

الأوليات

Protista

- اللحميات • جذريات الأقدام • الفورامنيفرا
- الراديولاريا

الأوليات حيوانات دقيقة وبدائية لا ترى بالعين المجردة (إلا في أحوال نادرة) ويتكون جسمها من خلية واحدة، فالخلية الواحدة عند الأوليات يمكن اعتبارها حيواناً مستقلاً بذاته يقوم بجميع الوظائف الحيوية اللازمة لحياته. وهي تتكون أساساً من الهلام الأولي (Protoplasm) المحتوي على نواة واحدة أو أكثر. فخلية الأوليات تمتاز عن خلايا الحيوانات الأخرى عديدة الخلايا، بأن تركيبها في غاية التعقيد، وتصعب معرفة مكوناتها، وكذلك تمتاز بأن عملية التكاثر تتم بطريقة تبادل الأجيال (Digenesis). وفي خلية الأوليات توجد عضيات الحركة، والتغذية، والإخراج. ويحيط بالخلية في معظم الأوليات غشاء يعطيها الشكل الخارجي المناسب، وقد يكون هذا الغشاء كيتينياً مرناً، وقد يكون جداراً صلباً، أي صدفة يختلف تركيبها المعدني من نوع لآخر، كما في حالة الفورامنيفرا (Foraminifera) والراديولاريا (Radiolaria). وعادة ما تحفظ هذه الأصداف في الصخور.

تنتشر الأوليات انتشاراً واسعاً في الطبيعة، فمنها ما يعيش في البحار والمحيطات، ومنها ما يقطن الأنهار والبحيرات والمستنقعات والترية الرطبة والمياه الجوفية. وتعيش

فرادى أو في مستعمرات. وبعض هذه الأوليات تعيش متطفلة على الإنسان وأحسن مثال لها هو الأميبا الطفيلية التي تصيب الجهاز الهضمي للإنسان وتسبب الدوسنتاريا. وهناك بعض الأوليات التي تضم في تركيبها صفات النبات وصفات الحيوان مما يدل على وحدانية نشأة الحياة أي المملكة الحيوانية والنباتية وفوق ذلك وحدة الخالق سبحانه وتعالى.

يكون حجم الأوليات عادة في حدود ٠,١ مم ولكن في بعض الأحيان يكون أكبر من ذلك بكثير فقد يصل إلى ٢٠٠ مم.

تقسم مملكة الأوليات إلى قبائل عديدة فمنها:

قبيلة اللحميات

Phylum Sarcodina

تشمل قبيلة اللحميات أشكالاً تتحرك بأرجل كاذبة (Pseudopodia)، ولو أنه في مراحل دورة حياة المشاج تتحرك بالأسواط.

طائفة جذريات الأقدام

Class Rhizopoda

تضم جذريات الأقدام أعداداً كبيرة من الأوليات المختلفة في الشكل وتركيب الهيكل، فبعض منها يكون دون صدفة والبعض الآخر ذو صدفة لها تركيب معدني يختلف من عائلة إلى أخرى.

ومعظم كائنات هذه الطائفة يعيش في البحار أو في المياه العذبة، وأكثرها يعيش على قاع البحر، إما مثبتاً أو زاحفاً، وبعضها يعيش هائماً، والقليل منها يعيش متطفلاً على كائنات أخرى.

وتتميز جذريات الأقدام بأنها تتحرك بأقدام كاذبة (Pseudopodia) تمتد من الهلام الأولي. وهذه الأقدام تستعمل أيضاً في الحصول على الغذاء والتبادل الغازي والتخلص من الفضلات المتبقية. تتغذى هذه الطائفة على البكتريا والطحالب واليرقات الصغيرة وبعض الكائنات المجهرية الأخرى.

الفورامينيفرا

Foraminifera

تشكل الفورامينيفرا مجموعة كبيرة من جذريات الأقدام، التي يصل عددها إلى حوالي ٣٠٠٠٠٠ نوع يعيش منها في الوقت الحالي حوالي ٤٥٠٠ نوع في البيئات المائية المختلفة (Loeblich & Tappan, 1988). وتحتفظ الصخور الرسوبية بالبقايا الأحفورية للأنواع المتبقية. وبهذا فإن الفورامينيفرا تمثل نصف الأوليات المعروفة تقريباً و ٢.٥٪ من الكائنات التي تم التعرف عليها حتى الآن (Bignot, 1985). وتعيش معظم الفورامينيفرا الحية في البحار، إما في القاع أو هائمة كما يعيش البعض الآخر في البحيرات، أي في المياه العذبة وهي قليلة الأهمية. ومن أهم مميزات الفورامينيفرا أن أقدامها الكاذبة تتشابه مع بعضها عند نموها. وقد عثر على أول بقايا للفورامينيفرا في صخور العصر الكمبري وترجع أهميتها الأحفورية إلى تميزها بالوفرة والتنوع وسهولة الدراسة. فعلى سبيل المثال تلعب الفورامينيفرا الهائمة دوراً في مضاهاة الطبقات عبر مناطق شاسعة وذلك لانتشارها الجغرافي الواسع وقصر العمر الجيولوجي لأنواعها المختلفة، ولسهولة التعرف عليها وكثرة أعدادها مما يجعلها تمثل أحد أهم الأحفير المرشدة (Index Fossils). كما أن الحساسية البالغة للفورامينيفرا القاعية للتغيرات البيئية تجعلها ذات أهمية ف دراسة البيئة القديمة (Paleoecology). ويلزم لدراستها التعرف على ما يلي:

الأجزاء الرخوة Soft Parts

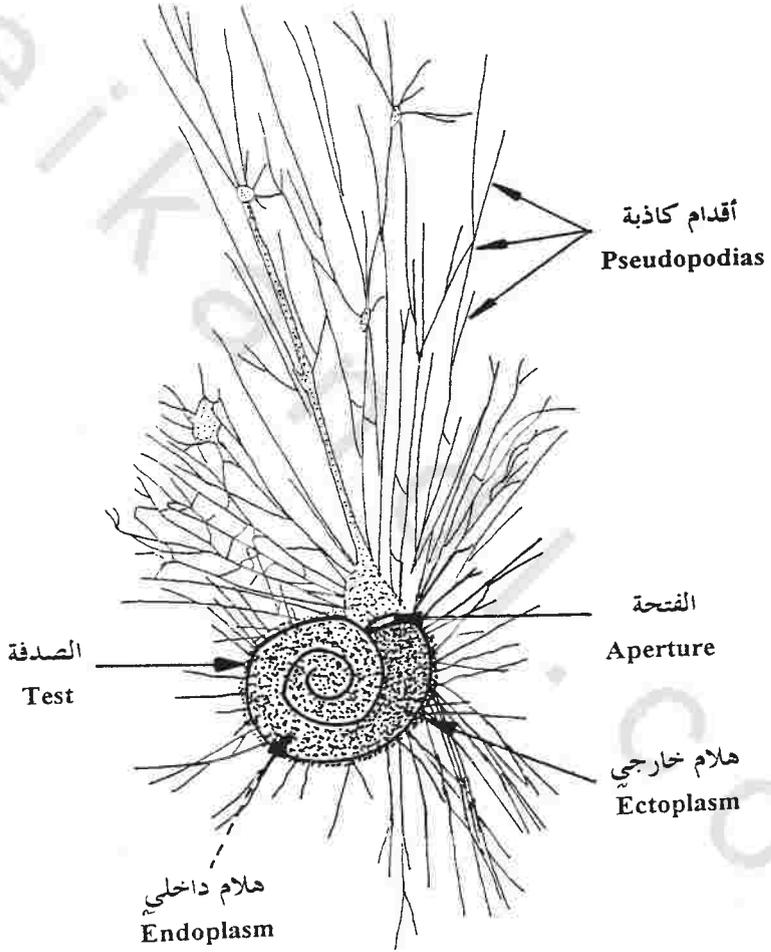
وتشمل عدة أجزاء هي:

١ - الجسم الهلامي الأولي Protoplasm

وهو برتقاليا، أو أصفر اللون - في الغالب - عديم اللون، وأحياناً يكون وردياً. ويحتوي على ما يلي:

أ) الهلام الخارجي (Ectoplasm) هو الطبقة الخارجية من الهلام الأولي ويقوم بإفراز الصدفة.

ب) الهلام الداخلي (Endoplasm) ويوجد داخل الصدفة ويحوي النواة، كما في الشكل رقم (٢، ١).



الشكل رقم (٢، ١). الفورامينيفرا الحية.

٢ - النواة Nucleus

وهي كروية وقد توجد نواة أو أكثر، وتحتوي الفورامنيفرا البسيطة ذات الحجر الواحدة - عادة - على نواة واحدة، بينما يوجد أكثر من نواة في الفورامنيفرا عديدة الحجرات.

٣ - الأقدام الكاذبة Pseudopodia

وهي امتدادات للهلام الخارجي. يستعمل الحيوان الأقدام الكاذبة في الآتي:

أ) التقاط وهضم الفريسة والتخلص من الفضلات.

ب) بناء الصدفة وتكوين الحويصلات الحافظة (Protective cysts) خلال تكوين الحجرات.

ج) الحركة والتثبيت الدائم والمؤقت للحيوان على المرتكز.

التغذية Feeding

تعتمد الفورامنيفرا في تغذيتها على الأقدام الكاذبة التي تقوم باقتناص الفتات العضوي والكائنات الصغيرة بالإضافة إلى التغذية على الفورامنيفرا الأخرى (Lipps, 1983). يكون ذلك بتداخل الأقدام الكاذبة مع بعضها البعض مكونة شبكة عريضة. فعندما يقع الكائن الحي في هذه الشبكة فإنه يموت نتيجة للمواد السامة التي يفرزها الحيوان، و بعد موت الكائن الحي تلتهمه الفورامنيفرا. هذا ويبدأ الهضم في الهلام الخارجي، حيث يتم تحليله إلى مركبات سهلة الهضم، وتحمّل إلى الهلام الداخلي بالتيارات الهلامية الداخلة ومن ثم تقوم الحويصلات الغذائية بهضمها لتخرج الفضلات مع التيارات الهلامية الخارجة.

وهناك طرق متعددة تحصل بها الفورامنيفرا على احتياجاتها الغذائية. وقد يسلك النوع الواحد من الفورامنيفرا طريقة أو أكثر للحصول على الغذاء اللازم لنموه. وتكون صدفة الفورامنيفرا دائما مهياًة من حيث شكلها العام وطريقة ترتيب

حجراتها لتناسب مع الطريقة التي تحصل بها على الغذاء. وفيما يلي أهم الطرق التي تتبعها الفورامينيفرا للحصول على غذائها:

١ - امتصاص المواد العضوية المذابة Absorption of dissolved organic materials

تقوم بعض أنواع الفورامينيفرا بامتصاص المواد العضوية المذابة في ماء البحر (Delaca, 1982; Delaca et al., 1981). تتميز هذه الأنواع من الفورامينيفرا باتساع المساحة السطحية للهلام الأولى مما يمكنها من امتصاص أكبر قدر ممكن من المواد العضوية (Lipps, 1983).

٢ - التغذية على النباتات Herbivory

تعتمد أنواع كثيرة من الفورامينيفرا في تغذيتها على الأنواع المختلفة من الطحالب والبكتريا الموجودة في البيئة. تتحرك بعض أنواع الفورامينيفرا في اتجاه المواد النباتية ويبقى البعض الآخر في مكانه معتمداً على الأقدام الكاذبة في الحصول على هذه المواد. وتقوم الأخيرة بتغطية أقدامها الكاذبة بأشواك لحمايتها أثناء تحركها (Lipps, 1983).

٣ - التغذية على الحيوانات Carnivory

تتغذى بعض أنواع الفورامينيفرا على الحيوانات الصغيرة الأخرى بدءاً من الأوليات (Protozoans) وحتى القشريات الصغيرة (Crustaceans). وقد لاحظ سبنديلكس وآخرين (Spindlex et al., 1984) أن الفورامينيفرا الطافية تكون مزودة بأشواك مما يساعدها على الإمساك بالفريسة الحية بتلاحم الأقدام الكاذبة والأشواك معاً. هناك أنواع من الفورامينيفرا تقوم بالتغذي على حيوان من جنسها، وهذه الظاهرة تسمى (Cannibalism)، ولقد لاحظ كريستيانسن (Christiansen, 1964) أن هناك نوعاً يسمى *Spiculosiphon radiata* يتغذى على أكثر من ١٣ نوعاً من الفورامينيفرا، حيث يقوم بامتصاص محتواها من الهلام الأولي ويضم صدفاتها الفارغة ليدعم بها صدفته.

٤ - التغذية على النباتات والحيوانات معا Omnivory

هناك أنواع من الفورامينيفرا تتغذى بطريقة عشوائية على المواد المحيطة بها، بصرف النظر عن كونها نباتية أو حيوانية، حيث تتغذى على الطحالب والبكتريا، بالإضافة إلى الكائنات الحيوانية الصغيرة (Lipps, 1983).

٥ - التغذية على المواد العالقة في ماء البحر Suspension feeding

تتميز الفورامينيفرا التي تتغذى على المواد العالقة بماء البحر بأصداف منتصبة بحيث تكون فتحتها الرئيسية مرتفعة عن القاع و معرضة للماء بشكل دائم. وللأقدام الكاذبة دور يماثل دور المنخل في اصطياد المواد العالقة بالماء (Lipps, 1983).

٦ - التغذية على الفتات الرسوبي Detrital scavenging

تقوم معظم الفورامينيفرا الموجودة في الرسوبيات الدقيقة المتوافرة في الأعماق المظلمة بالتغذي على الفتات الرسوبي الدقيق بما فيه من بكتريا، ومن ثم التغذي على محتواه الغذائي الصالح للفورامينيفرا وطرده الفضلات المتبقية إلى خارج الصدفة (Lipps, 1983).

وهناك طرق أخرى أقل أهمية لتغذية الفورامينيفرا، مثل التطفل على غيرها من الكائنات (Lipps, 1983) ولكننا سنعرض فيما يلي للعلاقة التكافلية بين بعض أنواع الفورامينيفرا وأنواع مختلفة من الطحالب، وهي العلاقة التي تناولتها عديد من البحوث الحديثة من زوايا مختلفة (Lipps, 1983; Leutenegger, 1984; Hallock *et al.*, 1986).

التكافل بين الفورامينيفرا و الطحالب

The Mutualism between Foraminifera and Algae

أصبح من المؤكد حالياً وجود علاقة تكافلية (أي علاقة تبادل منفعة) بين العديد من أنواع الفورامينيفرا والكثير من أنواع الطحالب، بحيث توفر الفورامينيفرا المأوى للطحالب داخل الصدفة وتحصل في المقابل على نواتج عملية التمثيل الضوئي. وتعتبر

هذه النواتج مصدراً مهماً للطاقة بالنسبة للفورامينيفرا، كما أن امتصاص ثاني أكسيد الكربون خلال عملية التمثيل الضوئي تزيد من قابلية ترسيب كربونات الكالسيوم، وهي المادة اللازمة لبناء الصدفة في الفورامينيفرا الكلسية (Haynes, 1981). ويعزى وجود أحجام أصداف كبيرة لبعض أنواع الفورامينيفرا إلى العلاقة التكافلية التي تنشأ بينها وبين الطحالب (Brasier, 1980). وهناك أنواع من الفورامينيفرا تعتمد بالكامل على هذه العلاقة التكافلية للحصول على غذائها. بينما يحصل البعض الآخر على جزء (قد يصل إلى ١٠٪ فقط) من احتياجاته الغذائية عن طريق هذه العلاقة (Lipps, 1983). وطبقاً لرأي ليوتنجر (Leutenegger, 1984) فإن العلاقة النوعية بين الفورامينيفرا والطحالب هي علاقة وراثية. أي أن الأجيال الوليدة من الفورامينيفرا تتكافل مع نفس أنواع الطحالب التي تكافلت معها الفورامينيفرا الأم.

وبالإضافة إلى الطحالب التي تعيش داخل صدفة الفورامينيفرا، فهناك بعض الطحالب التي تعيش على السطح الخارجي أو بين الأشواك البارزة منها (Lipps, 1983). ويرى كل من موسكاتف وبورتر وكذلك لي وآخرون وأيضاً ليس (Lipps, 1983) (Muscativ & Porter, 1977; Lee et al., 1980; Lipps, 1983) أن تكافل الفورامينيفرا مع الطحالب يمثل نوعاً من التكيف مع الظروف البيئية التي تتميز بقلّة الغذاء مع توافر الضوء.

وقد لوحظ أن هناك صفات تتميز بها صدفة الفورامينيفرا المتكافلة للتلائم مع الطحالب. وفيما يلي عرض لأهم هذه الصفات.

١ - وجود مساحة سطحية كبيرة للصدفة بالنسبة إلى حجمها، وذلك حتى تتعرض لأكبر كمية من الضوء اللازم لعملية التمثيل الضوئي للطحالب، بالإضافة إلى إتاحة الفرصة لأكبر كمية من الغذاء بالدخول إلى الصدفة.

٢ - تتميز الأصداف بجدار رقيق يساعد على نفاذية الضوء، مع إفراز أعمدة كلسية داخلية في بعض الأحيان للحفاظ على التوازن الهيدروديناميكي للصدفة (Haynes, 1981).

٣ - وجود تجاويف أو حجيرات داخل جدار الصدفة من الجهة الداخلية، بحيث تقطن الطحالب هذه التجاويف أو الحجيرات لحمايتها من التيارات الهلامية الداخلة إلى الصدفة أو الخارجة منها، والتي يمكن أن تجرف الطحالب في طريقها.

٤ - وجود فراغات تحت الأسطح الخارجية للصدفة مباشرة تعيش فيها الطحالب لكي تحصل على كفايتها من الضوء (Leutenegger, 1984).

٥ - تتميز أصداف الفورامنيفرا مثل أجناس نيمولايتس *Nummulites* وألفيديم *Elphidium* وبينوروبليس *Peneroplis* وأمفيسيتيجينا *Amphistegina* المتكافلة مع الطحالب بأنها تعيش دائماً بشكل مائل على القاع (بزواوية ٤٥ درجة) حتى يتعرض جانبا الصدفة للضوء اللازم للطحالب التي تعيش تحت جدارها الخارجي. أما أصداف الفورامنيفرا المتكافلة مع الطحالب والتي تستقر على القاع تماماً مثل جنس سوريتس *Sorites* فإن الطحالب تتركز في الجهة العلوية منها حتى تبقى معرضة للضوء.

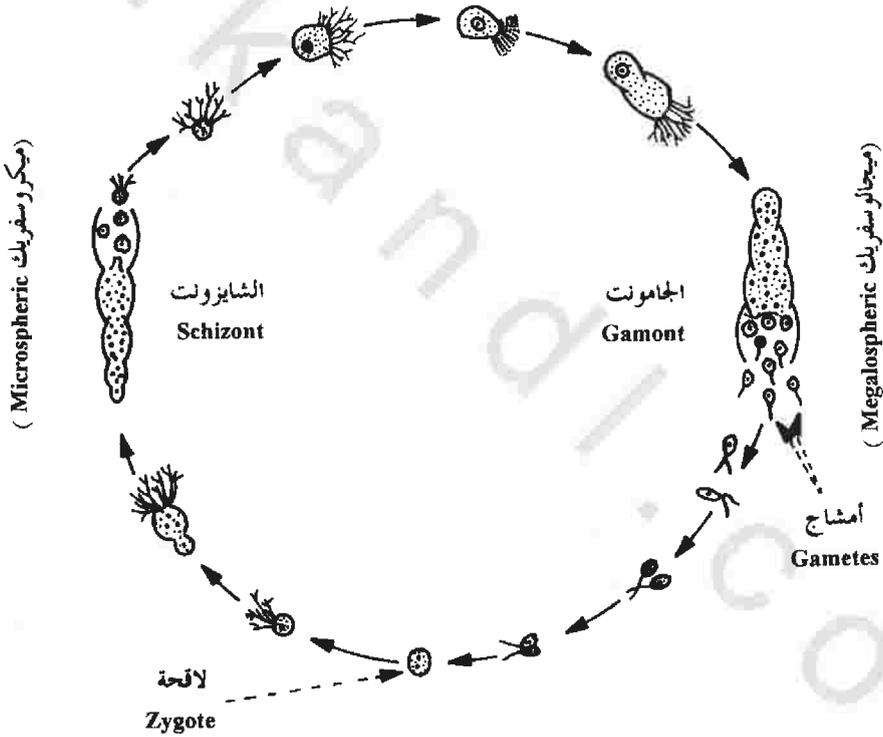
٦ - يتميز كل نوع من الطحالب المتكافلة مع الفورامنيفرا بالانتشار في ظروف ضوئية تحدد بقوة الضوء وأطوال موجاته ولهذا فإن أنواع الفورامنيفرا المتكافلة مع الطحالب تعيش على أعماق متباينة تتوافر فيها الظروف الضوئية المناسبة لأنواع الطحالب التي تحملها.

التكاثر والتطور **Reproduction and Evolution**

تبدأ الفورامنيفرا حياتها كخلية مستديرة صغيرة، ثم سرعان ما تبني حول نفسها صدفة لها فتحة كبيرة (Aperture). وفي حالة الأنواع عديدة الحجرات يبرز الهلام الأولى من هذه الفتحة ليأخذ شكلاً معيناً ثم تفرز مادة صلبة حوله لتكون حجرة (Chamber). ويفصل كل حجرة عن الأخرى حاجز (Septum). وهذا وتسمى الفتحة القديمة التي كانت تربط الحيوان بالخارج والتي أصبحت توصل بين الحجرتين (Foramen) أو الفتحة الحاجزية (Septal foramen).

تتميز دورة حياة الفورامنيفرا بتعاقب نوعي التكاثر التزاوجي واللاتزاوجي كما هو موضح بالشكل رقم (٢، ٢)، بالنسبة للكائن الواحد. قد تستغرق دورة

حياة الفورامنيفرا عاما واحدا في المناطق الإستوائية وقد تمتد لأكثر من عامين في المناطق الأخرى، وتشمل دورة حياة الفورامنيفرا على نوعين من الأجيال أحدهما الشايزونت (Schizont)، ويكون التكاثر فيه شقيا، أي لا تزاوجي أو لاجنسي، (Asexual reproduction)، ويتم عادة خلال فصل الصيف. والجيل الآخر يسمى الجامونت (Gamont) ويكون التكاثر فيه لا شقيا أي تزاوجيا أو جنسيا (Sexual reproduction) ويتم عادة خلال فصل الشتاء (Brasier, 1980).



الشكل رقم (٢, ٢). دورة حياة الفورامنيفرا (عن: Shrock & Twenhofel, 1953)

تنقسم النواة داخل الصدفة في حالة التكاثر اللاتزاوجي إلى نويات صغيرة متعددة يتجمع حول كل منها جزء من الهلام الأولي بحيث تحتوى كل نوية على نصف عدد الصبغيات (Chromosomes) الموجودة أصلاً في النواة الأم. وتنطلق الخلايا الوليدة إلى خارج الصدفة، حيث تبدأ في بناء أصدافها وتنتشر في المياه المحيطة.

وعند بلوغ هذه الخلايا الوليدة مرحلة البلوغ (Mature) فإن الهلام الأولي ينسحب داخل الصدفة ثم يبدأ في الانقسام إلى خلايا مستديرة تحتوى على نواة لها نفس عدد الصبغيات تسمى الأمشاج (Gametes) ثم تتحد كل اثنتين منهما في لاقحة (Zygote) تحتوى نواته على عدد من الصبغيات مماثل للخلية الأصلية. ومن الملاحظ أن صدفة الشايزونت تتميز بوجود حجرة ابتدائية صغيرة بينما يكون الحجم الكلي للصدفة كبيراً و على العكس فإن صدفة الجامونت تتميز بوجود حجرة ابتدائية أكبر، بينما يكون الحجم الكلي للصدفة صغيراً. وتسمى هذه الظاهرة بثنائي التشكل (Dimorphism). ويعرف الجيل التزاوجي (الجنسي) باسم الجيل الميكروسفيري (Microspheric). ويعرف الجيل اللاتزاوجي (اللاجنسي) باسم الجيل الميجالوسفيري (Megalospheric).

الأجزاء الجيرية Calcareous Parts

إن أغلب الفورامينيفرا تفرز صدفة تكون وحدتها الأساسية الغرفة (Chamber)، تحاط بجدار (Wall) يكون إما بسيطاً أو معقد التركيب. والصدفة تكون صلبة، وتحتوي على حجرة واحدة أو أكثر تحمي الهلام الأولي. ويفصل بين الحجرات من الخارج حاجز يسمى الدرز (Suture). ويتم الاتصال بين الهلام الأولي والوسط الخارجي خلال فتحة الصدفة (Aperture). ويمتد الهلام الخارجي إلى خارج الصدفة من خلال الفتحة ليشكل الأقدام الكاذبة (Pseudopodia) التي تشبه الأسواط.

يرتكز تصنيف الفورامنيفرا إلى أجناس وأنواع على التغيرات في الشكل والحجم من صدفة إلى أخرى ، يكون التصنيف واضحاً تماماً من خلال الصور المجهرية التي تظهر الخصائص الكاملة للصدفة.

بنية و تركيب جدار الصدفة Wall Structure and Composition

معظم أنواع الفورامنيفرا ذات صدفة تعطيها الشكل الخارجي ، وتحميها من العوامل الخارجية ، تُعدُّ بنية و تركيب جدار الصدفة من أهم الأسس التي يعتمد عليها في عملية تصنيف الفورامنيفرا. وقد تميزت الفورامنيفرا في بداية ظهورها بجدار مكون من مواد عضوية (كيتينية) يفرزها الهلام الأولى. ومادة الكيتين هي الأساس أو القاعدة التي استعملتها الفورامنيفرا في بناء أصدافها ، حيث تفرز فوقها المادة الكلسية (كربونات الكالسيوم) أو تجمع فوقها حبيبات مختلفة من البيئة التي تعيش فيها. وسناقش فيما يلي بنية و تركيب جدار الصدفة في الفورامنيفرا بشيء من التفصيل كما في الشكل رقم (٢،٣).

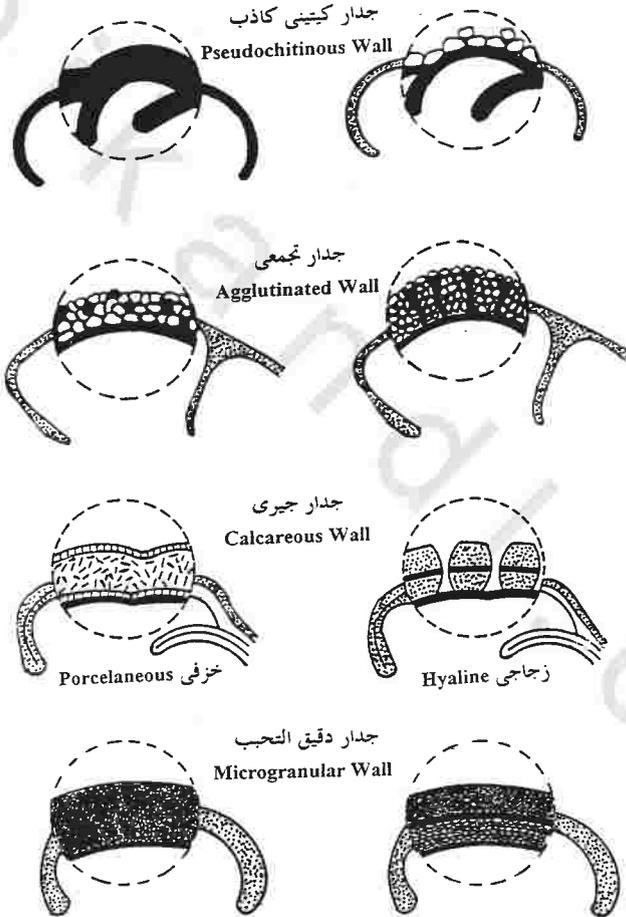
١ - الجدار الكيتيني الكاذب Pseudochitinous wall

تتميز أنواع قليلة من الفورامنيفرا بأن لها صدفة ذات جدار رقيق من الكيتين. ولقد عثر على هذه الأنواع في منطقة بحر البلطيق في رواسب حقبة الحياة القديمة. ويندر - بشكل عام - وجود الفورامنيفرا ذات الجدار الكيتيني متأخرة ، لأنها تتحلل بعد موتها مباشرة ويصعب حفظها في الصخور.

٢ - الجدار التجمعي Agglutinated wall

تُعدُّ الفورامنيفرا ذات الجدار التجمعي بأنها أقدم الأنواع ، ويتكون الجدار التجمعي من غشاء عضوي يبطن تجمعات الحبيبات المختلفة التي يلتقطها الحيوان من قاع البحر ، وقد تكون هذه التجمعات من حبيبات الرمل أو الطمي أو صفائح الميكا أو المعادن الثقيلة أو الفتات العضوي مثل أصداف أنواع صغيرة من الفورامنيفرا أو أصداف حيوانات لافقارية وغير ذلك. هذا وتتميز بعض أنواع الفورامنيفرا بانتقاء حبيبات ذات

مواصفات معينة من حيث النوع أو الشكل أو الحجم بينما يقوم البعض الآخر بتجميع الحبيبات الموجودة حوله بشكل عشوائي. وتلتحم هذه الحبيبات بمادة لاحمة تكون إما كلسية أو حديدية أو هلامية يفرزها الهلام الأولي (Haq,1978). وهناك رأيان بخصوص هذه المادة اللاحمة هما:



الشكل رقم (٢,٣). التراكيب المختلفة لجدار الفورامينيفرا.

١) فريق من العلماء يضم كلاً من تو وسيفلي وأيضاً موري (Towe & Cifelli, 1967; Murray, 1973b) يقولون أن الفورامينيفرا تفرز المادة اللاحمة وتختلط في أغلب الأحيان بمواد عضوية وعند تعرضها للأكسدة تصبح الصدفة أكثر صلابة وذات لون بني مائل للحمرة.

ب) الفريق الآخر من العلماء يضم كلاً من هيدلي وليبز (Hedley, 1963; Lipps, 1971) يقولون إن الفورامينيفرا ذات الجدار التجمعي لا تقوم بإفراز المادة اللاحمة سواء الكلسية أو الحديدية، بل تترسب هذه المواد بين حبيبات الجدار بطريقة غير عضوية. يوضح الشكل رقم (٢,٣) وجود نوعين من الجدار التجمعي. أحدهما تكون حبيباته ملتحمة بشكل محكم، والآخر تتخلل الجدار فراغات عديدة مخروطية الشكل غير نافذة. ولقد استنتج العالم سلاما (Slama, 1954) بعد إجراء تجربة معملية باستخدام كريد السيليكون ومسحوق الزجاج، أن هناك تشابهاً بين نوعية الطبقة التي يعيش عليها الحيوان وبين نوعية جداره التجمعي من الناحية المعدنية.

٣ - الجدار الجيري Calcareous wall

تفرز خلية الفورامينيفرا مادة كلسية لبناء صدفتها التي تعيش بداخلها، وتلتحم بلورات الكالسيت بمادة لاحمة غالباً ماتكون من كربونات الكالسيوم. وفي بعض الحالات القليلة يكون الجدار من معدن الأراجونيت بدلاً من الكالسيت. وهما على أي حال معدنان متشابهان في التركيب الكيميائي ومختلفان في النظام البلوري. وقد أثبتت الدراسات المجهرية الحديثة وجود ثلاثة أنواع من الجدر الكلسية تختلف تبعاً لطريقة ترتيب بلورات الكالسيت. وهذه الأنواع هي: الجدار الخزفي، والجدار الزجاجي، والجدار دقيق التحب:

أ) الجدار الخزفي (Porcelaneous wall): يتميز الجدار الخزفي باللون الأبيض الناصع وعند سقوط الضوء عليه فإنه ينعكس ويعطى لمعناً يشبه تماماً لمعان البورسلان الصيني. أما في الضوء المستقطب، فإن القطاعات الرقيقة (Thin sections) في الجدار الخزفي يكون لونها مائلاً إلى البني. ويعزى ذلك إلى وجود البقايا العضوية في الجدار،

(Haynes, 1981) ، أو نتيجة لتفرق الضوء. وإذا أخذنا مقطعاً في الجدار الخزفي، فإننا نجد أنه يتكون من ثلاث طبقات متتالية أكثرها سمكاً الطبقة الوسطى، التي تتكون من بلورات الكالسيت المرتبة ترتيباً عشوائياً (Haynes, 1981)، يحدها من أسفل الطبقة الداخلية، وهي رقيقة، وتتكون من بلورات الكالسيت المرتبة بشكل مواز لسطح الصدفة. ويعلو الطبقة الوسطى طبقة رقيقة أخرى تعرف بالطبقة الخارجية، تتكون من بلورات الكالسيت التي تترتب إما موازية لسطح الصدفة الخارجي - وفي هذه الحالة تبدو الصدفة ناعمة - أو يكون ترتيب بلورات الكالسيت عمودياً على سطح الصدفة الخارجي، وبالتالي تبدو الصدفة أكثر خشونة.

