الجزء الثانى

الصلة الشعبية (التطور فوق مستوى النوع)

الفصل الثامن

أصل الحياة وتمييز مملكتى النبات والحيوان

من الشائع استعمال التعبير « من الأميبا إلى الإنسان » وكأن ذلك قد شمل الاتساع العظيم للتطور . ولكن لا يمكن أن يكون هذا صحيحاً ؛ لأن هناك مملكة متسعة من الحياة على مستوى من التعضى أكثر بدائية من الأميبا . فبين الحيوانات الأولية تعرف السوطيات الآن بأنها أكثر بدائية من الريزوبودا (وهى الطائفة التى تنتمى لها الأميبا) . ومن المحتمل أن تكون سلفاً لها . ويوجدالكلوروفيل فى الحقيقة فى عدد كبير من السوطيات (وعلى سبيل المثال اليوجلينا المعروفة جيداً) وكذلك بعض الصفات المميزة للنباتات . وهكذا فإنها تكون حلقة وصل بين مملكتى النبات والحيوان . ولكن السوطيات فى الواقع أحياء معقدة التركيب كثيراً ، ومن الصعوبة أن تكون نقطة البداية على سلم الحياة وما زالت السيانوفيتا أوالطحالب الزرقاء المخضرة أكثر بدائية . ففيها لا يوجد انفصال موروفولجى مثالى بين النواة والسيتوبلازم وينتشر الكروماتين فى جميع أجزاء الخلية . ومع ذلك فما زالت هذه الأحياء متقدمة بوضوح على البكتريا . وذلك لأن الطحالب الزرقاء المخضرة تكون السكر من ثانى أكسيد الكربون والماء فى وجود ضوء الشمس . ويرجع ذلك إلى الفعل الإنزيمى للكلوروفيل . ولكن من الصعب اتخاذ البكتريا على أنها بسيطة، ويؤدى التحليل الكيموى لبروتوبلازمها إلى نتيجة لا تختلف كثيراً عن تلك التى نحصل عليها من تحليل بروتوبلازم النباتات والحيوانات الراقية . وإن شكلها وصفات مستعمراتها تكون كافية بوضوح لتستعمل كأدلة لتعرفها . حتى وإن كانت التى تعنينا هى أصغر البكتريا . ولكن هناك بعض العوامل

المرضية التى تصل إلى درجة من الصغر حتى إنها تمر من أدق المرشحات وهى غير منظورة بواسطة أفضل الميكروسكوبات الضوئية . ومع ذلك فهى تتكاثر داخل بروتوبلازم العائل المناسب ، وتسبب نواتج عمليات أيضها أعراضاً مرضية فى الكائن الذى يعولها . وهذه هى الفيروسات ، وقد حضرت بلورات الفيروسات ، وهذه البلورات من البروتينات النووية بسيطة جداً إذا قورنت البروتوبلازم المثالى ، ولكنها معقدة جداً عند مقارنتها بالجزيئات غير العضوية أو معظم الجزيئات العضوية . ومن غير المؤكد ما إذا كانت الفيروسات حية ، ولكنهاأبسط الأشياء مما يجعل مثل هذه المجادلة ممكنة بالنسبة لها ، ولذلك فهى تضعنا من جميع الزوايا أمام معضلة أصل الحياة .

نظريات أصل الحياة

النشوء الذاتى : من بين النظريات المتعددة عن أصل الحياة ، ويحتمل أن تكون أقدمها ، نظرية النشوء الذاتى . وطبقاً لهذه النظرية قد تنشأ حتى أعقد أشكال الحياة ذاتياً من المادة غير الحية . وهكذا اعتقد أرسطو أن البعوض والبراغيث تنشـــأ من المواد المتعفنة . وقد افترض أن أبا ذنيبة والديدان وعديداً من الكائنات الصغيرة تنشأ من الطين . واعتبر أن الذباب قد نشأ من اللحم المتعفن . وقبل عصر الآلات سمع كل طفل بأنه إذا تركت شعرة حصان فى الماء فقد تتحول إلى دودة شعر الحصان . وقد افترض أن ديدان الحبوب تنشأ ذاتياً من الدقيق . وحتى الحيوانات الكبيرة المعقدة مثل الجرذان فقد افترض أنها تنشأ ذاتياً من المادة غير الحية . وقد هاجم العالم الإيطالى ريدى ، وهو طبيب إيطالى عاش فى القرن السابع عشر ، نظرية النشوء الذاتى تجريبياً وشهر بها بشدة . فقد عرض اللحم فى أوان كانت مغطاة بقطعـــة من النسيج ذات الثقوب الصغيرة . ولم تظهر اليرقات على اللحم المتعفن ، ولكن الذباب وضع بيضه على أغطية النسيج حيث ظهرت اليرقات . فكان من الواضح إذن أن اليرقات التى تظهر عادة فى اللحم الفاسد

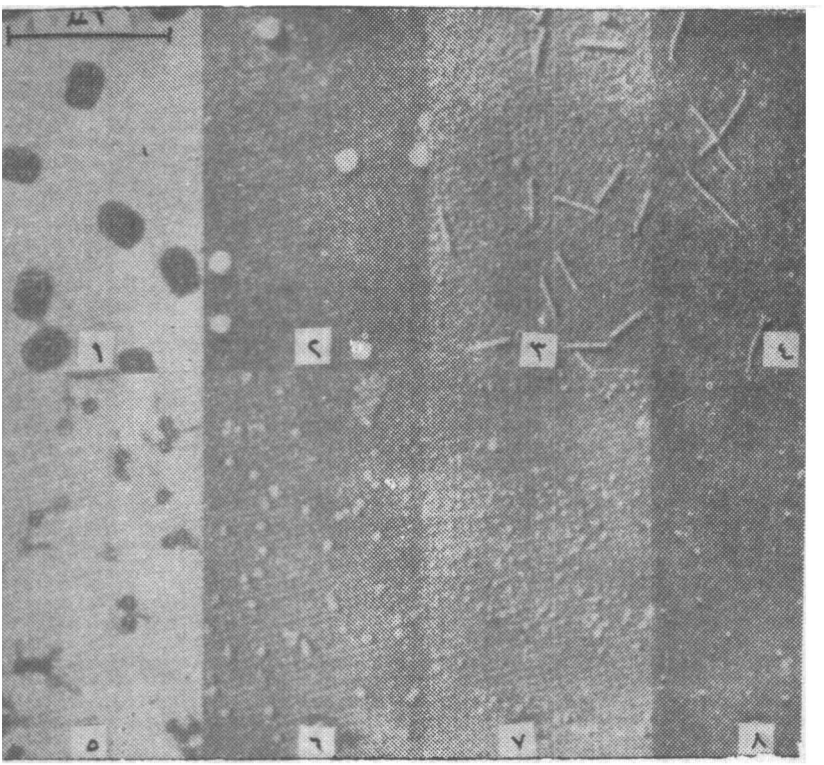
لم تنتج ذاتياً . ولكنها نشأت من بيض وضعه الذباب الناضج على اللحم . وبعد مضى قرن أجرى الكاهن الإيطالى سبالنزانى تجارب مماثلة . وقد بين أيضاً أنه إذا غلى اللحم فى إناء مقفل ، فلن تظهر فيه أية كائنات حية حتى وإن كان قد سبق إصابته . وسريعاً ما طبقت هذه الحقيقة على مشكلة حفظ الطعام بواسطة التعليب .

ولم تعد نظرية النشوء الذاتى تحظى باحترام البيولوچيين بعد عمل ريدى وسبالنزانى . ولكن اكتشاف البكتريا غير ذلك . فهذه كائنات حية أبسط مما كان يتصور فيما مضى . والبكتريا موجودة فى كل مكان ، وكان من الصعب جداً ألا توجد فى أى وسط مناسب لنموها . وقد كان احتمال حدوثها ذاتياً داخل أى وسط عضوى فكرة كثير من المعضدين المناصرين . ولكن تجارب باستير المشهورة قد نقضت ذلك تماماً . فقد حفظ حساء « شوربة » مغلى فى إناء مقفل حيث يدخل فيه الهواء خلال أنبوبة شعرية ملتوية لتكون بمثابة مصيدة للجزئيات الصلبة . وهكذا كان الحساء « الشوربة » معرضاً للتأكسد . ومع ذلك لم تظهر فيها بكتريا . ولهذا كان من الواضح أن الهواء الحامل للبكتريا قد أصاب الحساء المعرض (أو أية أوساط أخرى ملائمة) . وأن البكتريا نفسها قد نشأت فقط من البكتريا التى سبق وجودها . وقد كانت هذه هى الضربة القاضية لنظرية النشوء الذاتى للكائنات المعقدة .

نظرية الجراثيم الكونية : وثمة نظرية ثانية لأصل الحياة وهى نظرية الجراثيم الكونية . وهى أن جراثيم الحياة الأصلية قد انتقلت إلى الأرض مصادفة من جزء آخر من الكون ، وهذه النظرية غير مرضية لسببين . الأول بسبب البرودة القاسية والجفاف التام والإشعاع الكبير للفضاء الكونى بين الكواكب . وأن احتمال مقدرة الجراثيم الحية ذات المقاومة الكبيرة للصمود معرضة للفضاء الكونى أمر قليل زائل — والثانى لأن هذه النظرية لا تفسر أصل الحياة على الإطلاق . ولكنها فقط تغير منظر الأصل من الأرض إلى جزء آخر بعيد غير معلوم من الكون .

الفيروسات وأصل الحياة : وضع اكتشاف الفيروسات مشكلة أصل الحياة فى ضوء جديد . وأشكال الحياة الراقية لا يمكن أن تنحدر من الفيروسات حيث إن الأخيرة معروفة الآن ، فكل الفيروسات متطفلة ، ومن الواجب أن تنحدر الطفيليات دائماً من أسلاف حرة فى معيشتها . ولكن تظهر الفيروسات مزيجاً فريداً من صفات الأجهزة الحية وغير الحية . فهى تتكاثر وتقوم بعمليات الأيض كما تفعل الكائنات الحية غير المشكوك فيها . ويمكن توضيح تكاثرها بالحقيقة القائلة بأن تلقيح الكائن الحى الحساس بكمية قليلة جداً من محلول يحتوى على الفيروس يؤدى إلى ظهور عدوى شديدة . وقيامها بعمليات الأيض يتضح بظهور الأعراض المرضية فى العائل بواسطة نواتج الأيض . إن طبيعة الفيروسات الكيموية كتلك التى للبروتينات النووية . وقد اقترح بأنها جينات « هاربة » . وتتكاثر الفيروسات عامة مثل الجينات بدون تغيير ، ولكنها تستطيع تكوين طفرات مثل الجينات ، أى إن لها المقدرة على التعرض للتغير الوراثى الذى لا يتعارض مع مقدرتها على التكاثر الذاتى . وتكشف مثل هـذه الطفرة التغير فى أعراض المرض التى يسببها الفيروس أو التغير فى درجة التسمم . وتختلف الفيروسات عن الكائنات الحية غير المشكوك فيها بأنها لا تتنفس . ولكن الصفة العجيبة تماماً التى تشترك فيها الفيروسات مع الأجهزة غير الحية هى الحقيقة بأنه يمكن بلورتها وخزنها إلى ما لا نهاية بدون أن تفقد قدرتها على إحداث العدوى . وقد برهن على ذلك لأول مرة الكيموى ستانلى الذى نجح فى بلورة الفيروس الذى يسبب تبقع أوراق نبات الدخان . وقد ظهر أن هذه البلورات هى بروتين نووى (شكل ٣٠) . وقد وضحت نقاوتها الكيميائية ليس بالتبلور فحسب ، ولكن بفاصل الترسيب الحاد عندما يتعرض معلق الفيروس لفعل القوة الطاردة المركزية العالية . وأخيراً يمكن تفتيت الفيروسات إلى بروتين وحمض نووى ، وكلاهما خامل . ويمكن بعد ذلك اتحادهما ثانية لتكوين فيروس معد مرة أخرى . وهكذا يظهر أن الفيروس متجانس ، أو هو تقريباً كذلك وهذا يخالف كل الأحياء غير المشكوك فيها .

وهكذا توجد الفيروسات على الخط الفاصل بين الحى وغير الحى على الرغم من أن تطفلها لا يمكن أن يكون بدائياً . ولكن لا يمكن التغاضى عن احتمال وجود فيروسات حرة فى معيشتها . وذلك لأننا نعرف الفيروسات فى



(شكل ٣٠) صور بالميكروسكوب الالكترونى للفيروسات : ١ – فيروس الفكسينيا . ٢ – فيروس الأنفلونزا . ٣ – فيروس تبقع أوراق الدخان . ٤ – فيروس تبقع نبات البطاطا . ٥ – محطمات البكتريا فى الكائن الحى . ٦ – فيروس شوب بابيللوما . ٧ – فيروس تبقع أوراق الفول الجنوبى . ٨ – فيروس توقف نمو نبات الطماطم . (عن كتاب فيللى)

أول الأمر من آثارها (تسبب الأمراض) ، ولكن لا يعرف أحد أى نوع من الآثار التى يجب البحث عنها من الفيروسات الحرة فى معيشتها. إن وجود مثل هذه الأجسام – التى تتوسط الحد الفاصل بين الحى وغير الحى والتى تمتاز بوجود صفات كيموية معتدلة – توحى باحتمال تكوين شىء ما يشبه الفيروس

الحر فى معيشته بواسطة التطور الكيموى تحت تأثير الأحوال الفريدة التى كانت سائدة عندما كانت الأرض كوكباً صغيراً يبرد إلى مدى من الحرارة يمكنه أن يعول الحياة . إن مثل هذه الوحدة الحرة فى معيشتها والذاتية فى تكاثرها يمكن أن تعتبر جيناً واحداً . ويمكن بعد ذلك أن تؤدى الطفرة إلى تكوين مجموعات من الجينات مع التميز بين أعضاء المجموعة الواحدة . ويمكن اعتبار مثل هذه المجموعات من الجينات كروموسومات مستقلة ، وقد اقترح البعض أن بعض البكتريا الصغيرة جداً تمثل مثل هذا الطور فى تطور الحياة . وقد تؤدى بعد ذلك طفرات أكثر إلى تجميع مكونات التحول الغذائى حول الكروموسومات ، وقد يعتبر المركب الناتج كنواة مكشوفة ، وأحياناً تعتبر البكتريا بصفة عامة كأنها تمثل هذا المستوى من التعضى . وبعد ذلك فقد يكون السيتوبلازم قد اكتسب ، ولكنه لم ينفصل عن مادة النواة ، كما فى الطحالب الزرقاء المخضرة أو فى البكتريا الكبيرة . وأخيراً فقد تكون نتيجة الطفرة تكون خلايا مثالية تتكون من نواة وسيتوبلازم يفصلهما غشاء . وتكمن داخل مثل هذه الخلايا كل مقومات النباتات والحيوانات الراقية . إن التفاصيل المحتملة لمثل هذا التطور الكيموى للأشكال الأولية جداً من الحياة قد أجريت بكثرة على الأخص بواسطة العالم أوبارين ، وسنتابع تقريره فى الجزء الأكبر لما سنسرده بعد ذلك ، وقد نلاحظ فى البداية أنها فى الواقع حالة خاصة من النشوء الذاتى ، بالرغم من أنها حالة مقبولة لأنها لا تتضمن أصلا مباشراً للكائنات المعقدة من المادة غير الحية .

أوبارين والتطور الكيموى

من المحتمل أن تكون الأرض قد نشأت أصلا كجزء من الشمس . وقد يمكن أن نتصور التركيب الكيموى المحتمل للأرض فى العصور الچيولوچية المبكرة من التحاليل الطيفية للشمس والنجوم فى الأطوار المبكرة من تطورها الطبيعى . فجميع العناصر التى تدخل فى تركيب البروتوبلازم قد تكون موجودة كمركبات غير عضوية ، فغازات الأزوت والأيدروچين والأكسيچين

الحرة والتى تكون حالياً الجزء الأكبر من جو الأرض يحتمل أن تكون موجودة فى الأصل تماماً ؛ وذلك لأنها توجد كعناصر حرة فى الشمس . ولكن من المحتمل أن تكون قد فقدت سريعاً فى الفضاء الخارجى ؛ وذلك لأنه ليس من المحتمل أن تكون قوة جاذبية الأرض من القوة بحيث تستطيع الاحتفاظ بمثل هذه العناصر الخفيفة تحت درجات الحرارة العالية التى سادت خلال الأحقاب الأولى من تاريخ الأرض . ولهذا فإنه من المحتمل أن هذه العناصر قد تركت على هيئة مركبات فقط . ومن المحتمل أن كمية كبيرة من الأيدروچين والأكسيچين قد اتحدت لتكون الماء . ولكنه كان لعصور طويلة موجوداً على هيئة بخار مرتفع الحرارة إلى درجة كبيرة . وترتفع الطبقات الساخنة نحو طبقات الجو الخارجية الباردة ثم تتكثف وتسقط كأمطار لتتحول مرة ثانية فقط إلى بخار قبل أن تصل إلى الأرض . وبالتدريج بردت الأرض لدرجة كافية تسمح للأمطار المتساقطة بالوصول إليها . ثم تبدأ فى تكوين البرك وتجمعات المياه الكبيرة وبذلك وجدت أفضل الظروف للذوبان والتفاعل . وصارت كل الأرض بوتقة عظيمة لتكوين مركبات . ثم إعادة تكوينها كيفما اتفق .

أصل المركبات العضوية : فى مثل هـــذه الحالة حيث تتفاعل معظم عناصر المركبات العضوية ــ الكربون والأزوت والأكسيچين والأيدروچين ــ مع بعضها أو مع غيرها من العناصر الأخرى كيفما اتفق . لتكون عدداً لا يحصى من المركبات التى تتفاعل بدورها فى اتحادات أخرى ممكنة . فإن هناك احتمالا كبيراً . إن آجلا أو عاجلا . لظهور المركبات العضوية أو مكوناتها . ومن المعروف أن غاز الميثين (ك يد٤) ــ وهو أبسط المركبات الكيموية العضوية يوجد فى جو بعض النجوم الباردة . وقد وجدت فى النيازك مركبات أيدروكربونيـــة (مركبات من الكربون والأيدروچين) أكثر تعقيداً . ولذلك فمن المؤكد أنها قد تنشأ بدون تدخل الكائنات الحية . وقد تكون هذه مسبوقة بمركبات من الكربون والمعادن . وذلك لأن مثل هذه الكربيدات المعدنية تعطى الأيدروكربونات عنـــد معالجتها بالبخار .

ولهذا فإنه من المحتمل كلية أن مثل هذه العناصر قد تكونت بوفرة ، على حين كانت الأرض الآخـــذة فى البرودة ما زالت ساخنة بدرجة لا تسمح بقيام الحياة . وبطريقة مماثلة يمكن أن نتوقع تكوين النشادر بالتفاعل بين البخار والأزوتيدات المعدنية ، وفضلا عن ذلك فمن المحتمل أن يكون السيانور (CN) وثنائى السيانور (NC.CN) قد تكونا أيضاً .

وتشمل الطرق الأخرى المعروفة للأصل غير الحى للمركبات العضوية تعريض حمض الفورميك للأشعة فوق البنفسجية مما يؤدى إلى تكوين جزيئات عضوية كبيرة تشمل الأحماض الأمينية . وكذلك تأثير الأشعة الكونية عـــلى جو من الميثين والأيدروچين والنوشادر وبخار الماء الذى يعطى مزيجاً من المركبات العضوية التى تحتوى على الأحماض الأمينية . وقد ثبتت جميع هذه التفاعلات فى المعمل . وباستعمال الطريقة التى ذكرت أخيراً حصل العالم ميللر بإمرار الشرارات الكهربية فى جو صناعى فى قنينة مقفلة على خليط من أحماض أمينية متعددة وبعض المركبات العضوية الأخرى ، وكان بعضها بكميات معتدلة .

والتفاعلات الإضافية للمركبات التى سبقت مناقشتها لهـــا إمكانيات كبيرة . فالأيدروكربونات لا تكون فعالة بوجه خاص ، ولكنه مع ذلك يمكن إحلال الكلور أو البروم محل ذرة الأيدروچين الموجودة فى جزئ الأيدروكربون ، وقد يكون المركب الجديد ذا فاعلية كبيرة . فمن الممكن مثلا أن يتميأ ليكون كحولا أو حمضاً غير عضوى . ويمكن أكسدة الكحول بعد ذلك ليكون آلد هايد أو كيتون ، وهذه بدورها فضلا عن ذلك يمكن أكسدتهـــا لتكون أحماضاً عضوية . وأبسط الالدهايدات هو الفورمالدهايد ، وهو مركب متوسط فى عملية تكوين السكر بواسطة التمثيل الضوئى . ويستمر التفاعل الذى يؤدى إلى تكوين سكر الجلوكوز ($ك_{٦}يد_{١٢}م_{٦}$) من الفورمالدهايد ($ك يد_{٢} م$) ، ببطء شديد فى غياب مادة الكلوروفيل وضوء الشمس . ولكنه مع ذلك يتقدم ببطء تحت تأثير ضوء الشمس فقط ،

فإذا أعطى وقتاً للمقياس الچيولوچى فيمكن أن نتصور تماماً أن كميات هائلة من السكر قد تتجمع . فإذا تكون كحول ثنائى أو جليكول فيمكن بعد ذلك أكسدة مجموعة كحولية لتكون حمضاً . وتتفاعل المجموعة الكحولية الأخرى مع النوشادر (ن يد$_3$) لتكون ماء وأمينا . وتكون النتيجة هى حمض أمينى . وهو إحدى الكتل البنائية للبروتينات . وأبسط الأحماض الأمينية الممكنة هو الجليسين (ك يد$_2$ ن يد$_2$. ك أ أ يد) .

ويمكن لهذه المركبات أن تدخل فى تفاعلات تؤدى إلى مركبات ذات صلة قوية بالبروتوبلازم . ويمكن بلمرة السكر ليكون نشويات وجليكوجين وسليلوز . والمولدات الضرورية للدهنيات هى الأيدروكربونات ذات السلاسل الطويلة التى تأكسدت نهاية أحد أفرادها لتكون حمضاً وجلسريناً . والجلسرين هو عبارة عن مجرد سلسلة ثلاثية من الكربون حيث استبدل أيدروچين واحد على كل كربون بواسطة مجموعة هيدروكسية (ك يد$_2$ أ يد — ك يد أ يد — ك يد$_2$ أ يد) . والآن إذا تفاعلت كل مجموعة هيدروكسية مع حمض عضوى ذى سلسلة طويلة يكون المركب الناتج هو جزئ دهنى . ولكن إمكان تكوين الأحماض الأمينية يعتبر ذا أهمية كبرى . ذلك لأنه يمكن لهذه الأحماض أن يتفاعل الواحد منها مع الآخر لتكوين مجموعات ذات أوزان جزيئية كبيرة . وهى البروتينات . فتفاعل المجموعة الحمضية لحمض أمينى مع المجموعة الأمينية لحمض آخر مما يؤدى إلى تفاعل الأملاح . ويطلق على هذا اسم الرباط الببتيدى . وحيث إنه يترك دائماً شقاً حمضياً مكشوفاً على أحد الأحماض الأمينية المتفاعلة . ومجموعة أمينية على الآخر . فإن التفاعل يكون معرضاً لتكرار لا نهاية له . وهكذا يؤدى إلى الأوزان الجزيئية الهائلة للبروتينات .

الفروبات والتجمعات والفردية : بعد أن تكون قد بردت الأرض بدرجة كافية تسمح بتكوين تجمعات مائية مستديمة فمن المحتمل أنه كانت هناك كمية كبيرة من المادة العضوية فى تشكيلة كبيرة . وازداد هذا التنوع

بفعل التجربة الطبيعية للتفـــاعل مع كل مادة تستطيع التفاعل وتصادف وجودها معها . وقد يميل عدد من هذه المركبات العضوية الكبيرة لتكوين محاليل غروية فى الماء . وحيثما تضم مثل هذه الجزيئات الغروية مجموعات كهربية نشطة — كما تفعل جميع البروتينات — فإن جزيئات الماء تميل إلى أن ترتبط حول سطح مثل هذا الجزئ . فإذا خلطت قطرات غروية ذات شحنات كهربائية متضادة ترسبت معاً لتكون قطرات من مزيج معقد يطلق عليه التجمعات ومثل هذه التجمعات تمتص الماء على أسطحها لتكون نوعاً من الأغشية التى تكون بداية الفردية .

الأنظمة المساعدة الذاتية وعوامل الوراثة والفيروسات : إن هـــذه التجمعات الغروية الكبيرة المعقدة . وهى التجمعات ، تستمر فى التعرض لتفاعلات كيموية على غير هدى . وتتكون خلالها تجمعات اكبر ، أو تتفتت التجمعات التى تكون موجودة . ومن المحتمل جداً أن لبعض هذه الأنظمة التى تكونت بهذه الطريقة صفة انزيمية ، ومعنى ذلك أنها تميل لزيادة أو تنشيط سرعة التفاعلات النوعية ؛ فكثير من الانزيمات تنشط تفاعلات المواد التى لا علاقة لها بالانزيم نفسه . فهكذا يفتت الليباز الدهون إلى جليسرين وأحماض ذات سلاسل طويلة ، أو قد يساعد على تكوين الدهنيات فى الظروف الملائمة . ولكن هناك عوامل مساعدة معروفة تميل إلى تكوين مزيد من العامل المساعد نفسه إذا أعطيت مواد التفاعل المناسبة . إن ازدواج الكروموسومات هو أفضل مثل على ذلك . إن مثل هذه الانزيمات يطلق عليها الانزيمات المساعدة الذاتية . فإذا تكونت مواد مساعدة ذاتية فى البحار الأولية ، فإنه من المتوقع أن تزيد فى كميتها على حساب تلك المركبات العضوية التى تفتقر إلى هذه الخاصية . وهكذا تظهر خاصية التوالد الذاتى . وقد يمكن اعتبار المركبات التى تملك هذه الخاصية جينات حرة . وليس لدينا إلا أن نضيف فقط صفة التغير الفجائى ، أى المقدرة على التعرض للتغيرات التى تتكاثر بدون تدخل الصفات المساعدة الذاتية للجزئ ، وبذلك نكون قد وصلنا إلى

الصفات الأساسية للوحدات الوراثية وهى الجينات . إن مثل هذا التركيب مشابه للفيروس الحر فى معيشته . وإنه من المحتمل — كالفيروسات المعاصرة — أن الصورة البدائية للحياة كانت البروتين النووى . وتستخدم هذه البروتينات النووية المركبات العضوية المركبة فى بيئتها لغرض التخليق الذاتى لمزيد من البروتين النووى . أى للتكاثر . وقد بين كلفن أنه حتى فى أطوار ما قبل الكائنات فإن نوعاً من الانتخاب الطبيعى المبنى على مبادئ الديناميكا الحرارية يناسب الأحداث التى سبق ذكرها .

أصل البكتريا : بينما كانت الوحدات الأكبر القادرة على التكاثر الذاتى فى دور التكوين فقد تنتج طفرات فى الأجزاء المختلفة لكل مجموعة متميزة . أو قد تصل إلى نفس النتيجة باندماج الجينات المختلفة فى الأصل . وفى هذا الطور قد تماثل التركيب بعضاً من أصغر البكتريا المعروفة . وبذلك يمكن أن يطلق عليه كائن حى . إن الكائنات الحية التى نعالجها حتى هذا الوضع يجب أن تكون ذات تغذية خارجية (heterotrophic) أى تعتمد على المواد الغذائية المعقدة الموجودة فى بيئتها . ويحدث الاغتذاء بواسطة الامتصاص فقط . والحقيقة أن الفيروسات يمكن أن تقوم بعملية التحول الغذائى وتتكاثر فقط داخل بروتوبلازم الخلايا الحية ، أى إنها خارجية الغذاء أيضاً . ويمكنها استعمال البروتينات والنشويات والدهون والفيتامينات الموجودة قبل ذلك ولكنها لا تستطيع تخليق هذه المركبات من الأحماض الأمينية والسكريات والمولدات العضوية البسيطة الأخرى . ومن ناحية أخرى فإن جميع الكائنات الحية التى لا ريب فيها يمكنها تخليق — ولو على الأقل — بعض غذائها اللازم من المركبات الأبسط . وتستطيع النباتات الخضراء تخليق أغذيتها المطلوبة من العناصر . ولا تستطيع الحيوانات أن تقوم بذلك ولكنها تستطيع تركيب البروتينات من الأحماض الأمينية . والكربوايدرات المعقدة من السكريات . وبعض الفيتامينات من مولدات أبسط . إن هذه التركيبات ممكنة . وذلك لأن الكائن الحى به إنزيمات نوعية للتفاعلات الضرورية . ولكن غالباً

ما تكون هذه التفاعلات غاية فى التعقيد وتحتاج إلى سلسلة طويلة من الخطوات مع وجود إنزيم مختلف يتحكم فى كل خطوة . وهكذا فقد ظهر أن تكوين الأرجنين — وهو حمض أمينى — بواسطة عفن نيوروسبورا يحتاج على الأقل إلى إنزيمات مختلفة تتحكم فيها الجينات . ولا فائدة من وجود أحدها دون الإنزيمات الأخرى — واحتفاظ الانتخاب الطبيعى بمثل هذه الجينات عديمة الفائدة لا يمكن إدراكه ، ولكن احتمال ظهورها كلها فى نفس الوقت حيث تصبح نافعة لا يمكن إدراكه أيضاً .

وقد ابتكر هورفيتز حلا واضحاً تماماً لهذه المعضلة ؛ وهو أن الإنزيمات قد اكتسبت فى تتابع عكسى ذلك الذى كانت تستعمل فيه بواسطة الكائن الحى الموجود . وهكذا فقد يحتاج كائن حى بدائى إلى مادة أ توجد بوفرة فى البيئة ، كما هى الحال بالنسبة لمادتى ب ، ج التى يمكن أن يؤلف منهما المادة أ فى وجود الإنزيم المناسب . وما دامت المادة أ بوفرة فى البيئة فإن وجود الإنزيم من عدمه ليس له أى تأثير فى الحياة . ولكن فى النهاية تزيد الاحتياجات الغذائية لتجمعات الكائنات الحية البدائية النامية على المخزون من المركبات الكيموية التى بنيت خلال العصور غير الحية . وهكذا عندما يصبح أ نادراً فى البيئة ، فإن الأحياء التى تمتلك الإنزيم الخاص بإنتاج أ من ب ، ج يكون لها فائدة اختيارية وتحل محل النوع الأصلى . إن مثل هذا التكيف المبكر ظاهرة شائعة فى التطور . وقد أصبح الإنزيم الآن جزءاً من الأجهزة البيولوجية للكائن الحى . ولكن قد يمكن تخليق ب من د ، هـ فى وجود الإنزيم اللازم . وحينئذ عندما يصبح ب نادراً ، فإن امتلاك هذا الإنزيم المكتسب بالطفرة سيكون له أيضاً فائدة اختيارية . ولا يوجد أى سبب نظرى لتعليل عدم استمرار مثل هذه العملية إلى أن يكتسب الكائن الحى المقدرة على تركيب كل احتياجاته من العناصر . وقد حدث هذا فى حالة النباتات الخضراء ، ويطلق على مثل هذا الكائن الحى ذاتى الاغتذاء .

تشكل البكتريا : يبدو من المحتمل حينئذ أن الفيروسات البدائية الحرة فى معيشتها والبكتريا قد استهلكت بالتدريج المصـــدر الملائم للبروتينات والمركبات الأخرى المعقدة الموجودة فى البيئة . وأنها فى نفس الوقت كونت خطوة بعد خطوة أجهزة من الإنزيمات الضرورية للتركيب الحيوى لنفس المركبات ، أو قد تكون البكتريا البدائية هى فقط المعقدة بدرجة كافية تسمح بهذا التكوين . فى حين بقيت الفيروسات تعتمد اعتماداً كاملا على المركبات المكونة من قبل . فإذا كان الأمر كذلك ، فإن هذا يفسر تطفلها الإجبارى، إذ أنه توجد داخل بروتوبلازم الكائنات الحية فقط بيئة تحتوى على جميع المواد الغذائية الضرورية فى شكل متقن . وقد جعل تطور البكتريا التطفل ممكناً ، فافتقار مصدر الأرض من المركبات العضوية المعقدة جعل التطفل أمراً مرغوباً فيه لمثل هـــذه الكائنات التى لا يمكن أن تركب ولو جزئياً احتياجاتها من الغذاء .

الجهاز التنفسى والتمثيل الضوئى : يجب أن يكون للكائنات الأكثر بدائية – وهى التى تعيش فى بيئة تحتوى على كمية وفيرة من أغلب المواد المعقدة التى يحتاج إليها الكائن الحى – أيض يتكون أساساً من النوع الهدمى أى تفتيت المركبات المعقدة لتنطلق الطاقة المختزنة فيها . ولكن نظراً لقلة المصدر البيئى للمركبات ذات الطاقة العالية فقد صار من اللازم ظهور نوع جديد من الأيض . وهذا هو عملية التحول البنائى . حيث تبنى المركبات المعقدة من الأبسط منها ، وبذلك تختزن الطاقة . ومن اللازم للكائن الحى أن ينفق الطاقة ولذلك قامت البكتريا باستكشاف مصادر الطاقة الممكنة أو أجهزة التنفس . فقد استغلت البكتريا أنواعاً متعددة من التفاعلات التنفسية والأجهزة الغذائية المتعلقة بهـــا . ويمكن تقسيمها إلى أجهزة خارجية التغذية وذاتية التغذية . والبكتريا خارجية التغذية غالباً ما تكون متطفلة حيث تستمد طاقتها بأكسدة الكربوايدراتات والمركبات العضوية الأخرى لعائلها . أو

قد تكون رمية ، أى إنها تعيش بامتصاص المواد العضوية الذاتية الموجودة فى بيئتها ، وهى فى ذلك تشبه تماماً الأفراد البدائية فى نظام آوبارين . ومن الناحية الأخرى تستخلص البكتريا ذاتيـــة التغـــذية الطاقة من التفاعلات الكيموية التى تتضمن مركبات عضوية بسيطة . ولذلك فإنها مستقلة عن المصادر الخارجية من المركبات ذات الطاقة العالية . وتوجد ثلاث مجموعات رئيسية من البكتريا التى تتغذى كيموياً . وهى : بكتريا الكبريت ، وبكتريا التأزت ، وبكتريا الحديد . ويوجد داخل كل مجموعة أنواع مختلفة ومتعددة وعدد من التفاعلات التنفسية المختلفة : وسنذكر بعضاً من الأمثلة :

٢ يد$_{٢}$ كب + أ$_{٢}$ ⟵ ٢ يد$_{٢}$ أ +٢كب + ٨١,٦٠٠ سعر جزئ

كب + ٢ يد$_{٢}$ أ + ٣ أ$_{٢}$ ⟵ ٢ يد$_{٢}$ كب أ$_{٤}$ + ٢١٤,٠٠٠ سعر

ص$_{٢}$ كب$_{٢}$ أ$_{٣}$ + ٢ أ$_{٢}$ ⟵ ص$_{٢}$ كب أ$_{٤}$ +كب + ٧٥,٠٠٠ سعر

٢ ن يد$_{٣}$ + ٣ أ$_{٢}$ ⟵ ٢ ن أ$_{٢}$ + ٢ يد$_{٢}$ أ + ١٥٦,٠٠٠ سعر

وتؤكسد بكتريا الحديد مركبات الحديدوز إلى مركبات الحديديك مع إنتاج طاقة تقل بكثير عما هو مبين فى التفاعل السابق . ومع ذلك فإن أفضل هذه العمليات تقل كثيراً عن عملية التمثيل الضوئى التى هى ميكانيكية التغذية الذاتية لجميع النباتات الخضراء . وربما تكون عملية التمثيل الضوئى هى الأساس الحقيقى لتطور الحيوانات والنباتات الراقية ؛ إذ أن هذه هى الميكانيكية التى جعلت فى إمكان العالم الحى استخدام الخزان الكبير من طاقة الشمس الإشعاعية ويمكن تلخيص تفاعل التمثيل الضوئى كالآتى :

٦ ك أ$_{٢}$ + ٦ يد$_{٢}$ أ + ٦٧٧,٠٠٠ سعر ⟵ ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$ + ٦ أ$_{٢}$

وتنطلق هذه الطاقة المختزنة الكبيرة بواسطة التمثيل الغذائى للسكر فى الكائن الحى . وبذلك فإن عملية التمثيل الضوئى التى يقوم فيها كلوروفيـــل النباتات الخضراء بدور العامل المساعد ، لا تزيد الطاقة الجهدية المنتفع بها بكميات هائلة فحسب ، ولكنها تطلق الأكسيجين من مركباته ، وهكذا تجعل

أجهزة التنفس الأكسيجينية الخاصة بالحيوانات وبعض البكتريا ممكنة . وعملية التمثيل الضوئى ليست معروفة فى البكتريا . ولكن تحتوى بعض بكتريا الكبريت على صبغ أخضر له القدرة على امتصاص ضوء الشمس . وهذا يسهم بعض الشىء فى أيض هذه البكتريا .

وقد كانت فكرة أوبارين أن هذا التطور الكيموى للحياة قد حدث مرة واحدة فقط ، لأنه يحتاج إلى بيئة معقمة . ومعنى ذلك أنه لا يمكن حدوثه فى عالم قد سبق أن سكنته كائنات حية مستعدة لكى تستولى على أى أصل للمركبات العضوية لتستعملها كغذاء . ولكن — كما أشار بلانكت قبل ذلك بعشر سنوات — فإن هذا فرض لا تؤيده أية حقائق مؤكدة . وإنه من المحتمل تماماً أن تكون الحياة فى عملية البدء على الأرض فى الوقت الحاضر . ومن ناحية أخرى فقد قرر بلانكت أنه لا يوجد أى دليل على صحة ذلك .

تطور الخلية البكتيرية

إن مشكلات نشأة النواة والانقسام غير المباشر (تكاثر الخلية) وتطور الجنس أمر واضح . وقد سبق أن أشرنا إلى أن البكتريا الأكثر بدائية قد تكون أكثر أو أقل تكافؤاً لكروموسوم واحد . وفضلا عن ذلك فمن المؤكد أن يكون التطور قد احتوى على تراكم كمية من المواد الإضافية . وقد وصف بعض المؤلفين البكتريا بأنها خلايا اختلطت فيها المادة — السيتوبلازمية بالنووية — فى حين يعتبر الآخرون أن الخلية البكتيرية هى نواة منفردة بدون سيتوبلازم . وربما يمكن تفسير الحقائق المشاهدة بأية طريقة من الطريقتين حتى يمكن الحصول على معلومات واقعية . وفى كلتا الحالتين فإن تطور البكتريا يجب أن يتضمن زيادة فى كمية المادة الجينية مع تمييز متزايد فى داخلها . ولم يكن من المستطاع دراسة ميكانيكية انقسام الخلية فى البكتريا بسبب صغر حجم معظم الخلايا البكتيرية . وكان الاعتقاد الغالب لمدة طويلة أن الانشطار البسيط — دون الانقسام الكمى للجينات — هو القاعدة بين البكتريا . وهذا يحتاج إلى جهاز جينى حيث ينتشر عدد قليل من الجينات المتكافئة فى كل أجزاء

الخلية لكيلا يؤدى الانقسام إلى تكوين نسل مختلف من الناحية الجينية . ولهذا تكون الوسائل الوحيدة للتطور هى الطفرات العرضية وتأثير الانتخاب الطبيعى السريع على الطفرات .

وقد نشرت تقارير أوضحت حدوث الانقسام غير المباشر ، أى انقسام الكروموسومات المتساوى من ناحية الكم ، فى العديد من البكتريا . وبعض الصور الفوتوغرافية المنشورة مقنعة تماماً ، ومن المستطاع القول بأن الانقسام غير المباشر — وهو أساسى جداً فى جميع النباتات والحيوانات الراقية — يحتمل أن يكون قد نشأ بين البكتريا . ويبين الدليل الوراثى ترتيب الجينات المتسلسل على كروموسومات البكتريا أيضاً . ولا يوجد ما يوحى بالتكاثر الجنسى ، وهو تكوين واتحاد الجاميتات ، وهو لم يشاهد بتاتاً بين البكتريا ، ومع ذلك فقد حصل ليدربرج على دليل وراثى لحدوثه فى البكتريا ، وذلك لحدوث التجميع الثانى للصفات عند تهجين سلالات طفرية مختلفة من نفس النوع . ولذلك فقد يكون من المحتمل أن التكاثر الجنسى قد نشأ أولا بين البكتريا . فإذا كان الأمر كذلك فإن هذا التأكيد من أهم الأحداث الهامة فى القصة الكاملة للتطور ، وذلك لأن التكاثر الجنسى يجعل فى الإمكان تجميع المتغيرات فى حالة اللاقحات المتباينة (ومعنى ذلك أن جينات كل زوج تكون مختلفة مع إمكان أن واحداً منها قد يحجب تأثير الآخر) ويسهل التكاثر الجنسى أيضاً إمكان إعادة الترتيب للجينات الموجودة فعلا وكذلك اختبار التوافيق المختلفة بواسطة الانتخاب الطبيعى ، وتكون النتيجة احتمالا كبيراً جداً للوصول إلى تكيفات جيدة لا يمكن الحصول عليها بطريقة أخرى خاصة تحت ظروف متغيرة .

البكتريا والصلة الشعبية : إن صلات نشوء البكتريا ليست واضحة بالتأكيد ويرجع ذلك أساساً إلى الصعوبات الجمة فى دراسات تصنيف البكتريا . ويبين شكل ٣١ التركيب الشكلى للبكتريا المثالية وقد قدمت نظريتان كبيرتان متبادلتان على تتابع النشوء فى البكتريا ، وتنادى أولى هذه النظريات

بأن البكتريا ذاتية التغذية هى الأكثر بدائية ، وأنها قد بعثت لتكوين البكتريا خارجية التغذية خلال سلسلة من الحالات الوسيطة ، وقد اعتبرت بكتريا الحديد أحياناً من أكثر البكتريا بدائية ، وربما يرجع ذلك إلى إنتاجها القليل من الطاقة ، ويعتقد المؤيدون لهذه النظرية أن أكثر البكتريا بدائية يجب أن

(شكل ٣١) الأنواع المورفولوجية للبكتريا . أ – ميكروكوكس ، ب – ديبلوكوكس ، ج – ستافيلوكوكس ، د – ستربتوكوكس ، هـ – ساركينا ، و – كوكو باسيلاى ، ز ، ح – الأشكال العصوية الشائعة ، ط – باسيلاى مغزلية ، ى – قضبان منحنية أوفبريوس ، ك ، ل – أشكال لولبيـــة . (عن كتـــاب جوردان وباروز) .

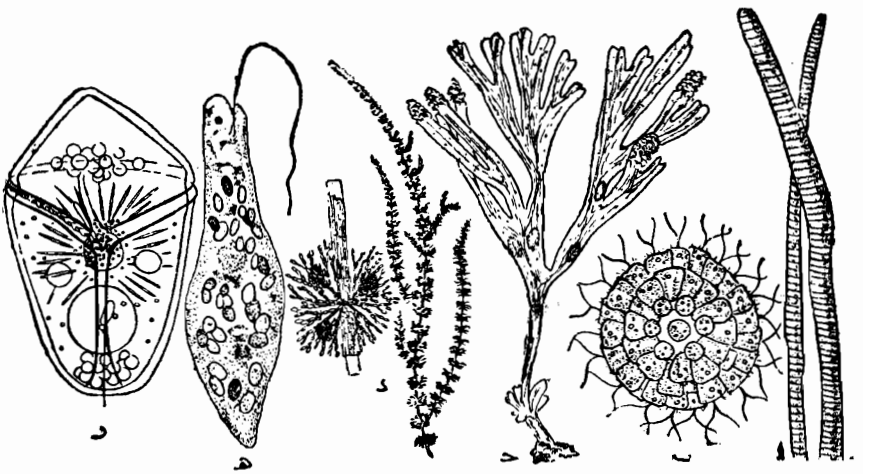
تكون ذاتية التغذية ، وذلك لأنه ليس من الممكن وجود مصدر من المركبات العضوية للكائنات خارجية التغذية ، وقد أخذت هذه النظرية فى الاعتبار قبل نشر أعمال أوبارين . وحيث إن ذلك قد أظهر صحة البحث بأن المادة العضوية ربما تكون قد تجمعت بعملية بطيئة من النشوء الكيميائى قبل ظهور الحياة بمدة طويلة ، فالنظرية القائلة بأن البكتريا خارجية التغذية قد تكون أكثر بدائية – مع نشوء تلك التى تتغذى ذاتياً منها – قد نالت التأييد . وطبقاً لهذا الرأى فإن ميكانيكيات التركيب الكيموى تمثـــل تجربة الطبيعة للمحاولة والخطأ ، وتكون النتيجة مصدراً جديداً ممتازاً للطاقة بلغ ذروته فى ظهور عملية التمثيل الضوئى .

إن الحقائق الخاصة بعلاقة البكتريا بالكائنات الحية الراقية ما زالت أيضاً غير كافية ، ولكن توجد بين أيدينا بعض حوافز هذه العلاقات الممكنة ، وكما سبق ذكره فإن بعض بكتريا الكبريت تحتوى على صبغ أخضر هو الكلوروفيل تماماً من الناحية الكيموية ، وقد أوضح فان نايل أن لها نشاطاً من التمثيل الضوئى ، ولذلك فهناك احتمال معقول بأن الطحالب الزرقاء المخضرة — وهى أكثر النباتات الخضراء بدائية — قد تولدت من بكتريا الكبريت ، وقد اقترحت بعض الاحتمالات الأخرى . فللمطوقات نوع من الحركة يوعز بتلك التى توجد فى بعض الحيوانات الأولية ، ومع ذلك فليست لها نواة محددة تماماً . وقد صنفت مع البكتريا ومع الحيوانات الأولية. وبالرغم من أن تركيبها البيولوجى العـــام يحتمل أن يربطها بشدة إلى البكتريا فإنه من المحتمل أن تكون فى الحقيقة مجموعة انتقالية . وأخيراً توضح البكتريا اللزجة بعض الشبه بالعفن اللزج ، وقد اقترح بأن هذا يقوم على أساس علاقة نشوئية . ومع ذلك تعيش خلايا البكتريا اللزجة فى مخاط غير حى مفرز ، فى حين يتكون العفن اللزج من كتل بروتوبلازمية عديدة الأنوية ، وقد تكون إحدى هذه الفروض صحيحة أو لا تكون . ولا يوجد أى دليل مباشر يستفاد به ، وربما لا يكون هناك أى دليل على الإطلاق ، وذلك لأنه يجب أن تكون قد سبقت هذه الأحداث أزمان طويلة حيث تكونت أقدم الصخور التى تحتوى على حفريات لهـــا أية قيمة دراسية ، وعلاوة على ذلك تشتمل النباتات الدنيئة، وهى الطحالب والفطريات، على مجموعات متعددة ذات طبيعة متباينة تماماً ، وإن بدائيتها هى الصفة الشائعة الأساسية . وبينما يكون لبعض هذه النباتات أصل عام من البكتريا ، فإنه من المحتمل أن كلا من هذه الشعب من النباتات البدائية قد نشأت مستقلة من سلف بكترى مختلف .

عويلم الثالوسيات :

إن الشعب النباتية التى سبق تجميعها معاً كشعبة واحدة — وهى الثالوسيات — هى تلك التى لها صلة قوية بالبكتريا . وحالياً عوملت الثالوسيات كعويلم يشتمل على كل النباتات التى تتكاثر بدون تكون جنين داخل مبيض النبات الأم . ويشتمل هذا العويلم على عشر شعب تتراوح فى التعقيد من البكتريا إلى الطحالب التى تقارب فى تعقيدها النباتات الوعائية البسيطة . ومنها ثلاثة شعب هى الشيزوميكوفيتا أو البكتريا . والميكسوميكوفيتا أو العفن اللزج . والأيوميكوفيتا أو العفن الحقيقى والخميرة وتضم المجموعة القديمة المعروفة بالفطريات . إن علاقات هذه المجموعات غير واضحة على الإطلاق . ولكن يظهر أن المجموعتين الأخيرتين هما مجموعتان نهائيتان . أى إنهما لم تعطيا أية مجموعات أخرى . وكما سبق أن أوضحنا فإن العفن اللزج قد نشأ من البكتريا اللزجة . ومع ذلك يتحرك العفن اللزج بواسطة الحركة الأميبية . وهو يتكاثر بواسطة مجموعة من خلايا أميبية سوطية حشدية . ويدل اتحاد هذه الجراثيم الحشدية على وجود نموذج من التكاثر الجنسى . ويشعر كثير من علماء الفطريات بأن الميكسوميكوفيتا أكثر شبهاً بالحيوانات الأولية عنها بالمجموعات الأخرى ، حتى إنها قد صنفت كحيوانات أولية تحت اسم ميسيتوزوا . ويعتبرها المؤيدون لوجهة النظر هذه أنها على الأقل مجموعة انتقالية بين المملكتين . ولذلك فإن الأيوميكوفيتا غامضة بالنسبة لأصلها . فمن حيث تركيبها ووظيفتها فهى تشبه الطحالب الخضراء من عدة نواح . ولذلك يعتقد أنها نشأت من هذه المجموعة . ومع ذلك فإن جراثيمها الجنسية تشبه تلك التى للعفن اللزج وهما حركة أميبية . ولهذا فمن الممكن أن تكون الميكسوميكوفيتا قد أدت إلى الأيوميكوفيتا . وتشبه هذه الجراثيم الجنسية ذات الأسواط بعض الحيوانات الأولية . والرأى القائل بأن الأيوميكوفيتا يحتمل أن تكون قد نشأت من الحيوانات الأولية يلاقى حالياً تأييداً عظيماً .

وتحتوى بقية شعبة الثالوسيات القديمة على سبع قبائل وهى الأنواع المختلفة من الطحالب (شكل ٣٢) التى تتراوح فى تعقيدها من الطحالب الزرقاء المخضرة وحيدة الخلية ذات التركيب البسيط للغاية إلى الطحالب



(شكل ٣٢) طحالب تابعة لشعب مختلفة . أ – أوسيلاتوريا ، طحلب أزرق مخضر ، ب – سنيورا ، طحلب ذهبى بنى ، ج – فيوكس ، طحلب بنى ، د – باتراكو سبيرم ، طحلب أحمر ، يظهر عادة النمو وتفاصيل إحدى الحلقات ، هـ – اليوجلينا ، و – امفيدينيم ، أحد الدينوفلاجلات .

الخضراء ذات الحجم الكبير المعقدة بدرجة أقل بقليل مما هى الحال فى النباتات الوعائية . وأصل غالبية هذه الشعب غير مؤكد ولم تنشأ منها مجموعات إضافية ، ولذلك فليس من الضرورى أن نناقشها بالتفصيل هنا ، حتى وإن وصل بعضها إلى درجة كبيرة جداً من التخصص ، وهذه هى قبيلة الكريزوفيتا التى تشمل الطحالب الصفراء المخضرة والطحالب الذهبية والبنية والدياتومات ، وقبيلة بايروفيتا التى تشتمل على الكريبتومنات والدينوفلاجيلات وشعبة فايوفيتا أو الطحالب البنية التى يعتقد دلون وهتنر أنها ذات أهمية خاصة لمنشأ الحيوانات ، وشعبة الرودوفيتا أو الطحالب الحمراء . وإن هناك ثلاث شعب أخرى من الطحالب (ويفهم من هذه التسمية الأعشاب البحرية وتقوم

على أساس الأفراد الأكبر من هذه المجموعة المتباينة) ذات أهمية خاصة فى مناقشتنا الحالية : وهذه هى السيانوفيتا أو الطحالب الزرقاء المخضرة ، واليوجلينوفيتا وتشمل اليوجلينا وأقرباءها والكلوروفيتا أو الطحالب الخضراء .

الطحالب الزرقاء المخضرة : مما لا ريب فيه أن السيانوفيتا، أو الطحالب الزرقاء المخضرة ، هى أكثر كل النباتات الخضراء بدائية . وفى العادة يكون النبات الواحد وحيد الخلية . ولكنها قد تكون مستعمرات متوسطة الحجم . ومع ذلك لا يوجـــد أى تميز داخل مثل هـــذه المستعمرات . ويكون السيتوبلازم أكثر وفرة مما فى خلايا البكتريا . ومع ذلك فلا يوجد هناك أى انفصال من ناحية التركيب الشكلى بين النواة والسيتوبلازم . ولم يشاهد أى دليل على العمليات الجنسية فى الطحالب الزرقاء المخضرة ، ومن الواضح أن التكاثر يحدث فقط بالانشطار البسيط ، ففى جميع النباتات الأخرى ، يقتصر وجود الكلوروفيل على جسيمات الخلية وهى البلاستيدات ، ولكن كلوروفيل الطحالب الزرقاء المخضرة يكون موزعاً فى جميع أجزاء المنطقة الخارجية من الخلية . ويعزى لونها المائل للزرقة إلى وجود صبغ أزرق هو فايكوسيانين ، وقد يوجد صبغ أحمر يشبه فى تركيبه الكيموى ذلك الذى يوجد فى الطحالب الحمراء . وخلافاً لجميع الطحالب الأخرى فهى تفتقر إلى الأسواط ، وهى فى الحقيقة غير قادرة على الحركة الذاتية عموماً . وإن أقدم الحفريات المعروفة من الصخور التى يرجع عمرها إلى حوالى بليون عام هى بقايا الطحالب الزرقاء المخضرة ، وتعتبر سلالتها الحالية أحياء تغيرت عن مثيلاتها فى الماضى البعيد . وليس من المعروف ما إذا كانت قد نشأت مجموعات أخرى من الطحالب من أسلاف زرقاء مخضرة ، ولكن الاشتراك الفعلى للطحالب الزرقاء المخضرة مع المجموعات الأكثر رقياً فى وجود علامة أساسية هامة ،وهى وجود الكلوروفيل ،يدل على أن هذا ممكن على الأقل .

اليوجلينوفيتا وانفصال عالمى النبات والحيوان

تظهر اليوجلينوفيتا ، ومثلها الشائع هو اليوجلينا التى تدرس فى معامل علوم الأحياء الأولية ، تقدماً على الطحالب الزرقاء المخضرة ، إذ توجد لها نواة منظمة محددة يفصلها غشاء من السيتوبلازم ، ولم يعد الكلوروفيل حراً فى السيتوبلازم ، ولكنه بالأحرى يكون مركزاً فى أجسام بيضاوية هى الكلوروبلاستيدات . وعلاوة على ذلك فاللون أخضر كالعشب ، وليس أزرق مخضراً ، وتختلف اليوجلينوفيتا عن الطحالب الخضراء بأنها غير مزودة بجدار خلوى سليولوزى . وللخلايا سوط أو سوطان ، وهى من السابحات النشطة . ويوجد بلعوم عند الطرف الأمامى ولكن يظهر أن اليوجلينا ذاتيـــة التغذية . ويوجد بالقرب من البلعوم نقطة عينية حمراء الصبغ يظهر أنها حساسة للضوء . ويكون التكاثر دائماً بالانقسام غير المباشر البسيط ، وذلك بالرغم من آن التكاثر الجنسى قد ذكر فى أحد أجناسها (اسكيتوموناس) .

وتوصف اليوجلينوفيتا أيضاً فى مؤلفات علم الحيوان تحت رتبـــة اليوجلينويدينا التى تنتمى إلى طائفة السوطيات وشعبة الحيوانات الأولية . وتشتمل هذه الطائفة على أمثلة من أغلب شعب الطحالب وحيدة الخلية ، وكذلك بعض الحيوانات السوطية التى لا ريب فيها . ويبين مجموعها عموماً مزيجاً غريباً من صفات النبات والحيوان .

ولكن قبل أن نعالج هذا الموضوع فإنه من المستحسن أن نذكر ما هى الاختلافات الأساسية بين النباتات والحيوانات . وعلى العموم فإن طريقة حياة الحيوان عدوانية ، أما تلك التى للنبات فسلبية . والحيوانات خارجية التغذية إذ تأكل الأحياء الأخرى لكى تحصل على المركبات العضوية المعقدة اللازمة كغذاء لها . ومن الناحية الأخرى فالنباتات غالباً ذاتية التغذية ، إذ أنها تستطيع أن تخلق من العناصر كل احتياجاتها من الغذاء . ولكن هناك استثناءات فى كل من العالمين . فكثير من النباتات الراقية مثل ورد الشمس (دروسيرا) قد اتبعت طرقاً للقبض على الحشرات وهضمها ، وكثير من الحيوانات رمية ،

أى إنها تمتص المواد العضوية المتحللة من بيئتها . وغالباً ما يكون تمييز الأعضاء فى النباتات خارجياً . فى حين أنه يكون فى الحيوانات داخلياً . وفى النباتات يوجد النسيج النامى — الميرستيم — فى جميع أطوار دورة الحياة . ويوجد للحيوانات نمو معين محدد . وأخيراً تكون النباتات مقيمة عامة . وتحاط كل خلية بجدار سليولوزى صلب . فى حين تفتقر الخلايا الحيوانية لمثل هذه الجدر الصلبة . ويتحرك الحيوان بحرية فى بيئته .

ومن الصعب أن نصنف اليوجلينا وأمثالها إذا طبقت عليها مثل هذه المجموعة من القواعد . وتزود اليوجلينا بكمية وفيرة من الكلوروفيل . ومع ذلك فيمكن أن تنمو على وسط غير عضوى تماماً وإن كان ذلك بصعوبة . ومما يسهل زراعتها وجود آثار من الأحماض الأمينية والببتونات . ومع ذلك فلا يوجد أى دليل على أن اليوجلينا قد تبلع الأحياء الأخرى . ويبدو أكثر احتمالا أن اغتذاءها العادى يكون بواسطة التمثيل الضوئى فى الغالب مع تكملة تحصل عليها بامتصاص المواد المتحللة من بيئتها . وبالرغم من ذلك فإن هناك عدداً آخر من السوطيات ضوئى التغذية تماماً . أما الأنواع الأخرى فينقصها الكلوروفيل ولا يمكن بالطبع أن تكون هذه الأنواع ذاتية التغذية . فبعضها حيوانات رمية كلية . ولكن البعض الآخر يبلع الأحياء الأخرى بطريقة الحيوانات الأولية المثالية . وعلى ذلك يمكن القول بأنها تشبه الحيوانات فى تغذيتها . وبذلك يظهر المدى الكامل لإمكانيات التغذية فى مجموعة واحدة . وقد تحدث النقائض الشديدة فى جنس واحد . والغذاء المختزن فى النباتات يتكون عادة من النشا . ويتكون فى الحيوانات من الجليكوجين (يشبه النشا) أو الدهن . أما فى اليوجلينات فهو البراميليوم وهو مادة كربوايدراتية تختلف عن كل من النشا والجليكوجين . إن المعيار الجنينى لتكوين العضو الخارجى أو الداخلى ووجود أو غياب ميرستيم نام مستمر لا يوجد له بالطبع أى تطبيق فى الكائنات وحيدة الخلية . وكما هو المتوقع فى الحيوان فإن اليوجلينا تتحرك بحرية فى بيئتها . ولكن تشتمل أقرباؤها القريبة على أشكال ساكنة . وأخيراً

فبينما تفتقر اليوجلينات إلى جدار خلوى سليولوزى ، يوجد لها قشرة قد تكون صلبة تماماً فى بعض الأنواع .

