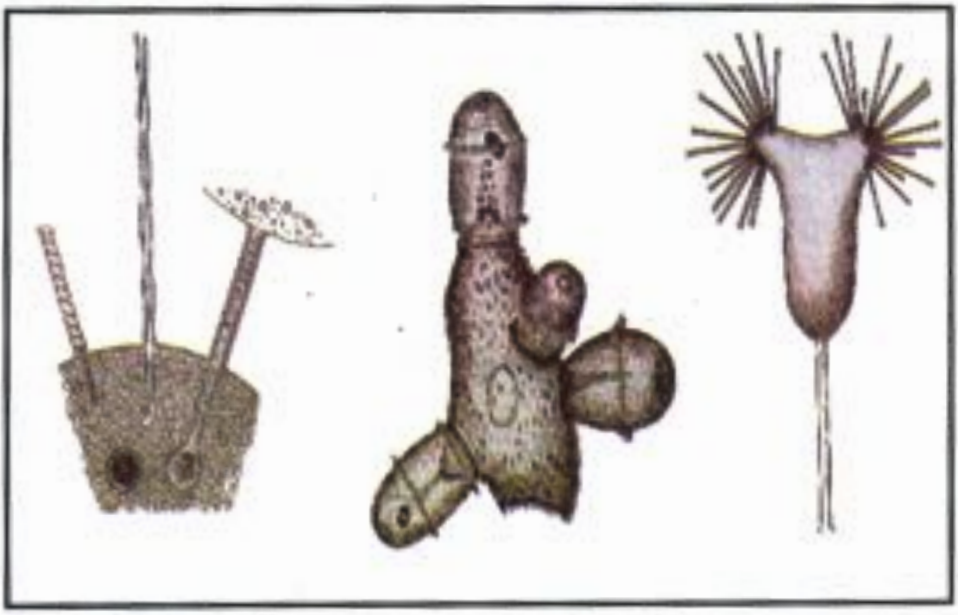


شكل (11-13) الفجوات الغذائية والنقبضة في البراميسيوم (الوقع 16).

ومن الأوالي الهدبية المتطفلة المعيشة على حيوانات Hydra خصوصاً نوع *H. Vulgaris*, *H. Fusca* حيث تعيش متطفلة على شكل هدبيات خارجية تتغذى على الخلايا الحية للهايدرا إلى أن تحطمها وتعتبر طفيليات خارجية حقيقية.

وبعضها خرطوم كما في جنس *Didymium* يسمى (Proboscis) ليبلع الفرائس والبعض الآخر تتغذى بالامتصاص عن طريق اللواسم التي تلتصق بجسم حيوان آخر وتكون طويلة رفيعة أنبوبية الشكل كثيرة أو قليلة حسب طريقة التغذية، تفرز الماصات على الفرائس الحية(التي تكون عادة من الهدبيات) بطرف لاسم أو أكثر وتصيبها بالشلل ثم يسري سيتوبلازم الفريسة خلال اللواسم الأنبوبية المتصلة مكون فجوات غذائية في الحيوان الهدبي الماص كما في البودافيرا حيث تصاب الفريسة مثل البراميسيوم بالشلل عن طريق الامتصاص والبلعمة خلال اللواسم الأنبوبية

وبعضها تراكيب غريبة في الاكتوبلازم كالخويصلات يطلق تركيب خيطي للدفاع أو لصيد الفرائس عن طريق شلل حركتها والأشكال التالية توضح ذلك:

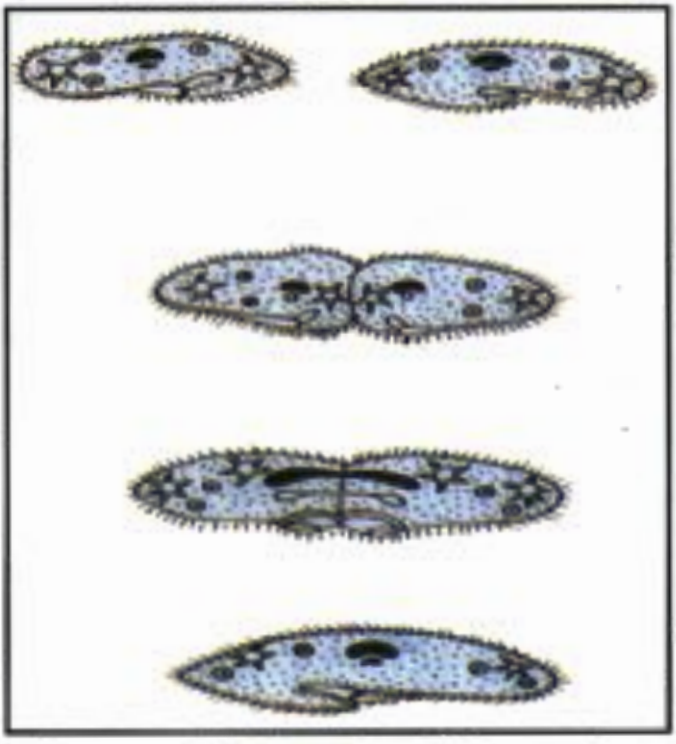


شكل (11 - 14) يوضح طريقة التغذية وطبيعة الفتحة الفمية في بعض الأوالي الهدبية.

(6) التكاثر :

ويتم بعدة طرق، قسم منها شائع ومعروف والقسم الآخر نادر الحصول فبالنسبة إلى الهدبيات الحرة المعيشة وأشهرها جنس البراميسيوم فتكاثر تكاثر جنسي ولاجنسي وبطريقة الانحصاب الذاتي، وهناك أمثلة عديدة للأوالي الطفيلية المسببة للأمراض والتي تمتلك دورات حياة يشترك بها الإنسان والحيوان ومثال على هذه الهدبيات جنس *Balantidium coli* و *Ichthyophthirus* وغيرها.

فالتكاثر اللاجنسي في البراميسيوم يتم بالانشطار الثنائي العرضي حيث تنقسم النواة الصغيرة إلى نواتين وتتجه كل نواة إلى أحد طرفي الخلية ويتبع ذلك انقسام النواة الكبيرة بنفس الطريقة ، ثم ينقسم السايتوبلازم بعد أن تنحصر الخلية من الوسط إلى أن تنقسم إلى قسمين ويستكمل كل جزء المكونات الناقصة فيه كالتجاويف المنقبضة و الميزاب الفمي والبلعوم وفي النهاية يصبح كل جزء خلية تامة . ويتمو البراميسيوم الصغير بسرعة إذا ما توفرت له الظروف الملائمة .



شكل (11-15) مراحل الانشطار الثنائي في البراميسيوم.

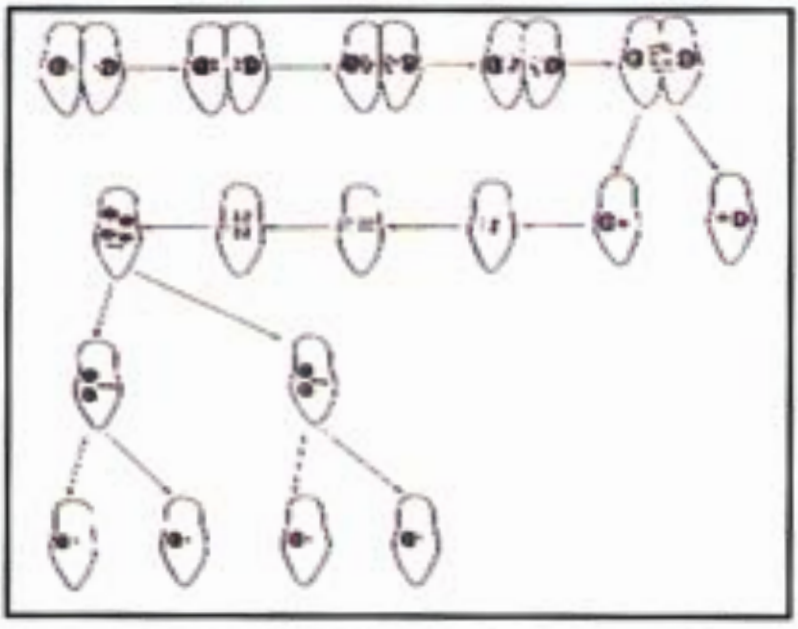
أما التكاثر الجنسي فيتم التكاثر الجنسي في البراميسيوم عن طريق الاقتران conjugation وهو الاتحاد المؤقت بين فردين لتبادل المادة الوراثية ، ويحدث الاقتران في الهدبيات عدة فترات مختلفة وعند الاتحاد تنحل النواة الكبيرة ، وتمر النواة الصغيرة لكلا الفردين بانقسام اختزالي لتعطي أربع انويه صغيرة من ذوات العدد الفردي الكروموسومي haploid وتنحل ثلاث انويه وتنقسم النواة الصغيرة المتبقية إلى نواتين أوليتين pronuclei ذات العدد الفردي الكروموسومي ، وتعبر كل نواة منهما إلى الفرين الآخر ، وعندما تحدث تبادل الأنوية الأولية تتحد نواة كل فرد مع نواة الفرين الآخر وبذلك يعود العدد الزوجي للكروموسومات diploid وهذه الحالة تعتبر من حالات الاتحاد الجنسي ثم ينفصل البراميسومان وفي كل براميسيوم تنقسم النواة الصغيرة المتعددة الناظرة للزيجوت في الأنبوبة العليا بالانقسام المتزوي إلى نواتين ثم إلى أربع وفي النهاية إلى ثمانية أنوية صغيرة، تكبر أربع أنوية صغيرة من الثمانية وتصبح أنوية كبيرة وفي الوقت نفسه تختفي ثلاث أنوية صغيرة من

الأربع المتبقية ثم ينقسم البراميسيوم مرتين ليعطي أربع حيوانات يحتوي كل واحد منها على نواة صغيرة ونواة كبيرة ، وبعد هذه العملية المعقدة قد يستمر الحيوان قد يستمر في التكاثر بالانشطاري الثنائي دون اللجوء إلى التكاثر بالاقتران .

وتشبه نتيجة الاقتران طرفة تكوين الزيجوت فيحتوي كل مقترن سابق Exconjugant على مادة وراثية من كلا الفردين وميزة التكاثر الجنسي أنه يسمح بإعادة التركيب الجيني لذلك يزداد التنوع الجيني في المجتمع السكاني للحيوان، وبالرغم من أن الهدبيات في الزارع تستطيع أن تتكاثر بتكرار لانهائي دون اقتران ألا أن السلالة تفقد عنفوانها في نهاية الأمر، أما الاقتران فهو يعيد الحيوية للسلالة ومن الجدير بالذكر إن التغيرات الموسمية والوسط البيئي السيئ يحفز التكاثر الجنسي عادة .

وفي عام 1937 اكتشف ليس كل براميسيوم يقترن مع أي براميسيوم آخر من نفس النوع وقد وجدت T. M. Sonneborn عام (1957) إن هناك اختلافات فسيولوجية بين الأفراد تفرزهم إلى أنماط تزاوجية mating types. وبصورة عادية لا يحدث الاقتران بين أفراد من نفس النمط التزاوجي ولكن مع أفراد من نمط تزاوجي آخر متمم complimentary وقد وجد أيضا إن عددا من المجموعات المتنوعة varieties ضمن النوع الواحد ، لكل منها أنماطه التزاوجية التي تقترن فيما بينها وليس مع الأنماط التزاوجية للمجموعات الأخرى ، ففي البراميسيوم أوريليا *Paramecium Aurelia* على سبيل المثال – يوجد لكل ست مجموعات varieties نمطان متزاوجان ، ولكن الاقتران سوف يحدث فقط بين أفراد الأنماط التزاوجية المتضادة opposite أو المتممة complimentary داخل مجموعتها الخاصة وباستثناءات قليلة فان لكل مجموعة نمطين تزاوجين تتزاوج فيما بينها .

وليس هناك أساس مورفولوجي لتمييز الأنماط التزاوجية داخل المجموعة الواحدة، ومثل هذه الاختلافات لابد إن تكون فسيولوجية ومع ذلك فان من الممكن تمييز بعض المجموعات عن بعضها مورفولوجيا، وتوجد أيضا أنماط تزاوجية في أنواع من البراميسيوم الأخرى وفي غيرها من الهدبيات .



شكل (11-16) مراحل التكاثر في الباراميسيوم بطريقة الاقتران.

أما عملية الإخصاب الذاتي وهذه العملية تشبه عملية الاقتران conjugation فيما عدا طريقة تبادل الأنوية، فبعد تحلل النواة الكبيرة والانقسامات الميوزية للأنوية الصغيرة فان النواتين الصغيرتين الأوليتين ذات العدد الأحادي الكروموسومي تتحدان لتكونا معا نواة زيجوتية synkaryon متماثلة العوامل الوراثية homozygous وليست متباينة العوامل الوراثية heterozygous كما هو الحال في المقترنات السابقة Exconjugant.

تصنيف الهدبيات:

صنف علماء الأوالي والاحاثيات أمثال (Bullough, 1973 ، Hegner & Engemann,1968، Silgh ,1989، Dickson & Karapelou, 1995, 1995) وغيرهم أفراد هذه الشعبة بعدة نظم تصنيفية اعتمدت كلا منها على خاصية معينة لتمايز بها أفراد هذه الشعبة يرى كل مصنف أنها يمكن أن تكون صفة مميزة ومعتمده للتقسيم كطبيعة الفم الخلوي وشكل الجسم والأنوية وتوزيع الأهداب، لهذا نجد أن هنالك تباين في المراجع العلمية التي عالجت موضوعة تصنيف الهدبيات وهذا التباين ينطلق من الخصائص التالية التي اعتمد عليها هؤلاء المصنفون وهي:

1- **نوع وموقع وتركيب فتحة الفم الخلوي Cytosome**: حيث قسمت الهدبيات إلى عارية الفم، جانبية الفم، واطئات الفم، خرطومية الفم، خشائيات الفم، وأنبوبية الفم أو المصبات.

2- **درجة اكتمال الفم الخلوي**: حيث وصفت الهدبيات إلى عديمة الفم، ناقصات الفم، أوليات الفم وغيرها.

3- **شكل وطريقة توزيع الأنوية الكبيرة**: وعندها وصفت الهدبيات بأنها كروية النواة، بيضوية النواة، كلوية النواة، حدوية النواة، هلالية النواة وقلادية النواة.

4- **شكل الجسم وطبيعة اللواحق الجسمية**: قسم المصنفون هنا الهدبيات اعتمادا على هذه الخصائص الى الهدبيات المجوفة، الهدبيات الأنبوبية، الهدبيات القمعية، الهدبيات الورقية، الهدبيات المجزية المركبة Kinetofragminophorea، الهدبيات سنية الشكل، والهدبيات الذوابة وغيرها.

5- **نوع الأهداب وشكلها وحجمها وطريقة توزيعها على الجسم**: وهو النظام الأكثر شيوعا بين نظم التصنيف حيث يقسم الهدبيات إلى كاملة الأهداب، حولية الأهداب، حلزونية الأهداب والهدبيات الأنبوبية الأهداب أو الهدبيات اللمصية.

ولكن عند اعتماد الصفة الأساسية التي تميز أفراد هذه الشعبة عن غيرها من الأوالي من اللحميات والسوطيات والأوبليتيات، نجد أن صفة وجود الهدب وتركيبه هي الصفة الأكثر وضوحا وتميزا عن المجاميع المذكورة، لأن الهدب يلازم الأوالي التي تشملها هذه الشعبة طيلة فترة الحياة حتى وان حصلت له بعض التحورات في الطور البالغ كما في مجموعة الهدبيات المصية حيث يبقى أصل هذه الأليات التي تحيط الجسم متحوراً من الأهداب. لذلك اعتمد أغلب علماء تقسيم الهدبيات والأوالي في التقسيمات الحديثة على هذه الصفة (أي صفة شكل وحجم ونوع الهدب) منطلقين من عدة اعتبارات أهمها درجة الوضوح والتميز بين الأجناس والرتب المختلفة من جهة واستقرار الشكل النهائي للأهداب في الطور البالغ بدرجة أكثر ثبوتا من الخصائص الأخرى التي قد تتحور بسبب التلوث أو عوامل المعيشة وظروف البيئة المحافظة على الكائن الهدبي كما يحصل في حالة التحور للشكل الخارجي والتكيس وتغير حجم الأهداب وغيرها من التغيرات المظهرية التي تسبب تداخلا في بعض الصفات المعتمدة في التقسيم.

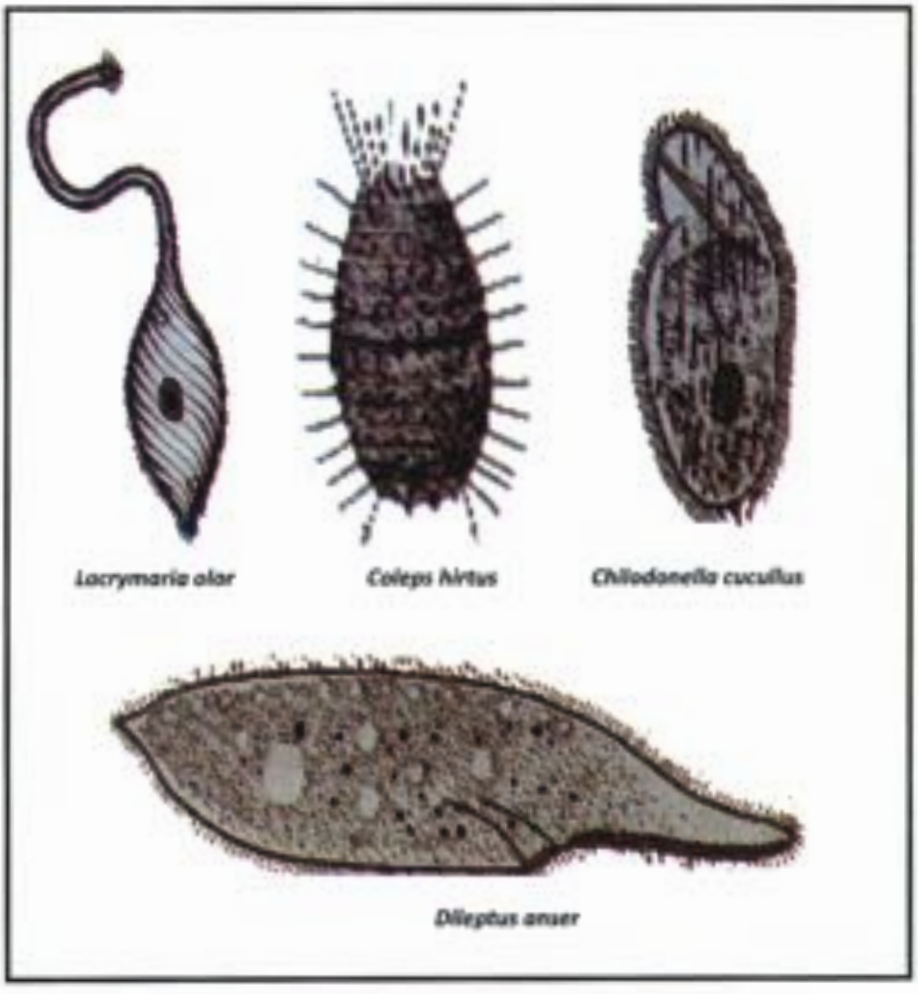
لهذا سوف نعتمد في دراسة هذه الشعبة الكبيرة ولغرض تسهيل مهمة الطالب والدارس والباحث على معيار توزيع وشكل وحجم واتجاه حركة الأهداب في تقسيم الهدبيات وكما في التصنيف التالي:

شكل (11-17) مخطط تقسيم شعبة الهدبيات.

تحت طائفة أوصف كاملة الأهداب Subclass Holotrichia

وتضم هذه المجموعة من الحيوانات الأولية الهدبية التي تتميز عن بقية أوليات الشعبة بوجود الأهداب حول الجسم بالكامل ثلاث رتب هي:

1- **رتبة عاريات الفم Order: Gymnostomatida** وهي عبارة عن هدبيات كبيرة الحجم نسبيا، وذات أهداب قليلة العدد بسيطة ومتجانسة وفيها تفتح الفم الخلوي إلى خارج الخلية مباشرة. ومن أشهر أجناسها : *Didinum, Prorodon, Coleps, Dileptus* وغيرها كما في الأشكال التالية:



شكل (11-18) نماذج مختلفة من الأوالي الهدبية من تحت طائفة كاملة الأهداب.

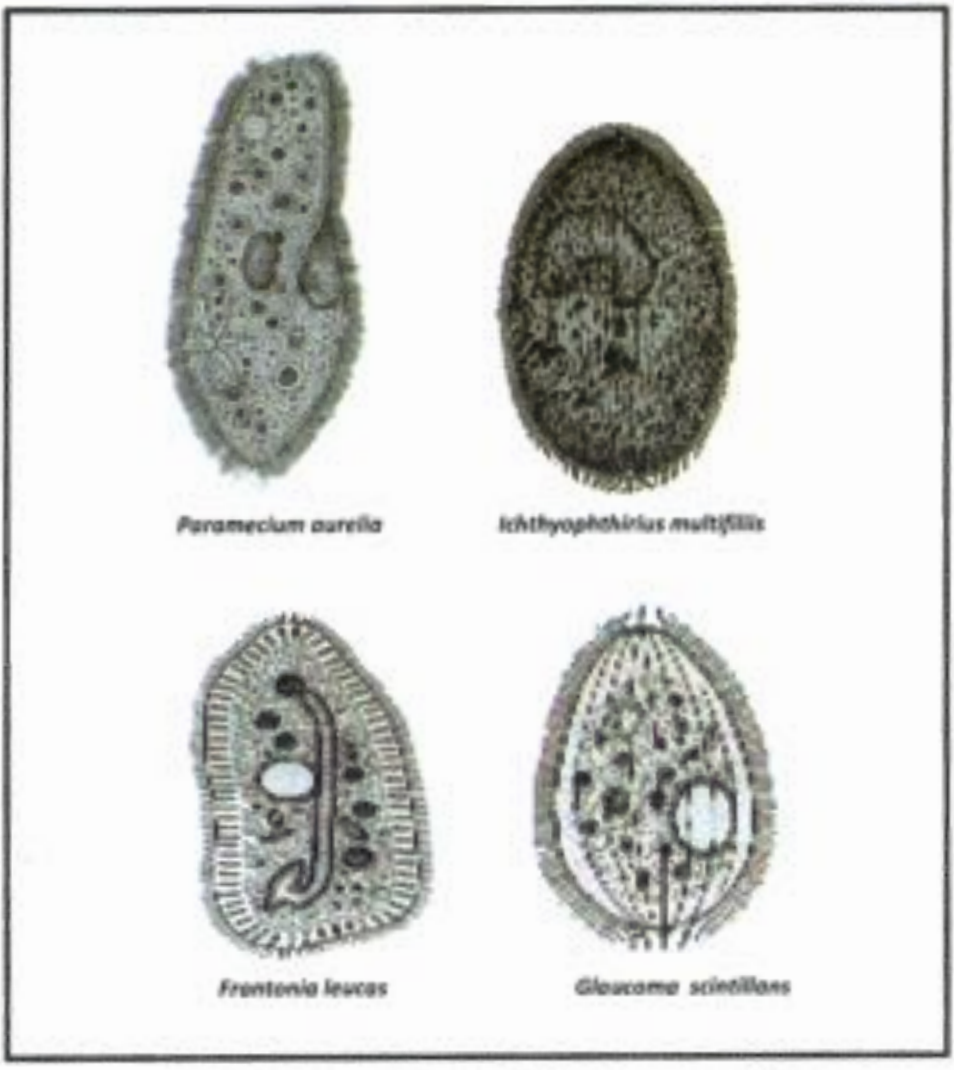
2- رتبة هدبيات الفم Order :Trichostomatida

الجسم في اغلبها بيضاوي أو بيضاوي معقوف، الأهداب كثيفة نسبيا ولكنها غير متجانسة، تتميز منطقة الفم في أفرادها بوجود أهداب دهليزيه ولا وجود للأهداب الفمية. ومن أشهر أجناسها Colpoda, Balantidium, Balantidium كما في الأشكال التالية :

شكل (11-19) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة هدبيات الفم .

3- رتبة غشائية الفم Order: Hymenostomatida

تتميز أجناس هذه الرتبة بأنها هدبيات صغيرة الحجم ذات أهداب متجانسة في الطول والتوزيع، كذلك يعتبر موقع الفم الخلوي على السطح البطني صفة مميزة لأفرادها ويكون هذا الفم محاط بأهداب تشكل غشاء متموج على الجهة اليمنى وثلاث غشائيات جار فمية على اليسار منه ومن أشهر أجناسها : *Paramecium Frontonia ,Glaucoma, Ichthyophthirius* وغيرها.



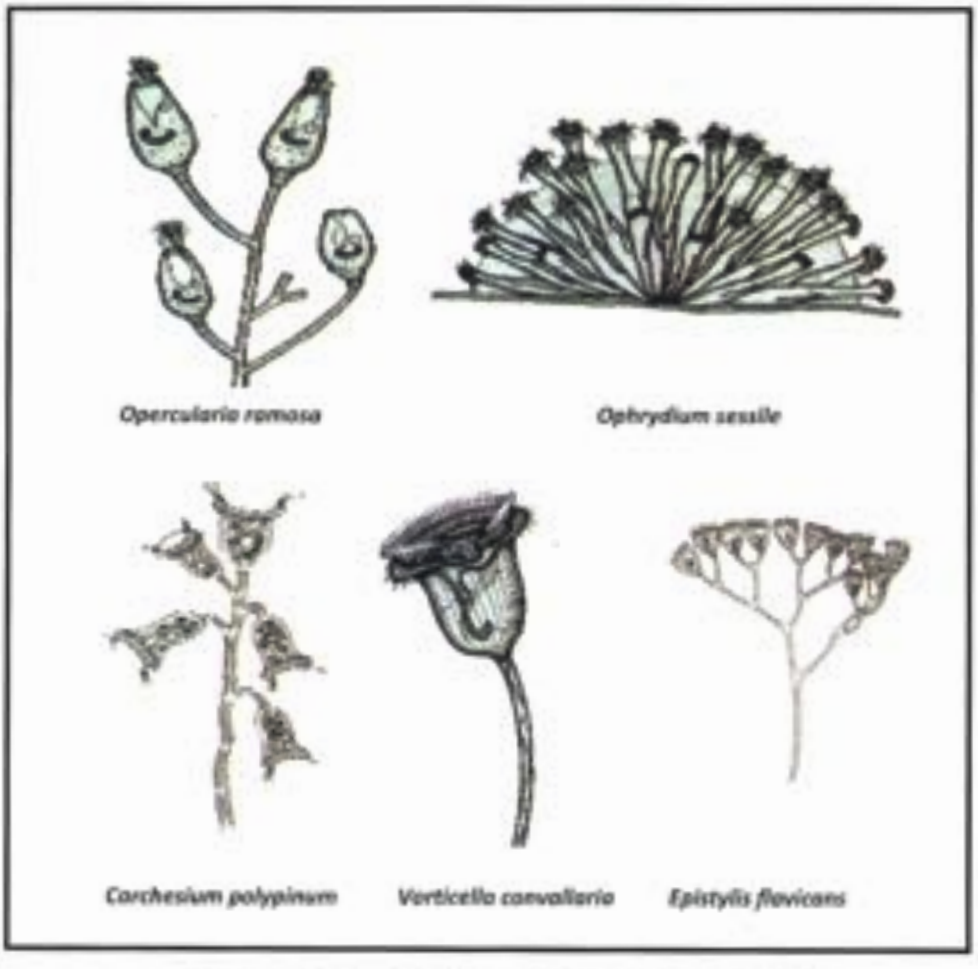
شكل (11-20) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة غشائية الفم.

(2) تحت طائفة أو صنف حوليات الأهداب Subclass: Peritrichia

وأفراد هذا الصنف تتاز عن بقية الحيوانات الأولية الهدبية الأخرى بأنها مثبتة على ركيزة أو ساق أما بالنسبة إلى الأهداب فتكون مختزلة أو معدومة وتوجد على الفم أو حول الفم بشكل واضح وباتجاه واحد عكس عقرب الساعة وهي ذات رتبة واحدة تسمى برتبة حوليات الفم.

1- رتبة حولية الفم Order: Peritrichida

وهي عبارة عن هدبيات كبيرة نسبيا ، تتميز الأطوار البالغة منها بامتلاكها مسند stalk أو ركيزة وينحصر وجود الأهداب فيها حول منطقة الفم فقط ومنها جاءت التسمية، ويكون توزيع الأهداب حول الفم عكس اتجاه عقرب الساعة، تكون أما أفراد حرة المعيشة وبعضها يكوّن مستعمرات عديدة الأفراد. ومن أهم أجناسها *Ophrydium, Opercularia ,Carchesium, Epistylis Vorticella* وكما في الشكل (11-21).



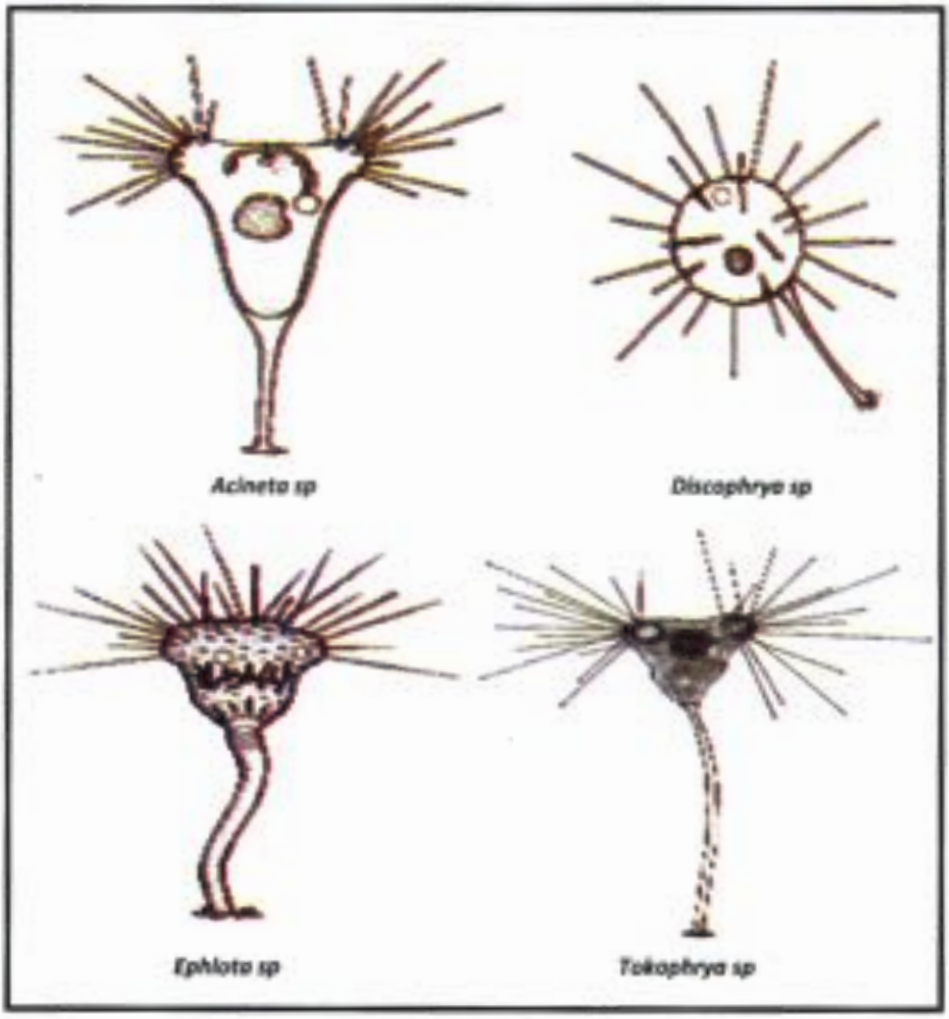
شكل (11-21) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة حوليات الفم.

(3) تحت طائفة أو صنف المصيات: Subclass Suctoria

المصيات حيوانات هدبية تعيش صغارها معيشة حرة حيث تمتلك أهداب تتحرك بواسطتها في الوسط المائي، ولكن عندما تصل طور البلوغ تتكون لأفرادها اليافعة ساق stalk أو مرتكز فتصبح جالسة وتفقد أهدابها، ليس للماصات فم خلوي ولكنها تتغذى بواسطة لوامس طويلة رفيعة أنبوبية الشكل كثيرة أو قليلة حسب النوع. ومن أفضل الاماكن التي تجد فيها المصيات في الماء العذب ومع الطحالب التي تنمو على ورقة السلاحف المائية، ومن هذه الأجناس *Anarma* (بدون ساق أو قشرة) ومن الأجناس التي تعيش في الماء العذب أيضا *Podophrya* ، *Acinetopsis* أما الأجناس التي تعيش في المياه المالحة فمنها جنس *Ephelota*، كما أن بعضها طفيلية خارجية والبعض منها طفيليات داخلية في الحبليات. وتشمل هذه المجموعة على رتبة واحدة هي رتبة المصيات.

1- رتبة المصيات Order : Suctorida

تكون الأطوار البالغة لهذه الأوالي فاقدة للأهداب حيث تتحور فيها إلى ما يشبه اللواقس المتوزعة على الجسم أو تنحصر في الجزء العلوي منه، وتنتهي هذه التراكيب بمحاجم تلتصق بالفريسة وتسب سوائل الجسم تدريجيا ومنها جاءت تسمية المصيات، يتكون لها ساق أو مرتكز بعضها جالس والبعض الآخر عائم في الجسم المائي. ومن أشهر أجناسها *Acineta, Discophrya, Ephelota* والشكل (11-22) يبين هذه التحويرات.



شكل (11-22) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة المصيات.

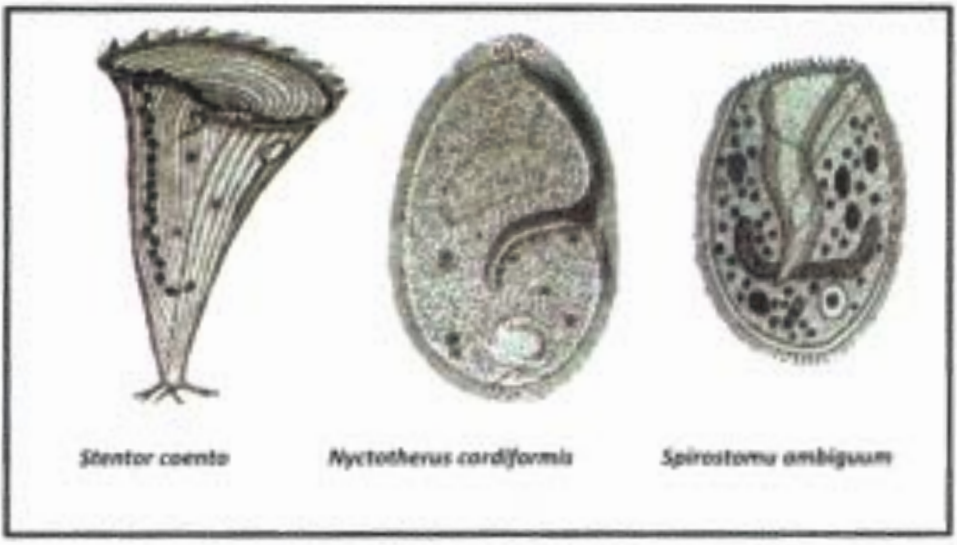
(4) تحت طائفة أو صنف حلزونية الأهداب: Subclass Spirotricha

وتمتاز أفراد هذه المجموعة من الأوليات الهدبية بان أهداب الجسم تكون فيها قليلة ومتناثرة ويكون فيها الفم غشائي هدبي محاط بالأهداب باتجاه القم أي (مع عقرب الساعة) بعضها تحتوي على أغلفة غير كاملة في الطور البالغ ، ومنها ما تكون جالسة كما تتباين أجناس تحت طائفة حلزونية

الأهداب بشكل كبير في حجم وكثافة وتوزيع الأهداب على الجسم الخلوي ولكنا جميعا تمتاز بصفة الاتجاه حول فم الخلية، تشمل عدة رتب وعدد كبير من الأجناس وكما يلي:

1- رتبة متباينة الأهداب Order: Heterotrichida

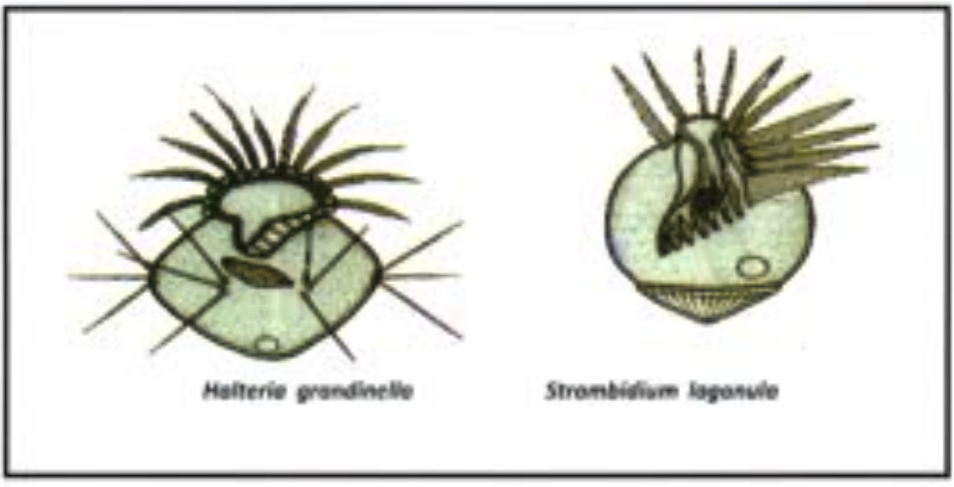
تمتاز أفرادها بتجانس الأهداب رغم تباين توزيعها على الخلية، الصبغيات فيها واضحة عند الفحص المجهري وتعتبر من الهدبيات الكبيرة في الحجم مقارنة مع الأنواع الأخرى. ومن أهم الأجناس فيها : *Stentor, Nyctotherus, Spirostomum*



شكل (11-23) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة متباينة الأهداب.

2- رتبة قليلة الأهداب Order: Oligotrichida

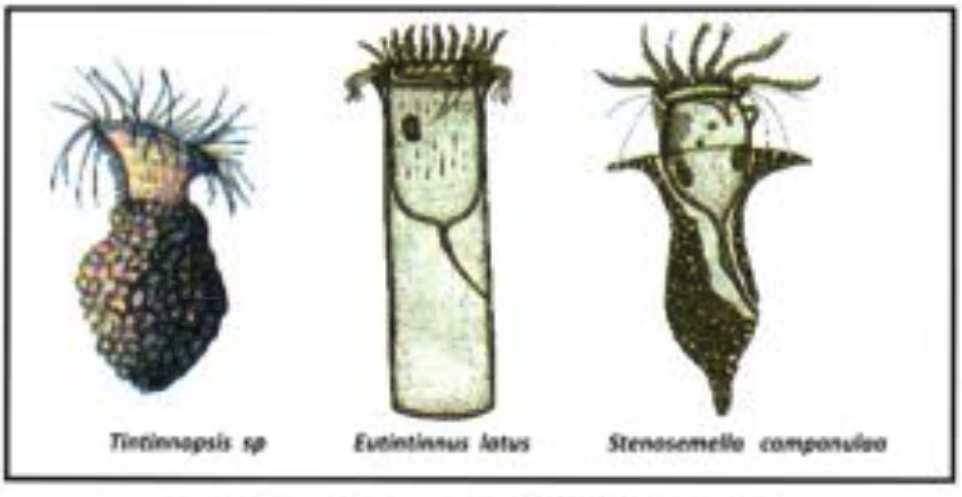
أفرادها ذات أهداب قليلة متناثرة حول جسم الخلية وتبدو في البعض منها كالخصلة أو القصيرة أو تشبه الأشواك القصيرة في مظهرها في البعض الآخر أو التمطين معاً، غشائيات الفم فيها واضحة وتمتد حول مواقع الفم الخلوي، من أهم الأجناس فيها *Halteria, Strombidium*



شكل (11-24) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة قليلة الأهداب.

3- رتبة الجرسيات Order: Tintinnida

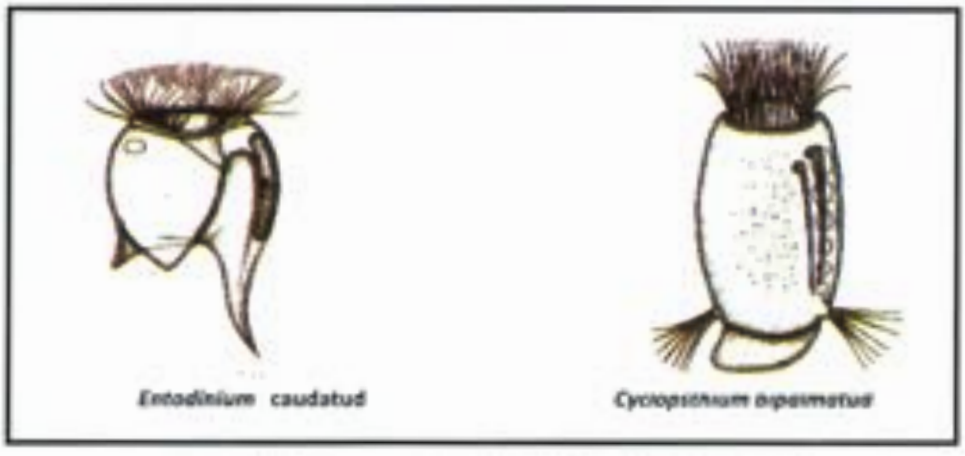
جميع أجناسها بحرية المعيشة وتتميز عن الرتب السابقة بأن لأفرادها غلاف يشبه الدرع أو الدرقة يخلف معظم الجسم، أما الجزء الآخر فهو الذي يحمل الأهداب وهي متباينة وطويلة نسبياً، غشائيات الفم فيها واضح ومن أهم الأجناس *Tintinnopsis Eutintinnus Stenosemella*, *Favella* وغيرها وكما في الشكل (11-25).



شكل (11-25) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة الجرسيات.

4- رتبة الانتوديبيات Order : Entodiniomorphida

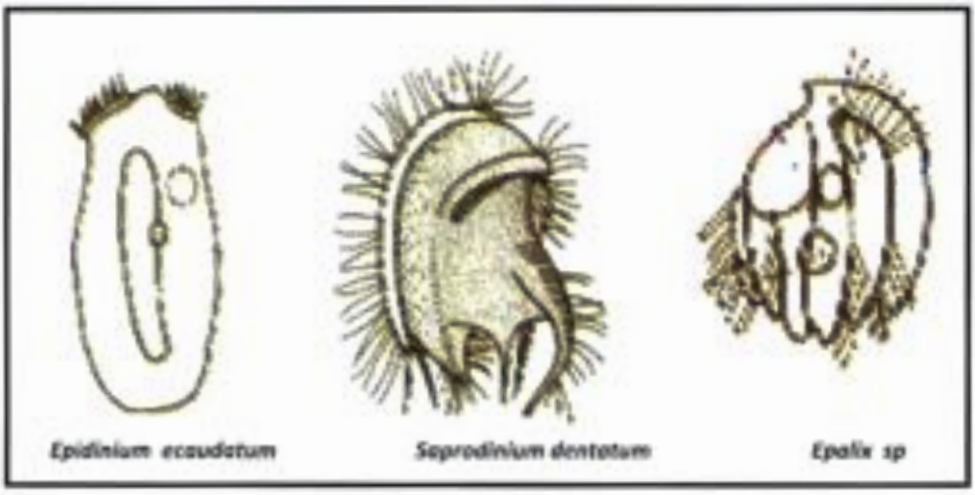
تمتاز أفرادها بأن لها غلاف بيئة جليد قاسي ، تعيش بشك طفيلي ، الأهداب تنحصر في مناطق محددة من الجسم، الفتحة الفمية محاطة بأغشية ، كذلك لبعض أنواعها غشائيا ظهرية وهي ميزة خاصة بهذه المجموعة ومن أهم الأجناس فيها *Entodinium Epidinum, Cycloprthium* وكما في الشكل (11- 26).



شكل (11-26) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة الانتوديبيات.

5- رتبة السنيات Order: Odontostomatida

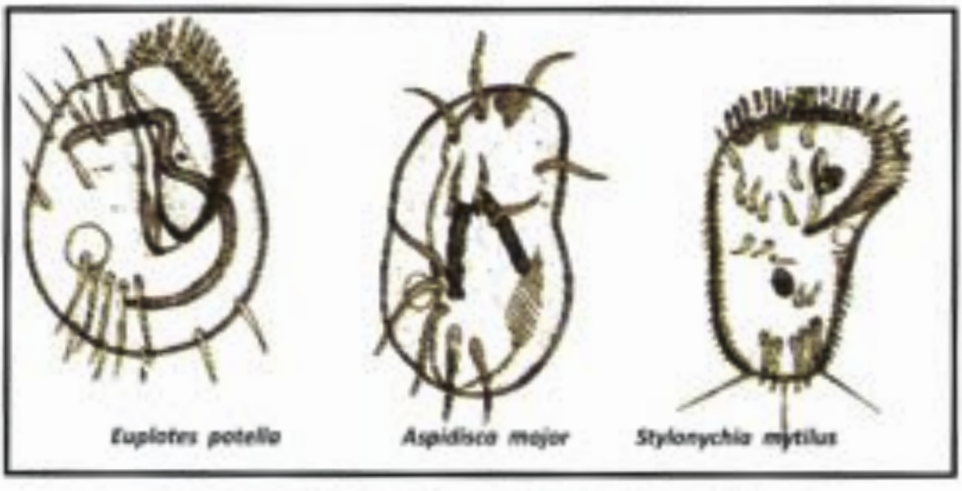
الجسم في أجناسها بيضاوي صغير الحجم ذات تفلطح ظهري ومضغوط من الجانبين في الغالب وتدي الشكل أو قريبة الشبه بالسن، الأهداب قليلة العدد ومتباعدة نسبيا تتوزع على معظم الجسم أو في مناطق محددة منه، الفم يحاط بثنايا غشائيات والأهداب الفمية مختزلة، غلاف الجسم بيئة جليد أو درقة في بعضها يحمل شويكات صغيرة، ومن أهم الأجناس *Epidinium Saprodinium ,Epalx*، وغيرها وكما في الشكل (11- 27).



شكل (11-27) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة السليات.

6- رتبة تحتيات الأهداب Order: Hypotrichida

الأجناس فيها ذات جليد صلب والجسم صغير وذات تفلطح ظهري بطني، تبرز منه أهداب مركبة على هيئة ذؤابات أو خصل تترتب بأنماط وتوزيعات مختلفة على الجسم، غشائيات الفم بارزة، ومن أهم الأجناس فيها *Euplotes, Aspidisca ,Stylonychia* وكما في الشكل (11- 28).



شكل (11-28) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة تحتيات الأهداب.

الفصل الثاني عشر

الأوالي الدايتومية The diatoms

- تطور الدايتومات وعلاقتها بالأوالي
- خصائص الأوالي الدايتومية
- التركيب والتشريح
- تقسيم الأوالي الدايتومية
- دورة الحياة والتكاثر
- البيئة والتوزيع
- استخدام الأوالي الدايتومية في التطبيقات الحيوية

الفصل الثاني عشر

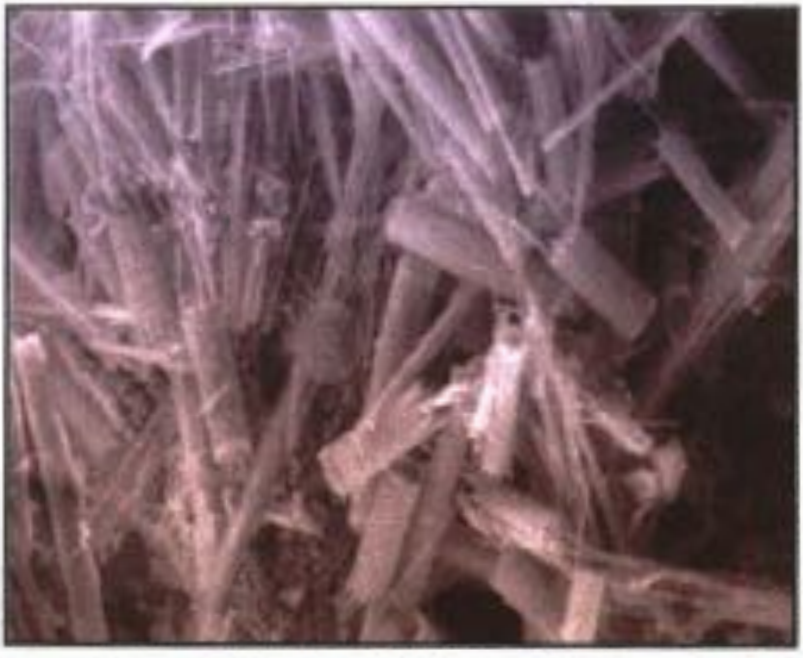
شعبة الهدبيات Phylum Ciliophora

تطور الدايتومات وعلاقتها بالأوالي:

كثيرا ما يشار في دراسات التطور العضوي وسجل الأحفورات إلى أن Heterokont chloroplasts تقود إلى أن الطحالب الحمراء هي أقدم الطحالب، ولكن النجاحات التي قدمتها احفورات الدايتومات جعلت الباحثين ينظرون إلى أنها هي التي تمثل أقدم heterokonts (عندما تدرس أو تبحث على أنها جزء من الطحالب)، لأنها أعطت الكثير في تفسير ما هو غامض في السجل الاحفوري. ومن أولى المعارف المبكرة عن احفورات الدايتومات تعود إلى العصر الجوراسي المبكر حوالي 180 مليون سنة (Kooistra, & Medlin, 1996) وهذا ما أثبته الدراسات الجزيئية وتحليل الرواسب التي تفسر طبيعة الأحداث الجيولوجية لهذه الفترة والتي تشير إلى وجود علاقة بين هذه العضيات والكتلة الحيوية المنقرضة في نهاية العصر البيرمي mass extinction Permianend- منذ حوالي 250 مليون سنة، والتي ظهرت بعدها عديد من المواطن البحرية nichesmarine، وأن الفترة الواقعة بين الفترتين المذكورتين وزمن ظهور احفورات الدايتومات لربما يعود إلى أن الدايتومات عندها لم تكن ذات أغلفة سليكونية unsilicified diatoms وهذا مما أدى إلى أن يكون تطورها خفيٌ أو مختزل evolution cryptic (Scala, et al, 2002, Raven & Waite, 2004,).

ومع بداية ظهور السليكون في البيئة بدأت الدايتومات تلعب دور مهم في السجل الأحفوري من خلال الكم الهائل من الأحفورات الدايتومية القيِّمة التي وجدت عند بدايات العصر الطباشيري المبكر Cretaceousearly وبعض الصخور التي تدعى diatomaceous earth، أو diatomite، أو kieselguhr والتي بدأت الدايتومات تساهم تدريجيا في مكوناتها الداخلية (Kidder & Erwin, 2001, Siever,1991) وتعتقد الدراسات بأن الدايتومات بدأت تحتفظ بأنواعها الحيوية في البيئة الطبيعية عندما بدأت باستعمال السليكون كعنصر من المصادر الطبيعية في بناء أغلفتها قبل حوالي 544 مليون سنه أي في حقبة Phanerozoic، أي الفترة التي يعتقد بأنها تمثل بداية تفاعل الكائنات الدقيقة بشكل بطيء ومنتظم مع السليكون البحري، وفيما بعد ظهر ذلك على الأوالي الشعاعية والاسفنجيات السليكونية siliceous sponges and radiolarians اللاتي يمثلان بدايات تكون

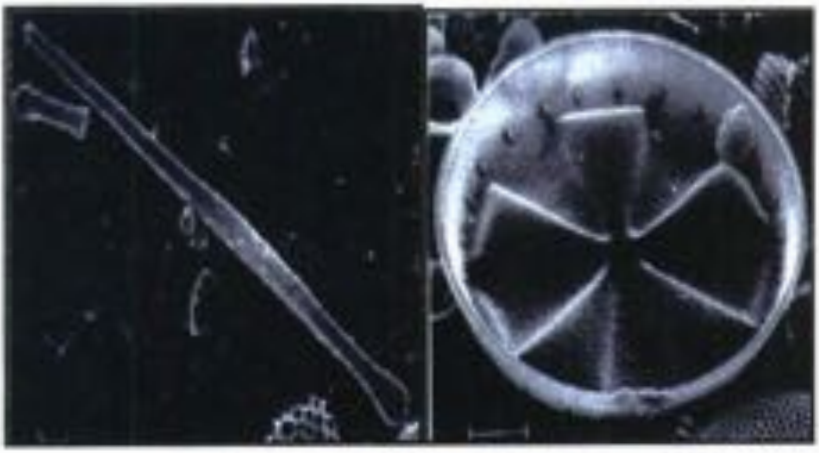
الهوائم الحيوانية zooplankton، وفي هذه الفترة الزمنية يعتقد العلماء أن دورة السليكون قد أصبحت تحت السيطرة والتنظيم، وهذا ما يمكن استنتاجه من خلال القيمة البيئية للدايتومات على بقية الأحياء البحرية بشكل خاص (Grenne) & Slack,2003, Mldonado,1999, Racki & Cordey,1999). بينما يشير الباحث (Dr. Karen Wetmore) إلى أن الدايتومات من الكائنات القديمة جدا، حيث تشير السجلات الأحفورية المتحصل عليها Fossil Record هذه الأحياء بأنها لتلك تاريخ أقدم من عصر Cretaceous ويعتقد بأنها تعود إلى فترة ما قبل العصر الكمبري والترياسي Precambrian and Triassic، ولكن الأحفورات المؤكدة للدايتومات تشير إلى أنها قد كانت موجودة في فترة زمنية أقدم من حقبة الزمن الطباشيري، ولكن بعصر غير معروف بدقة، والسبب في ذلك يعود ربما إلى أن غلاف السليكا الكرستالي قد تحطم تحت تأثير الضغوط الداخلية وعوامل التحلل البيئي المختلفة مما أدى إلى تلف النماذج القديمة من هذه المتحجرات، وكما يظهر من النموذج التالي المبين في الشكل (12-1) المأخوذ من متحف (UCMP) والذي عززته شروحاً مستفيضة في الدراسات التي نشرها الباحث (Wetmore) لسنين عدة.