(ب) الجدار دقيق التحبب (Microgranuction): يتكون هذا الجدار من حبيبات دقيقة من الكالسيت مرتبة ترتيباً عشوائياً أو موازياً لسطح الصدفة، حيث تظهر القطاعات الرقيقة من الجدار تحت الضوء المستقطب داكنة أي تكون معتمة ويكون لونها بنياً مائلاً إلى الرمادي تحت الضوء المنعكس.

(ج) الجدار الزجاجي (Hyaline wall): في هذا الجدار تترتب بلورات الكالسيت (أو الأراجونيت) بطرق مختلفة بحيث يبدو الجدار شفافاً ومنفذاً للضوء، ولو أن هذه الشفافية قد تُحجَبُ بسبب الزخرفة الكثيفة، أو لكثرة الأشواك الخارجة من سطح الصدفة، أو الزيادة في سمك الجدار (Brasier, 1980). ويمكن تقسيم الجدار الزجاجي تبعاً لاختلاف ترتيب بلورات الكالسيت إلى قسمين أساسيين).

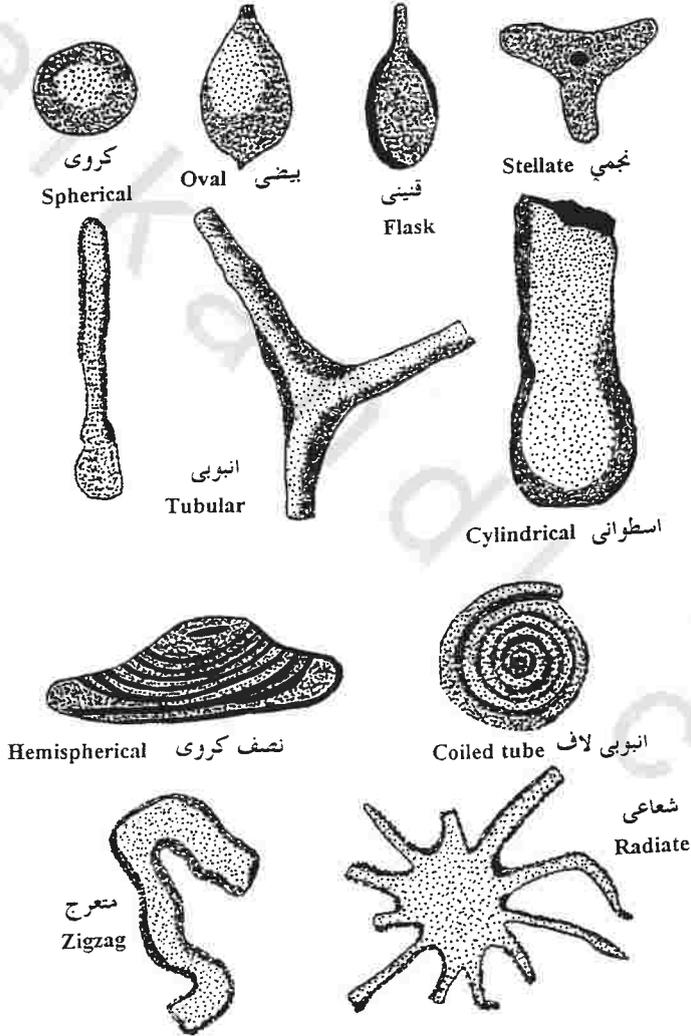
* الجدار الزجاجي الشعاعي (Hyaline radial wall): وفيه تترتب بلورات الكالسيت بحيث يكون المحور الضوئي عمودياً على سطح الصدفة.

* الجدار الزجاجي الحبيبي (Hyaline granular wall): وفيه تترتب بلورات الكالسيت بحيث يكون المحور الضوئي مائلاً على سطح الصدفة.

شكل الصدفة Shape of Test

تتخذ صدفة الفورامينيفرا أشكالاً متعددة. فبعض الأنواع يكون له صدفة وحيدة الحجرية (Monothalamous or Unilocular). وفي هذه الحالة تأخذ الصدفة أحد الأشكال

الآتية: شكل كروي (Spherical shape)، أو بيضي (Oval)، أو قنيني (Flask)، أو نجمي (Stellate)، أو أسطواني (Cylindrical)، أو أنبوبي (Tubular)، أو نصف كروي (Hemispherical)، أو أنبوبي لاف (Coiled Tube)، أو متعرج (Zigzag)، أو شعاعي (Radiate)، انظر الشكل رقم (٢,٤).



الشكل رقم (٢,٤). الأشكال العامة لصدفة الفورامينيفرا وحيدة الحجرة.

ومعظم الأنواع لها صدفة مكونة من حجرات متعددة (Polythalamous or Multilocular) وفي هذه الحالة يكون النمو على فترات منتظمة حيث تضاف الحجرات الواحدة تلو الأخرى في تنظيم يختلف من نوع إلى آخر. وفي العادة يظهر الحاجز الذي يفصل الحجرة عن التي تليها من الخارج وهو حينئذ يسمى الدرز (Suture). وقد يكون الدرز غائراً عن سطح الصدفة (Depressed) أو يكون بارزاً (Raised). وتتخذ الأصداف عديدة الحجرات الأشكال الآتية: (الشكل رقم ٢,٥)، شكل متطاوّل (Elongate shape)، أو ورقي (Leaf-like)، أو مغزلي (Fusiform)، أو منتفخ (Inflated)، أو عنقودي (Grape-like)، أو مثلث (Triangular)، أو مروحي (Fan)، أو عدسي (Lenticular).

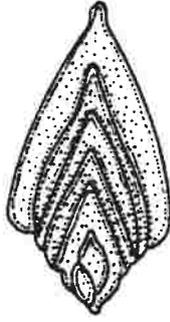
ترتيب الحجرات Arrangement of Chambers

ترتب حجرات صدفة الفورامينيفرا بطرق متعددة ويُعدُّ ترتيب الحجرات من أهم الأسس التي يقوم عليها تصنيف الفورامينيفرا. وعلى الرغم من أن هناك اتفاقاً في الرأي على الطرق المختلفة التي تترتب بها حجرات صدفة الفورامينيفرا إلا أن هناك اختلافاً كبيراً في أسلوب عرض هذا الموضوع من مؤلف إلى آخر، ويرجع هذا الاختلاف إلى تباين وجهات النظر حول العلاقات السلالية (Phylogenetic relation) بين الأصداف ذات الترتيب المختلف للحجرات. ومن ثم فإننا نشير إلى أن تناولنا لنظام ترتيب الحجرات هنا لا يحمل أي دلالات تشير إلى العلاقة السلالية بين هذه الطرق، لأن هذا الموضوع يخرج عن نطاق وأهداف هذا الكتاب الذي بين أيدينا.

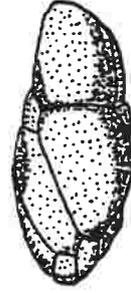
وفيما يلي عرض لأهم طرق ترتيب الحجرات في صدفة الفورامينيفرا، موضحة بالشكل رقم (٢,٦).



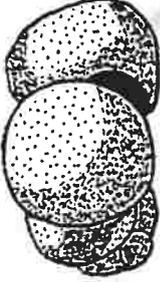
متطاول
Elongated



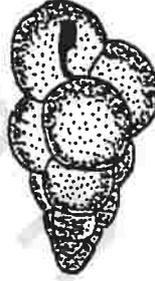
ورقي
Leaf-like



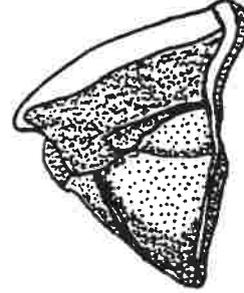
مغزلي
Fusiform



منتفخ
Inflated



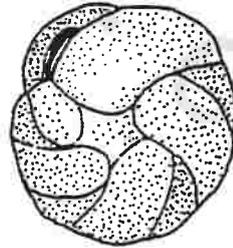
عنقودي
Grape-like



مثلث
Triangular



مروحي
Fan



عدسي
Lenticular

الشكل رقم (٢,٥). الأشكال العامة لصدفة الفورامينيفرا عديدة الحجرات.



عديدة التسلسل
Polyserial



ثلاثية التسلسل
Triserial

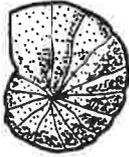


ثنائية التسلسل
Biserial

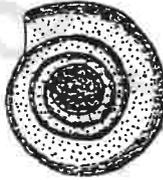


وحيدة التسلسل
Uniserial

مغلقة
Involute



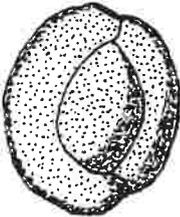
منفتحة
Evolute



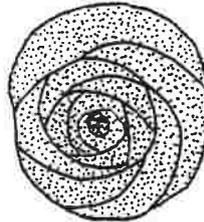
لافة في مستوى واحد
Planispiral



مختلطة
Mixed



مليوليدية
Miliolid



محروطية
Trochoidal

الشكل رقم (٢,٦). نظم ترتيب الحجرات في الفورامينيفرا عديدة الحجرات.

١ - صدفة أحادية التسلسل *Uniserial test*

وهي تُعدُّ أبسط الأشكال ، حيث تضاف الحجرات الواحدة تلو الأخرى في خط مستقيم كما هو موضح في الشكل رقم (٢,٧). وهذا التنظيم يسمى وحيد التسلسل المستقيم (*Uniserial rectilinear*). وقد ينحني المحور الذي تضاف على طوله الحجرات ، وتسمى في هذه الحالة بالأصداف ذات التسلسل الواحد المنحني (*Curved uniserial*). ومن أهم الأجناس التي تميز هذا النوع من التنظيم هو جنس *Nodosaria* (الشكل رقم ٢,٦).

٢ - صدفة ثنائية التسلسل *Biserial test*

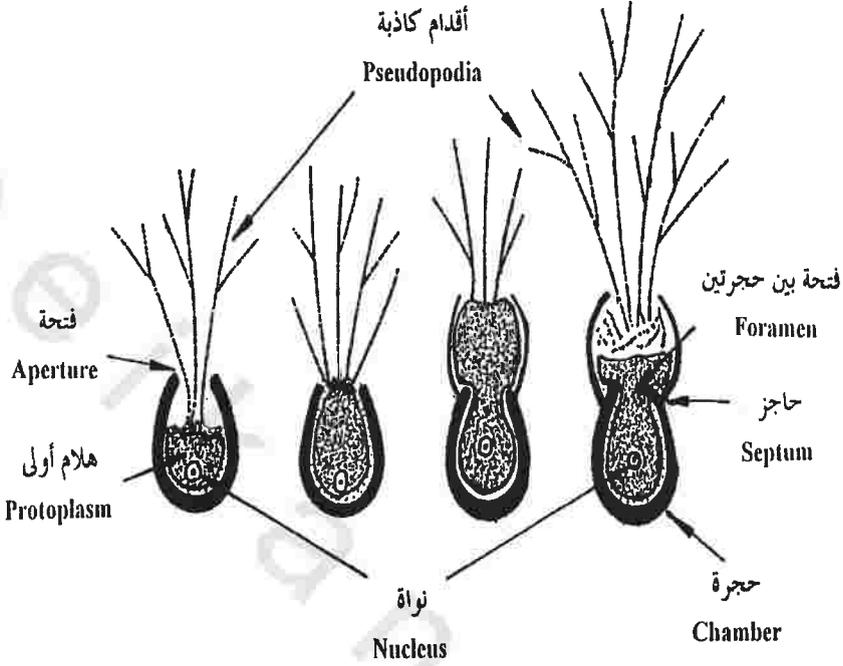
وهي الأصداف التي تضاف فيها الحجرات في صفين رأسيين حول محور رأسي ، كما هو الحال في جنس *Textularia*. وقد تزداد الحجرات في الحجم تدريجياً ، وأحيانا تزداد ازديادا كبيرا. وفي بعض الأحيان تضاف الحجرات في المراحل الأولى من النمو في مستوى واحد ثم تصبح الصدفة ثنائية التسلسل ، (الشكل رقم ٢,٦).

٣ - صدفة ثلاثية التسلسل *Triserial test*

وفيهما يكون اللف في عدة مستويات و تتكون كل لفة من ثلاث حجرات تتبادل مع بعضها وتظهر كما لو كانت الحجرات مرتبة في ثلاثة صفوف حول محور رأسي ، ومن أهم الأجناس المميزة لهذا النظام جنس *Chrysalidina*. وأحيانا تتكون كل لفة من ثلاث حجرات تنتهي بحجرتين في اللفة الواحدة ، (الشكل رقم ٢,٦).

٤ - صدفة عديدة التسلسل *Polyserial test*

وفيهما تضاف الحجرات في لفات ملفوفة في مستويات مختلفة بحيث يكون في كل لفة أكثر من ثلاث حجرات تكبر في الحجم كلما اتجهت إلى الفتحة مثل جنس *Dorothia* ، (الشكل رقم ٢,٦).



الشكل رقم (٢,٧). مراحل إضافة الحجرات في الفورامينيفرا وحيدة التسلسل (عن: Shrock & Twenhofel, 1953).

٥ - صدفة مختلطة Mixed test

هناك أجناس كثيرة تتبع في مراحل نموها تنظيمات متعددة ومختلفة. فمثلاً جنس أموباكولاييتس *Ammobaculites* يكون في مراحل الأولى ذولف في مستوى واحد، أما في المراحل النهائية من النمو، فيصبح وحيد التسلسل، وكذلك جنس جودريينا *Gaudryina* تبدأ الصدفة بلف حلزوني ثلاثي التسلسل، وتنتهي بلف حلزوني ثنائي التسلسل. وهناك أيضاً جنس باي جينيرينا *Bigenerina* يكون في المرحلة الأولى ذولف في مستوى واحد والمرحلة المتوسطة ثنائي التسلسل وفي مرحلة النضوج يصبح وحيد التسلسل، (الشكل رقم ٢,٦).

٦ - صدفة ميلوليديية *Miliolid test*

قد يحدث في الأصداف عديدة الحجرات أن تضاف الحجرات حول محور عرضي بدلاً من محور طولي وذلك بإضافة حجرتين، بحيث تفصل الواحدة عن الأخرى زاوية مقدارها ١٨٠ درجة، كما في جنس باي لوكولينا *Biloculina*. وأحياناً تضاف ثلاث حجرات بحيث تكون الزاوية بين كل حجرتين ١٢٠ درجة، كما في جنس تراي لوكولينا *Triloculina* أو تضاف خمس حجرات بحيث تكون الزاوية بين كل حجرتين ٧٢ درجة كما في جنس كينكولوكولينا *Quinqueloculina*، (الشكل رقم ٦، ٢).

٧ - صدفة لافة في مستوى واحد *Planispiral test*

وفيها تضاف الحجرات في مستوى واحد حول محور اللف. وقد يكون اللف واسعاً بحيث تمس كل لفة الحافة الخارجية للفة التي قبلها وتظهر اللفات من الخارج، وتسمى الصدفة بالصدفة المنفتحة (*Evolute test*). أما إذا كان اللف ضيقاً بحيث تحتضن كل لفة من الحجرات اللفة التي قبلها فإن اللفة الأخيرة فقط هي التي تظهر من الخارج. وتسمى الصدفة في هذه الحالة بالصدفة المغلقة (*Involute test*). ومن أهم الأجناس التي تميز هذا النظام جنس انفولوتينا *Involutina* (الشكل رقم ٦، ٢).

٨ - صدفة مخروطية *Trochoidal test*

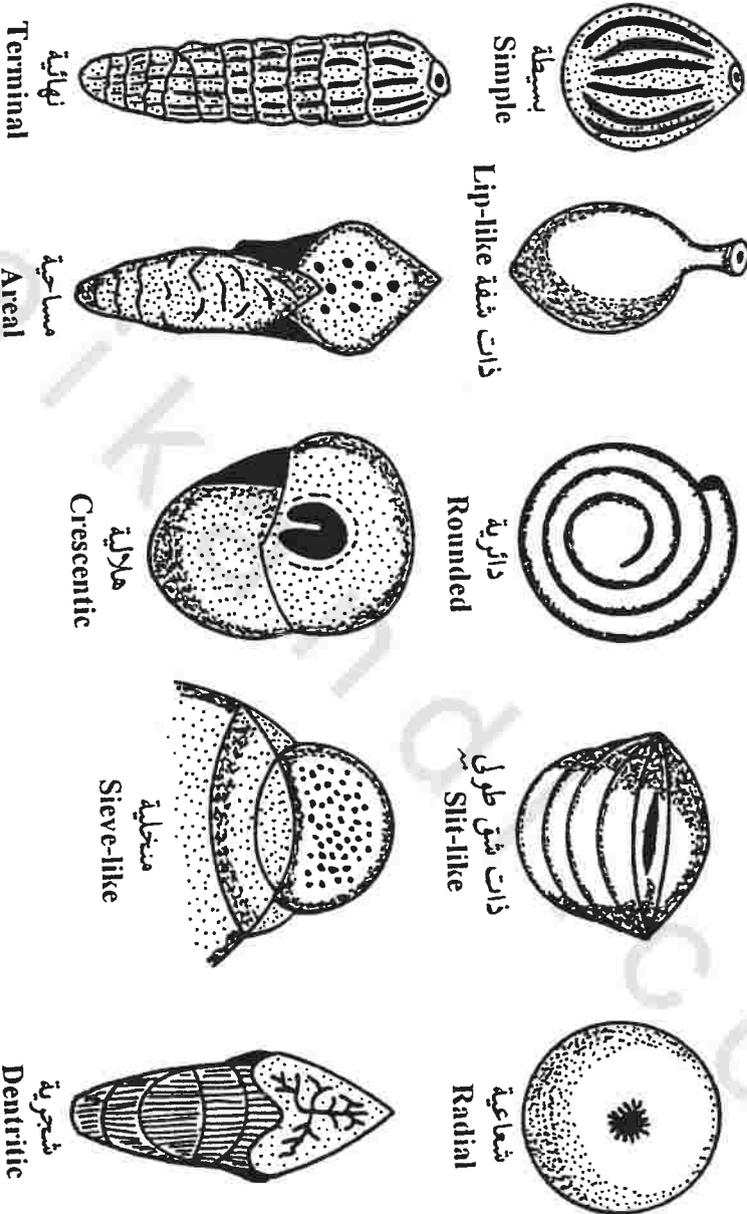
في هذه الحالة تضاف الحجرات على هيئة لفات في عدة مستويات بحيث يعطيها شكلاً مخروطياً يكون قطر قاعدته أكبر من ارتفاعه. ويكون جانب من الصدفة مفتوحاً، أي تظهر جميع حجرات اللفات، ويسمى الجانب الحلزوني (*Spiral side*). وتبدو فيه اللفات كلها بدءاً بالحجرات الابتدائية، أما الجانب الذي تبدو فيه حجرات اللفة الأخيرة فقط فيسمى بالجانب السري (*Umbilical side*). ويختلف اتجاه اللف الحلزوني (إلى اليمين أو إلى اليسار) حتى بين الأصداف التي تنتمي إلى نوع واحد. ويرجع هذا لاختلاف الأحوال المناخية السائدة أثناء نمو الصدفة. فمثلاً تكون ذات لف يميني

(Dextral) في درجات الحرارة المرتفعة وتكون ذات لف يساري (Sinistral) في درجات الحرارة المنخفضة وبهذه الخاصية يمكن التعرف على الفترات الجليدية في البلستوسين، (الشكل رقم ٦، ٢).

فتحة الصدفة Aperture of Test

تتصل حجرات صدفة الفورامينيفرا بواسطة فتحات يمر من خلالها الهلام الأولية من حجرة إلى أخرى. وتسمى الفتحة الموجودة في الحجرة الأخيرة بالفتحة الأولية (Primary aperture) وهي التي يتصل من خلالها الهلام الداخلي بالهلام الخارجي. وقد أثبت النجار (El-Naggar, 1971) أن موضع الفتحة الأولية في صدفة الفورامينيفرا يتأثر بطريقة ترتيب الحجرات. ففي الأصداف الحلزونية ذات الالتفاف العالي تقع الفتحة الأولية في وسط منطقة السرة، وتسمى فتحة سرية (Umbilical aperture). أما في حالة الأصداف الحلزونية ذات الالتفاف المنخفض فتكون الفتحة الأولية في موضع يبدأ من السرة، ويمتد في اتجاه الحافة الخارجية للسرة (Umbilical-extra aperture). أما في الأصداف اللافية في مستوى واحد فتكون الفتحة الأولية في مستوى اللف تماماً بعيداً عن السرة وتسمى بالفتحة الاستوائية (Equatorial aperture). أما في الأصداف أحادية التسلسل فإن الفتحة الأولية توجد في نهاية الحجرة الأخيرة، وتسمى بالفتحة النهائية (Terminal aperture). وتتعدد الفتحات في بعض الأحيان في الحجرة الأخيرة، وتسمى في هذه الحالة بالفتحة المتعددة (Multiple aperture). وتوصف الفتحة الأولية، تبعاً لموقعها من الحجرة الأخيرة فإما أن تكون حافية داخلية (Interiomarginal aperture)، أو حافية خارجية (Exteriomarginal aperture). فعندما تكون الفتحة في منتصف سطح الحجرة الأخيرة فإنها تسمى فتحة مساحية (Areal aperture) أما إذا كانت الفتحة في قاعدة الحجرة الأخيرة فإنها تسمى قاعدية (Basal aperture).

وتأخذ الفتحة الأولية أشكالاً مختلفة تتراوح بين الهلالية والشجرية والشعاعية والمنخلية، بالإضافة إلى أشكال أخرى كثيرة موضحة في الشكل رقم (٨، ٢).



الشكل رقم (٣٨). الأشكال المختلفة لفتحة صدفة القوراميفيرا.

ولقد اتضح أن شكل وحجم الفتحة يختلف اختلافاً طفيفاً باختلاف البيئة التي يعيش فيها الكائن. فقد أثبت هك (Haq, 1978) أن الفتحة الأولية في نوع معين من الفورامينيفرا تصبح أكبر حجماً وأكثر تقوساً في الفترات الزمنية الأكثر دفئاً، بينما تكون الفتحة أصغر حجماً وأقل تقوساً في الفترات الباردة.

الزخرفة Ornamentation

تتميز أصداف الفورامينيفرا بوجود زخارف بارزة على سطح الصدفة. وتشكل هذه الزخارف بسبب التغيرات في نسيج الجدار أو في كثافته وتوزيع الثقوب أو في معدلات إفراز كربونات الكالسيوم أثناء تكوين جدار الصدفة. ومن المعروف أن أصداف الفورامينيفرا ذات الجدار الكلسي هي أكثر أنواع الفورامينيفرا تميزاً بالزخارف العديدة والكثيفة، وذلك بسبب قدرة الكائن على إفراز صدفته بنفسه. ومن أهم أشكال الزخرفة: المخططة (Striated)، والمضلعة (Costate)، والشعاعية (Radial)، والمحبية (Granulose)، والشبكية (Reticulate)، والتجعدية (Rugose)، وذات الأشواك (Spinose)، والمنقرة (Foveolate)، (الشكل رقم ٢، ٩).

أهمية الصدفة في حياة الفورامينيفر Importance of Test in Foraminifera Life

للصدفة دور مهم في حماية كائن الفورامينيفرا من المخاطر الحيوية والطبيعية والكيميائية التي تواجهه أثناء حياته. وتشمل المخاطر الحيوية إمكانية افتراس الديدان والقشريات وشوكيات الجلد وغيرها من الكائنات للفورامينيفرا. وتشمل المخاطر الطبيعية تيارات المياه العنيفة والاحتكاك الذي قد يحدث بين كائن الفورامينيفرا وما يحيط به من صخور وشعاب وغير ذلك، كما تضم المخاطر الطبيعية بعض الموجات الضوئية الضارة الموجودة في ضوء الشمس، التي تتميز بأطوال موجية كبيرة. وتشمل المخاطر الكيميائية التذبذبات التي تحدث في مستويات الملوحة وتركيز ثاني أكسيد الكربون والأكسجين في البيئة المحيطة بالكائن.



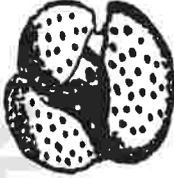
مخططة
Striated



مضلعة
Costate



شبكة
Reticulate



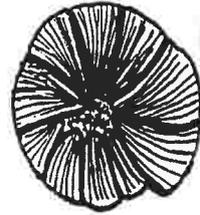
منقورة
Foveolate



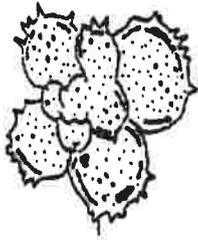
جنية
Granulose



تجمدية
Rugose



شعاعية
Radial



ذات أشواك
Spinose

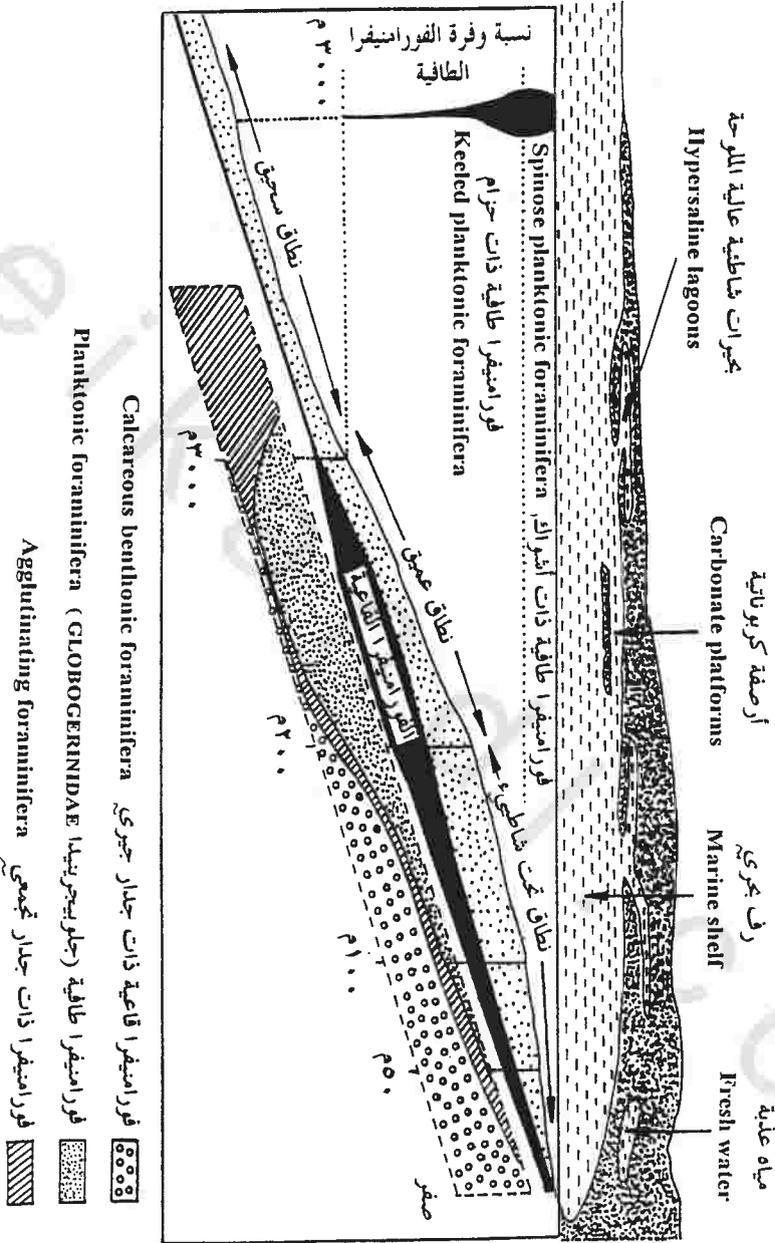
الشكل رقم (٩ ، ٢) . الزخرفة في الفوراميفرا.

وتعمل صدفة الفورامينيفرا على دفع هذه المخاطر ومقاومة تأثيرها على الجزء الرخو من الحيوان (Brasier, 1982). وقد ثبت أن الهلام الداخلي للفورامينيفرا يوجد بشكل عام داخل الحجرة قبل الأخيرة للصدفة. وفي حالات الخطر ينسحب الهلام الداخلي والهلام الخارجي إلى الحجرات الداخلية بعيداً عن الحجرات الخارجية للصدفة. وقد تسد الفتحة الرئيسية بسدادة من الفتات الرسوبي زيادة في الحماية (Marszalek *et al.*, 1969).

تؤدي الفتحات والثقوب العديدة داخل وخارج الصدفة وظيفتها في تنظيم دخول وخروج السوائل. ويؤمن الجدار الكلسي أو التجمعي - خاصة إذا كان سميكا - التوازن المائي الحركي (الهيدروديناميكي) للصدفة اللازم لنمو وتكاثر الكائن. وقد أجرى برادشو (Bradshaw, 1961) تجربة أذاب فيها الصدفة الكلسية لنوع معين من الفورامينيفرا فاكشف أن الغشاء العضوي المبطن لجدار الصدفة ظل يقوم بحماية الهلام الداخلي حتى تم إفراز جدار كلسي جديد. كما أن للغشاء العضوي المبطن لجدار الفورامينيفرا الكلسي أو التجمعي دوراً مهماً في انعكاس الموجات الضوئية الضارة وإنفاذ الصالح منها لعملية التمثيل الضوئي، التي تقوم بها الطحالب التي تعيش متكافلة مع الفورامينيفرا داخل الصدفة. وهناك دراسات حديثة تتعلق بأهمية شكل الصدفة وطريقة ترتيب حجراتها في حياة حيوان الفورامينيفرا، يمكن لمن أراد التعمق في الموضوع الرجوع إليها.

البيئة Ecology

تعيش الغالبية العظمى من الفورامينيفرا في مياه البحار، بينما توجد أنواع قليلة منها في المياه قليلة الملوحة والمياه العذبة. وهناك أنواع من الفورامينيفرا تعيش ملتصقة بقيعان البحار أو بالقرب منها، تسمى بالفورامينيفرا القاعية (Benthonic foraminifera) بينما تطفو أنواع أخرى لتعيش في الكتلة المائية، بعيداً عن القاع وتسمى بالفورامينيفرا الهائمة (Pelagic foraminifera). وقد سبق مناقشة ذلك بشيء من التفصيل. وفيما يلي عرض موجز لأهم المتغيرات البيئية التي تؤثر على الفورامينيفرا، (الشكل رقم ١٠، ٢).



الشكل رقم (٢، ١٠) . التوزيع النسبي للفورا منيفرا الطافية (عن : Brasier, 1980).

١ - الملوحة Salinity

تعيش الغالبية العظمى من الفورامينيفرا في مياه البحار ذات الملوحة العادية التي تتراوح بين ٣٥٪ إلى ٤٥٪. وفي هذه النسبة من الملوحة يبلغ تعدد أنواع الفورامينيفرا (Specific diversity) أقصاه. بينما تتسبب الزيادة أو الانخفاض في درجة الملوحة في انخفاض تعدد أنواع الفورامينيفرا. حيث لا تصمد في كلتا الحالتين إلا بعض الأنواع المهيأة للتكيف مع درجات الملوحة العالية أو المنخفضة. ويتضح تأثير الملوحة بجلاء على توزيع ثلاثة أجناس من الفورامينيفرا). هي الروتالينا *Rotaliina*، التي تتميز بأصداف زجاجية، والمليولينا *Miliolina* ذات الأصداف الخزفية والتكستيو لارينا *Textulariina* ذات الأصداف التجمعية في درجات ملوحة مختلفة لمياه البحار.