إن إحدى نتائج هذا الخليط من صفات النبات والحيوان بين الكائنات السوطية وحيدة الخلية هى منطقة مشوشة إلى حد كبير فى التصنيف . وقد عالج بعض علماء الأحياء كل هذه المجموعة كنباتات ، وهى طريقة تجعل من الضرورى أن نعالج كائنات حية مثل التريبانوسومات وطفيليات الدم فى الفقاريات كنباتات وإن كانت لا تظهر أية صفة نباتية. وقد حاول البعض الآخر أن يشير إلى بعض الأشكال كنباتات والبعض الآخر كحيوانات ، وذلك على أسس القواعد التى سبق ذكرها أو قواعد أخرى مماثلة . وهذا يجعلنا فى مركز متناقض حيث تفرض وجود الأفراد المختلفة لنفس الجنس فى عوالم مختلفة فى بعض الأحيان . وقد كتلت غالباً سلسلة الطحالب والحيوانات الأولية معاً كعالم منفرد هو بروتستا مع ترك البعديات فقط فى العالم الحيوانى ، والنباتات الوعائية والحزازيات فى العالم النباتى . وهذا أيضاً غير مقنع ، إذ أنه من الواضح أن الطحالب الراقية لها صلة قوية بالنباتات الوعائية أكثر منها بالحيوانات الأولية ، وبالعكس فإن طبيعة الحيوان فى عديد من الحيوانات الأولية مثل الهدبيات ليست عرضة للشك .

وقد قدم كوبلاند اقتراحاً جذرياً ، ولكن مع وجود سبب قوى . فقد اقترح أن يقسم العالم الحى إلى أربعة عوالم : العالم الأول الميكوتا ويشمل البكتريا والطحالب الزرقاء المخضرة ، أى جميع الكائنات الحية حيث لا يكون تمييز النواة والسيتوبلازم كاملا . والعالم الثانى بروتوستستا الذى يشتمل على معظم شعب الطحالب والفطريات والحيوانات الأولية . وبذلك يشمل عالم البروتوستستا كل الكائنات الحية البدائية التى تكون قد نشأت منها النباتات والحيوانات الراقية ، وكذلك أقرباؤها التى لم تنشأ منها مجموعات أخرى ، وبذلك يقتصر عالم النبات على الطحالب الخضراء والنباتات الوعائية الحزازيات ، وكذلك يقتصر عالم الحيوان على البعديات . وبينما يوجد الكثير

مما يبرر هذه الفكرة إلا أن لها صعوبات بالغة ؛ فأولا هى معرضة لنفس النقد كالبروتستا ، وهى أن الأفراد المتطرفة من البروتوستتا نباتات وحيوانات واضحة مثل النباتات الوعائية والبعديات على التوالى . ويعمل هذا التنظيم أيضاً على إحلال ثلاث مناطق غامضةمحل منطقة واحدة فى التنظيم التقليدى وذلك لأنه من الواجب طبقاً لنظام كوبلاند أن نقرر سواء أكان الكائن الحى ميكوتيا أم بروتوستسانيا ، بروتوستستانيا أم نبات ، أم بروتوستستانيا أم حيواناً .

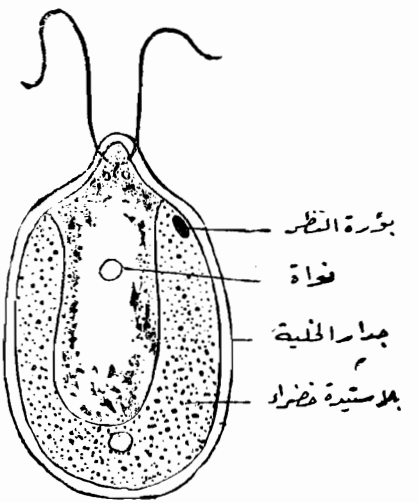
ويبدو أنه من المحتمل تماماً وجود هذا الغموض . لأن الكائنات الحية التى يخصها الأمر ذات صلة قوية بسلفها الشائع الحقيقى من النباتات والحيوانات الراقية ، وهى أسلاف لا يلزم التفكير فيها سواء كنبات أو حيوان ، وإن كانت دائماً تعزى إلى المملكة النباتية . فتمثل الطحالب والحيوانات الأولية الحية أطواراً مختلفة فى تطور الاختلافات المميزة بين العوالم . مع تكيفات نوعية متعددة لدرجة البناء فى الطبقة التركيبية وحيد الخلية (أو الأفضل اللاخلوى) . ونظرياً لا يوجد أى سبب لوجود خط فاصل محدد بين تلك التى تنشأ على طول اتجاهات شبيهة بالنبات وتلك التى تنشأ على طول اتجاهات شبيهة بالحيوان . وفى الحقيقة أن هذا يتعارض مع فكرة الأصل بالتطور . وقد أرشد هذا الخليط من صفات النباتات والحيوانات بين الكائنات الحية الدقيقة دلون إلى أن يوصى بوضع كل العالم الحى تحت علم واحد هو عالم النبات . ولربما تكون أهم الصفات لليوجلينا وأقربائها هى توسطها بين العالمين ، وهذا يوحى كما هى الحال باحتمال أن تكون اليوجلينات من الكائنات الحية البدائية . متوسطة القرب من المجموعة الأصلية التى نشأ منها كل من النبات والحيوان .

الطحالب الخضراء

إن الكلوروفيتا أو الطحالب الخضراء مجموعة متباينة بدرجة غير عادية ، أبسط أفرادها وحيد الخلية . ولكن هناك انفصالا واضحاً بين النواة

والسيتوبلازم ، ويوجد الكلوروفيل داخل بلاستيدة واحدة . وقد يوجد تخصص كبير للخلايا المختلفة فى الأنواع عديدة الخلايا ، وقد تصل الطحالب الخضراء الراقية إلى أحجام كبيرة . وبينما تتكاثر الأنواع الأكثر بدائية بواسطة الانشطار البسيط نجد أن التكاثر الجنسى وتبادل الأجيال واضح فى هـذه الشعبة . ويظهر أن الطحالب الخضراء توجد على — أو بالقرب من — الخط الرئيسى للتطور الذى يؤدى إلى النباتات الراقية ، ولذلك تعتبر لهذه الشعبة أهمية كبرى .

الكلاميدوموناس ومنشأ الجنس : من المحتمل أن يكون الجنس قد نشأ فى طحلب غير معروف يشبه الكلاميدوموناس الحى (شكل ٣٣) . ويتكون كل نبات من خلية واحـدة ذات نواة محددة تماماً وبلاستيدة خضراء واحدة كبيرة ، وهى تسبح بواسطة سوطين يقعان عند الطرف الأمامى من الخلية ويحمى الخليـة جدار سليولوزى سميك . وقد يتكاثر النبات بمجرد الانقسام ليكون جرثومتين لاجنسيتين ، أو أربعاً أو ثمانياً (ويطلق عليها زوسبور) لأنها خلايا سابحة نشطة مثل الحيوان . ثم تنطلق هذه الجراثيم اللاجنسية بإذابة جدران الخلية ويعوم كل منها بعيداً ؛ إذ أنه



(شكل ٣٣) الكلاميدوموناس

نبات مستقل يشبه الأب من جميع الوجوه فيما عدا الحجم . ولكن سرعان ما يعوض هذا الاختلاف بالنمو . ومع ذلك فقد يحدث التكاثر الجنسى كذلك ، إذ ينقسم النبات الأب ليكون ثمانياً أو ست عشرة أو اثنتين وثلاثين جاميطة ، وهى خلايا تشبه الجراثيم اللاجنسية واليوافع ، إلا أنها أصغر منها بكثير ، ومثل الجراثيم اللاجنسية تطلق هذه الأمشاج فى الماء حيث تتحد تلك التى من خلايا أبوية مختلفة فى أزواج لتكون الزيجوت . ويكون الزيجوت جداراً سميكاً حول نفسه . ويبقى ساكناً لبعض الوقت ، ويستطيع فى هذه الحالة المتحوصلة ذات المقاومة العالية أن يعيش تحت الظروف غير الملائمة مثل جفاف البركة . وبمرور الوقت يصبح الزيجوت نشطاً . ثم يقوم بانقسامين : الانقسامين المنصفين أو الاختزاليين ، اللذين ينتج عنهما أربع جراثيم لاجنسية تنطلق لتكون الطحالب اليافعة .

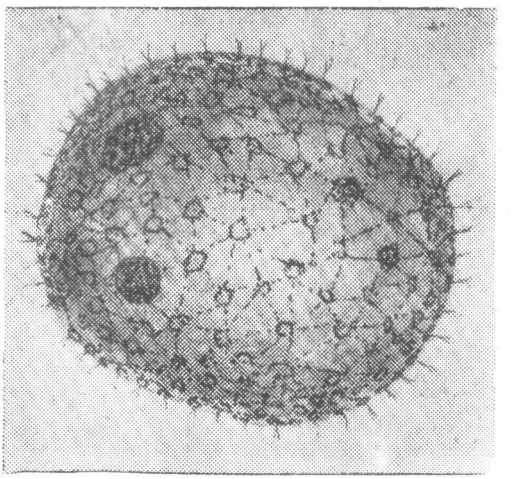
ويبدو أن الكلاميدوموناس قريب جداً من منشأ الجنس ، وقد يلقى بعض الضوء على المشكلة . وقد يلاحظ أن معظم دورة الحياة تمر بالعدد النصفى من الكروموسومات فقط . وذلك لأن عمليات الانقسام الاختزالى تحدث بمجرد أن يصبح الزيجوت نشطاً . فقد كان العدد النصفى للكروموسومات — أى التمثيل المفرد لكل نوع من الكروموسومات أو العوامل الوراثية — الحالة العادية لجميع الكائنات الحية قبل نشأة الجنس ، ولا تزال هى الشىء العادى للكائنات الحية التى لا تتكاثر شقياً . أما العدد الزوجى للكروموسومات فهو نتيجة ضرورية للتكاثر الشقى ، وذلك لأن اتحاد الجاميطتين لا توجد له أية نتيجة أخرى . ولا يمكن اختزال الأمشاج تحت الحالة الفردية بدون الفقدان الكمى للمادة الوراثية . ومن الواضح أنه فى تلك الكائنات القريبة جداً من أسلاف فردية الكروموسومات تماماً يقوم الانقسام الاختزالى بصفة مبدئية لكى يعيد العدد العادى والفسيولوجى للكروموسومات الفردية إلى أصلها . وقد أدخلت الزوجية كملازم مؤقت لطريقة التكاثر الجديدة . وليس من الواضح لماذا ينشأ التكاثر الجنسى تحت هذه الظروف

دائماً . وقد اقترحت « نظرية الجوع للجنس » وبمقتضاها تكون الأمشاج مجرد جراثيم صغيرة ينقص أفرادها الغذاء والطاقة اللازمة لتكملة التكوين . ولذا فهى تحصل على مواردها بواسطة اتحاد اثنتين اثنتين ، وهكذا يحصل كل زيجوت على مورد كاف من المواد اللازمة لتكوينه . وقد تكون هـذه النظرية أكثر إقناعاً لولا الحقيقة التالية : وهى أنه بالرغم من أن الجراثيم الأربع اللاجنسية الناتجة من الزيجوت خلايا صغيرة جداً فهى تكمل تكوينها بكفاية دون اتحاد بعد ذلك . ومهما يكن الدافع الأصلى لعملية التكاثر الجنسى فإن الفوائد الاختيارية العظيمة التى جعلته صفة مشتركة فى كل النباتات والحيوانات الراقية أمر واضح . والتكاثر الجنسى يسبب إعادة خلط سريع نسبياً للتجمعات الممكنة للصفات داخل النوع مع إمكانية تكوين أفضل التجمعات واختبارها بواسطة الانتخاب الطبيعى . وعلاوة على ذلك فإن ازدواجية الكروموسومات — التى تنتج من التكاثر الجنسى — تجعل من الممكن اختزان تجمعات للنوع الجينى فى حالة اللاقحات المتباينة . وقد تكون الزوجية مفيدة فسيولوجياً بسبب ازدياد نتاج الإنزيمات النووية ، أو بوسائل أخرى أقل وضوحاً .

وتختلف درجة التميز الجنسى كثيراً فى الأنواع المختلفة للكلاميدوموناس ، فاليوافع متماثلة من ناحية تركيبها الشكلى . ولا يمكن تمييز جنسها بالفحص . وفى بعض الأنواع ذات الأمشاج المتشابهة تكون الأمشاج متماثلة فى تركيبها الشكلى ، ومع ذلك فيمكن تمييزها فسيولوجياً ، وذلك لأن الإخصـاب يكون ممكناً بين بعض أزواج السلالات الناتجة لاجنسياً من خلية واحدة (Clones) ولكن ليس بين الأزواج الأخرى ، ولا يوجـد هنا ما يقابل الذكر والأنثى كما فى النباتات والحيوانات الراقيـة ، إذ قد أمكن تمييز حوالى ثمان فئات تتزاوج (أجناس ؟) فى بعض أنواع الكلاميدوموناس . ويعتقد موفاز أن كل هذه الأنواع مبنية على التركيزات المختلفة لمتجازئات عادة واحدة أى للأشكال المجاورة أو المتحولة (Cis-and trans-) لمادة

داى ميثيل كروستين (وهى مادة كربوايدراتية بسيطة بعض الشىء وهى مبنية بطريقة عجيبة على الأيزوبرين ، وهى وحدة تركيب المطاط الصناعى) . والأنواع الأخرى تنتج كلا من الأمشاج الكبيرة (شبيهة البيضة) ، والأمشاج (شبيهة الحيوان المنوى) ، وكل منها مزود بسوط ويتحرك بنشاط . ويحدث فى بعض هذه الأنواع كل صور الإخصاب الممكنة (كبيرة مع كبيرة ، كبيرة مع صغيرة أو صغيرة مع صغيرة) ، وفى البعض الآخر تكون مشيجة كبيرة ومشيجة صغيرة زوجاً واحداً بصفة دائمة . وفى مثل هذه الأحوال يمكن أن نتكلم عن تباين الأمشاج . وأخيراً فإن هناك أنواعاً لا يوجد للأمشاج الكبيرة فيها سوط ، ويجب على الأمشاج الصغيرة المزودة بالأسواط أن تبحث عنها ، وهكذا فهى تقارب حالة البيضة والحيوان المنوى فى الحيوانات الراقية ، أو البويضة وحبة لقاح فى النباتات الراقية (الاقتران الجنسى) .

إن فصيلة الفولفسيدى قريبة الصلة جداً بالكلاميدوموناس ، وهى معروفة لجميع طلبة علم الأحياء البادئين كمثل قياسى لاتجاه التطور نحو زيادة تعقيد المستعمرات . ويتكون أبسط أفراد هذه الفصيلة (جونيم) من أربع إلى ست عشرة أو اثنتين وثلاثين خلية متماثلة ، ويمكن لأية واحدة منها أن تكون الأمشاج . ولكن هذه الخلايا أكثر تقدماً من الكلاميدوموناس فى أن الأمشاج تكون دائماً مختلفة عن الخلايا الخضرية من ناحية تركيبها الشكلى . ويضم أكثر الأفراد تخصصاً فى هذه الفصيلة وهو الفولفوكس نحو ٤٠,٠٠٠ خلية مرتبة على شكل كرة مفرغة (شكل ٣٤) . ومعظم هذه الخلايا خضرية تماماً ، وبذلك تكون متماثلة فى جوهرها . وتوجد الخلايا الجنسية فى الأنثريدات (الحيوانات المنوية) والأووجونيا (البويضات) . وتكون بويضات الفولفكس دائماً عبارة عن خلايا كبيرة غير متحركة . أما الحيوانات المنوية فهى دائماً خلايا ذات أسواط تسبح بنشاط وتبحث عن البويضة . وبالنسبة لأنها كلها تنتج من مستعمرة واحدة فيمكن اعتبار المستعمرة خنثى ، وهى

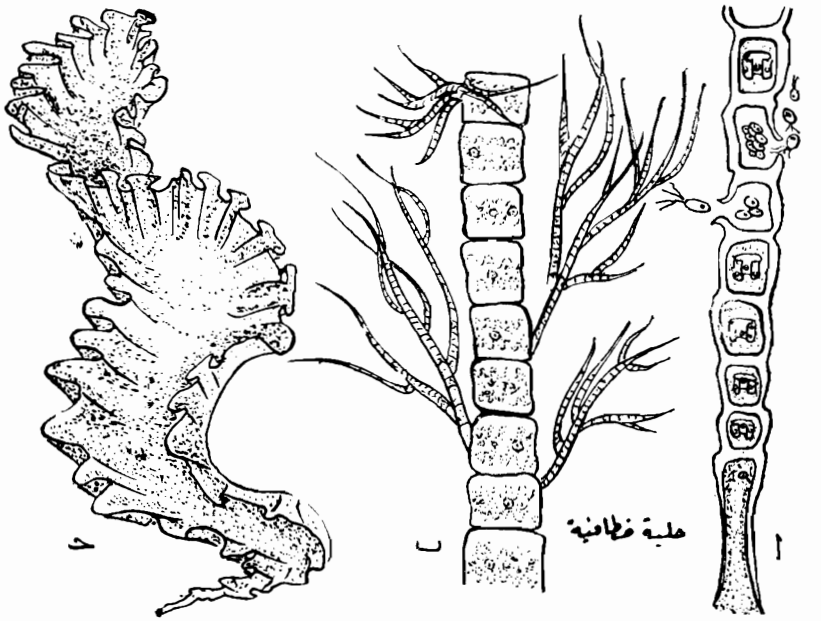


(شكل ٣٤) الفولفوكس

حالة غالباً ما تكون أكثر شيوعاً فى النباتات والكائنات الدنيئة منها فى الحيوانات الراقية . ولذلك قد يكون التخنث صفة بدائية .

الأفراد عديدة الخلايا : فى اتجاه آخر من التسلسل — وهو الذى قد تمثله الألثركس والدرابارناليدا والألفا — لم تكون الطحالب الخضراء مجرد مستعمرات من كائنات مستقلة راسخة فحسب ، ولكن تتعقد خلاياها المتباينة كل على الآخر (شكل ٣٥) . إن هذه هى الطحالب الخيطية ، أو كما يسميها العامة الأعشاب البحرية الأصلية ، ويظهر أن الحزازيات والنباتات الوعائية قد نشأت من هذه المجموعة من الطحالب الخضراء . ويتكون الألثركس من خيط بسيط غير متفرع عديد الخلايا . وتتخصص الخلية القاعدية لتكون خطافاً يعمل على تثبيت النبات على الصخرة أو أى مرتكز آخر . وتحدث الانقسامات الخلوية ، ولكن بينما تكون نتيجتها فى الطحالب وحيدة الخلية هى التكاثر اللاجنسى . ففى الألثركس وأصهاره يؤدى الانقسام غير المباشر إلى النمو دون التكاثر ، وقد يحدث التكاثر إما جنسياً أو لاجنسياً . ويحدث التكاثر اللاجنسى بتفتيت النباتات ثم تجديد كل جزء ، أو قد يحدث بتكوين جراثيم لاجنسية من خلايا النبات الخضرية . وليست هذه الجراثيم اللاجنسية

غير شبيهة بتلك التى للكلاميدوموناس عدا أنها تكون مزودة بأربعة أسواط بدلا من اثنين ، وتكون كل جرثومة لاجنسية نباتاً يشبه النبات الأصلى . ومع ذلك فقد تعطى أية خليـــة خضرية فى النبات أمشاجاً . وتكون هذه



(شكل ٣٥) أ – الثركس ب – درابارناليديا . ج – الفا

الأمشاج أصغر من الجراثيم اللاجنسية ويوجد لها سوطان فقط ، وتكون الأمشاج متماثلة فى تركيبها الشكلى ، ولكن من الناحية الفسيولوجية يجب أن يكون هنا تمييز جنسى ، وذلك لأن الزيجوتات تتكون باتحاد مشيجتين من نباتات مختلفة ، وبعد فترة سكون يتعرض الزيجوت للانقسامين الاختزاليين مكوناً أربع جراثيم لاجنسية تكون بعد ذلك نباتات يافعة . وهكذا تمضى معظم دورة حياة الألثركس بالعـــدد الفردى من الكروموسومات ، فى حين يحتوى الزيجوت وحده على العدد الزوجى .

والدرابارناليديا متقدمة أساساً على الألثركس بالتكوين المعقد للجسم الخضرى . فبينما يتكون الأخير من خيوط بسيطة غير متفرعة . فالأول توجد

له خيوط قاعدية كبيرة يتفرع منها عدد من الفروع التى تتفرع منها أفرع ثانوية ويحدث التكاثر كذلك بواسطة الجراثيم اللاجنسية ، أو بالأمشاج المتشابهة .

والألفا — وهو خس البحر الشائع — متقدم من عدة وجوه على الطحالب التى سبق ذكرها . ويكون الجسم الخضرى صفائح شبيهة بالأوراق يكون سمكها ، للمرة الأولى ، أكثر من خلية . ويحدث التكاثر بالجراثيم اللاجنسية أو بالأمشاج المتشابهة . ولكن يوجد تقدم واضح فى دورة الحياة . ففى كل الطحالب التى سبق ذكرها يحدث الانقسام الاختزالى فى الزيجوت . وتكون النتيجة أن يكون الزيجوت فقط زوجيا فى عدد الكروموسومات خلال دورة الحياة . ومع ذلك ففى الألفا تكون انقسامات الزيجوت انقسامات غير مباشرة عادية ، وتكون النتيجة تكوين نبات زوجى . وبعد ذلك تتعرض بعض خلايا النبات اليافع للانقسامات الاختزالية ، وتنتج جراثيم لاجنسية فردية . ويطلق على هذا النبات الزوجى الذى يتكاثر بتكوين الجراثيم اللاجنسية الفردية الكروموسومات اسم الطور الجرثومى ، ثم تنمو الجراثيم لتكون نباتات فردية الكروموسومات ، كما تفعل جراثيم الطحالب الأخرى . وبعد ذلك تتكاثر هذه النباتات الفردية الكروموسومات لتكوين الأمشاج المتشابهة . ويطلق على هذا النبات الفردى المكون للأمشاج الطور المشيجى . ولا يمكن التمييز بين أجيال الألفا الجرثومية والمشيجية من ناحية التركيب الشكلى . ويعتبر هذا التبادل للجيل الزوجى الجرثومى مع الجيل الفردى المشيجى من الصور الأساسية فى بيولوجيا النبات ، وقد أدخل تبادل الأجيال لأول مرة مع نشأة الجنس ، وهو موجود فى كل الطحالب التى تتكاثر جنسياً ، ولكن فى الطحالب الدنيئة يمثل الزيجوت فقط الجيل الجرثومى . ومع ذلك ففى الألفا ، وفى عدد من الطحالب الأخرى ، يكون الطور الجرثومى متقدماً فى النمو مثلما هى الحال فى الطور المشيجى .

وهكذا ففى الطحالب عامة وعلى وجه الأخص فى الطحالب الخضراء

حدث تقدم يقترب من حالة النباتات الوعائية البسيطة . فقد فصلت النواة من السيتوبلازم بواسطة غشاء . وأصبحت ميكانيكية الانقسام غير المباشر كاملة . ولم يعد الكلوروفيل الأخضر محتجباً بالفيكوسيانين الأزرق . فهو يوجد داخل الكلوروبلاستيدات كما هى الحال فى النباتات الراقية ، وهو غير ذائب فى البروتوبلازم كما هى الحال فى الطحالب الزرقاء المخضرة . وتكون الطحالب الأكثر بدائية وحيدة الخلية . ولكن تكونت مستعمرات ذات تعقيد متزايد مؤدية فى النهاية إلى أفراد حقيقية عديدة الخلايا . وأبسطها الخيوط غير المتفرعة . ولكنها قد كونت نباتات متفرعة وعديدة التفرع ، وأخيراً نباتات كبيرة طرية مع تشكل كبير فى الأنسجة وقد تحتوى هذه على تراكيب تشبه الجذر والساق والورقة . وتوجد الجذر السليولوزية فى بعض الطحالب . وقد نشأ بين الطحالب أيضاً مدى كبير من ميكانيكيات التكاثر . فأكثر الطحالب بدائية تتكاثر لاجنسياً فقط . إما بالانشطار البسيط ، وإما بتكوين كتل من الجراثيم اللاجنسية . ومن المحتمل أن يكون التشابه المشيجى — وهو أكثر أشكال التكاثر الجنسى بدائية — قد بدأ بالاتحاد الزوجى لجراثيم لاجنسية صغيرة . وبعد ذلك أصبحت هذه الأمشاج متميزة إلى أمشاج صغيرة وأمشاج كبيرة . وكان كل منها قادراً على الحركة (تباين الأمشاج) . وأخيراً صارت الأمشاج الكبيرة خلايا كبيرة جداً غير قادرة على الحركة تبحث عنها الأمشاج الصغيرة . وفى أثناء ذلك ظهر تبادل الأجيال مع تكون جيل زوجى من الكروموسومات كان فى البدء حادثة بسيطة فى دورة الحياة ثم صار يزداد وضوحاً.

وقد نقلت معظم الصفات المتقدمة للطحالب إلى النباتات الوعائية ، ولا يوجد طحلب واحد لا توجد فيه كل هذه الصفات ، ومع ذلك فإنه من الواضح أن الميل إلى التقدم فى الطحالب الخضراء على وجه الخصوص هو نحو نوع التعضى الذى يميز النباتات الوعائية . ويوجد احتمال كبير لأن تكون النباتات الوعائية الأكثر بدائية قد نشأت من طحالب خضراء . ولكن تطور النباتات الوعائية والحزازيات سيعالج فى الفصل التالى .

إن الحوادث التى نوقشت فى هذا الفصل هى بلا شك من بين الحوادث ذات الأهمية الكبرى فى كل تاريخ التطور . فإذا قيست بالوقت . فيلزم أن تكون قد شغلت الجزء الأكبر من كل تاريخ الحياة . ومع ذلك فيجب أن تكون كل هذه الحوادث قد حدثت قبل تكوين أقدم حفريات مفيدة معروفة بكثير ، وعلى ذلك فإنه من المحتمل تماماً أننا لن نحصل بتاتاً على الدليل الحفرى القاطع للمعضلات التى نوقشت فى هذا الفصل . ويلزم أن تبقى هـــذه الموضوعات دائماً تصورية ، حتى وان كانت قد ظهرت بعض الاستنتاجات بدرجة معتدلة من الاحتمالية على أساس الكائنات الحية القديمة جداً أو البدائية التى تعيش حالياً .

المراجع :

(Note : Names in parentheses indicate men whose work is more extensively covered in the references than in this book.)

Baldwin, E.J., 1957. "Dynamic Aspects of Biochemistry," 3rd Ed., Cambridge University Press. A clear and penetrating analysis of some of the problems discussed in this chapter.

Blum, H. F., 1951. "Time's Arrow and Evolution," Princeton University Press. Thermodynamic considerations relevant to this chapter. (Horowitz, van Niel.)

Calvin, Melvin, 1956. "Chemical Evolution and the Origin of Life," *Am. Scientist*, 44, 248-263. In a very readable essay, Calvin develops the thesis that, on chemical and thermodynamic grounds, chemical evolution of primitive organisms was inevitable.

Copeland, H. F., 1947. "Progress Report on Basic Classification," *Am. Naturalist*, 81, 340-379. An interesting viewpoint on the kingdoms of organisms.

Fraenkel-Conrat, H., and R.C. Williams, 1955. "Reconstitution of Active Tobacco Mosaic Virus from its Inactive Protein and Nucleic Acid Components," *Proc. Nat. Acad. Sci.* (Washington), 41, 690-698. The technical report on a most important experiment.

Fuller, H.J., and O. Tippo, 1954. "College Botany," 2nd Ed., Henry Holt & Co., Inc., New York, N.Y. An excellent text, and the source of the classification of plants here used. (Moevus.)

Miller, S.L., and H.C. Urey, 1959. "Organic Compound Synthesis on the Primitive Earth," *Science,* 130, 245-251. Two of the leading students of the origin of life here summarize their views.

Oparin, A.I., 1957. "The Origin of Life," 3rd Ed., translated by Ann Singe. Academic Press, New York, N.Y. The main source of the theory presented in this chapter.

Stanley, W.M., 1948. "Achievement and Promise in Virus Research," *Am. Scientist,* 36, 59-68.

Whittaker, R.H., 1959. "On the Broad Classification of Organisms," *Quart. Rev. Biol.*, 34, 210-226. This interesting reassessment of the kingdoms was published too late for consideration in the text.

الفصل التاسع

الاتجاهات الرئيسية للتطور بين النباتات الأرضية

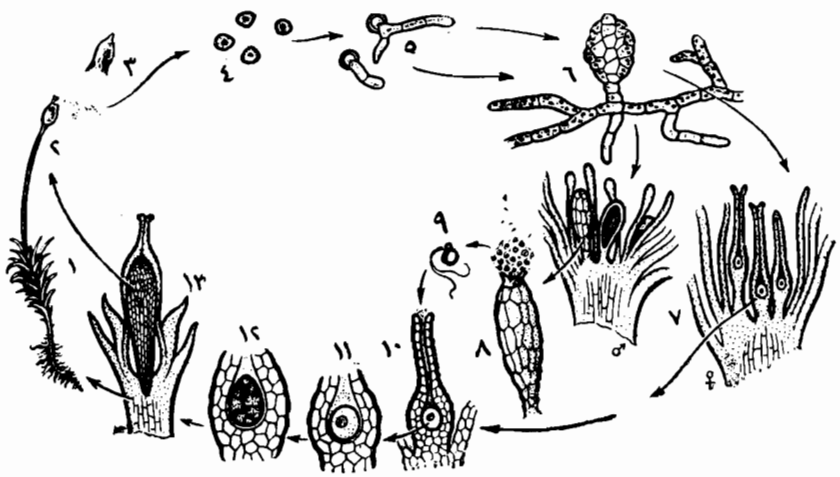
تعرف الطحالب بأنها نباتات مائية ، بالرغم من أن بعضاً منها قد غزا البيئات الرطبة على الأرض . ويبدأ السجل الحفرى المفيد بالعصر الكمبرى من الدهر القديم منذ أكثر من ٥٠٠,٠٠٠,٠٠٠ عام ، وفيما يختص بالنباتات يحتوى السجل الكمبرى على مجموعة كبيرة متباينة من الطحالب والبكتريا فقط ، وفى الحقيقة ينسب إلى العصر القديم (الباليوزويك) أنه عصر الطحالب واللافقاريات . ولكن حفريات الفترة السليورية ، التى بدأت منذ ٣٦٠,٠٠٠,٠٠٠ عام ، تضم نباتات أرضية بدائية ، ومن المحتمل أن يكون أول ظهورها فى العصر الأردوفيشى السابق . وعند ما غادرت هذه الكائنات المستعمرة الماء لغزو بيئة الأرض المتباينة كثيراً والأكثر صعوبة ، بقيت الطحالب هى الأعضاء التى كانت تسود الفلورا الأرضية ، ولكن سريعاً (من وجهة النظر الچيولوچية) ما تفوق سكان الأرض على الأسلاف المائية ، وقد كانت من المشكلات العويصة الواجب حلها قبل أن تتمكن النباتات من غزو الأرض ، هى حماية الزيجوت من الجفاف . وقد أنجزت هذه الصعوبة فى كل النباتات الأرضية مع اختلافات فى التفاصيل ، وذلك بالاحتفاظ بالزيجوت والجنين النامى داخل الأعضاء الجنسية الموجودة فى النبات نفسه . ولهذا السبب تعرف كل النباتات الأرضية فى مجموعها كعويلم النباتات الجنينية ، ويشتمل هذا العويلم على شعبتين فقط هما : الحزازيات ، والنباتات القصبية ، ولكن الأخيرة متباينة إلى حد كبير .

الحزازيات :

شعبة الحزازيات مجموعة صغيرة نسبياً تحتوى على الطحالب وبقلات الكبد وبقلات القرن . وهذه هى برمائيات العالم النباتى ؛ وذلك لأنها قابلت فقط أقل حاجة إلى التكيف للبيئة الأرضية . وهى مقصورة على البيئات الرطبة ، وكلها تحتاج إلى الماء للتكاثر ، ويكون الماء بصورة طبقة رقيقة فوق سطح النبات حيث يتمكن الحيوان المنوى من السباحة . وتشترك الحزازيات مع النباتات الأرضية الأخرى فى تكيفات خاصة تسمح لها بأن تستعمل البيئة الأرضية . وكما سبق أن ذكرنا تحفظ الأجنة — وهى دائماً عديدة الخلايا — داخل العضو التناسلى الأنثوى الذى يحميها من الجفاف . وتكون هذه النباتات دائماً ناسلة زوجية ، أى إن البيضة عبارة عن خلية كبيرة غير قادرة على الحركة ، ويجب على الحيوان المنوى أن يبحث عنها . وتحتوى الأعضاء الجنسية لكلا الجنسين على طبقة غطائية من خلايا عقيمة للحماية . وتغطى جميع الأجزاء الهوائية للنبات بواسطة جليد شمعى يقى النبات من الجفاف . وأخيراً فإن تبادل الأجيال واضح جداً مع وجود الطور الجرثومى متطفلا تطفلا حقيقياً على الطور المشيجى فى الحزازيات ، وذلك لأن الأول يكون غالباً متصلا بالأخير ، وهو يحتوى على كمية ضئيلة جداً من الكلوروفيل إن وجدت .

إن معظم هذه الصفات — ما عدا الاحتفاظ بالجنين فى أعضاء الأم الجنسية — سبقت معرفتها فى الطحالب . وذلك بالرغم من أنها لا توجد فى أى طحلب مجتمعة معاً . وإن صفات حزازية أخرى تربط هذه النباتات بالطحالب بقوة أكبر . ومثل الطحالب يكون جسم النبات الحزازى عبارة عن جسم ثالوسى ، وهو مجرد كتلة بسيطة من الخلايا غير المتميزة إلى جذور ، أو سيقان ، أو أوراق . وتوجد تراكيب تشبه هذه الأجزاء ، ولكن يمكن أن نقول نفس الشىء عن الطحالب . ويكون الطور المشيجى أكبر من الطور الجرثومى ، كما هى الحال فى معظم الطحالب . ويقتصر التمثيل الضوئى على الطور المشيجى إلى حد كبير .

دورة الحياة فى نبات حزازى : يمكن استعمال نبات حزازى نموذجى كمثل لهذا (شكل ٣٦) . فإذا سقطت جرثومة (وهى عامل الانتشار) على أرض مناسبة فإنهـا تنبت لتكون شبكة من الخيوط التى لا تخالف الطحالب الخيطية ، ويطلق عليها الخيط الأولى (البروتونيما) . ويخرج من الخيط الأولى شعيرات دقيقة تشبه الجذر تخترق « المرتكز » لتثبيت النبات ولكى تحصل على الماء والأملاح . وتنمو البراعم التى توجد على الخيط الأولى لتكون نبتة تحمل تراكيب تشبه الأوراق . وتتكون على أطراف هذه النبتات الأعضاء الجنسية ، وهى الأنثريديا فى الذكر أو الأركيجونيا فى الأنثى . وتكون الأجناس منفصلة فى بعض الأنواع (ثنائى المسكن) ، أما فى الأنواع الأخرى فتوجد النبتات الذكرية والأنثية على نفس النبات (أحادى المسكن). وفى كلتا الحالتين تنطلق الحيوانات المنوية وتسبح نحو الأركيجونيوم حيث



(شكل ٣٦) دورة الحياة لأحد الحزازيات : ١ – نبات مشيجى كامل النمو مع نبات جرثومى ، ٢– ينمو فوقه وينثر الجراثيم ، ٣ – غطاء محفظة الجراثيم ، ٤ – جراثيم ناضجة ، ٥ – جراثيم نابتة ، ٦ – نبـات مشيجى حديث السن مع البروتونيما ، ٧ – أجزاء من النباتات المشيجية الذكرية والأنثوية تظهر الأنثريديا والأركيجونيا، ٨ – أنثريديم ينثر المنيات ، ٩ –، ١٠ – الأركيجونيوم وبه البيضة ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ – أطوار نمو النبات الجرثومى . (من كتاب باولى)

يحدث الإخصاب . والآن يتكون الجنين داخل الأوركيجونيوم ، ويبقى مثبتاً عليها بواسطة قدم حيث ينمو إلى البلوغ ، وبالإضافة إلى القدم يحتوى الطور الجرثومى على سويقة ومحفظة طرفية تحتوى على أمهات الخلايا الجرثومية. وهنا يحدث الانقسام الاختزالى ، وتطلق الجراثيم لتبدأ دورة الحياة مرة ثانية . ويكون الطور المشيجى — وهو الذى يحتوى على الخيط الأولى الفردى الكروموسومات والشعيرات والنبتات والتراكيب الشبيهة بالألياف — أكبر بكثير من النبات الجرثومى ، كما أنه مستقل فى معيشته ، إذ يحتوى على الكلوروفيل . أما النبات الجرثومى الذى يتكون من القدم والسويقة والمحفظة فهو أصغر بكثير من النبات المشيجى الذى يعتمد عليـــه ، وذلك لانعدام الكلوروفيل أو لافتقاره إليه . ولا توجد فى كل من النبات المشيجى والنبات الجرثومى أية أنسجة وعائية (موصلة) متخصصة بالرغم من حدوث كمية محدودة من توصيل الغذاء والماء . وكذلك لا توجد أية أنسجة ليفية . ومن المحتمل أن يكون نقص هذه العناصر (الأنسجة الوعائية والليفية) هو العامل الوحيد المهم الذى منع تكوين نباتات كبيرة الحجم فى هذه الشعبة .

الصلة الشعبية للحزازيات : نظراً لبساطة الحزازيات وللصفات المتعددة التى تشترك فيها مع الطحالب الخضراء فمن المحتمل كثيراً أن تكون الحزازيات قد نشأت من سلف من بين الطحالب الخضراء ، ويحتمل كثيراً أن يكون هـــذا السلف من سكان منطقة المد والجزر حيث يستفاد من التكيفات الأرضية . وتوحى مجموعـــة من الحزازيات وهى بقلات القرن بوجود علاقة بالنباتات الراقية . فبينما يكون النبات المشيجى صغيراً وعبارة عن جسم ثالوثى بسيط . يكون النبات الجرثومى متميزاً تماماً ، وهو الطور السائد لبقلات القرن . وهو مزود بكمية وافرة من الكلوروفيل ، ولكنه لا يزال معتمداً على النبات المشيجى فى امتصاص الماء والمعادن من المرتكز . وتحتوى المحفظة على محور وسطى من خلايا ممتدة توحى بنسيج وعائى . وتوجد للبشرة ثغور كالموجودة على أوراق النباتات الوعائية . وتمثل هذه العلامات المنظمة

التى توحى بتلك التى للنباتات الوعائية يصعب أن يتجنب الاستنتاج بأن نبات بقلات القرن الحديثة قد تغير قليلا عن سلالة سلفية نشأت بواسطتها النباتات الوعائية من الحزازيات . ومع ذلك فإن هذا الاستنتاج مضلل لأن النباتات الوعائية قد ظهرت فى السجل الحفرى فى الفترة السليورية ، أما الحزازيات فقد ظهرت بعد ذلك بأكثر من ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠ عام . ومن الجلى أنه إذا كانت هذه المعلومات صحيحة فلا يمكن أن تكون الحزازيات أسلافاً للنباتات القصبية . وأهمية هذه الفكرة بين علماء النبات تؤيد الآن النشأة المباشرة للنباتات الوعائية ، أما شعبة النباتات القصبية فقد نشأت من سلف به كلوروفيل .

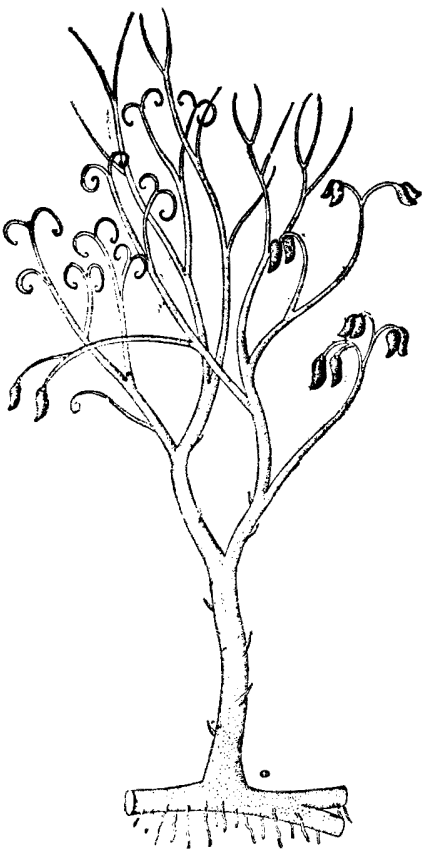
أصل النباتات الوعائية

إن شعبة النباتات القصبية مجموعة قديمة ذات تنوع كبير ، وتشمل النباتات السائدة فى الوقت الحاضر . وتقسم إلى أربع شعيبات : شعيبة سيلوبسيدا التى تشمل أكثر النباتات الوعائية بدائية والتى انقرضت كلها ما عدا جنسين ، وشعيبة ليكوبسيدا أو الحزازيات الصولجانية وشعيبة سفينوبسيدا أو نباتات ذيل الفرس ، وشعيبة بتروبسيدا التى تشتمل على السراخس والصنوبريات وأقربائهما والنباتات الزهرية ، وليس من المعروف كيف نشأت النباتات الوعائية من أسلافها الطحلبية ، ويلقى السجل الحفرى ضوءاً قليلا على هذا السؤال الهام . ومنذ حوالى ستين عاماً نشر لينير عالم النبات الفرنسى نظرية تخيلية فى هذا الموضوع ، وخلال هذا الوقت كانت مثل هذه الحفريات التى اكتشفت مطابقة لنظريته حتى وإن كان لايمكن أن يقال إنها برهنت عليها . وطبقاً لنظرية لينير يجب أن يكون سلف النباتات الوعائية طحلباً أخضر يتميز بخيوط متفرعة ، ويلزم أن يكون هذا النبات من سكان منطقة المد والجزر ، وكلما ارتفعت الأرض صارت برك المد والجزر معزولة ، ثم جفت تماماً وانقرضت معظم الثروة النباتية . ولكن إذا تمكن فرع أو أكثر من مثل هذا الطحلب من اختراق

الأرض فقد يتحول إلى جهاز جذرى يستطيع إمداد النبات بالماء والمعادن . وتستقيم بعض التفرعات تاركة ساقاً رئيسياً أو جذعاً بتفرعاته . ونظراً لأن النبات كله غير مغمور فى الماء فيلزم له الآن جهاز توصيل . والنباتات التى تكون مثل هذا الجهاز هى التى يمكنها أن تعيش . وهكذا أصبحت السيقان سميكة . وتفلطحت أطرافها لتصير أعضاء متخصصة فى عملية التمثيل الضوئى ، وهذه هى الأوراق . والآن يجب أن يعمل الجهاز الوعائى فى كلا الاتجاهين حاملا إلى أعلى الماء والأملاح من الجذور . وحاملا إلى أسفل المواد العضوية من الأوراق . وأخيراً فإن النباتات التى كونت جليداً فوق الأجزاء الهوائية هى فقط التى يمكنها الإفلات من الانقراض . وبينما لايزال البرهان الحقيقى لهذه النظرية ناقصاً . فالدليل الذى تجمع خلال الستين عاماً الماضية مطابق لها . ولم تقترح بعد أية نظرية أخرى أكثر احتمالاً .

شعبة سيلوبسيدا : تشتمل شعبة سيلوبسيدا على رتبتين . وربما يكون التميز القاطع بينهما هو مجرد الفترة الزمنيـــة : فالسيلوفيتاليس معروفة فقط من صخور العصرين السليورى والديفونى . بينما تمثل السيلوتاليس جنسين معاصرين هما السيلوتم والتميسبترس . ولا توجد سلسلة الحفريات التى تصل هاتين الرتبتين . وقد اقترح بعض علماء النبات عدم وجود صلة بينهما ، ولكن تماثل النباتات فى هاتين الرتبتين قريب جداً إلى درجة تبعد احتمال أن يكون ذلك مصادفة . وقد وصف سير وليم داوسون عام ١٨٥٨ الفرد الأول من هذه المجموعة ، وهو سيلوفيتون . على أساس حفريات العصر الديفونى الموجودة فى كندا . وقد كان النبات الأول تماثل كثيراً فى مظهره شجيرة صغيرة لا أوراق لها ولا جذور (شكل ٣٧) . ولم يطابق أى تصنيف نباتى كان مستعملا من قبل ، وقد كان اكتشاف داوسون موضع تجاهل واستخفاف . ولكن فى عام ١٩١٧ اكتشف كدسون ولانج ثلاثة أجناس من نباتات مماثلة فى مستنقع سيلسبى من العصر الديفونى فى رينى باسكتلندا . وقد كان حفظ حفريات رينى من الجودة بحيث يمكن

مشاهدة جدران الخلايا فى قطاعات رقيقة . وقد كانت الحفريات كاملة ووافرة . وخلال هذه الفترة اكتشفت ثلاثة أجناس أو أكثر من السيلوفيتات، ولذلك توجد حالياً مجموعة كبيرة متباينة يستفاد منها لدراسة هذه المجموعة البدائية جداً التى قد تكون حلقة الاتصال بين الطحالب الخضراء والنباتات الوعائية .



(شكل ٣٧)
السيلوفيتون (من كتاب فوللروتيبو)

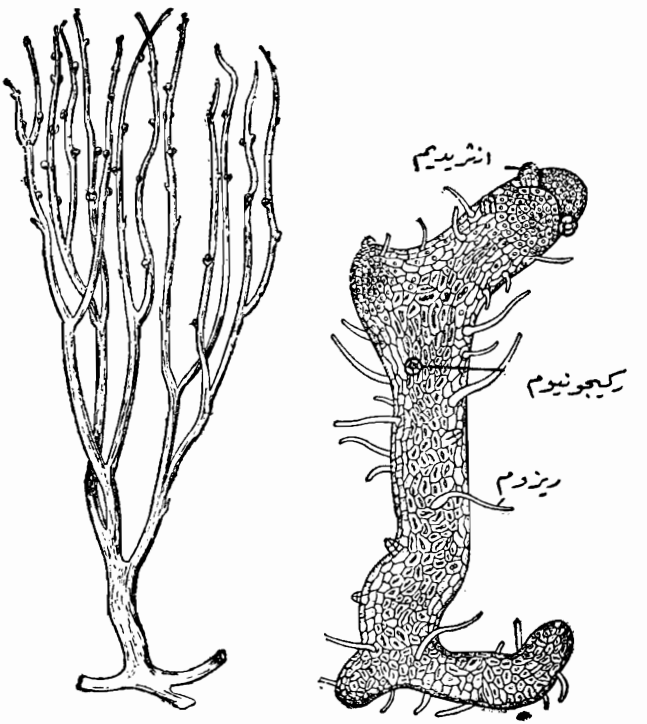
وقد كان السيلوفيتون نباتاً صغيراً ينمو إلى ارتفاع حوالى ثلاث أقدام . وقد احتوى كله تقريباً على ساق وتفرع أخضر ولم توجد الأوراق الحقيقية ، ولكن أشير إليها بواسطة نتوءات صغيرة متعددة تشبه الأشواك من طبقات النبات السطحية . وقد كانت الســاق الخضراء العضو الرئيسى للتمثيل

الغذائى . وتوجد حوافظ الجراثيم على نهاية بعض الفروع . إن مثل هذه النباتات لم تنشأ من جذور حقيقية ، ولكن من ريزومات لم تكن غير سيقان تحت أرضية تحمل شعيرات لامتصاص الماء والأملاح . وقد كانت هناك حزم وعائية فى السيقان : وبذلك فقد ظهر أن نبات السيلوفيتون يشابه تماماً مستعمر الأرض البدائى الذى افترضه ليتير .

وتساند الآراء السائدة بين علماء النبات اعتبار السيلوفيتاليس كأسلاف للشعيبات الثلاث الباقيات من النباتات الوعائية . وليس ذلك لأن السيلوفيتاليس نباتات وعائية بدائية قديمة فحسب . ولكن لأن الأجناس المختلفة تظهر ميلا نحو التخصص فى اتجاه كل من هذه الشعيبات . ولذلك فإن لبعض السيلوفيتاليس مثل السيلوفيتون والاستروزيلون أوراقاً صغيرة شبيهة بالحراشيف . تكونت كنتوءات من طبقات الســـق السطحية . وتتميز الليكوبسيدا (الحزازيات الصولجانية) بأوراق مماثلة شبيهة بالحراشيف ، وثمة جنس آخر هو الهينيا له فروع لولبية وقد يكون سلفاً للسفينوبسيدا (نباتات ذيل الفرس) . وأخيراً فبعض الأجناس مثل السيدوسبروكنس قد تفلطحت نهايات فروعها . ويعتقد بأن هذه قد أدت فى الغالب إلى تكوين الأوراق العريضة . كما هى الحال فى عديد من التيروبسيدا .

وهكذا يظهر أن السيلوفيتات تحتل مركزاً موجهاً فى تطور النباتات الراقية . فهى من أكثر النباتات الوعائية المعروفة بدائية . ويمكن القول بأنها نباتات وعائية بدائية أكثر مما يتصور . ومن المحتمل كثيراً أنها نشأت من الطحالب الخضراء . ويظهر أن السيلوفيتات قد نشأت منها ثلاثة شعيبات راقية . أى إن كل واحدة من الشعيبات الراقية قد نشأت من سلف سيلوفيتى مختلف . وبذلك فإن هذه تمثل تكوينات متوازية لا تسلسلا من بدائى إلى متقدم . وقد أشير أيضاً إلى أن الحزازيات قد نشأت من السيلوفيتات ولكن يظهر أن ذلك ليس محتملا كثيراً من ناحية أن هذا قد يتطلب عكس الميل نحو سيادة النبات الجرثومى . وكذلك اضمحلال الحزم الوعائية ،

والرأى السائد يناصر الأصل المستقل لكل من الحزازيات والسيلوفيتات من الطحالب الخضراء، ومن الناحية الأخرى فإن جراثيم تشبه تلك التى للنباتات الأرضية معروفة من العصر الكمبرى المبكر ، وقد يكون مستحسناً أن نعتبر السيلوفيتات الديفونية بقايا متأخرة لأطوار أقدم بكثير جداً فى أصل النباتات الراقية .



(شكل ٣٨) الطور الجرثومى (إلى اليسار) والطور المشيجى (إلى اليمين) لنبات سيلوتم . (من كتاب فوللروتيبو)

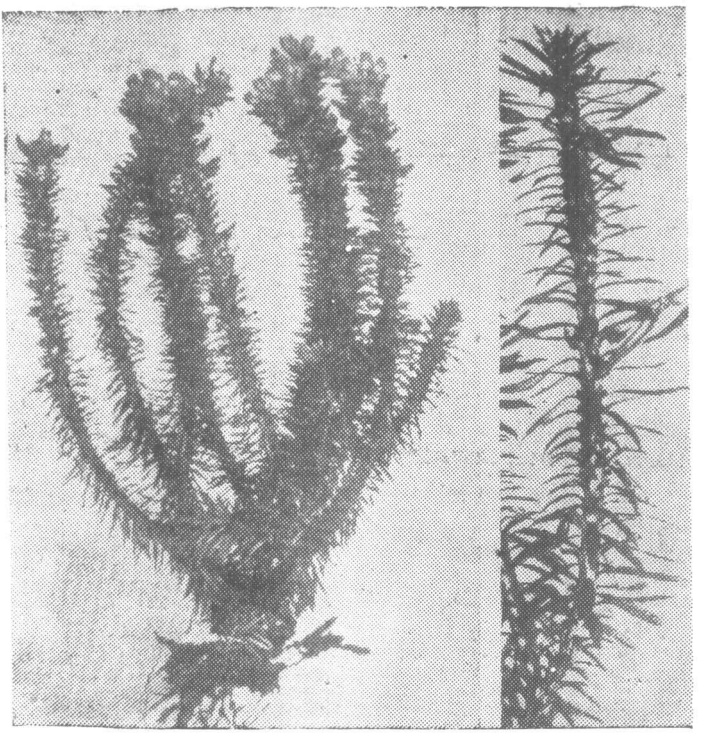
إن السيلوتاليس الحية (شكل ٣٨) — وهى سيلوتم وتميسبترس — تماثل تماماً السيلوفيتون . ويقتصر وجودها فى الطبيعة على المناطق الاستوائية، وتحت الاستوائية ، ولكنها تزرع فى بيوت النباتات الزجاجية فى كل مكان. إن الاختلاف التركيبى الأساسى بين الأنواع المعاصرة والمنقرضة هو أن حوافظ الجراثيم توجد فى ابط « أوراق » النباتات المعاصرة بينما توجد فى أطراف الفروع فى الأنواع المنقرضة . وثمة نقطة أخرى ذات أهمية كبرى تتعلق بتبادل الأجيال. ونباتات السيلوفيتات الجرثومية هى التى حفظت فقط فى السجل الحفرى .

ولكن النباتات المشيجية للأجناس الحديثة هى المعروفة . فيظهر النبات المشيجى وكأنه يماثل كثيراً ريزومة تحمل عديداً من الاركيجونيات والانثريدات والتى تماثل إلى حد ما تلك التى للحزازيات . وهذه قد تعطى علامة عن صفة النبات المشيجى للسيلوفيتات المنقرضة . ولكن ليس هناك أى تأكيد أنها كذلك . وعلى كل حال يمكن اعتبار السيلوتاليس كسلالات قليلة التغير عن السياوفيتات القديمة .

شعبة ليكوبسيدا : من الواضح أن الليكوبسيدا التى تشمل الحزازيات الصوجانية قد نشأت من السيلوفيتات فى العصر الديفونى . فكل الليكوبسيدات الحية (ويوجد منها أربعة أجناس فقط) نباتات صغيرة . إذ يصل ارتفاعها إلى أقل من قدم . ولكن لم يكن هذا صحيحاً دائماً . وذلك لأنه كانت توجد خلال العصر الكربونى (المسيسبى البنسلفنى المشترك) حزازيات صوجانية هائلة تصل فى ارتفاعها إلى ١٣٥ قدماً . وقد كانت هذه هى النباتات السائدة فى ذلك الوقت . وتكون بقاياها الحفرية الجزء الأكبر من مناجم الفحم . ولكن انقرضت هذه الحزازيات الصوجانية الهائلة خلال العصر البرمى . وربما يكون ذلك نتيجة لعدم مقدرتها على التكيف للمناخ البرمى القاسى ؛ إذ أنها كانت فترة تجمد الثلوج الهائلة .

والحزازيات الصوجانية (شكل ٣٩) متقدمة على السيلوفيتات من عدة وجوه ؛ فالتميز إلى جذر وساق وأوراق يعتبر كاملا . وتزود أوراقها الصغيرة الحلزونية الترتيب بالنسيج الوعائى . وتحيط بالمحافظ الجرثومية أوراق متخصصة يطلق عليها اسم الأوراق الجرثومية التى توجد منها مجموعات عند نهايات الفروع . ويطلق على مثل هذه المجموعات المخاريط أو النورات المخروطية . ودورة حياة واحد من هذه الأجناس وهو الليكوبوديم بسيطة تماماً . وربما لا تختلف كثيراً عن تلك التى للسيلوفيتات . فكل الجراثيم متماثلة وتنتشر بواسطة الريح . وتلك التى تسقط على تربة مناسبة تنبت لتكون طوراً مشيجياً صغيراً ثالوثى الشكل تحت الأرض . وهى أحادية المسكن . وتسبح الحيوانات المنوية إلى الاركيجونيات لتخصب البيض . ويكون

الزيجوت بعد ذلك نباتاً جرثومياً صغيراً ، يكون فى البداية متطفلا على النبات المشيجى . ولكن سرعان ما يتكون جذر ثم يتحلل الطور المشيجى .



(شكل ٣٩) أحد الحزازيات الصولجانية ، ليكوبوديم ، يضم منظراً مكبراً لساق مفردة (من كتاب ويذر واكس) .

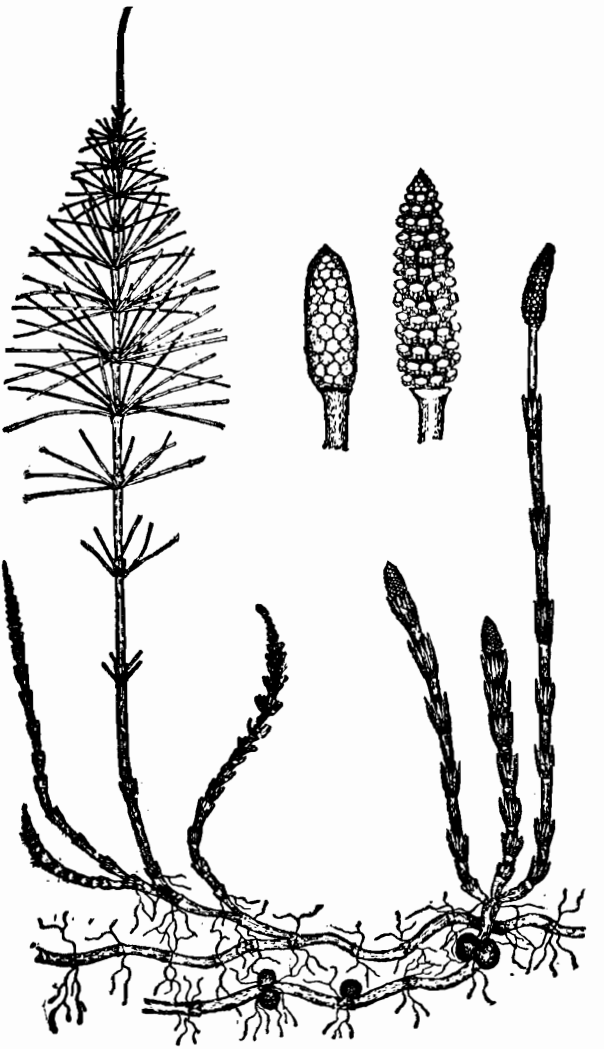
وتتحور دورة الحياة فى جنس حى آخر وهو سيلاجينيللا بطريقة توحى تماماً بالنباتات البذرية . فيوجد هناك نوعان من الجراثيم : الجراثيم الكبيرة التى توجد فى الأوراق الجرثومية فى الجزء الأسفل من المخروط الجرثومى ، والجراثيم الصغيرة التى توجد فى الأوراق الجرثومية العليا . وبينما توجد داخل المحافظ الجرثومية تنبت الجراثيم الكبيرة والصغيرة لتكون النبات المشيجى الأنثوى والذكرى على التوالى . وبذلك تكون النباتات المشيجية طفيليات على النبـــات الجرثومى ، وذلك بالرغم من أن النبات المشيجى

الأنثوى قد يحتوى على بعض الكلوروفيل . وعند ما تطلق الجراثيم الصغيرة فهى تسقط على الأوراق الجرثومية السفلى . وعندما تبتل بواسطة المطر أو الندى تنشق جدران الجرثومة الصغيرة وتنطلق الحيوانات المنوية التى تسبح إلى أركيجونيات الأنثى وتخصب البيض . فى حين لا يزال النبات المشيجى موجوداً داخل جدران الجرثومة . ومن ثم فى النبات الجرثومى الأبوى . وبذلك يتكون الجنين فى النبات المشيجى الأنثوى بينما لا يزال الأخير موجوداً فى النبات الجرثومى. وهى حالة تماثل تماماً ما يحدث فى النباتات البذرية.

