جامعة البصرة
كلية العلوم
قسم علوم الحياة

محاضرات
وراثة احياء مجهرية

مقرر ب 322

اعداد وتأليف
أ.د. مناف جودة عبد العباس

وراثة (جزيئية) احياء مجهرية

تعتبر الاحياء المجهرية وبالأخص الجراثيم كائنات ممتازة للدراسات الوراثية وذلك :

1- صغر حجمها لذا تحتاج الى حيز مختبري صغير جدا.
2- فترة زمن الجيل الواحد قصير لذا تنمو وتنقسم بصورة سريعة فبذلك يمكن انجاز العديد من التجارب ضمن مدة زمنية قصيرة اذ ان معدل زمن الجيل قصير جدا من 15-20 دقيقة.
3- ممكن مسح بلايين من النسخ لخاصية مفردة واحدة وبتقنيات بسيطة ذات تكلفة وزمن قليلين.
4- تماثل جميع ذرية الجرثومة المفردة بصورة اساسية.

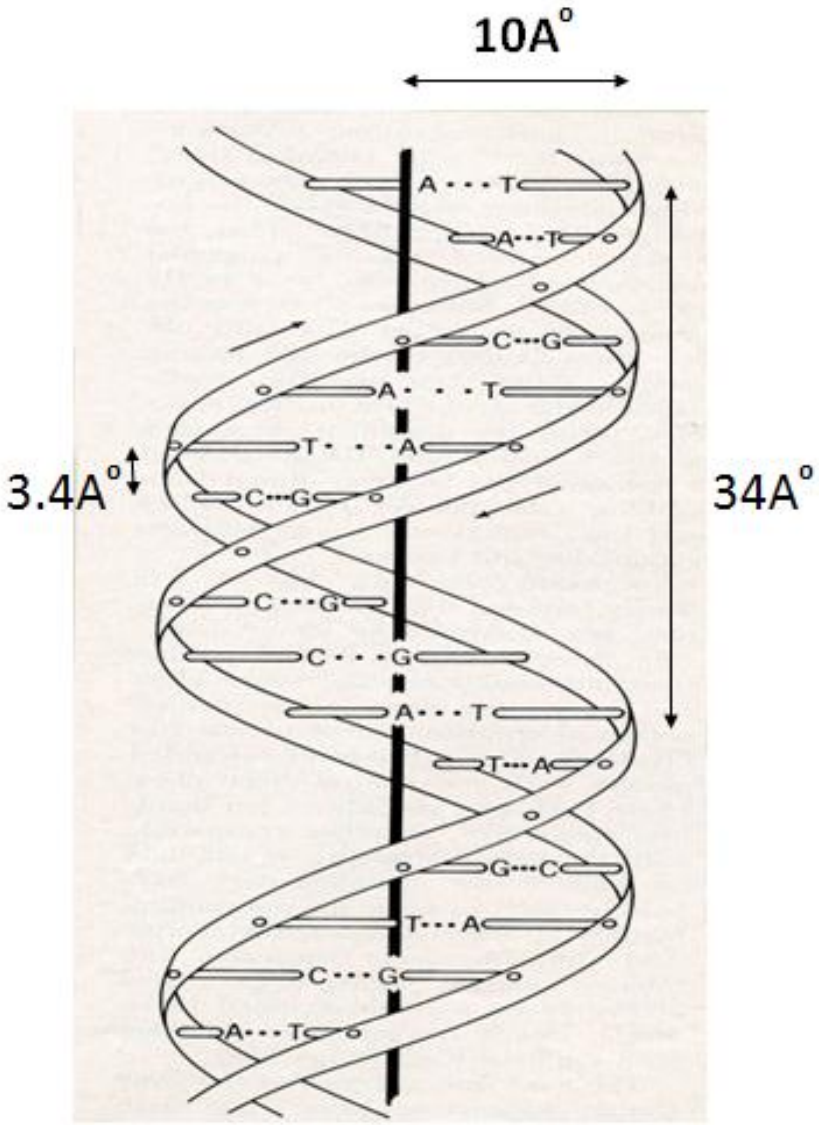
لذا قدمت دراسة وراثة الاحياء المجهرية الكثير من الاسهامات الاساسية لفهم الظواهر المايكروبايولوجية اضافة الى فهم العديد من المشاكل الاساسية لجميع علوم الحياة.

بالرغم من الاختلافات الموجودة بين الجزيئات الكبيرة (الاحماض النووية – دنا او رنا – والبروتينات) هناك خواص مشتركة عديدة بين هذه الجزيئات يمكن ايجازها كالآتي:

1- معبأة بمعلومات موجودة في تتابع الوحدات الفرعية subunits التي تؤلف الجزيئات ألكبيرة، وان الوظيفة البايولوجية لهذه الجزيئات الكبيرة تعتمد على دقة هذا التتابع.
2- يحتاج تخليق اي من هذه الجزيئات الكبيرة الى قوالب استنساخ templates وهي جزيئات كبيرة اخرى تزود تراكيبها سطوحا خاصة تخدم كطراز لتخليق الجزيئات الكبيرة.
3- ان تمييز تتابعات البيورين والبايرمدين خلال خاصية التتام complementarity تؤدي دورا حيويا في تخليق الاصناف الثلاثة من الجزيئات الكبيرة.
4- تتطلب تفاعلات التخليق طاقة لكي تتواصل وعليه فان اصرة عالية الطاقة ستتكسر عند تآصر كل وحدة فرعية مع مجاورتها لتكوين الجزيئه الكبيرة.

كيميائية وبناء الـ DNA و RNA :

لا يتواجد DNA بشكل ضفيرة مفردة طويلة وانما بشكل تركيب حلزوني مزدوج الشريط اذ ترتبط ضفيرتا هذا الحلزون مع بعضهما بواسطة اواصر هيدروجينية بين السطوح المتتامة لجزيئه البيورين وجزيئه البايرمدين **(شكل 1)**. عدا في رواشح Parvovirus اذ يكون DNA كشريط مفرد، وعلى العكس من DNA فان RNA يتواجد اعتياديا بتركيب مفرد الضفيرة single strand structure عدا في رواشح Reovirus فانه يكون مزدوج الضفيرة:



شكل (١): الحلزون المزدوج لجزيئه الدنا

*DS-DNA (Parvovirus ⟶ SS ⟶ DNA)

*SS-RNA (Reovirus⟶ DS⟶ RNA)

والـDNA هو عبارة عن سلسلة طويلة من الوحدات البنائية nucleotides وكل نيوكليوتايد مكون من سكر خماسي رايبوزي منقوص الاوكسجين مرتبط بمجموعة فوسفات وقاعدة نيتروجينية (A,T,G or C) . وان تسلسل القواعد النتروجينية في السلسلة هي التي تحدد الطبيعة الوراثية المميزة لهذه الجزيئه (السلسلة) وذلك لان السكر والفوسفات هو ثابت في كل حامض نووي والمتغير الوحيد هو القاعدة النتروجينية .

القواعد النتروجينية:

تتألف القواعد من 1) Purines وتشمل Adenine(A) و Guanine(G) وهي ثنائية الحلقة و 2) Pyrimidines وتشمل Cytocin(C) و Thymin(T) وكذلك Uracile(U) (الذي يدخل في تركيب RNA بدلا من الثايمين ويفرق عنه بإزالة جذر CH_3 في U) وهي احادية الحلقة **(شكل 2)**.

ترتبط هذه القواعد النتروجينية مع السكر الخماسي بواسطة اواصر كلايكوسيدية glycosidic bonds تتكون هذه الاواصر بين ذرة الكربون رقم 1 للسكر الخماسي وذرة النتروجين رقم 1 للقاعدة النتروجينية بالنسبة للبايرمدينات او ذرة النتروجين رقم 9 للقاعدة النتروجينية بالنسبة للبيورينات **(شكل 3)**.

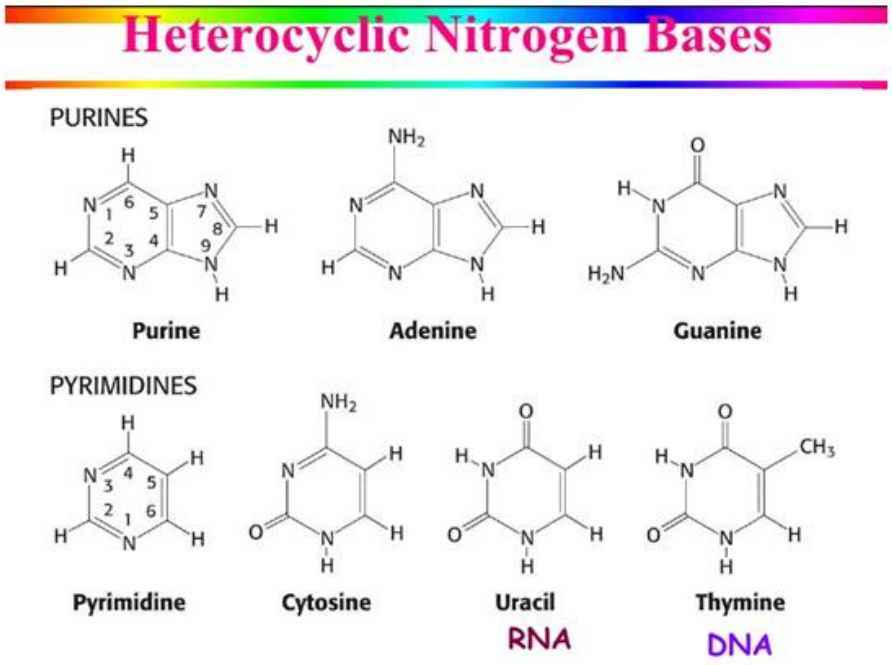
*القاعدة النتروجينية + سكر خماسي ⟵ Nucleoside

* Nucleoside + مجموعة فوسفات ⟵ Nucleotide

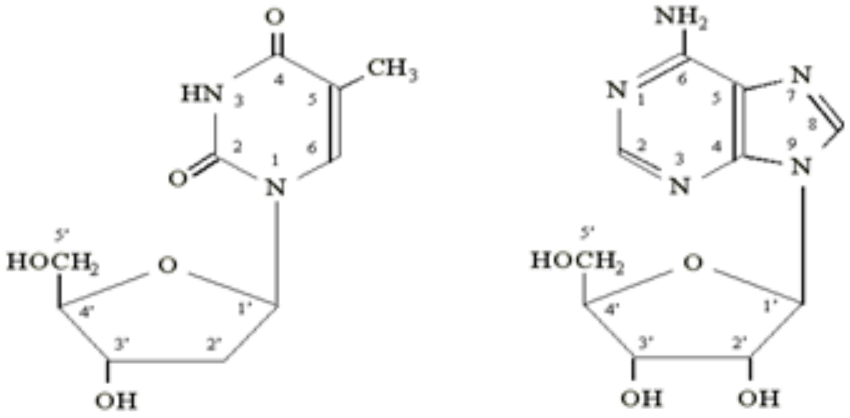
الوحدة البنائية للأحماض النووية (Nucleotide او القاعدة) عبارة عن ارتباط مجموعة الفوسفات مع مجموعة النيوكليوساید وتعتمد تسمية هذه القواعد حسب اختلاف نوع السكر الخماسي الموجود وكذلك نوع القاعدة النتروجينية. فإذا كان سكر خماسي منقوص الاوكسجين يسمى Deoxy وإذا غير منقوص الاوكسجين يسمىOxy وأيضا حسب القاعدة النتروجينية الموجودة.

كيف ترتبط Nucleotides لتكوين سلسلة الحامض النووي:

ترتبط القواعد Nucleotides المكونة للحامض النووي عن طريق اواصر كيميائية تتكون بين مجموعة الفوسفات المرتبطة مع ذرة الكربون للسكر الخماسي لقاعدة معينة مع ذرة الكربون للسكر الخماسي للقاعدة التالية وهذه الاواصر القوية تدعى بالأواصر الفوسفاتية ثنائية الاستر



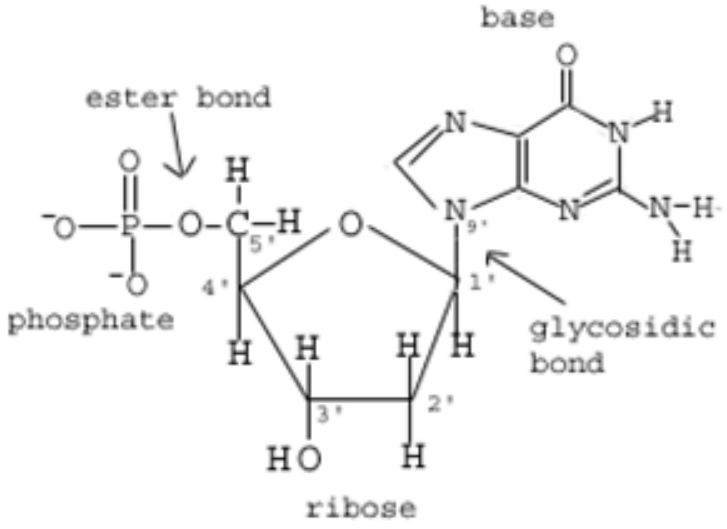
شكل (٢): التركيب الكيماوي للبيورينات والبايرمدينات



2'-deoxy Thymidine
(2'-deoxy ribose sugar
DNA precursor)

Adenosine
(ribose sugar
RNA precursor)

Nucleoside



Nucleotide

شكل (٣): التركيب الكيميائي لجزيئه الـ Nucleoside و Nucleotide

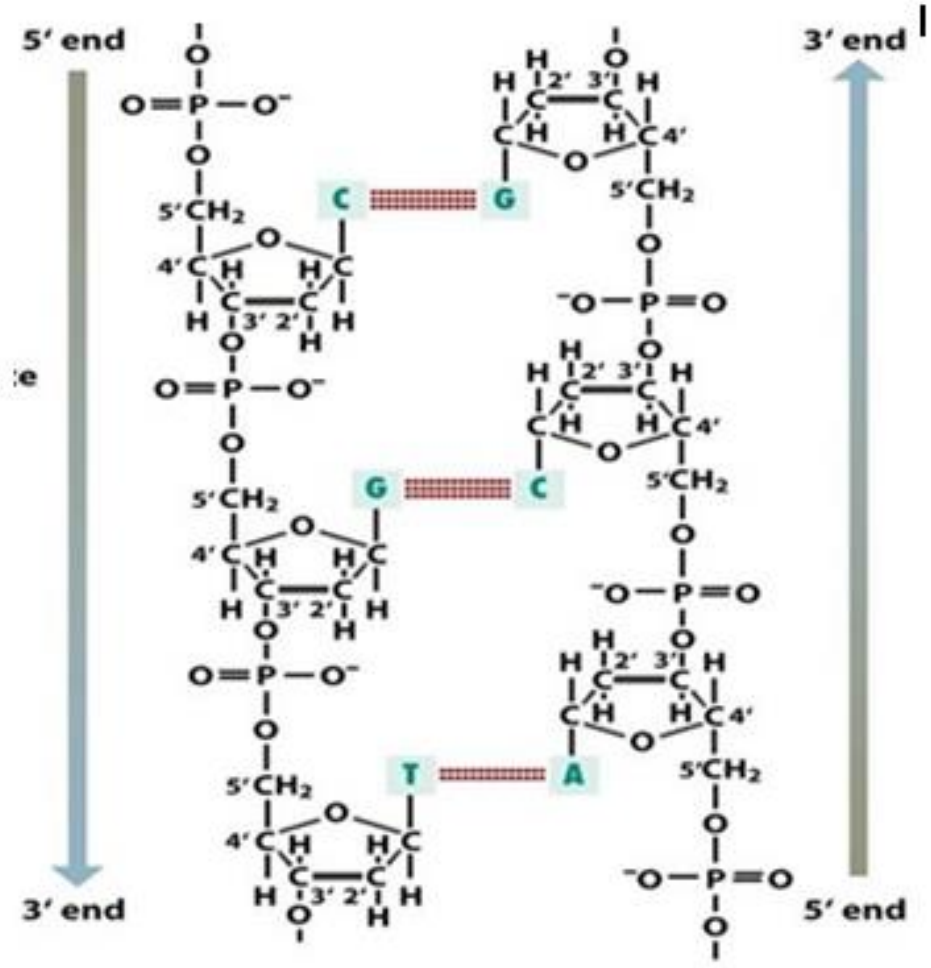
Phosphate diester bonds التي تعمل على ارتباط القواعد مع بعضها على طول الشريط النووي سواء كان DNA اوRNA وهذا الارتباط هو الذي يعطي سلسلة DNA صفة القطبية حيث يحمل احد طرفي السلسلة مجموعة فوسفات مرتبطة بذرة الكربون 5 للسكر الخماسي في حين ينتهي الطرف الاخر بمجموعة هايدروكسيل مرتبطة مع ذرة الكربون 3 للسكر الخماسي **(شكل 4)**.

الحلزون المزدوج Double helix:

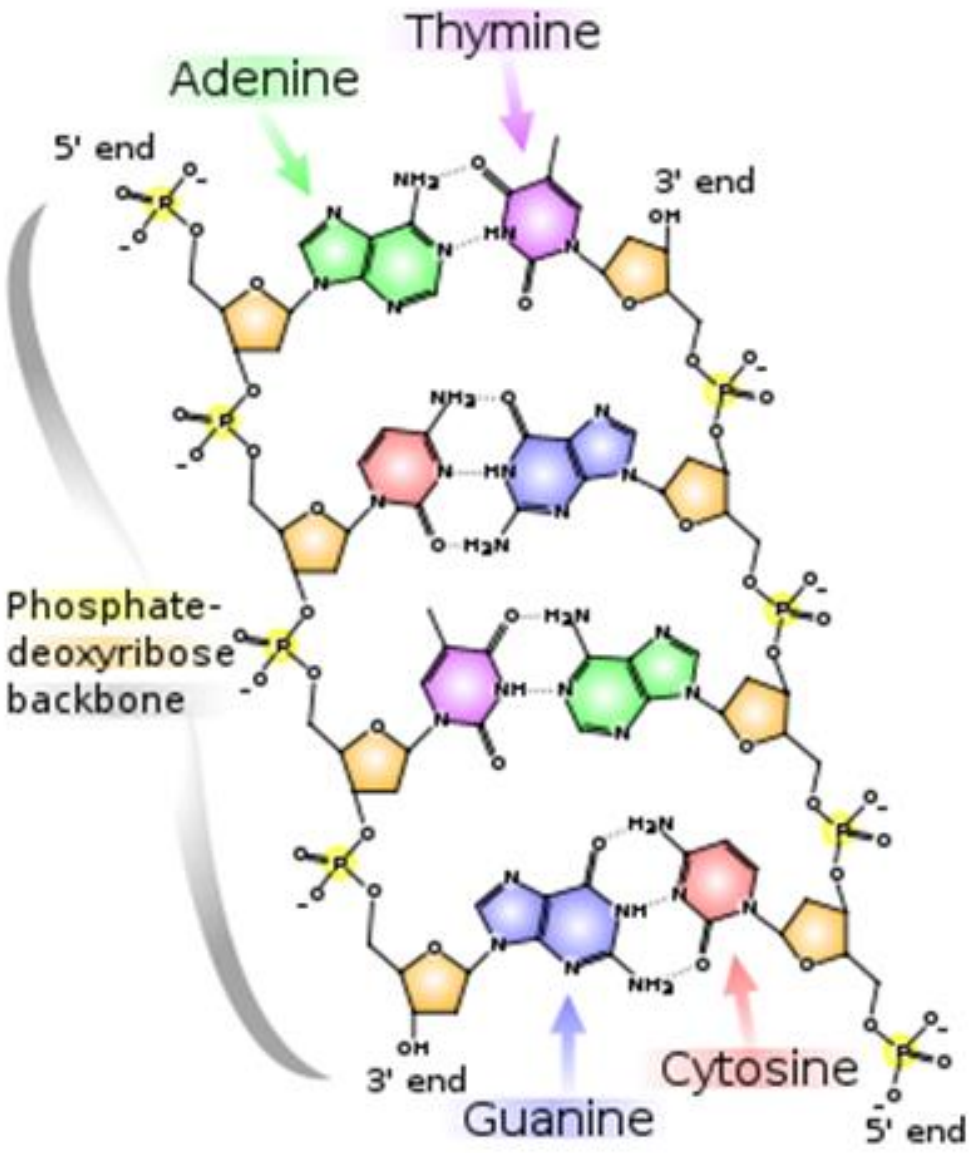
يعتبر الانجاز الرائع لواطسن وكرك عام 1953 (Watson and Crick, 1953) واحد من اهم الانجازات في تاريخ علم الحياة وذلك بسبب كونه مهد الطريق لفهم وظائف الجين على المستوى الجزيئي وينص هذا الانجاز على كون الدنا تتكون من سلسلتين متممتين لبعضهما تلتفان حول محور بحيث يكونان حلزونا مزدوجا منتظما يبلغ قطره 20Aº بحيث تشكل فيه وحدات السكر الخماسي ومجموعة الفوسفات الجزء الخارجي للحلزون في حين تشكل القواعد النتروجينية العمود الفقري والى الداخل وبشكل عمودي على محور الحلزون والمسافة الفاصلة بين قاعدة وأخرى هي 3.4 Aº والمسافة بين لفة وأخرى تبلغ 34 Aº لذا فان اللفة الواحدة من كل شريط تحتوي على 10 قواعد نتروجينية. ويكون ارتباط الشريطين مع بعضهما عن طريق الاواصر الهدروجينية اذ يزدوج A دائما مع T بآصرتين والـ G مع C بثلاث اواصر هيدروجينية وان هذا النوع من الازدواج القاعدي Base pair (bp) هو التركيب الممكن الوحيد وذلك بسبب الخلل الذي يحدث عند انتظام الحلزون المزدوج في حال ارتباط قاعدتين من البيورين (ذات حلقتين) مع بعضها او قاعدتين من البايرمدين (ذات حلقة واحدة) مع بعضهما. اذ ان المسافة اللازمة لارتباط القواعد النتروجينية بين حلقتي البايرمدين اقل من المسافة بين حلقتي البيورين مما يؤدي الى خلل في انتظام الحلزون وتعتبر هذه الخاصيه وهي خاصية الازدواج القاعدية من اهم صفات حلزون الدنا المزدوج لأنها تتكون نتيجة الى العلاقة التتامية بين تتابع القواعد بين الشريطين وكذلك على هذا الاساس يمكن القول بان سلسلتي الحلزون ستكونان متخالفتين في القطبية ايضا. وبهذا يمكن القول بان نسبة كل من A الى T او نسبة G الى C تكون متساوية لواحد في كل جزيئات الدنا **(شكل 5)**.

T / A = 1, G / C = 1 But A + T / G + C = different

دائما نسب A + T تكون اعلى من نسبة G + C في كل الحيوانات والنباتات الراقية ولكن هناك اختلافات كبيرة في هذه النسب في الرواشح والجراثيم والنباتات الواطئة. لذلك فان نسبة A+T/G+C تعتبر كصفة تشخيصيه بين الكائنات الحيه.



شكل (٤): ارتباط النيوكليوتيدات عن طريق الاواصر الفوسفاتية ثنائية الإستر



شكل (٥): ظاهرة الازدواج القاعدي

قياس الاوزان الجزيئية والأطوال للـDNA :

تقاس الاوزان الجزيئية للدنا بالدالتون وان معدل الوزن الجزيئي لزوج من النيوكليوتيدات والذي يسمى عادة بالزوج القاعدي bp هو 660 دالتون ، واحيانا عند عدم كتابة دالتون فانه يشير الى وحدة الدالتون : غم = 1.661×10^{-24} دالتون.

اما الاطوال فتقاس عادة بعدد الازواج القاعدية وتستخدم عادة كيلوزوج قاعدي اذ ان كيلوزوج قاعدي = 1000 زوج قاعدي.

تختلف جزيئات الدنا في مقاومتها للحرارة اعتمادا على طبيعة القواعد النتروجينية الداخله في تركيبها اذ تكون الجزيئات الغنية بالقواعد G+C اكثر مقاومة للإذابة الحرارية من تلك التي هي غنية بـA+T فلذلك عند تعرض حلزون الدنا المزدوج الى د رجة حرارة عالية تقترب من $100C^{o}$ او اكثر تتكسر الاواصر الهيدروجينية التي تربط هذه القواعد وبذلك يبتعد الخيطان المتتامان عن بعضهما فتعرف هذه الظاهرة بمسخ الدنا اي تغيير طبيعته. وبما ان القواعد من نوع G ترتبط مع القواعد من نوع C بثلاث اواصر هيدروجينية فعندئذ تكون الحرارة اللازمة لفصل حلزون الدنا المزدوج للعينة الغنية بـ G+C اعلى من تلك التي تفصل حلزون الدنا المزدوج الغني بـ A+T لان الاخيرة ترتبط بآصرتين هيدروجينيتين.

بالإمكان اعادة ارتباط خيطي حلزون الدنا الممسوخ كليا او جزئيا وذلك بتعريضه لدرجة حرارة $56C^{o}$ عن طريق التبريد البطئ لمحلول الدنا الممسوخة اذ تسمح هذه العمليه بالتقاء الخيوط المفرده المتتامة وارتباطهما معا عن طريق اعادة بناء الاواصر الهيدروجينية، فلذلك يمكن استغلال هذه العملية لصنع جزيئات دنا هجينة وذلك عن طريق التبريد البطئ لخيط دنا ممسوخة مشتقة من نوعين مختلفين من الكائنات.

فمثلا الدنا المشتقة من الانسان يكون اعادة الارتباط 100% وكذلك بالنسبة الى الفار اما اذا اريد الحصول على جزيئه دنا هجينه احد خيطيها من دنا الانسان والأخرى من دنا الفار فستكون نسبة الارتباط في هذه الحاله لا تزيد عن 25% من طول دنا الانسان وهذا يعني بان هناك بعضا من جينات دنا الانسان تحمل شبها كبيرا من جينات الفار بينما تختلف الجينات الاخرى اختلافا تاما وعندها لا ترتبط وبذلك يمكن الاستفادة من هذه العملية للتوضيح بين المجاميع التصنيفية المختلفة او المتشابهه مع بيان نسب الاختلاف.

هناك تشابه كبير بين بناء جزيئات الدنا والرنا باستثناء بعض الاختلافات وهي:

RNA	DNA
سكر غير منقوص الاوكسجين	السكر منقوص الاوكسجين
يحتوي على القاعدة U	يحتوي على القاعدة T
مفرد الضفيرة عدا في رواشح Reovirus	مزدوج الضفيرة عدا في رواشح Parvovirus

هناك عمليتان اساسيتان مختلفتان في خزن المعلومات في الخلايا وهما:

1 تكرار الدنا DNA replication:

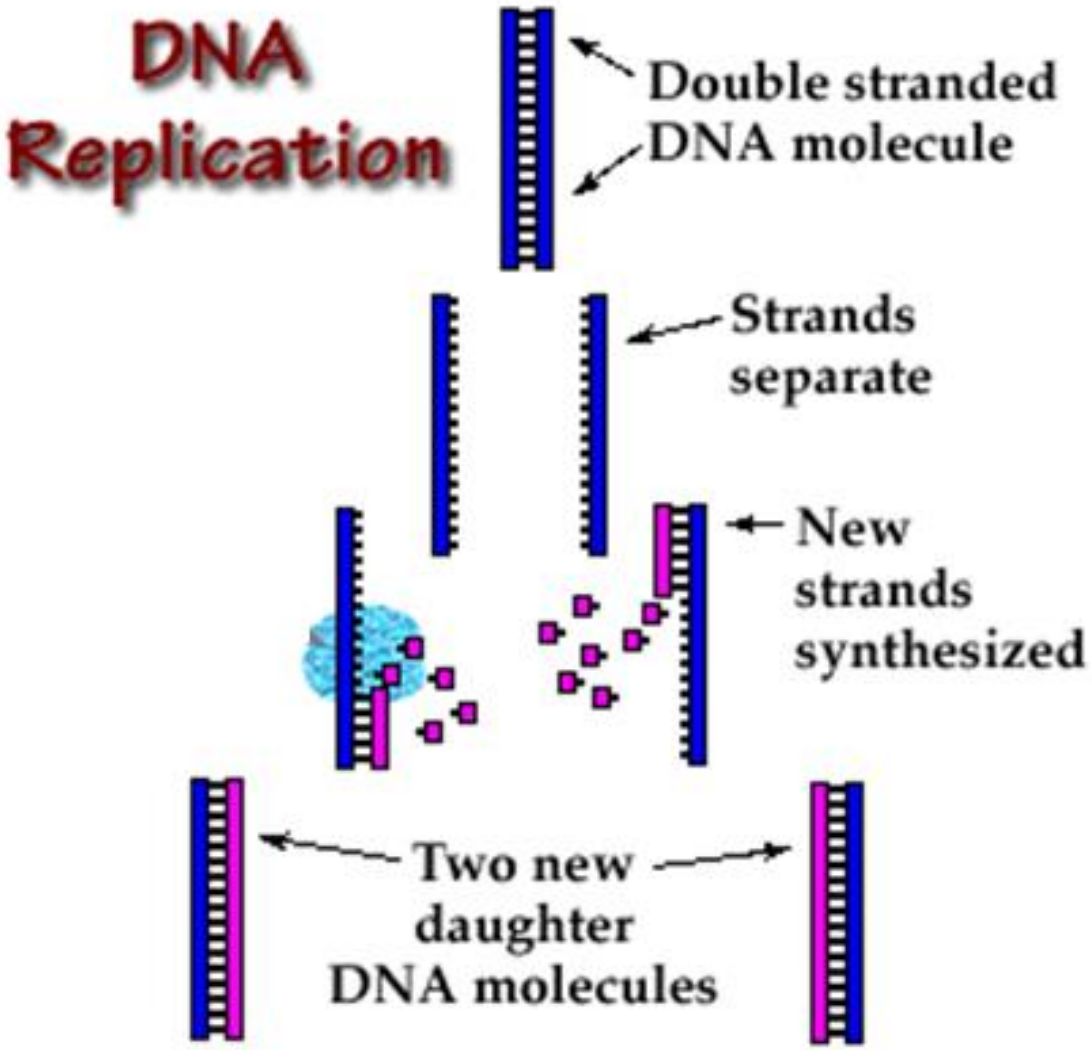
تخزين المادة ألوراثية، لذلك يجب ان تكون امينة في نقل المادة الوراثية اذ ان الاجيال الناتجة من الكائن المختزن يجب ان تحتوي على نفس المواد والكمية من المادة الوراثية في الكائن الاصلي. تقوم جزيئات الدنا بنقل وخزن المعلومات الوراثية بصورة امينة من جيل الى اخر لذا لابد من ان تكون لها القدرة على التكرار بصورة دقيقة غير قابلة للخطأ اي بدون اي زيادة او نقصان بحيث يؤمن حصول الاجيال الناتجة على نفس النوعية والكمية من الدنا (المعلومات الوراثية) الموجودة في الاصل (الاباء) واقترح واطسن وكرك بعد شهر واحد من اكتشافهما لطبيعة الدنا الحلزونية بان طريقة التكرار المسمى بالتكرار شبه المحافظ Semi-conserve replication وتعتمد طريقة التكرار على حقيقة تكامل شريطي الحلزون حسب قاعدة الازدواج القاعدي وافترضت هذه الطريقة بانفصال خيطي الحلزون في بداية العملية عن بعضهما واستخدام كل خيط كقالب يخلق على اساسه شريط جديد متمم له لينتج حلزون مماثل تماما للحلزون الاصلي يحتوي على خيط قديم وآخر جديد وهكذا بالنسبة للشريط الثاني الناتج عن هذه العملية وتستمر عملية التكرار بهذه الصورة بحيث تتضاعف عدد الحلزونات المزدوجة في كل دورة وتكرار اي الشريط الاصلي تبقى نسبته 2:1 في كل جيل **(شكل 6)**.

