الفصل الثاني

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 كيتينيا مرنا، 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 والتربة 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 للانسان 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 **وحـــدة** الخالق سبحانه وتعالى.

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

تقسم مملكة الأوليات إلى قبائل عديدة فمنها :

قبيلة اللحميات

Phylum Sarcodina

تشمل قبيلة اللحميات أشكالا 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 أيضا في الحصول على الغذاء والتبادل الغازى والتخلص من الفضلات المتبقية. تتغذى هذه الطائفة على البكتريا والطحالب واليرقات الصغيرة وبعض الكائنات المجهرية الأخرى.

الفورامنيفرا
Foraminifera

تشكل الفورامنيفرا مجموعة كبيرة من جذريات الأقدام، التى يصل عددها إلى حوالي ٣٠٠٠٠ 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 الفورامنيفرا تمثل نصف الأوليات المعروفة تقريباً و ٢,٥٪ من الكائنات التى تم التعرف عليها حتى الآن (Bignot, 1985).وتعيش معظم الفورامنيفرا الحية في البحار، إما في القاع أو هائمة كما يعيش البعض الآخر في البحيرات، أي في المياه العذبة وهي قليلة الأهمية. ومن أهم مميزات الفورامنيفرا أن أقدامها الكاذبة تتشابك مع بعضها عند نموها. وقد عثر على أول بقايا للفورامنيفرا في صخور العصر الكمبري وترجع أهميتها الأحفورية إلى تميزها بالوفرة والتنوع وسهولة الدراسة. فعلى سبيل المثال تلعب الفورامنيفرا 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 للفورامنيفرا القاعية للتغيرات البئية تجعلها ذات أهمية ف دراسة البئية القديمة (Paleoecology). ويلزم لدراستها التعرف على ما يلي :

الأجزاء الرخوة Soft Parts

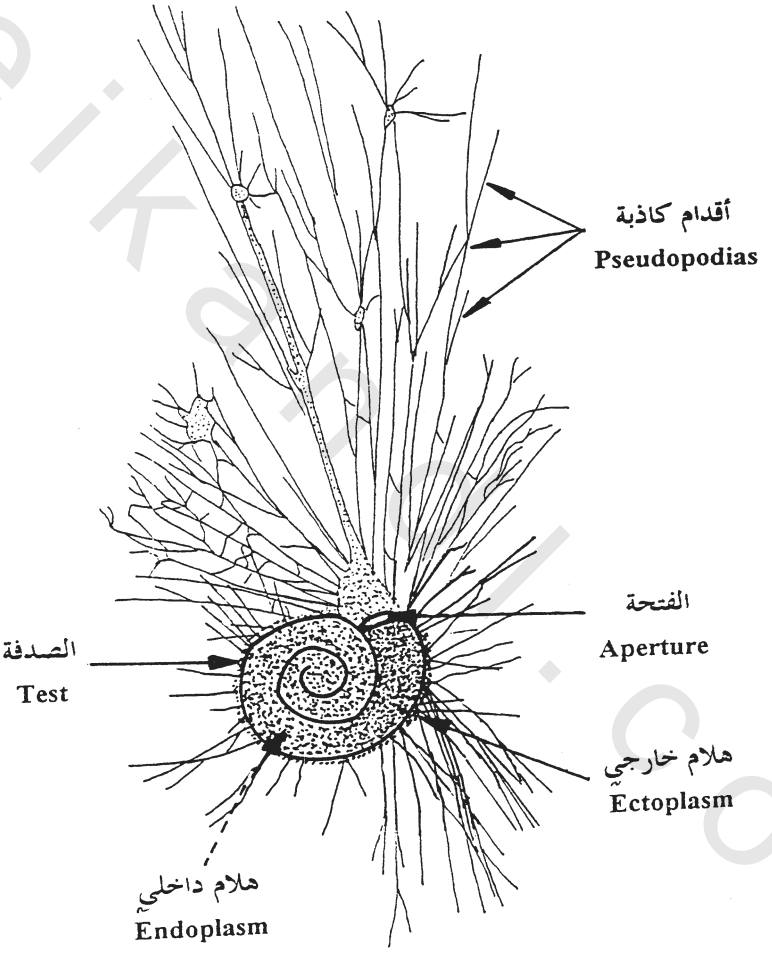
وتشمل عدة أجزاء هي :

١ – الجسم الهلامي الأولي Protoplasm

وهو برتقاليا، أو أصفر اللون - في الغالب - عديم اللون، وأحياناً يكون ورديا.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). الفورامنيفرا الحية.

obeikandl.com

٢ – النواة Nucleus

وهي كروية وقد توجد نواة أو أكثر، وتحتوي الفورامنيفرا البسيطة ذات الحجرة 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.

جـ) الحركة والتثبيت الدائم والمؤقت للحيوان على المرتكز.

التغذية Feeding

تعتمد الفورامنيفرا في تغذيتها على الأقدام الكاذبة التى 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، و تحمل 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 مهيأة من حيث شكلها العام وطريقة ترتيب

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

١ – امتصاص المواد العضوية المذابة Absorption of dissolved organic materials

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

٢ – التغذية على النباتات Herbivory

تعتمد أنواع كثيرة من الفورامنيفرا في تغذيتها على الأنواع المختلفة من الطحالب والبكتريا الموجودة في البيئة. تتحرك بعض أنواع الفورامنيفرا في اتجاه المواد النباتية ويبقى البعض الآخر في مكانه معتمدا 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 الفورامنيفرا على الحيوانات الصغيرة الأخرى بدءاً من الأوليات (Protozoans) و حتى القشريات الصغيرة (Crustaceans). وقد لاحظ سبندليكس وآخرين (Spindlex *et al.*, 1984) أن الفورامنيفرا الطافية تكون مزودة بأشواك مما يساعدها على الإمساك بالفريسة الحية بتلاحم الأقدام الكاذبة والأشواك معاً. هناك أنواع من الفورامنيفرا تقوم بالتغذي على حيوان من جنسها، وهذه الظاهرة تسمى (Cannibalism)، ولقد لاحظ كريستيانسن (Christiansen, 1964) أن هناك نوعا يسمى *Spiculosiphon radiata* يتغذى على أكثر من ١٣ نوعاً من الفورامنيفرا، حيث يقوم بامتصاص محتواها من الهلام الأولي ويضم صدفاتها الفارغة ليدعم بها صدفته.

٤ – التغذية على النباتات والحيوانات معا Omnivory

هناك أنواع من الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا الموجودة في الرسوبيات الدقيقة المتوافرة في الأعماق المظلمة بالتغذي على الفتات الرسوبي الدقيق بما فيه من بكتريا، ومن ثم التغذي على محتواه الغذائي الصالح للفورامنيفرا وطرد الفضلات المتبقية إلى خارج الصدفة (Lipps, 1983).

وهناك طرق أخرى أقل أهمية لتغذية الفورامنيفرا، مثل التطفل على غيرها من الكائنات (Lipps, 1983) ولكننا سنعرض فيما يلي للعلاقة التكافلية بين بعض أنواع الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا و الطحالب

The Mutualism between Foraminifera and Algae

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

هذه النواتج مصدراً مهماً للطاقة بالنسبة للفورامنيفرا، كما أن امتصاص ثاني أكسيد الكربون خلال عملية التمثيل الضوئي تزيد من قابلية ترسيب كربونات الكالسيوم، وهي المادة اللازمة لبناء الصدفة في الفورامنيفرا الكلسية (Haynes, 1981). و يعزي وجود أحجام أصداف كبيرة لبعض أنواع الفورامنيفرا إلى العلاقة التكافلية التي تنشأ بينها و بين الطحالب (Brasier, 1980). و هناك أنواع من الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا والطحالب هي علاقة وراثية. أي أن الأجيال الوليدة من الفورامنيفرا تتكافل مع نفس أنواع الطحالب التي تكافلت معها الفورامنيفرا الأم.

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

وقد لوحظ أن هناك صفات تتميز بها صدفة الفورامنيفرا المتكافلة للتلاؤم 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* وبينيروبليس *Peneroplis* وأمفيستيجينا *Amphistegina* المتكافلة مع الطحالب بأنها تعيش دائما بشكل مائل على القاع (بزاوية 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.

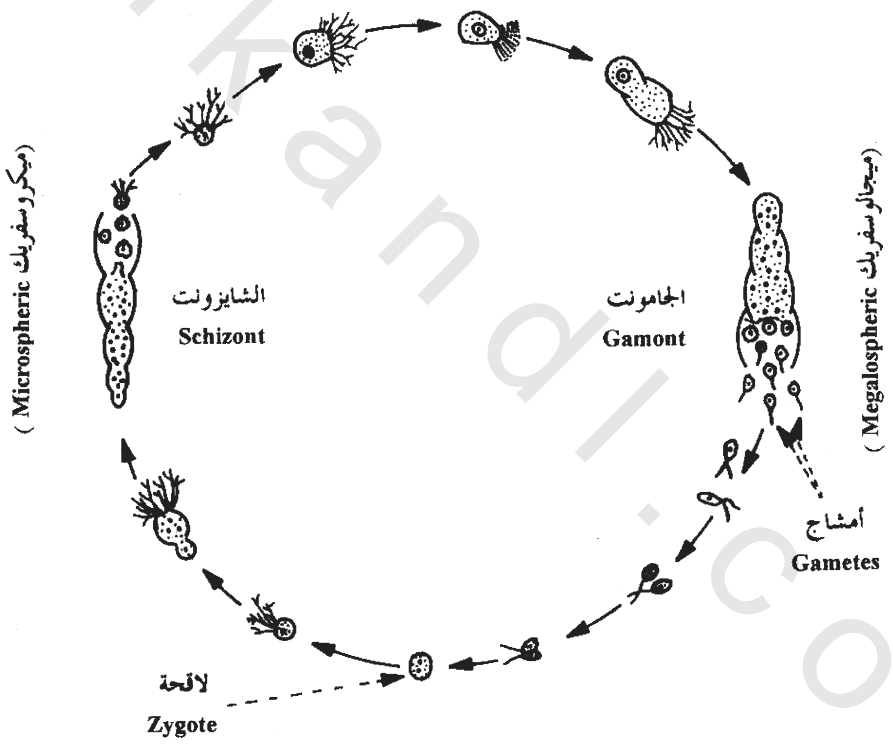
٦ - يتميز كل نوع من الطحالب المتكافلة مع الفورامنيفرا بالانتشار في ظروف ضوئية تحدد بقوة الضوء وأطوال موجاته ولهذا فإن أنواع الفورامنيفرا المتكافلة مع الطحالب تعيش على أعماق متباينة تتوافر فيها الظروف الضوئية المناسبة لأنواع الطحالب التي تحملها.

التكاثر والتطور Reproduction and Evolution

تبدأ الفورامنيفرا حياتها كخليةً مستديرةً صغيرةً، 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). هذا 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 شقي، 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 نويةعلىنصف عددالصبغيات (Chromosomes) الموجودة أصلا 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 تحتوي على نواة لها نفس عدد الصبغيات تسمى الأمشاج (Gametes) ثم تتحد كل اثنتين منهما في لاقحة (Zygote) تحتوي 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 الفورامنيفرا 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). و يمتد الهلام الخارجي إلى خارج الصدفة من خلال الفتحة ليشكل الأقدام الكاذبة (Pseudopodia) التي تشبه الأسواط.

يرتكز تصنيف الفورامنيفرا إلى أجناس وأنواع على التغاير في الشكل والحجم من صدفة إلى أخرى، يكون التصنيف واضحاً تماما 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، تُعَدُ بنية وتركيب 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. وسنناقش فيما يلي بنية وتركيب جدار الصدفة في الفورامنيفرا بشيء من التفصيل كما في الشكل رقم (٢,٣).

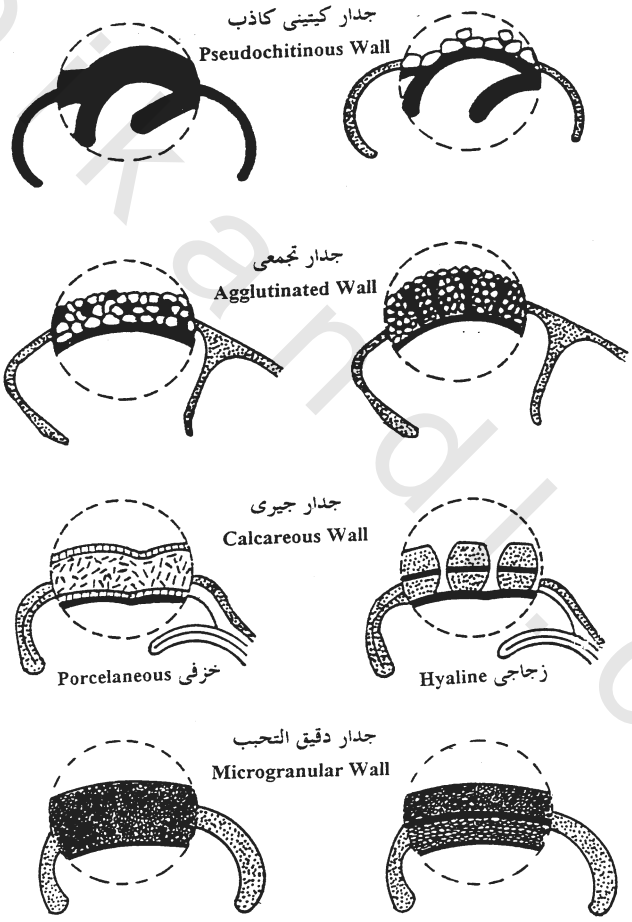
١ – الجدار الكيتيني الكاذب Pseudochitinous wall

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

٢ – الجدار التجمعي Agglutinated wall

تُعَدُ 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 أوالفتات 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 الفورامنيفرا.

ا) فريق من العلماء يضم كلا ً من توو وسيفلي وأيضا موري (Towe & Cifelli, 1967;Murray, 1973b) يقولون أن الفورامنيفرا تفرز المادة اللاحمة وتختلط في أغلب الأحيان بمواد عضوية وعند تعرضها للأكسدة تصبح الصدفة أكثر صلابة و ذات لون بني مائل للحمرة.

ب) الفريق الآخر من العلماء يضم كلاً من هيدلي وليبز (Hedley, 1963; Lipps, 1971) يقولون إن الفورامنيفرا 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 غيرنافذة. ولقد استنتج العالم سلاما (Slama, 1954) بعد إجراء تجربة معملية باستخدام كربيد 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

تفرزخلية الفورامنيفرا مادةكلسية 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 الكيميائى ومختلفان في النظام البلوري.وقد أثبتت الدراسات المجهرية الحديثة وجود ثلاثة أنواع من الجدر الكلسية تختلف تبعاً لطريقة ترتيب بلورات الكالسيت. و هذه الأنواع هي : .الجدار الخزفي ، والجدار الزجاجي ، والجدار دقيق التحبب :

أ) **الجدار الخزفي (Porcelaneous wall)**:. يتميز الجدار الخزفي باللون الأبيض الناصع وعند سقوط الضوء عليه فإنه ينعكس ويعطى لمعاناً 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 نجده 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 موازلسطح الصدفة.ويعلو الطبقة الوسطي 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 الكاليست مرتبة ترتيباً عشوائياً أو موازياً لسطح الصدفة، حيث تظهر القطاعات الرقيقة من الجدار تحت الضوء المستقطب داكنة أي تكون معتمة ويكون لونها بنياً مائلا إلى الرمادي تحت الضوء المنعكس.

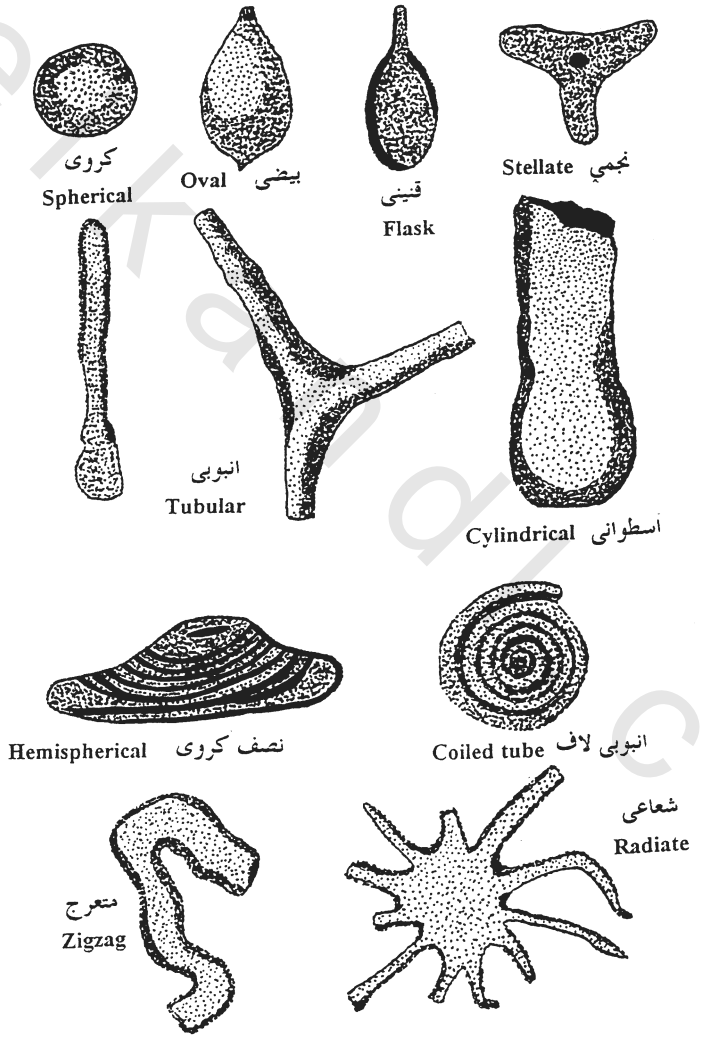
ج) **الجدار الزجاجي (Hyaline wall):** في هذا الجدار تترتب بلورات الكالسيت (أو الآراجونيت) بطرق مختلفة بحيث يبدو الجدار شفافاً ومنفذاً للضوء، ولو أن هذه الشفافية قد تُحجَبُ بسبب الزخرفة الكثيفة، أو لكثرة الأشواك الخارجة من سطح الصدفة، أو الزيادة في سمك الجدار (Brasier, 1980). ويمكن تقسيم الجدار الزجاجي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

* **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 الفورامنيفرا أشكالاً متعددة. فبعض الأنواع يكون له صدفة وحيدة الحجرة (Monothalamous or Unilocular). وفي هذه الحالة تأخذ الصدفة أحد الأشكال

الآتية: شكل كروي (Spherical shape)، أوبيضي (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).