وقد يتوقع الإنسان أن مجموعة كهذه لها صفات تقدمية متعددة قد تنتج بعد ذلك سلالات أكثر تقدماً . ولكن لم تكن الحال كذلك. فالليكوبسيدا مجموعة نهائية . وقد أنتجت هذه المجموعة بعد نشأتها مباشرة النباتات السائدة لمستنقعات الفحم . ولكنها قد انقرضت قبل نهاية العصر القديم ، وقد أنتجت هذه المجموعة بعد نشأتها مباشرة النباتات السائدة لمستنقعات الفحم . ولكنها قد انقرضت قبل نهاية العصر القديم . وقد عاش ليومنا هذا أربعة أجناس فقط من الليكوبودت الصغيرة عديمة الأهمية . ويشار إليها دائماً بأنها حفريات حية . وذلك لأن أقرباءها قد انقرضت منذ أمد بعيد .

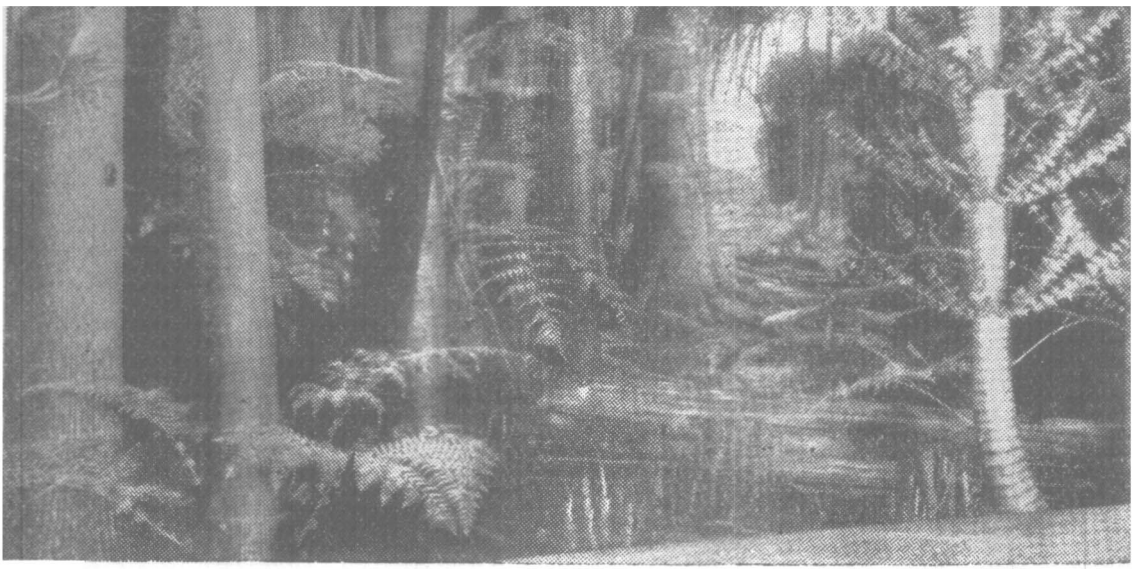
شعبة سفينوبسيدا : لقد لعبت السفينوبسيدا أو نباتات ذيل الفرس دوراً أصغر من الليكوبسيدا فى تاريخ العالم النباتى . فهى من المحتمل أن تكون قد نشأت مثل الأخيرة فى العصر الديفونى من أسلاف سيلوفيتية بتشكل الجسم إلى جذر وساق وأوراق محددة . ولساق نبات ذيل الفرس منطقة نخاعية تكون فى الغالب فارغة ومجوفة . وينمو الساق بتركيز المرستيم عند عقد محددة يمكن فصلها بسهولة . الأمر الذى يهيج كثيراً من الأطفال (شكل ٤٠) . وتكون الأوراق مرتبة فى لفات وهى صغيرة نسبياً . ومع ذلك فالرأى السديد يناصر نشأتها بتفلطح قمم الفروع . فضلا عن بروزها من الساق . ولا تكفى الأوراق احتياجات النبات من التمثيل الغذائى . وقد احتفظ الساق كله بهذه الوظيفة .

إن أصل نباتات ذيل الفرس من السيلوفيتات واضح تماماً ليس بمماثل النبتات والأوراق فحسب ، بل لأن نبات الهينيا وسيط ممتاز بين المجموعتين ، ويمكن أن يعزى لأية واحدة منهما بمبررات مماثلة . وقد تكونت من سلالة الهيينا أنواع النباتات العشبية المماثلة لنباتات ذيل الفرس الحالية ، وأنواع هائلة تشبه الأشجار وتصل إلى أربعين قدماً فى الارتفاع . وقد ازدهرت هـــذه



(شكل ٤٠) نبات ذيل الفرس ، أكويزيتم . (من كتاب ويذرواكس)

النباتات خلال العصر الكربونى ، وهى تكون جزءاً هاماً من مناجم الفحم (شكل ٤١) . وقد انقرضت خلال العصر الترياسى ، وهى الفترة الأولى من الحقب الميزوزوى . وتشمل نباتات ذيل الفرس جنساً واحداً ، وليس من المؤكد إذا كانت قد انحدرت من أنواع من النباتات العشبية من العصور القديمة ، أو قد نشأت بالاضمحلال من أشجار ذيل الفرس .



(شكل ٤١) نباتات العصر الكربونى – (بإذن متحف شيكاغو للتاريخ الطبيعى)

شعبة التروبسيدا

السرخسيات : إن آخر شعبة من شعبة النباتات القصبية هى التروبسيدا التى تضم السرخسيات والصنوبريات والنباتات الزهرية ، ويبدو أن السرخسيات من طائفة فيليسينيا قد نشأت من أسلاف من العصر الديفونى ومثل الحزازيات الصولجانية ونباتات ذيل الحصان . وتبين بعض السيلوفيتات مثل السيدوسبوروكنس والبروتوتريديم بعض الميل نحو تكوين الورقة بتفلطح فروع بأكملها ، ومن المحتمل أن تكون السرخسيات قد نشأت من مثل هذه

السياوفيتات ومثل جميع النباتات القصبية ما عدا السيلوفيتات يتميز النبات إلى جذر حقيقى وساق وأوراق . ويوجد الساق غالباً تحت الأرض ، وبذلك فهو ريزوم — وتنشأ عليه جذور صغيرة من أوله إلى آخره . أما الأوراق فهى أوراق سرخسية كبيرة وهى الأجزاء الهوائية الوحيدة . وتكون المحافظ الجرثومية عناقيد يطلق عليها المجموعات الجرثومية التى توجد على سطح الأوراق السفلى ، وعندما تطلق الجراثيم فإنها تنبت على تربة رطبة لتكون نباتاً مشيجياً أحادى المسكن ، وهى دائماً نباتات صغيرة ثالوثية الشكل . وتسبح حيوانات أحد النباتات المنوية نحو اركيجونيا النبات الآخر حيث تتم عملية الإخصاب . ثم يتكون من الزيجوت نبات جرثومى جديد .

ومع أن معظم السرخسيات المألوفة فى المناطق المعتدلة ذات حجم متوسط ففى المناطق الاستوائية توجد سرخسيات شجرية حيث يكون الساق جذعاً قائماً قد يصل ارتفاعه إلى خمس وسبعين قدماً . وتكون الأوراق عند القمة مجموعات شبيهة بأوراق النخيل . وأكثر رتب السرخسيات بدائية وهى الكوينوبتريداليس قد كونت خلال العصر الكربونى غابات عظيمة من الأشجار السرخسية . وقد كونت هذه السراخس والحزازيات الصولجانية الضخمة ونباتات ذيل الفرس (والتى يطلق عليها خطأ أصهار السراخس) النباتات السائدة فى تلك الأوقات ، وقد وصلتنا بقاياها فى الوقت الحالى كمناجم للفحم . ومثل السيلوفيتات كانت تحمل هذه السراخس البدائية المحافظ الجرثومية عند قمة الفروع ، ومثل عديد من المجموعات القديمة الأخرى ، فقد انقرضت هذه السراخس الضخمة خلال العصر البرمى بعد أن أعطت ثلاث رتب حديثة من السرخسيات .

معراة البذور : إن الطائفة الثانية لشعبة تيروبسيدا هى طائفة معراة البذور ، والصنوبريات هى أفرادها السائدة ، أما أصهارها فتشمل السرخسيات البذرية المنقرضة أو نخيل الساغ وأشجار كزبرة البئر ورتبة جنيتلز الشديدة الحيود . وقد تكون هذه الطائفة قد نشأت خلال العصر البنسلفانى من مجموعة

ما من السراخس عن طريق السراخس البذرية ، وقد صنفت السراخس البذرية لفترة طويلة مع السراخس المثالية ، ولكن دلت الحقائق المتجمعة على أن صلتها أكثر بمعراة البذور ، وتستند فى ذلك أساساً على تكاثرها بواسطة البذور وهو كشف ذو أهمية كبرى . فقد كونت السراخس البذرية جزءاً هاماً من غابات العصر الكربونى ، ولكن قلت بعد ذلك أهميتها أخيراً وانقرضت خلال العصر الجوراسى ، ولكن بعد أن تركت معراة البذور أكثر تقدماً كسلالات لها . وإن أكثرها نجاحاً هو رتبة الصنوبريات التى تشمل كل النباتات الدائمة الخضرة المعروفة تماماً . وقد وصلت هذه النباتات إلى أعظم تكوين لها خلال العصر الميزوزوى ، ومنذ ذلك الوقت وهى فى انحلال ، ومع ذلك فقد عاشت ثلاث رتب أخرى حتى وقتنا هذا ، وهذه هى السيكاديلى أو نخيل الساغ وهى تشمل تسعة أجناس حية والجينكجولز التى يمثلها نوع واحد فقط هو جنكوبايلوبا الذى عاش فقط ، لأنه قد زرع لقرون طويلة فى حدائق المعابد الصينية ، ورتبة الجينتيلز وتشمل ثلاثة أجناس لنباتات منحرفة جداً ، والتى ربما يكون أهمها هو الإفيدرا الذى يحصل منه على عقار الإفيدرين .

وخلافاً للنباتات القصبية غير الراقية فالنباتات عارية البذور تكون غالباً أشجاراً خشبية كبيرة ، وإن كان بعضها شجيرات ، وأغلبها دائم الخضرة ، ولكن أكثر صفاتها أهمية تتعلق بدورة التكاثر ، ففى البداية تنتج معراة البذور نوعين من الجراثيم : الجراثيم الكبيرة التى تكون النبات المشيجى الأنثوى ، والجراثيم الصغيرة أو حبوب اللقاح التى تكون النبات المشيجى الذكرى . وبالرغم من أسمائها فقد يكون كلا النوعين ذا حجم واحد ، وقد تكون الجراثيم الصغيرة فى الواقع أكبر ، وتحتوى المخاريط التى تتكون فيها الجراثيم على أوراق جرثومية متخصصة مرتبة ترتيباً حلزونياً حول محور متوسط ، وبذلك تكون عبارة عن مجموعات متحورة من الأوراق ، وتنقسم الجراثيم الصغيرة وهى لا تزال داخل جدران الجرثومة لتكون النبات المشيجى الذكرى وتنثر حبوب اللقاح فى أعداد هائلة وهى فى طور الخلايا الأربع ، وتحملها

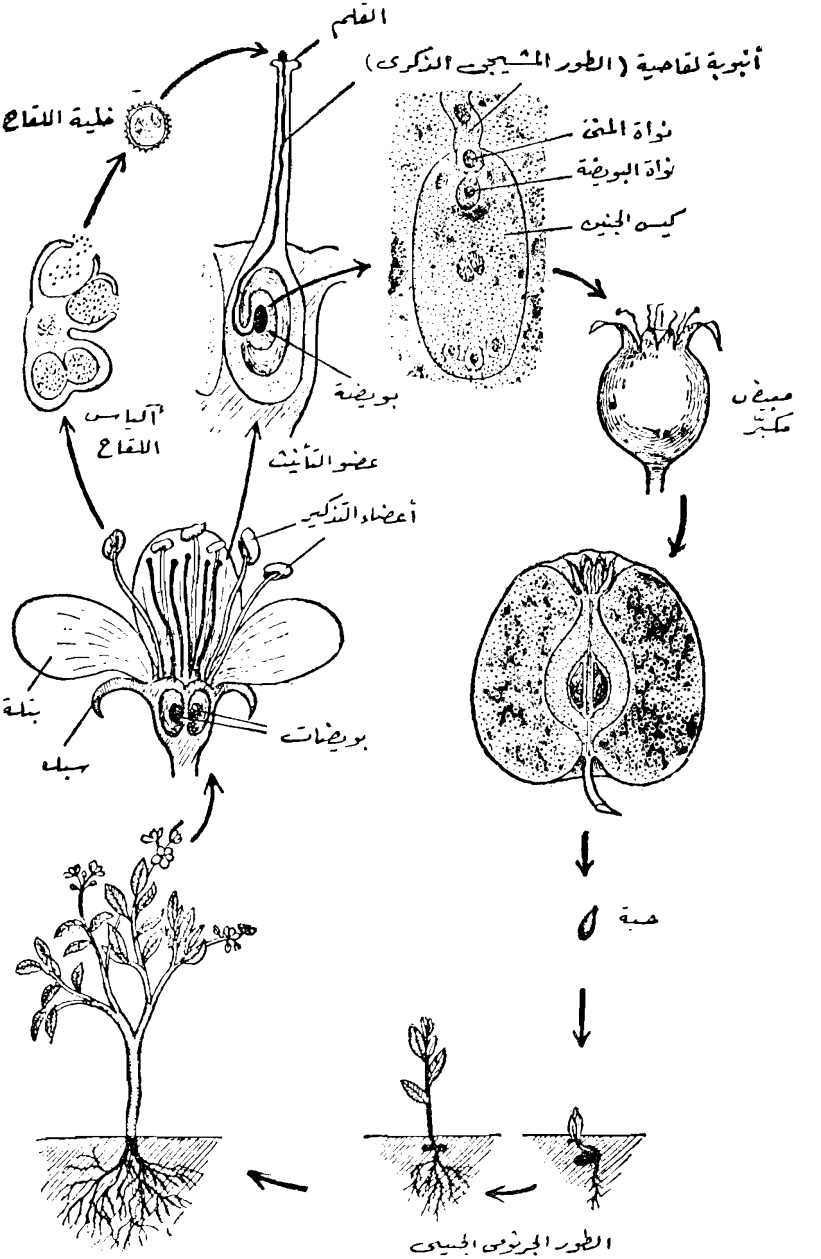
الرياح إلى مسافات كبيرة أحياناً ، وتصل بعض حبوب اللقاح إلى المخروط الأنثوى حيث تلتصق بسائل لزج تفرزه يسيل من البويضات ، وهى تراكيب معقدة تشمل النبات المشيجى الأنثوى ، وتكون حبوب اللقاح بروزاً يشبه الأنبوبة يدخل فى البويضة ، وتمر نواتا الخلية الذكرية خلال الأنبوبة اللقاحية ويخصب إحداها البيضة ، ويدفع الجنين المتكون (النبات الجرثومى) فى كتلة النبات المشيجى الذى يطلق عليه الأندوسبرم الذى يستعمل كمادة غذائية للجنين . ويحاط هذا الأندوسبرم بدوره بغلاف بذرى هو فى الواقع جزء من النبات الجرثومى الأبوى ، ثم تنثر البذور فإذا وقعت على تربة مناسبة فقد تكون البادرة نباتاً جرثومياً ناضجاً .

ويجب أن نشير إلى بعض المظاهر ذات الأهمية لدورة التكاثر هذه ، فللمرة الأولى فى سلسلة نشوء الأصل لا يعتمد التكاثر على الماء ، فتحمل الرياح حبوب اللقاح إلى المخاريط الأنثوية ، وتحمل الخلايا الذكرية — وهى مجرد أنوية وليست خلايا مزودة بأسواط — إلى البويضة بواسطة أنبوبة اللقاح البروتوبلازمية ، وتختزل كل من النباتات المشيجية (الذكرية والأنثوية) إلى تراكيب دقيقة تحتوى على قليل من الخلايا فقط ، وبذلك صارت السيادة النسبية للنبات الجرثومى فى دورة الحياة كبيرة ، وتفتقر النباتات المشيجية إلى الكلوروفيل ، وتعتمد اعتماداً كلياً على النبات الجرثومى ، وأخيراً تتكون البذرة وهى تركيب جديد فى سلسلة النشوء من جنين (نبات جرثومى) يوجد داخل الأندوسبرم (نبات مشيجى) الذى يوجد بدوره داخل غلاف البذرة الذى هو عبارة عن نسيج الجيل الأبوى الجرثومى ، وبذلك فمن الظاهر أن أجنة النباتات الجرثومى قد تكون مباشرة من النبات الجرثومى الأب ، وأن النباتات المشيجية هى مجرد أعضاء للنبات الجرثومى الأبوى . وتوضح المقارنة بالنباتات الأقل رقياً الوضع الحقيقى .

النباتات الزهرية : إن الطائفة الثالثة والأخيرة لشعبة التيروبسيدا هى طائفة النباتات مغطاة البذور أو النباتات الزهرية ، وهى الطائفة السائدة

كثيراً فى نباتات العالم اليوم . وهى تشمل حوالى ١٠،٠٠٠ جنس تشتمل على ١٩٥،٠٠٠ نوع . إن تباين النباتات مغطاة البذور لا حدود له ؛ وتتراوح بين الأشجار الضخمة والعشب ، وهى غالباً نباتات أرضية . ولكنها صارت متكيفة لكل البيئات الممكنة تقريباً وتشمل البيئة البحرية . وعلى الرغم من أنها نباتات خضراء نموذجية حرة فى معيشتها فإن القليل منها طفيلى أو رمى .

وتشترك النباتات مغطاة البذور فى معظم صفاتها الرئيسية مع النباتات عارية البذور . فهى تتميز إلى جذور حقيقية وساق وأوراق ؛ وتتكاثر ببذور حقيقية ؛ ويوجد لها جهاز وعائى ذو تكوين متقدم . ويحدث الإخصاب بواسطة حبوب اللقاح التى لا تعتمد على الماء . والنبات الجرثومى هو الجيل السائد كثيراً . أما النبات المشيجى فهو صغير جداً ويعتمد كلية على النبات الجرثومى . وبالإضافة إلى ذلك توجد محافظ جرثومية للنباتات مغطاة البذور داخل الأزهار . وهى عبارة عن مخاريط متحورة تحيط بها أوراق متحورة ذات زخرفة كبيرة فى أكثر الأحيان . وتنمو الجراثيم الصغيرة لتكون حبوب اللقاح (النبات المشيجى المذكر) الذى يحتوى على ثلاث نويات (نواة أنبوبية ونواتين للخلية الذكرية) وتنمو الجراثيم الكبيرة لتكون النبات المشيجى المؤنث ذو الثمان نويات فقط (وتشمل نواة البيضة ونواتين قطبيتين تتحدان معاً لتكونا نواة الاندماج) وتحاط الجراثيم الكبيرة إحاطة كاملة بالأوراق الجرثومية. وهى الكربلات التى تصير ثمرة عند نضجها . وقد يكون التلقيح فى النباتات مغطاة البذور بواسطة الرياح ؛ ولكنه يتم غالباً بالحشرات . وأحياناً بالطيور ؛ ونادراً بالماء (كما هى الحال فى النباتات المائية) . وثمة صفة فريدة للنباتات مغطاة البذور هى ظاهرة الإخصاب المزدوج . فتتحد عادة نواة خلية ذكرية واحدة بنواة البيضة لتكون زيجوتاً زوجياً فى عدد الكروموسومات ينمو منه الجنين ؛ ولكن بالإضافة إلى ذلك تتحد النواة الأخرى للخلية الذكرية بنواة الاندماج لتكون خلية ثلاثية فى عدد الكروموسومات (٣ ن) يتكون منهـــا جسم الأندوسبرم . ويبين شكل (٤٢) دورة حياة نبات نموذجى من مغطاة البذور .



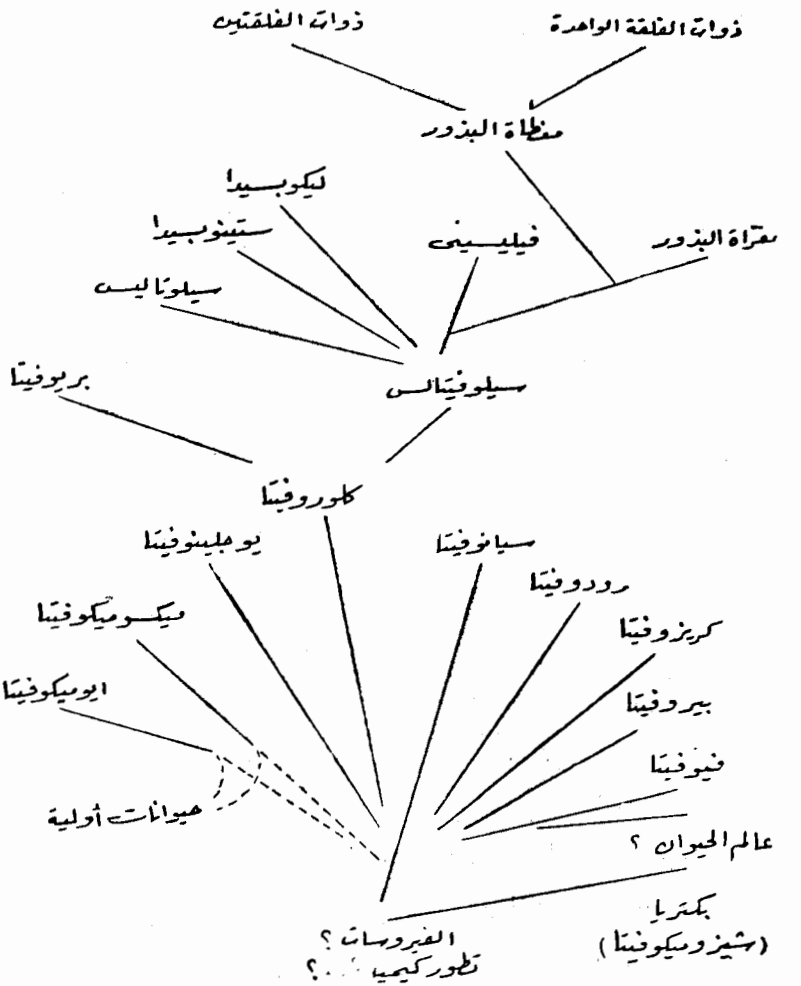
(شكل ٤٢) دورة حياة أحد النباتات الزهرية (من كتاب يونج وهايلاندر وستيبنز)

وقد أطلق داروين منذ حوالى قرن على أصل النباتات الزهرية « السر البغيض » ، وما زالت المعضلة باقية . وبينما يتفق علماء النبات على أن النباتات مغطاة البذور يجب أن تكون قد نشأت من بعض السلالات البدائية من النباتات عارية البذور ، فإنه لا يوجد شيء سوى التصور عما قد تكون عليه السلالة الصحيحة . ولا يعطى السجل الحفرى سوى مساعدة بسيطة . فتظهر النباتات مغطاة البذور فجأة وبأعداد هائلة فى الفترة الطباشيرية (الحقب الميزوزوى المتأخر) مع عدم وجود نباتات متوسطة فى الصخور الأقدم . فمهما يكن أصلها فقد صارت النباتات مغطاة البذور بسرعة هى النباتات السائدة فى العالم ، ويظهر أنها ما زالت فى ازدياد . وتشتمل طائفة النباتات مغطاة البذور على طويئفتين : ذوات الفلقتين وذوات الفلقة الواحدة التى تفصل على أساس الصفات الجنينية . وتشمل النباتات ذوات الفلقة الواحدة الأعشاب والزنابق والنخيل والأراشد ، فى حين تشتمل النباتات ذوات الفلقتين على الغالبية العظمى من النباتات الزهرية ، من الناحية التشريحية تظهر النباتات ذوات الفلقتين بأنها أكثر بدائية . ولذلك فمن المحتمل أن تكون النباتات ذوات الفلقة الواحدة قد نشأت باختزال بعض الأجزاء من نبات ما من ذوات الفلقتين .

الاتجاهات الرئيسية فى تطور النبات

يمكن الآن أن نلخص الاتجاهات الرئيسية فى تطور النبات بمساعدة شكل (٤٣) . فمهما يكن أصل الفيروسات والبكتريا فيجب أن تكون شعب الطحالب السبع قد نشأت من أسلاف بكتيرية . ومن المحتمل أن تكون من بين البكتريا ذاتية التغذية . فسواء نشأت شعب الطحالب المختلفة مستقلة أو من سلالة شائعة أمر من النادر أن يوضحه أى دليل ممكن الاستفادة به. فالسيانوفيتا أو الطحالب الزرقاء المخضرة هى أول النباتات التى وجدت فى السجل الحفرى وهى بدائية بشكل غير عادى لافتقارها إلى وجود نواة وبلاستيدات واضحة ، وهى تحتوى على الكلوروفيل . وفى ضوء هذه الحقائق فإنه من المستحسن أن تكون السيانوفيتا سلفاً لبعض شعب الطحالب الأخرى التى تشمل الكلوروفيتا

ومع ذلك يوجد دليل بسيط جداً على أن هذا هو الواقع . وأصل شعبتى العفن ميكسوميكوفيتا والأيوميكوفيتا أمر مشكوك فيه كثيراً . فقد تكون قد نشأت من أسلاف بكتيرية أو من الطحالب بعد أن فقدت الكلوروفيل ، أو حتى من الحيوانات الأولية ، فمهما تكن مشكلة أصل النباتات الدنيئة محيرة فيظهر أنه من الواضح تماماً أن النباتات الأرضية قد نشأت من الطحالب الخضراء ، وذلك مع النشأة المستقلة لشعبتى الحزازيات والنباتات القصبية . وقد صارت

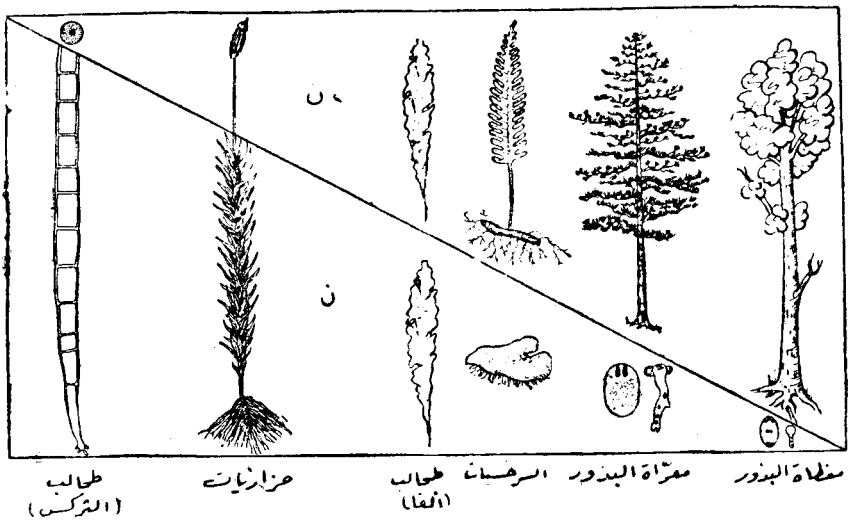


(شكل ٤٣) ملخص للاتجاهات المحتملة لتطور النبات – الخطوط المنقطة تمثل التبادلات كثيرة التعقيد (أعيد رسمها من كتاب فولروتيبو) .

الحزازيات متميزة إلى ثلاث مجموعات صغيرة : الحزازيات ، وبقلات الكبد ، وبقلات القرن ، ولكنها لم تكون أى أنواع من النباتات الأكثر تقدماً ، ومن الناحية الأخرى فإن النباتات القصبية البدائية (السيلوفيتات) هى التى نجحت أولا فى استعمار الأرض ، وسرعان ما أنتجت ثلاث شعيبات أخرى الليكوبسيدا والاسفينوبسيدا والتيروبسيدا ، وقد كانت الاثنتان الأوليان عبارة عن مجموعات سائدة لبعض الوقت ، ولكنها اختزلت لمجموعات أصغر عند نهاية العصر القديم . وقد مثل الاتجاه التروبسيدى السراخس فقط ، ولكن هذه قد كونت النباتات عارية البذور والتى كونت بدورها النباتات مغطاة البذور ، وقد أعطت طويئفة النباتات مغطاة البذور — ذوات الفلقتين — الأكثر بدائية النباتات ذات الفلقة الواحدة المتخصصة .

وقد نلاحظ بعض الاتجاهات للتطور فى العالم النباتى . فالميل الأكبر بين أكثر النباتات بدائية هو زيادة تعقيد الجهاز النووى الذى يتبعه تركيب خلوى نموذجى كالذى يوجد فى كل النباتات الأرقى من الطحالب الزرقاء المخضرة ، فأحد الميول الرئيسية بين الطحالب هو نشـــأة عادة تكوين المستعمرات (عديدة الخلايا) والكثرة فى عدد الخلايا . والثانى هو ظهور التكاثر الجنسى مع تبادل الأجيال . وأخيراً حدث انتقال من البيئة المائية إلى الأرضية ، ولكن توجد معلومات نوعية قليلة خاصة بخطوات هذه العملية . وقد احتاج ذلك إلى تكوين أنسجة وعائية دعامية يعتبر تكوينها إحدى الصفات الرئيسية الهامة للنباتات الأرضية . ومع ذلك توجد هذه الأنسجة فقط فى النبات الجرثومى ، وبذلك ازداد الجيل الجرثومى فى الحجم والأهمية الوظيفية بالنسبة إلى الجيل المشيجى ، وفى النهاية يتميز الجيل المشيجى فى النباتات مغطاة البذور بوضوحه على النبات الجرثومى بمقارنته فقط بالنباتات الدنيئة . وهذا الاتجاه مبين فى شكل ٤٤ . وبشكل عام فقد كان هناك ميل للزيادة فى الحجم . وهذا واضح كذلك بين الطحالب حيث تكون الأنواع الأكثر بدائية وحيدة الخلية ، والأخرى الأكثر رقياً (وإن لم يكن هذا لازماً) عديدة الخلايا . فبينما

كانت أغلب النباتات الأرضية البدائية أصغر من أكبر طحلب ، فقد أنتجت جميع طوائف النباتات القصبية أنواعاً أكثر بكثير من أكبر الطحالب . ومع ذلك فليس من المنطق أنه من الضرورى أن تلازم التطور زيادة مطردة



(شكل ٤٤) شكل تخطيطى يظهر الزيادة المتدرجة فى حجم وأهمية الطور الجرثومى والنقص المصاحب فى حجم وأهمية الطور المشيجى . (من كتاب فوللروتيبو) .

فى الحجم ، فتتميز الأفراد الأكثر نجاحاً فى مجموعات متعددة بصغر الحجم . فمثلا كانت تمثل الحزازيات الصولجانيـــة ونباتات ذيل الفرس بأشجار ضخمة ، ولكن أفراد المجموعة الصغار هى التى عاشت إلى الوقت الحاضر ، ويظهر أن الأشجار من بين النباتات مغطاة البذور هى البدائية ، وقد نشأت منها الشجيرات والأعشاب ، وقد صاحب هذا تكوين الصفة السنوية ، ومن المحتمل أن تكون تكيفاً لمنع الانقراض بالقتل الشتوى ؛ وذلك لأن بذوره نائمة يمكن أن تعيش بسهولة خلال الجو القاسى الذى قد يقتل نباتاً ناضجاً . ولذا فإن تكوين الحجم الصغير ، والنمو والنضج السريع ، والصفة السنوية تشمل جميعها تكيفاً للأحوال القطبية وتحت القطبية ، ويظهر أن مثل هذه النباتات تكون كذلك فى ازدياد فى الأراضى المعتدلة .

المراجع :

Andrews, H. N., 1947. "Ancient Plants and the World They Lived In," Comstock Publishing Co., New York, N.Y. A readable summary of paleobotany.

Axelrod, D.I., 1959. "Evolution of the Psilophyte Paleoflora," *Evolution,* 13, 264-275. Evidence is adduced that the higher plants arose much earlier than generally supposed, and from algal ancestors.

Bold, H.C., 1957. "Morphology of Plants," Harper Brother, New York, N.Y. A penetrating treatment, going far beyond the minimum presented in this chapter.

Fuller, H.J., and O. Tippo, 1954. "College Botany," 2nd Ed., Henry Holt & Co., Inc., New York, N.Y. An excellent text, and the source of the classification used in this chapter (Lignier, Kidston, and Lang).

Thomas, H.H., 1936. "Paleobotany and the Origin of the Angiosperms," Botan. Rev., 2, 397-418. Documentation for the statement that the origin of the angiosperms is still "an abominable mystery."

الفصل العاشر

الخطوط الرئيسية فى تطور الحيوان

يبدو — كما أشرنا من قبل فى الفصل الثامن — أن الأوليات التى هى أكثر شعب الحيوان بدائية قد نشأت من طحالب أولية سوطية ، ففى داخل الجنس الواحد من اليوجلينيدات قد توجد بعض الأنواع التى تغلب فيها الصفات النباتية ، كما توجد أنواع أخرى تغلب فيها الصفات الحيوانية . فهناك احتمال قوى إذن أن السوطيات تحتل مركزاً قريباً من النقطة التى افترق عندها العالمان النباتى والحيوانى ، هذا إذا جاز لنا هنا أن نعتبر أن افتراق العالمين تام . إن هناك سوطيات مثل التريبانوسوما لا شك فى أنها حيوانات ، فى حين توجد سوطيات أخرى مثل الكلاميدوموناس لا مراء فى أنها من النباتات ، كما أن هناك المجموعة المتوسطة العظمى التى تمثلها اليوجلينا والتى تتعذر نسبتها بشكل قاطع إلى أى من العالمين .

تباين الأوليات

أخذت أشكال الأوليات تتعدد وأنواعها تتباين إلى حد بعيد عقب نشأتها مباشرة ، ولذلك فإن من العسير تحديد صلات القرابة التى تربط بينها بصفة مؤكدة . وطائفة السوطيات نفسها تشمل مدى واسعاً من الطرز البنيانية والبيئية المختلفة . وتبدو هذه الظاهرة واضحة جلية حتى إذا ما اقتصرنا فى تأملنا على أنواع لا شك فى حيوانيتها . وقد يكون الاغتذاء عن طريق ابتلاع الغذاء بواسطة أقدام كاذبة ، أو بواسطة فم بسيط . وتكون الأنواع المتطفلة عادة مترممة على البقايا الحيوانية . وهناك عدة رتب من السوطيات تجدر الإشارة إليها بوجه خاص : فرتبة « بروتومونادينا » تشمل تشكيلة كبيرة من

السوطيات الصغيرة عديمة اللون . وللأنواع المثالية منها سوطان يتدلى أحدهما على جانب الحيوان . والتكاثر دائماً لاجنسى . وفى الأنواع التى تعيش معيشة حرة من حيوانات هذه الرتبة يحدث التكاثر بالانقسام البسيط ، أما فى الأنواع المتطفلة فقد يوجد الانقسام العديد الذى يصعب التمييز بينه وبين تكوين الأبواغ فى الجرثوميات . ويبدو من المحتمل جداً أن الجرثوميات — وجميعها متطفلة — قد نشأت من هذه المجموعة ، بيد أن التكاثر الجنسى كان قد نشأ أيضاً فى أسلاف الجرثوميات . وأكثر ما نعرف من « البروتومونادينات » هى أنواع جنس « تريبا نوسوما » ، وجميعها تعيش متطفلة على دم الفقاريات . على أن هناك مجموعة أخرى لا تقل أهمية عن هذه من الناحية التطورية ، ألا وهى السوطيات المطوقة ؛ وهى « بروتومونادينات » لها طوق بروتوبلازمى يحيط بقاعدة السوط . وتنحصر أهميتها النظرية فى أن الإسفنجيات لها خلايا مماثلة تسمى الخلايا المطوقة . وفى أن السوطيات المطوقة التى تكون مستعمرات . مثل النوع المعروف باسم « بروتيروسبونجيا » ، تشبه الإسفنجيات البسيطة .

وقد تكون أكثر السوطيات تخصصاً هى تلك التى تضمها رتبة « بولمما ستيجينا » ورتبة « هايبرما ستيجينا » . وتتطفل حيوانات الرتبة الأولى بشكل عام على القناة الهضمية للمفصليات أو الفقاريات . وللأنواع البسيطة منها عادة أربعة أسواط . أما الأنواع الأكثر تعقيداً فقد تكون لها أعداد كبيرة من الأسواط . وقد توجد نواة واحدة ، كما أنه قد يكون للحيوان عدة أنوية . وقد توجد عضيات سيتوبلازمية معقدة . وتشير التقارير التى كتبت عن التكاثر فى هذه الحيوانات إلى أنه يتم بالانقسام أو الانشطار البسيط ، على أن كليفلاند قد ذكر أن تكاثراً جنسياً يتم فى بعض أنواعها . وأن هذا التكاثر يتضمن ظاهرة فريدة فى نوعها ألا وهى اختزال عدد الكروموسومات خلال انقسام واحـــد فقط . أما حيوانات رتبة « هايبرما ستيجينا » فهى أعقد السوطيات تركيباً من الناحية المورفولوجية . وللفرد منها أسواط عديدة مرتبة فى أنماط محددة . والعضيات السيتوبلازمية بالغة التعقيد (شكل ٤٥) .

وجميع الهايبرماستيجينات تعيش معيشة طفيلية أو تكافلية فى القنوات الهضمية لأنواع الأرضة (النمل الأبيض) أو الصراصير ، وهى ضرورية لتغذية العائل ، إذ أنها تقوم عنه بهضم السليولوز الذى لا يستطيع هو هضمه . وقد أمكن بالتجربة إثبات أن العائل يموت جوعاً إذا ما استخرجت منه هذه الأوليات .

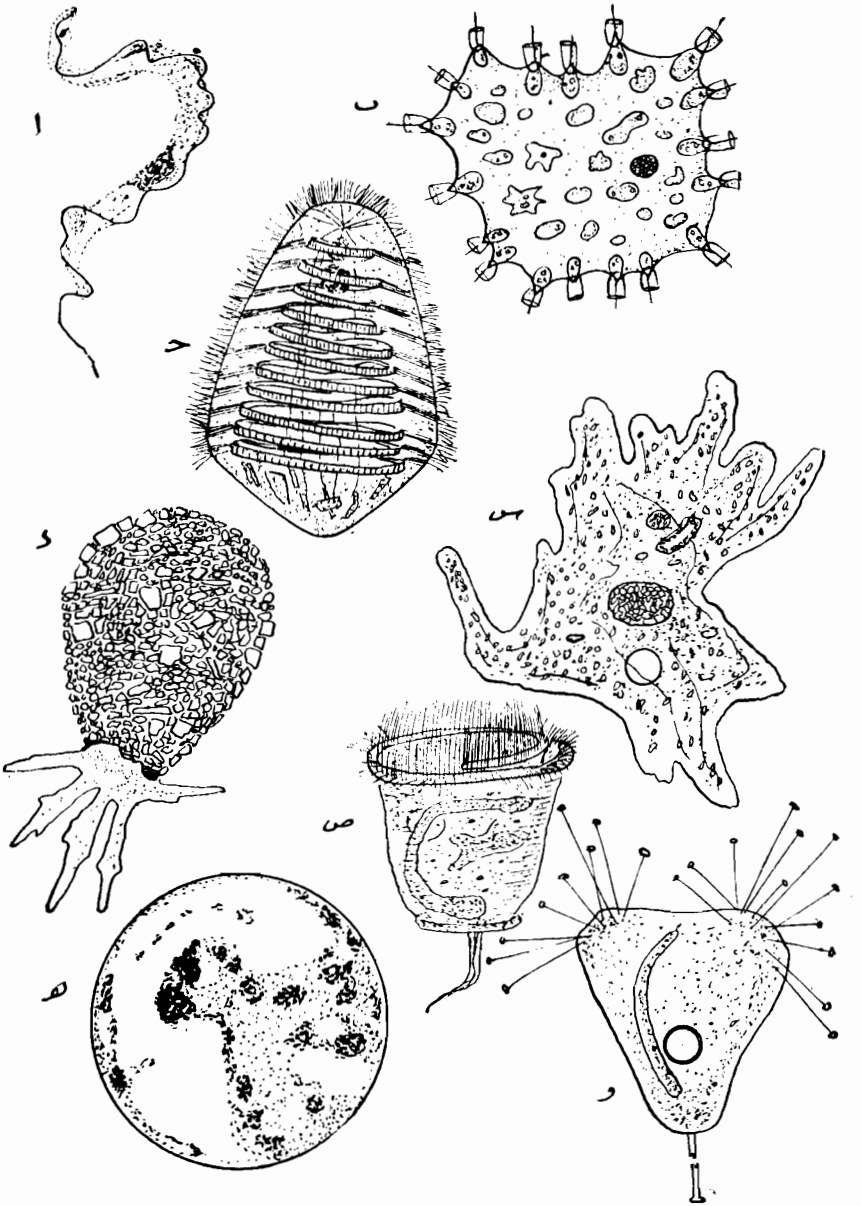
وتعتبر رتبة « رايزوماستيجينا » ذات أهمية خاصة ؛ ذلك لأنه يبدو أن الأفراد التى تنتمى إليها تحتل مركزاً وسطاً بين السوطيات وبين اللحميات أى الأميبا وأقاربها . حقيقة أن للكثير من السوطيات القدرة على الحركة الأميبية ، ولكن حيوانات هذه الرتبة ، بالرغم من أن لها أسواطاً ، إلا أنها ذات شكل أميبى على الدوام ؛ فهى إذن تمثل حلقة تربط بين السوطيات وبين اللحميات ، ومن أفضل الأمثلة عليها حيوان « ماستيجاميبا » .

الأميبا وأقاربها : تبين طائفة اللحميات أيضاً عن تباين عظيم ، وليس من المؤكد على الإطلاق أنها تمثل حقيقة مجموعة واحدة ، أى إنه من المحتمل أن الرتب المختلفة لطائفة اللحميات قد نشأت من أسلاف متباينة من السوطيات ، وأعظم أنواع هذه الرتبة شهرة هو « أميبا بروتيوس » ، التى قد تفوق فى شهرتها أيضاً أنواع رتب الأوليات جميعها . والأميبا تشكل مادة الدراسة الشائعة فى كل مختبرات البيولوجيا الأولية ، كما أنها تعتبر المثل التقليدى للحيوان البدائى . و « أميبا بروتيوس » مثل نموذجى للرتبة التى تنتمى إليها ، ألا وهى رتبة « لوبوزا » . على أن هذه الرتبة تشمل ، إلى جانب مثل هـــذه الكائنات الأميبية النشيطة التى تعيش معيشة حرة ، طفيليات مثل «إنتاميبا هستوليتيكا» التى تتطفل على القناة الهضمية للإنسان ، كما تضم أنواعاً حرة ولكنها ذات قشرة أو صدفة ، ومن أمثلتها جنس « ديفلوجيا » . والاغتذاء فى هذه الكائنات جميعها — بما فى ذلك الأنواع المتطفلة — حيوانى . والتكاثر بواسطة الانقسام الثنائى هو القاعدة العامة فى هذه الحيوانات . بيد أن التكاثر الجنسى قد وصف فى نوع واحد من أنواع

الأميبا ، كما أنه شائع فى الأنواع ذات الصدفة . وتعتبر « اللوبوزا » بشكل عام مجموعة نهائية فى التطور ، ومع ذلك فإن الرأى القائل باحتمال نشأة « الميكسوميكوفيتا » أو « اليوميكوفيتا » أو كليهما من هـذه المجموعة قد أصبحت له مكانة مطردة الأهمية لدى علماء الفطريات (انظر فصل ٨) . هذا بالإضافة إلى أن بعض علماء الحيوان يعالجون «الميكسوميكوفيتا» أى الفطر النباتية المختلطة باعتبارها من الأوليات ويطلقون عليها اسم « مايسيتوزوا » أى الفطر الحيوانية .

والرتب الباقية من طائفة اللحميات كلها مجموعات نهائية . تتميز بقشر أى صدفات جيرية أو سيليسية معقدة ، وغالباً ما تكون جميلة الشكل . وهى تتميز كذلك بوجود أقدام كاذبة نحيلة وشبه دائمة لها مميزات خاصة بكل رتبة . وهذه الرتب هى « المثقبات » و « الراديولاريا » وكل منهما ممثل بوفرة فى السجل الجيولوجى حتى فى أزمنة ما قبل العصر الكامبرى ورتبـة « الهيليوزوا » . ومعرفتنا بحفرياتها أقل اكتمالا من سالفتيها .

الهدبيات والماصات : على نقيض طوائف السوطيات والجرثوميات واللحميات — التى تربطها بعضها ببعض علاقة قرابة — نجد أن الطائفتين الباقيتين من الأوليات لا تظهران ما يدل على وجود قرابة بينهما وبين الطوائف الثلاث المشار إليها . هاتان الطائفتان الباقيتان هما : طائفة الهدبيات . وطائفة الماصات . ويميل بعض علماء الأوليات إلى نسبتهما إلى شعبة مستقلة قائمة بذاتها . وللهدبيـات شكل ثابت تحدده قشيرة شبيهة بتلك التى توجـد فى بعض السوطيات ، كما أن لهذه الحيوانات محوراً أمامياً خلفياً محدداً . وقد يكون الحيوان ذا تماثل شعاعى أو ذا تماثل جانبى ، على أن منها ما يحيد فى غـير انتظام عن أحد هذين النوعين من التماثل . والهدبيات كائنات حيوانيـة الاغتذاء ، فهى تغتذى بكائنات دقيقة تبتلعها عن طريق فم واضح . وتكون الأهداب عادة منتظمة فى صفوف ذات تخصص تعمل على إحداث تيار مائى محمل بالغذاء تدفع به نحو الفم . وكثيراً ما يقال إن الأوليات هى أبسط



(شكل ٤٥) أمثلة من الأوليات : أ – تريبانوسوما ، ب – بروتيروسبونجيا ، حـ – ماكروسبايرونيمفا ، د – ديفلوجيا ، س – أميبا ، ص – فورتسلا ، هـ – كرية دموية حمراء مصابة بالبلازموديوم ، و – أسينيتا . أ ، حـ من السوطيات ، د ، س من الساركودينا ، ص واحد من الهدبيات ، هـ من الجرثوميات ، و من الماصات .

الحيوانات تركيباً . وهو رأى قابل للجدل . على أن الأمر الذى لا يعتريه الشك هو أن الهدبيات هى أعقد أنواع الخلايا . فالأهداب نفسها قد تكون مرتبة فى صفوف تعمل فى توافق ، كما أنها قد تتحد فى شكل صفائح تكون أغشية متماوجة . أو هى تتحد فى خصل تكون ذؤابات شبيهة بالزوائد . وكائناً ما كان الترتيب أو النظام الذى تكون عليه الأهداب ، فإنها تتحرك دائماً فى توافق تهيئه شبكة معقدة من الليفات العصبية تعرف فى مجموعها بالجهاز العصبى العضلى . وهو يفوق فى تعقيده أبسط الأجهزة العصبية للبعديات (الميتازوا) . وتوجد تحت القشيرة أجسام صغيرة تعرف بالأكياس الشعرية يمكن أن تنطلق منها خيوط لزجة الأطراف . وليست وظيفة هذه الأكياس الشعرية معروفة على وجه التحديد . على أن من الوظائف التى نسبت إليها الدفاع والتشبث بالأشياء فى أثناء الاغتذاء . وتمر الفجوات الغذائية التى تتكون قرب الفم خلال الجسم متبعة طريقاً منتظماً . ثم تترك الفضلات الجسم عند نقطة محددة . وفى بعض الحالات لا يكون من المبالغ فيه القول بوجود قناة هضمية وإست . وللحيوان نواتان : نواة صغيرة تختص بعمليات الوراثة ، ونواة كبيرة تهيمن على وظائف الأيض . وقد حدا هذا « بكوفويد » إلى القول بأن قولنا إن البارامیسيوم وحيد الخلية يعادل فى منطقه قولنا إن الحوت وحيد الخلية . وأخيراً فقد نشأ للهدبيات نمط فريد من التكاثر الجنسى يعرف بالاقتران . وتفاصيل هذه العملية على درجة كبيرة من التعقيد . على أنها تتلخص أساساً فى أن انقسامات الإنضاج تؤدى إلى تكوين نواة ساكنة وأخرى مهاجرة فى كل من الفردين المقترنين . ثم تخصب النواة المهاجرة فى كل منهما النواة الساكنة فى الفرد الآخر .

وأكثر رتب الهدبيات بدائية هى رتبة « الهولوترايكا » . وحيواناتها مغطاة بالأهداب تماماً . كما أن لها جميعاً القدرة على السباحة النشطة . على أنه يبدو أن الاغتذاء عن طريق التيارات المائية يؤدى إلى نوع من الحياة الجالسة ؛ إذ أن التخصص فى الهدبيات قد أدى بشكل عام إلى أن أصبحت الحيوانات

مثبتة إلى المرتكز الذى تعيش فوقه ، كما أدى إلى أن أصبح وجود الأهداب مقتصراً على مناطق معينة لها علاقة بالاغتذاء ، وإلى تخصص صفوف الأهداب ، فأصبحت تكون أغشية دقيقة أو أغشية متماوجة أو تراكيب مشابهة . وتعتبر « الفورتسلا » المعروفة من الأمثلة الواضحة على مثل هـذه الاتجاهات فى التطور . وفى رتبة واحدة من رتب الهدبيات ، ألا وهى رتبة « هيبوترايكا » ، اتجه التخصص نحو زيادة الكفاية فى الحركة . ففى حيوانات هذا الرتبة يوجد صف من الأهداب النموذجية ، وهى لا تزال تعمل على إحداث تيار يستخدم فى أغراض الاغتذاء . على أن الحركة أصبحت تعتمد على استخدام خصل من الأهداب الملتحمة . تعرف بالذؤابات ، وهى تعمل كما لو كانت أرجلا يسير عليها الحيوان .

وتأتى فى النهاية طائفة الماصات ، وهى مجموعة صغيرة لا شك فى انتمائها إلى الهدبيات . والماصات البالغة عاطلة من الأهداب ، كما لا توجد لها أية عضيات أخرى للحركة . وهى عاطلة أيضاً من الفم ؛ إذ أنها تستخدم لوامس بروتوبلازمية فى قنص الطعام وابتلاعه . وتكون هذه الحيوانات بشكل عام مثبتة بصفة مستديمة بالمرتكز الذى تعيش فوقه . وهى فى كل هذه الصفات لا تبين عن أى صلة بالهدبيات ، ومع ذلك فإنها تمتاز بوجود طرازى الأنوية وبنفس النمط من التكاثر الشقى عن طريق الاقتران ، وهما ظاهرتان لا وجود لهما فى أى جانب من جوانب عالم الحياة سوى هاتين الطائفتين . هذا بالإضافة إلى أن اللاقحة (الزيجوت) فى الماصات تتحول إلى كائن مهدب يسبح سباحة حرة ، وهو لا يستقر على القاعدة التى يعيش عليها إلا بعد فترة معينة يبدأ عقب انقضائها فى اتباع أسلوب الحياة النموذجية بالنسبة للماصات . وتفسر هذه الظاهرة على أنها عبارة عن استعادة جنينية لتاريخ السلف .

أصل البعديات (الميتازوا)

قالت هايمان إنه ليس ثمة دليل مباشر على أن البعديات قد نشأت من الأوليات ، ومع ذلك فإن الجدل فى أصل البعديات (الحيوانات عديدة

الخلايا) يدور عادة حول التساؤل عن أى من أصول الأوليات يبدو أصلح من غيره كسلف للبعديات . وهناك احتمالان كبيران يمكن أن تكون البعديات قد نشأت من الأوليات عن طريق أيهما . الاحتمال الأول هو أن انقساماً نووياً متكرراً قد حدث فى حيوان أولى دون أن يصحبه انقسام سيتوبلازمى وأن يكون هذا قد أدى إلى نشوء بلازموديوم، كما هى الحال فى بعض «الهليوزوا» . وظهور أغشية خلوية فى هذه الحالة تنتج عنه حالة تعدد الخلايا . فإذا ما تمايزت الخلايا بعد ذلك نشأ كائن عديد الخلايا . أما الاحتمال أو الطريقة الثانية فهى تمايز الخلايا فى داخل مستعمرة من الأوليات — يمكن مقارنتها بالفولفوكس مثلا — وهذا التمايز يؤدى إلى اعتماد الخلايا المختلفة بعضها على بعض وإلى نشوء الفردية .

وقد اقترح أيضاً احتمال ثالث مختلف تمام الاختلاف عن الاحتمالين الأولين . ففى الأوليات التى تكون مستعمرات تقوم كل خلية من خلايا المستعمرة بابتلاع الطعام . أما فى البعديات — حتى فى أبسطها تركيباً — فإننا نجد أنها تستخدم وسيلة جديدة فى الاغتذاء ؛ إذ أن هذه الحيوانات قناة هضمية تقوم بعملية الاغتذاء للكائن بأكمله . وقد يكون الانتقال من أحد هذين النوعين من الاغتذاء إلى النوع الآخر من الأمور العسيرة . ويقترح هاردى أن نباتات بسيطة كالفولفوكس كانت تعيش فى بيئة تفتقر إلى النترات والفوسفات . ويحتمل أنها أخذت تعوض هذا النقص عن طريق اقتناص كائنات أصغر منها . ومن المحتمل أن اطراد استخدام هذا الممر الغذائى مصحوباً بفقدان التمثيل الضوئى قد يؤدى بالتالى إلى تحول مثل هذه النبات إلى حيوان بعدى بسيط . وتثبت لنا النباتات آكلة الحشرات إمكانية نشوء مثل هذه الوسيلة فى التغذية . وفضلا عن هذا فإن ما يبدو من أن النباتات وحيدة الخلية قد نشأت منها حيوانات وحيدة الخلية أكثر من مرة . يعطى سنداً للاقتراح القائل بأن نباتات عديدة الخلايا قد تحولت إلى الحيوانية مرة واحدة على الأقل .

ولا يمكن لعلم الحفريات أن يعيننا فى هذه المشكلة ؛ إذ أن البعديات كانت قد ظهرت ، وثبتت أقدامها قبل بدء العصر الكامبرى . ومن المحتمل إذن أن أصل البعديات سيظل دائماً موضع حدس وتخمين . ولكن يميل معظم علماء الحيوان إلى الاعتقاد فى أن السوطيات تفوق غيرها من الحيوانات كأسلاف محتملة للبعديات . وأسباب ذلك عديدة ، منها أن السوطيات مجموعة عظيمة التنوع ، ويبدو أنه قد نشأت منها مجموعات عديدة أخرى من النبات وكذلك عدة مجموعات من الأوليات الأخرى إن لم تكن جميعها . وفضلا عن ذلك فإن بعض مجموعات السوطيات تبين عن ميل إلى تكوين مستعمرات مطردة الزيادة فى الحجم والتعقيد . وقد تم ظهور الجنس وتطوره هنا . ومن المقطوع به أن هذه المستعمرات مقسمة إلى أنسجة بدنية وأخرى تناسلية . والتكاثر بتكوين البويضات هو القاعدة العامة بالنسبة لمثل هذه السوطيات التى تكون مستعمرات . والحيوانات المنوية شبيهة بتلك التى توجد فى بعض السوطيات البسيطة التى لا تكون مستعمرات ، وهى فى نفس الوقت تشبه الحيوانات المنوية النموذجية التى توجد فى البعديات . وقد يظهر فى مثل هذه المستعمرات أيضاً تمايز إلى أجزاء أمامية وأجزاء خلفية . وتوجد هذه المستعمرات الكبيرة المتخصصة بين السوطيات النباتية بصفة أساسية ، على أنه توجد بين السوطيات الحيوانية أيضاً مستعمرات لها صفات مشابهة . وليس من بين هذه الأسباب ما هو قاطع ، إلا أنها إذا ضمت معاً صار لها وزن كبير .

ومهما اشتد الجدل وثار الشك حول أصل البعديات الأخرى كافة فإنه يبدو من المؤكد تقريباً أن المساميات (الإسفنجيات) قد نشأت من سوطيات مطوقة . فالفارق بين بنيان مستعمرة السوطيات المطوقة المعروفة باسم « بروتيروسبونجيا » مثلا وبين بنيان أبسط أنواع الإسفنج لا يعدو أن يكون خطوة صغيرة . و « البروتيروسبونجيا » (شكل ٤٥) تتركب من كتلة صغيرة من مادة جيلاتينية مثبت فى سطحها عدد من الخلايا المطوقة (خلايا مطوقة ذات أسواط) ، وتوجد بداخلها خلايا أميبية . وللخلايا المطوقة القدرة على

سحب أطواقها وأسواطها والانتقال إلى داخل الكتلة الجيلاتينية حيث تتحول إلى خلايا أميبية . ولا يلزم — لكى يمكن لهذا البنيان أن يتحول إلى بنيان إسفنج بسيط — سوى أن يظهر به جهاز من القنوات التى تتخلل المادة الجيلاتينية ، ثم تصبح هذه القنوات مبطنة بالخلايا المطوقة ، ويصبح السطح الخارجى مغطى بخلايا طلائية بسيطة . وليس للإسفنج أجهزة عضوية ، فجميع الوظائف تقوم بها الخلايا المكونة لجسمه بطريقة فردية .

شعبة السامیات : نجد فى هذه الشعبة أن النشاط التعاونى فى أدنى حدوده ، وكثيراً ما ثار الجدل حول طبيعة الإسفنج : أهو كائن حقيقى ؟ أم أنه عبارة عن مستعمرة من الكائنات وحيدة الخلية ؟ وهناك من الشواهد على وجود النشاط التعاونى ما يكفى لتحويل آراء علماء الحيوان إلى الرأى القائل بأن الإسفنج كائن حقيقى . فبينما نجد أن بعض أنواع الإسفنج ليس لها شكل معين فإن الكثير من أنواعه له أشكال على درجة كبيرة من التعقيد . ومعظم أنواع الإسفنج ينتج عناصر هيكلية فى صورة شويكات قد تكون بالغة التعقيد . كما أنها تكون ثابتة الشكل فى النوع الواحد إلى الحد الذى يجعل منها واحدة من أفضل الصفات التى يعتمد عليها فى تصنيف هذه الحيوانات . وبالإضافة إلى هذا ، فبالرغم من أنه ليس هناك ما يدل بوضوح على تآزر ضربات الأسواط فى القنوات الموجودة بجسم الإسفنج ، إلا أن تيار الماء يسرى فى اتجاه واحد ، ولا بد إذن من وجود قدر محدود من السيطرة على ضربات الأسواط .

وللإسفنجيات القدرة على أن تتكاثر تكاثراً لاجنسياً . وذلك بتكوين مجموعات من الخلايا تعرف بالبريعمات أو المدريرات ، بيد أنها تتكاثر أيضاً تكاثراً جنسياً بواسطة بويضات نموذجية وحيوانات منوية . وتنمو اللقيحة (الزيجوت) مكونة يرقانة ذات أسواط تسبح سباحة حرة . وبعد أن تسبح هذه اليرقانة لفترة قصيرة تستقر وتتحول إلى حيوان إسفنجى . ونظراً لأن هذه اليرقانة لها أسواط نموذجية غير مطوقة فإن بعض العلماء يعتقدون أن الإسفنجيات قد نشأت من سوطيات نموذجية ، وأن الأطواق التى تميز خلاياها

قد ظهرت فيما بعد كصفة ثانوية . وليس هذا بالشيء المستبعد إذا نظرنا إلى الأمر على ضوء نظرية الاستعادة ، وذلك لأن السوطيات المطوقة نفسها لا بد أن تكون قد نشأت من سوطيات نموذجية .