A- الية تكرار الدنا بالمختبر The mechanism of DNA replication

تحتاج عملية تخليق جزيئات الدنا في أنبوبة اختبار الى توفر المواد والعناصر التالية:

1- أنزيم بوليميريز الدنا النقي Pure DNA Polymerase (مختبرينا يدعى Taq)

أكتشف هذا الأنزيم عام 1955 من قبل Kornberg *et al.* (1955) ويعد الأنزيم هو المسؤول عن تخليق خيوط الدنا الجديدة أثناء عملية التكرار وذلك بإضافة القواعد المختلفة الى الخيط النامي وحسب قاعدة الازدواج القاعدي بشكل متتام لخيط الدنا الأبوي الذي يستخدم كقالب في هذه العملية.



شكل (٦): التكرار شبه المحافظ للدنا

2- الأنواع الأربعة من القواعد والسكر منقوص الأوكسجين و ثلاثي الفوسفات (dATP , dCTP , dTTP , dGTP)

3- أيون المغنيسيوم Mg^{++} الضروري والمهم لفاعلية أنزيم DNA Polymerase.

4- قالب من الـ DNA الذي يكون خيطاً مفرداً أو مزدوجا.

5- بادئ Primer وقد يكون عبارة عن قطعة DNA أو RNA صغيرة متممة لتتابع معين في القالب وذات نهاية 3-OH حرة .

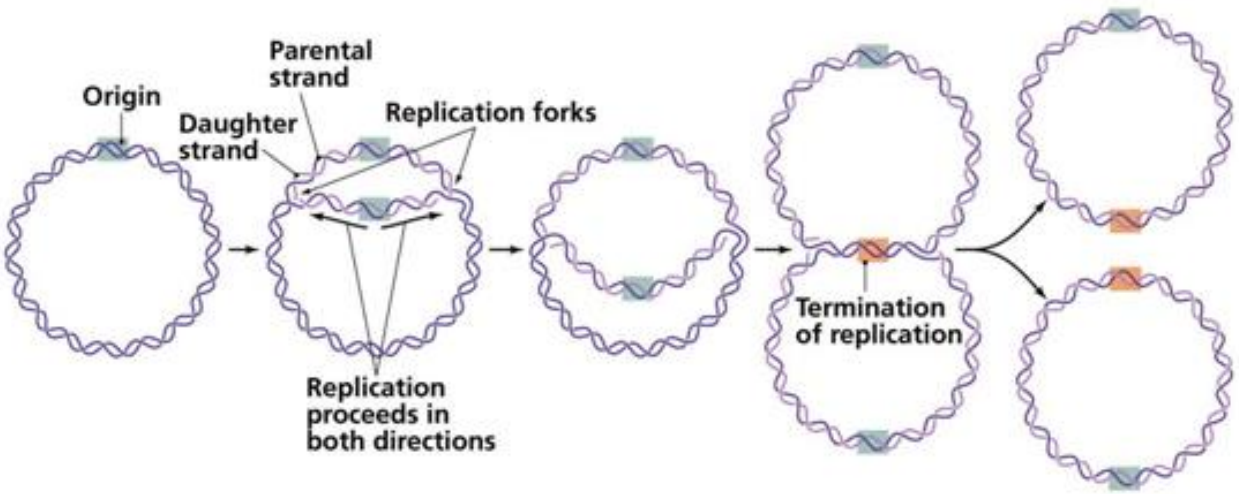
تبدأ عملية التخليق بعد ارتباط البادئ مع الجزء المتمم له في القالب ومن ثم يبدأ أنزيم بوليميريز الدنا بإضافة القواعد واحدة بعد الأخرى الى نهاية 3-OH و حسب قاعدة الازدواج القاعدي فمثلا تضاف T الى البادئ في حالة وجود A في القالب و هكذا تضاف القواعد و يستمر الأنزيم بالإضافة ويؤدي الى الاستطالة للخيط الجديد باتجاه 5 ———◄3

B- تكرار الـــ DNA داخل الخلايا DNA replication inside the cell

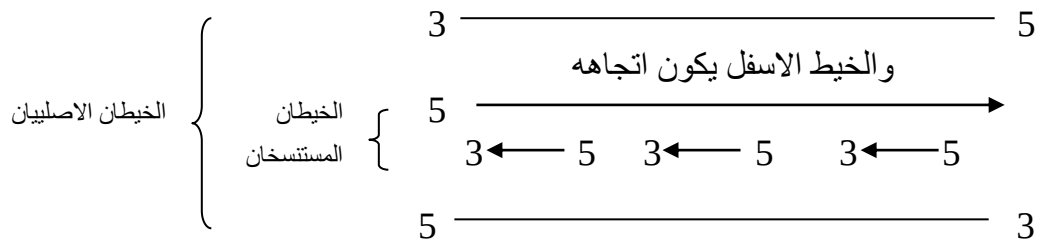
تكون عملية تكرار الدنا عبارة عن عملية أنزيمية معقدة تشترك فيها الكثير من الأنزيمات و العوامل المساعدة و تمر عملية التكرار هذه بثلاث مراحل هي التكرار و الاستطالة ثم الاستئصال و الربط . إذ يبدأ تكرار الكروموسوم الدائري للجرثومة دائما من نقطة ثابتة تدعى بمنشأ التكرار (O) حيث ينفك خيطا الحلزون في هذه النقطة و يبتعدان عن بعضهما وعندئذ يبدأ أنزيم بوليميريز الدنا بتخليق خيطين جديدين متتامين للخيطين الأبويين و هكذا يستطيل الخيطان الجديدان و يستمر انفصال خيطي الحلزون القديم و تدعى منطقة انفصال الخيطين الأبويين بشوكة التكرار Replication fork . وتستمر عملية الاستطالة للخيطين الجديدين في كلا الاتجاهين الى أن يصلا في نقطة على الكروموسوم مقابلة لمنشأ التكرار تسمى هذه النقطة بالنهاية Terminus عندها ينفصل الخيطان الأبويان انفصالا تاماً و تكتمل عملية التكرار بتكوين حلزونين يتكون كل منهما من خيط جديد و أخر قديم وتسمى عملية التكرار هذه بالتكرار ثنائي الاتجاه Bidirectional replication **(شكل 7)**.

أما في الخلايا الحقيقية النواة فيلاحظ وجود أكثر من منشأ تكرار واحد في الكروموسوم وذلك لكبر حجم الكروموسومات مقارنة مع الكروموسوم المفرد الصغير الواحد الدائري .

من خلال الشكل امامك فانه عباره عن خيطين من الـDNA وعادة يكون الخيط الاعلى اتجاهه



شكل (٧): التكرار ثنائي الاتجاه لكروموسوم بكتريا *E.coli*



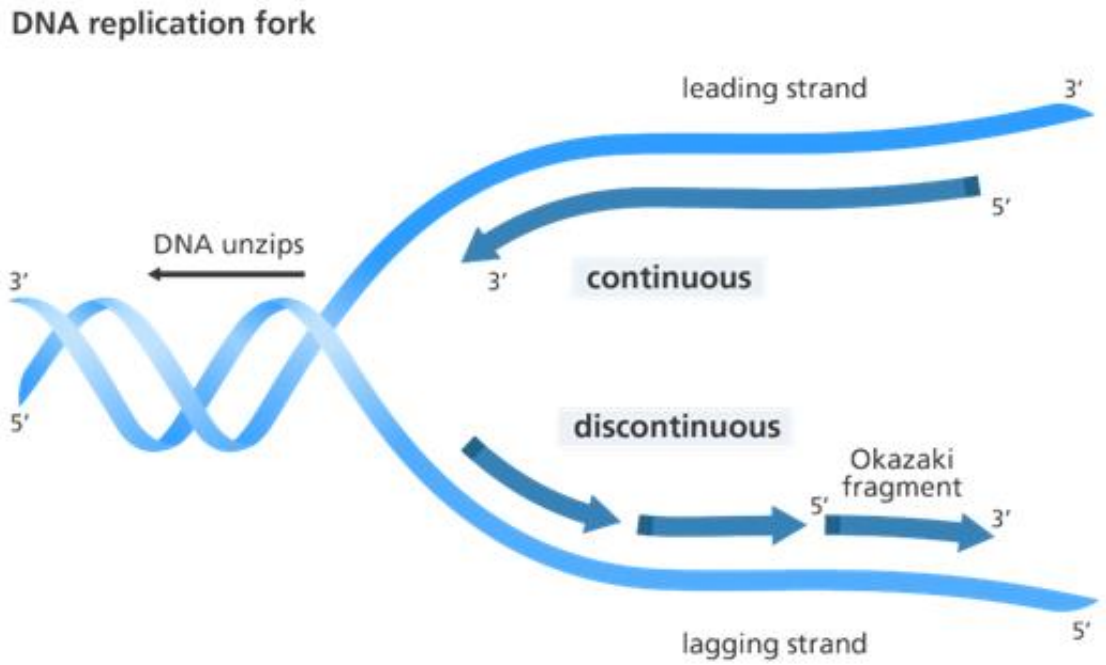
فأثناء عملية التضاعف سوف ينفتح طرفا الخيط من اليسار عن بعضهما مكونان شكل شوكه Fork . وعندما يبدأ التضاعف سوف ياتي الـ Primer والذي يجب ان يكون حاوي على مجموعة الهيدروكسيل في نهايته OH —— 3 وهذه النهاية هي التي ترتبط بها القواعد النتروجينيه لذلك دائما يكون اتجاه استطالة الخيط هي 5 ⟵ 3 وبذلك ومن خلال الرسم سيكون:

استطالة الخيط الاول لا توجد فيها مشكله لان الـ primer سوف يرتبط في طرف الخيط الايسر وتصبح نهايته OH الحره على اليمين وبالتالي فان القواعد النتروجينيه سوف تضاف من اليسارالى اليمين اي يكون الاتجاه من 3 ⟶ 5 .

اما الخيط الاسفل فان اتجاهه عكس الاول وبالتالي فان primer سوف يتصل ولكن ليس في طرفه الايسر وانما على بعد عدة قواعد من طرفه الايسر وبالتالي فان الامتداد للخيط المتمم له سيكون باتجاه 5 ⟵ 3 ولكن قطعه صغيره ثم يزداد انفصال الخيطين الاصليين عن بعضهما بمسافة عدة قواعد اخرى وحينها يرتبط primer اخر ويضيف قواعد نتروجينيه بنفس اتجاه القطعه السابقة ثم يزداد انفصال الخيطين الاصليين بمقدار عدة قواعد فيأتي primer اخر ويرتبط ويكمل قطعه اخرى وهكذا الى ان يكون الشريط المتمم للخيط الاسفل عبارة عن قطع منفصلة عن بعضها ويطلق عليها قطع اوكازاكي (نسبه الى العالم الذي اكتشفها) وفي النهاية يكون هناك انزيم يقوم بربط هذه القطع مع بعضها ليصبح خيط مستنسخ من الخيط الاسفل **(شكل 8)**.

2 تعبير الجينات عن نفسها Gene expression:

عبارة عن عملية تحويل المعلومات الوراثية المخزونة في الجين الى بروتين فعال من خلال عمليتي الاستنساخ و الترجمة بحيث تشمل الأخيرة عدداً من عمليات التحوير على البروتين الناتج لإعطائه الشكل النهائي الفعال .



شكل (٨): تكرار الدنا في الكائنات حقيقية النواة

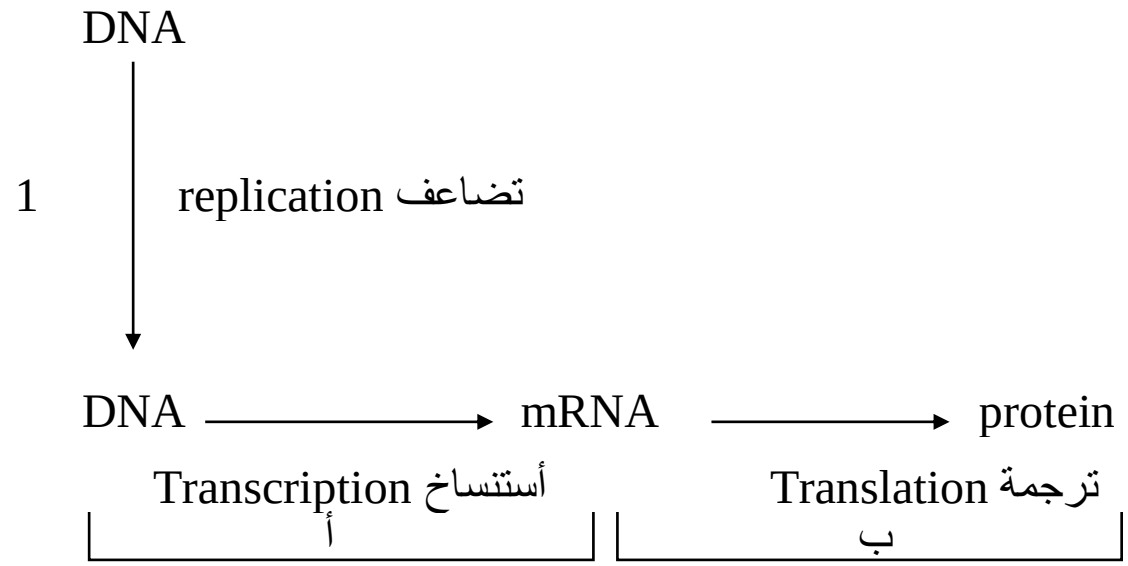
الخطوات العريضة لتعبير الجين :

1- تباعد خيطي حلزون الدنا عن بعضهما.

2- استخدام أحد الخيطين كقالب لتخليق جزيئه رنا رسول متممه .

3- انفصال الرنا الرسول عن قالب الدنا وأنتقاله الى مواقع تخليق البروتينات في الرايبوسومات (نقل المعلومات الوراثية) .

4- ترجمة المعلومات الوراثية المنقولة في الرنا الرسول mRNA وذلك باشتراك ثلاث أنواع من الرنا (mRNA , rRNA , tRNA) و أنواع مختلفة من الأنزيمات والبروتينات التي تعمل تحويرات على الجزيئه المخلقة من البروتين لإنتاج سلسة متعددة من الببتيدات المكونة لجزيئة البروتين الفعال.



مخطط يبين خطوات عملية التكرار والترجمة

أ- الاستنساخ Transcription: هي عملية نقل المعلومات الوراثية المخزونة في الدنا الى معلومات وراثية مخزونة في جزيئه الرنا الرسول التي تقوم بنقل هذه المعلومات الى مواضع صنع البروتينات في الخلية اي تتضمن هذه العملية نقل المعلومات الوراثية الى جزيئه أخرى مشابهة و لكن ليست مطابقة وهي mRNA .

تكمن جميع المعلومات الوراثية للخلية في تتابع البيورين و البايرمدين التي تؤلف الجينات في حامضها النووي (DNA) و تعتبر عملية الاستنساخ الخطوة الأولى في تعبير الجين عن نفسه و استنساخ الرسالة المشفرة في التتابع المحدد لقواعد البيورين والبايرمدين في الـ DNA اذ تبدأ بعملية أنزيمية معينة مناظرة لعملية تضاعف الـ DNA حيث يقترب أنزيم RNA polymerase (المرتبط بالـ DNA) نحو بداية الجين و يتحرك على طوله و يخلق جزيئه RNA مفردة الضفيرة تكون متتامة لأحدى ضفائر الدنا تدعى جزيئه RNA هذه بالرنا الرسول mRNA وتطابق بطولها لجين واحد فقط . تختلف الجينات في الحجم و لكن معدل أطوالها المعقول هو 1000 نيوكليوتيد لهذا فأن mRNA يمتلك نفس طول الجين الذي استنسخ منه **(شكل 9)**.

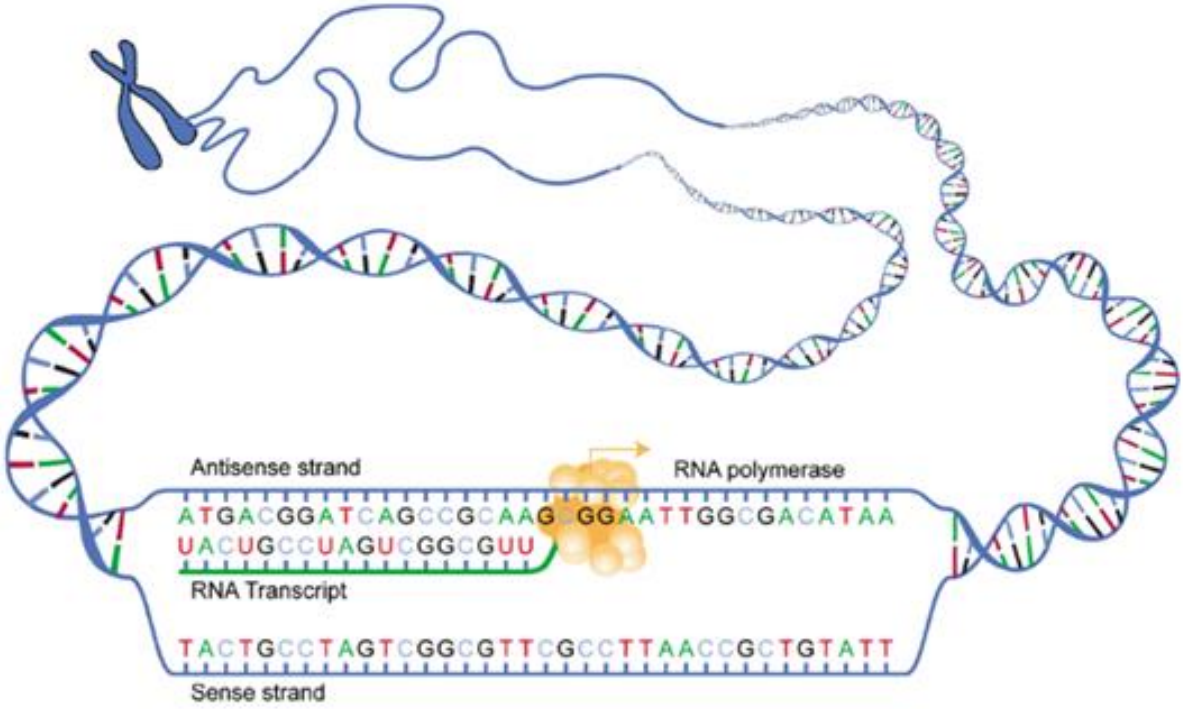
ب- الترجمة Translation: يتم ترجمة تتابع البيورين و البايرمدين في mRNA الى تتابع للأحماض الأمينيه لجزيئه البروتين (ببتيد معقد) و المشفر تركيبها بواسطة الجين المستنسخ وهذه العملية من أكثر آليات التخليق الحيوي المعقدة وضوحاً. وتتضمن هذه العملية عدة أنزيمات مختلفة وعوامل البروتين وخيطين آخرين من RNA وهما tRNA و rRNA وأن حوالي 95 % من مجموع الطاقة المستهلكة بواسطة نمو الجرثومة مكرس لعملية تخليق البروتين . وغالباً ما يشار الى نقل المعلومات هذه بالنظرية المركزية لعلم الحياة الجزيئي و التي كان يعتقد سابقاً بأنها أحادية الاتجاه أي :

(DNA ⟶ mRNA ⟶ Protein)

لكن لوحظ أن رواشح معينة قد تسبب السرطان في الحيوانات و منها متلازمة العوز المناعي المكتسب تتمكن من نقل المعلومات (DNA ⟵ RNA) حيث تستخدم في هذه العملية أنزيماً معيناً يدعى بأنزيم الاستنساخ الرجعي Reversetranscriptase .

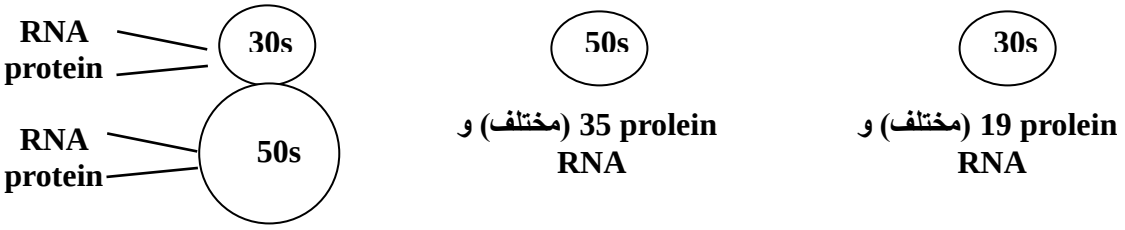
يشكل rRNA حوالي 90 % من RNA في الخلية و بعده tRNA.

تؤلف البروتينات أكثر من 50 % من الوزن الجاف للخلية الجرثومية النموذجية وتكون الرايبوسومات من أكثر التراكيب البارزة والمكرسة لتخليق البروتينات وتمثل هذه التراكيب (الرايبوسومات) كمنصة عمل يتم عليها اتصال الأحماض الأمينيه مع بعضها لتكوين



شكل (٩): الاستنساخ

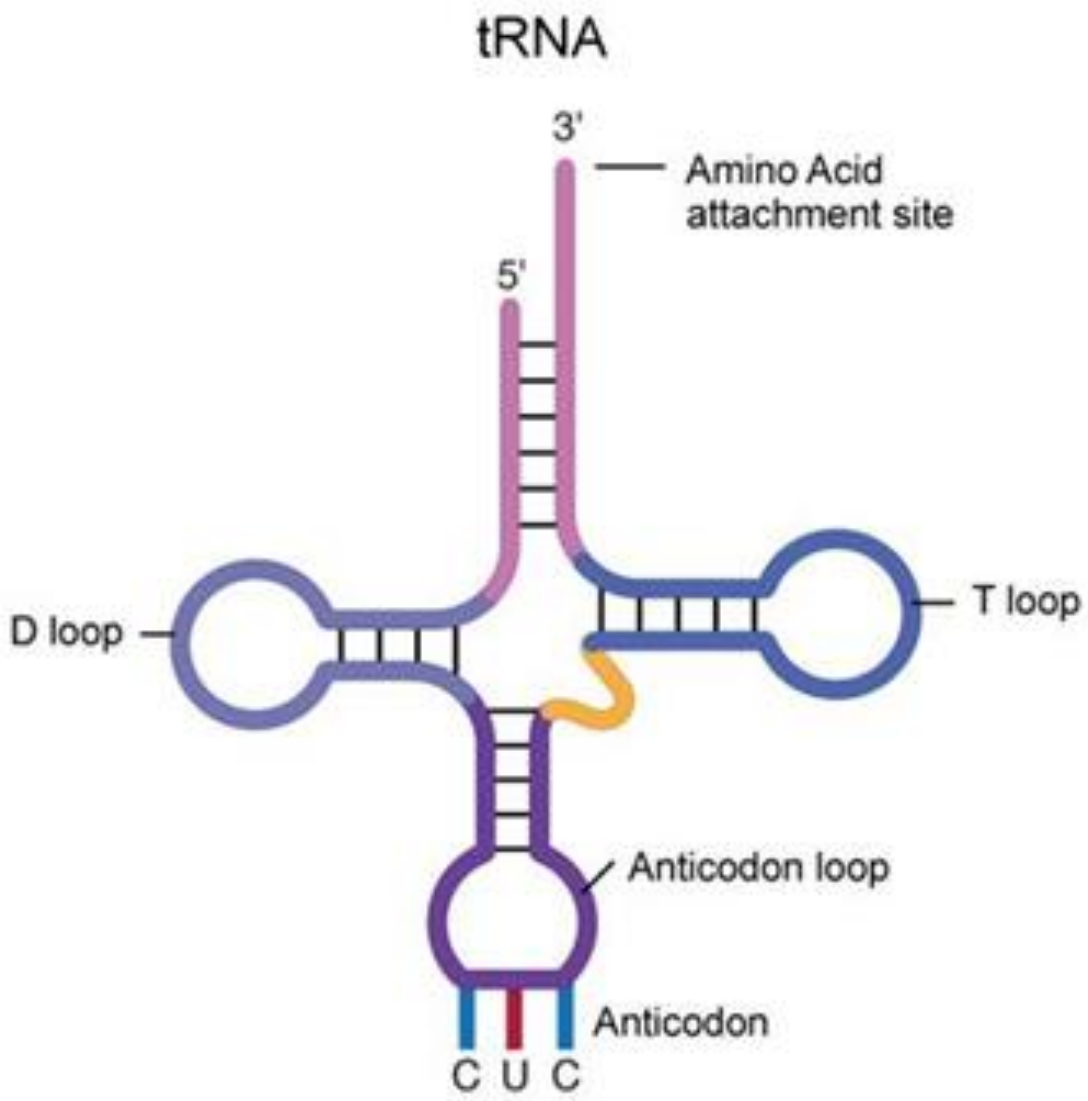
البروتينـات، ويوجـد حـوالي 15000 مـن الحبيبـات الصـغيرة هذه فـي السـايتوبلازم و يعتمـد عـددها المضـبوط علـى مـدى تخليـق البـروتين مـن قبـل الجرثومـة وكلمـا كـان معـدل تخليـق البروتينات أعلى كلما كـان عـدد الرايبوسـومات أكثـر . وتتـألف حبيبـة الرايبوسـوم مـن جزئين وكـل جـزء بـدورة يتـألف مـن جـزيئتين كبيـرتين مختلفتـين همـا البـروتين والرنـا و غالبـاً مـا يسميان بالبروتين الرايبوسومي والرنا الرايبوسومي وذلك لتميزهمـا عـن الأنـواع والأنمـاط الأخرى من البروتين والـ RNA التي تؤدي أيضاً ً دوراً في تخليق البروتينات .



الرايبوسومات بشكل عام تمتاز بخاصـية ترسيبية عند طردهـا مركزيـاً ً بسـرع عاليـة جداً حيـث تترسـب بصـورة أسـرع كلمـا كانـت كثافتهـا اكبـر، تعتبـر الرايسـومات منصـة لتخليـق البروتينـات لأنهـا تحتـوي علـى الأنزيمـات التـي تـربط المكونـات الأساسـية لتخليـق البروتينـات ووظيفة هذه الأنزيمات هي ربط المضـافات الحيويـة التـي تتداخل مـع عمليـة تخليـق البـروتين ويعتبـر تفكيـك الرايبوسـومات التـي وحـداتها الفرعيـة 30s و 50s مهمـاً فـي عمليـة تخليـق البروتين .

تتضمن الوجوه الرئيسة لعملية الترجمة في تخليق البروتين الخطوات التالية :

1- تنشـيط جزيئـات 20 حـامض أمينـي مختلـف علـى حسـاب الآصـرة الفوسـفاتية عاليـة الطاقـة موجـودة فـي ATP وذلـك بتكـوين أصـرة عاليـة الطاقـة بـين الجزيئـه الناقلـة للحـامض الأمينـي tRNA والحـامض الأمينـي وهكـذا فـأن الرنـا الناقـل للحـامض الأمينـي يكـون مشـحوناً فـي هـذه الحالـة فـي حـين يكـون غيـر مشـحون عنـدما لا يكـون نـاقلاً لحـامض أمينـي . أن تنشـيط أي مـن الأحماض الأمينيه المختلفة يحتـاج الـى أنـزيم منشـط مختلـف وأن لكـل حـامض أمينـي مجموعـة مـن الرنـا الناقـل، فـي بعـض الحـالات قـد يكـون هنـاك مـا لا يقـل عـن 5 جزيئـات tRNA ناقـل مختلفـة قـادرة علـى ربـط ونقـل حـامض أمينـي معـين لكـي تعمـل كوصـلة معينـة بـين mRNA للبروتين والأحماض الأمينيه التي تؤلف البروتين **(شكل 10)**.



شكل (١٠): جزيئه tRNA

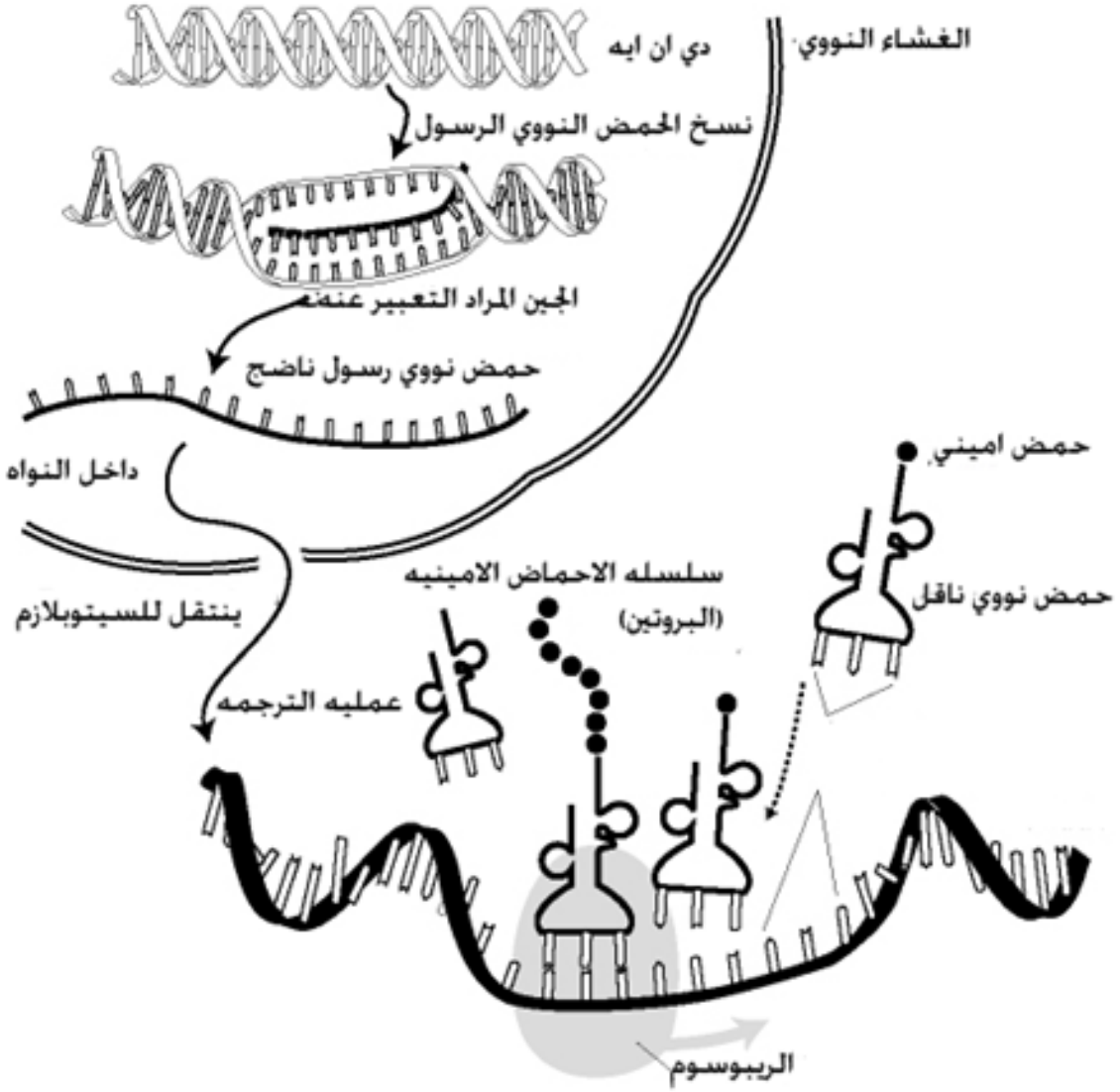
لكي يعمل الـ tRNA كواسطة أو وصلة بين قواعد النيوكليوتيد للرنا الرسول والأحماض الأمينيه فأن كل جزيئه منه تحتوي على مجموعتين فريدتين من النيوكليوتيدات . المجموعة الأولى تحدد الحامض الأميني الذي يرتبط بجزيئه tRNA في حين تكون المجموعة الثانية (التتابع الثاني) متتاماً مع تتابع النيوكلوتيدات يدعى بمضاد وحدة الشفرة Anticodon لأنه متتاماً لوحدة الشفرة والذي هو مجموعة من 3 قواعد من الرنا الرسول تشفر لحامض أميني واحد .

كل أنواع tRNA المدروسة لحد الآن ذات شكل ورقة البرسيم المؤلفة من حوالي 70 نيوكليوتيد وهناك على الأقل 20 نوع مختلف من جزيئات tRNA لكل منها مضاد كودون مختلف وقدرة مختلفة على الارتباط بالأحماض الأمينيه و أن الأواصر الهيدروجينية هي التي تعطي للجزيئه شكلها المميز .