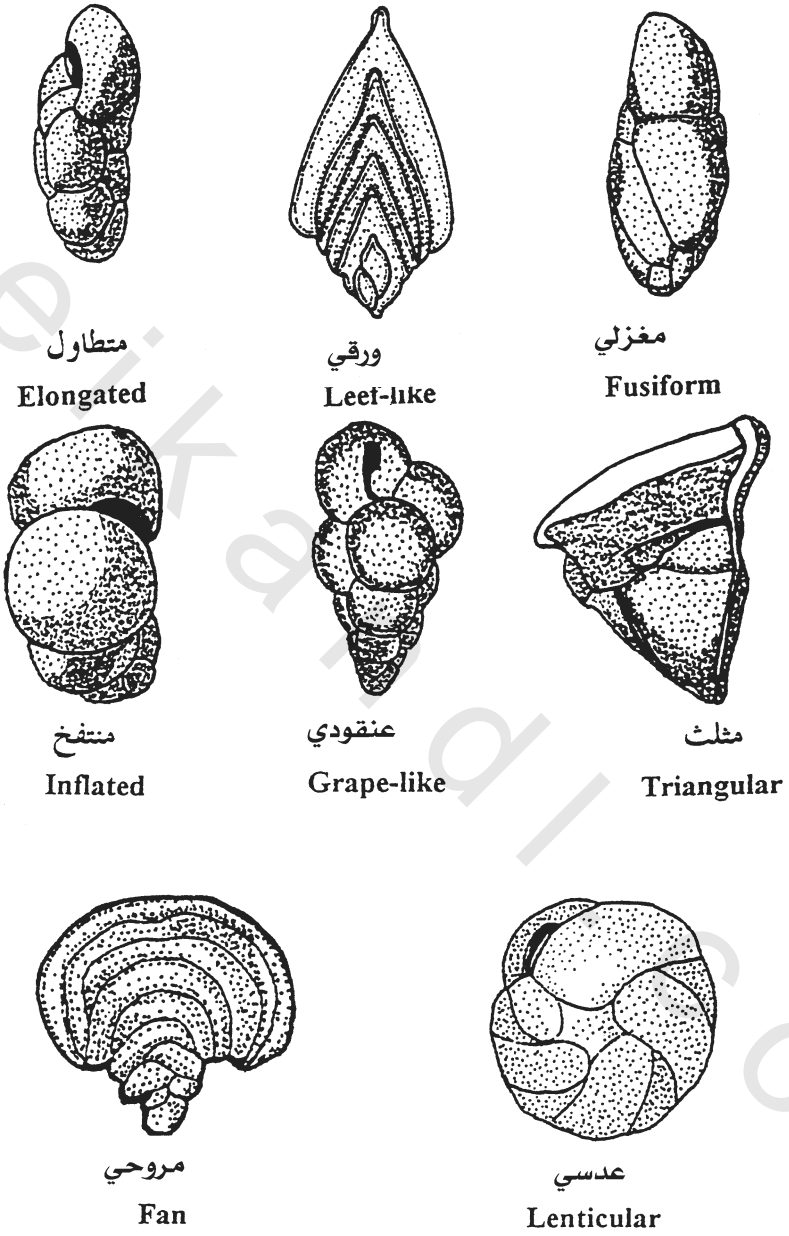
الشكل رقم (٢,٤). الأشكال العامة لصدفة الفورامنيفرا وحيدة الحجرة.

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 متطاول (Elongate shape)، أو ورقي (Leef-like)، أو مغزلي (Fusiform)، أومنتفخ (Inflated)، أو عنقودي (Grape-like)، أو مثلث (Triangular)، أو مروحي (Fan)، أو عدسي (Lenticular).

ترتيب الحجرات Arrangement of Chambers

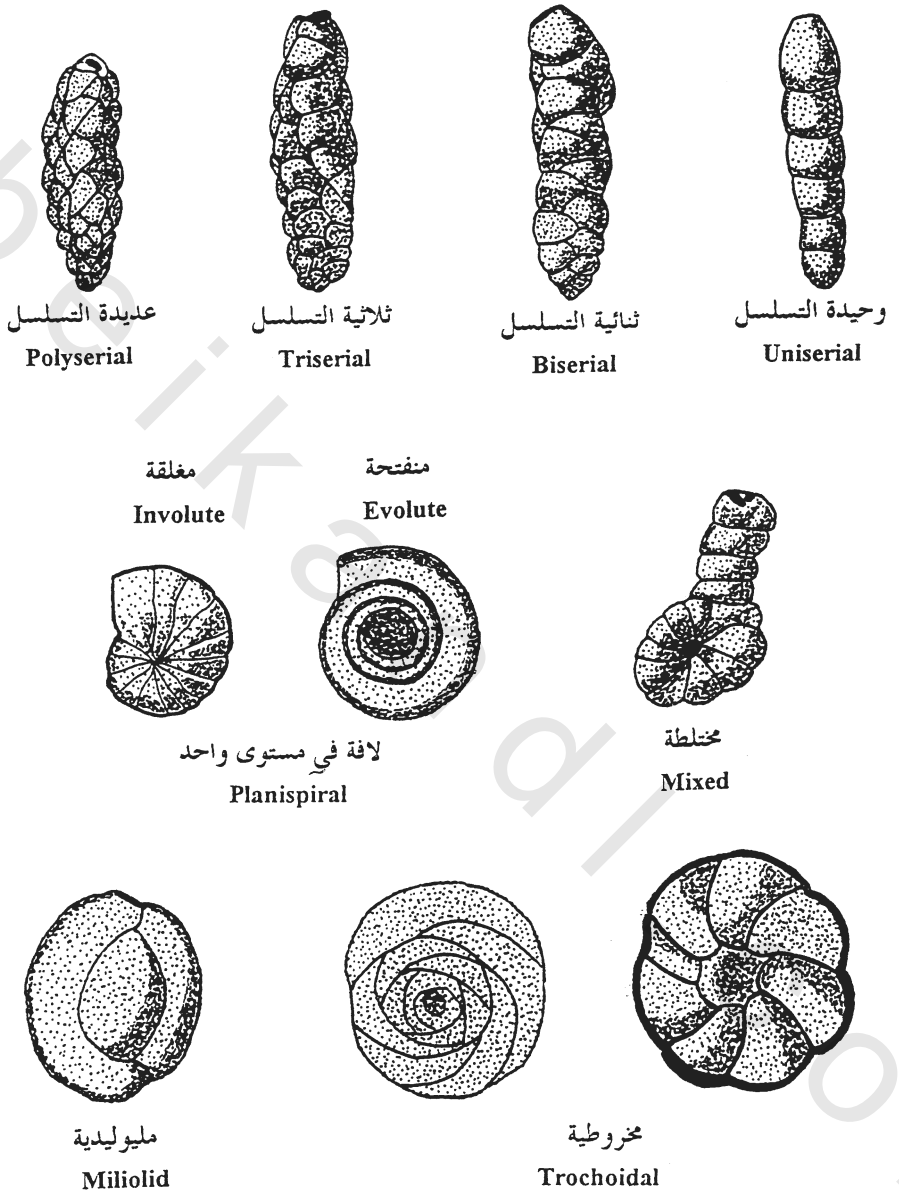
تترتب حجرات صدفة الفورامنيفرا بطرق متعددة ويُعَدُ ترتيب الحجرات من أهم الأسس التي يقوم عليها تصنيف الفورامنيفرا.وعلى الرغم من أن هناك اتفاقاً في الرأي على الطرق المختلفة التي تترتب بها حجرات صدفة الفورامنيفرا إلا أن هناك اختلافاً كبيراً في أسلوب عرض هذا الموضوع من مؤلف إلىآخر، ويرجع هذا الاختلاف إلى تباين وجهات النظرحول 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 تشيرإلى 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 الفورامنيفرا ، موضحا بالشكل رقم (٢,٦).



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

obeikandl.com



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

١ – صدفة أحادية التسلسل Uniserial test

وهي تُعَدُ 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 نودوزاريا *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 تكستولاريا *Textularia* .وقد تزداد الحجرات في الحجم تدريجياً، وأحيانا تزداد ازديادا كبيراً. وفي بعض الأحيان تضاف الحجرات في المراحل الأولى من النمو في مستوى واحد ثم تصبح الصدفة ثنائية التسلسل، (الشكل رقم ٢,٦).

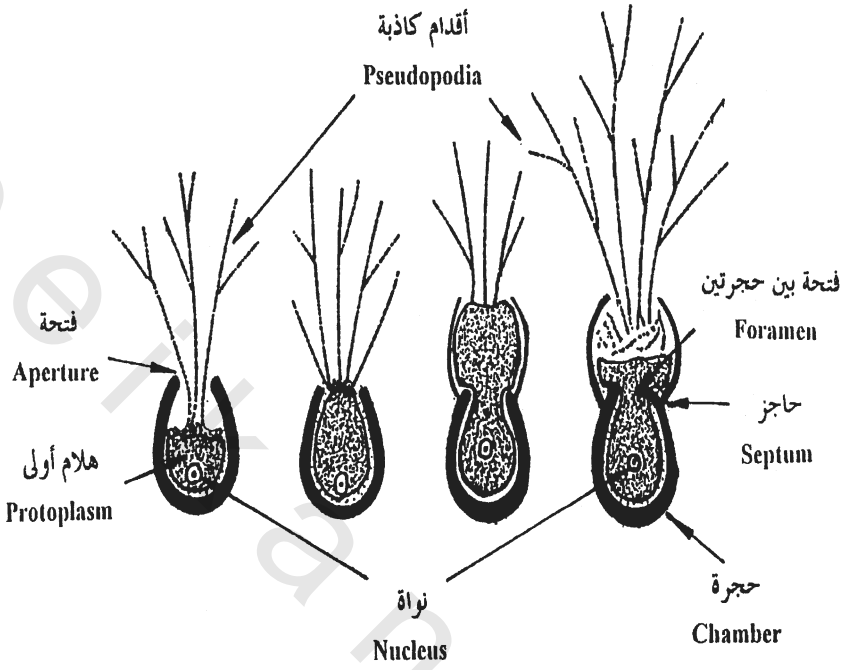
٣ – صدفة ثلاثية التسلسل Triserial test

وفيها 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 كريزاليدينا *(Chrysalidina)* . وأحيانا تتكون كل لفة من ثلاث حجرات تنتهي بحجرتين في اللفة الواحدة، (الشكل رقم ٢,٦).

٤– صدفة عديدة التسلسل Polyserial test

وفيها 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 دوروثيا *Dorothia*، (الشكل رقم ٢,٦).

obeikandl.com



الشكل رقم (٢,٧). مراحل اضافة الحجرات في الفورامنيفرا وحيدة التسلسل (عن Shrock & Twenhofel, 1953).

٥ – صدفة مختلطة Mixed test

هناك أجناس كثيرة تتبع في مراحل نموها تنظيمات متعددة ومختلفة. فمثلاً جنس آموباكولايتس *Ammobaculites* يكون في مراحله الأولى ذو لف في مستوى واحد، أما في المراحل النهائية من النمو، فيصبح وحيد التسلسل، وكذلك جنس جودرينا *Gaudryina* تبدأ الصدفة بلف حلزوني ثلاثي التسلسل، وتنتهي بلف حلزوني ثنائي التسلسل. و هناك أيضا جنس باي‌جينيرينا *Bigenerina* يكون في المرحلة الأولى ذو لف في مستوى واحد والمرحلة المتوسطة ثنائي التسلسل وفي مرحلة النضوج يصبح وحيد التسلسل، (الشكل رقم ٢,٦).

٦ – صدفة ميليوليدية Miliolid test

قد يحدث في الأصداف عديدة الحجرات أن تضاف الحجرات حول محورعرضي بدلاً من محور طولي وذلك بإضافة حجرتين، بحيث تفصل الواحدة عن الأخرى زاوية مقدارها ١٨٠درجة، كما في جنس بايلوكولينا *Biloculina*. وأحيانا تضاف ثلاث حجرات بحيث تكون الزاوية بين كل حجرتين ١٢٠درجة، 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 ٢,٦).

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 ٢,٦).

٨ – صدفة مخروطية Trochoidal test

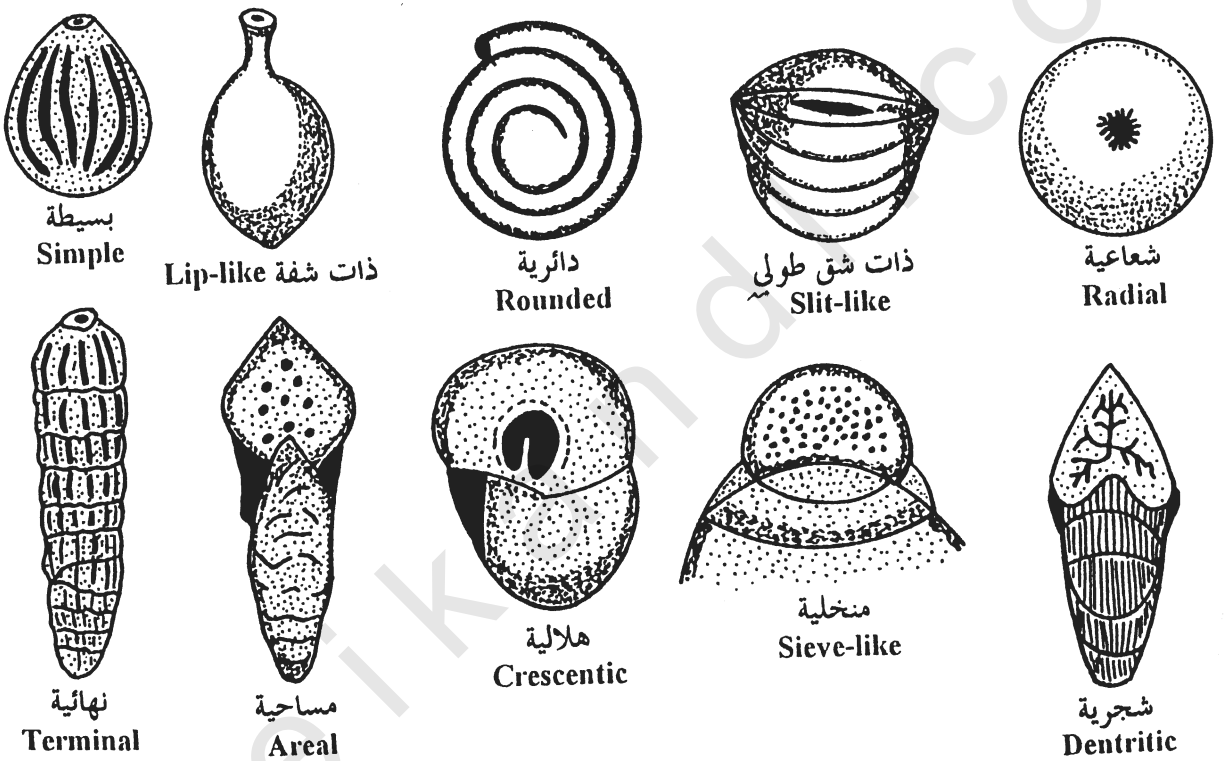
في هذه الحالة تضاف الحجرات على هيئة لفات في عدة مستويات بحيث يعطيها شكلاً مخروطياً يكون قطر قاعدته أكبر من ارتفاعه. ويكون جانب من الصدفة مفتوحاً، أي تظهر جميع حجرات اللفات، ويسمى الجانب الحلزوني (Spiral side). وتبدو فيه اللفات كلها بدءاً بالحجرات الابتدائية، أما الجانب الذي تبدو فيه حجرات اللفة الأخيرة فقط فيسمى بالجانب السري (Umbilical side). و يختلف 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 أمكن التعرف على الفترات الجليدية في البلستوسين، (الشكل رقم ٢,٦).

فتحة الصدفة Aperture of Test

تتصل حجرات صدفة الفورامنيفرا بواسطة فتحات يمر من خلالها الهلام الأولي 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 الفورامنيفرا 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، و يمتد في اتجاه الحافة الخارجية للسرة (Umbilical-extra aperture). أما في الأصداف اللافة في مستوى واحد فتكون الفتحة الأولية في مستوى اللف تماماً بعيداً عن السرة وتسمى بالفتحة الاستوائية (Equatorial aperture). أما في الأصداف آحادية 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 (٢,٨).



الشكل رقم (٢,٨). الأشكال المختلفة لفتحة صدفة الفورامنيفرا.

obeikandl.com

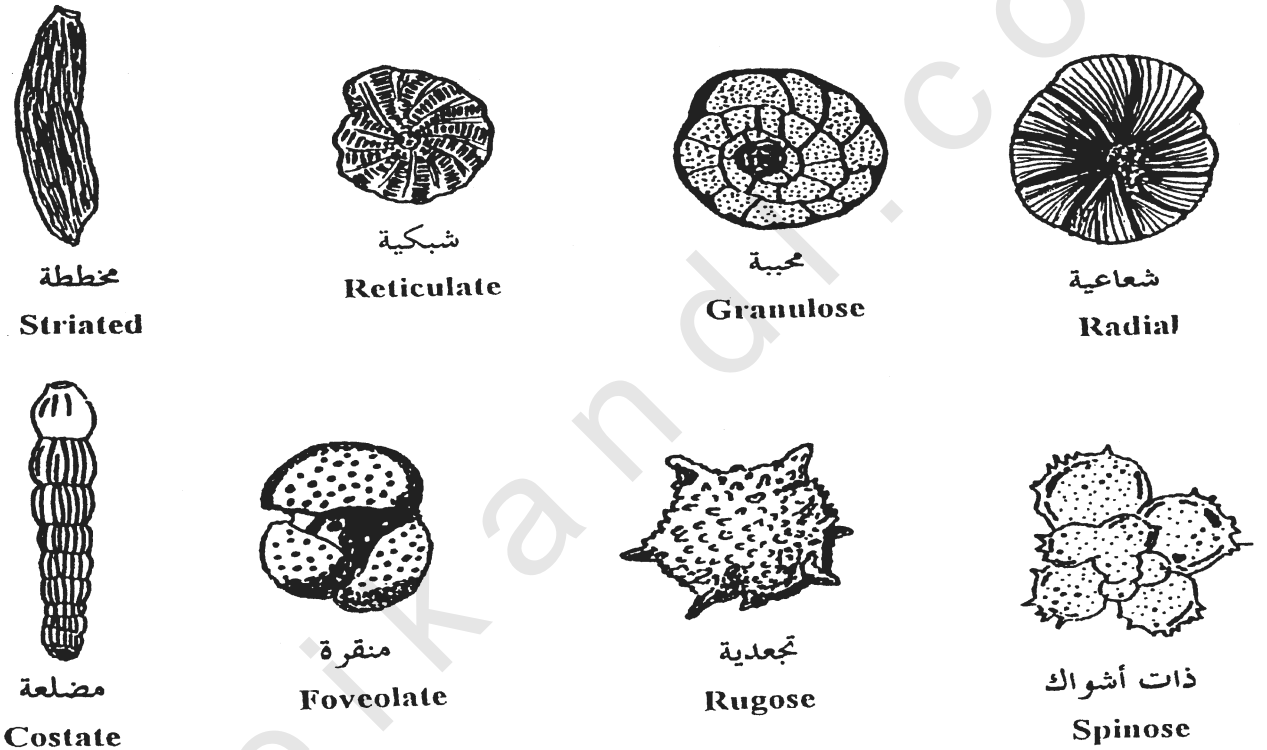
ولقد اتضح أن شكل وحجم الفتحة يختلف اختلافاً طفيفاً بإختلاف البيئة التي يعيش فيها الكائن. فقد أثبت هك (Haq, 1978) أن الفتحة الأولية في نوع معين من الفورامنيفراتصبح أكبر حجماً وأكثرتقوساً في الفترات الزمنية الأكثر دفئاً، بينما تكون الفتحة أصغر حجماً وأقل تقوساً في الفترات الباردة.