شكل (12-1) متحجرات قديمة من الدايتومات محطمة الأغلفة.

عن (Bowling Green State University,2007).

بينما تشير دراسات (the Calvert Formation of Maryland.) إلى أن معظم متحجرات الدايتومات المعروفة حاليا مأخوذة من أحفورات وصخور عصري (الأيوسين Eocene الحديث والميوسين Miocene) وكما يبدو من النماذج في الشكل (12-2) والتي تمثل أغلفة دايتومات بحرية تعود للفترتين المذكورتين، ففي الجهة اليسرى غلاف مفرد يعود لأفراد جنس *Actinopychus heliopelta* بينما في الجهة اليمنى فهو لجنس *Sceptroneis caduceus* وكلاهما من المتبقيات البحرية لعصر الميوسين Miocene age.



شكل (12-2) المتبقيات البحرية لجنسين من دايتومات عصر الميوسين.

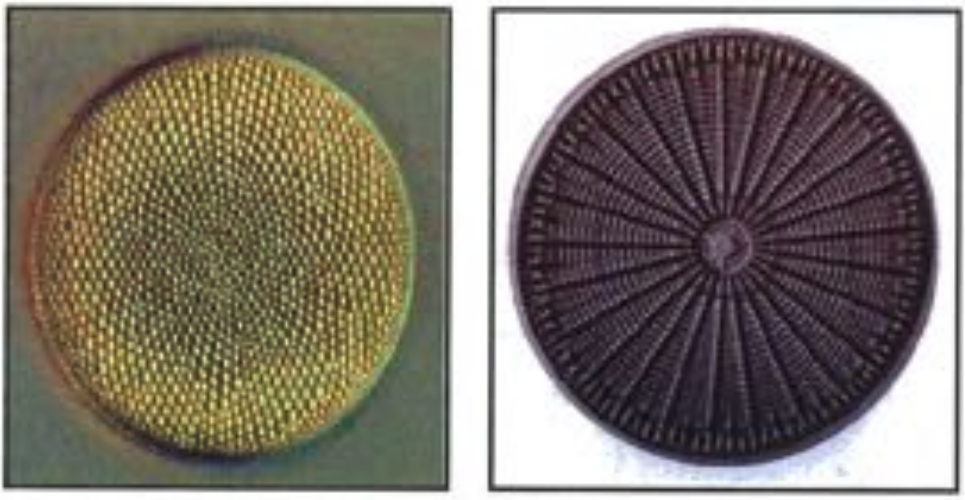
عن(Calvert Formation of Maryland, 2007).

أما العصر الذهبي وإثراء أو غنى الطبيعة بالدايتومات فيعود الفضل فيه كما يعتقد الباحثون إلى ظهور الهيكل الدايتومي الحقيقي والذي يعرف diatomite أو الأرض الدايتومية diatomaceous earth، وهذه الأشكال التي تم وصفها سابقاً تمثل الدايتومات القديمة التي انتهت دورة حياتها وتساقطت على شكل هياكل ميتة إلى قاع البحيرات الكبيرة أو إلى قيعان البحار والمحيطات وتحول قسم منها نتيجة لعمليات التحلل والتمعدن إلى جزء من تكوين وتشكيل صخور مهمة تسمى المواد الطباشيرية البيضاء chalky material والتي تستخدم حاليا في تحضير عديد من المواد والمركبات كمواد التنظيف وأجهزة التلثرة ومعاجين الأسنان والأصباغ وأدوات التشحيم الصلبة وغيرها من الاستخدامات.

وما يدعم هذه الآراء هو ما وجده الباحثون في هذا الميدان عندما تم متابعة حالة التغيرات الفصلية للبحيرات التي تتراكم فيها بقايا الدايتومات على شكل طبقات تسمى الطبقات الحولية annual cycles، بعد أن حصلت فيا عمليات التعدين التي أشير إليها سابقا، والتي يمكن من خلال متابعة ترتيبها الطبقي ومعرفة التغيرات التي حدثت خلال السنين التي مر بها النظام المائي للبحيرة، وبذلك أمكن الحصول على معلومات مهمة في تفسير التغيرات التي حصلت للبيئة القديمة لهذه البحيرات (Alec, 2008).

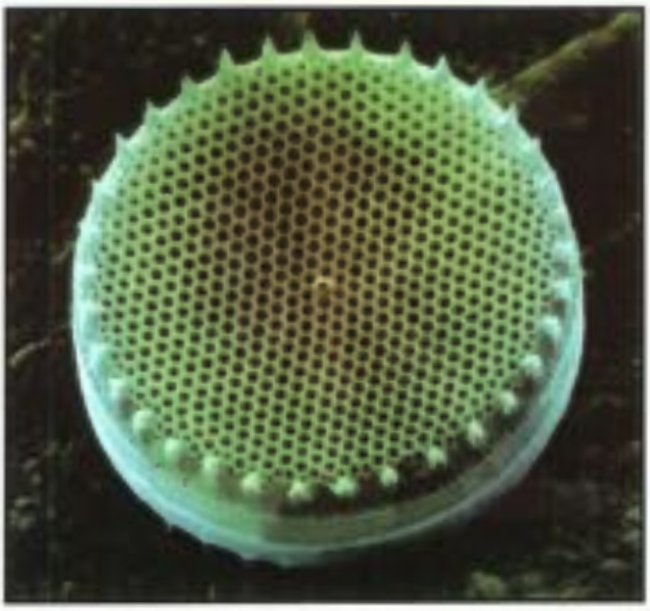
خصائص الأوالي الدايتومية:

وقد أظهرت الدراسات المجهرية بأن الدايتومات عبارة عن كائنات وحيدة الخلية، تحاط هذه الخلية بغلاف أو جدار متلألئ يدعى opaline wall من مادة السليكا المدعمة بالماء silica SiO_2 (and associated water)، وأحياناً يأخذ الغلاف أشكال مزخرفة رائعة المظهر تسمى frustules كما في أفراد جنس *Arachnoidiscus ehrenbergi*.



شكل (12-3) الغلاف المزخرف في أفراد Arachnoidiscus Ehrenbergi.

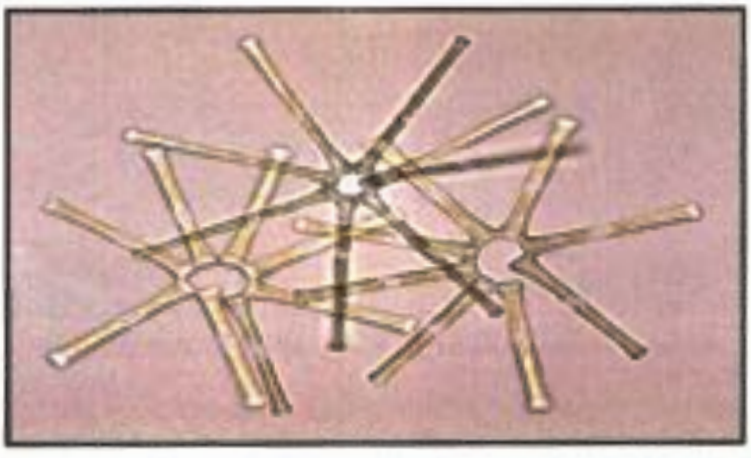
أو يكون الجدار بهيئة تركيب مشابه للصندوق المتكون من مصراعين ينزلق أحدهما على الآخر لكونه اكبر منه نسبيا، وهذا التركيب يسمح بتبادل الجزيئات نتيجة لكثرة الفتحات عليه كما في أفراد جنس *Odontella*.



شكل (12-4) الغلاف الصراعي المنزلق الجزئين وكثير الثقوب في أفراد جنس *Odontella*

عن (2007*Wim van Egmond*)

أو تكون أجناس الأوالي الدايتومية على شكل مستعمرات ترتبط مع بعضها بغشاء لزج غاطي أو هلامي نوعا ما، وكما يبدو في أفراد جنس *Asterionella* 347.



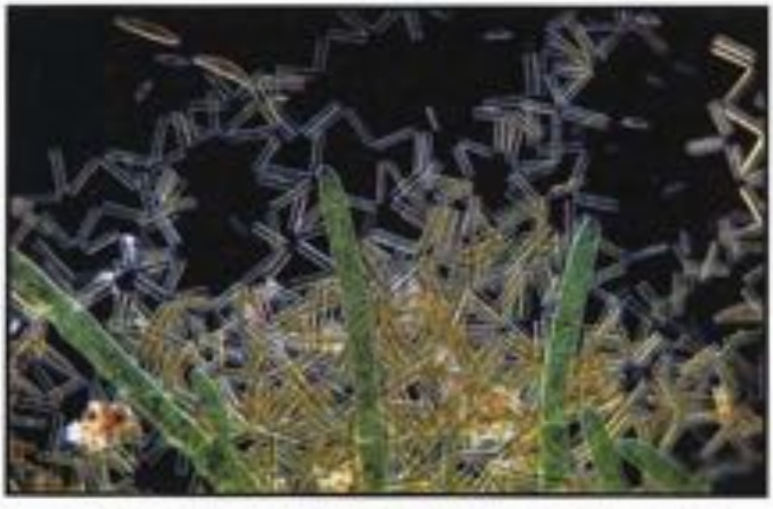
شكل (12-5) مستعمرة دايتومية لجنس *Asterionella* من مجموعة pennate diatoms

*(*Jan Parmentier, 2007)

كما أن بعض الأغلفة فيها تكون ذات شق طولي يصل إلى نهاية الجسم تقريبا يسمح هو الآخر في عملية التبادل بين جسم الخلية والوسط المحيط، وكما في النماذج التالية من الدايتومات الريشية.

شكل (12-6) نماذج من الدايتومات ذات الشق الطولي في الأغلفة الجسمية.

وبعض الدايتومات تترتب بشكل متقاطع أو متعرج zig zag pattern داخل الوسط المائي، ويحصل هذا الترتيب بعد الانقسام التواصل للخلايا الدايتومية وهو يمثل شكل من التجمعات التي تكوّن مستعمرات من عدد كبير من الخلايا لتساعدها على الطفو والحصول على أكبر كمية من الطاقة الضوئية والمغذيات، كما في الشكل (12-7).



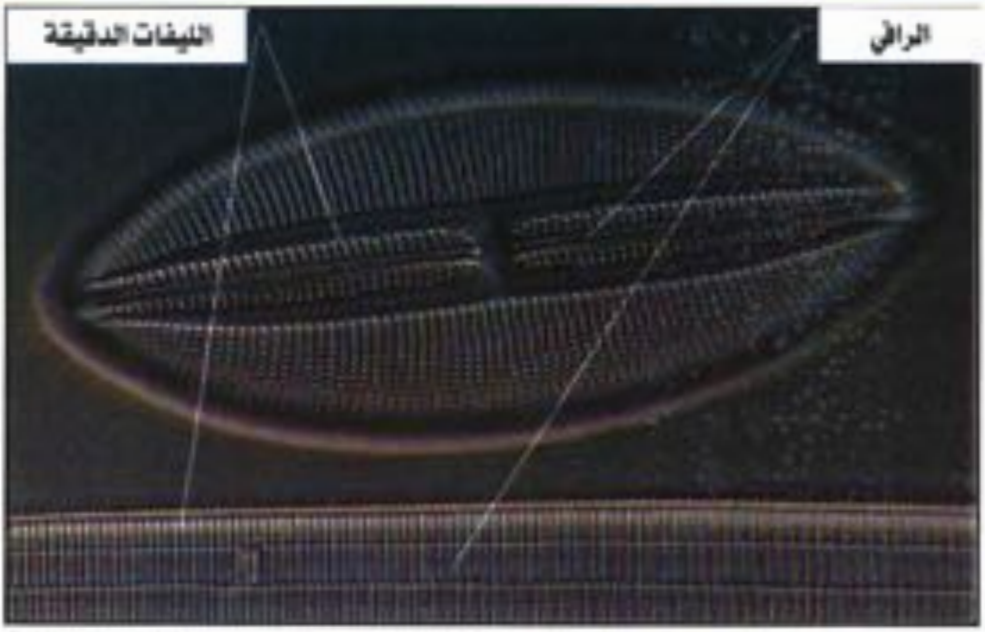
شكل (12-7) التجمع المتعرج المنتظم zig zag pattern في الدايتومات.

ومن خلال دراسة الخصائص الفسلجية والتطور هذه الكائنات وجد بأنها من الأوالي المثبتة للضوء photosynthetic protista حيث تصنع الغذاء بطريقة البناء الضوئي، وتحتوي على صبغات تشابهة صفراء اللون (yellow pigments) تمثل خليط من الزانثوفيلات والبيتاكاروتين (xanthophylls and beta carotene) مغطاة بطبقة من صبغة الخضور chlorophyll، كما في جنس *Cymatopleura* الذي يمكن ملاحظة الكلوروبلاست الصفراء البنية فيه.

شكل (12-8) دايتوم *Cymatopleura* تظهر فيه الصبغات الصفراء البنية.

والدايتومات فقط تعتبر واحد من بين مجاميع المثبتات الحيوية photosynthetic groups للضوء المرئي في البيئة التي لها هيكل من السليكا ولا تمتلك أسواط. كما بينت بعض الدراسات الحديثة عن الدايتومات بأنها تمتلك نمط خاص من الحركة يسمى بالحركة الدايتومية Diatom's locomotion، وتم معرفة ذلك من خلال متابعة هذه الحركة في بعض أجناس طائفة Pennate diatoms حيث لوحظت بالفحص المجهري بأنها تنزلق بشكل بطيء على المحور الطولي للخلية.

وبالرغم من أن ميكانيكية هذه الحركة غير مفهومة بشكل كامل حتى الوقت الحاضر، لكن ظهور بعض التراكيب الدقيقة البارزة عند منطقة الراقي raphe على شكل ألياف نحيفة تدعى tiny microfibrils جعل الباحثين يعتقدون بأنها هي الوسيلة التي تساعد الدايتومات من الحركة على سطوح الأجسام أو التربة القاعية، والشكل التالي (12-9) يبين موقع الراقي وسط جسم الخلية الدايتومية وموقع التراكيب الخاصة بالحركة منه على امتداد وسط محور الجسم.



شكل (12-9) موقع الرافي raphe وتظهر علية الليفات الدقيقة الخاصة بالحركة. مع مقطع طولي مكبر لهذه الليفات النحيفة tiny microfibrils.

وعند التمعن في هذه الصفة أي صفة الحركة الدايتومية وطبيعة تركيب الجسم والدور الوظيفي الكامل التي تقوم بها الخلية الدايتومية، يجعل منها أقرب في التوصيف والتركيب والخصائص الأخرى إلى أفراد مملكة الأوالي منه من تصنيفها أو وضعها مع المجاميع الحيوية الأخرى وخاصة الطحالب. كما أن دراسة التتابع الجيني Genome sequencing وخاصة في الدايتومات المركزية من جنس *Thalassiosira pseudonana* والذي سوف يتم التطرق إليه عند دراسة تشريح وتركيب الأوالي أظهر بأنها تختلف عن بقية الطحالب. لذلك تعتبر الدايتومات من الأوالي استناداً إلى ما طرحة الباحث هوبتاكر عام 1969 في مفهوم العوالم أو المالك الخمسة للأحياء وكما بينا ذلك في بداية الكتاب.

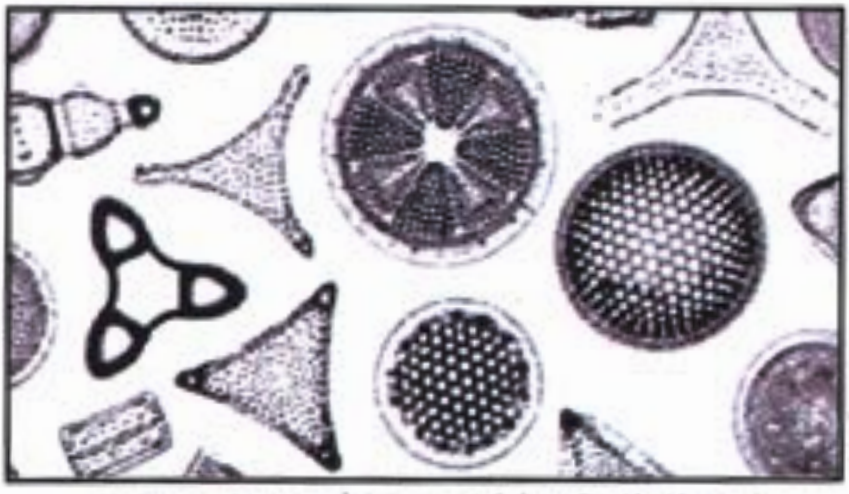
وتظم هذه المجموعة من الأحياء أكثر من 200 جنس من الدايتومات الموجودة حاليا في البيئة تتوزع على حوالي 100,000 نوع موجود فعليا على قيد الحياة. وهي في العادة أحياء مجهرية الحجم ولكن بعضها يصل إلى حوالي 2 ملم طولاً (Round & Crawford, 1990, Canter & Lund, 1995).

كما أن أفراد هذه الشعبة يظهر فيها التباين الواضح في الشكل الخارجي بالإضافة إلى التباين في الحجم، وتحاط بغلاف صلد جدا يتكون من غطائين منفصلين يتشكل معظمه من مادة السليكا

(Treguer, et al, 1995). تمثل هذه الأحياء كائنات مشتركة بين عالم الطحالب والكائنات الأولية، حيث يسميها علماء النبات بالطحالب الدايتومية Diatom algae وتوضع في النظام التصنيفي للطحالب ضمن شعبة الطحالب الذهبية phylum chrysophyta أوتعتبر طائفة كاملة بداخلها تحت تسمية طائفة الطحالب الدايتومية Class Bacillarophyta (ذرب 1990 و Bold 1973). ولكن علماء الأوالي وعلم الأحياء الحديث ووفقا لمفهوم الأوالي يضعونها ضمن مملكة الأوالي protista لأنها عبارة عن كائنات وحيدة الخلية حقيقية النواة بغض النظر عن تركيب وشكل الخلية وحجمها، وتوضع تحت تسمية الأوالي الدايتومية Diatom protista، وانطلاقا من هذا التقسيم الجديد لعالم الأحياء الذي وضعه العالم (هويتكار 1969) وكما بينا سابقا. عليه سنضع الدايتومات كواحدة من مجاميع الأوالي التي يجب أن تدرس وتوضح بشكل جيد من حيث التركيب والتشريح والتكاثر وغيرها من الخصائص التي تربطها بعالم الأوالي.

التركيب والتشريح Diatoms structure and anatomy :

تعتبر الدايتومات كائنات مجهرية organisms microscopic ولكن قسم منها يتجاوز طوله 2 ملم (Round & Crawford 1990). وهي تختلف في الشكل الخارجي وفي طبيعة محور الأغلفة وتنظيم الخيوط السايتوبلازمية والزخرفة الخارجية والتحويرات الظاهرة على غلاف الخلية وغيرها من درجات التباين وكما يظهر في النماذج المبينة في الشكل (12-10) التالي:

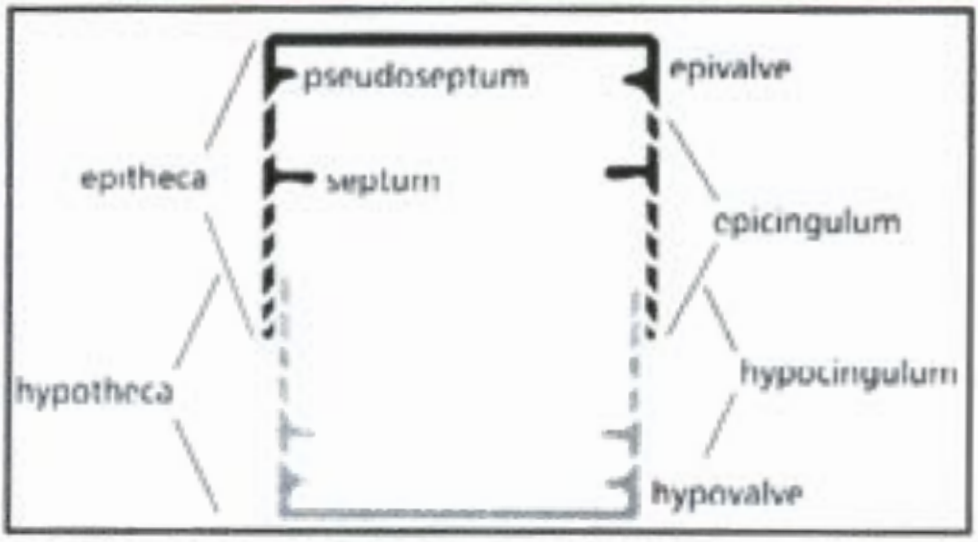


شكل (12-10) التباين في شكل الجسم في أنواع مختلفة من الدايتومات.

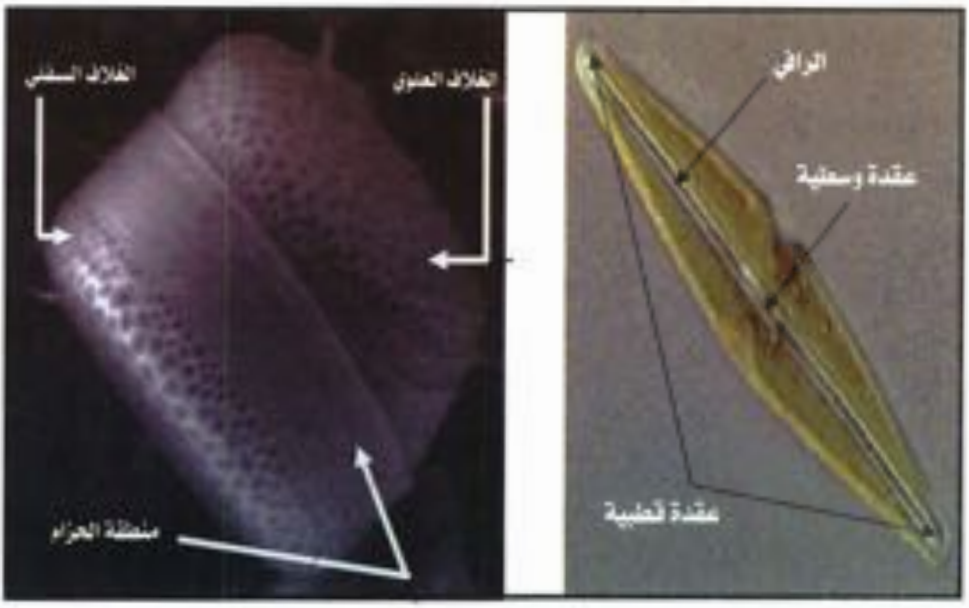
ومما يميز الخلية الدايتومية عن غيرها من الأواني التي تم شرحها في الفصول السابقة هو كون الغلاف فيها يتكون من نصفين متراكبين يتطابقان معا ويسمى النصف الخارجي بالغمد الفوقي epitheca إما النصف الداخلي hypotheaca فيسمى بالغمد التحتي، وهناك صمام يربط النصفين اللذين يتكونان من مادة السليكا عادة ويسمى هذا الشكل النهائي عادة بالمصراع Valve.

وعند فحص الدايتوم تحت المجهر يمكن ملاحظة المصراع بشكل واضح وأيضا ملاحظة الصمام من الأعلى أو الأمام و يسمى Valve View منظر سطحي، أو من أي جهة أخرى ويسمى Girdle Viewويسمى منظر جانبي، أما الشق الطولي الذي يظهر وسط جسم الدايتومات والذي يفصل محتويات النصفين العلوي والسفلي عن بعضهما فيدعى بالراقي Raphe أو (الأخدود) وان التنظيم الهندسي أو الزخرفي في مادة السليكا وغيرها من التحويرات الجسمية على مكونات الغلاف فتكون في العادة متماثلة في كلا الجزأين، وعادة ما تعتمد كصفة تصنيفية عند المقارنة بين أفراد الجنس الواحد أو الأجناس المتقاربة وراثيا.

كما أن شكل المصراع أو الغلاف النهائي قد يأخذ مظهر بيضاوي، دائري، أسري، مثلث، شريطي أو متعدد الأضلع وغيرها من الأنماط، والشكل (12-11) بين التراكيب الأساسية للخلية الدايتومية وشكل هذه الخلية في المنظر الأمامي والجانبي وموقع الراقي والعقد المركزية central nodule والعقدتين القطبيتينpolar nodules وغيرها من مكونات وشكل الخلية الدايتومية.



(أ)

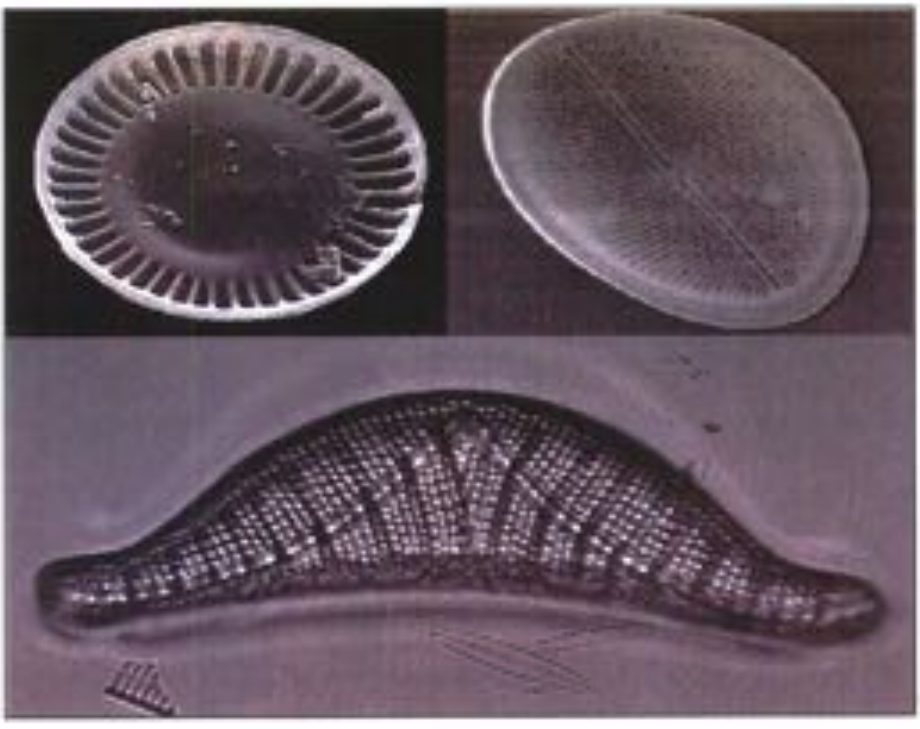


(ب)

شكل (12-11) (أ) مكونات جزيئي الغلاف. (ب) التركيب العام للخلية الدايتومية الريشية والمركزية.

وعنـد دراسـة التتـابع الجينـي Genome sequencing في الـدايتومات وجـد البـاحثون (Monsanto, et al 2005, Bowler,2005، Maheswari et al,2005) وغيرهم بـأن مجموعـة الـدايتومات المركزيـة والممثلـة بـالجنس *Thalassiosira pseudonana*، وكـذلك أفـراد جـنس *Phaeodactylum tricornutum* من الدايتومات الريشية تمتلك أفرادها تتابع جيني مميز وخاص بالدايتومات عن سواها من الطحالـب، حيـث أوضـحت الدراسـات الأولية بـأن تحديـد المناطق الوظيفية وغير الوظيفية ودور كلا منها تمتلك تتابع جيني يقدر بحوالي 1,000 وحدة ESTs في الجـنس *P. tricornutum* وتحـت التتـابع مـن ESTs كـان 12,000، وأن الجـزء المعلومـاتي EST-database الدايتومي قد مكن الباحثين من عمل دراسة تحليلية مقارنة بين التركيب الخلوي لأفراد *P.tricornutum* وبين ما هو مسجل من proteomes الكامـل في الطحالـب الخضـراء مـن جـنس *Chlamydomonas reinhardtii* والطحالـب الخمـراء مـن جـنس *Cyanidioschyzon merolae* والدايتومات المركزية من جنس *T. pseudonana*.

كما تتميز جميع أنواع الدايتومات كذلك بوجود البلاستيدات الملونة وقد تكون واحدة أو أكثر، كذلك وجود نواة واضحة، كما بينت الدراسات البيوكيميائية والفسلجية للدايتومات بأنها تخزن الغذاء في خلاياها بيئة زيوت وليكوسين. أما الدراسات التشريحية الحديثة فقد أكـدت وجـود الخيوط الشعاعية strata التي تتكون من السليكا والتي تمتد من حافة البروتوبلازم إلى الأخـدود الوسطي للخلية أو الرافي raphe، وان أعداد هذه الخيوط ضرورية جدا للتشخيص والتفريق بين الأنـواع بالإضـافة إلى الـشكل الخـارجي وطبيعـة التنـاظر. والنـماذج التالية الموضـحة في الـشكل (12-12) تبين التوزيع المختلف للخيوط الشعاعية strata في أنواع مختلفة من الدايتومات.



شكل (12-12) توزيع الخيوط الشعاعية strat في نماذج مختلفة من الدايتومات.

والخلية الدايتومية عادة ما تدرس تحت المجهر وذلك لصغر حجمها كما بينا سابقا من جهة ولزيادة التوضيح من جهة أخرى، وقد بينت الدراسات المهجرية بأنها تمثل مادة جيدة للدراسات الخلوية، وذلك لكون الخلية الدايتومية تمتلك مجموعة كبيرة من الأجزاء والتكوينات الجيدة الوضوح والمسماة frustule خاصة عندما يزال الغلاف أو الغطاء الخارجي لها باستخدام بيروكسيد الهدروجين Hydrogen peroxide ولكن بطريقة دقيقة للمحافظة على الشكل العام للتراكيب الداخلية، ومن الأجناس التي يمكن فيها ملاحظة التركيب التفصيلي لتكوينات الغلاف والخيوط الشعاعية والصبغات الصفراء البنية للكلوروبلاست هي جنس *Coscinodiscus* من الفائيات المائية كبيرة الحجم وكما في الشكل (12-13).

شكل (12-13) صورة مكبرة لجنس *Concinodiscus* توضح تركيب الغلاف والخيوط الدايتومية وتوزيع الصبغات في البروتوبلاست.

تقسيم الدايتومات: Diatoms classification

تضم الأوالي الدايتومية حوالي 100,000 نوع حيّ موزعة في مختلف البيئات، لذلك خضعت عملية تصنيفها إلى اجتهادات عدة، إلا أن تصنيف الدايتومات يعتمد بالدرجة الأساسية على ترتيب الجدار وشكله العام ونوع التناظر النهائي لجسم الخلية والتتابع الجيني وطبيعة الحركة وغيرها من الأسس الخاصة بكائنات هذه المجموعة من الأوالي (Wallace, 2008). ويسمى الجدار مع محتواه من البروتوبلاست Frustulla، وقد صنفت الدايتومات على أساس شكل الغلاف وتركيبه ونوع الزخرفة فيه إلى مجموعتين، الأولى شعاعية التناظر والثانية جانبية التناظر، وبعد دراسات مستفيضة توصل بعض العلماء أمثال (Chapmam & Chapman 1973, Reimann 1960). إلى تقسيم الدايتومات إلى صف أو طائفة واحدة هي طائفة الدايتومات Diatomophyceda وتشمل رتبتين هما:

1- رتبة الدايتومات الريشية **Order: Pennales** وتمتاز أفرادها والتي تدعى أحياناً pennales بتناظر جانبي Bilateral symmetry وتتكاثر لاجنسياً بالانشطار، وجنسيا بواسطة جيتات

أميبية متماثلة amoeboid gamets، وتتحرك إفرادها بالحركة الانزلاقية gliding motion وأفرادها تتواجد في الغالب إما ملتصقة أو في الترسبات الطبقية أو في التربة الرطبة.

2- رتبة الدايتومات المركزية **Order: Centrales** أو Centrobacillariophyceda وهي دايتومات ذات تناظر شعاعي radially symmtrical وتتكاثر بالانشطار لاجنسيا، أما التكاثر الجنسي فيها فيكون بواسطة الأمشاج غير المتماثلة anisogamy أو بالتكاثر البيضي odogamy وتكون أمشاج ذكرية متحركة motile mede وهي في الغالب من الفوائم البحرية.

أما الباحثان (Round & Crawford, 1990) فيشيران إلى أن الدايتومات ممكن أن تقسم إلى ثلاثة طوائف هي:

1- طائفة الدايتومات المركزية Class: Centric diatoms وتدعى كذلك Coscinodiscophyce(da).

2- طائفة الدايتومات الريشية (عديمة الراقي) Class: Pennate diatoms with out raphe وتدعى (Fragilariophyceda).

3- طائفة الدايتومات الريشية ذات الراقي Class :Pennate diatoms with raphe وتدعى كذلك (Bacillariophyceda).

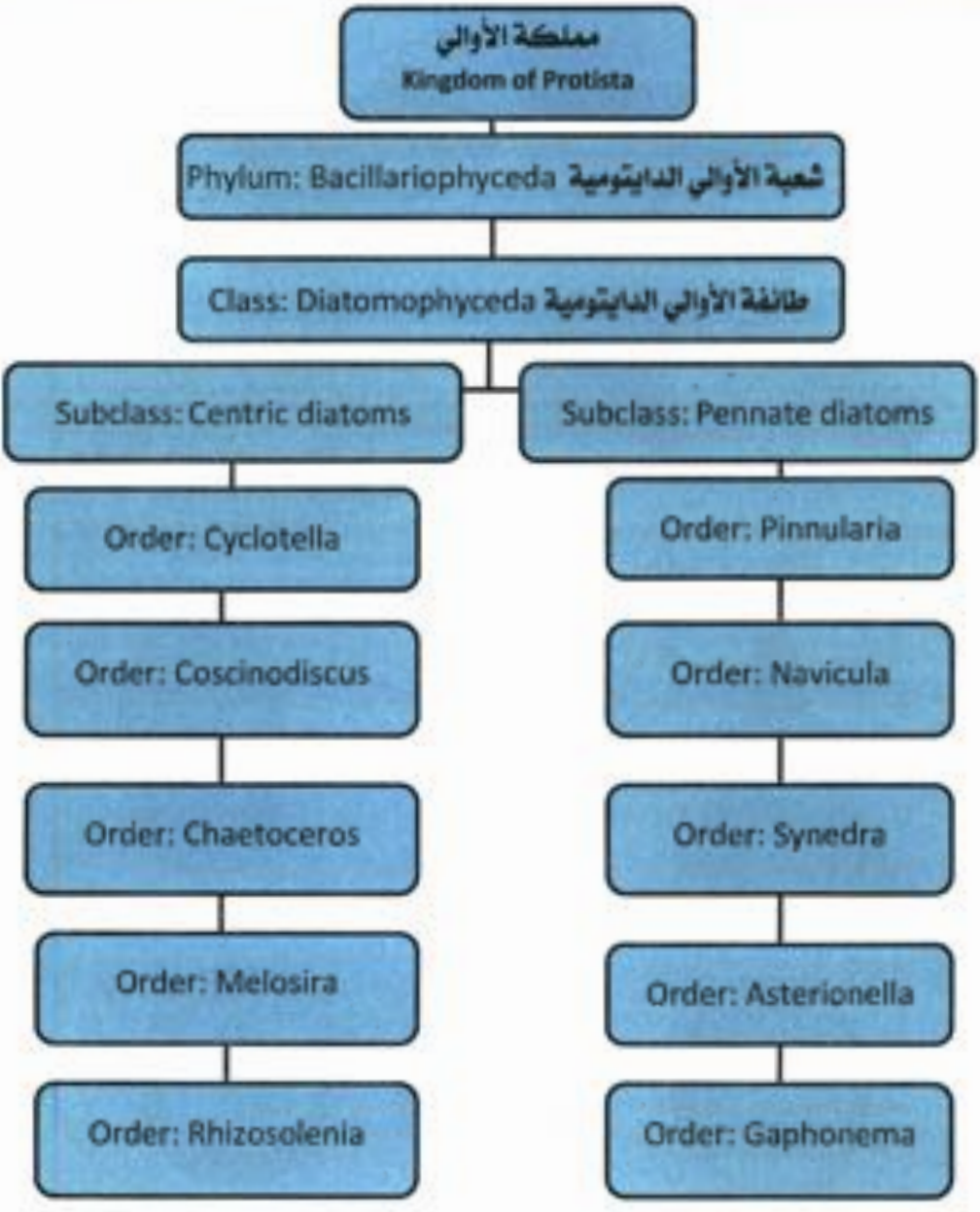
أما الباحثون (Hoek et al. 1995) فقسموا الدايتومات إلى طائفتين أو قسمين Class رئيسين هما:

1- طائفة الدايتومات الريشية Class: Pennate diatom والتي تسمى أيضا Pennatibacillariophyceda, أو (Pennales) وهي تظهر تناظرا جانبيا bilateral symmetry كما في الأجناس Epithemia smithii وPinnularia وهي في الغالب من دايتومات بيئة المياه العذبة freshwater habitats.

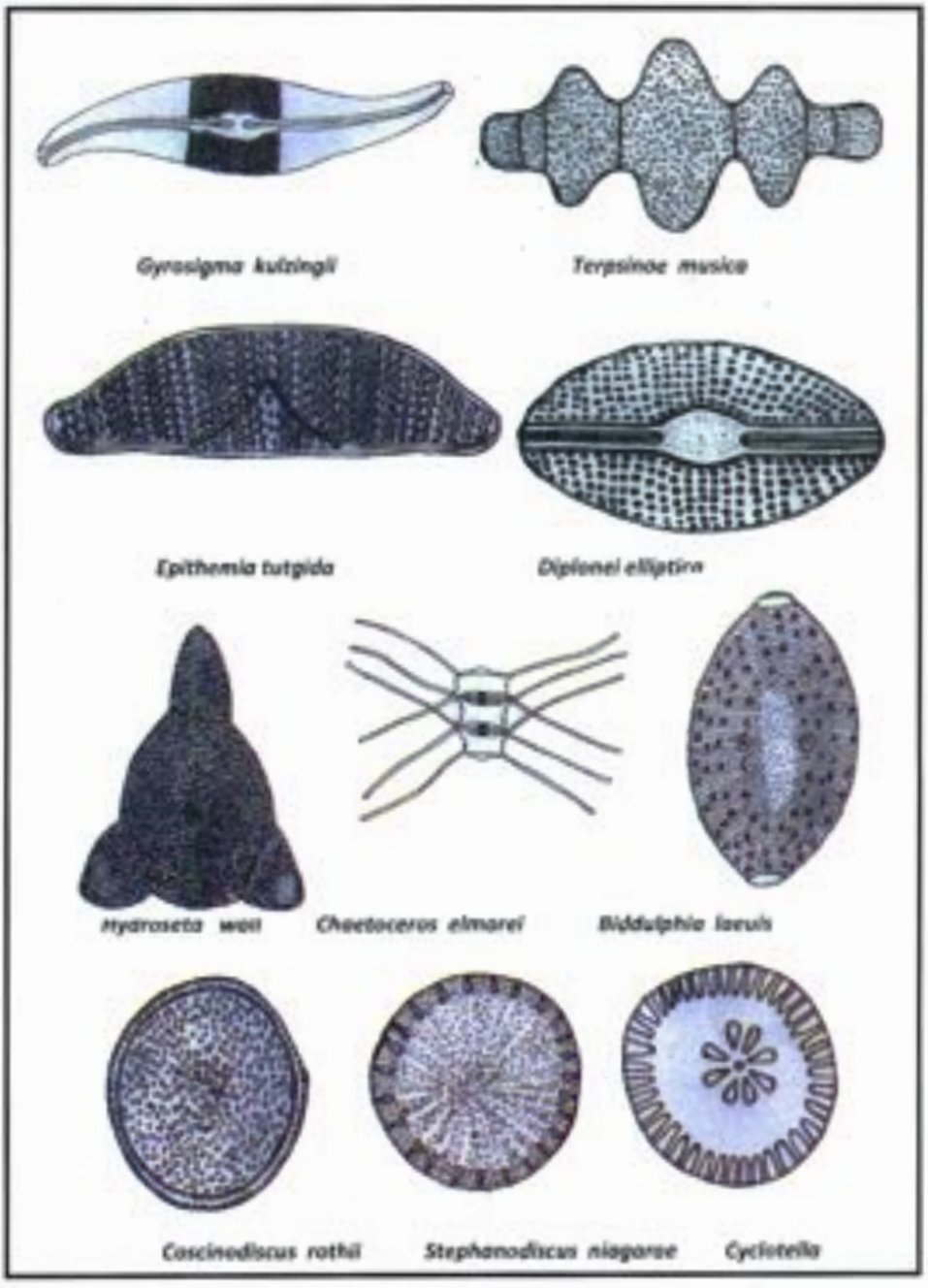
2- طائفة الدايتومات المركزية Class: Centrate diatoms وتسمى أيضا Centrobacillariophyceda أو (Centrales) وهي عامة كائنات شعاعية التناظر radially symmetrical ومن أمثلتها Melosira وهي من دايتومات المياه المالحة marine habitats. وهذا التقسيم هو الأكثر استخداما في المراجع العلمية.

وعموما سوف نتبع التصنيف المبين في المخطط (12-14) التالي، لتماشيا مع منهجية الكتاب وسهولة ترتيب المعلومات:

والشكل (12- 15) يمثل نماذج مختلفة من كلا الطائفتين من هذه الدايتومات.



شكل (12-14) مخطط تقسيم الأوالي الدايتومية.



شكل (12-15) نماذج مختلفة من الدايتومات الريشية والمركزية.

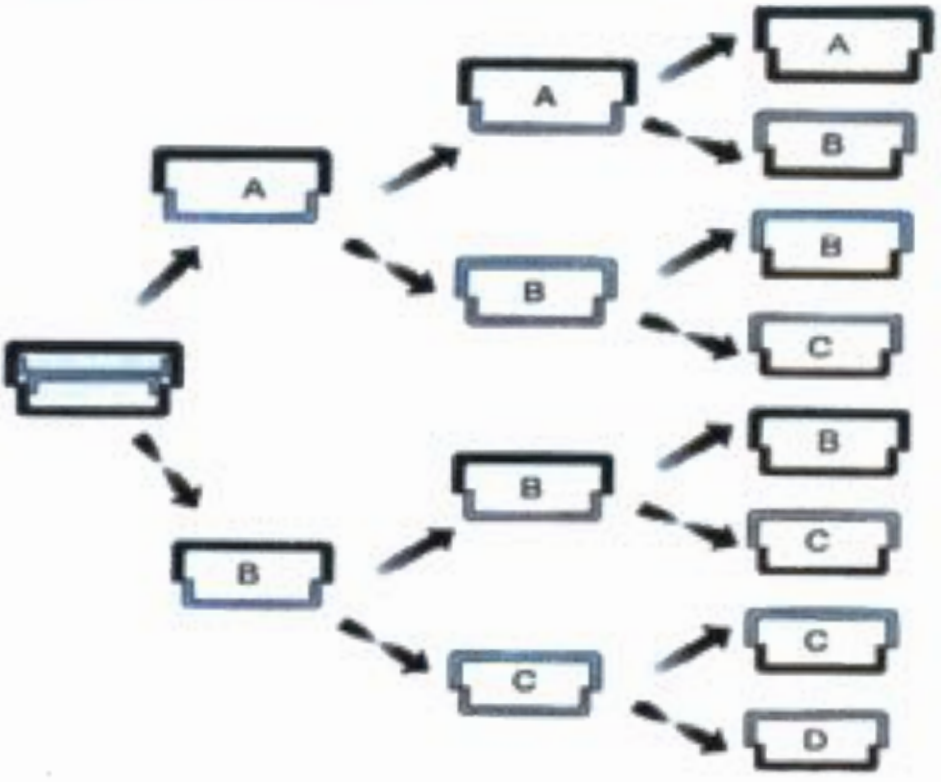
دورة الحياة والتكاثر في الأوالي الدايتومية:

تتميز دورة الحياة وطريقة التكاثر في الأوالي الدايتومية عن غيرها من الطحالب وهذا ما يدعم كذلك قربها من طبيعة الحياة والتنظيم العضوي في عالم الأوالي منه في عالم الطحالب، وعند متابعة هذه الدورة نجد أن هنالك نمطين من التكاثر تلجأ إليهما الخلايا الدايتومية الناضجة متميزين وخاصين بهذه المجموعة من الأحياء وهما:

(1) التكاثر اللاجنسي بانشطار البروتوبلاست :Protoplast division

وفي هذا النمط التكاثري يحصل انقسام لكتلة البروتوبلاست كاملة إلى جزأين يأخذ كل جزء منهما شطر من الغلاف المصراعي إما الجزء العلوي epitheca أو الجزء الأسفل hypotheca من الغلاف، يبدأ كل جزء بالنمو ويكون مصراع آخر جديد بعد فترة قصيرة من الزمن لكي يكتمل غلاف الجسم، وكنتيجة لعملية التكاثر فأن الخلايا الجديدة تنزع من عملية إكمال الحجم وهذا يعتمد على نوع وشكل الدايتومة نفسها، ولكن بعض الدراسات قد أشارت إلى أن إحدى الدايتومات البنوية daughter cell قد تصبح من 8- 10 مرات اكبر حجما من شقيقتها الناتجة من الانشطار (Hasle et al, 1996). وعند المقارنة مع بقية الأوالي ومعظم الكائنات الأخرى التي يحصل فيها الانقسام المباشر بطريقة الانشطار الثنائي، نجد انقسامات نووية أو استطالة وانقسام النواة ثم يتبعه انشطار تدريجي السايتوبلازم ولم نلاحظ ذلك في الدايتومات.

والشكل (12- 16) التالي يبين مراحل الانشطار المتعاقب وتكون أعداد جديدة من الدايتومات من الخلية الأم.



شكل (12-16) مراحل الانشطار الثنائي في الأوالي الدايتومية.

عن (Frank Jochem,2007).

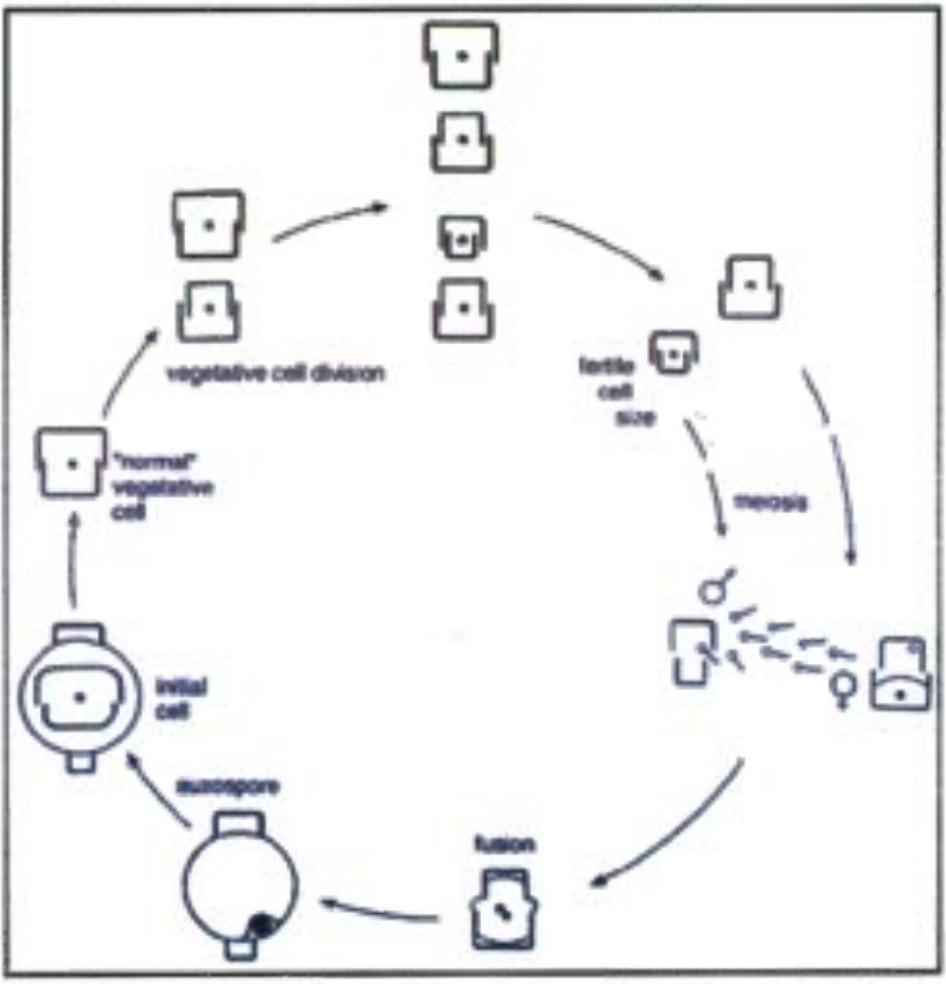
(2) التكاثر الجنسي بتكوين اللاقحات Zygotes.

ويحصل هذا النمط بشكل غريب ومتميز في عالم الدايتومات حيث يحصل أن تخرج كتلة البروتوبلاست كاملة من غلاف الخلية وتتحرك حركة أميبية بحثاً عن كتلة متحركة من خلية أخرى، وتسمى هذه الكتل افلامية بالأمشاج المتحركة motel mede ويتصرف كلا منها كأمشاج ذكرية وأنثوية وينتج عن ذلك مندمج خلوي يسمى اللاقحة (Zygote) ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n). وبذلك تتميز دورة الحياة بما يلي:

- الخلية الخضرية vegetative cells تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية diploid وتعاني من

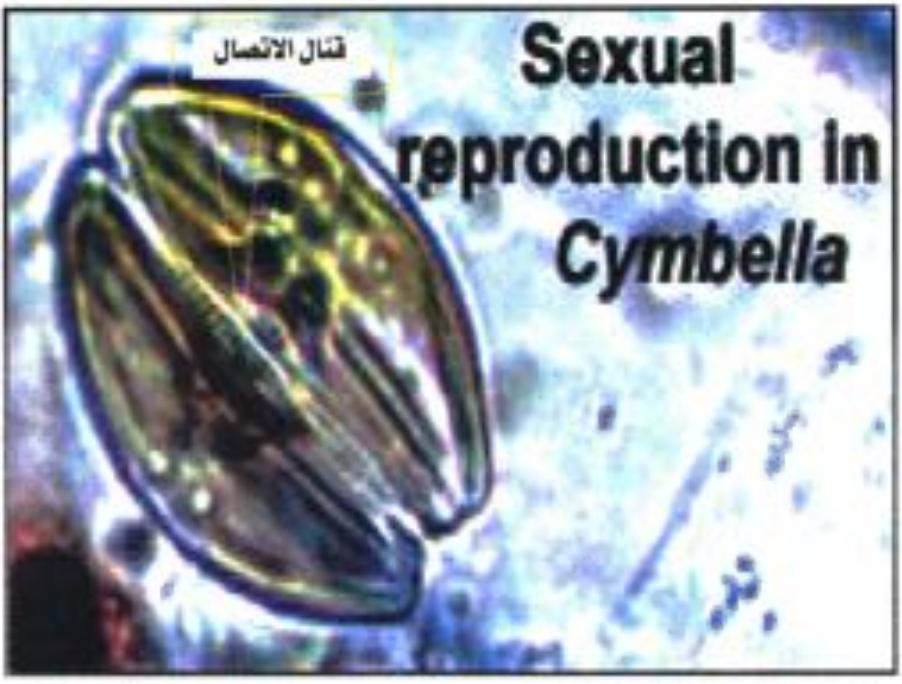
انقسام مشيجي مباشر متضاعف diplontic gametic meiosis ينتج عنه جيتات أو أمشاج تحمل نصف العدد الكروموسومي.

- الدايتومات من نحت طائفة ريشية الشكل تكوّن جيتات متماثلة isogamous لا يمكن تمييز الذكرية منها عن الأنثوية، بينما الدايتومات المركزية فتكون الأمشاج فيها من النوع البيضيّ Oogamous ومتباينة وتتميز إلى صغيرة ذكرية وكبيرة أنثوية.
- تلجأ أغلب الدايتومات إلى التكاثر الجنسي عندما تكون متقدمة في العمر، ولربما يكون ذلك كوسيلة من وسائل المحافظة على النوع وتقوية الخصائص الوراثية، وقد تم ملاحظة أن الخلايا الكبيرة في الحجم هي التي تتصرف وكأنها خلايا أنثوية الصفات بينما الصغيرة فتحمل الخصائص الذكرية في عملية التكاثر.
- الخلايا الأنثوية الواقعة تحت متغيرات الانقسام الاختزالي الأول meiosis I وحركية السايتوبلازم (غير المتناسقين) تنفتح تدريجياً وتمر بانقسام اختزالي ثان Meiosis II غير متناسق كذلك وينتج عنه خلية بيضية واحدة.
- بينما الخلايا الذكرية فتمر بعدة انقسامات مباشرة mitotic divisions وسريعة وتعطي ثمانية خلايا صغيرة ذات غلاف خلوي كامل، تنمو داخل هذا الغلاف وتمر بمرحلة انقسام اختزالي متكرر بحيث تعطي كل خلية أربعة أمشاج متحركة تسمى spermatozoids.
- تكون هذه spermatozoids صغيرة جدا، تمتلك سوط مفرد متميز نحيف جدا ولا تحمل أية نوع من الكلوروبلاست، تتحرك هذه الأمشاج السوطة نحو الخلايا البيضية الكبيرة ويحصل التخاصب وينتج عنة لاقحة تنمو بسرعة كبيرة وتكون لنفسها تركيب بوغي محاط بغلاف من السليكا يدعى auxospore.
- الخلية البيضية الناتجة تنفتح وتفرز كتلة البروتوبلاست frustules، وبالتالي يكون الإخصاب وتكوين الخليّمة أو الكتلة السفلية papilla مكشوف لاستقبال الأمشاج الذكرية المتحركة spermatozoids وكما في الشكل (12-17).



شكل (12-17) مراحل التكاثر الجنسي في الدايتومات (Hasle et al, 1996) .

- في بعض الحالات تقوم الخلايا الفتية الناتجة من التكاثر المذكور والتي تدعى بالخليات السفدية a copulation papilla بالارتباط مع بعضها بطريقة مماثلة للاقتران conjugation ينتج عنها ذوبان تدريجي لمنطقة الاتصال في الأغلفة اللزجة، وتتكون من جراء ذلك قنال تتبادل الخليتين من خلالها المادة البروتوبلازمية والتخصيب النووي كحالة من تقوية الخصائص الوراثية وتحسين النوع الحيوي، كما يحدث في بعض أفراد جنس Cymbella والموضحة بالشكل (12-18) التالي.