2- يرتبط الرايبوسوم بنهاية واحدة من جزيئه الرنا الرسول mRNA عند موضع خاص وهذا الموقع الخاص للرايبوسوم على جزيئه mRNA مهم جداً لأنه يبدأ عنده عملية الترجمة وفق إطارها الصحيح في قراءة الكودونات (الشفرة)

3- أ- ترتبط جزيئات tRNA المشحونة مع الرايبوسوم بحيث يكون مضاد كودونات الـ tRNA متتاماً للكودونات الـ mRNA الموجودة في الرايبوسوم بحيث تثبت نفسها في مكانها الصحيح على ذلك الكودون بفضل التوافق المتتام لمضاد كودوناتها مع كودون mRNA **(شكل 11)**. ب- عندما يثبت الحامض الأميني المنقول بواسطة tRNA في الموقع عندئذ يحفز أنزيم معين لتكوين الآصرة الببتيدية Peptide bond بين مجموعتي كاربوكسيل وأمين لأثنين من هذه الأحماض الأمينيه على جزيئتين متجاورتين في tRNA. ج- يتحرر بعد ذلك الحامض الأميني من tRNA الناقل و يبتعد هذا الأخير عن الرايبوسوم و يصبح غير مشحوناً لكي يشحن بعد ذلك و يرتبط بحامض أميني أخر ليرى مضاد كودونه مرة أخرى كودون أخر متمم له في جزيئه mRNA المثبتة على الرايبوسوم.

4- أ – يتحرك mRNA على سطح الرايبوسوم بآلية مسجلة مسبقاً و يكون بمسافة كودون واحد أي نسق قراءة واحدة (يعني كل ثلاث قواعد سوف تقرأ) . لذا يكون الكودون (نسق القراءة) التالي للـ mRNA بموقع يستطيع الارتباط بجزيئه tRNA أخرى. ب- أثناء تحرك mRNA عبر الرايبوسوم فأن رايبوسومات أخرى تتصل بنهاية mRNA حيث تستطيع 5 أو 6 رايبوسومات من الاتصال عند مواقع مختلفة لنفس جزيئه mRNA و بذلك يتكون الرايبوسوم المتعدد polyribosomes (و باتحادهم يتكون البروتين الأولي polyprotein) .



شكل (11): عملية تخليق البروتين

5- أ- تحتاج السلسلة النموذجية متعددة البيتيد الى تكرار الخطوات من 1 الى 4 ثلاثمائة مرة لتخليق السلسلة بصورة متكاملة. ب- تخلق سلسلة كاملة متعددة البيتيد على الكروموسوم حيث تبدأ عندما يتصل الرايبوسوم ببداية جزيئه الـــ mRNA (أحدى النهايتين) وتنتهي عندما تصـل (mRNA) على الرايبوسوم عند أشارة توقف ثم تنفصل السلسلة الكاملة لمتعدد البيتيد من أخر جزيئه tRNA و يستمر mRNA بالحركة عبر سطح الرايبوسوم لتخليق سلاسل متعددة البيتيد مختلفة وذلك بعد تكرار الخطوات 1 - 5 .

الشفرة الوراثية Genetic Code:

عبارة عن وصف العلاقة بين تتابع قواعد البيورينات والبارميدينات في جزيئات الدنا والرنا المراسل من جهة و تتابع الأحماض الأمينيه في البروتينات المشفر لها بواسطة الـــ DNA و mRNA ، ويتـألف الكـودون مـن ثـلاث مـن القواعـد الأحاديـة للبيـورين أو/ و البايرمـدين والتـي تعين حـامض أميني واحـد فـي السلسلة متعددة البيتيد . يوجـد هنـاك 64 تشـكيلاً ثلاثيـاً ممكنـاً مـن tRNA رغم وجـود 20 حـامض أميني فقط وذلـك لأنـه يمكـن لحـامض أميني معين واحـد أن يشـفر مـن قبـل اكثـر مـن tRNA واحـد هذا يعنـي أن عـدة تشـكيلات ثلاثيـة نيوكليوتيديـة ممكـن ان تشـفر لـنفس الحـامض الأمينـي و لكـن لا يمكـن لـــ tRNA تحديد أكثر من حامض أميني واحد وأول من أستنبط فهرس كلمات الشفرة لكل حـامض أمينـي هو Nirenberg وكـان واحـد مـن أعظـم الانجـازات أهميـة فـي علـم الأحيـاء الحديثة .

عدد القواعد في الكودون

عدد القواعد الهيدروجينية (G.C.T.A)

$16 = 4^2$ لاتعطي الـ 20 حامض أميني

ولكن أذا كان

$64 = 4^3$ تعطي الـ 20 حامض أميني

لا تشفر ثلاث من هذه الثلاثيات الـــ 64 (كودون) لأي من الأحماض الأمينيه الـــ 20 وتدعى هذه الكودونات بوحدات الشفرة التي لا معنى لها Non-sense codons وعلى الرغم من ذلك فـأن هـذه الكودونـات الثلاثـة مهمـة جـداً لأنهـا تسـتخدم فـي تبليـغ اشـارة نهايـة سلسـلة البـروتين **(جدول1)**. أي أنها تستخدم كعلامات ترقيم بين الجينات . تتميز الكودونات الثلاثة التي لا معنى

جدول (١): الاحماض الامينيه وشفراتها

1st letter	Second Letter: U	Second Letter: C	Second Letter: A	Second Letter: G	3rd letter
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

لها بواسطة بروتينات نوعية تحرر سلسلة كاملة متعددة الببتيد من جزيئه الـــ tRNA و هي تطابق بعملها علامات التنقيط الموجودة في لغات البشر . لأن عدم وجود التنقيط أو الترقيم في الشفرة الوراثية فأن جميع البروتينات المشفرة بواسطة جزيئه مفردة من mRNA ستتصل مع بعضها و لا يتم التمييز بينها ومن المهم جداً أن تبدأ عملية ابتداء الاستنساخ عند الكودون الصحيح بل عند النيوكليوتيد الصحيح ضمن ذلك الكــودون ، ويمكن قراءة تتابع النيوكليوتيدات (القواعد) بثلاث طرق مميزة اعتماداً على النقطة التي يبدأ نسق القراءة عندها و بالتالي فهو يعتمد على موقع ابتداء الكودون الأول حيث يمكن تعيين مجموعة مختلفة تماماً من الأحماض الأمينيه وهذا يؤكد البداية الدقيقة لاستنساخ الدنا وترجمة الرنا المراسل وحالما يحدد موقع ابتداء الاستنساخ والترجمة فأن نسق القراءة سوف يستمر بالقراءة المتسلسلة لثلاثة قواعد في كل مرة . تتطلب طبيعة الشفرة الوراثية أن يكون تتابع الكودونات في الجين متطابقا بشكل مباشر لترتيب الأحماض الأمينيه في البروتين المشفر بواسطة ذلك الجين .

الجين الاصطناعي Artificial gene

حقق العالم (1976) Khorana *et al.* انجازاً هائلاً هو التخليق الكيميائي للجين و الذي يعمل بصورة طبيعية عند أدخاله في الجرثومة ***Escherichia coli*** اذ يشفر هذا الجين الاصطناعي لتخليق RNA الذي يرتبط بالثايروسين. وتم تخليق جزيئه DNA حاوية على تتابع دقيق للبيورينات و البايرمدينات للجين إضافة الى تخليق أشارة ابتداء قصيرة عند بداية الجين و أشارة توقف في نهاية ذلك لكي يعبر الجين عن نفسه بصورة صحيحة وكان يأمل هذا العالم في دراسته معرفة تأثير تغيير تتابع البيورينات و البارمدينات في أشارات الابتداء و التوقف و السيطرة على الاستنساخ لكي يقدم المفهوم الصحيح عن كيفية تكون جينات معينة لخلايا السرطان خارج نطاق السيطرة .

استنساخ الخيط الحسي للجين :

هناك خيطين في الجين متكاملين وغير متماثلين يطلق على الخيط الذي يستنسخ الى الرنا الرسول mRNA بـ Antisense strand الخيط ضد الحسي وهو الذي يحدد تتابع الأحماض الأمينيه للبروتين المشفر له أما الخيط الأخر المكمل للخيط ضد الحسي فيسمى بالخيط د الحسي Sense strand حيث لا يستنسخ الى mRNA لان تتابع القواعد لا يعني شيئاً ولكن تكمن أهميته في استعماله كقالب لإنتاج خيط حسي أثناء عملية تكرار أو تضاعف الدنا . يكون الحفاز

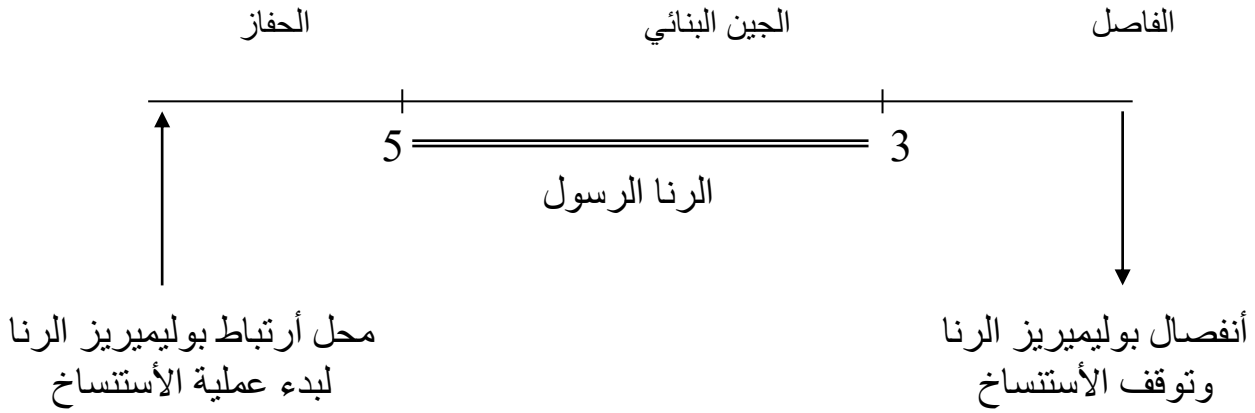
والفاصل على شكل وحدات ثنائية موجودة على الخيطين اللذان يشتركان في عمل هذه العوامل المسيطرة .

الجين Gene:

عبارة عن تتابعات معينة من النيوكليوتيدات الموجودة في جزيئه الدنا وهي تمثل الوحدات الوراثية في الكائنات الحية و تكون على نوعين :

1- الجينات البنائية Structural gene:

يمكن تعريف الجين البنائي على أنه تتابع النيوكليوتيدات الذي يحدد تتابع الأحماض الأمينيه في جزيئه البروتين . ترتبط ببداية ونهاية كل جين بنائي تتابعات من النيوكليوتيدات تسمى العناصر المسيطرة التي تشترك في تنظيم عملية الاستنساخ من خلال تفاعلها مع أنزيم بوليميريز الرنا والبروتينات المنظمة الأخرى . من أهم العوامل المسيطرة المرتبطة بالجينات البنائية هي الحفاز promoter و الفاصل terminator يقع الحفاز في بداية الجين البنائي وهو الجزء الذي يرتبط به أنزيم بوليميريز الرنا لغرض بدء عملية الاستنساخ . أما الفاصل فو التتابع الذي يرتبط بنهاية الجين البنائي ووظيفته أعطاء الإشارة لبوليميريز الرنا للانفصال عن قالب الدنا و إنهاء عملية الاستنساخ .



2- الجينات المسيطرة أو الأوبيرون Controlable gene or operon

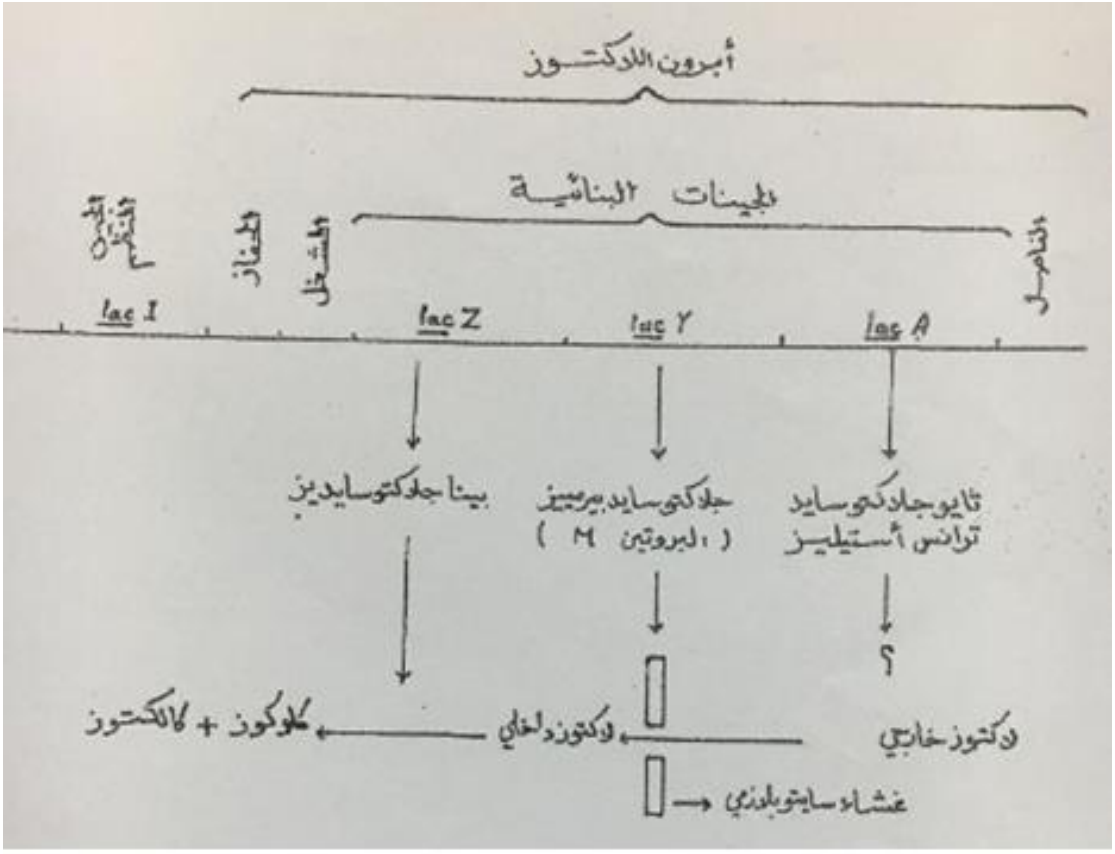
عبارة عن عدد من الجينات البنائية المشتركة بحفاز واحد و فاصل واحد وهذه الجينات لها علاقة ببعضها البعض الأخر و تسمى بالأوبرون . تستنسخ جميع الجينات البنائية الموجودة في الأوبرون مرة واحدة مكونة رنا رسول طويلة يسمى بالرنا الرسول متعدد المواضع Polycistronic mRNA وظيفة هذه الجينات هي السيطرة على بعض الخطوات الأيضيه المتتالية لإظهار صفات معينة .

اوبرون اللاكتوز في بكتريا *E. coli*:

يتكون اوبرون اللاكتوز في بكتريا *E.coli* من ثلاث جينات بنائية هي , *IacY* , *IacZ* *IacA* تقع متجاورة مع بعضها على كروموسوم البكتريا. اوضحت الدراسات ان جين *IacZ* هو الوحيد الذي له علاقة مباشرة في عملية تحليل اللاكتوز وذلك من خلال انتاجه لانزيم بيتا-كلاكتوسيديز β-galactosidase الذي يعمل على تكسير اللاكتوز الى مكوناته من الكلوكوز والكالاكتوز. اما ناتج الجين *IacY* فهو عبارة عن جزيئه بروتينية تدعى البروتين M (M-protein) او كالاكتوسايد بيرمييز galactoside permease الذي يتركز وجوده في الغشاء السايتوبلازمي ويعمل على تسريع عملية سحب اللاكتوز من الوسط وادخاله الى الخلايا. اما وظيفة الجين *IacA* ، المسؤول عن تخليق الانزيم ثايوكالاكتوسايد (thiogalactoside transacetylase) فلا زالت غير معروفة على وجه التحديد لحد الان. فقد لوحظ ان السلالات الطافرة من هذا الجين لا تعاني من اي خلل في عملية استهلاك اللاكتوز، مما يشير الى عدم اهميته في هذه العملية. يحتوي اوبرون اللاكتوز على عدد من العوامل المسيطرة التي تلعب دورا مهما في عملية الاستنساخ وتنظيم عمل الاوبرون. فعلاوة على الحفاز والفاصل يحتوي الاوبرون على عامل مسيطر اخر يدعى المشغل operator ، كما يوجد على بعد مسافة قليلة من الاوبرون جين يدعى *IacI* او الجين المنظم regulatory gene الذي يشترك في تنظيم عمل الاوبرون **(شكل 12)**.

تنظيم عمل اوبرون اللاكتوز:

هناك فرق بين الجينات التركيبية والجينات الخاضعة للتنظيم. فالجينات التركيبية هي تلك الجينات التي تعبر عن صفاتها بصورة مستمرة وبهذا فان نواتجها (الانزيمات) توجد في الخلايا وبنفس التركيز تقريبا بغض النظر عن ظروف النمو المختلفة ووجود المادة الاساس او عدم وجودها. لذا يطلق على مثل هذه الانزيمات اسم الانزيمات التركيبية. اما عمل الجينات الخاضعة



شكل (١٢): اوبرون اللاكتوز

للتنظيم فهو قابل للتحوير والتغيير حسب الظروف المحيطة بالجين ولهذا تدعى الانزيمات الناتجة عن مثل هذه الجينات بالإنزيمات المستحثة.

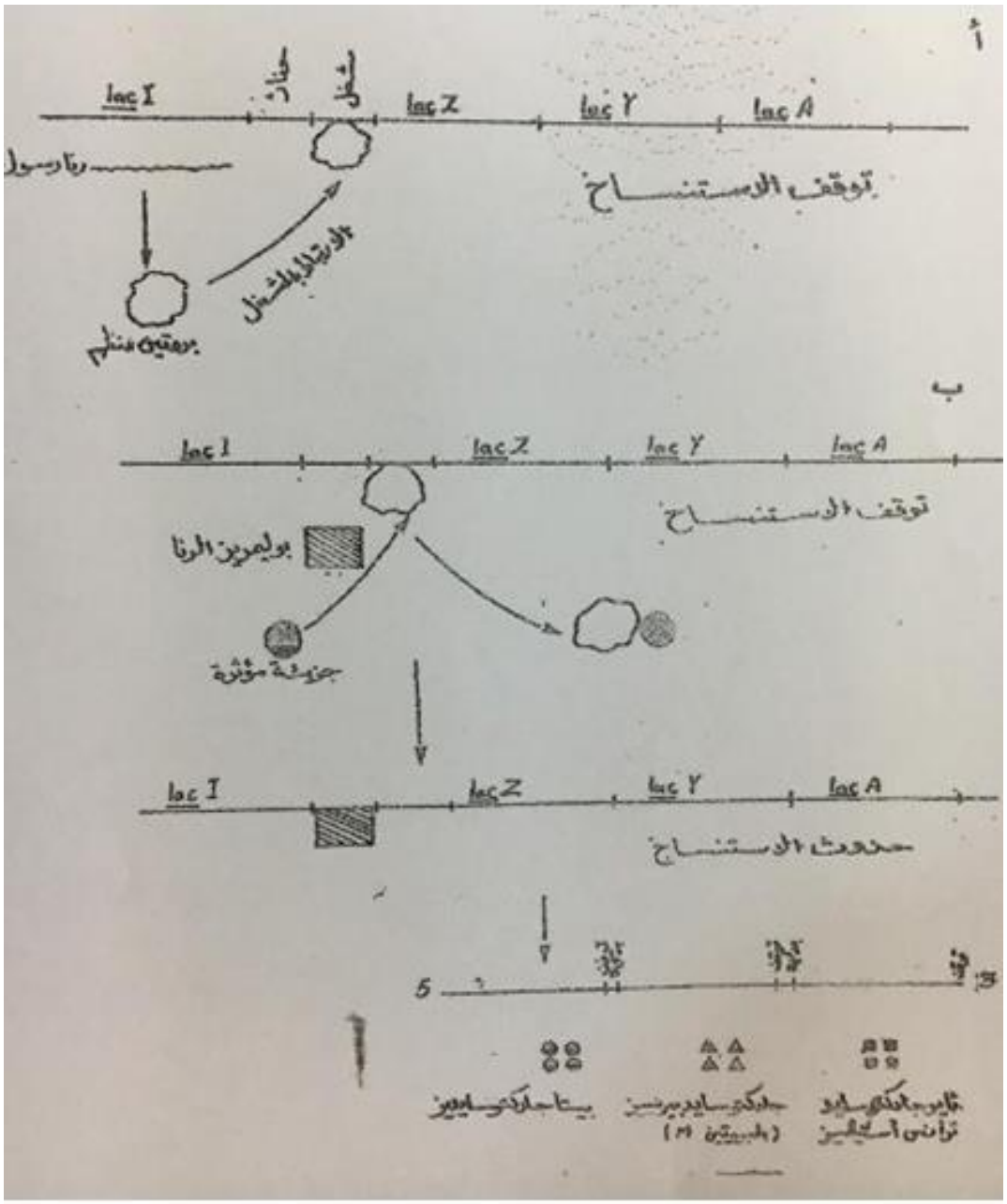
هناك منطقا صحيحا وراء تخليق الانزيمات التركيبية والمستحدثة، فالانزيمات التركيبية مثل الانزيمات المشتركة في عملية ايض الكلوكوز تكون مطلوبة في كل الاوقات وذلك لان هذه العملية من العمليات المستمرة والمهمة لحياة البكتريا. اما عمليات ايض السكريات الاخرى مثل اللاكتوز والارابينوز فهي اقل شيوعا ولا تحدث بصورة مستمرة، وإنما يقتصر على ظروف وأوقات معينة تكون فيها البكتريا بحاجة الى هذه الانزيمات.

لذا فان نمو البكتريا في وسط يحتوي على الكلوكوز يجعلها غير محتاجة للانزيمات التي تشترك في ايض اللاكتوز وذلك لأنها تكتفي بالكلوكوز باعتباره مصدرا للكربون ولهذا يكون اوبرون اللاكتوز متوقفا عن العمل لعدم الحاجة الى انزيماته. ويوضح **الشكل (13-أ)** الية ايقاف عمل اوبرون اللاكتوز، حيث يقوم البروتين المنظم المخلق بواسطة الجين *IacI* (وهو من الجينات التركيبية) بالارتباط بالمشغل المجاور للجين *IacZ* مما يؤدي الى منع ارتباط انزيم بوليميريز الرنا بالحفاز ومن ثم ايقاف استنساخ الجينات البنائية الثلاثة.

عند نقل خلايا *E. coli* الى وسط يحتوي على سكر اللاكتوز كمصدر وحيد للكربون ستعمل الكمية القليلة من انزيم بيرميز (ناتج الجين *IacY*) على ادخال كميات قليلة من جزيئات اللاكتوز الى ألخلية وستقوم هذه الجزيئات التي تدعى الجزيئات المؤثرة effectors molecule بتحفيز اوبرون اللاكتوز على العمل وذلك من خلال ارتباطها مع البروتين المنظم وفصله عن المشغل مما يفسح المجال لبوليميريز الرنا للارتباط بالحفاز وبدأ عملية الاستنساخ **(شكل 13-ب)**.

يستنسخ انزيم بوليميريز الرنا الجينات البنائية الثلاثة مرة واحدة لإنتاج جزيئه رنا رسول تدعى بالرنا الرسول متعددة المواضع. وتقوم الرايبوسومات بترجمة الرنا الرسول عن طريق ارتباطها بالنهاية 5 (النهاية التي يوجد فيها الجين *IacZ*) ومن ثم االتحول نحو النهاية 3. وبهذا فان اول الانزيمات المخلقة هو الانزيم β-galactosidase الذي ينفصل بعد وصول الرايبوسوم الى مشفر التوقيف stop codon. تستمر الرايبوسومات بالتحرك باتجاه النهاية 3 لترجمة الجينين *IacY* و *IacA* بنفس الطريقة.

يستمر اوبرون اللاكتوز بالعمل طالما كانت هناك كمية معقولة من اللاكتوز في المحيط يمكنها الارتباط بالبروتين المنظم ومنعه من الارتباط بالمشغل، ولكن في حال فقدان اللاكتوز سيعود البروتين المنظم للارتباط بالمشغل وتوقيف عمل الاوبرون.



شكل (١٣): تنظيم عمل اوبرون اللاكتوز

تمثل الجينات البنائية (الجينات التي تسيطر على تخليق البروتينات) الغالبية العظمى من الجينات الموجودة في الكروموسومات، الا ان خلايا لكائنات الحية تحتوي ايضا على انواع

اخرى من الجينات يكون نتاجها النهائي جزيئات رنا وليس بروتينات. فهناك جينات مسؤولة عن تخليق الرنا الرايبوسومي (rRNA)، واخرى مسؤولة عن تخليق الرنا الناقل (tRNA) ، اللذان يلعبان دورا مهما في ترجمة الرنا الرسول المستنسخ عن لجينات البنائية. تحتوي جينات الرنا الرايبوسومي والرنا الناقل على الحفاز كما هو الحال في الجينات ألبنائية، وتخضع جزيئات لرنا المستنسخة عنهما الى عمليات تهيئة عديدة قبل ان تأخذ شكلها الفعال حيويا الذي يمثل الناتج النهائي لمثل هذه الجينات.

الحفازات Promoter :

عبارة عن تتابعات معينة من القواعد تقع في أعلى مجرى الجين أي في بداية الجين و الذي يتعرف عليه ويرتبط به أنزيم بوليميريز الرنا لكي تبدأ عندها عملية استنساخ المعلومات الوراثية. بينت الكثير من الدراسات طبيعة و تتابع القواعد في حفـــازات بدائيـــــة النــواة (*E coli*) وأشارت الى وجود ثلاث مناطق مهمة ومتميزة في الحفازات وقد أعطي الرقم 1+ (أول قاعدة حقيقية في الجين الذي يستنسخ و يترجم) الى القاعدة الأولى من الجين البنائي (الذي يبدأ عنده عملية استنساخ الجين) . بينما أعطيت أرقام سالبة لتتابعات القواعد المكونة للحفاز وهذه المناطق الثلاثة المهمة هي :.

1- منطقة (35-)
2- (Region – 10) pribnow – box
3- المنطقة 1 +

أهمية هذه المناطق الثلاثة تكمن في كونها تمثل مواقع ارتباط أنزيم بوليميريز الرنا بالحفاز لبدء عملية استنساخ المعلومات الوراثية **(شكل 14)** .

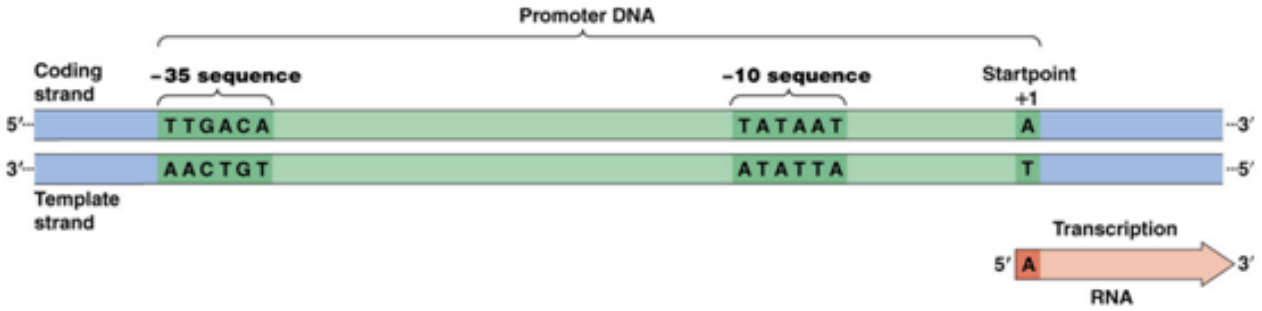
مفهوم الاليل في الأحياء المجهرية Allele in Microbiology:

هو تغير في نوع القواعد النتروجينية في الجين بحيث لا يؤثر على نوع البروتينات الناتجة من تشفير الجين المعني . وبهذا فهو يمكن أن يطلق علية بأنه شكل من أشكال الجين المعين ويمكن أن يكون للجين المشفر لبروتين معين أكثر من شكل وكل شكل يطلق عليه اليل .

مثال:

مقطع من تتابع لجين يشفر لبروتين معين A T C C A C G G T A G

اليل للجين السابق يشفر لنفس البروتين A T C C A C T G T A G



شكل (١٤): حفاز خلية *E.coli*

الفيروسات Viruses

طبيعة الفيروسات Nature of viruses:

أن جميع الفيروسات عبارة عن دقائق كيماوية تختلف عن الخلايا بأوجه عديدة . يتألف كل جسيم فيروسي منها (حيث يدعى بالفايرون Virion) من نمط واحد من الأحماض النووية أما الـــ DNA أو الـــ RNA محاطاً بغطاء بروتيني (الكابسد Capsid) أن الأحماض النووية للفيروس (DNA أو RNA) قد تتواجد مزدوجة الضفيرة أو مفردة الضفيرة لكلا النوعين . كما أن الفيروسات تفتقد للمكونات الضرورية لتوليد الطاقة و تخليق البروتين (الرايبوسوم مثلا) رغم احتواء فيروسات معينة فعلاً على انزيمات تشترك في تخليق الحامض النووي **(شكل 15)**.

تصميم الفايروسات:

تكون الدقائق الفيروسية عموما ذات تركيب اما متعدد الاضلاع Polyhedral او حلزوني Helical او ناتج من ارتباطات معقدة لهذين الشكلين **(شكل 16)**.