الزخرفة Ornamentation

تتميز أصداف الفورامنيفرا بوجود زخارف بارزة على سطح االصدفة. وتتشكل 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 الفورامنيفرا ذات الجدار الكلسى هي أكثر أنواع الفورامنيفرا تميزاً بالزخارف العديدة و الكثيفة، وذلك بسبب قدرة الكائن على افراز صدفته بنفسه. ومن أهم أشكال الزخرفة). المخططة (Striated)، والمضلعة (Costate)، والشعاعية (Radial)، والمحببة (Granulose)، والشبكية (Reticulate)، والتجعدية (Rugose)، وذات الأشواك (Spinose)، والمنقرة (Foveolate)، (الشكل رقم ٢,٩).

أهمية الصدفة في حياة الفورامنيفر Importance of Test in Foraminifera Life

للصدفة دور مهم في حماية كائن الفورامنيفرا من المخاطر الحيوية والطبيعية والكيميائية التي تواجهه أثناء حياته. وتشمل المخاطر الحيوية إمكانية افتراس الديدان والقشريات وشوكيات الجلد وغيرها من الكائنات للفورامنيفرا. وتشمل المخاطر الطبيعية تيارات المياه العنيفة والاحتكاك الذي قد يحدث بين كائن الفورامنيفرا 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.



الشكل رقم (٩, ٢) . الزخرفة في الفورامنيفرا.

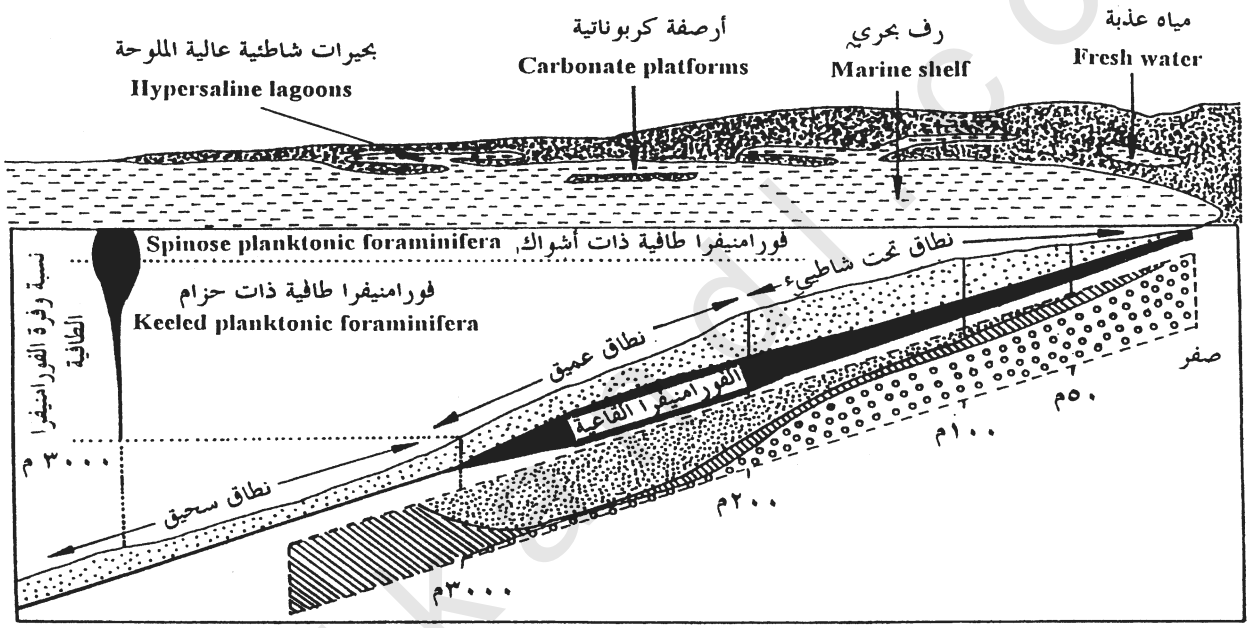
oberkandi.com

وتعمل صدفة الفورامنيفرا على دفع هذه المخاطر ومقاومة تأثيرها على الجزء الرخو من الحيوان (Brasier, 1982). وقد ثبت أن الهلام الداخلي للفورامنيفرا 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 الفورامنفيرا فاكتشف أن الغشاء العضوي المبطن لجدار الصدفة ظل يقوم بحماية الهلام الداخلي حتى تم إفراز جدار كلسي جديد. كما أن للغشاء العضوي المبطن لجدار الفورامنيفرا الكلسي أو التجمعي دورا مهما في انعكاس الموجات الضوئية الضارة وإنفاذ الصالح منها لعملية التمثيل الضوئي، التي تقوم بها الطحالب التي تعيش متكافلة مع الفورامنيفرا داخل الصدفة. وهناك دراسات حديثة تتعلق بأهمية شكل الصدفة وطريقة ترتيب حجراتها في حياة حيوان الفورامنيفرا، يمكن لمن أراد التعمق في الموضوع الرجوع إليها.

البيئة Ecology

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



فورامنيفرا قاعية ذات جدار جيري Calcareous benthonic foraminifera

فورامنيفرا طافية (جلوبيجرينيدا GLOBOGERINIDAE) Planktonic foraminifera

فورامنيفرا ذات جدار تجمعي Agglutinating foraminifera

الشكل رقم (٢,١٠) . التوزيع البيئي للفورا منيفرا الحية (عن : Brasier,1980) .

obeikandl.com

١ – الملوحة Salinity

تعيش الغالبية العظمى من الفورامنيفرا في مياه البحار ذات الملوحة العادية التي تتراوح بين ٣٥٪ إلى ٤٥٪ وفي هذه النسبة من الملوحة يبلغ تعدد أنواع الفورامنيفرا (Specific diversity) أقصاه. بينما تتسبب الزيادة أو الانخفاض في درجة الملوحة في انخفاض تعدد أنواع الفورامنيفرا. 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 الفورامنيفرا). هي الروتالينا *Rotaliina* ، التي تتميز بأصداف زجاجية ، والمليولينا *Miliolina* ذات الأصداف الخزفية والتكستيولارينا *Textulariina* ذات الأصداف التجمعية في درجات ملوحة مختلفة لمياه البحار.

٢ – الحرارة Temperature

يعيش كل نوع من أنواع الفورامنيفرا 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 مثلا بينما تقل تدريجياً في الطبقات العميقة لتصل إلى أربعةدرجات مئوية فقط. وقد ثبت أن أنواع الفورامنيفرا الموجودة على عمق معين في المناطق الاستوائية يمكن توافرها على أعماق أقل في المناطق الواقعة بين خطوط العرض الأعلى شمالاً أو جنوباً، حتى يتوافرلها المدى الحراري المناسب (Brasier, 1980).

وبالمثل فإن الفورامنيفرا التي تعيش في أعماق معينة في الفصول الحارة من السنة تصعد إلى أعماق أقل في الفصول الباردة، وذلك لكي يتوافر لها 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 الفورامنيفرا، بينما يستمر الكائن في النمو وإضافة حجرات

جديدة إلى الصدفة.وعلى ذلك فإن الصدفات الكبيرة نسبياً لنوع ما من الفورامنيفرا (بالنسبة لحجمها العادي)تعكس ظروفا غيرمرغوب فيها من حيث الحرارة والملوحة أثناء حياة الكائن.

ولقد ثبت أن بعض أنواع الفورامنيفرا الطافية تكون مزودة بأصداف كثيرة الثقوب و أشواك 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 الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا وذلك لأن ضوء الشمس الذى يخترق الطبقات العليا من مياه البحار – النطاق الضوئى (Photic zone) – ذو دور مهم في عملية التمثيل الضوئي ، التي تقوم بها الطحالب التي تعيش متكافلة مع الفورامنيفرا ، وهي العملية التي ينتج عنها غذاء مفيد لكثير من أنواع الفورامنيفرا. ويذكر أن عمق النطاق الضوئي يختلف باختلاف درجة نقاوة الماء وزاوية سقوط أشعة الشمس على سطحه. وبهذا فإن عمق النطاق الضوئى يزيد في المناطق الاستوائية عنه في المناطق القطبية ، و لكنه يبلغ قرابة ٢٠٠م 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. ويؤدى انخفاض درجة الحرارة وارتفاع الضغط وزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الأعماق الكبيرة إلى زيادة قابلية ذوبان كربونات الكالسيوم. وبالتالى فإن الفورامنيفرا القاعية ذات الجدار الكلسي

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

٥- القاع Substratum

تكثر أعداد الفورامنيفرا القاعية فوق القيعان الغرينية، نظرا لاحتواء مسام هذه القيعان على تجمعات بكتيرية كثيفة تصلح غذاء للفورامنيفرا. وتتميز هذه الأشكال بأصداف رقيقة وبها شيء من الاستطالة (Brasier, 19800). أما القيعان الرملية والحصويةفتحتوي فراغاتها على غذاء قليل، ومن ثم تقل كثافة تجمعات الفورامنيفرا والزخرفة تكون خشنة وذات أصداف مغزلية أو عدسية الشكل.

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

التوزيع البيئي Ecological Distribution

تنتشرالفورامنيفرا الحية في مختلف البيئات البحرية المختلفة بدءاً من المناطق الشاطئية الضحلة وانتهاء بالأعماق البحرية السحيقة.وتتميز البيئات البحرية المختلفة بأشكال معينة من الفورامنيفرا المهيأة للحياة فيها. وقد تختلف البيئات البحرية فيما بينها في مدى تعدد أنواع الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا القاعية الصغيرة، حيث تعيش مرتبطة بالأعشاب البحرية والفتاتيات الطحلبية والشعابية. وفي بعض الأحيان - كما هو الحال في منطقة الحاجز المرجاني العظيم بأستراليا - تمثل الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا القاعية تختلف باختلاف البيئة وهي(Kitzato, 1983):

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

٢ - البعض الثاني من الفورامنيفرا القاعية يعيش في وسط الأعشاب البحرية التي تغطي القيعان الصلبة. حيث تمتد الأقدام الكاذبة للفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا في القيعان الفتاتية ٠,٠٠٩ - ٠,٠٠٤م/دقيقة، وأصداف هذا النوع تكون، عادة ذات التفاف حلزوني مرتفع أو آحادية التسلسل أو ثنائية التسلسل أو ثلاثية التسلسل (Kitzato, 1983). ويرى سكوفن (Scoffin,1987) أن كثافة

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

ويتأثر الانتشار الرأسى والجغرافي للفورامنيفرا 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 محتفظا بالهلام الأولي وقد لاحظ برجر (Berger, 1971) أن هناك عدداً يتراوح بين ٦ و ١٠٪ من الفورامنيفرا الطافية يترك الصدفة يومياً - غالباً إثر عملية التكاثر - بحيث تتهاوى هذه الأصداف تدريجياً لتترسب 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 ٥٠و ١٠٠م مع استمرار الزيادة التدريجية بعد ذلك. أما في الأعماق التي تزيد عن ٥٠٠م فإن أعداد الأصداف الفارغة تكون أكثر من الأصداف المليئة بالهلام الأولي بشكل ملحوظ.

وقد ذكر برازيي (Brasier, 1984) أن التغيرات المتعاقبة خلال حقبى 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 إكتمال السجل الأحفوري لرواسب البحار العميقة.

البيئة القديمة Paleoecology

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 الذى ينص على أن الحاضر مفتاح الماضي (The present is the key to the past). وعلى سبيل المثال يُعَدُ التوزيع الحالي للبحار والمحيطات محصلة للعديد من الحركات التكتونية لصفائح القشرة الأرضية على مدى الزمن الجيولوجى. 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 لتترسب في النهاية بمياه البحار والمحيطات. وأدى هذا بالتالى 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 بالفورامنيفرا الحية لاستنتاج البيئة القديمة للفورامنيفرا المتأحفرة.

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 الفورامنيفرا الطافية في العصر الطباشيري قل تركيز كربونات الكالسيوم في المياه الضحلة نسبياً بسبب جذب الأنواع الطافية لقدركبير 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 حقبى الحياة القديمة والمتوسطة ثم تتناقص بعد ذلك.

٢ - هناك بعض الأنواع التي كانت تعيش في الماضى في بيئات معينة بينما تعيش الأجيال الحديثة منها في بيئات مختلفة، فقد وجد، على سبيل المثال ،أن عائلة أستروهيزيدا 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 الفورامنيفرا 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 الناشيءعن نقل بعض الأحافير من البيئة التي عاشت فيها إلى بيئات غريبة عنها بسبب العوامل المختلفة مثل التيارات المائية العنيفة والانهيارات 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 والبنيات الصغيرة والكبيرة وغيرها لنحصل على تصور أقرب ما يكون إلى الحقيقة عن البيئة القديمة. وقد قدم موراي (Murray, 1973 a) طريقة لاستنتاج البيئة القديمة للفورامنيفرا، تقوم على الدراسات المتعلقة بالتوزيع البيئي للأنواع 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 للفورامنيفرا الحية وهي الروتالينا (Rotaliina) والتكستيولارينا (Textulariina) والمليولينا (Miliolina) في البيئات البحرية المختلفة.

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

وهناك عديد من الدراسات الأخرى التي تعنى بالبيئة الحديثة لمجموعات الفورامنيفرا المختلفة وإنعكاسها على استنتاجات البيئة القديمة للفورامنيفرا المتأحفرة.

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

١ – الأصداف وحيدة الحجرة Monothalamous tests

إذا كانت الصدفة نصف كروية فإنها تلتصق من الجهة المستوية للحجرة 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 اللافة في مستوى واحد، بينما يزحف البعض الآخر فوق رسوبيات القاع.

٢ – الأصداف عديدة الحجرات Polythalamous tests

تأخذ أشكالاً مختلفة منها، ما يلي:

أ) **الأصداف ذات الحجرات المتسلسلة (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* الذى يعيش هائماً في الطبقات العلوية لمياه البحار.

ب) **الأصداف اللافة في مستوى واحد (Planispiral tests)**. تعيش الفورامنيفرا ذات الأصداف اللافة في مستوى واحد متحركة فوق الرسوبيات الفتاتية أوخلالها. 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.

جـ) **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 الفورامنيفرا ذات الأصداف الحلزونية منخفضة اللف، والتي تتميز بالشكل ثنائي التحدب ، 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 الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا ذات الأصداف الحلزونية يعيش هائما في الطبقات العلوية من مياه البحار مثل جنس جلوبوترانكانا *Globotruncana*

٣ – الأصداف المليولينية Miliolid tests

تعيش الفورامنيفرا ذات الأصداف المليولينية 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). وتُعَدُ أصداف أجناس كونكيولوكيولينا *Quinqueloculina* وترالوكيولينا *Triloculina* من أكثر الأصداف المليولينية انتشاراً في هذه البيئات، نظراً لقدرتها على تحمل الملوحة، بينما يوجد جنس باي لوكيولينا *Biloculina* في البيئات الأكثر عمقاً والأكثر اقتراباً من درجة الملوحة العادية لمياه البحار (Bandy, 1964).

٤ – الأصداف القرصية Discoidal tests

تعيش الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا.وتُعَدُ هذه المشاهدة محصلة الدراسات التي تربط بين الظروف البيئية وشكل الصدفة وقد قام سفرين (Severin, 1983) بتقسيم الفورامنيفرا القاعية الموجودة في ساحل ولاية تكساس إلى ست مجموعات شكلية هي :

١ - الأصداف المستقيمة والأسطوانية.

٢ - الأصداف اللافة في مستوى واحد ذات الحافة المستديرة.

٣ - الأصداف الحلزونية ذات الوجه المحدب والوجه المستوى.

٤ - الأصداف التي تتميز بالاستطالة.

٥ - الأصداف ثنائية التحدب ذات الحافة الحادة.

٦ - الأصداف ذات الطرف المدبب.

وقد لوحظ أن المجموعة الأولى يزداد عددها في الأعماق التي تتراوح بين ١١ و٣٤ 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 الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا من صخور الجوراسي وحتى الحديث. فقد تميزت أصداف الفورامنيفرا بأشكالها الكروية والعدسية في الفترات التي توفر فيها الأكسجين في البيئة، بينما انتشرت الأشكال المسطحة وغير المزخرفة ذات الجدار الرقيق والمليء بالثقوب وسيلةً للحصول على أكبر كمية ممكنة من الأكسجين وذلك في البيئة التي قل فيها هذا العنصر الحيوي..

وقد أشار سفرين (Severin, 1983) إلى عدد من المزايا لتقسيم الفورامنيفرا 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 المتأحفرة تُعَدُ أدق علمياً من تطبيقها على نوع معين من الفورامنيفرا 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 و درجة النشاط في البيئة لهما دور مهم في تحديد الشكل الخارجي للصدفة. ففي جنس أمفيستيجينا *Amphistegina* تكون الصدفة أكثر

تسطحاً في البيئة التي تتميز بالهدوء وقلة 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 الفورامنيفرا المتأحفرة في صخور العصر الطباشيري المتأخر في العراق. هذا وقد اعتمدت استنتاجات البيئة القديمة على أساس ثلاثة متغيرات:

١ – الرقم الفورامنيفرى Foraminiferal number

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

٢ – تعدد الأنواع الطافية Planktonic species diversity

ويقاس هذا المتغير بعدد أنواع الفورامنيفرا 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 فورامنيفرى 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.

وللفورامنيفرا 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 جلوبى 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 الفورامنيفرا (Bignot, 1985) .وتتمثل هذه العلاقة في المعادلة التالية).