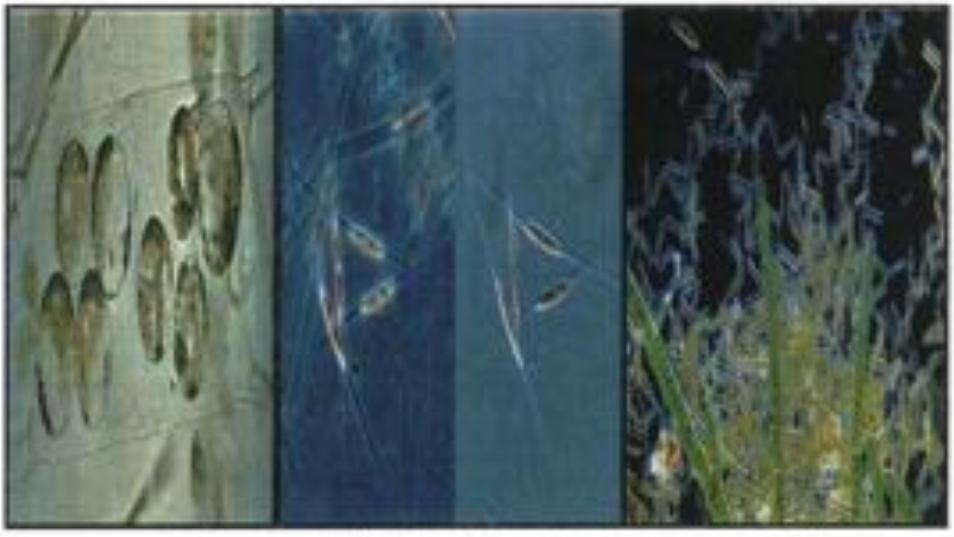
شكل (12-18) حالة الاقتران بين أفراد جنس *Cymbella* يبين تكون قنال الاتصال والتبادل بين محتويات بروتوبلاست الخليتين.

- يحصل الاندماج الخلوي بين الخليتين المندمجتين بالكامل، ولكن الأنوية أحادية المجموعة الكروموسومية haploid nuclei تبقى منعزلة حتى مرحلة تشكل اللاقحة zygote الناتجة من الاندماج، ومن ثم يتكون auxospore ويبدأ تدريجياً بتكوين الغلاف ذات السليكا ويتحول إلى فرد ثنائي المجموعة الكروموسومية.
- يتم التكاثر بشكل منتظم ويكتمل عندما تنفصل الخلايا عن بعضها وتقوم بإفراز غلاف لزج يمثل بداية تكوين الغلاف السلكوني النهائي.

البيئة والتوزيع:

تظم الدايتومات أكثر 200 genera جنس من الدايتومات الموجودة حالياً في البيئة تتوزع على حوالي 100,000 نوع موجد فعلياً على قيد الحياة وهي في العادة أحياء مجهرية الحجم، ولكن بعضها يصل إلى حوالي 2 ملم طولاً (Round & Crawford, 1990, Canter & Lund, 1995). وفي

العادة تنتشر هذه الأوالي إما بشكل هائمات Planktonic diroms في بيئة المياه الجارية من الأنهار والبحار والجداول والقنوات والممرات المائية المختلفة، أو في بيئة المياه الساكنة من بحيرات وخزانات مياه وبرك بيولوجية وواحات وعيون وآبار وغيرها، ومن أمثلتها الأجناس التالية *Nitzschia, Melosira, Calonies, Diplonesis* وغيرها (Furnas, 1990) وإما الدايتومات التي تعيش في التربة فتواجد بأراضي المناطق المعتدلة النائر أو القلوية والأراضي الرطبة ومن أكثر أجناسها تواجدا *Cymbella, Navicula, Surirella* (Schieber, et al 2000) أو توجد هذه الأحياء ملتصقة على الصخور وعلى جوانب الممرات المائية أو على أجزاء النباتات المائية الكبيرة حيث تتجمع على شكل كتل هلامية أو جيلاتينية القوام كما في حالة الأجناس *Cocconies Cymbella, Diatoxma*. وغيرها (Round, 1980, Rermann, 1960.) كذلك وجدت في الغابات المطرة على أوراق الأشجار، وتعيش الأوالي الدايتومية كما بينا سابقا بصورة منفردة ls dated أو تشكل مستعمرات colonial داخل غلاف مشترك، أو تلتصق على الطحالب الخيطية الكبيرة والنباتات المائية المختلفة، كما وجد البعض منها ملتصقا على الرواسب القاعية والصخور والأجسام الصلبة في البيئة المائية. والشكل التالي يبين بعض حالات توزيعها.



شكل (12- 19) نماذج من أنماط انتشار وتوزيع الأوالي الدايتومية في المياه.

وتعتبر الدايتومات من الأوالي حرة المعيشة ذاتية التغذية النباتية الكاملة Holophytic nutrition، حيث يساعد وجود الصبغات التمثيلية من اليخضور a, c بالإضافة إلى الكاروتينات والزانثوفيلات على القيام بعملية التثبيت الضوئي.

وفي العادة تنتشر هذه الأوالي إما بشكل هائمات Planktonic diroms في بيئة المياه الجارية من الأنهار والبحار والجداول أو في بيئة المياه الساكنة من بحيرات وخزانات مياه وبرك بيولوجية ومن أمثلتها الأجناس التالية *Nitzschia, Melosira, Calonies , Diplonesis* وغيرها، أما الدايتومات التي تعيش في التربة فتتواجد بأراضي المناطق المعتدلة التأثير أو القلوية ومن أكثر أجناسها تواجدا بالأراضي Cymbella, Navicula, Surirella. أو توجد هذه الأحياء ملتصقة على الصخور وعلى جوانب الممرات المائية أو على أجزاء النباتات المائية الكبيرة حيث يتجمع على شكل كتل هلامية أو جيلاتينية القوام كما في حالة الأجناس *Cymbella ,Diatoxma ,Cocconies* وغيرها (Treguer, et al, 1995 ،Round,1980, Remann,1960). ومن أشهر أجناس الدايتومات المعروفة في مختلف مناطق العالم الأجناس التالية *Melosira , Stephanopyxis , Coscinodiscus , Chaetoceros, Sceletonema Fragilaria , Odontella , Bacillaria , Navicula , Nitzschia , Cylindrotheca Gyrosigma , Surirella*

عوامل توزيع الأوالي الدايتومية:

يعتمد توزيع الأوالي الدايتومية كما يشير إلى ذلك الباحثون (Canter and Lund, 1995, Mann, 1999.Siever,1991,) وغيرهم في جملة من الدراسات التي تناولت فسلجة وحركية وتوزيع هذه الأحياء وعلاقته بمختلف العوامل البيئية المحيطة، أو بالخصائص التركيبية المختلفة والتحويرات الجسمية التي حصلت لأفرادها كحالة من التكيف التطوري مع مجمل المتغيرات التي رافقت التأريخ التطوري للدايتومات بشكل خاص وما حصل من متغيرات للمجتمعات الحيوية الأخرى، وقد توصلت هذه الدراسات إلى أن هذا التوزيع والانتشار يعتمد على العوامل التالية:

1- درجة الحرارة: تتفاعل هذه الأحياء بشكل مباشر مع درجات الحرارة فمنها ما يفضل المياه منخفضة الحرارة أو الباردة كما في الأجناس *Cymatopleura* و *Entomoneis* ، وهذا نجدها منتشرة في بيئة المناطق الباردة في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية، وعلى العكس منها ما ينتشر

بشكل واسع في المياه الدافئة والحارة كما في معظم الدياتومات الموجودة في المياه الاستوائية ومياه آسيا وأفريقيا والمياه الهندية والاسترالية وغيرها، فعلى سبيل المثال تم تشخيص أكثر من (593) نوع في المياه العراقية الساكنة منها والجارية ومن أهمها الأجناس *Cyclotella* و *Melosira* (مولود وآخرون 1990).

شكل (12-20) أجناس *Entomoneis* ،*Cymatopleura* من دايتومات المياه الباردة.
عن (Bowling Green State University Center,2007).

2- تيارات الماء **Water Circulation** : أثبتت الدراسات البيئية بأن وفرة وحجم وكثافة الدياتومات تتأثر بشكل واضح بنوعية التيارات المائية وطبيعة الأمواج الساحلية وطريقة اختلاط المياه كما في بيئة المصبات بشكل خاص، ومن الأدلة على تغير كثافة وحجم الدياتومات هو ما يحصل من التغيرات التي ذكرناها خلال حصول عملية الانبثاق القاعي upwelling واختلاط مياه القاع وأفضل الدورات البحرية خلال فترة الأنجماد وعندما يحدث ما يسمى sea level dropped كما بينت الدراسات بأنها تختلف تأريخ تطوري متشابه عبر الزمن مع شكل وحركة التيارات في المحيطات وطريقة وحركة الأقطاب للمنطقة القاعية.

3- **عامل ضوء الشمس Sunlight**: لكون الدايتومات تعتمد على ضوء الشمس لغرض القيام بعملية البناء الضوئي لذلك فأنها تتحدد في المعيشة في المنطقة المضيئة من الماء، وفي أحسن الأحوال نجدها في عمق لا يتجاوز 200 متر في بيئة المحيطات والبحار والمياه الأخرى العميقة.

4- **مقدار التحمل Tolerance** : للملوحة والمغذيات: كما يحصل في الأنواع التي تعيش في المياه المولحة أو قليلة الملوحة brackish water أو المياه الضحلة *Shorelines* بسبب ضعف تحملها لخاصية الملوحة وبعض المتغيرات الكيميائية للمياه، هذه المواطن الضيقة في متغيراته مع ما يتناسب مع حساسية مجتمع هذه الأحياء.

5- **طبيعة غلاف الدايتومات**: يعتبر غلاف هذه الأحياء ثقيل بشكل متميز وخاصة بعد موتها لذلك تتساقط بسرعة نحو القاع المائي، وعند نزولها تقوم بسحب الكربون من المياه السطحية وتحوله إلى رواسب قاعيه sediments.

استخدام الدايتومات في التطبيقات الحيوية:

تحتل الأوالي الدايتومية أهمية بيئية وحياتية كبيرة في علم الأحياء بشكل عام ودراسة علم الأوالي وتطبيقاته بشكل خاص، وتأتي هذه الأهمية من خلال ما تتمتع به هذه المجموعة من الأحياء من الخصائص والمساهمات الحياتية والصناعية التالية:

- تساهم الدايتومات وخاصة البحرية منها بتشكيل الكتلة الحيوية الأكبر من العوالم البحرية وخاصة في البيئات المفتوحة.
- تساهم الدايتومات بدورة ثاني أو كسيد الكربون حيث يشير الباحث Thomas Mock من جامعة Washington إلى أن حوالي 40٪ من الكربون العضوي المطروح في مياه البحار يعود إلى نشاط الدايتومات.
- تساهم الدايتومات في استخدام تقنية موحدة لتقدير paleosalinity, paloedepth والمغذيات في المناطق المختلفة الأعماق خلال الأزمان الجيولوجية المختلفة نتيجة لامتلاكها تراكيب جسمية تحتفظ بقوامها لفترات زمنية كبيرة وبدرجة عالية من التحسس، حيث تقدر أعمار الريشية منها بحوالي 70 مليون سنة بينما المركزية فتقدر بحوالي 120 مليون.

- تحتل الدايتومات أهمية كبيرة في الإنتاج الحيوي حيث تقدر مساهمتها بأكثر من 45٪ من مجمع الإنتاجية المائية الأولية primary production وبشكل خاص في البيئة البحرية.
- تعتبر مصدر مهم من المصادر الغذائية المهمة في السلاسل المائية بشكل خاص حيث تكون غذاء مفضل لعديد من الأوالي والقشريات والأسماك الصغيرة وغيرها من الأحياء المائية.
- تساهم في التوازن البيني بين O_2 و CO_2 وذلك من خلال مساهمتها في تثبيت وإنتاج الأوكسجين من خلال كونها تشكل كتلة حيوية مهمة ضمن المنتجات الحيوي في البيئات المائية المختلفة حيث تشير الدراسات على أنها مع بقية الطحالب تساهم بحوالي 70٪ من الأوكسجين في البيئة.
- تعتبر كواشف حيوية في تحديد نوعية المياه في الأبار والعيون بشكل خاص، حيث أن البروتينات المتميزة في تركيبها في الدايتومات، بحيث يمكن الكشف عنها أو متابعتها عندما تكون الدايتومات عالقة أو ذائبة في عمود الماء.
- تركيب الجدار السليلوزي للدايتومات والبروتينات الخاصة فيها يمكن أن تساعد في الاستخدام البيوكيميائي والبناء الجزيئي والدراسات الوراثية في متابعة التتابع الجيني في الكائنات المجهرية وذلك لسهولة تربيتها معمليا مقارنة مع البكتريا.
- الكثافة العالية للدايتومات تجعلها تساهم بشكل جوهري في خفض الايونات القليلة من البوتاسيوم والصوديوم والكلور في المياه التي تنمو فيها وتقلل من عسرتها بشكل ممز خاصة في المياه العذبة.
- نتيجة لامتلاكها أغلفة تحتوي على السيليكات المرتبطة مع جزيئات الماء بحيث تعطي بقاياها المتساقطة مواد صلدة جداً في الترسبات القاعية (التربة القاعية) تستخدم في صناعة مواد المرفعات والفلتره وفي تغليف أبدان الأفران الحرارية وكذلك في مواد الفشط ومعاجين الأسنان وغيرها من الاستخدامات الصناعية.

الفصل الثالث عشر

بيئة وتوزيع الأوالي

- العلاقة التطورية بين البيئة والاوالي
- أوالي البيئة البرية
- أوالي البيئة المائية
- أوالي منطقة الجرف القاري والسواحل البحرية
- أوالي المنطقة السطحية للضيئة
- أوالي بيئة المصبات
- أوالي منطقة المستنقعات والأهوار البحرية والبحيرات
- أوالي البيئة القاعية
- أوالي البيئات الخاصة

الفصل الثالث عشر

بيئة وتوزيع الأوالي

العلاقة التطورية بين البيئة والاوالي:

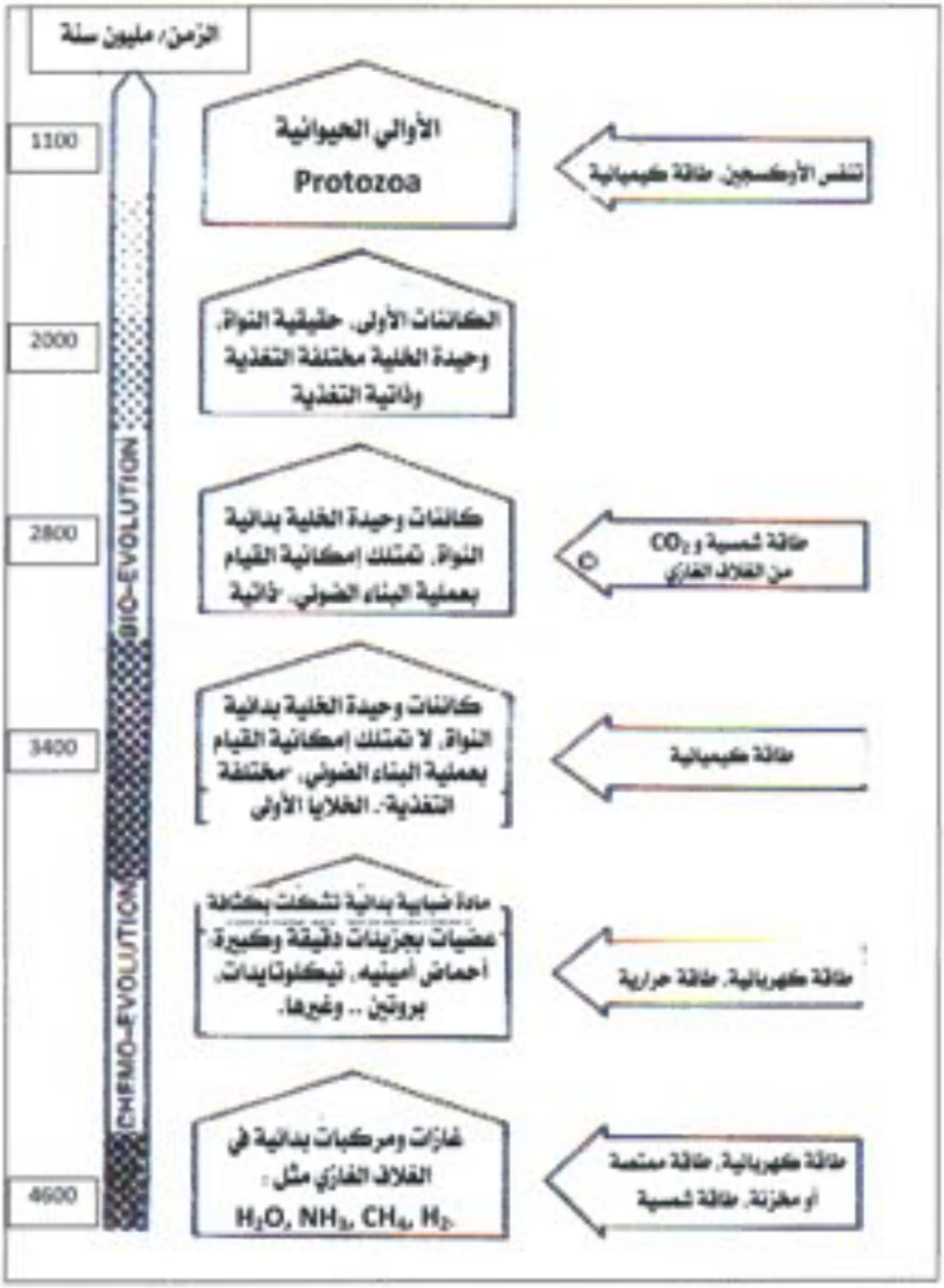
يشير الباحثون (Lehmannn & Hillmer 1983 وSmith 1938) إلى أن الأوالي من أول الكائنات التي ظهرت في البيئة حيث تشير البدايات إلى أنها كانت من كائنات عصر الكمبري الذي يقدر عمره بحوالي 570 سنة والتي امتدت إلى أكثر من 120 مليون سنة وقد استندت هذه الدراسات إلى دراسات دلائل التطور وتكوين الحفريات عن الحياة القديمة حيث يمثل السجل الحفري عن الماضي أقوى الأدلة وأكثرها مباشرة عن التطور حيث يعتبر هذا السجل من الأدلة التي دفعت دارون وشجعته إلى بناء فكرة جدية لدراسة ووضع المبادئ الأساسية لعلم التطور، حيث تعتبر الحفريات عبارة عن تغيرات متتابعة في الحياة من حقبة جيولوجية إلى أخرى وتوزيع السالف للأراضي والبحار وتصور منطقي عن البيئة القديمة (Gray & Shear, 1992).

لذلك عرف الباحث هكيان ومساعدوه الحفرية أو الأحفورة بأنها عبارة عن بقايا حياة الماضي المكشوفة من القشرة الأرضية وهي لا تشير إلى جزء معين فقط من الكائن المفترض بل تعطي دلالات عن طبيعة معيشته وحتى ما يترك من مخلفات. لأن الطريقة التي تتكون فيها الأحفورة هي الدفن السريع للحيوانات تحت رواسب تحمل مياه المنطقة وهذه الطريقة مهمة جدا في كونها تبطئ أو تمنع تحلل مكونات الجسم عن طريق الأكسدة أو الذوبان أو بفعل الأحياء المجهرية المحللة وهذا وجد الباحثون في مجال الجيولوجيا الحيوية إن هذه الرواسب عبارة عن طبقات متراكبة متعاقبة زمنيا من الطبقة السفلى إلى العليا تصاعديا وفي كل طبقة من هذه الطبقات وجد أن الحفريات المتنوعة من الأحياء ومنها الأوالي ترتبط بنوعية الطبقات، وخير دليل على ذلك ما ظهر من تفسيرات من قبل العلماء (جولد 1972 و ويلامسون 1981) لما يسمى بالأحداث التطورية السريعة والأحداث التطورية الكبيرة حيث وجد الباحث الأول إن معظم الأنواع تعيش من 5-10 مليون سنة قبل أن تنقرض وأنها تتغير مظهريا بدرجة بسيطة جدا قبل ذلك، وان عملية تكون الأنواع في مجتمع حيوي

صغير متعزل لمدة 50 ألف سنة لا تمثل سوى 1% أو اقل من امتداد حياة هذا النوع، أما الباحث ويليامسون فقد اثبت من خلال دراسات أجراها على طبقات حفرية على عمق 400 متر بالقرب من بحيرة (تيركانا) بأن شكل القشرة في حوالي ثلاثة عشر جيل من الفواقع الموجودة في الترسبات السميكة لهذه الطبقات تشبه القشرة للأسلاف القديمة مع تحويرات بسيطة واثبت أن هذه التقاطعات من 5- 50 ألف سنة في الأمتار القليلة من هذه الرواسب (Hickman & Hickman 1988).

ولكون أن أغلب الأوالي الحرة المعيشة في المياه البحرية أو العذبة هي من الأوالي التي تحتوي الأغلفة مثل المخرمات والخيشبكيات وثنائية الأسواط الدوارة فإن العلماء (Tuttle et al 1983 Head 1987 ، Lehmanns & Hillmer 1983) وغيرهم يؤكدون على إن الدراسات البيولوجية الحديثة للصخور المختلفة وعلم الأحفوريات والدراسات البيئية قد أثبتت بالتطبيق العملي من خلال تقدير عمر الأرض والطبقات الرسوبية وعمر التحجرات والأغلفة بأن الأوالي واحدة من الأحياء القديمة جداً، وأنها كذلك تعتبر من الكائنات الناجحة بيئيا من خلال انتشارها في معظم بيئات العالم وبشكل خاص في قاع البيئات البحرية أو الأرصفة والجرف القاري ومختلف الصخور الموزعة في مختلف مناطق العالم، حيث وجد أن قشور هذه الأحياء وأغلفتها أو هياكلها الكاملة تشكل نسبة كبيرة من مكونات هذه المواقع.

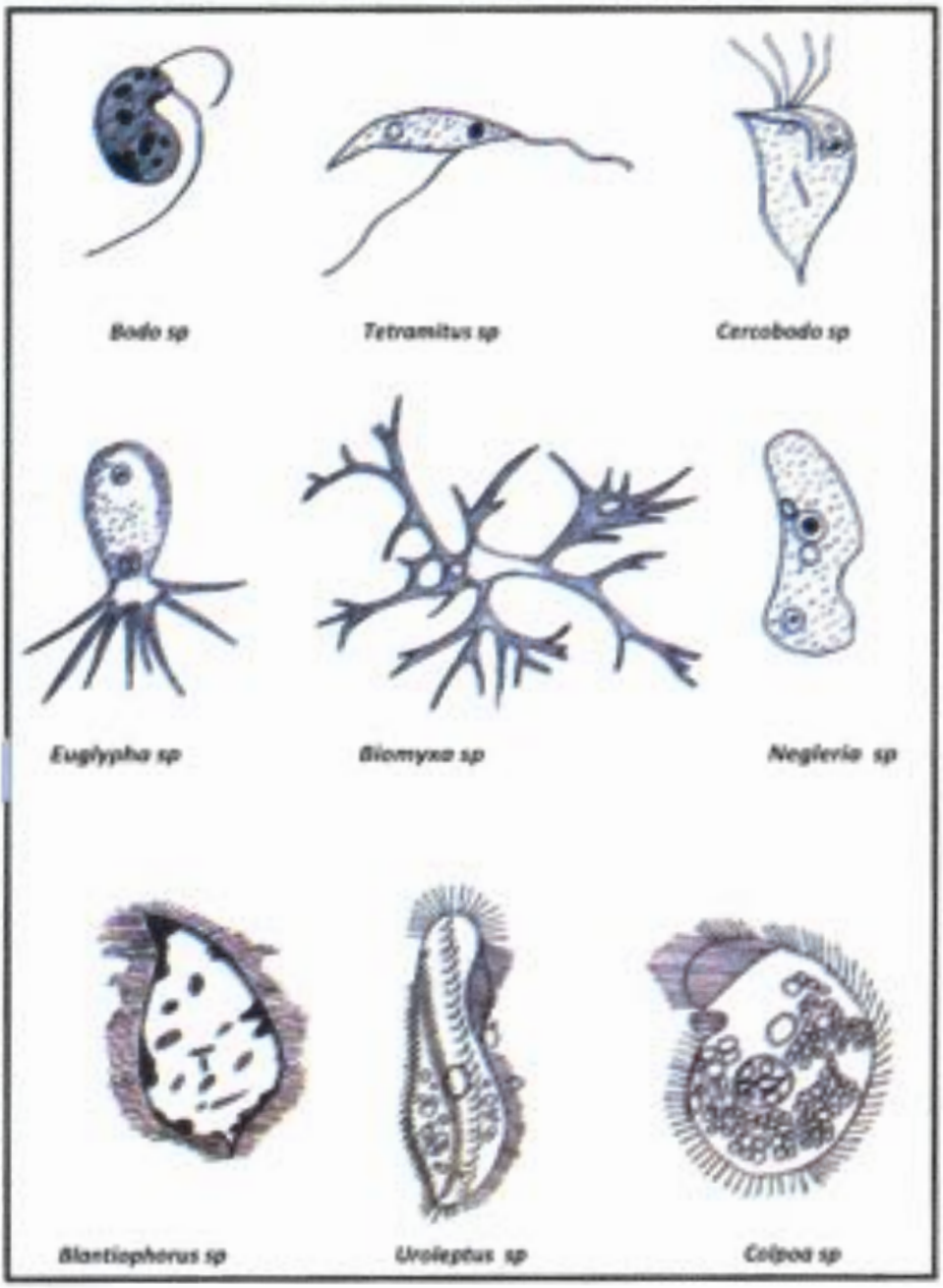
ويؤكد الباحثون كذلك بأن هذه الكائنات قد ظهرت في البيئة المفتوحة سواء البرية منها كأوالي التربة أو المائية كما في أوالي البيئات العذبة والبحرية والمواقع المشتركة بينهما عندما حصل التغير البيئي المحسوس على كوكب الأرض في مرحلة التطور الكيمياتي للبيئة ومكوناتها بعدة سلسلة متعاقبة من تفاعلات الأكسدة والاختزال وتثبيت القشرة الأرضية (مرحلة ماقبل الحياة) والانتقال إلى مرحلة التطور الحياتي عندما ظهر الماء والغازات التنفسية من الأوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون وتوزع بخار الماء بالطبقة الفاصلة مابين الغلاف الأرضي والغلاف الجوي، بحيث أصبحت البيئة ملائمة لظهور الحياة من حيث توفر الغازات التنفسية والمغذيات العضوية وغير العضوية والتوازن الحراري والرطوبي الذي يسمح بظهور واستمرار المادة الحية ضمن مكونات هذه البيئة الجديدة (Lehmannn & Hillmer 1983). والمخطط التالي المبين في الشكل (13-1) يبن مراحل الانتقال والفترات الزمنية المقدرة لكل منها حتى ظهور الحيوانات الأولية Protozoa كما يشير إلى ذلك الباحثان (Lehmannn & Hillmer 1983).



شكل (13-1) نموذج التطور الكيميائي والحياتي لعصر Precambrian وموقع الأوالي منه. بتصرف عن (Lehmann & Hillmer 1983).

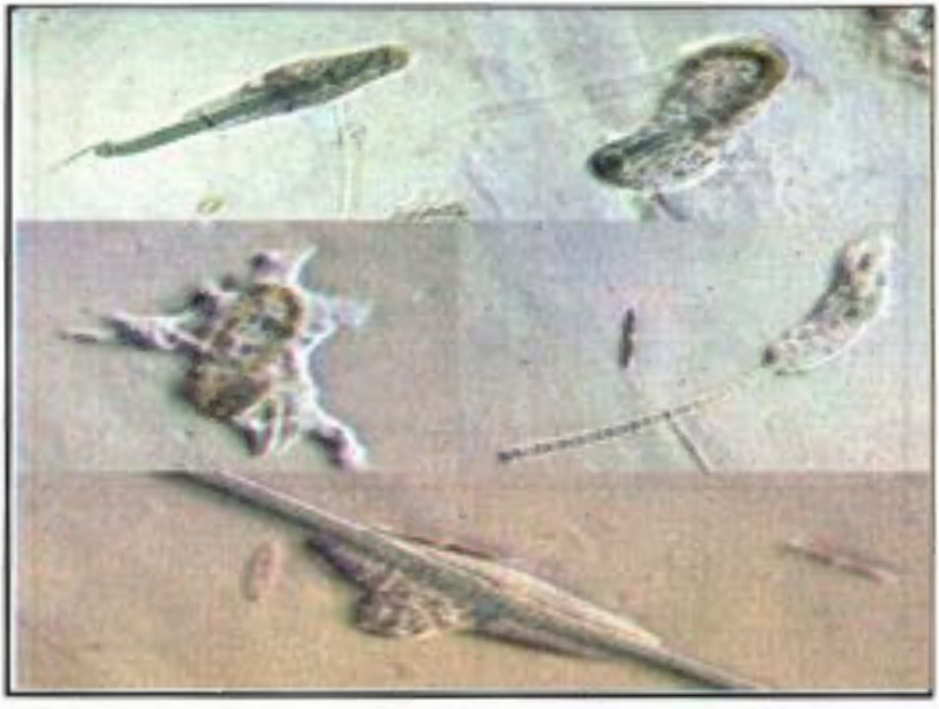
أوالي البيئة البرية: Land protista

يوجد كثير من الحيوانات الأولية تعيش في التربة وتكون تغذيتها إما مترممة تعيش على المواد العضوية الميتة أو تلتهم البكروبات الأصغر حجما وأكثر الكائنات التي تتغذى عليها هي البكتريا وبعض أنواع الأوالي يلزمها أعداد كبيرة من البكتريا لتنمو وتكمل دورة حياتها مثل Sarcodina ولختلف البكتريا من حيث مناسبتها كغذاء للأوالي فبعضها تلتهمه بشراها والبعض الآخر بدرجة اقل وبعضها غير ملائم، أما التكاثر الغالب في الأوالي التي تعيش في التربة هو انقسام لاجنسي أي بطريقة الانقسام الثنائي البسيط وقليل منها يتكاثر بالطريقة الجنسية ويلاحظ إن أغلب أنواع الأوالي تمر بدورة الحياة فيها الطور النشط وهو الذي يحدث به التغذية والانقسام وبطور السكون غير نشط أكثر مقاوم للظروف السيئة التي توجد في التربة أكثر من الطور النشط . ويكثر وجود الأوالي في الأراضي في فصلي الربيع والصيف وتوجد في الطبقة العليا من التربة ويقل عديدها مع العمق ويتوقف عديدها على ظروف التربة خاصة محتواها من المواد العضوية والرطوبة والتهوية ويقدر عديد الأوالي الموجودة بالتربة مابين 10 - 300 ألف / جم تربة وتقدير الأوالي في التربة يتم عادة بطريقة التخفيف ويميز بين الأنواع النشطة والأنواع الساكنة بمعاملة التربة بحامض الأبدروليك 2٪ لمدة ليلة للتخلص من الطور النشط. توجد عدة أجناس من أوالي التربة تعود إلى مجاميع مختلفة ومنها السوطيات النباتية والحيوانية Flagellates أو Mastigophora وأيضا من مجموعة اللحميات Sarcodina من الأميبات Amoeba المختلفة وجذرية الأقدام Rhizopods والفطريات الحيوانية Mycetozoa وأيضا من الهدبيات Ciliata والشكل (13-2) يبين بعض هذه الأوالي.



شكل (13-2) نماذج من الأوالي التي تعيش في التربة (Alexander1977).

إن وجود الأوالي بالأراضي يلعب دور قد يكون غير محدد ولكن دورها واضح في حفظ التوازن الميكروبي بالتربة بسبب تغذيتها على البكتريا والخمائر أو على متبقيات بعض أنواع من الفطريات الأخرى، وأيضا تلعب دور في تحولات بعض العناصر الغذائية الموجودة بالتربة مثل تحلل المواد العضوية المحتوية على الفوسفات والمركبات النتروجينية، ولكن بالمقابل توجد أنواع ممرضة مثل أميبا الدستاريا التي تسبب أمراض للإنسان والحيوان وقسم من أوالي التربة تصيب ديدان الأرض وبرقات بعض الحشرات والحيوانات اللافقارية الأخرى. والشكل التالي (13- 3) يبين بعض نماذج أوالي التربة.



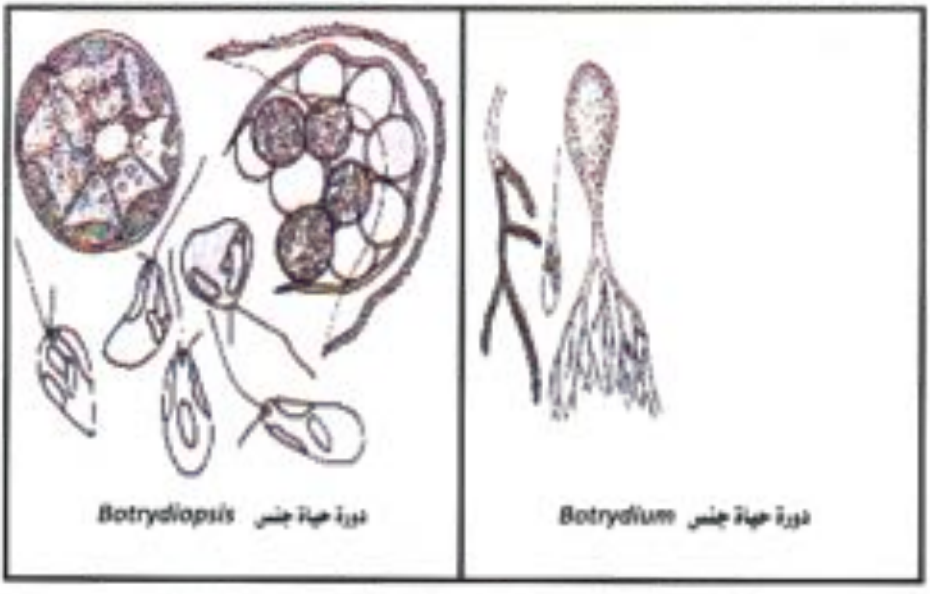
شكل (13-3) نماذج من أوالي التربة القاعية.

ومن الأوالي الأخرى الموجودة في التربة هي الأوليات السوطية النباتية Phytomastigophora ومنها أجناس ربة السوطيات الخضراء Chloromonida، وهذه الأوالي توجد في الأراضي الرطبة حول المناطق الزراعية ومناطق أحواض الأنهر حيث سجلت الأنواع *Chlorella vulgaris* و *C. saccharophila* حول حوض نهري دجلة والفرات في العراق كما ذكر الباحثون

(Hinton,1983، مولود وآخرون 1990) والأوالي من هذه الرتبة الموجودة في التربة تكون ابسط تركيبا من التي تعيش في الأوساط المائية. كما تكثر سوطيات هذه الأوالي عادة في أراضي المناطق المعتدلة وفي الأراضي الحامضية منها بشكل خاص ،ومن أهم الأجناس الموجودة في الترب المختلفة أفراد هذه الرتبة هي جنس *Chlamydomonas, Chlorella, Chlorococcum* والشكل (13-3) يبين بعض النماذج لدورات الحياة لهذه الأجناس. معظم هذه السوطيات التي ذكرناها ذات غلاف كروي جيد يستطيع أن يحميها من الظروف المحيطة وخاصة الجفاف والحرارة وتستطيع أن تتكاثر بالتكيس والتوالد الداخل وكما مبين في الشكل التالي (13-4).

شكل (13-4) نماذج من السوطيات الخضراء التي تعيش في التربة.

أما رتبة السوطيات الذهبية Chrysomonadida والتي فأنها تعتبر نسبيا أقل أنواع السوطيات النباتية تواجداً في بيئة الأراضي، ولكن وجد منها الجنس *Botrydiopsis* ينتشر بشكل جيد على سطح التربة، ومن المهم أن نشير إلى أن والانقسام الداخلي ليعطي بعد اكتمال دورة التكاثر من 4- 8 أو أكثر من الأفراد الصغيرة المتحركة لأنها تمتلك اسواط، كما يظهر في متابعة الانقسام في السوطي Botrydiopsis arrhiza، ومن أهم أجناسها الأخرى التي تتواجد في التربة وخاصة على الطين الجاف وقت جفاف المواقع المائية الضحلة هي أفراد جنس *Botrydium* مثل *B. granulatum* و *B. wallrothii* والتي تزدهر بصورة متميزة خلال الأشهر الحارة من السنة حيث تتكاثر تحت هذه الظروف بالتكيس وتكون تركيب يسمى Macrocyst يحتوي على سايتوبلازم متعدد الأنوية ينتج عنه تكون عدد من الأبواغ المتحركة تدعى hypnospores ينمو كل منها إلى سوطي جديد، ليعطي بعد اكتمال دورة التكاثر من 4- 8 أو أكثر من الأفراد الصغيرة المتحركة لأنها تمتلك أسواط، كما يظهر في متابعة الانقسام في السوطي *Botrydiopsis arrhiza*. والشكل (13- 5) يبين شكل ودورة الحياة لبعض السوطيات الأرضية من رتبة السوطيات الذهبية Chrysomonadida.



شكل (13-5) نماذج من السوطيات الذهبية التي تعيش في التربة.
(Chapman. V & Chapman. D, 1973).

إما بالنسبة للفطريات الحيوانية mycetozoa فهي تنتشر مع بقية الفطريات في التربة جيدة التهوية والمزروعة ويحتاج وجودها وجود المواد الدبالية المتحللة والمواد العضوية القابلة للأكسدة تستخدمها كمصدر للطاقة لأن هذه الأوالي عبارة عن كائنات متباينة التغذية heterotrophic تستخدم المواد العضوية كمصدر للكربون والطاقة مثل السكريات الأحادية والثنائية والمعقدة والأحماض العضوية والكتين والسليلوز واللجنين كذلك تستخدم كثيرا من المواد النتروجينية البسيطة والمعقدة كمصدر للنتروجين وهي تتغلب على البكتريا في ذلك في هذه الأنشطة (محمود وآخرون 1987). كما تمتاز بعض الأجناس بالنمو في الأجواء الباردة ومنها الجنس *Fusarium nivale* ولذلك تسمى بالفطريات المحبة للبرودة *Psychrophilic fungi* (الراقي 1994).

وما يهم هنا هو أن الفطريات الحيوانية أو ما يسمى بالفطريات اللزجة slime molds أو الفلاجية الحيوانية *mycetozoa* أو Zygomycota لا تنتشر فقط في البيئة المائية بل كذلك وجدت بشكل واسع في تربة الغابات وخاصة في المناطق الباردة حيث تكون هذه التربة غنية بالمواد العضوية. ومما يميز هذه الأوالي أنها ذات دورة حياة مشتركة بين اللحميات والفطريات كما بينا ذلك في (الفصل السادس). وعند فحص التربة نجد أن الجرام الواحد منها يحتوي على آلاف من هذه الأوالي ومن أهم الأجناس التي تتواجد في التربة من هذه المجموعة الأجناس *Acrasis*, *Dictyostelium* و *Rhizopus stolonifer* كما يمكن أن تتواجد أجناس mycetozoa أيضا في الأراضي من نوع damp soil و بين مكونات الغطاء النباتي المتحلل أو ذات الاراضي الحجرية rotting vegetation، والنماذج المبينة في الشكل (13- 6) تبين انتشار هذه الأوالي في نماذج مختلفة من الأراضي.

شكل (13-6) نماذج من الفطريات الحيوانية التي تتكون على بقايا المواد العضوية والغطاء النباتي الحجري (الموقع 12).

ومما تجدر الإشارة إليه أن وجود هذه الأوالي في التربة مهم في تحليل بقايا الألياف السليلوزية وانشاء السليلوز والبكتين وتحويلها إلى مواد أولية تفيد في خصوبة التربة بالإضافة إلى أنها تعمل كمنظف بيئي لهذه المخلفات لأنه هذه الأحياء تصبح مترممة على الشقيقات العضوية في الطور الأميبي من حياتها (Alexander,1977، عبد الجواد 1996)، كما أن الجنس *Rhizopus* ذات أهمية صناعية حيث يدخل في صناعة الأدوية والمضادات الحيوية المختلفة (Pommerville, 2004).

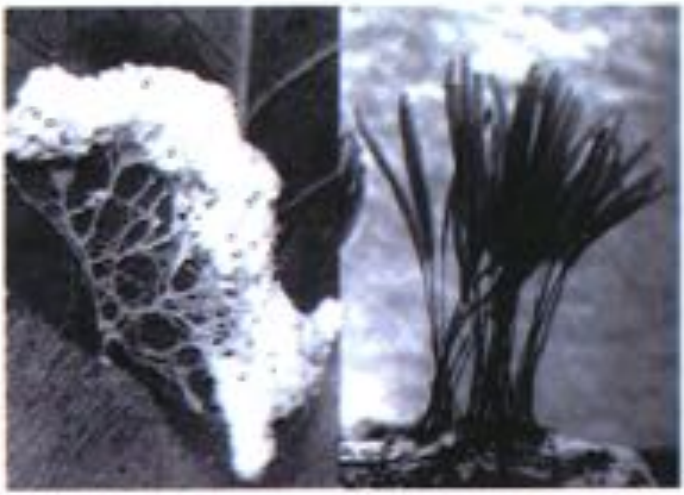
كذلك سجلت بعض الحالات التي تنتقل فيها بعض الأجناس من المعيشة المائية إلى كتل الوحل المتكونة داخل الماء أو على جوانبه والتي تسمى slug oozes ردغة الوحل حيث تكون غنية بالمغذيات وجيدة الحرارة، حيث تتحول فيها هذه الأولي من الحالة الأميبية اللحمية المتحركة والمتغذية فيها على الفطريات الأخرى والبكتريا إلى الطور السبوري الثابت والمماثل للفطريات الحقيقية في الشكل الخارجي ومن حيث ذات التغذية الناضحة، وبعد فترة وجيزة من الانتقال يكون الفطر الحيواني سويق stalk وحافظة بوغية spore cap في قمته ويتكاثر لاجنسيا عن طريق الأبواغ التي تشبه البذور وحين تتشقق الحافظة تخرج هذه الأبواغ وتنبت في الأرض الرطبة للوحل وتتحول إلى الطور الأميبية مرة أخرى كما في الشكل (13-7).

شكل (13-7) الطور البوغي لأحد أجناس الفطريات الهلامية نامياً على التربة الناتجة من الوحل المتراكم على حواف الوسط المائي.

وفي عام 1973 عثر الباحث Dallas خلال عمله في إحدى الحدائق الوطنية تراكيب تشبه بقايا مادة الجلي تلتصق على الحشائش reddish, jelly-like mass pulsating in the grass وبدا له في أول الأمر اكتشاف نوع جديد من أشكال الحياة وشبهه عامة الناس بكائن قديم يسمى Blob. ولكن الدراسات العلمية أثبتت بأنه نوع من الفطريات الحيوانية الأمبية plasmodial slime mold يستطيع أن يكون كتلة حيوية يبلغ قطرها حوالي 14 أنج وكما يظهر في الشكل (13-8).

شكل (13-8) نمو الفطريات اللزجة plasmodial slime mold على الحشائش (الموقع 12).

كما أشار الباحثون (I. K. Ross) إلى وجود الأجناس *plasmodium* و *Stemonitis* من مجموعة الفطريات الحيوانية Myxomycetes أحدى رتب تحت شعبة المحميات، في بيئة مناطق الغابات الرطبة والتي تتمثل بأحياء أميبية متحركة بشكل بطيء على جزيئات التربة السطحية لغرض التغذية الرمية والنمو، وبعد النضج الكامل لكل فرد منها يكون سويق وحافظة بوغية كما بينا سابقا في (الفصل السادس). ويشير الباحث (Ross) إلى أن الأبواغ المتكونة إذا سقطت في بيئة برية ملائمة فأنها سوف تنمو بشكل سريع بصورة خلايا منفردة تتحرك بواسطة أسواط وأقدام كاذبة وهكذا تزداد في الحجم لتكون بلازموديوم أميبي ناضج من جديد يعيد دورة الحياة (Febvre-Chevalire,1990, Fenlay et al 2004). والشكل (13-9) يبين المظهر الخارجي للطور الأميبي المتحرك والطور البوغي لجنس *Stemonitis* كنموذج لأوالي هذه البيئات.



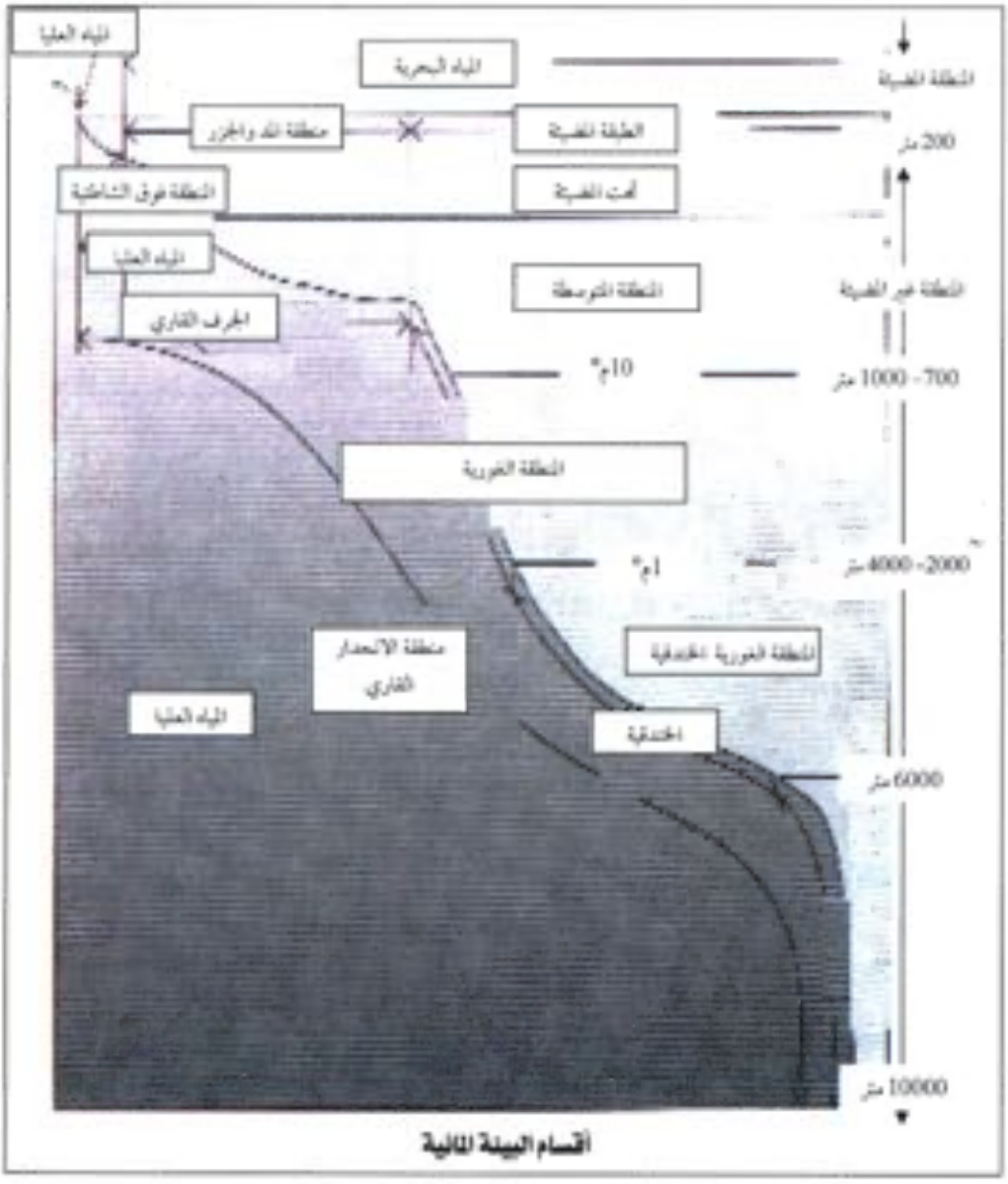
شكل (13-9) حالة التحول من الطور النخمي الأميبي إلى الطور البوغي في جنس *Stemonitis* في البيئة اليابسة (K. Ross, 2007).

أوالي البيئة المائية: Water protista

تنقسم البيئة المائية إلى عدة أقسام وتعتمد طريقة التقسيم على عدة عوامل منها طبيعة المياه إن كانت عذبة أو مالحة أو متوسطة الملوحة، وأيضا على عمق الماء إن كان عميق أو متوسط أو مياه ضحلة، وأيضا يمكن تقسيم الوسط المائي في نفس الموقع إلى عدة أقسام، فمثلا البحار تقسم إلى المنطقة الساحلية أي القريبة من الشاطئ ومنطقة المد والجزر ومنطقة تحت نطاق المد والجزر أو الجرف القاري والمنطقة المفتوحة والمنطقة القاعية هكذا، وعلى ضوء ذلك تتوزع الأحياء المائية حسب خاصية هذه المناطق من حيث الضوء والحرارة وكمية ونوعية الأغذية وطبيعة التحورات الجسمية من وجود الأغلفة والتحورات الجسمية اللازمة للطفو والسباحة وغيرها من العلاقات المرتبطة بالحركة والتكيف للوسط البيئي (Sieburth et al, 1978) والشكل (13- 10) التالي يبين البيئات الأساسية لتوزيع الأحياء المائية المختلفة ومنها الأوالي في البيئة المائية، ومن الشكل نجد أن الأوالي يمكن أن تتوزع على شكل مجاميع بيئية متخصصة في مختلف الطبقات المائية.

كذلك توجد بيئة مائية متخصصة تسمى بيئة المصبات وهي البيئة الناتجة من التقاء الماء العذب بالماء المالح وتتكون منها نظم بيئية مختلفة ورواسب قاعيه مختلفة ، و تنمو فيها وتنتشر أعداد من الأوالي المختصة في هذه النظم. وأيضا تتكون نظم ضحلة المياه من الرشح البحري ومياه الأمطار تدعى بالاهوار البحرية تكون المياه فيها مياه موبلحة Brackish water تتخصص للمعيشة فيها

مجاميع أخرى من الأوالي، ناهيك عن البحيرات المالحة والمتوسطة الملوحة والبحيرات الصحراوية وغيرها من المواقع (الكناني والسلمان 2007).



شكل (13-10) البيئات الأساسية لتوزيع الأحياء ضمن نظام مائي للبحيرات بتصرف عن (Tortora et al, 2007).

حيث بينت الدراسات الخاصة بعلم الأحياء المائية وبيئة المياه أن الأوالي تتوزع في معظم هذه المياه لذلك سنحاول دراسة نماذج مختلفة من أوالي هذه المواطن البيئية.

(1) أوالي منطقة الجرف القاري والسواحل البحرية:

تعرف منطقة الجرف القاري بأنها الشريط العريض والضحل لقاع البحر والذي يمتد من نهاية منطقة المد والجزر ولغاية قمع ينزاوح بين 100 – 200 م أما عرض هذه المنطقة وعمق حافتها الخارجية تتباين كثيرا (السعدي وآخرون 1986). ويشير الباحث (Davis 1977) إلى إن هذه المنطقة يمكن أن تقسم إلى منطقة خارجية ومنطقة داخلية بالاستناد إلى كمية الضوء وغالبا ما تكون هذه المنطقة اغلب مناطق البحر قدرة نتيجة لقرب القاع وحركة الأحياء المستمرة فيها ، ومن الأوالي السائدة في هذه المنطقة كهائيات بحرية هي أجناس السوطيات النباتية Phytomastigophora وخاصة وثنائية الأسواط الدوارة dinoflagelates بالإضافة إلى عديد من الدايتومات مثل *Epithemia smithii* وكذلك تعيش أنواع من رتبة المخرمات ومنها الأجناس *Bulimnirella* و *Homotrema* و *Ammodiscus catinus* و *Globigerina bulloides* (Kinne, 1977, Schultze,2000). وتشير دراسات الباحثين (Freeman, 2007 ،Farabee، 2003) إلى أن الأجناس *Pfiesteria* و *Arpylorus antiques* وغيرها من السوطيات الدوارة تسبب بنموها الكثيف في بيئة السواحل ظاهرة المد الأحمر التي تسبب هلاك العديد من الأحياء المائية المهمة ومنها الأسماك بشكل خاص والشكل (13-11) بين بعض هذه الأجناس المسببة لهذه الظاهرة.

شكل (13-11) بعض أجناس ثنائية الأسواط الدوارة المسببة لظاهرة المد الأحمر.
عن (M.J. Farabee ,2003).

أما في المنطقة القاعية للجرف القاري فتنتشر العديد من الأوالي الحيوانية والتي تختلط بمجاميع مختلفة من الحيوانات القاعية التي تعود إلى شعب اللافقاريات المختلفة حيث تشير الدراسات البحرية للباحثين (Odum, 1975 و Morin, et al, 1995) بأن كثافة هذه الأحياء القاعية في الأجزاء العميقة من منطقة الجرف القاري تصل في بعض المناطق إلى حوالي 6000 فرد في المتر المربع الواحد.

(2) أوالي المنطقة السطحية المضيئة Euphotic zone protista :

وتتمثل هذه الأوالي في أغلب صورها بالأوالي من الفائيات الحيوانية Zooplankton والنباتية Phytoplankton المحبة للإضاءة الجيدة، ويقع ضمن هذه المنطقة في البيئة البحرية مايسمى بالمنطقة البحرية المفتوحة أو (أعالي البحار) حيث تدعى هذه المنطقة والتي تمثل المساحة المفتوحة وسط البحار بالصحراء البحرية لقلة إنتاجيتها الحيوية بشكل عام إذا استثنينا المنطقة القاعية، وتقسم عموديا على أساس توزيع الضوء إلى عدة مناطق هي Epipelagic، Mesopelagic، Bathypelagic و Abysopelagic ويحدد هذا التوزيع عمق عمود الماء حيث تحتل هذه المناطق الأعماق من السطح إلى القاع 200، 300، 3800 ما بعد 3800 متر على الترتيب، Chapman & Chapman, 1973.