تضاعف الفيروسات Virus replication:

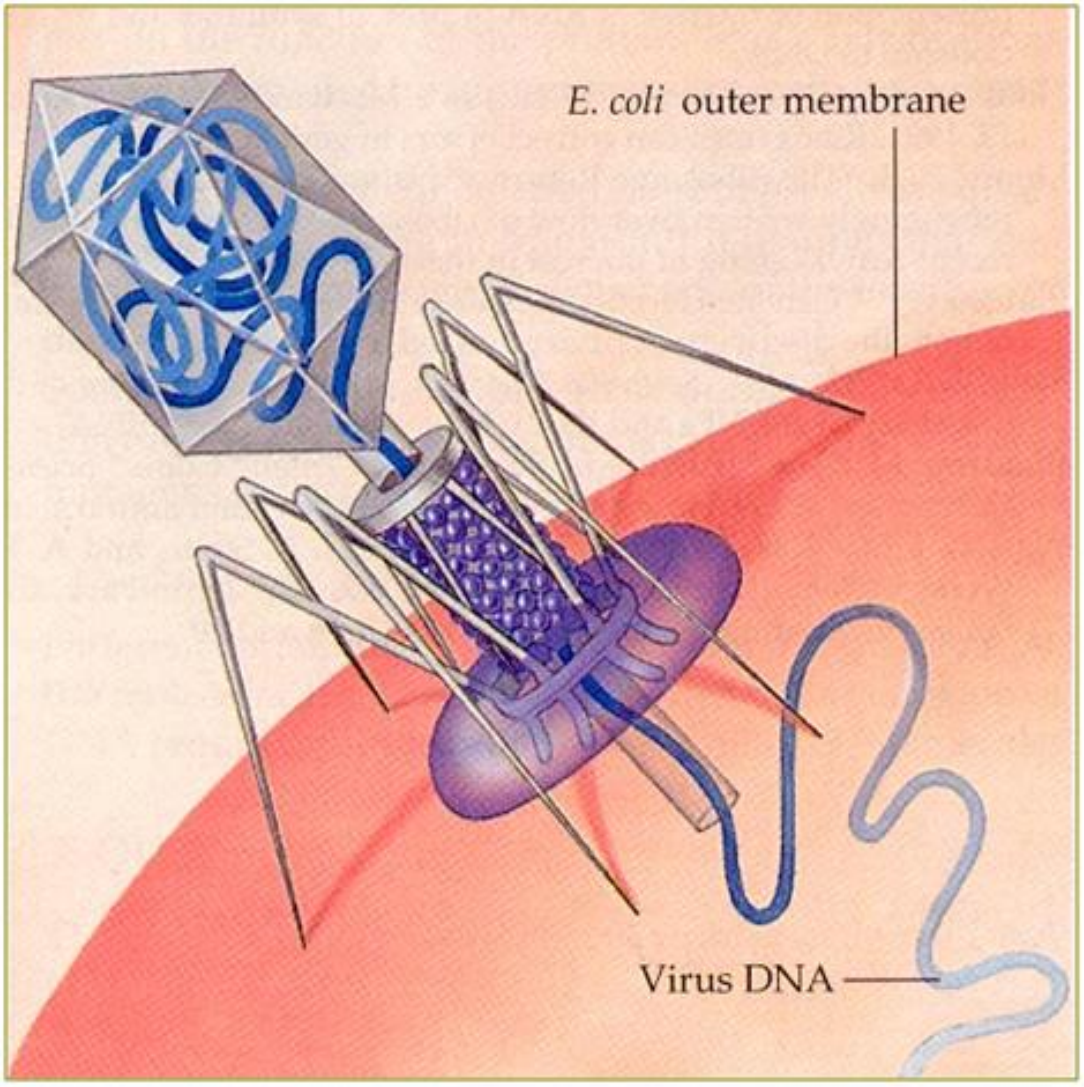
تتشابه الخطوات الأساسية في التضاعف الفيروسي في جميع الفايروسات التي تمت دراستها سواء تلك التي تصيب الخلايا البكترية أو الحيوانية أو النباتية وحسب الخطوات التالية:

1- الأدمصاص (الأمتزاز) Adsorption:

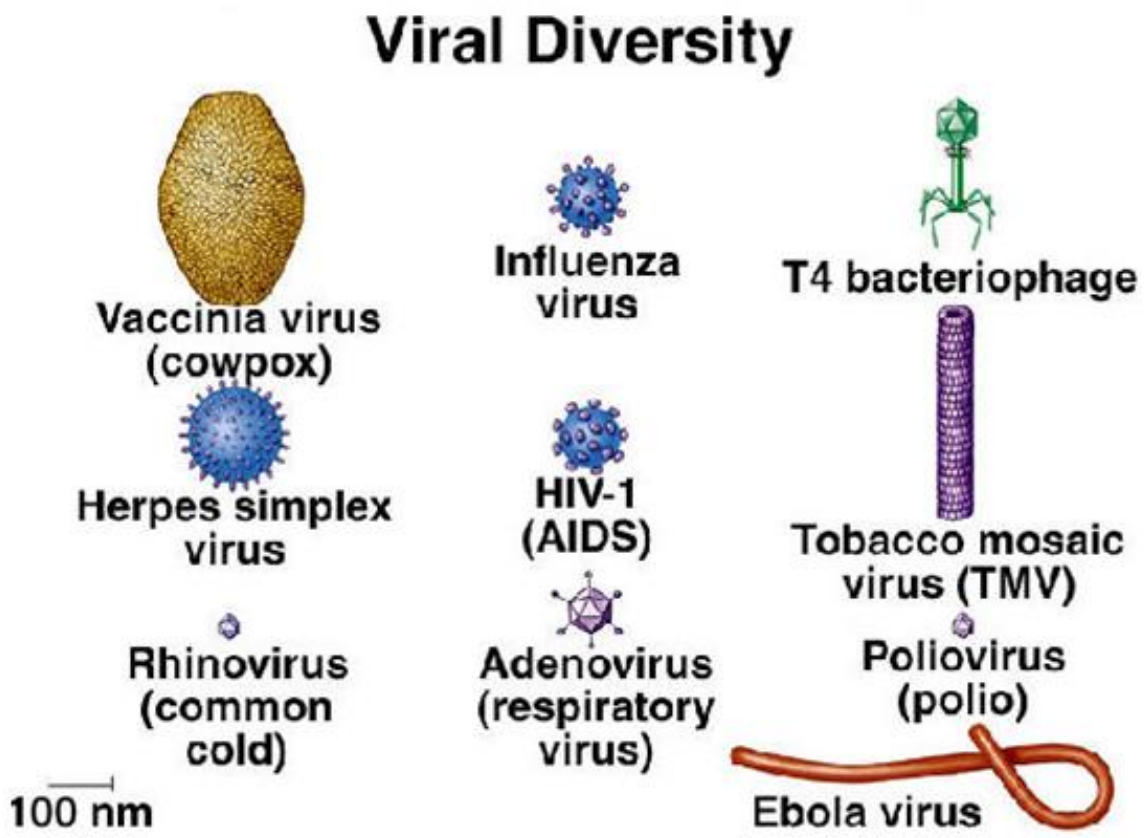
إذا ما مزج معلق من دقائق العاثية T-even مع سلالة حساسة من *E coli* عندها ستتصادم العاثية مع البكتريا بمحض الصدفة . وأن الألياف الموجودة عند نهاية ذيل العاثية هي مواضع أدمصاصها التي تربط بمستقبلات معينة على الجدار الخلوي البكتيري **(شكل 17)**.

2- الاختراق Penetration:

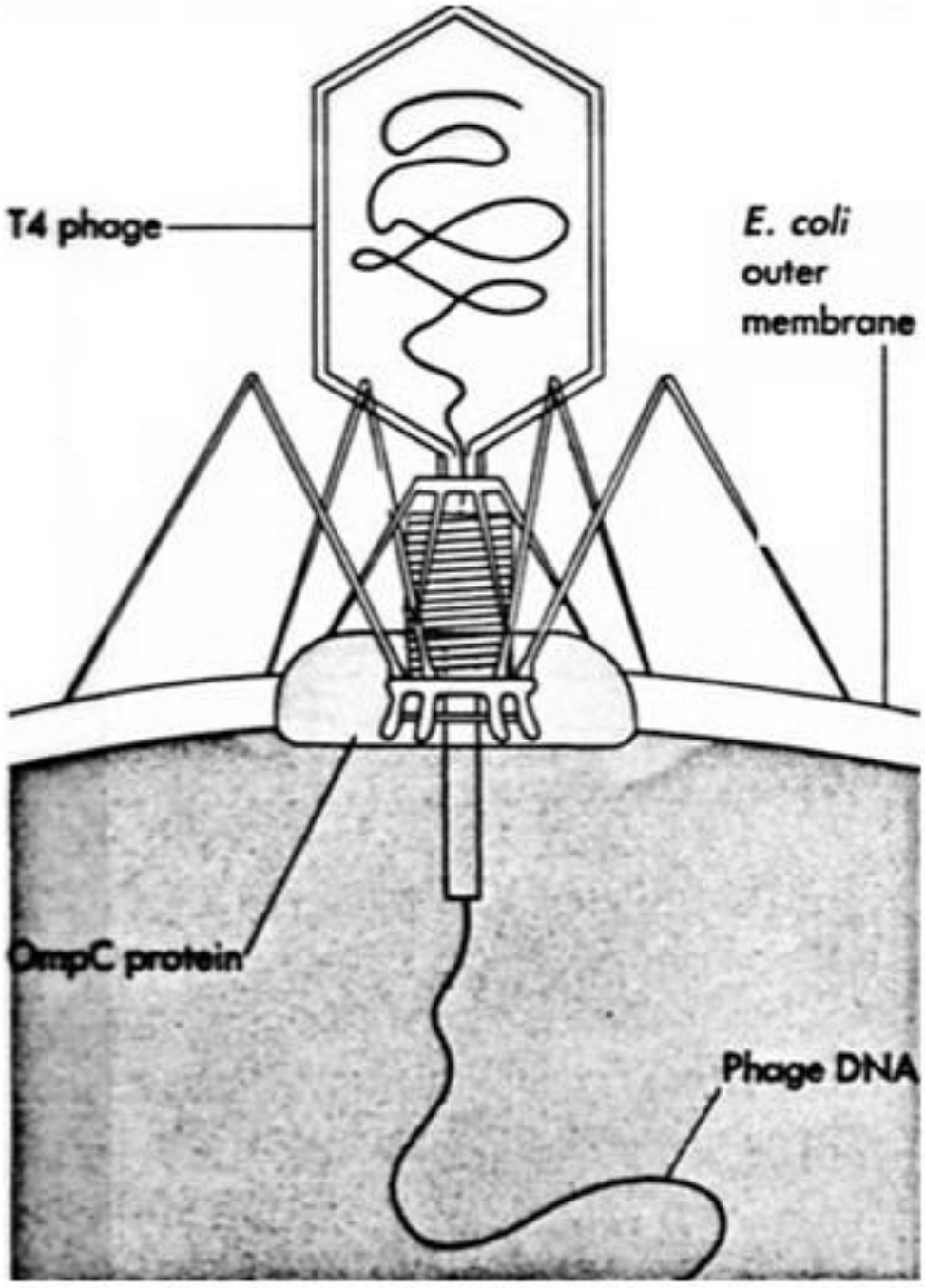
بعد عملية الأدمصاص يقوم أنزيم معين Phage Lysozyme المستقر في ذيل العاثي بتحليل جزء صغير من الجدار الخلوي البكتيري . ثم يتقلص نمو ذيل العاثي وعند ذلك يخترق محور الذيل الجدار الخلوي ميكانيكياً **(شكل 18)** . وعندها تفتح قمة ذيل العاثي بحيث يصبح الـــ DNA الفيروسي الموجود في رأس العاثي حراً للحركة يمر عن طريق قناة ذيل العاثي . ثم يدخل الـــ DNA ببساطة خلال الجدار الخلوي و يخترق الغشاء السايتوبلازمي و يقتحم داخل الخلية في حين يبقى الغطاء البروتيني للعاثي خارج الخلية . وهكذا فأن بروتين رأس العاثي



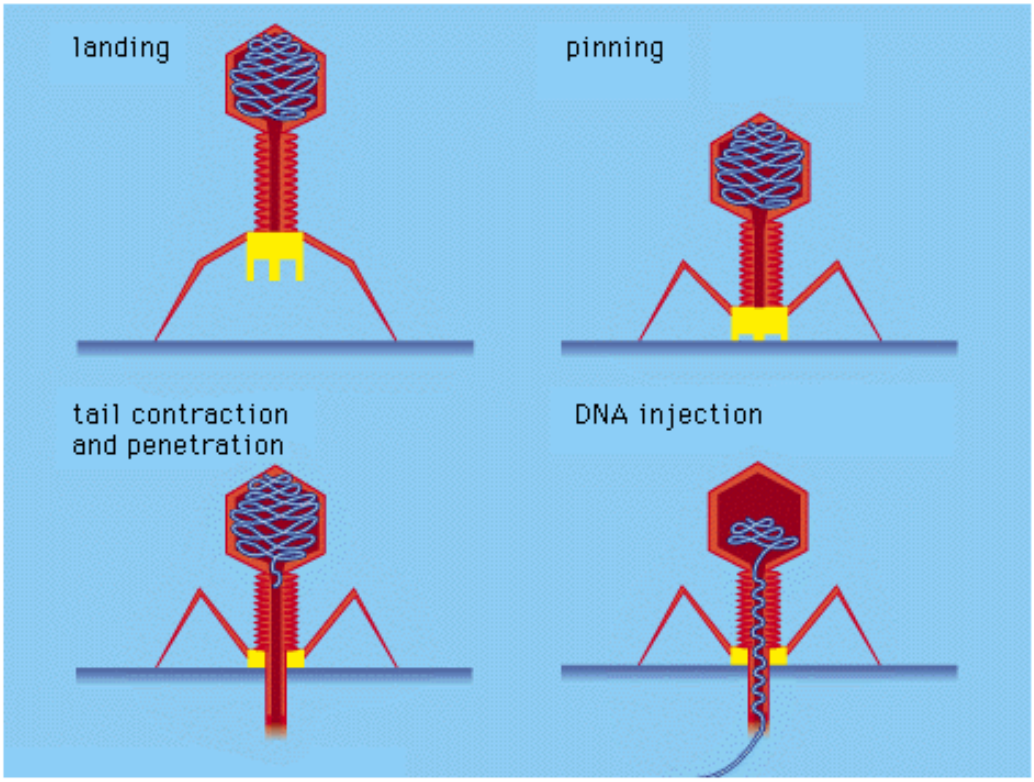
شكل (١٥):عملية اختراق الـ Bacteriophge لخلية الـ *E.coli*



شكل (١٦): اشكال الفيروسات



شكل (١٧): ادمصاص العاثي على سطح الخليه



شكل (١٨): اختراق جدار الخليه

يحمي الـــ DNA عندما يكون خارج خلية المضيف وتخدم بروتينات ذيل العاثي من الاتصال بجدار خلية المضيف أختراقة مما يساعد الحامض النووي الفيروسي على الدخول الى خلية المضيف .

3 – تضاعف DNA العاثي Replication of phage DNA:

يتوقف كامل عملية استنساخ الـــ RNA من كروموسومات المضيف خلال دقائق من دخول DNA العاثي الى المضيف و في الواقع فأن DNA المضيف يتحلل بالفعل بغضون دقائق معدودة بعد إصابة العاثي . أن جميع الـــ RNA المخلق فيما بعد هو mRNA مستنسخ من DNA العاثي وبهذه الآلية تستحوذ العاثية على كل الأيض الخلوي البكتيري لأغراضها (تخليق عدد أكثر من العاثي) مع ذلك تستمر أنزيمات المضيف بعملها و تجهيز بالطاقة المطلوبة لتضاعف العاثي عن طريق تكسير الكلوكوز و تخليق الوحدات الفرعية للبروتين و الحامض النووي للعاثي المتضاعف بالإضافة الى أنها تشارك أيضا في تخليق الحامض النووي للعاثي و بروتين غطائها و تحتاج عملية تكوين بروتينات العاثي الى مشاركة رايبوسومات البكتريا بالإضافة الى أنزيمات المضيف المألوفة فأن العديد من الأنزيمات التي تظهر في خلية المضيف المصابة تكون خاصة بالعاثي Phage – Specific (ذات أصل عاثي) . أي أنها تشفر في الـــ DNA العاثي و غير موجودة في خلية المضيف غير المصابة . وبغياب هذه الأنزيمات الخاصة بالعاثي لا يمكن مواصلة عملية تخليق DNA العاثي و بروتين غطائها . يقوم أحد هذه الأنزيمات الخاصة بالعاثي بعملية تحليل DNA المضيف ويحفز أنزيم أخر مستحث بالعاثي – Phage induced enzyme تخليق قاعدة البايرمدين (هيدروكسي مثيل سايتوسين) التي تندمج عوضاً عن السايتوسين في الـ DNA العاثي، بالإضافة لذلك أن DNA العاثي يشفر لأنزيمات مختصة بتجميع بروتين كابسد العاثي .

وأثناء تضاعف الفيروس تنفصل المكونات الفيروسية (الحامض النووي و البروتين) تماماً عن بعضها الأخر ففي مجموعة العاثي T-even تنفصل هذه المكونات في الوقت الذي يدخل فيه الـــ DNA الى الخلية تاركاً الغلاف البروتيني خارجها . وعليه فأن DNA العاثي T-even ذو وظيفتين مستقلتين هما :.

أولاً : أنه جهز بقالب الاستنساخ لتضاعف كمية أكبر من الـ DNA للعاثي.

ثانياً : يستخدم كقالب لاستنساخ mRNA الذي يعمل على تخليق الأنزيمات المستحثة بالعاثي وبروتين الكابسد . وهكذا إذا ما تمزقت الخلايا البكترية أثناء فترة مبكرة و تدعى فترة الأستسرار

(eclipse period) من تكاثر العاثي عندئذ يمكن استبيان DNA العاثي و أغلفتها البروتينيه من غير وجود فريونات العاثي الكاملة .

4- النضج Maturation:

تتضمن عملية النضج بجمع البروتين والـ DNA للعاثي لتكوين ذرية من الفايروسات الناضجة الناقلة للعدوى حيث تتجمع ذيول و رؤوس العاثي بصورة مستقلة بواسطة عمليات تدريجية تتضمن تجمع الوحدات الفرعية للبروتين وحالما يتكون الرأس فأنة يرزم مع الـ DNA للعاثي و يتصل الذيل بعد ذلك .

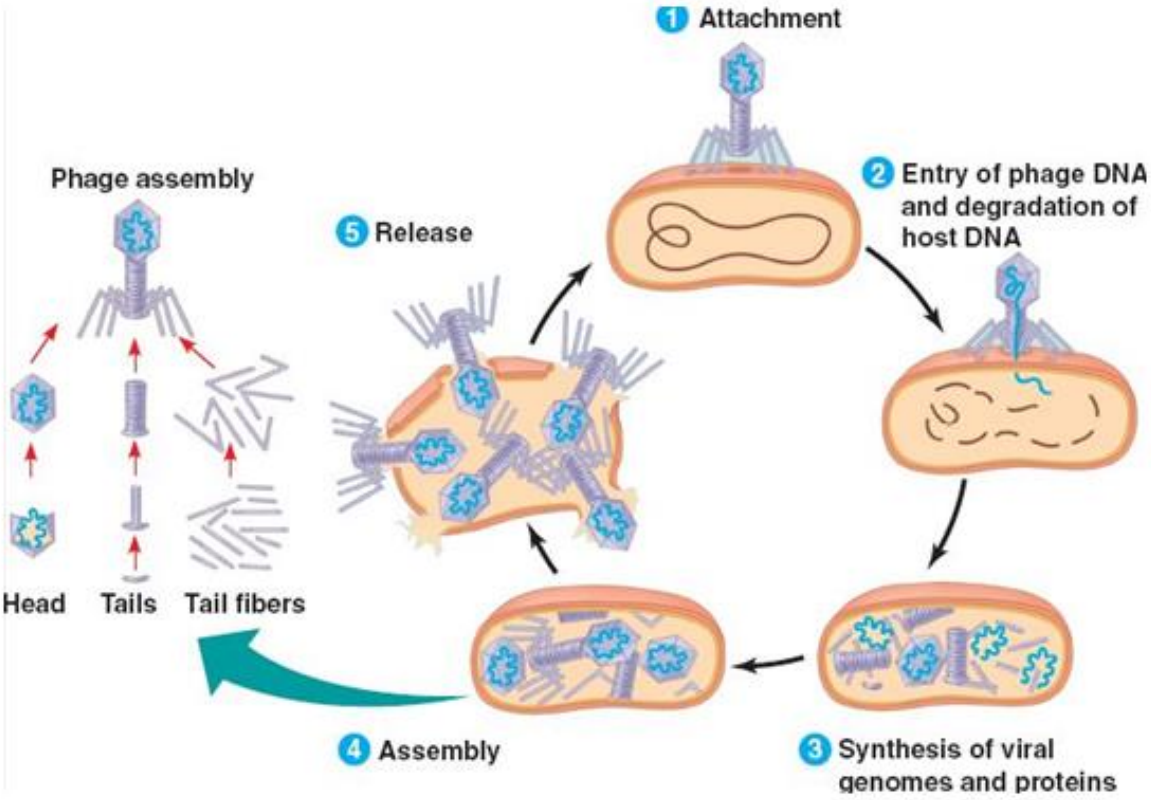
5- التحرر Release:

أثناء الأدوار الأخيرة من فترة الإصابة هناك أنزيم أخر مستحث بالعاثي و مشفر له بالـ DNA العاثي يبتدئ بالظهور . ذلك الأنزيم هو الأنزيم الحال العاثي Lysozyme الذي يهضم جدار خلية المضيف من الداخل مما يؤدي ذلك الى انحلال الخلية وتحرر العديد من فريونات العاثي العاملة . وهذه الفريونات المتحررة تصيب الخلايا الحساسة المتيسرة و تعاد عملية تضاعف الفيروس . ومن المهم عدم تخليق الأنزيم الحال في بداية عملية الإصابة لأن ذلك يعني افتراض تحلل خلية المضيف من قبله قبل تكوين أي عاثي ناضج **(شكل 19)**.

هناك العديد من الضوابط التي تنظم مناطق الحامض النووي الفيروسي التي ستستنسخ الى mRNA عند أيه فترة زمنية خلال عملية الإصابة . وعلية فهناك رسائل (مبكرة) تترجم الى بروتينات عاثية مبكرة (أنزيمات تخليق DNA العاثي) و رسائل (متأخرة) تترجم لبروتينات عاثية متأخرة (بروتينات الغلاف و الأنزيم الحال) . وتتوسط عملية السيطرة على عملية الاستنساخ هذه بتغيرات في أنزيم بولميريز RNA الذي يحدد بطريقة ما الموضع الذي يبتدئ أنزيم RNA Polymerase الاستنساخ فيه .

طفرات الجين Gene Mutations:

تنشأ طفرات الجين (رغم حدوثها بتكرار واطئ) بعدد من الطرق و أكثر آليات حدوث الطفرة شيوعاً هي في عملية تخليق الدنا لأن أثناء زمن الجيل (التضاعف) تنفصل ضفيرتا الحلزون المزدوج و تخلق ضفيرتان جديدتان يكون كل منهما متمم لواحدة من الضفائر الأصلية لكن في حالات نادرة قد يندمج بيورين أو بايرمدين غير صحيح في الدنا خلال تضاعفه، وأن الطفرات في الجين المشفر للأنزيم المختص بإدخال البيورينات والبايرمدينات الصحيحة في مواقعها في



شكل (19): دورة تضاعف العاثي

الحامض النووي نفسها (بوليمريز الدنا) ستزيد من تكرار الطفرة في جميع الجينات الأخرى من عشرة أضعاف الى ألف ضعف و من الواضح أن الأنزيم المعطوب (حصل فيه تغير نتيجة لتغير الجين الذي يشفر له) غير قادر على إدخال القواعد الصحيحة بنفس دقة وضبط وتنظيم الأنزيم أو الجين الطبيعي .

أن حذف أو إضافة نيوكليوتيد أو مقطع كامل للجين يؤدي الى تطفير في تتابع نيوكليوتيدات الجين و بالتالي الى حدوث طفرة . وأن الإضافة أو الحذف لنيوكليوتيد معين يؤدي الى تبدل في نسق القراءة للدنا عندما يستنسخ الى رنا مراسل وتكون هذه الطفرات أكثر خطورة من تلك الناتجة عن استبدال قاعدة واحدة بأخرى أو مقطع بمقطع أخر .

استبدال نيوكليوتيد أو مقطع بمقطع أخر يؤدي الى حدوث طفرة ولكن دون التأثير على نسق القراءة للدنا عندما يستنسخ رنا مراسل فلذلك هذا النوع من الطفرات أقل خطورة من النوع الثاني.

الطفرة الوراثية Genetic Mutation :

هي تغير في تتابع القواعد في الجين بحيث يؤدي الى تغير نسق القراءة للدنا عندما يستنسخ الى الرنا رسول .

المطفرات والمسرطنات CARCINOGENSES AND MUTAGENISES

ماهي المسرطنات وما الفرق بينها وبين المطفرات

المسرطنات هي المواد التي تسبب السرطان وهي من المطفرات، والمطفرات هي المواد التى تتسبب فى إحداث طفرات وراثية فى المادة الوراثية للإنسان، وهذه المواد إما أن تكون مواد طبيعية من البيئة المحيطة مثل الاشعاع الصادر من بعض طبقات الأرض كالرادون أوالأشعة فوق البنفسجية من الاشعاع الشمسي أو مواد كيمائية توجد طبيعياً في المياه والتربة أو تنتج بسبب بعض التفاعلات الكيميائية التى تحدث طبيعياً بين المكونات الطبيعية للبيئة المحيطة بنا.

كيفية حدوث السرطان

السرطان هو عبارة عن انقسام عشوائي للخلايا السليمة. وهذا الانقسام عادة مايتم التحكم به عن طريق جينات معينة وظيفتها إعطاء الأوامر للخلايا بالانقسام إذا كان الجسم يحتاج إلى زيادة عدد الخلايا كما في مرحلة الطفولة أو وجود جرح يحتاج إلى خلايا تعويضية أو انقسام خلايا الدم البيضاء المناعية التي يحتاجها الجسم بكثرة في حالة وجود التهابات وغيرها من الحالات

التى يحتاج الجسم فيها إلى تكاثر خلوي. أما حينما لايحتاج الجسم إلى ذلك التكاثر الخلوي فإن تلك الجينات المسئولة عن الانقسام تعطي أوامر بمنع الانقسام الخلوي حتى إشعار آخر. وهذا يسمى نظام التحكم بالانقسام الخلوي. وإذا حصل خلل في نظام التحكم بالانقسام الخلوي فإن الخلايا تأخذ بالانقسام المتكرر عشوائياً بدون حاجة لذلك حتى يتكون لدينا كمية كبيرة جداً من الخلايا التي لاحاجة لها فينتج الورم السرطانى، ويؤثر هذا الورم على أعضاء الجسم الأخرى ووظائفها.

هل يستلزم حدوث أي طفرة حدوث سرطان؟ وهل جميع الطفرات مسرطنات؟

من المعلوم أن الجسم يحتوي على جينات عديدة تصل إلى الآلاف، وكل جين له وظيفة معينة، فهناك جين مسئول عن لون البشرة وآخر عن لون الشعر وجين مسئول عن شكل الأنف وجين مسئول عن الطول وجين مسئول عن العظام وآخر عن الدم وجينات مسئولة عن الانقسام الخلوي وجينات عن السلوك وهكذا . فاذا حصلت تلك الطفرة في الجينات المسئولة عن العظام أصبح هناك مرض وراثي يتعلق بالعظام وإذا صادفت تلك الطفرة جيناً مسئولاً عن البصر أصبح هناك مشكلة وراثية في البصروهكذا كل جين يحصل فيه طفرة يكون هناك تأثير على وظيفة العضو الذى ينتمي إليه الجين.

هل حدوث الخلل والطفرة يعني حدوث المرض

عندما تحصل طفرة وراثية يبدأ الجسم وعبر أجهزة وأنظمة في خلاياه بالكشف عن الخلل والطفر ويقوم بإصلاحها فوراً، ويحصل في الجسم عشرات أو مئات الطفرات يومياً ولكن الجسم يقوم بإصلاحها دائماً، وإذا أخفق جهاز الكشف عن اكتشاف الطفرة يعجز بالتالي جهاز إصلاح الخلل الوراثي عن الإصلاح، فإن هناك نظاماً آخر يجعل الجسم يتغاضى عن تلك الخلية عن طريق مايسمى الموت المبرمج للخلايا، فإن تجاوزت تلك الخلية المتطفرة جميع تلك الأنظمة استمرت بالانقسام وسببت المرض الوراثي، وإن كانت الطفرة في الجينات المسئولة عن الانقسام سيحصل السرطان.

تصنيف الطفرات :

1- الطفرات الذاتية Spontaneous mutation

هو التطفير الذي يحدث ذاتياً دون تدخل الإنسان وأن التردد الطفوري الذاتي يعتمد على ظروف النمو للكائن الحي و يتراوح التردد بين 10^{-10} - 10^{-5} وهو قليل جداً و يلاحظ أن هذا التطفير ضئيل جداً ويصعب تميز الطافرات . أن سبب حدوث التطفير الذاتي غير معروف وقد

يفسر بحصول تغيرات بيئية تحيط بالكائن وتضغط على مادته الوراثية باتجاه الطفرة مما يؤدي الى حدوث خطأ في عملية تضاعف الـ DNA .

2- الطفرات المستحثة Induced Mutation:

هذا النوع من الطفرات تستخدم في الصناعة وترددها عالي جداً بين 10^{-3} - 10^{-5} وفي بعض الحالات عندما تستخدم المطفرات بتراكيز عالية ولفترات زمنية طويلة يزداد التردد وقد يصل الى 10^{-1} - 10^{-2} .

كيف يحدث التطفير الذاتي أو المستحث

1- طفرة الجينوم Genome Mutation: أي يحدث التغير في الـ DNA كله وهي عبارة عن التغيرات التي تحدث في عدد الكروموسومات .

2- طفرة الكروموسوم Chromosome mutation : وهو عبارة عن تغير بترتيب الجينات الموجودة على الكروموسوم بواسطة الإقلال Deficiency أو حذف Deletion أو الانقلاب Inversion أو التضاعف Duplication أو تبادل بالمواقع Translocation.

3- الطفرة النقطية أو الجينية Gene or Point Mutation : يحصل تغير في تتابع القواعد النتروجينية في الجين و هذه الطفرة مهمة جداً و هي على ثلاثة أشكال :

أ- **Transition :** هو تغير Purine محل Purine أو Pyrimedine محل Pyrimedine

Ex:

DNA AATGCCA

T

تتحول القاعد A بواسطة طفرة نقطية الى Purine أيضا ولكنة G على الشريط الأصلي وبذلك بدلاً من أن تكون القاعدة المقابلة للشريط المستنسخ هي T سوف تكون C

A ⟶ T تصبح G ⟶ C

ب- Transversion: تنقلب الحالة فتصبح Pyrimidine محل Purine أو Purine محل Pyrimidine.

يتحول A في الشريط الأصلي الى قاعدة ولكن Pyrimidine مثل C وبذلك بدلا من أن تكون القاعدة المقابلة في الشريط المستنسخ T تصبح G و يرتبط بثلاثة أواصر G ≡ C .

ج- Frame Shift Mutation : هي طفرة يكون التغير فيها في نيوكليوتايده واحده او اكثر تحذف او تضاف الى الجين مما يؤدي الى تغير في قراءة mRNA للكودونات و ينتج عنها مادة أخرى جديدة (حامض أميني جديد) .

العوامل المطفرة Mutagenic agents

أ- العوامل الفيزيائية Physics Agents :

1- UV- Light : هنالك نوعين من UV الأول هو Short wave length القصيرة و تكون أشد المطفرات، الطول الموجي 254nm مؤثراً جداً لأنه يمتص جميعه من قبل DNA ويعمل تلف للـ DNA من نوع البلمرة بين كل اثنان بايرمدين مع بعضهما سواء على نفس الشريط أو بين الشريطين المتجاورين مثال:

T—T

أصرة كيمائية قوية من الصعب كسرها وتحولها من Dimer الى Monomere

وهذه العملية تسمى Dimerization بين البايرمدين القريبة من بعضها و يمكن أن يحدث أصلاح لهذا النوع من التطفير .

أما النوع الثاني من UV فهو Long wave length : الطويلة وهي أقل حده أو تأثير طولها الموجي بين 300nm - 400 لأن قسم منه يتشتت و يمكن أن يحدث له أصلاح .

2- Ionizing agents : مثل الأشعة السينية او كاما او بيتا تعمل على حدوث طفرات وراثية ولكن استخدامها قليل . عملية التطفير هذه تحدث من خلال تشعيع الوسط النامي فيه البكتريا ونلجأ لهذه الطريقة عندما تفشل الطرق الأخرى لأن تأثيرها قوي جدا على الـ DNA أي أن القتل أكثر من التطفير بحيث يؤدي الى كسر الشريط المفرد أو المزدوج وهذا يؤدي الى ضياع

صفات كثيرة حوالي 90 % من الخيوط تتكسر وهذا النوع يمكن أن يحدث له أصلاح أما إذا أنكسر شريطا الـــ DNA سوف يعطي طفرى كبرى فاقدة للعديد من الصفات و يصبح فيها طفرات كبيرة .

ب- العوامل الكيميائية Chemical agents

تستخدم أنواع عديدة من المواد المطفرة الكيميائية نتيجة تأثيرها المباشر على الـ DNA وهذه المواد تؤثر على منع تضاعف الـــ DNA أو تدخل بين قواعد الـــ DNA وتعمل هذه المطفرات بثلاثة طرق :

1- مطفرات تؤثر على الـ DNA غير المتضاعف Non-replicative DNA:

مثل حامض النتروز HNO_2 يعمل على سحب الأمين من الأدنين deamination فيحول الأدنين (A) الى Hypoxynthine و يحول السايتوسين (C) الى يوراسيل (U) وهذه العملية سوف تؤثر على عملية الازدواج القاعدي و بذلك سوف يزدوج Hypoxynthine مع السايتوسين بدلاً من الثايمين و اليوراسيل يزدوج مع الأدنين و تصبح عملية AT يتحول الى GC و GC يتحول الى AT (Transition) و يمكن أصلاح هذا النوع من التطفير بواسطة Excision.