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

حيث إن :

T = درجة حرارة الماء

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

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

16.9 - 4.2 = 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 ١١مليون 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 الفورامنيفرا المتأحفرة 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 الفورامنيفرا الطافية والتي تعيش في المياه السطحية تزيد عن تلك المستنتجة من الأصداف القاعية بحوالي ٣ - ٤ درجات مئوية. كما وجد أيضا 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 للفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا 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 للفورامنيفرا 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 (٢,١)

الأقسام الرئيسية للفورامنيفرا التي نوقشت في هذا الكتاب ، كما أن صور الفورامنيفرا الموضحة في اللوحات مرجعها (Loeblich & Tappan, 1988) .

الجدول رقم (٢,١). الأقسام الرئيسية للفورامنيفرا.

Suborder تحت رتبة	Superfamily فوق عائلة	Family عائلة
Allogromiina الوجروميينا	Lagynacea لاجينيشيا	Allogromiidae ألوجروميدا
Textulariina تكستيولارينا	Ammodiscacea أموديسكاشيا	Astrorhizidae أستروهيزيدا
		Rhabdamminidae رابداميندا
		Ammodiscidae أموديسيدا
	Lituolacea ليتيوليشيا	Lituolidae ليتيوليدا
		Cyclamminidae سيكلامينيدا
		Textulariidae تكستيولاريدا
		Ataxophragmiidae اتكسوفراجميدا
		Orbitolinidae أوربيتولينيدا
Fusulinina فيوزولينينا	Endothyracea إندوثيريشيا	Endothyridae أندوثيريدا
	Fusulinacea فيوزولينيشيا	Fusulinidae فيوزولينيدا
Miliolina مليولينا	Miliolacea مليولاشيا	Miliolidae مليوليدا
		Peneroplidae بنروبليدا
		Alveolinidae الفيولينيدا
Rotaliina روتالينا	Nodosariacea نودوزاريشيا	Nodosariidae نودوزاريدا
		Lagenidae لاجينيدا
	Buliminacea بلمينيشيا	Buliminidae بليمينيدا
	Discorbidacea دسكوربيدشيا	Discorbidae ديسكوربيدا
	Rotaliacea روتاليشيا	Rotaliidae روتاليدا
		Nummulitidae نيموليتيدا
		Miogypsinidae ميوجيبسينيدا
	Globigerinacea جلوبيجرينيشيا	Heterohelicidae هيتروهليسيدا
		Globotruncanidae جلوبوترنكانيدا
		Globorotaliidae جلوبوروتاليدا
		Globigerinidae جلوبيجرينيدا

obeikandl.com

مملكة الأوليات. Kingdom: PROTISTA

قبيلة اللحميات. Phylum: SARCODINA

طائفة جذريات الأقدام. Class: RHIZOPODA

رتبة الفورامنيفرا. Order: FORAMINIFERA

١ – عائلة: ألوجروميدا 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 العائلةكيتينية فإنها لا تترك بقايا في الصخور، ولذلك ليس لها أهمية بالنسبة لعلم الطبقات (Stratigraphy) ولكن كثيراً من العلماء يعدونها الأصل لكل أنواع الفورامنيفرا فهي تُعَدُ 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: ألوجروميا Genus: *Allogromia* Rhumbler, 1904

يتميز هذا الجنس بأن صدفته حرة الحركة ذات شكل بيضي إلى دائري، طولها يتراوح بين ٠,٠٠٨مم إلى ٠,٥مم، 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: ألوجروميا أوفيودا { لوحة (١,٢)، صورة (١) في نهاية الفصل}.

Species: *Allogromia ovoidea* Rhumbler, 1904

ب) جنس: نموجوليا Genus: *Nemogullmia* Nyholm, 1953

الصدفة حرة الحركة تسكن أحياناً داخل أصداف الفورامنيفرا الفارغة أوداخل الأنابيب اللولبية، وهي متطاولة، ويتراوح طولها بين١,٦مم إلى ١٩,٠مم، 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 (١,٢)، صورة (٢) في نهاية الفصل} .

Species: *Nemogullmia longevariabilis* Nyholm, 1953

جـ) جنس: كيتينوساكس Genus: *Chitinosaccus* Smitter, 1956

صدفة هذا الجنس وحيدة الحجرة ذات شكل متطاول ، يبلغ طولها ٦٥٠مم، جدارها كيتيني لونه شفاف وأحياناً بني محمر، الفتحة دائرية ونهائية.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 (١,٢) ، صورة (٣) في نهاية الفصل} .

Species: *Chitinosaccus zuluensis* Smitter,1956

٢ – عائلة: أستروهيزيدا Family: ASTRORHIZIDAE Brady, 1881

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

أ) جنس: بيلوسينا Genus: *Pelosina* Brady, 1879

صدفة حرة الحركة ذات شكل مغزلي متطاول إلى شبه أسطواني، الجدار تجمعي سميك يتكون من حبيبات دقيقة ، ولكن يحتوي على بعض الحبيبات الكبيرة من أجزاء أصداف صغيرة من الفورامنيفرا. 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: أستروهيزا Genus: *Astrorhiza* Sandahl, 1858

صدفة هذا الجنس حرة الحركة وكبيرة الحجم، يبلغ قطرها أكثر من ١٥مم 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 الفورامنيفرا الأخرى. تقع الفتحات في نهايةالأذرع الشعاعية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الأردوفيشي المتوسط إلى الحديث.

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

Species: *Astrorhiza limnicola* Sandahl, 1858

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

صدفة هذا الجنس حرة الحركة يتراوح ارتفاعها بين ٠,٤٢ و٠,٧٩م، 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 الديفوني السفلي إلى الديفوني المتوسط.

ومن أنواعه: اينوريس تيوبيولاتا { لوحة (٢,١) ، صورة (٦) في نهاية الفصل}.
Species: *Inauris tubulata* Conkin *et al*. 1979

٣ – عائلة: رابداميندا Family: RHABDAMMINIDAE Brady, 1884

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

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

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: رابدامينا أبيسورم { لوحة (٢,٨)، صورة (٩) في نهاية الفصل}.
Species: *Rhabddammina abyssorum* Sars, 1869

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

صدفة هذا الجنس كبيرة الحجم حيث يبلغ طولها نحو ٦ مم، شكلها متطاول أو مغزلي أو أسطواني، والجدار تجمعي رقيق يتكون من أشواك الاسفنجيات أو بقايا أجزاء من أصداف فورامنيفرا 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 (٢,٨)، صورة (١٠) في نهاية الفصل}.
Species: *Marsipella elongata* Norman, 1878

obeikandi.com

٤ – عائلة: أموديسيد Family: AMMODISCIDAE Reuss, 1862

تتكون صدفة هذه العائلة من حجرتين، اللف في مستوى واحد، و الصدفة مفتوحة. في بعض الأحيان تكون الآجزاء 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 الحجرة الثانية الأنبوبية ذات لف حلزوني، الجدار تجمعي لحبيبات دقيقة جدا، الفتحة في نهاية الأنبوبة. 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: *Arenoturrispirillina* Tairov, 1956

تتميز صدفة هذا الجنس عن صدفة جنس *Ammodiscus* بأن الحجرة الثانية أنبوبية حلزونية اللف ومنخفضة، الجدار تجمعي والفتحة في نهاية الحجرة الأنبوبية. 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 أبتيكا {لوحة (٢,٢)، الصورتان (٢و٣) في نهاية الفصل}.

Species: *Arenoturrispirillina aptica* Tairov, 1956

obeikandl.com

جـ) جنس: أموديسكس Genus: *Ammodiscus* Reuss, 1862

تتكون صدفة هذا الجنس من حجرتين، الحجرة الأولى منتفخة متبوعة بالحجرة الثانية الأنبوبية اللافة في مستوى واحد. الجدار تجمعي والفتحة على هيئة قوس في نهاية الحجرة الأنبوبية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم و يمتد من السيلوري إلى الحديث.

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

Species: *Ammodiscus asper* Reuss, 1862

٥ – عائلة: ليتيوليدا Family: LITUOLIDAE Blainville, 1827

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 Genus: *Lituola* Lamarck, 1804

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 الحجرة 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 Genus: *Ammotium* Loeblich& Tappan, 1953

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.انتشرهذا الجنس في المحيط الهادي والمحيط الأطلسي وفي شمال أمريكا وأوروبا وإفريقيا ويمتد من الطباشيري السفلي إلى الحديث.

ومن أنواعه: أموتيم كاسيس {لوحة (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 مثيلتها في الطبقة الخارجية، والفتحة إما أنها حافية أو قريبة من قاعدة الحاجز.تضم هذه العائلة حوالي ٢٦ جنساً وقد انتشرت من الجوراسي السفلي إلى الحديث ومن أهم أجناسها).

أ) جنس: سيكلامينا Genus: *Cyclammina* 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 { لوحة (٢,٨)، صورة (٧) في نهاية الفصل}.

Species: *Cyclamina cancellata* Brady, 1879

٧ – عائلة: تكستيولاريدا 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 Genus: *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 Genus: *Plecanium* Reuss, 1862

صدفة هذا الجنس متطاولة و بيضية 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 (١٠و١١و١٢) في نهاية الفصل}.

Species: *Plecanium labiatum* Reuss, 1862

جـ) جنس: سيفوتكستيولاريا Genus: *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 ويروانا { لوحة (٢,٧)، الصور (١٣) في نهاية الفصل}.

Species: *Siphotextularia wairoana* Finlay, 1939

٨ – عائلة: أتكسوفراجميدا Family: ATAXOPHRAGMIIDAE Schwager, 1877

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات، والحجرة الواحدة منها تأخذ أشكالاً مختلفة، فمنها الكروي ومنها الهرمي. وتُعَدُ هذه العائلة أكثر تطوراً وتعقيداً في تركيبها فهي تتميز بأنها ذات لف مخروطي 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، وجدار الصدفة تجمعي يتكون من حبيبات ذات تركيب مختلف (كوارتز - صفائح الميكا - أشواك الإسفنج)، وفتحة الصدفة بسيطة أوأنها تتكون من مجموعة من الفتحات. تضم هذه العائلة ١٧ جنساً وتمتد من الترياسي العلوي إلى الباليوسين، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: أتكسوفراجميم Genus: *Ataxophragmium* Reuss, 1860

صدفة هذا الجنس عديدة الحجرات، تترتب في مخروط حلزوني، الجانب الحلزوني فيه كبير ومفتوح، و اللفات 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: أتكسوفراجميم فريبايل { 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 الدرز 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

جـ) 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 الدرز غائرة موازية لمحوراللف، 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 و يتكون الجدار من ثلاث طبقات، يكون الهيكل الداخلي فيها مكوناً من بلورات كالسيت عادة ما يحتوي على حبات من الرمل شفافة تغطيها طبقة ثانوية من حبيبات الكالسيت 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 Genus: *Orbitolina* Orbigny, 1850

صدفة هذا الجنس كبيرة في الحجم حيث يصل قطرها إلى أكثر من ٣٠مم، وهي عديدة الحجرات، تبدأ الصدفة بالحجرة الأولى ثم تترتب الحجرات فوقها بنظام تسلسل مستقيم ثم في المراحل الأخيرة تترتب بشكل حلقي. الجدارفيها تجمعي خليط من الحبيبات الدقيقة والخشنة، والحجرات مقسمة من الداخل إلى حجيرات بحواجز حاجبية، الفتحات عديدة وهي في مركز الحاجب الحاجز.انتشر هذا الجنس في فرنسا وإسبانيا وفي الجزيرة العربية، و يمتد 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 Genus: *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 و يمتد من الطباشيري السفلي إلى الأوليجوسين.

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

جـ) جنس: فالوتلا Genus: *Fallotella* Mangin, 1954

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 بحواجز 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 (٢,٤)، الصورة (٢) في نهاية الفصل}.
Species: *Fallotella alavensis* Mangin, 1954

١٠ – عائلة: أندوثيريدا Family: ENDOTHYRIDAE Brady, 1884

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات ذات لف في مستوى واحد ، وأحياناً تحيد اللفة الأخيرة، ويتغير مستوى لفها. 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 Genus: *Globoendothyra* Bogush & Yuferev, 1962

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 قاتمة والمتوسطة فاتحة، أما الخارجية فهي قاتمة الفتحة لوزية الشكل قاعدية. انتشر هذا الجنس في شمال إفريقيا وأمريكا الشمالية وأستراليا وأوروبا وآسيا ويمتد خلال الكربوني السفلي.

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

Species: *Globoendothyra pseudoglobulus* Bogush & Yuferev, 1962

ب) جنس: أندوثيرا Genus: *Endothyra* Phillips, 1846

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 و قاعدية. 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

جـ) جنس: بريسلا Genus: *Priscella* Mamet, 1974

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 إلى١١ حجرة. الحواجز طويلة ومائلة، والجدار جيرى، 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 الفورامنيفرا التي تميز العصرين الكربوني والبرمي، وتضم ٣٧ جنساً، ولها أهمية في مضاهاة صخور الجزء العلوي من حقب 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، واللفات مقسمة بالحواجز الطولية إلى عدد من الحجرات الطولية التي تظهر على السطح الخارجي للصدفة، كما في الشكل (٢,١١)، وجدار الصدفة نوعان:

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

- الطبقةالأصلية التي تسمى بالغلاف الأول (Protheca) وهي تتركب من بلورات الكالسيت الشفافة ويسمى بالغلاف الشفاف (Diaphanotheca) تعلوها طبقة تسمى القشرة (Tectum).
- الغلاف الراكب (Epitheca) الذى يغطى سطح وأرضية وجوانب الحجرات. ويتكون هذا الغلاف من بلورات كالسيت 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: ينجشينيا Genus: *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 بحواجز حاجبية مستوية، والجدار جيري والفتحة نهائية. انتشر هذاالجنس في جنوب الصين واليابان وكوريا وروسيا وما يعرف سابقًا بيوغوسلافيا وفي اليونان وتركيا وأفغانستان والجزائر خلال البرمي العلوي.

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

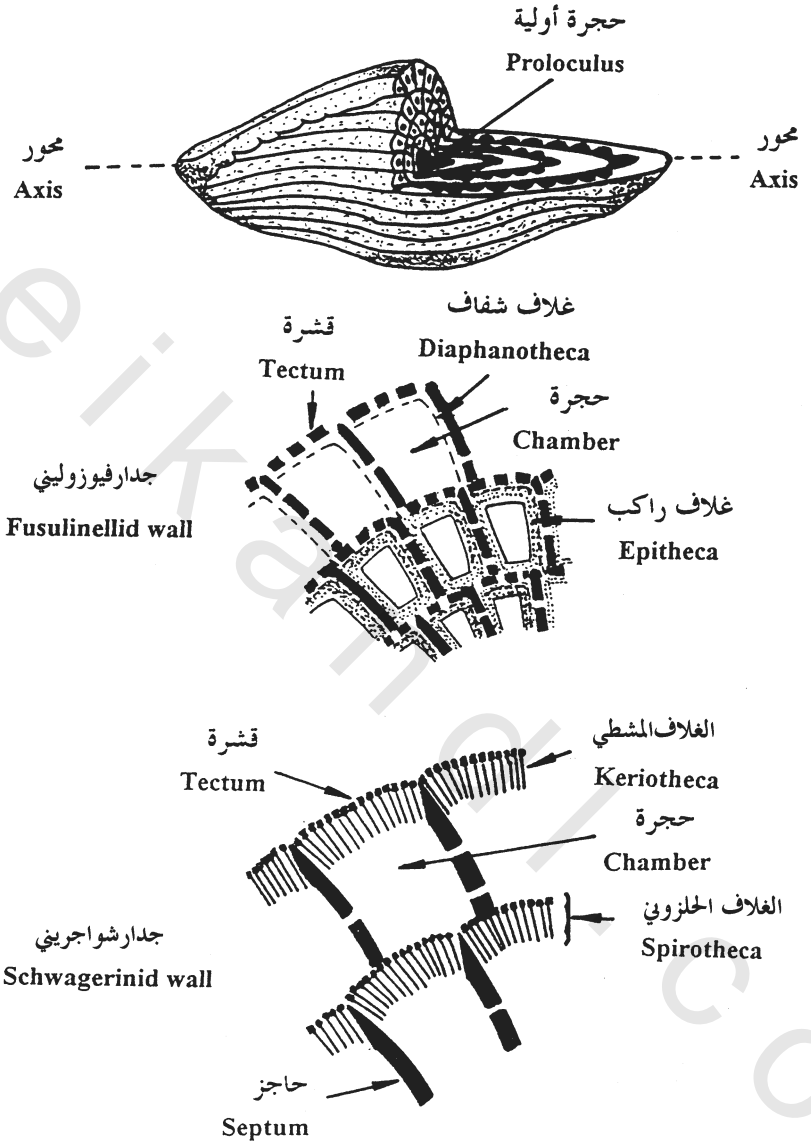
Species: *Yangchienia iniqua* Lee, 1934

ب) جنس: كوازيفيوزلينا Genus: *Quasifusilina* Chen, 1934

تتميزصدفة هذا الجنس بشكلها العام المتطاول إلى شبه اسطواني، ويبلغ طولهاأكثر من ١٢مم. القطبان مستديران، والصدفة عديدة الحجرات، حجرات اللفات المبكرة ذات ارتفاع ثابت، يزداد هذا الإرتفاع في اللفات الأخيرة ناحية القطبين، والجدار جيري رقيق.انتشرهذا الجنس في الألب والمجر وما يعرف سابقًا بيوغوسلافيا وتركيا ومنغوليا وروسيا والصين واليابان وكندا وبريطانيا وكولومبيا وفي جنوب شرق آسيا ويمتد من الكربوني العلوي إلى البرمي السفلي.

ومن أنواعه: كوازيفيوزلينا لنجيسيما {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 Genus: *Fusulina* Fisher de Waldheim, 1829

تتميز صدفة هذا الجنس بأن شكلها العام مغزلي إلى شبه أسطواني، ويبلغ طولها أكثر من ثمانية مليمترات. وهي حلزونية في مستوى واحد، وتحتوى على أكثر من سبعة أزواج حلزونية. وكل من قطبي الصدفة مستدير أي غير مدبب، وشكل الصدفة يكون ثابتًا أثناء النمو، والحواجز 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 Family: MILIOLIDAE Ehrenberg, 1839

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 Genus: *Neaguites* Andersen, 1984

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، والجدارجيري 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 بيرامنسيس {لوحة (٢,٣)، الصورة (١) في نهاية الفصل}.

Species: *Neaguites byramensis* Anderson, 1984

ب) جنس: مليولا Genus: Miliola Lamarck, 1804

صدفة هذا الجنس ضئيلة الحجم ذات شكل مغزلي متطاول، 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 الأوليجوسين.

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

Species: *Miliola saxorum* Lamarck, 1804

جـ) جنس: روبرتيانلا Genus: *Rupertianella* Loeblich & Tappan, 1985

صدفة هذا الجنس كبيرة حيث يبلغ طولها ٩و١مم. أما شكلها الخارجي فبيضي متطاول، 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: روبرتيانلا روبرتيانا { لوحة (٢,٣)، الصورة (٣) في نهاية الفصل} .