٢ - الحرارة Temperature

يعيش كل نوع من أنواع الفورامينيفرا في مدى معين من درجات الحرارة، يتلائم مع تكاثر ذلك النوع. ومن المعروف أن درجة الحرارة تنخفض في الطبقات العميقة لمياه البحر عنها في الطبقات السطحية القريبة من أشعة الشمس. فدرجة حرارة طبقات المياه السطحية في المناطق الاستوائية ٢٨°م مثلاً بينما تقل تدريجياً في الطبقات العميقة لتصل إلى أربعة درجات مئوية فقط. وقد ثبت أن أنواع الفورامينيفرا الموجودة على عمق معين في المناطق الاستوائية يمكن توافرها على أعماق أقل في المناطق الواقعة بين خطوط العرض الأعلى شمالاً أو جنوباً، حتى يتوافرها المدى الحراري المناسب (Brasier, 1980).

وبالمثل فإن الفورامينيفرا التي تعيش في أعماق معينة في الفصول الحارة من السنة تصعد إلى أعماق أقل في الفصول الباردة، وذلك لكي يتوافرها المدى الحراري المناسب على مدار فصول السنة، ولقد اتضح من خلال التجارب المعملية التي أجراها برادشو (Bradshaw, 1957) أن التغير الكبير في معدلات الحرارة والملوحة يتسبب في توقف عملية التكاثر في الفورامينيفرا، بينما يستمر الكائن في النمو وإضافة حجرات

جديدة إلى الصدفة. وعلى ذلك فإن الصدقات الكبيرة نسبياً لنوع ما من الفورامينيفرا (بالنسبة لحجمها العادي) تعكس ظروفًا غير مرغوب فيها من حيث الحرارة والملوحة أثناء حياة الكائن.

ولقد ثبت أن بعض أنواع الفورامينيفرا الطافية تكون مزودة بأصداف كثيرة الثقوب وأشواك لتسهيل عملية الطفو خاصة في المياه الحارة ذات الكثافة القليلة. وهناك من يرى أن اتجاه اللف في الصدفة (اتجاه اليمين أو اليسار) في أنواع عديدة من الفورامينيفرا الطافية يعكس درجة الحرارة أثناء تكون الصدفة، فإذا كان اتجاه اللف يساراً دل ذلك على درجة حرارة كانت منخفضة أما إذا كان اتجاه اللف يميناً دل ذلك على درجة حرارة كانت مرتفعة (Brasier, 1980).

٣ - الضوء Light

يؤثر الضوء بشكل غير مباشر على نمو الفورامينيفرا وذلك لأن ضوء الشمس الذي يخترق الطبقات العليا من مياه البحار - النطاق الضوئي (Photic zone) - ذو دور مهم في عملية التمثيل الضوئي، التي تقوم بها الطحالب التي تعيش متكافلة مع الفورامينيفرا، وهي العملية التي ينتج عنها غذاء مفيد لكثير من أنواع الفورامينيفرا. ويذكر أن عمق النطاق الضوئي يختلف باختلاف درجة نقاوة الماء وزاوية سقوط أشعة الشمس على سطحه. وبهذا فإن عمق النطاق الضوئي يزيد في المناطق الاستوائية عنه في المناطق القطبية، ولكنه يبلغ قرابة ٢٠٠ م في الأحوال العادية.

٤ - العمق Depth

من المعروف أن درجة الحرارة تكون أكثر انخفاضاً في الطبقات العميقة لمياه البحار عنها في الطبقات السطحية القريبة من أشعة الشمس. ويؤدي انخفاض درجة الحرارة وارتفاع الضغط وزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الأعماق الكبيرة إلى زيادة قابلية ذوبان كربونات الكالسيوم. وبالتالي فإن الفورامينيفرا القاعية ذات الجدار الكلسي

تقل بشكل ملحوظ في الأعماق الأكثر من ٢٠٠م، بينما تسود الفورامينيفرا ذات الجدار التجمعي في الأعماق الكبيرة، نظراً لعدم تأثرها بعملية ذوبان كربونات الكالسيوم. وعند عمق يبلغ ٣٠٠٠م تختفي الفورامينيفرا الكلسية تماماً لأنه عند هذا العمق يتساوى معدل ذوبان كربونات الكالسيوم مع معدل وجودها في ماء البحر.

٥- القاع Substratum

تكثر أعداد الفورامينيفرا القاعية فوق القيعان الغرينية، نظراً لاحتواء مسام هذه القيعان على تجمعات بكتيرية كثيفة تصلح غذاءاً للفورامينيفرا. وتتميز هذه الأشكال بأصداف رقيقة وبها شيء من الاستطالة (Brasier, 1980). أما القيعان الرملية والحصوية فتحتوي فراغات على غذاء قليل، ومن ثم تقل كثافة تجمعات الفورامينيفرا والزخرفة تكون خشنة وذات أصداف مغزلية أو عدسية الشكل.

وهناك أنواع أخرى من الفورامينيفرا تفضل الحياة في القيعان الصلبة (مثل القيعان الصخرية أو الشعابية) لأنها تلتصق بالقاع التصاقاً دائماً أو مؤقتاً. وتكون أصداف هذه الأشكال من الفورامينيفرا رقيقة نسبياً، وذات أشكال متعددة، مثل قرصية (Discoidal)، أو حلقيية (Annular)، أو مروحية (Flabellum)، أو شجرية (Dentritic)، أو عدسية ذات وجهين (مقعر ومحدب) (Concavo-convex).

التوزيع البيئي Ecological Distribution

تنتشر الفورامينيفرا الحية في مختلف البيئات البحرية المختلفة بدءاً من المناطق الشاطئية الضحلة وانتهاءً بالأعماق البحرية السحيقة. وتتميز البيئات البحرية المختلفة بأشكال معينة من الفورامينيفرا المهيأة للحياة فيها. وقد تختلف البيئات البحرية فيما بينها في مدى تعدد أنواع الفورامينيفرا الموجودة بها، أو كثافة نوع معين منها، وبصفة عامة يمكن متابعة انتشارها في البيئات البحرية المختلفة وفقاً لبعض المتغيرات في خصائصها مع تغيير الظروف البيئية التي تحيط بها.

تحتل الطحالب الكلسية المرتبة الأولى في الأرصفة البحرية (Marine platforms) التي تترسب بها صخور الكربونات ، ويأتي بعدها مباشرة في المرتبة الثانية الفورامينيفرا القاعية الصغيرة ، حيث تعيش مرتبطة بالأعشاب البحرية والفتاتيات الطحلبية والشعابية. وفي بعض الأحيان - كما هو الحال في منطقة الحاجز المرجاني العظيم بأستراليا - تمثل الفورامينيفرا القاعية المكون الرئيسي للرواسب في الأعماق المتوسطة للرصيف القاري (Scoffin, 1987). أما في بيئة الشعاب المرجانية التي تنمو في الغالب على الجانب البحري للرصيف القاري (Seaward side of the continental platform) فتعيش بعض أنواع الفورامينيفرا القاعية ملتصقة بهيكل الشعاب المرجانية حيث تبلغ من الكثرة حداً يجعلها تسهم في دعم الشعاب. هذا بالإضافة إلى أنواع أخرى تعيش في مجموعات داخل الفراغات الموجودة في هيكل الشعاب. وهناك ثلاث طرق أساسية لمعيشة الفورامينيفرا القاعية تختلف باختلاف البيئة وهي (Kitzato, 1983):

١ - بعض الفورامينيفرا القاعية تلتصق من جهة واحدة بالأعشاب البحرية والحبيبات الكبيرة بمساعدة إفرازات صمغية ، وغالباً ما تكون أصداف هذا النوع ذات التفاف حلزوني منخفض ، ويكون الجانب الملصق منها أكثر استواء.

٢ - البعض الثاني من الفورامينيفرا القاعية يعيش في وسط الأعشاب البحرية التي تغطي القيعان الصلبة. حيث تمتد الأقدام الكاذبة للفورامينيفرا في كل اتجاه ، لتمسك بالأجزاء المحيطة من الأعشاب ولتثبت نفسها. وفي الغالب تكون أصداف هذا النوع مستوية الالتفاف وذات أشكال متماثلة.

٣ - أما البعض الثالث من الفورامينيفرا القاعية فيعيش ويتحرك في القيعان المتكونة من رسوبيات فتاتية. وفي هذه الحالة تكون معيشتها إما فوق طبقة الفتات أو داخل الفتات الرسوبي الذي يكون غنياً بالبكتريا الصالحة لغذائها. وتقدر سرعة الحركة لبعض أنواع الفورامينيفرا في القيعان الفتاتية $0.009 - 0.004$ م/دقيقة ، وأصداف هذا النوع تكون ، عادة ذات التفاف حلزوني مرتفع أو أحادية التسلسل أو ثنائية التسلسل أو ثلاثية التسلسل (Kitzato, 1983). ويرى سكوفن (Scoffin, 1987) أن كثافة

الفورامينيفرا القاعية في بيئة البحيرات الشاطئية (Lagoonal environment) وفي بيئة الشعاب الخلفية (Back-reef environment) وفي مناطق الرف القاري تقدر بحوالي ١ - ١٠٠ فرد في كل متر مربع. وتعيش الفورامينيفرا الطافية في مياه البحار والمحيطات الأكثر دفئاً، التي تمتد بين خطى عرض ٤٠ شمالاً وجنوباً (Be, 1977)، وتزيد كثافتها وتعدد أنواعها في اتجاه خط الاستواء. وتزداد في النطاق الضوئي من مياه البحار الذي تتخلله أشعة الشمس، وذلك لأنها تتغذى على النباتات الدقيقة الطافية (Phytoplanktons) وتتكاثر مع بعض الطحالب الصغيرة التي تحتاج إلى ضوء الشمس للقيام بعملية التمثيل الضوئي وتبلغ كثافة الفورامينيفرا الطافية أقصاها في العمق الذي يتراوح بين ١٠ و ٥٠ م (Be, 1977). ولقد قدر هك (Haq, 1978) متوسط كثافة الفورامينيفرا الطافية بحوالي عشرة أفراد في كل متر مكعب في المياه. وهذا المتوسط يتغير على مدار فصول السنة بل على مدى اليوم الواحد. وتتميز أصداف الفورامينيفرا الطافية بالقرب من سطح الماء بأنها صغيرة الحجم، وذات جدار رقيق، قد تكون مزودة بأشواك تساعد على الطفو.

ويتأثر الانتشار الرأسى والجغرافى للفورامينيفرا الطافية في مياه البحار بعوامل كثيرة منها وفرة الغذاء والضوء والحرارة والملوحة ودرجة نقاوة الماء والتيارات المائية. وقد تم رصد بعض أنواعها على أعماق كبيرة تصل إلى ٣٠٠٠ م، ووجد أن أصداف أغلب هذه الأنواع تكون فارغة والقليل منها يظل محتفظاً بالهلام الأولي وقد لاحظ برجر (Berger, 1971) أن هناك عدداً يتراوح بين ٦ و ١٠٪ من الفورامينيفرا الطافية يترك الصدفة يومياً - غالباً إثر عملية التكاثر - بحيث تنهوى هذه الأصداف تدريجياً لترسب في النهاية بالقاع، حيث تمثل من ٧٥ إلى ٩٥٪ من الرواسب التي تغطي السهول السحيقة (Abyssal plains). وقد لاحظ بي (Be, 1977) أن أعداد الأصداف الفارغة تزيد بشكل كبير في العمق الذى يتراوح بين ٥٠ و ١٠٠ م مع استمرار الزيادة التدريجية بعد ذلك. أما في الأعماق التي تزيد عن ٥٠٠ م فإن أعداد الأصداف الفارغة تكون أكثر من الأصداف المليئة بالهلام الأولي بشكل ملحوظ.

وقد ذكر برازيلي (Brasier, 1984) أن التغيرات المتعاقبة خلال حقبي الحياة المتوسطة والحديثة أدت إلى تعاقب دورات ذوبان كربونات الكالسيوم، ثم ترسبها مرة أخرى. ويتسبب ذلك في تحلل أصداف الفورامنيفرا الطافية الممثلة لبعض المراحل الجيولوجية وأثر ذلك على إكمال السجل الأحفوري لرواسب البحار العميقة.

البيئة القديمة Paleocology

هناك عديد من الصعوبات التي تواجه محاولة استنتاج البيئة التي كانت تعيش فيها الفورامنيفرا في العصور الجيولوجية القديمة. تنجم هذه الصعوبات عن كون البقايا الأحفورية تقتصر دائماً على الأجزاء الصلبة من الكائن فقط. ولهذا كان من الضروري أن تعتمد إستنتاجات البيئة القديمة للفورامنيفرا على دراسة الأنواع الحية منها، والأساليب التي تتفاعل بها مع البيئة، والانعكاسات التي تؤثر بها المتغيرات البيئية على الأجزاء المختلفة للكائن وبخاصة الصدفة. وهذا يعني أن دراسات البيئة القديمة تقوم على المبدأ الذي ينص على أن الحاضر مفتاح الماضي (The present is the key to the past). وعلى سبيل المثال يُعدُّ التوزيع الحالي للبحار والمحيطات محصلة للعديد من الحركات التكتونية لصفائح القشرة الأرضية على مدى الزمن الجيولوجي. وعلى مدى هذا الزمن تغيرت كثير من الخصائص البيئية لمياه البحار والمحيطات أيضاً مثل الملوحة والحرارة وغيرها، وذلك نتيجة للتغيرات الطبيعية والمناخية التي تعاقبت على الأجزاء المختلفة من سطح الأرض. ولقد أدت هذه التغيرات المناخية إلى تتابع أنواع التعرية الميكانيكية والكيميائية على الأماكن المختلفة في أزمنة مختلفة مما أثر على المحتوى والتركيب الكيميائي لنواتج عمليات التعرية التي تحمل بطرق مختلفة لترسب في النهاية بمياه البحار والمحيطات. وأدى هذا بالتالي إلى تغيرات متتابعة في التركيب الكيميائي لهذه المياه شملت - ضمن تغيرات أخرى - زيادة نسبة الملوحة على مدى الزمن، حتى أنه كانت هناك محاولات في القرن الثامن عشر لتقدير عمر الأرض مبنية على دراسة معدلات زيادة الملوحة في مياه البحار والمحيطات.

وفيما يلي عدد من الاعتبارات التي ينبغي أن تراعى بدقة عند تطبيق الدراسات المتعلقة بالفورامينيفرا الحية لاستنتاج البيئة القديمة للفورامينيفرا المتأخرة.

١ - ينبغي أن تدرس التغيرات في الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار والمحيطات على مدى الزمن الجيولوجي. فقد ظل - على سبيل المثال - تركيز كربونات الكالسيوم في المياه الضحلة عالياً طوال الفترة من العصر الكمبري وحتى العصر الطباشيري، حيث كانت نواتج تعرية صخور الحجر الجيري تحملها الأنهار إلى البحار الضحلة والمحيطات وتستغلها الأنواع القاعية في بناء أصدافها. وبعد ظهور الفورامينيفرا الطافية في العصر الطباشيري قل تركيز كربونات الكالسيوم في المياه الضحلة نسبياً بسبب جذب الأنواع الطافية لقدر كبير من كربونات الكالسيوم المذابة إلى الأعماق التي كانت تعيش فيها. وقد نتج عن ذلك حدوث تغيير في نسبة الكالسيوم إلى المغنسيوم في صخور الحجر الجيري التي وجد أنها تزداد بإطراد خلال حقبة الحياة القديمة والمتوسطة ثم تتناقص بعد ذلك.

٢ - هناك بعض الأنواع التي كانت تعيش في الماضي في بيئات معينة بينما تعيش الأجيال الحديثة منها في بيئات مختلفة، فقد وجد، على سبيل المثال، أن عائلة أستروهيديدا *Astrorhizidae* التي تنتشر في صخور حقب الحياة القديمة المترسبة في بيئات ضحلة وحارة، تعيش حالياً في البيئات القطبية الباردة أو في الأعماق الكبيرة في البيئات الأقرب إلى خط الاستواء (Pokorny, 1963).

٣ - هناك بعض الأنواع (خاصة تلك التي تتميز بجدار رقيق) قد اختفت من السجل الأحفوري إما بسبب ذوبان الصدفة في الأعماق السحيقة نتيجة احتكاكها مع الأجسام الصلبة، أو نتيجة لانخفاض درجة الحرارة.

٤ - ينبغي أن تتم دراسة الفورامينيفرا الحية في البيئات التي تشبه البيئات القديمة، قدر الإمكان، فمن المعروف، على سبيل المثال، أن تيارات المياه السائدة حالياً كانت أقل فعالية منها في الماضي حينما كانت الاختلافات في درجات الحرارة والكثافة بين كتل الماء المتجاورة أقل حدة مما هي عليه الآن. ولهذا فإن البحر الأبيض المتوسط

والبحر الأحمر يشبهان، من هذه الناحية، البحار القديمة حيث إنهما معزولان نسبياً عن التيارات المائية الحالية.

٥ - ينبغي التأكد عند دراسة التجمعات الأحفورية، أنها تمثل البيئة التي ترسبت فيها حتى نتجنب الخطأ الناشئ عن نقل بعض الأحافير من البيئة التي عاشت فيها إلى بيئات غريبة عنها بسبب العوامل المختلفة مثل التيارات المائية العنيفة والانزياحات والانزلاقات التي تحدث من حين لآخر في قاع البحر.

٦ - يجب القيام بعمل دراسات متكاملة عن البيئة القديمة، وذلك من خلال النتائج المستخلصة من دراسة السحنة الصخرية، والسحنة الحيوية القديمة والبنات الصغيرة والكبيرة وغيرها لنحصل على تصور أقرب ما يكون إلى الحقيقة عن البيئة القديمة. وقد قدم موراي (Murray, 1973 a) طريقة لاستنتاج البيئة القديمة للفورامينيفرا، تقوم على الدراسات المتعلقة بالتوزيع البيئي لأنواع الحية. وتعتمد هذه الطريقة على قياسين.

أ) مدى تعدد أنواعها من خلال العلاقة بين العدد الكلي لأفرادها وعدد الأنواع الموجودة منها والبيئة التي تعيش فيها.

ب) نسبة كل من الأقسام الرئيسية للفورامينيفرا الحية وهي الروتالينا (*Rotaliina*) والتكستولارينا (*Textulariina*) والمليولينا (*Miliolina*) في البيئات البحرية المختلفة.

ويعتقد موراي (Murray, 1983) أنه يمكن تطبيق المشاهدات في مجموعات الفورامينيفرا الحية على المجموعات المتأخرة، شريطة ألا تكون المجموعات المتأخرة قد تعرضت للنقل من بيئتها الأصلية أو الذوبان أو غير ذلك من العوامل التي تؤثر على مجموعات الفورامينيفرا من حيث عدد أفرادها وعدد أنواعها ونسبة أنواعها المختلفة إلى بعضها البعض.

وهناك عديد من الدراسات الأخرى التي تعنى بالبيئة الحديثة لمجموعات الفورامينيفرا المختلفة وإنعكاسها على استنتاجات البيئة القديمة للفورامينيفرا المتأخرة.

فقد ربط برازي (Brasier, 1982) بين طريقة بناء صدفة الكائن والبيئة التي يعيش فيها. وفيما يلي عرض لأهم نتائج هذه الدراسة.

١ - الأصداف وحيدة الحجره Monothalamous tests

إذا كانت الصدفة نصف كروية فإنها تلتصق من الجهة المستوية للحجره بالقاع، أما الأصداف الكروية فبعضها يلتصق بالقاع، بينما يتحرك البعض الآخر بحرية. أما الفورامنيفرا ذات الأصداف الأنبوبية فتعيش مثبتة بالقاع خاصة ذات الأشكال المتموجة أو اللافه في مستوى واحد، بينما يزحف البعض الآخر فوق رسوبيات القاع.

٢ - الأصداف عديدة الحجره Polythalamous tests

تأخذ أشكالاً مختلفة منها، ما يلي:

(أ) الأصداف ذات الحجره المتسلسله (Serial tests). تتميز هذه الأصداف بالانتشار البيئي الواسع في مختلف البيئات، ولكن يقل وجودها في المياه قليلة الملوحة ويندر في المياه العذبة. وتعيش حرة الحركة فوق رسوبيات القاع و خلال فجواتها، بحيث يكون محورها الطولي متجهاً إلى أعلى. فيما عدا جنس هيتيروهيلكس *Heterohelix* الذي يعيش هائماً في الطبقات العلوية لمياه البحار.

(ب) الأصداف اللافه في مستوى واحد (Planispiral tests). تعيش الفورامنيفرا ذات الأصداف اللافه في مستوى واحد متحركة فوق الرسوبيات الفتاتية أو خلالها. وبعض هذه الكائنات تعيش هائمة في مياه البحار بعيداً عن القاع مثل جنس بلانومالينا *Planomalina*. أما الفورامنيفرا ذات الأصداف المغزلية (Fusispiral tests)، فإنها تعيش في مناطق الشعاب التي تتميز بالتيارات النشطة وترسيب صخور الكربونات.

(ج) الأصداف المخروطية (Trochoidal tests). تعيش الفورامنيفرا ذات الأصداف المرتفعة اللف، حرة الحركة في القاع بحيث يكون الوجه الحلزوني متجهاً إلى

أعلى. وكثير من هذه الأصداف يتميز بسرة عريضة تسمح لها بالالتصاق بالأعشاب البحرية والأشياء الصلبة المحيطة بها في البيئة. أما الفورامينيفرا ذات الأصداف الحلزونية منخفضة اللف، والتي تتميز بالشكل ثنائي التحذب، فإنها تعيش حرة الحركة فوق الرسوبيات الفتاتية أو خلالها في قيعان البحار ومناطق الشعاب. والبعض منها يعيش في حالة شبه متحركة فوق الأشياء الصلبة. وقد لوحظ أن عدد الفورامينيفرا ذات الأصداف الحلزونية منخفضة اللف، يزداد أيضاً في المياه قليلة الملوحة، كما لوحظ أن هناك علاقة بين مكان الفتحة في هذه الأصداف ودرجة ملوحة المياه التي تعيش فيها. وتجدر الإشارة إلى أن بعض أنواع الفورامينيفرا ذات الأصداف الحلزونية تعيش هائماً في الطبقات العلوية من مياه البحار مثل جنس *Globotruncana*

٣ - الأصداف المليونينية Miliolid tests

تعيش الفورامينيفرا ذات الأصداف المليونينية في المياه الضحلة الصافية والدافئة ذات الملوحة العالية نسبياً. وتتوافر هذه الظروف في البحيرات الشاطئية (Lagoons) وبيئات الشعاب الخلفية (Back-reef environment)، حيث تكون هذه البيئات معزولة جزئياً عن مياه البحار ذات الملوحة العادية (Wilson, 1975; Flugel, 1982). وتعدُّ أصداف أجناس *Quinqueloculina* و *Triloculina* كونكيولوكيولينا من أكثر الأصداف المليونينية انتشاراً في هذه البيئات، نظراً لقدرتها على تحمل الملوحة، بينما يوجد جنس *Biloculina* لوكيولينا في البيئات الأكثر عمقاً والأكثر اقتراباً من درجة الملوحة العادية لمياه البحار (Bandy, 1964).

٤ - الأصداف القرصية Discoidal tests

تعيش الفورامينيفرا ذات الأصداف القرصية متشبثة بالأعشاب البحرية المحيطة بها في المياه الضحلة الدافئة الغنية بترسب صخور الكربونات. وتتميز هذه الأصداف بمساحة سطحية كبيرة بالنسبة إلى حجمها، مما يعوق حركتها. وقد أشار باندي

(Bandy, 1964) إلى تميز البيئات الضحلة بانتشار الأصداف القرصية البسيطة مثل جنس بينيروبلس *Peneroplis* بالإضافة إلى الأصداف التي تحتوي على أعمدة كلسية داخلية مثل جنس أركاياس *Archaias*. أما الفورامينيفرا ذات الأصداف القرصية المزودة بطبقة من الحجيرات الإضافية فتنتشر في البيئات الأكثر عمقا من الرف القاري والتي تقع في النطاق الضوئي (Bandy, 1964; Haynes, 1981).

وقد لاحظ (Severin, 1983) أن البيئات البحرية المختلفة تتميز بوجود مجموعات شكلية مختلفة من أصداف الفورامينيفرا. وتعدُّ هذه المشاهدات محصلة الدراسات التي تربط بين الظروف البيئية وشكل الصدفة وقد قام سفرين (Severin, 1983) بتقسيم الفورامينيفرا القاعية الموجودة في ساحل ولاية تكساس إلى ست مجموعات شكلية هي:

- ١ - الأصداف المستقيمة والأسطوانية.
- ٢ - الأصداف الالفة في مستوى واحد ذات الحافة المستديرة.
- ٣ - الأصداف الحلزونية ذات الوجه المحدب والوجه المستوي.
- ٤ - الأصداف التي تتميز بالاستطالة.
- ٥ - الأصداف ثنائية التحذب ذات الحافة الحادة.
- ٦ - الأصداف ذات الطرف المدب.

وقد لوحظ أن المجموعة الأولى يزداد عددها في الأعماق التي تتراوح بين ١١ و ٣٤ م. أما المجموعتان الثانية والثالثة فتنتشران في الأعماق الضحلة ويقل انتشارهما كلما زاد العمق، بينما يحدث العكس مع المجموعات الثلاث الأخرى (الرابعة والخامسة والسادسة) التي تقل في الأعماق الضحلة وتكثر في الأعماق الكبيرة. بناء على ذلك فقد استنتج سفرين (Severin, 1983)، أن الأعماق الضحلة تتميز بأصداف ذات حواف مستديرة، بينما تتميز الأعماق الأكبر بأصداف ذات زوايا حادة.

ولقد استحسن العديد من الباحثين في الفترة الأخيرة أمثال كاتز وتيونل وكذلك برنارد (Katz & Thunell, 1984; Bernhard, 1986) فكرة تقسيم أصداف الفورامينيفرا إلى مجموعات شكلية (مورفولوجية) وفق الظروف البيئية التي تعيش أو كانت تعيش فيها.

كما لاحظ برنارد (Bernhard, 1986) وجود ارتباط بين أشكال الأصداف ومدى توافر الأكسجين في البيئة، وذلك من خلال دراسة أصداف الفورامينيفرا من صخور الجوراسي وحتى الحديث. فقد تميزت أصداف الفورامينيفرا بأشكالها الكروية والعدسية في الفترات التي توفر فيها الأكسجين في البيئة، بينما انتشرت الأشكال المسطحة وغير المزخرقة ذات الجدار الرقيق والمليء بالثقوب وسيلة للحصول على أكبر كمية ممكنة من الأكسجين وذلك في البيئة التي قل فيها هذا العنصر الحيوي..

وقد أشار سفيرين (Severin, 1983) إلى عدد من المزايا لتقسيم الفورامينيفرا إلى مجموعات شكلية لدراسة بيئة كل مجموعة، وتتضمن هذه المزايا:

١- توفير الوقت اللازم لتعريف كل نوع من الأنواع الموجودة والاستعاضة عن ذلك بتقسيمها إلى مجموعات شكلية.

٢ - تجنب الاختلافات الشائعة في تعريف الأنواع بين مختلف الباحثين.

٣ - من الواضح أن القيام بدراسة البيئة الحديثة للمجموعات الشكلية من أجل استنتاج البيئة القديمة لمثيلتها المتأخرة تُعدُّ أدق علمياً من تطبيقها على نوع معين من الفورامينيفرا وذلك لأن المجموعة الشكلية تمثل عدداً من الأنواع المختلفة التي وجدت في ظروف بيئية واحدة مناسبة لها.

ويجدر بنا هنا أن نشير إلى العديد من الأبحاث الحديثة التي تتعلق بتأثير الظروف البيئية المختلفة على شكل الصدفة أمثال هالوك وجلين وكذلك هالوك وآخرين (Hallock & Glenn, 1985; Hallock et al., 1986). فقد توصل هالوك (Hallock et al., 1986) على سبيل المثال إلى أن كمية الضوء ودرجة النشاط في البيئة لهما دور مهم في تحديد الشكل الخارجي للصدفة. ففي جنس أمفيسيتيجينا *Amphistegina* تكون الصدفة أكثر

تسطحاً في البيئة التي تتميز بالهدوء وقلّة الضوء النافذ إليها وذلك حتى تتعرض الصدفة لأكبر قدر من الضوء اللازم للطحالب. أما في البيئة النشطة التي تنفذ إليها كمية كبيرة من الضوء فإن الأصداف تكون أكثر انتفاخاً (Leutenegger, 1984).
وقد قام عبد الكريم (Abdel-Kireem, 1983) بدراسة البيئة القديمة، وذلك من خلال أصداف الفورامينيفرا المتأحفرة في صخور العصر الطباشيري المتأخر في العراق. هذا وقد اعتمدت استنتاجات البيئة القديمة على أساس ثلاثة متغيرات:

١ - الرقم الفورامينيفري Foraminiferal number

وهو عدد أصداف الفورامينيفرا الموجودة في جرام واحد من الفتات الرسوبي الجاف ويزيد هذا العدد كلما ازداد عمق المياه في البيئة.

٢ - تعدد الأنواع الطافية Planktonic species diversity

ويُقاس هذا المتغير بعدد أنواع الفورامينيفرا الطافية وزيادة هذا العدد بازدياد العمق.

٣ - نسبة وجود الأنواع الطافية إلى الأنواع القاعية Planktonic / Benthonic ratio

وتزداد هذه النسبة كلما زاد العمق.

وبدراسة هذه المتغيرات في متكون الشيرانيش بالعراق (Shiranish Formation) وجد أن الجزء السفلي من المتكون يتميز بصفة عامة برقم فورامينيفري كبير وتعدد كبير للأنواع الطافية. وتفوق نسبة وجود الأنواع الطافية على الأنواع القاعية، مما يدل على أن البيئة القديمة للجزء السفلي من المتكون كانت أعمق من البيئة القديمة للجزء العلوي من المتكون.

وللفورامينيفرا دور مهم أيضاً في استنتاج بعض الخصائص الطبيعية للبيئة التي تعيش فيها. فقد ثبت أن هناك علاقة بين إتجاه اللف في أصداف النوع الواحد، ودرجة

الحرارة السائدة أثناء نموها. ففي نوع جلوبي كوادرينا باكي ديرما *Globequadrina pachyderma* وجد أن عدد أصداف هذا النوع ذات اللف اليساري تفوق بكثير عدد أصدافه ذات اللف اليميني وذلك خلال الفترات الباردة (الثلجية) بينما يحدث العكس في الفترات الأكثر دفئاً والتي تتخلل تلك الفترات الباردة.

وهناك علاقة أخرى تربط بين درجة الحرارة السائدة في البيئة ونسبة نظائر الأكسجين الموجودة في مادة كربونات الكالسيوم التي تتكون منها كثير من أصداف الفورامينيفرا (Bignot, 1985). وتمثل هذه العلاقة في المعادلة التالية).

$$T(C) = 16.9 - 4.2 (dc - dw)$$

حيث إن :

$$T = \text{درجة حرارة الماء}$$

$dc = \text{نظير الأكسجين } O_{16} / \text{نظير الأكسجين } O_{18} \text{ (في كربونات الكالسيوم المكون للصدفة).}$

$$dw = \text{نظير الأكسجين } O_{16} / \text{نظير الأكسجين } O_{18} \text{ (في الماء).}$$

$$16.9 - 4.2 = \text{ثوابت في المعادلة}$$

وتفترض هذه الطريقة أن نسبة نظيري الأكسجين في الماء ظلت ثابتة حتى بدأت المناطق الثلجية الحالية في التكون، أي منذ ما يقرب من ٢,٥ إلى ١١ مليون عام. بعدها تأثرت نسبة نظيري الأكسجين بعملية تكون الثلوج التي أدت إلى زيادة تركيز نظير الأوكسجين O_{18} في الماء، نظراً لسرعة تبخر نظير الأكسجين O_{16} .