(Brusca & Brusca, 2004). وتنتشر في هذه البيئة الأوالي تصنع الغذاء ذاتيا كما في الدياتومات وبعض السوطيات الحيوانية من رتبة طوقية الاسواط كالأجناس *Codosiga* و *Proterospongia* ومن رتبة ثنائية الأسواط الدوارة Dinoflagellates كأجناس *Euglna limosa* *Oxyrrhis marina* و *Amphidinum* و *Peridinum* و *Noctiluca* والجنس الأخير من اهوائم البحرية التي تساهم في إنتاج الإضاءة الذاتية Bioluminesence في الطبقة المذكورة، ومن رتبة السوطيات الذهبية أجناس Tetragonidium و Cryptomonas ومن رتبة المتفات التي سجلت في هذه البيئة الأجناس. كما تدخل ضمن أوالي هذه المنطقة في البيئة البحرية اجناس مختلفة طائفة اهدبيات كالأجناس *Uronema* و *Tintinnopsis* و *Parauronema*. ومن طائفة شعاعية الإقدام كالأجناس *Aulacantha* و *Acanthometra* و *Collozoum*، *Sticholonche* وغيرها التي تشكل مجموعة رئيسية من اهائيات الحيوانية zooplankton في بيئة المحيطات بشكل خاص، كما تتواجد أنواع من الفورامنيفيرا مثل أجناس *Globigerrina bulloides* (Polet et al. 2004، Nikolaev et al, 2004).

أما في بيئة المياه العذبة والمتمثلة بمياه الأنهار والبحيرات والعيون والقنوات وغيرها ممن تكون نسبة الملوحة في بين 0.5 – 1 جزء من الألف فتتواجد في بيئة المنطقة المضيئة السوطيات الخضراء مثل أجناس *Chlorella*، و*Pediastrum* الذي ينمو بشكل جيد في المياه الساكنة والمحتوية على مواد عضوية كثيرة كما في البحيرات العذبة الغنية وخزانات المياه التي تتوفر فيها نفس الظروف، أما جنس *Lagwerhima* فيوجد في بيئة الأنهار، كما تنتشر في هذه النظم البيئية وخاصة المياه الراكدة من البحيرات العذبة والمويلحة والبرك البيولوجية أفراد رتبة العينيات وخاصة أجناس *Euglena* و *Phacus* الذي سجل منه حوالي 8 أنواع في مياه بحيرات ساوة في جنوب العراق وهي من البحيرات المالحة والرزازة وهي ذات مياه قليلة الملوحة وفي خزانات مائية عذبة في شمال العراق. ومن رتبة المتفات تكثر في بيئة المياه الراكدة كذلك على شكل هائيات أجناس *Eudorina*، و *Gonium*. وفي بيئة المياه الجارية الأجناس *Pandorina* و *Volvox* خاصة في المناطق الحارة. كما سجل الباحثون مولود ومساعدوه وجود أجناس من السوطيات الدوارة في مياه نهر دجلة وبحيرة الحبانية الواقعة غرب العراق وخاصة الأجناس *Peridinum* *Ceratium hirundinella* *cinctum*، ومن الهدبيات الشائعة في هذه البيئة حيوان البرامسيوم *Paramecum putrinum*

كذلك يكثر في بيئة المياه العذبة تواجد الشمسيات كالأجناس *Actinophrys* و *Clathrulina* و *Actinosphaerium* وغيرها، كما وجدت أفراد من رتبة المخرمات مثل أجناس *Allogromia* (Daily Almanac، Lopez, 2002 ،Paterson,1979 ،Droop, 1970 200).

(3) أوالي بيئة المصبات: Estuarine Protista

تمتاز هذه المنطقة بتداخل بين مختلف الأحياء البحرية والنهرية ومنها الأوالي، ومن بين أوالي مناطق المصبات الهدبيات التي يمكن أن توجد في رواسب الرمل والطين حيث يعيش بعضها في حبيبات الرمل ذات الحجم 0.4 – 1 ملم وتكون ذات أشكال رباعية وتسمى Mesoporal أما التي توجد في الحبيبات بحجم 0.1- 0.4 ملم فتسمى Microporal وتكون طويلة ونحيفة وفي الحبيبات ذات الأحجام المختلفة فتسمى Euryporal وهي ذات أشكال مختلفة (Gooday ،Berezina,1984 & Tendal,1988). كذلك وجدت أنواع من الفطريات من مجموعة Myxomycetes مثل أجناس *Pseudospora*، *Vampyrella* وغيرها وخاصة المتطفلة منها على النباتات والأعشاب البحرية والطحالب الكبيرة التي تنمو في هذه المناطق.

(4) أوالي منطقة المستنقعات والأهوار البحرية والبحيرات:

من أهم الأوالي التي تعيش في منطقة المستنقعات البحرية Salt-marsh هي أجناس *Ammotium* و *Aremoparrella* و أما التي تنتشر في مناطق الأهوار البحرية فهي الأجناس *Eliphidium* و *Amotium* و *Streblus* من الفوراميفيرا، ومن خيطية الأقدام يمكن أن نجد جنس *Allogromia* ومن اللحميات أنواع من جنس الأميا Amoeba و الدفلوجيا Difflugia وكذلك من الأجناس التي تعيش في المستنقعات البحرية وتكون مجتمعات من الأوالي الملتصقة epiphytic communites مثل Spiroloculina hyaline و Rosalina loei و Quinqueloculina lata وغيرها (Lee, 1975، السلمان والثناني 2007).

وقد أشار الباحث (Evans, 1960) إلى انه تم الكشف عن وجود أجناس مختلفة من الأوالي في مياه البحيرات العظمى في الولايات المتحدة الأمريكية التي تبلغ مستويات الملوحة فيها بين 200- 270 جزء بالألف وهذه الأوالي توزعت بين الأجناس *Cristigera*، *Cyclidium*، *Podophrya*، *Euplotes*، *Oikomonas* بالإضافة إلى أنواع من الأميبيات الصغيرة ونوعين الهدبيات كذلك

وكذلك وجدت السوطيات من جنس *Dunaliella salina* في مياه بحيرة Elton التي تبلغ ملوحتها حوالي 250 جزء بالألف. كما أشار الباحثون (مولود وآخرون 1990) إلى وجود عدد من الأوالي من أجناس في مياه بحيرة الرزازة في وسط العراق والتي تعتبر من البحيرات متوسطة الملوحة، بينما أشارت الباحثة (علي 2004 إلى وجود لأوالي من أجناس الأوالي *Chlamydomonas, Pandorina, Euglena, Didinum, Paramicium, Stentor, Vorticella,Podophrya* في مياه بحيرة سبها الاصطناعية جنوب ليبيا وهي مياه قليلة الملوحة، كما أن دراسات غير منشورة للمؤلف وجد فيها عدد من أنواع جنس الدفلوجيا Difflugia في مياه البحيرات السبعة في منطقة (حمراء) جنوب ليبيا.

وأشار الباحثون (Dickerson, 1963 و Napolitana & Lilly, 1972) إلى وجود أجناس من البراميسيوم في المياه المولحة Brackish water منها أجناس *Paramecium calkinsi* و *P. trichium* وكذلك جنس *Ammonia* من رتبة المخرمات.

(5) أوالي المنطقة القاعية Benthic zone protista:

تعرف البيئة القاعية بأنها منطقة الترسبات التي تتكون من الطين أو الأرض الصلبة التي تستند عليها المياه في أي مسطح مائي. وعلى أساس نوع التكوين القاعي يكون تواجد الأحياء فيها سواء كأوالي أو أحياء أخرى أما ملتصقة على سطح القاع Attached organism أو متغلغلة بين مكوناته.

من الأوالي واسعة الانتشار في البيئات القاعية لمعظم بحار ومحيطات العالم هي أفراد مجموعة الشعاعيات Radiolaria والنحميات المغلفة وخاصة المثقبات Foraminefera وكذلك أجناس رتبة الخيبشيكيات Granuloreticulasa من جذرية الأقدام، وفي الوقت الحالي تم التعرف على طبقات من القاع والرواسب الطينية المحتوية على الشعاعيات على عمق يتراوح بين 4000– 8000 متر من العمق البحري (السعدي وآخرون 1986).

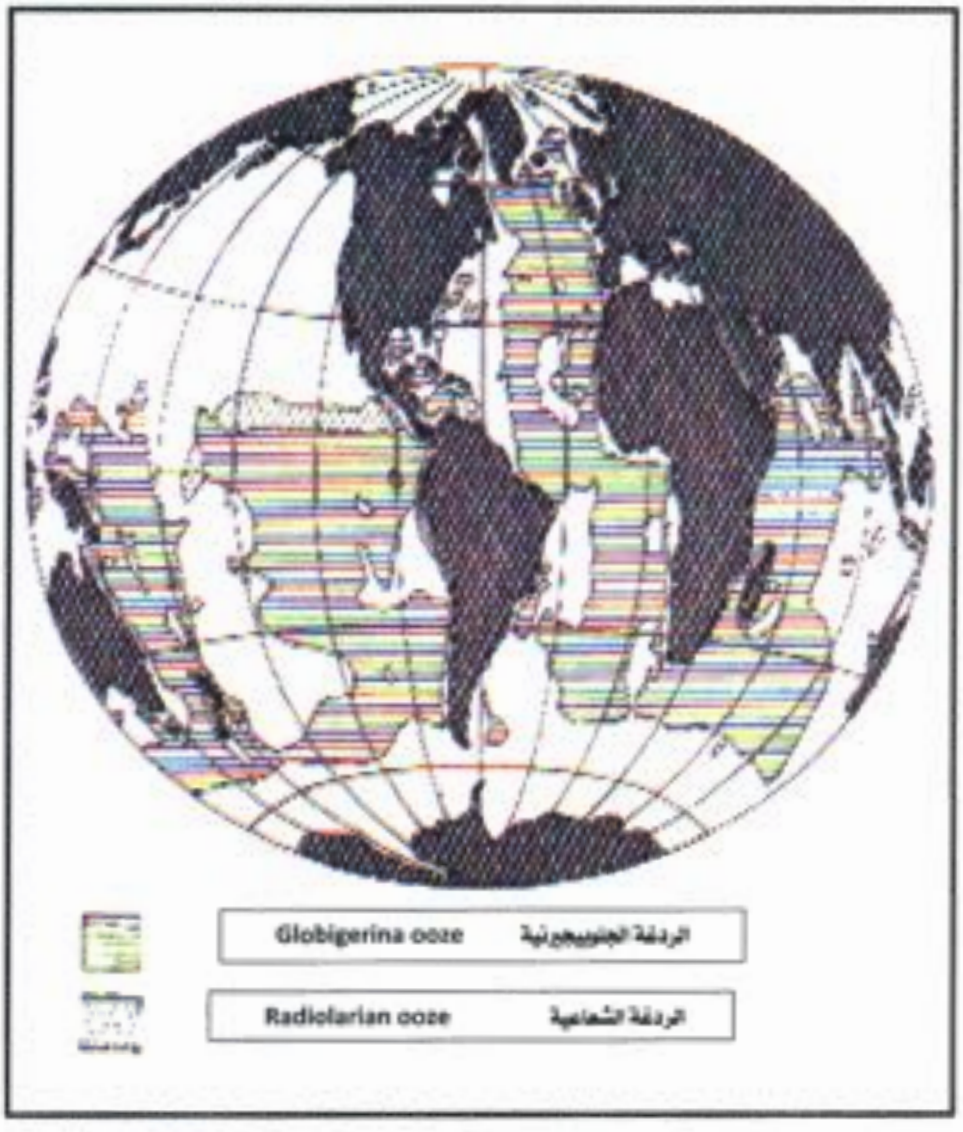
ومن أشهر الأوالي القاعية هي أجناس رتبة المخرمات Foraminifera والشعاعيات Radiolaria، ومن أجناس المجموعة الأولى التي تعيش كقاعيات وتساهم في تكوين التربة القاعية للعديد من البحار والمحيطات هي *Elphidium* و *Globigerina* و *Hollybush* و *Hantigerina* و *Allogromia* و *Gromia* و *Globipelorhiza sublittoralis* ، كذلك ذكر الباحثون (Pawlowski et al. 2003) إلى أن إحدى مجموعات المخرمات فقد أصبحت من الأوالي الجالسة

ولحول خط منها إلى تحت مجموعة subgroup من القاعيات التي تسمى the Xenophyophorea. أما الباحثون (Moodley et al, 1997) فقد وجدوا أن بعض المخرمات تشترك في المعيشة القاعية في ظروف العوز الأوكسجيني anoxia مع الديدان الخيطية nematode في المنطقة القاعية لرواسب الجزء الشمالي الغربي من (Adriatic Sea (Mediterranean كجزء من مجتمع القاعيات المنصفة Meiobenthic community هذه المنطقة البحرية. ومن اللحميات العارية أو الأميبيات التي تم التعرف عليها في هذه البيئة أجناس *Xenophyophoria* و *Cercomonas* وغيرها.

أما الشعاعيات فمن أشهرها الأجناس *Podocyrtis* و *Actinomma* وقد وجدت الأجناس *Hexadoridium and Heliosphaera, Actinomma* على شكل متحجرات في مناطق القاع (Polet et al. 2004،Cedhagen & Mattson, 1991).

أما بما يخص الهدبيات التي تتواجد في البيئة القاعية فقد ذكر الباحث (Fenchel 1968) بأنه تم دراسة وعزل وتحديد تسعة أنواع من الهدبيات التي تعيش في البيئة القاعية البحرية *Aspidisca Euplotes vannus, Condylostoma patulum, Diophrys scutum, . angulata Keronopsis rubra, Lacrymaria marina, Litonotus lamella & Uronema marinum*. و كذلك وجد الباحثون (Kahan et al, 1975) نوع آخر من الهدبيات من مجموعة hypotrichous في سواحل البحر الأبيض في منطقة فلسطين يعود لجنس *Keronopsis rubra*. والشكل (13- 12) يعطي خارطة توضيحية لأوالي المكونة للرداغة القاعية في البيئة البحرية العالمية.

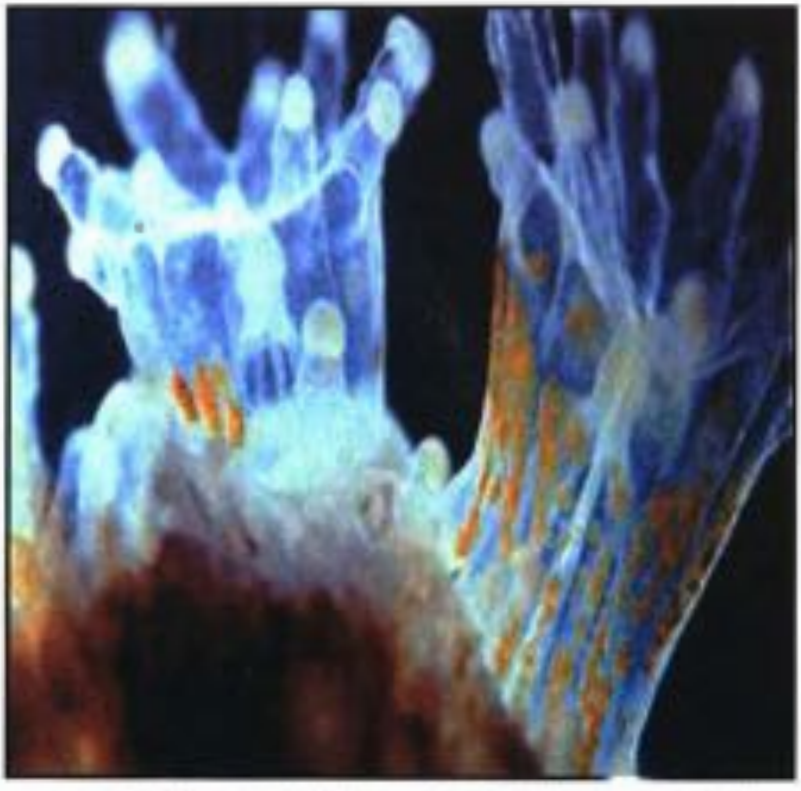
أما في منطقة القاع في المياه قليلة العمق كالبحيرات والبرك البيولوجية والأحواض والأهوار المائية المختلفة والأنهار بطيئة الجريان وغيرها من السطحات المائية الداخلية فتتواجد أغلب الأوالي الجالسة والملتصقة على القاع، حيث تكثر أجناس الفورنسلا من الهدبيات والأميبيات الخيرة من اللحميات وكذلك أجناس *Pelomyxa* و *Hyalodiscus* و *Difflugia* و *Lesquereusia* من جذرية الأقدام. ومن خيطية الأقدام تتواجد الأجناس *Cyphoderia ampulla* و *Pseudodifflugia* وغيرها (Proscot, 1970).



شكل (13-12) توزيع الأوائي المكونة للردغة Ooze في البيئة البحرية
من أجناس Radiolaria و Globigerina (Lehmann & Hillmer, 1983).

(6) أوالي البيئات الخاصة (الشعاب المرجانية).

تعتبر بيئة الشعاب المرجانية من أكثر البيئات البحرية إنتاجية وتنوع حيوي وذلك لأنها تنشأ في المياه الضحلة جيدة الإضاءة والحرارة بين أخر نقطة من السواحل وحتى عمق 130 قدم، وتنشط الكائنات البانية للشعاب المرجانية عندما تكون درجات الحرارة بين 4-15 درجة مئوية في الغالب (السعدي وآخرون 1986). ومن الأوالي السوطية النباتية التي تساهم في تكوين هذه البيئة أفراد جنس *Symbiodinum*، وتدعى هذه السوطيات مع الحيوانات التي تتعايش معها بالأحياء البانية للشعاب المرجانية Zooanthellae، كذلك تشير الدراسات بأن ثنائية الأسواط *Dinoflagellates* تشكل كذلك مجاميع خاصة بها من Zooanthellae وتشكلها أفراد صغيرة الحجم ذهبية بنية اللون وكما يظهر في الشكل التالي (13-13) .



شكل (13 .1) حالة تعايش وتكوين Zooanthellae بين ثنائية الأسواط والحيوانات البانية للشعاب المرجانية (الموقع، 24).

كما بينت دراسات الباحثين (Polet et al. 2004) بأن الشعاعيات يمكن أن تتعايش في منطقة الشعاب المرجانية مع أنواع معينة من الطحالب وتكون ما يسمى بالحيوانات البانية للشعاب (Zooanthellae) حيث وجدوا ذلك في قسم من أجناس ثلاثية الناقذ Phaeodria و متعددة الأكياس Polycystina التي تعمل على تكوين علاقة تبادل منفعة داخلية Endosymbiont مع أجناس من الطحالب الخضراء. ووجد الباحث (Cavalier-Smith, 2003) كذلك أن جنس *Chlorarachnion* من والأميبيات البحرية هو الآخر يكون endosymbiosis مع أجناس من الطحالب الخضراء ويكون مجاميع من حيوانات منطقة الشعاب.

كذلك أشار الباحثون (Pawlowski et al. 2003, Gooday, 1996, Riemann et. al, 1993) إلى أن مجاميع أخرى من اللحميات ذات الأغلفة من الخيشبكيات Granuloreticulosia وخاصة البحرية منها تكون كذلك علاقة تعايش داخلي endosymbiotic مع الطحالب البحرية وتشترك مع بانيات الشعاب المرجانية، أو أن قسم منها تتجمع وتكون مجموعة جالسة من اللحميات تتصف بخاصية Brobdignagian proportions وتدعى هذه المجموعة الثانوية Xenophyophorea وقد درسها الباحث Gooday في مناطق مختلفة من المحيط الأطلسي Atlantic Ocean، أما الباحثون Riemann ومساعدوه فقد وجدوها في Weddell Sea.

الفصل الرابع عشر

طرق دراسة وجمع واعداد الأوالي

- تمهيد
- جمع واعداد الأوالي المائية
- السلوك البيني وتنوع مواطن الأوالي المائية
- جمع واعداد الأوالي البحرية
- جمع واعداد أوالي منطقة المد والجزر
- جمع واعداد أوالي منطقة تحت نطاق المد والجزر
- طريقة استخدام الشباك
- طريقة استخدام الكرادة والتردلة
- طريقة استخدام الكباش أو المكروفة
- جمع واعداد الأوالي القاعية المنصفة
- طريقة الترشيح
- طريقة الفقاعات الهوائية أو طريقة هيجنز
- طريقة ثلج ماء البحر أو طريقة أوليج
- طريقة Boisseaw أو طريقة الترويق
- جمع واعداد أوالي المياه العذبة
- جمع واعداد أوالي البيئة الأرضية
- جمع واعداد الأوالي المتعايشة والمتطفلة
- أوالي التعايش والتطفل الخارجي
- أوالي التعايش والتطفل الداخلي
- جمع واعداد الأوالي الفطرية الحيوانية
- خطوات دراسة الأوالي بعد الجمع
- بعض طرق فحص الأوالي
- بعض طرق تثبيت الأوالي
- صبغ وتلوين الأوالي

الفصل الرابع عشر

طرق دراسة وجمع واعداد الأولى

تمهيد:

تخضع دراسة الأوالي والتعرف عليها إلى العديد من الاعتبارات والتي يقع في مقدمتها فهم حياتية هذه الأحياء وطريقة انتشارها وتواجدها في البيئة وطريقة التعامل معها وتهيئة الوسيلة والأداة أو الجهاز البيئي المناسب لجمعها مع المحافظة على مكونات الجسم من دون تأثيرات قد تفقده بعض الخواص المطلوب التعرف عليها وخاصة في الجوانب التصنيفية، ونتيجة لهذه الاعتبارات نجد أن هذا الموضوع قد خضع إلى الدراسة والمراجعة من قبل الباحثين وتغيرت كثير من وسائل البحث والجمع والتشخيص، لذلك حاولنا التعرض في هذا الفصل لأهم الطرق التي تخصصت في كل مجموعة من الأوالي وتطبيق ذلك على نماذج شائعة منها وخاصة ما هو متوفر في بيئة الطالب والباحث لغرض التطبيق المباشر في بيئة الأولي أو داخل المعامل والمختبرات العلمية، وعليه قسمت هذه الدراسات كما في التوصيف التالي:

جمع واعداد الأوالي المائية:

كما هو معروف أن البيئة المائية تشمل بيئة الماء العذب freshwater والماء المالح Marine water وكل من هذين الوسطين هو الآخر يتضمن عدة نظم بيئية فرعية تتوزع فيها الأوالي كهائمات أو قاعيات أو الأوالي متحركة في الجسم المائي أو إنها تكون جالسة أو ملتصقة على الأجسام غير الحية الموجودة فيه، وهذا الكلام ينطبق على الأوالي المائية الحرة المعيشة لكننا سنجد ضمن النظام البيئي المائي أوالي تعايشية وأخرى متطفلة خارجية أو ذات تطفل إجباري داخل على العديد من الأحياء المائية المختلفة، ومن الجانب الآخر نجد أن هنالك اختلاف في الطبيعة الجيولوجية والهيدروبيولوجية للماء المالح والماء العذب تتعلق بعمق الماء والمساحة المائية والملوحة والضغط المائي واللزوجة وغيرها من العوامل التي تفرض دراسة كل من هذه البيئات بصورة مستقلة وباستخدام طرق مختلفة.

السلوك البيني وتنوع مواطن الأوالي المائية:

عند متابعة توزيع وبيئة هذه الأوالي في الأوساط المائية نجد هنالك بعض التخصص في هذا التوزيع ناتج عن طبيعة معيشة هذه الأحياء وسلوكها البيني وتكيفها للمتغيرات البيئية التي تحصل في هذه الأوساط المختلفة وكما يظهر في الحالات التالية.

- **الأوالي المتخفية تحت أوراق النباتات والمخلفات العضوية:**

تختفي بعض الأوالي من اهدبيات والحمات والعديد من السوطيات حرة المعيشة في الماء تحت الأجزاء النباتية الموجودة في المياه أو تحت الطحالب الخيطية أو الطحالب الكبيرة الأخرى وخاصة البنية في منطقة السواحل البحرية أو الأعشاب البحرية بعد انحسار الماء، لذلك ترفع أجزاء كاملة من هذه التجمعات إلى أحواض أو قناني كبيرة أو جرادل وتحرك بلطف لتمتزج فيها أو بتحفيزها على ذلك بإضافة كمية من الماء العذب أو محلول الفورمالين المخفف أو الكحول أو قليل من بلورات كبريتات المغنسيوم $MgSO_4$ حيث تعمل هذه المواد على تنفير الأوالي الحيوانية بشكل خاص protozoa وتتحرر في الماء، بعدها ترفع النباتات والطحالب تدريجيا مع التحريك المستمر لغرض نزع الأوالي منها، ثم يتم بعد ذلك فصلها عن اللافقاريات والحيوانات المائية الأخرى باستخدام وسائل ترشيح مختلفة حسب حجم الأولي المقصود بالدراسة والبحث. وتستخدم لجمع هذه الأوالي المعدات والأدوات المبينة في الشكل التالي (14- 1).

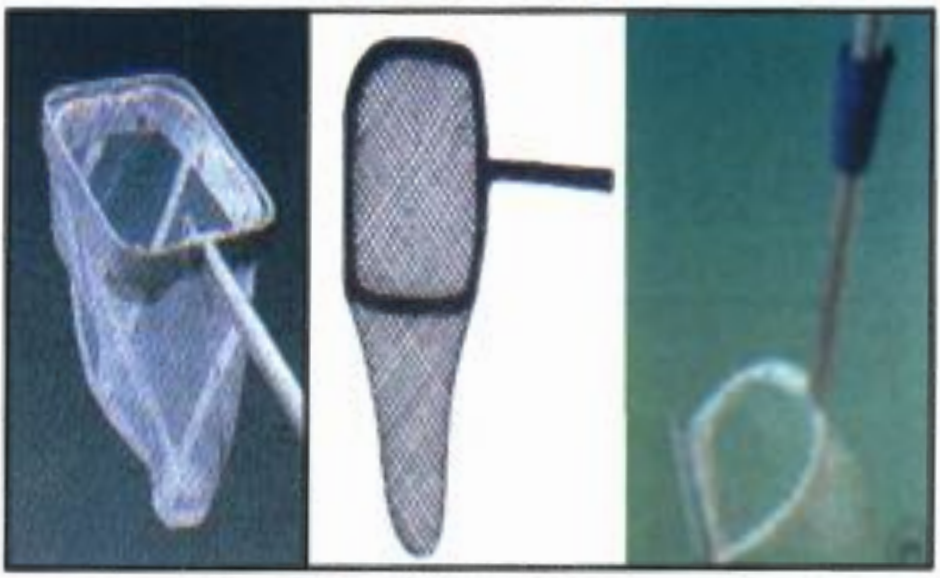
شكل (14-1) نماذج من أدوات جمع الأوالي المختبئة تحت المتبقيات النباتية.

- **الأوالي المختفية داخل شقوق الصخور وأخاديدها:**

تميل بعض الأوالي من اللحميات وبعض اهدبيات الجالسة والخرمات بعد انسحاب الماء إلى الاختباء بين شقوق الصخور والأخاديد المتكونة بينها لذلك لحفز هذه الأوالي بمحلول مخفف من الفورمالين يسكب حول الشقوق والأخاديد حيث يعمل على تنفيرها وخروجها من مواقعها. أما الجالسة منها فيجب كسر الصخور ما أمكن منها لإخراج الأجزاء الموجودة في الأخاديد.

- **الأوالي الموجودة في أرصفة الموانئ والمراقئ:**

حيث تنشأ في هذه المواقع الأسطح المنحدرة والمرصوفة بالأحجار أو بالخرسانة أو الحديد وغير ذلك من الأجسام العائمة في الماء، ولغرض جمع الأوالي فيها من السوطيات الحيوانية والنباتية أو الأوالي الجالسة حيث يستخدم عند إذ إما الأدوات الكاشطة أو الشبكة الكاشطة Scrape-net ذات ماسك طويل وقوي كما في الشكل (14-2) التالي:



شكل (14-2) نماذج من الشباك الكاشطة.

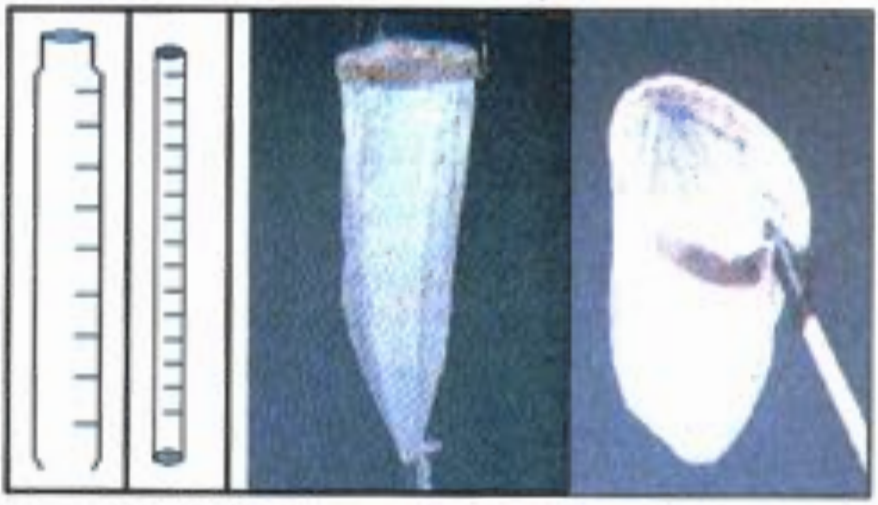
- **الأوالي التي تختفي في المواد العضوية واللاعضوية:**

تستخدم لذلك طريقة الطفو كما جاء في لنكوين وشيلز Lincoln & Sheals والتي وضعها (بريكيت Birkett 1957) وهي تحضير سائل من رباعي كلوريد الكربون CCl_4 توضع فيه الأجسام

الخاوية على الكائنات وتقلب عدة مرات ثم تترك لتستقر، وبعد فترة تتحلل هذه الأجسام وتنزل إلى القاع أما الأوليات الأقل كثافة تطفو على سطح المحلول. ولكن وجد من خلال تطبيق هذه الطريقة وجد أن الكتل الغنية بالمواد العضوية تتحلل في رابع كلوريد الكربون مما يكون رغوة تطفو على السطح مع الكائنات وتعتبر هذه مشكلة في فصل وعزل الكائنات، لذلك اقترح الباحث Anderson 1959 طريقة أخرى وهي إضافة محلول من حبيبات السكر بمعدل 1 كغم / 4.5 لتر من الماء حيث يعمل السكر الممزج مع الماء على زيادة كثافة المواد العضوية المتحللة والرواسب العالقة الأخرى لأن كثافته في الماء تبلغ كثافته 12٪ مما يؤدي إلى زيادة سرعة نزول الفتات العضوي إلى القاع مما يساعد على تحرر الأوالي في المنطقة العليا وسهولة التعرف عليها.

- **الأوالي المتواجدة في البرك والأحواض في منطقة المد والجزر:**

تتكون في منطقة المد والجزر برك بيولوجية وأحواض وهي نتيجة لتأثير الاختلاف الجيولوجي في تكوين المناطق وتأثير تيارات الماء على الطبيعة الساحلية من رمال ومواد طينية وصخور، مما يؤدي إلى نشوء هذه المواقع ومع مرور الزمن تترسب فيها المغذيات والمواد العضوية والرواسب البحرية مما يجعلها مصائد طبيعية غنية بالكائنات المختلفة ومن ضمنها الأوليات، ولغرض جمع ما فيها من دراستها يفضل استخدام الشباك اليدوية Hand-net ذات الفتحات الصغيرة والضيقة أو أنابيب الامتصاص Pipettes ذات النهايات الواسعة وخصوصا للأوالي السريعة الحركة وكما مبين في الشكل (14-3) التالي:



شكل (14-3) نماذج من الشباك اليدوية والأنابيب المستخدمة في جمع الأوالي من البرك والأحواض.

- **الأوالي اللازمة لتحييبات الرمل والقرين والكتل الصخرية الصغيرة:**

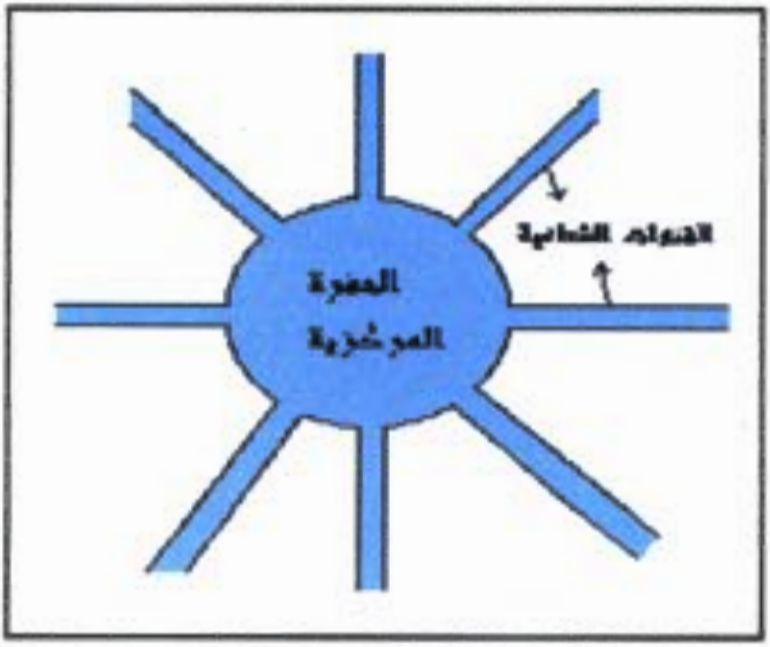
وهي تجاميع الأوالي التي تكوّن أحيانا إتفاق داخل الرمال أو تلتصق بحييباته كما في خيطية الأقدام والأميبات وبعض الهدبيات والشعاعيات وغيرها، وهذه الأوالي تجمع بطريقة الحفر أو جرف التربة ثم غربلة الناتج باستخدام غرابيل مختلفة ذات فتحات صغيرة جدا، أما في حالة الرغبة بالتقدير الكمي للعينات فتستخدم غرابيل الاهتزاز وكما في الشكل (14 - 4)، ويجب عمل ذلك مختبرياً وتسجيل النتائج مثل المساحة المأخوذ منها العينة وحجم العينة ووزنها الرطب ومجموع عدد العينات.

شكل (14–4) غربيل التربة الهزاز وغرابيل يدوية مختلفة الأحجام.

- **الأوالي التي تختفي بين مكونات التربة الطينية والرمل الناعم.**

وتستخدم لذلك طريقة خاصة ومبسطة يمكن تنفيذها بأبسط الأدوات تسمى بطريقة (الحفر شعاعية الأذرع)، وهي الطريقة التي ابتدعها الباحثان هيلينش وجيري Hulings & Gray ويطبق هذا الأسلوب في حالة انحسار المد عن السواحل التي تتصف بالتربة التي ذكرناها، حيث يتم عمل حفرة صغيرة في الرسابة الساحلية نفسها مع عمل عدد من القنوات الشعاعية الصغيرة حولها وعلى مسافة 2-3 متر لغرض تسهيل عملية انسياب الماء المتبقي داخل جزيئات التربة إليها من مختلف جوانب المنطقة المحيطة بالحفرة المركزية وكما مبين في الشكل (14-5) وبعد تجمعه فيها تدريجيا فأنه سيحمل إلى مركز الحفرة أحياء مختلفة تنساب مع حركة الماء ومن ضمنها الأوالي.

وهنا يتم دراسة مجاميع مختلفة من الأوالي بطرق مختلفة كذلك فمثلا لجمع العائمة منها والمتحركة تستخدم غربال دقيق الفتحات أو شبكة جمع العوالم البحرية دقيقة الثقوب أقل من 10-50 ميكرون، أو تستخدم الجرادل الصغيرة أو الأنابيب المخبرية ثم تنقل العينات للمعمل لغرض الفحص والتعرف عليها، أما الأوالي غير المتحركة فتأخذ النماذج من المواد المترسبة في قاع الحفرة المركزية وتطبق عليها طرق الفصل المختلفة التي تم توضيحها سابقا تماشيا مع طبيعة الرسابة الموجودة في المنطقة.



شكل (14-5) طريقة الجفر الشعاعية الأذرع لجمع الأوالي.

أولا. طرق جمع واعداد أوالي البيئة البحرية Marine Protista :

تقسم البيئة البحرية لأغراض الدراسة ومتابعة توزيع الأحياء بشكل عام والأوالي بشكل خاص إلى عدة مستويات ونظم داخلية لأن الأوالي البحرية تنمو وتقطن عدة مناطق بيئية ذات خصائص مختلفة من حيث الغذاء وحركة الماء وعمود الضوء بالإضافة إلى طبيعة عوامل الكيميائية والفيزيائية والجيولوجيا والتوزيع الحراري وموقع البحر من خط الاستواء وغيرها من العوامل، وهذا ما ينطبق على أجناس وأنواع مملكة الأوالي كذلك.

لذلك نجد أن هنالك مواطن توزيع بيئي مختلفة في البيئة البحرية للأوالي كهائمات أو سابحات أو ملتصقة على الأجسام أو على الأحياء الكبيرة أو متعايشة معها أو متطفلة عليها أو أنها تعيش على شكل مجاميع قاعية، لذلك يفضل أن تدرس بصورة منفصلة عن بعضها لزيادة الدقة وتفسير التداخل بين العوامل وتحديد الدور البيئي لهذه الأحياء نتيجة لسعة وتنوع هذه البيئة مقارنة مع البيئات المائية الأخرى، وعليه سوف يتم تناول الأوالي في المناطق البيئية التالية:

(أ) أوالي منطقة المد والجزر:

تمثل منطقة المد والجزر الساحل البحري الذي تغمره المياه وقت المد وتنسحب عنه وقت الجزر، وتفضل الدراسة فيه بأوقات المد الربيعي التام Spring tides أي المد الأعلى والذي يحصل كل أسبوعين في أول الشهر عندما يكون القمر هلالاً وفي منتصف الشهر عندما يكون بدراً حيث يرتفع مستوى مياه البحر إلى أعلى حد وبعد ذلك ينخفض إلى اقل مدى ممكن. ولذلك تنكشف هذه المناطق بما فيها من أوليات وخصوصا الكبيرة وكذلك الأوليات المجهرية وتبقى مع المواد المطروحة من البحر في تربة السواحل. إن الطرق المستعملة في جمع كائنات مناطق المد والجزر عادة تكون طرق بسيطة ولا تحتاج إلى تقنيات معقدة وهي بالدرجة الأساس تعتمد على التكوين الجيومرفولوجي للشاطئ البحري نفسه وعلى السلوك البيئي للأوالي نفسها، حيث نجد أنها تختلف في طبيعة تعاملها مع مكونات هذه المنطقة أثناء وجود الماء أو بعد حصول عملية الجزر وانسحاب الماء إلى داخل البحر، وعموما يمكن ملاحظة السلوكيات التالية لهذه الكائنات.

- أنواع عديدة من الكائنات الأولية تسارع بالاختفاء بعد انحسار الماء بين جزيئات التربة الساحلية.
- هنالك بعض الأوالي تختفي بعد نقص عمود الماء ابتعادا عن مصدر الضوء المباشرة لذلك يفضل جمعها باليد قبل هذه الفترة وخاصة الخرمات والفطريات اللحمية المتطفلة على الحشائش البحرية وغيرها.
- الأوالي التي تلتصق على الصخور المكشوفة يمكن التقاطها عن طريق الملاقط والفرشاة وأما الجالسة منها فباستخدام أدوات القشط مع الجزء المستندة عليه أو كسر أجزاء من الصخور والتي يمكن نقلها إلى المختبر للتعرف على محتوياتها من الأوالي. أما الجالسة منها فيجب كسر الصخور ما أمكن منها لإخراج الأوالي الموجودة بين الأخاديد.

وتستخدم لتحقيق هذه الأغراض العديد من الأدوات البسيطة المبينة في الشكل (14 - 6) مثل الملاقط المختلفة الأحجام، أدوات القشط، الفؤوس الصغيرة، أنواع من الفرش المختلفة المتانة وعدسات مكبرة للتعرف على بعض الأوالي في موقع تواجدها وخاصة الكبيرة الحجم من المخرمات وغيرها من ذات الأغلفة والقشور التي تلفظها المياه خاصة في حالة حركة الموج القوية.

الشكل (14–6) بعض نماذج من الأدوات المستعملة في جمع الأوالي في منطقة المد والجزر.

(ب) أوالي منطقة تحت نطاق المد والجزر Subtidal region:

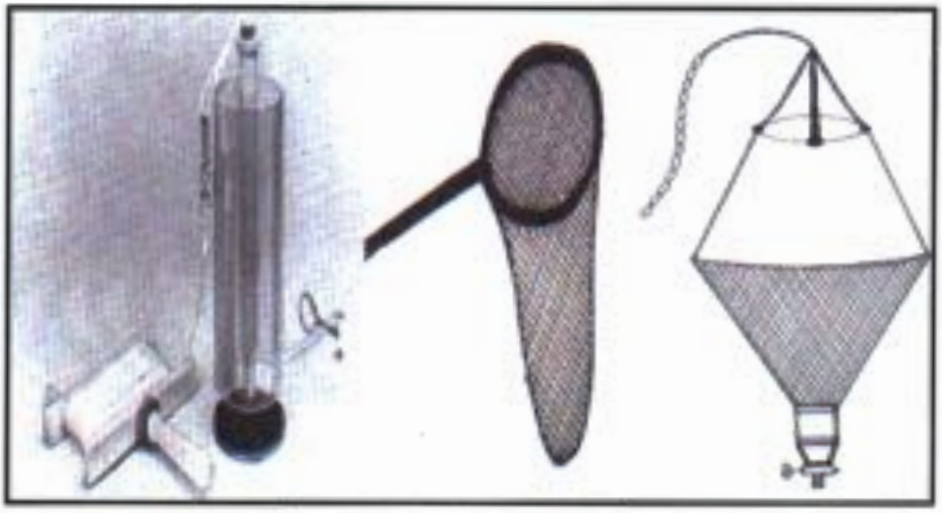
وهي المنطقة الواقعة تحت منطقة الساحل وتمثل المياه الضحلة ذات العمق المحدود والتي يكون فيها عمود الضوء جيد ويمتاز بوجود الطحالب والنباتات المائية وتمتاز بكثرة أحيائها كما في مناطق الجرف القاري ومناطق تشكل الشعاب المرجانية والجيوب البحرية والخلجان وغيرها، ويمكن دراسة كائنات هذه المنطقة باستخدام الطرق التالية:

1- عن طريق الغوص وخاصة المناطق التي يقل فيها العمق عن 40 مترا باستخدام جهاز التنفس تحت الماء Self contained Underwater breath apparatus (SCUPA).

2- استخدام القوارب والسفن البحثية الصغيرة المزودة بأجهزة ولوازم جمع الأحياء المائية من السطح وتستخدم لذلك عدة وسائل وطرق منها:

الأوالي من الهوائم Planktonic Protista:

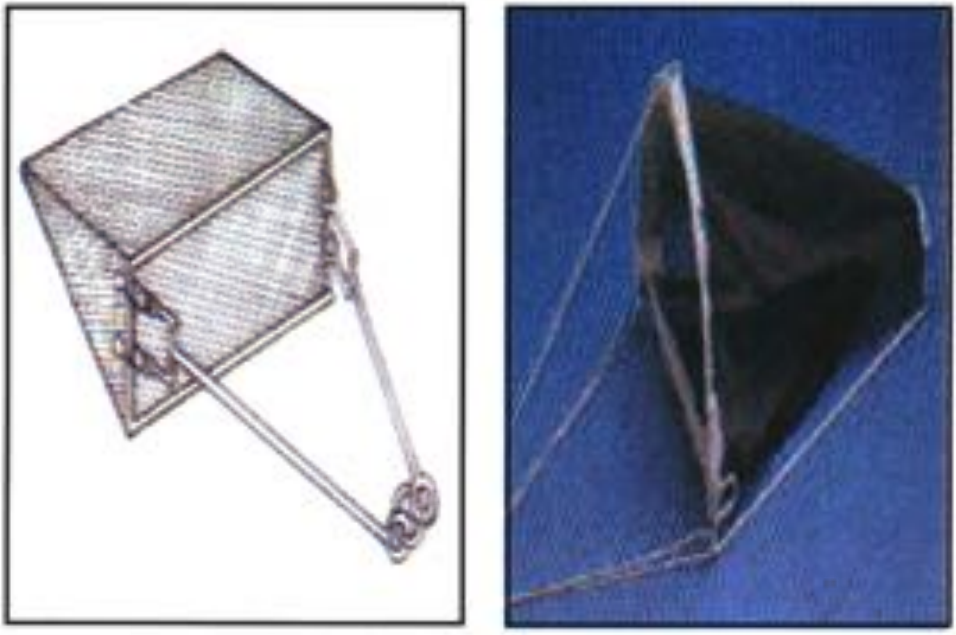
وتستخدم في هذه الطريقة شباك جمع الهوائم النباتية والحيوانية Phyto-Zooplanktonic nets المفتوحة أو ذات الأطواق المغلقة، والتي يتم استخدامها بعكس حركة تيار الماء وفيها يتم جمع الأوالي السابحة من السوطيات النباتية والحيوانية والهدبيات حرة المعيشة والشمسيات والشعاعيات من الهوائم والسابحات المختلفة، وفي حالة الرغبة بجمع العينات بأعماق مختلفة فيمكن استخدام جهاز Van Dor الذي يمكن التحكم بفتحة وغلقه على العمق المطلوب وكما مبين في الشكل (14-7).



شكل (14-7) نماذج من شباك الهوائم وجهاز فان دور.

الأوالي فوق القاعية Epiphytic Protista :

باستخدام الكراءة أو النردلة أو الشباك الكاشطة، وهي طريقة تستخدم لدراسة الأوالي الفوقية قاعيه الموجودة في مناطق الجرف القاري والمياه قليلة العمق من المخرمات والشعاعيات والخيبشبكيات وبعض الهدبيات واللحميات الجالسة أفضلها الكراءة المستطيلة كما مستخدم في دراسة اللافقاريات الكبيرة ولكن تستبدل الفتحات بحيث تكون بالميكرونات أو الملليمترات حسب الأوالي المستهدفة بالدراسة. أما في البحار العميقة فتستخدم شباك السحب عبر قاع البحر وهي مشابهة لحالة النزول trawl الخشبية أو نزولة الأعمدة beam trawl أما للأغراض العملية فيستخدم نزولة اغاسز Agossiz trawl. والشكل (14-8) يبين بعض هذه الأدوات.



شكل (14-8) نماذج من شباك جمع الأوالي فوق القاعية.

(ج) جمع واعداد أوالي المنطقة البحرية المفتوحة:

تتميز المنطقة البحرية المفتوحة باحتوائها بالدرجة الأساس على العوالق البحرية Marine Plankton من الأوالي المختلفة وخاصة من السوطيات النباتية والدايتومات والشعاعيات، ولغرض دراستها توجد عدة طرق ووسائل ولكنها جميعا تستخدم الشباك الخاصة بجمع العوالق البحرية Plankton net وبعض التقنيات الأخرى للدراسة على أعماق مختلفة ضمن المنطقة المفتوحة ومن هذه الطرق ما يلي:

1- شباك بسيطة مثل شبكة المقطورة Tow-net.

2- الشباك التي تحتوي على طوق معدني وغطاء يمكن التحكم به ،وتتحد عدة شباك مثل شبكة هنسن Henson net.

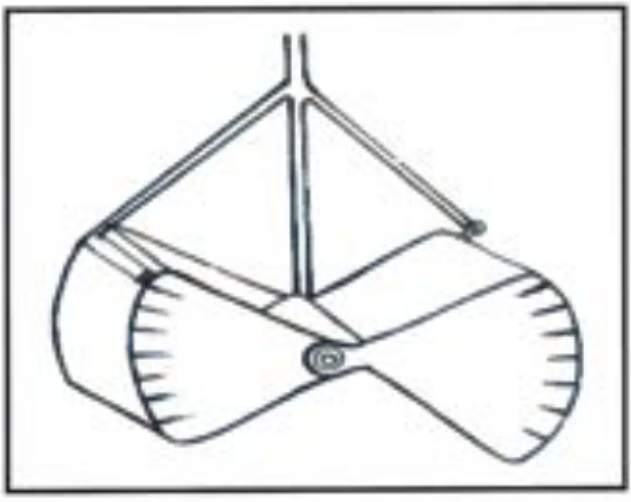
3- شباك تحتوي على جهاز قياس كمية الماء الداخلة للشبكة Flometer مثل شبكة Lark Pumpas.

4- شباك تحتوي على الأثقال وجهاز قياس العمق مثل شباك هاردي Hardy وشبكة إسحاق وكيد Isaak & Kidd والتي تدرس مياه الوسط.

ويجب الانتباه هنا إلى بعض هذه الشباك تستخدم لدراسة وجع مختلف الأحياء من اللافقاريات والأحياء البحرية الأخرى، ولكن عند الرغبة في دراسة وجمع الأوالي يجب أن تكون الشباك والأجهزة المستخدمة ذات فتحات مناسبة لحجم مجموعة الأوالي المستهدفة بالدراسة لأن أحجام هذه الأوالي صغيرة جدا.

(د) جمع وإعداد أوالي المنطقة القاعية: Benthic Protista

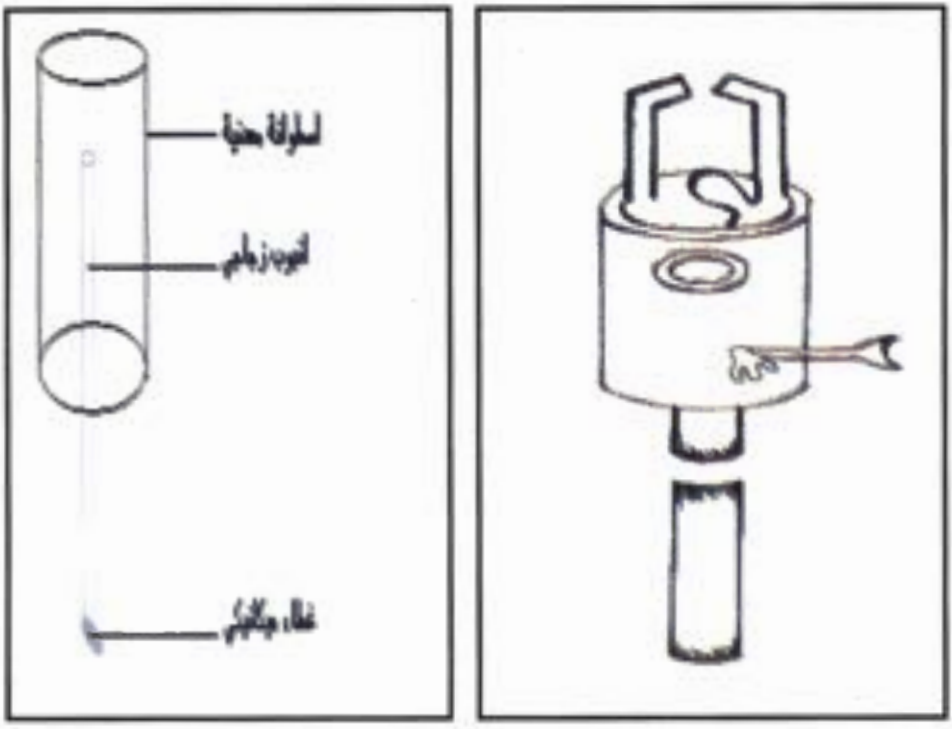
تتبع طريقة استخدام الكباش أو الكروفة Grabs وهي طريقة تستخدم لغرض الدراسة الكمية لتوزيع الأوالي واللافقاريات المختلفة في الأعماق القاعية المختلفة لان هذه الأجهزة تستطيع النزول إلى أعماق أكثر من الكرامات والشباك التي مر ذكرها وهذه الكباشات أو الكرامات أشكال وأحجام مختلفة ولكن طريقة استخدامها واحدة ومن هذه الطرق كباش أو كرامة بترسين Petersen grab كما في الشكل التالي (14 - 9).



شكل (14-9) نموذج من كباش أو كرامة بترسن Petersen grab.

وعند الرغبة للكشف عن هذه الأحياء ودراستها في عمق أكبر داخل القاع مثلا بين 50 - 200 سم وعدم إحداث أي اضطراب في الموقع القاعي، نستخدم اللباب البسيط أو اللباب ذات اللب مثل لباب جونس كار Jones care أو لباب جونتر، وهذه اللاليب يتكون كل منها من أنبوب

زجاجي محاط باسطوانة معدنية يمر عبرها الماء بحرية أثناء نزوله في الجسم المائي وعند اختراقه لجزيئات الوحل حال اصطدامه بالقاع، وعند شده إلى الأعلى تغلق الفتحة ميكانيكيا بواسطة مصراع بسيط لمنع فقدان العينة من داخلة والشكل (14 - 10). بعد ذلك تفرغ المحتويات وتغسل بماء المصدر نفسه وتهيأ للدراسة المطلوبة.



الشكل (14 - 10) نماذج من القباب ذات اللب.

- **طريقة الكرادة والشباك الكاشطة:**

تستخدم هذه الأدوات لدراسة الأوالي الفوق قاعيه الموجودة في مناطق الجرف القاري والمياه قليلة العمق، ومن بين الأوالي التي يمكن جمعها بهذه الطريقة هي مجاميع من المخرمات والشعاعيات والخيشبكيات وبعض الهدبيات التي تقطن المنطقة القاعية وبعض اللحميات والسوطيات الجالسة، وأفضلها طريقة الكرادة المستطيلة كما هو مستخدم في دراسة اللافقاريات الكبيرة ولكن تستبدل

الفتحات بحيث تكون بالميكرونات أو المليمترات حسب الأوالي المستهدفة بالدراسة .