وقد اتخذ التطور فى داخل المساميات نفسها صورة تحسين الجهاز القنوى وتعقيده، وكذلك الشويكات أو الألياف المدعمة . ولما كانت علاقات القرابة فى داخل الشعبة غير واضحة على الإطلاق فقد يكون من الأفضل أن ننتقل مباشرة إلى مشكلة صلة المساميات بغيرها من الحيوانات . والمساميات مجموعة نهائية ، كما أن اختلافها عن البعديات الأخرى عظيم ، وذلك لكونها عاطلة من الأنسجة الموحدة ، وفى الاستقلال الفسيولوجى لكل خلية من الخلايا المكونة لها ، وكذلك فى تكوينها الجنينى وبنيانها التشريحى . وقد أدى هذا إلى اعتقاد سائد بأن نشأة المساميات من الأوليات لا بد أنها كانت مستقلة عن نشأة ما عداها من البعديات الأخرى . ولذلك ضمت المساميات فى قسم مستقل من عويلم البعديات هو فرع نظائر البعديات (البارازوا) لتميزها عن قسم البعديات الأصيلة .

نظرية الجاستريا : سيطرت نظرية الجاستريا التى وضعها هيكل على معظم التأملات فى أصل البعديات . وقد بنيت هذه النظرية على التطبيق الحرفى لقانون أصل الأحياء . وفى الصورة الأصلية لهـــذه النظرية اعتبر هيكل أن البيضة شيء مقابل لسلف شبيه بالأميبا ، بل لعلها تقابل الأميبا نفسها . وقد ذهب فى تدعيم رأيه هذا إلى الإشارة إلى البويضات الأميبية للإسفنج والجوفمعويات . أما أنواع البويضات الأخرى فقد افترض هيكل أنها تمثل صوراً من التخصص الثانوى . وتتعرض البيضة بطبيعـــة الحال لانقسامات التفلج التى ينتج عنها فى بادىء الأمر توتة صماء ثم بعد ذلك كرة جوفاء من الخلايا تعرف « بالبلاستولة » . وقد فسرت التوتة على أنها مقابلة لمستعمرة أميبية افتراضية بسيطة سميت باسم « سينواميبا » ، فى حين افترض أن البلاستولة تقابل سلفاً افتراضياً سمى باسم « البلاستيا » وزعم أنه يمكن

مقارنته بالفولفوكس إلا أنه أميبى أكثر منه سوطى . ويفترض المحدثون من مؤيدى هذه النظرية أن ذلك السلف كان سوطياً أكثر منه أميبى وذلك للأسباب التى ذكرناها سلفاً . ولما كانت « البلاستيا » تتركب من طبقة واحدة من الخلايا فإن الوظائف الخلوية — فى رأى دعاة هذه النظرية — كانت تشترك فى أدائها جميع الخلايا ، على أنه ما لبث أن ظهر تقسيم للعمل وبدأت الخلايا الخلفية تتكفل بوظائف الهضم . وبعد ذلك انغمدت هذه الخلايا إلى الداخل مما نتج عنه أن أصبح الكائن عبارة عن « جاسترولة » أو بطينة ذات طبقتين إحداهما خارجية مكونة من خلايا سوطية (إكتودرم) ، والأخرى داخلية مكونة من خلايا هضمية (إندودرم) ؛ وقد أطلق هيكل على هذا الكائن الافتراضى اسم « الجاستريا » . وكان يعتقد أنه السلف الأصلى لكل البعديات الحقيقية . وقد كان هيكل ينظر إلى بعض الجوفمعويات على أنها جاستريات حية . وفى رأيه أن « الجاستريا » نشأت لها بعد ذلك طبقة ثالثة هى الطبقة المتوسطة بين الطبقتين السالفتين (الإكتودرم والإندودرم) ، واعتبر أن كل التراكيب الموجودة فى الشعب الأرقى قد اشتقت من هذه الطبقات الثلاث . وقد أدى ظهور عادة الاغتذاء على القاع إلى استطالة الجسم وتكوين ديدان بدائية شبيهـــة « بالتربللاريا » التى تعيش فى عالمنا اليوم . ومن هذه الديدان نشأت الشعب الأرقى .

ونظرية « الجاستريا » تبسيط جميل واستخلاص لقدر عظيم من المعلومات المستقاة من علوم الأجنة والمورفولوجيا والتقسيم ؛ كما أنه لا يكاد يوجد لهذه النظرية منافس خطير ؛ ونتيجة لذلك فقد كانت — حتى عهد قريب — تعرض فى كل كتاب من الكتب الدراسية فى علم الحيوان . بيد أنه مما يؤسف له كما أشارت هايمان[1] « أن هذه النظرية قد تكون واحـــدة من تلك التبسيطات التى هى أجمل من أن تكون حقيقة واقعة » . وكما أوضحنا فى

---

(١) بتصريح من هايمان ل . ه . من كتاب « اللافقاريات » الجزء الأول .
"The Invertebrates" Vol. 1, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1940.

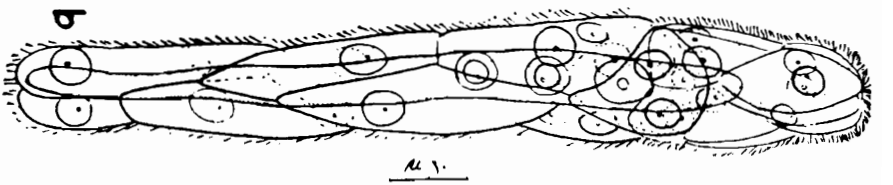
الفصل الثالث ليس علم الأجنة بأساس مضمون لتحديد الأصول أو الأرومات وبخاصة إذا كانت الموازنة تعقد بين أجنة أنواع متقدمة أو راقية وبين البالغ من أسلافها المنقرضة كما فعل هيكل فى هذه الحالة . وأقصى ما يجب أن يسمح به فى هذا المجال هو استخدام شواهد علم الأجنة كواحدة فقط من بين عدد من الشواهد المؤيدة . على أن هناك صعوبة أخرى ألا وهى أن شواهد علم الأجنة نفسها لا تؤيد نظرية « الجاستريا » تأييداً مطلقاً ، ففى الجوفمعويات — وهى أقرب المجموعات إلى الجاستريا الافتراضية — لا تتم عملية التبطين بالتغمد البسيط للخلايا الخلفية ، وإنما تتم بهجرة خلايا عديدة من كافة أجزاء البلاستولة إلى داخلها . ولا يؤدى هذا إلى تكوين بطينة أو جاسترولة نموذجية مباشرة ، وإنما هى تتركب على وجه أصح من كرة من الخلايا الإكتودرمية ممتلئة بلب مصمت من الخلايا الإندودرمية . ويعرف هذا الطراز من اليرقانات « بالبلانيولة » . ولا يظهر تجويف فى داخل هذا اللب الإندودرمى وينفتح فم (ثقب البلاستولة) وتتكون الجاسترولة النموذجية إلا فيما بعد . وبالرغم من أننا نجد ذلك النوع من التبطين الذى تعرض له هيكل فى بعض الحيوانات مثل نجم البحر مثلا ، فإنه ليس واسع الانتشار فى عالم الحيوان ، ويبدو أنه عبارة عن تحور ثانوى وليس صفة بدائية .

ومن المعقول إذن أن السلف الذى نشأت منه البعديات كان من السوطيات التى تكون مستعمرات ، وأنه كان شبيهاً بالبلاستولة ، وأن خلاياه تمايزت إلى خلايا بدنية وأخرى تناسلية ، كما هى الحال فى الفولفوكس الذى يعيش فى يومنا هذا ، ثم اطرد التمايز إلى خلايا هضمية وأخرى حركية وتحركت الخلايا الهضمية منتقلة إلى داخل ذلك الكائن مكونة إما « جاسترولة » أو « بلانيولة » وبالرغم من هذا فمن المحتمل أننا لن نتمكن على الإطلاق من الحصول على أدلة قاطعة يمكن التوصل بها إلى حل حاسم لهذه المسألة . على أنه يكاد يكون من المقطوع به أن هذا الحيوان البعدى البدائى لم يكن مطابقاً لأى من طرز الحيوان التى توجد اليوم على قيد الحياة .

وأكثر شعب البعديات بدائية هى الشعب الثلاث : الحيوانات المتوسطة أو الميزوزوا والجوفمعويات (أو اللاسعات) والمشطيات . وحيوانات هذه الشعب الثلاث بشكل عام ذات تماثل شعاعى (أى إن لها محوراً متميزاً واحداً) ، أو هى أحياناً ذات تماثل شعاعى ثنائى (أى إن هناك محورين متميزين) . والمستوى العام للتعضى فى هذه الحيوانات أرقى منه فى المساميات ؛ إذ أنه على الرغم من عدم وجود أجهزة عضوية يوجد نوعان واضحان من الأنسجة هما الإكتودرم والإندودرم (أى البشرة والطبقة المعوية) . وفى معظم الجوفمعويات وكذلك فى المشطيات توجد بين هاتين الطبقتين كتلة شبه هلامية تعرف « بالميزوجليا » ، وتحتوى أيضاً على بعض الخلايا . وإذن فليس ما يقال عادة من أن لحيوانات هاتين الشعبتين طبقتين فقط بصحيح على وجه الدقة .

شعبة الحيوانات المتوسطة أو الميزوزوا : ما زالت نشأة الميزوزوا أو أرومتها من المسائل التى هى موضع جدل كثير . فمن الناحية البنيانية تعد هذه الحيوانات أبسط البعديات ، إذ أنها تتركب من طبقة خارجية مهدبة بشكل عام ، وتحيط هذه الطبقة بلب من الخلايا التناسلية فى الداخل (شكل ٤٦) . وهى بذلك تشبه « البلانيولة » ، إلا أن الخلايا الداخلية ليست خلايا هضمية . وقد أطلق فان بندن على هذه المجموعة اسمها فى عام ١٨٧٧ . وكان يرمى من وراء إطلاق هذا الاسم عليها إلى توضيح رأيه الذى كونه عنها ، ألا وهو أنها بدائية للغاية وأنها تحتل موضعاً متوسطاً بين الأوليات وبين البعديات الأخرى . ونحن نجد من ناحية أخرى أن كل « الميزوزوا » طفيلية وأن دورات حياتها شبيهة بدورات حياة التريماتودا ثنائية الموطن . وينظر الكثير من علماء الحيوان إلى هذه المجموعة على أنها فرع منحط من الديدان المفلطحة . فلو أمكننا أن نثبت بشكل قاطع أن خصائص الميزوزوا هى صفات بدائية وليست صفات منحطة لصارت لهذه المجموعة أهمية فيلوجينية أى محتدية عظمى ؛ إذ يكون من الصواب عندئذ القول بأن هذه المجموعة لم يطرأ عليها سوى تغير

طفيف وأنها ما زالت شبيهة بسلف البعديات النائى الذى كان يعيش فى العصر قبل الكامبرى . ولو أمكن إثبات بدائية صفات الميزوزوا لثبت أيضاً أن البعديات قد نشأت من نمط من الأسلاف شبيه « بالبلانيولة » وليس شبيهاً



(شكل ٤٦) كونوسيما ديكا حيوان متوسط نموذجى . (عن ماكونوهى ١٩٥٧) .

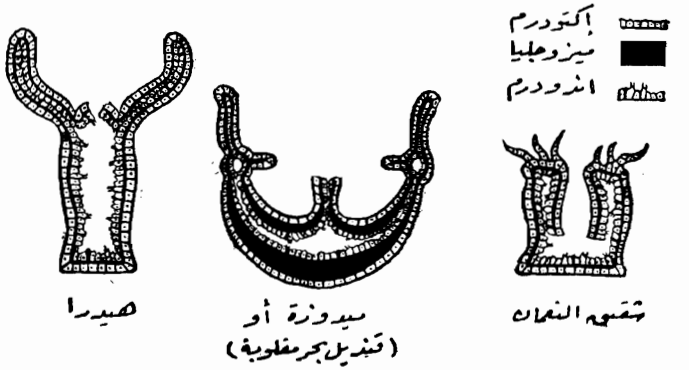
« بالجاستريا » ولألحق هذا ضرراً بالغاً بنظرية الجاستريا . غير أن ما بين أيدينا من أدلة لا يصلح كأساس نبنى عليه قراراً نهائياً فيما يتعلق بالوضع التصنيفى للميزوزوا . وقد قال بروكس : « إن الحكم أو الرأى المعلق هو أعظم الانتصارات التى أحرزها النظام الثقافى » . ويبدو أن هذا هو أحد المواقف المناسبة لذلك الانتصار . أما هايمان فتعتبر هذه الحيوانات فرعاً من البعديات تطلق عليه اسم فرع « الميزوزوا » .

شعبة الجوفمعويات : لقد اعتبرت الجوفمعويات دائماً على أنها أكثر البعديات الحقيقية بدائية ، وقد اعتبرها هيكل المصدر الذى نشأت منه الديدان المفلطحة ، وبالتالى كل الشعب الأكثر رقياً . ويرجع السبب الرئيسى لوجهة نظره إلى التشابه الواضح بين البوليب الهدرى وبين الجاسترولة أو البطينة . ذلك أن الحيوان الهدرى يتكون من طبقتين بسيطتين من الخلايا وليست له أجهزة عضوية ، كما لا يوجد له سوى أثر ضئيل من الميزوجليا العاطلة من الخلايا . والبنيان التشريحى للبوليب يمكن أن يشتق من بنيان البطنية بعملية بسيطة ، ألا وهى استطالة الجسم وبروز دائرة من اللوامس حول الفم . ويدخل الغذاء وكذلك تطرد النفايات المتخلفة عن طريق الفم الذى هو ببساطة عبارة عن ثقب البلاستولة . وما زال الغذاء يهضم فى هذه

الحيوانات بالطريقة التى يتم بها الهضم فى الأوليات ، بمعنى أن الخلايا التى تكون الطبقة المعدية تبتلع دقائق الغذاء وتحدث الهضم فى داخل تلك الخلايا . على أن الخمائر أو الإنزيمات تفرز أيضاً فى التجويف المعدى الوعائى . ويتم جانب كبير من عملية الهضم فى ذلك التجويف . وقد تتكون ذيول عضلية على اتصال بخلايا البشرة أو بخلايا الطبقة المعدية . كما تتكون شبكة عصبية من عناصر مستمدة من البشرة . وهكذا نرى أن هناك درجة عالية من تمايز الأنسجة ولكن ليست هناك أجهزة عضوية . وتشمل التخصصات البارزة فى الجوفمعويات ظهور أكياس الخيوط وهى عضيات تستخدم فى الحصول على الغذاء وفى أغراض الدفاع . كما تشمل ظاهرة تبادل جيل ميدوزى يسبح سباحة حرة ويتكاثر تكاثراً جنسياً مع جيل بوليبى مثبت يتكاثر تكاثراً لاجنسياً . وهذه الظاهرة لا علاقة لها بتبادل الأجيال فى النبات . إذ أن كلا الجيلين هنا يحتوى على العدد الكامل من الكروموسومات . وعلى الرغم من أن البوليب والميدوزة يختلفان كثيراً فى المظهر الخارجى إلا أنهما متشابهان جداً فى التركيب . إذ أنه يمكننا أن نعتبر أن الميدوزة مشتقة من البوليب ، وذلك بأن نتصور أن هـــذا الأخير انقلب وضعه وزادت كمية الميزوجليا فيه إلى حد بعيد مع زيادة محتوياتها الخلوية . ثم انسحبت دائرة اللوامس بعيداً عن الفم كما هو مبين فى شكل ٤٧ .

ولقد افترض هيكل أن السلف الجوفمعوى كان بوليباً . وذلك بسبب السهولة التى يمكن أن يشتق بها البوليب من الجاسترياً (من الناحية النظرية) . على أن دراسة ما يبدو أنه أكثر رتب الهدريات بدائية وهى « التراكيلينا » قد أدت إلى استنتاج أن الطور الميدوزى هو الأولى وأن البوليب هو المشتق . فبعد أن نشأت الجوفمعويات أخذت تتشعب على خطوط ثلاثة رئيسية يشمل كل منها طائفة واحدة من طوائف الشعبة . ففى أكثر تلك الطوائف بدائية — وهى طائفة الحيوانات الهدرية أو الهيدروزوا — نجد أن كلا الجيلين (الميدوزى والبوليبى) نام بوضوح فى أغلب الأحيان . وتضم هذه الطائفة

هدريات مثل حيوان الهيدرا المعروف فى المختبرات الدراسية ، كما تضم أيضاً الأنواع البحرية التى تكون مستعمرات والتى هى أكثر تمثيلا للطائفة ومن أمثلتها الأوبيليا . ومن حيوانات هذه الطائفة أيضاً ما يكون فيه الجيل البوليبى مختزلا كما فى رتبة « تراكيلينا » . وفى رتبة « الفنجانيات » أو « سكايفوزوا » التى تشمل أنواع السمك الهلامى[1] — أى قناديل البحر وأقاربها — تكون الميدوزة هى الجيل البارز بوضوح، بينما نجد أن البوليب مختزل ولا وجود له



(شكل ٤٧) موازنة بين قنديل بحر مقلوب وبين هيدرا وواحد من شقائق النعمان يبين التشابه البنيانى بينها . (عن هانتر وهانتر ١٩٤٩) .

على الإطلاق . والطائفة الأخيرة وهى « الشعاعيات » أو « أنثوزوا » ليس لحيواناتها سوى طور بوليبى . أما الميدوزة فقد اختفت تماماً . وتضم هـــذه الطائفة شقائق النعمان البحرية وأنواع المرجان وأقاربها . ويفرز الكثير من هذه الحيوانات ، ومنها المرجان ، هيكلا خارجياً من كربونات الكلسيوم يرجع إليه الفضل فيما تخلف عن هذه الحيوانات من سجل حفرى رائع يرجع تاريخه إلى العصر الأوردوفيسى . والطوائف الثلاث جميعها قديمة ومن المحتمل أنها نشأت فيما قبل العصر الكامبرى من طراز بدائى من الحيوانات الهدرية لا يختلف كثيراً عن التراكيلينا ، ثم أخذت تتباين ويختلف بعضها عن بعض .

(١) يشيع استعمال كلمة « سمك » فى الدول الغربية فى الإشارة إلى كثير من الحيوانات البحرية التى ليست من الأسماك . وهذا الاستعمال لا وجود له فى اللغة العربية .

شعبة المشطيات : المشطيات شعبة صغيرة لا تزيد الأنواع التى تنتمى إليها عن ثمانين نوعاً . وهى جميعها حيوانات بحرية صغيرة ، ومن أسمائها الشائعة « جوز البحر » و « الهلاميات المشطية » . وهى تشترك مع الجوفمعويات فى بعض الخصائص الهامة ، فهى ذات تماثل شعاعى أو تماثل شعاعى مزدوج على نقيض الشعب الأرقى بما فيها الجلد شوكيات حيث نجد أن التماثل الجانبى هو الصفة الأولية، وأن التماثل الشعاعى هو المشتق أو الثانوى . وقد بلغ البنيان فى المشطيات مستوى ظهور الأنسجة ، وتوجد فيها الميزوجليا بوفرة . وهى تفصل بين البشرة وبين الطبقة المعدية . ويوجد التجويف المعدى الوعائى فى كلتا الشعبتين ، وتقوم فروعه بتوزيع الغذاء على جميع أجزاء الجسم . بيد أن المشطيات عاطلة من أكياس الخيوط وليس بها تبادل أجيال . وهى تختلف عن الجوفمعويات أيضاً فى أنها خناث . ويبدو أنه ليس هناك من الشك إلا أقله فى أن المشطيات قد نشأت من الجوفمعويات . ومع ذلك فقد أخفقت كل المحاولات التى بذلت فى سبيل تحديد قرابتها إلى أى من طوائف الجوفمعويات التى تعيش فى العالم اليوم . ويبدو أن هناك احتمالا كبيراً فى أن تكون المشطيات قد اشتقت من نفس الأصل التراكيلينى القديم الذى كان يعيش فى الأزمنة قبل الكامبرية والذى نشأت منه طوائف الجوفمعويات الثلاث وفى نفس الوقت تقريباً .

شعب جانبية التماثل البدائية

لقد أصبحت بعض المشطيات مطولة ومفلطحة. ويرى بعض الباحث أنها ترتبط بصلة القرابة بأسلاف الديدان المفلطحة أى بشعبة المفلطحات ، على أن غالبية علماء الحيوان يعتقدون أن ظهور هذا التشابه مضلل . وقد كان هيكل يعتقد أن حيواناً بدائياً من الهدريات كان هو السلف الذى نشأت منه شعب الحيوانات جانبية التماثل . وكان هيكل يبنى اعتقاده هذا كالعادة على قانون أصل الأحياء أو نظرية الاستعادة . ولكن الأدلة على هذا غير كافية . وهناك

احتمال يبدو فى نفس مستوى الاحتمال السابق على الأقل، وهو أن الديدان المفلطحة نشأت فى بادئ أمرها من نفس الأصل الشبيه بالبلانيولة الذى نشأت منه الجوفعويات ، إلا أنه حدث فى الديدان المفلطحة أن نمت الطبقة المتوسطة من الخلايا (الميزودرم) نمواً عظيماً . ونشأت بها طبقات عضلية منظمة وجهاز تناسلى وآخر إخراجى. ومع ذلك لم يظهر سيلوم أو تجويف جسم فى داخل الطبقة المتوسطة كما هى الحال فى المجموعات الحيوانية الأرقى . وينشأ الجهاز العصبى من الإكتودرم على الرغم من وجوده فى الطبقة المتوسطة ، وهو ليس على هيئة شبكة عصبية منتشرة كما هى الحال فى الجوفعويات ، ولكنه مركز إلى حد ما ، إذ أنه ينتظم فى شكل عقد مخية توجد عند الطرف الرأسى وأحبال طولية . وتوجد أعضاء حس منظمة منها العيون . وما زال الغذاء فى هذه الحيوانات يوزع على مختلف أجزاء الجسم بواسطة فروع للقناة الهضمية التى يطلق عليها هنا اسم الأمعاء بدلا من التجويف المعدى الوعائى . وهكذا نرى أن الديدان المفلطحة متقدمة بوضوح عن مستوى التركيب النسيجى الذى يميز الشعب ذات التماثل الشعاعى ؛ إذ ظهرت بها أجهزة عضوية محددة ، وهذه الأجهزة توجد أساساً فى الطبقة المتوسطة .

ويرى هادزى أن هذه الحيوانات قد نشأت من أصل مختلف اختلافاً جذرياً . فهو يعتقد أن بعض الهدبيات عديدة النوى قد تحولت إلى ديدان مفلطحة لا سيلومية ؛ وذلك عن طريق تكون أغشية خلوية بها . وقد أشار فى التدليل على صحة رأيه هذا إلى أن الحيوانات فى كلتا المجموعتين — أى الهدبيات والديدان المفلطحة — مهدبة ، وهو يرى أن الخنوثة فى الديدان المفلطحة تماثل الاقتران فى الهدبيات ، كما يعتقد أن الأكياس الشعرية الموجودة فى الهدبيات تمثلها الأكياس السهمية، وهى محتويات شبيهة بالعصى توجد فى بعض خلايا البشرة فى الديدان المفلطحة اللاسيلومية . وفى اعتقاد هادزى أن الشعاعيات قد اشتقت من ديدان مفلطحة ، وذلك عن طريق اتباع حياة مستقرة ، وأن بقية الجوفعويات قد اشتقت من الشعاعيات . وفى رأيه أن

البعديات الأرقى قد نشأت أيضاً من الديدان المفلطحة . وقد عمد إلى تجميع هذه البعديات فى أربع شعب فقط ، وهو بهذه الطريقة يوحد بين مجموعات عظيمة التباين .

ويجدر بنا فى هذا المجال أن نتذكر تحذير هايمان[1] الذى قالت فيه : « إن الخطوات الفعلية فى تطور مستويات التركيب المختلفة فى اللافقاريات ليست معروفة ، بل ومن المحتمل أنها لن تعرف على الإطلاق . وكل ما يقال عنها مستخلص من أدلة تشريحية أو من أدلة علم الأجنة . ويجب عدم اعتبارها بحال من الأحوال من الحقائق الثابتة » . وعلى الرغم من أن شعبة المفلطحات — وبخاصة أكثر طوائف هذه الشعبة بدائية ، وهى طائفة التربلاريا — ينظر إليها على أنها المجموعة الأصلية التى نشأت منها الشعب الأكثر رقياً ، فإن هذا الأمر ليس من الأمور الثابتة بحال من الأحوال . وهناك مجموعة صغيرة من الديدان المفلطحة البحرية هى شعبة « النمرتينيا » وتربطها بالمفلطحات قرابة وثيقة وهى على نفس المستوى العام من التعضى . وليست هذه المجموعة معروفة بقدر المجموعة السالفة وذلك لأن معظم حيواناتها بحرية . كما أنها من المجموعات التى تصعب دراستها . على أن « للنمرتينيا » بعض الصفات التى تجعلها جديرة بأن ننظر إليها نظرة خاصة كأسلاف محتملة للحيوانات اللافقارية الأرقى . فلأول مرة نجد أن هناك استا . وبذلك يمكن أن يقال إن الجهاز الهضمى فيها مكتمل التكوين . وهناك أيضاً جهاز دورى دموى بسيط . والدم يحتوى على الهيموجلوبين . ومن الأمور ذات الأهمية الخاصة ، كما يقول كوفويد ، أن الجهاز العصبى فى هذه الحيوانات قائم على عقد عصبية مخية وثمانية أحبال عصبية طولية ، اثنان منها ظهريان واثنان بطنيان واثنان يمتدان على كل جانب من جانبى الجسم . وقد أشار كوفويد إلى أنه من السهل أن يتكون من مثل هذا التركيب الجهاز العصبى الرئيسى للحيوانات اللافقارية ، وذلك

---

(١) بتصريح من ل . هـ . هايمان — نقلا عن كتاب « اللافقاريات » الجزء الأول .
"The Invertebrates" Vol. 1, McGraw-Hill Book Co., Inc., 1940.

بزيادة نمو الحبلين البطنيين واختفاء الأحبال الأخرى ، كما أن ذلك التركيب نفسه يمكن أن يتكون منه الجهاز العصبي للحبليات وذلك بنمو الأحبال الظهرية واختفاء الأحبال الأخرى . على أن حقيقة كون « النمرتينات » تعتمد فى اقتناص غذائها على خرطوم قابل للامتداد — وهو أسلوب لا وجود له فى أى مجموعة من مجموعات الحيوان الأخرى — توحى بأن « النمرتينات » عبارة عن مجموعة نهائية .

وهناك أيضاً احتمال آخر ، وهو أن مجموعة ثالثة أو شعبة غير معروفة لنا من الديدان المفلطحة البدائية جداً نشأت من البلانيولة البدائية ، وذلك بأن ظهرت بها طبقة متوسطة أو ميزودرم ، وأن هذه المجموعة و الشعبة كانت هى السلف الذى نشأ منه كل من الديدان المفلطحة و « النمرتينيا » . وكائناً ما كان الأصل الذى نشأت منه الديدان المفلطحة فقد تشعبت عقب نشأتها فى اتجاهات ثلاثة . وأول هذه الاتجاهات أو الخطوط يتمثل فى طائفة « التربلاريا » . أما المجموعتان أو الطائفتان الأخريان فقد تعرضتا لتحورات عظيمة لمواءمة حياة التطفل وأصبحت لمعظم أنواعهما دورات حياة على درجة بالغة من التعقيد ، وذلك لضمان انتقال هذه الأنواع من عائل إلى آخر ، وهاتان الطائفتان هما : طائفة « الترماتودا » التى احتفظت بكل الأجهزة العضوية التى توجد فى « التربلاريا » وهى بشكل عام تعيش كطفيليات داخلية فى الفقاريات ، وطائفة « السستودا » أو الديدان الشريطية التى تعرضت لحالة قصوى من التطور الاضمحلالى ، وجميعها من الطفيليات المعوية فى الفقاريات .

وهناك عدد من الشعب الصغيرة على نفس المستوى العام من التعضى الذى رأيناه فى المجموعات اللاسيلومية التى ذكرت آنفاً ، إلا أن علاقات قرابتها بالمجموعات الأخرى هى من الأمور غير المحققة . وهى تتميز بوجود سيلوم كاذب : فالسيلوم هو — بنص التعريف — تجويف الجسم الذى يتكون داخل الميزودرم أو الطبقة المتوسطة . أما السيلوم الكاذب فهو عبارة عن بقية

متبقية من فراغ البلاستولة ، وهو قد يكون ممتلئاً امتلاء جزئيا بخلايا كبيرة ذات فجوات . والوضع التصنيفى وعلاقات القرابة الخاصة بهذه الكائنات ذوات السيلوم الكاذب غير محققة . ويبدو أن أفضل الطرق التى يمكن اتباعها هنا هو الاقتصار على مجرد الإشارة إلى وجود تلك الحيوانات ، وإلى أنها أكثر الحيوانات جانبية التماثل بدائية ، دون أن نحاول أن نميط اللثام عن علاقات قرباها بغيرها من المجموعات . وهذه السيلوميات الكاذبة هى « العجليات » أو « الروتيفرا » ، وهى شعبة من حيوانات مجهرية معروفة لدى جميع دارسى مبادىء البيولوجيا ، إذ أنها تظهر فى معظم مزارع الحيوانات الأولية فى المختبرات العلمية . وشعبة « الجاستروتريكا » وهى حيوانات صغيرة الحجم واسعة الانتشار تشبه الديدان ، وشعبة « الكينورينكا » وهى تشمل مجموعة من الحيوانات البحرية الدقيقة التى تشبه الديدان . وشعبة « الخيطيات » وهى مجموعة بالغة الأهمية وتعرف بالديدان الأسطوانية وهى تضم أنواعاً عديدة من الديدان التى تعيش معيشة حرة ، ونحن لا نعرف عن هذه الأنواع سوى النزر اليسير ، كما أنها تشمل بعضاً من أكثر ما هو معروف لدينا من الديدان المتطفلة على النبات والحيوان ، وشعبة « نيماتومورفا » واسمها الشائع « ديدان شعر الخيل » . وهى تشمل ديداناً طويلة رفيعة تعيش متطفلة خلال أطوارها اليرقية . وتكون حرة طليقة فى طورها البالغ . وشعبة « برايا بيولويديا » وتشمل عدداً قليلا من الأنواع ، وهى ديدان بحرية صغيرة ذات تعقيل خارجى . وأحياناً تضم هذه الشعب الست معاً باعتبارها طوائف تنتمى إلى شعبة واحدة هى شعبة « أسكيلمينثيس » . وهناك شعبة « أكانثوسيفالا » أو شوكية الرأس ، وتضم ديداناً صغيرة الحجم تعيش صغارها متطفلة على اللافقاريات ، بينما يتطفل البالغ منها على الفقاريات بما فى ذلك الإنسان . وآخر شعب السيلوميات الكاذبة هى شعبة تختلف اختلافاً تاماً عن الشعب الأخرى الشبيهة بالديدان ، وهذه الشعبة الأخيرة هى شعبة « إنتوبروكتا » ، وهى عبارة عن مجموعة من الحيوانات التى تعيش فى مستعمرات . وكثيراً ما تكون

مستعمراتها كاسية، أى أنها تكسو الشىء الذى تنمو فوقه . وقد كانت هذه المجموعة تعتبر فى الماضى طائفة من طوائف شعبة البريوزوا ، على أنه قد أصبح من الواضح الآن أنها تختلف اختلافاً جوهرياً عن البريوزوا ، فالأمعاء فيها على شكل حرف U ، ويوجد كل من الفم والإست داخل حلقة من اللوامس المهدبة تعرف « باللوفوفور » وهو يحدث تياراً يجلب إلى الحيوان الهائمات التى يغتذى بها ، وهذا يضفى على الحيوان مظهراً يجعله شبيهاً بالهدريات إلى حد ما .

شعب أولية الفم

يمكننا أن ننظم الشعب الرئيسية الباقية فى عالم الحيوان فى مجموعتين أو سلسلتين من سلاسل النسب . ويعتمد هذا التصنيف بصفة أساسية على معايير مستمدة من علم الأنسجة ، وتبلغ إحدى هاتين المجموعتين ذروتها فى الحلقيات والمفصليات والرخويات . أما المجموعة الأخرى فتبلغ ذروتها فى الجلدشوكيات والحبليات . وهناك شعب صغيرة معينة يمكن ربطها بأية واحدة من هاتين المجموعتين . وقد كانت نتائج ربط تلك الشعب باحدى المجموعتين الرئيسيتين مرضية بدرجات متفاوتة . وكان « هيكل » يعتقد أن المجموعة التى تضم الجلدشوكيات والحبليات مشتقة أصلا من « التربلاريا » ، فى حين كان « كوفويد » يعتقد أن كلتا المجموعتين قد انحدرتا من النمرتينيا . وهناك احتمال لا يقل قوة عن الاحتمالين السابقين ؛ وهو أن كلتا المجموعتين قد نبعتا من الديدان المفلطحة اللاسيلومية غير المعروفة التى يحتمل أن المفلطحات والنمرتينات قد نشأت منها .

إن انقسامات التفلج فى المجموعة التى تضم الحلقيات والمفصليات ، والرخويات تكون حلزونية ومحددة فى وقت معاً . ففى التفلج الحلزونى تتخذ مغازل الانقسام اتجاهاً عمودياً على اتجاه مغازل الانقسام السابق له ، بحيث تكون مواضع الخلايا المكونة لكل طبقة متبادلة مع مواضع خلايا الطبقة التالية لها ، كما هى الحال فى لبنات البناء . ولا ينطبق هذا القول على بويضات

المفصليات التى تكون كبيرة وغنية بالمح ، على أن مركز المفصليات فى هذه المجموعة وطيد لا يتزعزع ، وذلك لأن نشأتها من الحلقيات واضحة كل الوضوح (كما سنورد فيما بعد) . والتفلج المحدد يسير تبعاً لنمط ثابت معين ، ويكون جزء الجسم المستمد من كل فلجة من الفلجات محدداً منذ البداية . ويؤدى إتلاف فلجة من الفلجات إلى ظهور يرقانة ناقصة الخلقة . ويمكننا أن نحدد أى الفلجات سوف يكون السطح البطنى للحيوان وأيها سينتج المعى وهكذا . وتتكون الطبقة المتوسطة من خلايا معينة تتكاثر مكونة شريطين بطنيين ينموان من الطرف الخلفى لليرقانة متجهين إلى الأمام . ويظهر السيلوم بانشقاق هذين الشريطين ، ولذلك تعرف هذه الشعب بأنها « انشطارية السيلوم » . ويكون ثقب البلاستولة فم الحيوان البالغ . ولذلك تعرف هـذه المجموعة من الشعب بأولية الفم .

وتؤدى عملية التكوين عادة إلى ظهور يرقانة مطوقة ، على أن هذا لا يحدث دائماً . واليرقانة المطوقة كروية بدرجة ما ، ولها خصلة قمية من الأهداب على سطحها الظهرى ، كما تحمل حزاماً من الأهداب حول خط استوائها ، ويعينها هذا الحزام الهدبى على السباحة الضعيفة . ولليرقانة جهاز هضمى يتركب من فم ومعى أمامى قصير ومعدة متسعة يليها معى خلفى قصير ينتهى بالإست . ومعنى هذا أنه يوجد جهاز هضمى كامل التكوين . وهناك بعض الميزودرم ، كما تتكون بعض الأعضاء الميزودرمية كالكلية مثلا . وهذا النوع من اليرقانات هو من الصفات المميزة للحلقيات والرخويات . أما المفصليات فقد ظهرت لها أطوار يرقانية فريدة فى نوعها .

وهناك صفات أخرى مشتركة أيضاً بين شعب هذه المجموعة ، على أن ما ذكرناه منها يكفى للدلالة على احتمال وجود علاقة قرابة بينها . إلا أن صلات القرابة الفعلية تكون ، إلى حد بعيد ، من الأمور التى يتناولها الحدس والتخمين . وهناك احتمال بأن أصل هذه الشعب يرجع إلى دودة مفلطحة لاسيلومية . والواقع أنه لا يوجد سوى القليل من الأدلة التى يمكننا الاستناد

إليها للاستدلال على مجموعة المفلطحات المعينة التى كانت هى الأصل اللهم إلا ما نعرفه من أن التفلج الحلزونى يوجد أيضاً فى « النمرتينيا » ، وكذلك فى « التربلاريا » عديدة الأفرع . ونظراً لوجود اليرقانة المطوقة بشكل واسع الانتشار فقد افترض بشكل عام أن حيواناً شبيهاً باليرقانة المطوقة كان يعيش يوماً ما ، وأنه كان يمثل سلفاً متوسطاً بين الديدان المفلطحة وبين شعب مجموعة الحلقيات والمفصليات والرخويات التى تعيش فى يومنا هذا . والدليل الوحيد الذى يؤيد هذا الاحتمال هو تفسير مبنى على قانون أصل الأحياء لشواهد من علم الأجنة . وقد سبق لنا أن بينا أن مثل هذه الأدلة لا يعتد بها ، ومع ذلك ، فعلى الرغم من أن هذا الرأى قد يكون صحيحاً، فإنه ليس من المحتمل أننا سنحصل على أدلة مباشرة لإثباته ، إذ أن مثل هذا الكائن الحى الشبيه باليرقانة المطوقة لم يكن من السهل أن يخلف حفريات ، ولا بد لنا أن نبحث عنه فى صخور ما قبل العصر الكامبرى ، إذ أن معظم شعب اللافقاريات ظهرت قبل العصر الكامبرى .

شعبة الرخويات : وكائناً ما كان الأصل الذى نشأت منه الشعب المذكورة فإن شعبة الرخويات قد تأسست ورسخت أقدامها منذ زمن بعيد كمجموعة مختلفة عن الشعب الأخرى . والرخويات شعبة عظيمة، وهى ثانى شعبة من شعب عالم الحيوان من حيث عدد الأنواع ، فهى تضم حوالى ٨٠,٠٠٠ نوع ، وتشمل نماذج عظيمة التباين تقطن كل نمط من أنماط بيئات البحر والماء العذب واليابسة . وكل طوائف الرخويات التى تعيش فى العالم اليوم كانت موجودة فعلا فى العصر الكامبرى ، ونحن نعرف مئات من الأنواع الحفرية المستمدة من ذلك العصر . وقد كانت الطوائف مميزة فى ذلك الوقت كما هى مميزة اليوم ، وبذلك فمن المتعذر على علم الحفريات أن يعيننا فى تحديد ما يمكن أن تكون عليه علاقات القرابة فى داخل الشعبة .

وإلى جانب ما للرخويات من الصفات العامة التى تنطبق على أفراد مجموعة أمامية الفم ، فانها تتميز بصفات بنيانية عديدة . ففيها جميعاً ينقسم الجسم إلى

أربع مناطق ؛ وهى : قدم عضلية ، ورأس ، وسنام حشوى ، وبرنس يفرز عادة صدفة كلسية . والأساس فى الرخويات هو التماثل الجانبى ، غير أن هذا التماثل الجانبى مطموس فى البالغ من حيوانات بعض الطوائف . والسيلوم مختزل جداً . وقد درج العلماء على وصف الرخويات بأنها غير معقلة ؛ غير أنه حدث فى عام ١٩٥٧ أن اكتشف نوع جديد من الرخويات سمى باسم « نيوبيلينا »، وكان ذلك فى المياه العميقة لخليج المكسيك . ولهذا الحيوان عدة أجهزة عضوية مرتبة ترتيباً عقلياً ، كما أنه من الواضح أنه ينتمى إلى طائفة معينة تعرف باسم « مونوپلاكوفورا » كان المعتقد أنها انقرضت منذ العصر الديفونى . ويشير هذا إلى أن الرخويات البدائية يحتمل أنها كانت معقلة . وتعتبر طائفة « مزدوجة العصب » بدائية جداً على أساس من الأدلة التشريحية ، ولكن ليس من المحتم أن نعتبرها الأصل الذى اشتقت منه الطوائف الأكثر تخصصاً . وتشمل طائفة « مزدوجة العصب » الكيتونات أو مهود البحر وهى من الحيوانات الشائعة على الشواطىء الصخرية ؛ بيد أنه ليس من أنواعها ما يعيش فى الماء العذب . ولكيتونات قدم عريضة مستوية ممطولة يقع فوقها السنام الحشوى ، كما يوجد الرأس عند طرفها الأمامى ، ويغطى البرنس السنام الحشوى ، وهو يفرز — فى الحالات النموذجية — مجموعة من ثمان صفائح كلسية تعرف بالصمامات وتحمل عادة أنماطاً مزركشة جميلة .

وطائفة « بطنية القدم » التى تشمل الحلازين والبزاقات والبطلينوس وأقاربها الأقل شيوعاً قد نمى فيها سنام حشوى كبير جداً . وفى معظم البطنقدميات نما هذا السنام الحشوى بشكل غير متماثل على الجانبين مما نتج عنه الشكل الحلزونى أو الملتف الشائع . وقد ارتبطت بهذه الظاهرة أيضاً استدارة السنام الحشوى بمقدار ١٨٠° مما أدى إلى أن التراكيب التى كانت خلفية أصلا أصبحت تحتل موقعاً أمامياً ؛ والعكس صحيح . وطائفة « سكافوپودا » أو سنية الصدفة مجموعة صغيرة من الرخويات ، وهى متخصصة لحياة الحفر إلى درجة بعيدة وتمثلها أنواع قليلة وجميعها حيوانات بحرية . أما طائفة

« صفيحية الخياشيم » فهى تشمل ذوات المصراعين ومن أمثلتها الشائعة أنواع المحار وبلح البحر وأقاربها . وهذه الحيوانات مضغوطة من الجانبين ومحاطة بصدفة ذات مصراعين بينهما مفصل يوجد على السطح الظهرى . ويقوم فصا البرنس بافراز مصراعى الصدفة . والخياشيم فى هذه الحيوانات متضخمة جداً لتكون شرائط مهدبة تحدث تياراً يجلب للحيوان ما يغتذى به من هائمات أو من النفايات وبقايا الكائنات الأخرى . والرأس فى هذه الحيوانات مختزل إلى حد بعيد ، والقدم إسفينية الشكل عادة وتختلف عن القدم العريضة المستوية التى توجد فى الرخويات الأكثر بدائية ، على أنه يمكن للحيوان إبرازها إلى الخارج بين مصراعى الصدفة ، وهى تؤدى وظيفة حركية . وتخصص القدم فى بعض الأنواع للقيام بأعمال الحفر .

وتشمل طائفة « رأسية القدم » أنواع الأخطبوط والسبيط أو الحبار والنوتى ذا الحجرات العديدة وأقاربه المنقرضة . وهذه الحيوانات هى أشد الرخويات تعقيداً ، ويمكن مقارنتها من حيث درجة التعقيد بأكثر الحشرات رقياً وكذلك بالفقاريات . والسنام الحشوى هنا متضخم جداً كما هى الحال فى بطنية القدم ، غير أنه يظل متماثل الجانبين . والفم محاط بدائرة من اللوامس تستخدم فى القبض على الغذاء . والرأس والقدم ملتحمان بعضهما ببعض تمام الالتحام إلى حد يصعب معه على الأخصائيين أن يتفقوا على رأى فيما يتعلق باللوامس وهل هى مستمدة من الرأس أم من القدم . ولهذه الحيوانات عضو يعرف بالقمع ، ويمكن للحيوان أن يدفع بالماء الموجود داخل تجويف البرنس إلى الخارج بقوة خلال فتحة القمع . والسيلوم فى « رأسية القدم » نام إلى درجة أكبر منها فى معظم الرخويات الأخرى . والجهاز العصبى مركز تركيزاً عظيما ، وتوجد عيون بالغة الكفاءة ، وهى فى مظهرها شبيهة جداً بعيون الفقاريات . وللأنواع البدائية من هذه الطائفة صدفة مقسمة إلى حجرات ، ويسكن الحيوان دائماً فى أحدث ما أفرزه من تلك الحجرات . وتقابل كل حجرة من حجرات الصدفة مرحلة من مراحل نمو الحيوان ، وهى تشبه فى

هذا الانسلاخات المتعاقبة فى المفصليات . وقد أصبحت الرأسقدميات ذوات الصدفة ممثلة اليوم بجنس واحد فقط هو جنس « نوتيلس » . والواقع أن هذا الجنس هو البقية الباقية من مجموعة من الحيوانات كانت تسود محيطات العالم فى وقت من الأوقات . وتظهر النوتيات فى السجل الحفرى فى العصر الكامبرى المتأخر ثم ما تلبث أن تحتل مركز السيادة بين الحيوانات البحرية . وقد بلغت ذروة تطورها فى العصر السيلورى ثم بدأ نجمها يأفل بالتدريج بعد ذلك . وقد نشأت منها خلال العصر الديفونى رتيبة أخرى هى « الأمونويديا »، وقد ظلت النوتيات تنافس هذه الرتيبة الجديدة منافسة غير ناجحة لفترة طويلة من تاريخ الأرض . واحتلت الأمونيتات مركز السيادة بين الرخويات خلال الجانب الأكبر من حقبة الحياة المتوسطة . ثم أخذت أعدادها تتناقص حتى لحقها الانقراض التام فى آخر العصر الطباشيرى . وفى نفس الوقت ظلت النوتيات تعيش فى أعداد صغيرة وعرف منها جنس واحد يرجع إلى أول حقبة الحياة الحديثة . وفى أوائل حقبة الحياة الحديثة — عندما تخلصت النوتيات من منافسة الأمونيتات — بدأت تتطور تطوراً سريعاً وتزدهر من جديد ، إذ ظهرت منها سبعة أجناس خلال الحقبة الباليوسينية . على أنه لم يبق على قيد الحياة من هذه الأجناس السبعة حتى يومنا هذا سوى جنس واحد هو جنس « نوتيلس » . هذا بينما أصبحت بعض الحيوانات ذات الصدفة الداخلية المختزلة كأنواع الأخطبوط والحبار هى الأنواع الأساسية من رأسية القدم .

شعبة الحلقيات : والفرع الأساسى الثانى من مجموعة « أولية الفم » هو فرع الحلقيات والمفصليات . وشعبة الحلقيات معروفة على أحسن صورها فى ديدان الأرض ، على أنها تشمل تشكيلة عظيمة من الديدان التى نظمت فى أربع طوائف . والحلقيات كلها معقلة ، أى إن الوحدات الوظيفية والبنيانية للجسم تتكرر فى تتابع على طول الجسم . وقد تكون العقل ظاهرة على السطح الخارجى للجسم . ويوجد سيلوم واضح يفصل القناة الهضمية عن الجدار العضلى للجسم . وهناك جهاز عصبى راق قائم على زوج من العقد المخية وزوج

من الأحبال العصبية البطنية التى تحمل عقداً عصبية فى كل عقلة من عقل الجسم . وإذا وجد طور يرقى فهو دائماً عبارة عن يرقانة مطوقة . ولمعظم الحلقيات جليد رقيق ، والأنواع النموذجية لها أشواك كيتينية مرتبة ترتيباً عقلياً .

وتمثل شعبة الحلقيات أصدق تمثيل فى أكثر طوائفها بدائية ، ألا وهى طائفة « عديدات الأشواك » ، وهى تستمد اسمها مما لها من أشواك متعددة تحملها فصوص شبيهة بالزوائد تعرف « بالقديمات » يوجد منها زوج على كل عقلة من عقل الجسم . وفى الحالات النموذجية يوجد رأس واضح مميز قد تكون له زوائد . والجنسان منفصلان ، والإخصاب خارجى ، وتوجد يرقانة مطوقة فى دورة حياة هذه الديدان . و « عديدات الأشواك » مكيفة لمواءمة مدى واسع من البيئات ، وهى تشمل أنواعاً طافية وأخرى تقطن القاع وثالثة تزحف على السطح ، كما أن منها ما هو حفار أو ما يصنع أنابيب يظل فيها لا يبرحها . وهى جميعاً تبين عن تكيفات مورفولوجية عجيبة . وتفوق « عديدات الأشواك » طوائف الحلقيات الأخرى مجتمعة من حيث عدد الأنواع التى تنتمى إليها ، على أن معلوماتنا عنها أقل من معلوماتنا عن غيرها من الحلقيات ، ويرجع هذا إلى أن الجانب الأعظم من أنواعها بحرى .

أما طائفة « قليلات الأشواك » فمعرفتنا بها أتم ، إلا أنها لا تمثل الشعبة تمثيلا نموذجياً كما تفعل « عديدات الأشواك » . وهى تشمل ديدان الأرض وعديداً من الحلقيات الصغيرة التى تعيش فى المياه العذبة . ويبدو أن هذه الطائفة قد نشأت من « عديدات الأشواك » بعملية من الاختزال والتبسيط . ومنطقة الرأس فى هذه الديدان مختزلة ولا تحمل زوائد فى أية حال من الحالات . والأشواك مختزلة فى الحجم وكذلك فى العدد ، كما أنها ليست محمولة على قديمات . و « قليلات الأشواك » جميعها خناث ، والتكوين فيها مباشر ، إذ ليست لها أطوار يرقية . وتنمو الأجنة داخل شرانق ، ويعتبر هذا نوعاً من التكيف للحياة على اليابسة . وهذه الطائفة أكثر تجانساً من « عديدات الأشواك » وطائفة الحلقيات العتيقة مجموعة صغيرة من الحلقيات البحرية التى بلغت

أقصى درجات البساطة فى التركيب . وهى ديدان مهدبة ، كما هى الحال فى صغار « عديدات الأشواك » ، وتحتفظ أحباها العصبية باتصالها البدائى بطبقة البشرة ، والسيلوم فيها ضعيف التكوين . وقد كان الغرض من إطلاق اسم الحلقيات العتيقة على هذه المجموعة هو الإشارة إلى أنها أكثر طوائف شعبة الحلقيات بدائية ، وأنه من المحتمل أنها هى الأصل أو السلف الذى انحدرت منه الطوائف الأخرى . ولكن أدت القرائن المستمدة من دراسات علم الأجنة وكذلك من الدراسات المورفولوجية إلى استنتاج أن هذه الطائفة ليست فى الواقع بدائية ، وإنما اشتقت من « عديدات الأشواك » عن طريق عملية من التبسيط البالغ .

ويبدو أن طائفة العلقيات قد انحدرت من أسلاف من « عديدات الأشواك » ، إذ أنها تشارك هذه الطائفة الأخيرة فى الكثير من المميزات ، على أن كل أنواع العلق هى طفيليات خارجية مكيفة إلى درجة كبيرة لمواءمة هذا النوع من المعيشة .

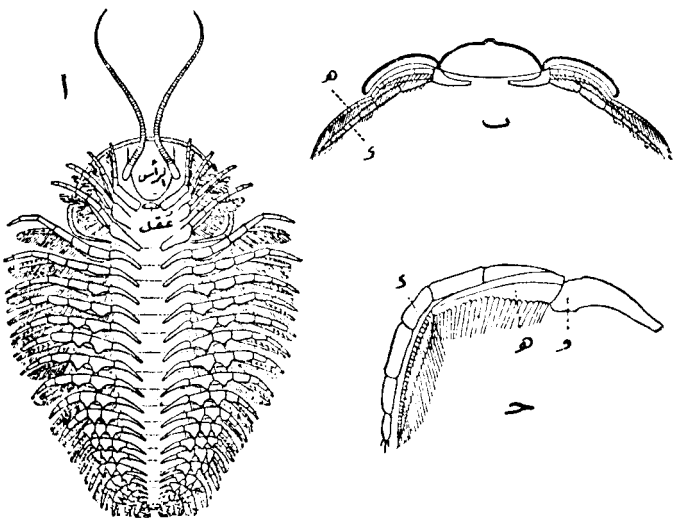
شعبة المفصليات : تبلغ مجموعة « أولية الفم » ذروتها فى شعبة المفصليات العظيمة ، وهى أكثر المجموعات الحيوانية نجاحاً . هذا إذا اعتبرنا أن عدد الأنواع التى تضمها المجموعة هو مقياس نجاحها . فالمفصليات تضم حوالى ثلاثة أرباع عدد الأنواع الحيوانية جميعها . وهى أيضاً أكثر الشعب الحيوانية تنوعاً ؛ فهناك مفصليات مختلفة مكيفة لأنواع البيئات المتباينة من أعماق المحيطات السحيقة (كأنواع السرطان وعناكب البحر) إلى الهواء الجوى (كالحشرات) . وقد يكون السر فى تطور المفصليات هو أنه قد نشأ لها فى زمن مبكر من تاريخ تطورها جليد كيتينى سميك . وقد استلزم هذا وجود المفاصل التى هى عبارة عن مواضع يرق فيها الجليد ، ومن هذه المفاصل اشتقت الشعبة اسمها . وحتى يصبح فى الإمكان تحريك قطع الجليد الصلبة فقد انقسم جدار الجسم العضلى الذى ورثته هذه الحيوانات عن أسلافها من « عديدات الأشواك » إلى عضلات متخصصة أصبحت تتصل ببروزات

داخلية من الجليد . ولما كانت الزوائد ذات مفاصل فقد كانت أطوع فى التكيف من قدمات عديدات الأشواك ، وأصبحت متخصصة لأداء وظائف عديدة ، منها وظائف الحس والاغتذاء والحركة ، ولا شك أن وجود الجليد السميك يقلل من فقدان الماء من الجسم عن طريق البخر . ومن المحتمل أن هذا كان العامل الأساسى فى نجاح المفصليات فى غزو اليابسة ، إذ لا يوجد من شعب اللافقاريات الأخرى ما يضم مثل هذا العدد من الأنواع الأرضية التى تنتمى إلى المفصليات . وواضح أن عملية تركيز الجهاز العصبى وأعضاء الحس فى منطقة الرأس التى كانت قد بدأت فى « عديدات الأشواك » قد بلغت مدى بعيداً فى المفصليات . والسيلوم فى المفصليات مختزل جداً وقد حل محله إلى درجة كبيرة فراغ دموى . وظاهرة التعقيل واضحة على السطح الخارجى ولكنها أقل وضوحاً فى الأعضاء الداخلية .

وكما هو متوقع فى شعبة بمثل ضخامة شعبة المفصليات نجد أنه ليس هناك اتفاق عام بين المختصين على المراقب التصنيفية التى تخلع على الأقسام الرئيسية للشعبة . على أننا سنعالج الأمر هنا على أساس وجود خمس شعيبات رئيسية ، ولن نحاول أن نتعرض لأى من الطوائف التى تشملها تلك الشعيبات وذلك لعظم اتساع مجموعاتها . وهذه الشعيبات هى « الترايلوبيتا » أو ثلاثية الفصوص والقشريات ، وعديدة الأرجل ، والحشرات ، والعنكبيات . ونحن نجد أن هذه المجموعات المحددة المعالم — باستثناء ذوات الفصوص الثلاثة — شائعة بشكل عام ، ولذلك فلسنا بحاجة إلى تعريفها فى هذا المقام .

ولثلاثية الفصوص أهمية خاصة لأنها أقدم المفصليات المعروفة ، ولأن تركيبها كان عاماً جداً ، ومن المعقول أن تكون مجموعات المفصليات الرئيسية الأخرى قد نشأت من هذا التركيب . وقد كانت ذوات الفصوص الثلاثة سائدة منذ العصر الكامبرى حتى أواخر العصر السيلورى ، ثم أخذ نجمها يأفل حتى جاء العصر البرمي الذى لا نعرف منه سوى نوع واحد من أنواع هذه الحيوانات . وقد انتهى الأمر بهذه المجموعة إلى الانقراض التام . وقد

كان جسم الحيوان من ثلاثية الفصوص محاطاً بهيكل كيتينى ، وكان مقسما إلى فصوص طولية ثلاثة ، وذلك بواسطة ميزابين ، وإلى هذه الصفة يرجع اسم المجموعة . وكان الجسم يتركب من رأس وجذع معقل ، وكانت العقل قابلة للحركة بشكل عام ، على أنه كان هناك عدد متفاوت من العقل الخلفية التى ترتبط بعضها ببعض مكونة وحدة ثابتة تعرف « بالدبر » . وكان لهذه الحيوانات زوج واحد من اللوامس . أما بقية الزوائد فقد كانت كلها ثنائية الشعبة بسيطة التركيب غير متمايزة ، ولم يكن منها ما هو متخصص ليكون أجزاء فم ، على أنها جميعاً كانت لها قواعد فكية وهى عبارة عن بروزات قاعدية يمكن استخدامها فى قرض الطعام . وقد كانت الأنواع جميعها بحرية . ويوضح شكل ٤٨ أحد ثلاثية الفصوص النموذجية . ولسنا نعرف شيئاً عن التركيب الداخلى لهذه الحيوانات .



(شكل ٤٨) ترايلوبيتس بيكى ، واحد من ثلاثية الفصوص

أ – منظر بطنى ب – قطاع فى قطعة صدرية حـ – رجل صدرية
د – الشدفة الإنسية (الداخلية) هـ – الشدفة الوحشية (الخارجية)
و – الشدفة الأولية وعليها قاعدة سنية (عن بيتشر من بوراديل وبوتس)

ولم يعثر مطلقاً على بقايا حفرية لكائنات انتقالية أو متوسطة تربط بين ثلاثية الفصوص وبين المجموعات الرئيسية الأخرى من المفصليات ، ومن المحتمل أن هذه المجموعات قد نشأت كل منها مستقلة عن الأخرى ، والواقع أن هذا الاحتمال يمكننا من تجنب عدة تناقضات محيرة . وتشير المورفولوجية المقارنة إلى أن القشريات وعديدة الأرجل والحشرات تكون معاً سلسلة نسب واحدة ، أما العنكبيات فلا بد أنها اتخذت لنفسها سبيلا منفصلا وابتعدت عن المجموعات الثلاث الأخرى منذ زمن بعيد جداً . وفى القشريات شمل التطور تميز الجسم إلى « صدر رأسى » قطعة ملتحمة التحاماً تاماً ، وبطن احتفظ بالتعقيل الأصلى . وقد أصبحت الزوائد عظيمة التباين على أنها احتفظت بالتركيب الثنائى الشعبة (الفصل الثالث) . وتكاد القشريات جميعها تكون مائية . على أن بعض أنواعها يعيش على اليابسة ومن أمثلتها الحيوانات المعروفة باسم بق الزرع[1]. والقشريات ممثلة فى صخور العصر الكامبرى القديم مثلها فى ذلك مثل ذوات الفصوص الثلاثة ، وليس من المستبعد أن تكون قد نشأت فى عصور سبقت العصر الكامبرى .