وتوضح الدراسات التي أجريت على درجات حرارة البيئة القديمة المستنتجة من أصداف الفورامينيفرا المتأخرة في الصخور المختلفة التي تم الحصول عليها من ثلاث آبار حفرت في المنطقة الواقعة بين أستراليا وقارة القطب الجنوبي، أن درجات الحرارة المستنتجة من أصداف الفورامينيفرا الطافية والتي تعيش في المياه السطحية تزيد عن تلك المستنتجة من الأصداف القاعية بحوالي ٣ - ٤ درجات مئوية. كما وجد أيضاً أن درجات الحرارة للبيئة القديمة ظلت في انخفاض تدريجي طوال الأيوسين ثم انخفضت فجأة في بداية الأوليجوسين لتستقر بعد ذلك.

التصنيف والوصف التفصيلي

Classification and Systematic Descriptions

إن التصنيف الطبيعي للفورامينيفرا يعتمد على ثلاثة أسس رئيسية هي:

- ١ - إيجاد صلة القرابة (Consanguinity) بين الأنواع المختلفة.
- ٢ - تتبع تاريخ حياة النوع الواحد (Ontogeny) بالنسبة للأنواع الأخرى في الجيلين الشقي واللاشقي.

٣ - شكل (Morphology) الصدفة وتركيبها وطبيعة جدارها (جيري أو تجمعي) وكذلك تركيب الصدفة الداخلي ووجود الثقوب وشكلها ونوع الفتحة ووضعها. يعتمد تصنيف الفورامينيفرا إلى عائلات (Families) وأجناس (Genera) وأنواع (Species) على الأسس التالية والمرتبة بحسب أهميتها.

١ - تركيب الجدار Wall composition والبنية المجهرية Micro-structures.

٢ - عدد الحجرات Number of chambers.

٣ - الشكل العام للصدفة General shape of shell.

٤ - شكل الفتحة Shape of aperture.

٥ - مكان الفتحة Apertural position.

٦ - صفات الفتحة Apertural characters.

٧ - البنية الداخلية Internal structures.

٨ - أبعاد الصدفة Dimensions of shell.

٩ - صفات خطوط الدرز Suture line characters.

١٠ - الزخرفة Ornamentation.

وأحدث تصنيف للفورامينيفرا يضم ١٢ تحت رتبة (Suborders) و٧٤ فوق عائلة (Superfamilies) و٢٩٦ عائلة (Families) و٣٠٢ تحت عائلة (Subfamilies) و٣٦٢٠ جنسا (Genera) وما يقرب من ٣٠٠٠٠ نوع (Species) بما في ذلك الأنواع التي ما زالت تعيش في وقتنا الحالي وعددها التقريبي ٤٥٠٠ نوع، ويوضح الجدول رقم (١، ٢)

الأقسام الرئيسية للفورامينيفرا التي نوقشت في هذا الكتاب ، كما أن صور الفورامينيفرا الموضحة في اللوحات مرجعها (Loeblich & Tappan, 1988) .
الجدول رقم (١، ٢). الأقسام الرئيسية للفورامينيفرا.

Suborder	تحت رتبة	Superfamily	فوق عائلة	Family	عائلة
Allogromiina	الوجرومينيا	Lagynacea	لاجينيشيا	Allogromiidae	ألوجروميديا
Textulariina	تكستولارينا	Ammodiscacea	أموديسكاشيا	Astrorhizidae	أستروهيزيدا
				Rhabdamminidae	رابدامينيديا
				Ammodiscidae	أموديسيديا
		Lituolacea	ليتوليشيا	Lituolidae	ليتوليدا
				Cyclamminidae	سيكلامينيدا
				Textulariidae	تكستولاريدا
Ataxophragmiidae	أوركسوفراجميديا	Orbitolinidae	أوربتولينيدا		
Fusulinina	فيوزولينينا	Endothyraea	إندوثيريشيا	Endothyridae	أندوثيريديا
		Fusulinacea	فيوزولينيشيا	Fusulinidae	فيوزولينيدا
Miliolina	مليولينا	Miliolacea	مليولاشيا	Miliolidae	مليوليدا
				Peneroplidae	بنروبيديا
				Alveolinidae	الفيلولينيديا
Rotaliina	روتالينا	Nodosariacea	نودوزاريشيا	Nodosariidae	نودوزاريدا
				Lagenidae	لاجينيدا
		Buliminacea	بلمينيشيا	Buliminidae	بلمينيدا
		Discorbidae	دسكوربيدشيا	Discorbidae	ديسكوربيدا
		Rotaliacea	روتاليشيا	Rotaliidae	روتاليدا
				Nummulitidae	نيموليتيدا
				Miogypsinidae	ميوجيسينيدا
		Globigerinacea	جلوبيجرينيشيا	Heterohelicidae	هيتروهليسيديا
				Globotruncanidae	جلوبوترنكانيدا
				Globorotaliidae	جلوبوروتاليدا
Globigerinidae	جلوبيجرينيدا				

Kingdom: PROTISTA. مملكة الأوليات.
 Phylum: SARCODINA. قبيلة اللحميات.
 Class: RHIZOPODA. طائفة جذريات الأقدام.
 Order: FORAMINIFERA. رتبة الفورامينيفرا.

١ - عائلة: ألوغروميديا Family: ALLOGROMIIDAE Rhumbler, 1904

تتميز هذه العائلة بأن صدفتها كيتينية إلا في بعض الأحيان فمنها أجزاء رملية. والصدفة عادة ما تكون كروية أو بيضية، وأحياناً متطاولة. يتراوح عدد الفتحات فيها بين فتحة أو فتحتين وتقع في نهاية الصدفة. تعيش أفراد هذه العائلة في المياه العذبة ونادراً ما تعيش في البحار. ونظراً لأن صدفة هذه العائلة كيتينية فإنها لا تترك بقايا في الصخور، ولذلك ليس لها أهمية بالنسبة لعلم الطبقات (Stratigraphy) ولكن كثيراً من العلماء يعدونها الأصل لكل أنواع الفورامينيفرا فهي تُعدُّ الأولى في ظهورها، والدليل على ذلك أن الأصداف التجمعية والجيرية تبني جدرانها على أساس كيتيني. تضم هذه العائلة ٣٧ جنساً وهي منتشرة من الكمبري العلوي إلى الحديث، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: ألوغروميا Genus: *Allogromia* Rhumbler, 1904

يتميز هذا الجنس بأن صدفته حرة الحركة ذات شكل بيضي إلى دائري، طولها يتراوح بين ٠,٠٠٨ مم إلى ٠,٥ مم، جدارها كيتيني رقيق، الفتحة نهائية دائرية، معظم الأنواع تعيش في المياه العذبة وأحياناً يعيش بعضها في البحار. يعيش هذا الجنس الآن في أوروبا وأمريكا الشمالية.

ومن أنواعه: ألوغروميا أوفيوذا { لوحة (١, ٢)، صورة (١) في نهاية الفصل }.

Species: *Allogromia ovoidea* Rhumbler, 1904

ب) جنس: نموجوليا Nemogullmia Nyholm, 1953

الصدفة حرة الحركة تسكن أحياناً داخل أصداف الفورامينيفرا الفارغة أو داخل الأنابيب اللولبية، وهي متطاولة، ويتراوح طولها بين ١,٦ مم إلى ١,٠ مم، وجدارها أملس وشفاف، وقد يكون لونه أحمر باهتا نتيجة بعض المواد التي تجمعها الصدفة على جدارها الكيتيني. تتميز الصدفة بمجموعة من الفتحات في نهايتها وتعيش في المياه العذبة وبعضها يعيش في البحار. انتشر هذا الجنس في أوروبا.

ومن أنواعه: نموجوليا لنجيفريابليس {لوحة (٢, ١)، صورة (٢) في نهاية الفصل}.

Species: *Nemogullmia longevariabilis* Nyholm, 1953

ج) جنس: كيتينوساكس Chitinosaccus Smitter, 1956

صدفة هذا الجنس وحيدة الحجر ذات شكل متطاول، يبلغ طولها ٦٥٠ مم، جدارها كيتيني لونه شفاف وأحياناً بني محمر، الفتحة دائرية ونهاية يعيش هذا الجنس في المياه ذات الملوحة المنخفضة وبخاصة في المناطق الساحلية للبحار. يوجد هذا الجنس الآن في إفريقيا وبخاصة في الجنوب.

ومن أنواعه: كيتينوساكس زولينسيس {لوحة (٢, ١)، صورة (٣) في نهاية الفصل}.

Species: *Chitinosaccus zuluensis* Smitter, 1956

٢ - عائلة: أستروهيديدا ASTROHIZIDAE Brady, 1881

تعيش أنواع هذه العائلة إما حرة الحركة أو مثبتة في القاع، والصدفة وحيدة الحجر أو ثنائية ونادراً ما تكون عديدة الحجرات. شكل الصدفة مختلف، فمنها الكروي والبيضي وأحياناً على هيئة انبوية متفرعة في صورة شجيرة وجزؤها الأوسط منتفخ، جدار الصدفة تجمعي والفتحة تقع في نهاية الصدفة، وأحياناً على عنق متميز. توجد ثقبوب بين الحبيبات الرملية لجدار الصدفة. تضم هذه العائلة تسعة أجناس، وهي منتشرة من الكمبري السفلي إلى الحديث. ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: بيلوسينا 1879 Genus: Pelosina Brady

صدفة حرة الحركة ذات شكل مغزلي متطاوول إلى شبه أسطواني ، الجدار تجمعي سميك يتكون من حبيبات دقيقة ، ولكن يحتوي على بعض الحبيبات الكبيرة من أجزاء أصداف صغيرة من الفورامينيفرا. الفتحة شجيرية متفرعة نهائية وقد توجد في كلا الطرفين للصدفة. يوجد هذا الجنس حالياً في معظم أنحاء العالم. ومن أنواعه: بيلوسينا فريابيليس { لوحة (١، ٢) ، صورة (٤) في نهاية الفصل } .

Species: *Pelosina variabilis* Brady, 1879

ب) جنس: أستروهيذا 1858 Genus: Astrorhiza Sandahl

صدفة هذا الجنس حرة الحركة وكبيرة الحجم ، يبلغ قطرها أكثر من ١٥ مم وهي عدسية الشكل ، كما يوجد لها مجموعة من الأذرع. ويتراوح عددها بين ٤ إلى ١٥ ذراعاً ، وتكون شعاعية ومتفرعة عند أطرافها النهائية ، الجدار تجمعي يحتوي على عدة طبقات مجمعة تتراوح حبيباتها بين دقيقة إلى كبيرة وخشنة. تكون الحبيبات أحياناً طينية أو حبيبات رمل خشنة أو أشواك الإسفنج أو أجزاء صغيرة من أصداف الفورامينيفرا الأخرى. تقع الفتحات في نهاية الأذرع الشعاعية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الأردوفيشي المتوسط إلى الحديث.

ومن أنواعه: أستروهيذا ليمنيكولا { لوحة (١، ٢) ، صورة (٥) في نهاية الفصل } .

Species: *Astrorhiza limnicola* Sandahl, 1858

ج) جنس: اينوريس 1979 Genus: Inauris. Conkin, Conkin & Thurman

صدفة هذا الجنس حرة الحركة يتراوح ارتفاعها بين ٤٢، ٠، ٧٩، ٠ م، وهي تتكون من حجرة واحدة أنبوبية الشكل غير مقسمة. يتكون الجدار التجمعي من طبقة واحدة فقط من حبيبات السيليكا ، الفتحة دائرية على عنق. انتشر هذا الجنس في الولايات المتحدة الأمريكية وفي الهند ويمتد من الديقوني السفلي إلى الديقوني المتوسط.

ومن أنواعه: اينوريس تيويولاتا { لوحة (١, ٢) ، صورة (٦) في نهاية الفصل }.

Species: *Inauris tubulata* Conkin et al. 1979

٣ - عائلة: ربادامينيدا 1884 Brady, RHABDAMMINIDAE Family:

صدفة هذه العائلة حرة و بسيطة الشكل أو متفرعة ، وقد تكون أنبوبية مائلة للانفتاح أحياناً ، الجدار تجمعي ذو حبيبات دقيقة من أشواك الإسفنجيات والراديلولاريا وأصداف الفورامينيفرا الأخرى ، والفتحة نهائية أو في نهاية الأفرع. تضم هذه العائلة حوالي عشرة أجناس تمتد من الطباشيري إلى الحديث ، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: ربادامينا 1869 Sars, *Rhabdammina* Genus:

صدفة هذا الجنس تتكون من ثلاث أو أربع أو خمس أنابيب شعاعية ، ذات نصف قطر ثابت ، والتجويف الداخلي للأنبوبة الواحدة ذو شكل كروي منتفخ ، والجدار تجمعي سميك ذو حبيبات خشنة ، الفتحة في نهاية الأنبوب. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم خلال الزمن الحديث ويوجد في المياه العميقة من ٧٠٠ م إلى ٤٨٠٠ م.

ومن أنواعه: ربادامينا أيبسورم { لوحة (٨, ٢) ، صورة (٩) في نهاية الفصل }.

Species: *Rhabdammina abyssorum* Sars, 1869

ب) جنس: مارسيبلا 1878 Norman, *Marsipella* Genus:

صدفة هذا الجنس كبيرة الحجم حيث يبلغ طولها نحو ٦ مم ، شكلها متطاول أو مغزلي أو أسطواني ، والجدار تجمعي رقيق يتكون من أشواك الإسفنجيات أو بقايا أجزاء من أصداف فورامينيفرا أخرى ، والفتحة نهائية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم خلال الزمن الحديث ، ويوجد على أعماق تتراوح بين ١٠٨ م إلى ٣٢١٦ م.

ومن أنواعه: مارسيبلا ايلنجاتا { لوحة (٨, ٢) ، صورة (١٠) في نهاية الفصل }.

Species: *Marsipella elongata* Norman, 1878

٤ - عائلة: أموديسيد *Family: AMMODISCIDAE Reuss, 1862*

تتكون صدفة هذه العائلة من حجرتين، اللف في مستوى واحد، و الصدفة مفتوحة. في بعض الأحيان تكون الأجزاء الأولى من الصدفة ذات لف في مستوى واحد ثم تتحول الصدفة إلى وحيدة التسلسل. جدار الصدفة تجمعي، وفتحة الصدفة في نهاية اللف. تضم هذه العائلة واحداً وثلاثين جنساً، وتمتد من الكمبري السفلي إلى الحديث. ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: جلوموسبيرلا *Genus: Glomospirella Plummer, 1945*

تتميز صدفة هذا الجنس بشكلها القرصي وأن الحجر الثانية الأنبوية ذات لف حلزوني، الجدار تجمعي لحبيبات دقيقة جدا، الفتحة في نهاية الأنبوية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم من الكربوني العلوي إلى الميوسين. ومن أنواعه: جلوموسبيرلا أمبيكيولاتا { لوحة (٢,٢)، صورة (١) في نهاية الفصل}.
Species: *Glomospirella umbiculata* Plummer, 1945

ب) جنس: أرينوتوريسبيريلينا *Genus: Arenoturrspirillina Tairov, 1956*

تتميز صدفة هذا الجنس عن صدفة جنس *Ammodiscus* بأن الحجر الثانية أنبوبية حلزونية اللف ومنخفضة، الجدار تجمعي والفتحة في نهاية الحجر الأنبوية. انتشر هذا الجنس في مصر خلال الجوراسي المتوسط والعلوي، وفي ألمانيا خلال الجوراسي، وفي الولايات المتحدة الأمريكية خلال الطباشيري العلوي، وفي روسيا خلال الباليوسين العلوي، وفي اليابان خلال الميوسين، وفي السويد خلال الحديث.
ومن أنواعه: أرينوتوريسبيريلينا أبتিকা { لوحة (٢,٢)، الصورتان (٣و٢) في نهاية الفصل}.

Species: *Arenoturrspirillina aptica* Tairov, 1956

جـ) جنس: أموديسكس 1862 Ammodiscus Reuss

تتكون صدفة هذا الجنس من حجرتين، الحجر الأول منتفخة متبوعة بالحجرة الثانية الأنبوية اللافة في مستوى واحد. الجدار تجمعي والفتحة على هيئة قوس في نهاية الحجر الأنبوية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من السيلوري إلى الحديث.

ومن أنواعه: أموديسكس أسبر { لوحة (٢,٢)، صورة (٤) في نهاية الفصل } .

Species: *Ammodiscus asper* Reuss, 1862

٥ - عائلة: ليتيوليدا 1827 LITUOLIDAE Blainville

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات ذات جدار تجمعي. وتتميز هذه العائلة بأن نظام ترتيب الحجرات يضم نوعين معاً في نفس الوقت، ففي المرحلة المبكرة تكون الصدفة لافة تنتهي إلى المرحلة الأخيرة بتسلسل، وفتحة نهائية. تضم هذه العائلة ٢٠ جنساً، تمتد من الكربوني السفلي إلى الحديث، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: ليتيولا 1804 Lituola Lamarck

صدفة هذا الجنس تعيش حرة الحركة وهي كبيرة الحجم، عديدة الحجرات. تترتب الحجرات في البداية على هيئة ثلاث لفات أو أكثر في مستوى واحد، ثم تتحول في النهاية إلى تسلسل مستقيم، الجدار فيها تجمعي، والفتحة متعددة في واجهة الحجر الأخيرة في اللف أو نهائية في حالة التسلسل المستقيم. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الترياسي العلوي إلى الحديث.

ومن أنواعه: ليتيولا نوتيلويديا { لوحة (٢,٢)، صورة (١١) في نهاية الفصل } .

Species: *Lituola nautiloidea* Lamarck, 1804

ب) جنس: أموتيم 1953 Ammotium Loeblich & Tappan

صدفة هذا الجنس حرة الحركة، الشكل العام بيضي مضغوط، عديدة الحجرات. يكون اللف في المراحل الأولى في مستوى واحد مفتوح، ينتهي بلف

مخروطي، والجدار تجمعي لحبيبات خشنة ومثقب، والفتحة بسيطة دائرية ونهائية تقع في الجهة الظهرية للحجرة الأخيرة. انتشر هذا الجنس في المحيط الهادي والمحيط الأطلسي وفي شمال أمريكا وأوروبا وإفريقيا ويمتد من الطباشيري السفلي إلى الحديث.

ومن أنواعه: أموتيم كاسيس {الوحدة (٢,٢)، صورة (١٢) في نهاية الفصل}.

Species: *Ammotium cassis* Loeblich & Tappan, 1953

٦ - عائلة: سيكلامينيدا Family: CYCLAMMINIDAE Marie, 1941

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات ذات لف مغلق قد تكون غير لافة أحياناً. الجدار تجمعي، يتكون من طبقتين، الطبقة الخارجية غير مثقبة والطبقة الداخلية منخلية، التراكيب الحاجزية في الطبقة الداخلية تختلف عن مثلتها في الطبقة الخارجية، والفتحة إما أنها حافية أو قرية من قاعدة الحاجز. تضم هذه العائلة حوالي ٢٦ جنساً وقد انتشرت من الجوراسي السفلي إلى الحديث ومن أهم أجناسها).

أ) جنس: سيكلامينا Genus: *Cyclamina* Brady, 1879

صدفة هذا الجنس لافة في مستوى واحد مغلقة. وقد تكون منبسطة الشكل أحياناً، عديدة الحجرات منخفضة. تزداد اللفات تدريجياً في الارتفاع، وخطوط الدرز شعاعية، والجدار تجمعي، والفتحة حافية إستوائية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الباليوسين إلى الحديث.

ومن أنواعه: سيكلامينا كنسيلاتا { لوحدة (٢,٨)، صورة (٧) في نهاية الفصل}.

Species: *Cyclamina cancellata* Brady, 1879

٧ - عائلة: تكستولارييدا Family: TEXTULARIIDAE Ehrenberg, 1838

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات وتتميز باللف الحلزوني، ثنائية التسلسل، تكون الصدفة في الأطوار الأولى ذات لف في مستوى واحد أحياناً، ثم تتحول إلى

ثنائية التسلسل ، وهذا دليل على أن هذه العائلة أخذت نشأتها من عائلة أموديسيدا AMMODISCIDAE ، وجدار الصدفة تجمعي من حبيبات الكوارتز ملتحمة بمادة جيرية ، وفتحة الصدفة إما علوية أو على الجانب الحاجزي. تضم هذه العائلة ٢٠ جنساً تمتد من الباليوسين إلى الحديث ، ومن أهم أجناسها :

أ) جنس: تكستيولاريا *Textularia* DeFrance, 1824

صدفة هذا الجنس عديدة الحجرات ، تترتب الحجرات فيها في تسلسل ثنائي ، والجدار تجمعي يفتح إلى الخارج بثقوب عديدة. ويتميز جدار هذه الصدفة بأنه مغلف من الخارج بطبقة رقيقة تجمعية ومبطن من الداخل بطبقة عضوية ، والفتحة شقية طولية تقع على قاعدة الواجهة المفتوحة. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الباليوسين إلى الحديث.

ومن أنواعه: تكستيولاريا ساجيتيولا { لوحة (٢,٧) ، صورة (٩) في نهاية الفصل }.

Species: *Textularia sagittula* DeFrance, 1824

ب) جنس: بليكانيم *Plecanium* Reuss, 1862

صدفة هذا الجنس متطاولة وبيضية في المقطع ، وعديدة الحجرات ، تترتب في تسلسل ثنائي ، والحجرات منبسطة ومستديرة ، والجدار تجمعي ، الفتحة شقية قصيرة تماماً بعد قاعدة الواجهة المفتوحة ومحاطة بشفة كاملة. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الميوسين إلى البليوسين.

ومن أنواعه: بليكانيم لابياتم { لوحة (٢,٧) ، الصور (١٠ و ١١ و ١٢) في نهاية الفصل }.

Species: *Plecanium labiatum* Reuss, 1862

(ج) جنس: سيفوتكستيولاريا *Siphotextularia* Finlay, 1939

صدفة هذا الجنس عديدة الحجرات، وهي تترتب في تسلسل ثنائي، ونادراً ما تكون ثلاثية التسلسل، يكون مقطعها رباعي الزوايا، والجدار تجمعي من حبيبات دقيقة، والفتحة سطحية دائرية أو شقية قصيرة، محاطة بشفة ظاهرة. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الأيوسين إلى الحديث. ومن أنواعه: سيفوتكستيولاريا وبيرووانا { لوحة (٢،٧)، الصور (١٣) في نهاية الفصل }.

Species: *Siphotextularia wairoana* Finlay, 1939

٨ - عائلة: أتكسوفراجميديا *Ataxophragmiidae* Schwager, 1877

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات، والحجرة الواحدة منها تأخذ أشكالاً مختلفة، فمنها الكروي ومنها الهرمي. وتعد هذه العائلة أكثر تطوراً وتعقيداً في تركيبها فهي تتميز بأنها ذات لف محروطي أو حلزوني و ثلاثية أو عديدة التسلسل وأحياناً تكون المرحلة الأخيرة ثنائية أو وحيدة التسلسل. تعيش هذه الصدفة حرة الحركة على القاع دائماً وفي أحوال نادرة تكون مثبتة في الطبقات، و جدار الصدفة تجمعي يتكون من حبيبات ذات تركيب مختلف (كوارتز - صفائح الميكا - أشواك الإسفنج)، وفتحة الصدفة بسيطة وأنها تتكون من مجموعة من الفتحات. تضم هذه العائلة ١٧ جنساً وتمتد من الترياسي العلوي إلى الباليوسين، ومن أهم أجناسها:

(أ) جنس: أتكسوفراجم *Ataxophragmium* Reuss, 1860

صدفة هذا الجنس عديدة الحجرات، تترتب في محروط حلزوني، الجانب الحلزوني فيه كبير ومفتوح، واللفات الأولى غير مرئية، والحجرات بسيطة وغير مقسمة، والجدار تجمعي يتكون من حبيبات خشنة، والفتحة حلقية الشكل هامشية في

المراحل الأولى ثم تكون في قاعدة الواجهة المفتوحة في المراحل الأخيرة، انتشر هذا الجنس في أوروبا وروسيا ويمتد من الطباشيري العلوي إلى الباليوسين.

ومن أنواعه: أتكسوفراجيمم فريابايل { لوحة (٢,٧)، الصور (٦) في نهاية الفصل }.

Species: *Ataxophragmium variable* Reuss, 1860

(ب) جنس: فولوشينويدس *Genus: Voloshinoides* Barnard & Banner, 1980

صدفة هذا الجنس ذات لف حلزوني، عديدة الحجرات. يوجد أكثر من أربع حجرات في اللفة الواحدة، والحجرات منخفضة عادة وخطوط الدرر تصنع زاوية مع محور اللف، والجدار تجمعي، والفتحة مفردة هامشية تأخذ شكل القوس. انتشر هذا الجنس في أوروبا ويمتد من الطباشيري السفلي إلى الطباشيري العلوي.

ومن أنواعه: فولوشينويدس لابيرنتيكيوس { لوحة (٢,٧)، الصور (٧) في نهاية الفصل }.

Species: *Voloshinoides labirynthicus* Barnard & Banner, 1980

(ج) جنس: هجينوويلا *Genus: Hagenowella* Cushman, 1933

شكل صدفة هذا الجنس بيضي منتفخ، وهي عديدة الحجرات، تترتب حجراتها في لف حلزوني، تقع أربع حجرات بسيطة في كل لفة، الحجرات منبسطة وخطوط الدرر غائرة موازية لمحور اللف، والجدار تجمعي، والفتحة قوسية هامشية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم خلال الطباشيري العلوي.

ومن أنواعه: هجينوويلا ايليفاتا { لوحة (٢,٧)، الصور (٨) في نهاية الفصل }.

Species: *Hagenowella elevata* Cushman, 1933

٩ - عائلة: أوربيتولينيدا *Family: ORBITOLINIDAE* Martin, 1890

صدفة هذه العائلة مخروطية إلى عدسية الشكل، عديدة الحجرات. وتتميز بأنها تجمع ثلاث طرق في ترتيب الحجرات، حيث تبدأ أولى مراحل تكونها بترتيب حلزوني

يتحول في المرحلة الثانية إلى شبه لافة في مستوى واحد، وينتهي بتسلسل مستقيم ذي اتساع أكبر من المرحلتين السابقتين.

الحجرات السفلية مقسمة من الداخل بغشاء محيطي، تحتوي المنطقة الوسطى أعمدة رأسية. هذا ويتكون الجدار من ثلاث طبقات، يكون الهيكل الداخلي فيها مكوناً من بلورات كالكسيت عادة ما يحتوي على حبات من الرمل شفافة تغطيها طبقة ثانوية من حبيبات الكالكسيت المخلوطة بمادة عضوية ثم يعلوها طبقة تجمعية. الفتحة عديدة وتقع في المنطقة المركزية للحاجب. تضم هذه العائلة ٤١ جنساً تمتد من الجوراسي المتوسط إلى الأوليجوسين، ومن أهم أجناسها:

(أ) جنس: أوربيتولينا *Orbitolina* Orbigny, 1850

صدفة هذا الجنس كبيرة في الحجم حيث يصل قطرها إلى أكثر من ٣٠ مم، وهي عديدة الحجرات، تبدأ الصدفة بالحجرة الأولى ثم تترتب الحجرات فوقها بنظام تسلسل مستقيم ثم في المراحل الأخيرة تترتب بشكل حلقي. الجدار فيها تجمعي خليط من الحبيبات الدقيقة والخشنة، والحجرات مقسمة من الداخل إلى حجيرات بجواجز حاجبية، الفتحات عديدة وهي في مركز الحاجب الحاجز. انتشر هذا الجنس في فرنسا وإسبانيا وفي الجزيرة العربية، ويمتد من الطباشيري السفلي إلى الطباشيري العلوي. ومن أنواعه: أوربيتولينا كنكافا { لوحة (٣، ٢)، الصورة (٩) في نهاية الفصل }.

Species: *Orbitolina concava* Orbigny, 1850

(ب) جنس: ديكتيوكونس *Dictyoconus* Blanckenhorn, 1900

صدفة هذا الجنس مخروطية الشكل، عديدة الحجرات، تبدأ بحجرة واحدة تليها سلسلة قصيرة من الحجرات اللافة في مستوى واحد ثم يليها عدد من الحجرات في تسلسل مستقيم. الجدار فيها تجمعي، تتكون الفتحة من عدد من الفتحات حول قاعدة المخروط. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الطباشيري السفلي إلى الأوليجوسين.

ومن أنواعه: ديكتيوكونس أنديكيوس { لوحة (٤، ٢)، صورة (١) في نهاية الفصل } .
Species: *Dictyoconus indicus* Blanckenhorn, 1900

جـ) جنس: فالوتلا 1954 Mangin, *Fallotella*

صدفة هذا الجنس مخروطية الشكل، عديدة الحجرات، تترتب الحجرات في المراحل الأولى في لف مخروطي حلزوني منخفض وتنتهي بحجرات كروية عند القمة. الحجرات مقسمة من الداخل بمواجز حاجبية، والجدار فيها تجمعي. تتكون الفتحة من عدد كبير من الثقوب تقع في السطح القاعدي للمخروط. انتشر هذا الجنس في إسبانيا وفرنسا وإيطاليا وما يعرف سابقاً بيوغوسلافيا وألبانيا واليونان وتركيا والجزائر وإيران خلال الباليوسين المتوسط.

ومن أنواعه: فالوتلا ألافنسيس { لوحة (٤، ٢)، الصورة (٢) في نهاية الفصل } .
Species: *Fallotella alavensis* Mangin, 1954

١٠ - عائلة: أندوثيريدا 1884 Brady, ENDOTHYRIDAE

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات ذات لف في مستوى واحد، وأحياناً تحيد اللفة الأخيرة، ويتغير مستوى لفيها. جدار الصدفة جيري متجانس، ويكون في بعض الأحيان غير متجانس. يتكون جدار الصدفة من طبقة أو عدة طبقات، وفتحة الصدفة بسيطة أو منخلية. تضم هذه العائلة ٥٣ جنساً وتمتد من الديفوني العلوي وحتى الكربوني العلوي. ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: جلوبودوثيرا 1962 Bogush & Yuferev, *Globoendothyra*

صدفة هذا الجنس ملفوفة، فهي في البداية ذات لف حلزوني وتنتهي باللف في مستوى واحد. الحواجز مائلة موازية لانحناء الجدار الخارجي، الجدار مكون من ثلاث طبقات: الطبقة الداخلية قائمة والمتوسطة فاتحة، أما الخارجية فهي قائمة لوزية الشكل قاعدية. انتشر هذا الجنس في شمال إفريقيا وأمريكا الشمالية وأستراليا وأوروبا وآسيا ويمتد خلال الكربوني السفلي.

ومن أنواعه: جلوبودوثيرا بسبودوجلوبيوليوس { لوحة (٢,٢)، الصورة (٥) في نهاية الفصل }.

Species: *Globoendothyra pseudoglobulus* Bogush & Yuferev, 1962

ب) جنس: أندوثيرا 1846 Phillips، Endothyra

صدفة هذا الجنس ملفوفة لفا مغلقاً جزئياً، ومحيطها دائري، وهي عديدة الحجرات. تكون الحجرات في مراحل النمو الأولى ذات لف ملتوي، وأحياناً يتغير مستوى اللف بصورة مفاجئة أثناء النمو. الحجرات منبسطة، والجدار جيري يتكون من طبقتين أو ثلاث طبقات حيث تكون الطبقة الخارجية رقيقة أما الطبقة الداخلية فتكون سميكة، الفتحة لوزية الشكل وقاعدية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الكربوني السفلي إلى الكربوني العلوي.

ومن أنواعه: أندوثيرا بوماني { لوحة (٢,٢)، الصورة (٦) في نهاية الفصل }.

Species: *Endothyra bowmani* Phillips, 1846

ج) جنس: بريسلا 1974 Mamet، Priscella

صدفة هذا الجنس حرة الحركة صغيرة الحجم. للصدفة شكل عدسي أو قرصي، ملفوفة الحجرات الأولية فيها مخروطية حلزونية اللف، والحجرات الأخيرة شبه لافة في مستوى واحد. يتراوح عدد الحجرات في اللفة الأخيرة من ٦ إلى ١١ حجرة. الحواجز طويلة ومائلة، والجدار جيري، تقع الفتحة عند قاعدة الجانب المفتوح. انتشر هذا الجنس في معظم الجزء الشمالي من الكرة الأرضية ويشمل ذلك أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية ويمتد خلال الكربوني السفلي.