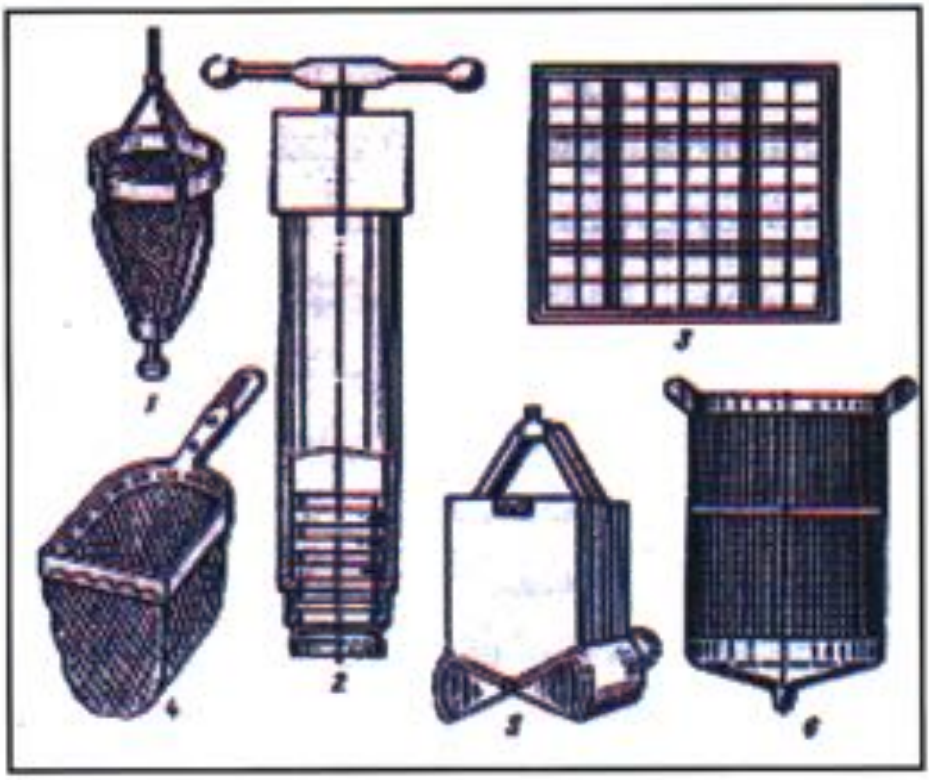
أما في حالة البحار العميقة فتستخدم شباك السحب عبر قاع البحر والمشابهة لحالة النزول trawl الخشبية أو نزولة الأعمدة beam trawl أما للأغراض العملية فيستخدم نزولة اغاسز Agossiz trawl (أمزي 2002).

ثانياً دراسة طرق وجمع أوالي بيئة المياه العذبة:

تستخدم لجمع أوالي المياه العذبة نفس الطرق المتبعة والتي تم توضيحها في دراسة البيئة البحرية إلا إن الأجهزة المستخدمة والمعدات تكون اصغر حجما واخف وزنا بما يتناسب مع حجم البيئة العذبة كالأنهار والجداول والقنوات والسواقي الجارية أو البحيرات وخزانات الماء أو الأهوار أو العيون والواحات التي تمثل المياه الساكنة، حيث تستخدم لدراسة الأوالي في مثل هذه البيئات أدوات وأجهزة مختلفة حسب العمق المائي والأوالي المستهدف بالدراسة ومن هذه المعدات الشباك اليدوية لجمع العوالق والمكارف والملاليب والشباك الكاشطة والجرادل والمشابك والحقائب البيئية الحقلية وغيرها وكما في الشكل (14-11).

أما في حالة المياه الجارية كالأنهار والجداول فيستخدم لدراسة القاع جهاز خاص يسمى (جهاز معيان قاع النهر Stream bottom Sampler) وهو عبارة عن صندوق معدني مفتوح الجوانب ويتصل بأحد جوانبه شبكة مخروطية، ويوضع هذا الجهاز على القاع مباشرة ويتم تحريك القاع بواسطة الأيادي أو الأرجل أو باستخدام آلة الرفاس صغيرة الحجم، وبذلك ترتفع مع التيار هذه الرسابة ومحتوياتها باتجاه الجهاز بفعل التيار، وتجمع في الشبكة وتجرى عليها العمليات السابقة الذكر.

وتستخدم الأدوات والأجهزة المبينة في الشكل أدناه لجمع العوالق من الأوالي من السوطيات النباتية والحيوانية وأفراد تحت طائفة الشمسيات والاميبيات الحرة والهدبيات المختلفة وغيرها من أوالي بيئة المياه العذبة.



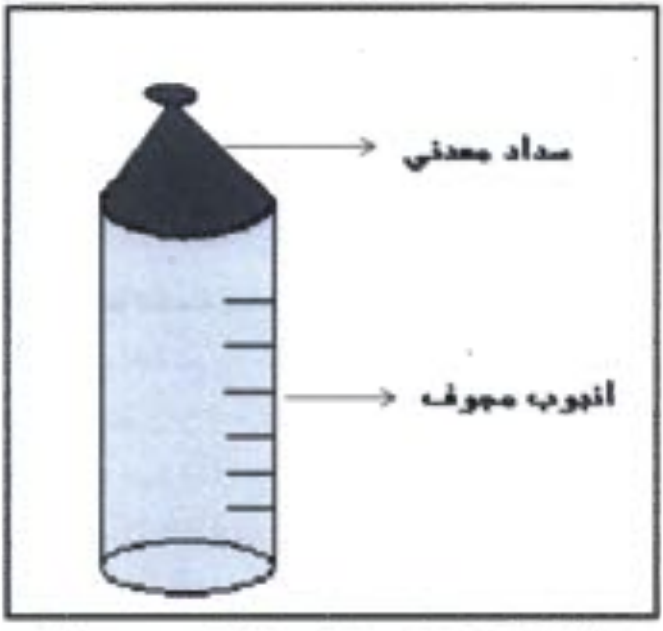
1- شبكة البلانكتون 2- الكيس الساحب للعينة 3- الشريحة الحسابية 4- مقشط 5- المكرفة
6- جهاز لأخذ عينات القاع النهري.

شكل (14-11) نماذج من أجهزة جمع وتقدير الأوالي في الوسط المائي والبيئة القاعية. (الناصح، 1993).

ثالثاً: طرق جمع الأوليات القاعية المنصفة Meiobenthic Protista:

تمثل فئة من الكائنات الحية تقع من حيث الحجم بين Macro-Fauna و Micro-Fauna، وهي عموما حيوانات صغيرة تتمكن من التحرك خلال الفراغ الخاصل بين حبيبات المواد المترسبة في القاع دون أن تحدث تحركاً اضطرابياً في جسيمات الرسابة، وتشكل المخرمات واللحميات ذات الأغلفة النسبة الكبيرة منها (Moodley et al, 1997، ألفوني 2002). كذلك يمكن تعريفها بشكل آخر بأنها تلك الكائنات القاعية الداخلية التي يمكن إن تمر خلال رشح غربال ثربة دقيق قطر ثقوبه واحد ملم وتشترك في تكوين مجتمع لافقاريات القاع المختلفة (ألفوني 2002). وهناك عدة طرق

لدراستها كما يقترح الباحثون Hulings & Gray وذلك حسب الحالة التي يكون فيها الوضع البيئي للمنطقة البحرية المستهدفة بالدراسة وطبيعة مكونات الرسابة القاعية والشكل المتوقع لارتباط هذه الأحياء معها، ومن أشهر الطرق المستخدمة لدراسة هذه الأوالي هي طريقة استخدام اللباب البسيط Simple Corer، ويستخدم هذا الجهاز لدراسة الأوليات الشديدة الالتحاد بالرسابة وحبيبات الرمل وكذلك دراسة هذه الكائنات من ناحية كمية وذلك بأخذ عينة من الرسابة بإنزال اللباب المطاطي أو الزجاجي أو المعدني بقطر لا يقل عن 30- 40 ملم وطول 400 ملم، يدفع الأنبوب إلى داخل القاع باستخدام اليد أو المطرقة المطاطية تدريجيا على النهاية الحرة له المغطاة بغطاء مطاطي كذلك، وبعد ذلك يرفع اللباب مع محتوياته من الرسابة أو مكونات القاع ويفتح الغطاء وتقوم بالطرق الهادئ لكي تندفع محتوياته ونضعها في غربيل دقيق الفتحات أو شبكة هائمات صغيرة وتغسل العينات بماء من نفس الموقع البيئي، أو نضع الرسابة في صحون بترى أو جرادل صغيرة ونضيف كمية من ماء ذات الموقع للمحافظة على حيوية الأوالي لحين الدراسة. وطريقة اللباب مفيدة لدراسة التوزيع العمودي والأفقي ومعرفة كمية هذه الأحياء. والشكل (14-12) يبين شكل ومكونات اللباب.



شكل (14-12) اللباب البسيط لجمع الأوالي.

ويمكن تحليل العينات المتحصل عليها باستخدام طريقة اللباب أنفة الذكر بطرق مختلفة حسب طبيعة الجزيئات القاعية وطريقة ارتباط الأوالي معها ونوعية الأوالي المستهدفة بالدراسة، ومن أهم هذه الطرق مايلي:

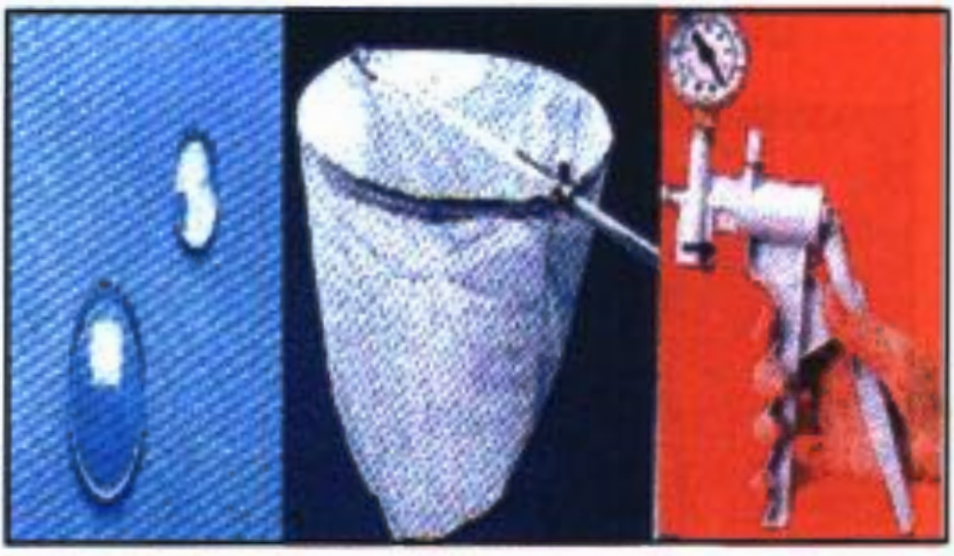
(1) طريقة الترشيح Filtration:

نأخذ عينة الرسابة المحتوية على العينات وتصفى لعدة مرات بماء البحر في سطل أو جردل ونخلطها جيدا في الماء ونصفيها باستخدام شباك جمع العوالق بقطر (50-62) ميكرون وتعاد العملية عدة مرات خلال نفس الشبكة أو شبكات اقل منها حجما، بعد ذلك تغسل جوانب الشبكة ومحتوياتها بماء البحر المصفى لكي تتجمع كل محتوياتها من الأوالي في قاع الشبكة المخروطي، بعد ذلك يقلب بلطف محتوى الشبكة في صحن أو وعاء آخر مناسب للدراسة وتدرس العينات وتصنف حسب الهدف المطلوب من الدراسة. وفي حالة الرغبة في حفظ العينات لفترة أطول توضع العينات في محلول من فورمالين 10٪ أو الكحول 70٪، كذلك يمكن إضافة قطرات من مواد مثبتة لزيادة فعالية الطريقة كإضافة كلوريد المغنسيوم مع تحريك العينة بهدوء لمدة 10-20 دقيقة لكي تؤدي المادة المضافة مفعولها ونحصل على كائنات حية بهيئة جيدة غير منكمشة الخلية.

شكل (14-13) نماذج من الأدوات المستخدمة بطريقة الترشيح.

(2) طريقة الفقاعات الهوائية أو طريقة هيجنز Higgins:

تكون هذه الطريقة مناسبة لدراسة الأوالي المرتبطة مع الرسوبيات الناعمة ذات الحبيبات الدقيقة كالوحل والغرين والطين وذلك بأن تأخذ الرسابة من القاع بواسطة الكارف أو اللباب أو باستخدام أية وسيلة مناسبة حسب العمق المائي، توضع العينة مباشرة مع كمية من ماء البحر (ماء مصفى) على أن يعامل هذا الماء سلفا مع مادة مخدرة كالفورمالين أو الكحول بتركيز 70٪ أو فينوكستول البروبلين وذلك حسب طبيعة العينة المطلوبة للدراسة. تقوم بعد ذلك بتحريك وتقليب النماذج عدة مرات مع الماء ليمتزج جيدا ولمدة (10-20) دقيقة وذلك عن طريق إمرار تيار هوائي بواسطة منفاخ يدوي إلى تتكون فقاعات على السطح الخارجي للماء، هذه الفقاعات هي التي تحتوي على الأوالي والأحياء الصغيرة الأخرى مع كمية من الغشاء العضوي، وباستخدام ورق ترشيح نقوم بسحب محتويات هذه الفقاعات، يكرر العمل لعدة مرات ويتم غسل أوراق الترشيح بشكل جيد في إناء نظيف داخل شبكة ذات فتحات صغيرة (52-60) ميكرون وبعدها تفرغ محتويات الشبكة في طبق بتري وتدرس.



شكل (14-14) بعض الأدوات المستخدمة في طريقة الفقاعات الهوائية.

(3) طريقة ثلج ماء البحر أو طريقة اوليج Uhlig:

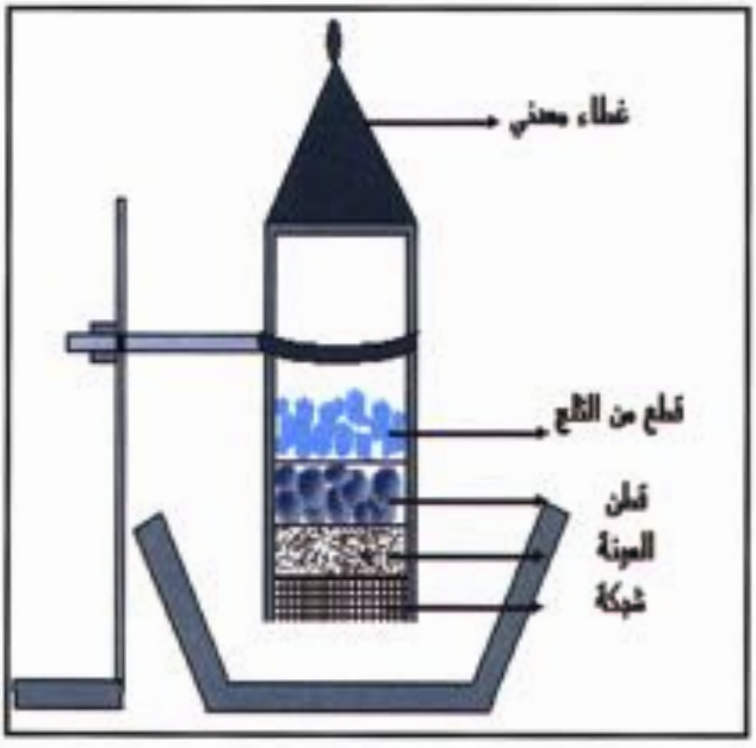
وهي طريقة تستخدم لفصل الحيوانات القاعية الملتصقة من الرسابات السامية كالرمل وخاصة المخرمات والهيبشبكيات وكما يلي:

1- توضع الرسابة في قاع أنبوب مثبته عليه شبكة من النايلون دقيقة قطرها 50-140 ميكرون.

2- وتوضع فوق العينة الموضوعة على الشبكة طبقة بسيطة من القطن .

3- ثم نملأ بقية الأنبوب بالثلج يتسلسل إلى الرسابة عبر القطن ويعمل على طرح الكائنات إلى إناء جمع العينات .

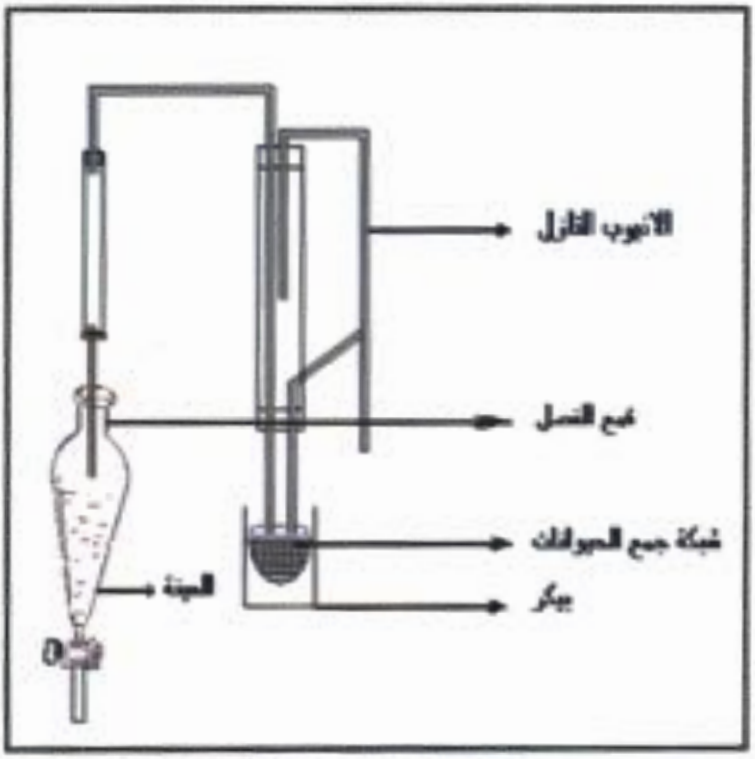
وفي حالة عدم توفر الثلج يمكن أن يستخدم ماء بارد جدا مع استخدام ورق ترشيح أو ألياف القطن حتى ينزل الماء ببطء ويسيطر على برودة الماء بشكل متواصل. والشكل (14-15) يبين مكونات الطريقة المقترحة.



شكل (14-15) طريقة ثلج ماء البحر أو طريقة أوليج.

(4) طريقة Boisseaw أو طريقة الترويق

وتستخدم لدراسة وفصل الأوليات الملتصقة حيث توضع المادة الحاوية على الأوالي في جهاز فصل مكون من قمع فصل (الرسابة) واسطوانة زجاجية تحتوي على أنبوب نازل وآخر صاعد وتنتهي هذه الأنابيب في إناء جمع يوضع بداخلة إناء آخر مثبتك وكما مبين في الشكل (14-16) وتضع في قمع الفصل مادة مخدرة لغرض طرد الأوالي الموجودة في العينة أي كإفادة منفرة، تترك العينة المدروسة إلى إن تؤدي المادة المخدرة مفعولها ثم تُدخل تيار من ماء بحر صافي إلى القمع عن طريق الصنبور بشكل متوازن من تدفق الماء الصاعد والنازل بين الأنبوبين، تتحرك الأوالي مع تيار الماء الصاعد إلى الطرف النازل من الجهاز وبذلك يتم جمعها من فترة لأخرى في إناء الجمع المزود بشبكة ذات أقطار لا تتجاوز 62 ميكرون. ولضمان عدم رجوع والتصاق الحيوانات في الطرف النازل والصاعد مرة أخرى تضيف مادة مخدرة مع ماء البحر الصافي.



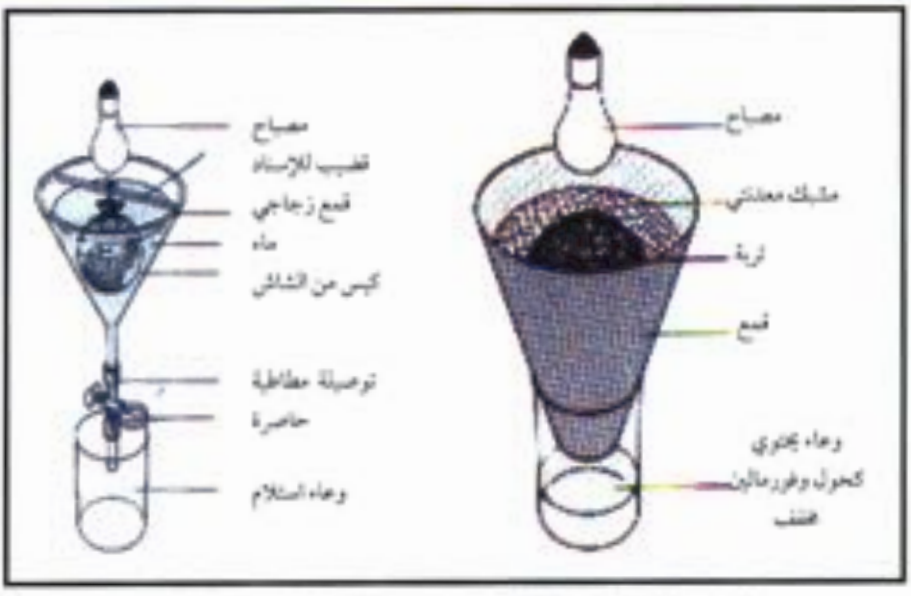
شكل (14-16) طريقة Boisseaw أو طريقة الترويق

طرق جمع واعداد أوالي البيئة الأرضية Land ecology.

يتباين توزيع ومعيشة الأوالي في البيئة الأرضية كما هو الحال في البيئات المتخصصة التي تم التعرض إليها، وذلك لأن البيئة الأرضية تنتشر فيها أنواع مختلفة من السوطيات النباتية والدايتومات والسوطيات الحيوانية والهدبيات واللحميات والقطريات الحيوانية وغيرها ولكل مجموعة منها أسلوب معيشة وسلوك بيئي مختلف، لذلك هنالك عدة طرق مقترحة لدراسة هذه الكائنات منها ما يلي:

أولاً طريقة استخدام أقماع التجفيف Desiccation Funnels

وتستخدم هذه الطريقة لفصل الأوالي المتحركة من اللحميات والهدبيات والسوطيات التي تقطن جزيئات التربة ويستخدم في هذه الطريقة أقماع تجفيف منها قمع برليزي Berlese funnel والذي يستخدم الماء الساخن وقمع تولجرن Tullgren funnel والذي يستخدم الضوء (مصباح كهربائي) وكما مبين في الشكل (14-17) وكلا الطريقتين تستند على مبدأ الطرد والعزل الحراري والضوئي حيث أن المعروف عن الأحياء التي تقطن جزيئات التربة ومنها الأوالي تكون كاره للضوء المباشر وكذلك الجفاف والحرارة العالية، لذلك تأخذ عينات من التربة المتوقع وجود هذه الأوالي بين مكوناتها وتوضع في إناء مشبك أو قماش ذات فتحات صغيرة جدا وتوضع العينات في الأقماع المذكورة وتعرض مباشرة تحت مصباح ضوئي أو توضع على فوهة إناء يعطي بخار ساخن، وفي كلا الحالتين عندما تسخن مكونات التربة تبدأ الأوالي بالحركة والهجرة إلى أسفل إناء الجمع أو إلى أسفل قطعة القماش من الجهة المعاكسة لمصدر الإضاءة في حالة تعريضها لضوء مصباح كهربائي، أو تفاعل الأعلى في حالة تعريضها إلى حرارة الماء الساخن كما في حالة قمع برليزي، وفي كلا الأمرين يمكن دفع هذه الأوالي للخروج من جزئيات التربة وفحصها والتعرف عليها بعد جمعها في الماء العادي أو الكحول المخفف أو الفورمالين ومن ثم فحصها والتعرف على الأنواع والأجناس الموجودة ضمن مكونات التربة.



شكل (14-17) طريقة استخدام أقماع التجفيف في عزل أوالي التربة.

ثانيا. طريقة الطفو Flotation method

وهي طريقة تستخدم لدراسة الكائنات اللافقارية وكذلك الأوالي التي تعيش بين جزيئات التربة الطينية أو ما يسمى بالتربة الثقيلة والوحل حيث تكون جزيئاتها دقيقة ومتماسكة بدرجة تكون عملية التوصيل الضوئي والحراري التي ذكرناها في الطريقة الأولى بطيئة أو غير مجدية أحيانا، لذلك فكر الباحثون بطرق أخرى يمكن من خلالها تفتيت هذه الجزيئات وعزل الأوالي منها ومن هذه الطرق طريقة الطفو وتفتيت مكونات التربة وفق الخطوات التالية:

1- نقوم باختيار مواقع مختلفة من التربة الجيدة المادة العضوية، على أن تأخذ عينات التربة على عمق مناسب منها حسب الرغبة في الدراسة ونضعها في إناء يحتوي على محلول كبريتات المغنسيوم ($MgSO_4$) ذات الكثافة النوعية 1:1، وتترك العينة لفترة وجيزة لكي تتشرب بالمحلول وتصبح اقل تماسك.

2- نعمل على إمرار تيار من الهواء من أسفل الإناء الحاوي على المحلول بواسطة مضخة هواء أو بالنفخ العادي في حالة عدم توفرها، حيث يعمل تيار الهواء على زيادة تفكك جزيئات التربة وحصول سيل من الفقاعات الهوائية التي تحمل معها إلى أعلى الإناء جزيئات التربة والأوالي المرتبطة بها، وبفعل اختلاف الكثافة تسقط جزيئات التربة وتبقى الأحياء معلقة في الطبقة العليا من المحلول.

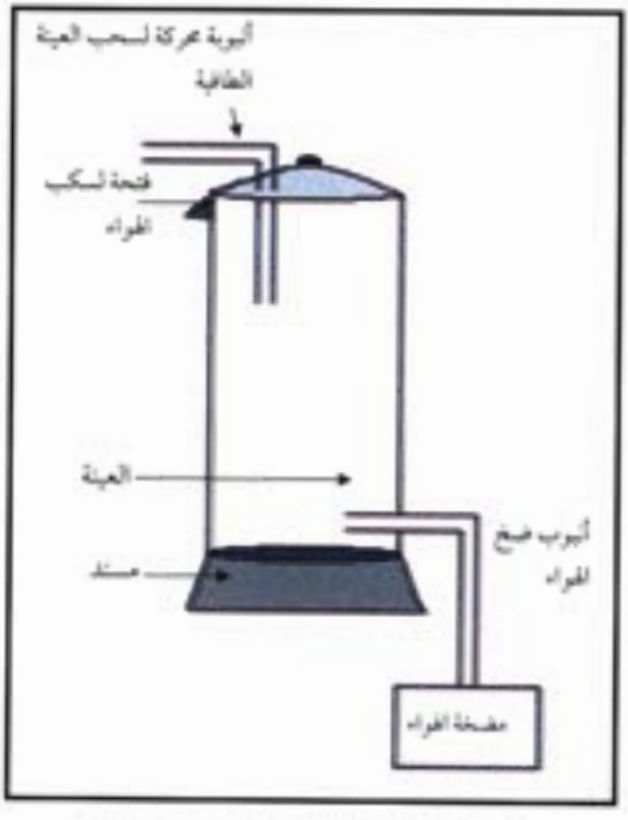
3- يترك الوسط ليستقر تدريجيا وتكتمل عملية نزول المواد العالقة والرواسب إلى قاع إناء التجربة وبذلك تتكون طبقة من الرواسب في الأسفل وطبقة رائقة في الأعلى.

4- تقوم بسكب ماء الطبقة العليا بهدوء داخل شبكة يدوية صغيرة من شباك جمع العوالق كما مرَّ وصفها في الطرق السابقة. أو يزود الجهاز بأنبوب متحرك من الأعلى يتم إدخاله لسحب الماء من أعلى الجهاز.

5- تجمع عينات الأوالي المنفصلة في قنينة أو أنبوبة مخبريه توضع تحت نهاية شبكة العوالق لغرض حفظ العينة والتعرف على طبيعة الأوالي.

6- تكرر غسل العينة بهدوء عدة مرات لغرض فصل الكائنات عن الحبيبات القاعية والمواد العضوية.

7- يتم فحص الأوالي مباشرة تحت المجهر أو تضاف للمحلول مواد حافظة كالفورمالين أو الكحول لغرض حفظها لحين الدراسة.



شكل (14-18) طريقة الحفنو لعزل أوالي التربة.

طرق جمع واعداد الأوالي المتطفلة.

(أ) أوليات التطفل الخارجي:

توجد عدة طرق لجمع الأوالي الطفيلية الخارجية من جسم العائل وتعتمد على عدة عوامل قسم منها تتعلق بالطفيلي نفسه فمثلا بعض الطفيليات تغادر الجسم حال شعورها ببرودة الجسم فيفضل جمع الأولي مباشرة بعد موته، وكثير من العوامل يحددها العائل وطبيعة معيشته فمثلا الثدييات تختلف عن الطيور وبدورها تختلف عن الأسماك أو البرمائيات ، وفي جميع الحالات يجب أن يُدون على العينة بعض البيانات المهمة التي تخص العائل مثل اسمه وأوصافه وما يخص العينة مثل مكان جمع العينة والموقع والتاريخ والزمن.

يصف ليبوفسكي(1951) طريقة لجمع الطفيليات الخارجية على الطيور والثدييات بواسطة غسل أجسامها في محلول مطهر، أما بالنسبة للحيوانات كبيرة الحجم فيغسل الجلد فقط بعد ذبحها ويترك في هذا المحلول لمدة نصف ساعة وبعدها يسكب محلول الغسيل في أسطوانة ويترك 15 دقيقة حتى يركد وتترسب المواد العالقة به ثم يسكب المحلول الرائق بحذر للحصول على الرواسب السفلية والتي تصب على الشريحة للفحص تحت المجهر.

أما لينكولن وشيلز (1979) فقد ذكروا أن كوك (1954) يقترح بأنه يمكن جمع الطفيليات الخارجية للثدييات عن طريق هضم الجلد العائل بعد ذبحه ، بواسطة إنزيم التريبسين والذي يقوم على إحلال البروتين وتكون الطريقة بتقطيع الجلد إلى قطع مربعة ذات أبعاد من 30-50 ملم ثم توضع في دورق يحتوي على محلول التريبسين 3٪ وجعل الـ(pH = 8.3) بواسطة محلول فوسفات ثنائي الصوديوم ويوضع المحلول في حاضنة بدرجة حرارة 37 ولمدة 48 ساعة. بعد عملية الهضم هذه يضاف محلول بوتاس كاوي 20٪ إلى محتويات الدورق ويغلى المزيج حتى يذوب جميع الشعر والجلد ثم يغربل المزيج للحصول على الطفيليات في الغربال فتنقل إلى طبق زجاجي وتغسل بالكحول.

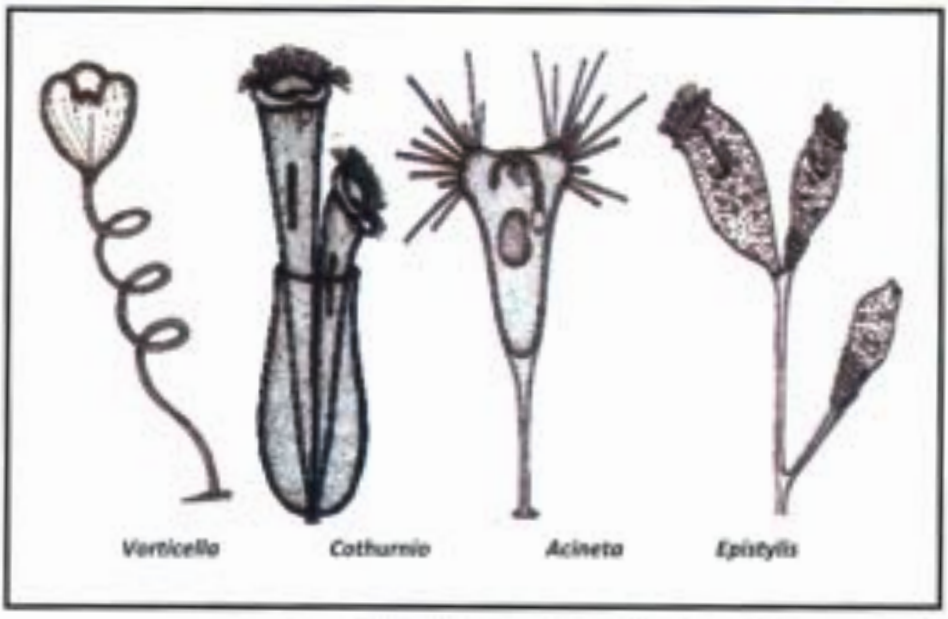
أما بالنسبة للحيوانات المائية مثل البرمائيات والأسماك واللافقاريات البحرية الرئيسية فتجمع الأوالي الخارجية من على جلودها بالشرط حيث تكشط الذيب والأكياس مع الجلد والمواد المخاطية وتوضع في طبق بتري به ماء نظيف، كذلك تعتبر الخياشيم والفتحات الأنفية وتجاويف الفم مواقع مهمة أخرى كثيرا ما تصاب بالطفيليات لذلك تجمع من هذه الأماكن بكشط المواد المخاطية أما

بالنسبة للخياشيم فتزال من رأس السمكة وتوضع في طبق بيتي ماء نقي ثم تفحص. وينبغي إزالة المواد المخاطية قبل تثبيت الأوالي وذلك بوضع الطفيليات في دورق زجاجي ذات سداد محكم به ماء بحر أو ماء عذب حسب الحالة ثم يرج بشدة ويسكب الماء بحذر وتعاد عملية الغسل هذه عدة مرات وتصبح جاهزة للفحص تحت المجهر.

ومن الأوالي السوطية المتطفلة خارجيا أجناس *Leishmania* مثل *L.donovani, L. brazilensis,* *L.tropic, L.mexican* والتي تسبب الأمراض الجلدية للإنسان وبعض من القديات والتي ينقلها الذباب عن طريق اللسع حيث يحمل الذباب الطور السوطي وهو الطور المعدي بهذه المتطفلات، والعائل الوسطي لكثير من أجناس هذا الأولي السوطي هي القوارض والكلاب وبعض القديات، وتكون عوائل مخزنة له والجنس *L. tropic,* غير محددة في الجلد وإنما ينتقل إلى كل مكان من الأحشاء الداخلية.

ومن الأوالي الهدبية التي تصيب الأسماك مثل الأجناس التالية : *Glossatella, Epistylis, Amphileptus, Scyphidia, Trichophrya* وتلتصق هذه الأوالي بجلد الأسماك وتتطفل عليها مسببة ارتشاحات دموية على الجلد وقرح صغيرة وبعدها يفقد الجلد بريقه ثم تبدأ القشور بالتساقط، وتتكاثر هذه الأوالي عن طريق الانقسام الثنائي البسيط وفي بعض الحالات يحدث التكاثر جنسي وغالبا ما تصيب الأعمار الصغيرة من الأسماك وخاصة عائلة البوري والبلطي. ويمكن تشخيص المرض عن طريق عمل مسحات من الجلد وبعد صبغها بمحلول الجمساء أما القديات التي تصيب الجمبري فهي أفراد جنس *Epistylis* وهو يصيب الأطوار ما قبل البلوغ والبالغة ويوجد على الجلد والخياشيم وعنق العين والذيل ووجوده بصورة كثيرة يؤدي كذلك إلى سوء التنفس، ومن الأوالي الخارجية الأخرى التي تصيب الجمبري وتتواجد على الجلد والخياشيم وعلى أعضاء الحركة وخاصة المناطق السفلى هي هدبيات من أجناس *Zoothamnium, Vorticella, Acinta, Tokophrya, Corthmia, Lagenophrys, Vaginicola*. والشكل (14 - 19) يبين بعض هذه الأجناس.

وتوجد كذلك أنواع من جنس الهدبي *Trichodina* تصيب بعض الأسماك البحرية حيث يعمل على التهام خلايا الجلد والخياشيم أو تكسيرها وخاصة عند تغير العوامل البيئية مثل الأس الهيدروجيني أو تغير درجة حرارة الجسم المفاجئة أو النقص الحاد في الأوكسجين وغيرها من العوامل.



شكل (14–19) بعض الأوالي الهدبية المتطفلة خارجيا على الجمبري.

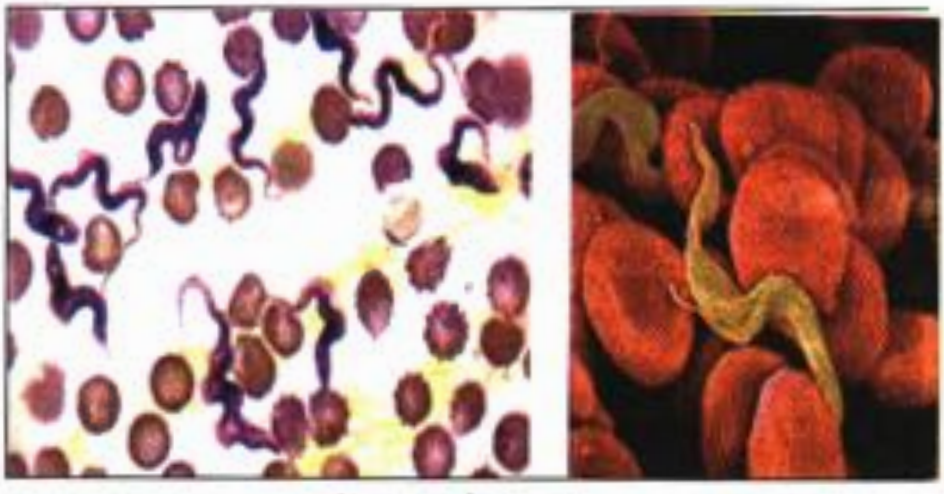
أما الأوالي السوطية الحيوانية التي تصيب الأسماك وتسبب العديد من الأمراض جنس *Ichthiobodo necatrix* الذي يصيب اسماك المياه العذبة والمالحة وخاصة العائلة البوري والبلطي والمبروك حيث يدخل بين خلايا الجلد ويظهر منها بشكل زوائد مجهريه تنتشر على الجلد وهو أيضا يصيب الخياشيم وخاصة في الأعمار الصغيرة مما يسبب خسائر كبيرة، واهم الأعراض هو وجود كمية كبيرة من المواد المخاطية على الجلد في منطقة الظهر والرأس وأيضا وجود قروح سطحية أو عميقة لذلك يسمى المرض عدوى الجلد المخاطي وعند الكشف عن الطفيل يعمل مسحة من الجلد وقتيا أو بعد صبغها بمحلول الجمسا بتركيز 1:10 توضع على شريحة وتفحص تحت المجهر.

ومن مجموعة الفطريات الحيوانية ذات التطفل الخارجي فهي أجناس *Vampyrella* و*Pseudospora* التي تتطفل على الطحالب الخيطية والأعشاب والحشائش المائية، والأجناس من مجموعة *Saprolegnial* تتطفل على الطحالب المعروفة باسم Ectocarpus كما تتطفل بعضها على الأسماك كما في الأجناس *Saproegniosis* و *Ichthiophinus* حيث تصيب الأسماك بأمراض مختلفة تدعى بأمراض الأسماك الفطرية Mycotic fish diseases (Perkins, 1974)، براية وآخرون 1996).

(2) أوليات التطفل الداخلي:

تطفل الأوالي على الأعضاء الداخلية للكائنات الحية وتتباين المواقع التي تشغلها هذه الأوالي، فمثلا قسم منها في القناة الهضمية أو جدرانها أو التجاويف والفراغات والأغشية المبطنة لها وقسم منها تتطفل على الكبد والمرارة والقنوات المرارية أو تكون طفيليات دموية وغيرها من أنماط التطفل الإجباري. وطريقة الحصول على الأوالي ذات التطفل الداخلي يتطلب تشريح العائل والفحص الكامل للعضو المصاب، وهذه العملية تستغرق وقتا طويلا لذلك يقتصر الفحص على التجاويف الداخلية. فمثلا الأوالي التي تصيب التجاويف المعوية عند البحث عنها يجب فتح الجسم وشق بطن الحيوان ثم فتح المعي بالمقص ثم إزالة المحتويات بما فيها من الطفيليات وغسل بطانة الأمعاء بمحلول ملحي للحفاظ على بقية الأوالي اللاصقة بجدار الأمعاء، وبعض الأوالي لا تستطيع الحصول عليها إلا بكشط البطانة في محلول ملحي.

وتوجد أجناس كثيرة من الأوالي ذات تطفل داخلي من شعبة اللحميات السوطية مثلا توجد أجناس من اللحميات مثل جنس *Entamoeba histolytica* حيث يعتبر الطور المتكيس هو الطور المعدي والطور النشط يعيش في الأمعاء الغليظة للإنسان، وأيضا الأوالي السوطية الطفيلية التي تعود للأجناس *Trypanosoma cruzi*, *Trypanosoma brucei* فهي المسببة لمرض النوم في القديات والإنسان. والشكل (14-20) يبين مسحات مختلفة لعينات دم مصابه بهذه الأوالي.

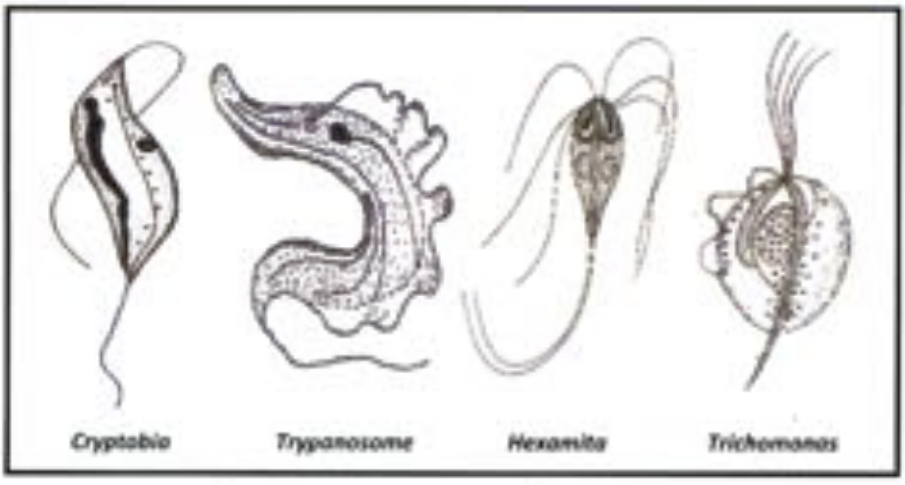


شكل (14-20) عينات دم مصابه بأجناس مختلفة من *Trypanosoma*.

أما جنس *Costia* يتطفل على الأسماك، وجنس *Trypanoplasma* الذي يسبب مرض النوم في الأسماك وينتقل عن طريق العلقيات، وتعتمد في إصابتها للأسماك على مصاصات الدماء الخلقية والتي تساعدها على الوصول إلى الأسماك وذلك عندما يفقد الأولي السوطي (التريبانوسوما والكريثوبيا) أسواطه ويعيش في أمعاء المصاصات ويقسم انقسام ثنائي بسيط ثم تنمو الأسواط مرة أخرى وتنتقل إلى منطقة الفم في المصاصات والتي تنقلها إلى الأسماك عند لدغها فتنتشر بعد ذلك في الدم، وتصيب هذه السوطيات الأسماك التي تعيش في المياه العذبة والمالحة وخاصة العائلة القطية وقد ينتشر في القناة الهضمية لأسماك المياه المالحة وعلى الجلد والخياشيم في اسماك المياه العذبة. وبعض الأوالي السوطية التي تسبب كثير من الأمراض في الأحياء المائية المهمة فمنها ما يصيب القشريات الكبيرة مثل الجمبري حيث يتطفل عليه الأجناس *Leptomonas, Unclassified, Amaeba* ويمكن مشاهدة الطفيل داخل الخلايا المصابة مجهريا، ومنها ما تصيب الأسماك مثل جنس *Cryptobia brachialis ،Cryptobia cyprinid ،Trypanosoma leuciscl* حيث تصيبها بأمراض مختلفة. وتأثير هذه الأوالي المباشر ليس بالضروري أن يكون مرضيا، ولكن وجودها قد يؤثر على عمل أعضائها، فمثلاً تؤثر على التنفس أو التغير الاسموزي أو مسببات أخرى تؤدي إلى أمراض وخاصة عند وجودها بكثافة عالية.

والكشف عن وجود هذه الأوالي السوطية يتم عن طريق أخذ مسحة من الدم أو من الكبد لأسماك ميتة حديثا ووضعها على شريحة وتثبيت العينة بواسطة كحول مطلق ثم 10 نقاط تقريبا من محلول جيما المخفف، أما للحصول على الطفيل فيمكن جمع كمية من الدم في أنابيب صغيره وتركه يتجلط ويؤخذ المصل للحصول على الطفيل (الموني 2002).

ومن السوطيات التي تصيب الأسماك أيضا جنس Hxamita, Trichomonas خاصة اسماك البلطي والبوري عن طريق الطعام الملوث بحويصلات الطفيل ويعيش في الخلايا المبطنة للأمعاء ويسبب فقد الشهية ونقص في النمو والتهاب الأمعاء مع وجود البقع النزفية التي من الممكن اخذ شريحة منها لمشاهدة الطفيل.



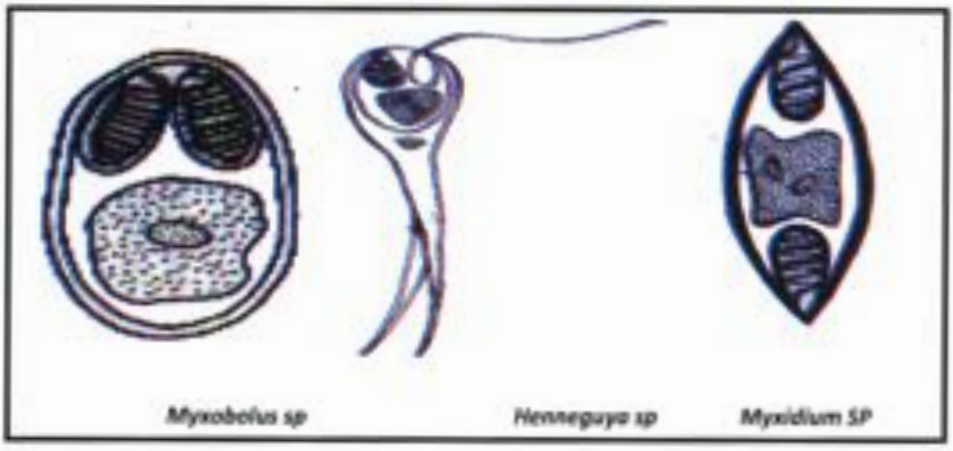
شكل (14-21) بعض الأوالي السوطية المتطفلة داخلياً في الأسماك.

أما الأوالي البوغية فهي أيضا من الأوالي التي تتطفل على الأسماك ومن أهم الأجناس *Hemegoya, Myxobolus, Myxidium, Glugea Plistophora* والتي تتطفل على الغضاريف والأنسجة أو الأعضاء الداخلية فأما أن تكون داخل حويصلات أو حرة تنتشر بين الخلايا تصيب أنواع كثيرة من الأسماك في العالم ولكن أهمها أسماك البورية والبلطي والقطه والمبروك في منطقتنا العربية، وتخترق هذه الأوالي جدار الأمعاء إلى الأوعية الدموية والليمفاوية التي تنقلها إلى بقية مناطق مختلفة من الجسم ويلجأ كل طفيل إلى ما يفضل من عضو أو نسيج وإذا كان داخل الحويصلة تنفجر هذه الحويصلة ويخرج الطفيل يتغذى على جدار العضو أو على خلايا النسيج ، وعند اختراق الحويصلات والأحشاء تنهتك هذه الحويصلات مسببة جروح صغيره على الجلد وتأكل في الزعانف.

إن وجود هذه الحويصلات في الأحشاء الداخلية مثل الكبد والطحال والأنسجة المختلفة وأيضا وجودها في الجلد وتحت القشور والأهداب الخيشومية والزعانف يسهل مشاهدتها وفحصها، حيث تؤخذ هذه الحويصلات بعد التشريح لأسماك حديثة الموت وتوضع بين شريحتين زجاجيتين وضغطها بشكل جيد لإخراج محتوياتها ومن ثم فحص محتويات هذه الحويصلات.

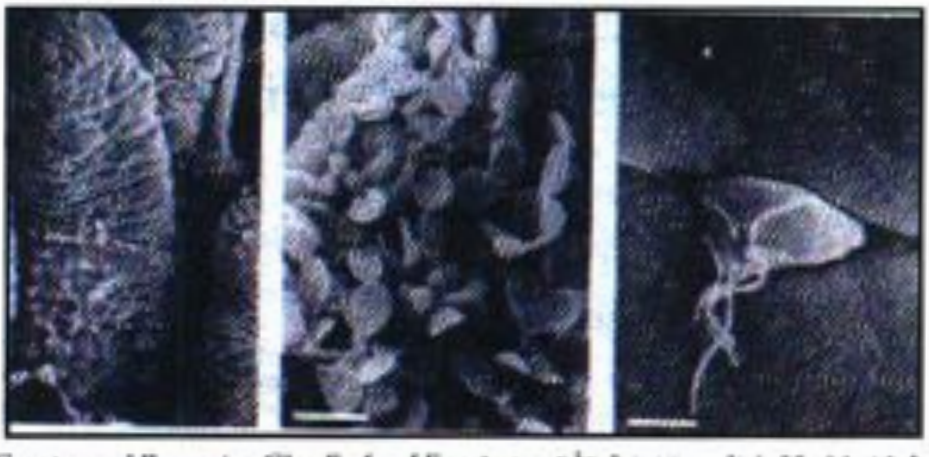
كذلك يمكن إضافة هيدروكسيد الصوديوم NaOH 1٪ لأنه يساعد على ظهور الأسواط بشكل أفضل، كما يمكن اخذ مسحات من الأحشاء الداخلية وصبغها بمحلول جيما 1:10 العمل

شرائح مجهريه. والشكل (14-22) يبين نماذج للطور البوغي من هذه الأوالي الطفيلية على أن أنواع مختلفة من الأسماك.



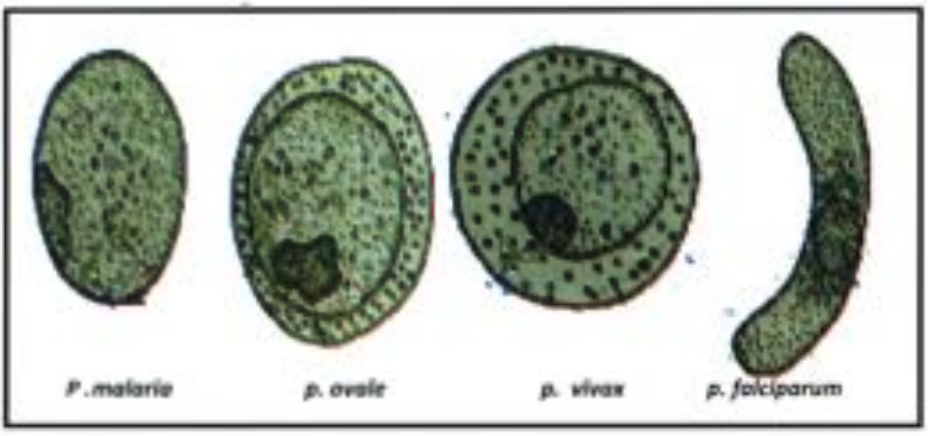
شكل (14-22) نماذج من الأوالي البوغية المتطفلة على الأسماك.

ومن الأوالي البوغية التي تصيب الأمعاء الدقيقة *Cryptosporidium* و*Giardia lamblia* حيث تدخل هذه الأوالي إلى جدار الأمعاء وقد استطاع العلماء بواسطة المجاهر المتطورة التقاط صور تبين الأولي من جنس *Giardia* وجنس *Cryptosporidium* بين طيات الأمعاء كما في الشكل (14- 23) التالي.



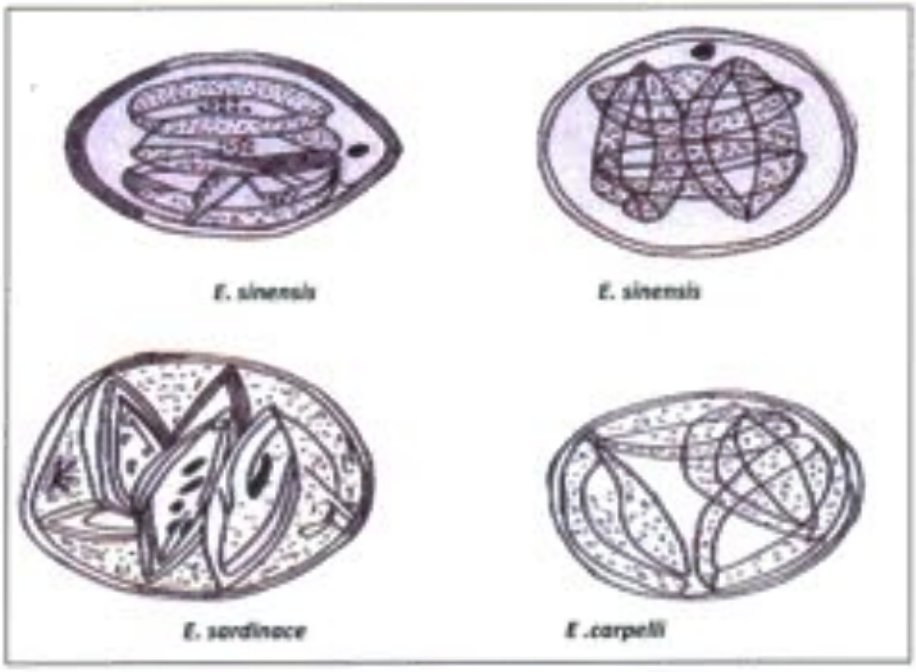
شكل (14-23) نماذج من الإصابة بالأوالي من جنس *Giardia lamblia* وجنس *Cryptosporidium*.

أما الأوالي المتطفلة على الكبد مثل الأوليات البوغية جنس *Plasmodium* وتوجد منها عدة أنواع جميعها تصيب خلايا الدم الحمراء في الأوعية المؤدية إلى الكبد مثل *P.vivax, P.oval, P.falciparum, P.malariae*، أما الأولي الطفيلي *Myxosoma* من مجموعة البوغيات المخاطية فيصيب الأسماك بمرض خاص يسمى مرض الدوران السريع، وتعتبر بيئته المفضلة القاع الطيني للوسط المائي. والشكل (14-24) يبين نماذج من هذه الأوالي المتطفلة.



شكل (14-24) أنواع من جنس البلازمديوم المتطفلة على الكبد في الثديات.