Species: *Rupertianella rupertiana* Loeblich & Tappan, 1985

١٣ – عائلة: بنروبليدا Family: PENEROPLIDAE Schultze, 1854

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات ذات لف مغلق وقد تكون غير لافة أحياناً، و الحجرات 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 خزفي 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: ألفيولينيدا Family: ALVEOLINIDAE Ehrenberg, 1839

صدفة هذه العائلة كبيرة الحجم و شكلها إما كروي أو مغزلي أو شبه أسطواني، وهي عديدة الحجرات حيث تترتب الحجرات حول المحور الطولي في لفة. والحجرة الواحدة مقسمة من الداخل بحواجز ثانوية من حاجز واحد أو أكثر. من الحجيرات ما يأخذ اتجاهًا موازيًا لاتجاه اللفات. تضم هذه العائلة ١٧ جنساً 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: جلومالفيولينا Genus: *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 جيري 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: جلومالفيولينا ليودويجي { لوحة (٤,٢)، الصورة (٤) في نهاية الفصل} .

Species: *Glomalveolina ludwigi* Hottinger, 1962

جـ) جنس: ألفيولينا Genus: *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 جيري. تتكون الفتحة من صفين من الفتحات تتبادل الوضع. انتشر هذا الجنس في أوروبا وآسيا وإفريقيا ويمتد من الباليوسين العلوي إلى الأيوسين العلوي.

ومن أنواعه: ألفيولينا شواجريى {لوحة (٤,٢)، الصورة (٥) في نهاية الفصل}.

Species: *Alveolina schwageri* Orbigny, 1826

١٥ – عائلة: نودوزاريدا Family: NODOSARIIDAE Ehrenberg, 1838

تتميز صدفة هذه العائلة بأنها ذات شكل متطاول، الجدار فيها جيري 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: دنتالينا Genus: *Dentalina* Risso, 1826

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

ومن أنواعه: دنتالينا كيوفيرى { لوحة (٢,٥)، الصورة (١) في نهاية الفصل} .

Species: *Dentalina cuvieri* Risso, 1826

ب) جنس: فرنديكولاريا Genus: *Frondicularia* Defrance, 1825

صدفة هذا الجنس منبسطة ورقية إلى رمحية الشكل، ذات حجرات عديدة، والحجرات فسيحة منخفضة متراكبة، والحواجز فيها قوسية الشكل، تصنع زاوية مع سطح الصدفة الخارجي، والجدار جيري 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 كمبلاناتا {لوحة (٢,٥)، 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).

جـــ) جنس: نودوزاريا .Genus: *Nodosaria* Lamarck, 1812

صدفة هذا الجنس ذات شكل متطاول، عديدة الحجرات، تبدأ بحجرة واحدة بيضية متبوعة بتسلسل مستقيم من حجرات منتفخة 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 radicula* Lamarck, 1812

١٦ – عائلة: لاجنيدا Family: LAGENIDAE Reuss, 1862

صدفة هذه العائلة وحيدة الحجرة وجدارها 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 Genus: *Hyalinonetrion* Patterson & Richardson, 1987

الصدفة وحيدة الحجرة مغزلية متطاولة 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 Genus: *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 جلوبوزا Species: *Lagena globosa* Montagu,1803
- نوع: لاجينا أبيكيولاتا 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 مايترتب في صفين أو ثلاثة أو أكثر، وفي بعض الأحيان تجمع الصدفة الواحدة نوعين من الأنظمة.وجدير بالذكر أن عددالحجرات يتناقص مع نمو الصدفة. هذا وإن جدار الصدفة جيري 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 متطاولة إلى شبه اسطوانية، عديدة الحجرات، ترتيب الحجرات فيها ثلاثية التسلسل، وأحياناً ينتهي الترتيب بوحيدة التسلسل. والحواجز واضحة، والجدار جيري ومثقب، والفتحة في قاعدة الحجرة الأخيرة. انتشر هذا الجنس في أنحاء العالم من البلايوسين 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: جلوبوبليمينا Genus: *Globobulimina* Cushman, 1927

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

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

Species: *Globobulimina auriculata* Cushman, 1927

جـ) جنس: بروتوجلوبوبليمينا Genus: *Protoglobobulimina* Hofker, 1951

صدفة هذا الجنس تكون منتفخة إلى بيضية الشكل ، عديدة الحجرات ، ترتيب الحجرات فيها ثلاثي التسلسل ، والحواجز غائرة ، والجدار جيري 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: *Protoglobobulimina pupoides* Hofker, 1951

١٨ – عائلة: ديسكوربيدا Family: DISCORBIDAE Ehrenberg, 1838

صدفة هذه العائلة عديدة الحجرات ذات لف مخروطي منخفض، الحجرة الواحدة فيها مقسمة داخلياً إلى حجيرات بجدار 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 التحدب، الجانب السري فيها منبسط، وهي عديدة الحجرات التي تترتب 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 التحدب، 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 {لوحة (٢,٦)، الصورة (٤) في نهاية الفصل}.

Species: *Trochulina dimidiata* Orbigny, 1939

١٩ – عائلة: روتاليدا Family: 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 Genus: *Rotalia* Lamarck, 1804

صدفة هذا الجنس مخروطية حلزونية ثنائية الأوجه، عديدة الحجرات، ترى جميع الحجرات من الجانب الحلزوني المحدب. 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 {لوحة (٢,٥)، 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 jacobi* Sander, 1962

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

ب) جنس: أورناتانومالينا Genus: *Ornatanomalina* 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 بين٧ و ١١حجرة، محيط الصدفة مستدير، الجدارجيري مثقب، والفتحة بين حافية واستوائية. انتشر هذا الجنس في المملكة العربية السعودية وباكستان ويمتد من الباليوسين إلى الأيوسين السفلي.

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

Species: *Ornatanomalina geei* Haque, 1956

جـ) جنس: ريديلا Genus: *Reedella* Hasson, 1985

صدفة هذا الجنس شبه منتفخة، وهي عديدة الحجرات، ذات لف حلزوني، تحتوي اللفة الأخيرة على عدد من الحجرات يتراوح بين١١ و ١٢ حجرة، خطوط الدرز فيها بارزة، والجدار جيري مثقب بثقوب دقيقة، والفتحة قصيرة بين حافية وقريبة من الشق الإستوائى الطولي للقاعدة المنبسطة والملساء. انتشر هذا الجنس في المملكة العربية السعودية خلال الأيوسين السفلي.

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

Species: *Reedella vadhumaensis* Hasson, 1985

د) جنس: ريدموندينا Genus: *Redmondina* Hasson, 1985

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

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

٢٠ – عائلة: نيموليتيدا Family: NUMMULITIDAE Blainville, 1827

الصدفة عدسية الشكل تبلغ أحجاماً كبيرة. وهي عديدة الحجرات تبدأ من حجرة أولية ثم تصبح لافة في مستوى واحد أومطوية 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 بالصفيحة الحلزونية (Spiral lamina)، وهي مثقبة و بداخلها فراغات تعرف بالهيكل الثانوي المفرغ ويكون الهيكل على أشد تكوين له في الجزء الإستوائى من الصفيحة الحلزونية، ويعرف هنا بالحبل الحافي (Marginal cord). أما الحواجز التي تفصل الفراغ الحلزوني (Spiral cavity)، أي ذلك التجويف بين الصفيحات 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 Genus: *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 بالبثورمع وجودالعديد من الحواجزالحاجبية.توجد فتحات بين حاجبية مكونة قنوات درزية. انتشرهذا الجنس في المناطق شبه إستوائية من العالم ويمتد من الأوليجوسين إلى الحديث.

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

Species: *Operculina heterosteginoides* Orbigny, 1826

ومن أنواعه الموجودة بالمملكة العربية السعودية:

- نوع: أوبركيولينا كتارنسيس

Species: *Operculina gatarensis* El-Khayal, 1974

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

ب) جنس: رانيكوثاليا Genus: *Ranikothalia* Caudri, 1944

الصدفة عدسية الشكل مع وجود عقد مركزية، في المراحل المبكرة يبلغ قطر الصدفة بين ٤ إلى٦ مم وفي المراحل الأخيرة يكون قطرها بين ٨ إلى١٥ 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.انتشرهذا الجنس في المناطق الإستوائية وشبه إستوائية من العالم خلال الباليوسين المتوسط والعلوي.

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

Species: *Ranikothalia nuttalli* Caudri, 1944

obeikandl.com

جـ) 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 (٢,٦)، 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 ستریاتس 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).

obeikandl.com

٢١ – عائلة: ميوجيبسينيدا Family : MIOGYPSINIDAE Vaughan, 1928

صدفة هذه العائلة مسطحة، وأحياناً شبه مخروطية، وهي عديدة الحجرات، تبدأ بحجرتين 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: ميوجيبسينا Genus: *Miogypsina* Sacco, 1893.

صدفة هذا الجنس شبه دائرية، وهي عديدة الحجرات. في الصدفة الابتدائية لايوجد حجرات إستوائية ثم يبدأ اللف اللولبي للصدفة، وتضاف حجرات استوائية 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: ميوجبسينا جلوبيولينا { لوحة (٢,٦)، الصورة (٥) في نهاية الفصل}.

Species: *Miogypsina globulina* Sacco, 1893

ب) جنس: ميولبيدوسيكلينا 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: ميوليبدوسيكلينا بيورديجالنسيس {لوحة (٢,٦)، الصورة (٦) في نهاية الفصل}.

Species: *Miolepidocyclina burdigalensis* Silvestri, 1907

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

صدفة هذا الجنس كبيرة وقد تكون منبسطة ومحدبة مقعرة، وهي عديدة الحجرات، الجانب المحدب هو الجانب البطني، أما الجانب المقعر فهو الجانب الظهرى. 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 أبيونسيس {لوحة (٢,٦)، الصورة (٧) في نهاية الفصل}.

Species: *Miogypsinoides abunensis* Yabe & Hanzawa, 1928

٢٢ – عائلة: هيتروهليسيدا 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:

أ) جنس: ستریاتلا Genus: *Striataella* Aliyulla, 1977

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

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

Species: *Striataella striata* Aliyulla, 1977

ب) جنس: هتروهليكس Genus: *Heterohelix* Ehrenberg, 1843

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 الحجرة 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: جلوبوترنكانيدا Family: GLOBOTRUNCANIDAE Brotzen, 1942

صدفة هذه العائلة ذات لف حلزوني وهي عديدة الحجرات والحجرات بارزة ولها زوايا، والفتحة الأولية سرية والصدفة مغلفة حلزونياً بغشاء جلدي غليظ مقوي بصفائح صغيرة جداً من الكالسيت، مما يؤدي إلى وجود فتحات إضافية أخرى تقع بين صفائحية أو تحت صفائحية. 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 التحدب 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: كونتسوترنكانا 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: كونتيسوترنكانا فورنيكاتا {لوحة (٢,٨)، الصورة (٢) في نهاية الفصل}.

Species: *Contusotruncana fornicata* Korchagin, 1982

جـ) 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 جيري 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: جلوبوروتاليدا Family: GLOBOROTALIIDAE Cushman, 1927

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

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

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

ومن أنواعه: جلوبوروتاليا 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: جلوبوروتاليا كمبريسا

Species: *Globorotalia compressa* Plummer, 1926

- نوع: جلوبوروتاليا اينكونستانس

Species: *Globorotalia inconstans* Subbotina, 1953

• نوع : جلوبوروتاليا برايكيورسوريا
Species:*Globorotalia praecursoria* Morozova,1948

توجد هذه الأنواع في طبقات الهبر (Hiber strata) بشمال غرب المملكة العربية السعودية (El-Khayal, 1975).

• نوع : جلوبوروتاليا أكيوتا
Species: *Globorotalia acuta* Toulmin, 1941

• نوع : جلوبوروتاليا أيكا
Species: *Globorotalia aequa* Cushman & Renz, 1942

• نوع : جلوبوروتاليا أنجيولاتا
Species: *Globorotalia angulata* White, 1928

• نوع : جلوبوروتاليا شابماني
Species: *Globorotalia chapmani* Parr, 1938

• نوع : جلوبوروتاليا كونفيكسا
Species: *Globorotalia convexa* Subbotina, 1953

• نوع : جلوبوروتاليا أوكليوسا
Species: *Globorotalia occlusa* Loeblich & Tappen, 1957

• نوع : جلوبوروتاليا بزيدوبولويدس
Species: *Globorotalia pseudobulloides* Plummer, 1926

• نوع : جلوبوروتاليا فيلاسكوأنسيس
Species: *Globorotalia velascoensis* Cushman, 1940

توجد هذه الأنواع في متكون أم رضمة (Umm er Radhuma) بالمملكة العربية السعودية (El-Khayal, 1977 a).

• نوع : جلوبوروتاليا أراجوننسيس
Species: *Globorotalia aragonensis* Nuttall, 1930

• نوع : جلوبوروتاليا كراساتا
Species: *Globorotalia crassata* Cushman, 1940

• نوع : جلوبوروتاليا بروأيدرماني
Species: *Globorotalia broedermanni* Cushman & Bermudez, 1936

• نوع : جلوبوروتاليا أيلونجاتا
Species: *Globorotalia elongata* Glaessner, 1936

obeikandl.com

• نوع : جلوبوروتاليا مارجينودنتاتا

Species:*Globorotalia marginodentata* Subbotima, 1953

• نوع : جلوبوروتاليا بزيدوسيتيولا

Species: *Globorotalia pseudoscitula* Glaessner, 1936

• نوع : جلوبوروتاليا سبوتينا

Species: *Globorotalia subbotinae* Morozova, 1948

توجد هذه الأنواع في متكون طريف (Turaif Formation) بالمملكة العربية السعودية (El-Khayal, 1977 b).

وبناء على الفورامنيفرا 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 الفورامنيفرا 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 Genus: *Igorina* Davidzon, 1976

الصدفة ذات لف مخروطي حلزوني مضغوط، والجانبان محدبان وهي عديدة الحجرات. يتراوح عدد الحجرات فيها وفي آخر لفه بين ٥ و٩ حجرات، وخطوط الدرز مائلة، وغائرة من جهة جانب اللف الحلزوني، أما من الجانب السري فالحجرات ذات شكل شبه مثلث، خطوط الدرز شعاعية مستقيمة أومنحنية قليلاً، والسرة صغيرة جداً لاتظهر أحياناً، والجدارجيري، والفتحة تقع بين السرةوالمحيط.انتشرهذا الجنس في معظم أنحاءالعالم ويمتد من الباليوسين العلوي إلىالأيوسين السفلي.

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

Species: *Igorina laevigata* Davidzon, 1976

جـ) جنس: باراجلوبوروتاليا Genus: *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، والجدارجيري مثقب، والفتحة تمتد من السرة أوخارج السرة إلى الحافة وهي ذات شفة.انتشرهذا الجنس في أنحاء العالم من الأوليجوسين إلى الميوسين المتوسط.

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

Species: *Paragloborotalia opima* Cifelli, 1982

٢٥ – عائلة: جلوبيجرينيدا

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 الكالسيت تسمى هذه الطبقة بالقشرة (Crust)، والفتحة إما أنها 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 جنسًا وتمتد من الأيوسين المتوسط إلى الحديث، ومن أهم أجناسها:

أ) جنس: جلوبيجرينا 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، لايوجد فيها فتحة ثانوية. انتشر هذا الجنس في معظم أنحاء العالم ويمتد من الأيوسين العلوي إلى الحديث.

ومن أنواعه: جلوبيجرينا بيولويدس {لوحة (٢,٧)، الصورة (١) في نهاية الفصل} .

Species: *Globigerina bulloides* Orbigny, 1826

ب) جنس: جلوبيجرينيودس Genus: *Globigerinoides* Cushman, 1927

صدفة هذا الجنس حرةالحركة، عديدةالحجرات، 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

جـ) جنس: جلوبوتوربوروتاليتا Genus:*Globoturborotalita* Hofker, 1976

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 جيري 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}.

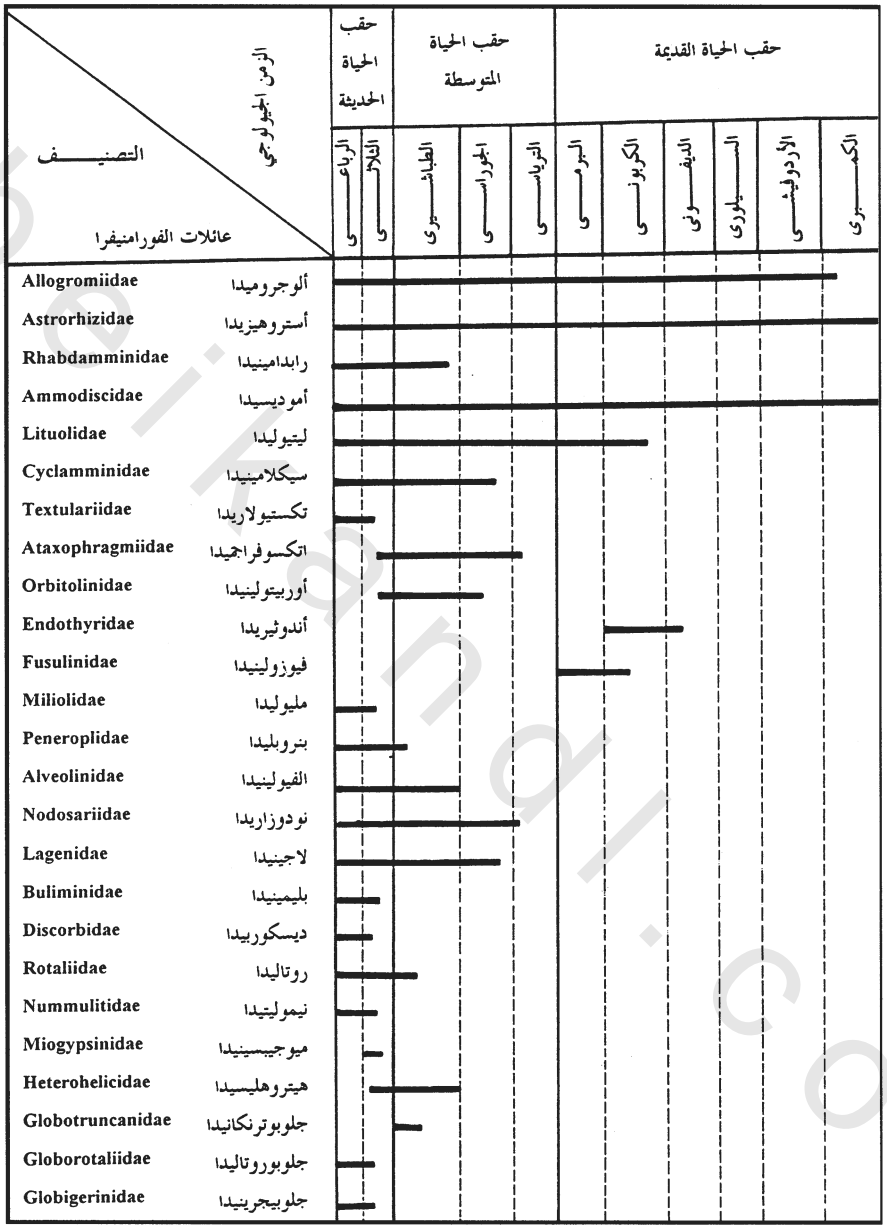
Species: *Globoturborotalita rubescens* Hofker, 1976

التاريخ الجيولوجي

Geological History

تُعَدُ عائلة ألوجروميدا Allogromiidae من أقدم عائلات الفورامنيفرا على الرغم من عدم حفظ بقاياها في صخور العصور الجيولوجية القديمة نظراً لأن جدارها كيتيني ويتحلل بمجرد موت الكائن الحي، (الشكل رقم ٢,١٢).