ويحتمل أن « عديدات الأرجل » ، التى تشمل ذوات الألف رجل وذوات المائة رجل وأقاربها قد نشأت من سلف من القشريات ، وذلك عن طريق اختزال الهيكل الخارجى وفقد الخياشيم . وقد حل محل الخياشيم فيها جهاز من القصبات الهوائية ، وهى عبارة عن أنابيب صغيرة تحمل الهواء إلى أنسجة الجسم وبذلك تهيىء للحيوان القدرة على التنفس المباشر . وعلى الرغم من أن « عديدات الأرجل » ليست ممثلة تمثيلا جيداً فى السجل الحفرى فإنه قد عثر عليها فى صخور تصل فى قدمها إلى العصر الديفونى . ومن المحتمل أن الحشرات ظهرت أيضاً فى العصر الديفونى أو قبل ذلك ، إلا أن حفرياتها الجيدة تظهر فى صخور العصر البنسلفانى وليس قبل ذلك . ويحتمل أن الحشرات انحدرت من أصل من « عديدات الأرجل » أو أنها قد اشتقت

---

(١) وهناك كذلك قمل الخشب – المترجم .

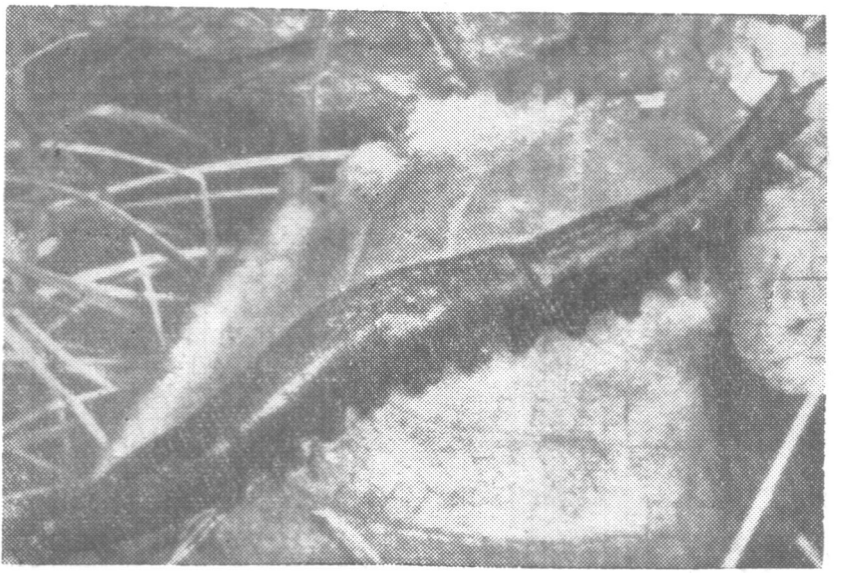
مباشرة من أسلاف من القشريات . وكائناً ما كان الأصل الذى انحدرت منه الحشرات فإن جهاز القصبات الهوائية يوجد بها جميعاً ، وهو لا شك أحد التكيفات الأساسية التى حققت لها النجاح فى غزو اليابسة . وقد أصبح الجسم فى هذه الحيوانات مقسما إلى ثلاث مناطق مميزة بوضوح ، تلك هى الرأس والصدر والبطن . وزوائد عقل الرأس جميعها متخصصة إما للقيام بوظائف حسية أو لأداء وظائف تتعلق بالاغتذاء . ويحمل الصدر ثلاثة أزواج من أرجل المشى ، كما يحمل على سطحه الظهرى زوجين من الأجنحة ، على أن أحد هذين الزوجين أو كليهما قد يكون غائباً . وزوائد البطن جميعها مختفية . ويتضح التباين العظيم الذى نتجت عنه خلال العصور الصـــور المختلفة للحشرات من عدد الأنواع التى تمثلها . إذ يبلغ هذا العدد ٦٦٠ ألف نوع ، أى أكثر من عدد أنواع الحيوان التى تضمها كل المجموعات الحية الأخرى مجتمعة . أضف إلى هذا أن عدد الأفراد فى أنواع كثيرة من الحشرات جسيم حقاً .

وتضم شعبة العنكبيات تشكيلة عظيمة التباين من الكائنات التى تطورت فى اتجاهات تختلف إلى حد بعيد عن المجموعات التى تعرضنا لها آنفاً . وهى تشمل ملك السرطان (المعروف بسرطان حذاء الفرس) ، والعقارب ، والعناكب ، والحيوانات المعروفة برجال الحصاد . والقراد . وخلم وأقربها . ومن الصعب أن نشتق هذه الحيوانات من ذوات الفصوص الثلاثة . على أن هذا مع ذلك أمر ممكن وليس بمستحيل . وهناك اتجاه فى هذه الحيوانات نحو اختفاء التعقيل ، فأجسامها مميزة إلى منطقتين فقط هما « البروسوما » أماماً و « الأوبثسوسوما » خلفاً . وتوجد ستة أزواج من الزوائد منها أربعة أزواج من أرجل المشى . وعلى نقيض كل المفصليات الأخرى — فيما عدا ذوات الفصوص الثلاثة — نجد أنه لا توجد من زوائد العنكبيات ما هو متحور إلى فكوك . وتقوم القواعد الفكية للزوائد الأمامية بوظيفة الفكوك .

وطائفة « بيكنوجونيدا » أو عناكب البحر مجموعة صغيرة وإلمامنا بها

قليل ، وهى تضم عادة إلى العنكبيات وذلك لمجرد أنها شبيهة شبهاً ظاهرياً بالعناكب . بيد أن مورفولوجيتها مختلفة اختلافاً تاماً . وقد قام هيدجبيث بدراسة هذه المجموعة دراسة دقيقة استنتج منها أنها مفصليات لا شك فيها ، غير أنها تختلف اختلافاً بيناً عن المفصليات الأخرى إلى درجة يتعذر معها وضعها مع أي طراز من طرز المفصليات السابقة . ولا شك أيضاً فى ضعف المبررات التى يستند إليها الكثيرون فى اعتبار مجموعة « التاردیجرادا » كطائفة من طوائف العنكبيات . و « التاردیجرادا » مجموعة لا نعرف عنها إلا القليل ، تضم كائنات دقيقة تعيش فى المياه العذبة وتبين عن شىء من القرابة إلى المفصليات . وقد درج الناس على اعتبارها طائفة من طوائف العنكبيات ، غير أن الأخصائيين فى هذا الحقل من حقول المعرفة يرون وجوب اعتبارها شعبة مستقلة ذات علاقة غير مؤكدة بالمفصليات .

المخلبيات – حلقة تطورية فريدة : سبق لنا أن ذكرنا أن نشأة المفصليات من الحلقيات أمر أكثر تأكيداً من نشأة أى شعبة أخرى . ويعتمد يقيننا فى هذا الأمر على المخلبيات ، وهى مجموعة تضم ما يقرب من ثمانين نوعاً تنضوى جميعها تحت جنس واحد هو جنس « بريباتس » (شكل ٤٩) وتبين هذه المجموعة من الحيوانات عن خليط عجيب من صفات الحلقيات وصفات المفصليات . ومن صفات الحلقيات التى تظهر فى المخلبيات يمكننا أن نذكر المظهر العام لهذه الكائنات ، فهى تبدو كعديدات أشواك لها قدمات لا تحمل أشواكاً ، والجليد فيها رقيق كجليد الحلقيات ، كما أن عضلات جدار الجسم تجرى فى طبقة مستمرة . والأعضاء الإخراجية لكل من الحلقيات والمخلبيات عبارة عن أنابيب ميزودرمية مرتبة ترتيباً عقلياً (وهى تعرف بالقنوات السيلومية) ، هذا بينما تكون أعضاء الإخراج فى المفصليات إندودرمية أو إكتودرمية عادة . والقنوات التناسلية فى المخلبيات مهدبة ، وليس للأهداب وجود فى المفصليات على الإطلاق . والعيون فى الحلقيات والمخلبيات بسيطة ، أما عيون المفصليات فمركبة . هذا من جانب ، أما من الجانب الآخر فإننا نجد



(شكل ٤٩) بريباتس (مع الشكر لمؤسسة وارد للعلوم الطبيعية) .

أن المخلبيات والمفصليات — على نقيض الحلقيات — لها فكوك مشتقة من زوائد ، والسيلوم فى كل منهما مختزل جداً ويحل محله إلى درجة كبيرة تجويف دموى ، هذا فى حين أن السيلوم فى الحلقيات نام جداً . والجهاز الدورى للمخلبيات أيضاً أقرب شبهاً بذلك الذى يوجد فى المفصليات منه بالجهاز الدورى للحلقيات . وأخيراً نجد أن الجهاز التنفسى فى المخلبيات يتركب من مجموعة من القصبات الهوائية ، وهى من المميزات التى لا نصادفها إلا فى المفصليات .

وبسبب هذا الخليط الغريب من الصفات كان الوضع التصنيفى للمخلبيات ولا يزال ، مسألة يتناولها الكثير من الجدل . فقد كانت أصلا تعتبر كطائفة من طوائف الحلقيات ، على أنه من المتفق عليه اليوم اعتبارها طائفة من طوائف المفصليات وذلك نظراً لوجود تجويف دموى فى أجسامها ، وبوجه خاص أيضاً لوجود جهاز القصبات الهوائية . على أن المخلبيات تعتبر أحياناً

شعبة مستقلة تحتل مركزاً وسطاً بين الحلقيات وبين المفصليات . وقد كان من رأى « لايت » أنه لما كان من غير الميسور فصل المخلبيات عن أى من الشعبتين الكبيرتين فإنه يجب علينا أن نضم مجموعة الحلقيات والمخلبيات والمفصليات معاً ونعتبرها شعبة واحدة عظيمة نطلق عليها اسم « المتمحورات » أو « أرتكيولاتا » ومثل هذه التأملات غير ممكنة بالنسبة لأية مجموعة أخرى من الشعب الحيوانية. ولا شك أن هذا يثبت صحة ما قيل فى مبدأ هذه المناقشة من أن نشأة المفصليات من الحلقيات أمر ثابت مؤكد ، ويقيننا به أعظم منه بأصل أى من الشعب الأخرى . ومن الحقائق التى يؤسف لها أننا لا نعرف عن المخلبيات سوى النزر اليسير فى السجل الحفرى .

أوليات الفم الأقل شأناً : هناك بضع شعب صغيرة تبين أيضاً عن الصفات العامة التى تميز مجموعة أولية الفم . ومن هذه شعبتان هما : « السيبانكيولويديا » و « الإكيورويديا » وهما تضمان أنواعاً حفارة شبيهة بالديدان تعيش على مسطحات المد والجزر . وهى تعتبر عادة حلقيات قليلة الأهمية ، وذلك أمر يلجأ إليه توخياً للسهولة أكثر منه مراعاة للدقة . ومع ذلك فمن المحتمل أن تكون هذه الحيوانات فعلا أوثق قرابة بالحلقيات منها بأية شعبة أخرى . أما الشعب الثلاث الباقية وهى « البريوزوا » و « الفورونيدا » و « البراكيوبودا » فإن تحديد وضعها بالنسبة للشعب الأخرى أشق وأصعب . فهى تغتذى بواسطة « لوفوفور » مثلها فى ذلك مثل « الإنتوبروكتا » ، على أنها تختلف عن هذه الأخيرة فى أن لها سيلوم . و « البريوزوا » حيوانات صغيرة تكون مستعمرات تشبه فى مظهرها « الإنتوبروكتا » ولكنها فى الواقع تختلف عنها اختلافاً جوهرياً . أما « الفورونيدا » فهى تضم جنسين اثنين فقط ، وحيواناتها عبارة عن كائنات ممطولة تشبه الديدان وتعيش داخل أنابيب على مسطحات المد والجزر . وفى أوقات المد يبرز اللوفوفور فى الماء ليتمكن الحيوان من جمع الهائمات وحطام الكائنات الأخرى والاغتذاء بها . وشعبة « البراكيوبودا » أو أصداف السراج تحمل شبهاً ظاهرياً بالرخويات ، وذلك لأن لها صدفات

ذات مصراعين . على أن هذين المصراعين يقعان فى موضع ظهرى وبطنى وليس على يمين الحيوان ويساره ، كما هى الحال فى صفيحية الخياشيم من الرخويات . أما من حيث تركيبها الداخلى فهى لا توحى بأى شىء شبيه بالرخويات على الإطلاق . ولهذه الحيوانات « لوفوفور » واضح تام . وقد عثر على حفريات لهذه الحيوانات البحرية فى أقدم رواسب العصر الكامبرى ، وقد ترجع الأهمية الأساسية لهذه المجموعة إلى أن جنساً واحداً من أجناسها هو جنس « لنجيولا » ما زال يعيش منذ العصر الأوردوفيسى حتى يومنا هذا ، وهى فترة من الزمن تبلغ ٤٠٠ مليون سنة . ولعل هذا الجنس هو أقدم أجناس الحيوان التى تعيش اليوم . وقد كانت هذه الشعب الثلاث فيما مضى مجمعة فى شعبة واحدة هى شعبة أشباه الرخويات . بيد أنه ليس بينها من الصفات المشتركة إلا القليل بجانب وجود « اللوفوفور » فيها جميعاً ، كما أنه ليست هناك دلالة واضحة على أن لها علاقة وثيقة بالرخويات . ولذلك يبدو من الأفضل أن تعالج بصفتها شعباً مستقلة من أماميات الفم ذات علاقات غير واضحة أو مؤكدة بالشعب الكبيرة الأخرى .

شعب ثانوية الفم

تكون « ثانوية الفم » الفرع الرئيسى الآخر لمجموعة الحيوانات السيلومية ، وهى تشمل خمس شعب فقط هى : « شوكية الفكوك » أو « الكيتوجناثا » ، و « البوجونوفورا » وشوكية الجلد ، ونصف الحبليات . والحبليات . وتختلف هذه المجموعة اختلافاً بيناً عن أولية الفم فى الصفات الجنينية التى تتميز بها هذه الأخيرة . فانقسامات التفلج ليست حلزونية ولا محددة ، والطبقة المتوسطة لا تنشأ من كتلة مصمتة من الخلايا وإنما تنشأ كجيوب تنمو من الإندودرم المبطن للمعى . وهذه الجيوب تكون فى نفس الوقت السيلوم الذى يوصف بأنه سيلوم معوى (وهذا يعنى ببساطة أن السيلوم ناشىء من تجويف المعى) . وفى هذه المجموعة من الشعب الحيوانية يصبح ثقب البلاستولة الأصلى هو الإست ، وينشأ فم جديد . ولهذا السبب سميت بثانوية الفم .

ولا تؤدى عملية التكوين فى هذه الشعب إلى طراز يرقانى متجانس فيها جميعاً . « فشوكية الفكوك » مثلا لها طراز يرقانى فريد . أما « شوكية الجلد » فلها عدة طرز من اليرقانات ، على أنها جميعاً تمر أولا خلال مرحلة تعرف « بالديبلوريولة » ، وينسب إلى هذه المرحلة مغزى نظرى خاص . وتتكون بعد ذلك جاسترولة أو بطنية نموذجية ، ثم يلتحم الإكتودرم والإندودرم عند أحد طرفى هذه الجاسترولة على أنهما لا يلبثان أن ينفرجا عن ثقب يكون الفم . أما ثقب البلاستولة فيكون الإست . وتتبرعم من القناة الهضمية حوصلة أمامية ، وتنقسم هذه الحوصلة أولا إلى حجرتين جانبيتين ، ثم ينتهى بها الأمر إلى تكوين ثلاث عقل على كل جانب . وهذه العقل هى الجيوب السيلومية . أما الأهداب التى كانت تغطى سطح البلاستولة والجاسترولة بانتظام فهى تتركز فى مجموعة من الأشرطة التى تنتظم حول السطح البطنى المقعر للحيوان . وهذه هى يرقانة « الديبلوريولة » . وقد أدى شيوع هذه اليرقانة فى كل شوكية الجلد إلى اعتقاد عام فى أن شوكية الجلد لا بد أن تكون قد انحدرت من سلف شبيه « بالديبلوريولة » كان ذا تماثل جانبى ويسبح سباحة حرة .

أما نصف الحبليات فلها طراز يرقانى يعرف « بالتورنارية » وهى تشبه « الديبلوريولة » إلى حد بعيد ، بل إنها أيضاً أقرب شبهاً بيرقانة « البايبنارية » الخاصة بنجوم البحر . وعندما اكتشفت « التورنارية » أول ما اكتشفت وصفت على أنها طور يرقانى لنجم البحر . ولم يكتشف هذا الخطأ إلا بعد سنين عديدة . وهذا التشابه الواضح فى اليرقانات هو إحدى الحجج الأساسية التى يستند إليها فى إثبات علاقة القرابة التى تربط بين نصف الحبليات وبين شوكية الجلد . وليس وجود اليرقانات شائعاً بين الحبليات ، إلا أن للغلاليات أو « التيونيكاتا » وكذلك للبرمائيات يرقانات أبى ذنيبة ، فى حين نجد أن لمستديرات الفم يرقانة فريدة فى نوعها هى يرقانة « الأموسيت » .

شعبة شوكية الفكوك : « شوكية الفكوك » مجموعة صغيرة متجانسة من الديدان البحرية تعرف بالديدان السهمية ، وهى لا تكاد تبين عما يدل على

وجود قرابة بينها وبين أى من المجموعات الحيوانية الأخرى . وقد وضعت فى هذا الموضع نظراً لأنها تتفق مع شعب ثانوية الفم فى صفاتها العامة ، ومع ذلك فهى لا تبين عن أى قرابة خاصة لأى من شعب ثانوية الفم الأخرى . ويبدو من المحتمل أن هذه الشعبة قد تفرعت مبتعدة عن السلسلة التطورية لثانوية الفم بعد أن تكونت تلك السلسلة بوقت قصير . وتبين «شوكية الفكوك» عن شبه ظاهرى بحيوان السهيم ، على أن هذا الشبه مضلل دون منازع . وهذه الشعبة غير ممثلة فى السجل الحفرى فيما خلا بعض العينات المشكوك فى أمرها .

شعبة البوجونوفورا : « البوجونوفورا » شعبة من الديدان التى تعيش فى البحار العميقة ، ولم يتم اكتشافها إلا حديثاً ، ولذلك فإن معرفتنا بها ما زالت ضئيلة . ويتكون الجسم من «البروتوسوما» أو مقدم الجسم و « الميزوسوما » أو وسط الجسم وهما صغيران ، ثم « الميتاسوما » أو مؤخر الجسم وهو ممطول جداً . وقد يحمل الجسم لامسة واحدة أو أكثر ، وله سيلوم غير مزدوج يعمل على تصريف السوائل منه زوج من القنوات النفريدية . أما فى قطع الجسم الأخرى فالسيلوم مزدوج . وتوجد فى مقدم الجسم كتلة عصبية وحلقة عصبية ينشأ منها حبل عصبى مزدوج . ويتركب الجهاز الدورى من وعائين يمتدان بطول الجسم . أما عضلات الجسم فتتركب من ألياف طولية تقع تحت الجلد . ولا وجود للجهاز الهضمى على الإطلاق كما لا توجد لهذه الحيوانات يرقانات معروفة . ويبدو أن القليل الذى نعرفه عن صفات هذه الحيوانات يدعونا إلى ربطها بثانوية الفم .

شعبة شوكية الجلد : أكثر « شوكية الجلد » شيوعاً هى نجوم البحر التى تشتهر بها هذه الشعبة . ويمكننا القول أن نجوم البحر هى نماذج تمثل « شوكية الجلد » تمثيلا صادقاً . وقد نشأ فى شوكية الجلد جميعها تماثل شعاعى ثانوى يظهر فى الحيوان البالغ بعد أن يكون قد بدأ حياته فى شكل يرقانة سابحة ذات تماثل جانبى . والتماثل الشعاعى الموجود فى الحيوان البالغ يقوم عادة على نظام

خماسى القطع ، أو على نظام مشتق من هذا النظام الخماسى . ومن المحتمل أن نشوء التماثل الشعاعى كانت له علاقة بتغير طرأ على أسلوب حياة شوكية الجلد البدائية التى تحولت عن الحياة الهائمة إلى الحياة المستقرة وأصبحت مثبتة ؛ ذلك لأن التماثل الشعاعى من خصائص الكائنات المستقرة المثبتة . والسجل الحفرى لشوكيات الجلد من أفضل السجلات الحفرية المعروفة ، وهو ضارب فى التاريخ إلى الأزمنة الكامبرية المبكرة . وفى مقدورنا أن نبنى صوراً ممتازة لتاريخ الأنواع وتسلسلها فى كل من الطوائف الخمس من شوكية الجلد التى تعيش فى يومنا هذا ، وكذلك لأنواع الطائفتين المنقرضتين . بيد أن السجل الحفرى لا يلقى ضوءاً على أصل الشعبة ، ولا على ما قد يكون بينها وبين الشعب الأخرى من صلات القرابة . وتعتمد هذه المشكلات فى الوقت الحالى اعتماداً تاماً على الأدلة المستمدة من علم الأجنة مع ما لمثل هذه الأدلة من حدود.

شعبة نصف الحبليات وأصل الحبليات : نصف الحبليات شعبة صغيرة من الحيوانات البحرية دودية الشكل التى درست دراسة مستفيضة لما هو مفروض من وجود صلة قرابة تربط بينها وبين الحبليات . وقد اعتبر هيكل — فى دراسته لتاريخ تطور الفقاريات ونشأتها — أن نصف الحبليات تمثل المرحلة التى جاءت فى أعقاب الديدان المفلطحة البدائية مباشرة . وفى الأصل كانت نصف الحبليات تصنف كشعيبة من شعيبات الحبليات إذ أنها تبين عن الصفات الأساسية الثلاث المميزة للحبليات ألا وهى وجود أنبوبة عصبية ظهرية ، وبلعوم متحور لأداء وظيفة تنفسية ، وحبل ظهرى . والأنبوبة العصبية الظهرية يقتصر وجودها على منطقة الطوق ، أما الجهاز العصبى الأساسى فهو عبارة عن حبل عصبى بطنى يشبه ذلك الذى يوجد فى كثير من اللافقاريات . والبلعوم مثقب ؛ إذ توجد به فتحات خيشومية عديدة ، ومع ذلك فيبدو أن هذه الفتحات الخيشومية تعمل بصفة أولية كمخارج للتيار الغذائى أكثر منها كأعضاء تنفس ، على أنه من المحتمل أن بعض التنفس يتم فى الخياشيم . ومن المحتمل أيضاً أن الاغتذاء كان هو الوظيفة الأولية للخياشيم

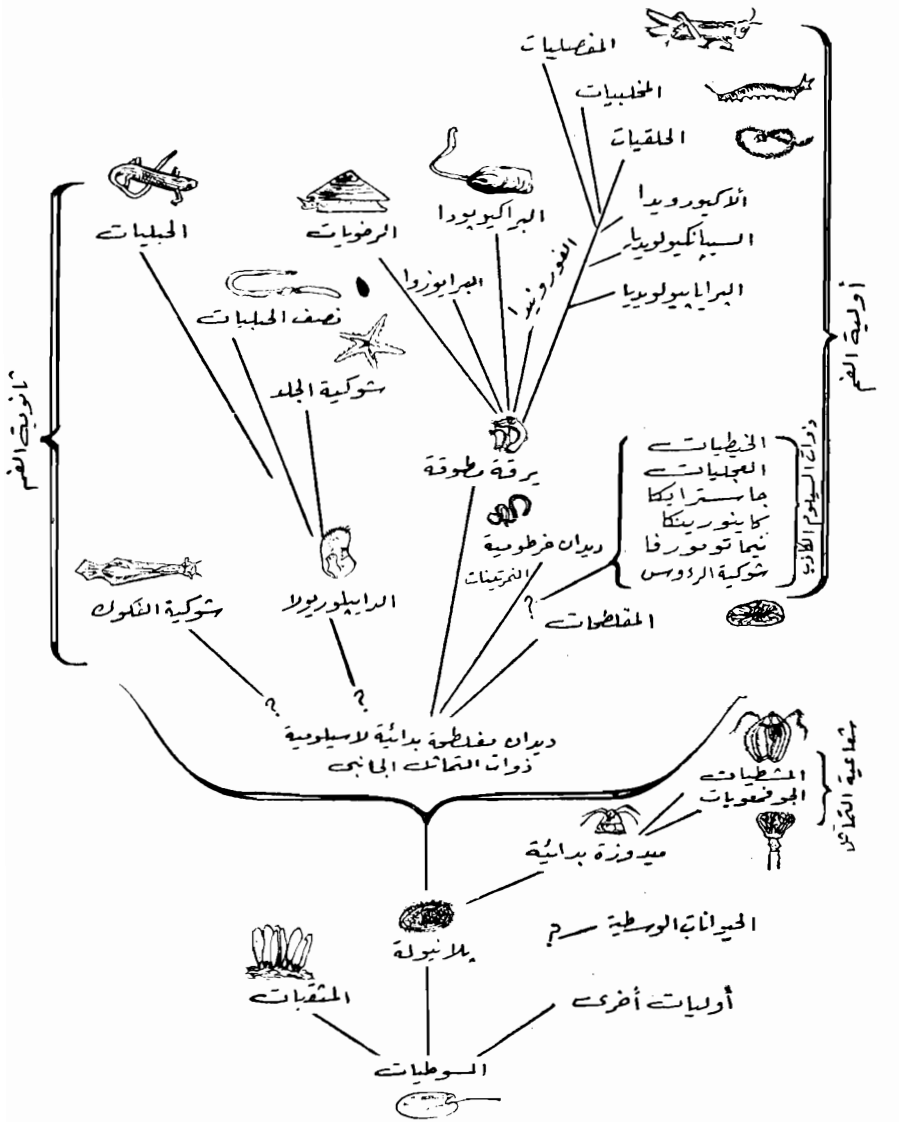
فى الحبليات أيضاً . وأخيراً نجد أن الحبل الظهرى فى نصف الحبليات عبارة عن عضو صغير يتكون كنمو من القناة الهضمية ويبرز فى داخل الخرطوم . وقد قورن الحبل الظهرى فى هذه الحيوانات أيضاً بالغدة النخامية ، وبذلك فإن قيمته التصنيفية مشكوك فيها . ويبدو أن هذه الديدان على صلة قرابة بالحبليات ، أما ماهية تلك القرابة فهذا هو الشيء غير الواضح . أما عن العلاقة التى تربط بينها وبين شوكية الجلد — والتى تتضح بعقد موازنة بين يرقانة التورنارية ويرقانة الباينارية — فقد ناقشناها قبل هذا .

ولما كانت شعبة الحبليات بما فى ذلك الفقاريات والإنسان سوف تناقش فى الفصل القادم ، فلسنا بحاجة إلى أن نتعرض هنا . إلا لإيضاح أن هذه الشعبة تكون الذروة التى بلغتها مجموعة ثانوية الفم التى يعترى الغموض علاقات القرابة بينها ، بل هى قد تمثل الذروة بالنسبة لعالم الحيوان بأجمعه . ويلخص شكل ٥٠ واحدة من وجهات النظر فى أصول الشعب المختلفة أو تاريخ نشأتها .

بعض التعميمات التطورية

والآن — بعد أن قدمنا مجملا للجانب الأكبر من الطريق الذى سلكه التطور . وقبل أن نبدأ فى سرد ذلك الجانب من القصة الذى يتصل اتصالا وثيقاً بأولئك الذين يقومون بدراستها — فقد يكون من الأجدر بنا أن نوجه شيئاً من الاهتمام لبعض الاتجاهات والمبادئ العامة للتطور . وعلينا أن ندرك فى مستهل الأمر أن التطور لا يتجه دائماً إلى أعلى ، أى إنه ليس من المحتم أن يكون تقدمياً . وهناك أمثلة كثيرة على نشأة أنواع أبسط أو أكثر انحطاطاً من طرز معقدة أصلا . فالفطريات مثلا يحتمل أن تكون قد تطورت من الطحالب ، وذلك عن طريق فقدان الكلوروفيل . والحشائش النجيلية تطورت عن أسلاف شبيهة بالزنبقيات ، وذلك عن طريق ما اعترى أعضاء تلك الأسلاف ، وخاصة أزهارها من تبسيط . ونبات الدابوق — وهو أحد مغطاة البذور التى تتطفل على الأشجار — قد تطور دون شك عن أسلاف

كانت تعيش معيشة حرة غير طفيلية . ونحن نجد فى عالم الحيوان كذلك أمثلة عديدة معروفة للتطور الانحلالى أو التطور النكوصى . وقد بينا بوضوح فى الفصل الثامن ظهور التكاثر الجنسى وأهميته التطورية العظمى . ولا مراء فى أن العجليات قد انحدرت من أسلاف ثنائية الجنس أى خناث ، وما زالت



(شكل ٥٠) الخطوط الرئيسية المحتملة لنشأة المجموعات الحيوانية (نقلا عن هايمان) .

بعض أنواعها ثنائية الجنس . على أن هناك أنواعاً لم تكتشف فيها الذكور مطلقاً ، ومع ذلك فهذه الأنواع تتكاثر تكاثراً جنسياً إذ أن البويضات تدخل فى أدوار التكوين بطريقة التوالد البكرى ، ولكن المزايا الرئيسية للتكاثر الجنسى تكون مفقودة فى هذه الحالة . ويكاد نمو العادات الطفيلية أن يتضمن دائماً تطوراً انحلالياً . وتبلغ الحالة أقصاها فى الديدان الشريطية . فبالرغم من أن هذه الديدان قد نشأت أصلا من ديدان مفلطحة كانت تعيش معيشة حرة وكانت لها أجهزة هضمية وعصبية وتناسلية وعضلية نامية ، فإننا نجد أن الدودة الشريطية قد تحولت إلى ما هو فى الواقع مجرد كيس ممتص يحتوى على غدد تناسلية . وعلى الرغم من أن التطور الانحلالى أو النكوصى هو من خصائص الطفيليات ، فإنه ليس بحال من الأحوال مقصوراً عليهـــا . فهناك — كما سبق أن أشرنا — احتمال كبير أن طائفة الحلقيات العتيقة قد اشتقت من أسلاف من « عديدات الأشواك » بعملية من التبسيط وفقـــدان بعض الأعضاء . فمن الواضح إذن أن التطور يمكن أن يكون رجعياً أو نكوصياً كما قد يكون تقدمياً .

نشأة مجموعات جديدة من أسلاف بدائية : وهنـــاك تعميم ثان بالغ الأهمية وهو يتصل بشكل شجرة الحياة ، ومن الأنسب أن توصف على أنها شجيرة أكثر من أن تكون شجرة . ذلك لأن المجموعات الجديدة لا تنشـــأ من أكثر أنواع المجموعات التى انحدرت منها تقدماً وتخصصاً وإنما تنشأ من أنواع بدائيـــة غير متخصصة . فالسوطيات البدائية قد نشأت منها مجموعات نباتية وحيوانية أخرى ، أما مجموعات الأوليات والطحالب الأكثر تخصصاً فهى بشكل عام مجموعات نهائية . وهناك مثل آخر ، فلو أن نصف الحبليات والحبليات قد اشتقتا حقاً من شوكية الجلد ، فإنه يبدو من المؤكد أن هذه الشعب الأكثر تقدماً لا بد أن تكون قد نشـــأت من سلف مثل « الديبلوريولة » فى مرحلة بدائية وقبل ظهور التماثل الشعاعى . وهناك نقطة أخرى لا بد من إضافتها ، وهى تتعلق بالشجرة التطورية للنباتات ،

فنتيجة لظاهرة تضاعف الكروموسومات — التى سوف نتعرض لها بالتفصيل فيما بعد — قد يؤدى التهجين بين نوعين تربطهما صلة القرابة إلى إنتاج نوع جديد . وهكذا تنشأ فروع ثم تلتحم هذه الفروع ثانية بحيث تكون النتيجة شبكة متصلة . وهذه الظاهرة ذات أهمية عظيمة بالنسبة للنباتات ولكنها أقل أهمية فى عالم الحيوان.

معدلات التطور : لم تكن معدلات التطور متجانسة دائماً . وبشكل عام كانت فترات التغير الجيولوجى العظيم هى فترات تطور سريع ، على حين كانت الفترات التى ساد فيها الاستقرار الجيولوجى تتميز ببطء التطور خلالها . وقد يكون هذا شيئاً متوقعاً بداهة ؛ إذ أن العوامل أو القوى الانتخابية نفسها تكون فى حالة من الحركة والتغير الشديد فى خلال الفترات غير المستقرة جيولوجياً ، فى حين تكون ثابتة مستقرة خلال فترات الاستقرار أو التجانس الجيولوجى . ففى خلال فترات الاستقرار تنحو الكائنات بشكل عام نحو التكيف لملاءمة بيئاتها على وجه حسن . وفى مثل هذه الظروف يكاد أى تغيير أن يكون فى غير صالح الكائن الحى ، فيظهر عندئذ اتجاه إلى التخلص منه عن طريق الانتخاب الطبيعى . أما خلال فترات التغير الجيولوجى فإن تلك الكائنات التى ظهرت بها تغيرات جديدة تكون هى وحدها التى تحظى بميزات انتخابية . ولذلك فقد كان هناك انفجار تطورى سريع فى العصرين السيلورى والديفونى عندما أخذت النباتات والحيوانات فى استعمار اليابسة . ولم يكن الأمر مقتصراً على فتح بيئات شاسعة جديدة ، وإنما ارتفعت الجبال الشاهقة أيضاً فى هذا الوقت . وحدثت خلاله تغيرات عظيمة فى مستوى البحر . وفى العصر المسيسيبى عادت الظروف الطبيعية فأصبحت مستقرة ثابتة إلى حد بعيد ، وكان التطور بطيئاً خلال هذا العصر . وقد تكرر حدوث هذا التبادل بين فترات التطور السريع وفترات التطور البطىء . ويبدو أننا فى الوقت الحالى فى وسط فترة من فترات التطور السريع .

وهناك ظرفان خاصان يساعدان على التطور السريع : أولهما هو تكيف

مجموعة من الكائنات لأسلوب جديد من الحياة . ومن أمثلة ذلك غزو اليابسة بواسطة نباتات أو حيوانات مائية . وفى خلال فترة الانتقال لا بد أن تكون الحيوانات ضعيفة التكيف وبذلك يساعد الضغط الانتخابى الشديد على حدوث تغير سريع . والكائنات التى تتمكن من الاستجابة لهذه الظروف هى وحدها التى تتمكن من أن تترك خلفاً لها . وقد ييسر من هذا الأمر إلى حد بعيد لو حدث أن ظهرت من قبل ، وفى البيئة السابقة ، خصائص تكيف تلك الكائنات سلفاً للبيئة الجديدة . فقد ظهرت — على سبيل المثال — فى كثير من أسماك العصر الديفونى رئات ، وهى صفة كيفت تلك الحيوانات للحياة فى البرك الآسنة المعرضة للجفاف ، « وسبق التكيف » هذا أدى فيما بعد إلى الإسراع فى تكيف تلك الأسماك للحياة على اليابسة . وقد أطلق سمبسون على هذه الظاهرة اسم « التطور الكمى » إذ هو ينطوى على تغير مفاجىء من « مجال تكيفى » إلى آخر . ويرى سمبسون أن هذه التسمية غير مرضية ؛ إذ أن تحولات الكم فى علم الفيزياء تكون بالغة الصغر ، فى حين يحدث التطور الكمى على نطاق واسع . وقد يكون استعمال عبارة « التطور التكيفى الكبير » أفضل فى هذا المقام .

الاتجاهات التطورية الخاصة بحجم الكائنات : من الاتجاهات الشائعة فى التطور اتجاه نحو ازدياد حجم الأفراد . ويعرف هذا الاتجاه أحياناً باسم قانون كوب . وقد أجريت الدراسات الأولى لهذه الظاهرة على الفقاريات . على أن دراسات مشابهة قد أثبتت وجود نفس الاتجاه فى كثير من مجموعات اللافقاريات والمجموعات النباتية . وإن عرضاً للدراسة الحفريات فى أى مجموعة تدلنا على أن أكبر الأنواع التى تمثل تلك المجموعة ليست هى أقدمها ، ولو أنه ليس من المحتم أن تكون أحدثها أيضاً . وقد أشار نيويل إلى أن الأنواع التى تعيش اليوم هى أكبر ما عرف من الأنواع التى تمثل الفقاريات والقشريات وشوكية الجلد والبليسيبودا وبطنية القدم ورأسية القدم والحلقيات . بيد أن هذه النزعة نحو الزيادة فى الحجم ليست عامة شاملة بحال

من الأحوال . فكما ذكرنا سابقاً كانت نشأة الأعشاب والشجيرات شيئاً حديثاً ، وقد نشأت من نباتات أخرى كبيرة . وقد أوضح هويجر أن التناقص المطرد فى الحجم كان من خصائص كثير من مجموعات الحيوانات الفقارية خلال الفترة الرباعية التى ما زلنا نعيش فيها .

التعقد والكفاية : من الواضح الجلى أن التطور فى تقدمه العام قد تضمن نشوء أجهزة عضوية جديدة كما تضمن اطراداً فى التعقد ، بيد أن تطور الكفاية واطراد تزايدها كثيراً ما يتضمن اختزالا فى عدد الأعضاء وتناقصاً فى تعقيدها . ولعل فى إمكاننا أن ننظر إلى الأعضاء الأثرية على ضوء هـذا التفسير ، على أنه صالح أيضاً بالنسبة للأعضاء العاملة النشطة . فأسنان الأسماك مثلا عديدة جداً ، ولهذه الحيوانات عادة قدرة لانهائية على استبدال أسنانها . ويقل عدد الأسنان فى البرمائيات والزواحف ، ويطرد قلة فى الثدييات حيث تبلغ أقصى درجات التخصص والكفاءة . ويصدق هذا القول أيضاً إلى حد بعيد بالنسبة للفقرات وعظام الجمجمة . ويمكن أن نمثل لهذا الاتجاه التطورى أيضاً بأمثلة من النبات ، فهناك على سبيل المثال اختزال واضح فى عـدد الأسدية فى النباتات المتخصصة .

وكثيراً ما يتم إحراز درجات أعلى من الكفاءة عن طريق اندماج أجزاء كانت منفصلة أصلا . فالعجز فى الثدييات مكون من اندماج ثلاث إلى خمس فقرات كانت منفصلة فى الأصل . وقد تكون نتيجة لهذا الاندماج بين الطرف الخلفى وبين العمود الفقرى اتصال أقوى مما كان موجوداً من قبل . وتعطينا العضلات الصدرية مثلا جيداً أيضاً ؛ ففى ذوات الأرجل الأربعة تنبت هذه العضلات قرب الخط الوسطى للصدر وتندغم عند العضد ، وتتحد عدة سلخات عضلية تنتمى إلى عقل جسمية متجاورة لتكون تلك العضلات . وفى النبات تتكون توجات بعض الأزهار كأزهار القرعيات أو البيتونيات بالتحام بتلات كانت منفصلة أصلا .

قانون دوللو : حدث مراراً خلال تاريخ الحياة الطويل أن عادت كائنات راقية متقدمة إلى بيئات أسلافها وأساليب الحياة التى كانت تحياها تلك الأسلاف . ولا شك أن هذا يضفى قيمة انتخابية على تكيفات شبيهة بتلك التى كانت للأسلاف ، مما يدفعنا إلى التساؤل عما إذا كان التطور يمكن أن يكون قابلا للانعكاس . وتوضح لنا دراسة مثل هذه الحالات دائماً أن التشابه العام بين التراكيب التى كانت توجد فى الأسلاف وتلك التى توجد فى الخلف يحدث دون انعكاس حقيقى . فكثير من الزواحف والثدييات مثلا قد عادت إلى أسلوب الحياة فى الماء . وقد اتخذت هذه الحيوانات بشكل عام شكلا انسيابياً شبيهاً بشكل الأسماك ، وأصبحت أطرافها قصيرة مكففة تشبه الزعانف . ومع ذلك فإن هيكل مثل هذه السباحات أو العوامات يظل مماثلا بوضوح لذلك الذى يميز الطائفة التى ينتمى إليها الحيوان ولا يماثل هيكل زعنفة سمكية . وكذلك نجد أن كثيراً من النباتات مغطاة البذور قد عادت إلى الماء . واتخذت مظهراً شبيهاً بالطحالب ولكنها ما زالت تحتفظ بالمورفولوجية الخاصة بالنباتات الزهرية الوعائية . وتشير الدلائل إلى أن الخطوات التطورية الكبرى إذا ما وقعت فلا رجعة فيها أو انعكاس لها . وهذا هو ما يعرف بقانون دوللو . ولعلنا نستطيع أن نتوقع هذا الأمر ببداهة ؛ إذ أن الخطوات التطورية الكبرى تكون مركبة من خطوات عديدة أصغر يصونها ويثبتها الانتخاب الطبيعى . ولو أن مثل هذا التتابع أو السياق الذى وقع ذات مرة عن طريق المصادفة انعكس تماماً بمصادفة أخرى لكان هذا أمراً بالغ الغرابة ، وهو إن لم يكن مستحيلا تماماً فهو على الأقل غير محتمل على الإطلاق بالنسبة لكائنات بأكملها . وقد فشلت محاولات تطبيق قانون دوللو على صفات فردية ، إذ أن مثل هذه الصفات فى الواقع قابلة للانعكاس عن طريق الطفرة .

مغزى الانقراض : ينبغى لنا هنا ، ونحن ننهى هذا الفصل ، أن نبدى بعض الملاحظات على موضوع الانقراض ؛ إذ كان هذا هو المصير الذى

لقيته معظم الأنواع منذ نشأة الحياة . والانقراض يكون له مغزى مختلف تماماً فى كل حالة من الحالات . « فالدينوصورات » كانت تمثل اتجاهاً متخصصاً من زواحف حقبة الحياة المتوسطة ، وقد سادت الأرض ردحاً طويلا . ولكن عندما أصبحت الظروف غير ملائمة لبقائها لحقها الانقراض ولم تترك خلفاً لها ، ثم جاءت فى أعقابها طرز أخرى لا تنتمى إليها . والزواحف « السابنودونتية » لحقها الانقراض أيضاً ، ولكن جاءت فى أعقابها حيوانات من نسلها هى ، تلك هى الثدييات التى تعتبر أكثر رقياً من الناحية التكيفية . وهكذا نرى أن الانقراض قد يحدد نهاية سلسلة من سلاسل النسب ، أو هو قد يصاحب نشأة طرز أو أنواع جديدة راقية . ويجب أن نضيف هنا أن الطرز التكيفية الكبرى — أى الشعب والطوائف — من النادر أن يلحقها الانقراض .

هذه إذن هى بعض الاستنتاجات التى يمكن أن نخلص بها من دراسة مجرى التطور . أما عن العوامل المسببة التى أدت إلى هذه النتائج فسوف نتعرض لها فى الجزئين الثالث والرابع .

المراجع :

Borradaile, L.A., and F.A. Potts, 1958. "The Invertebrata," 3rd Ed., Macmillan Co., New York, N.Y. An authoritative and comprehensive text on the invertebrates.

Hadzi, J., 1953. "An Attempt to Reconstruct the System of Animal Classification." *Systematic Zool.*, 2, 145-154. A radical revision, yet to be adequately assessed by other zoologists.

Hardy, A.C., 1953. "On the Origin of the Metazoa," *Quart. J. Microscop. Sci.*, 94, 441-443. A brief but stimulating paper urging the origin of the Metazoa from plants.

Hyman, Libbie H., 1940. "The Invertebrates," McGraw-Hill Book Co., New York, N.Y. Five volumes of this series have been published, and at least three more are planned. As far as it goes, it is the best, most comprehensive, and most profound treatment of the invertebrates in the English language. (Cleveland, Kofoid.)

Ivanov, A.V., 1955. "The Main Features of the Organization of the Pogonophora." *Systematic Zool.*, 4, 170-178. New phyla are rarely described, but this is such a description.

Marcus, E., 1958. "On the Evolution of Animal Phyla." *Quart. Rev. Biol.*, 33, 24-58. A scholarly presentation of a phylogeny similar to the present one in general, but differing in important respects.

Simpson, G.G., 1953. "The Major Features of Evolution," Columbia University Press, New York, N.Y. The viewpoint of a genetically minded paleontologist. This book includes much material applicable to the last part of this chapter. (Cope, Dollo.)

Tiegs, O.W., and S.M. Manton, 1958. "The Evolution of the Arthropoda." *Biol. Rev.*, 33, 255-337. A penetrating review for mature students.

الفصل الحادى عشر

شعبة الحبليات

أجملنا فى الفصل السابق أقوى الاحتمالات فى صلات القرابة التى تربط بين الحبليات وشعب اللافقاريات ، ولكن الأدلة التى تساند نظرية نشأة الحبليات من شوكية الجلد ليست قاطعة . وقد اقترحت كل مجموعة من مجموعات اللافقاريات تقريباً كسلف محتمل للحبليات وظهرت هـذه الاقتراحات فى أوقات متفاوتة .

النظريات التى وضعت عن أصل الحبليات :

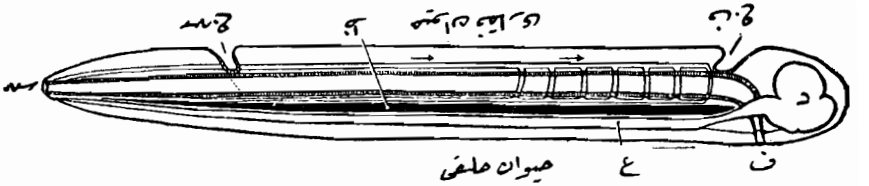
النظرية النمرتينية : اقترح كوفويد وهوبرشت أن الحبليات نشأت من النمرتينات ؛ لأن الجهاز العصبى فى النمرتينات مكون من ثمانية أحبال طولية . وقد اقترح هذان العالمان أن نمو الحبلين الظهريين على حساب الأحبال البطنية والجانبية يمكن أن يفسر منشـأ الأنبوبة العصبية الظهرية فى الفقاريات . ومع أن هذا الرأى مقبول فى ظاهره ولكن ليس هناك دليل إيجابى يسانده . وفيما يختص بالأجهزة الأخرى فإن أقصى ما يمكن أن يقال فيها هو أن للحيوان النمرتينى تركيباً عاماً يسمح بأن تشتق منه التراكيب الموجودة فى الحبليات أو أى من الحيوانات الأخرى . بيد أنه ليست هناك دلائل تشير إلى أن النمرتينات قد تخصصت فى اتجاه الحبليات ، أو أنها أبدت مثل هذا التخصص فى الماضى . وينطبق نفس هذا القول على نشأة الحبليات من التربلاريا التى اقترحها هيكل . وهذه النظرية لا يمكن إثباتها أو نفيها لعدم وجود أدلة على الإطلاق . وبالمثل نجد أن الأدلة التى تساند نظرية نشأة الحبليات مـن الجوفمعويات كلها ذات طابع سلبى . فالجوفمعويات على درجة من البدائية

يمكننا معها أن ندرك احتمال أن تكون أية شعبة من الشعب الأرقى — بما فيها الحبليات — قد نشأت منها ، إلا أنه لا يوجد دليل إيجابى على أن هذا قد حدث ، وليس لهذه النظرية من يناصرها اليوم .

النظرية العنكبية : كان من الاقتراحات التى قدمت أيضاً أن واحداً من العنكبيات شبيهاً بملك السرطان يحتمل أن يكون هو السلف الذى نشأت منه الحبليات . والدليل الأساسى الذى تستند إليه هذه النظرية العجيبة حقاً هو التشابه السطحى بين ملك السرطان وأقاربه الحفرية وبين صدفية الجلد أو الأوستراكودرمات ، وهى أقدم ما عرف من حفريات الفقاريات . على أن الدراسات التفصيلية قد أثبتت أن هذا التشابه باطل خداع ، ولم يعد لهذه النظرية من يدافع عنها أو يؤيدها .

النظرية الحلقية : ومن الآراء التى قدمت أيضاً ، وبنيت على أسباب أكثر جدية ، رأى يقول بأن الحلقيات ربما كانت هى المصدر الذى نشأت منه الحبليات . وقد بنى هذا الرأى على ما يوجد من تشابه بين الحبليات البدائية مثل يرقانة « الأموسيت » الخاصة بالجلكى وبين حيوان حلقى مقلوب . ويمكننا أن نتصور هذا الكلام على أجلى معانيه بدراسة شكل ٥١ ، وذلك بأن ننظر إليه فى الوضع القائم ثم نعيد النظر إليه بعد أن نقلب الكتاب . والجهاز الهضمى فى كل من الحالتين عبارة عن أنبوبة بسيطة ذات فم يقع على الناحية البطنية عند أحد الطرفين وإست يقع عند الطرف الآخر . ويتركب الجهاز العصبى للحيوان الحلقى من زوج من الأحبال البطنية ومن عقد عصبية مخية تتصل بالأحبال البطنية بواسطة زوج من الوصلات العصبية تكونان حلقة حول المرئ . فلو أنه قدر للدودة الحلقية أن تتحول إلى حيوان حبلى ، وذلك بالاستدارة على ظهرها ، لكان لا بد للفم الأصلى أن يغلق وأن ينشأ فم جديد على السطح البطنى الجديد (الذى كان هو السطح الظهرى سابقاً) ، وعندئذ يصبح الجهاز العصبى بأكمله فى وضع ظهرى

ويتكون المخ من العقد المخية فى الحيوان الجديد . والجهاز الدورى فى الدودة الحلقية مبنى على أساس وعاء دموى ظهرى يسرى فيه الدم من الخلف إلى الأمام ، ووعاء دموى بطنى يسرى فيه الدم من الأمام إلى الخلف . وتوجد قرب الطرف الأمامى مجموعة من الأوعية النابضة يسرى فيها الدم منتقلا



(شكل ٥١) شكل تخطيطى يصور التحول المفترض لحيوان حلقى إلى حيوان فقارى . ففى الوضع العادى يمثل هذا الرسم الحيوان الحلقى ، وله « مخ » (د) عند طرفه الأمامى ، وحبل عصبى (ع) يجرى على طول الجزء البطنى من الجسم . والفم (ف) يوجد على السطح البطنى للحيوان ، ويوجد الإست (س) عند نهاية الذيل . ويسرى تيار الدم (المشار إليه بالأسهم) إلى الظهرية ، وإلى الخلف فى الأوعية البطنية . اقلب الكتاب (من أعلى إلى أسفل) .

من الوعـــاء الظهرى إلى الوعاء البطنى . وإذا قلبت الدودة الحلقية لأصبح الوضع قريباً من الجهاز الموجود فى الحبليات البدائية حيث يحمل الأبهر الظهرى الدم إلى الخلف ، وتحمل الأوردة الرئيسية الخلفية والأبهر البطنى الدم إلى الأمام ، وتصل الأقواس الأبهرية بين الأوعية البطنية والظهرية عند الطرف الأمامى . ثم إن الحلقيات والحبليات هما الشعبتان اللتان تتضح فيهما صفة « التعقيل » بصورة أوضح منها فى أية شعبة أخرى .

فالتشابه إذن شامل واسع النطاق ، بيد أن هناك صعوبات عظيمة تقوم فى وجه هذه النظرية . فهناك أولا صعوبة تكوين فم جديد ، ثم إنه ليس هناك — فى أى حيوان حلقى — تركيب يشبه الحبل الظهرى ولو شبهاً ضئيلا .

وعلى الرغم من أن « القلوب » التى تصل الأوعية الظهرية بالأوعية البطنية يمكن مناظرتها بالأقواس الأبهرية أو اعتبارها مماثلة لها ، فليس هناك فى الحلقيات ما يوحى بوجود أى شىء شبيه بالفتحات الخيشومية . هذا بالإضافة إلى أن الحلقيات تبين عن الصفات الجنينية النموذجية لأولية الفم . وتبين الفقاريات عن الصفات النموذجية لثانوية الفم . وهكذا يبدو أن الاعتراضات التى تقوم ضد النظرية الحلقية تفوق ما لها من مقومات .

نظرية شوكية الجلد : لم يعد لدينا إذن سوى نظرية شوكية الجلد التى هى قائمة على أساس مطابقة كل من شوكية الجلد والحبليات البدائية لتلك المجموعة من المميزات الجنينية التى تمتاز بها ثانوية الفم عامة . وقد استمدت هذه النظرية أعظم حافز لها من الاكتشاف الذى أثبت أن يرقانة « التورنارية » — التى وصفت فى أول أمرها على أنها من يرقانات نجوم البحر — إن هى فى الواقع إلا يرقانة « بالانوجلوسس » وهو واحد من نصف الحبليات (شكل ٥٢) . وفى ذلك الوقت (الربع الأخير من القرن التاسع عشر) كان نصف الحبليات يعتبر أكثر شعبيات الحبليات بدائية . وقد عملت على تدعيم هذا الاعتقاد دلائل مستمدة من اختبارات مصلية وكيموية حيوية أخرى . ولعل معظم علماء الحيوان ما زالوا يمنحون نصف الحبليات هذا المركز التصنيفى ، على أن المتخصصين فى دراسة هذه المجموعة يميلون إلى الاعتقاد بأنها يجب أن توضع فى شعبة منفصلة هى شعبة نصف الحبليات . وسواء أكان هذا سيقلل

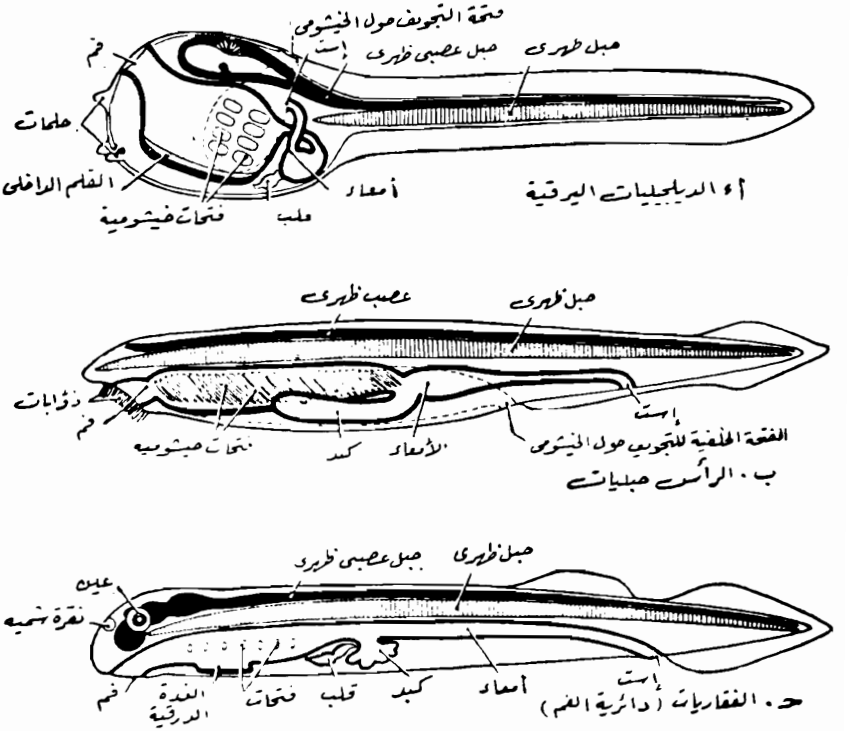
(شكل ٥٢) أشكال تخطيطية (أ) ليرقة التورنارية للبالانوجلوسس ، (ب) يرقة الباينارية لنجم البحر ، (حـ) يرقة الأوريكيولارية لخيار البحر (من كتاب : رومر ١٩٥٥) .

من هيبة نظرية شوكية الجلد أم لا فهذا أمر لن نتحقق منه إلا بعد فترة من الوقت . ومن المتفق عليه بشكل عام أن شعبة نصف الحبليات لا بد أن تكون قريبة الصلة بشعبة الحبليات حتى إذا سلمنا بأن الشعبتين مميزتان إحداهما عن الأخرى تماماً . وعلى أية حال فإن نظرية شوكية الجلد تحوز اليوم تأييداً أكثر مما تحوزه أية نظرية من النظريات الأخرى الخاصة بأصل الحبليات ، ولكن قليلا من الناس من يستطيع أن يدعى أنها راسخة البنيان .

الأقسام الرئيسية لشعبة الحبليات

تضم شعبة الحبليات ثلاث شعيبات هى الذيلحبليات أو الغلاليات ، والرأس حبليات التى تضم السهيم ، وهو النموذج المفضل فى معظم كتب علم الحيوان الأولية ، والفقاريات وهى أعظم الشعيبات الثلاث أهمية لاشتمالها على الحيوانات التى تسود اليابسة والماء والهواء . وقد درست الشعيبتان الأوليان مع نصف الحبليات دراسة مستفيضة ، وذلك لاستخلاص الأدلة التى تشير إلى أصل الفقاريات . ومن الناحية المورفولوجية نجد أن يرقانة أبى ذنيبة الخاصة بالغلاليات (الذيل حبليات) تنطبق عليها الصفات الثلاث الأساسية للحبليات ، ألا وهى وجود حبل عصبى ظهرى وحبل ظهرى وبلعوم يفتح إلى الخارج بفتحات خيشومية ، ويعتقد بيريل أن الفقاريات نشأت من غلاليات قديمة . غير أن الحبل العصبى والحبل الظهرى يضمحلان فى البالغ من الغلاليات . وتبلغ الخياشيم — التى هى أعضاء اغتذاء أكثر منها أعضاء تنفس — درجة قصوى من النمو ، والغلاليات البالغة تكون عادة مثبتة . وهناك ثلاث طوائف مميزة بوضوح فى هذه الشعيبة . وقد ظل السهيم لفترة طويلة يعتبر « سلفا » مثالياً بسبب بساطته الرائعة ، ولأن تركيبه يقوم على الصفات الأساسية للحبليات . على أنه قد أصبح واضحاً الآن أن السهيم متخصص إلى حد بعيد فى بعض صفاته كوجود خياشيمه فى داخل دهليز مثلا ، وفى كون الحبل الظهرى فيه يمتد على طول الجسم ، وفى الحقيقة التى تجل عن التفسير ألا وهى أن الكليات (التفريدات) فى السهيم أقرب شبهاً

بكليات الحلقيات منها بكليات الفقاريات . هذه الحبليات البدائية (شكل ٥٣) لا بد أنها قد تفرعت عن الأصل الأساسى للحبليات فى زمن مبكر جداً ، وليست مشكلة قرابتها إلى الفقاريات اليوم بأوضح منها عندما بدأت مناقشتها . وليس السجل الحفرى بمعين لنا فى هذا الشأن إذ لم يعثر على أية حفريات للحبليات الأولية (هذا إلا إذا صح اعتبار جامويتيوس واحداً منها) .



(شكل ٥٣) حبليات بدائية . (عن كتاب : نيل وراند ١٩٣٩)

وتقسم الفقاريات نفسها إلى ثمان طوائف لحق الانقراض إحداها ، وأربع من هذه الطوائف مائية تماماً وهى طائفة اللافكيات ، وطائفة صفائحية الجلد ، وطائفة الأسماك الغضروفية ، وطائفة الأسماك العظمية . ويمكن تجميع هذه الطوائف الأربع معاً فى فوق طائفة واحدة هى فوق طائفة الأسماك ، إلا أنها تختلف كثيراً بعضها عن بعض فى صفات أشد وأعمق مما تختلف

الطوائف الأربع الباقية إحداها عن الأخرى . والرأى متفق على أن هـذه الطوائف الأخيرة ، وهى البرمائيات والزواحف والطيور والثدييات ، مميزة بوضوح بعضها عن بعض . وتكون هذه الطوائف الأربع معاً فوق طائفة « رباعية الأرجل » .