ومن الأوالي التي تعود لمجموعة ذوات المركب القمي الأجناس *Agmasoma ,Amazon, Plistophora*، فهذه الأجناس تصيب الجمبري في أعمار مختلفة، حيث وجد إن العضلات تكون بيضاء أو شاحبة اللون وغالبا ما تسبب العقم. ويمكن مشاهدة الأبواغ داخل الخلايا لهذه الأسماك عن طريق الفحص الميكروسكوبي للخياشيم والأعضاء الداخلية والتي تظهر كبيرة الحجم وتشبه الحويصلات. أما أفراد جنس الأيميريا *Eimeria* فتصيب الأسماك وتأتي العدوى عن طريق تناولها أكياس هذه الأوالي مع الطعام، حيث تخترق جدار الأمعاء بعد أن يذوب جدار الكيس مسببة قرحة أو ندب داخل الأمعاء، وتوجد عدة أنواع من الأيميريا التي تصيب الأسماك كما موضح في الشكل (14-25) ولغرض الكشف عنها نعمل مسحات من الأمعاء أو الحويصلات الغوائية لغرض مشاهدة الأبواغ spores أو عمل شرائح لجهريه هذه الأجزاء المصابة.



شكل (14-25) أشكال مختلفة من انواع جنس الايميريا التي تصيب الأسماك.

وأيضا من أوالي شعبة ذوات التركب القمي يمكن اعتبار مجموعة المحتشدات الجريناريات مثال على التطفل الداخلي فهذه المجموعة حيث يمكن جمع ودراسة عينات من جنس *Monocystis lumbrici* تتطفل على التجويف البطني والأمعاء للافقاريات حيث يعيش هذا الحيوان متطفل في الحويصلات المنوية لدودة الأرض وقد يلاحظ وجوده أحيانا في التجويف حول الاحشائي في النهاية الخلفية متعلقا بالخافر لذلك عندما يراد الحصول على هذا الأولي لغرض الدراسة يتم تشريح دودة الأرض للحصول على الحويصلات المنوية وكما في الطريقة التالية :

- تخدير دودة الأرض بقليل من الكلوروفورم أو الايثر.
- تثبيتها بواسطة الدبابيس على صحن شمعي وان يكون السطح الحر هو الجهة الظهرية للدودة
- يقطع جدار الدودة من بدايتها لغاية الحلقة 15 باستخدام سكين حادة وإبرة لتمزيق الجدار الداخلي بين القطع.

- نلاحظ وجود ثلاثة أزواج من الخويصلات المنوية ذات لون كريمي على الجهة اليسرى وبعد رفع القناة الهاضمة نجد تحتها بقية الخويصلات.
- يلمع جزء من الخويصلات المنوية على الشريحة الزجاجية وبعد ضغطها على الشريحة نضع قطرة من محلول كلوريد الصوديوم 0.7٪ ثم نضع فوقها غطاء الشريحة.
- سوف نشاهد الطور الحر متحرك والطور الكيسي الحاوي على ناشطين والكيس السبوري وبداخله الأبواغ.

ويوجد أولي آخر من رتبة المتجمعات هو جنس *Gregarine garnhami* والذي يصيب أمعاء الجراد الصحراوي.

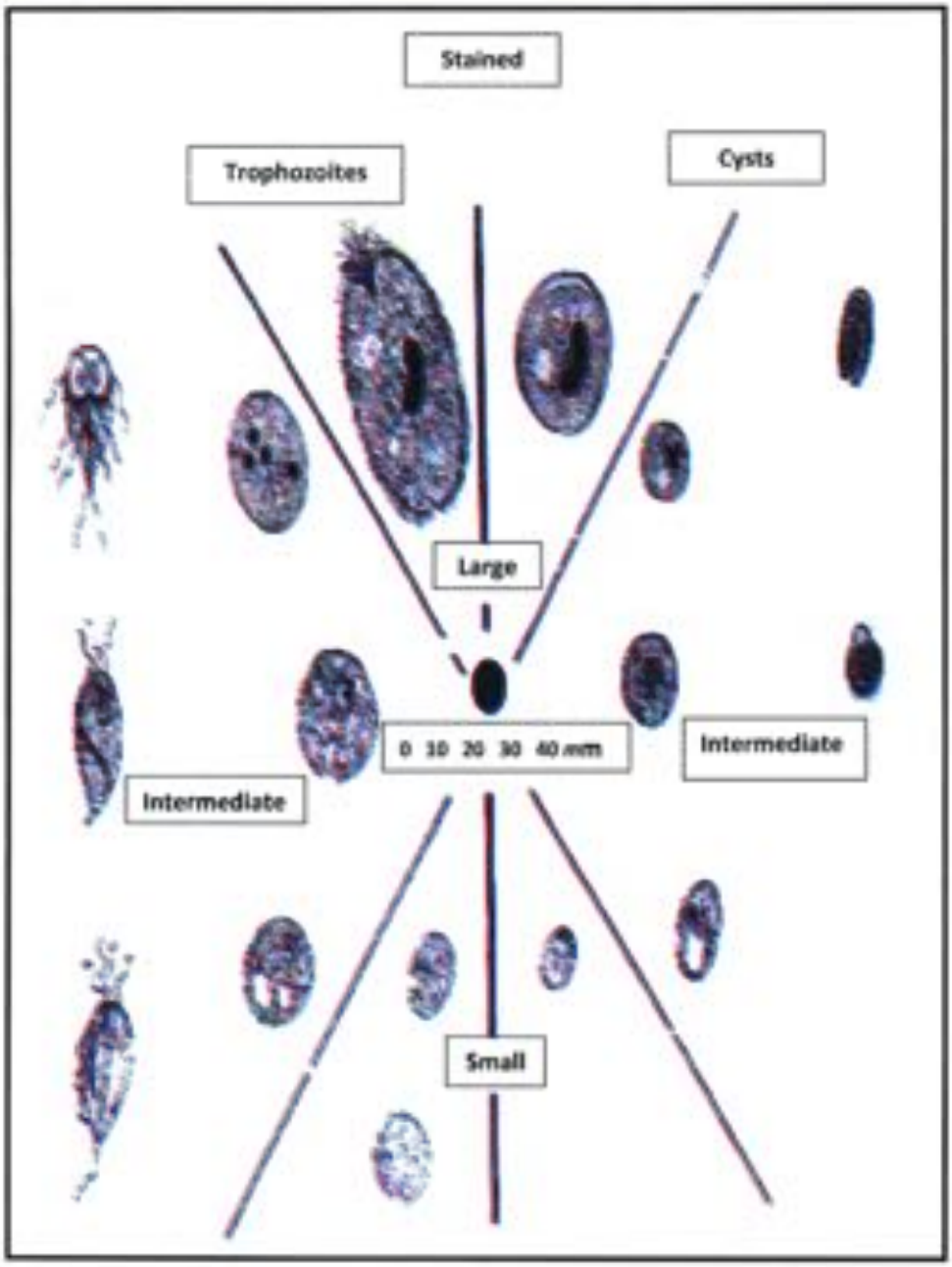
أما بالنسبة للأوليات الهدبية التي تصيب الأسماك جنس *Ichthyophthirius multifiliis* ويدخل عن طريق الفم ويصيب الأجزاء الداخلية مما يؤدي إلى ضيق في التنفس والتغير الأسموزي، ويصيب هذا الجنس كذلك الأسماك التي تعيش في المياه العذبة مثل الكارب وأسماك الزينة.

أما الأسماك البحرية والقشريات مثل الجمبري فيصيبها الجنس *Cryptocaryon irritans* الذي يسبب لها نفس المرض، أما جنس *Trichodina* فهو يصيب الأسماك في مواقع مختلفة من الجسم داخلية وخارجية فهو يصيب الجلد والخياشيم حيث تظهر بقع سيانوية اللون في الرأس والزعانف وقد ثبت وجود هذا الطفيلي أيضا في الخالب والأنابيب الكلوية لبعض الأسماك في مصر، وهناك أجناس أخرى تصيب الطحال والكل.

وتوجد أصناف من *Trichodina* تصيب الأسماك البحرية وهو يعمل على التهام خلايا الجلد والخياشيم أو تكسيرها وخاصة عند تغير العوامل البيئية مثل الأس الهيدروجيني أو تغير درجة حرارة الجسم المفاجئة أو النقص الحاد في الأوكسجين وغيرها من العوامل ، أما الأولي الهدبي من جنس *Paravmoeba* وجنس *Paramoplrys* فيصيب الجمبري ويعيش في الأحشاء والتجاويف الداخلية مسبب تأكل خلاياه والشكل (14-26) يوضح بعض هذه الأوالي.

شكل (14–26) بعض الأوالي الهدبية الحلقيلية الداخلية التي تصيب الأسماك.

ومن الملاحظ أن الكثير من الأوالي التي ذكرت تشترك في إصابة الإنسان بالعديد من الأمراض وهي تصل إليه أما عن طريق الماء الملوث أو الغذاء أو عن طريق التعامل مع الحيوانات العائلة لهذه الأوالي، ومنها أجناس من السوطيات الحيوانية مثل الجيارديا والترايكوموناس والتريبانوسوما، ومن اللحميات الأميبا أميبا الزحار وأميبا هستولوتكا، وداء القوسات وطفيل الملاريا من أفراد شعبة ذوات المركب القمي والبلانتيوديوم من الهدبيات وغيرها والشكل (14-27) يبين مخطط نموذجي وضعة الباحثون (Jeffrey et al, 1991) يبين توزيع وأحجام وأشكال بعض من هذه الأوالي وعلاقتها مع الإنسان.



شكل (14-27) مخطط يبين اشكال نماذج مختلفة من الأوالي في التطفل على الإنسان (Jeffrey et al, 1991).

بعض طرق جمع الدايتومات:

كما تم توضيحه في فصل توزيع وبيئة الأوالي نجد أن الدايتومات تنتشر في مختلف البيئات سواء التربة أو في المياه وفي المياه بشكل خاص تكون إما بشكل هوائم أو ملتصقة على القاع المائي أو طليقة ضمن الجسم المائي بأعماق مختلفة اعتماداً على العمر والوزن وطبيعة الجسم المائي وغيرها من العوامل البيئية. لذلك سوف تكون هنالك طرق متباينة لجمع هذه الأحياء منها:

1- استخدام قناني البولي اثلين والجرادل والقناني الزجاجية النظيفة وخاصة في البرك والأحواض والعيون والآبار الصغيرة وقليلة العمق.

2- استخدام شباك جمع الهوائم المائية plankton nets ذات الفتحات الدقيقة حيث تنتهي هذه الشباك بقناني جمع العينات، وتستخدم هذه الطريقة في الأوساط المائية المفتوحة كما في البيئة البحرية والأنهار والبحيرات الكبيرة.

3- أما في حالة الدايتومات الملتصقة على الأرصفة الساحلية والصخور والأجسام الكبيرة في الوسط المائي فيتم ذلك عن طريق استخدام أدوات القشط المعدنية والخشبية أو باستخدام الشباك الكاشطة التي تم وصفها سابقاً، وبعد ذلك تمزج تدريجيا مع ماء من نفس المصدر لغرض تنظيفها تدريجيا من الرواسب العالقة.

4- في حالة الدايتومات الموجودة في التربة تتبع طريقة التي ذكرها الباحث (Alexander, 1979) في جمع الدايتومات حيث تأخذ عينات من سطح التربة بواسطة فرشات برفق ويتم تمريرها على سطح وسط من الاجار محضرة لغرض تنمية الدايتومات عليها، تحفظ لعدة أيام في الثلاجة أو الحاضنة تحت درجة حرارة ثابتة لحين مشاهدة النمو الواضح على سطح الوسط، تأخذ مسحات بواسطة آلة كاشطة ويذوب في كمية من الماء نقي ويفضل أن يكون من الأوساط الصناعية التي تم الإشارة إليها في مجال تنمية الأوالي السوطية.

خطوات فحص وتشخيص الأوالي بعد جمعها:

- **طرق فحص الأوالي الطفيلية المرضية:**

لأجل تشخيص الإصابة بالأولي الطفيلي يتم فحص البراز أو البول (الإدرار) أو القشع أو السائل النخاعي أو بعض الإفرازات أو الأنسجة تبعا لنوع وموقع ونشاط هذه الطفيليات، يتم الفحص عن طريق المجهر للتحري عن وجودها بشكلها المتحرك (الناشط) أو غير المتحرك (الطور الكيسي).

ويجمع الإدرار مثلا في حالة الإصابة بالأولي من جنس *Trichomonas vaginalis* (الشعرة المهبلية) حيث تكون متواجدة فيه لذلك يركز الإدرار ويرمى الجزء السائل ويؤخذ الراسب ويوضع جزء منه على شريحة المجهر ثم يفحص أو تؤخذ مسحة وتوضع في أنبوبة اختبار حاوية على كلوريد الصوديوم وتوضع على شريحة زجاجية ثم يتم فحصها بالمجهر بقوة تكبير 10 × 10 و 10 × 40.

وفي حالة البراز يجمع في علب بلاستك ذات فوهة واسعة لها غطاء محكم ويسجل على العلبة اسم المريض ونوع الفحص والجنس والعمر وأخيرا تاريخ اخذ العينة حيث يفضل يفحص البراز خلال ساعة واحدة وإذا تأخر عن ذلك يوضع في الثلاجة لحين إجراء الفحص،ولإجراء الفحص نحتاج إلى شرائح زجاجية وعيدان خشبية، أقلام شمع ، محلول كلوريد الصوديوم ومحلول لوكل أيودين، ومن ثم يتم تحضير الشرائح وفقا للتالي:

- تؤخذ شريحة ويوضع عليها قطره واحدة من محلول كلوريد الصوديوم في وسط النصف الأيسر وقطره واحدة من محلول لوكل أيودين في وسط النصف الأيمن.
- يؤخذ مقدار قليل من البراز بالعود الخشبي ويفضل إن يؤخذ من السطح وداخل البراز ومن المخاط إذا كان موجود ويمزج جيدا مع قطره محلول كالوريد الصوديوم.
- يؤخذ مقدار آخر وبنفس الطريقة ويضاف إلى قطره محلول لوكل ايودين.
- يغطى كل نموذج من الشريحة بغطاء الشريحة ثم يسجل رقم النموذج على طرف الشريحة بقلم الشمع.
- تفحص الشريحة بالمجهر بقوة تكبير 10 × 10 و 10 × 40 وعند وجود الطور الكيسي عديم اللون يراعا تخفيض قوة الإضاءة لزيادة التباين.
- من أجل الفحص الدقيق نبدأ من الزاوية العليا اليسرى وانتهاء بالزاوية السفلية اليمنى.

- **طرق فحص الأوالي لأغراض الدراسة :**

تتضمن دراسة الأوالي بعد جمعها عدة خطوات ومن أهم هذه الخطوات طريقة السيطرة على الأولي ووضعه تحت المجهر دون حراك حتى يتسنى للباحث التركيز في التعرف على أجزاء الأولي ومن ثم دراستها من حيث الشكل العام والتحفات الخارجية والتركيب الداخلي وغيرها من أهداف الدراسة، إما الخطوات الأخرى من حيث الفحص والتثبيت والتلوين فتختلف باختلاف الأولي وطريقة المعيشة ولكن الباحثين (Dales et al, 1981 ، افوتي 2002، Kimball, 2005) وغيرهم جمعوا هذه الطرق والمواد المستخدمة وركزوا على الطرق الممكنة والبسيطة التي يستطيع البحث إجراءها بدون تعقيدات ومن هذه الطرق:

- **طرق فحص الأوالي سريعة الحركة.**

توجد عدة طرق لفحص الأولي تحت المجهر وتعتمد هذه الطرق على طبيعة الحيوان وطريقة المعيشة فمثلا للأوالي السريعة الحركة والنشطة مثل اهدبيات والسوطيات ولغرض إبطائها حتى نتمكن من فحصها بالمجهر تستخدم لذلك الطريقة الشائعة والناجحة التي ذكرها الباحث (Samworth, 2005) والتي تتلخص بالخطوات التالية:

1- نضع قطرة صغيرة من مزرعة الحيوان الأولي المراد فحصه على الشريحة الزجاجية ونتأكد من عدم وجود أي حبات من الرمل أو مواد غريبة حتى لا يعيق انطباق الغطاء للشريحة وبالتالي استخدام العدسة الشيئية .

2- نضع على الغطاء قطرة من حجم مماثل من محلول الأجار agar المذاب في ماء عذب (للمحافظة على محلول الأجار 1٪ في حالة سائلة عند 40 م° في حوض مائي ساخن أو فرن حراري لها نفس درجة الحرارة) ثم نقلب الغطاء في الحال فوق الشريحة حتى يسقط مركز قطرة محلول الأجار مباشرة فوق قطرة محلول المزرعة ونترك الغطاء مستقر فوق الشريحة.

3- عند التقاء القطرتان تهبط درجة الحرارة بسرعة إلى ما تحت 30 م° ويكتسب المزيج صلابة ويتحول سائل الأجار إلى هلام يحتوي على أعداد كبيرة من الفراغات الثانية الصغيرة ومعظمها اصغر من مجال قوة التكبير للمجهر، ويحتجز في داخل هذه الفراغات أعداد من الحيوانات

الأولية. وهكذا قد تشغل الأنواع كبيرة الحجم حيز لا يسمح لها بالحركة مطلقاً، بينما يمكن للأنواع الأصغر حجماً أن تسبح فيها حولها في دوائر صغيرة.

ملاحظة: يمكن زيادة التحكم في حركة الحيوانات الأولية عن طريق زيادة حجم قطرة الآجار بالنسبة إلى قطرة محلول المزرعة أو عن طريق استعمال محلول آجار 1.5٪.

4- يستمر بقاء الحيوانات حية تحت هذه الظروف مدة لا تقل عن نصف ساعة وكثير ما تبقى حية لساعات عدة. إن الغطاء يطبق على الشريحة بدرجة تسمح باستخدام العدسة الشيئية المغمورة في قطرة الزيت (لزيادة التكبير) ولكن يجب الحرص دائماً على عدم الضغط على غطاء الشريحة أو تحريكه لان ذلك يؤدي إلى تلف شبكة هلام الآجار التي تحتوي على الأوالي.

أما بالنسبة للأوالي البحرية فيمكن فحصها مجهرياً باستعمال نفس الطريقة السابقة ولكن بحضر الآجار من ماء البحر، أما بالنسبة الأوالي المتطفلة يمكن فحصها مجهرياً باستعمال نفس الطريقة ولكن بحضر محلول الآجار من محلول كلوريد الصوديوم المائي 0.7٪.

بعض طرق تثبيت الأوالي:

تتوقف دراسة الأوالي على طبيعة العينات المحفوظة، لذلك يهتم الباحثون بالطرق المتبعة في جمع وإعداد وتجهيز العينات للفحص والدراسة وتتوقف سهولة ودقة الدراسة للعينات على هذه الطرق، لذلك فأن مواد وطرق التخدير والتثبيت والحفظ تشكل خطوات أساسية للحصول على العينات بصورة جيدة وعلى الأوالي بصورة واضحة المعالم الخارجية والتراكيب الداخلية، ومن أهم هذه المواد الكحول والفورمالين واللذان يستخدمان في الكثير من العينات كمثبت وحافظ. وتوجد أيضا كثير من المواد التي تم التطرق إليها أو سوف يتم التطرق إليها حسب نوع الأولي أو طريقة الجمع.

تختلف طرق التثبيت بالنسبة للأوالي إذا كانت حرة المعيشة أو إذا كانت متطفلة، وتوجد عدة طرق يراعا في كل منها طبيعة المعيشة للكائن الأولي وأيضا طريقة جمعه ويراعا أيضا الدقة إثناء العمل وذلك للحصول على أولي كامل الأجزاء، فمثلاً بالنسبة إلى تثبيت الأوليات الحرة المعيشة يتبع الخطوات التالية:

1. يسحب الحيوان مع قطرة من الماء باستعمال أنبوب زجاجي ماص رفيع ويترك في البيد ليستقر لمدة دقيقة وذلك كون بعض الحيوانات مثل الأميبا تنكمش أو تسحب أقدامها (كرد فعل لهذه العملية)، ثم نمزج قطرة الماء سريعا مع قليل من مثبت شودين وتترك لمدة 15 دقيقة.
2. نعمل على تركيز الحيوانات بلطف حتى يمكن سحب معظمها بالأنبوب الماص مع كمية قليلة جدا من المادة المثبتة ونسكبها في قليل من الكحول بنسبة 70٪ ثم ننقلها إلى كحول بتركيز 90٪ ثم إلى كحول مطلق ويراعا في هذه العملية تركيز الحيوانات بلطف.
3. نحضر شرائح زجاجية ونضع على كل منها مسحة من المادة المثبتة إسمنت الألبومين Albumen cement.
4. بعد إجراء طرد مركزي خفيف للكحول ومافيه من الأوالي نسحب وباستعمال الماصة محلول العينات ثم ندعه يسقط قطره قطره بحيث تسقط على كل شريحة قطرة واحدة من ارتفاع نحو 2.5 سم فوق مستوى الشريحة.
5. ينتج عن سقوط القطرات والتجلط السريع للالبومين التصاق الحيوانات بشدة ويتم تثبيتها ثم نضع الشرائح مباشرة في كحول مطلق.

أما في حالة الأوالي الجالسة مثل جنس الفورتسيلا فنضع عدد من الشرائح فوق رف معدني أو خشبي مفتوح ونغمره بما عليه من شرائح في بركة الماء أو مزرعة مخبريه تتواجد فيها وفرة من هذه الحيوانات، وبعد عدة أيام تلتصق أعداد كبيرة من هذه الأوالي بأسطح الشرائح، بعد ذلك ترفع ثم تغمر مباشرة في مادة مثبته مثل سائل شودين وتترك لمدة 15 دقيقة ثم تنقل إلى الكحول بتركيز 70٪ ومن ثم تكمل العملية كما جاء خطوات فحص وتثبيت الأوالي حرة المعيشة.

أما في حالة الأوالي الطفيلية فتكون عملية التثبيت على الشكل التالي:

1- لتثبيت الحيوان الأولي المتعايش أو المتطفل داخل القناة الهضمية مثل الأوبلينا *Opalina* ونيكتوثيروس *Nyctotherus* يؤخذ كمية صغيرة من براز ضفدعة أو محتويات مستقيم ضفدعة وتفرد على شريحة زجاجية على شكل طبقة رقيقة جدا، ثم نتأكد من وجود الأولي

المتطفل وبعدها نترك الشريحة معرضة للهواء الجوي لمدة دقيقة أو أكثر، نضع الشريحة في مثبت شودين ثم ننقلها بعد حوالي 15 دقيقة إلى كحول 70٪ ثم نكمل العملية.

2- أما لتثبيت عينة من المونوسيتس *Monocystis* وهو أولي يتطفل داخل الحويصلات المنوية لدودة الأرض، ونحصل عليه من تشريح دودة ارض بالغة ونزع إحدى حويصلاتها المنوية، ثم نأخذ شريحة زجاج ونجعلها رطبة بهواء الزفير ثم نسحب فوقها محتويات الحويصلة المنوية لنحصل على مسحة رقيقة جدا، نضع الشريحة في الحال في مادة مثبته مثل سائل شودين وتترك لمدة 15 ثم تنقل إلى الكحول بتركيز 70٪ ثم تكمل العملية كما جاء في تحضير الأوالي حرة المعيشة.

بعض طرق صبغ وتلوين الأوالي:

تلون الأوالي بصبغات لمحاليل تحضر مسبقا، وتعتمد هذه المحاليل على عدة عوامل أهمها تركيب الجسم في الأولي، إن كان عارياً أو مغطى بقشرة وأيضا على الجزء المطلوب تلوينه من كونه نواة أو سايتوبلازم أو جزء من المكونات الداخلية أو اللواحق الخلوية، وكذلك يجب أن يراعى كذلك نوع المحلول الذي يحتوي على الأولي وكما مبين في الحالات التالية:

1- الأوالي العارية يمكن استخدام محاليل الهيماتوكسيلين ومنها (محلول ديافيلد ومحلول ارليش ومحلول ماير) وهذا لتلوين النواة وليس السايتوبلازم والطريقة المتبعة هي تمرير الشرائح على الكحول بتراكيز تنازلية 90٪ ، 70٪ ، 50٪ ، 30٪ على الترتيب وتترك لمدة دقيقتين في كل درجة ثم توضع في احد محاليل الهيماتوكسيلين وتترك لمدة بين 5- 20 دقيقة ويغسل الفائض بالماء وحتى يتحول لون الصبغة إلى الأزرق، بعدها توضع في ماء قلوي (قطرة من الامونيا المركزة في 250 مل من الماء المقطر). إما بالنسبة إلى السايتوبلازم فيصبغ باللون الأحمر باستخدام صبغة الايوسين ويغسل فائض الصبغ بالماء ويظل إلى كحول بتراكيز تصاعدية 30٪ ، 50٪ ، 70٪ ، 90٪ ثم كحول مطلق ولمدة دقيقتين في كل درجة من الكحول، ثم ينقل إلى الزايلول ثم قطرة من بلسم كندا بعدها نضع غطاء الشريحة ويفحص أو يحفظ النموذج.

2- أما بالنسبة للحيوانات الأولية المغطاة بقشرة أو صدفة، فتذاب القشرة أولاً في حامض ضعيف فإذا كانت في كحول تنقل بواسطة الماصة إلى محلول حامض الهيدروكلوريك 1٪ إلى 70٪ حسب صلابة القشرة، وإذا كانت في الفورمالين فتنقل إلى محلول الهيدروكلوريك 1٪ وعندما تذوب القشرة تغسل العينات لإزالة الحامض إما في كحول أو في ماء حسب محلول الحفظ، العينات المحفوظة في الكحول يمكن صبغها بسهولة بإضافة صبغ كارمين البوراكس لمدة نصف ساعة ثم يغسل الفائض بالكحول الحامضي وتنقل إلى كحول 90٪ ثم إلى الزايلول لمدة دقيقتين إلى ثلاثة ، إما إذا كانت الحيوانات في الماء فتصبغ كما في حالة الأوالي العارية ثم تنقل إلى الكحول 30٪ ، 50٪ ، 70٪ ، 90٪ ثم كحول مطلق ثم زايلول ولمدة دقيقتين إلى ثلاث في كل محلول ثم قطرة من بلسم كندا ونضع على كل شريحة غطاء الشريحة .

الفصل الخامس عشر

استزراع وتكثير الأوالي وتطبيقاته

- تمهيد
- أهداف عملية الاستزراع
- اسس زراعة الأوالي
- مستلزمات وخطوات الاستزراع
- زراعة نماذج من السوطيات
- السوطيات النباتية
- السوطيات الحيوانية
- زراعة نماذج من السوطيات الحيوانية حرة المعيشة
- زراعة نماذج من السوطيات المتطفلة
- زراعة نماذج من اللحميات
- زراعة اللحميات المياه العذبة
- زراعة اللحميات المياه المالحة
- زراعة اللحميات واسعة التحمل للملوحة
- مزرعة الفطريات الحيوانية
- زراعة نماذج من الهدبيات
- زراعة نماذج من الدايتومات
- تطبيقات استخدام الأوالي كمنظفات وكواشف بيئية.
- أهمية زراعة وتكثير الأحياء المائية .
- الأهمية الاقتصادية والبيئية للاستزراع.

الفصل الخامس عشر
استزراع وتكثير الأوالي وتطبيقاته

تمهيد:

تعتبر عملية زراعة وتكثير الأوالي واحدة من الإنجازات المهمة في مجال التقنيات الحيوية لعلم الأحياء نتيجة لتطور وسائل البحث العلمي وإمكانية إقامة نظم بيئية مغلقةclosed ecosystem تتمتع بظروف وإمكانيات خاصة تجعل من الكائن الحي المرغوب في تنميته تحت ظروف مثالية من درجات حرارة ومغذيات واس هيدروجيني وملوحة وضغط وغيرها من متطلبات النمو والتكاثر السريع وزيادة النسل بأعداد هائلة. لذلك فأن عملية الاستزراع تستند بالدرجة الأساس على معرفة جيدة بدراسة العوامل البيئية المطلوبة لإنجاح عملية الاستزراع والتكثير وهذا يتطلب إجراء عديد من التجارب والمتابعات الحقلية لكل كائن مستهدف بعملية التنمية في بيئته الأصلية والتعرف على مواسم انتشاره خلال فصول السنة ومصادر غذائه المفضل والغذاء البديل، معرفة من هم أعدائه الطبيعيين، متابعة نمط العلاقات التي يكونها مع مجتمعه الحيوي من تكافل أو تبادل منفعة أو علاقة من علاقات الإيذاء من تنافس والمفترس وتطفل أو تضاد حيوي، لأن هذه العلاقات إذا لم تراعى قد تدمر عملية الاستزراع رغم توفير كل الإمكانيات المطلوبة. كما أن دراسة السلوك البيئي لكل نوع من الأحياء ومتابعة دورة الحياة وعادات التكاثر ونمط التكاثر وطريقة التخصيب أو التلاقح وطبيعة الانقسام والأعداد الناتجة عنه مهمة جداً في عملية الاستزراع والتنمية.

أهداف عملية الاستزراع:

تهدف عملية استزراع الأوالي إلى تحقيق جملة من الأهداف التي يسعى إليها الباحثون في مجال بيئة الأحياء المائية والأحياء المجهرية للتربة أو علماء التصنيف الحيوي أو المهتمين بمجال تنمية وتكثير الثروة المائية بشكل عام، ويمكن تلخيص هذه الأهداف الأساسية بما يلي:

(1) الاستخدام العلمي المباشر.

حيث يسعى الباحثون والعلماء إلى تنمية هذه الأحياء داخل المعامل وبيوت تربية الأحياء في أحواض أو حاضنات وغيرها لأغراض علمية صرفة لغرض إجراء التجارب التطبيقية للبحث العلمي والتدريس أو لغرض التعرف على الخصائص المظهرية لهذه الأحياء ووصفها وتصويرها أو رسمها أو القيام بعملية تشريح والتعرف على مكوناتها الداخلية أو متابعة الخصائص الفسلجية والوراثية أو متابعة دورة الحياة ومراحل التكاثر وطبيعة الانقسام من كونه مباشر أو تكاثر جنسي وما هو نمط كلا منهما وغيرها من الملاحظات المطلوبة لتوصيف كل نوع من الأوالي بصورة منفردة لغرض وضعة في الطائفة والرتبة والعائلة والجنس الطابق لخصائصة التقسيمية التبعة في علم التقسيم الحيوي.

(2) دراسة السلوك البيئي لهذه الاحياء.

ويتم ذلك من خلال متابعة عملية اختيار الموطن البيئي والعلاقة مع درجات الإضاءة وسلوك التغذية والتخاصب والتطفل واختيار العائل وطبيعة التكيفات التي يبديها كل نوع في حالة التغيير الكبير في ظروفه البيئية نتيجة لتعريضة لعوامل ضاغطة بيئيا من سموم وملوثات أو جفاف ودرجات حرارة مرتفعة أو منخفضة.

(3) التنمية الاقتصادية للأحياء المائية.

تستزرع بعض الأوالي بهدف التكثير والتنمية الاقتصادية حيث تعتبر غذاء مفضل لأسماك الزينة وزريعة الأسماك الكبيرة التي تربى في المزارع السمكية وكذلك القشريات الصغيرة كالدافنيا والكبيرة كالجمبري وغيرها، حيث تعتبر الأوالي السوطية النباتية مثل أجناس الكلوريلا واليوغلينا والسوطيات الحيوانية من طوقية الاسواط وكذلك اللحميات وخاصة الأميبات الحرة والشمسيات والشعاعيات العائمة والقديات كالبرامسيوم والفورتسلا من المصادر الغذائية الغنية بالبروتين والمعادن الضرورية خاصة في المراحل العمرية الأولى لهذه الأسماك والقشريات.

(4) التطبيقات الطبية والصناعية.

تستخدم عديد من الأوالي بعد التنمية المكثفة كمصادر لاستخراج البروتينات والمضادات الحيوية والإنزيمات والأحماض الأمينية وغيرها من الاستخدامات، كما أن بعضها يمتلك قدرة كبيرة

على إنتاج سموم قوية جدا كما في بعض أجناس ثنائية الأسواط الدوارة. أو إنها تدخل في صناعات تطبيقية كما في عمل الطوب الحراري والعوازل الحرارية في أفران الحرق femaces كما هو الحال في خلط الأوالي من الدايتومات في مكونات هذه العوازل الحرارية للحصول على فخار مقاوم جدا لدرجات الحرارة المرتفعة.

(5) التطبيقات البيئية.

تستخدم العديد من الأوالي كمنظفات بيئية حيث تدفع هذه الأحياء التي تم تنميتها بأعداد كبيرة في محطات المعالجة الحيوية ومحطات تنقية المياه لغرض سحب السموم البيئية كالمعادن وبقايا المبيدات كما هو الحال في استخدام السوطيات النباتية المختلفة والهدبيات وخاصة البراسيوم في أحواض وبرك الأكسدة الحيوية. أو أنها تستخدم لغرض تطبيق معايير السمية ومستويات التلوث عندما تدرس على هيئة مزارع نقية من أنواع من الأوالي بصورة منفردة من خلال تعرضها لتراكيز معينة وبذلك تكون أدلة حيوية أو كواشف بيئية لتقدير الحدود المسموح بها بيئيا من هذه الملوثات والسموم.

مستلزمات وخطوات الأستزراع:

لغرض القيام بعملية استزراع ناجحة للأوالي المختلفة وخاصة حرة المعيشة والمائية منها بشكل خاص لابد من توفي العديد من المستلزمات والشروط المناسبة لكل منها والتي يقع في مقدمتها عملية انتخاب الأوالي المستزرع وتحديد الهدف من عملية الاستزراع ودراسة ظروف البيئة المحيطة. وقد أثبتت الدراسات التطبيقية بأنه يمكن إجراء عملية الاستزراع لهذه الأحياء في حاويات مختلفة الأحجام ويفضل أن لا يقل حجمها عن 40 لتر ويتطلب للإكثار أعماق لا تقل عن 50 سم ولا تزيد عن 100 سم، واهم العوامل اللازمة لنجاح عملية الاستزراع ما يلي:

- تنظيف الخزانات والأحواض جيدا قبل البدء في دورة استزراع جديدة.
- توفير مصدر إضاءة مستمر بمصباح قوة 150 فولت بمقدار 1/ 3 من سطح الخزان ذات السعة 1 م^3.
- إجراء عمليات التسميد العضوي والكيميائي بصورة متواصلة وفقا لمتطلبات التنمية.
- مراعاة عدم زيادة معدلات التغذية لكي لا تتغير الصفات الكيموفيزيائية للمياه وكذلك الإقلال من انتشار الطفيليات والأحياء المجهرية المرضية.

- مراعاة الأعداد المناسبة لأجراء عملية التلقيح في الحاويات التي تم تسميدها بما يتناسب مع معايير النمو والطاقة الاستيعابية للوسط من أجل المحافظة على معدلات نمو متوازنة.
- المحافظة على درجة الأس الهيدروجيني بين 7- 8 لأن هذا المستوى يفضل العمل المناسب لأغلب الأحياء المائية.
- أجراء عملية الفحص المجهري المستمر للتأكد من خلو الوسط من التلوث المجهري من كائنات غير مستهدفة بالتنمية.

ولغرض المحافظة على ديمومة وحيوية الوسط الزرعي وزيادة خصوبة المياه المستخدمة في الاستزراع يمكن القيام بعمليات منظمة وبالطرق الآتية:

- إضافة من 8 - 20 جرام خميرة جافة وكميات من الطحالب المراد استخدامها في التلقيح على أن يتم تلقيح الوسط بعد 24 ساعة من ملء الأحواض بالماء النظيف.
- إضافة حوالي 1500 جرام سماد بلدي جاف من مخلفات (مواشي) أو 500 جرام من سماد زرق الدواجن الجاف.
- يتم تلقيح الوسط بين فترة وأخرى بإضافة كميات من الطحالب حسب شفافية الماء لتساعد في تنظيم الأس الهدروجيني والعلاقة بين O_2 و CO_2.
- في حالة النمو المفرط للطحالب أو زيادة التحلل العضوي وخاصة في الاستزراع خارج المعمل يجب القيام بعمليات حصاد وإضافة مياه جديدة وتخفيف نسب التسميد العضوي بشكل خاص.

زراعة نماذج من الأوالي السوطية:

(أ) السوطيات النباتية Phytomastigophora

استطاع العلماء استزراع العديد من الأوالي السوطية من طائفة Phytomastigophora ومن بينها الأجناس *Chlorella* و *Tetraselmis* من رتبة السوطيات الخضراء *Chloromonida* والأجناس *Isochrysis*، *Nannochloropsis*، *Chaetoceros* من رتبة السوطيات الذهبية *Chrysomonadida* وغيرها، وقد وجد الباحثون أن عملية التنمية والاستزراع تمر بخمسة مراحل وتستغرق كل مرحلة من ستة إلى عشرة أيام طبقا لظروف التربية ونظام الإنتاج الحيوي لهذه المزارع (AL- salman,1989، الجمل و صادق 1996) وهذه المراحل هي:

1- **مرحلة التخلف أو البداية:** وهي المرحلة التي يتم فيها نقل الطحالب إلى الوسط السائل لأقلمتها وزيادة انتشارها .

2- **مرحلة النمو والتضاعف الأسي:** وهي مرحلة الزيادة المضاعفة للسوطيات خاصة عند توفر ظروف التربية الملائمة والمناسبة من حرارة وكمية الأملاح المغذية وكثافة الإضاءة.

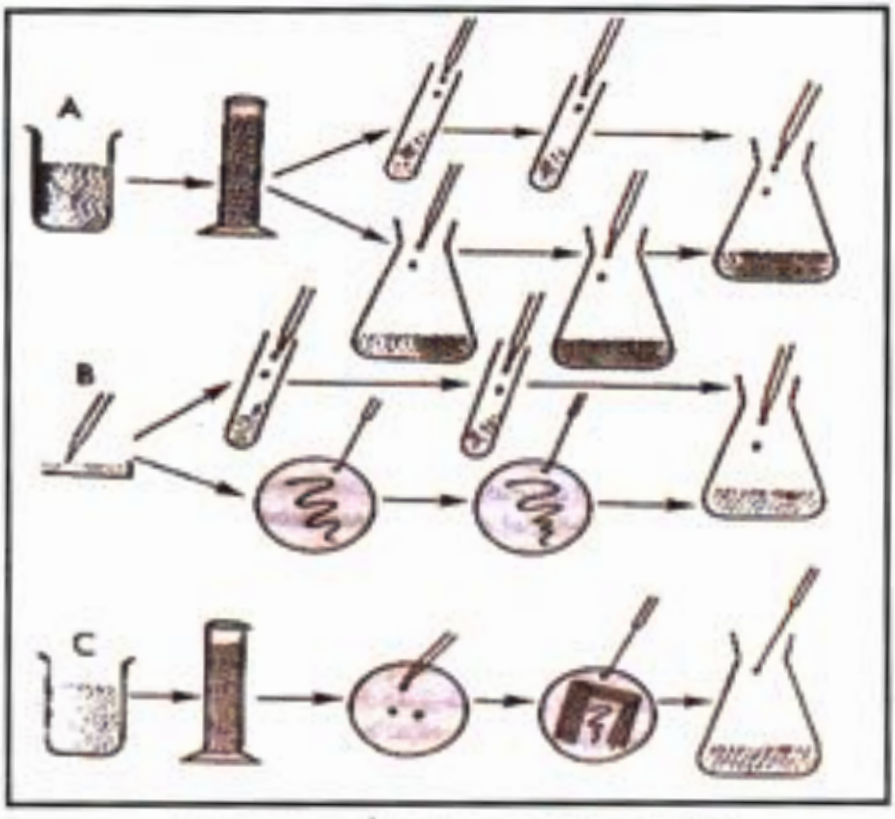
3- **مرحلة انخفاض معدل النمو:** وينم خلالها نقل الأوالي من المعمل إلى الاستزراعي الخارجية، حيث تنخفض معدلات النمو.

4- **مرحلة السكون:** وتتميز بثبات نمو السوطيات لفترة محددة وتتصف بقصر مدتها.

5- **مرحلة الموت:** وتظهر عند زيادة كميات هذه السوطيات، وتغير المواصفات الكيميائية للماء مثل انخفاض تركيز الأوكسجين أو تغير في الأس الهيدروجيني، وتدهور صفات المياه المستخدمة كوسط للتنمية من أهم العوامل التي يجب مراعاتها قبل الدخول في هذه المرحلة من خلال التغير المستمر للماء وكذلك مراقبة التغيرات في عوامل DO و pH.

ويتم إنتاج هذه الأوالي أما في المعمل أو خارج المعمل حسب الكمية المطلوبة والهدف من عملية الاستزراع، أما الأدوات اللازمة للعمل وتنمية السوطيات النباتية فهي مشابهة لما هو مطلوب في تنمية معظم الطحالب المجهرية، وهي عبارة عن حجر للتعقيم وحجر مكيفة وحجر للغسيل والتخزين وحاضنات مزودة بإضاءة كافية وأنابيب اختبار وأطباق بترى وميكروسكوب لفحص العينات وموازين حساسة وأخيراً حاضنا لغرض التثبيت الحراري والتنمية المستديمة وكما في الشكل (1-15) التالي.

وتهدف عملية توفير هذه المستلزمات إلى تنظيم مراحل الاستزراع والحصول على مزارع نقية pure cultures لكل نوع من الأوالي السوطية المستهدفة بعملية الاستزراع والتنمية وكذلك ضمان عملية الدقة في نظافة هذه المزارع لغرض نقلها فيما بعد إلى أوساط محدودة وصغيرة داخل المعمل أو لغرض القيام بتنمية موسعة باستخدام (أحواض التنمية) خارج المعمل واستخدامها كقاعدة أساسية في الإنتاج الصناعي والطبي أو كقواعد غذائية أساسية لتغذية يرقات الأسماك وغيرها من أهداف الاستزراع.



شكل (15-1) خطوات عزل وزراعة الأوالي السوطية النباتية
عن (برانية وآخرون 1996).

وفي حالة الرغبة في تنمية هذه الأوالي في أجواء المختبرات والمعامل البحثية لأغراض التطبيق العلمي المباشر في مجال الدراسات التصنيفية أو البيئية أو الطبية وغيرها من التطبيقات العلمية المباشرة التي أشرنا إليها سابقاً، يمكن عندها تنمية الزارع النقية المتحصل عليها من تطبيق عملية التنقية والحضانة البينة في الشكل السابق (15-1) على أوساط اصطناعية محضرة من إذابة مجموعة من المغذيات المهمة للنمو في دوارق زجاجية أو أحواض زجاجية بأحجام صغيرة مسيطر عليها من حيث التهوية والإضاءة والتخصيب لكي يمكن ضمان عدم تلوثها من قبل أحياء أخرى، وتستخدم لغرض إدامة هذه الأوالي أوساط مختلفة مثل وسطك Suzbenski ووسط Guillard & Ryther ووسط EDTA-Trace elements للأوالي السوطية البحرية ووسط Goldy لأوالي المياه المويلحة وغيرها، والجدول التالي يبين مكونات أحد هذه الأوساط المستخدمة.

جدول (15-1) مكونات وسط Suzbenski مذابة في واحد لتر من الماء المقطر (السلمان 1995).

المادة	النسبة المئوية	الوزن المطلوب
KNO_3	5%	0.025 g\L
$MgSO_4$	5%	0.025 g\L
$Ca(NO_3)_2$	20%	0.1 g\L
KH_2PO_4	5%	0.025 g\L
$K2CO_3$	1%	0.045 g\L

أما عملية الزراعة والتنمية الموسعة خارج المعمل لغرض استخدامها كمصادر غذائية لتنمية زريعة الأسماك أو لغرض الإدخال في عمليات التنقية وإنتاج العلائق الغذائية وغيرها من التطبيقات فيتم ذلك من خلال تنميتها في حاويات خرسانية تصل أحجامها من 25 إلى 60 طن (توفيق بورزق وتشارلز جيمس 1990). ومما يجب الإشارة إليه أن هذه الأوساط تحتاج إلى متابعة مستمرة وتوفير الأملاح المغذية والتزود بالعوامل المساعدة مثل الأسمدة العضوية والخميرة وغيرها من مستلزمات التنمية.

(1) مزرعة اليوجلينا والكلاميدوموناس.

يمكن جمع اليوغلينا أو الكلاميدوموناس من برك المياه الخضراء الراكدة التي توجد عادة في الحقول والمساحات الزراعية وغيرها من الأماكن الأخرى التي تحتوي التربة فيها على كميات لا بأس بها من السماد العضوي أو القش والمخلفات النباتية الأخرى. ويمكن تحضير وسط مناسب لزراعة اليوغلينا بأن يضاف إلى وسط حجمه 100 سم^3 من الماء المقطر أو ماء الصنبور النظيف احد الإضافات التالية:

- ثلاث أو أربعة حبات من الأرز أو القمح.
- 5-6 عيدان من القش بطول 2.5 سم تقريبا لكل منها.
- 1 سم^3 من حليب معقم خالي من دسم الزبدة.
- كمية صغيرة جدا من روث البقر أو الخيل.

وفي جميع الحالات يغلى المزيج لنحو 10 دقائق ثم يترك ليهدئ ويستقر لمدة يومين أو ثلاثة أيام

في دوارق أو قوارير ويتم سدادها بقطع من القطن النظيف لمنع التلوث المباشر وكذلك ضمان التهوية النقية.

يفضل وضع الأواني المذكورة في رفوف خشبية على شكل حاضنات في المعمل في ظروف ذات إضاءة مستمرة ودرجة حرارة مناسبة مسيطر عليها بصورة جيدة، بعد ذلك يحقن كل دورق أو قارورة بعينات اليوغلينا أو الكلاميدوموناس المأخوذة من مزرعة نقية كما بينا سابقا، أما في حالة عدم توفر الحاضنات فيفضل أن توضع العينات في نافذة بها أضاءه كافية.

ومن التجارب المطبقة تبين بأنه يمكن الحصول على مزرعة كثيفة مخضرة اللون غنية بإعداد اليوغلينا خلال مدة أسبوعين إلى ثمانية أسابيع، وعندما يأخذ اللون الأخضر بالاختفاء التدريجي أو يصبح اللون اخضر مصفر فهو دليل على أن المزرعة أصبحت متقدمة بالعمر وبدأت المغذيات بالنفاذ التدريجي كذلك، لذا يتطلب إجراء عملية التجديد من خلال إعادة الخطوات التي تم ذكرها سابقاً.

شكل (15-2) عينات من مزرعة اليوجلينا.

(2) مزرعة الكوريلا Chlorella:

يمكن جمع السوطي الأولي من الكلوريلا من أي موقع مائي نظيف حيث ينتشر هذا الأولي في معظم المياه العذبة ويمتاز بجسم صغير ثنائي الأسواط وهو يعود إلى رتبة السوطيات الخضراء، ولغرض الحصول على مزرعة نقية منه يتم اخذ قطرة من الماء وفحصها تحت المجهر وباستخدام

تبدأ عزل البكتريا المعقم يتم اخذ خلايا من هذا الأوالي وزرعها داخل أنبوبة مخبرية تحتوي على وسط من الأجار ويكرر العمل عدة مرات للحصول على عدد جيد منه. بعدذلك تنقل الأنبوبة بعد غلقها بقطن نظيف وتوضع في حاضنة أو في ثلاجة اعتيادية لكي إلى نلاحظ تكون طبقة خضراء من السوطي على سطح الأجار.

ترفع الأنبوبة من الحاضنة ونحضر وسط اصطناعي كوسط Suzbenski أو أية وسط آخر مناسب في حاوية زجاجية أو دورق نظيفين ثم نقوم بعملية نقل بواسطة الكلورلا من وسط الأجار بواسطة نفس الأله التي استخدمت بالعزل أو فرشاة صغيرة ونظيفة وتفرد محيوياتها داخل الوسط المائي. تترك العينة بين خمسة أيام إلى أسبوع ونقوم بإجراء الفحص الدوري وحساب الكثافة العددية لحين الوصول إلى أعلى معدل نمو ثم يتم حصاد المحصول ونقله إلى المكان المرغوب استزراعه فيه والهدف المطلوب من التكثير والاستزراع.

شكل (15-3) نموذج من مزرعة الكلوريلا.

(ب) زراعة السوطيات الحيوانية:

(1) زراعة السوطيات الحيوانية حرة المعيشة:

تنتمي السوطيات حرة المعيشة في البيئة المائية في الغالب أو كأوالي تربة في قسم قليل منها إلى عدة رتب من طائفة السوطيات الحيوانية Zoomastigophora ومن أهم هذه الأجناس *Codosiga* و *Monosiga* و *potoeriodendron* أو على هيئة مستعمرة يرتبط أفرادها بغلاف شفاف لزج القوام كما في أفراد جنس *Proterospongra* و *Codonosiga* و *Symura splendid* من رتبة طوقية الأسواط Choanoflagelida (Hegner, et al 1968). ومن رتبة الجيليات الحركية *Kinetoplastida* الأجناس *Oikomonas termo* و *caudatus* و *Cercomonas longicauda* و *Monas vulgaris* (Henger & Engemann, 1968). ومن رتبة ملتويات الأسواط *Retortamonadida* أوالي ذات معيشة حرة في المياه الملوثة عضويا كما في حالة أجناس *Phanerobia* و *Helkesimastix* و جنس *Chilomastix* (Sleigh, 1989 و Brugerolle, 1973) *faecicola*. ومن رتبة جذرية الأسواط *Rhizomastigida* الأجناس *Actinomonas* و *Pteridomonas* و *Dimorpha* و *Pteridomonas* وغيرها.

ويمكن تكثير وتنمية أغلب هذه السوطيات لأغراض التطبيقية المختلفة التي أشرنا إليها وسوف نعطي بعض الأمثلة عن استزراع هذه الأوالي منها:

(أ) زراعة الأوالي السوطية الطوقية Choniflagellates:

ينتمي إلى هذه الرتبة مجموعة كبيرة من الأوالي حرة المعيشة كما بينا أعلاه وتتوزع بين الماء البحري والعذب والمياه المويلحة brackish water ومن بين الأجناس التي قام الباحثون Goldy & Co-authors, 1970 الذين لكنا من عزل جنسين مهمين من المياه المويلحة هما جنس *Acanthoecopsis* و *Diaphanoeca grandis* حيث تم تنمية هذه الأوالي على وسط بكتيري يدعى وسط DVLA مع قليل من المواد العضوية ومزود بعدد من المركبات الملحية والفيتامينات وغيرها من المغذيات الضرورية كما يظهر في الجدول (15- 2).

- ولغرض ضمان ذوبان السليكات الموجودة في المركب $Na_2SiO_3.H_2O$ بحمض محلول من الماء المقطر بعدة قطرات من حمض الهيدروكلوريك المركز HCl ويحرك جيدا ويضاف

تدريجياً للمحلول الأصلي للوسط.

- أما مخلوط المعادن *Metals mix بحجم 1 ملل فإنه يتكون من الصوديوم Na_2 ومادة EDTA بمقدار 10 ملجم و كلوريد الحديديك $FeCl_3$ المائي بتركيز 0.6 ملجم و H_3BO_3 بتركيز 10 ملجم و كلوريد المنجنيز $MnCl_2$ المائي بتركيز 1.5 ملجم و كلوريد الزنك $ZnCl_2$ بتركيز 0.1 ملجم وكلوريد الكوبلت $CoCl_2$ المائي بتركيز 0.05 ملجم.

ولغرض المحافظة على نشاط الوسط وكفاءته يفضل أن يزود بشكل متواصل ببكتريا مغذية، كما يمكن تقوية الوسط بإضافة بعض المضادات الحيوية، ويمكن إدامة الوسط إلى حوالي شهر ونصف من بداية التجربة. كذلك أمكن إدخال بعض التطويرات على هذا الوسط بإضافة خليط من الفيتامينات – 8 و dextrose و peptone ليعطي وسط أكثر غناً بالمغذيات الداعمة للنمو وتكاثر هذه الأوالي.

جدول (15-2) مكونات وسط DVLA لاستزراع أجناس *Acanthoecopsis* و *Diaphanoeca*
(Goldy & Co-authors, 1970).

المادة والرمز	الكمية المطلوبة	المادة والرمز	الكمية المطلوبة
$NaCl_2$	18 جرام	B-12	1 مكروجرام
$MgSO_4.7H_2O$	5 جرام	Biotin	1 مكروجرام
KCL	0.6 جرام	Thiamine	1 مكروجرام
Ca(as CL)	0.1 جرام	Liver concent. 1:20	40 ملجم
$NaNO_3$	0.5 جرام	Na acetate	0.2 جرام
$K2HPO_4$	30 جرام	Tris	1 جرام
$Na_2SiO_3.9H_2O$	0.2 جرام*	Dist. water	1 لتر
Metals mix*	1 ملل *	PH	7.8 – 7.5

(ب) زراعة أوالي سوطية بحرية:

من الأوالي المستهدفة في هذا الاستزراع جنس Noctiluca miliaris ذات المعيشة البحرية وهو أولي سوطي ذات تغذية حيوانية كاملة بالترمم و التناضح Osmotrophic-phagotrophic وأول من درس هذا الأولي هو الباحث Gross,1934 حيث عزله من خلال الترشيح الدقيق لمياه بحرية من نوع pasteurized باستخدام ورق ترشيح مختلف الفتحات ولكن من تنميته من يوم إلى أسبوع، أما الباحثان McGinn & Gold فقد نجحا في الأعوام 1969 و 1970 على التوالي من تنميته داخل اسطوانات مدرجة محلومة بماء البحر حيث تجمعت السوطيات في أعلى الأسطوانة وباستخدام ماصة أوتوماتيكية أمكن نقلها إلى وسط معقم من ماء البحر، ووجد أن هذه الأوالي تنمو بشكل سريع عند درجة حرارة 20 م° في وسط مزود ببكتريا طبيعية من بيئة الأوالي البحرية حيث يمكن تكثيرها عندما يعامل الوسط الزراعي بمجموعة مختلطة من المضادات الحيوية مثل البنسلين والستربتومايسين وتوفايبوسين.