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



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

ولصقتها على الطبقة الكيتينية وكونت الصدفة الرملية وهذه العائلة بلغت أقصى انتشار لها في حقب 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 صدفتها ذات جدار جيري و تتكون 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 و لكن 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 حقب الحياة القديمة، وتشترك أصداف هذه العائلة في تكوين الكثير من الأحجار الجيرية. ولقد ازدهرت أيضاً عائلة مليوليدا Miliolidae خلال العصر البرمي.

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

أما في حقب 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 و لعبت دوراً كبيراً في تكوين أحجار جيرية وبخاصة في

الأيوسين.كما انتشرت عائلة بوليمينيدا Buliminidae انتشاراً كبيراً إذ ضمت عددا كبيراً من الأجناس قد يصل عددها إلى حوالى١٥٠ جنسا.كما ظهرت، أيضًا، عائلة أوربيتواديدا Orbitoididae وازدهرت في هذا العصر وانتشرت انتشاراً واسعاً.

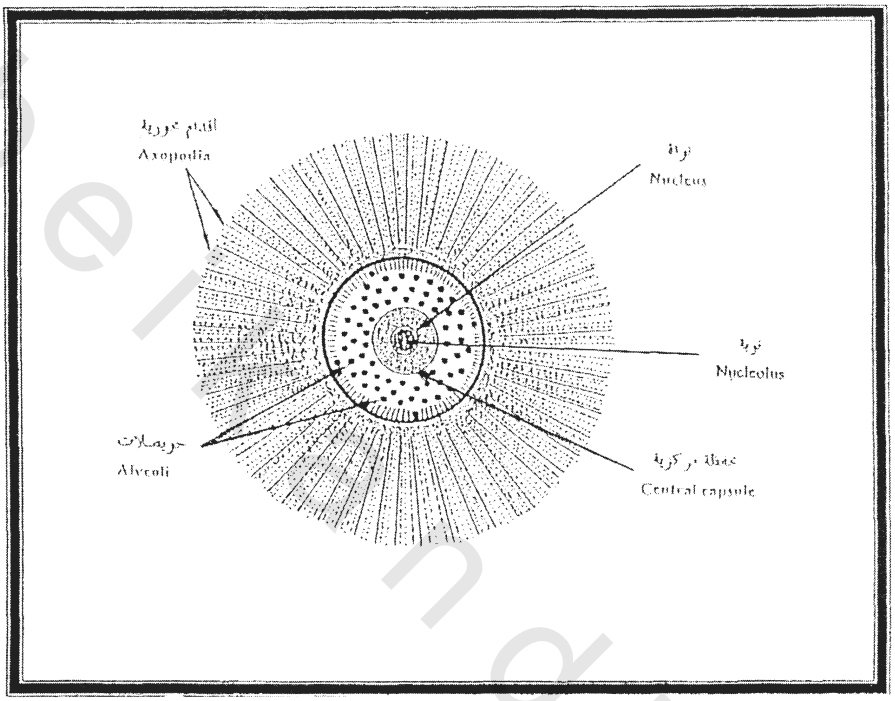
ومع نهاية العصر الثلاثي Tertiary وبداية العصر الرباعي Quaternary بدأت عائلتا ميوجيبسينيداMiogypsinidae أوربيتواديدا Orbitoitodae في التراجع حيث اختفت بعد ذلك، وخلال العصر الرباعى ازدهرت عائلات كثيرة منها روتاليدا Rotaliidaeوديسكوربيدا Discorbidae وبوليمينيدا Buliminidae وجلوبيجيرينيدا Globigerinidae وتضائلت ليتيوليدا Lituolidae وألفيولينيدا Alveolinidae وميليوليدا Miliolidae ونودوزاريدا Nodosariidae.

الراديولاريا
Radiolaria

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

الأجزاء الرخوة Soft Parts

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



الشكل العام الخارجي للراديولاريا.

الشكل رقم (٢,١٣). الشكل العام الخارجي للراديولاريا

(عن: Shrock & Twenhofel, 1953).

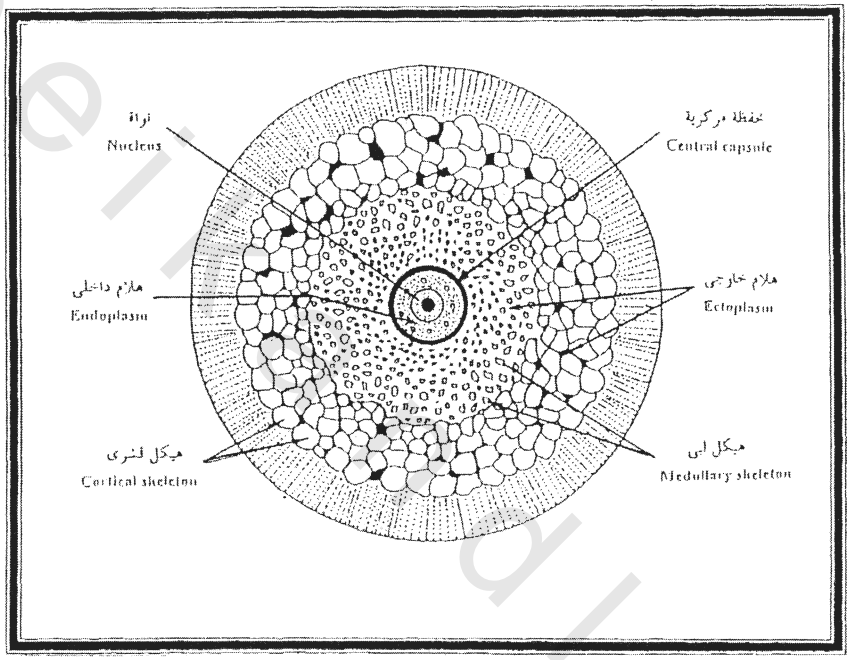
يتكون الهلام الأولي (Protoplasm) الذي يمثل الجزء الرخو في الكائن من جزأين أساسيين هما الهلام الداخلي (Endoplasm) والهلام الخارجي (Ectoplasm) يفصلهما غشاء عضوي مثقب.

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. ويُعَدُ 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) للراديولاريا التى 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).

التغذيـــة Feeding

تتغذى الراديولاريا 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 الراديولاريا التي تعيش في النطاق الضوئي (Photic zone).



قطاع يوضح التركيب الداخلي للراديولاريا.

الشكل رقم (٢،١٤). قطاع توضيحي للتركيب الداخلي للراديولاريا

(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 بباقى 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).

الجـــــدار Wall

هناك ثلاثة أنواع رئيسية لجدار الراديولاريا تختلف تبعاً لترتيب العناصر التى يتكون منها الهيكل. فهناك الجدار الشبكي (Latticed wall) الذي ينشأ بسبب الترتيب الشبكي للأشواك والقضبان. وتتميز فتحات هذا الجدار بالشكل السداسي الذى قد يستدير بسبب ترسب السيليكا على الحافة الداخلية للفتحات.

وهناك أيضاً الجدار الإسفنجى (Spongy wall) الذي يتكون نتيجة الترتيب المعقد لبعض القضبان الرقيقة نسبيًا.

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

البيئـــة 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 التى تمثل غذاء جيداً للراديولاريا.

تبلغ الراديولاريا أقصى درجات التنوع و الازدهار في المياه الإستوائية ولكنها تنتشر بكثرة أيضاً في المياه تحت القطبية (Sub-arctic) جنباً إلى جنب مع الدياتومات.

هناك العديد من العوامل التى تساعد الراديولاريا على بقائها طافية في طبقات العمود المائي. فوجود كريات دهنية وحويصلات 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 هى :

أ) جدار شبكي Latticed wall

ب) جدار إسفنجي Spongy wall

جـ) 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 رتبتين موضحتين في اللوحات المصورة عن (Haq and Boersma, 1980) وهما :

١ - رتبة السبميلاريا Order: SPUMELLARIA

٢ - رتبة النزيلاريا Order : NASELLARIA

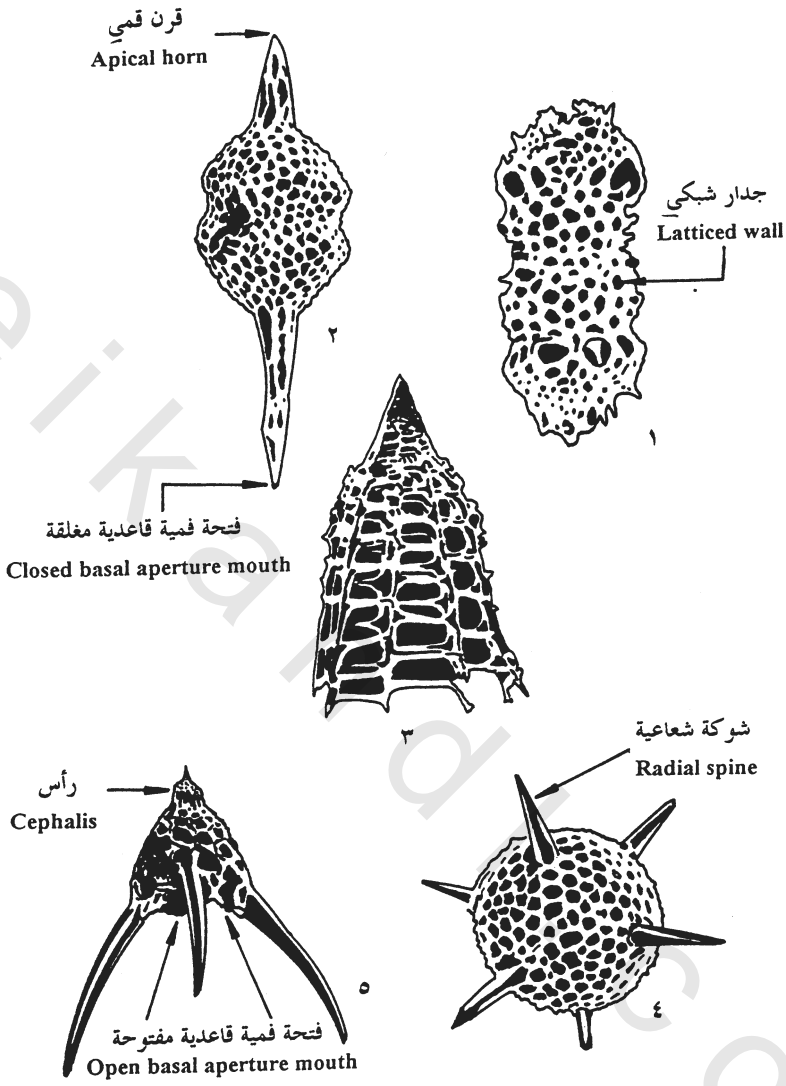
وسنعرض فيما يلي بشيء من التفصيل لكل من هاتين الرتبتين.

رتبة: السبميلاريا Order: SPUMELLARIA

تتميز 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 وتُعَدُ مجموعة أكتينوما Actinomma من المجموعات الممثلة لهذه البنية، حيث يتكون هيكلها من ثلاث كريات متداخلة ومزودة بأشواك وقضبان ذات أحجام مختلفة. تنتشر هذه الرتبة من العصر الكمبري إلى الحديث.

رتبة: النـــزيلاريا 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 الذى يشبه القبعة في كثير من الأحيان. ويشتمل هذا الشكل الأخير على فتحة فمية قاعدية (Basal shell mouth) تكون مفتوحة في أغلب الأحيان و مغلقة 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 رتبتي طائفة الراديولاريا (عن: Kling, 1980).

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

٣ ، ٥ – رتبة النـــزيلاريا Order: Nasellaria.

obeikandl.com

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 بالتماثل الشعاعي ولكنها تعيش في بيئات المياه العذبة، كما أنها لاتترك هيكلاً قابلاً للحفظ والتأحفر بعد موتها.

أما مجموعة Acantharians التى تشبه الراديولاريا أيضاً، فيتكون هيكلها من كبريتات السترانشيوم ($SrSO_2$). لهذا يصعب تأحفرها في الصخور. تتميز هذه المجموعة عن الراديولاريا بدرجة أعلى في التماثل القائم على الترتيب الشعاعى 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 التقليب 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 للراديولاريا 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 الراديولاريا.

وقد لوحظ أن رواسب الراديولاريا توجد على قيعان المحيطات السحيقة في المناطق الإستوائية، قد تصل إلى قرابة ١٠٠٠٠٠ هيكل/جم من الرسوبيات القاعية (Brasier, 1980)، وهي الأعماق التى لا تترسب فيها هياكل كلسية لأنها تزيد عن العمق الذي يتم فيه تعادل الكربونات. هذا و تنتشر رواسب الراديولاريا في المناطق القطبية وتحت القطبية (جنباً إلى جنب مع الدياتومات) حيث تغيب الهياكل الكلسية بسبب انخفاض درجة الحرارة.

وتنتشر رواسب حجر صوان الراديولاري في أحواض ترسيب تتميز بخصائص معينة. فصخور العصرالجوراسي في بحرالتيثس (Tethys) تتميز مثلاً، بوجود حجر صوان راديولاري يعلو رواسب بحرية عميقة. ويفسر وجود صخر الصوان الراديولاري 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 الراديولاريا تعلو في بعض الأحيان صخور الوسائد البازلتية (Pillow basalts) التي تخرج من شق قاع المحيط وتنساب على جوانبه أثناء عملية اتساع القاع. وتوجد رواسب صخر الصوان الراديولاري 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 الراديولاريا 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 والترياسي يرجع إلى الانغلاق الحركي لبعض البحار والمحيطات التي كانت موجودة في حقب الحياة القديمة. وتبعاً لهذا التفسير فإن الزيادة الهائلة في أنواع الراديولاريا التى حدثت بعد ذلك تعزي إلى كثرة المحيطات التى انفتحت بعد العصرالترياسي (Brasier, 1980).

ومن أهم مجموعات رتبة السمبيلاريا ذات الشكل البيضي مجموعة أومناتارتيوس Omnatartus {لوحة (٢,٩)، الصورة (١) في نهاية الفصل} التي ظهرت في الميوسين، وكنارتيوس 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} التى ظهرت في الميوسين.

أما رتبة النزيلاريا فلقد ظهرت منها مجموعات ذات أشكال حلقية 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} التى 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.

لوحـــــة رقم (٢,١)

١ - ألوجروميا أوفيودا

Allogromia ovoidea Rhumbler, 1904 (X35)

٢ - نموجوليا لنجيفريابليس

Nemogullmia longevariabilis Nyholm,1953 (X5)

٣ - كيتينوساكس زولينسيس

Chitinosaccus zuluensis Smitter, 1956 (X60)

٤ - بيلوسينا فريابيليس

Pelosina variabilis Brady, 1879 (X7)

٥ - أستروهيزا ليمنيكولا

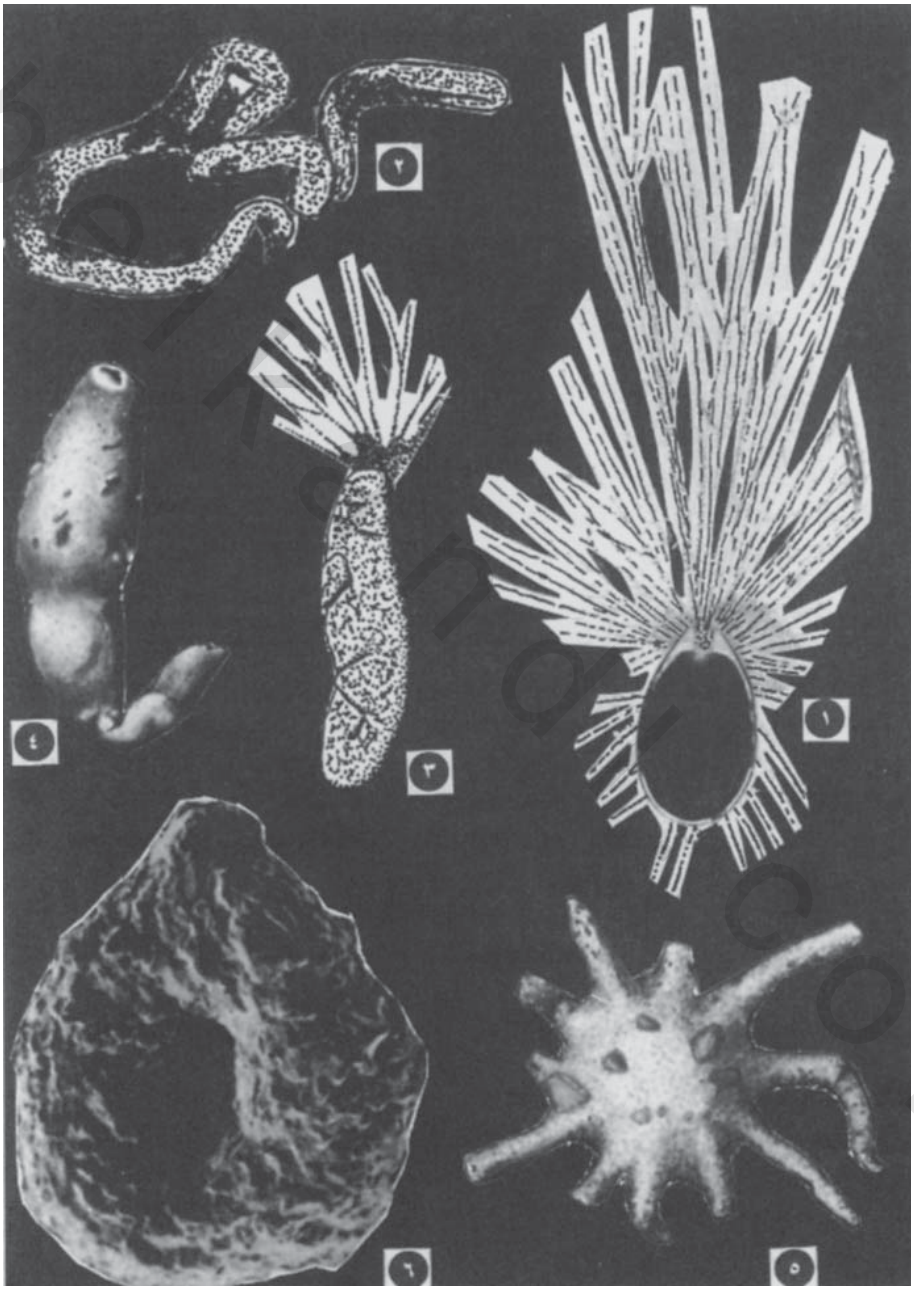
Astrorhiza limnicola Sandahl, 1858 (X8)