ومن أنواعه: بريسلا بريسكا { لوحة (٢,٢)، الصورة (٧) في نهاية الفصل }.

Species: *Priscella prisca* Mamet, 1974

١١ - عائلة: فيوزولينيدا Family: FUSULINIDAE Von Moller, 1878

وهي من الفورامينيفرا التي تميز العصرين الكربوني والبرمي ، وتضم ٣٧ جنساً ، ولها أهمية في مضاهاة صخور الجزء العلوي من حقبة الحياة القديمة وأصدافها مغزلية الشكل يتراوح حجمها من ثلاثة مليمترات إلى بوصتين تقريباً وهي تشبه حبات القمح. والصدفة ملفوفة في مستوى واحد على محور أفقي ، واللغات مقسمة بالحواف الطولية إلى عدد من الحجرات الطولية التي تظهر على السطح الخارجي للصدفة ، كما في الشكل (١١ ، ٢) ، وجدار الصدفة نوعان :

أ) جدار فيوزوليني (Fusulinellid wall): يتكون من طبقتين:

- الطبقة الأصلية التي تسمى بالغلاف الأول (Protheca) وهي تتركب من بلورات الكالسييت الشفافة ويسمى بالغلاف الشفاف (Diaphanotheca) تعلوها طبقة تسمى القشرة (Tectum).
- الغلاف الراكب (Epitheca) الذي يغطي سطح وأرضية وجوانب الحجرات. ويتكون هذا الغلاف من بلورات كالسييت رمادية اللون أو مغبشة ، وتعرف باسم الملط (Tectorium).

ب) جدار شواجريني (Schwagerinid wall): وهو يتكون من طبقتين:

- الغلاف المشطي (Keriotheca) وهي طبقة سميكة تتركب من بلورات الكالسيوم ذات تركيب ليفي (Fibrous structure) .
 - يعلو الغلاف المشطي طبقة مكونة من زوائد على هيئة أسنان المشط تسمى القشرة (Tectum) ، ويطلق على مجموع الطبقتين اسم الغلاف الحلزوني (Spirotheca) أحياناً.
- ومن أهم أجناس هذه العائلة :

(أ) جنس: *Yangchienia* Lee, 1934

صدفة هذا الجنس صغيرة الحجم ذات شكل مغزلي، عديدة الحجرات. تترتب الحجرات باللف القرصي حيث تكون الثلاث أو الأربع لفات الأولى حول محور لف قصير، سرعان ما يتحول إلى محور لف طويل خلال اللفات التالية. تنقسم الحجرات بمواجز حاجبية مستوية، والجدار جيرى والفتحة نهائية. انتشر هذا الجنس في جنوب الصين واليابان وكوريا وروسيا وما يعرف سابقاً بيوغوسلافيا وفي اليونان وتركيا وأفغانستان والجزائر خلال البرمي العلوي.

ومن أنواعه: *Yangchienia Ainiika* { لوحة (٢، ٢)، الصورة (٨) في نهاية الفصل }.

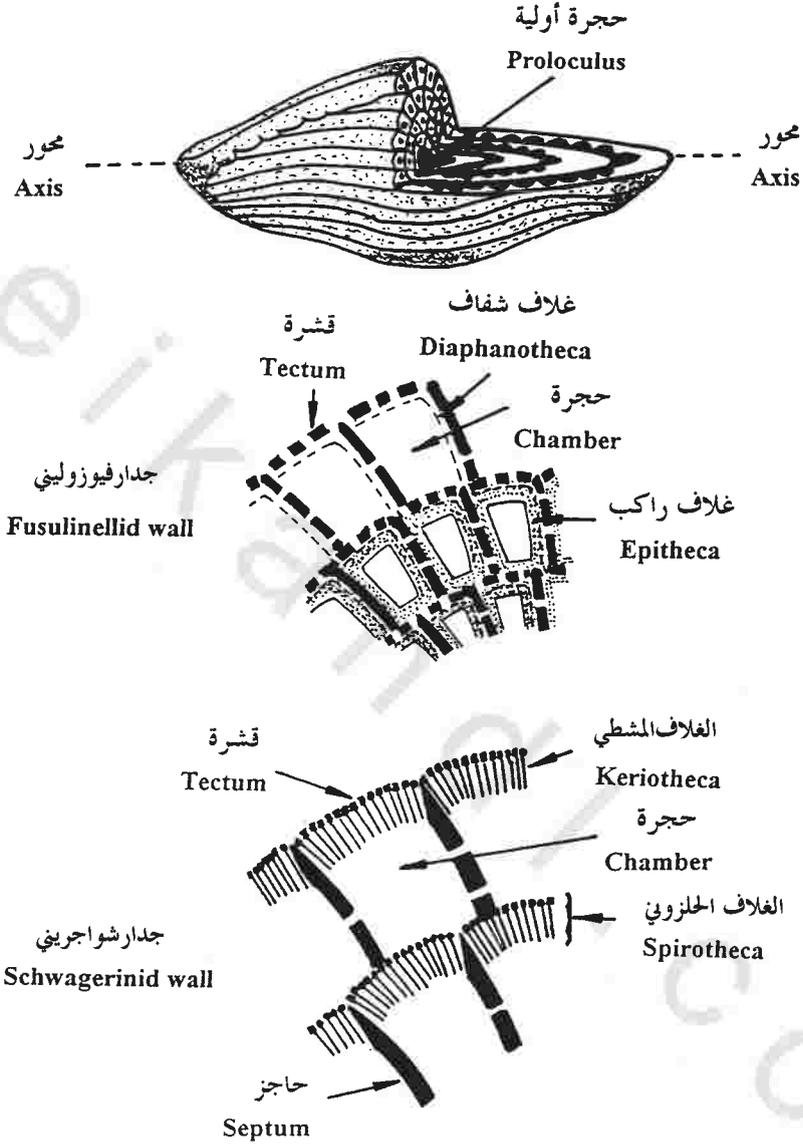
Species: *Yangchienia iniqua* Lee, 1934

(ب) جنس: *Quasifusilina* Chen, 1934

تتميز صدفة هذا الجنس بشكلها العام المتطاوّل إلى شبه اسطواني، ويبلغ طولها أكثر من ١٢ مم. القطبان مستديران، والصدفة عديدة الحجرات، حجرات اللفات المبكرة ذات ارتفاع ثابت، يزداد هذا الإرتفاع في اللفات الأخيرة ناحية القطبين، والجدار جيرى رقيق. انتشر هذا الجنس في الألب والمجر وما يعرف سابقاً بيوغوسلافيا وتركيا ومنغوليا وروسيا والصين واليابان وكندا وبريطانيا وكولومبيا وفي جنوب شرق آسيا ويمتد من الكربوني العلوي إلى البرمي السفلي.

ومن أنواعه: *Quasifusilina longissima* { لوحة (٢، ٢)، الصورة (٩) في نهاية الفصل }.

Species: *Quasifusilina longissima* Lee, 1934



الشكل رقم (٢، ١١). تركيب صدفة عائلة فيوزولينيدا Family: fusulinidae موضحا تركيب نوعي الجدار الفيوزوليني (Fusulinellid wall) والجدار الشواجريني (Schwagerinid wall) (عن: Shrock & Twenhofel, 1953).

جـ) جنس: فيوزولينا 1829 Genus: *Fusulina* Fisher de Waldheim,

تتميز صدفة هذا الجنس بأن شكلها العام مغزلي إلى شبه أسطواني، ويبلغ طولها أكثر من ثمانية مليمترات. وهي حلزونية في مستوى واحد، وتحتوي على أكثر من سبعة أزواج حلزونية. وكل من قطبي الصدفة مستدير أي غير مدبب، وشكل الصدفة يكون ثابتاً أثناء النمو، والحواجر أخدودية تزداد عمقاً باتجاه القطبين أثناء مراحل النمو المبكرة، والجدار جيري سميك. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم وامتد خلال الكربوني العلوي.

ومن أنواعه: فيوزولينا سيلندريكا {لوحة (٢,٢)، الصورة (١٠) في نهاية الفصل}.

Species: *Fusulina cylindrica* Fisher de Waldheim, 1829

١٢ - عائلة: مليوليدا 1839 Family: MILIOLIDAE Ehrenberg,

صدفة هذه العائلة جيرية خزفية غير مثقبة، وتتكون من حجرات مقوسة عند طرفي الصدفة مرتبة في دوائر من خمس أو ثلاث حجرات أو حجرتين أو حجرة واحدة، والفتحة بسيطة علوية نهائية. تضم هذه العائلة تسعة أجناس، تمتد من الأيوسين إلى الحديث ومن أهمها:

أ) جنس: نياجيت 1984 Genus: *Neaguities* Andersen,

صدفة هذا الجنس مستديرة إلى بيضية ذات جوانب منبسطة، عديدة الحجرات، الحجرة الأولى متبوعة بحجرتين في كل لفة في مستوى مفرد. تُعزل الحجرات الأخيرة عن بعضها بفواصل أرضية، والجدار جيري خزفي يحتوي على نقر صغيرة، والفتحة بسيطة ونهائية. انتشر هذا الجنس في مناطق عديدة من الولايات المتحدة الأمريكية ويمتد من الأيوسين المتوسط إلى الأوليجوسين المتوسط.

ومن أنواعه: نياجيت بيرامنيسيس {لوحة (٢,٣)، الصورة (١) في نهاية الفصل}.

Species: *Neaguities byramensis* Anderson, 1984

ب) جنس: مليولا Lamarck, 1804 Genus: Miliola

صدفة هذا الجنس ضئيلة الحجم ذات شكل مغزلي متطاوّل، عديدة الحجرات تترتب بالنظام المميز لهذه العائلة. الحجرة الواحدة طولية نصف لافة بزوايا محددة، الجدار جيري خزفي، وفي السطح الخارجي للصدفة نقر صغيرة، والفتحة نهائية في نهاية الحجرة الأخيرة. انتشر هذا الجنس في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية و يمتد من الأيوسين المتوسط إلى الأوليوسين.

ومن أنواعه: مليولا سكسورم { لوحة (٢,٣)، الصورة (٢) في نهاية الفصل } .

Species: *Miliola saxorum* Lamarck, 1804

ج) جنس: روبرتيانالا Loeblich & Tappan, 1985 Genus: Rupertianella

صدفة هذا الجنس كبيرة حيث يبلغ طولها ٩ و١م. أما شكلها الخارجي فيبضي متطاوّل، وهي عديدة الحجرات، ترتيب الحجرات فيها مطابق لنظام الترتيب في جنس *Miliola* بحيث تظهر حجرتان أو ثلاث فقط من الخارج وأحياناً تحتوى على خمس حجرات، الجدار جيري خزفي، والفتحة في نهاية الحجرة الأخيرة. انتشر هذا الجنس في المناطق الإستوائية وبيئة المياه الضحلة في وقتنا الحالي.

ومن أنواعه: روبرتيانالا روبرتيانا { لوحة (٢,٣)، الصورة (٣) في نهاية الفصل } .

Species: *Rupertianella rupertiana* Loeblich & Tappan, 1985

١٣ - عائلة: بنروبيدا Schultz, 1854 Family: PENEROPLIDAE

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات ذات لف مغلق وقد تكون غير لافة أحياناً، والحجرات على شكل حلقي. الحجرة الداخلية بسيطة وغير مقسمة إلى حجيرات، والجدار جيري خزفي وفي مرحلة البلوغ يكون جدار الصدفة غير مثقب، والفتحة دائرية أو مشقوقة أو شجيرية وقد تكون على هيئة مجموعة من الفتحات أحياناً. تضم هذه العائلة تسعة أجناس وهي منتشرة من الطباشيري العلوي إلى الحديث ومن أهم أجناسها:

جنس: بنروبلس *Genus: Peneroplis* Montfort, 1808

صدفة هذا الجنس مضغوطة ذات لف في مستوى واحد مغلق، وهي عديدة الحجرات، خطوط الدرز فيها غائرة، والجدار جيري خزي مثقب، والفتحة تتكون من مجموعة فتحات دائرية أو بيضية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الميوسين إلى الحديث.

ومن أنواعه: بنروبلس بلاناتيوس { لوحة (٢,٨)، الصورة (٨) في نهاية الفصل }.

Species: *Peneroplis planatus* Montfort, 1808

١٤ - عائلة: ألفيولينيديا *Family: ALVEOLINIDAE* Ehrenberg, 1839

صدفة هذه العائلة كبيرة الحجم وشكلها إما كروي أو مغزلي أو شبه أسطواني، وهي عديدة الحجرات حيث تترتب الحجرات حول المحور الطولي في لفة. والحجرة الواحدة مقسمة من الداخل بمواجز ثانوية من حاجز واحد أو أكثر. من الحجيرات ما يأخذ اتجاهًا موازيًا لاتجاه اللفات. تضم هذه العائلة ١٧ جنسًا وتمتد من الطباشيري السفلي إلى الحديث، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: أوفالفيولينا *Genus: Ovalveolina* Reichel, 1936

صدفة هذا الجنس كروية إلى بيضية، عديدة الحجرات، تترتب الحجرات في لفات منتظمة في مستوى واحد. والحجرات قصيرة، يوجد فيها العديد من الحواجز الحاجبية القصيرة وذات مسافات بينية كبيرة، والجدار جيري سميك. تتكون الفتحة من صف واحد فقط من الثقوب، تفتح في الجهة المفتوحة مع فتحات إضافية أخرى. انتشر هذا الجنس في فرنسا وإسبانيا والبرتغال وشمال إفريقيا ويمتد من الطباشيري السفلي إلى الطباشيري العلوي.

ومن أنواعه: أوفالفيولينا أوفيوم { لوحة (٢,٤)، الصورة (٣) في نهاية الفصل }.

Species: *Ovalveolina ovum* Reichel, 1936

ب) جنس: جلومالفويلينا Glomalveolina Hottinger, 1962

صدفة هذا الجنس صغيرة ومنتفخة إلى بيضية، عديدة الحجرات. تترتب الحجرات في المرحلة الأولى من النمو في لف حلزوني مخروطي، ينتهي بلف في مستوى واحد مع وجود العديد من الحواجز الحاجبية، التي تقسم الحجرات إلى حجيرات صغيرة في الحجم. والجدار جيرى يختلف سمكه حسب العمر الجيولوجي، ففي الباليوسين المتوسط كان الجدار سميكاً ثم في الباليوسين العلوي والأيوسين أصبح الجدار رقيقاً. تتكون الفتحة من صف واحد من الفتحات تتخللها فتحات أخرى. انتشر هذا الجنس في فرنسا وإسبانيا وإيطاليا واليونان وليبيا ومصر والصومال وتركيا وسوريا وباكستان ويمتد من الباليوسين المتوسط إلى الأيوسين المتوسط.

ومن أنواعه: جلومالفويلينا ليودويجي { لوحة (٤, ٢)، الصورة (٤) في نهاية الفصل } .
Species: *Glomalveolina ludwigi* Hottinger, 1962

ج) جنس: ألفويلينا Alveolina Orbigny, 1826

صدفة هذا الجنس ذات شكل مغزلي أو اسطواني، ونادراً ما يكون دائرياً، وهي عديدة الحجرات، اللف في المرحلة الأولى غير منتظم ثم يعدو منتظماً في المراحل الأخيرة للنمو. كلما زادت اللفات زاد اتساع الحجرات، وذلك نتيجة لاستطالة الصدفة. الحجرات مقسمة بحواجز حاجبية إلى حجيرات، والجدار جيرى. تتكون الفتحة من صفين من الفتحات تتبادل الوضع. انتشر هذا الجنس في أوروبا وآسيا وإفريقيا ويمتد من الباليوسين العلوي إلى الأيوسين العلوي.

ومن أنواعه: ألفويلينا شواجري { لوحة (٤, ٢)، الصورة (٥) في نهاية الفصل } .
Species: *Alveolina schwageri* Orbigny, 1826

١٥ - عائلة: نودوزاريدا Nodosariidae Ehrenberg, 1838

تميز صدفة هذه العائلة بأنها ذات شكل متطاوّل، الجدار فيها جيرى زجاجي مثقب. أما شكل الحجرة الواحدة فإما كروي أو بيضي. تترتب الحجرات فيها وفقاً

لنظام وحيدة التسلسل المستقيمة، وشكل الفتحة شعاعي أو دائري، وموقعها نهائي وأحياناً على عنق. تضم هذه العائلة ٤٣ جنساً تمتد من الترياسي العلوي إلى الحديث. من أهم أجناسها:

(أ) جنس: دنثالينا 1826 ريسو، *Dentalina* Genus:

صدفة هذا الجنس متطاولة الشكل، عديدة الحجرات. تترتب الحجرات فيها وفقاً لنظام وحيد التسلسل، شكل الحجرة الواحدة أسطواني إلى بيضي، والحواجز فيها أفقية، الجدار جيرى زجاجي، والفتحة نهائية شعاعية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم و يمتد من الطباشيري السفلي إلى الحديث.

ومن أنواعه: دنثالينا كيوفيري { لوحة (٥، ٢)، الصورة (١) في نهاية الفصل }.

Species: *Dentalina cuvieri* Risso, 1826

(ب) جنس: فرنديكولاريا 1825 دفرانس، *Frondicularia* Genus:

صدفة هذا الجنس منبسطة ورقية إلى رحيمة الشكل، ذات حجرات عديدة، والحجرات فسيحة منخفضة متراكبة، والحواجز فيها قوسية الشكل، تصنع زاوية مع سطح الصدفة الخارجى، والجدار جيرى مثقب وسميك بخاصة في منطقة الفتحة، الفتحة نهائية شعاعية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم و يمتد من الجوراسي المتوسط إلى الحديث.

ومن أنواعه: فرنديكولاريا كمبلانانا { لوحة (٥، ٢)، الصورة (٢) في نهاية الفصل }.

Species: *Frondicularia complanata* DeFrance, 1825

ومن أنواعه الموجودة بالمملكة العربية السعودية:

نوع: فرنديكولاريا وانيري

Species: *Frondicularia wanneri* Cushman & Renz, 1941

يوجد هذا النوع في رسوبيات متكون طريف (Turaif Formation) بالمملكة العربية

السعودية (El-Khayal, 1977 a).

(ج) جنس: نودوزاريا. *Nodosaria* Lamarck, 1812.

صدفة هذا الجنس ذات شكل متطاول، عديدة الحجرات، تبدأ بحجرة واحدة بيضية متبوعة بتسلسل مستقيم من حجرات متفتحة إلى بيضية، والجدار جيري زجاجي مثقب، والفتحة نهائية شعاعية أو دائرية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم، يمتد من الجوراسي العلوي إلى الحديث. ومن أنواعه: نودوزاريا راديكيولا { لوحة (٥، ٢)، الصورة (٣) في نهاية الفصل }.

Species: *Nodosaria radricula* Lamarck, 1812

١٦ - عائلة: لاجنيديا *LAGENIDAE* Reuss, 1862

صدفة هذه العائلة وحيدة الحجرة ودارها جيري زجاجي، وفتحة الصدفة دائرية أو شعاعية، موقع الفتحة نهائية وأحياناً تكون على عنق. تضم هذه العائلة تسعة أجناس وتمتد من الجوراسي السفلي إلى الحديث. ومن أهم أجناسها:

(أ) جنس: هيلينونتريون *Hyalinonetrion* Patterson & Richardson, 1987

الصدفة وحيدة الحجرة مغزلية متطاوله الشكل، مستدقة عند قاعدتها، الجدار جيري زجاجي، الفتحة مستديرة في نهاية عنق. انتشر هذا الجنس في أنحاء العالم ويمتد من الأوليجوسين المتوسط إلى الحديث.

ومن أنواعه: هيلينونتريون ساهيولنس { لوحة (٣، ٢)، الصورة (٤) في نهاية الفصل } .
Species: *Hyalinonetrion sahulense* Patterson & Richardson, 1987

(ب) جنس: لاجينا *Lagena* Kanmacher, 1798

صدفة هذا الجنس وحيدة الحجرة، شكلها منتفخ إلى بيضي، الجدار جيري زجاجي، والفتحة دائرية نهائية وتقع على عنق يكون قصيراً أحياناً وأحياناً طويلاً. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم. ويمتد من الجوراسي إلى الحديث.

ومن أنواعه: لاجينا سلكاتا { لوحة (٢,٣) ، الصورة (٥) في نهاية الفصل } .

Species: *Lagena sulcata* Kanmacher, 1798

ومن أنواعه الموجودة بالمملكة العربية السعودية ما يلي:

• نوع: لاجينا جلوپوزا
Species: *Lagena globosa* Montagu, 1803

• نوع: لاجينا أيبكيولاتا
Species: *Lagena apiculata* Reuss, 1844

• نوع: لاجينا سلكاتا
Species: *Lagena sulcata* Walker & Boys, 1784

توجد هذه الأنواع في رسوبيات متكون طريف (Turaif Formation) بالمملكة العربية السعودية (El-Khayal, 1969).

١٧ - عائلة: بليمينيدا Family: BULIMINIDAE Jones, 1895

صدفة هذه العائلة حلزونية وعديدة الحجرات. وتترتب الحجرات فيها ترتيباً مختلفاً، فمنها ما يترتب في صفين أو ثلاثة أو أكثر، وفي بعض الأحيان تجمع الصدفة الواحدة نوعين من الأنظمة. وجدير بالذكر أن عدد الحجرات يتناقص مع نمو الصدفة. هذا وإن جدار الصدفة جيرى مثقب وفتحة الصدفة كالشولة وذات لوح مثل لوح الأسنان. تضم هذه العائلة أربعة أجناس تمتد من الباليوسين السفلي إلى الحديث، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: بوليمينا Genus: *Bulimina* Orbigny, 1826

الصدفة بيضية متطاوله إلى شبه اسطوانية، عديدة الحجرات، ترتيب الحجرات فيها ثلاثية التسلسل، وأحياناً ينتهي الترتيب بوحيدة التسلسل. والحوجز واضحة، والجدار جيرى ومثقب، والفتحة في قاعدة الحجره الأخيرة. انتشر هذا الجنس في أنحاء العالم من الباليوسين إلى الحديث.

ومن أنواعه: بوليمينا مرجيناتا { لوحة (٢,٣) ، الصورة (٦) في نهاية الفصل } .

Species: *Bulimina marginata* Orbigny, 1826

ومن أنواعه الموجودة بالمملكة العربية السعودية :

• نوع : بوليمينا ميدواينسيس

Species: *Bulimina midwayensis* Cushman & Parker, 1936

• نوع : بوليمينا بروليكس

Species: *Bulimina proxila* Cushman & Parker, 1936

• نوع : بوليمينا ريوسى

Species : *Bulimina reussi* Morrow, 1934

• نوع : بوليمينا ريوجيفيرا

Species: *Bulimina rugifera* Glaessner, 1937

توجد هذه الأنواع في رسوبيات متكون طريف (Turaif Formation) بالمملكة العربية السعودية (El-Khayal, 1969).

(ب) جنس : جلوبوليمينا 1927 Cushman, *Globobulimina* Genus:

صدفة هذا الجنس ذات شكل بيضي و مقطعا دائري، عديدة الحجرات فيها، ترتيب الحجرات ثلاثي التسلسل، أما الحجرات الأخيرة فتغطي الحجرات السابقة لها جزئياً أو كلياً. والحجرات مقسمة من الداخل بمواجز حاجبية مائلة غائرة، والجدار جيرى مثقب، والفتحة حلقيه الشكل. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الباليوسين السفلي إلى الحديث.

ومن أنواعه : جلوبوليمينا أوريكيولاتا { لوحة (٣، ٢)، الصورة (٧) في نهاية الفصل } .

Species: *Globobulimina auriculata* Cushman, 1927

(جـ) جنس : بروتوجلوبوليمينا 1951 Hofker, *Protoglobobulimina* Genus:

صدفة هذا الجنس تكون منتفخة إلى بيضية الشكل، عديدة الحجرات، ترتيب الحجرات فيها ثلاثي التسلسل، والحواجز غائرة، والجدار جيرى رقيق مثقب، والفتحة ذات شكل حلقي، وتوجد في نهاية الصدفة. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من المايوسين المتوسط إلى الحديث.

ومن أنواعه: بروتوجلوبوليمينا بيوبويدس {لوحة (٢,٣)، الصورة (٨) في نهاية الفصل}.

Species: *Protoglobolimina pupoides* Hofker, 1951

١٨ - عائلة: ديسكوربيدا Family: DISCORBIDAE Ehrenberg, 1838

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات ذات لف مخروطي منخفض، الحجر الواحدة فيها مقسمة داخلياً إلى حجيرات بمجدار عضوي أجوف جانبي، وفيها لسان ممتد بطول المنطقة السرية. الفتحة سرية وقد توجد فتحات إضافية تفتح على نهاية الجهة المقابلة للسان. أما الجدار فجيري مثقب وأحياناً غير مثقب. تضم هذه العائلة تسعة أجناس تمتد من الأيوسين المتوسط إلى الحديث، ومن أهم أجناسها:

أ جنس: ديسكوربيس Genus: *Discorbis* Lamarck, 1804

صدفة هذا الجنس ذات شكل مخروطي حلزوني مستوى التحذب، الجانب السري فيها منبسط، وهي عديدة الحجرات التي ترتب في لفتين ونصف. تحتوى اللفة الأخيرة على عدد من الحجرات يتراوح بين ٧ و ١٠ حجرات. خطوط الدرز فيها غائرة منحنية أقرب ما تكون إلى الشعاعية، والجدار جيري رقيق ومثقب بثقوب دقيقة وخشنة، والفتحة سرية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الأيوسين إلى الحديث.

ومن أنواعه: ديسكوربيس فيكيولاريس {لوحة (٢,٦)، الصورة (٣) في نهاية الفصل}.

Species: *Discorbis vesicularis* Lamarck, 1804

ب جنس: تروكولينا Genus: *Trochulina* Orbigny, 1839

صدفة هذا الجنس مخروطية حلزونية محدبة الوجهين، وأحياناً مستوية التحذب، وهي عديدة الحجرات، خطوط الدرز فيها مائلة ناحية الحجاب. وهي منحنية وشعاعية

على الجانب السري، والجدار جيري، والحجرات مقسمة من الداخل إلى حجيرات. يوجد بهذه الصدفة فتحتان: ابتدائية تمتد من السرة إلى محيط الصدفة، وثانوية تقع على الجانب السري في قاعدة الجدار الرقيق الذي يصل الحجيرات بالخارج. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الأيوسين المتوسط إلى الحديث.

ومن أنواعه: تروكولينا ديمدياتا {الوحة (٦، ٢)، الصورة (٤) في نهاية الفصل}.

Species: *Trochulina dimidiata* Orbigny, 1939

١٩ - عائلة: روتاليدا ROTALIIDAE Ehrenberg, 1839

صدفة هذه العائلة مخروطية أو لافة عادة وقد تتحول إلى حلزونية ثنائية التسلسل، وهي عديدة الحجرات يفصلها حواجز مزدوجة في كثير من الأحيان. وقد تنقسم إلى حجيرات، توجد قنوات داخلية أحياناً، وجدار الصدفة جيري وفتحة الصدفة بسيطة. تضم هذه العائلة ٣٥ جنساً تمتد من الطباشيري العلوي إلى الحديث، ومن أهم أجناسها:

(أ) جنس: روتاليا *Rotalia* Lamarck, 1804

صدفة هذا الجنس مخروطية حلزونية ثنائية الأوجه، عديدة الحجرات، ترى جميع الحجرات من الجانب الحلزوني المحذب. أما حجرات اللفة الأخيرة فترى من الجانب السري، والجدار جيري مثقب، والفتحة بسيطة حافية داخلية ممتدة من السرة إلى المحيط. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الطباشيري السفلي إلى الأيوسين.

ومن أنواعه: روتاليا تروكيديفورميس {الوحة (٥، ٢)، الصورة (٤) في نهاية الفصل}.

Species: *Rotalia trochidiformis* Lamarck, 1804

ومن أنواعه الموجودة بالمملكة العربية السعودية:

• نوع: روتاليا هنسوني

Species: *Rotalia hensoni* Smout, 1955

يوجد هذا النوع في رسوبيات متكون طريف (Turaif Formation) بالمملكة العربية السعودية (El-Khayal, 1969).

• نوع: روتاليا جاكوبي

Species: *Rotalia jacobii* Sander, 1962

يوجد في رسوبيات متكون أم رضمة (Umm er Radhuma Formation) بالمملكة العربية السعودية (El-Khayal, 1974 a).

(ب) جنس: أورناتانومالينا Haque, 1956

صدفة هذا الجنس قرصية ذات جوانب منبسطة، وهي عديدة الحجرات، في المرحلة الأولى. ترتيب الحجرات فيها حلزوني مخروطي وينتهي باللف في مستوى واحد، حيث تحتوي اللفة الأخيرة على عدد يتراوح بين ٧ و ١١ حجرة، يحيط الصدفة مستدير، الجدار جيري مثقب، والفتحة بين حافية واستوائية. انتشر هذا الجنس في المملكة العربية السعودية وباكستان ويمتد من الباليوسين إلى الأيوسين السفلي.

ومن أنواعه: أورناتانومالينا جيبي {لوحة (٢,٥)، الصورة (٥) في نهاية الفصل}.

Species: *Ornatanomalina geei* Haque, 1956

(ج) جنس: ريديلا Hasson, 1985

صدفة هذا الجنس شبه منتفخة، وهي عديدة الحجرات، ذات لف حلزوني، تحتوي اللفة الأخيرة على عدد من الحجرات يتراوح بين ١١ و ١٢ حجرة، خطوط الدرز فيها بارزة، والجدار جيري مثقب بثقوب دقيقة، والفتحة قصيرة بين حافية وقريبة من الشق الإستوائي الطولي للقاعدة المنبسطة والمساء. انتشر هذا الجنس في المملكة العربية السعودية خلال الأيوسين السفلي.

ومن أنواعه: ريديلا فاديومانيسيس {لوحة (٢,٥)، الصورة (٦) في نهاية الفصل}.

Species: *Reedella vadhumaensis* Hasson, 1985

٥) جنس: ريدموندينا Hasson, 1985

صدفة هذا الجنس عدسية منبسطة، وهي عديدة الحجرات، ذات لف منحروطي حلزوني، تحتوي اللفة الأخيرة على ١٢ حجرة ترى كلها من خلال الجانب الحلزوني المحذب. خطوط الدرز غائرة مائلة إلى منحنية خلف المحيط، والفتحة شقية طولية بين الحواف، والجدار جيرى سميك مثقب بثقوب كبيرة. انتشر هذا الجنس في المملكة العربية خلال الأيوسين السفلي.

ومن أنواعه: ريدموندينا هينينجتونى {لوحة (٥، ٢)، الصورة (٧) في نهاية الفصل}.
Species: *Redmondina henningtoni* Hasson, 1985

٢٠ - عائلة: نيموليتيدا Blainville, 1827

الصدفة عدسية الشكل تبلغ أحجاماً كبيرة. وهي عديدة الحجرات تبدأ من حجرة أولية ثم تصبح لافة في مستوى واحد أو مطوية و لكل حجرة إمتدادات جناحية (Alar prolongations) تغطي بذلك الحجرات السابقة، خيطية الدرز (Septal filaments)، وهي إما بسيطة أو شعاعية أو ملوية كحرف (S) أو معوجة (Meandrine). يسمى الحائط الأساسي الذي تتكون منه اللفة وسقف بالصفحة الحلزونية (Spiral lamina)، وهي مثقبة و بداخلها فراغات تعرف بالهيكل الثانوي المفرغ ويكون الهيكل على أشد تكوين له في الجزء الإستوائى من الصفحة الحلزونية، ويعرف هنا بالحبل الحافى (Marginal cord). أما الحواجز التي تفصل الفراغ الحلزوني (Spiral cavity)، أي ذلك التجويف بين الصفائح المتلاحقة فهو غير مثقب وليست به أي قنوات أو فراغات، لفات أجناس هذه العائلة إما أنها متقاربة بحيث تصبح الصدفة محكمة اللف (Tight spired) أو أنها بعيدة عن بعضها البعض بحيث تصبح غير محكمة اللف (Loose spired). تضم هذه العائلة عشرة أجناس تمتد من الباليوسين إلى الحديث، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: أوبركيولينا *Operculina* Orbigny, 1826

صدفة هذا الجنس متوسطة إلى كبيرة الحجم، وهي عديدة الحجرات، يفتح اللف فيها في مستوى واحد مفتوح. خطوط الدرز منحنية إنحناء شديداً، والجدار جيري صفائحي مثقب بثقوب دقيقة، والسطح إما أملس أو مكسواً بالثورمع وجود العديد من الحواجز الحاجبية. توجد فتحات بين حاجبية مكونة قنوات درزية. انتشر هذا الجنس في المناطق شبه إستوائية من العالم ويمتد من الأوليغوسين إلى الحديث. ومن أنواعه: أوبركيولينا هيتيروستيجينيدوس { لوحة (٥، ٢)، الصورة (٨) في نهاية الفصل }.