كما أشار الباحثان McGinn & Gold بأن هذه الأوالي يمكن تنميتها على وسط معقم وساخن heat- strenlized medium يتكون من محلول مائي يحتوي على خليط من الفيتامينات سكر الكلوكوز كمصدر للكاربون و RNA، DNA ومستخلص تربة soil extract حيث أعطى هذا الوسط نتائج جيدة وتم ملاحظة انقسام الخلايا وأعطت إنتاجاً متباينا فعلى سبيل المثال كان المحصول النهائي للخلايا final cell densities بعد عشرة أيام في حالة monoxenic و 38 خلية/ مول Axenic و16 خلية مول -1. وقد لاحظ الباحثون بأن هذه السوطيات تستطيع التكاثر بالانشطار المباشر وبالتبرعم وفقا لعمر المزرعة.

(2) زراعة نماذج من السوطيات المتطفلة:

تشمل السوطيات الحيوانية المتطفلة جميع الاجناس التي ذكرت في الفصل الخامس في دراسة رتب السوطيات الحيوانية إذا استثنينا الاجناس الحرة المعيشة التي ذكرت في الفقرة (1) اعلاه والاجناس المتعايشة التي تعود لبعض رتب هذه الطائفة. وتعتبر زراعة نماذج من هذه المجموعة من الأوالي على يد الباحثين (Tobie,Brand,Mehlman-1954 ،Lwoff-1951) بوابة النجاح في تكثير وتنمية السوطيات الطفيلية مثل أجناس اللشمانيا *Leishmania* والتريبانوسوما *Trypanosoma* خارج جسم المضيف والعائل، حيث أثبتت تجارب الباحث Lwoff إمكانية تنمية مزارع من كلا

السوطيين المذكورين من رتبة ذوات البانية الحركية Kinetopustida لفترة طويلة من الزمن على أوساط صناعية ولكن شرط وجود الدم ضمن الوسط الزرعي و حيث قام هذا الباحث بتنميتها على وسط يتكون من Heematin وهيمكلوبين زائدا فيتامين C وكذلك وجد أن إضافة فيتامين B إلى الفصل ضرورية التنمية.

أما الباحثين Citri & Grossowicz فقد قاموا بتنمية التريبانوسوما أو Schizo trypanium cruzi على وسط يتكون من casein hydrolysate وbovin albumin وHaematin وأملاح salts و عصير طماطم مفلتر Filtered tomota juice (Kinne, 1977).

كذلك وجد الباحثون Tobie et al بان التريبانسوما المرضة للإنسان مثل الأجناس *T.rhodesiese* و *Trypanosoma gambiense* يتطلب وسط متكامل ولكن لا يشترط أن يكون دم الإنسان من ضمن مكوناته، حيث تمكنوا من تنميتها على وسط صلب من bacto-beet أو bacto-peptone ، bacto-agur مخلوط مع دم الأرانب rabbit blood حيث وضعت هذه المكونات في محلول لولكس Loclces solution الملحي.

- **زراعة وتنمية أفراد رتبة Trichomonida**

حيث يعتبر الباحثون Johnson & Trussel من أوائل الذين قاموا بمحاولات تنمية أفراد طفيلية من رتبة شعرية الأسواط في الخمسينات من القرن الماضي بتنمية جنس *Trichomonas vaginal* الذي يتطفل على الإنسان وخاصة في الأجهزة التناسلية للإناث وينتقل لإصابة الذكور. حيث قام الباحثون بتنمية هذه الأوالي على أوساط صلبة من مواد مختلفة هي bacto-agur peptone ، bacto- أو bacto–liver in fusion و humcin serum وcysteine و maltose ومحلول رنجر الملحي Ringers solution .

أما الباحث Diamand فقد زرع وكثر أنواع مختلفة من هذه الأوالي أخذت من الإنسان ومن حيوانات مختلفة أخذت من (pancreatic digest of casein) وتم تنميتها على أوساط مختلفة من Trypticase والخميرة yeast extract والمالتون maltos والسستين cystein و فيتامين e، وأضاف لها مصل دم الأغنام sleep serum ووضعها في ظروف لاهوائية Anuerabic condition أو في وسط قليل الأوكسجين فحصل على نموات جيدة من هذه الأوالي.

كما وضع الباحثون Lilly,1967، O. Kinne ,1977 عديد من الطرق المهمة في تنمية وتطوير استزراع مختلف الأوالي كما يظهر في الجدول (15-3) التالي:

جدول (15-3) بعض طرق زراعة نماذج مختلفة من السوطيات (Lilly,1967، O. Kinne ,1977).

Species	Remarks	Food	Medium	Author
Tintinnopsis beroidea	12.5° C; requires special conditions during conjugation	Bacteria-free unicellular algae	See T.tubulosa	Gold (1971a,b,c)
T.tubulosa	10° to 12° C ; sea Water .	Yeast ; mixture of Rhodomonas lens Isochrysis galbana, Platymonas tetrahele, ete .	Modification of DC medium (Provasoli and co-authors, 1957); see Table 5-15	Gold (1968,1969b)
Uronema marinum	Mainly sustained under axenic conditions (see also Ch aptwr 5- 11).	Pseudomonas SP .for details consult PP. 613,614.	Pp. 614,1309	Lee et.al, (1971) Hanna and Lilly (1970, 1971,1972, 1974)
U.nigjricans	Maximum population growth : 22° to 27° C; SEA Water of 1.010 density.	Tables 5-11 , 5-12 , 5-13 , 5-14	C-,M-,and S-medium for details-see p.607	Soldo and Merlin (1971,1972)
Uronema. sp	Subdued light ; ;optimum temperature 25°c; artificial sea water; optimum salinity: between 17 and 43‰ S	Bacteria , e .g. S erratia marisorubra	Algal medium (Guillard and Ryther,1962); artificial see water	Hamilton and Preslan (1969)

زراعة نماذج من اللحميات:

(أ) زراعة لحميات المياه العذبة

1- اجمع كتلة صغيرة من طحالب برك المياه العذبة من جنس *Cerato-phylum* أو جنس *Sphagnum* أو غيرها وضعها في طبق زجاجي مسطح وبعد أيام قليلة تتحلل وتتفسخ الطحالب ويظهر على سطح الماء طبقة بنية اللون ، إن هذه الطبقة تحتوي على الأميبا التي يمكن فحصها حية تحت المجهر .

2- يمكن الحصول على هذا الحيوان الأولي بسهولة ويسر من سطح الوحل أو الأوراق المتعفنة بقيعان البرك الجداول المائية أو من بين كتل الطحالب سالفة الذكر، كما يمكن أيضاً الحصول على الأميبا من أنواع التربة الرطبة كافة تقريباً.

3- لإكثار ولمضاعفة أعداد الاميبا جهز أعدادا من الأطباق الصحلة بحيث يحتوي كل منها على 100 سم^3 مئة ماء الصنبور (لا ينبغي أن يزيد عن عمق 2.5 سم) أضف لكل طبق ثلاث أو أربع حبات نيئة من الأرز أو القمح ، أضف لكل طبق كمية صغيرة من وحل أو طحالب البركة على إن يحتوي هذه الكميات على بعض سنتيمترات مكعبة من ماء البركة ثم غطي الأطباق بألواح زجاجية وزجها بحذر قليلا ثم ضعها بعيدا عن ضوء الشمس في مكان تكون درجة حرارته بين 15 و 25 م° وبعد مضي أسبوع أو أسبوعين ينبغي أن يكون لديك مزارع بها وفرة من الأميبا .

وإذا رغبت في الحفاظ على مزرعة نقية فعليك تعزل الأميبا وفحصها ووضعها في وسط نقاعي يمكنه تحضيره على النحو التالي:

أضف كل 100 سم من الماء المقطر ثلاث أو أربع حبات من الأرز أو القمح أو 5-6 عيدان من القش (التبن) طول كل منها نحو 5.2 سم ضعها على نار هادئة حتى تغلي لمدة 10 دقائق ، ثم اتركها جانباً لتهدأ وتترسب وتبقى دون حراك لبضعة أيام قبل استعمالها كوسط نقاعي.

عند وضع الأميبات في هذا الوسط النقاعي فأنها تتغذى على كائنات أصغر منها يحدث أن تدخل معها إلى المزرعة ومن هذه الكائنات مثلا الحيوان السوطي *Chilomonas* أما الكائنات الأكبر حجما من الأميبا مثل الدولابيات والقشريات التي قد يصادف أيضا إدخالها إلى الوسط النقاعي مع الأميبا فيجب التقاطها وإبعادها ولاستمرار الحفاظ على المزرعة نقية فانه من الضروري تحديث المزرعة عن طريق إعادة تنقيتها في مزارع فرعية بنفس الكيفية التي تقدم وضعها وذلك مدة واحدة في كل شهرين تقريبا.

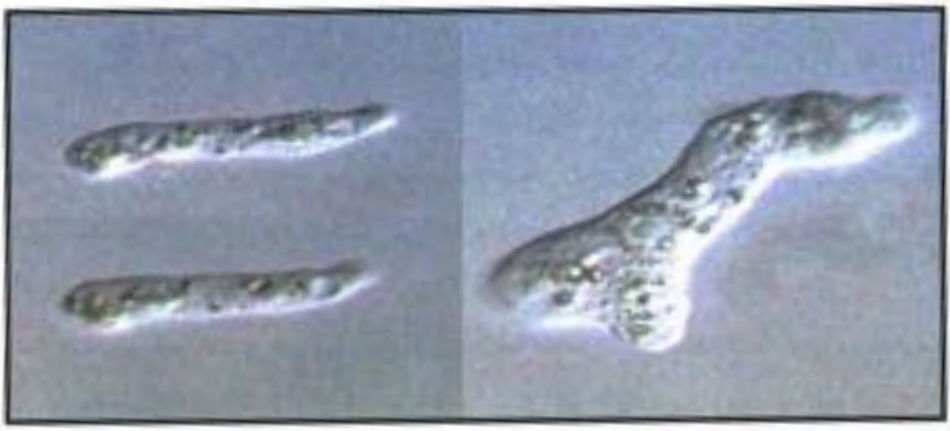
- **زراعة افراد جنس Negleria gruberi:**

هذا الجنس من الحميات المغلفة تعيش في المياه العذبة درست من قبل لباحث Chang 1958 حيث يمكن عزلها من الوسط المائي العذب ووضعها على وسط من الأجار يدعى Czapek agar

وهذا الوسط يحتوي 100 وحدة من البنسلين و 200 ميكروجرام في مل من الستربتومايسين وبعد عدة نقلات لهذه الأوالي على نفس الوسط يدعم الوسط بواسطة بكتريا عصوية سالبة ليصبح أكثر وضوحا حيث وجد من التجارب أن Negleria تنمو بشكل جيد عند تنميتها على بكتريا مختلفة وخاصة عندما تزود المزارع النقية لها بمغذيات سائدة من بكتريا حيه على وسط متعادل من الترتسوز آجار والسلمونلا تايفوزه.

(ب) زراعة لحميات المياه المالحة:

بدأت زراعة أميبات المياه المالحة منذ زمن طويل عندما اقترح كل من Frosch 1897 و Tsujitany 1898 بدايات طرق لتحضير المزارع النقية من هذه الأميبات وبعد ذلك تطورت هذه الدراسات على يد كل من Arndt 1922 و Kirby 1950 و Schmoler 1965 حيث اقترحوا العديد من التقنيات التي يمكن بواسطتها الحصول على أعداد كبيرة من هذه الكائنات صغيرة الحجم وعزل أفرادها من مصادرها الطبيعية raw culture ونقلها إلى المزرعة الاصطناعية culture media حيث يمكن استخدام كائنات أولية صغيرة مثل البكتريا الطحالب وأجزاء من كائنات عديدة الخلايا وجزيئات النبات العضوي detritus كمصادر أساسية لتجهيز المزارع المذكورة بالمصادر الغذائية السائدة للنمو (Kinne, 1977).



شكل (15-4) عينات من مزرعة الأميبا الحرة.

ويشير الباحث (Rao 1971) إلى أن الأميبات الصغيرة بحجم 20- 30 ميكرون يمكن تغذيتها على البكتريا ثم تكثيرها وزراعتها على وسط زراعي من الآجار (agar media). كذلك وجد أن الأميبات الحرة المعيشة الصغيرة تتراكم على عيدان القش أو التبن بمقدار 20- 30 غم في 11 مل من الماء وتكثر على صفيحة من الآجار تحتوي على بكتريا مجففة heat killed كغذاء، وأشار كل من الباحثين Schmoller & Schwarz 1964 بأنه قبل عملية الزراعة يفضل أن نظيف عيدان القش إذا كانت الأميا قليلة أو نادرة، وتكثر من خلال عملية putrefaction بالتعاقب إذا كانت بحالة تكيس أو على شكل أكياس مقاومة لظروف الوسط، أما في حالة وجودها حرة في الماء فيضاف 1-2 سم^3 من مادة peptone broth إلى كل 100سم^3 من نموذج الماء لغرض تحفيز نمو وحركة الأميا في الماء الحر.

ولغرض الحصول على عينات من هذه الأوالي يوضع على صفائح الآجار ماء البحر الحاوي على أميا بعد أن يضاف في وسط الصفيحة مخلوط منه يتكون من 2٪ الآجار مع ماء البحر، وبعد ذلك بالتتابع يتم عزل أفراد الأميا المطلوبة للدراسة وتمرر تدريجيا إلى مزرعة نقية ثابتة تحتوي على مجموعة من المكونات الكيمياوية ومغذيات أخرى حسب الجنس المطلوب للتكثير، كما سيتم التعرض إليه في الأمثلة التالية:

(ج) زراعة لحميات واسعة التحمل للملوحة جنس *Acanthamoeba griffin*:

يعتبر هذا الجنس من الأميبات الواسعة التحمل للملوحة لذلك يعيش في المياه البحرية عالية الملوحة ويمكن تكثيره على أوساط صناعية من الآجار كما أشار الباحث Sawyer, 1971 حيث وضع هذا الباحث 6.5 مل من الآجار في صحن بلاستيكي حجم 66 مل وبعد ذلك وضع صفيحة حديثة التحضير تحتوي على طبقة رقيقة من بكتريا Aerobacter earogenes وزرع فيها الأميبا الاعتيادية أو المتكيسة على جزيئات صغيرة من الآجار من نفس المزرعة.

الوسط الزراعي يحتوي على 1.5٪ من الآجار و 0.01٪ من المالتوز وخميرة 0.01٪ وتحضر هذه المواد في ماء مقطر أو ماء البحر وتحفظ في درجة حرارة بين 22- 25 مئوية. ومن الأمثلة التطبيقية الأخرى لأميبات المياه المالحة من أفراد جنس *Hexeramoeba clara* ما وصفه الباحث Droop ,1966 من وسط اصطناعي لتكثيرها وكما يلي:

جدول (15 - 4) المواد والتراكيز المطلوبة لتحضير وسط لزراعة وتكثير الاميبات.

المركب أو المادة	الرمز	الكمية المطلوبة
مواد تربة	Soil extract	25 ملجرام
نترات البوتاسيوم	KNO_3	100 ملجرام
فوسفات البوتاسيوم	K_2HPO_4	10 ملجرام
ثيامين	Thiamine	50 ميكروجرام
فيتامين ب12	Vitamin B_{12}	100 ملميكروجرام
جلايسين	Glycine	50 ملجرام
ارجنين	Arginine	50 ملجرام
خلات الصوديوم	H_3COO Na	500 ميكروجرام
ماء بحر طبيعي	Natural sea	250 مل
ماء مقطر	Distilled water	750 مل

كما وجد الباحثان Allen & Unwin بعد تطبيق طريقة Droop بأن العديد من الطحالب لها القدرة على تدعيم النمو السكاني للأميا المذكور بشكل جيد من خلال عدد كبير من الاختبارات التي أجروها على إضافة طحالب من رتب Volvocales، Bacillariophyceae، Rodophyceae و Crysophyceae.

(د) استزراع الفطريات الحيوانية:

كما بينا سابقا أن هذه المجموعة تنتشر في أراضي الغابات وخاصة الغنية بالمواد العضوية فلذلك يمكن الكشف عنها ودراستها وتكثيرها باستخدام عدة طرق حيث تشير الدراسات إلى أن الغرام الواحد يمكن أن يعطي 200 -2000 كيم من مختلف الفطريات ، ومن ابرز الطرق المستخدمة في تكثير الفطريات هي طريقة Wercurp, 1950 وفي هذه الطريقة يؤخذ نموذج من التربة بشكل عشوائي بوزن 5 - 15 ملغم ويوضع في طبق بتري معقم ويضاف إليه وسط غذائي مناسب ويترك لفترة ويلاحظ نمو هذه الفطريات وتحسب بطرق مختلفة .

كذلك توجد طريقة أخرى هي طريقة الأنابيب الزجاجية الشعرية حيث يؤخذ أنبوب زجاجي يحتوي على وسط غذائي مناسب لنمو الفطريات ثم نعمل أخدود في التربة ونضع فيه الأنبوب الزجاجي الشعري أو المفتوح من إحدى النهايتين (أنبوبة اختبار) يترك النموذج لمدة أسبوع حيث تنمو الفطريات الموجودة في جزيئات التربة المتغلغلة داخل الأنبوبة على مكونات الوسط الغذائي، بعد ذلك ترفع الأنبوبة وتحسب الفطريات باستخدام طريقة الأطباق plate count التي ذكرها الباحث (Alexander, 1977).

زراعة نماذج من الهدبيات:

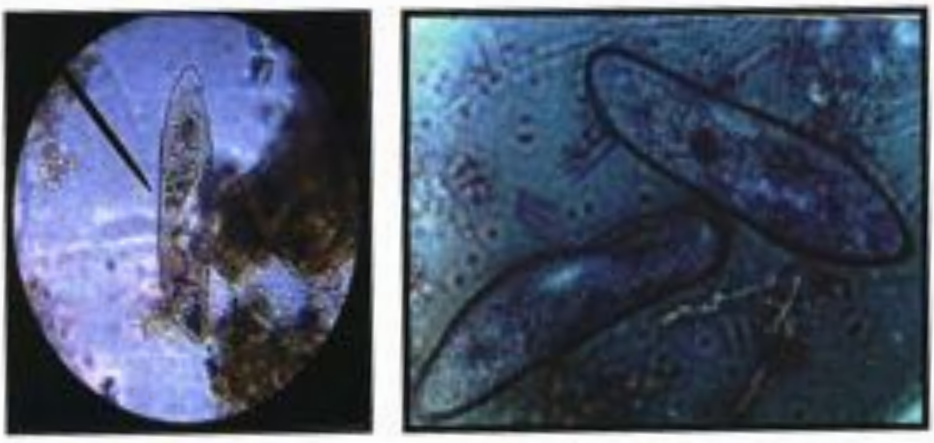
مزرعة البرامسيوم:

1- يوجد هذا الحيوان الهدبي-وأقرانه من الهدبيات بوفرة في البرك والمستنقعات المائية الراكدة التي تحتوي على الكثير من المدى النباتية المتحللة.

2- يمكن تحضير محلول مناسب لزراعة هذه الهدبيات عند طريقة غلي ثلاث أو أربع حبات من الأرز والقمح أو 5-6 عيدان من القش بطول 5.2 سم تقريباً في 100 سم من ماء الصنبور لمدة 10 دقائق ، اترك المحلول يبرد في أطباق ضحلة غطها بألواح زجاجية ودعها تستقر لمدة 3 أو 4 أيام حتى تتكون بها مزارع غنية بالبكتريه ، عندها أضف عينات البرامسيوم الحية إلى تلك المحاليل بالأطباق وبعد مضي أسبوع أو أسبوعين يكتمل تطور مزرعة البرامسيوم بكل طبقة.

ودراستنا الحالية هي محاولة إخضاع الأوليات الهدبية Cilia ممثلة في بجنس البرامسيوم (الذي وجد بكميات كبيرة في المسطحات المائية) إلى تجارب زراعة الأحياء المائية وذلك باستخدام 7 أوساط زراعية اصطناعية ممثلة (وسط الدواجن ، وسط الأغنام، وسط الأبقار، وسط الخميرة وسط أوراق الذرة، وسط قش الشعير وسط ليف النخيل).

ومعروفة فعالية هذه الأوساط في تكثير وتنمية الحيوان الأولي البرامسيوم الذي يستخدم كمنظف بيئي لقدرة عالية على افتراس الأحياء المجهرية وخاصة البكتريا، إضافة هذا الحيوان يشكل سلسلة غذائية في مختلف البيئات المائية.



شكل (15-5) عينات من مزرعة البراميسيوم.

تطبيقات استخدام الأوالي كمنظفات وكواشف بيئية:

الاهمية الاقتصادية لزراعة البراميسيوم:

استخدم الحيوان الهدبي الأولي البراميسيوم في عملية التنقية الذاتية للمياه وتخليصها من التلوث الميكروبي وذلك من خلال متابعة قدرة افتراس هذا الحيوان لبعض أنواع البكتريا المتواجدة في المياه الملوثة بالمواد العضوية ومياه الصرف الصحي ومن هذه البكتريا *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

وقد طبقت العديد من هذه الدراسات في ظروف معملية واستخدمت فيها مزارع البكتريا وأما البراميسيوم فتم الحصول عليه من مياه الصرف الصحي أو من مياه البحيرات وكانت النتائج ايجابية ومشجعة لاستخدام البراميسيوم كمواد منظفة لمياه البحيرات التي تعتبر وسط لنمو كثير من الأحياء المائية كالأسماك القاعية والمفترسات للحشرات والعديد من الطيور المائية وغيرها من الأحياء الاقتصادية ، لذلك استخدم هذه الدراسة المعملية وإجراء الاختبارات المطلوبة وقسم العمل فيها إلى قسمين :

العمل الحقلي:

ويتم فيه جمع عينات البراميسيوم من مياه البحيرات أو مياه الصرف الصحي في قناني زجاجية يسجل عليها رقم أو ... ة ويسجل أيضا عليها المعلومات المطلوبة لإجراء التجربة ومنها تاريخ

جمع العينة وموقع جمع العينة وغيرها من المعلومات المطلوبة .

العمل المختبري:

ويستخدم فيه الكثير من الأدوات الزجاجية مثلاً الدوارق والقناني وأطباق بتري والأنابيب والماصات والشرائح الزجاجية وغيرها ويراعا فيها النظافة والتعقيم حرصا على نجاح التجربة والحصول على نتائج صحيحة ، ويستخدم أيضا الأجهزه المختبرية ويراعا فيها الطريقة الصحيحة في الاستخدام والمحافظة عليها ومن أهمها المجهر الالكتروني ويكون العمل على عدة مراحل هي

1- تجهيز القناني مختلفة الأحجام والأشكال و التي سوف يتم بها تحضير العينات للتجربة مع مراعات التعقيم وذلك باستخدام أجهزة الأوتوكلاف Autoclave.

2- تحضير الأوساط لزراعة للبكتريا المستخدمة، وقد تكون صلبة وتسمى Agar media وتصب في أطباق بتري أو تكون سائلة خالية من مادة Agar وتصب في دوارق زجاجية معقمة .

3- تحضير المزارع البكتيرية حيث تزرع البكتريا في ماء خالي من البرامسيوم داخل قناني وأخرى تحتوي على الماء والبرامسيوم في قناني أخرى.

4- عملية الزرع وتتم في جهاز التعقيم داخل أطباق بتري المعقمة سلفا وتوضع الأطباق بعد الزرع في الحاضنة لمدة 24 ساعة وبدرجة حرارة 37 م°.

5- حساب وعد البكتريا ويستخدم عادة شريحة الهيموسيتومتر وهي مكونة من منطقتين منطقة علوية وأخرى سفلية مكونة كل منها إلى 9 مربعات والمربع الأوسط مقسم إلى 25 مربع صغير أي ما يقارب 400 مربع صغير ويقدر حجم الماء في المربع الأوسط 0.1 من ألف ملليتر ومن ثم يتم تقدير عدد البرامسيوم طبقا لنوع كثافة البرامسيوم .

كذلك يمكن استخدام شريحة (سيدويك رافتر) وهي شريحة لعد الطفيليات النباتية والحيوانية وتصنع من البلاستك أو الزجاج وتقدر أبعادها (5 سم × 2 سم × 1سم) ويمكن تحميلها بحجم ملليتر بالضبط بعد وضع الغطاء الزجاجي المحكم عليها ويصل مسطح العينة على الشريحة 1000 ملليتر مربع.

زراعة وتكثير الدايتومات:

تجمع الدايتومات من المسطحات المائية باستخدام قناني من البولي اثلين النظيفة وذلك بإدخالها في العمق المائي بحوالي عشرين سنتمتر وبعد ذلك ترشح العينات باستخدام ورق ترشيح خاص بالطحالب المجهرية والبكتريا، تحضر مبدئيا (وسط زرعي) من الأجار في أنابيب اختبار معقمة ونظيفة جيدا تغلق بالقطن الطبي لمنع دخول الغبار والأتربة وبقية الملوثات، ومن ثم تقوم بإمرار ورق الترشيح برفق على سطح الأجار لكي تلتصق بهي خلايا الدايتومات وتترك في الحاضنة على درجة حرارة بين 25-28 م°، حتى تنمو الخلايا ويصبح اللون الأخضر المصفر واضحا على سطح المبدياء بعد ذلك نحضر وسط صناعي من الأوساط التي ذكرناها في تنمية السوطيات النباتية أنظر جدول (15-1) السابق مع ملاحظة إضافة مادة السليكات وإذابتها في الوسط أو استخدام الرمل النظيف ليعطي أو كسيد السليكا SiO_2 في قاع الوسط بكمية اسم وذلك لتأمين توفر عنصر السليكون الضروري لبناء الأغلفة الدايتومية. ويفضل تطبيق هذه الطريقة في حالة الرغبة في تنمية مزارع نقية من أنواع محددة من الدايتومات المستهدفة بالدراسة.

أما في حالة التربة المختلطة فيمكن أن تأخذ عينات الماء أو التربة الرطبة أو الدايتومات الملتصقة بأي طريقة من الطرق التي أشرنا إليها لجمع الأحياء المائية كما تم تفصيله في الفصل 14، ونحضر قناني زراعة الطحالب والدايتومات المبينة في الشكل التالي (15-6) الحاوية على الوسط المبين في الجدول (15-1) بعد إضافة مصدر للسليكا. نأخذ منه كمية بمقدار 50 مل في كأس نظيف كوسط مؤقت، بعد ذلك نقوم بسحب 1 مل من العينة المستهدفة للزراعة بواسطة ماصة أو توماتيكية أو قطارة بلاستيكية وتضع قطره منها على شريحة زجاجية ونفحص العينة جيدا ولتحدد الدايتومات المطلوبة للزراعة وباستخدام اللوب تعزل بدقة النوع المقصود ويوضع في الكأس الصغير وهكذا تكرر العملية لعدة مرات بعدذلك تقوم بإفراغ محتوياته في حاوية التربة الدائمة.

شكل (15-6) حاويات تربية وزراعة الدايتومات والطحالب المجهرية.

كما يقترح الباحث WRDNJ، 2001 طريقة أخرى لزراعة وتكثير الدايتومات الموجودة في البحيرات، حيث يوصي بأخذ عينات الماء بحجم 1 لتر وبعد تحريك العينة جيدا نأخذ منها 50- 100 ملل في أنابيب اختبار نظيفة وتوضع في جهاز الطرد المركزي لفترة من 10- 15 دقيقة لكي تتركز في القاع ، بعد ذلك يسكب الماء الزائد وتبقى الخلايا مع كمية بسيطة منه، ثم يتم حساب الخلايا الدايتومية بواسطة جهاز يسمى plate spectrophotometer وكما مبين في الشكل (15-7) وخاصة الأجناس *Aulacoseira granulata, Fragilaria crotonensis, and* *Fragilaria crotonensis* وغيرها بعد تعزل حسب الرغبة أو تترك مختلطة وتنقل إلى حاويات التربية المستديمة.

شكل (15-6) جهاز حساب الدايتومات (Moule. A, 2007) plate spectrophotometer.

أهمية زراعة وتكثير الأحياء المائية:

من الأهمية أن تتوفر بعض أنواع الطحالب الساكنة وحيدة الخلية داخل أحواض التربية حيث إنها مصدر هام للأحماض الأمينية والدهنية سهلة الامتصاص لبعض أنواع اليرقات وزريعة الأسماك كما إنها بيئة مناسبة لنمو الطفيليات الحيوانية ولابد من المحافظة على الطحالب لكي تكون متوفرة ونقية باستمرار.

شكل (15-8) نموذج لأحواض زراعة الأحياء المائية.

الأهمية الاقتصادية والبيئية للاستزراع:

ويعتبر مجال الزراعة المائية من المجالات التي أصبحت لها بأهمية اقتصادية كبيرة منذ بداية القرن العشرين وذلك لتناقص كميات إنتاج المصائد العالمية من الأسماك ، القشريات ،الرخويات ،في الوقت الذي يزداد فيه الطلب على المنتجات البحرية واثر ذالك في خلق فجوة المنتج المستهلك لهذه المادة الغذائية المهمة في حياة الإنسان بصفة عامة (القلبي 2002) والزراعة المائية أصبحت أكثر أهمية، فهي لا تؤدي إلى استنزاف منتج البحر أو تؤدي إلى انقراض أنواع بحرية، فيها يتم إنتاج مكثف وتحت رعاية بيطرية وعلمية صارمة ، وفيها يقل استهلاك الإنسان الأسماك الملوثة كما هو الحال عند صيد الأسماك على الشواطئ ولذلك تعرف الزراعة المائية بأنها توليد وتربية إنتاج الكائنات الحية في المنظومة المائية المفتوحة أو المقفولة المالحة أو العذبة. ونتيجة لتزايد الاحتياجات الغذائية لسكان كوكب الأرض يوم بعد يوم نتيجة لتزايد عدد السكان ، لذالك سعت كل الدول لتوفير احتياجات سكانها الغذائية ووضعت الخطط والبرامج العلمية المتنوعة لتحقيق الأمن الغذائي ومن هذه الخطط هي الزراعة المائية (الحامدي،2002) وتتمحور أهمية هذه الزراعات في تصديها ومعالجتها الجوانب التالية في حياة المجتمع البشري:

- الزيادة في عدد السكان وارتفاع معدلات الاستهلاك والحاجة الملحة لمصادر البروتين الضروري للحياة والنشاط الحيوي.
- انخفاض معدلات الإنتاج الحيوي وقلت مصادر المواد الغذائية نتيجة لتنوع عوامل التلوث وانحصار الأراضي الصالحة للزراعة.
- الحاجة إلى إنتاج كائنات بحرية متنوعة وطازجة بكثافات عالية في مساحات محدودة وبكلف مالية قليلة.
- تحسين سلالات الكائنات المائية من خلال الإكثار الصناعي والتهجين في ظروف معملية وإطلاقها وتكثيرها في الأوساط المائية المختلفة.
- وإمكانية تنمية مناطق لا تصلح فيها الزراعة في الظروف التقليدية، ويمكن إقامة المزارع في أي مكان.
- استخدام الأحياء المائية المستزرعة في إنتاج المضادات الحيوية والأدوية والإنزيمات المختلفة كما هو الحال في تنمية الدايتومات والكلوريلا وغيرها.

- استخدام الأحياء المستزرعة في المختبرات للأغراض العلمية وإجراء التجريب كما هو الحال الدافئيا والسوطيات النباتية والقواقع وغيرها.
- استخدام الزراعة كوسيلة لمعالجة التلوث البيئي من خلال استخدام الكائنات المائية ذات القدرة الكبيرة على الترشيح كما في عديد من القواقع أو سحب السموم والملوثات كما هو الحال مع مختلف النباتات المائية مثل نبات ورد النيل ونبات القصب والبردي والبوص وغيرها.

ملحق المصطلحات العلمية

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
A cellular Organisms	الكائنات اللاخلوية
Acantharia	شائكة الأقدام
Active transport	الانتقال الفعال
Actinopoda	طائفة اللحميات شعاعية الأقدام
Actoplasma	الطبقة خارجية السايتوبلازم
Adaptive radiation	التكيف المتشعب
Agins rocks	عمر الصخور
Agassiz trawl	ترالولة اغاسز
Albumen cement	اسمنت الألبومين
Amegalospheric form	التشكل الكبير
Amoeboid movement	الحركة الأميبية
Amoebaean	رتبة التحولات أو الأميبات(العارية)
Amoeba proteins	الاميبا الحرة
Amoeboid gametes	جينات أميبية
An isogametes	الأمشاج غير المتماثلة
An isogamy	الانقسام غير المتماثل
Annual cycles	الطبقات الحولية
Anaerobic condition	ظروف لاهوائية
Apical complex	المركب القمي
Aperture	غلاف ذات فتحة رأسية
Asexual reproduction	التكاثر اللاجنسي
Ashell	صدفة أو قشرة
Asexually	غير جنسي

المعنى العربي	المصطلح الأجنبي
المحيط الأطلسي	Atlantic Ocean
الكائن المرتبط مع سطح القاع	Attached organism
جهاز التعقيم بالضغط والحرارة	Autoclave
الإخصاب الذاتي	Autogamy
رد الفعل أو التحاشي	Avoiding reaction
البقعة العينية	Axesspote
القلم المحوري	Axostyle
محورية الأقدام	Axopodium
أقدام كاذبة محورية	Axiopods
القضبان المحورية	Axial rods
البكتريا	Bacteria
الطحالب الدايتومية أو العصوية	Bacillarophyta
طائفة الدايتومات الريشية ذات الرافي	Bacillariophyceda
هالة الضوء المنبعثة من قرص الشمس	Beams of light
ترولة الأعمدة	Beam trawl
أوالي المنطقة القاعية	Benthic zone Protista
قمع برليزي	Berlese funnel
التناظر الجانبي في الأحياء	Bilateral symmetry
التغذية بالشرب الخلوي	Binocytosis
الاضاءة الحيوية الذاتية	Bioluminescence
الانشطار الثنائي	Binary fission
التغذية بالارتشاف أو الشرب الخلوي	Nutrition Binocytosis
علم الأحياء	Biology
عملية الترشيح البيولوجي	Biofiltration
الأغلفة الجسمية	Body sheaths
طريقة الترويق	Boisseaw

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Bottle-shaped	مظهر يشبه القنينة
Brackish water	مياه مويلحة
Bryophytes	شعب وطوائف الطحالب البنية
Buccal cavity	التجويف الفمي أو البلعوم
Budding	التبرعم
Calymma	الغلاف في أفراد أوالي متعددة الأكياس
Carpio	اسماك الكارب أو المبروك
Central capsule	محفظة مركزية
Central medulla	محفظة مركزية
Central nodule	اللب المركزي
Central tubules	الأنابيب المركزية
Centrobacillariophyceda	رتبة الدايتومات المركزية
Chalk	الطباشير
Chalky material	المادة الطباشيرية البيضاء
Chlorophyll	صبغة اليخضور أو الكلوروفيل
Chloromonadida	رتبة السوطيات الخضراء
Chlorophyta	الطحالب الخضراء
Chrysophyta	الطحالب الذهبية
Choanoflagelida	رتبة طوقيه الاسواط
Choano = collar	الطوق وهو صفة لبعض الاوالي السوطية
Chromosomes	الأجسام الصبغية
Chrysophyta	الطحالب الصفراء الذهبية
Chrysomonadida	رتبة السوطيات الذهبية
Chryptomonadida	السوطيات الخفيّة
Cilia	الأهداب
Ciliata	الهديات

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Ciliar movement	الحركة الهدبية
Class Opalinata	طائفة الأوبليبيات
Class Phytomastigophora	طائفة السوطيات النباتية
Cloacal area	منطقة المستقيم
Closed ecosystem	بيئة مغلقة
Commensalisms	تكافلية (أفراد متعايشة)
Contractile vacuole	الفجوات المنقبضة
Coiled arrangement	الحجرة الوسط
Colonies	مستعمرات
Complimentary	الكائنان المقترنان
Conjugation	عملية الاقتران
Conjugates	نمط تزاوجي متمم
Corvidae	فصيلة الغربان
Cortex	طبقة القشرة
copulation papilla	الحليمات السفدية
Cretaceous period	العصر الطباشيري
creeks	عائلة من طيور الغربان
Cryptic evolution	التطور الخفي أو غير المنظور
Culture media	المزرعة الاصطناعية
Cyanophyta	الطحالب الخضراء المزرقة
Cytosome	الفم الخلوي في الأوالي
Cytokinesis	خفيٌ أو مختزل
Cytopharynx	الدهليز الفمي
Cytopyge	ميزاب فمي
Cysts stage	مرحلة المتكيسة في الاوالي
Detritus	الفتات العضوي

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Desiccation Funnels	أقماع التجفيف
Diatomaceous earth	الأرض الدايتومية
Diatom's locomotion	الحركة الدايتومية
Diatomophyceda Pennales	الدايتومات الريشية البنوية
Diatoms classification	تقسيم الدايتومات
Diatom Protista	الأوالي الدايتومية
Diffusion	عملية الانتشار
Diploid	العدد الكامل من الكروموسومات
Diplontic gametic meiosis	انقسام مشيجي مباشر متضاعف
Dinoflagelates	الأوالي ثنائية الاسواط الدوارة
Diplomonadida	متضاعفة الاسواط
Early tertiary period	العصر الثلثي المبكر
CretaceousEarly	العصر الطباشيري المبكر
Encytement	التكيس في الأوالي
Ectoplasm	طبقة البلازما الخارجي
Egg	البيضة
End mass extinction Permian	نهاية العصر البرمي
Endocommensals	كائنات تعايشية داخلية
Endosymbiont	التكافل الداخلي بين الأحياء
Endodyogeny	الانقسام الداخلي المتكرر
Endogony	الانشطار الداخلي
Endoplasm	طبقة البلازما الداخلي
Epitheca	الغلاف الفوقي أو العلوي في الأوالي
Estuarine Protista	أوالي بيئة المصبات
Epiphytic Protista	الاوالي الملتصقة
Euglenida	رتبة العينيات في الاوالي

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Euglenophyta	شعبة اليوجيلينات في مراجع الطحالب
Eukaryotic cells	الخلايا حقيقية النواة
Eumycota	الفطريات الفلامية الحقيقية
Eutrophic organism	كائنات ذاتية التغذية
Euomycetozoa	الفطريات الحيوانية
Excitation	الإخراج
Excretory pore	ثقب خارجي
Excretion	الطرد أو الطرح الخلوي
Exocytosis	الحوصلة الفارزة
Excojugant	المقترنات السابقة
Extrusomes	الأجسام الفارزة
Facilitated transport	الانتقال الميسر
FalK	الالتواء والحركة حول المحور الخلوي
False Foot	القدم الكاذب
Fernaces	أفران الحرق الجاف
Fibrils	الألياف
Filtration	طريقة الترشيح
Filopodium	الأقدام الخيطية
Final cell densities	المحصول النهائي للخلايا
Fission	الانشطار
Flagella	الأسواط
Filiform	الشكل الخيطي
Filoesa	تحت طائفة خيطية الأقدام
Flagellar Movement	الحركة السوطية
Flagellated gametes	الأمشاج السوطة
Following division	الانقسام المتتابع

المعنى العربي	المصطلح الأجنبي
فجوة غذائية	Food vacuole
رتبة المخرمات	Foraminiferida
السجلات الاحفورية	Fossil Record
طائفة الدايتومات الريشية(بدون الراف)	Fragilariophyceda
الهدبيات حرة المعيشة	Free living ciliates
الماء العذب	Freshwater
غلاف بإشكال مزخرفة خاص بالدايتوم	Frustules
الأجسام الثمرية	Fruiting bodies
الفطريات	Fungi
الأمشاج	Gametes
الالحاد الجميتي	Gametogamy
الانقسام الميوزي المشيجي	Gametic meiosis
الانوية المشيجية	Gamete Nuclei
التتابع الجيني	Genome sequencing
المرحلة الهلامية أو الجيلاتينية	Gel state
منظر جانبي	Girdle View
الحركة الانزلاقية	Gliding motion
الغلاف زجاجي المظهر	Glassy shell
اللمسيات	Glossina
مادة غروية	Glue
تحت طائفة الخيشبكيات	Granuloreticulosia
الحركة الجريجارينية	Gregarinian movement
أنبوبي أو مزرد	Gullet
شعاعيات الباحث الألماني هيكل	Haeckel's radiolarians
تراكيب شعرية المظهر	Hair like structures
الشباك اليدوية	Hand net

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Halophytic Nutrition	التغذية النباتية الكاملة
Haploid	العدد الكروموسومي الفردي
Haploid nuclei	الانوية أحادية المجموعة الكروموسومية
Hard pellicle	غلاف سميك وصلب
Heat killed	قتل الجراثيم بالحرارة
Heat sterilized medium	وسط زرعي معقم حرارياً
Heliozoa	الأوالي الشمسية الشكل (الشمسيات)
Henson net	شبكة هنسن
host – specific strains	سلالات تخصصية لنوع العائل
Heterotrophic nutrition	كائنات معتمدة التغذية
Heterotrichida	متباينة الأهداب
Heterozygous	متباينة العوامل الوراثية
Holozoic nutrition	تغذية حيوانية الكاملة
Homozygous	متماثلة العوامل الوراثية
Higher metazoa	النوالي العليا
Hyaline cap	الغطاء الزجاجي
Hydrogenosomes	عضيات فريدة بديله عن المايتوكندريا
Hydrogen peroxide	بيروكسيد الهدروجين
Hypermastigida	رتبة مفرطة الاسواط
Hypnospores	الابواغ المتحركة
Hypotheaca	الغمد التحتي أو السفلي في الاوالي
Hypotrichia	تحتية الأهداب
Hypotrichida	رتبة الهديات تحتيات الأهداب
Hymenostomatida	رتبة الهديات غشائية الفم
Sliding microtubules	الانيبيبات الدقيقة المنزلقة
Infraciliature	الجهاز التحت هدبي في البراميسيوم

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Indo Pacific Oceans	المحيط الهندي والباسيفيكي
Inner and outer compartments	المكونات الداخلية والخارجية
In sphagnum mass	أشواك كثيفة من النوع الابرية
Internal budding	التبرعم الداخلي
Intermediary meiosis	الانقسام الاختزالي الوسطي
Intestinal parasites	طفيليات معوية
Invertebrate	الحيوانات اللافقارية
Iobopodium	القدم الفصي
Isogametes	الأمشاج المتشابهة
Isogamuos cysts	المكيسات متشابه الأمشاج
Karyokiness	محرك الهدب
Karyomastigont system	الانقسام الخيطي النووي
Kinety	جهاز خاص من الألياف
Kinety some	الجسم المحرك للهدب
Kinetosomes	الأجسام الحركية
kinetodesmata	الروابط البلازمية
Kinetodesmal fibril	الألياف الحركية الرابطة
Kingdom of Animalia	المملكة الحيوانية
Kingdom of Fungi	مملكة الفطريات
Kingdomof Invertebrate	مملكة اللافقاريات
Kingdom of Life	الممالك الحياتية
Kingdom of Monera	مملكة البدائيات
Kingdom of Plante	المملكة النباتية
K . of protozoa	مملكة الحيوانات وحيدة الخلية
K. of Vertebrate	مملكة الفقاريات
Labyrinthomorpha	الأوالي متعددة النواقد

المعنى العربي	المصطلح الأجنبي
العلق	Leeches
الحجر الجيري	Limestone
دهون	Lipids
قطرات زيتية	dropletsLipid
أعضاء حركة في الاوالي	locomotors organelles
محلول لوكس اللحي	Loelces solution
الانشطار الطولي	Longitudinal binary
اسواط طويلة	Longer flagella
الثوالي الدنيا	Lowest metazoa
القدم الفصي	Lobopodium
الأوالي فصية القدم	Lobosea
الليكوسن، غذاء مخزن في السوطيات	Lycocin
الانوية الكبيرة في الهدبيات	Macronucleus
الأمشاج الكبيرة	Macrogamete
المياه البحرية	Marine water
الموطن النوعي البحري	nichesMarine
العوالم البحرية	Marine Plankton
آلية الحركة	Mechanism of movement
الانقسام الميوزي	Meiosis
الثوالي أو الحيوانات (عديدة الخلايا)	Metazoan
الطور المتحرك	Merozoites
اللافقاريات الوسطى	Mesozoa
الانوية الصغيرة في الهدبيات	Micronucleus
الأمشاج الصغيرة	Microgamete
الأنابيب المتجمعة	Microtubular array
الأنابيب الدقيقة	Microtubules

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
organisms Microscopic	الكائنات تحتاج المجهر لدراستها
Microsporida	الأوليات البوغية
Microorganisms	الأحياء الدقيقة
Mineral quartz	معدن كواري
Miocene age	عصر الميوسيني أو الثلثي الأوسط
Mitosis	الانقسام الخيطي
Monera	مملكة البدائيات (كائنات أولية النواة).
Mononucleate	أحادية النواة
Motile Mede	أمشاج ذكرية متحركة
Morphogenesis	التراكيب المظهرية
Multilayered	متعدد الطبقات
Multicellular	عديدة الخلايا
Multiple fission	الانشطار المتعدد
Mycetozoida	الفطريات الحيوانية
Mycotic fish diseases	الأمراض الفطرية في الأسماك
Plasmodial slime molds	البلازمديات أو الاعفان المائية
Neoperidinin	صيغة النيوبريدرين
Nutrition	عملية التغذية
Nummulitic Limestone	نوع من الصخور (الليمستون)
Odogamy	التكاثر البيضي
Odontostomatida	رتبة سنيات الفم
Oligotrichida	قليلة الأهداب
Ontogenic	الدور الحياتي للنشوء الأصلي
Oogamous	الأمشاج من النوع البيضي
Oogamy	الاتحاد المشيجي البيضي
Ooze	الردغة أو التربة القاعية البحرية

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Opalinata	شعبة الاوبلينيات أو المتلألئات.
Opalinids	التراكيب المتلألئة
Opaline wall	جدار أو غلاف أوبليني متلألئ براق
Opposite	الأنماط التزاوجية المتضادة
Organic Evolution	التطور العضوي
Oral grove	الدهليز الفمي
Ovoidal	بيضي الشكل
Oxymonadida	رتبة دقيقات الأسواط
Parasitic ciliates	الهدبيات الطفيلية
Paramylion	بروتين خاص يتكون في بعض الاوالي
Parabasal body	جسم جار قاعدي في السوطيات
Parallel folds	التراكيب العائمة الممثلة في الاوبلينيات
Pellicular	الجهاز القشيري
Pellicle	القشيرة الاعتيادية أو الجليد في الاوالي
Pennate diatoms with out raphe	طائفة الدايتومات الريشية عديمة الرافي
Peridinin	صبغة البريدنين
Peripheral tubules	أنابيب محيطية
Peritrichia	هدبيات محيطية الفم أو حوليات الفم
Petersen grab	كباش أو كراهة بترسين
Phaeodria	رتبة الفودريات أو (ثلاثية المنافذ)
Phagosome	الجسم البلعمي
Phagocytosis	البلعمة الخلوية
Phaeophyta	الطحالب البنية
Photosynthetic Protista	الأوالي المثبتة للضوء
photosynthetic groups	مجاميع الكائنات الحيوية
Phylogentic arrangment	الصفات المظهرية والشكل الخارجي

المعنى العربي	المصطلح الأجنبي
علم التاريخ العرقي أو النشوء النوعي	Phylogeny
شعبة متعددة الخلايا الحقيقية النواة	Phylum Eumetazoa
شعبة البوغيات الموشاة	Phylum of Acetospors
شعبة الهدبيات	Phylum of Ciliophora
شعبة ذوات المركب القمي	Phylum of Napicomlexa
شعبة الاولي البوغية	Phylum of Microspora
شعبة البوغيات المخاطية	Phylum of Myxospora
شعبة اللحميات	Phylum of Sarcodina
شعبة اللحميات السوطية	Phylum of Sarcomastigophora
شعبة البوغيات الحيوانية	Phylum of Sporozoa
شعبة الاولي متعددة النوافذ	Phylum of Labyrinthomorpha
شعبة الحيوانات الأولية	Phylum Protozoa
شعبة اللافقاريات الأولية وحيدة الخلية	Phylum Unicellular Invertebrate
شباك العوالم النباتية والحيوانية	Phyto- Zooplanktonic nets
السوطيات النباتية	Phytomastigophora
شعبة البوغيات الموشاة	Placozoa
الشباك الخاصة بجمع العوالم المائية	Plankton net
دايتومات بشكل هائمات	Planktonic diatoms
البلازميدات والاعفان المائية	plasmodial slime mold
الاولي متعددة الأكياس	Polycystina
امتلاك الأصداف أو القشور	Possess Ashell
العصر الكمبري والتيراسي	Precambrian and Triassic
عصر قبل كمبري	Precambrian time
الإنتاجية الأولية	primary production
الهدبيات الأولية أو البدائية	Prociliata
الخلايا بدائية النواة	Prokaryotic cells

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Protista	الأوالي أو الطليعيات
Protoplast division	انشطار البروتوبلاست
Protozoan	الحيوان الأولي
Pronuclei	الانوية الأولية
Protomonadina	القطريات الحيوانية الأمبية
Proteomyxida	رتبة القطريات المخاطية الأولية
Proloclum	تركيب فراغي
Punctuated radiation	التكيف المتقطع
Pure cultures	مزارع نقية
Radial spicules	الكوابح الشعاعية
Radiating canals	القنوات الشعاعية
Radial spokes	مجموعة خلايا
Raw culture	مزرعة طبيعية
Radiellaria	الشعاعيات. أوالي شعاعية الأقدام
Radially symmetrical	كائنات شعاعية التناظر
Raphe	الراقي، أخدود يفصل غطائي الدايتومة
Reduviid	بق رديف
Reproduction	التكاثر في الأحياء
Reservoir	مستودع أو مخزن
Relation mutualism	علاقة تبادل المنفعة أو الموازرة
Repiles	الزواحف
Reticulopodium	القدم الشبكي
Retortamonadida	رتبة ملتفات الأسواط
Rhizomastigida	اللحميات السوطية الجذرية القدم
Rhizopoda	رتبة جذريات القدم
Ringers solution	محلول رنجرز الملحي

المعنى العربي	المصطلح الأجنبي
الأراضي الحجرية	Rotting vegetation
الشعاعيات والاسفنجيات السليكونية	siliceous sponges and Radiolarians
صفوف هدبية	Rows of cilia
المثقبات اللعابية	Salivarin
اللحميات	Sarcodina
اللحميات السوطية	Sarcomastigophora
التكاثر الانغلاقي	Schizogony
الكائن المفلوق	Schizont
الشبكة الكاشطة	Scrape net
الرسابة أو الرواسب القاعية	Sediments
التخصيب أو الإخصاب الذاتي	Self-fertilization
جهاز التنفس تحت الماء	Self contained Underwater breath apparatus (SCUPA)
الكائنات المائية الجالسة	Sessile organisms
مياه المفضلات	Sewage water
الأسواط المدعمة بمادة السليكون	Silicoflagellates
الأغلفة أو القشرة السليكونية	Siliceous shells
الهيكل السلكوني	Siliceous skeleton
المثلب البسيط	Simple Corer
المقاومة القاطعة	Shear resistance
المياه الضحلة	Shorelines
مصل دم الأغنام	Sleep serum
أعفان مائية أو فطريات لزجة	Slime molds
الحالة السائلة	Sol state
اللحميات السوطية	Spermatozoids
المياه الضحلة	Spindle fibrils

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Sperm	حيوان منوي أو حيمن
Spherical body	أوالي كروية الجسم
Spirotricha	حلزونية الأهداب
Spore cap	حافظة بوغية
Sporozoite	الأطوار الحركية
Soprozoic	الرمية أو الناضجة
Spring tides	المد الربيعي التام
Stalk	محور ساقي ، ساند
Stagnant water and infusions	وحيدات السوط الشائعة في المياه
Stigma	البقعة العينية
Strata	الخيوط الشعاعية
Stream bottom Sampler	جهاز قياس معيان قاع النهر
Strontium sulfate	كبريتات السترونشيوم
Stramenophiles	أوالي متباينة التغذية
Sunlight factor	عامل ضوء الشمس
Sun animalcule	الحيوانات الشمسية
Subkingdom Metazoa	تحت مملكة البعديات أو التوالي
Subkingdom Protozoa	تحت مملكة الحيوانات الأولية
Subphylum Mastigophora	تحت شعبة حاملات الاسواط
Subphylum Opalinata	تحت شعبة الاوبلينيات
Symmetrogenic	الانقسام الطولي المتناظر
Syngamy	الاتحاد المشيجي
Symmetrogenic	التكاثر اللاجنسي بالانشطار المتناظر
Synkaryon	نواة زيجوتية
Tadpoles	ملذنات الضفادع أو الدعاميص
Tetrenucleate	رباعية الأنويه

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Test	غلاف أو قشرة في اللحميات
Testacida	رتبة اللحميات ذوات القشرة
Termed kineties	الأسواط الحركية
Tertiary period	العصر الثلثي
Thallus	الثالوس أو الجسم الورقي
Theca	غلاف مرن في الأطوار اليافعة
Tintinnida	الهدبيات الجرسية الشكل
Tiny microfibrils	ألياف نحيفة
Trailing flagella	الأسواط الذيلية
Trichomonadida	رتبة شعرية الأسواط
Tripylina	الأوالي ثلاثية المنافذ
Trophozoite	الناشطات المتغذية
Trophonts	الناشطات الصغيرة في الأوبليتيات
Trypanosomatina	الأسواط الحيوانية
Trypanosomes	المثقبات أو التريبانوسومات
Tse tse	ذبابة النوم
Toads	العلاجم
Tomonts	المتغذيات الصغيرة في الأوبليتيات
Toxoplasma	جنس داء المقوسات
Tullgren funnel	قمع تولبرنج
Twofold symmetry	تناظر مزدوج
Undulating membrane	غلاف مرن في الأطوار اليافعة
Ungulates	الحيوانات ذوات الحافر
Unicellular Organisms	كائنات وحيدة الخلية
Unsilicified diatoms	الدايتومات غير المشبعة بالسليكا
Upwelling	الانبثاق القاعي في المياه العميقة

المصطلح الأجنبي	المعنى العربي
Valve View	منظر مصراعي
Varieties	تنوع في التشكيل أو اختلافات نوعية
Vegetative cells	الخلايا الخضرية
Ventral groove	غلاف مرن في الأطوار اليافعة
Volvocida	رتبة الفوانيات الخضراء
Water Circulation	الدورة المائية
Water expiusion vesicles	أوعية طرح الماء
Water protista	أوالي الماء
Xanthophylls and beta carotene	صبغات الزانثوفيلات وبيتا كاروتين
Xenophyophorea	الكائنات بائية الشعاب المرجانية
yellow pigments	الصبغات الصفراء في الدياتومات
Zig zag pattern	الترتيب المتقابل في الدياتومات
Zoomastigophora	السوطيات الحيوانية