2- مطفرات Hydroxylamine NH_2OH :

يتفاعل مع Pyrimidine و خاصة السايتوسين (C) فقط وليس الثايمين (T) حيث أن مجموعة الأمين الموجودة في C يحل محلها Hydroxylamine فيتحول الـ C الى مشتقات Hydroxylamine فبدلاً من أن يرتبط C المشتق مع الـــ G سوف يرتبط مع الـــ A أي أنه فيه GC يتحول الى AT (Transition) .

3- نظائر القواعد Base analogs :

هنالك مركبات كيميائية قريبة الشبه من ناحية التركيب الكيميائي من القواعد النتروجينية فتستطيع أن تحل محلها أثناء عملية التضاعف مثال (bromouracil (BU - 5 وهذا المركب يستطيع أن يدخل محل T او A أثناء عملية التضاعف يكون هذا المركب له فعلين حسب التركيب الكيماوي أو الحالة التي يوجد فيها فإذا كان كيتوني فسوف يزدوج مع A وإذا كان

بتركيب الأينولي فسوف يزدوج مع G معنى ذلك سوف يحصل طفرة من نوع Transition أي AT يتحول الى GC أو GC يتحول الى AT .

4- Frame shift mutagen :

هذه المركبات تدخل في جزيئات الـ DNA و تسبب خلل يؤدي الى تغير قراءة الشريط من قبل mRNA نتيجة هذا الفعل يحصل بروتين أخر وأحياناً يفقد قابليته على ترجمة البروتين ومن أهم المركبات هي أصباغ Acridine dyes مثل صبغة الأكردين البرتقالية و الأكريفلافين وهذه المركبات لها القابلية على الدخول بين قاعدتين نتروجيتين متجاورة على DNA وذلك لأن حجم جزيئه الأكردين $3.4\ A^0$ وهذا بالضبط يشابه حجم النيوكليوتيده الواحدة .

الأصلاح Repair

1- الإصلاح الضوئي Photoreactivation repair : يحصل الإصلاح الضوئي للطفرة المتسببة بسبب التعرض للـ UV من خلال أنزيمات ضوئية والتي تعمل على كسر الآصرة الكيميائية المتواجدة بين البايرمدين (بسبب التعرض للـ UV الطويلة أو القصيرة) فسوف تنشطر الـ Dimer ويحول الى Monomere وهذه الأنزيمات لها القابلية على أصلاح 80 % من الثايمين المتضرر في الجينوم وهو يحصل في الشريط المفرد للـ DNA .

2- Excision repair : أصلاح الظلام وهو يحصل في الشريطين المزدوجين من الـ DNA وخلال هذه العملية فأن الـ DNA المتضرر بالأشعة فوق البنفسجية تصلح بالظلام عن طريق أنزيمات الظلام من نوع endonuclease ويتم ألإصلاح بعدة مراحل بحيث تزال المنطقة المتضررة من الـ DNA وتحل محلها نيوكليوتيدات سليمة .

3- Postreplicative recombination repair: إذا كان الـ DNA حاوي على منطقة عطب نتيجة UV وأدى هذا العطب الى وجود قطع فسوف تصلح هذه المنطقة الفارغة عن طريق ملأها بالنيوكليوتيدات التي تتكون خلال مرحلة التضاعف وهذا الإصلاح هو مقترح نظري لكيفية أصلاح الـ DNA الذي حصل فيه مسافة قطع و ممكن بهذه الطريقة أن تصلح قطع بمقدار 1000 نبوكليوتيده تملأ بمادة متتامة للشريط الأم .

4- SOS repair : الإصلاح بهذه الطريقة يكون مختلف عن بقية طرق الإصلاح الأخرى إذ أن هذا الإصلاح يحيط بالمنطقة المعطوبة الفارغة المتواجدة على الشريط المتمم حتى بغياب

قالب الـ DNA وبذلك اعتمادا على التركيب الكيميائي للـ DNA ستملأ المسافة المقطوعة و تعيد الخيط و لكن المعلومات الوراثية لا تكون نفسها التي قطعت تضاف لذلك SOS repair نتائجه تكون أقرب الى الطفرة منه الى الأم على العكس من الطرق البقية للإصلاح .

5- الإصلاح التطبيعي Adaptive repair: هناك مجموعة من المركبات الكيميائية عندما يتعرض لهـــا الكائـــن المجهري خصوصاً مركبات Alkalating agents تؤدي الى ألكله القواعد النتروجينية Alkalation وسوف يتم الإصلاح وبدون خلل بواسطة الإصلاح التطبيعي والعملية هي عملية أنزيمية وغير مفهومة كيف تم الإصلاح .

3- طفرات أعادة الارتباط Recombination mutation:

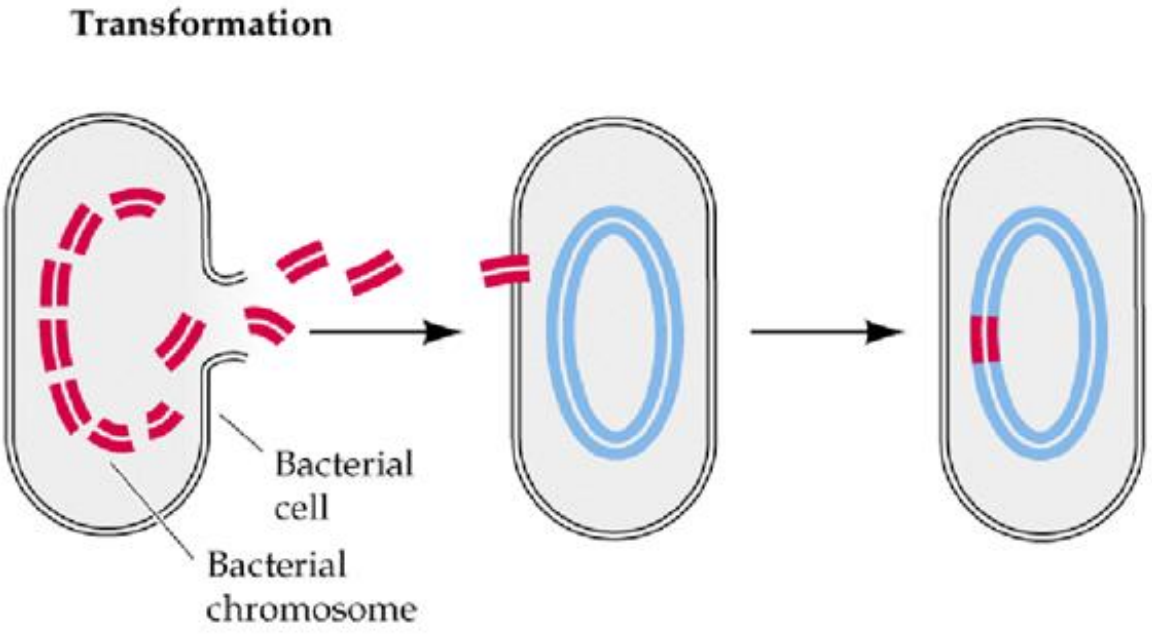
وهي على ثلاث أشكال :

أ- **التحول Transformation :** لا تقتصر ظاهرة التحول على المختبر فقط وإنما يمكن حدوثها في الطبيعة كذلك حيث يمكن لجزيئات الـ DNA المتحررة من الخلايا الميتة أن تدخل الخلايا الأخرى النامية في الطبيعة و بعد دخولها تقترب قطعة الدنا من القطعة المماثلة homologus لها في الكروموسوم الخلية المستقبله ومن ثم تنغرس في ذلك الموضع من الكروموسوم من خلال عملية أعادة الارتباط . و بهذا تصبح الدنا الداخلة جزءاً ثابتاً من كرموسوم المضيف ويمكن أن تمنحه صفة وراثية جديدة و يطلق على الخلايا المستقبلة لمثل هذا النوع من القطع بالخلايا المتحولة أو المتحولات transformants **(شكل 20)**.

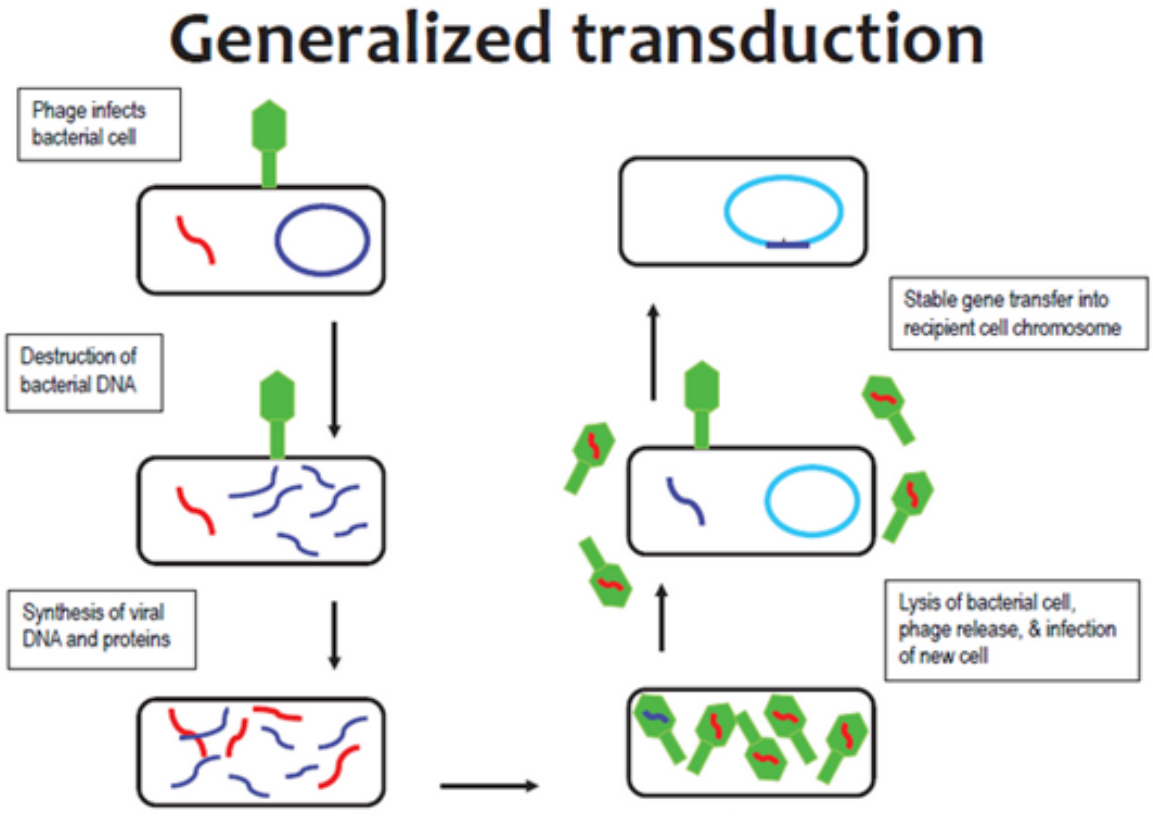
ب- **الأنتقال Transduction :** ينتقل الحامض النووي الرايبوزي من خلية الى أخرى بواسطة ناقل فيروسي وتتم عملية الانتقال عندما يندمج الحامض النووي للخلية التي أصابها الفيروس بمادته الوراثية ثم ينتقل الفيروس الى خلية أخرى بعد انحلال الخلية الأولى المصابة و يندمج بالمادة الوراثية للخلية الجديدة وبالتالي تظهر الصفة أو الصفات التي نقلها الفيروس للخلية الجديدة **(شكل 21)**.

ج - **الاقتران Conjugation :** تنتقل المادة الوراثية التي قد تكون عبارة عن بلازميدات أو كروموسوم بكتيري من خلية الى أخرى عن طريق تلامس الخليتين وتكوين جسر بينهما لمرور المادة الوراثية بين الخليتين البكتيريتين من النوع نفسه أو من أنواع مختلفة . يتواجد نمطان من الخلايا في أي جماعة لـ *Escherichia coli* حيث يحدث فيها الاقتران . يدعى

نمط منهما بالخلية +F (الذكر) و الأخر بالخلية -F (الأنثى) تحتوي +F على قطع قليلة من الـــ DNA فـي سـايتوبلازمها وهـي لا تكـون جـزء مـــن الكروموسـوم (DNA اللاكروموسـومي) extrachromosomal DNA بـل تتواجـد كجزيئـات DNA دائريـة مغلقـة مزدوجـة الضـفيرة وجسـيمات F هـذه مفقـودة فـي الأنثـى ونظـرا لأن الـــ DNA اللاكروموسومي ينقل المعلومات الوراثية لذا تخلق خلية +F البروتينات حيث لا تتمكن خلية F من تخليقها وأن أكثر البروتينات تميزاً هي الشعيرات الجنسية Sex Pilli عند مزج جماعتين خلويتين من +F و -F مع بعضهما فأن خلايا +F تتصل بخلايا -F بواسطة الشعيرات الجنسية وخلال دقائق فأن واحد من جسيمات +F من الخلية الذكرية يدخل الى الخلية الأنثوية المستلمة . وربما يعبر خلال الشعيرة المجوفة . وحيث أن جميع الخلايا في



شكل (٢٠): transformation mutation



شكل (٢١): Transduction mutation

الجماعة تستلم جسيم F لذا تصبح المزرعة بأكملها +F سريعاً وفي هذه العملية لم ينتقل الكروموسوم ولم تنبثق تشكيلات جديدة ecombinats **(شكل 22)** .

4- Protoplast fusion mutation :

تم التوصل حديثاً الى تكوين Zygote بين البروتوبلاستات في الخلايا البكتريا الخالية من الجدار وذلك عن طريق معاملة الخلايا بمادة lysozyme و (PEG) polyetheleneglycol بتركيز 40 % لتسهيل عملية الاندماج للبروتوبلاست للخلايا العائدة لنفس النوع أو الأنواع القريبة ثم تنتقل المدمجات الى أوساط زرعيه تعيد بناء خلق الجدار وفي هذه الحالة سوف تزداد جرعة الجين في الخلايا الناتجة مما يزيد من أنتاج الصفة المرغوبة .

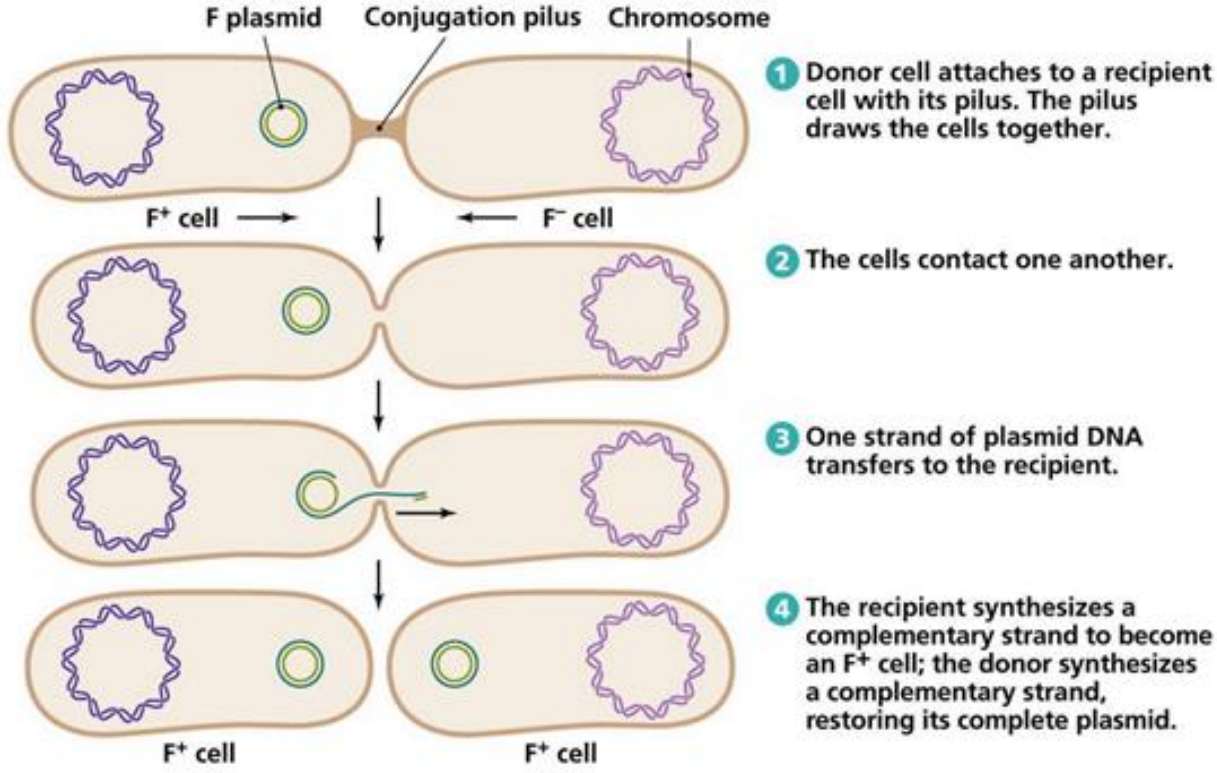
5- كلونه الجين Gene cloning :

تستخدم تقنيات الهندسة الوراثية في تطوير بعض العزلات الصناعية عن طريق الكلونة للحصول على خلايا جديدة تنتج مركبات هي ليست من صفاتها مثال على ذلك *E coli* واستخدامها في أنتاج الأنسولين وهذه العملية تتطلب النقاط التالية :

أ- **توفير قطعة DNA :** تسمى الهدف Target ويكون مصدرها حيواني او نباتي أو بكتيري تحوي على الصفة المراد إكثارها مثل صفات مضاد حيوي تنتجه *Streptomyces aureofaciens* هذه حضانتها لتنتج المضاد أكثر من 7 أيام فتكلف اقتصاديا فلو امكن نقل الصفة المسؤولة عن أنتاج المضاد الى بكتريا ذات فترة حضانة قليلة مثل 24 ساعة فيكون شيئاً مفيداً أكثر .

ب- **ناقل كلونة Vector :** وهو أيضاً ذو طبيعة DNA يكون أما بلازميد أو عاثي وهذا البلازميد أو العاثي يسلك سلوك (تاكسي) يحمل قطعة الـ DNA الغريبة و يجب أن يكون حاوي على صفة واحدة أو أكثر وفيه منشأ تكرار (حتى يتكرر داخل المضيف) هذا البلازميد يحمل الـ DNA الغريب و بالتالي هو الذي يدخل المضيف .

ج- **أنزيمات التقييد Restriction enzyme :** الأنزيمات القاطعة أو أنزيمات التقييد وهي أنزيمات من نوع Endonuclease تتعرف على مواقع من تتابعات الجين على الـ DNA محدد وتقطع في هذه المواقع أو بالقرب منها .



شكل (٢٢): Conjugation mutation

د- **أنزيمات الربط :. DNA ligase :** هذه الأنزيمات تعيد بناء الأواصر التي انقطعت بفعل أنزيمات التقييد وهي Phosphate diester bonds وهي بين OH - 3 و P - 5 فترجع الخيط كما كان للحصول على قطعة DNA هجينة متكونة من الغريب + الهدف.

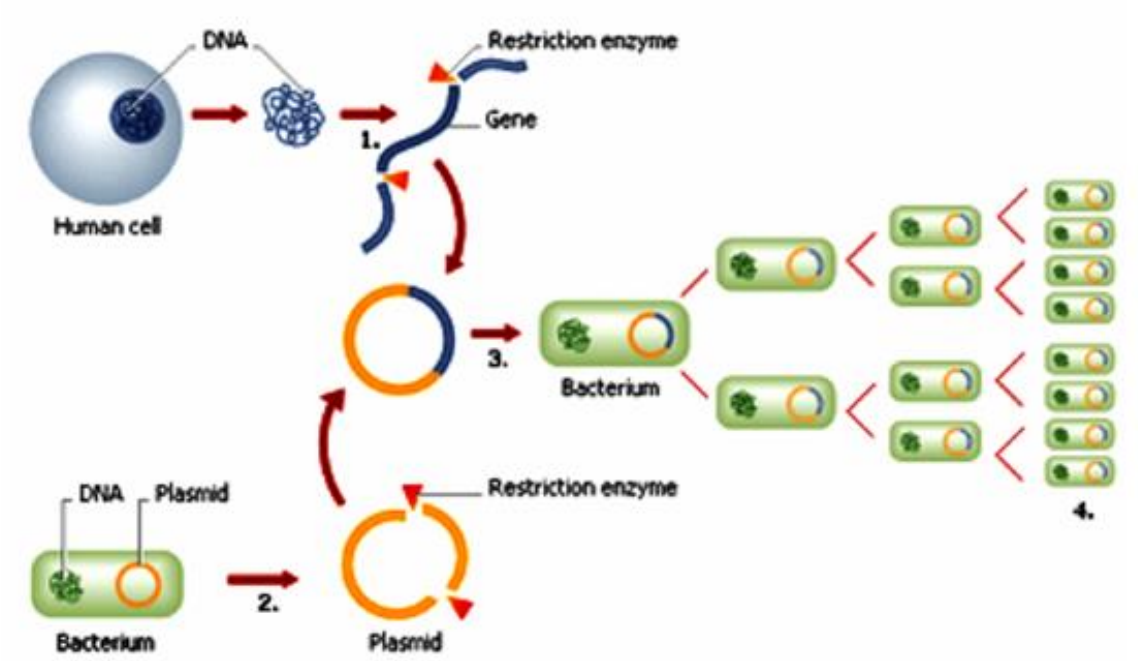
ه- **التحول Transformation :** هي عملية إدخال الـ DNA المحـول بالـ Vector الى المضيف **(شكل 23)**.

البلازميدات Plasmids

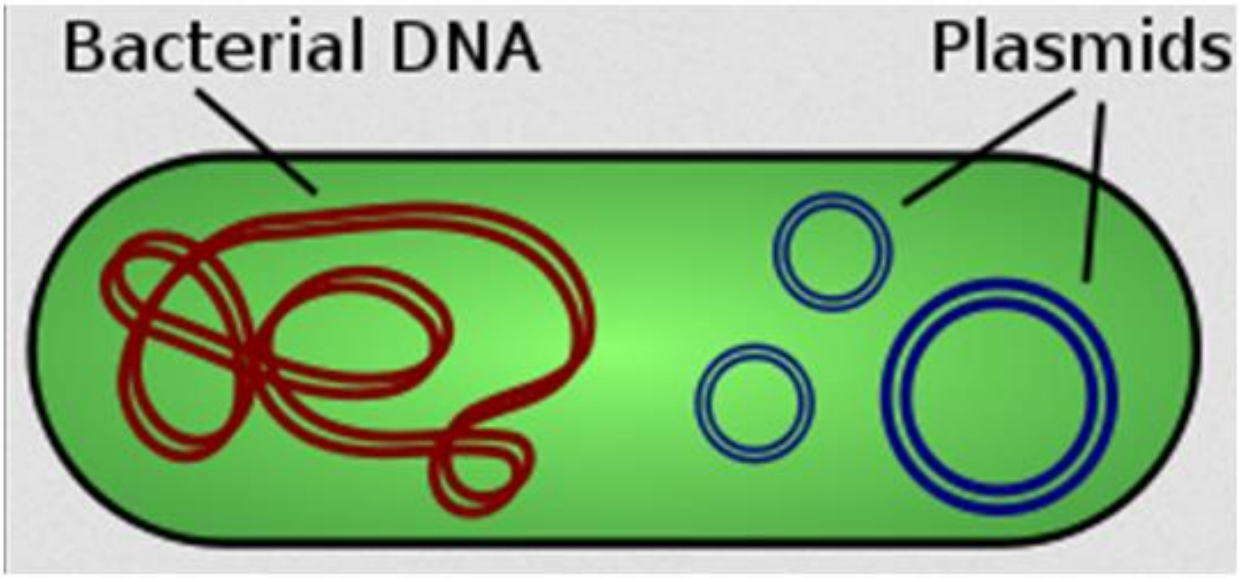
بالأضافة الى جسيمات F هنالك العناصر الوراثية اللاكروموسومية في سايتوبلازم الخلية تدعى هذه العناصر بالبلازميدات **(شكل 24)**. تشفر البلازميدات لتشكيلة من الوظائف المختلفة وهي منتشرة كثيراً في ما بين أجناس مختلفة من البكتريا وكقاعدة عامة فأن الصفات المشفر لها بواسطة جينات البلازميد تزود الخلية بقدرات أضافية للخلية غير مطلوبة لحياتها. تملك عوامل المقاومة resistance factors أو عوامل R (وهي واحدة من أكثر مجاميع البلازميد أهمية) وهي عناصر وراثية لاكروموسومية مؤلفة من جزئين هما :

أولاً :عامل انتقال المقاومة (RTF) resistance transfer factor المختص بنقل البلازميد .

ثانياً : الجينات المتعددة multiple المختصة بمقاومة العقار drug resistance (Rgenes). فمثلاً سلالة البكتريا الناقلة لعامل R قد تكون مقاومة لأربعة من الأدوية المضادة للبكتريا المستعملة كثيراً وهي sulfanilamide و streptomycin و chloramphenicol و tetracycline أن الصفة الاستثنائية والمميزة لعامل R هي قدرته على الانتقال بسرعة بواسطة الاقتران conjugation الى الخلايا الحساسة للمضاد الحيوي الموجودة في الجماعة وبتلك الوسيلة تصبح هذه الخلايا المستلمة مقاومة . أضف الى ذلك أن هذا الانتقال لا يحدث بين سلالات النوع نفسه فحسب لكنه يحدث أيضاً بين النوع الواحد وكائنات أخرى قريبة الصلة به بما فيها أفراد من أجناس *shigella* ، *salmonella* ، *Escherichia* ، *Yersinia* ، *klebsiella* ، *Serratia* ، *Proteus* . كما يمكن انتقال عامل R أيضا الى أفراد بعض الأجناس الأخرى غير المترابطة مع بعضها مثل جنسي *Vibrio* و *Pseudomonas* . وبالتالي إذا ما احتوت خلايا واحد من هذه الأجناس على



شکل (۲۳): Gene cloning



شكل (٢٤): Bacterial plasmid

عامل R عندئذ يمكن انتقاله بسرعة الى خلايا في أي من هذه الأجناس الأخرى وذلك بتماس خلية لأخرى .

الترانسبوزونات Transposons:

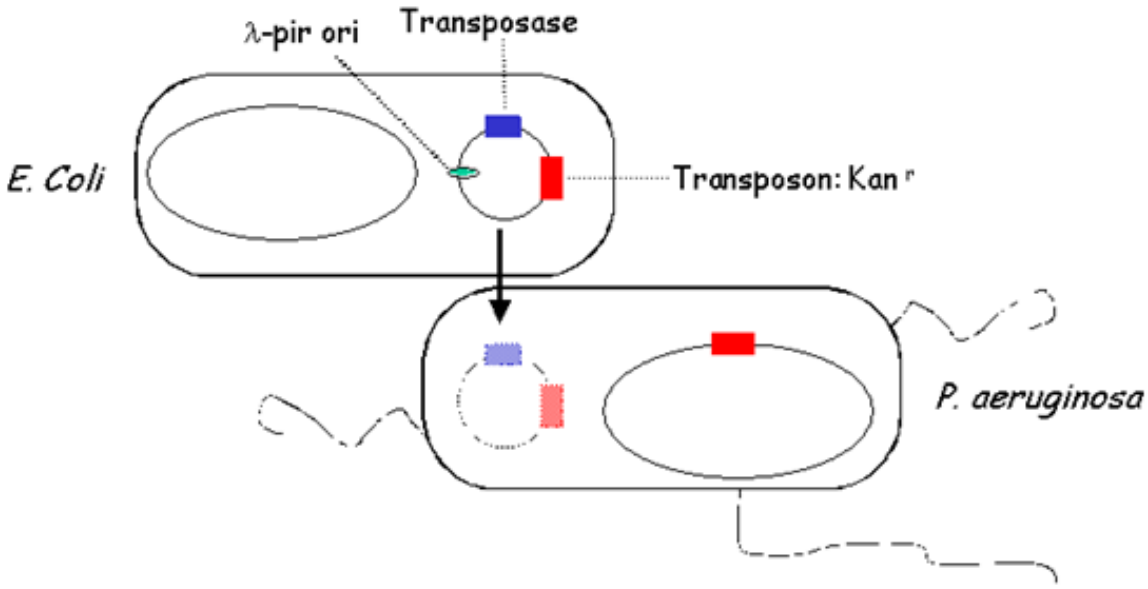
أن البعض من جينات R التي تحدد المقاومة لمختلف المضادات الحيوية قادرة على النزوح من بلازميد لأخر في نفس الخلية إضافة الى قدرتها على القفز من بلازميد الى كرومسوم الخلية نفسها، تدعى هذه الأجزاء الصغيرة من الـ DNA التي لا تزيد عن الجين كثيراً بالترانسبوزونات Transposons، من الواضح جداً ان عوامل R تمثل تهديداً جدياً للمعالجة بالمضادات الحيوية ولذا فأن عدداً متزايداً من السلالات المقاومة للعقار تنبثق باستمرار في الجماعة البكترية من طفور الخلايا وانتقال المقاوم منها أو من انتقال جينات مقاومة العقار أليها **(شكل 25)**.

Bacteriocin Factors:

إضافة الى عوامل F و R فأن هناك عناصر لاكروموسومية لـ DNA ذات أهمية كبيرة في بعض البكتريا ولعل اكثر العناصر أهمية هو نوع من البلازميدات الذي يدعى بعوامل البكتريوسين bacteriocin factors وهو عبارة عن قطع دائري مغلقة من الـDNA التي تحمل المعلومات الوراثية لتخليق البكتريوسينات bacteriocins وهي بروتينات قاتلة للبكتريا وهناك عدد كبير من البكتريوسينات ذات النوعيات العالية في البكتريا التي تقوم بقتلها . فالبكتريوسينات المتكونة من قبل نوع واحد تقتل سلالات أخرى من نفس النوع أو سلالات الأنواع القريبة الصلة بذلك النوع .كما أن آليتها في قتل البكتريا تتغير وذلك بالاعتماد على البكتريوسين نفسه حيث تظهر مجموعة منها تأثيراً أولياً على الغشاء السايتوبلازمي وأخرى على الرايبوسوم . وقد ثبتت فائدة البكتروسينات في التمييز بين بعض السلالات المعينة لنوع البكتريا نفسه في مختبرات التشخيص السريري .

الكوزميدات Cosmids :

على الرغم من استخدام نواقل الكلونة المشتقة من العاثي لامدا . بشكل واسع في بناء بنوك الجينات ، إلا أن طموح الباحثين في الحصول على نواقل كلونة ذات قابلية أستعياب قطع الدنا أكبر من تلك التي تستوعبها نواقل لامدا التي لا تزيد عن 23 كيلو زوج قاعدي دفعهم الى تطوير نواقل جديدة تفي بهذا الغرض وقد أطلق على هذه النواقل أسم الكوزميدات



شكل (٢٥): bacterial transposon

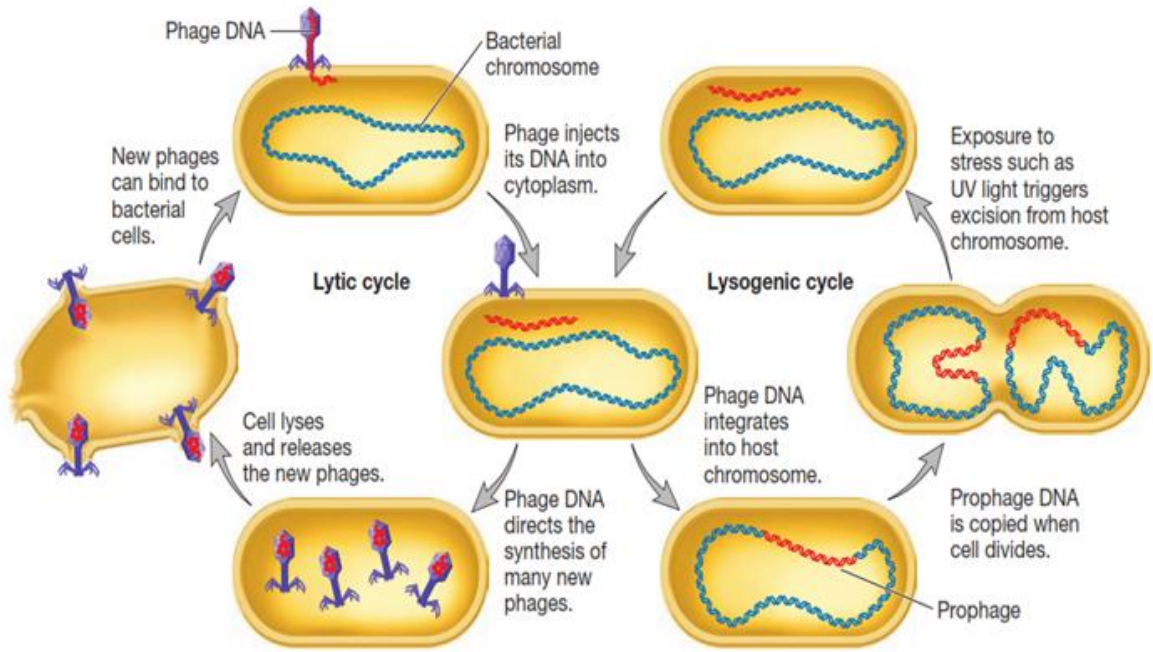
Cosmids، والكوزميد عبارة عن جزيئه هجينة مكونه من بلازميد يحتوي على موضع كوس (cos) المشتق من العاثي لامدا ومن هنا جاء الاسم كوزميد. يحتوي تتابع البلازميد في ناقل الكوزميد على صفة مظهرية واحدة على الاقل علاوة على منشأ التكرار ومواضع حساسة مفردة من انزيمات التقييد .