Species: *Operculina heterosteginoides* Orbigny, 1826

ومن أنواعه الموجودة بالمملكة العربية السعودية:

• نوع: أوبركيولينا كتارنيسيس

Species: *Operculina gatarensis* El-Khayal, 1974

يوجد في رسوبيات متكون أم رضة (Umm er Radhuma) بالمملكة العربية السعودية (El-Khayal, 1974 b).

ب) جنس: رانيكوثاليا *Ranikothalia* Caudri, 1944

الصدفة عدسية الشكل مع وجود عقد مركزية، في المراحل المبكرة يبلغ قطر الصدفة بين ٤ إلى ٦ مم وفي المراحل الأخيرة يكون قطرها بين ٨ إلى ١٥ مم عديدة الحجرات لافة في مستوى واحد، واللفات تزيد تدريجياً مع زيادة عدد الحجرات المضافة إلى اللف، اللف مفتوح وأحياناً مغلق. حبل المحيط سميك، القنوات الدرزية بسيطة ومستقيمة، الفتحات بين الحجرات عند قاعدة خطوط الدرز. انتشر هذا الجنس في المناطق الإستوائية وشبه إستوائية من العالم خلال الباليوسين المتوسط والعلوي.

ومن أنواعه: رانيكوثاليا نيوتالي { لوحة (٦، ٢)، الصورة (١) في نهاية الفصل }.

Species: *Ranikothalia nuttalli* Caudri, 1944

جنس: نيمولايتس Genus: Nummulites Lamarck, 1801

صدفة هذا الجنس كبيرة الحجم قد يبلغ قطرها أحياناً ١٢ سم. شكل الصدفة عدسية منتفخة، عديدة الحجرات، ترتيب الحجرات لاف في مستوى واحد مغلق، وأحياناً يكون اللف مفتوحاً في المراحل الأخيرة. الحجرات يفصلها عن بعضها جدار غير مثقب مع وجود قناة اتصال دائرية بين الحجرات، والجدار الخارجي للحجرات مثقب، الحجرات الأخيرة بسيطة وغير مقسمة، عدد اللفات كبير وخطوط الدرز منحنية، الفتحة في الحجرات الأخيرة تكون على هيئة صف من الفتحات عند قاعدة الواجهة. انتشر هذا الجنس في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية ويمتد من الباليوسين إلى الحديث.

من أنواعه: نيمولايتس فيولجاريس {لوحة (٦، ٢)، الصورة (٢) في نهاية

الفصل}.

Species: *Nummulites vulgaris* Omara & Kenawy, 1979

ومن أنواعه الموجودة بالمملكة العربية السعودية:

- نوع: نيمولايتس أكيوتوس Species: *Nummulites acutus* Sowerby, 1842
- نوع: نيمولايتس بيدايي Species: *Nummulites biedai* Schaub, 1951
- نوع: نيمولايتس بومونتي Species: *Nummulites beaumonti* Archaic & Haime, 1854
- نوع: نيمولايتس برفوراتس Species: *Nummulites perforatus* Montfort, 1808
- نوع: نيمولايتس سترباتس Species: *Nummulites striatus* Bruguiere, 1792
- نوع: نيمولايتس فاريولاريوس Species: *Nummulites variolarius* Lamarck, 1799

توجد هذه الأنواع في رسوبيات متكون طريف (Turaif Formation) بالمملكة

العربية السعودية (El-Naggar & Kamel, 1988).

٢١ - عائلة: ميوجيسينيدا Family : MIOGYPSINIDAE Vaughan, 1928

صدفة هذه العائلة مسطحة، وأحياناً شبه مخروطية، وهي عديدة الحجرات، تبدأ بمحجرتين في المرحلة الجنينية للجيل الشقي (التزاوجي) ثم يضاف إليها حجرات أخرى في المرحلة ما قبل الجنينية للجيل اللاشقي (اللاتزاوجي). تترتب الحجرات باللف في مستوى واحد مع وجود صفيحة جدارية نسيجية رقيقة، تؤدي إلى نمو كامل للحجرات الجانبية، والحجرات الإستوائية يتصل بعضها ببعض بأفرع صغيرة على هيئة جذور. تضم هذه العائلة خمسة أجناس وتمتد من الأوليجوسين المتوسط إلى الميوسين السفلي وأهم أجناسها:

أ) جنس: ميوجيسينا Genus: *Miogypsina* Sacco, 1893

صدفة هذا الجنس شبه دائرية، وهي عديدة الحجرات. في الصدفة الابتدائية لا يوجد حجرات إستوائية ثم يبدأ اللف اللولبي للصدفة، وتضاف حجرات إستوائية في مرحلة نمو الصدفة. وتترتب الحجرات في دوائر مركزية، يتصل بعضها ببعض بنظام القناة البين حاجبية، والجدار جيري مثقب بثقوب دقيقة. انتشر هذا الجنس في شمال أمريكا وجنوبها وفي أوروبا وفي بعض مناطق المحيطين الهادي والهندي ويمتد من الأوليجوسين العلوي إلى الميوسين السفلي.

ومن أنواعه: ميوجيسينا جلوبيولينا { لوحة (٦، ٢)، الصورة (٥) في نهاية الفصل }.

Species: *Miogypsina globulina* Sacco, 1893

ب) جنس: ميولييدوسيكلينا Genus: *Miolepidocyclina* Silvestri, 1907

صدفة هذا الجنس كبيرة، يصل قطرها إلى أكثر من أربعة مليمترات، وهي غير متماثلة. ويختلف شكلها فهي إما أنها مخروطية حلزونية أو شبه مضلعة، عديدة الحجرات، الحجرات الإستوائية ذات شكل قوسي منبسط، والحجرات الجانبية تقع

على جانبي الطبقة الإستوائية، والجدار جيري. انتشر هذا الجنس في مناطق البحر الأبيض المتوسط في كل من أوروبا وإفريقيا وفي الولايات المتحدة الأمريكية وفي المكسيك والأكوادور وبنما والهند خلال الميوسين السفلي.

ومن أنواعه: ميوليدوسيكلينا بيورديجالنسيس {لوحة (٦، ٢)، الصورة (٦) في نهاية الفصل}.

Species: *Miolepidocyclina burdigalensis* Silvestri, 1907

(ج) جنس: ميوجيبسينويدس Genus: *Miogypsinoides* Yabe & Hanzawa, 1928

صدفة هذا الجنس كبيرة وقد تكون منبسطة ومحدبة مقعرة، وهي عديدة الحجرات، الجانب المحدث هو الجانب البطني، أما الجانب المقعر فهو الجانب الظهري. الحجرات الإستوائية ذات شكل معيني أو قوسي، لا يوجد فيها حجرات جانبية، والجدار جيري يزداد سمكاً في الجوانب. انتشر هذا الجنس في أوروبا وأمريكا الشمالية ومناطق المحيطين الهادي والهندي ويمتد من الأوليجوسين المتوسط إلى الميوسين السفلي.

ومن أنواعه: ميوجيبسينويدس أبيوننسيس {لوحة (٦، ٢)، الصورة (٧) في نهاية الفصل}.

Species: *Miogypsinoides abunensis* Yabe & Hanzawa, 1928

٢٢ - عائلة: هيتروهلبيسيديا Family: *HETEROHELICIDAE* Cushman, 1927

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات وهي ثنائية التسلسل، وفي بعض الأحيان يصبح الجزء الأخير وحيد التسلسل، وجدار الصدفة جيري مثقب أملس مع وجود بعض الزخرفة، والفتحة ضيقة كالشق. تقع في قاعدة آخر حجرة. أما في حالة وحيدة التسلسل فإنها تفتح علوية أو على عنق. تضم هذه العائلة ١٣ جنسا تمتد من الطباشيري السفلي إلى الباليوسين، ومن أهم أجناسها:

Genus: *Striataella* Aliyulla, 1977 سترياتالا

الصدفة عديدة الحجرات ، و الحجرات كروية منتفخة ، تترتب في المراحل الأولى في لف بالغ الصغر في مستوى واحد ، ثم يتحول إلى تسلسل ثنائي في المراحل الأخيرة ، وخطوط الدرز غائرة ، والجدار جيري مثقب بثقوب دقيقة منتظمة في المساحات البينية للجدار غير المثقب ، والفتحة قوسية الشكل تقع في الحجره الأخيرة. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم خلال الطباشيري العلوي.

ومن أنواعه: سترياتالا سترياتا {لوحة (٢,٧) ، الصورة (٤) في نهاية الفصل}.

Species: *Striataella striata* Aliyulla, 1977

Genus: *Heterohelix* Ehrenberg, 1843 هتروهليكس

صدفة هذا الجنس عديدة الحجرات ، تترتب الحجرات فيها خلال المراحل المبكرة في لف صغير جداً في مستوى واحد ، ثم يتحول في المراحل الأخيرة إلى ثنائي التسلسل. والحجرات كروية الشكل ، أما آخر زوج أو زوجين من الحجرات فيكونان شبه مثلثة الشكل ، وخطوط الدرز غائرة ، والجدار جيري مثقب ، والفتحة على هيئة قوس عند قاعدة الحجره الأخيرة. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم خلال الطباشيري العلوي.

ومن أنواعه: هتروهليكس أمريكانا {لوحة (٢,٧) ، الصورة (٥) في نهاية الفصل}.

Species: *Heterohelix americana* Ehrenberg, 1843

٢٣ - عائلة: جلووترنكانيدا Family: GLOBOTRUNCANIDAE Brotzen, 1942

صدفة هذه العائلة ذات لف حلزوني وهي عديدة الحجرات والحجرات بارزة ولها زوايا ، والفتحة الأولية سرية والصدفة مغلقة حلزونياً بغشاء جلدي غليظ مقوي بصفائح صغيرة جداً من الكالسييت ، مما يؤدي إلى وجود فتحات إضافية أخرى تقع بين صفائح أو تحت صفائح. تضم هذه العائلة ١١ جنساً تميز الطباشيري العلوي ، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: جلوبوترنكانا Genus: *Globotruncana* Cushman, 1927

صدفة هذا الجنس عديدة الحجرات، تترتب الحجرات فيها في لف حلزوني مخروطي، السرة كبيرة وتشغل إما ربع أو نصف القطر للجانب السري، الصدفة إما محدبة الوجهين متماثلة أو أن التحذب غير متساو، والحجرات إما أنها بيضية أو شبه كروية أو ذات زوايا، وخطوط الدرز شعاعية منحنية مرتفعة أو منخفضة، والجدار جيري مثقب، والفتحة في قاعدة الحجرة الأخيرة للجانب السري. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم خلال الطباشيري العلوي.

ومن أنواعه: جلوبوترنكانا أركا { لوحة (٢،٨)، الصورة (١) في نهاية الفصل }.

Species: *Globotruncana arca* Cushman, 1927

ب) جنس: كونتوسوترنكانا Genus: *Contusotruncana* Korchagin, 1982

صدفة هذا الجنس عديدة الحجرات، وتترتب في لف مخروطي حلزوني، الحجرات الأولية منتفخة. أما الحجرات المتأخرة فهي فسيحة ومنخفضة، والسرة كبيرة وتشغل أكثر من نصف قطر الصدفة، وهي محدبة ناحية الجانب الحلزوني ومنبسطة إلى مقعرة ناحية الجانب السري، وخطوط الدرز سميكة مائلة ومنحنية ومرتفعة في الجانب الحلزوني وهي شعاعية غائرة، الجدار جيري مثقب بثقوب دقيقة، والفتحة سرية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم خلال الطباشيري العلوي.

ومن أنواعه: كونتوسوترنكانا فورنيكاتا { لوحة (٢،٨)، الصورة (٢) في نهاية الفصل }.

Species: *Contusotruncana fornicata* Korchagin, 1982

ج) جنس: سيجاليترنكانا Genus: *Sigalitruncana* Korchagin, 1982

الصدفة عديدة الحجرات، تترتب في لف حلزوني مخروطي منخفض، الجانب الحلزوني محدب بينما الجانب السري منبسط، وخطوط الدرز مستقيمة إلى منحنية شعاعية سميكة ومرتفعة في الجانب الحلزوني وتكون غائرة ومتعرجة، وتحيط السرة

الصغيرة في الجانب السري، والجدار جيرى مثقب، الفتحة سرية إلى خارج سرية. انتشر هذا الجنس في أنحاء العالم خلال الطباشيري العلوي.

ومن أنواعه: سيجاليترنكانا سيجالى {لوحة (٢,٨)، الصورة (٣) في نهاية الفصل}.
Species: *Sigalitruncana sigali* Korchagin, 1982

٢٤ - عائلة: جلوپوروتاليدا Cushman, 1927 **Family: GLOBOROTALIIDAE**

صدفة هذه العائلة إما شبه كروية أو عدسية أو مضغوطة، ترتيب الحجرات فيها ذولف مخروطي، والصدفة عديدة الحجرات، وجدارها جيرى أملس، يكون في الأطوار البالغة منها مغلفاً بطبقة من الكالسيت تعرف بالقشرة، الفتحة إما سرية أو خارج السرة أو محيطية، مزودة بشفة. تضم هذه العائلة ١١ جنساً وتمتد من الباليوسين إلى الحديث، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: جلوپوروتاليا Cushman, 1927 **Genus: Globorotalia**

صدفة هذا الجنس عدسية الشكل ذات لف مخروطي حلزوني، وهي عديدة الحجرات، والحجرة منها إما مثلثة أو معينة الشكل، والجدار جيرى مثقب بثقوب دقيقة، وخطوط الدرز سميكة منخفضة أو مرتفعة، والفتحة قوسية الشكل تمتد من السرة إلى المحيط وقد يوجد حول الفتحة شفة. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الميوسين إلى الحديث.

ومن أنواعه: جلوپوروتاليا تيوميدا {لوحة (٢,٨)، الصورة (٤) في نهاية الفصل}.
Species: *Globorotalia tumida* Cushman, 1927

وفيما يلي بعض أنواعه التي وجدت في المملكة العربية السعودية:

• نوع: جلوپوروتاليا كمبريسا

Species: *Globorotalia compressa* Plummer, 1926

• نوع: جلوپوروتاليا اينكونستانس

Species: *Globorotalia inconstans* Subbotina, 1953

- نوع : جلوپوروتاليا برايكورسوريا
Species: *Globorotalia praecursoria* Morozova, 1948
- توجد هذه الأنواع في طبقات الهبر (Hiber strata) بشمال غرب المملكة العربية
السعودية (El-Khayal, 1975).
- نوع : جلوپوروتاليا أكيوتا
Species: *Globorotalia acuta* Toulmin, 1941
- نوع : جلوپوروتاليا أيكما
Species: *Globorotalia aequa* Cushman & Renz, 1942
- نوع : جلوپوروتاليا أنجيولاتا
Species: *Globorotalia angulata* White, 1928
- نوع : جلوپوروتاليا شابماني
Species: *Globorotalia chapmani* Parr, 1938
- نوع : جلوپوروتاليا كونفيكسا
Species: *Globorotalia convexa* Subbotina, 1953
- نوع : جلوپوروتاليا أوكليوسا
Species: *Globorotalia occlusa* Loeblich & Tappen, 1957
- نوع : جلوپوروتاليا بزيديبولويدس
Species: *Globorotalia pseudobulloides* Plummer, 1926
- نوع : جلوپوروتاليا فيلاسكوأنسيس
Species: *Globorotalia velascoensis* Cushman, 1940
- توجد هذه الأنواع في متكون أم رضمة (Umm er Radhuma) بالمملكة العربية
السعودية (El-Khayal, 1977 a).
- نوع : جلوپوروتاليا أراجوننسيس
Species: *Globorotalia aragonensis* Nuttall, 1930
- نوع : جلوپوروتاليا كراساتا
Species: *Globorotalia crassata* Cushman, 1940
- نوع : جلوپوروتاليا بروأيدرمانى
Species: *Globorotalia broedermanni* Cushman & Bermudez, 1936
- نوع : جلوپوروتاليا أيلونجاتا
Species: *Globorotalia elongata* Glaessner, 1936

• نوع: جلوپوروتاليا مارجينودنتاتا

Species: *Globorotalia marginodentata* Subbotima, 1953

• نوع: جلوپوروتاليا بزيدوسيتيولا

Species: *Globorotalia pseudoscitula* Glaessner, 1936

• نوع: جلوپوروتاليا سبوتينا

Species: *Globorotalia subbotinae* Morozova, 1948

توجد هذه الأنواع في متكون طريف (Turaif Formation) بالمملكة العربية السعودية

(El-Khayal, 1977 b).

وبناء على الفورامينيفرا الطافية فقد عُينت الحدود الفاصلة بين الطباشيري والثلاثي و بين الباليوسين والأيوسين كذلك ، كما قسمت طبقات الهبر (Hiber strata) تحت السطحية بالمملكة العربية السعودية إلى عشرة نطق (El-Khayal, 1974 a).

Globorotalia pseudobulloides zone

Globorotalia praecursoria zone

Globorotalia angulata zone

Globorotalia pusilla pusilla zone

Globorotalia pseudomenardii zone

Globorotalia velascoensis zone

Globorotalia subbotinae zone

Globorotalia formosa formosa / *Globorotalia aragonensis* zone

Acarinina bullbrooki zone

Globigerapsis kugleri zone

قُسم متكون أم رضمة (Umm er Radhuma) بالمنطقة الشرقية للمملكة العربية السعودية ، وذلك باستخدام الفورامينيفرا الطافية إلى تسعة نطق يستفاد منها أيضاً في التعرف على المدى الجيولوجي للمتكون أيضاً ، ويمتد من الباليوسين المبكر إلى الأيوسين المبكر (El-Khayal, 1974 b & c) ..

Rotalia jacobi zone

Lockhartia haimei vermiculata zone

Lockhartia prehaimei zone

Lockhartia haimei suturadicata zone

Lockhartia smouti zone

Lockhartia haimei zone

Discocyclina redmondi zone

Operculina gatarensis zone

Miscellanea miscella zone

ب) جنس: أيجورينا *Igorina* Davidzon, 1976

الصدفة ذات لف مخروطي حلزوني مضغوط، والجانبان محدبان وهي عديدة الحجرات. يتراوح عدد الحجرات فيها وفي آخر لفه بين ٥ و ٩ حجرات، وخطوط الدرز مائلة، وغائرة من جهة جانب اللف الحلزوني، أما من الجانب السري فالحجرات ذات شكل شبه مثلث، خطوط الدرز شعاعية مستقيمة أو منحنية قليلاً، والسرة صغيرة جداً لاتظهر أحياناً، والجدار جيرى، والفتحة تقع بين السرة والمحيط. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الباليوسين العلوي إلى الأيوسين السفلي.

ومن أنواعه: أيجورينا لايفايجاتا { لوحة (٢,٨)، الصورة (٥) في نهاية الفصل } .

Species: *Igorina laevigata* Davidzon, 1976

ج) جنس: باراجلوبوروتاليا *Paragloborotalia* Cifelli, 1982

صدفة هذا الجنس ذات لف مخروطي حلزوني، جانب اللف فيها منبسط إلى حد ما، عدد اللفات حوالى لفتين ونصف، وهي عديدة الحجرات. تحتوى اللفة الأخيرة منها من أربع إلى خمس حجرات، كروية الشكل، وخطوط الدرز شعاعية غائرة، والجدار جيرى مثقب، والفتحة تمتد من السرة أو خارج السرة إلى الحافة وهي ذات شفة. انتشر هذا الجنس في أنحاء العالم من الأوليجوسين إلى الميوسين المتوسط.

ومن أنواعه: باراجلوبوروتاليا أويما { لوحة (٢,٨)، الصورة (٦) في نهاية الفصل } .

Species: *Paragloborotalia opima* Cifelli, 1982

٢٥ - عائلة: جلوبيجيرينيدا

Family: GLOBIGERINIDAE Carpenter, Parker&Jones, 1862

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات ذات لف مخروطي، وقد يكون اللف في مستوى واحد بحيث تغطي الحجرة الأخيرة اللف الأولى، والجدار سميك جيري مثقب، وقد يغطى بأشواك صغيرة. عند مراحل البلوغ يغطي الجدار من الخارج بطبقة من الكالسيوم تسمى هذه الطبقة بالقشرة (Crust)، والفتحة إما سرية أو درزية أو استوائية. قد يصاحب الفتحة مجموعة من الفتحات الأخرى التي تقع في الجانب الحلزوني، وقد تحتوي الفتحة الرئيسية على عدد كبير من الفتحات السطحية. تضم هذه العائلة ٢١ جنساً وتمتد من الأيوسين المتوسط إلى الحديث، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: جلوبيجيرينا Genus: Globigerina Orbigny, 1826

صدفة هذا الجنس دائرية أو كروية، وهي عديدة الحجرات. تترتب الحجرات فيها في لف حلزوني مخروطي، تحتوى اللفة الأخيرة عادة ما بين ثلاث وخمس حجرات. خطوط الدرز فيها غائرة والسرة مفتوحة، والمحيط الخارجي دائري، والجدار جيري مثقب. الفتحة الأولية قوسية الشكل في منطقة السرة، لا يوجد فيها فتحة ثانوية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الأيوسين العلوي إلى الحديث.

ومن أنواعه: جلوبيجيرينا بيولويدس {الوحة (٧،٢)، الصورة (١) في نهاية الفصل} .

Species: Globigerina bulloides Orbigny, 1826

ب) جنس: جلوبيجيرينويدس Genus: Globigerinoides Cushman, 1927

صدفة هذا الجنس حرة الحركة، عديدة الحجرات، حجراتها إما كروية أو بيضية الشكل، تترتب الحجرات في لف حلزوني مخروطي، ولكن عدد الحجرات في اللفة الواحدة قليل، وخطوط الدرز شعاعية غائرة، السرة مفتوحة، والجدار جيري مثقب بثقوب خشنة، والفتحة الأولية قوسية عند السرة، ولها فتحة ثانوية أو أكثر تفتح في

الجانب الحلزوني. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الأوليجوسين العلوي إلى الحديث.

ومن أنواعه: جلوبيجرينيودس ريوبر {لوحة (٢,٧)، الصورة (٢) في نهاية الفصل}.
Species: *Globigerinoides ruber* Cushman, 1927

(ج) جنس: جلوبوتوربوروتاليتا Hofker, 1976 *Genus: Globoturbotalita*

صدفة هذا الجنس حرة الحركة، عديدة الحجرات، الحجرات كروية الشكل، تترتب في لف مخروطي حلزوني، عددها في اللفة الواحدة قليل، وخطوط الدرز شعاعية منحنية غائرة، والجدار جيرى مثقب، والفتحة سرية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الأوليجوسين العلوي إلى الحديث.

ومن أنواعه: جلوبوتوربوروتاليتا ريوبيسنس {لوحة (٢,٧)، الصورة (٣) في نهاية الفصل}.

Species: *Globoturbotalita rubescens* Hofker, 1976

التاريخ الجيولوجي

Geological History

تُعدُّ عائلة ألوجروميديا Allogromiidae من أقدم عائلات الفورامينيفرا على الرغم من عدم حفظ بقاياها في صخور العصور الجيولوجية القديمة نظراً لأن جدارها كيتينى ويتحلل بمجرد موت الكائن الحي، (الشكل رقم ١٢، ٢).

في صخور ما قبل الكامبري العلوي استطاع فريق من الباحثين التعرف على جنسين هما توليامينا *Tolypammina* وبائيسيفون *Bathysiphon* من عائلة *Ammodiscidae* (Brasier, 1977) وفي عصر الكامبري بدأت عائلة *Astrorhizidae* وبخاصة جنس أستروهيذا *Astrorhiza* ذو الصدفة الرملية في الظهور، ومن المعتقد أن هذه العائلة أخذت نشأتها من عائلة *Allogromiidae* حيث بدأت أنواع منها في جمع الفتات الصخرى

التصنيف	الترتيب الجيولوجي لعائلات الفورامينيفرا	حقب الحياة الحديثة		حقب الحياة القديمة															
		الحياة الحديثة	حقب الحياة المتوسطة	البري	البحري	البري	البحري	البري	البحري										
		الرياء وال	الفلان وال	الطباشيري	الجوراسي	التريادي	البري	الكربوني	الديفوني	اليلوري	الأردفيسي	الكمبري							
Allogromiidae	ألوغروميديا																		
Astrorhizidae	أستروهيديدا																		
Rhabdamminidae	رابدامينيديا																		
Ammoscididae	أموديسيديا																		
Lituolidae	ليتوليديا																		
Cyclamminidae	سيكلامينيديا																		
Textulariidae	تكستولاريديا																		
Ataxophragmiidae	اتكسوفراجميديا																		
Orbitolinidae	أوريبتولينيديا																		
Endothyridae	أندوثيريديا																		
Fusulinidae	فيوزولينيديا																		
Miliolidae	مليوليديا																		
Peneroplidae	بنروبيديا																		
Alveolinidae	الفولينيديا																		
Nodosariidae	نودوزاريديا																		
Lagenidae	لاجينيديا																		
Buliminidae	بليمينيديا																		
Discorbidae	ديسكوربيديا																		
Rotaliidae	روتاليديا																		
Nummulitidae	نيموليتيديا																		
Miogypsinidae	ميوجيپسينيديا																		
Heterohelicidae	هيتروهليسيديا																		
Globotruncanidae	جلوبوترنكانيديا																		
Globorotaliidae	جلوبوروتاليديا																		
Globigerinidae	جلوبيجرينيديا																		

الشكل رقم (٢, ١٢). التوزيع الجيولوجي لعائلات الفورامينيفرا.

ولصقتها على الطبقة الكيتينية وكونت الصدفة الرملية وهذه العائلة بلغت أقصى انتشار لها في حقبة الحياة القديمة Paleozoic (بخاصة في عصرى الأردوفيشي والسيلوري)، وفي نهاية العصر الأردوفيشي ظهر أول أنواع عائلة لاجينيدا Lagenidae ممثلة في جنس لاجينا *Lagena* التي من أهم مميزاتها أن صدفاتها ذات جدار جيري وتكون من حجرة واحدة فقط، وفي العصر السيلوري بدأ ظهور عائلة أندوثيريدا Endothyridae بالإضافة إلى عائلة أموديسيدا Ammodiscidae، التي يعتبرها عدد كبير من العلماء أنها أساس أغلب العائلات الأخرى، أما في العصر الديفوني فلقد بدأت عائلة أندوثيريدا Endothyridae في الازدهار ولكن في العصر الكربوني حلت محلها عائلة فيوزولينيدا Fusulinidae ذات الانتشار الواسع في العصر الكربوني الأوسط والعلوي، واختفت بانتهاء العصر البرمي، ومن المعروف أن أصداف هذه العائلة قد بلغت أكثر درجة من التعقيد، وتعتبر على درجة عالية من الرقي في حقبة الحياة القديمة، وتشارك أصداف هذه العائلة في تكوين الكثير من الأحجار الجيرية. ولقد ازدهرت أيضاً عائلة مليوليدا Miliolidae خلال العصر البرمي.

وفي حقبة الحياة المتوسطة Mesozoic وفي منتصف العصر الترياسي بدأت في الظهور عائلات بوليمينيدا Buliminidae، وجلوبيجيرينيدا Globigerinidae، وديسكوربيدا Discorbidae هذا بالإضافة إلى استمرارية تواجد عائلات مليوليدا Miliolidae وأندوثيريدا Endothyridae ونودوزاريدا Nodosaridae، وليتيوليدا Lituolidae ومع نهاية العصر الترياسي وبداية العصر الجوراسي بدأت عائلتا نودوزاريدا Nodosariidae وليتيوليدا Lituolidae في الازدهار والانتشار الواسع. ومع بداية العصر الطباشيري بدأت عائلتا أوربيتولينيدا Orbitolinidae وجلوبيجيرينيدا Globigerinidae في الازدهار والانتشار الواسع خلال هذا العصر.

أما في حقبة الحياة الحديثة Cenozoic ومع بداية العصر الثلاثي Tertiary، فقد بدأت عائلة نيموليتيدا Nummulitidae في الظهور وتطورت هذه العائلة حيث بلغت أحجاما كبيرة تصل إلى ١٠٠ مم ولعبت دوراً كبيراً في تكوين أحجار جيرية وبخاصة في

الأيوسين. كما انتشرت عائلة بوليمينيدا Buliminidae انتشاراً كبيراً إذ ضمت عدداً كبيراً من الأجناس قد يصل عددها إلى حوالي ١٥٠ جنساً. كما ظهرت، أيضاً، عائلة أوربيتوايدا Orbitoididae وازدهرت في هذا العصر وانتشرت انتشاراً واسعاً.

ومع نهاية العصر الثلاثي Tertiary وبداية العصر الرباعي Quaternary بدأت عائلتا ميوجيسينيدا Miogypsinidae وأوربيتوايدا Orbitoididae في التراجع حيث اختفت بعد ذلك، وخلال العصر الرباعي ازدهرت عائلات كثيرة منها روتاليدا Rotaliidae وديسكوربيدا Discorbidae وبوليمينيدا Buliminidae وجلوبيجيريديدا Globigerinidae وتضائلت ليتوليديدا Lituolidae وألفيولينيدا Alveolinidae وميلوليديدا Miliolidae ونودوزاريدا Nodosariidae.

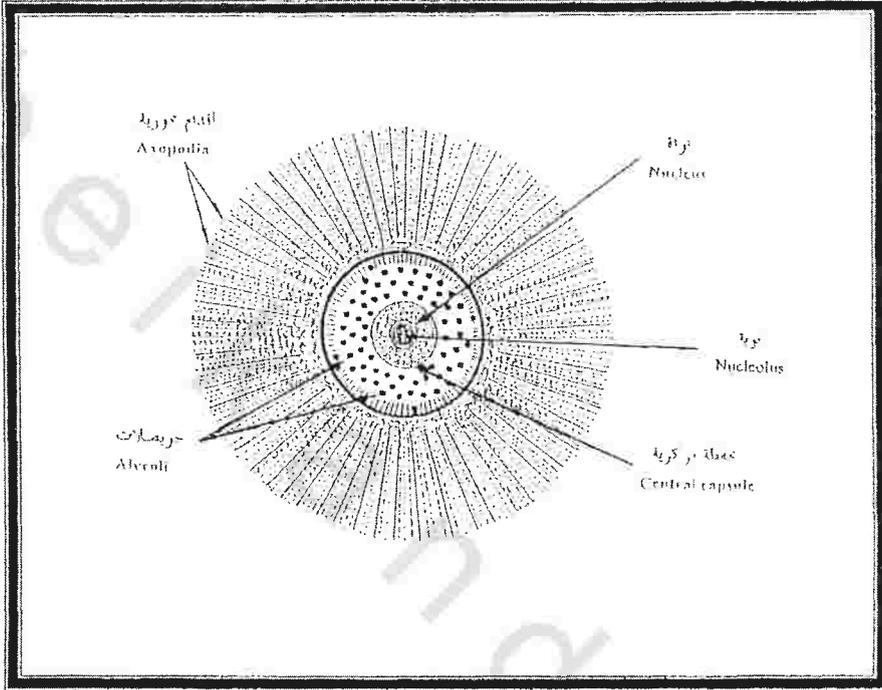
الراديلولاريا

Radiolaria

تتميز الراديلولاريا عن باقي الأوليات بانقسام المحتوى الخلوي إلى نطاق داخلي ونطاق خارجي يفصلهما غشاء مميز (Kling, 1976)، كما هو مبين في الشكل رقم (١٣، ٢)، كما أن هيكلها الخارجي يتكون من السيليكا غير المتبلورة (Amorphous). وتعيش الراديلولاريا طافية في العمود المائي للبحار والمحيطات وتعدُّ إحدى المجموعات الأحفورية ذات التاريخ الجيولوجي شبه المكتمل، حيث ظهرت بداياتها الأولى في أوائل حقبة الحياة القديمة واستمرت حتى وقتنا الحاضر بنفس درجة الانتشار والتنوع.