فهرست الأشكال والجداول

رقم وعنوان الشكل	الصفحة
(1-1) نماذج من الأوالي التي وضعت مع مجاميع حياتية حسب نظم التصنيف القديمة.	20
(1-2) مخطط التقسيم القديم لمملكة الأحياء.	21
(1-3) مخطط موقع الأوالي في المملكة الحيوانية.	22
(1-4) مخطط موقع الأوالي في المملكة النباتية.	24
(1-5) مخطط تقسيم وتتابع R.H. Whittaker للممالك الحياتية الخمسة.	28
(1-6) العلاقات التطورية والخط الفعال والخامل في عالم الأحياء.	31
(2-1) تركيب نموذجي افتراضي لخلية الكائن الأولي وملحقاتها .	35
(2-2) نماذج من أشكال الجسم في الأوالي.	38
(2-3) مقطع عرضي في سوط الكلاميدومونس جنس *Chlamydomonas reinhardi*.	40
(2-4) نماذج من الأسواط المختلفة الشكل والعدد في الأوالي.	42
(2-5) مكونات الهدب في الأوالي الهدبية.	43
(2-6) مخطط يبين أنماط التحوير الخارجي للأهداب في الأوالي.	44
(2-7) اختلاف توزيع الأهداب من الجسم في الأوالي.	45
(2-8) مخطط أشكال الأقدام في الأوالي.	46
(2-9) نماذج من الأوالي اللحمية مختلفة الأقدام.	47
(2-10) نماذج مختلفة من الأوالي ذات الأغلفة الجسمية	48
(2-11) نماذج مختلفة من الأغلفة الجسمية في الأوالي.	50
(2-12) مخططات لنوعية الفم الخلوي وموقعة من الجسم في الأوالي.	51
(2-13) نماذج مختلفة من الأوالي المختلفة في شكل وموقع الفم الخلوي.	52
(3-1) مراحل تكون الحركة الأميبية في التحولات.	55
(3-2) التغيرات الفسلجية في تركيب القدم الكاذب وتكون الغطاء الزجاجي.	56
(3-3) آلية الحركة الأميبية في الأميبا الحرة.	57
(3-4) اختلاف موقع الأسواط في بعض الأوالي وتأثيره على نمطية الحركة السوطية.	59
(3-5) مكونات الجسم الحركي وأجزاء قاعدة السوط ورد الفعل الانعكاسي للحركة.	60

رقم وعنوان الشكل	الصفحة
(3-6) تراكيب الحركة في مقطع طولي وآخر عرضي في الهدب.	62
(3-7) مراحل تكون واتجاه الحركة الهدبية الناتجة من تصادم الأهداب مع الماء .	64
(3-8) مراحل تكون واتجاه الحركة البوجلينية الناتجة من تقلص وانبساط الجسم	65
(3-9) نماذج مختلفة من الأوالي ذات الحركة الجريجارينية.	67
(3-10) بعض طرق حدوث الانشطار الثنائي في أوالي مختلفة .	70
(3-11) نماذج من التكاثر بالانشطار المتعدد في الأوالي.	71
(3-12) نماذج من التكاثر بالتبرعم في الأوالي.	72
(3-13) نماذج من التكاثر الانفلاقي في الأوالي.	73
(3-14) مراحل التكاثر بالانقسام الداخلي المتكرر في جنس *Clamydomonas*.	74
(3-15) مخطط عام يوضح أنماط التكاثر اللاجنسي في الأوالي.	75
(3-16) مراحل التكاثر الجنسي وتكون الأمشاج والخلايا البنوية الأولية في السوطيات .	76
(3-17) نماذج مختلفة من حالات الاتحاد المشيجي في الأوالي.	77
(3-18) عملية الإخصاب الذاتي في الشمسيات.	78
(3-19) الانقسام الاختزالي الزايجوتي في بعض أجناس ثنائية الأسواط الدوارة.	79
(3-20) التكاثر الجنسي بعملية الاقتران في الهدبيات.	80
(3-21) عملية الاقتران في رتبة مفرطة الأسواط.	81
(3-22) مراحل الانقسام الاختزالي الوسطي في الخيشكيات.	81
(3- 23) مراحل الانقسام الاختزالي الوسطي في جنس *Polystomella crispa* .	82
(3- 24) حالة التكاثر الجنسي وتكوين اللاقحة في الأوبليتيات.	83
(3-25) نماذج مختلفة من الأوالي ذات التغذية النباتية الكاملة.	84
(3-26) طريقة التغذية الحيوانية الكاملة بالافتراس.	85
(3-27) مراحل تكون الفجوة الغذائية في الأوالي الهدبية .	86
(3-28) مراحل تكون الفجوة الغذائية في اللحميات.	88
(3-29) تركيب الفجوة المنقبضة وآلية عملية الإخراج في البراسيوم.	91
(3-30) نماذج من بعض الأوالي التي يحصل فيها تكيف وتأقلم.	94
(4-1) مخطط تقسيم المملكة الحيوانية وموقع الأوالي من وجهة نظر علماء اللافقاريات.	97
(4-2) مخطط تقسيم المملكة الحيوانية وموقع الأوالي من وجهة نظر علماء تقسيم الحيوان.	98

رقم وعنوان الشكل	الصفحة
(3-4) مخطط تقسيم الطحالب وموقع الأوائل حسب وجهة نظر علماء النبات والطحالب.	101
(4-4) مخطط تقسيم شعبة اللحميات السوطية.	107
(5-1) التكاثر الجنسي في السوطيات.	113
(5-2) مخطط تقسيم طائفة السوطيات النباتية.	115
(5-3) نماذج مختلفة من رتبة السوطيات الذهبية.	117
(5-4) نماذج مختلفة من رتبة السوطيات الخفيّة.	119
(5-5) التركيب النموذجي في ثنائية الأسواط الدوارة.	121
(5-6) نماذج مختلفة من رتبة ثنائية الأسواط الدوارة.	122
(5-7) التركيب النموذجي في السوطيات العينية من جنس اليوجلينا.	124
(5-8) نماذج مختلفة من رتبة السوطيات العينية.	125
(5-9) نماذج مختلفة من رتبة السوطيات الخضراء.	127
(5-10) نماذج مختلفة من أفراد رتبة المثلثات.	129
(5-11) مخطط تقسيم طائفة السوطيات الحيوانية.	131
(5-12) تركيب الجسم في طوقية السوط وعلاقتها مع الأسفنجيات.	132
(5-13) نماذج من أخلفة الجسم في طوقية الأسواط.	133
(5-14) نماذج مختلفة من طوقية الأسواط.	135
(5-15) موقع الجيبة الحركية.	136
(5-16) عملية ارتباط السوط بالغشاء الخلوي وتكوين التركيب المتموج.	138
(5-17) موقع انطلاق السوط في الجيبيات الحركية.	139
(5-18) نوعية وموقع انطلاق السوط في أربعة أجناس من الجيبيات الحركية.	140
(5-19) نماذج مختلفة من رتبة الجيبيات الحركية.	142
(5-20) نماذج مختلفة من رتبة مثنويات الأسواط.	144
(5-21) نماذج مختلفة من رتبة جذرية الأسواط.	146
(5-22) التركيب العام لجنس *Giardia*.	148
(5-23) نماذج مختلفة من رتبة متضاعفة الأسواط.	149
(5-24) نماذج مختلفة من رتبة شعرية الأسواط.	151
(5-25) نماذج مختلفة من رتبة دقيقات الأسواط.	153

رقم وعنوان الأشكال	الصفحة
(5-26) التركيب النموذجي لفرقة الأسواط.	154
(5-27) التكاثر الجنسي بالاقتران في جنس *Encomonympha*.	154
(5-28) نماذج مختلفة من رتبة مفرطة الأسواط.	156
(6-1) نماذج مختلفة من اللحميات السوطية.	159
(6-2) نماذج من الأغلفة الجسمية في اللحميات ذوات القشرة.	160
(6-3) مخطط تقسيم تحت شعبة اللحميات.	162
(6-4) التركيب العام للجسم في الأميبات العارية(المتحولات).	164
(6-5) مراحل اختراق الأميبات الممرضة لبطانة الأمعاء.	167
(6-6) مراحل دورة الحياة للمتحولات المتطفلة.	167
(6-7) نماذج مختلفة من أجناس رتبة الأميبات المتعايشة والمتطفلة.	168
(6-8) نماذج مختلفة من أجناس رتبة المتحولات.	169
(6-9) مراحل الانشطار الثنائي البسيط في أفراد رتبة ذوات القشرة.	171
(6-10) نماذج مختلفة من أجناس رتبة ذوات القشرة.	172
(6-11) نماذج مختلفة من أفراد جنس *Difflugia*.	173
(6-12) تركيب ومكونات الغلاف في خيطية الأقدام.	174
(6-13) نماذج مختلفة من أجناس تحت طائفة خيطية الأقدام.	175
(6-14) نماذج مختلفة من أفراد جنس *Euglypha* .	176
(6-15) التركيب العام للجسم في حبيبكية الأقدام.	178
(6-16) التركيب العام لغلاف الجسم في المنخربات يبين مواقع الثقوب في القشرة.	179
(6-17) نماذج مختلفة من أصداف وأغلفة المنخربات توضح موقع الفتحة الجسمية في الغلاف وتوزيع الحجرات.	180
(6-18) نماذج من أغلفة الجسم لبعض أجناس تحت طائفة الحبيبكيات.	182
(6-19) نماذج مختلفة من أجناس تحت طائفة الحبيبكيات.	183
(6-20) مراحل تكون الجسم الثمري والخافظة البوغية في دورة حياة جنس *Dictyostelium discoideum*.	185
(6-21) الأمشاج السوطة وتكون المدمج الخلوي في دورة حياة *Plasmodium sp*.	186
(6-22) الشكل العام لجنس *Protomyxa aurantica* من رتبة Proteomyxida .	187

رقم وعنوان الشكل	الصفحة
(6-23) نماذج مختلفة من أجناس تحت طائفة القطريات الطلامية.	188
(6-24) تركيب القدم المحوري في طائفة شعاعية الأقدام.	189
(6-25) التركيب العام للجسم في الأوالي الشمسية.	192
(6-26) محور الغلاف وطريقة انطلاق الأقدام في الشمسيات المختلفة.	195
(6-27) نماذج مختلفة من أجناس تحت طائفة الشمسيات.	196
(6-28) المجاميع الرئيسية للشعاعيات.	198
(6-29) التركيب العام للجسم في الشعاعيات.	199
(6-30) تركيب الجسم في أفراد رتبة شائكة الأقدام.	202
(6-31) نماذج مختلفة من أفراد رتبة شائكات الأقدام.	202
(6-32) متحجرات وأغلفة أجناس رتبة متعددة الأكياس.	203
(6-33) نماذج مختلفة من أجناس رتبة متعددة الأكياس.	205
(6-34) التركيب العام للجسم في رتبة الفيودارية.	207
(6-35) نماذج مختلفة من أفراد رتبة متعددة النوافذ.	208
(7-1) صورة من الحقل لجنس (*Opalina ranarum*) المعزول من الضفادع.	213
(7-2) مخطط تقسيم شعبة الأوبيليبات (المثلاثات).	215
(7-3) مخطط عام لدورة الحياة في جنس *Opalina ranarum* .	217
(7-4) مراحل تطور الناشطات وتحول اللاقحات في دورة حياة الأوبيليبات.	220
(7-5) الشكل العام وتركيب الجسم في جنس *Opalina ranarum*.	221
(7-6) نماذج مختلفة من أجناس رتبة المثلاثات.	222
(8-1) التركيب العام لمتعددة النوافذ بهيئة مستعمرة.	226
(8-2) الشكل الخارجي والتركيب الداخلي النموذجي للكائن المفرد من متعددة النوافذ.	228
(8-3) مخطط تقسيم شعبة متعددة النوافذ.	229
(9-1) الطور البوغي Sporozoite ويظهر في أعلاه مكونات التركيب القمي.	233
(9-2) المخطط العام لدورة حياة ذوات التركيب القمي (Sleigh,1989).	236
(9-3) مخطط تقسيم شعبة ذوات التركيب القمي.	238
(9-4) الحوصلة البيضية في جنس الاميريا (*Eimeria*)	239
(9-5) نماذج من مرحلة التكوين البوغي Sporogony.	239

رقم وعنوان الشكل	الصفحة
(9-6) أجناس مختلفة من رتبة المتجمعات.	241
(9-7) دورة حياة جنس *Monocystis*.	243
(9-8) طريقة اختراق أفراد جنس *Gregarine* للطبقة المخاطية لأمعاء المضيف وتكوّن الخديعة الرأسية والأمامية والخلفية.	244
(9-9) مرحلة التكيس في جنس *Gregarine*.	245
(9-10) المظهر العام للطور البالغ من جنس *Eimeria* .	246
(9-11) دورة حياة جنس *Eimeria stiedae*.	247
(9-12) أجناس مختلفة من رتبة البوغيات الدموية.	248
(9-13) الطور الخلقي داخل كرية الدم الحمراء.	250
(9-14) دورة حياة *Plasmodium vivax* .	252
(9-15) أفراد جنس *Babesia bigemina* داخل كريات الدم الحمراء.	253
(9-16) الطور البالغ في جنس البابيزيا (*Babesiasis*).	254
(9-17) مخطط دورة حياة جنس البابيزيا (*Babesiasis*).	254
(9-18) الطور البالغ في جنس *Toxoplasma gondi*.	255
(9-19) مرحلة التكيس الكاذب وطبيعة الأقسومات في جنس *Toxoplasma gondi* .	257
(9-20) مراحل تطور دورة حياة *Toxoplasma gondi* داخل جسم الإنسان وبعض الحيوانات المصابة.	258
(10-1) مخطط تقسيم شعبة البوغيات الدقيقة.	262
(10-2) تركيب وشكل البوغ في البوغيات الدقيقة.	263
(10-3) دورة الحياة في جنس *Nosema apis* من البوغيات الدقيقة.	264
(10-4) نماذج من أبواغ شعبة البوغيات الدقيقة.	266
(10-5) مخطط تقسيم شعبة البوغيات المخاطية.	267
(10-6) الشكل العام للطور البوغي في رتبة البوغيات المخاطية.	268
(10-7) نماذج من أبواغ مختلفة من رتبة البوغيات المخاطية.	269
(10-8) دورة الحياة في جنس (*Myxobolus pfefferi*) من البوغيات المخاطية.	271
(10-9) مخطط تقسيم شعبة البوغيات الدقيقة.	273
(10-10) نماذج مختلفة من أبواغ شعبة البوغيات الموشاة.	274

رقم وعنوان الشكل	الصفحة
(11-1) نماذج لبعض الهديبات الفردية المعيشة.	276
(11-2) نماذج لبعض الهديبات الاستعمرية المعيشة.	277
(11-3) نماذج لبعض الهديبات الجالسة.	277
(11-4) نماذج لبعض الهديبات التي تعيش في الكرش والقلنسوة للهاشية.	278
(11-5) نماذج لبعض الهديبات الطفيلية المعيشة.	279
(11-6) نماذج من شكل وتركيب الجسم في الأوالي الهدبية.	281
(11-7) نماذج لبعض الأوالي الهدبية المختلفة في توزيع الأهداب.	282
(11-8) نماذج من الانوية المختلفة في الأوالي الهدبية.	283
(11-9) النوانين الكبيرة والصغيرة وتركيب الجسم في البراميسيوم.	283
(11-10) تركيب ومكونات الهدب والتراكيب السداسية للقشرة في الهديبات.	284
(11-11) المظهر الخارجي للبراميسيوم يبين كثافة الأهداب وتوزيعها.	285
(11-12). يبين حركة البراميسيوم كنموذج لحركة الهديبات الحرة.	286
(11-13) الفجوات الغذائية والمقبضة في البراميسيوم.	287
(11-14) يوضح طريقة التغذية وطبيعة الفتحة الفمية في بعض الأوالي الهدبية.	288
(11-15) مراحل الانشطار الثنائي في البراميسيوم.	289
(11-16) مراحل التكاثر في البراميسيوم بطريقة الاقتران.	291
(11-17) مخطط تقسيم شعبة الهديبات.	293
(11-18) نماذج مختلفة من الأوالي الهدبية من تحت صنف كاملة الأهداب.	294
(11-19) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة هديبات الفم.	295
(11-20) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة هشائية الفم.	296
(11-21) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة حوليات الفم.	297
(11-22) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة الممصيات.	299
(11-23) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة متباينة الأهداب.	300
(11-24) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة قليلة الأهداب.	301
(11-25) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة الجرسيات.	301
(11-26) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة الاتوديبيات.	302
(11-27) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة السنيات.	303

رقم وعنوان الشكل	الصفحة
(11-28) نماذج مختلفة لبعض الأجناس من رتبة محنيات الأهداب.	303
(12-1) متحجرات قديمة من الدايتومات محطمة الأغلفة.	307
(12-2) الطبقيات البحرية لجنسين من دايتومات عصر الميوسين.	308
(12-3) الغلاف المزخرف في أفراد *Arachnoidiscus ehrenbergi*.	309
(12-4) الغلاف الصراعي المتزلق الجزأين وكثير الثقوب في أفراد جنس *Odontella*.	310
(12-5) مستعمرة دايتومية لجنس *Asterionella* من مجموعة pennate diatoms .	310
(12-6) نماذج من الدايتومات ذات الشق الطولي الممتد حتى نهاية الخلية.	311
(12-7) التجمع المتعرج المتنظم zig zag pattern في الدايتومات.	311
(12-8) دايتوم من جنس *Cymatopleura* وتظهر فيه الصبغات الصفراء البنية.	312
(12-9) موقع raphe وتظهر علية الليفات الخاصة بالحركة مع مقطع طولي مكبر.	313
(12-10) التباين في شكل الجسم في أنواع مختلفة من الدايتومات.	314
(12-11) مكونات جزيئي الغلاف والتركيب العام للخلية الدايتومية الريشية والمركزية.	316
(12-12) توزيع الخيوط الشعاعية في نماذج مختلفة من الدايتومات.	318
(12-13) صورة مكبرة لجنس *Coscinodiscus* توضح تركيب الغلاف والخيوط الدايتومية وتوزيع الصبغات في البروتوبلاست.	319
(12-14) مخطط تقسيم الأوالي الدايتومية.	321
(12-15) نماذج مختلفة من الدايتومات الريشية والمركزية.	322
(12-16) مراحل الانشطار الثنائي في الأوالي الدايتومية.	324
(12-17) مراحل التكاثر الجنسي في الدايتومات.	326
(12-18) حالة الاقتران بين أفراد جنس *Cymbella* يبين تكون قنال الاتصال والتبادل بين مكونات بروتوبلاست الخليتين.	327
(12-19) نماذج من أنماط انتشار وتوزيع الأوالي الدايتومية في المياه.	328
(12-20) أجناس *Cymatopleura*، *Entomoneis* من دايتومات المياه الباردة.	330
(13-1) نموذج التطور الكيميائي والحياتي لعصر Precambrian وموقع الأوالي منه.	336
(13-2) نماذج مختلفة من الأوالي التي تعيش في التربة.	338
(13-3) نماذج مختلفة من الأوالي التي تعيش في التربة القاعية.	339
(13-4) نماذج مختلفة من السوطيات الخضراء التي تعيش في التربة.	340

رقم وعنوان الشكل	الصفحة
(13-5) نماذج مختلفة من السوطيات الذهبية التي تعيش في التربة.	341
(13-6) نماذج من القطريات الحيوانية المتكونة على المواد العضوية والغطاء الحجري.	343
(13-7) الطور البوغي لأحد أجناس القطريات الفلامية نامياً على التربة الناتجة من الوحل المتراكم على حواف الوسط المائي.	344
(13-8) نمو القطريات اللزجة plasmodial slime mold على الخشائش.	345
(13-9) حالة التحول من الطور اللحمي الأميبي إلى الطور البوغي في جنس *Stemonitis* في البيئة اليابسة.	346
(13-10) البيئات الأساسية لتوزيع الأحياء ضمن نظام مائي للبحيرات.	347
(13-11) بعض أجناس ثنائية الأسواط الدوارة المسببة لظاهرة المد الأحمر.	349
(13-12) توزيع الأوالي المكونة للردغة Ooze في البيئة البحرية من أجناس.	354
(13-13) حالة تعايش وتكوين Zooanthellae بين ثنائية الأسواط والحيوانات البانية للشعاب المرجانية.	355
(14-1) نماذج من أدوات جمع الأوالي المختبئة تحت الثقبات النباتية.	359
(14-2) نماذج من الشباك القاشطة.	360
(14-3) نماذج للشباك اليدوية والأنابيب المستخدمة لجمع الأوالي من البرك والأحواض.	361
(14-4) غربيل التربة الاهتزاز وغرابيل يدوية مختلفة الأحجام.	362
(14-5) طريقة الحفر الشعاعية الأذرع لجمع الأوالي.	363
(14-6) بعض نماذج من الأدوات المستعملة في جمع الأوالي في منطقة المد والجزر.	365
(14-7) نماذج من شباك العوالم وجهاز فان دورن.	366
(14-8) نماذج من شباك جمع الأوالي فوق القاعية.	367
(14-9) نموذج من كباش أو كراءة بترسين Petersen grab.	368
(14-10) نماذج من اللباب ذات اللب.	369
(14-11) نماذج من أجهزة جمع وتقدير الأوالي في الوسط المائي والبيئة القاعية.	371
(14-12) اللباب البسيط لجمع الأوالي.	372
(14-13) نماذج من الأدوات المستخدمة بطريقة الترشيح.	373
(14-14) الأدوات المستخدمة في طريقة القفاعات الهوائية.	374
(14-15) طريقة ثلج ماء البحر أو طريقة اوليج.	375

رقم وعنوان الشكل	الصفحة
(14-16) طريقة Boisseau أو طريقة التربيق.	376
(14-17) طرقة استخدام أقماع التجفيف في عزل أوالي التربة.	378
(14-18) طريقة الطفو لعزل أوالي التربة.	379
(14-19) بعض الأوالي الهدبية المتطفلة خارجياً على الجمبري.	382
(14-20) عينات دم مصابة بأجناس مختلفة من التريبانوسوما.	383
(14-21) بعض الأوالي السوطية المتطفلة داخلياً في الأسماك.	385
(14-22) نماذج من الأوالي البوغية المتطفلة على الأسماك.	386
(14-23) نماذج من الإصابة بالأوالي من جنس *Giardia*.	386
(14-24) أنواع من جنس البلازمديوم المتطفلة على الكبد في القديات.	387
(14-25) أشكال مختلفة من أبواغ جنس الايميريا التي تصيب الأسماك.	388
(14-26) بعض الأوالي الهدبية الطفيلية الداخلية التي تصيب الأسماك.	390
(14-27) مخطط يبين اشتراك نماذج مختلفة من الأوالي في التطفل على الإنسان.	391
(15-1) خطوات عزل وزراعة الأوالي السوطية النباتية.	405
(15-2) عينات من مزرعة اليوجلينا.	407
(15-3) عينات من مزرعة الكلوريلا.	408
(15-4) عينات من مزرعة الأميبا الحرة.	415
(15-5) عينات من مزرعة البراميسيوم.	419
(15-6) حاويات زراعة وتربية الدايتومات والطحالب المجهرية.	422
(15-7) جهاز عد الدايتومات spectrophotometer plate .	423
(15-8) نموذج لزراعة الأحياء المائية.	423

الجداول:

رقم وعنوان الجدول	الصفحة
(15-1) مكونات وسط Swrbenski مذابة في واحد لتر من الماء المقطر.	406
(15-2) مكونات وسط DVLA لاستزراع *Acanthocoecpsis* و *Diaphanoeca*	410
(15-3) بعض طرق زراعة نماذج مختلفة من السوطيات.	413
(15-4) المواد والتراكيز المطلوبة لتحضير وسط لزراعة وتكثير الأميبات.	417

المراجع العربية:

- برانية، أحمد عبد الوهاب وآخرون (1996). الأسس العلمية لتفريخ ورعاية الأسماك والقشريات في الوطن العربي، الطبعة الأولى، الدار العربية للنشر، القاهرة – مصر.
- ديبيو مبير، جون، كارابيلو (1992). دورة حياة الطفيليات، الطبعة الأولى، دار الكتب الوطنية، بنغازي – ليبيا. (ترجمة عبد الناصر ألبوني).
- السلمان، إبراهيم مهدي عزوز (1995). استخدام دراسة مختبرية حول استخدام الطحلب *Scenedesmus Obliquus* في تخفيف سمية المياه الملوثة ببعض المعادن الثقيلة. مجلة علوم المستنصرية، العدد 1، 1995، الجامعة المستنصرية، بغداد.
- السلمان، إبراهيم مهدي عزوز، عبد الله، مي مجيد، نعوم، فاتن فرج (1996). تأثير أنواع مختلفة من الأسمدة العضوية والمعدنية على إنتاجية البكتريوبلانكتون في بحيرات تربية الأسماك ذات الترب الثقيلة، مجلة التقني، مؤسسة المعاهد الفنية، بغداد – العراق.
- السلمان، إبراهيم مهدي، الثناني، عبد السلام محمد، والسعيدي، محمد علي (2007). أساسيات علم البيئة، الطبعة الأولى، إصدار جامعة سبها – ليبيا.
- السلمان، إبراهيم مهدي، الثناني، عبد السلام محمد (2007). البيئة العملية- دراسات معملية وحقلية، الطبعة الأولى، إصدار جامعة سبها – ليبيا.
- الشاروك، زهير محمد، وكور كيس، نجم (1989). اللافقاريات، الطبعة الأولى، جامعة الموصل، الموصل – العراق.
- الألفي، نادية محمد (2005) الطفيليات والإنسان، الطبعة الأولى، دار الفكر العربي، القاهرة – مصر العربية.
- العيسى، عبد النعم وسليمان علي الخولي (1994). تحل العسل دراسة عن السلوك والإنتاج ورعاية المناحل، الطبعة الأولى، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة – مصر. - قنصي عبد القادر الجلبي (1982). الكيمياء الحيوية للأبتدائيات الطفيلية، الطبعة الأولى، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل – العراق.
- الكتبي، عرسان (1994). علم الأحياء الدقيقة، الطبعة الأولى، دار المستقبل للنشر والتوزيع، عمان – الأردن.
- عباسة، إحسان (1997). العلوم الحياتية – جزءان في مجلد، الطبعة الثانية، دار الشروق، عمان – الأردن.

- افوني، عتيق العربي (2002). دليل الحقل والمختبر لدراسة الحيوانات اللافقارية، الطبعة الثانية، منشورات أجا، فالينا – مالطا.
- هيكمان، ب، روبرتس، س و هيكمان، ف (1988) الأساسيات المتكاملة لعلم الحيوان، الجزء الثاني – اللافقاريات، الطبعة الأولى، الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة – مصر (ترجمة د. مصطفى المفتي وآخرون).
- ذرب، حودي حيدر (1992). الطحالب وتلوث المياه، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء – الجماهيرية.
- السعدي، علي حسين (2002). البيئة المائية، الطبعة الأولى، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة – مصر.
- القبلي، حسن محمد (2002). الزراعة المائية مصدر متنامي للبروتين في العالم، آفاق البحار، العدد 2، ص 2 – 5، مركز بحوث الأحياء البحرية، تاجوراء – ليبيا.
- محمود، سعد علي، عبد الحافظ، عبد الوهاب و مبارك، محمد (1987). ميكروبيولوجيا الأراضي، الطبعة الأولى، الشرقاوي للطباعة، القاهرة– مصر.
- المرافي، سعد شحاته (1994) مقدمة في علم القطريات، الطبعة الاولى، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء– ليبيا.
- الناصح، مفيد (1993). الأحياء المائية والثروة السمكية، الطبعة الأولى، دار النهضة العربية، بيروت – لبنان.
- الوليد، ماجد صالح، (2003). ظاهرة المد الأحمر، نشرة آفاق البحار، مركز بحوث الأحياء البحرية، طرابلس – الجماهيرية.

المراجع الأجنبية:

- Alec, M (2008). Cellular and Genetic Tracers of Transport Time in Groundwater Systems Under the Direct Influence of Surface Water Bodies. Geological Survey Western Fisheries Research Center Columbia Survey 5501-ACook-Underwood Rd. Cook, WA 98605-9717
- Alexander, M (1982). Microbial Ecology. 2nd , Ed, John Wiley & Sons Inc. New York, USA.
- Arikawa M., Saito A, Omura G., Mostafa Kamal Khan S.M., Kinoshita E., Suzaki T. (2002). Ca^{2+}-dependent cytoplasmic contractility of the heliozoon *Actinophrys sol*. European Journal of Protistology, vol. 38, no. 4, pp. 365-372(8).
- Armbrust ,F. (2004). The genome of the diatom Thalassiosira pseudonana: ecology, evolution, and metabolism. Science 306, 79-86.

- Barnes, R.D. (1980). Invertebrate Zoology. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- Berezina, N.A (1984). Hydrobiologia, 1st, Ed, Light and food industry publishing, Moscow- USSR.
- Borror, D.J. and D.M. DeLong. (1964). An Introduction To The Study Of Insects. Holt, Rinehart & Winston, New York.
- Borutski, E.B (1984). Principle methods for studying food habit and foods relationship in natural conditions. "NAUKA" Publishing, Moscow. pp.122.
- Bourreily, P. 1968. *Les Algues D'eau Douce, Tome II: Les Algues Jaunes et Brunes*. Editions N. Boubee & Cie, Paris.
- Britteny, W & Fidel, J (2004). Effect of *Didymium* on *Paramecium Aurelia* compared to *Paramecium multimicronucleatum*. www. Mageet @ peak. Org. A:/ ecology _ files/CASDA 91y. htm.
- Brugerolle, G(1973). Chilomastix, Zoomastigophorea, , Rtorrtamonadida Grasse, 1952. J. OF Protozology, 20, 574- 585.
- Brusca, R.C & Brusca, G. J (2003). Invertebrates, 2nd , Ed. Sinauer Associates, Inc., Pupl, USA.
- Bullough W. S. (1973). Practical Invertebrate Anatomy, 2nd, The Macmillan Press Ltd , London & Basingstoke.
- Cachon, J, M & Estep, K.W (1990). Phylum Actinopoda – Classes Polycystina and Phaeodaria. in L Margulis, . Jones & Bartlett Publ., pp. 334-346.
- Canter,L. H & Lund, J.W (1995). Freshwater Algae, Biopress Limited. ISBN 0 948737 25 5.
- Carr, G.M & Morin, A (2003). Bacteria and algae in stream periphyton: relationship between biomass, production and in stream water quality *SCI. 2003, Ottowa*.
- Casalduero, F (2004). Bioindicators, tools for the marine communities. Spain (www. Alta Vista. Com).
- Cavalier, S.T (1998). A revised six-kingdom system of life, Biol. Rev. Camb. Philos. Soc. 73: 203–266.
- Cavalier, S.T (2002). The phagotrophic origin of eukaryotes and phylogenetic classification of Protozoa. Intern. J. Systematic Evol. Microbiol. 52: 297-354. Rhizaria.
- Cavalier,S. T & EE,Y Chao (2003). Phylogeny of *choanozoa, apusozoa*, and other protozoa and early eukaryote megaevolution. J. Mol. Evol. 56: 540-63. Rhizaria.
- Cavalier, S.T (2003). Protist phylogeny and the high-level classification of Protozoa. Eur. J. Protistol. 39: 338-348.
- Chapman, V.J & Chapman, D.J (1973). The Algae, 2nd, Ed . Macmillan Press, London, UK.
- Clarke, R (2000). "What happening to our water" in Ecology, Ed, E. Hillary. New York - USA.
- Gooday, A.J & Tendal, O.S (1988). New *xenophyophores* (Protista) from the bathyal and abyssal north-east Atlantic Ocean. J. Nat. Hist. 22: 413-434.
- Dales R. P. (1981). Practical Invertebrate Zoology, 2nd, Blackwell Scientific Publications – London.

- Cleveland, L.R (1958). Photographs of fertilization in Trichonympha grandis. J. of Protozoology, vol. 5, pp 155- 122.
- Cleveland P. Larry, S & Larson. A (1995). Integrated Principles of Zoology, 19th, Ed. Wm. C. Brown, Dubuque, Iowa.
- Daily Almanac (2007). Freshwater heliozoa (protista, heliozoa) from Indiana. (Proceedings of the Indiana Academy of Science.
- Davidson, E (1981). Pathogenesis of Invertebrate Microbial Diseases. Allanheld. Osm & C0.Puplishers.Inc. Totowa. New Jersey.USA.
- Davis, R.A (2007). Kingdom of Protista, htm, Cincinnati, Oho, 45233- 1670. USA.
- Delvinquier, B.L & Patterson, D.J (1993). The Opalinids. In, Kreier, J.P. and Baker, J.R., editors. Parasitic Protozoa, 2nd edition. Volume 3. Academic Press, San Diego. pp. 247-325.
- Delvinquier, B.L & Patterson, D.J (2000). Order Slopalinida Patterson, 1989. In, The Illustrated Guide to the Protozoa, 2nd edition. Society of Protozoologists, Allen Press, Lawrence, KS. pp. 754-758.
- Delvinquier, B. L & Patterson, D.J (2002). Order Slopalinida. In Lee, J.J., Leedale, G.F. and Bradbury, P. (eds) An Illustrated Guide to the Protozoa, 2nd edition, Society of Protozoologists, Lawrence, Kansas. pp. 754 - 759. 1 .
- Depledge, M. H & Hopkin, S. P (2004). 7- Methods to assess effects on brackish, estuarine and near coastal water organisms. SCOPE, 53, Denmark.
- Edmondson ,W. T. (1959). Freshwater Biology, 2nd, Ed. John Wiley & Sons, INC.USA.
- Egge, J. K & Aksnes, D. L (1992). Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition. Mar. Ecol. Prog. Ser. 83, 281-289.
- Encyclopedia article (2004) The Columbia Encyclopedia, Sixth Edition, USA.
- Engemann, J.G, & Hegner, R.W (1981). Invertebrate Zoology, 3rd, Ed. Macmillan Pub. Co. New York, USA.
- Eigner, P.(2001).Morphogenetic processes Ciliophora Hypotrichida, J. Eukaryot. Microbiol., 48:70 -79.
- Eigner P (2001). The Natural System of the Hypotrichida (Phylogenetic Tree) Key to the species of the Hypotrichida (Protozoa, Ciliophora) on CD Book Review: Monograph of the Oxytrichidae.
- Faafeng, B.A, Hessen, D.O, Brabrand, A & Nilssen, J.P (1990). Biomanipulation and food – web dynamics- the importance of seasonal stability. Hydrobiologia, 200/ 201, 119 – 128.
- Felfody, L (1983). Aquatic Ecology, General Hydrobiology, 1st, Ed. Agricul- publishing, Budapest – Hungaria.
- Freeman, W.H (2007). The Science of Biology, 4th Edition, by Sinauer Associates (www.sinauer.com) (www.whfreeman.com), used with permission.
- Febvre-Chevalier, C (1990). A Guide to the Algae, Ciliates, Foraminifera, Sporozoa, Water Molds and the Other Protoctists. Jones & Bartlett Publ., pp. 347-362.
- Fournie, J. Wolfgang K. Vogelbein, R. Overstreet, W (2000). Life Cycle of Calyptospora funduli (Apicomplexa: Calyptosporidae).*The Journal of Parasitology*,Vol.86,No.pp.501-505.doi:10.2307/3284863.

- Frolov A.O & Karpov S.A (1995). Comparative morphology of kinetoplastids // Cytology. T. 37. P. 1072-1096.
- Frolov A.O, Karpov S.A & Malysheva M.N (1996). The ultrastructure of mitosis in the free-living kinetoplastid Bodo curvifilus. Europ J Protistol 32: 498-505.
- Frolov A.O & Skarlato S.O (1998) Unusual pattern of mitosis in the free-living flagellate Dimastigella mimosa (Kinetoplastida). Protoplasma, 201: 101-109.
- Furnas, M. J. (1990). In situ growth rates of marine phytoplankton: Approaches to measurement, community and species growth rates. J. Plankton Res. 12, 1117-1151.
- Gooday, A (1996). Xenophyophores Protista, including two new species, from two abyssal sites in the northeast Atlantic Ocean. J. Foram. Res. 26: 193-208.
- Grenne, T & Slack, J. F (2003). Paleozoic and Mesozoic silica-rich seawater : evidence from hematitic chert (jasper) deposits. Geology 31, 319-322.
- Gruenert, U, Carr, G & Morin, A (2007). Reducing the cost of benthic sample processing by using sieve retention probability models. *Hydrobiol. 589: 79-90.*
- Hakenkamp, C & Morin, A (2000). The importance of meiofauna to lotic ecosystem functioning. *Freshwater Biology 43: 1-11.*
- Haselton, A (2005). Paramecium putrinum" The Connecticut River Homepage. Accessed 21 June.
- Hausmann, j & Huelsmann, K (1996). "The illustrated guide to the Protozoa" WWW. biodidac.bio.uottawa.ca.
- Hegner, R (1938-1968 reprint).Big Fleas have Little Fleas. or Who's Who Among the Protozoa: Dover Publications, Inc., New York.
- Hickman,C, Larry P. jr, Roberts,S. Larson, A(1997). Integrated Principles of Zoology, specifically, chapter 12 "The Animal-Like Protista", 10th, Ed. p. 213-238 Wm. C. Brown, Dubuque, Iowa.
- Hickman, C, Frances, P.jr. Hickman, M & Lee B.K (2001) Laboratory Studies in Integrated Principles of Zoology, specifically Protozoan Groups 10th,Ed McGraw-Hill, USA.
- Hickman,C, Roberts, L. Larson, A, Anson, H & Eisenhour,D (2006). Integrated Principles of Zoology, 13th, Ed. McGraw-Hill, Higher Education, USA.
- Hogue, C.L. (1993). Insects of the Los Angeles Basin. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, California.
- Hopson, J.J & Wessels, N.K (1990). Essentials of Biology, McGraw – Hill Publishing Company, New York, USA.
- Hyman L. H. (1959). The Invertebrates: Smaller Coelomate Groups , 1st , McGraw – Hill Book Company, Publications in the Zoological Sciences.
- Jahn, T & Jahn, F (1979). How to know the Protozoa. 1st , Ed. W.c. Brown, Dubuque. Lowa?
- Jeffrey, H, Leach, R & Cowan (1991). Atlas of Helminthology and Protozoology. Churchill Livingstone, UK and USA.
- Jessop, N.M. (1988). Zoology (Schaum's Outline Series). McGraw-Hill Book Company, New York.

- Johnson, P. G. (1997). Biology (4th ed.). New York, McGraw-Hill Companies.
- Kidder, D. L & Erwin, D. H (2001). Secular distribution of biogenic silica through the Phanerozoic : Comparison of silica-replaced fossils and bedded cherts at the series level. J. Geol. 109, 509-522.
- Kimball, J.W (2005). Ciliated Protozoan. Accessed, 21, June, 2005.
- Kooistra, W. H & Medlin, L. K (1996). Evolution of the diatoms (Bacillariophyta) : IV. A reconstruction of their age from small subunit rRNA coding regions and the fossil record. Mol. Phylogenet. Evol. 6, 391-407.
- Kostka M, Hampl V, Cepicka I, & Flieg, J (2004) Phylogenetic position of Protoopalina intestinalis based on SSU rRNA gene sequence. "Molecular phylogenetics and evolution." Mol Phylogenet Evol. Oct;33(1):220-4.
- Kudo, R.R (1966). Protozoology, 5th Ed, Courtesy & Thomas Pub.USA.
- Lee, J & Muller, W (1975). Culture of salt marsh micro- organisms and mecrometazoa. Cultur of marine Invertebrates Animals, Plenum Press, 87- 107, USA.
- Lehmann, U & Hillmer, G (1983). Fossil Invertebrates, 1st, Ed, Cambridge University. Uk.(Translated by, Lettau,J).
- Levinson, W (2006). Review of Medical Microbiology and Immunology, 19th, Ed, McGraw – Hill, New Yourk.
- Lopez, P.G (2002).Toward the Monophyly of Haeckel's Radiolaria: 18S rRNA Environmental Data Support the Sisterhood of Polycystinea and Acantharea. Molecular Biology and Evolution 19 (1): 118-121.
- Lytle, C. F (1996). General Zoology. Laboratory Guide,11th,Ed. Wm. C. Brown, Dubuque, Iowa.
- Lytle, C. F. & Meyer, J.R (2005). General Zoology Laboratory Guide, specifically, Chapter 5. "Animal-like Protista (Protozoa)", p. 71-90. 14th, Ed. McGraw-Hill, Boston.
- Mageet @ peak. Org. A: / ecology _ files! CASDA 91y. htm.(2005).
- Maheswari, U., Montsant, A., Goll, J., Krishnasamy, S., Rajyashri, K.R., Patell, V.M. and Bowler, C. (2005). The Diatom EST Database. Nucleic Acids Research 33, 344–347.
- Mann, D. G. (1999). The species concept in diatoms. Phycologia 38, 437-495.
- Manuel, G & Molles, Jr (2002). Ecology, concepts and applications, 2nd (Ed) McGraw Hill Companies, Inc, New York - USA.
- Marshall A. J. & Williams W. D. (1972). Textbook of Zoology Invertebrates ,7th , The Macmillan Press Ltd , London & Basingstoke.
- Margulis, L., K.V. Schwartz, and M. Dolan. (1994). The Illustrated Five Kingdoms: A Guide To The Diversity Of Life On Earth. Harper Collins College Publishers, New York.
- Margulis, L (1988). The five kingdoms, 1st (Ed) W.H, Freeman Company, UK.
- Margulis, L, & Schwartz. K. (1998). Five Kingdoms. An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth. 20th,Ed W. H. Freeman & Company, New York.
- Maule, A (2007). Cellular and Genetic Tracers of Transport Time in Groundwater Systems Under the Direct Influence of Surface Water Bodies, Columbia River Research Laboratory, Email: alec_maule@usgs.gov.

- Medlin, L, Kooistra, R. Gersonde & Wellbrock, U (1996). Evolution of the diatoms (Bacillariophyta). II. Nuclear-encoded small subunit rRNA sequence comparisons confirm a paraphyletic origin for the centric diatoms. *Mol. Biol. Evol.* 13:67-75.
- Medlin, L, Kooistra, W, Gersonde, R, Sims, P & Wellbrock, U (1997). Is the origin of the diatoms related to the end-Permian mass extinction? Nova Hedwegia 65, 1-11.
- Mikrjukov, K.A (2000). Taxonomy and phylogeny of Heliozoa: Should this taxon exist in modern classification of Protista? Zool. Zh. 79: 883-897.
- Maldonado, M, Carmona, M, Uriz, J & Cruzado, A (1999). Decline in Mesozoic reef-building sponges explained by silicate limitation. Nature 401, 785-788.
- Monakova, A.V (1988). Biology and Ecology of Hydroorganisms, 1st, Ed, press Nauka, Leningrad –USSR.
- Montsant, A., Jabbari, K., Maheswari, U. and Bowler, C. (2005). Comparative Genomics of the Pennate Diatom Phaeodactylum tricornutum. Plant Physiology 137, 500-513 .
- Moodley, L, Zwaan, G, Herman, P & Breugel, P(1997). Differential response of benthic meiofauna to anoxia with special reference to Foraminifera. Ecol. Prog. Ser.Vol. 158, pp. 151-163.
- Morin, A. Rodriguez, M & Nadon, D (1995). Temporal and environmental variation in the biomass spectrum of benthic invertebrates in streams: an application of thin-plate splines and relative warp analysis. Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 52: 1881-1892.
- Nikolaev, S.I (2004). The twilight of *Heliozoa* and rise of *Rhizaria*, an emerging supergroup of amoeboid eukaryotes. Proc. Nat. Acad. Sci. (USA) 101: 8066-8071.
- Nixon, M (1982). The Oxford Book of Vertebrates, 2nd, Ed. Oxford University Press. UK.
- Noland G. B. (1983). General Biology, 11th, Ed. The C. V. Mosby Company, USA.
- Parsons, T.R (1992). Zooplanktonic production /co. Fundamentals of Aquatic Ecosystems, Blackwell Scientific Publications. Oxford – UK. p. 46 – 66.
- Patreson, D.J (1979). On the organization and classification of the protozoan Actinophrys sol, Microbios, 26, 165- 208.
- Patterson, D, & Hausmann, K. (1981). Feeding by Actinophrys sol (Protista, Heliozoa): 1 light microscopy. Microbios; 31(123):39-55.
- Patterson, D. J & Burford, M. A(2001). A guide to the protozoa of marine aquaculture ponds. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia. ISBN 0 643 06669 1. 113.
- Pawlowski, J. Holzman, J. Fahri, X. & Lee. J (2001). Molecular identification of algal endosymbionts in large miliolid foraminifera: 2. Dinoflagellates. Journal of Eukaryotic Microbiology. 48:368-373.
- Pawlowski, J, Holzmann, M, Fahrni, J & Richardson, S (2003). Small subunit ribosomal DNA suggests that the xenophyophorean *Syringammina corbicula* is a foraminiferan. J. Euk. Microbiol. 50: 483- 487. Rhizaria, Xenophyophorea.
- Polet, S, Berney, J, & Pawlowski, J (2004). Small-subunit ribosomal RNA gene sequences of *Phaeodarea* challenge the monophyly of Haeckel's Radiolaria. Protist 155: 53-63.

- Pommerville, J.C (2004). Alcamos Fundamentals of Microbiology, 17th, Ed. Jones & Bartlett Publ. Boston. USA.
- Purves,W.K, Sadava,D, Gordon, Orians,H & Craig Heller.H (2001). Life. The science of biology, 16th,Ed. Sinauer Associates, Inc./W. H. Freeman and Company.
- Racki, G. & Cordey, F. (2000). Radiolarian palaeoecology and radiolarites : is the present the key to the past? Earth-Science Reviews 52, 83-120.
- Raven, P, Johnson,G & Fox. S (1999). Biology, 5th, Ed. WCB/McGraw-Hill, Boston.
- Raven, J. A. and Waite, A. M. (2004). The evolution of silicification in diatoms : inescapable sinking and sinking as escape? New Phytologist 162, 45-61.
- Raven, P, Johnson, B, Losos, j & Singer, S (2005). Biology, 7th ,Ed. McGraw-Hill, Boston.
- Rheinheimer, G (1994). Aquatic microbiology, 4th. (Ed) Wiley Publishers Since1807. New York - USA.
- Round, F. E. & Crawford, R. M. (1990). The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera, Cambridge University Press, UK.
- Ruppert, E.E, Fox, R.S & Barnes, D.B (2004). Invertebrates Zoology, 17th, Ed. Thomson Brooks / Cole, USA.
- Samworth, M (2005). "Paramecium" Microscopy UK. 1999. Accessed 21 June.
- Scala, S., Carels, N., Falciatore, A., Chiusano, M.L. and Bowler, C. (2002). Genome properties of the diatom Phaeodactylum tricornutum. Plant Physiology 129, 993-1002.
- Schmidt, G.D & Roberts, L.S (1989). Foundations of Parasitology, 4th, Ed, Mosby Company, Missouri. USA.
- Schultze,F.E (2007). Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee Expedition, vol. xi, 5905, pt. i. (M. HA.)
- Shires, R, Gooday J. & Jones, A (1994). The morphology and ecology of an abundant new *Komokiacean mudball* (Komokiacea, Foraminiferida) from the Bathyal and Abyssal NE Atlantic. Journal of Foraminiferal Research. 24:214-225.
- Sieburth, J.M, Smetacek, V & Jurgen Lenz, J (1978).Pelagic Ecosystem Structure: Heterotrophic Compartments of the Plankton and Their Relationship to Plankton Size Fractions. Limnology and Oceanography, Vol. 23, No. 6 , p. 1256 - 1263.
- Siever, R. (1991). Silica in the oceans : biological-geological interplay. Scientists On Gaia, The MIT Press, Cambridge MA, USA, pp. 287-295.
- Sleigh M. A. (1973). The biology of Protozoa, Contemporary Biology, 1st , Ed. Edward Arnold, London – UK.
- Sleigh, M .A (1989). Protozoa and other protista, 1st. Ed, press, Edward Arnold, UK.
- Smetacek, V. S. (1985). Role of sinking in diatom life-history cycles : Ecological, evolutionary and geological significance. Mar. Biol. 84, 239-251.
- Stephenson, J & A. Morin (2007). Bottom-up and top-down controls of algal, invertebrate, and fish production along a forested gradient Submitted. Abstract.
- Stephenson, J, Gruenert, U, Carr, G & Morin, A (2007). Evaluation of two timesaving techniques for processing benthic invertebrate samples to estimate secondary production *J. N. Am. Benthol. Soc. 26: 610-618.*
- Storer, T.I. & R.L. Usinger.(1957). General Zoology. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

- Storer, I. T, Usinger, R. L, Stebbins, R.S & Nybakien, J.W(1979). General Zoology, 6th Ed. McGraw – Hill Book Company. USA.
- Strickland, J.D & Parsons, T.R (1986). Practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board Canada, N, 167, PP, 71- 76.
- Suzaki T., Arikawa M., Saito A., Omura G., Khan M.K., Sakaguchi M., Hausmann K. (2003). Organelle Movement in Actinophrys sol and its Inhibition by Cytochalasin B. Acta Protozool. 42: 7-10.
- Treguer, P, Nelson, D, Van Bennekom, A, DeMaster, D, Leynaert, A. & Queguiner, B. (1995). The silica balance in the world ocean : A reestimate. Science 268, 375-379.
- Tortora, G.J, Funke, B.R & Case, C.L (2007). Microbiology an introduction, 9th, Ed. Pearson Benjamin Cummings, USA.
- Toshifumi, T (1984). Seasonal variations in four bacterial size fractions from a hypertrophic pond in Tokyo, Japan // Int. Rev. gesamt. Hydrobiol. Vol. 69, N 6,p. 843 – 858.
- Febvre, C (1990). Phylum Actinopoda – Class Heliozoa, in L Margulis, JO Corliss, M Melkonian & DJ Chapman. Jones & Bartlett Publ, pp. 347-362.
- Ville, C.A, Solomon, E & Davis, P (1989). Biology, 2nd, Ed, Saunders College Pupil. Philadelphia, USA.
- Vodopich, D.S., & Moore. R (1999). Biology Laboratory Manual, specifically, Exercise The Algae, Protozoa and Slime-Molds, p. 251-258 and, p546. 5th,Ed. WCB/McGraw-Hill, Boston.
- Wallace, R (2008). Kinds of Groups Protista ,University of Georgia, USA.
- Weaver J. E. & Clements F. E. (1966). Plant Ecology, 2nd, McGraw-Hill Book Company. INC .USA.
- Weisz P. B (1973). The Science of Zoology, 2nd, McGraw-Hill Book Company.
- Yool, A. & Tyrrell, T (2003). Role of diatoms in regulating the ocean's silicon cycle. Global Biogeochemical Cycles 17, 1103, doi:10.1029/2002GB002018.
- Zettler, L. Sogin, M. & Caron, D (1997). Phylogenetic relationships between the *Acantharea* and the *Polycystinea*: *A* molecular perspective on Haeckel's Radiolaria. Proc. Nat. Acad. Sci. 94: 11411-11416.
- Zettler, L. A (1997). Phylogenetic relationships between the Acantharea and the Polycystinea: A molecular perspective on Haeckel's Radiolaria. PNAS. 94: 11411-11416.
- Chen T. (2007). Observations on Mitosis in Opalinids (Protozoa Ciliata) I. The Behavior and Individuality of Chromosomes and Their Significance. PNAS 1936 22: 594-602.

مواقع من شبكة الإنترنت:

1- http://scilib.ucsd.edu/sio/nsf/fguide/protoctista10.html (2007). http://biodidac.bio.uottawa.ca/Thumbnails/showimage.cfm?File_name=POLH012P &File (2007).
2- Retrieved from "http://www.1911encyclopedia.org/Foraminifera"

3- The University of Montreal "Protista Image Data" web-site.
http://megasun.bch.umontreal.ca/protists/protists.html (2007).
4- C:\Documents and Settings\xp\Local Settings\Temporary Internet Files\Content.IE5\GTUWOYF\I__PROTIS~2[1].MHT.15- Nov.2007.
5- http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/choanos.html) "Introduction to the Choanoflagellata" (2007).
6 - http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/alveolates.html)
7 - "Introduction to the Chromista" (diatoms, kelps, and others)
(http://www.ucmp.berkeley.edu/chromista/chromista.html)
8 - "Introduction to the Basal Eukaryotes"
(http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/basalprotists.html)
9 - "Introduction to the 'Green Algae'",
(http://www.ucmp.berkeley.edu/greenalgae/greenalgae.html)
10 - "Introduction to the Radiolaria"
(http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/radiolaria/rads.html)
11- "Introduction to the Rhodophyta"
(http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/rhodophyta.html)
12- "Introduction to the "Slime Molds"
(http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/slimemolds.html)
13- "Introduction to the Testaceafilosea" (the testate amoebae)
(http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/testaceafilosea.html)
14- The University of Montreal "Protista Image Data" web-site.
(http://megasun.bch.umontreal.ca/protists/protists.html)
15- The University of California Museum of Paleontology, Berkeley, California, hosts a series of web-pages that deal with protests:
16 - Introduction to the Alveolates" (Foraminifera, Ciliata, Dinoflagellata, and Apicomplexa)
17-(http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/alveolates.html)
18- "Introduction to the Choanoflagellata"
(http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/choanos.html)
19- "Introduction to the Chromista" (diatoms, kelps, and others)
(http://www.ucmp.berkeley.edu/chromista/chromista.html)
20- "Introduction to the Basal Eukaryotes"
(http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/basalprotists.html)
21- "Introduction to the 'Green Algae'",
(http://www.ucmp.berkeley.edu/greenalgae/greenalgae.html)
22- "Introduction to the Radiolaria"
(http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/radiolaria/rads.html)
23- "Introduction to the Rhodophyta"
(http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/rhodophyta.html)
24- http://www.biology.lsa.umich.edu/courses/bio255/zooxanthellae.jpg.
25- The University of California Museum of Paleontology, Berkeley, California, hosts a series of web-pages that deal with protests:
26- www.pirx.com/droplet/gallery/opalina.html - Cached.