دورة حياة العاثي لامدا :

يعد العاثي لامد من العاثيات المعتدلة temperate phage فبعد دخول الدنا الخيطية للعاثي الى داخل المضيف سرعان ما ترتبط نهايتاها اللاصقتان لتكوين جزيئه دائرية يمكن أن تسلك أحد طريقتين للإصابة **(شكل 26)** .

الأول : هو ما يسمى بالدورة التحللية lytic cycle حيث تبدأ أولاً بالتكرار ثنائي الاتجاه ثم تتحول لاحقاً الى تكرار بطريقة الدائرة المتدحرجة حيث تتكون سلسلة من جزيئات الدنا الخيطية المتصلة مع بعضها في مواضع كوس Cos . بعد أتمام عملية التكرار وتكوين الأغلفة البروتينيه للعاثي تبدأ مرحلة تعبئة الدنا في رؤوس العاثيات و تتم هذه العملية عن طريق قطع سلسلة الدنا الناتجة بطريقة الدائرة المتدحرجة بواسطة أنزيم قاطع ينتجه الجين A للعاثي لامدا . ويكون هدف القاطع هو مواضع كوس التي تربط الجزيئات مع بعضها بحيث يضمن دخول جزيئه دنا خيطية كاملة الى رأس العاثي . بعد تكون العاثيات الناضجة تدخل عملية الإصابة مرحلتها الأخيرة وهي تحليل خلية المضيف و تحرر العاثيات .

أما طريقة الأصابة الثانية : الذي يمكن أن يسلكه العاثي لامدا فهو ما يعرف بالدورة التحلحلية lysogenic cycle حيث تقوم جزيئه الدنا الدائرية بالاندماج في كروموسوم المضيف وبموقع معين (موقع att) ويصبح بذلك جزءاً من كروموسوم البكتريا . بعد اندماج العاثي في الكرموسوم تتوقف جيناته عن العمل بواسطة بروتين كابت repressor protein ينتجه العاثي نفسه وبهذا يبقى العاثي متوقفاً عن العمل باستثناء أنتاج البروتين الكابت الذي يمنع فعالية الجينات الأخرى . يطلق على العاثي المندمج أسم العاثي الأولي الذي يبقى جزءاً ثابتا من كروموسوم المضيف إلا إذا تعرض الى ظروف معينة (مثل إضافة أيض معين يؤثر على موقع att في الكروموسوم) تساعده على الخروج من كروموسوم البكتريا لتكوين جزيئه دنا دائرية يمكنها أن تدخل الدورة التحليلية المذكورة سابقاً لتكوين عدد كبير من العاثيات الناضجة التي تحلل خلية المضيف . ومن الجدير بالذكر أن الخلية الحاوية على عاثي أولي تكون منيعة الإصابة بنفس النوع من العاثي .



شكل (٢٦): Lytic and Lysogenic cycles

التشخيص الجزيئي للأحياء المجهرية بواسطة تتابعات جين *16S rRNA*

:Identification of microorganisms by *16S rRNA gene*

أن استخدام الطرق التقليدية مثل الاختبارات الكيموحيوية لتشخيص أنواع الأحياء المجهرية يكون غير دقيق . لذا لابد من وجود اختبارات أدق تعتمد على المادة الوراثية في التشخيص .

Ribosomal RNA (rRNA) : وهو تركيب معقد جدا وظيفته الأساسية هي تصنيع البروتينات داخل الخلية . وتعتبر الجزيئه الأكثر ملائمة للتشخيص و التصنيف بين الكائنات الحية وذلك لعدة أسباب :.

1- rRNA له القدرة على الحفاظ على الصفات الوراثية للخلية عبر الأجيال بدرجة عالية جدا ً

2- rRNA موجود في جميع الكائنات الحية من البكتريا الى النباتات الراقية والحيوانات.

3- أن وظيفة rRNA كتركيب مسؤول عن تصنيع البروتينات هي ثابتة في جميع دورات حياة الخلية . إذ أن عدم تكوين بروتين معين بسبب عطب في rRNA يؤدي الى عدم أمكانية تنافس ذلك الكائن مع أقرانه الطبيعيين في البيئة مؤديا الى موته .

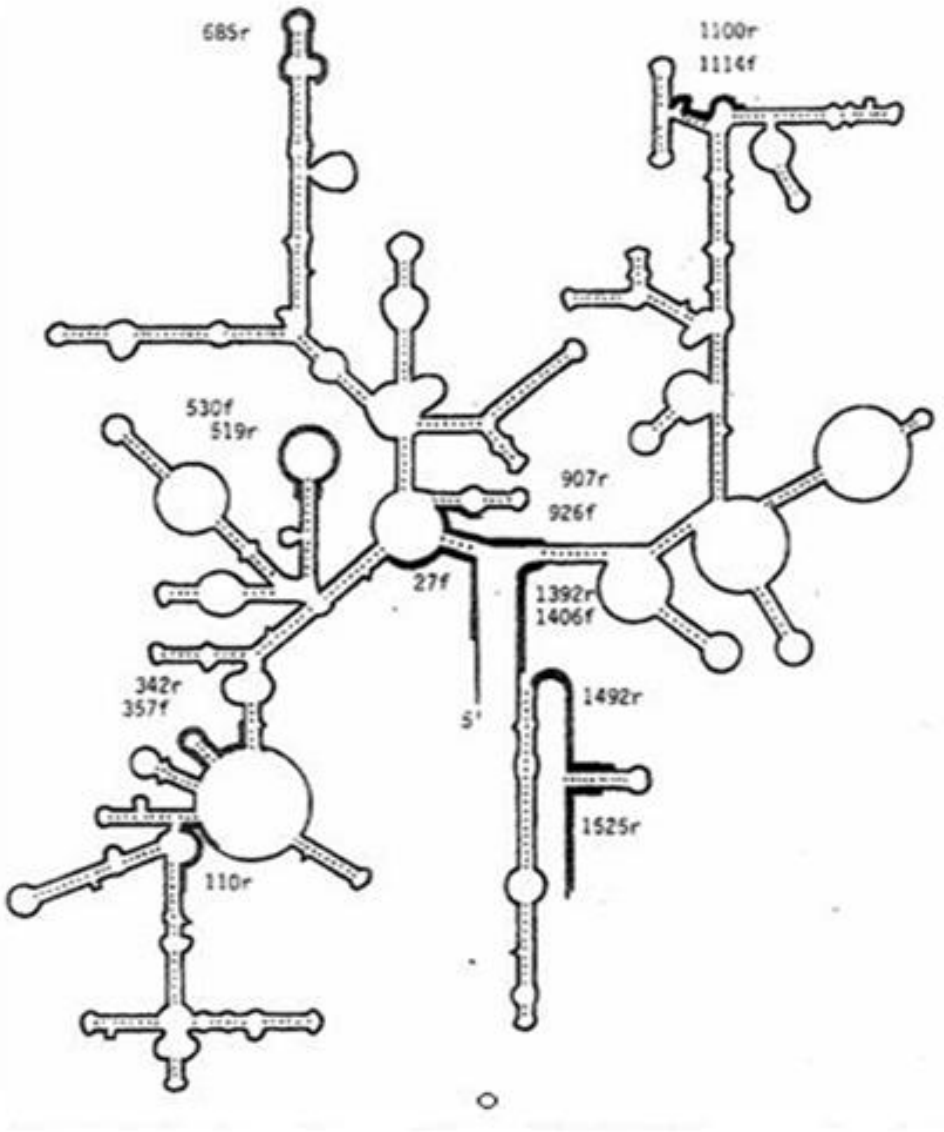
rRNA في الكائنات البدائية النواة prokaryotes يحتوي على ثلاثة أنواع من التتابعات:

1- 5S rRNA (120 bases): وهي قليلة الاستخدام للتشخيص والمقارنة بين البكتريا بسبب حجمها الصغير و بالتالي المعلومات الوراثية قليلة .

2- 16S rRNA (1500 bases): وهو الأكثر استخداماً بسبب طوله المناسب **(شكل 27)**.

3- 23S rRNA (3000 bases): أقل استخداما بسبب طول الجين مما يؤدي الى صعوبة تتبعه لذلك فأن العلماء المختصون يستخدمون تتابع 16S rRNA او المتمم له rDNA 16Sفي تصنيف أو تشخيص البكتريا .

وجد هناك بعض المناطق في rRNA تكون أكثر حفظاً للمعلومات الوراثية من الأخرى لذا فأن المناطق الأكثر حفظاً تستخدم للمقارنة بين البكتريا ذات العلاقات المتباعدة بينما المناطق الأكثر تغايراً تستخدم للمقارنة بين البكتريا ذات العلاقات الأقرب .



تشكل (٢٧): *16SrRNA* gene structure

لتشخيص أو لتحديد العلاقات الوراثية(تصنيف) لبكتريا معينة مع البكتريا المعروفة و المشخصة سابقاً يجب أتباع الطرق التالية :

1 – تضخيم الجين *16S rRNA* : إذا أردنا معرفة الموقع الوراثي لبكتريا معينة من بين البكتريا الأخرى المعرفة يكون من الضروري تضخيم الجين *16S rRNA* للبكتريا الجديدة وهذا يتم عن طريق جهاز polymerase chain reaction (PCR) . هذا يؤدي الى أنتاج كميات كبيرة من الجين *16S rRNA* ويسمى في بعض الحالات *16S rDNA* **(جدول 2و3و4 وشكل 28)**.

2- تحديد تتابعات القواعد النتروجينية للجين *16S rRNA* : تحدد تتابعات القواعد النتروجينية للجين *16S rRNA* باستخدام جهاز Sequencer و الذي يعطي التتابعات الدقيقة للقواعد النتروجينية لهذا الجين **(شكل 29و30)**.

3- تشخيص نوع البكتريا : يتم تشخيص البكتريا على مستوى النوع وذلك باستنساخ تتابع القواعد النتروجينية للجين *16S rRNA* وطبعه في الفراغ المخصص له في برنامج **"BLAST"** في الانترنت **(شكل 31و32)**.

4- مقارنة تتابعات جين البكتريا الجديدة مع تتابعات البكتريا المعروفة سابقا (تصنيف) : يتم خلال هذه المرحلة المقارنة بين تتابعات *16S rRNA* للبكتريا الجديدة مع جميع تتابعات *16S rRNA* للبكتريا المعرفة والمكتشفة سابقاً وهذه المقارنة تكون دقيقة جداً على مستوى القواعد النتروجينية وتتم بواسطة سلسلة من البرامج"Clustal omega" في شبكة الانترنت على الحاسوب بحيث تعطي في النهاية العلاقات الوراثية بين البكتريا الجديدة والأخرى على شكل شجرة وراثية **(شكل 33)**.

5- الشجرة الوراثية phylogenetic tree : هي عبارة عن خريطة على شكل شجرة تظهر العلاقات التطورية (الوراثية) بين الكائنات **(شكل 34و35)** ويظهر في الشجرة صفتان رئيسيتان هما:

جدول (٢): بادئات جين *16SrRNA*

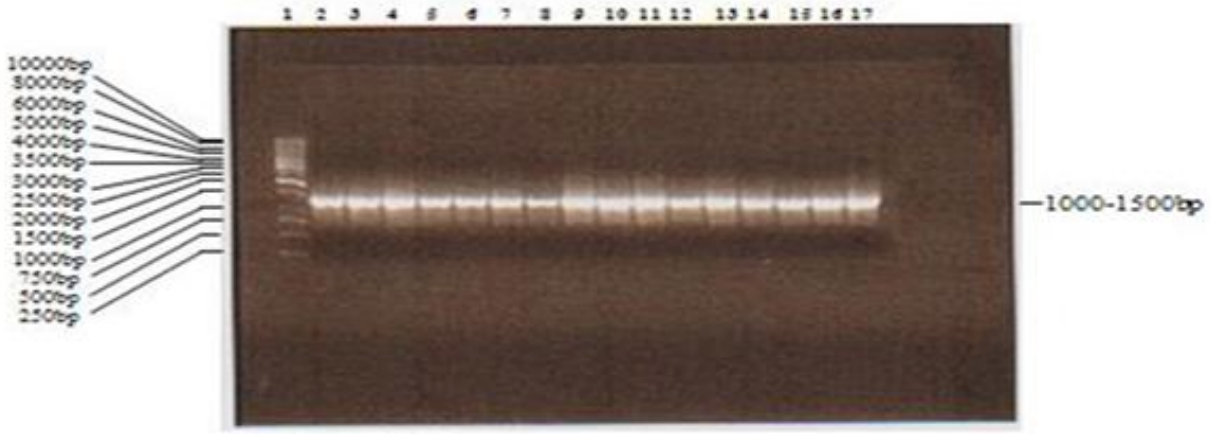
Primers		Sequences	Length	Tm[c]	TA[d]
27	Forward	5'-AGAGTTTGATCM[a]TGGCTCAG-3'	20	46°C	56°C
1492	Reverse	5'-TACGGY[b]TACCTTGTTACG-3'	18	50°C	56°C

جدول (٣): مكونات التفاعل

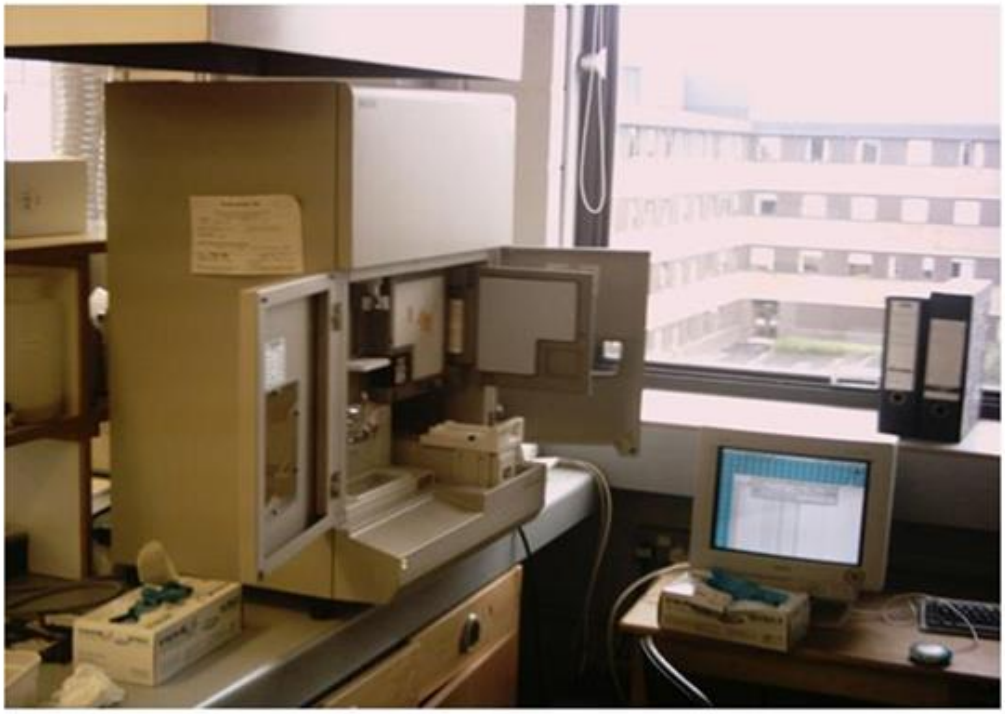
Reagents	Quantity
Taq-dNTPs buffer mix (5x)	10 µl
27F primer (5 p mol)	2.5 µl
1492R primer (5 p mol)	2.5 µl
$MgCl_2$ (50 mM)	2.0 µl
DNA template	1.0 µl

جدول (٤): برنامج التضخيم

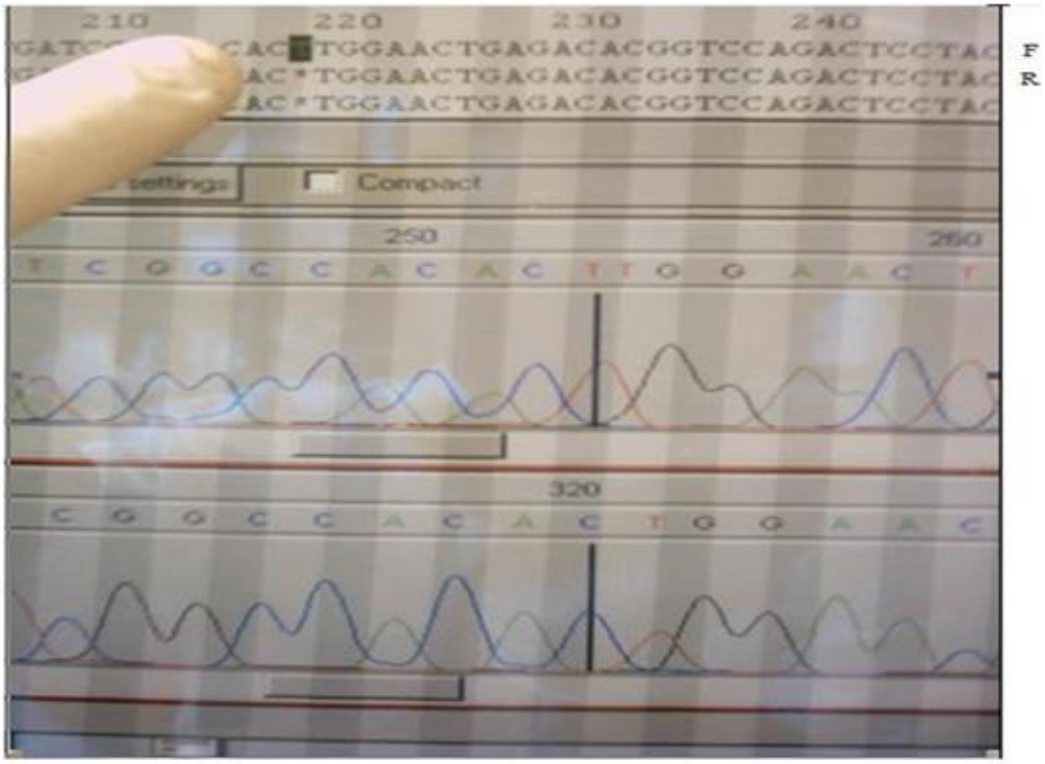
Steps	Temperature	Time	Number of cycles
Initial denaturation	95 °C	5 min	1
Denaturation	95 °C	1 min	30
Annealing	56 °C	1 min	
Extension	72 °C	2 min	
Final extension	72 °C	10 min	1
Soaking	4 °C	Indefinite	1



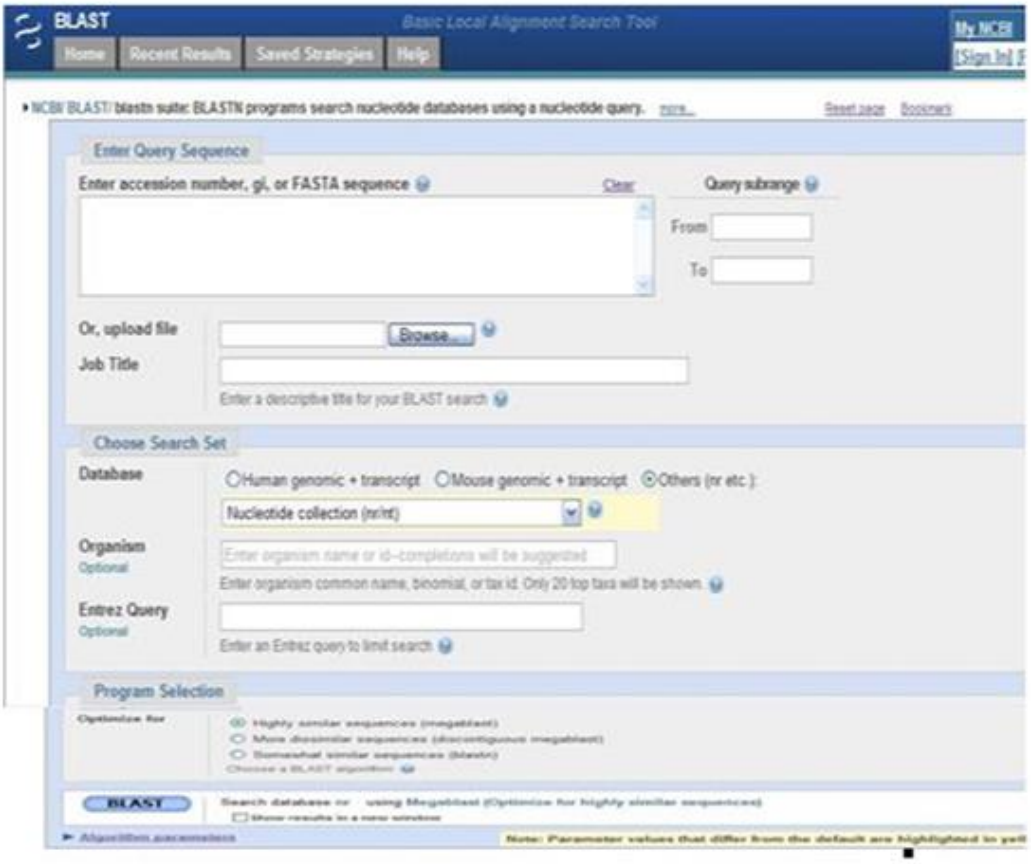
شكل (٢٨): الترحيل الكهربائي لجين *16SrRNA*



شكل (٢٩): جهاز الـ Sequencer



شكل (٣٠): قرائة تتابعات القواعد النتروجينيه بجهاز الـSequencer



شكل (٣١): برنامج BLAST للتشخيص

Sequences producing significant alignments:
(Click headers to sort columns)

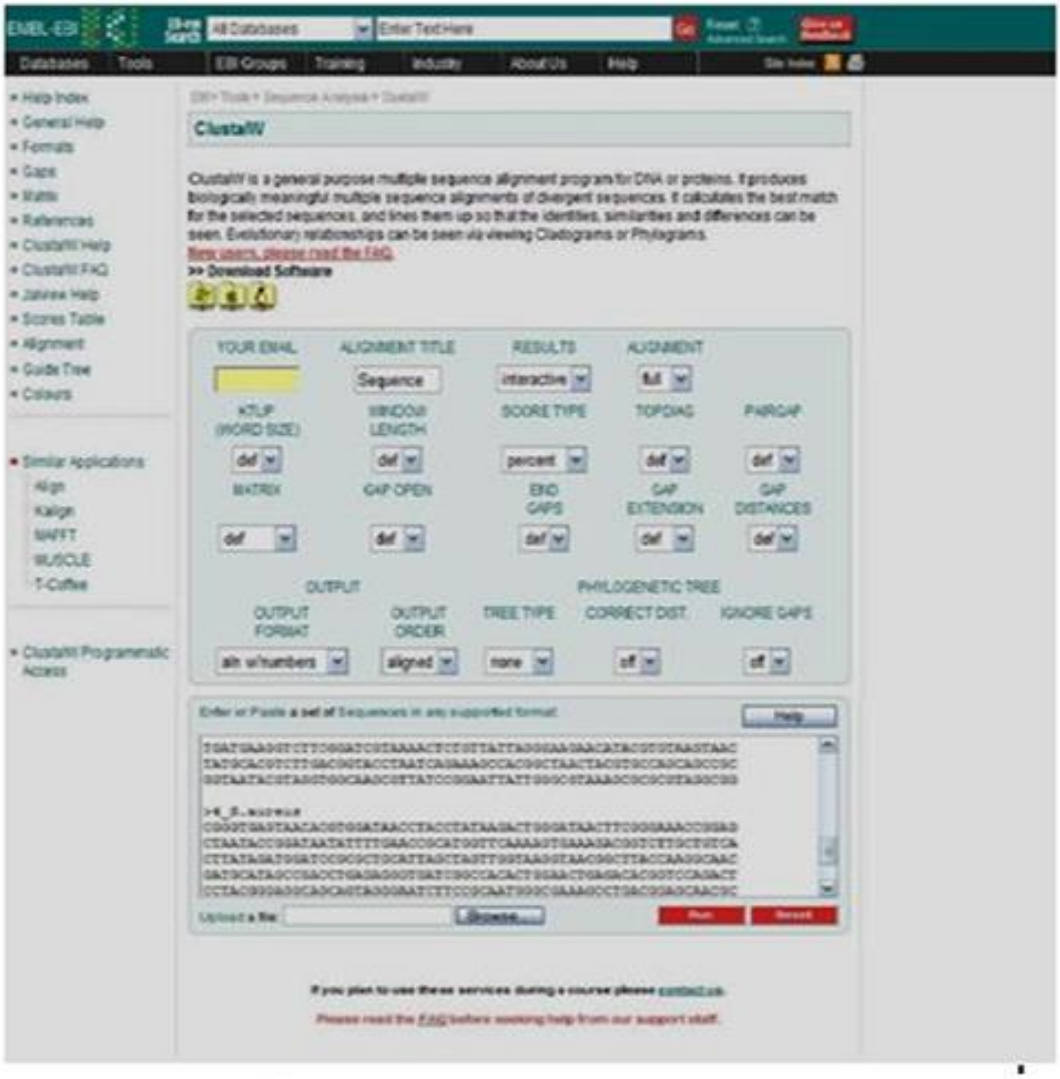
Accession	Description	Max score	Total score	Query coverage	E value	Max ident
AP009324.1	Staphylococcus aureus subsp. aureus MJ2 DNA, complete genome	1657	8276	99%	0.0	100%
AB363073.1	Staphylococcus aureus gene for 16S ribosomal RNA, partial sequence	1657	1657	99%	0.0	100%
AP009351.1	Staphylococcus aureus subsp. aureus str. Newman genomic DNA, com	1657	8282	99%	0.0	100%
CP000736.1	Staphylococcus aureus subsp. aureus JH1, complete genome	1657	9939	99%	0.0	100%
AB355019.1	Staphylococcus aureus gene for 16S rRNA, partial sequence, strain: S	1657	1657	99%	0.0	100%
CP000703.1	Staphylococcus aureus subsp. aureus JH9, complete genome	1657	9939	99%	0.0	100%
AM997971.1	Uncultured bacterium partial 16S rRNA gene, isolate BF00020082	1657	1657	99%	0.0	100%
AM997906.1	Uncultured bacterium partial 16S rRNA gene, isolate BF00020017	1657	1657	99%	0.0	100%
AM997903.1	Uncultured bacterium partial 16S rRNA gene, isolate BF00020014	1657	1657	99%	0.0	100%
EF511960.1	Uncultured bacterium clone P1D1-765 16S ribosomal RNA gene, partia	1657	1657	99%	0.0	100%
EF511949.1	Uncultured bacterium clone P1D1-560 16S ribosomal RNA gene, partia	1657	1657	99%	0.0	100%
EF510640.1	Uncultured bacterium clone P2D11-391 16S ribosomal RNA gene, part	1657	1657	99%	0.0	100%
EF510626.1	Uncultured bacterium clone P2D11-413 16S ribosomal RNA gene, part	1657	1657	99%	0.0	100%
EF510617.1	Uncultured bacterium clone P2D11-597 16S ribosomal RNA gene, part	1657	1657	99%	0.0	100%
EF510612.1	Uncultured bacterium clone P2D11-417 16S ribosomal RNA gene, part	1657	1657	99%	0.0	100%
EF510604.1	Uncultured bacterium clone P2D11-667 16S ribosomal RNA gene, part	1657	1657	99%	0.0	100%
EF510594.1	Uncultured bacterium clone P2D11-620 16S ribosomal RNA gene, part	1657	1657	99%	0.0	100%
EF510587.1	Uncultured bacterium clone P2D11-639 16S ribosomal RNA gene, part	1657	1657	99%	0.0	100%
EF510554.1	Uncultured bacterium clone P2D11-645 16S ribosomal RNA gene, part	1657	1657	99%	0.0	100%
DQ987837.1	Staphylococcus aureus strain ATCC 14458 16S ribosomal RNA gene,	1657	1657	99%	0.0	100%

A: Nomenclature of *Staphylococcus* species.

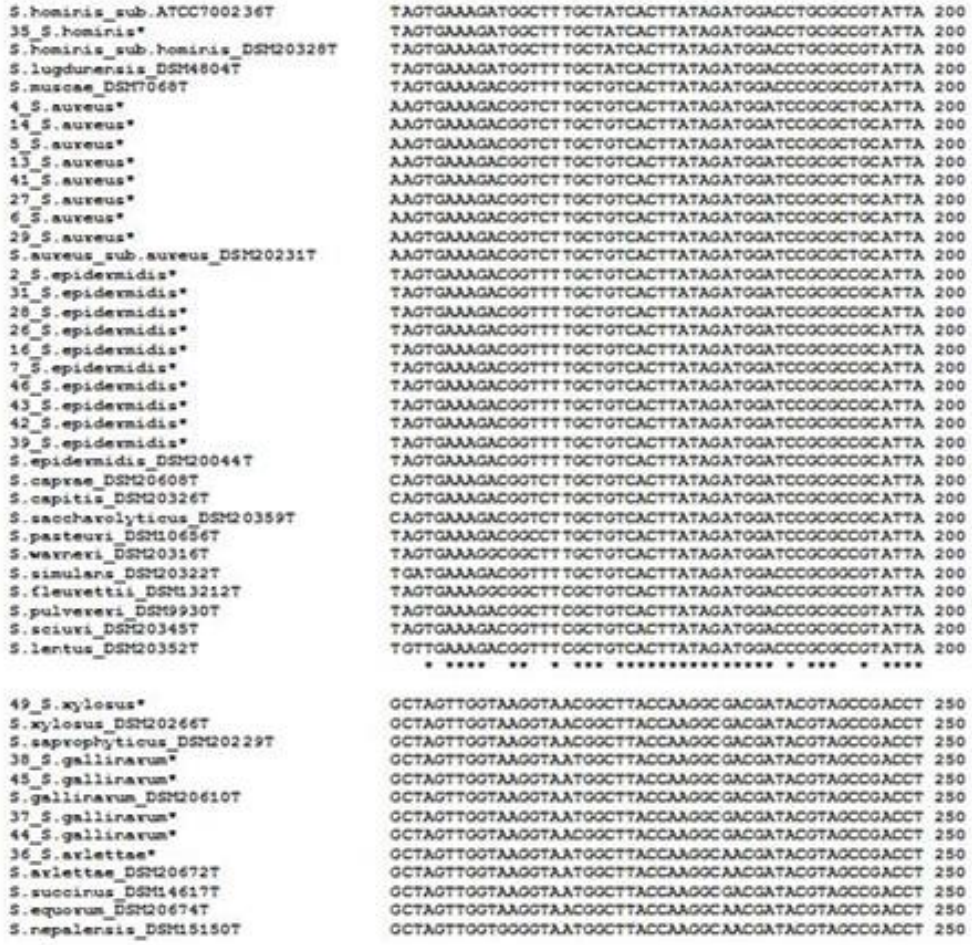
```
 Score = 1657 bits (897),  Expect = 0.0
 Identities = 897/897 (100%), Gaps = 0/897 (0%)
 Strand=Plus/Minus

Query  2        ATACATGCAAGTCGAGCGAACGGACTAGAAGCTTGCTTCTCTGATGTTAGCGGCGGACGG  61
                ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  2003024  ATACATGCAAGTCGAGCGAACGGACTAGAAGCTTGCTTCTCTGATGTTAGCGGCGGACGG  2002965

Query  62       GTGAGTAACACGTGGATAACCTACCTATAAGACTGGGATAACTTCGGGAAACCGGAGCTA  121
                ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  2002964  GTGAGTAACACGTGGATAACCTACCTATAAGACTGGGATAACTTCGGGAAACCGGAGCTA  2002905

Query  122      ATACCGGATAATATTTTGAACCGCATGGTTCAAAATGAAAGACGGTCTTGCTGTCACTT  181
                ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  2002904  ATACCGGATAATATTTTGAACCGCATGGTTCAAAATGAAAGACGGTCTTGCTGTCACTT  2002845

Query  182      ATAGATGGATCCGCGCTGCATTAGCTAGTTGGTAAGGTAACGGCTTACCAAGGCAACGAT  241
                ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  2002844  ATAGATGGATCCGCGCTGCATTAGCTAGTTGGTAAGGTAACGGCTTACCAAGGCAACGAT  2002785

Query  242      GCATAGCCGACCTGAGAGGGTGATCGGCCACACTGGAACTGAGACACGGTCCAGACTCCT  301
                ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  2002784  GCATAGCCGACCTGAGAGGGTGATCGGCCACACTGGAACTGAGACACGGTCCAGACTCCT  2002725
```

B: Query and subject sequences.