الأجزاء الرخوة Soft Parts

الراديلولاريا كائنات وحيدة الخلية تتراوح أبعادها بين ١٠٠ - ٢٠٠٠ ميكرون وتحصل على غذائها بالأقدام الكاذبة (مثلها في ذلك مثل الفورامينيفرا)، وتعيش معظم أنواع الراديلولاريا بشكل مستقل، ويعيش بعضها على شكل مستعمرات تلتصق هياكل أفرادها بمادة جلاتينية ضامة، وتقدر فترة حياة أفراد الراديلولاريا بما لا يزيد عن شهر واحد (Brasier, 1980).



الشكل العام الخارجي للراديوالاريا.

الشكل رقم (٢،١٣). الشكل العام الخارجي للراديوالاريا

(عن: Shrock & Twenhofel, 1953).

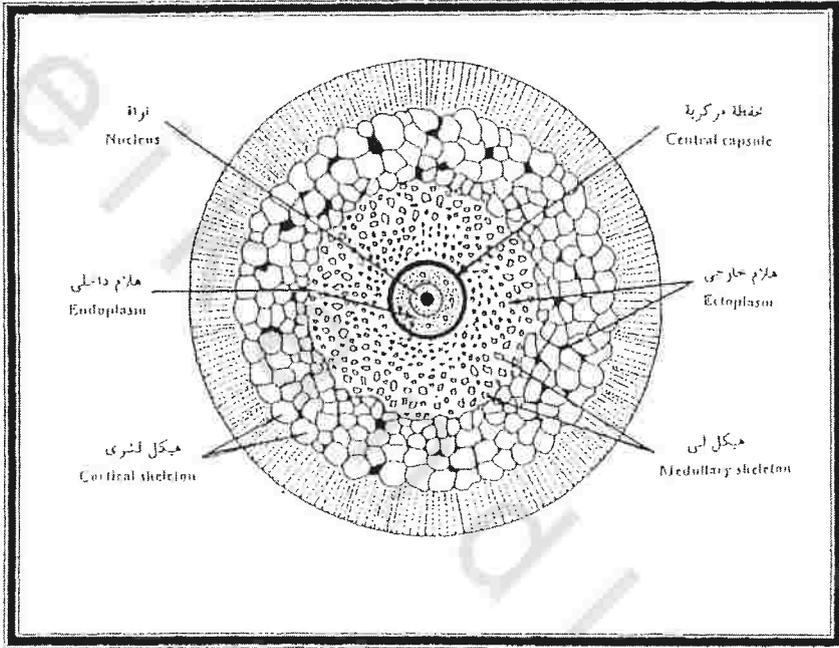
يتكون الهلام الأولي (Protoplasm) الذي يمثل الجزء الرخو في الكائن من جزأين أساسيين هما الهلام الداخلي (Endoplasm) والهلام الخارجي (Ectoplasm) يفصلهما غشاء عضوي مثقب.

يحتوي الهلام الداخلي، الذي يطلق عليه المحفظة المركزية (Central capsule)، على نواة (Nucleus) واحدة أو أكثر، كما هو موضح في الشكل رقم (٢، ١٤)، بالإضافة إلى بعض الفراغات المنتشرة في المادة الهلامية الكثيفة. ويُعدُّ الهلام الداخلي أساس عملية التكاثر وتوليد الطاقة اللازمة للكائن من خلال عمليات التمثيل الغذائي.

أما الهلام الخارجي فتنتشر فيه حويصلات (Alveoli) كثيرة تترتب في دوائر مركزية. ويعتقد أن هذه الحويصلات لها دور مهم في حفظ التوازن المائي (الهيدروستاتيكي) للراديلولاريا التي تعيش طافية في البحار. وللحيوان نوعان من الأقدام الكاذبة (Pseudopodia) تترتب بشكل شعاعي منطلقة من المحفظة المركزية للخلية، حيث يتكون النوع الأول من مادة هلامية تغطي محوراً هيكلياً مكوناً من السيليكا يضمن، من خلاله، لهذه الأقدام قدراً من الصلابة، ويطلق على هذا النوع اسم الأقدام المحورية (Axopodia). أما النوع الثاني من الأقدام الكاذبة فيقتصر على المادة الهلامية فقط مما يجعلها ضعيفة ومفتقرة إلى أي قدر من الصلابة ويسمى هذا النوع بالأقدام الخيطية (Filopodia).

التغذية Feeding

تتغذى الراديلولاريا على الكائنات الطافية مثل الأوليات والدياتومات والبكتريا. وتقوم الأقدام الكاذبة بصيد الفريسة وشل حركتها وهضمها في الحويصلات المنتشرة في الهلام الخارجي وتصل نواتج الهضم المفيدة إلى الهلام الداخلي عبر الغشاء المثقب. وقد لوحظ أن بعض أنواع الطحالب تعيش متكافلة داخل الراديلولاريا التي تعيش في النطاق الضوئي (Photic zone).



قطاع يوضح التركيب الداخلي للرايديولاريا.

الشكل رقم (٢٠١٤). قطاع توضيحي للتركيب الداخلي للرايديولاريا

(عن: Shrock & Twenhofel, 1953).

التكاثر Reproduction

تتكاثر الراديولاريا بالانقسام اللاتزاوجي للخلية بحيث تنقسم إلى خليتين وليدتين تحتفظ إحداهما مؤقتاً بهيكل الخلية الأم ثم تقوم الاثنتان بإفراز هيكل خاص لكل منهما.

الهيكل Skeleton

يتكون هيكل الراديولاريا السيليسي من أشواك (Spines) ممتدة بشكل شعاعي إلى خارج الهلام الخارجي وترتبط فيما بينها بشبكة من القضبان العمودية (Perpendicular bars).

وهناك قضبان شعاعية (Radial bars) تشبه الأشواك، ولكنها تتميز بتشابك أطرافها بباقي عناصر الهيكل دون أن تتجاوز الهلام الخارجي.

وفي أحيان كثيرة يتكون هيكل الراديولاريا من كريات متداخلة حيث تسمى الخارجية منها بالهيكل القشري (Cortical skeleton)، بينما تسمى الداخلية منها بالهيكل اللبي (Medullary skeleton).

الجدار Wall

هناك ثلاثة أنواع رئيسية لجدار الراديولاريا تختلف تبعاً لترتيب العناصر التي يتكون منها الهيكل. فهناك الجدار الشبكي (Latticed wall) الذي ينشأ بسبب الترتيب الشبكي للأشواك والقضبان. وتتميز فتحات هذا الجدار بالشكل السداسي الذي قد يستدير بسبب ترسب السيليكا على الحافة الداخلية للفتحات. وهناك أيضاً الجدار الإسفنجي (Spongy wall) الذي يتكون نتيجة الترتيب المعقد لبعض القضبان الرقيقة نسبياً.

أما النوع الثالث والأخير فهو الجدار الصفائحي المثقب (Perforated plate wall) الذي يتميز بالصلابة والتجانس وتخرقه ثقوب متسعة نسبياً.

البيئة Ecology

تعيش الراديولاريا بأجناسها وأنواعها المختلفة في المياه البحرية، حيث تطفو في الطبقات العليا لمياه البحار والمحيطات. تكثر الراديولاريا في البيئات البحرية المفتوحة مثل الواجهة البحرية من المنحدرات القارية (Continental slopes)، حيث يتجدد المحتوى الغذائي للمياه السطحية بفعل التيارات المائية التي تحمل الغذاء من المياه العميقة إلى السطح بالإضافة إلى كثرة الكائنات الطافية التي تمثل غذاء جيداً للراديولاريا. تبلغ الراديولاريا أقصى درجات التنوع و الازدهار في المياه الإستوائية ولكنها تنتشر بكثرة أيضاً في المياه تحت القطبية (Sub-arctic) جنبا إلى جنب مع الدياتومات.

هناك العديد من العوامل التي تساعد الراديولاريا على بقائها طافية في طبقات العمود المائي. فوجود كريات دهنية وحوصلات غازية في هلام الكائن يساعدان على تقليل الوزن النوعي. هذا وإن وجود أشواك وأقدام كاذبة ذات محور صلب تساعد بالإضافة إلى الثقوب المتعددة في هيكل الراديولاريا في عملية الطفو.

التصنيف Classification

يعتمد تصنيف الراديولاريا على الأسس التالية :

١ - الشكل العام للصدفة General shape of shell

٢ - التماثل الشعاعي Radial symmetric

٣ - التركيب الكيميائي للصدفة Chemical composition of shell : يتركب جدار الصدفة إما من السيليكات Silicates أو من كبريتات السترانشيوم Strontium sulphate.

٤ - بنية الجدار Wall structure كما سبق ذكره هناك ثلاثة أنواع من الجدر هي :

أ) جدار شبكي Latticed wall

ب) جدار إسفنجي Spongy wall

ج) جدار صفائحي مثقب Perforate plate wall

٥ - المحفظة المركزية Central capsule وشكل الفتحات Shape of apertures.

٦- الزخرفة Ornamentation

٧ - عدد الأشواك وترتيبها Number and arrangement of spines

تشتمل طائفة الراديولاريا Class: RADIOLARIA على ربتين موضحتين في اللوحات المصورة عن (Haq and Boersma, 1980) وهما:

١ - رتبة السبملياريا Order: SPUMELLARIA

٢ - رتبة النزيلاريا Order: NASELLARIA

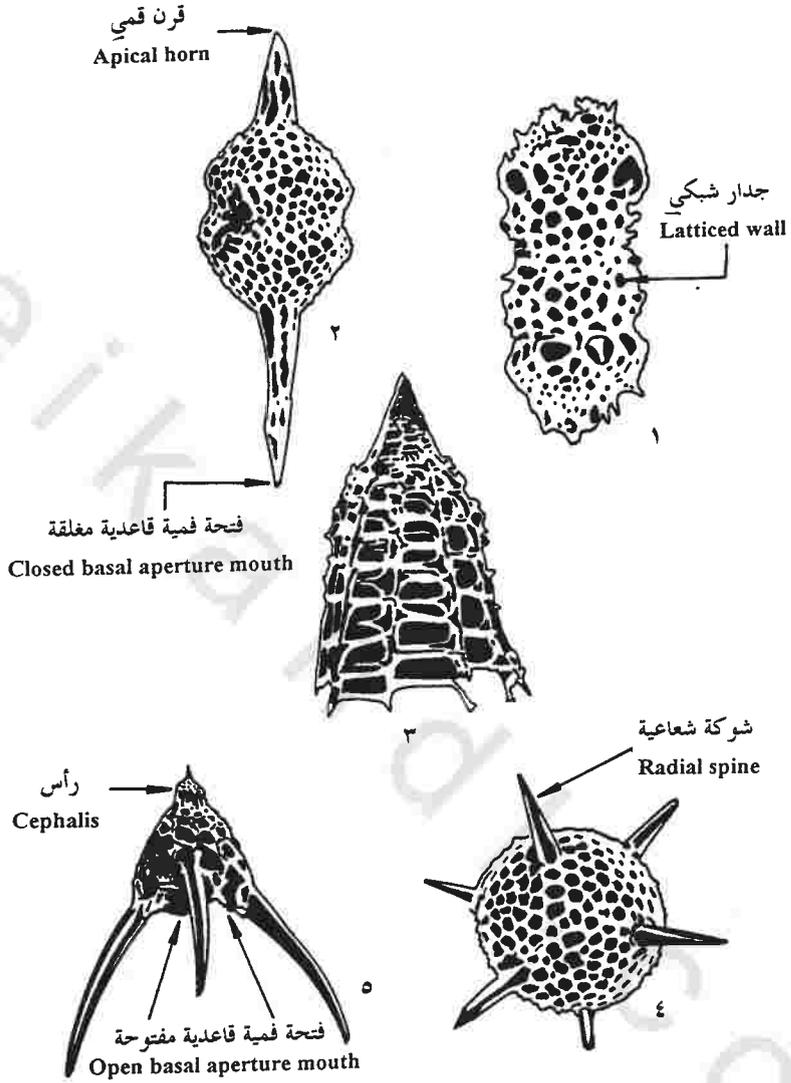
وسنعرض فيما يلي بشيء من التفصيل لكل من هاتين الربتين.

رتبة: السبملياريا Order: SPUMELLARIA

تميز هياكل هذه الرتبة من الراديولاريا بالأشكال الكروية بالإضافة إلى الأشكال البيضية والقرصية وغير ذلك. تنبثق منها أشواك مرتبة بطريقة شعاعية، كما هو مبين في الشكل رقم (٢، ١٥). يتكون الهيكل، عادة، من كريات متداخلة، تسمى الخارجية منها بالهيكل القشري بينما تسمى الداخلية بالهيكل اللبي وتُعدُّ مجموعة أكتينوما Actinomma من المجموعات المثلة لهذه البنية، حيث يتكون هيكلها من ثلاث كريات متداخلة ومزودة بأشواك وقضبان ذات أحجام مختلفة. تنتشر هذه الرتبة من العصر الكمبري إلى الحديث.

رتبة: النزيلاريا Order: NASELLARIA

تتراوح أشكال هياكل الراديولاريا التابعة لهذه الرتبة بين الشكل الشوكي البسيط المتمثل في بعض الأشواك المتشابكة إلى الشكل الحلقي، كما هو موضح في الشكل رقم (٢، ١٥)، ثم إلى الشكل الفراغي الذي يشبه القبة في كثير من الأحيان. ويشتمل هذا الشكل الأخير على فتحة فموية قاعدية (Basal shell mouth) تكون مفتوحة في أغلب الأحيان ومغلقة في الأحيان الأخرى وتسمى الحجرة الابتدائية في الهيكل بالرأس (Cephalis)، حيث تحتوي بداخلها على الشوكة الأساسية. وقد يخرج من هذه الحجرة بروز يسمى بالقرن القمي (Apical horn). وتنتشر هذه الرتبة من العصر الكمبري إلى الحديث.



الشكل رقم (٢، ١٥). نماذج مختلفة من رتبة طائفة الراديولاريا (عن: Kling, 1980).

.Order: Spumellaria - رتبة السبميلاريا ١، ٢، ٤

.Order: Nasellaria - رتبة النزيلاريا ٣، ٥

هناك نوع آخر من الراديولاريا الذي يتميز بجدار عضوي مختلط بقدر من السيليكا لا يتجاوز ٢٠٪. ولهذا تقل الأهمية الأحفورية لهذه الأشكال، حيث يندر حفظ بقاياها في الصخور الرسوبية نظراً لتحلل الجزء العضوي الغالب على الهيكل. هناك مجموعات تصنيفية شبيهة بالراديولاريا مثل Heliozoans التي تتميز أيضاً بالتمائل الشعاعي ولكنها تعيش في بيئات المياه العذبة، كما أنها لا تترك هيكلًا قابلاً للحفظ والتأخر بعد موتها.

أما مجموعة Acantharions التي تشبه الراديولاريا أيضاً، فيتكون هيكلها من كبريتات السترانشيوم ($SrSO_2$). لهذا يصعب تأخرها في الصخور. تتميز هذه المجموعة عن الراديولاريا بدرجة أعلى في التماثل القائم على الترتيب الشعاعي لعدد ٢٠ شوكة (Kling, 1976).

رواسب الراديولاريا Radiolarian Sediments

توجد الراديولاريا على هيئة رزغات سيليسية في الأعماق السحيقة للبحار والمحيطات التي يتراوح عمقها بين ٣٠٠٠ - ٥٠٠٠ م. ويمثل الرزغ الراديولاري (Radiolarian ooze) ما يقرب من ٢٠ - ٣٠٪ من رواسب قيعان المحيطات. وتؤدي عمليات الانقلاب التي تحدث في المحيطات إلى إعادة ترسيب الرزغات الراديولارية على هيئة صَوَان راديولاري (Radiolarian chert) شديد الصلابة.

وتتعرض الراديولاريا التي تعيش طافية في العمود المائي البحري إلى تقلبات مختلفة تؤدي إلى ذوبان العديد من هياكلها بعد موتها، حتى إن العالمان هيث وكلينج (Heath, 1974; Kling, 1976) يريان أن ١٠٪ فقط من هياكل الراديولاريا هي التي تترسب فعلاً على القيعان البحرية. ويرجع ذوبان هياكل الراديولاريا إلى أن المياه البحرية غير مشبعة بالسيليكا. وتحدث عمليات الذوبان هذه في مراحل مختلفة، تبدأ أثناء هبوط الراديولاريا في العمود المائي، حيث تذوب بعض الهياكل الرقيقة ثم يذوب البعض الآخر عند تجمعها رواسب سطحية على قيعان المحيطات. وحتى بعد الدفن فإن بعض الهياكل التي أجتازت المرحلتين السابقتين تذوب بفعل المياه التي تتخلل الرواسب.

وقد ثبت أن الرواسب السطحية للراديو لاريا على قيعان المحيطين: الهندي والهادي تزيد عن مثيلاتها في المحيط الأطلسي، وذلك لأن مياه المحيط الأطلسي تتميز بقلة تشبعها بالسيليكا مما يجعلها قادرة على إذابة كمية أكبر من هياكل الراديو لاريا. وقد لوحظ أن رواسب الراديو لاريا توجد على قيعان المحيطات السحيقة في المناطق الإستوائية، قد تصل إلى قرابة ١٠٠٠٠٠٠ هيكلم /جم من الرسوبيات القاعية (Brasier, 1980)، وهي الأعماق التي لا تترسب فيها هياكل كلسية لأنها تزيد عن العمق الذي يتم فيه تعادل الكربونات. هذا و تنتشر رواسب الراديو لاريا في المناطق القطبية وتحت القطبية (جنباً إلى جنب مع الدياتومات) حيث تغيب الهياكل الكلسية بسبب انخفاض درجة الحرارة.

وتنتشر رواسب حجر صوان الراديو لاري في أحواض ترسيب تتميز بمخائص معينة. فصخور العصر الجوراسي في بحرالتيشس (Tethys) تتميز مثلاً، بوجود حجر صوان راديو لاري يعلو رواسب بحرية عميقة. ويفسر وجود صخر الصوان الراديو لاري بأنه يترسب في أعماق كبيرة تفوق أعماق تعادل الكربونات في منطقة حزام وسط المحيط (Mid-oceanic ridge)، الذي يمثل مركز اتساع قاع المحيط (Ocean-floor spreading) في ذلك الوقت.

هذا وقد ثبت أن رواسب الراديو لاريا تعلقو في بعض الأحيان صخور الوسائد البازلتيية (Pillow basalts) التي تخرج من شق قاع المحيط وتنساب على جوانبه أثناء عملية اتساع القاع. وتوجد رواسب صخر الصوان الراديو لاري في رواسب العكارة (Turbidites sediments) أيضاً، تلك التي تكون في أخاديد عميقة (Deep trenches) والتي تنشأ نتيجة ارتطام الألواح القارية والمحيطية التي تكون القشرة الأرضية.

التاريخ الجيولوجي Geological History

يعتقد أن الراديو لاريا قد ظهرت في منتصف العصر الكمبري. وبذلك فإنها تمثل إحدى المجموعات الأحفورية المكتملة، حيث إنها مازالت موجودة في مياه البحار

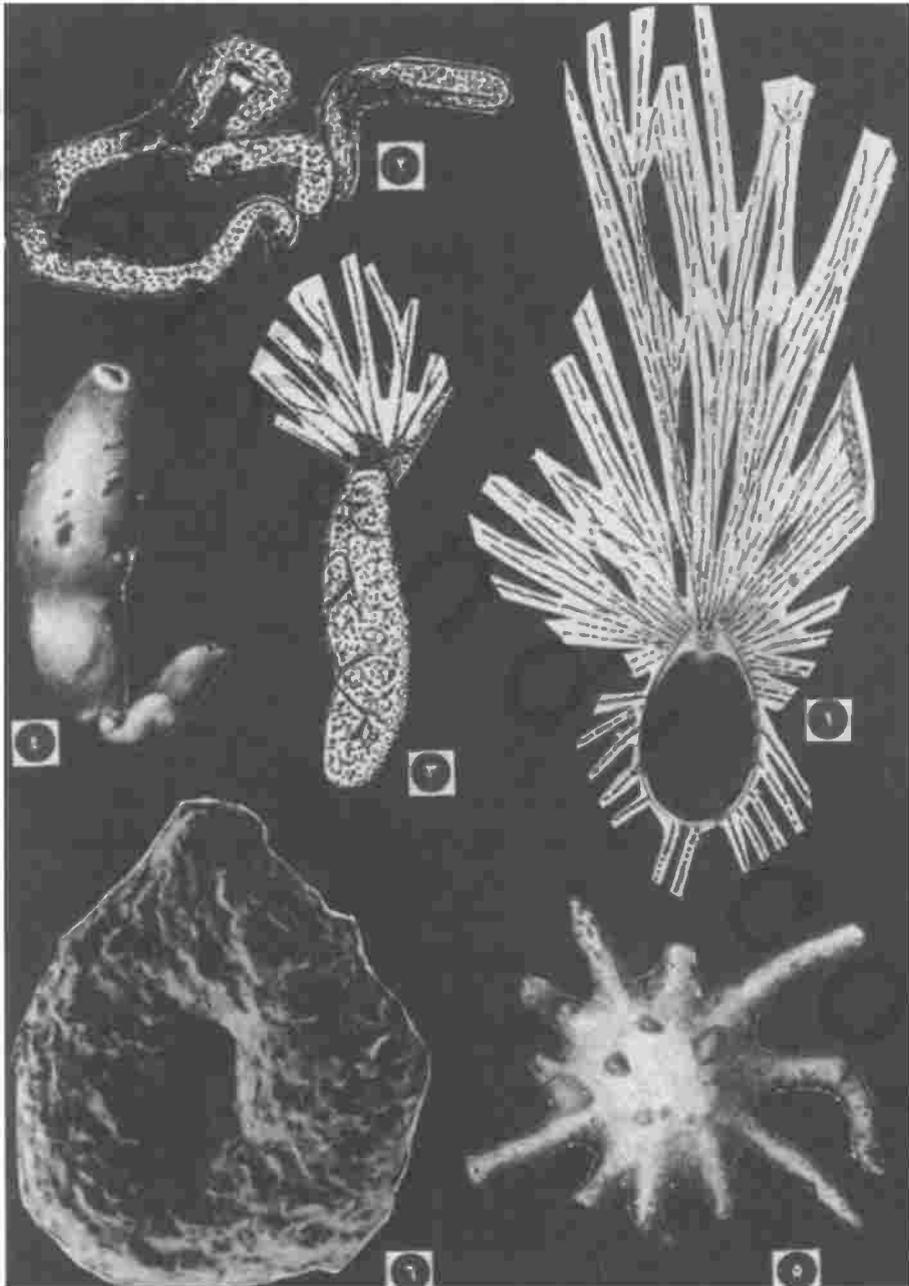
والمحيطات حتى يومنا هذا. ويظن بعض العلماء أن التناقص الحاد في عدد أنواع الراديولاريا الذي حدث في العصرين البرمي والتركاسي يرجع إلى الانغلاق الحركي لبعض البحار والمحيطات التي كانت موجودة في حقب الحياة القديمة. وتبعاً لهذا التفسير فإن الزيادة الهائلة في أنواع الراديولاريا التي حدثت بعد ذلك تعزي إلى كثرة المحيطات التي انفتحت بعد العصر التركاسي (Brasier, 1980).

ومن أهم مجموعات رتبة السميلاريا ذات الشكل البيضي مجموعة أومناتارتوس *Omnatartus* {لوحة (٢,٩)، الصورة (١) في نهاية الفصل} التي ظهرت في الميوسين، وكنارتوس *Cannartus* {لوحة (٢,٩)، الصورة (٢) في نهاية الفصل} التي ظهرت في الأوليجوسين. أما الأشكال الكروية لهذه الرتبة فمنها مجموعة هابلنتاكتينيا *Haplentactinia* {لوحة (٢,٩)، الصورة (٣) في نهاية الفصل} التي ظهرت خلال الديفوني، وأكتينوما *Actinomma* {لوحة (٢,٩)، الصورة (٤) في نهاية الفصل} التي ظهرت في الميوسين.

أما رتبة النزيلاريا فلقد ظهرت منها مجموعات ذات أشكال حلقيه منها ستيكوكوريس *Stichocorys* {لوحة (٢,١٠)، الصورة (١) في نهاية الفصل} التي ظهرت في الميوسين، وأنثوسيرتيديم *Anthocyrtidium* {لوحة (٢,١٠)، الصورة (٢) في نهاية الفصل} التي ظهرت في الأيوسين. وظهرت مجموعات أخرى ذات أشكال شوكية مثل بتريروكانيم *Pterocanium* {لوحة (٢,١٠)، الصورة (٣) في نهاية الفصل} التي ظهرت في الأيوسين، وساتيورنيفورما *Saturniforma* {لوحة (٢,١٠)، الصورة (٤) في نهاية الفصل} التي ظهرت في الطباشيري. وللراديولاريا أهمية كبيرة في التقسيم الطبقي الحيوي (Biostratigraphic subdivision) لرواسب القيعان العميقة للبحار والمحيطات، فضلاً عن كونها مؤشراً له أهميته في استنتاج البيئة القديمة وبخاصة في تحديد التغيرات التي كانت تطرأ على عمق تعادل الكربونات في الأزمنة الجيولوجية المختلفة.

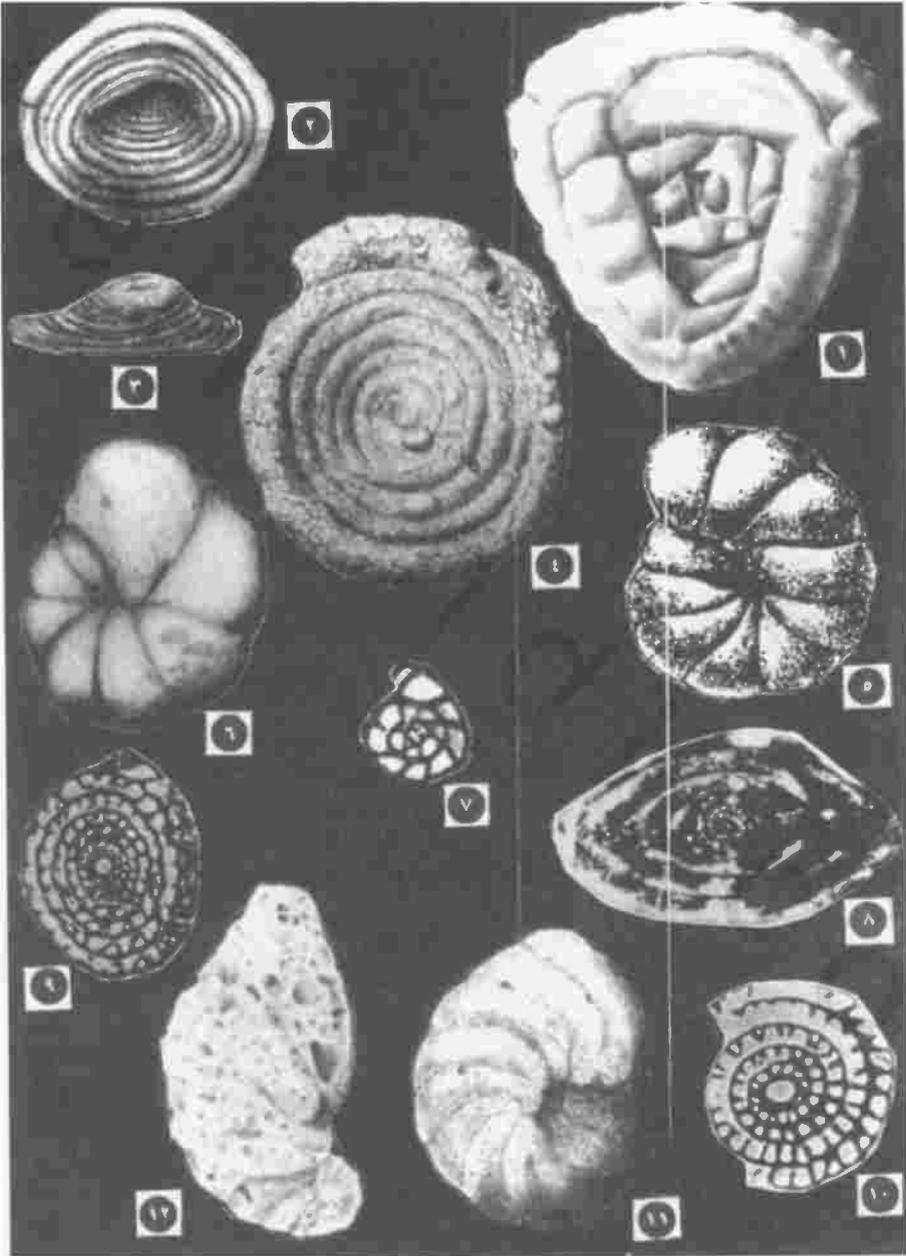
لوحة رقم (٢،١)

- ١ - ألجروميا أوفيوذا
Allogromia ovoidea Rhumbler, 1904 (X35)
- ٢ - نموجوليا لنجيفريابليس
Nemogullmia longevariabilis Nyholm, 1953 (X5)
- ٣ - كيتينوساكس زولينسيس
Chitinosaccus zuluensis Smitter, 1956 (X60)
- ٤ - بيلوسينا فريابليس
Pelosina variabilis Brady, 1879 (X7)
- ٥ - أستروهيزا ليمنيكولا
Astrorhiza limnicola Sandahl, 1858 (X8)
- ٦ - اينوريس تيويولاتا
Inauris tubulata Conkin *et al.*, 1979 (X109)



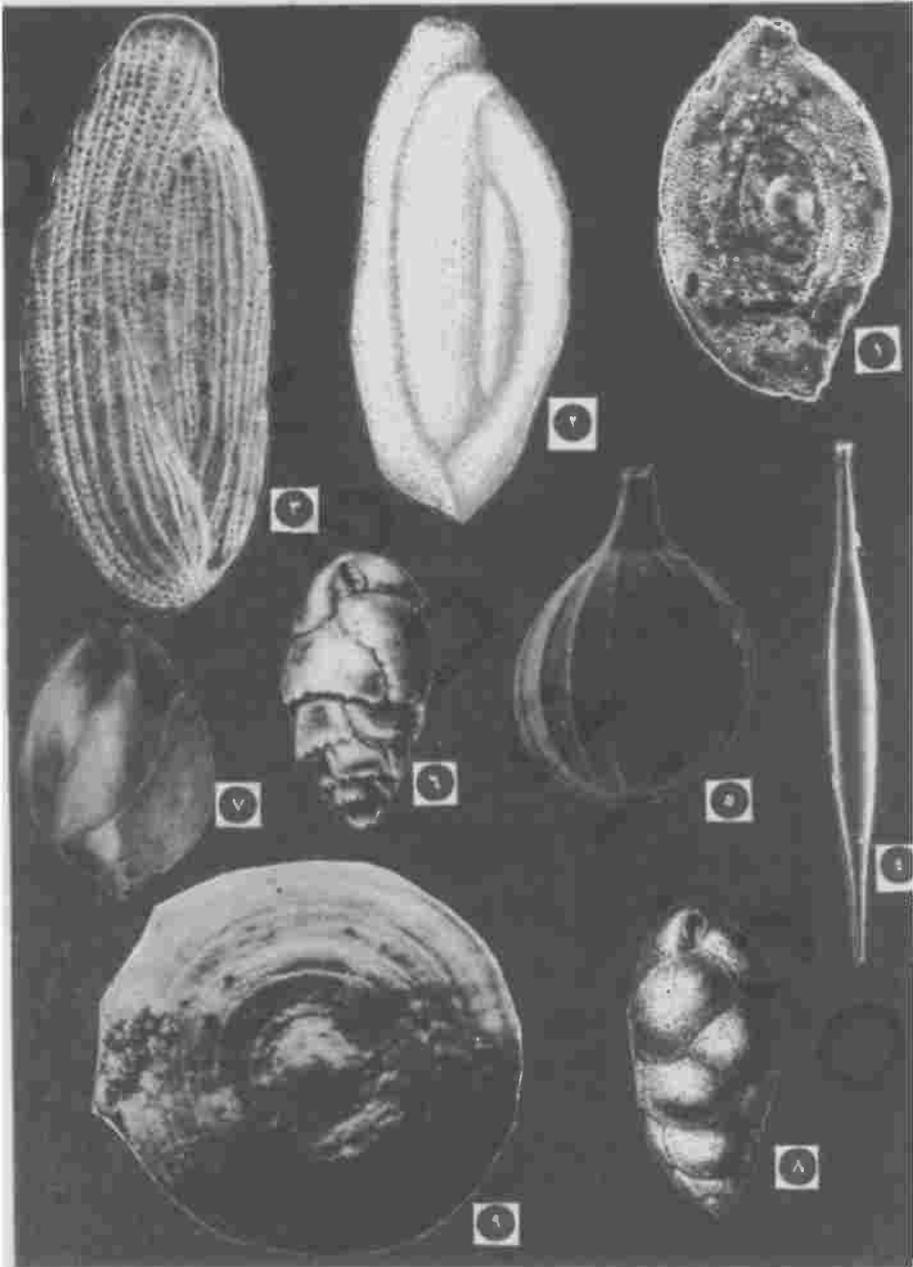
لوحة رقم (٢, ٢)