فوق طائفة الأسماك

طائفة اللافكيات : كانت صدفية الجلد ، وهى حيوانات بدائية مدرعة تنتمى إلى طائفة اللافكيات ، أول الفقاريات التى ظهرت فى السجل الجيولوجى ومن المحتمل أنها كانت الأسلاف التى نشأت منها طوائف الفقاريات الأخرى . وأقدم حفريات صدفية الجلد مستمدة من العصر الأوردوفيسى ولكنها لم تحفظ جيداً ولم يعثر عليها فى أعداد كبيرة إلا فى رواسب العصر السيلورى . وقد بلغت ذروة انتشارها خلال العصرين السيلورى والديفونى ، ثم اختفت من السجل الحفرى بعد هذين العصرين . ومع ذلك فالواقع أنها لم تنقرض تماماً ، إذ أنها ممثلة بأنواع غير مدرعة ما زالت تعيش حتى يومنا هذا وتعرف بدائرية الفم وهى تمثل جانباً صغيراً من الفونة السمكية . على أن هذه الأنواع لم تخلف حفريات ، وذلك لأنها تجردت من الدروع .

واللافكيات فقاريات بدائية إلى درجة غير عادية . وقد اتفق رأى علماء المورفولوجيا منذ وقت طويل على أن يرقانة الأموسيت الخاصة بحيوان الجلكى (وهو واحد من اللافكيات التى ما زالت تعيش حتى اليوم) هى أقرب شبهاً بالحيوان الفقارى الأصلى القديم الذى نشأت منه الفقاريات جميعها من أى حيوان آخر يعيش فى العالم اليوم . وعلى الرغم من أنه ليس هناك شك فى أن حيوانات الجلكى التى تعيش فى يومنا هذا لا يمكن أن تكون هى أسلاف طوائف الفقاريات الأخرى ، إلا أن فى وسعنا اعتبار حيوان الجلكى من الناحية المورفولوجية مجرد واحد من صدفية الجلد خلعت عنه دروعه . واللافكيات عاطلة من الزعانف أو الأطراف المزدوجة ، وهى فى هـذا

تختلف عن الفقاريات الأخرى جميعها . والفم فيها ماص ، وهو عاطل من الفكوك (ومن هنا جاء الاسم الذى أطلق على هذه الطائفة) . والخياشيم نامية إلى درجة كبيرة . ولكنها تختلف عن تلك التى للفقاريات الأرقى . والفقرات بالغة البساطة فى تركيبها ؛ فهى مكونة من الأقواس الظهرية فقط ؛ إذ ما زال الحبل الظهرى هو العنصر الأساسى فى الهيكل المحورى . وليست هناك سوى واحدة أو اثنتين من القنوات نصف الدائرة فى الأذن . والكلية مستمدة من الكلية الأمامية فى بعض الحالات (الجريث) ولكنها مستمدة من الكلية المتوسطة فى البعض الآخر (الجلكى) . وهذا الوصف المقتضب يكفى ليوضح لنا أن هذه المجموعة على درجة قصوى من البدائية . . وأن هناك احتمالا بأنها كانت السلف الذى نشأت منه الفقاريات الأرقى . هذا إلى جانب ما نعرفه من أن صدفية الجلد هى أول الفقاريات التى ظهرت فى السجل الحفرى ، وأن الطائفة التالية من الفقاريات ، ألا وهى صفائحية الجلد ظهرت فى أعقابها مباشرة . ولا شك أن هذا كله يعطى وزناً للفرض القائل بأن صدفية الجلد كانت فعلا أسلافاً للفقاريات الأرقى .

طائفة صفائحية الجلد : تبين طائفة صفائحية الجلد عن تقدم هام بالنسبة لأسلافها صدفية الجلد . وقد كان أول ظهورها فى أواخر العصر السيلورى ، ثم ارتفعت بسرعة إلى مركز السيادة خـــلال العصر الديفونى . وفى خلال هذا العصر نشأت منها الطائفتان الباقيتان من الأسماك وهما الأسماك الغضروفية والأسماك العظمية . وباطراد أهمية هاتين الطائفتين الأخيرتين أخذت صفائحية الجلد تتضاءل وتذوى . فما حلت بشائر العصر المسيسيبى حتى كانت صفائحية الجلد قد هبطت إلى مركز قليل الشأن بين حيوانات العالم . ثم ما لبثت أن لحقها الانقراض فى العصر البرمى . وقد كانت صفائحية الجلد مجموعة تعيش بصفة أساسية فى المياه العذبة . مثلها فى ذلك مثل أسلافها من صدفية الجلد ، ولكن بعضاً منها تمكن من غزو البحار .

ولعل أهم ما أحرزته صفائحية الجلد من تقدم هو ظهور الفكوك فيها ،

مما جعلها قادرة على أن تعيش بافتراس غيرها من الحيوان . وقد كانت تلك الفكوك تختلف اختلافاً بيناً عن فكوك الأسماك الحديثة . وفى بعض أنواع صفائحية الجلد كان الفلك السفلى مثبتاً ، فى حين كان الفلك العلوى والرأس كله متحركين ، وقد كانت لهذه الحيوانات دروع عظمية تغطى معظم أجزاء جسمها ، وكانت دروع الرأس تتصل بدروع الصدر بمفصل متحرك . أما بقية الهيكل فقد كان الجانب الأكبر منه غضروفياً . وكانت لهـذه الحيوانات زعانف مزدوجة ذات أشكال متباينة ، فقد كانت فى بعض الأنواع تشبه تلك التى توجد فى الأسماك الحديثة ، بينما كانت لأنواع أخرى زعانف شاذة غريبة المنظر ، وفى البعض كانت الزعانف عريضة عند قواعدها ومدببة عند أطرافها . وفى كثير من الأنواع كانت توجد زعانف صغيرة ثانوية مرتبة فى صف يمتد بين الزوجين الأساسيين من الزعانف وهى الصدرية والحوضية . وتدل هذه الصفة وغيرها من الصفات على احتمال نشأة الزعانف المزدوجة من الثنيات الزعنفية الطولية . وقد أنتجت صفائحية الجلد فى خلال فترة تزايدها وانتشارها تشكيلة كبيرة من الطرز التكيفية التى واءم كل منها بيئة معينة . ومعظم هذه الطرز لم يكتب لها النجاح لفترة طويلة . ومن المحتمل أنه لم يكن بين حفريات صفائحية الجلد المعروفة ما يقع على خط الأرومة المباشر الذى أدى إلى الفقاريات الأرقى . على أنه يكاد يكون من المؤكد أن الأسماك الغضروفية قد انحدرت من إحدى السلاسل التطورية لصفائحية الجلد ، ومن المحتمل جداً كذلك أن الأسماك العظمية قد نشأت من صفائحية الجلد .

طائفة الأسماك الغضروفية : تظهر الأسماك الغضروفيـة والأسماك العظمية فى السجل الحفرى فى نفس الفترة تقريباً من العصر الديفونى المتأخر ، وقد نشأت كل منهما من أصل من صفائحية الجلد يختلف عن الأصل الذى نشأت منه الأخرى . وقد نشأت الأسماك الغضروفية فى البحار ، أما الأسماك العظمية فنشأت فى مياه عذبة . ولما كان تاريخ الأسماك الغضروفية — التى

تضم أسماك القرش وأقاربها — أبسط بكثير من تاريخ الأسماك العظمية فيجدر بنا أن نبدأ بتقديم مجمل له . لقد كانت العمليات التى تضمنتها نشأة أسماك القرش من صفائحية الجلد كثيرة ، بيد أنه يمكننا أن نختار بعضاً منها ونطرحه للمناقشة . وكانت إحدى هذه العمليات هى فقدان الدروع مما جعل هذه الحيوانات قادرة على أن تحيا حياة أنشط بكثير مما كان فى مقدور أسلافها . ومن بين طرز الفكوك العديدة التى ظهرت فى صفائحية الجلد — نتيجة لما كانت الطبيعة تجريه من تجارب — كان الطراز الذى استمر فى الطائفة الجديدة (وما زال موجوداً فيها) ، وهو يتميز بوجود فك علوى يتمفصل مع الجمجمة تمفصلا متيناً ولكنه لا يلتحم بها (إلا فى الكيميرات) وفك سفلى قادر على الحركة الحرة . وبينما كانت لصفائحية الجلد بشكل عام صفائح عظمية تستخدمها فى قضم الطعام فإن أسماك القرش ظهرت بها أسنان حقيقية لها لب من العاج مغطى بطبقة من المينا كتلك التى كانت توجد فى بعض أنواع صفائحية الجلد . وتماثل هذه الأسنان فى تركيبها وفى طريقة تكوينها الحراشيف الدرعية التى تغطى جسم أسماك القرش ، ومن المحتمل أن تكون أسنان القرش مستمدة من مثل تلك الحراشيف بعملية بسيطة من التضخم فى الحجم . كما نجد فضلا عن ذلك أن أسماك القرش فقدت العظم الذى كان لأسلافها قدر كبير منه . وأصبح تركيب الهيكل فيها مقتصراً على الغضروف .

وقد ظهرت أسماك القرش أول ما ظهرت فى العصر الديفونى المتأخر وبلغت ذروة تطورها فى العصر المسيسيبى ، ثم تناقصت أعدادها فى العصرين البرمى والترياسى . على أنها ما لبثت أن استعادت مكانتها وبلغت ذروة جديدة فى العصر الطباشيرى . وقد صاحب هذا ظهور طراز تكيفى جديد يتمثل فى القوابع والشفانين . وهذه الأسماك الأخيرة هى فى الواقع قروش منبسطة تحورت أسنانها لتكون صفائح تستخدم فى تحطيم أصداف الرخويات التى تغتذى بها . وهناك مجموعة واحدة أخرى من الأسماك القريبة الصلة بالقروش والشفانين والقوابع وهى « الكيميرات » التى تتكون منها رتبة

« كاملة الرؤوس » أو الهولوسيفالى ، وهى تكون جانباً من طائفة الأسماك الغضروفية الحديثة . ولسنا نعرف عن « الكيميرات » فى السجل الجيولوجى إلا النزر اليسير . وقد تعرضت الطائفة فى مجموعها إلى شىء من الاختزال منذ العصر الطباشيرى حتى اليوم ، ولكنها ما برحت تكون جانباً هاماً من الفونة البحرية فى العالم ، بل إن بعض أنواع القروش قد تمكنت من غزو المياه العذبة .

طائفة الأسماك العظمية : أكثر الأسماك شيوعاً فى العالم اليوم هى الأسماك العظمية التى احتلت مكانتها هذه منذ زمن بعيد . وقد نادى هيكل برأى ظل الناس يعتقدون فى صحته لفترة طويلة ، وهذا الرأى هو أن الأسماك العظمية قد نشأت من قروش بدائية . على أنه يبدو أن هذا الأمر لم يعد مرجحاً ، إذ يشير السجل الحفرى إلى أن نشأة الأسماك العظمية كانت سابقة لنشأة الأسماك الغضروفية . هذا بالإضافة إلى أن الأسماك العظمية نشأت فى المياه العذبة وظلت تقطن تلك المياه عصوراً طويلة ، بينما نشأت القروش فى البحار . فهناك إذن احتمال عظيم أن تكون كل من المجموعتين قد نشأت مستقلة عن المجموعة الأخرى من أسلاف من صفائحية الجلد . واسم هذه الطائفة قائم على ما لحيواناتها من هيكل عظمى . ومع أن هذه صفة مشتركة بينها جميعاً إلا أنها متفاوتة الدرجة ، فبعض « الأسماك العظمية » يتركب الجانب الأكبر من هياكلها من الغضروف . ولما وجد أن هياكل صدفية الجلد وصفائحية الجلد كانت عظمية أساساً ، أصبح الهيكل العظمى للأسماك العظمية يعتبر صفة بدائيـــة ، فى حين أصبحنا ننظر إلى الهيكل الغضروفى للقروش ، وكذلك إلى هيكل بعض «الأسماك العظمية» التى تكون الغضاريف جانباً منه باعتبارها قائمة على أساس احتفاظ تلك الكائنات بصفات جنينية .

وقد انقسمت الأسماك العظمية منذ أول ظهورها فى السجل الحفرى إلى طويفتين مميزتين . وإحدى هاتين الطويفتين هى طويفة « الأسماك المنخرية » (ومعناها الأسماك التى تتنفس عن طريق المنخر أو الأنف) وهى ذات أهمية

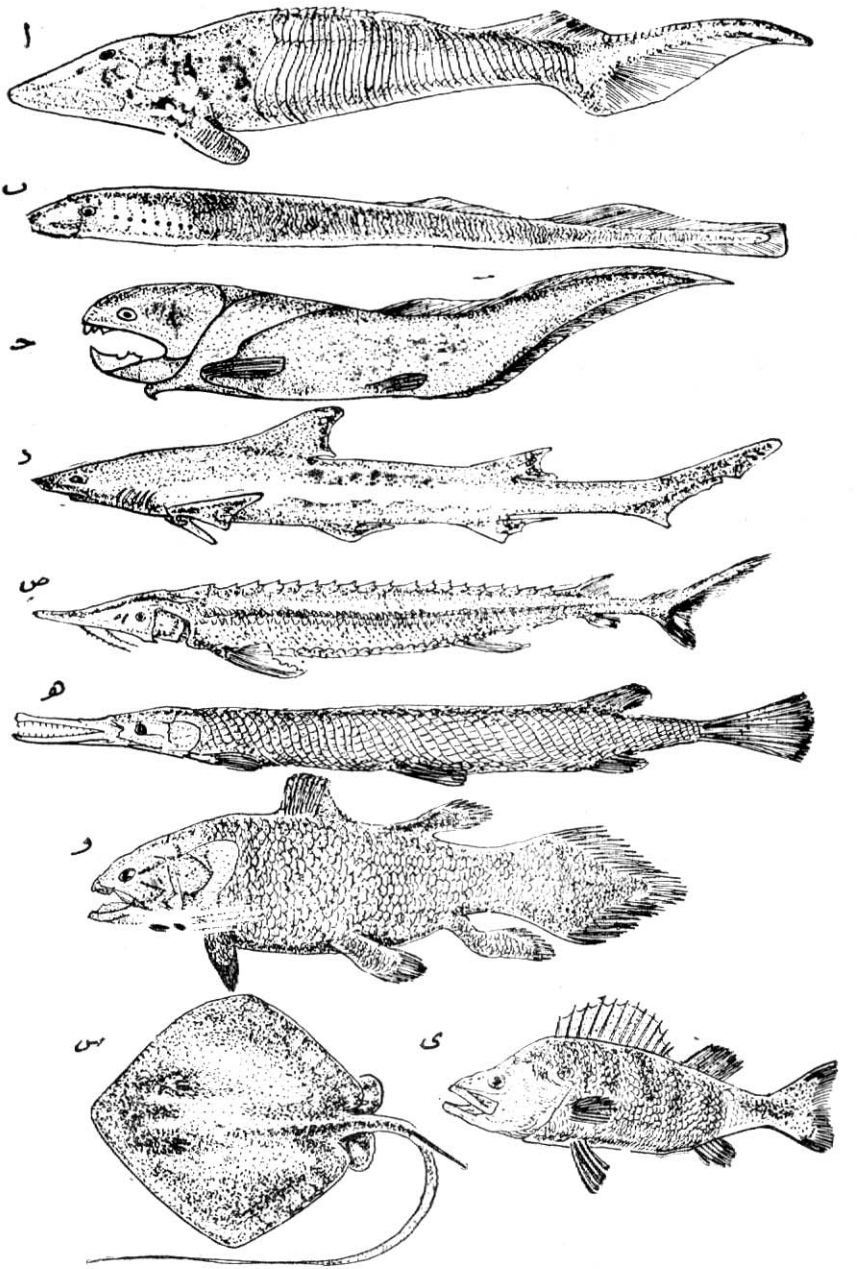
خاصة ؛ إذ يبدو أن فقاريات اليابسة قد نشأت منها . أما الطويئفة الأخرى وهى طويئفة « الأسماك شعاعية الزعانف » فترجع أهميتها إلى أنها تشمل الأسماك التى حققت أعظم النجاح والانتشار . وتستمد شعاعية الزعانف اسمها من بنيان زعانفها التى تتركب من غشاء تدعمه أشعة هيكلية تمتد فى اتجاهات تكاد تكون متوازية . وتوجد العظام القاعدية لهذه الأشعة الزعنفية المتوازية فى جدار الجسم . ولا تحتوى الزعنفة نفسها على عضلات أو هى تحتوى على القليل منها . وهى فى هذا تختلف اختلافاً بيناً عن الأسماك المنخرية التى تكون فيها العظام القاعدية ممتدة طولياً فى داخل الزعنفة . والأشعة الزعنفية مرتبة فى اتجاه شعاعى حول تلك العظام القاعدية . وتكون عضلات الزعنفة كتلة فوق العظام القاعدية . ولذلك تعرف الأسماك المنخرية عادة باسم الأسماك « فصية الزعانف » .

وقد كانت شعاعية الزعانف التى عاشت خلال حقبة الحياة القديمة كلها تنتمى جميعاً إلى فوق رتبة الجانويدات الغضروفية . وفى العصر الديفونى فاقت الأسماك المنخرية الأسماك شعاعية الزعانف فى العدد كثيراً . على أن هذه الأخيرة انتشرت وتزايدت أعدادها خلال العصر المسيسيبى وما لبثت أن أصبحت هى الأسماك السائدة فى البحيرات ومجارى المياه العذبة . وقد كان هيكل هذه الأسماك عظمياً بصفة أساسية . واختزلت الدروع الخارجية إلى حلة من الحراشيف الجانويدية ، وهى عبارة عن صفائح عظمية مغطاة بمادة لامعة تشبه المينا وتعرف بالجانوين . وكان الذيل فى هذه الأسماك شبيهاً بذيل القرش ، وكانت لها رئات . وهى صفة تشترك فيها مع الأسماك المنخرية . وتشير الأدلة المستقاة من أبحاث علم الأجنة — وهى الأبحاث التى أجريت على الأحياء من أقارب كلتا المجموعتين من الأسماك، وكذلك على فقاريات اليابسة — إلى أن الرئات قد نشأت كتحور للجيب الخيشومى السادس . وقد أخفق هذا الجيب الخيشومى فى أول الأمر فى أن يفتح إلى الخارج وبذلك تكونت منه حجرة داخلية رطبة مبطنة بغشاء تنفسى . وبذلك أصبح من الممكن استغلال

ما تبتلعه السمكة من هواء لأغراض التنفس فى داخل هذا الجيب الخيشومى غير الكامل . وقد حدث بعد ذلك أن انتقلت هذه الخياشيم المتحورة إلى الخلف إلى داخل تجويف الجسم وتحولت إلى رئات . وتتبع رئات رباعية الأرجل نفس هذا المسلك فى تكوينها . ويبدو أن الحقائق المعروفة جميعها تشير إلى أن تفسير المعلومات المستقلة من علم الأجنة على أساس من تاريخ التطور له ما يبرره فى هذه الحالة .

وقد سيطرت الجانويدات الغضروفية وسادت على الأسماك الأخرى فى المياه العذبة إلى وقت متقدم من العصر الترياسى ، وفى ذلك العصر حلت محلها فوق رتبة أخرى هى الجانويدات العظمية . وتضاءلت الجانويدات الغضروفية حتى أصبحت على شفا الانقراض خلال حقبة الحياة الوسطى ، على أن بعض أجناسها كتب له البقاء حتى يومنا هذا ، ويمثلها اليوم فى وادى النيل أبو بشير أو بوليبتروس وكالامويكثيس، وفى الولايات المتحدة أسماك الحفش والأسماك ملعقية الخطم التى تعيش فى وادى المسيسبى . وأسماك الحفش واسعة الانتشار فى نصف الكرة الشمالى ، أما ملعقية الخطم فلا توجد فى مكان آخر سوى نهر اليانجتسى فى الصين . وهذه الحفريات الحية — فيما عدا الأنواع الإفريقية منها — هى فى الواقع حيوانات ناكصة أو منحلة ، فقد فقدت إلى حد بعيد الحراشف الجانويدية التى كانت لأسلافها القديمة . وأصبح هيكلها الداخلى غضروفياً فى معظم أجزائه على النقيض من الهيكل العظمى الذى كانت تمتاز به أسلافها ، وليس منها ما احتفظ بالرئات سوى الأنواع الأفريقية .

وتظهر الجانويدات العظمية فى السجل الحفرى فى العصر الترياسى ، ولكن يحتمل أنها نشأت من أسلاف من الجانويدات الغضروفية فى العصر البرمى . وقد ارتقت سريعاً إلى مركز السيادة وبلغت ذروتها فى أواخر العصر الجوراسى . وقد قصر الذيل فى هذه الأسماك وأصبح ذا تماثل جانبى وبذلك فقد هيئته التى كانت شبيهة بذيل القرش . ومالت طبقة الجانوين التى كانت



(شكل ٥٤) أمثلة من الأسماك : أ – هيميسا يكلاسبس من صدفية الجلد ، ب – إنتوسفينس من حيوانات الجلكى ، حـ – دينيكثيس من صفائحية الجلد ، د – بوربورودس من القروش ، س – دازياتس أحد الشفانين ، ص – سكافيرينكس أحد أنواع الحفش ، هـ – ليبيدوستيس (الخرمان) ، و – لاتيميريا النوع الوحيد الباقى على قيد الحياة من فصية الزعانف ، ى – كينوبرتاس ، سمكة كاملة التعظم . (أ ، حـ ، و نقلا عن رومر) .

تغطى الحراشف إلى الاختفاء تاركة حراشف عظمية رقيقة مرنة بسيطة التركيب شبيهة بالحراشف الشائعة فى الأسماك التى تعيش فى العالم اليوم . على أن بعض الجانويدات العظمية ومنها « ليبيدوستيوس » قد احتفظت بالحراشف السميكة . وفضلا عن ذلك تمكنت الجانويدات العظمية من غزو البحار حيث تم هناك أعظم ما تعرضت له من تباين فى أنواعها . على أن من الأمور التى تدعو إلى العجب حقاً أن الجنسين اللذين بقيا على قيد الحياة حتى اليوم هما من أسماك المياه العذبة . وهذان الجنسان هما « أميا » أو « الزعنفة القوسية » و « ليبيدوستيس » أو « أبو منقار » ، وكلاهما يقطن الولايات المتحدة الأمريكية . وفيهما التحمت الرئتان فكونتا كيساً واحداً يقوم بوظيفة هيدروستاتيكية أى إنها أصبحت عبارة عن كيس عوم ، وعلى الرغم من ذلك فما زالت وظيفتها التنفسية هامة إذ أن هذه الأسماك كثيراً ما تصعد إلى سطح الماء لتبتلع بعض الهواء ، وفى الإمكان قتل أبى منقار غرقاً وذلك بإرغامه على البقاء تحت سطح الماء .

وهناك أخيراً فوق رتبة « التليوستات » أو الأسماك كاملة التعظم وفيها يتركب الهيكل كله تقريباً من العظم ، ويبدو أنها نشأت من أسلاف من الجانويدات العظمية فى فترة مبكرة من حقبة الحياة المتوسطة (شكل ٥٤) . وقد ظلت هذه الأسماك قليلة الشأن حتى العصر الطباشيرى حين بدأت تبدى مظاهر التزايد والانتشار السريع التى لا تزال مستمرة حتى اليوم . وبحلول نهاية العصر الطباشيرى كانت هذه الأسماك هى الأسماك السائدة فى بحار العالم وفى مياهه العذبة على حد سواء ، وهى تشمل اليوم ما يربو على ٩٥٪ من أسماك العالم ولا ينافسها فى المحيطات سوى الأسماك الغضروفية . أما فى المياه العذبة فلا تنافسها إلا بضعة أنواع متخلفة عن الجانويدات الغضروفية ، والجانويدات العظمية وكذلك قليل من أسماك القرش غير العادية . والهيكل دائماً عظمى تماماً فى الأسماك « كاملة التعظم » ، والحراشف دائماً على شكل قطع عظمية رقيقة مرنة ، والذيل فيها جميعاً دون استثناء ذو تماثل جانبى ،

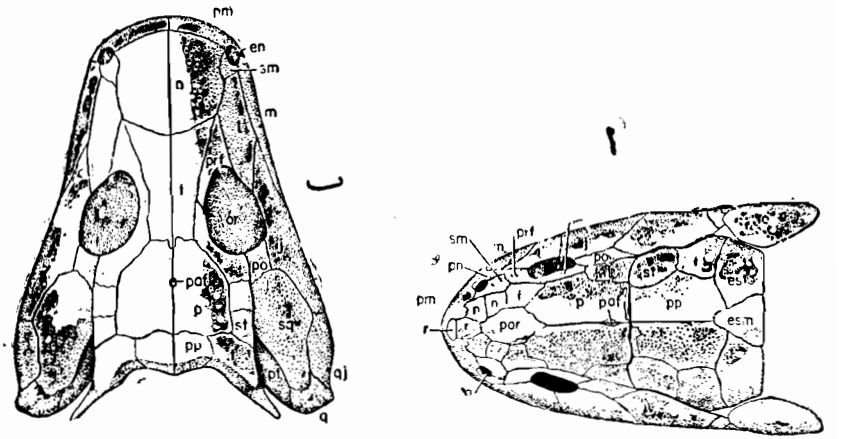
والرئتان — إن وجدتا — تكونان ملتحمتين لتكونا كيس العوم . ولما كانت كل الأسماك الشائعة اليوم من كاملة التعظم فمن الواضح أنها قد تعرضت لإشعاع تكيفى عظيم . وما زال تصنيف « كاملة التعظم » موضع جدل كثير ، على أن واحداً من التصنيفات التى تحظى بالقبول على نطاق واسع يقسم الأسماك « كاملة التعظم » إلى ما لا يقل عن ثمان وعشرين رتبة . فكاملة التعظم إذن هى واحدة من أعظم المجموعات الحيوانية نجاحاً وأكثرها تبايناً .

الأسماك فصية الزعانف والأسماك الرئوية وأصل قوى طائفة رباعية الأرجل

أصبحت طويئفة الأسماك المنخرية بعد نشأتها بقليل هى الأسماك السائدة ؛ على أنها ما لبثت أن تخلت عن مركزها هذا للجانويدات الغضروفية . وتشمل هذه الطويئفة رتبتين وهما فصية الزعانف والأسماك الرئوية . وتمثل الأسماك الرئوية ثلاثة أجناس حية منها واحد فى أستراليا وآخر فى أفريقيا وثالث فى أمريكا الجنوبية . وفى الدراسات التطورية القديمة كانت هذه الأسماك الرئوية تعطى أهمية عظيمة باعتبارها أسلافاً محتملة للبرمائيات لم يصبها سوى القليل من التغير . وعن طريق البرمائيات نشأت رباعية الأرجل الأرقى منها . والواقع أن للأسماك الرئوية صفات معينة تتفق مع هذا التفسير ؛ وأهم هذه الصفات أنها أسماك رئوية ؛ وأن رئاتها تتكون بنفس الطريقة التى وصفناها من قبل . وتفوق رئات هذه الأسماك رئات البرمائيات فى درجة انقسامها إلى حجرات ثانوية . وللزعانف فيها ترتيب شبيه إلى حد ما بورقة الدردار . فهناك صف واحد من العظام القاعدية يمتد بطول الزعنفة ؛ وتترتب الأشعة الزعنفية حول تلك العظام القاعدية فيما يشبه عروق ورقة الدردار . وهناك فص عضلى يمتد بطول صف العظام القاعدية . وقد اعتبر « جيجنباور » أن هذا الطراز من الزعانف هو المصدر الذى يحتمل أن تكون أطراف رباعية الأرجل قد نشأت منه ؛ وقد أطلق عليه اسم « أركيبترجيوم » (أى الطرف

البدائى أو العتيق) إيماء إلى رأيه فى مغزاه . وقد افترض « جيجنباور » أن الأطراف فى رباعية الأرجل قد تكونت من « الأركيبتريجيوم » الذى اختفت منه كل الأشعة الزعنفيةعدا الخمسة الطرفية منها . وأخيراً نجد أن الأقواس الأبهرية للأسماك الرئوية قريبة الشبه بتلك التى توجد فى البرمائيات الذيلية .

وقد حازت النظرية التى تنادى بأن الأسماك الرئوية هى أسلاف البرمائيات قبولا كبيراً لفترة من الزمن ، إلا أن بها بعض الأخطاء الخطيرة . فعظام الجمجمة فى الأسماك الرئوية تبين عن نمط خاص ، وقد أخفقت المحاولات التى بذلت للمقابلة بينها وبين عظام جماجم البرمائيات . ومن العسير أن ندرك كيف أمكن « للأركيبتريجيوم » أن يتطور إلى طرف تتكون القطعة الثانية فيه



(شكل ٥٥) مناظر ظهرية لجمجمتى (أ) سمكة فصية الزعانف من نوع يوثينوبترون ، (ب) حيوان برمائى من ذوات الأسنان التيهية من نوع باليوجايرينس . العظام المتناظرة مشار إليها بنفس الرموز . (عن كتاب : رومر ١٩٥٥) .

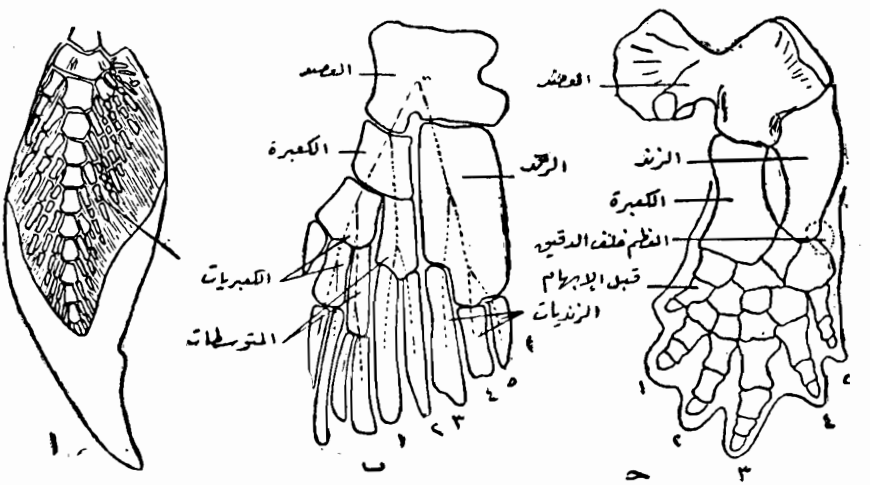
— pm قبل الفكى — en فتحة الأنف الخارجية — sm الفكى الحاجرى — n الأنفى — F الجبهى — or الحجاج — j الوجنى — sq القشرى — po خلف الحجاجى — qj المربعى الوجنى — pp خلف الجدارى — p الجدارى — paf الثقب الجدارى — l الدمعى — prf قبل الجبهى — t الأذنى — st فوق الأذنى — it بين الأذنى — pt خلف الأذنى — r البوزى — pn قبل الأنفى — esm فوق الأذنى المتوسط — est. فوق الأذنى الخارجى — o المؤخرى — m الفكى — q المربعى .

من عظمين متوازيين . وعلى الرغم من هذه الصعوبات فقد كان من الممكن لهذه النظرية أن تستمر فى التمتع بما كان لها من حظوة لولا ما اتضح فيما بعد من أن فصية الزعانف تزودنا بحل أفضل لمشكلة محتد البرمائيات .

وقد كان لفصية الزعانف رئات مثلها فى ذلك مثل غيرها من الأسماك العظمية التى عاشت العصر الديفونى . ويبدو أمامنا الآن السؤال التالى : لماذا كان وجود الرئة صفة عمت تلك الأسماك جميعاً ؟ وعلى الرغم مما يبدو فى هذا القول من تناقض فالظاهر أن الرئات نشأت أصلا كتكيف لجعل هذه الأسماك قادرة على البقاء فى الماء . فقد كانت مجارى المياه العذبة فى العصر الديفونى تتعرض لفترات متعاقبة من الفيضانات ثم الركود والجفاف . وكانت نتيجة ذلك أن الأسماك التى كانت تستطيع أن تتنفس الهواء هى وحدها التى كان فى مقدورها أن تحيا خلال فترات ركود المياه . على أن عادة تنفس الهواء جعلت تلك الحيوانات قادرة على القيام برحلات على اليابسة لمحاولة بلوغ برك ومجار مائية أكبر حجماً وأكثر ملاءمة لمعيشتها . والأسماك الرئوية التى تعيش اليوم تقطن أيضاً بيئات تتعرض للجفاف خلال بعض فصول السنة مما يضفى على قدرتها على تنفس الهواء قيمة انتخابية .

وتشارك جمجمة فصية الزعانف أيضاً جماجم البرمائيات البدائية فى كثير من صفاتها (شكل ٥٥) . وينحصر الاختلاف الأساسى بينهما فى أن عدداً من عظام جمجمة فصية الزعانف لم تعد موجودة فى جمجمة البرمائيات ، كما أن عظاماً معينة قد اندمجت بعضها فى بعض . وفى كلتا الحالتين توجد فتحة للعين الصنوبرية . وفى كل من الحالتين أيضاً نجد أن هناك منخرين أى فتحتى أنف داخليتين . كما توجد فى كلتيهما الأسنان التيهية . وهى طراز خاص من الأسنان يقتصر وجوده على فصية الزعانف وبعض البرمائيات البدائية جداً . وفى هذه الأسنان تكون المينا حيودا غائرة تمتد داخل العاج . والزعنفة فى الأسماك فصية الزعانف هى أيضاً من الطراز ثنائى التفرع ، ولا شك أن المقابلة بين هذا الطراز وبين أطراف البرمائيات أسهل جداً منها

فى حالة الزعنفة « الأركيبتريجية » . والواقع أن الشبه قريب بين أطراف البرمائيات البدائية وبين « الزعانف ثنائية التفرع » التى توجد فى فصية الزعانف كما يتضح من شكل ٥٦ . فكلاهما يتميز بوجود قطعة واحدة غليظة هى العضد الذى يتمفصل مع الحزام الكتفى ، وكذلك بوجود قطعتين متوازيتين هما الكعبرة والزند وهما تتصلان بالنهاية البعيدة للعضد ، ثم بوجود العظام الشعاعية عند النهاية البعيدة للطرف ، وهى أقل مطابقة فيهما من العظام السابقة .



(شكل ٥٦) أطراف أمامية بدائية . (أ) الزعنفه العتيقة أو «أركيبتريجيام» فى سيراتودس ، (ب) الزعنفة ثنائية التفرع فى ساوريبترس أحد فصية الزعانف ، (حـ) أحد أطراف إيريوبس من ذوات الأسنان التيهية . لاحظ التشابه بين ب ، حـ وتبايتهما التام عن أ (عن كتاب : هايمان ١٩٤٢) .

وأخيراً نجد أن الفقرات فى كل من فصية الزعانف والبرمائيات البدائية كانت مزدوجة الجسم ، أى إنه كان يوجد فى كل عقلة من عقل الجسم مركزان من مراكز أجسام الفقرات ، ينشأ أحدهما من المركز الجنبى وينشأ الآخر من المركز السفلى . وهناك أوجه شبه أخرى بين هاتين المجموعتين ، على أن ما أوردناه قد يكفى للدلالة على احتمال أن تكون فصية الزعانف هى الفقاريات التى أدت إلى غزو اليابسة .

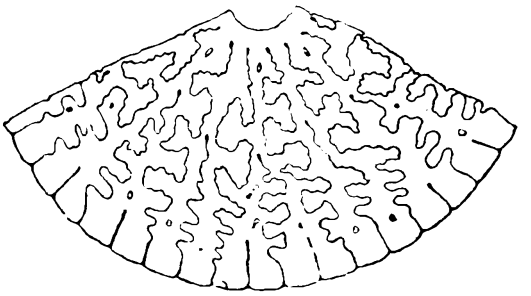
وتقوم هذه المناقشة السابقة على واحدة فقط من الرتيبتين اللتين تضمهما فصية الزعانف ألا وهى رتيبة « الريبيديستيا » . وقد كانت هى الأسماك السائدة فى العصر الديفونى . غير أنها انقرضت فى أوائل العصر البرمى . وعند ذروة تطورها فى العصر الديفونى نشأت منها رتيبة من الأسماك البحرية تعرف باسم « سيلاكانثينى » ، وهى تظهر فى السجل الحفرى كمجموعة صغيرة يستمر وجودها حتى العصر الطباشيرى . على أنه بحلول أواخر العصر الطباشيرى أى منذ حوالى ٧٥ مليوناً من السنين كانت هذه الأسماك قد اختفت من السجل الحفرى المعروف ، وقد حدا هذا بعلماء الحفريات جميعهم إلى اعتبارها حيوانات منقرضة تماماً . وفى عام ١٩٣٩ جاء بعض الصيادين إلى أحد موانى جنوب إفريقية بسمكة غريبة الخلقة أثبت الفحص أنها نوع باق على قيد الحياة من أنواع « فصية الزعانف السيلاكانثية » . فكان ذلك حدثاً ذا أهمية علمية بالغة . ومما يؤسف له أن الأجزاء اللينة من تلك السمكة كانت قد تحللت تحللا شديداً قبل فحصها . ولذلك لم يمكن الحصول إلا على القليل من المعلومات عنها . هذا فيما عدا الحقيقة الهامة التى تكشفت ألا وهى آن « السيلاكانثات » لم تنقرض . وقد وصف هذا النوع تحت اسم « لاتيميريا شالومنى » . ومنذ عام ١٩٥٢ حتى اليوم اصطيدت عدة عينات من هذا النوع بالقرب من جزر كومورو شمال قناة موزمبيق . ولما كانت تلك المنطقة تخضع للنفوذ الفرنسى فإن دراسة هذه الأسماك تجرى فى باريس .

طائفة البرمائيات : كانت أول البرمائيات التى زحفت خارجة من الماء على الضفاف الطينية لمجارى المياه والبحيرات فى أواخر العصر الديفونى لا تزيد كثيراً على أسماك لها زعانف متحورة إلى الحد الذى يكفى لحمل أجسامها وقد كانت تلك الأطراف أطول من الزعانف النموذجية « للأسماك فصية الزعانف » ، ومن المحتمل أن الفصوص العضلية كانت أكثر نمواً فيها . وكانت العظام الشعاعية مبسطة لتكون يداً خماسية الأصابع يمكن للحيوان إدارتها بحيث تتجه راحتها إلى أسفل وذلك لكى تعمل كدعامة للجسم . ويبدو

أن هذه البرمائيات القديمة كانت حيوانات مائية تنافس أقاربها من « فصية الزعانف » . ومن المحتمل أن تلك البرمائيات كانت ضعيفة فى منافسة غيرها ما دامت فى الماء ؛ إذ أن الأرجل أقل كفاية من الزعانف كأعضاء للسباحة . بيد أن الجفاف الموسمى كان هو القاعدة العامة ، ولذلك فقد كان للحيوانات القادرة على مبارحة البركة الآسنة والتنقل على اليابسة لبلوغ بركة أخرى تسودها ظروف أفضل ، كان لتلك الحيوانات أفضلية انتخابية . وفى المدى البعيد كانت مثل تلك الحيوانات هى التى كتب لها البقاء وتطورت عنها الفقاريات الأرضية . أما « فصية الزعانف » الأخرى التى أخفقت فى إحراز تحورات تكيفها لمواءمة الحياة على اليابسة فقد لحقها الانقراض . وقد أشرنا آنفاً للحالة الاستثنائية الوحيدة المعروفة فى هذا المضمار .

وقد انقسمت البرمائيات بسرعة إلى عدة رتب . وتعيش اليوم فى العالم ثلاث من رتب البرمائيات . ومن المشكلات الصعبة حقاً الكشف عن الكيفية التى تتصل بها هذه الرتب بعضها ببعض بوشائج القرابة والأسلوب الذى يجب اتباعه فى تصنيفها . ويجب اعتبار النهج التقسيمى الذى نقدمه هنا فى خطوطه العريضة نهجاً تجريبياً . كانت كل البرمائيات البدائية التى انقرضت شبيهة « بالبرمائيات الذيلية » التى تعيش اليوم (النيوت والسمندرات) فى الشكل العام للجسم ، ولكنها كانت تختلف عنها اختلافاً بيناً فى التفاصيل التشريحية . وتشمل أكثر المجموعات بدائية أقرب الأنواع شبهاً « بفصية الزعانف » ، وهى تكون فوق رتبة « ذوات الأسنان التيهية » . وقد قامت هذه التسمية على أساس أن هذه الحيوانات كانت لها أسنان ذات متاهات كتلك التى تميزت بها « فصية الزعانف » (شكل ٥٧) . وقد امتدت الحياة بهذه الحيوانات حتى العصر الترياسى بيد أنها انقرضت بحلول نهاية هذا العصر . وكانت رتب « ذوات الأسنان التيهية » تتميز كلها بوجود فقرات مزدوجة الجسم ناشئة من مراكز سفلية ومراكز جنبية . وكانت الأحجام النسبية والعلاقات الموضعية لأجزاء الفقرات مميزة لكل رتبة وتختلف عنها فى الرتب الأخرى . وقد نشأت

تلك الرتب فى العصر الديفونى وكانت تكون جانباً كبيراً من فونة مستنقعات العصر الكربونى .



(شكل ٥٧)
قطاع عرضى فى جزء من سنة تيهية . تمثل الخطوط المتعرجة ثنيات معقدة لطبقة المينا . (عن كتاب : كولبرت ١٩٥٥)

وقد ظهر أيضاً بين حفريات العصر الديفونى طراز آخر من البرمائيات هو « الليبوسبوندیلى » . وكانت هذه الحيوانات عاطلة من الأسنان التيهية ؛ وكانت فقراتها تنشأ عن طريق تعظم مباشر يحدث حول الحبل الظهرى بدلا من أن تنشأ من أقواس . وهذه الفقرات مثقوبة طولياً لتسمح بمرور الحبل الظهرى . ونظراً لأن « الليبوسبوندیلى » ثانية من الناحية البنيانية عن « فصية الزعانف » فالمعتقد أنها لا بد قد انحدرت من أسلاف من « ذوات الأسنان التيهية » . على أن انفصال المجموعتين لا بد أن يكون قد حدث قبل أن يظهر أى منهما فى السجل الحفرى . وقد استنتج واحد على الأقل من أكفأ علماء التشريح أن كلا من هاتين المجموعتين قد نشأت مستقلة عن الأخرى ؛ وأن « الليبوسبوندیلى » قد انحدرت عن أسلاف من الأسماك الرئوية . وقد برزت « الليبوسبوندیلى » بوضوح وتزايدت أعدادها خلال العصر البنسلفانى ، على أنها اختفت من السجل الحفرى فى أواسط العصر البرمى .

وبحلول نهاية العصر الترياسى كانت آخر رتب البرمائيات القديمة قد اختفت من الوجود . وكانت بعض « ذوات الأسنان التيهية » قد بانت منذ العصر البنسلفانى عن اختزالات فى الجمجمة وفى الفقرات شبيهة بالاختزالات التى تظهر فى البرمائيات اللاذيلية (الضفادع والتودات) ؛ كما نمى جسم الفقرة السفلى على حساب جسم الفقرة الجنبى فيها . وقد عثر فى طبقات العصر

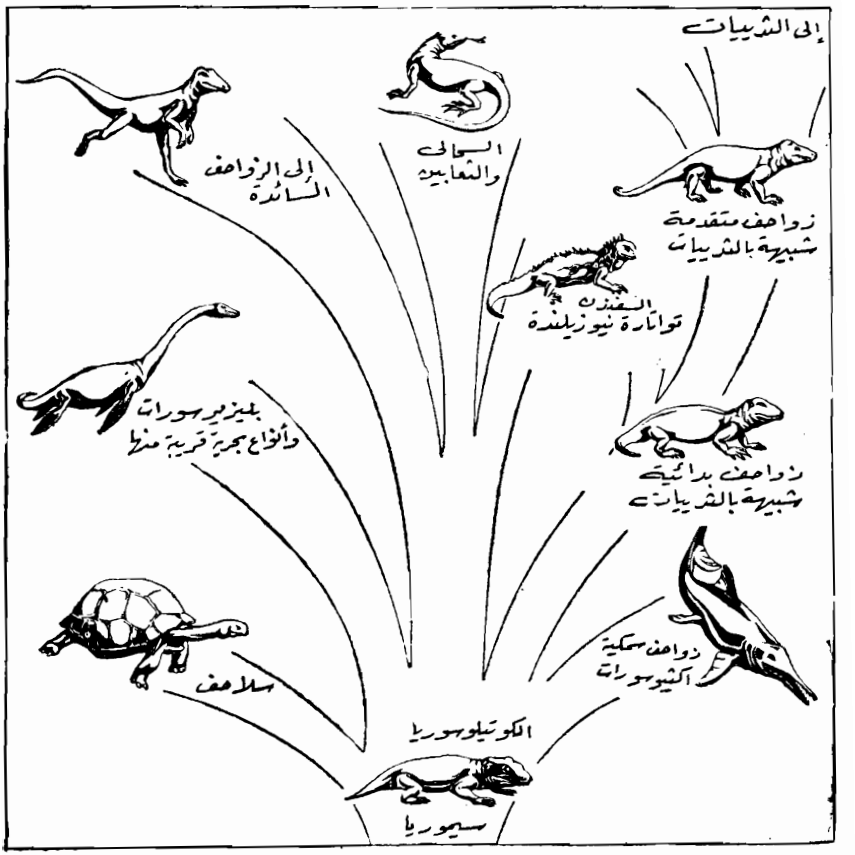
الترياسى بجزيرة مدغشقر على حفرية لحيوان من « ذوات الأسنان التيهية » راق نسبياً ويحمل شبهاً بالبرمائيات اللاذيلية . كما عثر أيضاً على بقايا متناثرة لبرمائيات لاذيلية فى رواسب العصر الترياسى . وتوجد حفريات برمائية عديدة لكل من اللاذيليات والذيليات (النيوت والسمندرات) فى العصر الطباشيرى . وقد امتد العمر بهاتين الرتبتين حتى اليوم كمجموعتين صغيرتين . ولسنا نعلم بوجود أى طرز متوسطة فى تطور البرمائيات الذيلية ، بيد أن لها « فقرات ليبوسبوندیلية » ولذا فمن المحتمل أنها قد نشأت من « الليبوسبوندیلى » أما رتبة البرمائيات اللاقدمية الغامضة ، فهى لا تظهر فى السجل الحفرى حتى بداية حقبة الحياة الحديثة . ولها كالبرمائيات الذيلية فقرات « ليبوسبوندیلية » ، فمن المعقول إذن أنها قد اشتقت من أصل مشابه لذلك الذى نشأت منه البرمائيات الذيلية .

طائفة الزواحف : تلعب البرمائيات دوراً ثانوياً فى فونة الفقاريات التى تعيش اليوم . ولعل أعظم ما للبرمائيات من أهمية ينحصر فى الدور الذى لعبته كمصدر نشأت منه طائفة الزواحف . ونشأة الزواحف من أنواع بدائية من « ذوات الأسنان التيهية » ثابت لا يعتريه الشك ؛ وذلك لأن هناك أجناساً انتقالية عديدة . فجنس « إريوبس » مثلا الذى يصنف اليوم عادة كحيوان برمائى وجنس « سيموريا » الذى ينسب اليوم عادة إلى الزواحف قد وضعهما علماء مختلفون — بل أحياناً عالم واحد فى أوقات مختلفة — فى كلتا الطائفتين استناداً إلى مسوغات قوية . وتظهر الزواحف لأول مرة فى السجل الحفرى فى العصر البنسلفانى . ولما وافى العصر البرمى كانت قد بدأت تبدى تبايناً عظيما أدى إلى تكوين ست رتب خلال العصر البرمى وعشر رتب أخرى فى العصر الترياسى . وفى خلال حقبة الحياة الوسطى كلها كانت الزواحف هى الفقاريات السائدة ، ولذلك يشار إلى هذه الحقبة عادة باسم « عصر الزواحف »

وقد كانت الزواحف الأولى فى جوهرها مجرد برمائيات مكيفة للمعيشة على اليابسة باستمرار . ويحتمل أن الجلد فى تلك الزواحف كان سميكاً

ومغطى بطبقة قرنية كما هى الحال فى الزواحف الحديثة ليقى الحيوان من الجفاف . وقد كانت لتلك الزواحف أربعة أطراف قصيرة تتجه من الجسم إلى الخارج فى اتجاه أفقى وتصنع معه زاوية قائمة تقريباً مما كان يجعل قدرة الحيوان على رفع جسمه محدودة ومتعثرة . وكان لتلك الزواحف عدد كبير من الأسنان المخروطية غير المتمايزة . ولعل أهم المميزات جميعها هى أن الجنين النامى كان محاطاً بأغشية جنينية تشمل الرهل والكوريون ، وأنه كان يتنفس بواسطة غشاء ثالث هو الغشاء المبارى . وهكذا تحررت الزواحف من ضرورة العودة إلى الماء لأغراض التناسل ، ولم يكن البيض فى حاجة إلى رعاية بعد وضعه .

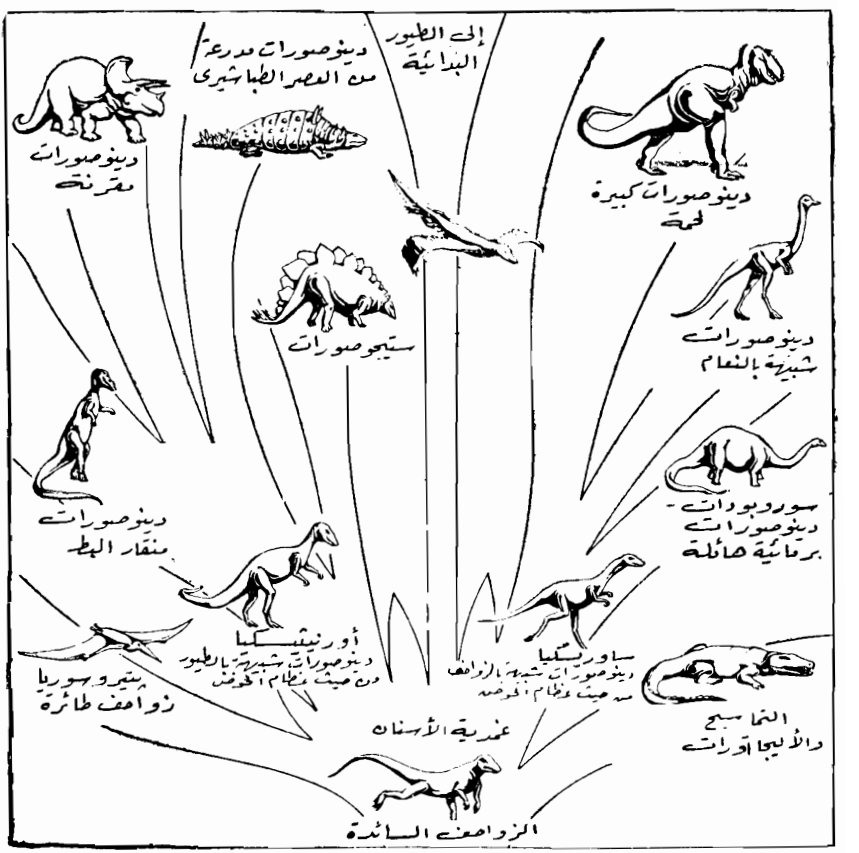
كان الإشعاع التكيفى فى داخل طائفة الزواحف على درجة قصوى من التباين (شكل ٥٨) وقد عادت ثلاث من رتبها إلى الماء ، وظهرت فيها من جديد تخصصات ملائمة لتلك البيئة . وقد بلغ هذا الاتجاه ذروته فى رتبة « الزواحف السمكية » أو « الأكثيوسوريا » التى كانت فى مظهرها شبيهة بالأسماك تماماً . بيد أن هياكلها تثبت أنها زواحف لا شك فيها . أما « البليزيوسوريا » فكانت أقل تطرفاً فى تحورها وكانت أجسامها شبيهة بأجسام الزواحف ، وكانت لها زعانف كبيرة . وكانت الرقبة فى كثير من أنواعها بالغة الطول ثعبانية المظهر . وثالث الرتب المائية هى رتبة « الكيلونيا » أو السلاحف التى تضم السلاحف المائية ، وهى مهيأة بشكل عام لحياة برمائية . على أن بعض السلاحف — كما هو معروف — قد أصبحت أرضية تماماً ، كما أصبح بعضها الآخر بحرياً تماماً . وقد غزت الماء أنواع تنتمى إلى معظم الرتب الأرضية . وأكثر الزواحف الحديثة شيوعاً هى العظاءات « السحالى » والثعابين ، وتوجد منها أنواع أرضية وأخرى مائية ، وهى مهيأة لافتراس جميع طرز الحيوان . وقد حدث الإشعاع التكيفى على أوسع مدى فى رتب « الديناصورات » العدة التى ضمت الزواحف التى كانت سائدة خلال حقبة الحياة الوسطى . وطرزها الرئيسية موضحة فى شكل ٥٩ .



(شكل ٥٨) الإشعاع التكيفى فى الزواحف . (عن كتاب : رومر ١٩٤٦) .

وليس السبب الذى أدى إلى انقراض الزواحف السائدة عند نهاية العصر الطباشيرى معروفاً ، إلا أنه قد وضعت بعض النظريات التى تبدو معقولة فى تفسيرها لهذا الأمر . لقد وقع اختفاء الزواحف العظمية فى نفس الوقت الذى برزت فيه الطيور والثدييات وتقدمت ، وقد اقترح البعض أنها لم تتحمل منافسة هذه الحيوانات الحديثة التقدمية ؛ غير أن هذا شئ غير محتمل ، إذ أن هاتين المجموعتين (أى الطيور والثدييات) كانتا موجودتين فعلا منذ العصر الجوراسى ، بل ولعل الثدييات كانت توجد منذ العصر الترياسى ، ولم تتمكن من إحراز مركز هام فى تنافسها مع الزواحف السائدة . والشىء الذى يبدو

أكثر احتمالا هو أن تقدم الطيور والثدييات فى الحقبة الحديثة قد جاء نتيجة لاختفاء منافساتها من الزواحف . ومن الاقتراحات الأخرى التى حازت قبولا أكثر أن مناخ العالم اشتدت قسوته ، وأن الزواحف العظمية لم تتمكن من أن تكيف نفسها لظروف المناخ القارس . وقد تقدم « كاولز » باقتراح مضاد لهذا بناه بصفة أساسية على دراسات أجريت على الفسيولوجية التناسلية للزواحف التى تعيش اليوم . فمن الحقائق المعروفة أن الخصية حساسة للحرارة . والثدييات يصيبها العقم إذا تعرضت لدرجات حرارة تزيد قليلا على درجة الحرارة الطبيعية لكيس الصفن . وفى الطيور التى تتميز بأن درجة حرارة أجسامها أعلى من درجة حرارة الجسم فى الثدييات تتم عمليات تكوين



(شكل ٥٩) الزواحف السائدة . (عن كتاب : رومر ١٩٤٦) .

الحيوانات المنوية خلال ساعات النهار المبكرة عندما تكون درجة حرارة الجسم عند حدها الأدنى . وقد أثبت « كاولز » أن درجة الحرارة المثلى للنشاط الطبيعى فى الزواحف الحية تقل قليلا عن درجة الحرارة التى تسبب العقم . والزواحف طبعاً من ذوات الدم البارد ، أى إنها غير قادرة على الاحتفاظ بدرجة حرارة أجسامها ثابتة . غير أن الأجسام الكبيرة تبرد بسرعة أبطأ جداً من السرعة التى تبرد بها الأجسام الصغيرة . وقد اقترح « كاولز » أنه فى ظل مناخ يطرد ارتفاع حرارته يندر أن تبرد أجسام الزواحف التى فى ضخامة الديناصورات إلى درجة تكفى للسماح بتكوين الحيوانات المنوية . وبذلك فإن ضخامة حجم الزواحف السائدة واطراد الارتفاع فى حرارة المناخ يمكن أن يكونا قد أديا معاً إلى انقراض تلك الحيوانات وذلك عن طريق عقم أصاب ذكورها . بيد أنه قد استحال حتى اليوم الوصول إلى رأى حاسم فى هذا الموضوع ، وهناك عوامل أخرى جديرة بالدراسة والتمحيص ، منها الجفاف وندرة الغذاء .

وبالرغم من أن الزواحف سادت خلال حقبة الحياة الوسطى كلها فانه لم يبق منها على قيد الحياة ليشهد الحقبة الحديثة سوى أربع من رتبها الست عشرة . وإحدى هذه الرتب الأربع — وهى رتبة « الرنكوسيفاليا » — يمثلها نوع واحد فقط هو « السفندن » وهو زاحفة شبيهة بالعظاءة « السحلية » يقتصر وجودها على بضع جزر صغيرة تقع بالقرب من سواحل نيوزيلندة .

وعلى الرغم من أن هذا الحيوان يحمل شبهاً ظاهرياً بالسحالى فإن هيكله أكثر بدائية من هياكل هذه الزواحف الأخيرة إلى حد بعيد . فمثلا كان هناك فى أقدم الزواحف اختزال مطرد فى المركز السفلى حتى صار المركز الجنبى فى آخر الأمر يكون مركز جسم الفقرة بأكمله . وفى معظم الزواحف الحية نجد أن هذه العملية قد اكتملت مراحلها ، أما فى السفندن فان المراكز السفلية ما زالت تكون قطعاً إسفينية صغيرة توجد بين الفقرات المتتالية . و« للسفندن » أيضاً عدة صفات عتيقة مماثلة ، ويشار إليه عادة على أنه « حفرية حية » إذ

آنه يبدى شبهاً مورفولوجياً بطرز من الزواحف البائدة أكثر مما يبديه من شبه نحو الطرز الحية من الزواحف .

والرتبة الثانية من رتب الزواحف الحية هى رتبة السلاحف ، وهى رتبة قديمة لدينا سجلات عنها من العصر البرمى . وبالرغم من أن السلاحف أقل تبايناً من رتب أخرى عديدة إلا أنها استطاعت أن تحتل بيئات عظيمة التباين ، منها ما هو صحراوى ومنها ما هو بحرى . أما من حيث عدد الأجناس التى تضمها فلا يفوقها من رتب الزواحف سوى « الحرشفيات » .

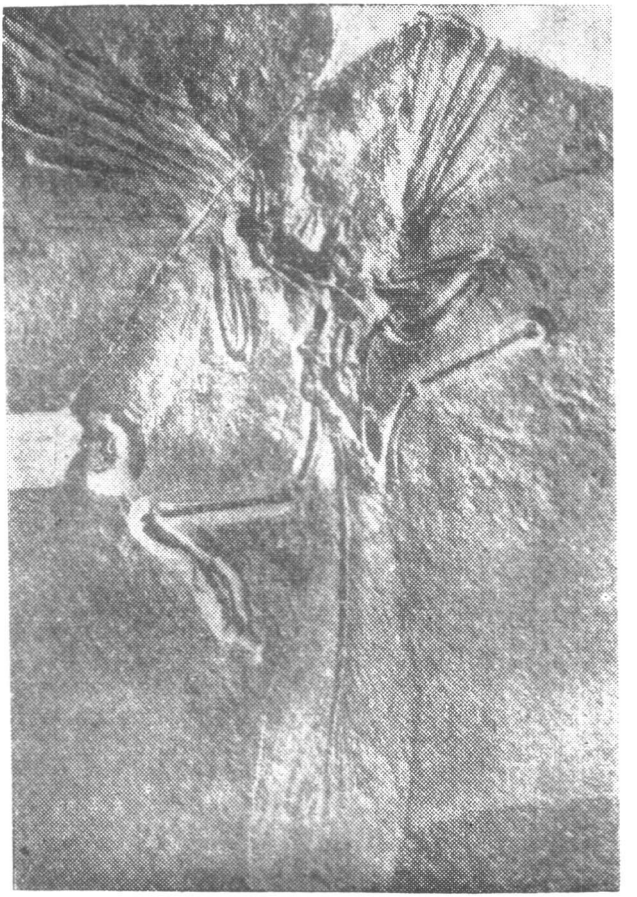
ورتبة التمساحيات لا يمثلها اليوم سوى بضعة أجناس ، وهى عبارة عن بقايا سلسلة تطورية كانت يوماً ما على قدر من الأهمية. وهى تشمل التماسيح و « الاليجاتورات » ، وقد نشأت فى العصر الترياسى من رتبة عمدية الأسنان ، وهى نفس المجموعة التى نشأت منها الزواحف العظيمة التى عاشت فى حقبة الحياة المتوسطة . وقد بلغت التمساحيات ذروتها من حيث كثرة العدد فى العصر الطباشيرى ، بيد أنها أصبحت منذ ذلك العصر لا تكون إلا جانباً ضئيلا من فونة الزواحف فى العالم .