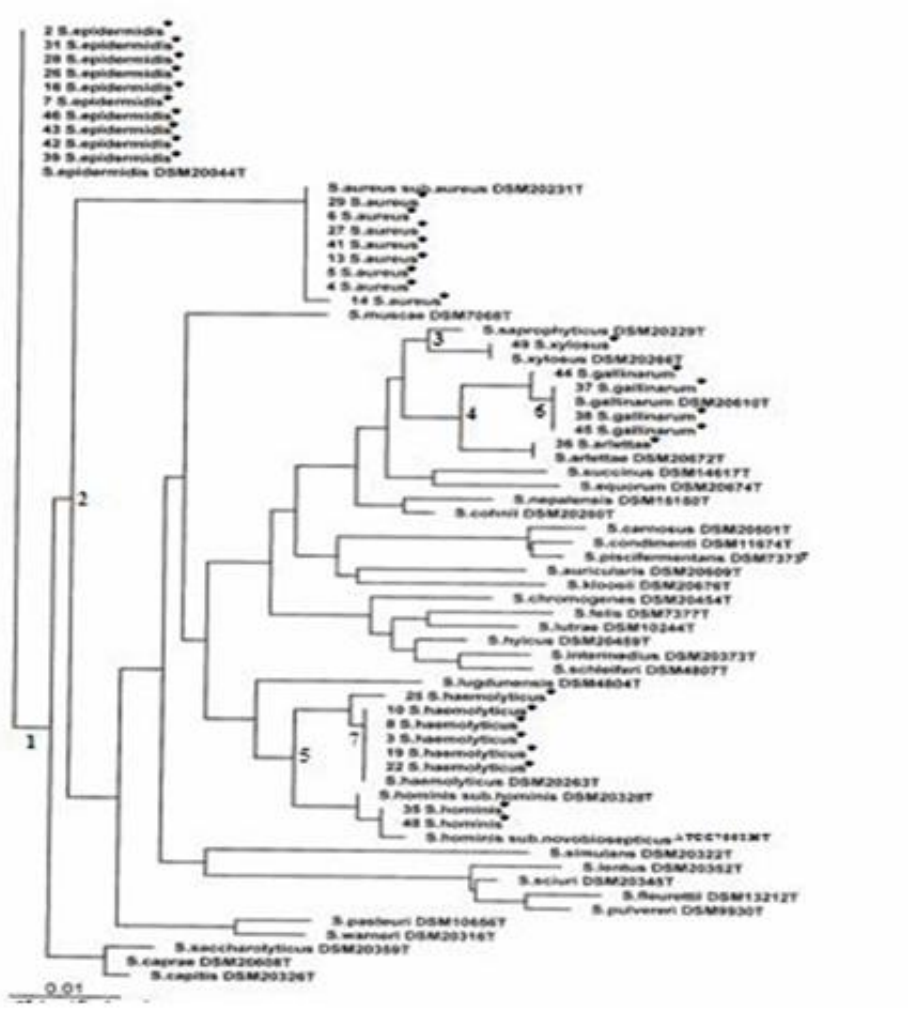
شكل (٣٢): نتيجة التشخيص



شكل (٣٣): برنامج Clustal omega لمقارنة تتابعات الجينات



شكل (٣٤): نتائج مقارنة التتابعات

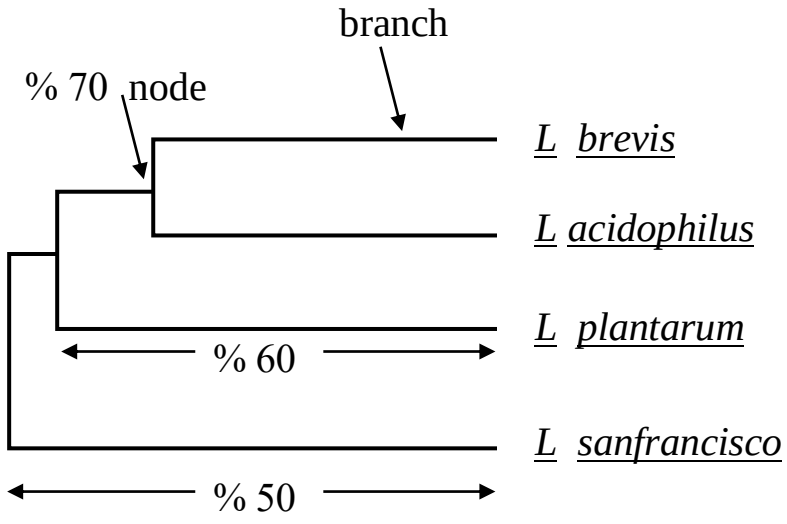


شكل (٣٥): الشجرة الوراثية

أ- العقد nodes: كل عقدة تشير الى نوع مفرد من البكتريا.

ب- الفروع branches: وهو طول الفرع الذي يشير الى بعد المسافة بين الأنواع و بالتالي بعد العلاقة الوراثية بين الأنواع وكما في الشكل ادناه :

مثال :.



Lactobacillus spp. phylogenetic tree

Methods of classification and identification of microorganisms

1- Morphological characteristics:

منذ 200 سنة يستخدم الشكل الظاهري للإحياء المجهرية في التشخيص والتصنيف لكن العديد من الاحياء المجهرية متشابهة في الشكل مثل البكتريا اما مكورات او عصوية ولكن تختلف من حيث الفسلجة والنواتج الايضية.

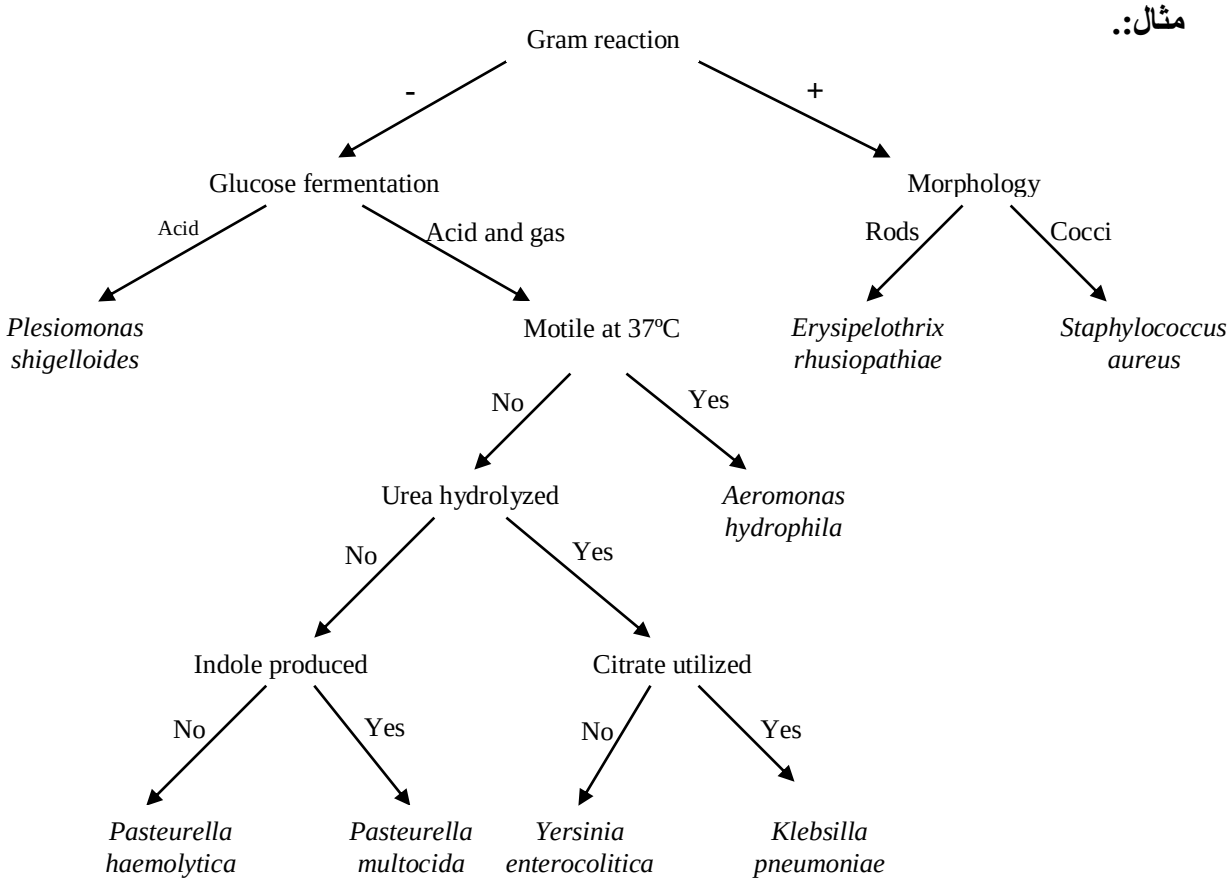
2- Differential staining:

اغلب البكتريا هي موجبة لكرام او سالبة لكرام والقليل منها ثابتة تجاه الحامض وهي تستخدم للبكتريا ذات الجدار السميك الذي لا يسمح بصبغة كرام. ولكن هناك بكتريا من نوع Archaea تكون فاقدة للجدار، اذا لا يمكن استخدامه معها.

3- Biochemical tests:

التفاعلات الانزيمية كثيرة الاستخدام في التفريق بين البكتريا مثلا يمكن المقارنة بين البكتريا من خلال تخميرها لسلسلة متعددة من السكريات. مثلا البكتريا السالبة لكرام فيها ممرضات عديدة تسبب اصابات الامعاء. مثلا*Escherichia* and *Enterobacter* و*Citrobacter* هي مخمرة للاكتوز وتنتج حامض وغاز. بينما *Salmonella* and *Shigella*, هي غير مخمرة ويمكن اختصار الوقت باستخدام API system وكما في ادناه:

مثال:.



Biochemical tests used to identify selected species of human pathogens isolated from marine mammals.

4- Serology:

يعتمد على الاستجابة المناعية. عند دخول Antigen الى الجسم فان الجسم يتحفز مناعيا ويكون Antibody متخصص ضده وبذلك يمكن استخدام هذا الدم (Antiserum) في التشخيص لنفس نوع البكتريا. والتشخيص يكون باختبار Slide agglutination test . ولكن يمكن استخدامه فقط بين السلالات او الانواع ضمن الجنس الواحد.

5- Phage typing:

يستخدم في الدراسات الوبائية وذلك لبحث التشابه بين البكتريا لان البكتريوفيج bacteriophage يكون متخصص لبكتريا واحدة (نوع او سلاله واحدة) لذلك يمكن مسح ملاين من السلالات بواسطة الفاج بفترة قصيرة. والمشكلة انه ممكن لسلاله واحدة تكون حساسه لنوعين من الفاجات بينما سلاله من نفس النوع تكون حساسه لثلاثة انواع من الفاجات.

6- Amino acid sequencing:

تتابعات الاحماض الامينيه في البروتين تعكس تشابه الـDNA فكلما كان التتابع لسلالتين هو نفسه اذا يكون البروتين هو نفسه وبذلك يكون البعد الوراثي هو نفسه، اذ كلما زاد البعد الوراثي كلما كان هناك تغير في الاحماض الامينيه المشفرة للبروتين.

7- Fatty acid profiles:

البكتريا تنتج احماض دهنيه عالية الاختلاف. والأحماض الدهنيه ثابتة في نوع ألبكتريا، ولذلك يمكن استخدامه فقط في التشخيص وليس التصنيف.

8- Flow cytometry:

يستخدم في البكتريا دون الحاجه الى الزرع. يعبر المعلق البكتيري من خلال فتحة ضوئية في الجهاز ويعطي معلومات كبيرة حول الشكل والحجم والعدد وهذا يكون من خلال تشعيع البكتريا بواسطة جهاز Fluorescent cell.

9- DNA base composition:

هو واسع الاستخدام لمعرفة العلاقات الوراثية بين الانواع لان كل نوع له عدد ثابت من G+C وبذلك يمكن معرفة النسبة المئوية للـ G+C ومن خلاله المقارنة بين الانواع. والمشكلة هو اذا كان هناك كائنين لهم G+C مختلف اذا يكونان 100% مختلفان ولكن اذا كانت نسبة التشابه بينهما 100% فهذا لا يعني انهما متشابهان.

10- DNA fingerprinting:

يستخدم للمقارنة بين قطع الـDNA لكل كائن مجهري وذلك عن طريق تقطيع الـDNA لكل كائن عن طريق نفس Restriction enzymes فاذا كان حجم وموقع القطع متساوي اذا هو نفس النوع.

11- Ribosomal RNA sequencing (PCR):

نفس المحاضرات السابقة.

12- Nucleic acid hybridization:

يؤخذ Single strand من كل كائن ثم يبرد فإذا اتحدا 100% اذا هو نفس السلالة وإذا جزئيا اذا هو سلالة مختلفة.

Determination of strains

اهم اختبارين لتحديد سلالات البكتريا هما:

1- Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD).
2- Multilocus Sequence Typing (MLST).

المصادر:

1- وفاء جاسم الرجب و حسن محمد علي القزاز. علم الاحياء المجهرية ،الجزء الاول، ترجمة ، جامعة الموصل (كتاب منهجي).

2- غالب حمزة البكري. مبادئ الهندسة الوراثية. جامعة البصرة(كتاب منهجي).

3- Tortora G.J., Funke B.R. and Case K.L.. (1997). Microbiology. 6th ed. pp: 276-89. Bejamin Kumming, Publ. Co. California.

4- Prescott L. M., Harley J. P. and Klein D. A. (1999). Microbiology. 4thed. Pp:255-334. WCB McGraw-Hill. USA.

5- Jerome J.P. and James T.S. Microbiology: Dynamics and Diversity. (Book).

6- Abd Al-Abbas M.J., Al-Hadithi , H. T. and Al-Badran, A. I. (2012). MLSTof *S.aureus* Isolates Identified by *16S rRNA* Gene Sequencing. LapLambert Co. Germany.

أ.د.مناف جودة عبد العباس
اختصاص
الوراثة الجزيئيه للأحياء مجهرية الطبية

11080CH06

Chapter 6
Anatomy of Flowering Plants

6.1 *The Tissue System*
6.2 *Anatomy of Dicotyledonous and Monocotyledonous Plants*

You can very easily see the structural similarities and variations in the external morphology of the larger living organism, both plants and animals. Similarly, if we were to study the internal structure, one also finds several similarities as well as differences. This chapter introduces you to the internal structure and functional organisation of higher plants. Study of internal structure of plants is called anatomy. Plants have cells as the basic unit, cells are organised into tissues and in turn the tissues are organised into organs. Different organs in a plant show differences in their internal structure. Within angiosperms, the monocots and dicots are also seen to be anatomically different. Internal structures also show adaptations to diverse environments.

6.1 The Tissue System

We were discussing types of tissues based on the types of cells present. Let us now consider how tissues vary depending on their location in the plant body. Their structure and function would also be dependent on location. On the basis of their structure and location, there are three types of tissue systems. These are the epidermal tissue system, the ground or fundamental tissue system and the vascular or conducting tissue system.

6.1.1 Epidermal Tissue System

The epidermal tissue system forms the outer-most covering of the whole plant body and comprises epidermal cells, stomata and the epidermal appendages – the trichomes and hairs. The **epidermis** is the outermost layer of the primary plant body. It is made up of elongated, compactly

© NCERT not to be republished

arranged cells, which form a continuous layer. Epidermis is usually single-layered. Epidermal cells are parenchymatous with a small amount of cytoplasm lining the cell wall and a large vacuole. The outside of the epidermis is often covered with a waxy thick layer called the **cuticle** which prevents the loss of water. Cuticle is absent in roots. **Stomata** are structures present in the epidermis of leaves. Stomata regulate the process of transpiration and gaseous exchange. Each stoma is composed of two bean-shaped cells known as **guard cells** which enclose stomatal pore**.** In grasses, the guard cells are dumb-bell shaped. The outer walls of guard cells (away from the stomatal pore) are thin and the inner walls (towards the stomatal pore) are highly thickened. The guard cells possess chloroplasts and regulate the opening and closing of stomata. Sometimes, a few epidermal cells, in the vicinity of the guard cells become specialised in their shape and size and are known as **subsidiary cells**. The stomatal aperture, guard cells and the surrounding subsidiary cells are together called **stomatal apparatus** (Figure 6.1).

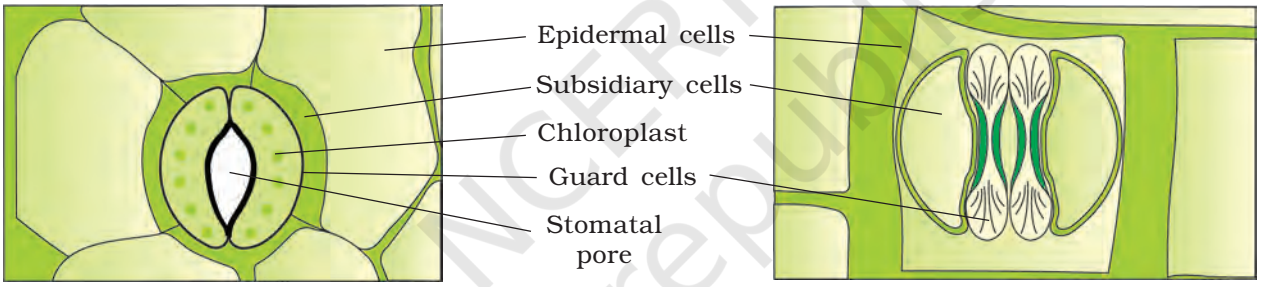


Figure 6.1 Diagrammatic representation: (a) stomata with bean-shaped guard cells (b) stomata with dumb-bell shaped guard cell

The cells of epidermis bear a number of hairs. The **root hairs** are unicellular elongations of the epidermal cells and help absorb water and minerals from the soil. On the stem the epidermal hairs are called **trichomes**. The trichomes in the shoot system are usually multicellular. They may be branched or unbranched and soft or stiff. They may even be secretory. The trichomes help in preventing water loss due to transpiration.

6.1.2 The Ground Tissue System

All tissues except epidermis and vascular bundles constitute the **ground tissue**. It consists of simple tissues such as parenchyma, collenchyma and sclerenchyma. Parenchymatous cells are usually present in cortex, pericycle, pith and medullary rays, in the primary stems and roots. In leaves, the ground tissue consists of thin-walled chloroplast containing cells and is called **mesophyll**.

© NCERT not to be republished

6.1.3 The Vascular Tissue System

The vascular system consists of complex tissues, the phloem and the xylem.The xylem and phloem together constitute vascular bundles (Figure 6.2). In dicotyledonous stems, **cambium** is present between phloem and xylem. Such vascular bundles because of the presence of cambium possess the ability to form secondary xylem and phloem tissues, and hence are called **open vascular bundles**. In the monocotyledons, the vascular bundles have no cambium present in them. Hence, since they do not form secondary tissues they are referred to as **closed**. When xylem and phloem within a vascular bundle are arranged in an alternate manner along the different radii, the arrangement is called **radial** such as in roots. In **conjoint** type of vascular bundles, the xylem and phloem are jointly situated along the same radius of vascular bundles. Such vascular bundles are common in stems and leaves. The conjoint vascular bundles usually have the phloem located only on the outer side of xylem.

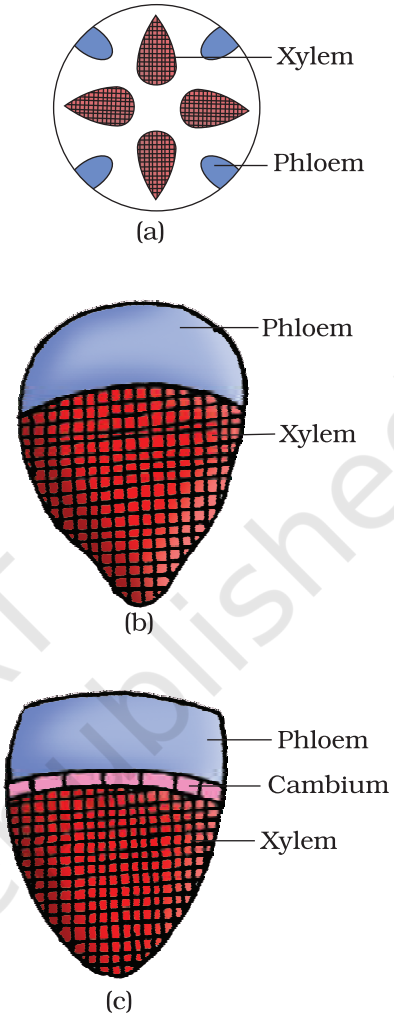


Figure 6.2 Various types of vascular bundles : (a) radial (b) conjoint closed (c) conjoint open

6.2 ANATOMY OF DICOTYLEDONOUS AND MONOCOTYLEDONOUS PLANTS

For a better understanding of tissue organisation of roots, stems and leaves, it is convenient to study the transverse sections of the mature zones of these organs.

6.2.1 Dicotyledonous Root

Look at Figure 6.3 (a), it shows the transverse section of the sunflower root. The internal tissue organisation is as follows:

The outermost layer is **epiblema.** Many of the cells of epiblema protrude in the form of unicellular root hairs. The **cortex** consists of several layers of thin-walled parenchyma cells

© NCERT not to be republished

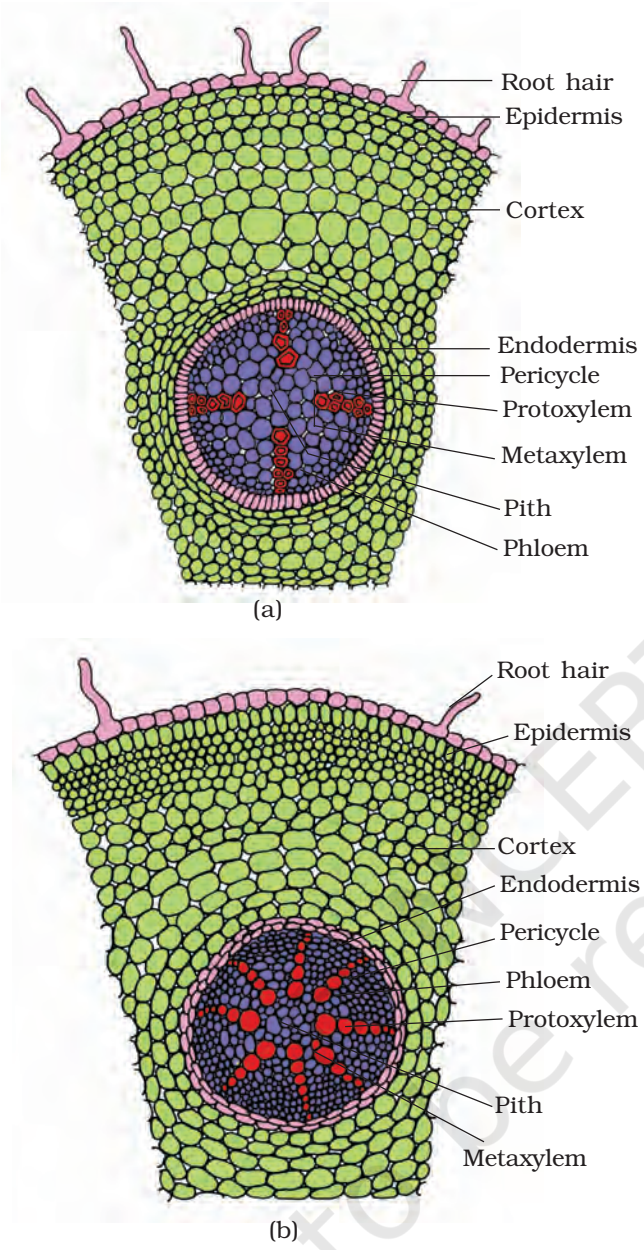


Figure 6.3 T.S. : (a) Dicot root (Primary) (b) Monocot root

with intercellular spaces. The innermost layer of the cortex is called **endodermis.** It comprises a single layer of barrel-shaped cells without any intercellular spaces. The tangential as well as radial walls of the endodermal cells have a deposition of water-impermeable, waxy material suberin in the form of **casparian strips**. Next to endodermis lies a few layers of thick-walled parenchyomatous cells referred to as **pericycle**. Initiation of lateral roots and vascular cambium during the secondary growth takes place in these cells. The pith is small or inconspicuous. The parenchymatous cells which lie between the xylem and the phloem are called **conjuctive tissue**. There are usually two to four xylem and phloem patches. Later, a cambium ring develops between the xylem and phloem. All tissues on the innerside of the endodermis such as pericycle, vascular bundles and pith constitute the **stele**.

6.2.2 Monocotyledonous Root

The anatomy of the monocot root is similar to the dicot root in many respects (Figure 6.3 b). It has epidermis, cortex, endodermis, pericycle, vascular bundles and pith. As compared to the dicot root which have fewer xylem bundles, there are usually more than six (polyarch) xylem bundles in the monocot root. Pith is large and well developed. Monocotyledonous roots do not undergo any secondary growth.

6.2.3 Dicotyledonous Stem

The transverse section of a typical young dicotyledonous stem shows that the **epidermis** is the outermost protective layer of the stem

© NCERT not to be republished

(Figure 6.4 a). Covered with a thin layer of cuticle, it may bear trichomes and a few stomata. The cells arranged in multiple layers between epidermis and pericycle constitute the cortex. It consists of three sub-zones. The outer **hypodermis**, consists of a few layers of collenchymatous cells just below the epidermis, which provide mechanical strength to the young stem. **Cortical layers** below hypodermis consist of rounded thin walled parenchymatous cells with conspicuous intercellular spaces. The innermost layer of the cortex is called the **endodermis.** The cells of the endodermis are rich in starch grains and the layer is also referred to as the **starch sheath. Pericycle** is

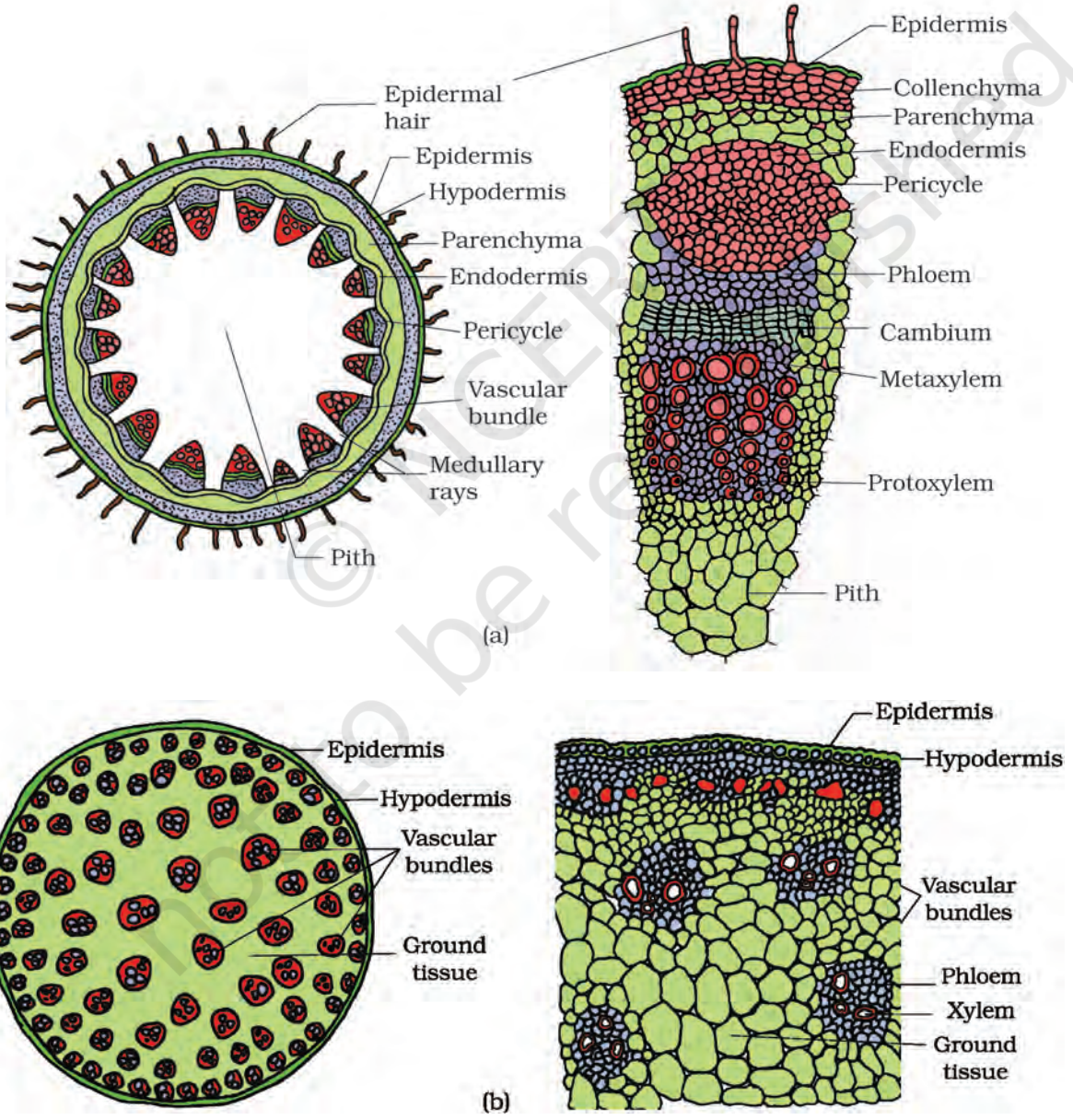


Figure 6.4 T.S. of stem : (a) Dicot (b) Monocot

© NCERT not to be republished

present on the inner side of the endodermis and above the phloem in the form of semi-lunar patches of sclerenchyma. In between the vascular bundles there are a few layers of radially placed parenchymatous cells, which constitute medullary rays. A large number of **vascular bundles** are arranged in a ring ; the 'ring' arrangement of vascular bundles is a characteristic of dicot stem. Each vascular bundle is conjoint, open, and with endarch protoxylem. A large number of rounded, parenchymatous cells with large intercellular spaces which occupy the central portion of the stem constitute the **pith**.