- ١ - جلو موسبيرلا أميكيولانا
Glomospirella umbiculata Plummer, 1945 (X64)
- ٢ - ٣ - أرينوتوريسبيريلينا أبتিকা
Arenoturrspirillina aptica Tairov, 1956 (X100)
- ٤ - أموديسكس أسبر
Ammodiscus asper Reuss, 1862 (X41)
- ٥ - جلو بودوثيرا بسيدو جلو يوليوس
Globoendothyra pseudoglobulus Bogush & Yuferev, 1962(X40)
- ٦ - أندوثيرا بوماني
Endothyra bowmani Phillips, 1846 (X72)
- ٧ - بريسلا بريسكا
Priscella prisca Mamet, 1974 (X50)
- ٨ - ينجيشينا أينيكا
Yangchienia iniqua Lee, 1934 (X40)
- ٩ - كوازي فيوزلينا لنجيسيمما
Quasifusulina longissima Lee, 1934 (X40)
- ١٠ - فيوزولينا سيلندريكا
Fusulina cylindrica Fisher de Waldheim, 1829 (X20)
- ١١ - ليتيولا نوتيلويديا
Lituola nautiloidea Lamarck, 1804 (X16)
- ١٢ - أموتيم كاسيس
Ammotium cassis Loeblich & Tappan, 1953 (X28)



لوحة رقم (٢,٣)

- ١ - نياجيت بيرامنسيس
Neaguites byramensis Anderson, 1984 (X113)
- ٢ - مليولا سكسورم
Miliola saxorum Lamarck, 1804 (X53)
- ٣ - روبرتيانلا روبرتيانا
Rupertianella rupertiana Loeblich & Tappan, 1985 (X50)
- ٤ - هيلينونتريون ساهيولنس
Hyalinonetrion sahulense Patterson&Richardson, 1987(X70)
- ٥ - لاجينا سلكاتا
Lagena sulcata Kanmacher, 1798 (X300)
- ٦ - بوليمينا مرجيناتا
Bulimina marginata Orbigny, 1826 (X50)
- ٧ - جلوبوليمينا أوريكيولاتا
Globobulimina auriculata Cushman, 1927 (X52)
- ٨ - بروتوجلوبوليمينا بيوبويدس
Protoglobobulimina pupoides Hofker, 1951 (X50)
- ٩ - أوربيتولينا كنكافا
Orbitolina concava Orbigny, 1850 (X57)



لوحة رقم (٤, ٢)

Dictyoconus indicus Blanckenhorn, 1900 (X20)

Fallotella alavensis Mangin, 1954 (X30)

Ovalveolina ovum Reichel, 1936 (X27)

Glomalveolina ludwigi Hottinger, 1962 (X54)

Alveolina schwageri Orbigny, 1826 (X50)

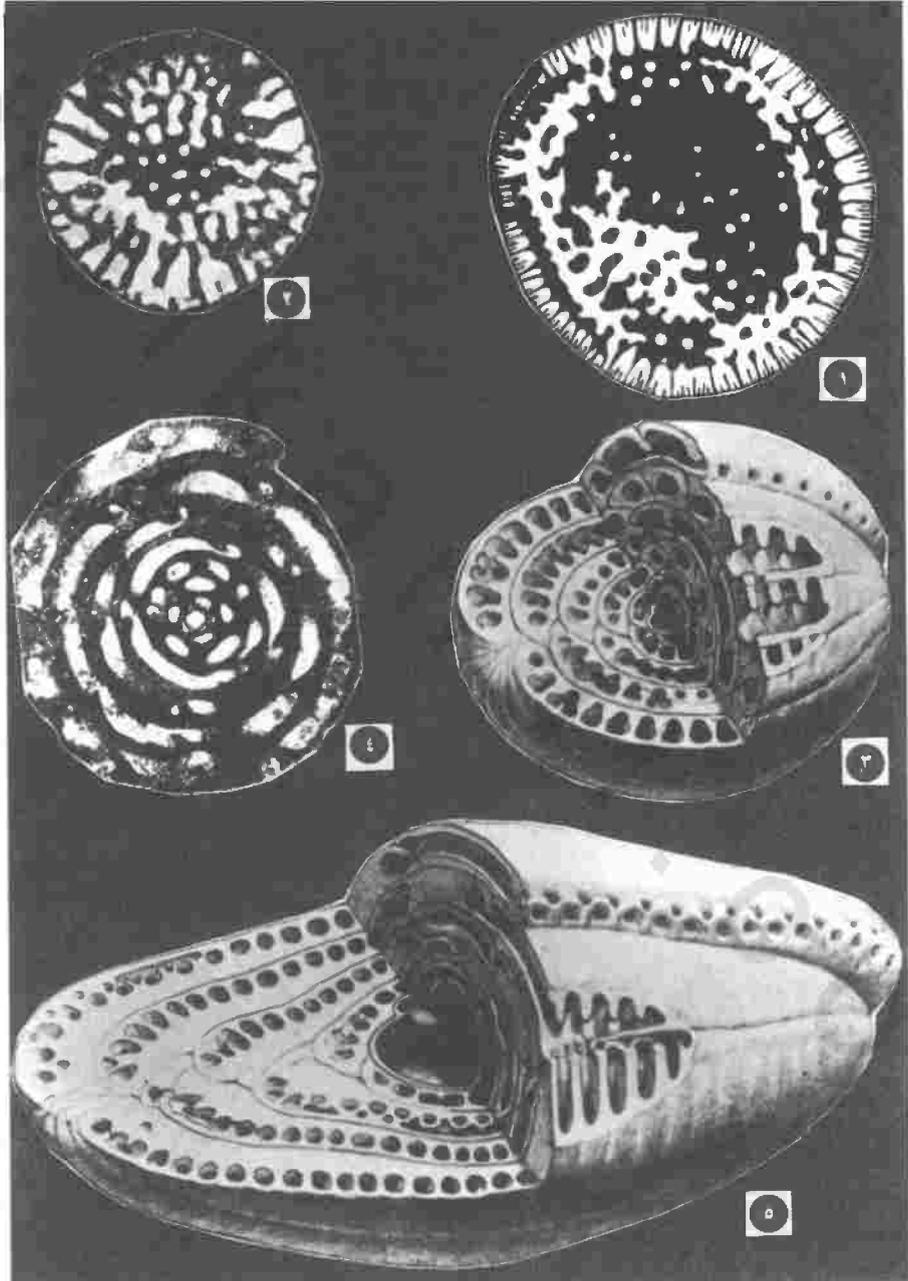
١ - ديكتيوكونس أنديكيوس

٢ - فالوتلا ألافنيس

٣ - أوفالفيولينا أوفيوم

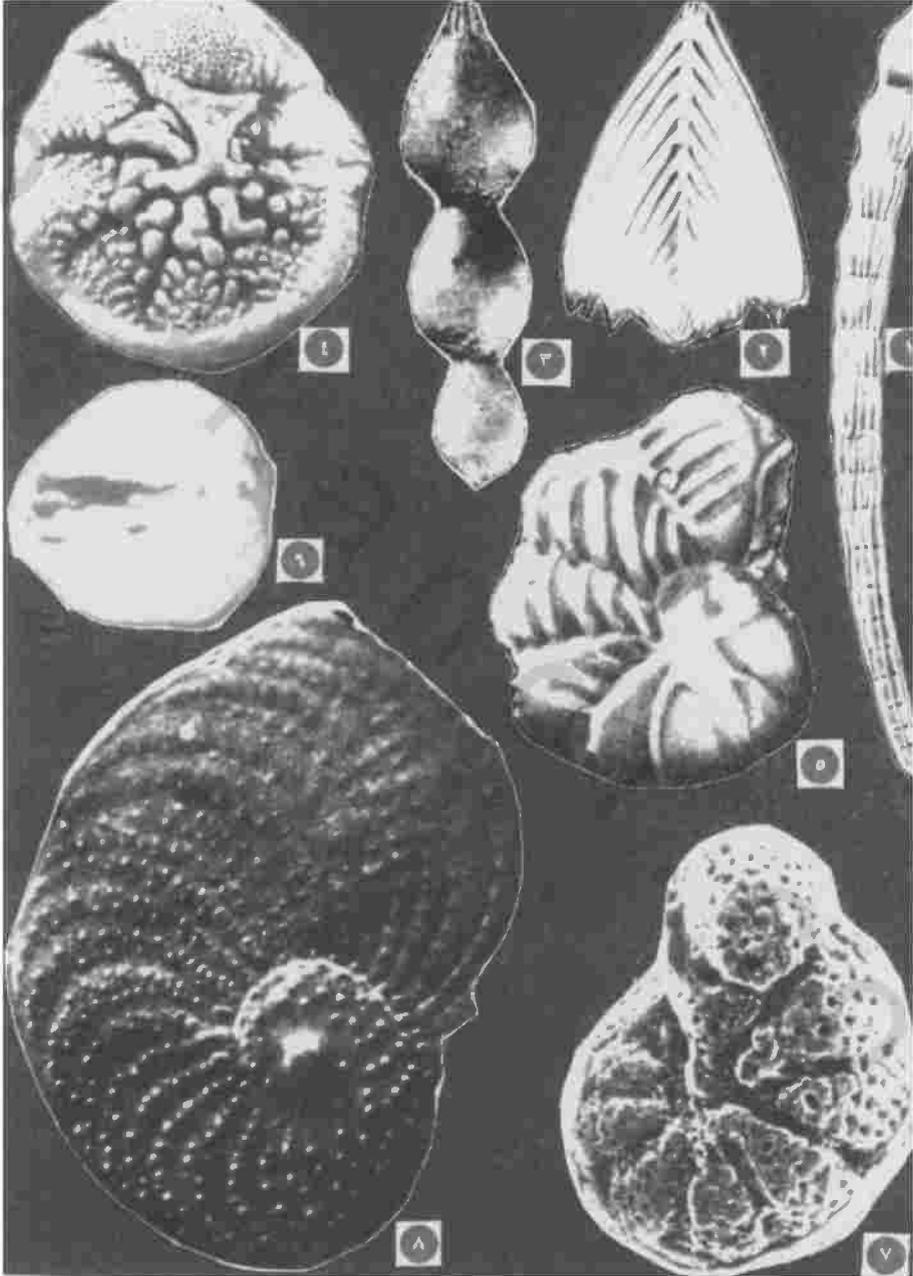
٤ - جلومالفيولينا ليودويجي

٥ - ألفيولينا شواجري



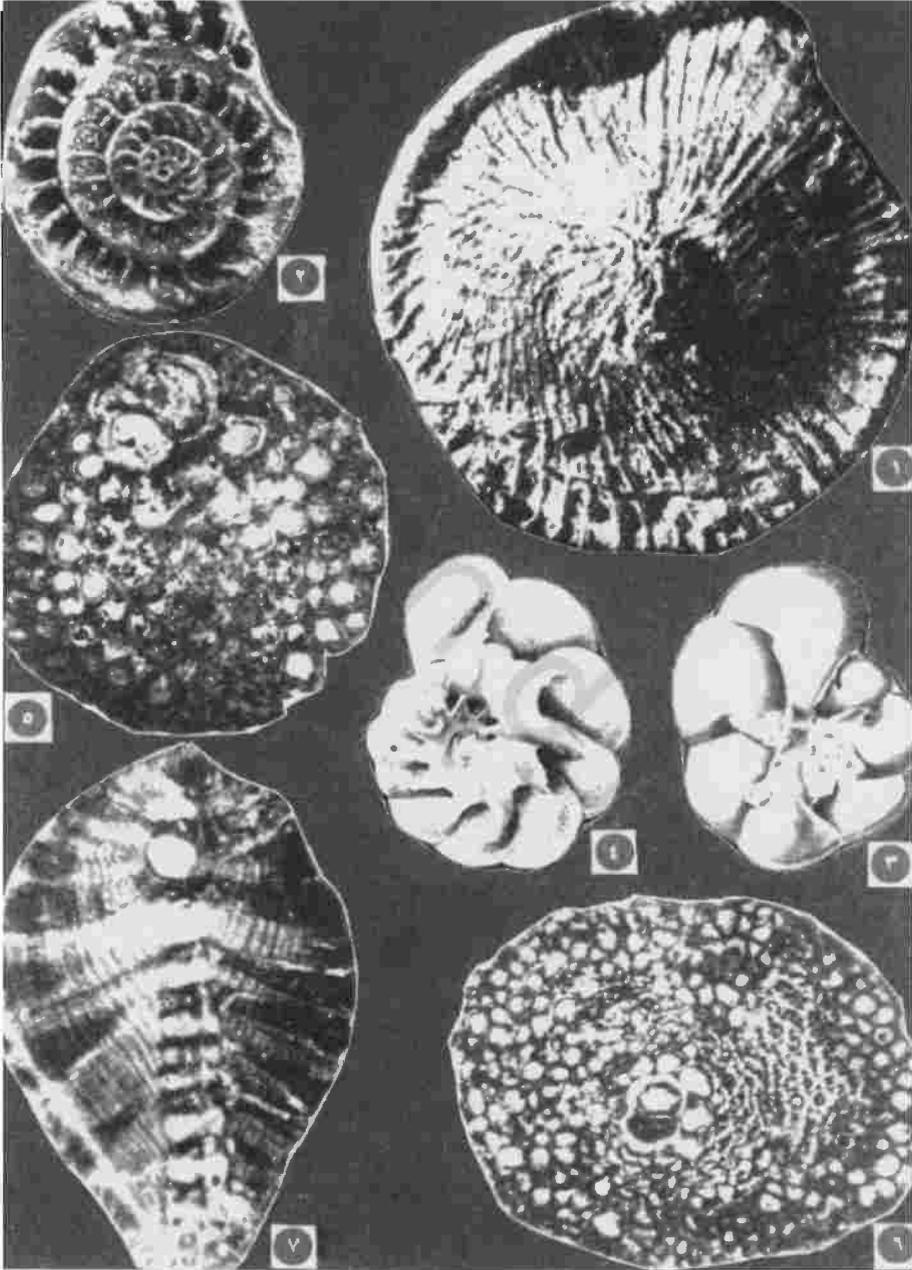
لوحة رقم (٢،٥)

- ١ - دنتالينا كيوفيري
Dentalina cuvieri Risso, 1826 (X20)
- ٢ - فرنديكولاريا كمبلاناتا
Fronicularia complanata Defrance, 1825 (X9)
- ٣ - نودوزاريا راديكيولا
Nodosaria radricula Lamarck, 1812 (X40)
- ٤ - روتاليا تروكيديفورميس
Rotalia trochidiformis Lamarck, 1804 (X40)
- ٥ - أورناتانومالينا جيبي
Ornatanomalina geei Haque, 1956 (X91)
- ٦ - ريديلا فاديومانسيس
Reedella vadhumaensis Hasson, 1985 (X30)
- ٧ - ريدموندينا هينينجتوني
Redmondina henningtoni Hasson, 1985 (X100)
- ٨ - أوبركيولينا هيتيروسيتيجينودس
Operculina heterosteginoides Orbigny, 1826 (X20)



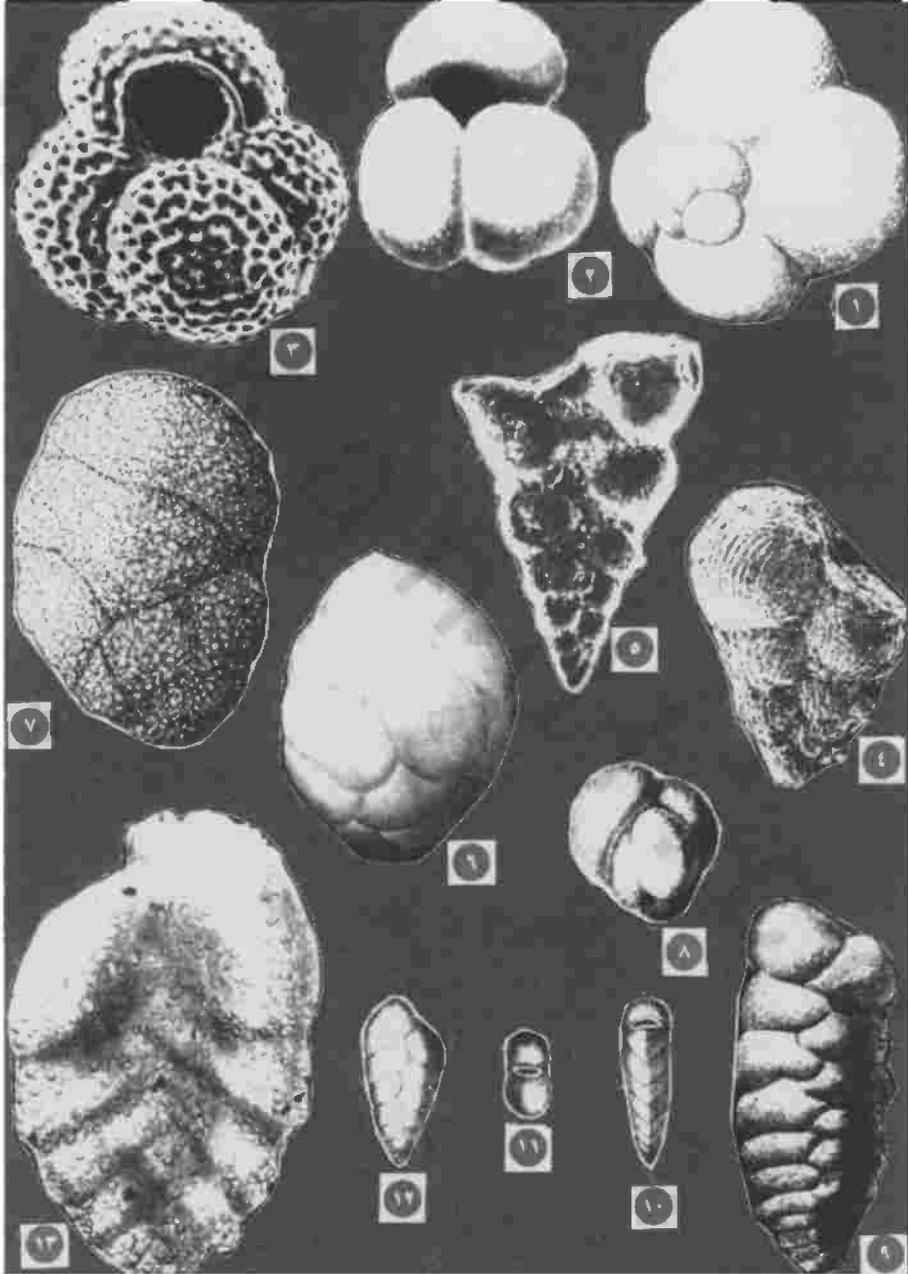
لوحة رقم (٢،٦)

- ١ - رانيكوثاليا نيوتالي
Ranikothalia nuttalli Caudri, 1944 (X7)
- ٢ - نيمولايتس فيولجارس
Nummulites vulgaris Omara & Kenawy, 1979 (X27)
- ٣ - ديسكوربيس فيكيولارس
Discorbis vesicularis Lamarck, 1804 (X17)
- ٤ - تروكولينا ديمدياتا
Trochulina dimidiata Orbigny, 1839 (X27)
- ٥ - ميوجبسينا جلوبيولينا
Miogypsina globulina Sacco, 1893 (X50)
- ٦ - ميولبيدوسيكلينا بيورديجالنسيس
Miolepidocyclina burdigalensis Silvestri, 1907 (X25)
- ٧ - ميوجيبسينويدس أيوننسيس
Miogypsinoidea abunensis Yabe & Hanzawa, 1928 (X40)



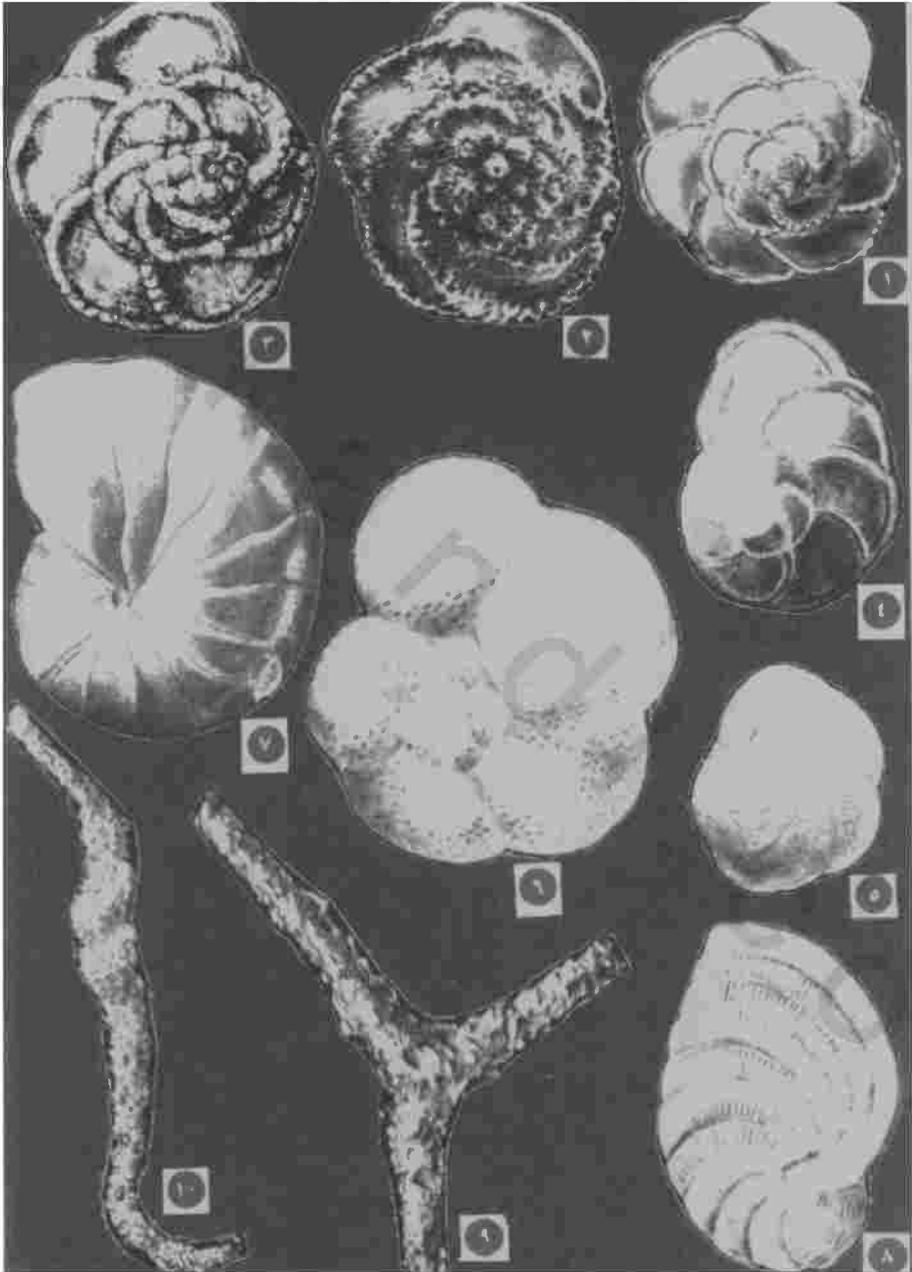
لوحة رقم (٧، ٢)

- ١ - جلوبيجرينا بيولويدس
Globigerina bulloides Orbigny, 1826 (X67)
- ٢ - جلوبيجرينيودس ريوبر
Globigerinoides ruber Cushman, 1927 (X73)
- ٣ - جلوبوتوربوروتاليتا ريوبيسنس
Globoturborotalita rubescens Hofker, 1976 (X333)
- ٤ - سترياتالا سترياتا
Striataella striata Aliyulla, 1977 (X178)
- ٥ - هتروهليكس أمريكانا
Heterohelix americana Ehrenberg, 1843 (X130)
- ٦ - أتكسوفراجميم فريابابل
Ataxophragmium variable Reuss, 1860 (X39)
- ٧ - فولوشينويدس لايرنتيكيوس
Voloshinoides labyrinthicus Barnard & Banner, 1980 (X60)
- ٨ - هجينويلا ايليفاتا
Hagenowella elevata Cushman, 1933 (X46)
- ٩ - تكستيولاريا ساجيتيولا
Textularia sagittula DeFrance, 1824 (X26)
- ١٠ - ١١ - ١٢ - بليكانيم لايباتم
Plecanium labiatum Reuss, 1862 (X35)
- ١٣ - سيفوتكستيولاريا ويروانا
Siphotextularia wairoana Finlay, 1939 (X109)



لوحة رقم (٢,٨)

- ١ - جلوپوترنكانا أركا
Globotruncana arca Cushman, 1927 (X27)
- ٢ - كونتيسوترنكانا فورنيكاتا
Contusotruncana fornicata Korchagin, 1982 (X80)
- ٣ - سيجاليترنكانا سيجالي
Sigalitruncana sigali Korchagin, 1982 (X76)
- ٤ - جلوپوروتاليا تيوميديا
Globorotalia tumida Cushman, 1927 (X46)
- ٥ - أيجورينا لايفايجاتا
Igorina laevigata Davidzon, 1976 (X115)
- ٦ - باراجلوبوروتاليا أوبيما
Paragloborotalia opima Cifelli, 1982 (X104)
- ٧ - سيكلامينا كنسيلاتا
Cyclamina cancellata Brady, 1879 (X18)
- ٨ - بنروبلس بلاناتيوس
Peneroplis planatus Montfort, 1808 (X40)
- ٩ - رابدامينا أيسورم
Rhabdammina abyssorum Sars, 1869 (X9)
- ١٠ - مارسيللا ايلنجاتا
Marsipella elongata Norman, 1878 (X14)



لوحة رقم (٩، ٢)

Order: SPUMELLARIA

١ إلى ٤ - رتبة: السميلاريا

١ - ٢ - الشكل البيضي

Group: Ominatartus (X500)

١ - مجموعة: أومناتارتوس

Group: Cannartus (X500)

٢ - مجموعة: كنارتوس

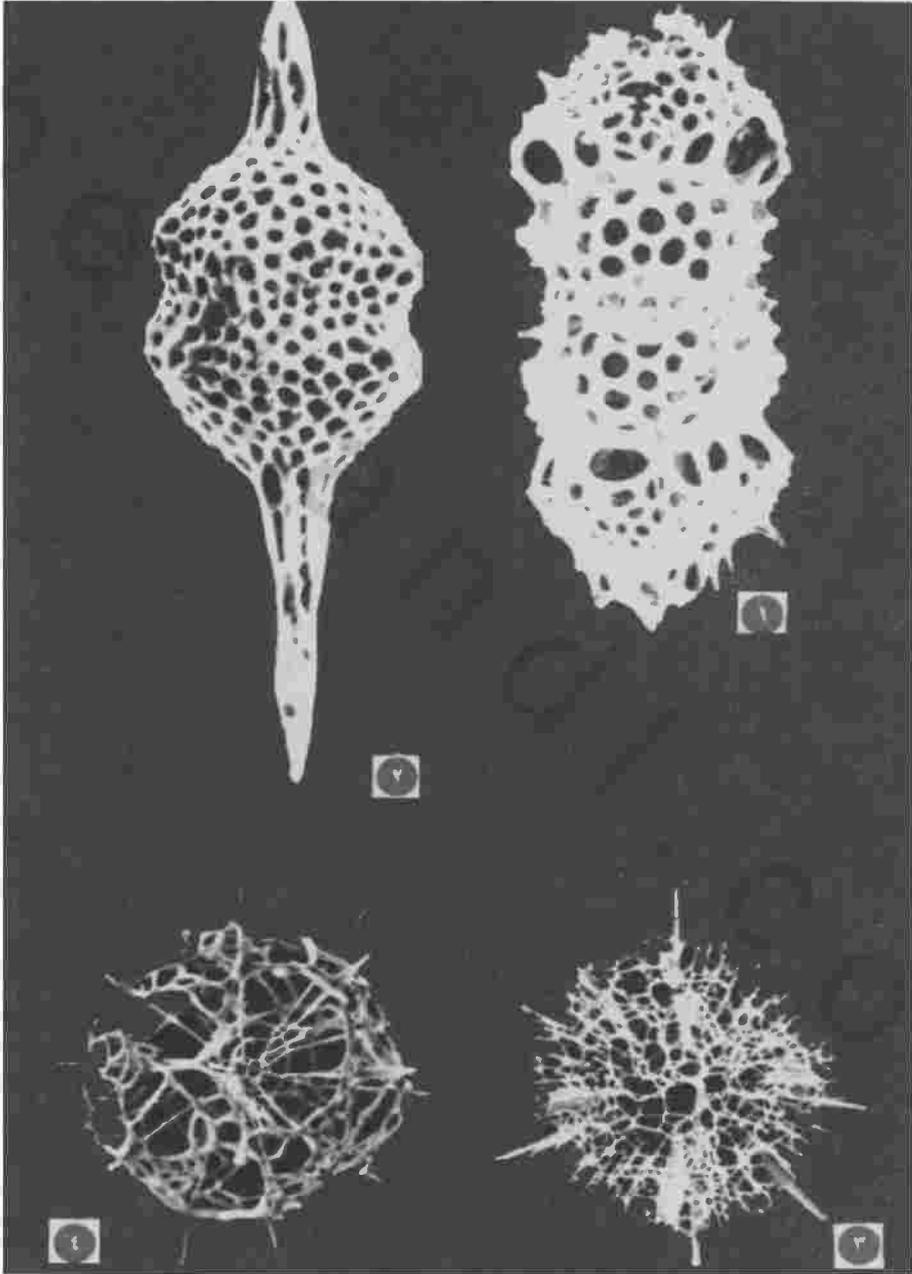
Group: Haplentactinia (X500)

٣ - ٤ - الشكل الكروي

٣ - مجموعة: هابلنتاكتينيا

Group: Actinomma (X500)

٤ - مجموعة: أكتينوما



لوحة رقم (٢,١٠)

Order: NASELLARIA

١ إلى ٤ - رتبة: النزيلاريا

١ - ٢ - الشكل الحلقي

Group: Stichocorys (X500)

١ - مجموعة: ستيكوكوريس

Group: Anthocyrtdium (X500)

٢ - مجموعة: أنثوسيرتيديم

٣ - ٤ - الشكل الشوكي

Group: Pterocanium (X500)

٣ - مجموعة: بتريروكانيم

Group: Saturniforma (X500)

٤ - مجموعة: ساتيورنيفورما