٦ - اينوريس تيوبيولاتا

Inauris tubulata Conkin *et al*., 1979 (X109)

obeikandl.com

لوحـــــة رقم (٢,١)



لوحـــــة رقم (٢,٢)

١ - جلوموسبيرلا أمبيكيولاتا

Glomospirella umbiculata Plummer, 1945 (X64)

٢ - ٣ - أرينوتوريسبيريلينا أبتيكا

Arenoturrispirillina aptica Tairov, 1956 (X100)

٤ - أموديسكس أسبر

Ammodiscus asper Reuss, 1862 (X41)

٥ - جلوبودوثيرا بسيودوجلوبيوليوس

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 - كوازيفيوزلينا لنجيسيما

Quasifusilina longissima Lee, 1934 (X40)

١٠ - فيوزولينا سيلندريكا

Fusulina cylindrica Fisher de Waldheim, 1829 (X20)

١١ - ليتيولا نوتيلويديا

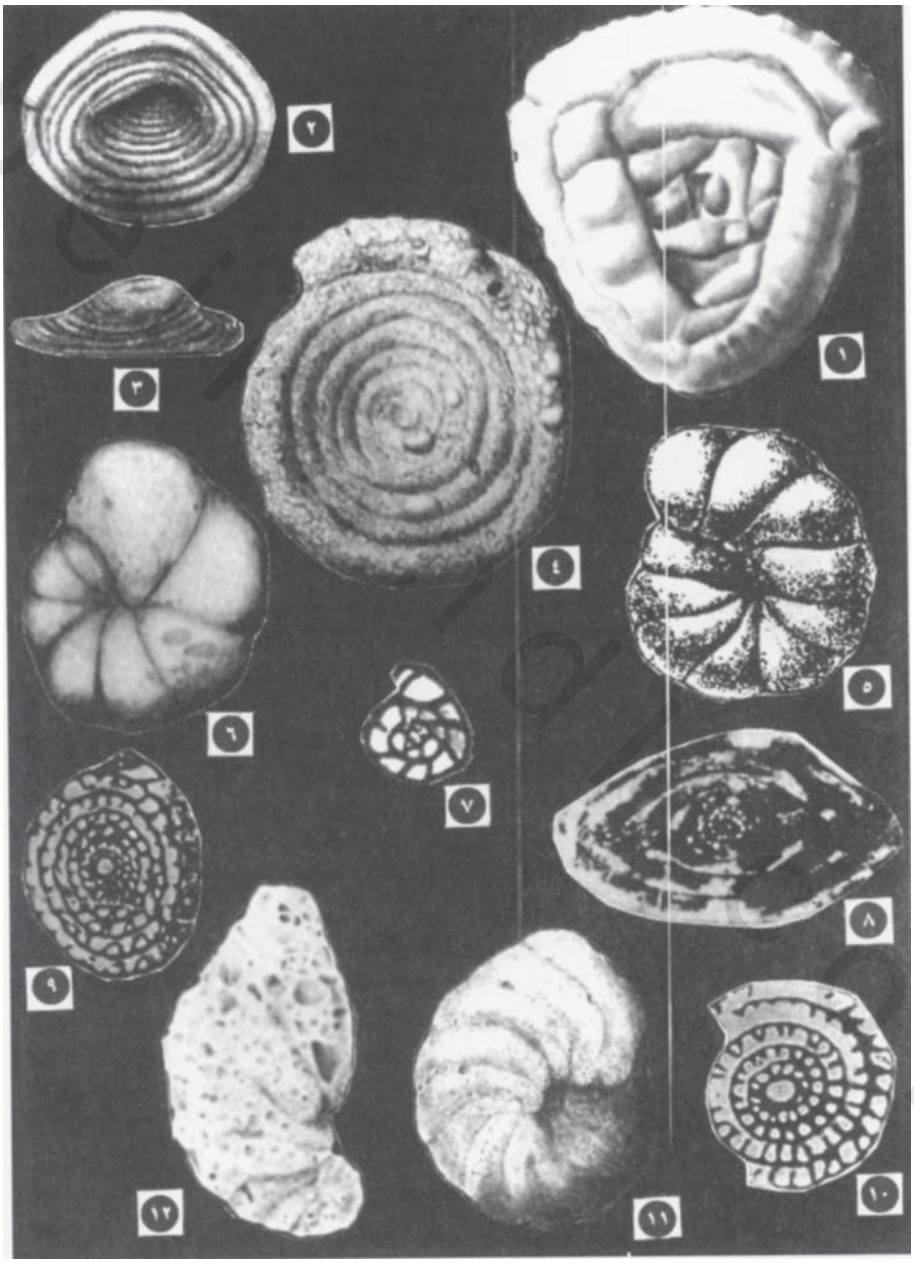
Lituola nautiloidea Lamarck, 1804 (X16)

١٢ - أموتيم كاسيس

Ammotium cassis Loeblich & Tappan, 1953 (X28)

obeikandl.com

لوحـــــة رقم (٢،٢)



لوحـــــة 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 - جلوبوبليمينا أوريكيولاتا

Globobulimina auriculata Cushman, 1927 (X52)

٨ - بروتوجلوبوليمينا بيوبويدس

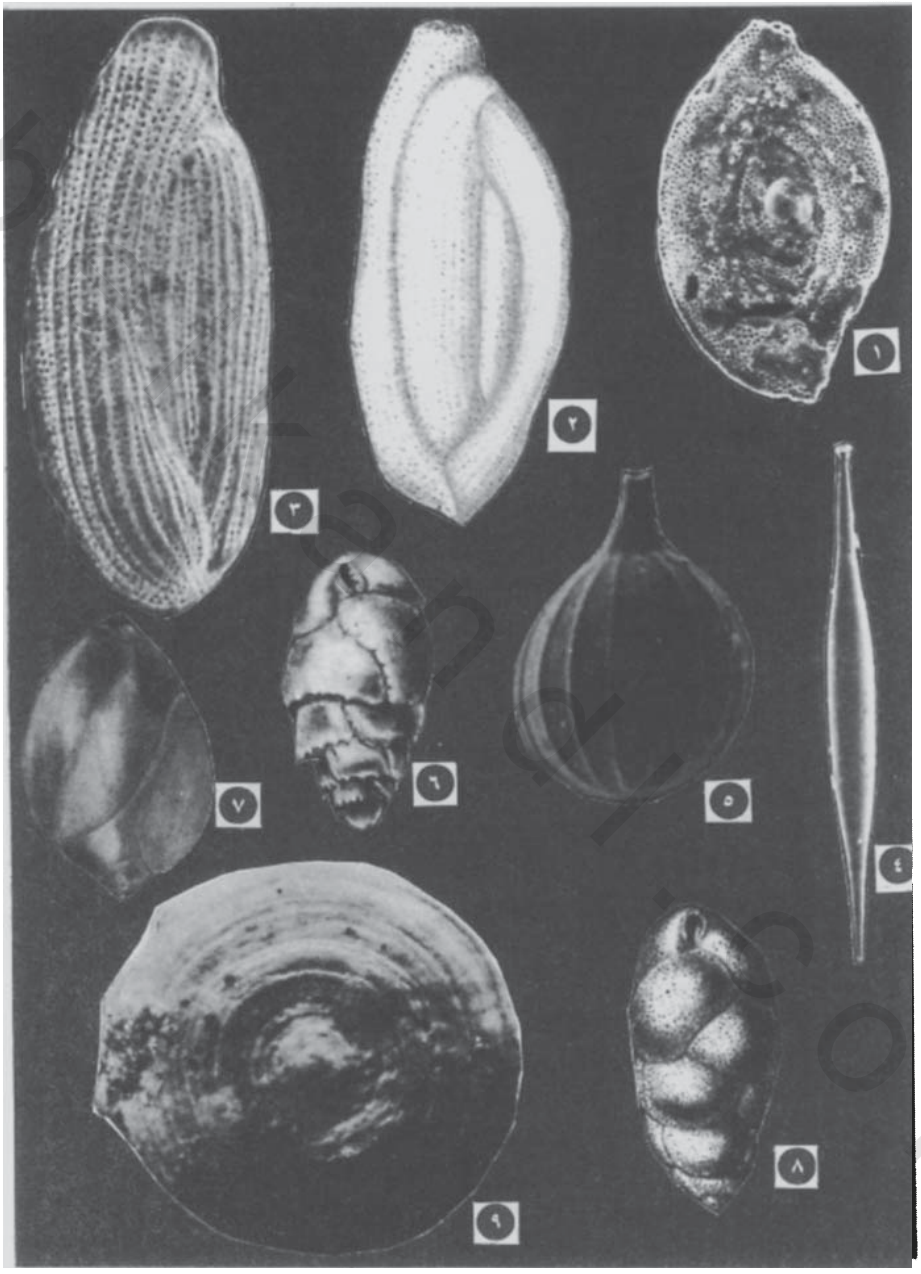
Protoglobobulimina pupoides Hofker, 1951 (X50)

٩ - أوربيتولينا كنكافا

Orbitolina concava Orbigny, 1850 (X57)

obeikandl.com

لوحـــــة رقم (٢,٣)



لوحـــــــة رقم (٢,٤)

١ - ديكتيوكونس أنديكيوس

Dictyoconus indicus Blanckenhorn, 1900 (X20)

٢ - فالوتلا ألافنسيس

Fallotella alavensis Mangin, 1954 (X30)

٣ - أوفالفيولينا أوفيوم

Ovalveolina ovum Reichel, 1936 (X27)

٤ - جلومالفيولينا ليودويجي

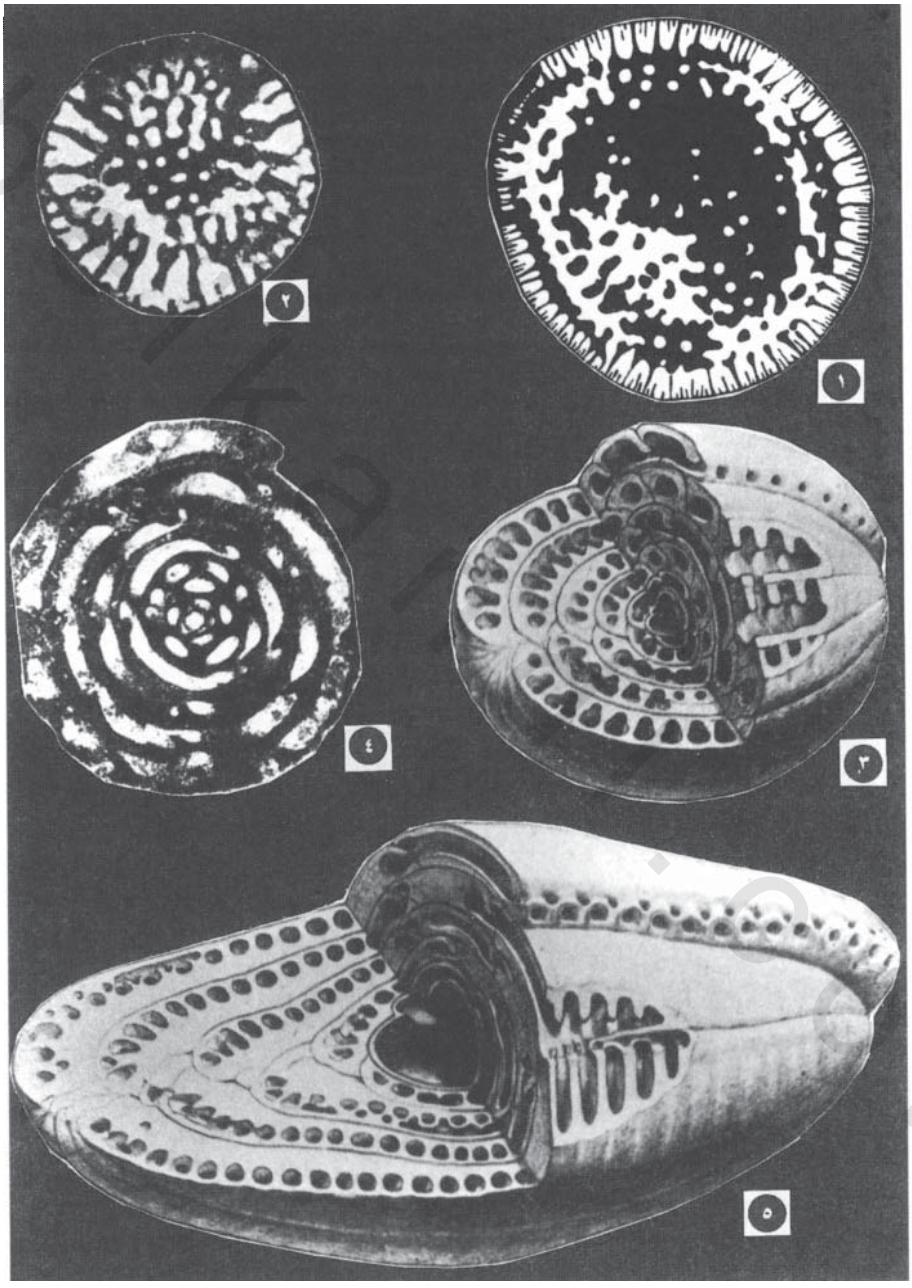
Glomalveolina ludwigi Hottinger, 1962 (X54)

٥ - ألفيولينا شواجريى

Alveolina schwageri Orbigny, 1826 (X50)

obeikandl.com

لوحـــــة رقم (٢,٤)



لوحـــــــة رقم (٢,٥)

١ - دنتالينا كيوفيري

Dentalina cuvieri Risso, 1826 (X20)

٢ - فرنديكولاريا كمبلاناتا

Frondicularia complanata Defrance, 1825 (X9)

٣ - نودوزاريا راديكيولا

Nodosaria radicula Lamarck, 1812 (X40)

٤ - روتاليا تروكيديفورميس

Rotalia trochidiformis Lamarck, 1804 (X40)

٥ - أورناتانومالينا جيي

Ornatanomalina geei Haque, 1956 (X91)

٦ - ريديلا فاديومانسيس

Reedella vadhumaensis Hasson, 1985 (X30)

٧ - ريدموندينا هينينجتوني

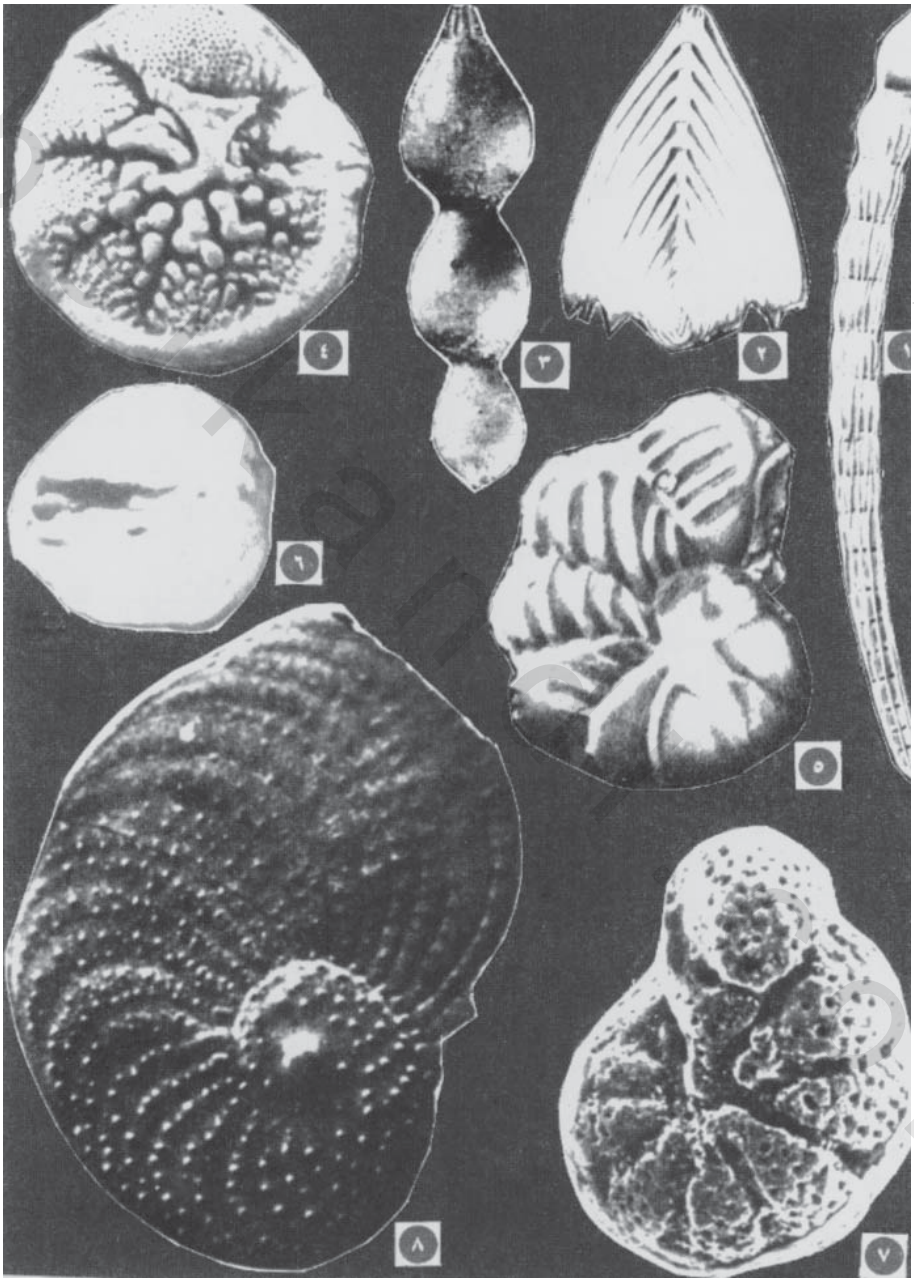
Redmondina henningtoni Hasson, 1985 (X100)