وآخر رتب الزواحف الحية هى رتبة « الحرشفيات » التى تضم الثعابين والعظاءات «السحالى» ، وهى أكثر الزواحف شيوعاً فى عصرنا هذا وأشهرها عند عامة الناس ، ولكنها ليست أكثرها مثالية بحال من الأحوال . ويبدو أن هذه الرتبة قد نشأت فى العصر الجوراسى ، وبلغت ذروتها فى العصر الطباشيرى ثم استمرت حتى اليوم ولكن على نطاق أضيق مما كانت عليه سابقاً . بيد أنهـــا توجد فى كل أرجاء العالم فيما عدا المنطقتين القطبيتين الشمالية والجنوبية . وجميعها من آكلات اللحوم ، ولكن أنواعها المختلفة مكيفة لافتراس حيوانات متباينة تتراوح بين الحشرات وبين ثدييات كبيرة الحجم . ولما كان الناس يميلون إلى الاعتقاد بأن معظم الزواحف سامة فإنه يجدر بنا هنا أن ننوه إلى أن كل الزواحف السامة تنحصر فى رتبة « الحرشفيات » ؛

وأن القليل فقط من الفصائل العديدة التى تضمها هذه الرتبة هو الذى ظهرت به أجهزة السم .

طائفة الطيور : تنتمى أقدم حفريات الطيور إلى العصر الجوراسى المتأخر ، وهى بالغة الأهمية إذ تنير الطريق أمامنا فيما يختص بالاحتمالات الممكنة لنشأة الطيور ومحتدها . وخصائص هياكل تلك الحفريات هى فى معظمها نفس خصائص « الديناصورات » البدائية من رتبة عمدية الأسنان . فقد كان لها — مثلها مثل هذه الحيوانات الأخيرة — عديد من الأسنان المخروطية البسيطة ، وجمجمة على نفس النمط ، وفقرات ملتحمة ، وذيل طويل مركب من عدة فقرات غير متحورة ، كما أنها كانت تمشى على رجلين ، وهذه الصفات جميعها من صفات الزواحف . على أن تلك الحفريات كان لها ريش بالإضافة إلى ذلك كله . وهذه صفة توجد فى الطيور دون غيرها . ولذلك نسبت تلك الحفريات إلى جنس « أركيوبتركس » (شكل ٦٠) ، وهو أقدم ما عرف من أجناس الطيور . ولو أن الريش لم يحفظ فى هذه الحفريات لكان من المحتمل جداً أن تنسب تلك العينات إلى « عمدية الأسنان » على أساس صفات هياكلها . وبذلك فإن نشأة الطيور من أسلاف من « عمدية الأسنان » أمر محتمل جداً . ولا بد لنا أن نلاحظ أن الطيور لم تكن الحيوانات الطائرة الوحيدة التى نشأت من الزواحف السائدة ، إذ أن الزواحف « إصبعية الأجنحة » تنتمى أيضاً إلى هذه المجموعة ، ولكنها كانت بعيدة القرابة بالطيور . وقد لحقها الانقراض دون أن تترك خلفاً لها .

والصفات التى تختلف فيها الطيور عن الزواحف تكاد جميعها أن تكون صفات تكيفها للطيران ، فهى أولا ذات ريش ، والريش يكون سطحاً منبسطاً لا غنى عنه فى الطيران . والخطوات الأولى فى التكوين الجنينى للريش تشبه إلى حد كبير الخطوات المقابلة لها فى تكوين حراشف الزواحف . ويسود الاعتقاد بأن الريش قد نشأ كتحورات للحراشف . وما زالت أرجل



(شكل ٦٠)
صورة فوتوغرافية للعينة الأصلية من أركيوبتريكس التى عثر عليها فى محجر للحجر الليثوغرافى عند سولنهوفن بألمانيا فى عام ١٨٦١ واشتراها المتحف البريطانى فى عام ١٨٦٢ .
(من : دى بير ١٩٥٤)

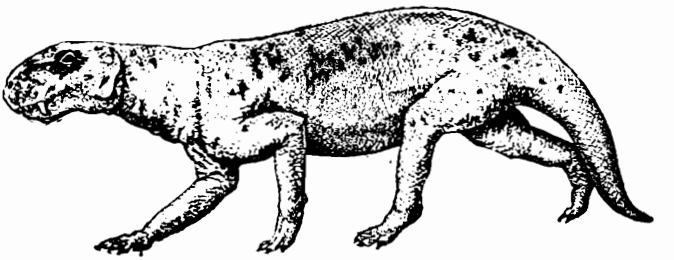
الطيور مغطاة بحراشف الزواحف . ويعمل الريش أيضاً كعازل ، وهو يساعد بذلك على الإبقاء على درجة حرارة الجسم المرتفعة التى هى من مميزات الطيور والتى هى ضرورية جداً فى الإبقاء على معدل الأيض المرتفع الذى يتطلبه الطيران . وأفضل تفسير لما للطيور من عظام خفيفة جوفاء ، ولوجود الأكياس الهوائية التى تتصل بالجهاز التنفسى فيها ، هو أنها تكيفات تزيد القدرة على الطيران وذلك عن طريق تقليل وزن الطائر . وهناك تحورات أخرى تتناول كل جهاز من أجهزة الطيور .

وعلى الرغم من أن الطيور ظهرت فى السجل الحفرى فى العصر الجوراسى

فقد ظلت نادرة وغير ذات شأن حتى حقبة الحياة الحديثة التى بدأ فيه تزايدها وانتشارها العظيم . وقد فقدت بضع رتب — تعيش جميعها على القـارات الجنوبية — القدرة على الطيران ، ونمت الأرجل فيها نمواً واضحاً ، وأصبحت قوية مهيأة للعدو فى بعض منها ، كما ظهرت فى البعض الآخر تكيفات لمواءمة حياة أرضية . وقد أصبحت رتب عديدة أخرى من الطيور مهيأة لبيئات مائية متباينة . ويبلغ مجموع رتب الطيور التى تعيش فى العالم اليوم ثمان وعشرين رتبة . على أنه يجدر بنا أن نضع فى اعتبارنا أن الطيور هى أفضل ما درس من طوائف الحيوان من الناحية التصنيفية ، ومن هنا ظهر اتجاه واضح نحو الإمعان فى تقسيمها إلى أقسام أصغر من تلك التى تقسم إليها غيرها من الطوائف .

طائفة الثدييات : كانت الزواحف التى انحرفت فى اتجاه شبيه بالثدييات تعيش فى العصر البرمى ، بل وفى العصر البنسلفانى ، وكانت تضمها رتبة « بيليكوسوريا » . وقد انحدرت من هذه الزواحف فى الجزء المتأخر من العصر البرمى رتبة أكثر تقدماً ورقياً هى رتبة « ثيراسبيدا » التى كانت قريبة الشبه بالثدييات البدائية فى صفاتها الهيكلية (وهى الصفات الوحيدة التى حفظت لنا من تلك الحيوانات) . وقد تزايدت الثيراسبيدات (شكل ٦١) وانتشرت بسرعة فكانت من أكثر فقاريات العصر البرمى شيوعاً . ولكن من الواضح أنها لم تتمكن من منافسة الزواحف السائدة التى تقدمت لتحتل مركزها البارز فى العصر الترياسى ، وذلك لأن الثيراسبيدات كلها ، فيما عدا أصغرها حجماً ، لحقها الانقراض . وبمعنى آخر لم تستطع الثيراسبيدات أن تحتفظ إلا بتلك البؤر البيئية التى لم تنافسها الزواحف السائدة من أجل السيطرة عليها .

وتشمل الاتجاهات التطورية فى « أشباه الثدييات » استدارة الأطراف حتى ينتقل المرفقان والركبتان إلى الداخل تحت الجسم . وقد أدى هذا إلى جعل الحيوان قادراً على رفع ثقل جسمه دون أن يبذل جهداً فى ذلك ، ويعتبر هذا



(شكل ٦١)
لايكينوبس ، واحد من الثيراسبيدا . (عن كولبرت من كتاب : رومر ١٩٥٥)

تقدماً بالغ الأهمية جعل الحيوان قادراً على العدو السريع المستمر لفترة طويلة . وتتطلب استدارة الأطراف أيضاً تحوراً فى الأحزمة وتقوية للعمود الفقارى . وقد طرأ على الجمجمة شيء من التبسيط ، على أن التغيرات الرئيسية فيها تناولت الفكوك كما تناولت تمفصل الفك السفلى مع الجمجمة . ففى الزواحف النموذجية يتركب الفك السفلى من عظام عديدة . أما فى « الثيراسبيدا » فإن واحداً من تلك العظام — وهو العظم السنى الذى يحمل الأسنان — يتجه إلى الحلول محل العظام الأخرى . وفى الزواحف النموذجية يتمفصل العظم المفصلى للفك السفلى مع العظم المربعى المتحرك الذى يتمفصل بدوره مع المنطقة الصدغية من الجمجمة . أما فى « الثيراسبيدا » فإن العظم السنى يكون مفصلا ثانياً مع العظم الصدغى ، ويصبح المفصل الأصلى الواقع بين العظام المفصلية والمربعية والصدغية مختزلا فى الحجم وقليل الأهمية من الناحية الوظيفية ، ويصبح العظمان المفصلى والمربعى متصلين اتصلا غير وثيق ويميلان إلى الاتصال بالعميد (وهو عبارة عن عظيمة توجد فى الأذن وتقع بالقرب من هذه المنطقة) ، وأخيراً كان « للثيراسبيدا » قدر معين من التمايز الموضعى للأسنـــان .

وكانت الحفريات الثديية التى عثر عليها فى العصر الجوراسى قليلة . ومن المحتمل أن الأسلاف البعيدة لرتبة « وحيدة المسلك » قد انفصلت عن الأصل

العام للثدييات فى تاريخ يرجع إلى ذلك العصر . ورتبة « وحيدة المسلك » هى الوحيدة من بين رتب الثدييات جميعها (وعددها اثنتان وثلاثون رتبة منها أربع عشرة منقرضة) التى تضع إناثها بيضاً . وهى تغذى صغارها بلبن يفرز فى أكياس قليلة الغور توجد على بطن الأم . وعلى الصغار أن تلعق اللبن إذ ليست هناك حلمات . ولا يمثل هذه الرتبة اليوم سوى نوعين ما زالا على قيد الحياة هما خلد الماء وآكل النمل الشوكى . ويقتصر وجودهما على قارة أستراليا . والجسم فى كل منهما — كما هى الحال فى كل الثدييات — مغطى بحلة من الشعر تعمل كعازل يساعد الحيوان على الاحتفاظ بدرجة حرارة جسمه ثابتة نسبياً .

وتدلنا حفريات قليلة مستمدة من العصر الطباشيرى المتأخر على أن رتبة الكيسيات أو الثدييات الكيسية ظهرت فى ذلك الزمن ولكنها لم تصبح كثيرة العدد إلا فى الحقبة الثلاثية . والكيسيات ثدييات لم تعد تضع بيضاً وإنما تقضى صغارها فترة نمو قصيرة داخل رحم الأم (الذى هو عبارة عن قناة مبيضية متحورة) ، وهى تولد بعد ذلك فى مرحلة مبكرة جداً من النمو . وتنقل الصغار بعد مولدها إلى كيس يقع على بطن الأم حيث يسعى كل منها إلى إحدى الحلمات الموجودة بذلك الكيس فيطبق فمه عليها إطباقاً مستمراً . وبهذه الطريقة تزود الصغار بالغذاء إلى أن تبلغ درجة من النمو تستطيع بعدها أن تغادر كيس الأم وأن تعتمد على نفسها فى السعى وراء الغذاء . ونحن نعرف عن الكنغر أكثر مما نعرف عن أى من الكيسيات الأخرى ، بيد أن الكنغر يعد من أكثر الكيسيات تخصصاً . أما « الأبوسوم » الذى يقطن الولايات المتحدة فهو حيوان كيسى أكثر بدائية من الكنغر . وهذه الرتبة بوجه عام لم تصب نجاحاً فى تنافسها مع الثدييات المشيمية . إلا أن حيواناتها أحرزت نجاحاً باهراً فى أستراليا حيث أمكنها أن تحتل وتملأ كل بؤرة بيئية ممكنة . ولكن أستراليا قد انفصلت عن مراكز التباين الشمالية منذ العصر الطباشيرى . وهى نتيجة لهذا تكاد تكون خالية من الثدييات المشيمية . وقد ظلت أمريكا الجنوبية منعزلة بصورة مماثلة خلال الجزء الأكبر من الحقبة الثلاثية ولذلك نمت فيها

فونة وفيرة من الكيسيات . على أن هذه الفونة ما لبثت أن لحقها الانقراض عندما غزت الثدييات المشيمية أمريكا الجنوبية قادمة من أمريكا الشمالية . وقد أصبحت المنطقة الأسترالية اليوم هى موطن الفونة الكيسية الوافرة الوحيدة ، ولكن مما يؤسف له حقاً أننا لا نعرف عن تاريخها الحفرى إلا النزر اليسير .

وتظهر الثدييات المشيمية فى السجل الحفرى أيضاً لأول مرة فى العصر الطباشيرى المتأخر . وقد ازدادت أعدادها وانتشرت أنواعها فيما يشبه الانفجار فى أوائل الحقبة الثلاثية ، حتى إن جميع رتبها تقريباً كانت ممثلة منذ ذلك التاريخ . وأهم صفة تميز المشيميات عن الكيسيات هى أن أجنتها تنمو لها مشيمة ذات كفاءة تمكنها من الحصول على الغذاء من تيار الدم السارى فى جسم الأم . وتعمل تلك المشيمة أيضاً كعضو للتنفس والإخراج .

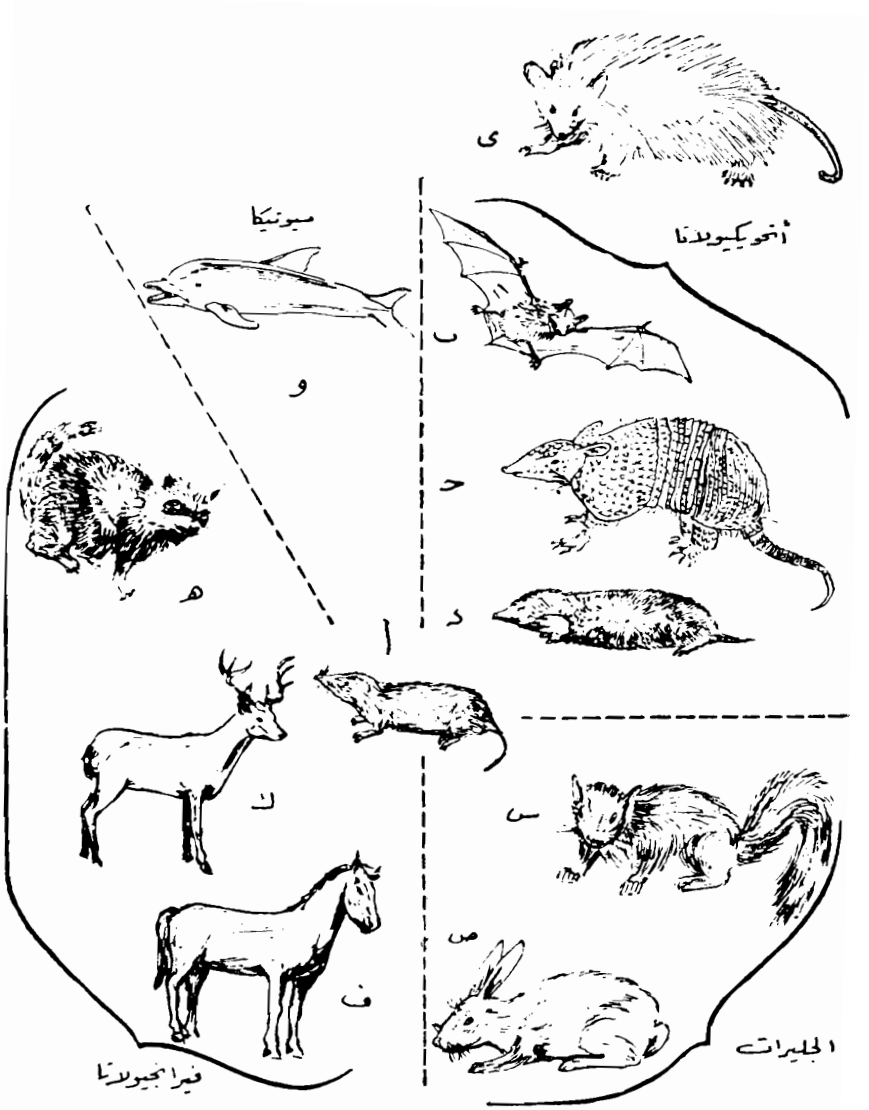
والثدييات المشيمية هى دون منازع الحيوانات السائدة فى العالم اليوم . ونجاحها هذا يرجع إلى حد بعيد إلى امتداد فترة النمو الجنينى فيها وهو أمر يحققه وجود المشيمة . كما يرجع إلى رعاية الأبوين للصغار وإلى كبر حجم نصفى كرة المخ . وهما صغيران جداً فى طوائف الفقاريات الدنيا . ويتضح هذا الاتجاه الأخير نحو كبر حجم نصفى كرة المخ فى المجموعات الدنيا من الثدييات . ولكنه يبلغ مبلغاً عظيماً فى الثدييات المشيمية .

كانت أسلاف الثدييات المشيمية حيوانات صغيرة ، ومن المحتمل أن هذا مرده إلى أن مثل تلك الحيوانات الصغيرة كان فى مقدورها أن تتنافس مع زواحف العصر الطباشيرى ، وعلى الرغم من أنها كانت من آكلة اللحوم فإن صغر حجمها قد اضطرها إلى الاقتصار إلى حد بعيد على غذاء مكون من الحشرات والديدان وغيرها من اللافقاريات الصغيرة . ولعلها كانت تضيف إلى هذا كميات صغيرة من المواد النباتية . ويكاد هذا يكون هو نفس الغذاء الذى تقتات به اليوم الحيوانات الحية من رتبة آكلة الحشرات . وبعض أفراد هذه الرتبة — التى تشمل الزبابات والخلدان والقنافذ والطرق — بدائية جداً

من الناحية التشريحية . ويبدو من المحتمل أن آكلة الحشرات هى أقرب رتب الثدييات الحية إلى الأصل البدائى للثدييات المشيمية .

ولما كانت الرتب الحية (وكذلك المنقرضة) من الثدييات المشيمية قد ظهرت بسرعة فى أول الحقبة الثلاثية ، فإنه من العسير جداً تتبع صلات القرابة المحتملة بينها . وبالرغم من هذا فقد وضعت احتمالات معينة لصلات القرابة بين هذه الرتب على أساس من التشريح المقارن والدراسة المقارنة لأمصال الدم فيها وكذلك على أساس من علم الحفريات . وبعض هـذه القرابات مدعم بأدلة أقوى من تلك التى تقوم على تدعيم البعض الآخر . وتعتبر رتبة آكلة الحشرات هى الأصل المحتمل الذى اشتقت منه رتب الثدييات المشيمية الأخرى نظراً لقدمها وبدائيتها . وهناك مجموعة واحدة من الرتب ، هى فيلق « الأنجويكيولاتا » ، تبدو نشأتها من آكلة الحشرات واضحة جلية . أما الرتب الأخرى فتتفاوت درجة تأكدنا من نشأتها من آكلة الحشرات إلى حد بعيد . (يرى سمبسون — الذى يعتبر تصنيفه للثدييات مقبولا فى معظم الأوساط — استخدام الفيلق كمرتبة تصنيفية متوسطة بين الرتبة والطائفة ، وذلك لأن الرتب فى داخل طائفة الثدييات تنتظم فى مجموعات مميزة بوضوح بعضها عن بعض) .

ففيلق « الأنجويكيولاتا » (من اللاتينية ومعناها ذوات المخالب أو الأظافر) تشمل ثمان رتب ، منها اثنتان منقرضتان . ومن الرتب الست الحية ثلاث شائعة إلى حد بعيد وهى : رتبة آكلة الحشرات نفسها ، ورتبة « الكايروبترا » أو الخفاشيات التى هى أساساً عبارة عن آكلات حشرات طيارة ، ورتبة الرئيسيات وتضم الليمورات والقردة والقردة العليا والإنسان . والرتب الثلاث الأخرى الأقل شيوعاً هى رتبة « درموبترا » وتضم فقط الحيوان المعروف « بالليمور الطائر » الذى ليس هو بليمور كما أنه ينزلق ولا يطير ، ورتبة الدردئيات أو عديمة الأسنان وتشمل حيوانات كالكسلان وآكل النمل والمدرع وجميعها ليس لهاسوى القليل من الأسنان التى تنمو بطريقة غريبة ، ورتبة



(شكل ٦٢) أمثلة لطرز الثدييات . (أ) زباب شبيه بالأصل البدائى للمشيميات ، (ب) خفاش ، الحيوان الثديى الوحيد القادر على الطيران ، (حـ) مدرع ، (د) خلد ، (س) سنجاب ، (ص) أرنب ، (ف) حصان ، (ك) أيل ، (ه) راقون ، (و) درفيل ، (ى) أبوسوم .

أ ، د : فيلق أنجويكيولاتا ، س ، ص : فيلق الجليرات ، ف – ه : فيلق الفيرانجيولاتا ، و : فيلق ميوتيكا . ولأن أبوسوم من الكيسيات فإن صلته بأى من الثدييات الأخرى بعيدة وغير معروفة على وجه التأكيد .

« فوليدوتا » التى لا تضم سوى البانجولين وهو آكل نمل يقطن الدنيا القديمة ولا تربطه بعديمة الأسنان صلة قرابة وثيقة . ومن الفيالق الأخرى فيلق « الجليرات » ومن السهل جداً ربطها بآكلة الحشرات . ويشمل هذا الفيلق رتبتين معروفتين معرفة وثيقة هما : رتبة القوارض التى تضم عدداً ضخماً من الحيوانات القارضة العظيمة التباين ، ورتبة « الاجومورفا » وتضم الأرانب والأرانب البرية والبيكات . وقد كانت حيوانات هاتين الرتبتين تضم فيما مضى فى رتبة واحدة ، إلى أن ظهر فى أوائل هذا القرن الرأى القائل بوجوب فصلها فى رتبتين مميزتين على أساس صفات الجمجمة والأسنان . وقد أيدت الدراسات التى أجريت فيما بعد هذا الرأى وأثبت السجل الحفرى أن الرتبتين لا تقتربان إحداهما من الأخرى كلما تتبعنا تاريخهما إلى الوراء موغلين فى أعماق الزمن . ولذلك فقد استنتج سمبسون أن ضم القوارض واللاجومورفا فى فيلق واحد إنما « هو أمر مسموح به نتيجة لما نجهله عن تلك الحيوانات وليس نتيجة لسند من معلوماتنا عنها » .

والفيلق الثالث يعرف باسم « ميوتيكا » ويشمل رتبة واحدة هى الحوتيات وهى تضم الحيتان والدرافيل . ولعل هذه الرتبة هى أكثر رتب الثدييات انحرافاً ، وعلاقاتها بالرتب الأخرى يعتريها الكثير من الغموض . وعلى الرغم من ذلك — وكما أشرنا سلفاً — فإن هياكل هذه الحيوانات تدل دلالة واضحة على أنها منحدرة من ثدييات أرضية .

والفيلق الأخير وهو الحافريات أو « فيرانجيولاتا » (كلمة مستمدة من الكلمتين اللاتينيتين Ferae ومعناها دواب أو حيوانات و Ungulata ومعناها حافرية) تشمل عدداً كبيراً من الرتب المتباينة لحق الانقراض معظمها . والرتب الحية من هذا الفيلق هى اللحمات أو آكلات اللحوم ، وأنبوبية الأسنان ، والخرطوميات ، والوبريات والخيلانيات أو عرائس البحر ، ووحيدات الحافر ، ومشقوقات الحافر . وأول هذه الرتب وكذلك الرتبتان الأخيرتان هى من أكثر الحيوانات نجاحاً . وقد كان من أهم خصائص

تطور الثدييات فى عصوره المبكرة ظهور عواشب كبيرة الحجم ولواحم مهيأة لافتراس تلك العواشب وغيرها من أنواع الثدييات . ويشكل هذا الطراز الأخير رتبة اللحمات وهى تضم حيوانات متباينة كالقطط وبنات عرس والذئاب والدببة والفقام . أما العواشب فقد تباينت صورها وتفرعت إلى عددكبير من الرتب الأخرى ، وأكثرها انتشاراً هى وحيدات الحافر التى تشمل الخيل وأقاربها التى لها عدد مفرد من الأصابع . ومشقوقات الحافر التى تشمل الخنازير والجمال والأيائل والماشية وغيرها من الحيوانات الحافرية التى لها عدد زوجى من الأصابع .

أما الرتب الحية الباقية من فيلق « فيرانجيولاتا » فلا تمثلها سوى عدد قليل من الحيوانات الحية . فأنبوبية الأسنان لا تضم سوى الحيوان الإفريقى المعروف بخنزير الأرض . وهو آكل نمل لا صلة له بعدة حيوانات أخرى تعرف باسم آكلات النمل . والخرطوميات تشمل الفيلة وأقاربها المنقرضة من أنواع الماموث . ولا تضم الوبريات سوى حيوانات الوبر . وهى حافريات صغيرة شبيهة بالأرانب تقطن إفريقية وآسيا ، وأخيراً هناك الخيلانيات وهى لا تضم سوى بقر البحر أو عرائس البحر .

وقد يبدو ضم اللحمات الرئيسية والعواشب فى مجموعة واحدة أمراً غريباً لأول وهلة ، غير أننا إذا اقتفينا أثرهما عائدين إلى الوراء فى السجل الحفرى لوجدنا أنهما يلتقيان فعلا أحدهما بالآخر . حتى إن كثيراً من أجناس الحقبة الثلاثية المبكرة يمكن نسبتها إلى كل من الطرازين استناداً إلى مبررات متساوية القوة فى كل من الحالين . فاشتراكهما فى أرومة واحدة إذن أمر كبير الاحتمال .

المراجع :

Berrill, N.J., 1955. "The Origin of the Vertebrates," Oxford University Press, New York, N.Y. An interesting analysis of evidence for the tunicate theory.

Colbert, E.H., 1955. "Evolution of the Vertebrates," John Wiley & Sons, Inc., New York, N.Y. An interesting and well-illustrated account, from the viewpoint of a paleontologist.

Millot, J., and J. Anthony, 1958. "Anatomie de *Latimeria chalumnae,*" Centre National de la Recherche Scientifique. A thorough and beautifully illustrated study of this living fossil, for those who read French with facility.

Romer, A.S., 1958. "Tetrapod Limbs and Early Tetrapod Life," *Evolution,* 12, 365-369. The most recent in a series of papers debating the factors which led to the origin of the Amphibia.

Romer, A.S., 1945. "Vertebrate Paleontogy," 2nd Ed., University of Chicago Press. A classic in its field.

Romer, A.S., 1959. "The Vertebrate Story," University of Chicago Press. A well-rounded, phylogenetic introduction to vertebrate zoology.

Smith, J.L.B., 1956. "The Story of the Coelacanth," Longmans, Green & Co., New York, N.Y. The discoverer's account of *Latimeria.*

الفصل الثانى عشر

تاريخ الرئيسيات

الآن نأتى إلى ذروة تاريخ تطور الأنواع الحيوانية ، أى إلى رتبة الرئيسيات التى تضم زبابات الشجر ، والليمورات ، والمشيطيات ، والقردة ، والقردة العليا والإنسان . وقد يكون من الأفضل ، قبل أن نبدأ مناقشة تاريخ هذه المجموعة ، أن نستعرض تصنيفها والصفات الأساسية للأحياء من أجناسها .

تصنيف الرئيسيات

تمتاز رتبة الثدييات بأنها صعبة التعريف ويرجع هذا إلى عدم وجود صفات مميزة بارزة يمكن مقارنتها مثلا بالقواطع « الأزميلية الشكل » الموجودة فى القوارض أو الحوافر ذات العدد المفرد من الأصابع التى توجد فى وحيدات الحافر . وقد عرف ميفارت الرئيسيات منذ زمن بعيد بأنها ثدييات مشيمية ذات أظافر (أو مخالب فى بعض الحالات) ، وذات ترقوات ، وأن تجويف الحجاج فيها محاط بالعظام ، ولحيواناتها ثلاثة أنواع من الأسنان ، وللمخ فيها فص خلفى به ثنية تعرف بالشرم الصيصى . ولإبهام اليد وإبهام القدم فيها ظفر منبسط أو هى عاطلة من الأظافر تماماً . كما أن لأمعائها الغليظة كيساً أعورياً هو الأعور ، والقضيب فيها متدل . وخصيها توجد فى كيس صفن يقع خارج تجويف الجسم ، ولها غدتان ثديتان صدريتان .

ومعظم هذه الصفات من الخصائص البدائية للثدييات . ويمكن القول بأن الرئيسيات هى ثدييات غير متخصصة نسبياً ، هذا إذا استثنينا ما تبين عنه من اتجاه واضح نحو كبر حجم المخ . والأسنان فى الرئيسيات مهيأة لغذاء من أى

صنف ، بيد أن هذا فى حد ذاته افتقار إلى التخصص . وإبهام اليد والقدم تقابل عادة بقية الأصابع مما يمنحها قدرة فى القبض على الأشياء المختلفة . وبينما توجد العينان فى معظم الثدييات على جانبى الرأس بحيث ترى كل عين مجالا مختلفاً عن ذلك الذى تراه العين الأخرى ، نجد أن العينين فى الرئيسيات تقعان فى مقدم الرأس مما يسمح بالرؤية المزدوجة المجسمة . والرؤية بشكل عام أكثر نمواً واكتمالا فى الرئيسيات منها فى الثدييات الأخرى ، أما حاسة الشم فهى أقل نمواً فيها منها فى بقية الثدييات . وعلى الرغم من أن صفة كبر حجم المخ هى من المميزات العامة للثدييات إلا أنها تكون على أجلى صورها فى الرئيسيات .

زبابات الشجر : لا شك أن زبابات الشجر هى أكثر الرئيسيات بدائية ، بل إن كثيراً من علماء الحيوان يفضلون أن يصنفوها ضمن آكلات الحشرات التى هى منحدرة عنها . بيد أن زبابات الشجر تختلف عن الزبابات الأرضية من عدة وجوه تجعلها أوثق قرابة بالرئيسيات . فسلاميات الأصابع فيها أقدر على الحركة ، كما أن إبهام اليد والقدم تتقابل مع بقية الأصابع إلى حد ما ، إلا أن تلك السلاميات تنتهى بمخالب نموذجية ، والعيون أكبر من عيون الزبابات الأرضية النموذجية ، والجهاز الأنفى أقل نمواً . وهكذا نرى أن هناك أسباباً قوية تؤيد ضم زبابات الشجر إلى رتبة الرئيسيات . على أن هذه الحيوانات بدائية إلى حد بعيد ، ويقتصر وجودها اليوم على المنطقة الشرقية من العالم حيث تنتشر انتشاراً واسعاً .

الليمورات : هنـــاك مجموعتان من الليمورات : إحداهمـــا هى « الليموريفورمس » ويقتصر وجودها اليوم على جزيرة مدغشقر ، والأخرى هى « اللوريسيفورمس » وتوجد فى كل من إفريقية وآسيا . ويتراوح حجم الليمورات بين حجم الفأر وحجم القرد الصغير . وهى حيوانات شجرية بدائية ، وبعضها لا يكاد يكون أكثر رقياً من زبابات الشجر . وهى تبين عن الصفات الأساسية للرئيسيات فى حسن تكوين اليدين والقدمين وفى أن الإبهام

فى كل منهما يقابل بقية الأصابع . والخطم عادة طويل بارز ، والأذنان طويلتان متحركتان ولكن ليس هناك سوى القليل من الحركة فى تعبيرات الوجه . والليمورات حيوانات ليلية بشكل عام ، ولذلك فإن عيونها كبيرة .

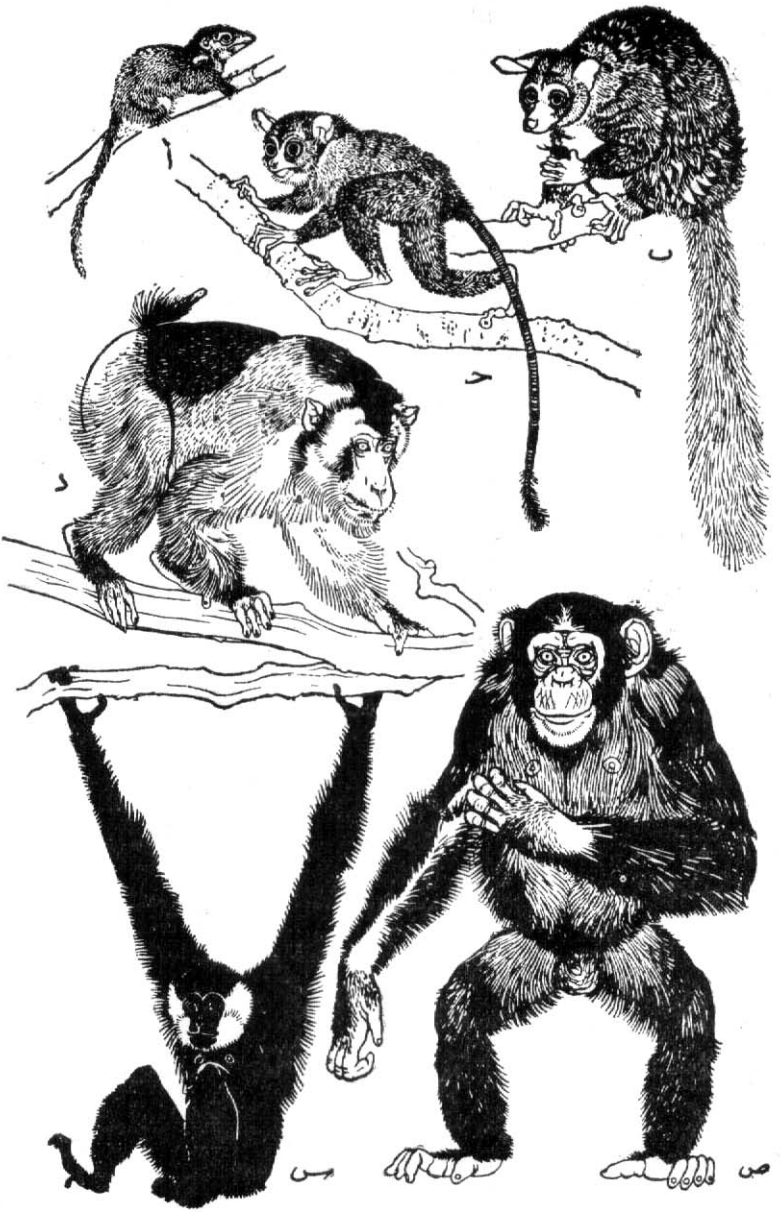
المشيطيات : إن حيوان المشيط الذى يعيش اليوم فى الفلبين وغيرها من الجزر الشرقية هو آخر ما بقى على قيد الحياة من مجموعة قديمة هامة من الرئيسيات يحتمل أنها انحدرت من أسلاف ثمورية . والمشيط (تارسيوس سبكترم) يبلغ حجمه حجم قطة صغيرة تقريباً . وهو حيوان ليلى تماماً . وحجم عينيه ضخم بالنسبة إلى حجم رأسه ، وهما تنظران إلى الأمام مما يتيح للحيوان الرؤية المزدوجة . والخطم مختزل إلى حد بعيد مما يضفى على الحيوان منظراً شبيهاً بالقردة . والرجلان الخلفيتان متحورتان للوثب ، وللحيوان القدرة على القفز من غصن إلى آخر فى دقة بالغة . والأذنان كبيرتان والذيل طويل وعار فيما خلا القطعة الطرفية التى يغطيها الشعر . وعلى الرغم من أن المشيطيات تشبه الليمورات فى تفاصيل كثيرة إلا أن تركيب المخ والأعضاء التناسلية فيها قردية أساسياً . ولذلك يعمد بعض البحاث إلى وضعها مع القردة والقردة العليا والإنسان بدلا من ضمها إلى الليمورات وزبابات الشجر .

القردة : القردة عادة أكبر من الرئيسيات البدائية التى ذكرناها حتى الآن كما أنها نهارية بوجه عام . وتقع العينان فى موضع أمامى ، والجهاز الأنفى مختزل . ومعظم القردة شجرية ولكن بعضاً منها أرضى إلى حد بعيد ، ومنها ما هو أرضى صرف . وتقسم القردة إلى مجموعتين مميزتين تضم كل منهما أنواعاً متباينة . وهاتان المجموعتان هما القردة عريضة الأنوف أو قردة الدنيا الجديدة ، والقردة ضيقة الأنوف أو قردة الدنيا القديمة . وتشير التسمية إلى حالة الحاجز الأنفى الذى هو عريض فى الأولى وضيق فى الثانية ، غير أن هناك صفات عريضة الأنوف التى تقتصر مواطنها على أمريكا الجنوبية تعتبر بشكل عام أكثر بدائية ، ولبعضها ذيول قابضة ، وهى الرئيسيات الوحيدة التى لها هذه

الصفة . ومن أفضل أمثلتها قرد العنكب (أتيليس) ، وقرد الكابوتشين (سيبس) وهو القرد الشحاذ الشائع الذى يرتبط فى أذهاننا بعازف الأرغن المتجول . والقردة ضيقة الأنوف واسعة الانتشار فى الدنيا القديمة ، وتشمل طرزاً متباينة مثل قردة المكاك (التى من بينها قرد الريزس المعروف فى البحوث الطبية) والجيريزا والجوينون والميمون أو البابون وأنواع الماندريل .

القردة العليا الشبيهة بالانسان : القردة العليا هى أقرب الرئيسيات الحية شبهاً بالإنسان . ولا يوجد على قيد الحياة من القردة العليا سوى خمسة أجناس هى الجيبون الذى يقطن آسيا ، والسيامانج الذى يقطن جزيرة سومطرة ، والأورانجوتان الذى يعيش فى بورنيو وفى سومطرة ، والغوريلا والشمبانزى ويسكنان إفريقية الاستوائية . وهذه الأجناس قريبة الشبه بالإنسان جداً من حيث تركيب الجمجمة والهيكل وطبيعة الأسنان وشكلها وخصائصها ، وكذلك من حيث الفسيولوجية العامة وفصائل الدم والتعرض للإصابة بطفيليات معينة ، وكذلك فى صفات أخرى . إلا أن هذه الحيوانات متخصصة تخصصاً عظيماً لمواءمة الحياة على الأشجار . فأذرعها بالغة الطول ، وهى تتأرجح من غصن إلى آخر بطريقة تعرف « بالتحرك بالأذرع » ، أى إنها تتأرجح بين الغصن والآخر مستخدمة فى ذلك أذرعها فقط ، أما أجسامها وأرجلها فلا تلعب إلا دوراً ثانوياً فى هذه العملية . ونتيجة لذلك أصبحت أصابع الإبهام فيها مختزلة حتى يمكن لليد أن تعمل بصفة أساسية كخطاف يستخدمه الحيوان فى القبض على فروع الشجر . والأرجل أقصر من الأذرع بوضوح على نقيض ما نجده فى قردة الدنيا القديمة وفى الإنسان .

والجيبون هو أصغر القردة العليا الشبيهة بالإنسان ، كما يعتبر من عدة وجوه أكثرها بدائية . وهو شجرى قح . وبينما هو يبدى قدرة فائقة على الحركة الذراعية السريعة البالغة الدقة ، فإنه أيضاً أمهر من معظم القردة العليا الأخرى فى السير على قدميه ، إذ يستطيع أن يعدو فوق فروع الشجر فى حذق عظيم . والسيامانج وثيق القرابة بالجيبون ولا يختلف عنه إلا فى التفاصيل



(شكل ٦٣) أمثلة من الرئيسيات (أ) زباب الشجر «توبايا» ، (ب) الليمور «جالاجو» ، (حـ) المشيط «تارسيوس» ، (د) القرد «ماكاكا» ، (س) الجيبون «هايلوباتس» ، (ص) الشمبانزى «بان» . (عن كتاب : كلارك ١٩٥٣) .

أما الأورانجوتان فهو قردعال أكبر حجماً جداً من الجيبون ، وكثيراً ما يزيد وزنه على ١٠٠ رطل . وهو بدوره شجرى أساساً ويتنقل بين الأشجار فى سهولة ويسر مستخدماً فى ذلك الحركة الذراعية ، وهو لا يهبط إلى الأرض إلا فيما ندر . والشمبانزى أكبر قليلا فى الحجم من الأورانجوتان ، وهو شجرى أيضاً . والغوريلا هى أكبر القردة العليا دون منازع ، فهى تبلغ أوزاناً تزيد على ٦٠٠ رطل . وبالرغم من أن الغوريلات حيوانات « ذراعية » من الناحية المورفولوجية إلا أن ضخامة حجم البالغ منها تلزمه الأرض حيث يستخدم طرازاً غريباً من السير على أربع .

ملخص للتصنيف : هذه إذن هى الكائنات المختلفة التى تكون رتبة الرئيسيات التى يمثل الإنسان العضو السائد فيها . وفى أحدث التعديلات التى أدخلت على تصنيف الثدييات تقسم الرئيسيات إلى رتيبتين هما رتيبة « بروسيمى » وتشمل زبابات الشجر والليمورات والمشيطيات ، ورتيبة « الأنثروبويديا » وتشمل القردة والقردة العليا والإنسان . وتقسم الأنثروبويديا بدورها إلى ثلاث فوق فصائل هى « السيبويديا » وتضم القردة عريضة الأنوف ، و « السيركوبيثيكويديا » أو القردة ضيقة الأنوف ، و«الهومينويديا » وتشمل الإنسان والقردة العليا الشبيهة به . وتقسم الهومينويديا إلى فصيلتين هما فصيلة « هومينيدى » وتضم الإنسان وحده ، وفصيلة « بونجيدى » وتضم كل القردة العليا الشبيهة بالإنسان .

وتبين كل مجموعة من الرئيسيات التى تعرضنا لها هنا عن تقدم ملحوظ بالنسبة للمجموعة التى تسبقها مما يغرى بمعاملتها جميعاً كسلسلة تطورية متصلة كما كان يفعل فى الماضى . بيد أن قليلا من التدبر فى الأمر يجعل من الواضح البين أن كل مجموعة من تلك المجموعات هى عبارة عن ناتج نهائى — متفاوت فى درجة تخصصه — لعملية تطور طويلة خاصة به . فزبابات الشجر التى تعيش اليوم لا يمكن أن تكون أسلاف الليمورات ، وإنما الأمر المحتمل حقاً هو أن أسلافاً بدائية جداً لزبابات الشجر الموجودة اليوم كانت أيضاً أسلافاً

لليمورات ومن المهم أن نضع هذا الأمر نصب أعيننا ؛ إذ أن كثيراً من الجدل ثار فى الماضى حول تحديد أى من القردة العليا التى تعيش فى العالم اليوم هو السلف الذى نشأ منه الإنسان . وقد بعثت وجهة النظر هذه من جديد فى كتاب ظهر حديثاً . على أن معظم الثقات أصبحوا اليوم يعتبرون أن هذه النظرة غير مقبولة عقلا .

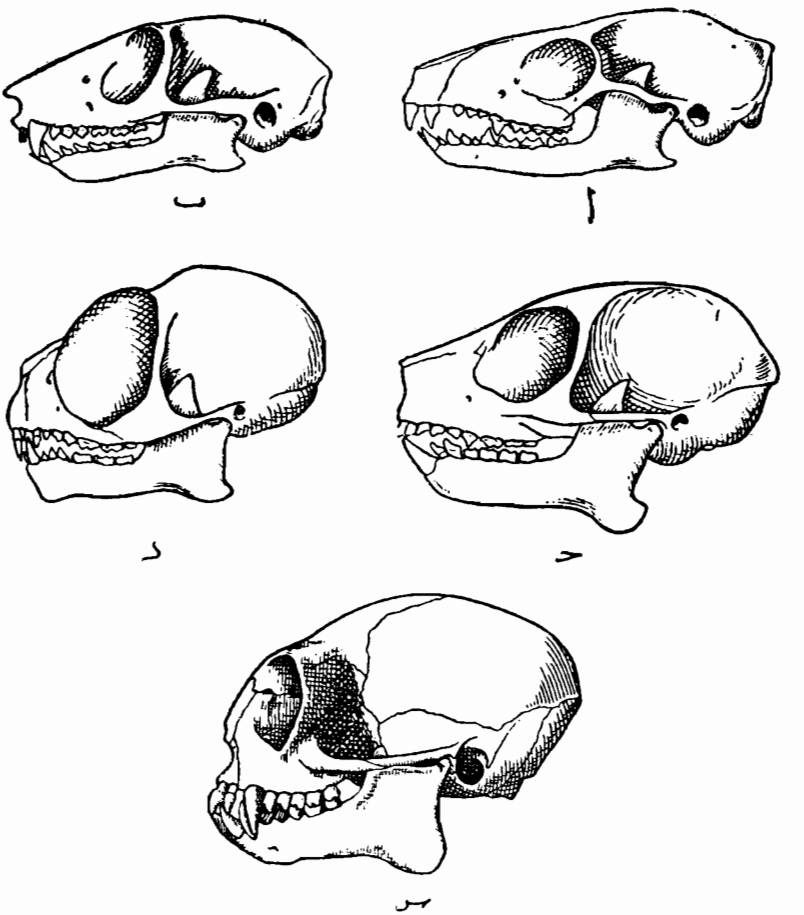
الرئيسيات فى السجل الحفرى

إن السجل الحفرى للرئيسيات ناقص جداً ولكنه قديم جداً ؛ فلقد عثر على بقايا من حيوانات رئيسية فى صخور تنتمى إلى أواسط العصر الباليوسينى . وهو أقدم فترات الحقبة الحديثة . وقد اكتشفت جماجم لثدييات صغيرة تحمل شبهاً بزبابات الشجر كانت تعيش فى ذلك الزمن البعيد الذى كان قريباً من أول عصر الثدييات . فتركيب الطواحن (الضروس الخلفية) فى تلك الحفريات يشبه تركيبها فى الرئيسيات ؛ كما أنها تبين عن ميل نحو كبر حجم المخ . وقد أقيمت فصيلة « بلزيادابيدى » خصيصاً لهذه الرئيسيات القديمة .

وتظهر الليمورات لأول مرة فى السجل الحفرى فى العصر الإيوسينى ؛ وقد عثر على حفريات لها مستمدة من ذلك الحين فى كل من أوروبا (جنس أدابس) وأمريكا (جنس نوثاركتوس) . والحجم فى هذين الجنسين قريب من حجم الليمورات الحديثة ؛ ولكن المخ فيهما كان أصغر ؛ ولم تكن قد ظهرت بهما تخصصات معينة بالأسنان تمتاز بها الليمورات الحديثة . أما زباب الشجر المسمى « أناجال » فقد عاش فى تاريخ أحدث نسبياً (العصر الأوليجوسينى) ؛ وهو ذو أهمية خاصة نظراً لأنه يحتل — من عدة وجوه — مركزاً وسطاً بين زبابات الشجر وبين الليمورات . فبينما نجد أن صفاته العامة هى صفات زبابات الشجر فإننا نجد أيضاً أن بعض صفات الجمجمة وكذلك الطواحن تشبه مقابلاتها فى الليمورات . كما كانت الأصابع تنتهى بأظافر بدلا من المخالب . ومع أن هذا الحيوان لا يمكن أن يكون هو السلف الذى نشأ منه جنس « أدابس » (لأنه كان يعيش بعد هذا الأخير) ،

إلا أنه يشير إلى احتمال انحدار الليمورات من زبابات شجر مشابهة كانت تعيش فى زمن أقدم .

وكانت المشيطيات توجد بوفرة عظيمة فى العصر الإيوسينى ؛ إذ أن الأجناس التى اكتشفت حفرياتها فى أوروبا وأمريكا لا يقل عددها عن خمسة



(شكل ٦٤) جماجم رئيسيات بدائية تبين تدرجاً مورفولوجياً (وليس تطورياً) من زباب الشجر إلى الليمور إلى المشيط إلى القرد . (أ) زباب الشجر (بتيلو سيركس) ، (ب) ليمور الفأر (ميكروسيبس) ، (حـ) مشيط أيوسينى (نيكرو ليمور) ، (د) المشيط العصرى (تارسيس) (هـ) مارموسيت ، قرد عريض الأنف ، (كاليثريكس) . (عن كتاب كلارك ١٩٥٣)

وعشرين . وكان بعضها على شبه كبير بالمشيط الحديث (شكل ٦٤) ؛ وكان البعض الآخر أكثر بدائية بوضوح من حيث نمط الجمجمة والمخ والأطراف . واحتفظ البعض منها بالعدد البدائى للأسنان الموجود فى آكلات الحشرات وهو أربع وأربعون سناً ، فى حين اختزل عدد الأسنان فى البعض الآخر إلى اثنتين وثلاثين سناً ، وهو العدد المميز للرئيسيات العليا . وقد كانت بعض التغيرات الأخرى التى ظهرت فى أسنان تلك المشيطيات — التى تنتمى إلى العصر الإيوسينى — تميل فى اتجاه الرئيسيات الراقية . فقد كانت أول الرئيسيات التى ظهرت بها ضروس أمامية ذات تاجين . وللطواحن (الضروس الخلفية) فى زبابات الشجر وآكلات الحشرات ثلاثة تيجان ؛ ولكن بعض مشيطيات العصر الإيوسينى كانت لها طواحن ذات أربعة تيجان . وهى تشترك فى هذه الصفة مع جميع الرئيسيات العليا . وهكذا نرى أن كثيراً من هذه المشيطيات البدائية كانت لها قطعاً صفات شبيهة بالقردة . ومن المسائل التى يثور حولها الجدل الكثير ما إذا كانت المشيطيات قد اشتقت مباشرة من زبابات الشجر ، أم أنها انحدرت من ليمورات بدائية جداً .

القردة العليا فى السجل الحفرى

بارابيثيكس وبرو بابو بيثيكس : تظهر القردة العليا الشبيهة بالإنسان لأول مرة فى السجل الحفرى فى العصر الأوليجوسينى ؛ على أن البقايا التى عثر عليها فى رواسب هذا العصر قليلة جداً إذ لا يعرف منها سوى فكين سفليين عثر عليهما فى مصر . وقد وصف أول هذين الفكين تحت اسم بارابيثيكس . ولا شك أن فكاً واحداً لا يعطينا غير أساس واه جداً لا يصح أن نبنى عليه حكمنا ؛ ومع ذلك فإن دراستنا له قد تمكننا من الوصول إلى بعض الاستنتاجات . وأول هذه الاستنتاجات هى أن القردة العليا كانت تعيش منذ زمن بعيد يرجع إلى العصر الأوليجوسينى (هذا بالرغم من أن انتماء « بارابيثيكس » إلى القردة العليا ؛ بل وإلى الرئيسيات بوجه عام ،

كان موضعاً لشكوك خطيرة) . وقد كان « بارابيثيكس » حيواناً صغيراً يقارب حجمه حجم قرد السنجاب الصغير ، كما أنه كان بدائياً جداً ، وكانت له المعادلة السنية المميزة لقردة الدنيا القديمة والقردة العليا ، أى كانت له فى كل نصف من أنصاف فكيه قاطعتان ، وناب واحدة ، وضرسان أماميان ، وثلاث طواحن . ولم تكن الأنياب أطول من القواطع ، أو من الضروس الأمامية القريبة منها ، وهو يختلف فى هذا عن القردة العليا الحديثة التى تكون الأنياب فيها طويلة بارزة . وكان « بارابيثيكوس» أيضاً عاطلا من الرف القردى ، وهو الرف العظمى الذى يربط جانبى الفك السفلى فى القردة العليا الحديثة . وكانت الضروس الأمامية شبيهة بالضروس الأمامية فى المشيطيات وقد فسرت هذه الحقيقة على أنها تعنى أن القردة العليا قد انحدرت من مشيطيات — مستقلة فى ذلك عن القردة ، أو بمعنى آخر أن من المحتمل أن فوق الفصائل الثلاث التابعة لرتيبة الأنثروبويديا كانت منفصلة ومستقلة منذ نشأت فى أواخر العصر الإيوسينى أو أوائل العصر الأوليجوسينى . أماالطواحن (الضروس الخلفية) فكانت أنثروبويدية فى صفاتها . وكان الجنس الثانى أو « بروبليوبيثيكس » أكبر حجماً وأكثر تخصصاً ، وهو يعتبر واقعاً على خط تسلسل تطورى جانبى يؤدى إلى الجيبون والسيامانج التى تعيش اليوم فى عالمنا .

بروكونسول : كانت بقايا القردة العليا المستمدة من العصر الميوسينى عديدة وخاصة فى شرق إفريقية حيث عثر على مجموعة متباينة من حفريات القردة العليا . وتنتمى بعض هذه الحفريات إلى جنس « بروكونسول » . وقد كان بعضها صغير الحجم على حين اقترب بعضها الآخر من حجم الغوريلا . وتدل عظام الأطراف على أن هذه القردة العليا التى تنتمى إلى العصر الميوسينى لم تكن فى ضخامة القردة العليا الحديثة . وكان بعضها على درجة معتدلة من التخصص للقيام بالحركة بالأذرع . أما البعض الآخر فكان يفتقر تماماً إلى ذلك التخصص . وتبين أسنان بروكونسول عن تخصص بسيط فى اتجاه القردة

العليا العظيمة . أما الجمجمة فكانت ذات بنيان غير متخصص ؛ وهى تشبه جماجم الأنواع الصغيرة من قردة الدنيا القديمة . أضف إلى ذلك أن المخ — كما يتضح من القوالب التى تصب لإظهار انطباعات السطح الداخلى للجمجمة — كان أقرب شبهاً بأمخاخ القردة منه بأمخاخ القردة العليا . ومن المحتمل أن حيواناً شبيهاً بالبروكونسول — ولكن ينقصه ما بهذا الأخير من تخصص فى الأسنان — كان هو السلف الذى انحدرت منه كل من فصيلتى « هومينيدى » ، و « بونجيدى » .

الدريوبيثيسينات : يبدو أن تطور القردة العليا فى العصر الميوسينى المبكر قد تم فى أواسط أفريقيا . بيد أنها ما لبثت أن انتشرت بسرعة . فقد عثر على حفريات لقردة عليا تنتمى إلى العصر الميوسينى المتأخر والعصر البلايوسينى المبكر فى عدة بقاع من أوروبا والهند . وتعرف هذه الأجناس مجتمعة باسم فصيلة دريوبيثيسينى ، غير أنه من المشكوك فيه أن مثل هذه المجموعة غير المتجانسة يمكن أن تشكل مجموعة تصنيفية طبيعيـــة . ومن الأجناس التى تنتمى إلى العصر البلايوسينى جنس « دريوبيثيكوس » وقد كان شائعاً واسع الانتشار وتمثله عدة أنواع . وكانت أفراد هذا الجنس على قدر من كبر الحجم وكانت تقترب فى جرمها من الشمبانزى المعاصر . ويدل التباين فى صفات الأسنان فى الأنواع المختلفة من هذا الجنس على جنوح بعضها نحو الشمبانزى والبعض الآخر نحو الأورانجوتان . وفى بعض ثالث منها نحو الغوريلا . ومن الآراء التى اقترحت احتمال كون «دريوبيثيكوس» هو السلف الذى نشأت منه هذه القردة العليا الحديثة الثلاثة (أما الجيبون والسيامانج فيبدو أنهما قد انحدرا من جنس بلايوسينى آخر هو بايوبيثيكوس) . ولم يعثر من عظام أطراف دريوبيثيكوس إلا على عظمين اثنين فقط هما عضد وفخذ . وهى تشير إلى أن دريوبيثيكوس كان أنحف قواماً من خلفائه الحديثين ، وأنه لم يكن قد تخصص بعد للحركة الذراعية .

وقد ثار جدل شديد حول احتمال نشوء الإنسان من واحد من الدريوبيثيسينات . ومما يؤيد هذا الرأى أن تركيب الأطراف فى هذه القردة العليا القديمة كان — على قدر ما نعلم — لا يزال بدائياً ، ومن المعقول أن تكون قد نشأت منها أطراف الإنسان أو أطراف القردة العليا الحديثة . أما أولئك الذين يعارضون الأرومة الدريوبيثيسينية للإنسان فهم يرون أن أسلاف الإنسان لا بد أن يكونوا قد انحرفوا مبتعدين عن أقاربهم قبل ظهور التخصص فى الأسنان . ونحن بحاجة إلى مزيد من الأدلة ، وبخاصة تلك التى تستمد من أجزاء من الهيكل غير الجمجمة والأسنان . ويعتقد ستراوس أن السلسلة المحتدية التى تؤدى إلى الإنسان يحتمل أنها انفصلت عن الأصل البدائى ذى الأنف الضيق حينما كان هذا الأخير أقرب شبهاً بالقردة منه بالقردة العليا ، أى قبل ظهور القردة العليا الحقيقية .