٨ - أوبركيولينا هيتيروستيجينيودس

Operculina heterosteginoides Orbigny, 1826 (X20)

obeikandl.com

لوحـــــة رقم (٢,٥)



لوحـــــــة رقم (٢,٦)

١ - رانيكوثاليا نيوتالي

Ranikothalia nuttalli Caudri, 1944 (X7)

٢ - نيمولايتس فيولجاريس

Nummulites vulgaris Omara & Kenawy, 1979 (X27)

٣ - ديسكوربيس فيكيولاريس

Discorbis vesicularis Lamarck, 1804 (X17)

٤ - تروكولينا ديمدياتا

Trochulina dimidiata Orbigny, 1839 (X27)

٥ - ميوجبسينا جلوبيولينا

Miogypsina globulina Sacco, 1893 (X50)

٦ - ميولبيدوسيكلينا بيورديجالنسيس

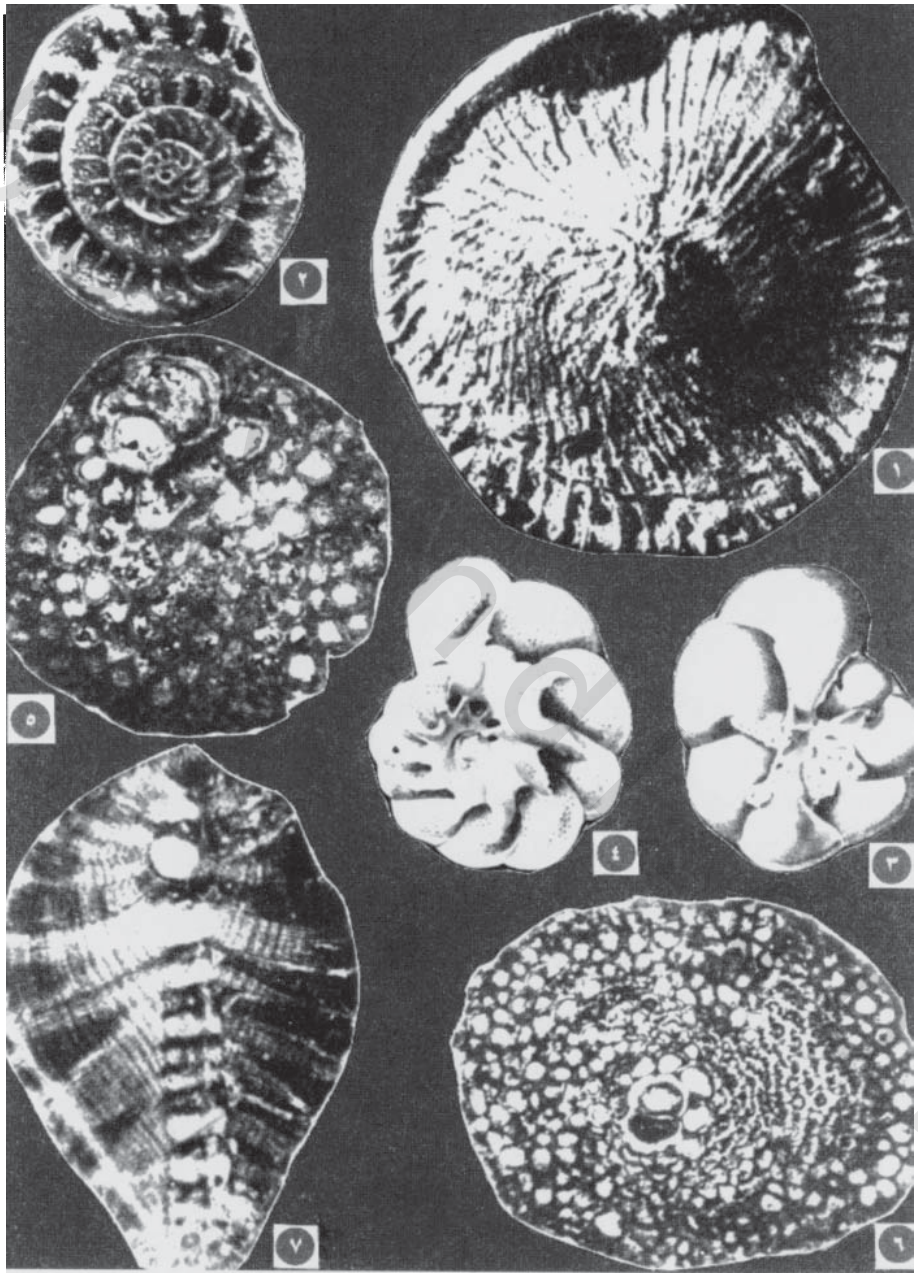
Miolepidocyclina burdigalensis Silvestri, 1907 (X25)

٧ - ميوجيبسينويدس أبيوننسيس

Miogypsinoides abunensis Yabe & Hanzawa, 1928 (X40)

obeikandl.com

لوحـــــة رقم (٢,٦)



لوحـــــــة رقم (٢,٧)

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 - ستریاتلا ستریاتا

Striataella striata Aliyulla, 1977 (X178)

٥ - هتروهليكس أمريكانا

Heterohelix americana Ehrenberg, 1843 (X130)

٦ - أتكسوفراجميم فريابايل

Ataxophragmium variable Reuss, 1860 (X39)

٧ - فولوشينويدس لابيرنتيكيوس

Voloshinoides labirynthicus Barnard & Banner, 1980 (X60)

٨ - هجينوويلا ايليفاتا

Hagenowella elevata Cushman, 1933 (X46)

٩ - تكستيولاريا ساجيتيولا

Textularia sagittula Defrance, 1824 (X26)

١٠ - ١١ - ١٢ - بليكانيم لابياتم

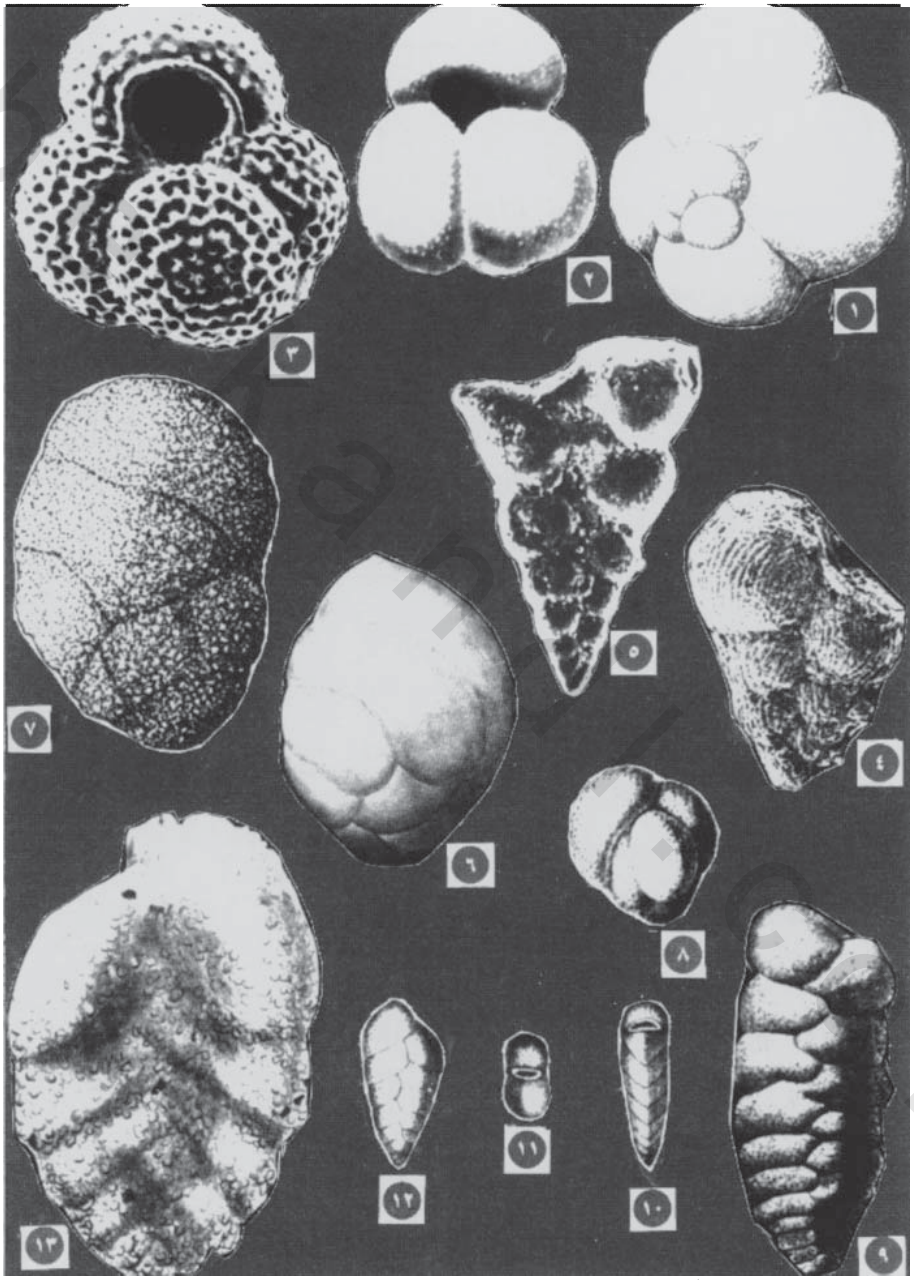
Plecanium labiatum Reuss, 1862 (X35)

١٣ - سيفوتكستيولاريا ويروانا

Siphotextularia wairoana Finlay, 1939 (X109)

obeikandl.com

لوحـــــة رقم (٢,٧)



لوحـــــــة رقم (٢,٨)

١ - جلوبوترنكانا أركا

Globotruncana arca Cushman, 1927 (X27)

٢ - كونتيسوترنكانا فورنيكاتا

Contusotruncana fornicata Korchagin, 1982 (X80)

٣ - سيجاليترنكانا سيجالي

Sigalitruncana sigali Korchagin, 1982 (X76)

٤ - جلوبوروتاليا تيوميدا

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 أبيسورم

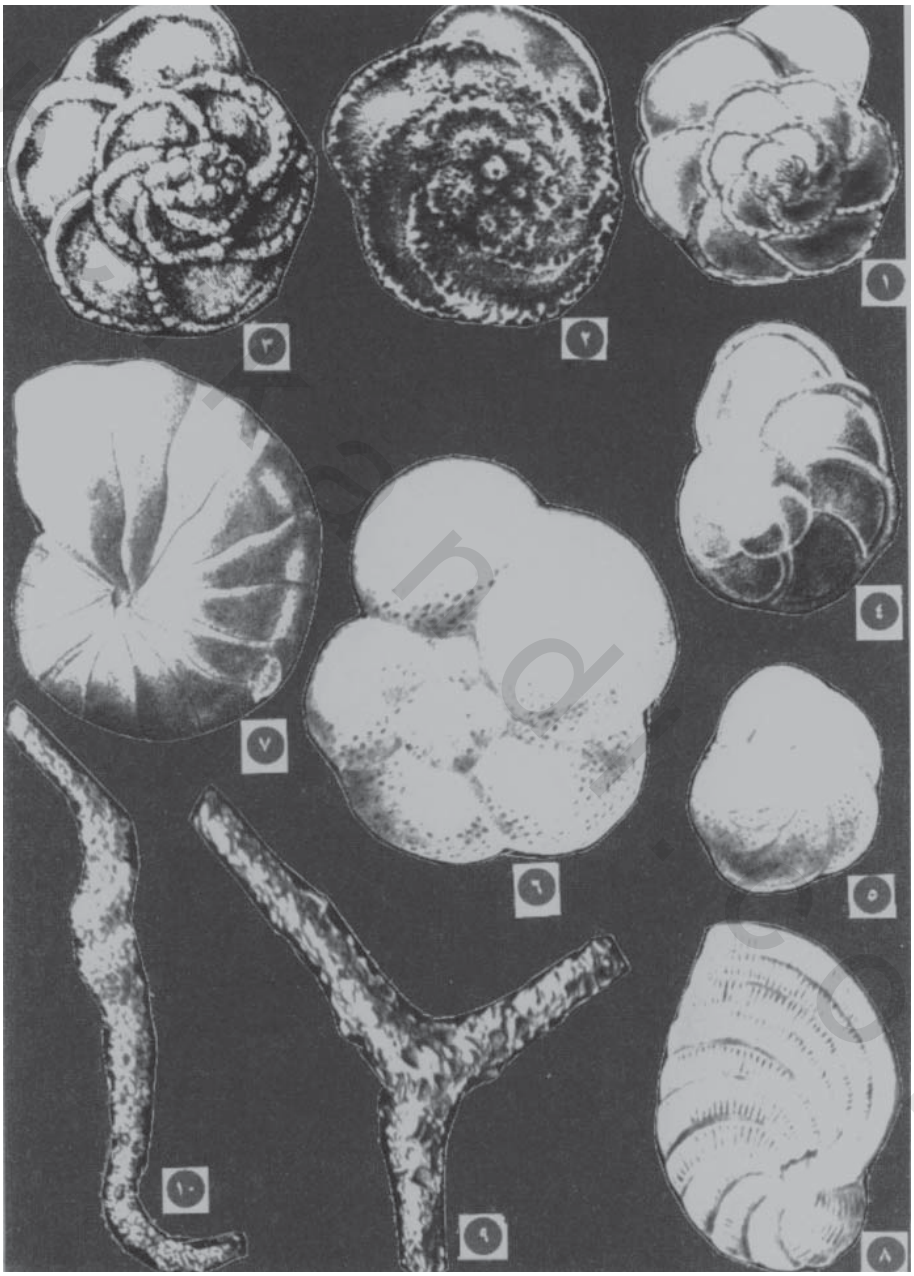
Rhabddammina abyssorum Sars, 1869 (X9)

١٠ - مارسيبلا ايلنجاتا

Marsipella elongata Norman, 1878 (X14)

obeikandl.com

لوحـــــة رقم (٢,٨)



لوحـــــــة رقم (٢,٩)

١ إلى ٤ - رتبة : السمبيلاريا Order: SPUMELLARIA

١ - ٢ - الشكل البيضي

١ - مجموعة : أومناتارتيوس Group: Omnatartus (X500)

٢ - مجموعة : كنارتيوس Group: Cannartus (X500)

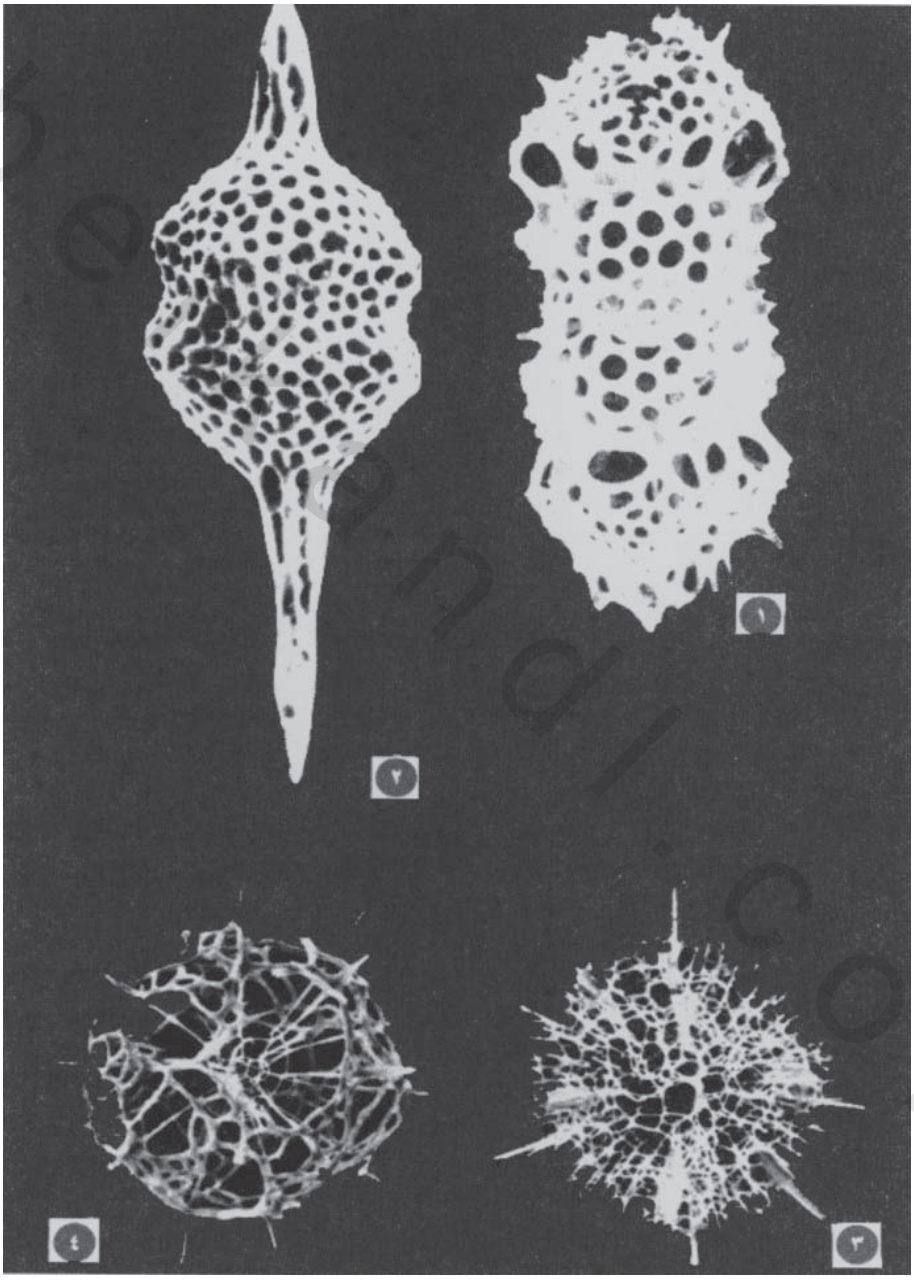
٣ - ٤ - الشكل الكروي

٣ - مجموعة : هابلنتاكتينيا Group: Haplentactinia (X500)

٤ - مجموعة : أكتينوما Group: Actinomma (X500)

obeikandl.com

لوحـــــة رقم (٢,٩)



لوحـــــــة رقم (٢,١٠)

١ إلى ٤ - رتبة: النزيلاريا Order: NASELLARIA

١ - ٢ - الشكل الحلقي

١ - مجموعة: ستيكوكوريس Group: Stichocorys (X500)

٢ - مجموعة: أنثوسيرتيديم Group: Anthocyrtidium (X500)

٣ - ٤ - الشكل الشوكي

٣ - مجموعة: بتريروكانيم Group: Pterocanium (X500)

٤ - مجموعة: ساتيورنيفورما Group: Saturniforma (X500)

obeikandl.com

لوحـــــة رقم (٢,١٠)