أوريوبيثيكس : وهناك حيوان رئيسى مستمد من العصر البلايوسينى المبكر لمقاطعة توسكانى ، ويعرف باسم « أوريوبيثيكس » ، وهو أفضل من سابقه كسلف بلايوسينى محتمل للإنسان . وقد وصف هذا الحيوان فى عام ١٨٧٢ على أنه قرد حفرى ، ثم ما لبث أن طواه النسيان . على أن هيرزلر أعاد فحصه ودراسته وكشف فيه عن كثير من الصفات البشرية ، وأيده بحاث آخرون فى استنتاجاته . وقد شملت الأجزاء التى كانت موضع دراسة كسراً من جماجم ، وفكوكاً (شكل ٦٥) وأسناناً وكذلك بعض الفقرات وعظام الأطراف . وفى عام ١٩٥٨ عثر على هيكل لهذا الحيوان يكاد يكون كاملا ، على أن دراسته الشاملة الفاحصة لم تكتمل بعد . والمعادلة السنية لهذا الحيوان هى المعادلة النموذجية للقردة العليا وهى ٢ — ١ — ٢ — ٣ . كما أن نسب أحجام الأسنان تميل إلى ربط ذلك الحيوان بالإنسان أكثر مما تربطه بالقردة العليا الكبيرة ، وهو يختلف عن القردة العليا فى أنه عاطل من الفرجة العظمية الواقعة بين الأنياب وبين الضواحك (الضروس الأمامية) . كما أن الطواحن فى تفاصيلها وكذلك نمط تآكل الأسنان تميل إلى ربط أوريوبيثيكوس

بالإنسان . ولم تدرس عظام الأطراف والفقرات دراسة كاملة بعد ؛ ولكن يبدو أنها هى الأخرى تدعم الاستنتاج القائل بأن أوريوبيثيكس كان من

(شكل ٦٥) الفلك السفلى لأوريوبيثيكس بامبوليا (عن هرزلر ١٩٥٨)

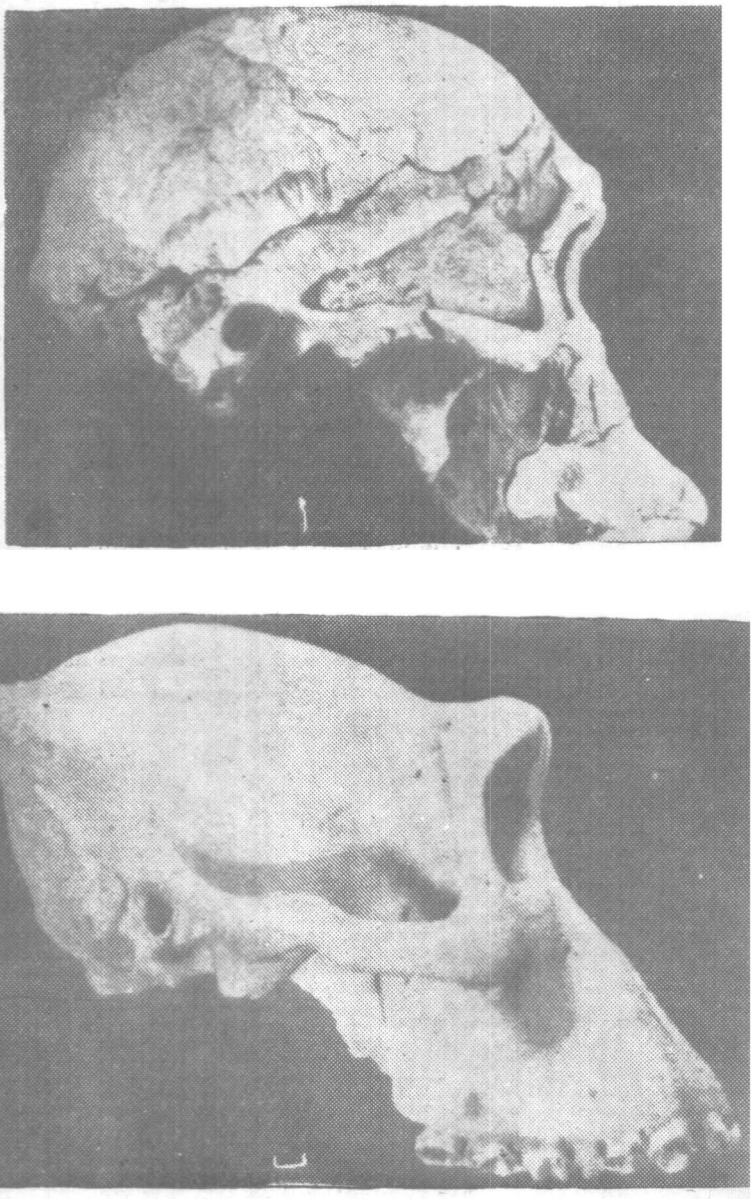
فصيلة هومينيدى أو البشريات . ويعتبر هيرزلر أن الاتجاهات البشرية فى هذا الحيوان كانت متقدمة إلى حد بعيد مما يدل على أنها ظلت تتقدم فى هذا الطريق ردحاً طويلا من الزمن . وعلى هذا فان انفصال أقدم البشريات عن القردة العليا البدائية لا بد أنه حدث فى زمن أقدم حتى من العصر الميوسينى . ومع ذلك فمن المحتمل أن أوريوبيثيكوس يمثل فصيلة وثيقة القرابة بفصيلة هومينيدى أو البشريات ولكنها مميزة عنها .

الأسترالوبيثيسينات : معظم الحفريات الهومينيدية التى ظهرت فى أزمنة أحدث من السابقة يمكن نسبتها ، إما إلى جنس هومو . وإما إلى القردة العليا الشبيهة بالإنسان . بيد أن هناك مجموعة من الحفريات التى اكتشفت فى جنوب إفريقية ، وهى موضع جدل فى هذا الصدد . وقد تم الكشف الأصلى فى عام ١٩٢٥ على يدى ر . دارت عند بلدة تونجس . وقد قام المكتشف بدراسة مكتشفاته وأطلق على هـذا الحيوان اسم أسترالوبيثيكوس (القرد الأعلى الجنوبى) . وقد كان اكتشافه عبارة عن جمجمة لطفل فى حوالى السادسة من عمره . وكانت تبين عن خليط عجيب من الصفات الإنسانية والصفات القردية . ومما زاد من صعوبة الدراسة فى هذه الحالة أن معظم الموازنات تقوم عادة على عينات لأفراد بالغة . وقد عثر بروم ودارت

وغيرهما فيما بعد على عدد كبير من الهياكل الأخرى ، وكان بعضها كاملا تقريباً . وقد وصفت حتى الآن ثلاثة أجناس ضمت جميعاً تحت فصيلة واحدة من فصيلة « هومينيدى » هى تحت فصيلة « أسترالوبثسينى » .

وجمجمة الأسترالوبيثيسينات تشبه جمجمة الشمبانزى الحديث ، ولكن الفروق بينهما واضحة ذات مغزى . فأولا علبة المخ أكبر فى هذه الحفريات حيث يبلغ اتساعها حوالى ٦٠٠ سم٣ ، وهى أكبر قليلا من علبة المخ فى الغوريلا ، ولكنها فى الواقع أكبر جداً إذا ما قورنت بحجم الجسم (كان ارتفاع الجسم يبلغ حوالى أربعة أقدام) . وكانت الجبهة أكثر استدارة للخارج منها فى الشمبانزى مما يدل على نمو أعظم فى مراكز المخ العليا . وكانت الحيود الحاجبية شديدة البروز ولكنها أقل بروزاً مما هو مشاهد فى الشمبانزى . والفكوك بارزة بشكل واضح ولكنها أقل بروزاً من فكوك القرد الحديث (شكل ٦٦) . وكانت الأسنان بشرية إلى حد بعيد فى صفاتها . فالأنياب كانت أكبر مما هى عليه فى الإنسان الحديث ، ولكنها أصغر كثيراً من أنياب القرد الأعلى الحديث . وفضلا عن ذلك فإن الشكل العام الذى تتخذه صفوف الأسنان يختلف اختلافاً تاماً . ففى القردة العليا تكون الأنياب والضواحك والطواحن صفين متوازيين فى حين تنتظم القواطع فى خط عمودى على هذين الصفين عند مقدم كل من الفكين . أما فى الإنسان وفى الأسترالوبيثيسينات فإن الأسنان جميعها تنتظم فى صف أكثر انتظاماً فى انحنائه (شكل ٦٧) . وأخيراً نجد أن اللقمتين القذاليتين اللتين تتمفصل عن طريقهما الجمجمة مع العمود الفقارى تقعان على السطح البطنى للجمجمة فى موضع أكثر تقدماً إلى الأمام فى الأسترالوبيثيسينات منه فى أى من القردة العليا الحية ، مما يوحى بأن الأسترالوبيثيسينات كانت ذات قامة منتصبة نسبياً .

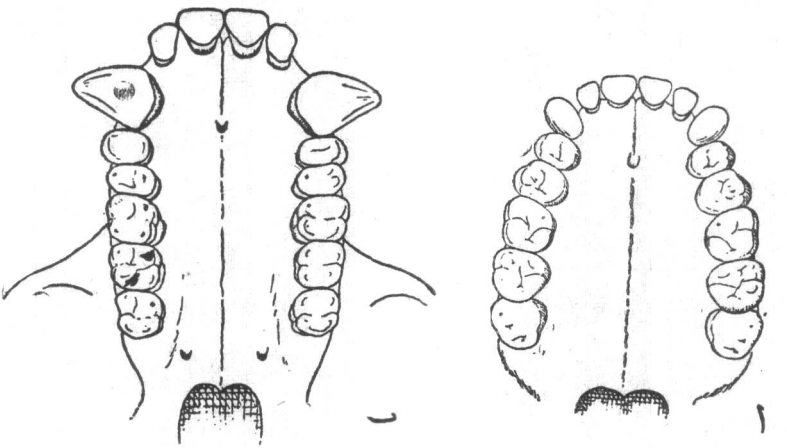
وتزودنا بقية أجزاء الهيكل بأدلة تعزز الأدلة المستقاة من الجماجم . وتدل عظام الأطراف أيضاً على أن هذا القرد الجنوبى كان منتصب القامة أو كاد يكون كذلك . وليس هناك ما يدل على أن الأذرع كانت بالطول المفرط



(شكل ٦٦)

(أ) جمجمة أستر الوبيثيسين مجمعة من كسر عديدة . قارن بينها وبين جمجمة الشمبانزى (ب) (عن كتاب : كلارك ١٩٥٣) .

الذى يصاحب الحركة الذراعية عادة . وعظم الحوض فى القردة العليا طويل وضيق بشكل مميز ، أما فى الإنسان وفى الأسترالوبيثيسينات فهو عريض ومنبسط ، وهذه إحدى الصفات التشريحية التى ترتبط بالقامة المنتصبة .



(شكل ٦٧)

الحنك والأسنان العلوية لواحد من الأسترالوبيثيسينات (أ) وللغوريلا (ب)

(عن كتاب : كلارك ١٩٥٣) .

تلك إذن هى بعض الحقائق الأساسية المتعلقة بالأستر الوبيثيسينات . وليس بين الدارسين خلاف حول الهياكل التى عثر عليها وإنما يدور الخلاف الشديد النـــاشب بينهم حول تفسير مغزى تلك الهياكل . ويعتقـــد بعض علماء الأنثروبولوجيا الأكفاء ، ومنهم بروم وروبنسون ، أن التفاصيل التى تتفق فيها تلك الهياكل مع هيكل الإنسان على درجة من الكثرة ومن الدقة بحيث لا يمكن تفسيرها إلا على أساس أن الأستر الوبيثيسينات كانت تقع على الخط التطورى الذى أدى إلى الإنسان مباشرة . ويعتقد فريق آخر من مشاهير علماء الأنثروبولوجيا أيضاً من أمثال فايدنرايش أن الأستر الوبيثيسينات تنتمى إلى خط تطورى احتفظ ببعض الصفات البدائية التى كانت توجد فى الأصل الأنثروبويدى القديم الذى نشأت منه ، ولكنها لم تؤد هى نفسها إلى أية مجموعة

حديثة . ويتخذ ليجرو كلارك موقفاً وسطاً فيعتبر أن الأسترالوبيثيسينات هى على وجه التأكيد وثيقة القرابة بأسلاف الإنسان ، ولكن يحتمل أنها ليست من قدم العهد بدرجة تكفى لتمكننا من اعتبارها أسلافاً له . والواقع أن محور هذه المشكلة هو أنه لم يتم حتى الآن تحديد عمر هذه الحفريات على وجه مرض ، فقد عثر عليها فى رواسب يصعب جداً تحديد عمرها أو تحديد العصر الذى تنتمى إليه . ويعتقد بروم أنها تنتمى إلى العصر البلايوسينى المتأخر على الأقل مما يجعل عمرها يربو على مليون سنة ، أى إنها تكون بذلك أقدم من أى من الحفريات البشرية المعروفة على وجه التأكيد . فلو صح هذا فإن الأسترالوبيثيسينات تكون من القدم بدرجة تكفى لترشيحها كأسلاف للإنسان . بيد أن الرأى السائد يفضل اعتبار أن الأسترالوبيثيسينات تنتمى إلى العصر البليستوسينى المبكر . وأنها ليست من القدم بدرجة تؤيد احتمال كونها أسلافاً للإنسان[1] .

الإنسان فى السجل الحفرى

بيثيكانثروبس : يبدأ تاريخ الإنسان المعروف بحفرية اكتشفها دوبوا عام ١٨٩١ فى رواسب العصر البليستوسينى فى جاوة الوسطى وقد كانت الحفرية تتكون من قيمة جمجمة (شكل ٦٨) . وجزء من فك ، وعظم

---

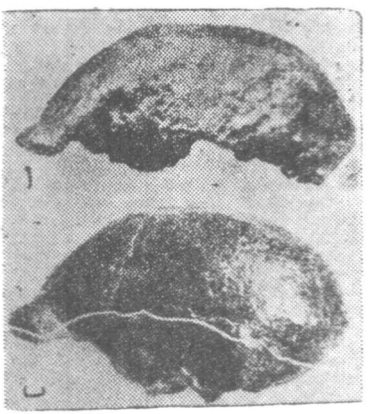
(١) لا بد لنا أن نذكر هنا حفرية واحدة أخرى من هذه المجموعة عثر عليها فى يولية عام ١٩٥٩ ل. س. ب. ليكى فى ممر أولدفاى فى تنجانيقا . فقد عثر على جمجمة كاملة إلى حد بعيد ، وعظم قصبة ينتميان إلى العصر البليستوسينى الأدنى ، وكانت هذه العظام مقترنة بأدوات حجرية قطاعة وعظام بعض الحيوانات التى كانت تعيش فى ذلك العصر . وقد كانت هذه جميعها محصورة بين طبقتين من الصخر فيما يعتبر ليكى أنه أحد المواقع التى كان يسكنها إنسان العصر البليستوسينى المبكر . وقد أطلق ليكى على هذه الحفرية اسم « زينجانثروبس » . والصفات العامة لهذه الحفرية هى صفات الأسترالوبيثيسينات الأخرى ، ولكنها كانت تختلف عن هذه الأخيرة فى صفات أخرى كانت جميعها أقرب إلى صفات الإنسان . وسوف يحتاج الأمر إلى عينات أكثر ودراسة أعمق حتى يمكن تقدير مغزى هذا الكشف الذى يبدو فى الوقت الحاضر أنه يدعم الرأى القائل بأن الأسترالوبيثيسينات تحتل مركزاً فى أرومة الإنسان الحديث .

فخذ . وقد كان هذا كافياً ليدلنا على أن صاحب تلك العظام كانت له حيود حاجبية سميكة تشبه تلك التى للقردة العليا ، ولكن علبة المخ فيه كانت أكبر بكثير (حوالى ٩٠٠ سم٣) منها فى أى من القردة العليا المعروفة ، كما أنه واضح أن اللقمتين القذاليتين كانتا تحتلان موضعاً أمامياً لدرجة تسمح بانتصاب القامة . وقد اعتبر دوبوا أن هذه الحفرية هى « الحلقة المفقودة » التى كانت فى ذلك الوقت موضع جـــدل كثير ، وأطلق عليهـــا اسم « بيثيكانثروبس إريكتس » (الرجـــل القرد المنتصب) إشارة إلى ذلك الاعتقاد .

وقد ظلت الطبيعة الحقيقية لحفريات جاوة موضع جدل لمدة خمسين عاماً ، غير أنه حدث فى عام ١٩٣٨ أن عثر فون كوتيجرفالد على جمجمة ثانية أكثر اكتمالا من الأولى . وقد أعقبت ذلك كشوفات أخرى حتى بلغ مجموع ما عثر عليه إلى اليوم خمسين جمجمة ، وعدة أجزاء من فكوك ، وعظم فخذ واحد . وقد اتفق رأى علماء الأنثروبولوجيا اليوم على رأى بنوه على أساس دراسة تلك الحفريات وهو أن « بيثيكانثروبس » كان فى الواقع إنساناً حقاً . ويقدر عمر تلك الحفريات بحوالى ٥٠٠ ألف سنة .

وفى نفس الوقت تم اكتشاف مجموعة هامة من الحفريات فى الصين . ففى عام ١٩٢٧ عثر بلاك على سن واحدة فى أثناء قيامه بعمليات التنقيب فى كهف بالقرب من شوكوتيين . وقد تحقق بلاك من احتمال انتماء تلك السن إلى نوع من أنواع البشر . وبعد هذا الكشف بعامين عثر بلاك على جمجمة مكتملة تقريباً وتشمل أجزاء من الفلك السفلى والأسنان . وقد أعقب هذا الكشف كشوف أخرى قام بها بلاك وفايدنرايش ومعاونوهما مما ارتفع بالعدد الكلى إلى خمس عشرة جمجمة وعظام أخرى تنتمى إلى أفراد بلغ مجموعهم الأربعين . وقد وصفت الحفريات الصينية أصلا تحت اسم « ساينثروبس بيكينسس » ، إلا أن الدراسة المفصلة التى قام بها فايدنرايش وفون كوينيجزفالد قد أثبتت أن هذه الحفريات لا تختلف اختلافاً كبيراً عن

حفريات جاوة ، ولذلك يجب أن يكون الاسم الذى يطلق عليهـا هو « بيثيكانثروبس بيكيننسس » .



(شكل ٦٨)
جاجم بيثيكانثروبس . العينة الثانية مكسورة على طول الخط الأبيض .
(عن كتاب : فايدنرايش ١٩٤٦) .

وتعطينا الحفريات الصينية والجاوية مجتمعة فكرة واضحة عن أكثر أنواع الإنسان بدائية . فقد كان متوسط القامة . وتدل عظام أطرافه المستقيمة وعظم حوضه العريض ووضع اللقمتين القذاليتين من جمجمته على أنه كان يقف منتصباً أو يكاد . وكانت الأطوال النسبية لذراعيه ورجليه شبيهة بما هو موجود فى الإنسان الحديث مما يوحى بأن هذه صفة بدائية ، وبأن طول الأذرع الذى تتسم به القردة العليا هو صفة متخصصة . وكانت الجبهة فى هذا الإنسان البدائى منحسرة ، وكان فكاه بارزين ، ولكن إلى درجة تقل كثيراً عما نشاهده فى أى من القردة العليا . وكانت فكوكه وأسنانه كبيرة نوعاً ، ولم يكن له ذقن ، والذقن من التراكيب التى تعتبر من الخصائص البشرية . وعلى الرغم من أن الأسنان كانت أكبر حجماً مما هو معتاد فى أسنان الإنسان ، إلا أنها كانت أقرب فى كل صفاتها إلى أسنان الإنسان منها إلى أسنان القردة العليا . وكان حجم علبة المخ شديد التباين . ففى الجماجم الجاوية كان يتراوح بين ٨٥٠ ، ١٣٠٠ سم^{٣} بمتوسط قدره ١٠٧٥ سم^{٣} . هذا علماً بأن متوسط حجم علبة المخ فى الغوريلا هو حوالى ٥٠٠ سم^{٣} وفى الإنسان الحديث ١٣٥٠ سم^{٣}

والعلاقة بين الذكاء وبين حجم علبة المخ علاقة واهية غير وثيقة ، كما أن القياسات التى أجريت على جماجم محطمة وغير كاملة تعتبر تقديرات فجة . وبالرغم من هذا فانه يبدو من المحتمل أن « بيثيكانثروبس » كان على قدر كبير من الذكاء إذا ما قورن بالقردة العليا، ولكنه يعتبر على قدر عظيم من الغباء بالمقاييس الإنسانية . ولم يعثر على أية بقايا ثقافية مع حفريات جاوة .

أما الحفريات الصينية فكانت مقترنة بأدوات فجة مصنوعة من الحجر المشطوف ومن العظام . وقد كان إنسان بيكين يستخدم النار ، ويدل ما عثر عليه من عظام الأيل المتفحمة أنه تعلم طهو الطعام . وهكذا تدل إحرازاته الثقافية على أنه كان يتمتع بقدر من الذكاء الإنسانى .

وتوجد فى هذه المجموعة حفريتان أخريان تستحقان إشارة عابرة . فقد عثر فى جاوة على جزء من فلك بالغ الضخامة ، ووصف هذا الفلك تحت اسم « ميجانثروبس » . كما عثر على ثلاث أسنان تفوق فى الحجم كثيراً أسنان الغوريلا ، وكان ذلك فى إحدى الصيدليات فى هونج كونج . وتنتمى هذه الأسنان أساساً إلى جنس جديد أطلق عليه اسم « جايجانتوبيثيكس » . وقد اعتبر فايدنرايش أن هذه الأجناس كانت أسلافاً « لبيثيكانثروبس » ، واستنتج على هذا الأساس أن الإنسان قد انحدر من أسلاف ضخام الجثث . ولم يكن هذا الاستنتاج يوماً ما موضع ترحيب من علماء الأنثروبولوجيا ، على أنه انهار تماماً عندما اكتشف أخيراً فلك سفلى « لجايجانتوبيثيكس » كانت أسنانه محفوظة فى مواضعها الأصلية . وكان من الواضح أن هذا الفلك لا ينتمى إلى فرد من فصيلة هومينيدى وإنما هو ينتمى إلى أحد أفراد فصيلة بونجيدى ، وأن صاحب الفلك لم يكن على قدر غير عادى من كبر الحجم على الرغم من ضخامة أسنانه .

وهناك أخيراً فكان سفليان ينتميان إلى العصر البليستوسينى الأوسط عثر عليهما فى الجزائر عام ١٩٥٤ ووصفاً تحت اسم « اتلانثروبس » . وعلى الرغم من أن أحد هذين الفكين أكبر حجماً من الفلك النموذجى لبيثيكانثروبس

إلا أن كلا الفكين يشبهان فك بيثيكانثروبس إلى حد بعيد . وبذلك فإنه يبدو من المحتمل أن بيثيكانثروبس كان واسع الانتشار فى العالم القديم خلال العصر البليستوسينى المتوسط .

وتوضح لنا هذه الحفريات أيضاً الفوارق بين الإنسان وبين القردة العليا الكبيرة . وهذه الفوارق يمكن تلخيصها فى فئتين هما التكيفات المتعلقة بالقامة المنتصبة ، ونمو المخ وما صاحبه من تغيرات فى الجمجمة . وقد كان كبر المخ هو الصفة المتخلفة فى تطور الإنسان كما هو واضح من دراسة الأسترالوبيثيسينات وبيثيكانثروبس .

ومن المحتمل أن التكيفات المتعلقة بانتصاب القامة كانت قد بدأت فى الظهور منذ عهد أوريوبيثيكس ، وأنها كانت متقدمة إلى حد بعيد فى أسترالوبيثيكس ، وكانت مكتملة إلى درجة كبيرة فى بيثيكانثروبس . ولعله يجدر بنا هنا أن نناقش الموضوع فى شىء من التفصيل حتى نبين عدد مجموعات الأدلة التى يمكن أن يكون لها أثر فى صفة كهذه الصفة التى تبدو على درجة عظيمة من البساطة . إن عظام الكاحل تحمل الجانب الأكبر من وزن الجسم فى حالة انتصاب القامة . وعظام الكاحل كبيرة فى الإنسان . أما فى القردة العليا فهى صغيرة . ويصاحب هذا استطالة أصابع القدم فى القردة العليا وقدرتها على الحركة الحرة وتقابل إبهام القدم مع بقية الأصابع . وفى الإنسان نجد أن أصابع القدم قصيرة . كما أن إبهام القدم يمتد فى نفس اتجاه الأصابع الأخرى مما يهيئ للجسم دعامة أقوى يقوم عليها . وكما أشرنا سلفاً تفوق عظام الرجل عظام الذراع طولا فى الإنسان . أما فى حالة القردة العليا فالعكس هو الصحيح . والجذع فى الإنسان قصير بالنسبة للأرجل . والعكس صحيح فى حالة القردة العليا . ومن الواضح أن هذه الصفات الموجودة فى الإنسان أصلح من الوجهة الميكانيكية للقامة المنتصبة . وعظم الحوض فى القردة العليا طويل وضيق . أما فى الإنسان فهو عريض ويوفر دعامة مثلى للأحشاء فى كائن منتصب القامة . وتقوس العمود الفقارى فى القردة العليا يتخذ شكل منحنى

ذى اتجاه واحد مستمر يبرز إلى الخارج ، وهو شبيه بذلك الذى يوجد فى أى من الثدييات رباعية القدم . ويميل هذا إلى الإخلال بتوازن الحيوان إذا ما قام منتصباً . أما تقوسات العمود الفقارى فى الإنسان فهى متبادلة فى اتجاهاتها وتكون فى محصلتها مكافئة لخط مستقيم . وفى الوضع القائم يكون مفصل الركبة ومفصل الحق فى الإنسان مستقيمين ، أما فى القردة العليا فيكونان منثنيين قليلا . وأخيراً نجد أن اللقمتين القذاليتين فى القردة العليا تقعان قرب الطرف الخلفى للجمجمة وتتجهان إلى الخلف ، أما فى الإنسان فاللقمتان القذاليتان تقعان قرب مركز قاع الجمجمة وتتجهان إلى أسفل . وهكذا نرى أن تكيفات الإنسان لانتصاب القامة تؤثر فى كل جزء من أجزاء الهيكل ، كما أنها تؤثر فى أحشائه من عدة وجوه لم نتعرض لها هنا . وتبدو هذه التكيفات على درجة كبيرة من الاكتمال حتى فى أكثر طرز الإنسان المعروفة بدائيـــة .

وقد كانت أهم التغيرات التى اعترت الجمجمة هى الزيادة فى حجم المخ . وأكبر علب المخ المعروفة فى القردة العليا تبلغ سعتها ٦٨٥ سم^{٣} . ويبلغ المتوسط فى الحفريات الجاوية حوالى ٩٠٠ سم^{٣} بينما يصل المتوسط فى الإنسان إلى ما يقرب من ١٣٥٠ سم^{٣} . وقد أحرزت هذه الزيادة عن طريق ازدياد ارتفاع قبة الجمجمة ، وكذلك بازدياد قطر الجمجمة فوق الخط الممتد بين الأذنين . ففى القردة العليا وفى بثيكانثروبس تبلغ الجمجمة أقصى اتساع لها عند مستوى الأذنين . أما فى الأجناس البشرية الحديثة فقد أصبحت الجمجمة أكثر اتساعاً عند المنطقة الجدارية منها . وكنتيجة لذلك أصبحت هيئة الجمجمة أقرب إلى الشكل الكرى . وقد بدأ هذا التغير بعد ظهور التكيفات المتعلقة بانتصاب القامة ، كما أن تقدمه كان أبطأ من تقدم تلك التكيفات . وبازدياد حجم علبة المخ تناقص حجم الفكوك مما نتج عنه تراجع الوجه بالتدريج حتى أصبح يقع تحت علبة المخ وليس أمامها كما هى الحال فى كل الثدييات الأخرى . وكما أشرنا من قبل تكون الضواحك والطواحن

فى القردة العليا صفين متوازين . أما فى الإنسان فإنها تكون قوساً منحنية انحناء لطيفاً (شكل ٦٧) . وهناك اختلافات عديدة فى الأسنان يجدر ذكرها إلى جانب ما تبديه من فوارق فى الحجم . فالأنياب فى الإنسان ليست أكبر حجماً من الأسنان المجاورة لها . أما فى القردة العليا فهى كبيرة بارزة . والضاحكة السفلية الأولى متحورة فى القردة العليا إلى سن قصاصة تعمل بالتعاون مع الناب العلوية . أما فى الإنسان فان الضاحكة السفلية الأولى هى عبارة عن سن طاحنة نموذجية ذات تاجين . ويحمل سطح الطواحن فى القردة العليا حفراً كثيرة معقدة على خلاف ما هو موجود فى الإنسان . وأخيراً هناك الذقن الذى ظهر للإنسان الحديث ، وهو عبارة عن بروز يحمله الفك السفلى ، وهو غير معروف فى أى من الثدييات الأخرى .

يقدر عمر رواسب العصر البليستوسينى فى أوروبا تبعاً لفترات جليدية متعاقبة تميز بها ذلك العصر . وكانت تأتى بين كل فترة جليدية وأخرى فترة دافئة . فقد كانت هناك أربع فترات رئيسية تقدمت فيها الثلاجات نحو جنوب القارة . وكان يفصل بين تلك الفترات الأربع ثلاث فترات « بين جليدية » . ونحن نعيش اليوم فى الفترة بعد الجليدية الرابعة التى بدأت منذ ٢٥ ألف سنه . وهى تكون ما يعرف بالحقبة الحديثة . وتحديد تواريخ الفترات الجليدية من الأمور غير المحققة ، غير أن فى إمكاننا أن نقبل التقديرات التالية بصفة مؤقتة . فالفترة الجليدية الأولى بدأت منذ حوالى ٦٠٠ ألف سنة مضت واستمرت ٧٥ ألف سنة تقريباً . والفترة الجليدية الثانية بدأت منذ حوالى ٥٠٠ ألف عام واستغرقت فترة مماثلة لتلك التى استغرقتها الفترة الأولى . أما الفترة بين الجليدية الثانية فقد كانت أطول بكثير من الفترة بين الجليدية الأولى ، وذلك لأن الفترة الجليدية الثالثة لم تبدأ إلا منذ حوالى ٢٥٠ ألف سنة مضت ، وقد استمرت أيضاً مدة مساوية لكل من الفترتين الجليديتين الأولى والثانية . وقد بدأت الفترة الجليدية الأخيرة منذ حوالى ١٢٠ ألف سنة وهى آخذة فى الانحسار منذ حوالى ٢٥ ألف سنة .

فلك هايدلبرج : عثر فى أوروبا على حفرية يبدو أن عمرها مقارب لعمر بيثيكانثروبس . وهذه الحفرية هى عبارة عن فلك هايدلبرج الضخم الذى عثر عليه فى عام ١٩٠٧ بالقرب من هايدلبرج فى ألمانيا فى حفرة رملية كانت تضم أيضاً عظام ثدييات معروفة من العصر البليستوسينى المبكر . والفلك بشرى فى شكله العام إلا أنه عاطل من الذقن ، والأسنان فيه بشرية بوضوح. غير أن التركيب كله يبلغ مستوى من الحجم غير معروف فى الإنسان الحديث . وقد وصف هذا الفلك تحت اسم « هوموهايدلبرجنسيس » أى إنسان هايدلبرج . ولم تكتشف حتى اليوم أية أجزاء من هذا الإنسان فيما عدا ذلك الفلك .

أ لذوبة بلتداون : فى عامى ١٩١١ ، ١٩١٢ عثر تشارلز دوسون وهو من الجماعين الهواة ، على جمجمة وفلك سفلى فى حفرة رملية بالقرب من بلتداون بانجلترا . وكانت عظام الجمجمة سميكة ولكنها كانت بشرية بشكل واضح . أما الفلك فقد كان شبيهاً بفكوك القردة العليا وسرعان ما أصبح موضع جدل عنيف . وقد اعتبر المتحمسون لهذا الكشف أن تلك الجمجمة تمثل أقدم الأنواع المعروفة من الإنسان الحفرى وادعوا أن مثل هذا الخليط من الصفات البشرية والصفات القردية لا بد أن يكون متوقعاً فى أكثر أنواع الإنسان بدائية . أما معارضوهم فقد رأوا أن الأمر كله لا يعدو أن يكون ربطاً مزيفاً بين عظام بشرية وعظام قرد من القردة العليا . وقد عثر فى نفس الرواسب أيضاً على أدوات حجرية وأخرى مصنوعة من العظام ، وفسر البعض هذه الأدوات على أنها دلائل تشير إلى نوع من الثقافات البسيطة (بينما رفض آخرون أن يعتبروها كذلك) . وفى عام ١٩٤٩ أعيدت دراسة تلك الحفرية فى المتحف البريطانى الذى كان دوسون قد أهداها إليه . وأثبتت الاختبارات التى أجريت لتحديد كمية الفلورين الذى تحتويه تلك العظام (يتراكم عنصر الفلورين فى العظام المدفونة) أن عمر

الجمجمة يقدر بحوالى ٥٠ ألف سنة ، أى إنها لا يمكن أن تكون من مخلفات العصر البليستوسينى المبكر . أما الفك فقد ثبت أنه حديث جداً وأثبتت الاختبارات الكيموية أيضاً أن هذا الفك سبق أن صبغ لكى يبدو فى شكل حفرية قديمة العهد جداً . وكانت الأسنان تبين عن تأكل غير طبيعى . ثم كشف الفحص المجهرى عن آثار إعمال المبرد فيها . كما أثبتت أشعة x أن جذور تلك الأسنان كانت كبيرة جداً بالنسبة لتيجانها . وأنها فى الواقع فى حجم جذور أسنان الشمبانزى . ومجمل القول أنه قد ثبت أن هذا الفك هو فك شمبانزى أو أورانجوتان أحدثت فيه عن عمد تغييرات بقصد إظهاره بمظهر مرحلة متوسطة بين القردة العليا وبين الإنسان . وتعتبر قصة الكشف عن هذه العملية من النصب والاحتيال من أعمال الكشف البوليسى العلمى الأخاذة البـاهرة . وقد قام بالدور الأساسى فيهـا ك . ب . أوكلى و ج . س . فانير ، و و . س . لى جروكلارك .

جمجمة سوانسكومب : إذا لم يكن الإنسان يعيش فى إنجلترا منذ ٥٠٠ ألف سنة فإن جمجمة سوانسكومب التى اكتشفت فى عام ١٩٣٥ لا تدع مجالا للشك فى أنه كان يعيش هناك منذ ٢٥٠ ألف سنة مضت . ولم يعثر من هذه الجمجمة إلا على العظمين الجداريين (عثر على العظم الجدارى الأيسر فى عام ١٩٣٥ . وعلى العظم الجدارى الأيمن فى عام ١٩٥٥) والعظام القذالية . فهذه الجمجمة إذن ينقصها الكثير جداً ، وقد عثر عليها فى رواسب تنتمى إلى الفترة بين الجليدية الثانية وكانت مقترنة بأدوات فجة مصنوعة من الصوان وبعظام الفيلة والكركدن والأيل . والعظام المكتشفة قريبة الشبه بالعظام المناظرة لها فى الإنسان الحديث من حيث حجمها وانحناؤها . ولكننا لا نعلم شيئاً عن عظام الوجه ولا عن أجزاء الهيكل الأخرى . وليس فى إمكاننا — على أساس العظام الموجودة بين أيدينا — أن نميز فروقاً واضحة بين إنسان سوانسكومب وبين الإنسان الحديث . على أن الأمر يحتاج إلى أدلة تفوق ما لدينا كثيراً حتى يمكننا أن نقدر مغزى إنسان سوانسكومب حق قدره .

جماجم شتاينهايم وجالى هيل : هناك بضعة مكتشفات أخرى يتكون كل منها من جمجمة واحدة أو من بعض أجزاء من جماجم . وقد عثر على جمجمة شتاينهايم بالقرب من بلدة بهذا الاسم فى ألمانيا عام ١٩٣٣ . وتوحى صفات هذه الجمجمة أنها لكائن وسط بين بيثيكانثروبس وبين الإنسان الحديث . والشكل العام لقبة هذه الجمجمة أحدث منه فى جمجمة بيثيكانثروبس ولكن سعتها لا تتجاوز إلا قليلا سعة هـذه الأخيرة ، وما زالت الحيود الحاجبية فيها ناتئة جداً ، ولكن الفكوك فيهـا أقل بروزاً . وقد عثر عند اهرنجزدورف فى ألمانيا على جمجمة أخرى أكثر تقدماً بكثير من جمجمة شتاينهايم ، وكانت توجد فى رواسب تشير الدلائل إلى أن عمرها حوالى ١٢٠ ألف سنة . ولهذه الجمجمة سعة كبيرة جداً تبلغ ١٤٥٠ سم^{٣} وهى تفوق سعة الجمجمة فى الإنسان الحديث . على أننا نجد من ناحية أخرى أن الذقن فى تلك الجمجمة لم يكن واضحاً . وقد عثر على أجزاء أخرى من جماجم بدت حديثة المظهر جداً ، وكان ذلك بالقرب من فونتشيفاد بفرنسا فى عام ١٩٤٧ . وقد أرجعت تلك الجماجم إلى الفترة بين الجليدية الثالثة . وبذلك فمن المحتمل أن «هوموسابينز» كان يعيش فى أوروبا الغربية منذ ١٥٠ ألف عام مضت . وهناك أيضاً جمجمة جالى هيل ، التى عثر عليها فى عام ١٨٨٨ فى رواسب من العصر البليستوسينى المتوسط فى إنجلترا . ولا تبين هذه الجمجمة عن أية صفات قردية على الإطلاق ، وقد استخدمها بعض العلماء فى تدعيم ما يدعونه من أن الإنسان الحديث هو فى واقع الأمر قديم النشأة جداً . بيد أن معظم علماء الأنثروبولوجيا تساورهم شكوك قوية فى صحة تاريخ هذه الجمجمة ، والمعتقد اليوم أنها أحدث عهداً مما ادعى لها بكثير .

إنسان نياندرتال : كان أول ما عثر عليه من حفريات بشرية عبارة عن جزء من جمجمة اكتشف فى كهف فى جبل طارق عام ١٨٤٨ ، وكانت عظام هذه الجمجمة سميكة جداً . وكانت الحيود الحاجبية شديدة

البروز ، وكان الأنف عريضاً والفكوك ضخمة . ولم تجتذب هذه الجمجمة انتباهاً كثيراً . وبعد مضى ثمان سنوات على هذا الكشف عثر على قبة جمجمة مماثلة ، وكذلك على بضع ضلوع وعظام أطراف . وكان ذلك فى كهف بوادى نياندرثال فى ألمانيا . وقد ذاع صيت هذه البقايا تحت اسم « هومو نياندرثالنسس » أو إنسان نياندرثال . وشاع بين الناس اعتباره إنسان ماقبل التاريخ . وقد أمكن إثبات التاريخ الذى يرجع إليه إنسان نياندرثال فى عام ١٨٨٦ عندما عثر على هيكلين من هياكله فى نامور ببلجيكا وكانا مقترنين بعظـــام الماموث والكركدن الصوفى وهمـــا من الحيوانات الأوروبية المميزة للفترة الجليدية الأخيرة . وقد عثر أيضاً بعد ذلك الكشف ، فى أماكن متناثرة من المنطقة الباليركتية* على عدد كبير من حفريات إنسان نياندرثال . كان بعضها كاملا إلى حد بعيد . ويدل تقدير عمر الرواسب التى عثر على تلك الحفريات فيها على أن إنسان نياندرثال نشأ خلال الفترة « بين الجليدية » الأخيرة وأنه لم يلحقه الانقراض إلا منذ حوالى ٢٥ ألف عام مضت .

ويمكننا أن نكون صورة مكتملة إلى حد بعيد لمظهر إنسان نياندرثال على أساس ما هو متوافر لدينا من هياكله (شكل ٦٩) . كانت جمجمته كبيرة وسميكة العظم ، والحيود الحاجبية فيها شديدة البروز . وكانت الجبهة منحسرة ؛ وعلى الرغم من أن سعة الجمجمة كانت أكبر من سعة الجمجمة فى الإنسان الحديث (بلغ متوسط سعة الجمجمة فى إنسان نياندرثال حوالى ١٤٥٠ سم٣) فإن سقف الجمجمة كان منخفضاً إلى حد بعيد . وبالرغم من أن المخ كان كبير الحجم فليس فى مقدورنا أن نستنتج شيئاً فيما يختص بصفاته . غير أن نوع الأدوات الحجرية التى كان يصنعها ، وحقيقة أنه كان يعمد إلى دفن موتاه . تشير هذه وتلك إلى مستوى عال من الذكاء . وكانت العينـــان

(*) منطقة شاسعة من العالم القديم تشمل أوربا كلها وشمال إفريقية وشمال ووسط آسيا — المترجم .

كبيرتين والأنف عريضاً . وكانت الأسنان والفكوك كبيرة ضخمة إذا ما قورنت بنظيراتها فى الإنسان الحديث ، كما أن الذقن كان منحسراً . وقد اعتقد الكثيرون فى الماضى أن إنسان نياندرثال كان أحدب القوام ولكن يبدو أن هذا كان تفسيراً خاطئاً وضع على أساس دراسة هيكل فرد

(شكل ٦٩) أسرة نياندرثالية . (مع الشكر لمتحف شيكاغو للتاريخ الطبيعى . إنتاج المثال فريدريك بلاشكى والرسام شالزا . كوروين) .

كان مصاباً بالتهاب المفاصل . وقد كانت النتوءات الشوكية للفقرات العنقية كبيرة جداً مما يدل على أن عضلات العنق كانت ضخمة نامية . ولم يكن ارتفاع قامة إنسان نياندرثال يزيد كثيراً على خمس أقدام . وكانت يداه وقدماه كبيرة بدرجة لا تتناسب مع بقية أجزاء أطرافه . ولما كانت جماجم شتاينهايم واهرنجزدورف تبين عن بعض هذه الصفات فإن بعض علماء الأنثروبولوجيا يعتبرونها أقدم الناس النياندرثاليين .

وقد عثر فى جنوب إفريقية وفى جاوة على بعض الحفريات التى تعتبر آحياناً ذات صفات نياندرثالية . وقد عثر على الحفريات التى تنتمى إلى إفريقية الجنوبية فى روديسيا عام ١٩٢١ وأطلق عليها اسم « هوموروديسينسس » .

وتشمل هذه المكتشفات جمجمة كاملة تقريباً (شكل ٧٠) . وجزءاً من فك علوى ينتمى إلى جمجمة أخرى ، وأجزاء من عظام الأطراف ومن حزام حوضى . وعظام الأطراف لا يمكن تمييزها عن العظام المناظرة لها فى الإنسان الحديث . بيد أن الجمجمة كانت نياندرثالية بعض الشىء فى مظهرها . وتبلغ سعة المخ حوالى ١٢٥٠ سم٣ . وليست الأدلة الجيولوجية المتوافرة لدينا قاطعة فيما يتعلق بعمر إنسان روديسيا ، بيد أنه قد عثر فى نفس الكهف على عظام بعض أنواع الثدييات التى تعيش حتى يومنا هذا . ويبدو من المحتمل إذن أن هذه الحفريات كانت تنتمى إلى عصر حديث نسبياً . وفى عام ١٩٥٣ عثر بالقرب من خليج سلدانها بجنوب إفريقية على قبة جمجمة وجزء من فك ، وتم وصف هذه الأجزاء تحت اسم إنسان سلدانها . وهذه العظام شبيهة بعظام إنسان روديسيا . أما المكتشفات التى عثر عليها فى جاوة فتتكون من إحدى عشرة جمجمة وعظم قصبة . والقصبة مميزة عن قصبة الإنسان الحديث ، أما الجماجم (وجميعها تفتقر إلى هيكل الوجه) فهى جميعاً شبيهة بالجماجم النياندرثالية ، بيد أن السعة المخية صغيرة وتتراوح بين ١١٥٠ ـ ١٣٠٠ سم٣ . ونظراً لأن هذه الحفريات قد عثر عليها فى نهر سولو فى عامى ١٩٣١ ـ ١٩٣٢ فقد أطلق عليها اسم « هوموسولوينسس » . وقد اعتبر كل من إنسان روديسيا وإنسان سولو طرزا نياندرثالية ظلت على قيد الحياة حتى زمن متأخر . على أن معظم علماء الأنثروبولوجيا يرون اليوم أن علاقة هذين الطرازين بأنواع الإنسان الأخرى غير واضحة .

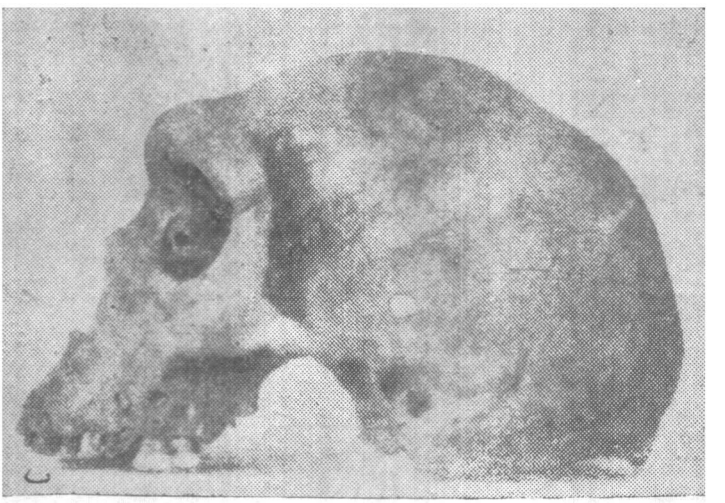
ومشكلة قرابة إنسان نياندرثال بالإنسان الحديث هى من المسائل التى تثير جدلا كثيراً . وقد افترض فى أول الأمر أن هذه العلاقة هى عبارة عن علاقة انحدار مباشر من إنسان نياندرثال إلى الإنسان الحديث . ولكن اكتشاف جمجمة سوانسكومب فى عام ١٩٣٥ قد أثبت أن طرازاً من الإنسان أحدث بكثير من إنسان نياندرثال كان يعيش فى أوروبا قبل ظهور هذا الأخير بزمن بعيد . وبالإضافة إلى هذا فإن إنسان نياندرثال كان معاصراً

(جزئياً على الأقل) لإنسان كرومانيون (انظر أسفل هذا) . ويبدو أن هذا مما يستبعد احتمال كون إنسان نياندرثال كان سلفاً للإنسان الحديث ؛ إذ أن من المتفق عليه بشكل عام أن إنسان كرومانيون كان سلفاً للإنسان الحديث . ويؤيد بعض علماء الأنثروبولوجيا اليوم الرأى القائل إن إنسان نياندرثال — مثله فى ذلك مثل الإنسان الحديث — قد انحدر من بيثيكانثروبس ولكن فى سلسلة جانبية ماتت دون أن تترك أى خلف . أى إن صلة إنسان نياندرثال بالإنسان الحديث هى صلة عمومة أكثر منها صلة أبوة . بيد أن أحد علماء الأنثروبولوجيا المبرزين وهو فايدنرايش[1] قد استنتج فى عرضه للحفريات العديدة لإنسان نياندرثال والإنسان الحديث والطرز العديدة المتوسطة بينهما التى عثر عليها فى جبل كرمل فى سوريا أنه « بصرف النظر عن الطريقة التى نفسر بها وجود مثل هذا الخليط من الطرز فإن هذه المكتشفات تثبت أن النياندرثاليين لم يفنوا وإنما ظلوا يحيون فى مكان ما ، وذلك بأن استمر نسلهم فى هوماسابينز الذى انحدر منهم » . والبقايا النياندرثالية الكلاسيكية قد عثر عليها فى أوروبا الغربية وهى تنتمى إلى عصر حديث نوعاً . على أنه قد عثر فى شرق أوروبا وفى آسيا على هياكل أقدم عهداً وأقل وضوحاً فى صفاتها النياندرثالية . ومن المحتمل أن طرازاً حديثاً عظيم التباين من البشر كان يقطن الدنيا القديمة فى عصر مبكر جداً هو الفترة « بين الجليدية » الثانية . وعندما بدأت الفترة الجليدية الرابعة انفصلت تلك المجموعات — التى كانت لها صفات نيادرثالية مفرطة — عن بقية البشر وانعزلت فى جنوب غربى أوروبا . وقد أدى تطورهم المنعزل إلى ظهور الصفات النياندرثالية الكلاسيكية . ويحتمل أنه مما ساعد على ذلك حدوث قدر كبير من التزاوج الداخلى . وفى نفس الوقت أخذت الجماعات التى تقطن المناطق الشرقية تتطور على دروب متباينة أنتجت هوموسابينز ، وبعد ذلك تمكن هذا الإنسان الأكثر تقدماً من أن يحل محل أبناء عمومته النياندرثاليين فى غرب أوروبا .

---

(١) من فايدنرايش :

"Apes, Giants, and Man», 1946, University of Chicago Press.



(شكل ٧٠) جمجمة إنسان روديسيا : (أ) منظر أمامى ، (ب) منظر جانبى .
(عن كتاب : كلارك ١٩٥٣) .

إنسان كرومانيون : عثر فى رواسب العصر البليستوسينى المتأخر فى أوروبا على عدد كبير من هياكل الإنسان الحديث (هوموسابينز) . وقد ظهر هذا الطراز منذ حوالى ٤٠ ألف عام مضت ، فى خلال الفترة الجليدية الأخيرة وساد أوروبا (بل والعالم كله) منذ ذلك الحين . وليس محتد هؤلاء الناس معروفاً ، ولكن الاعتقاد السائد هو أنهم نشأوا وتكونت لهم مميزاتهم الجسمانية والثقافية فى مكان آخر ثم غزوا أوروبا فيما بعد . وإذا كان فايدنرايش على حق فإن الإنسان الحديث إن هو إلا سلالة متميزة انحدرت من النياندرثاليين القدامى ذوى الصفات العامة غير المتخصصة . ونحن نعرف اليوم ما يقرب من مائة من هذه الحفريات يطلق عليها اسم كرومانيون نسبة إلى الكهف الذى عثر عليها فيه لأول مرة فى فرنسا ، وهى ذات صفات ومميزات واضحة ، ويمكننا القول بأن هؤلاء الناس لم يكونوا يختلفون اختلافاً واضحاً عن سكان أوروبا الحديثين . ويبدو أن سعة الجمجمة كانت أكبر قليلا مما هى عليه اليوم . وهناك تباين كبير فى تلك الحفريات، ويبدو أن هـذه الاختلافات قد امتزجت فى الإنسان الحديث .

تفسيرات السجل الحفرى

هذه إذن هى الخطوط العريضة للسجل الحفرى للإنسان . وهذه البيانات نستطيع أن نتفق عليها جميعاً ، بيد أنها تفسر على أوجه كثيرة متباينة . وقد وصف كل طراز حفرى فى أول الأمر بصفته يمثل نوعاً مستقلا قائماً بذاته ، إما أنه ينتسب إلى جنس هوموسابينز وإما إلى جنس آخر افترض أنه من أسلاف هومو سابينز . وقد بنيت سلاسل نسب مختلفة على أساس المعلومات التى أوردناها . فقد تصور هوتون مثلا أنه كان هناك طريقان مختلفان للنشأة . وأحد هذين الطريقين يؤدى من إنسان بلتداون إلى الإنسان الحديث ماراً بإنسان سوانسكومب وإنسان جاللى هيل وإنسان كرومانيون التى تعتبر جميعها مراحل متوسطة على هذا الطريق . أما الطريق الثانى فهو يقود مـن

بيثيكانثروبس إلى سايننثروبس إلى إنسان نياندرثال . أما حفريات جبل كرمل فقد فسرها هوتون على أساس افتراض حدوث بعض التزاوج بين إنسان كرومانيون وإنسان نياندرثال . ويعتقد جيتس أن كل سلالة من السلالات الرئيسية للإنسان الحديث يجب اعتبارها نوعاً قائماً بذاته . وهو يعتقد أيضاً أن كلا منها قد نشأ مستقلا عما عداه من السلالات الأخرى طوال الزمن الذى كانت تعيش فيه كل الحفريات البشرية التى نعرفها . أما فايدنرايش فهو يرى على النقيض من هذا أن الدلائل المستمدة من علم التشريح لا تترك لنا الخيار . وإنما تجبرنا على ضم كل الحفريات البشرية المعروفة . وكذلك الإنسان الحديث فى نوع واحد هو نوع هومو سابينز . وقد حاول مايير أن يبسط التفسير وذلك بتطبيق المعايير العادية للتصنيف الحيوانى . وهو يرى أن هذا يتطلب منا أن نضم كل الحفريات من الأسترالوبيثيسينات إلى إنسان نياندرثال إلى إنسان كرومانيون إلى الإنسان الحديث ، فى جنس واحد هو جنس هومو . وهو لا يرى فى كل تلك المجموعة من الحفريات أى دليل يشير إلى أنه كان يوجد أكثر من نوع واحد فى الفترة الواحدة من الزمن . بيد أن بعض النويعات كانت معاصرة بعضها لبعض . وهو يشير إلى الأسترالوبيثيسينات باسم « هوموترانسفالنسيس » ويعتقد باحتمال وجود عدة نويعات منها . ويمثل إنسان جاوة وإنسان بيكين فى رأى مايير نويعين تابعين لنوع ثان أحدث هو نوع « هومو إريكتس » . وهو أخيراً يضم كل الطرز الحديثة فى نوع واحد هو نوع « هومو سابينز » . ويعتبر أن أناس نياندرثال ذوى الصفات المتطرفة الذين عاشوا فى الفترة الجليدية الأخيرة إن هم إلا مجرد نويع مميز بوضوح وتابع لهذا النوع . ويحمل رأى مايير هذا فى مضمونه الاعتقاد بأن كلا من هذه الأنواع كان هو السلف الذى انحدر منه النوع الذى أعقبه فى تتابع زمنى . وأخيراً لا بد لنا أن نذكر أنه من المحتمل أن أوريوبيثيكس يمثل مرحلة متوسطة بين واحد من القردة العليا العديدة المعروفة من العصر الميوسينى وبين إنسان من طراز الأسترالوبيثيسينات .

وفى السنوات الأخيرة من القرن التاسع عشر وما قبلها كانت الشكوى عامة من أن النظريات التى توضع فيما يتعلق بأصل الإنسان لن تكون إلا نظريات تافهة خاوية ؛ وذلك لأن الأدلة المستمدة من الحفريات ليست كافية بحال من الأحوال . وقد كان لهذا الرأى ما يسوغه فى ذلك الوقت إذ أنه لم يكن معروفاً من حفريات الإنسان عندئذ على وجه التحقيق سوى إنسان نياندرثال . على أن الاستمرار فى اعتناق هذا الرأى اليوم يكون فيه تجاهل لحقائق معروفة ، وذلك لأن ما بين أيدينا من حفريات الإنسان يبلغ المئات عداً . وعلى الرغم من هذا فان مثل تلك التناقضات فى آراء مختلف الثقات المختصين الذين أشرنا إليهم سلفاً لم يكن لينتج لو توافرت المعلومات الكافية فعلا . وهكذا نرى أنه لكى تتقدم الأنثروبولوجيا فهى ما زالت بحاجة ماسة إلى تجميع مزيد من الحفريات ودراستها بعناية .

ويجدر بنا أيضاً ونحن نتمعن فى مشكلات محتد الإنسان أن نذكر تحذير زوكرمان : « لن يشك أى شخص اهتم بتاريخ دراسة الرئيسيات الحفرية وأثره فى تطور الإنسان ، أننا بحاجة إلى التدقيق الشديد فى معالجتنا لهـــذه الاستنتاجات البعيدة الأثر . ولا تنحصر الصعوبة فقط فى أن قصص أرومة الإنسان لا يمكن أن تكون أكثر من سلسلة من الاحتمالات القائمة أساساً على الحدس والتخمين ، وإنما علينا أن نلاحظ أيضاً أن الحدس والتخمين يحيطان بكل مرحلة تقريباً من مراحل معالجة الأدلة الجسمانية نفسها . فالحدس يبدأ عندما نأخذ فى تحديد أى الأجزاء التى عثر عليها فى رواسب معينة يجب أن تربط بعضها ببعض . ويستمر الحدس أيضاً فى المرحلة التالية عندما نقوم بدراسة الصفات التشريحية وأثر الاختلافات البسيطة فى أسلوب تجميع الأجزاء بعضها مع بعض لتكوين الصورة الأصلية . وينتهى الأمر بالحدس أيضاً عند تكوين آراء فردية متباينة عن الإطار النظرى للتغير التطورى الذى يمكن أن يتفق مع الحقائق . فإذا أضفنا إلى هذا كله الشكوك المرتبطة بتقدير العمر الجيولوجى للبقايا الحفرية ، وإذا أضفنا أيضاً حقيقة أن من كتبوا فى هذا

الموضوع لم يكونوا يلمون بقواعد البيولوجيا الكمية إلا فيما ندر ، فما من شك أنه تتوافر لدينا جميع العناصر التى تؤدى إلى التخمين وتضارب فى الآراء لا نهاية له . حقيقة أن عدداً من الاستنتاجات التى لقيت قبولا عاماً ، والتى تتعلق بأسلافنا الحفرية ، والقائمة على الحدس قد صمدت فى وجه اختبارات الزمن وفى وجه المناقشات العديدة . هذا إذا جاز لنا أن نعتبر مثل تلك الاختبارات اختبارات علمية كافية . على أن كثيراً من الاستنتاجات كان لا بد من تعديلها تعديلا جوهرياً ، كما تعين التخلى تماماً عن استنتاج واحد على الأقل من تلك الاستنتاجات وهو الاستنتاج الخاص باقامة جنس من الرئيسيات يعرف بجنس « هيروبيثيكس » على أساس سنة واحدة ثبت فيما بعد أنها سنة خنزير برى . هذا بالرغم من أن تلك الاستنتاجات كان يؤيدها فى مرحلة ما من تاريخها نفس الثقات الذين يصرون اليوم على القول بأن حفريات جنوب إفريقية هى حفريات بشرية . . . . » وليس زوكرمان من معارضى الدراسات الأنثروبولوجية دون تمييز ، بل هو عالم تشريح مبرز أسهم مساهمة قيمة فى الأنثروبولوجيا . وقد تكون انتقاداته متطرفة شيئاً ما . ولكنه لم يكن يلقى الكلام على عواهنه .

المراجع :

Brown, W. L., Jr., 1958. "Some Zoological Concepts Applied to Problems in Evolution of the Hominid Lineage," *American Scientist,* 46, 151-158. A very stimulating paper in which evolution is considered from a causative viewpoint.

Clark, W.E. LeGros, 1953. "History of the Primates," 3rd Ed., British Museum of Natural History, London. Brief but authoritative, clear, and well illustrated.

Clark, W.E., LeGros, 1955. "The Fossil Evidence for Human Evolution," University of Chicago Press, Chicago, Ill. A very scholarly and penetrating analysis. (Broom, Dart, Dubois, von Koenigswald, and Robinson.)

Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology, V. 15, 1950. "Origin and Evolution of Man," Long Island Biological Assn., N.Y. A valuable collection of papers by many authorities, including a paper by Mayr.

Gates, R.R., 1948. "Human Ancestry," Harvard University Press. A severely criticized book which presents a radical interpretation of its subject.

Gavan, J.A., Ed., 1955. "The Non-Human Primates and Human Evolution," Wayne University Press, Detroit, Mich. A valuable collection of papers by many authorities.

Hooton, E.A., 1945. "Up from the Ape," 2nd Ed., Macmillan Co., New York, N.Y. A classic, now badly out of date.

Howells, William, 1959. "Mankind in the Making," Doubleday & Co., Inc., Garden City, N.Y. A well-written, up-to-date, popular book on human evolution.

Hürzeler, J., 1958. "Oreopithecus bambolii Gervais. A. Preliminary Report," *Verh. Naturf. Ges. Basel,* 69, 1-48. The principal English-language report to date on this important find.

Montagu, M.F. Ashley, 1952. "Introduction to Physical Anthropology," 2nd Ed., Chas. C Thomas, Springfield, Ill. A reliable text. (Black, Zuckerman.)

Weidenreich, Franz, 1946. "Apes, Giants, and Man," University of Chicago Press, Chicago, Ill. A systematic presentation, in readable form, of the viewpoint of an excellent anatomist.

Weiner, J.S., 1955. "The Piltdown Forgery," Oxford University Press, New York, N.Y. A fascinating scientific detective story, told by one of the principal sleuths. (Oakley.)