6.2.4 Monocotyledonous Stem

The monocot stem has a sclerenchymatous hypodermis, a large number of scattered vascular bundles, each surrounded by a sclerenchymatous bundle sheath, and a large, conspicuous parenchymatous ground tissue (Figure 6.4 b). Vascular bundles are conjoint and closed. Peripheral vascular bundles are generally smaller than the centrally located ones. The phloem parenchyma is absent, and water-containing cavities are present within the vascular bundles.

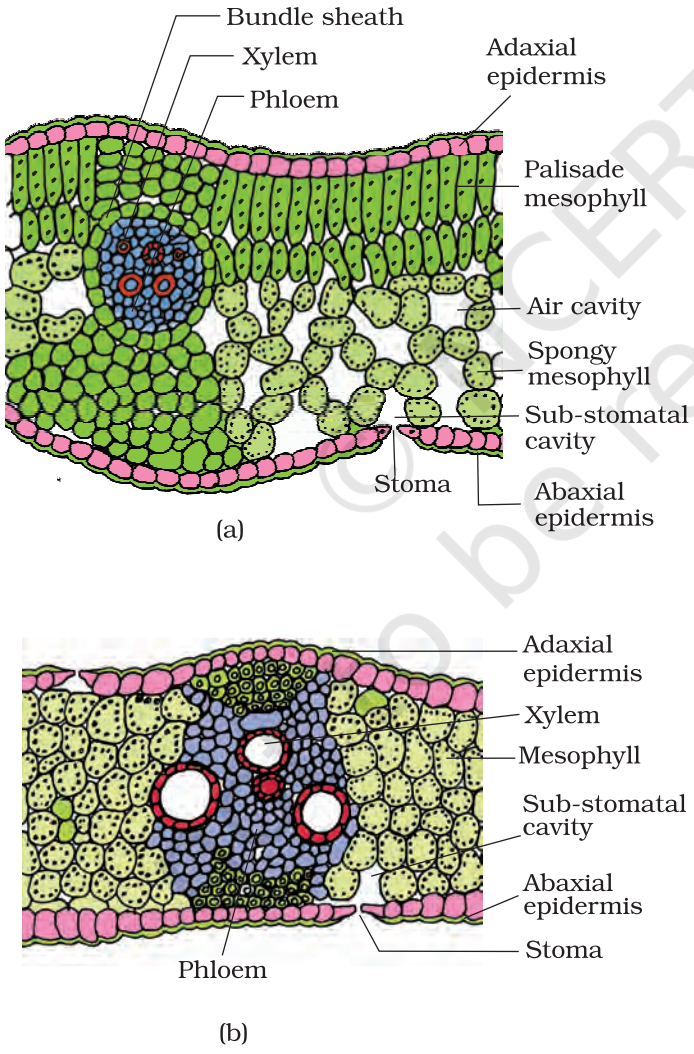


Figure 6.5 T.S. of leaf : (a) Dicot (b) Monocot

6.2.5 Dorsiventral (Dicotyledonous) Leaf

The vertical section of a dorsiventral leaf through the lamina shows three main parts, namely, epidermis, mesophyll and vascular system**.** The **epidermis** which covers both the upper surface (adaxial epidermis) and lower surface (abaxial epidermis) of the leaf has a conspicuous cuticle. The abaxial epidermis generally bears more stomata than the adaxial epidermis. The latter may even lack stomata. The tissue between the upper and the lower epidermis is called the **mesophyll**. Mesophyll, which possesses chloroplasts and carry out photosynthesis, is made up of parenchyma. It has two types of cells – the **palisade parenchyma** and the **spongy parenchyma**. The adaxially placed palisade parenchyma is made up of elongated cells, which are arranged

© NCERT not to be republished

vertically and parallel to each other. The oval or round and loosely arranged spongy parenchyma is situated below the palisade cells and extends to the lower epidermis. There are numerous large spaces and air cavities between these cells. **Vascular system** includes vascular bundles, which can be seen in the veins and the midrib. The size of the vascular bundles are dependent on the size of the veins. The veins vary in thickness in the reticulate venation of the dicot leaves. The vascular bundles are surrounded by a layer of thick walled **bundle sheath cells**. Look at Figure 6.5 (a) and find the position of xylem in the vascular bundle.

6.2.6 Isobilateral (Monocotyledonous) Leaf

The anatomy of isobilateral leaf is similar to that of the dorsiventral leaf in many ways. It shows the following characteristic differences. In an isobilateral leaf, the stomata are present on both the surfaces of the epidermis; and the mesophyll is not differentiated into palisade and spongy parenchyma (Figure 6.5 b).

In grasses, certain adaxial epidermal cells along the veins modify themselves into large, empty, colourless cells. These are called **bulliform cells.** When the bulliform cells in the leaves have absorbed water and are turgid, the leaf surface is exposed. When they are flaccid due to water stress, they make the leaves curl inwards to minimise water loss.

The parallel venation in monocot leaves is reflected in the near similar sizes of vascular bundles (except in main veins) as seen in vertical sections of the leaves.

© NCERT not to be republished

SUMMARY

Anatomically, a plant is made of different kinds of tissues. The plant tissues are broadly classified into meristematic (apical, lateral and intercalary) and permanent (simple and complex). Assimilation of food and its storage, transportation of water, minerals and photosynthates, and mechanical support are the main functions of tissues. There are three types of tissue systems – epidermal, ground and vascular. The epidermal tissue systems are made of epidermal cells, stomata and the epidermal appendages. The ground tissue system forms the main bulk of the plant. It is divided into three zones – cortex, pericycle and pith. The vascular tissue system is formed by the xylem and phloem. On the basis of presence of cambium, location of xylem and phloem, the vascular bundles are of different types. The vascular bundles form the conducting tissue and translocate water, minerals and food material.

Monocotyledonous and dicotyledonous plants show marked variation in their internal structures. They differ in type, number and location of vascular bundles. The secondary growth occurs in most of the dicotyledonous roots and stems.

EXERCISES

1. Draw illustrations to bring out the anatomical difference between
   (a) Monocot root and Dicot root
   (b) Monocot stem and Dicot stem
2. Cut a transverse section of young stem of a plant from your school garden and observe it under the microscope. How would you ascertain whether it is a monocot stem or a dicot stem? Give reasons.
3. The transverse section of a plant material shows the following anatomical features - (a) the vascular bundles are conjoint, scattered and surrounded by a sclerenchymatous bundle sheaths. (b) phloem parenchyma is absent. What will you identify it as?
4. What is stomatal apparatus? Explain the structure of stomata with a labelled diagram.
5. Name the three basic tissue systems in the flowering plants. Give the tissue names under each system.
6. How is the study of plant anatomy useful to us?
7. Describe the internal structure of a dorsiventral leaf with the help of labelled diagrams.

© NCERT not to be republished

ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/273269425

Chapter 1. What is Nanotechnology?

Article *in* Nanotechnology Perceptions · March 2005

DOI: 10.4024/N03RA05/01.01

CITATIONS
63

READS
31,214

1 author:

Jeremy Ramsden
Collegium Basilea (Institute of Advanced Study), Basel, Switzerland
437 PUBLICATIONS **11,283** CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Jeremy Ramsden on 29 May 2018.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

What is nanotechnology?

Jeremy J. Ramsden

Department of Advanced Materials, Cranfield University, Bedfordshire, UK

The term nanotechnology was first used in 1974 by the late Norio Taniguchi[1] (University of Tokyo) to refer to the ability to engineer materials precisely at the scale of nanometres.[2] This is in fact its current meaning; 'engineer materials' is usually taken to comprise the design, characterization, production and application of materials, and the scope has nowadays been widened to include devices and systems rather than just materials. Nanotechnology is thus defined as the design and fabrication of materials, devices and systems with control at nanometre dimensions.

The essence of nanotechnology is therefore size and control. Because of the diversity of applications, the plural term 'nanotechnologies' is preferred by some; nevertheless, they all share the common feature of control at the nanometre scale.

What is nanoscience?

Sometimes a distinction is made between nanotechnology and nanoscience, the latter focusing on the observation and study of phenomena at the nanometre scale, and ways of manipulating matter at that scale, at which many properties of matter differ from those familiar at larger scales. The distinction is not of great importance, however: the nanotechnologist will perforce have to observe, study and manipulate matter in the course of his or her work. 'Nanoscience' suggests a solid body of theory, upon which a technology could be built; such theory is still inchoate, however, and the nanotechnologist is as likely to contribute to it as the nanoscientist. In this essay the term 'nanotechnology' will be used in an all-embracing sense.

[1] N. Taniguchi, "On the basic concept of nano-technology". *Proc. Intl Conf. Prod. Engng Tokyo*, Part II (Jap. Soc. Precision Engng).

[2] The nanometre, 10^{-9} m, i.e. one millionth of a millimetre, is the characteristic scale of molecules, i.e. groups of atoms bound covalently together. Atoms are of the order of 1 Å in size, i.e. 0.1 nm; hence a true nano-object would have to contain tens or hundreds of atoms to achieve the requisite size. To get a feel for the smallness of the nanometre, note that within one second human hair grows a few nm, and continents drift by a similar amount.

Nanotechnology Perceptions **1** (2005) 3–17
Received 31 March 2005

© 2005 Collegium Basilea

What is nanobiotechnology?

Nanobiotechnology and bionanotechnology—they are essentially synonyms—refer to materials and processes at the nanometre scale that are based on biological, biomimetic or biologically-inspired molecules, and nanotechnological devices used to monitor or control biological processes, e.g. in medicine. An example of the former is the optically switched optical switch incorporating the biomolecule bacteriorhodopsin[3] and an example of the latter is the biochip—an array of known DNA fragments used to capture unknown DNA from a sample.

The relation of nanotechnology to chemistry, biology and quantum mechanics

Nanotechnology is (rightly) considered to be rather new, but it is by no means the only field concerned with atoms and molecules. In different ways, the disciplines of physics, chemistry and biology have long dealt with atoms and molecules, their behaviour and their manipulation; and quantum mechanics is already firmly established as the science of the absolutely small. What is then really new in nanotechnology?

Chemistry

Chemistry is a powerful contender for the nanotechnology label. Nevertheless, there is an essential difference in approach. While chemistry also deals with the manipulation of molecules, and hence is no stranger to nanometre dimensions, the chemist does not control systems in the way that the engineer does. Molecules mostly reside in their free energy minima and it requires ingenuity, intuition and luck to steer their precursors along the paths to the desired end product. Chemistry thus lacks the dictatorial element of control over matter as practised by the engineer.

That is not to say that chemistry is not tremendously important to nanotechnology, but until now that importance has been rather negative, in the sense that chemical reality often thwarts the nanotechnologist's desire. A good illustration of this is Eigler and Schweizer's now famous experiment in which they manipulated molecules of xenon on a surface to form the letters 'IBM'.[4] They attempted to generate structures in dictatorial engineering mode, but were ultimately limited by chemistry: they could not put the atoms wherever they wanted, but only at certain lattice sites of the underlying surface, even at the ultralow temperature (4 K, i.e. just four degrees centigrade above absolute zero) at which they had to work. At present it looks as though chemistry may impose fundamental limitations on the freedom of the nanotechnologist to manipulate matter at the atomic and molecular scales.

---

[3] P. Ormos et al., "Protein-based integrated optical switching and modulation". *Appl. Phys. Lett.* **80** (2002) 4060–4062.

[4] D.M. Eigler and E.K. Schweizer, "Positioning single atoms with a scanning tunnelling microscope". *Nature (Lond.)* **344** (1990) 524–526.

Biology

Biology is considered to provide living proof of principle of nanotechnology. Biological structures at macromolecular and supramolecular scales are apparently assembled using the principles of self-assembly so eagerly sought by the nanotechnologist, and these structures, mostly protein-based, often combine extraordinary lightness with extraordinary strength, and may be miniature mechanisms of marvellous complexity. Two examples of amazing mechanical devices are the so-called F_1ATPase enzyme that uses a proton gradient across the membrane in which it is embedded to synthesize that universal biological energy provider, adenosine triphosphate (ATP); and the so-called type III secretion system (TTSS)—a spherical assembly of needles found on the surface of certain pathogenic bacteria, and used to inject poison into their targets.

Quantum mechanics

Size is mostly a relative term, but quantum mechanics offers a definition of absolute smallness: a system is absolutely small if it is perturbed by the act of observing it.[5] Thus a photon is usually destroyed by the act of observation, or its state is irretrievably altered. Most nanosystems are not small enough for this to be the case. Nevertheless, quantum effects are needed to understand certain nano-objects, for example the small clusters of atoms called quantum dots, nanodots or nanoparticles. These objects are tiny spheres of a solid, typically a semiconductor. In condensed matter, electrons are no longer the point particles they are believed to be in free space, but have extension, quantified by their Bohr radius, which can vary from a few to hundreds of nanometres, depending on the material. It is possible to make nanoparticles smaller then the Bohr radius of electrons in them, thus the electrons are subjected to quantum confinement, with the observable effect that the optical absorption and fluorescent emission of the particle are shifted towards higher energies, the magnitude of the shift depending on the particle size. Quantum effects must also be considered with ultraminiaturized electronic circuitry—single electron devices.

In summary, physics, chemistry and biology strongly overlap with nanoscience (defined as the study of matter at the molecular scale), but differ essentially from nanotechnology, which seeks to impose control over materials and devices at that scale. Quantum mechanics affects the performance of devices at the lower end of the size range of nano-objects. Nanoscience and nanotechnology could therefore be defined via the convergence of chemistry, biology, physics and engineering. If one emphasizes this unity, it makes sense to refer to nanotechnology in the singular; if one wishes to emphasize the diversity of applications, then it makes sense to refer to nanotechnologies in the plural.[6]

[5] There are also "macroscopic" examples of this: asking a question of a person alters her mental state and their answer reflects that altered state, not the state immediately prior to asking the question.

[6] Nanotechnology is sometimes considered as just one of four converging technologies, the other three being biotechnology and bio-medicine, information technology, and cognitive science (the NBIC—Nano-Bio-Info-Cogno—quartet); alternatively all may be considered as part of nanotechnology.

What are the key elements of the technology?

The technology of realization can be conveniently divided into *fabrication* (of materials and devices) and *metrology*. Both these areas are well covered by other essays in this issue, so here we shall only say a few words about them. *Fabrication* is divided into 'top down' and 'bottom-up' techniques. The former constitutes a seamless continuum of processes becoming ever more miniature (Figure 1). There is now considerable overlap between ever more precise cutting and grinding tools (as epitomized by the Cranfield "Tetraform") and the techniques now dominating the integrated circuit industry, in which patterns are transferred (using photolithography or electron beam lithography) onto semiconductors and material is removed by chemical or ion beam etching.

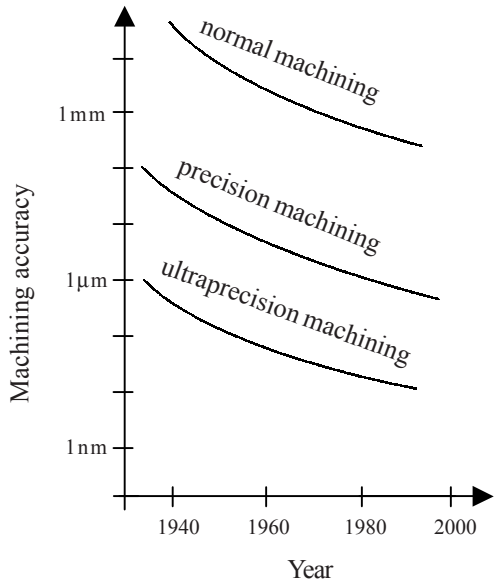


Figure 1. Top down nanotechnology—the evolution of machining accuracy (after N. Taniguchi, "Current status in, future trends of, ultraprecision machining and ultrafine materials processing". *Annals CIRP* **32** (1983) 573–582).

The photolithography family of techniques is hugely expensive, and hence only economical if vast numbers of replicas can be produced. The large capital expense of these fabrication facilities has driven the search for other methods of making ultrasmall devices, namely by the process called self-assembly or autofabrication. This comprises the production of precursors, typically molecules or simply shaped objects that can be produced *en masse* at low cost, designed such that when they are mixed togther in a supporting medium, which might be water or an organic liquid, they connect together in a strictly predefined fashion in order to create complex three dimensional structures. The process is therefore more accurately called self-connecting. An important inspiration for the feasibility of self-connecting fabrication has been the

assembly of bacteriophage from precursor structures.[7] No devices of practical, commercial utility are currently made by this route, however. A major difficulty is the current lack of design tools with which manufacturable precursors can be specified for a given final device; most of the work reported in the field describes structures that were observed to be formed from some interesting precursors. Nevertheless, the much lower capital costs of this fabrication route, and hence the possibility of manufacturing smaller quantities of devices, continues to motivate research work in the field.

Self-connecting processes were studied both experimentally and theoretically long before the appearance of nanotechnology. Although they are considered now to belong to it, as are the 'top down' processes which, since Taniguchi's article, have reached the nanometre scale, the most characteristic nanotechnological fabrication process is *molecular manufacturing*, in which devices are assembled molecule by molecule, or even atom by atom.[8] The assembly would be carried out by purpose-built *assemblers*, which would themselves be the final products of a chain of machine tool manufacture, in which machines at one level would make the parts for a smaller machine at the subsequent level, as was suggested by R.P. Feynman in his famous 1959 lecture "There's plenty of room at the bottom". Since the assemblers would themselves be very small, they must also be very numerous if they are to be practically useful, hence they should be able to manufacture copies of themselves (lest this self-replicating capability overtaxes their information storage capacity (since they must in addition build other objects), an alternative would be to reserve the self-replicating ability for the next level up). Although the assembler also has its biological counterparts—subcellular organelles such as the ribosome or the proteasome are considered to be living proofs of principle—nothing remotely resembling an assembler has presently been built, and details of the realization of self-replication are not the principle preoccupation of most nanotechnologists.

Metrology

Metrology is intrinsic to manufacturing. Any serious manufacturing process must incorporate the means to quantitatively assess the quality of the manufactured objects. This topic is covered in depth elsewhere in this issue; for now it will suffice to mention one of the main tools of the nanometrologist, the atomic force microscope (AFM), now one of the family of scanning probe microscopes. The two essential components of an AFM are a needle capable of responding sensitively to small declivities of a surface, and the means to scan that needle across the surface. In typical realizations of the AFM, the needle is mounted on a flexible, highly reflecting cantilever onto which a collimated beam of light is directed; if for example a small bump is encountered, the needle will be pushed up, moving the cantilever and displacing the beam reflected from it. Scanning is accomplished by applying minute voltages to a piezoelectric

[7]E. Kellenberger, "Assembly in biological systems". In: *Polymerization in Biological Systems, CIBA Foundation Symposium 7* (new series). Amsterdam: Elsevier (1972).
[8]K.E. Drexler, *Engines of Creation.* New York: Doubleday (1986).

crystal on which the sample is mounted, which converts electricity into spatial displacement.

As well as being a tool for metrology, the AFM is also considered to be a kind of prototype assembler, with which atoms can be pushed into place, as in Eigler and Schweizer's experiment already referred to.[4]

What can nanotechnology do for us?

Here we approach the question of why nanotechnology is often stated to be revolutionary. Let us consider three distinct aspects (Figure 2): indirect, direct and conceptual. By indirect is meant the progressive miniaturization of existing technologies, which opens up new areas of application for those technologies. Direct refers to the application of novel, nanoengineered artifacts, either to enhance the performance of existing processes and materials, or for wholly novel purposes. Finally, there is the conceptual aspect of nanotechnology, in which all materials and processes are considered from a molecular or even atomic viewpoint, as in living systems, in which complicated molecules (like proteins) are broken down into their constituent amino acids, which are then used for the templated synthesis of new proteins. The artificial counterpart of this process is largely untouched territory. Entirely novel integrated manufacturing life cycles await development, in which extreme energy economy and the absence of unpleasant waste products will be prominent. Furthermore, the conceptual nano-viewpoint offers the possibility of a new understanding of the world, its structures and its processes.

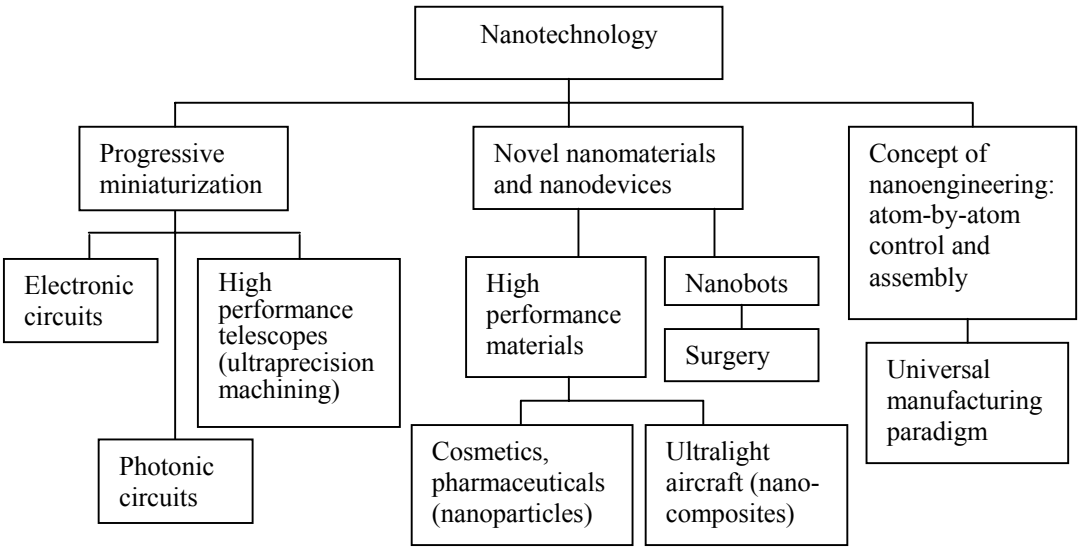


Figure 2. From left to right, the indirect, direct and conceptual branches of nanotechnology, with examples.

Indirect nanotechnology is enabling technology. Miniaturization can quantitatively enhance performance, and when a quantitative change is big enough, it becomes qualitative. A good

example is provided by the history of the cellular telephone. Based on thermionic valves (vacuum tubes), the circuitry for a cellular telephone would take up the volume of a large multistorey building. The cellphone concept—which dates from the 1950s—only became useful once the circuits and their components became small enough to fit into a handset. The minute size of integrated circuit components enables circuits of far greater power and complexity to be realized than would otherwise be practically possible. All the applications of powerful computing, including the world wide web, are thus epiphenomena of nanotechnology.

Novel forms of matter, such as nanoparticles, or the still-to-be-realized nanosized robots (nanobots), represent direct nanotechnology. There are many advances in this realm whose field of application is such that the nanocomponent is hidden. A good example is nanofoils made from thousands of alternating nanometre-thick layers of two different metals. A brief electrical pulse applied across the foil initiates mixing of the two metals and the release of a large amount of heat, sufficient for highly localized interfacial bonding of the materials between which the nanofoil is placed. Therefore any assemblage whose components are bonded together using this technique is a manifestation of nanotechnology. The assemblage could be very large, such as an aeroplane.

Finally, by conceptual nanotechnology we mean that nanotechnology represents a novel viewpoint from which to survey the world: one in which structures are scrutinized at the nanometre scale, and processes are analysed by considering the movements of each individual atom. This should lead to wholly new ways to understand the world—with the hope that the underlying mechanisms of many hitherto puzzling phenomena will be thereby revealed.

But is this really so new? The answer is that although man often stumbled upon nanomaterials with unique properties—mediaeval stained glass is an example—this was apparently done without being aware of the nanostructuring. By way of illustration, consider that although the properties of steel are now known to be due to structures existing down to the nanometre level, steel was discovered and manufactured largely in ignorance of these structures, and it makes little sense to call steel pioneers such as Bessemer nanotechnologists, any more than it makes sense to call Neanderthal man an early nanotechnologist just because he doubtless produced carbon nanotubes in abundance in his primitive cave fires. Using nanometrology, these nanotubes are now characterized at unprecedented levels of detail, accompanied by insights from computations.

Indeed, the whole realm of computational chemistry and materials science has acquired a mantle of vastly greater significance through nanotechnology than it had previously. Before the nano era, the difficulties faced by the computational scientists were well caricatured by the worker who spent six months computing the density of water from first principles, finally producing the result of 1 g/cm^3, with an uncertainty of, say, ± 0.5 g/cm^3, whereas a result with four or more orders more of precision could have been obtained within a couple of minutes in a modern analytical laboratory by simple weighing. The cardinal rule of computational science, that calculations should only be undertaken if the desired result would thereby be obtained more quickly than by experiment, has been broken so often that the discipline became marginalized,

producing results that were at best confirmatory. Thanks however to the small size of nano-objects, and to the vastly increased computational power enabled by circuit miniaturization, their properties can now often be explicitly and usefully calculated from first principles, more rapidly than they can be elucidated from experiment.

What has nanotechnology achieved so far?

The main areas of application to date are in electronics, photonics, pharmaceuticals and cosmetics, and finishes for surfaces and textiles.

In the indirect realm, the most widespread application (of 'top down' nanostructuring of semiconductors) is in circuit miniaturization, leading to exponentially increasing computational power. Hence every manifestation of the expanding rôle of computers, from the world wide web to cellular telephones, is an indirect product of nanotechnology. Closely related to the creation of circuitry is the fabrication of micro electro-mechanical systems (MEMS), in which three-dimensional mechanical structures functioning as accelerometers, torque sensors, pressure sensors and so on, are created in silicon.

In photonics, integrated optics, in which light is confined and modulated in structures smaller than the wavelength of light, i.e. with length scales of the order of 100 nm, is now considered to be a part of nanotechnology. Optical fibres are already very widely used for the transmission of information (telecommunications) over long distances at very high data transmission rates and capacities, and while switching and routing of data packets currently uses hybrid optoelectronic or optoelectromechanical technology, prototype all-optical switches have already been demonstrated. The successful realization of such devices is an essential precursor to the optical computer. The second great area of exploitation of photonics is the realm of sensors, for both physical and chemical parameters. Here, integrated optics offers scope for new types of sensors far surpassing MEMS and electrochemical devices in precision, accuracy and robustness. These photonic devices are presently manufactured by top down technology.

In the direct realm, nanoparticles are already widely used in skin cosmetic formulations. Active ingredients in the form of nanoparticles retain the functionality of microparticles (e.g. the ability to adsorb ultraviolet light), but do not scatter light, hence can be applied without influencing the appearance of the skin. The drawback of minuteness is that the particles can penetrate through the skin into the body almost without let or hindrance, with effects as yet largely unknown.

Nanostructured "superhydrophobic" surfaces, directly inspired by nanoscopic studies of the surfaces of "self-cleaning" leaves such as those of the lotus, can be applied to textiles, window glass etc. with similar effect. Merely rinsing with water scavenges dust and dirt particles from the surface, without, as yet, perceptible effects even among the ranks of cravat and window cleaners. This niche application may however prolong the popularity of the glass cube or parallelepiped among contemporary architects: hence indirectly, nanotechnology even affects the built environment at large scales.

By incorporating nanoparticles into a synthetic polymer matrix, either some existing attribute of the polymer can be enhanced—a good example is diminished permeability for gases—or some wholly new property, that of the particles, can be acquired by the blend—for example magnetism, by the use of magnetic nanoparticles. The best nanoparticles for enhancing barrier properties (diminishing gas permeability) are flat tablets—like many natural clays—whose presence in the matrix enormously increases the tortuosity of the average path followed by a gas molecule diffusing through the material. These nanocomposites are used extensively in the beverage industry as a thin coating on plastic bottles, which can therefore be made thinner while keeping the same barrier function, or a stronger but more permeable polymer can be used. Enhanced scratch resistance can be conferred by adding nanoparticles of a very hard substance to the polymer, and so on. Nature abounds in such composites, wood being a well-known example, in which cellulose, conferring mechanical strength, is blended with lignin, which glues the cellulose fibres together. The first artificial nanocomposites, based on clays and polyamides and made by dispersing preformed nanoparticles in monomer and polymerizing the matrix around the nanoparticles, were introduced in the early 1990s by Toyota. Other routes to making nanocomposites are blending preformed nanoparticles with the matrix, typically in a molten state; and synthesizing the nanoparticles *in situ* within the matrix.

Envisaged applications

As Niels Bohr once famously remarked, it is always difficult to make predictions, especially when they concern the future. Enthusiasts of nanotechnology assert that it will create revolutions in every branch of human endeavour. Due to the almost universal penetration of computing power into every branch of human activity, revolutions are likely by virtue of this indirect application alone. Whether the revolutions will be disruptive is difficult to predict. The world has been able to absorb internet and cellular telephone technology without so far significantly disrupting the fabric of civilization, and successive innovations are apparently absorbed with permanently increasing facility.

This section is mainly concerned with applications still being researched, but with sufficient weight of proof of principle for the nature of the application to be already clearly perceptible. The chief direct domains for which this appears to be the case are medicine and chemical synthesis and analysis.[9]

In the indirect realm, the main application of nanotechnology is in materials, particularly nanocomposites. The driving inspiration for their development is the notion that unique combinations of properties can be achieved by anastomosis at the nanometre scale. Many prototype materials are now being researched—there is particular interest in the aerospace industry in the use of ultralight and ultrastrong composites for structural members, and ultrahigh performance thermal barrier materials for turbine blade coatings—but the stringent safety

[9] These will spawn numerous indirect applications, of course, such as all the products made in chemical nanoreactors.

requirements of most aerospace applications imply lengthy intervals of the order of a decade between laboratory demonstrations and large scale commercial use.

In the realm of ultraprecision machining, the coming generation of ultra high performance telescopes with aspherically machined mirrors having a surface roughness of a few nanometres are expected to enable astronomy based on visible wavelengths to forge ahead as never before, based on the construction of gigantic terrestrial telescopes, and all that implies in terms of new windows onto the universe, enabling fresh assessments of man and his relation to the cosmos.

Medicine

The current approach to pharmaceutical-based therapy, in which a drug is systemically absorbed by the whole body in order to affect a single localized organ, is totally antithetical to the concept of nanotechnology, according to which that organ, or diseased part of it, should be targeted with molecular precision. The pharmaceuticals in current use rely on slight differential selectivity of binding or uptake, and a dose sufficient to be effective against the diseased organ is likely to have significantly deleterious effects on the body as a whole when weak binding and uptake are summed over the entire rest of the body. The "smart medicine" or "magic bullet", targeting solely the organ of interest, has not yet been invented, but at least the conceptual basis of what is required is clear: the drug needs to be addressed to its target, much as a letter is addressed to an addressee. The present approach is akin to creating many copies of the letter and scattering them from an aeroplane over an entire city, where many people will pick them up and mostly discard them after cursory inspection.

An important area of imminent application is the implantable sensor for monitoring physiological parameters. Heartbeat, blood pressure and blood oxygenation are all routinely measured for patients in intensive care without the use of nanotechnology (although the powerful computing devices enabled by nanotechnology could be used for more sophisticated pattern recognition-based analysis of the data collected by those sensors); the next step in innovation will come through micro- or nano-sensors, based on minute electrodes or optical fibres, with which the concentrations of physiologically relevant molecules in the blood and other biofluids and tissues can be measured. The working principles of these sensors are well known, and some of them, notably the glucose sensor, are already in commercial use as off-line devices (i.e. samples are taken from the patient and applied to the sensor). Implanting these sensors in the body requires further advance in miniaturization, not only of the sensor itself but of its power supply and data transmission capability. If such sensors are successfully developed, they will be used not only in hospitals, but under normal circumstances of life whenever a person is considered to be, by himself or his physician, at risk of succumbing to some abnormality. For this approach to be really successful, the sensors need to be able to detect the incipient onset of disease, for which advances in medical knowledge unrelated to nanotechnology are needed, particularly the identification of novel biomarkers for different physiological states.

The third envisaged application of nanotechnology to medicine is in nanosurgery, a development of microsurgery. Although complicated operations still require to be carried out in

the traditional way, the diminished invasiveness implied by microsurgical techniques makes them very attractive. The ultimate development in nanotechnology is considered to be quasi-autonomous robots that can be released into the blood, through which they will travel to the site needing intervention, where they will carry out the required repair work. If they incorporate a camera—and miniature cameras able to travel through the digestive system while recording images already exist cand are commercially available—then the 'nanobot' could be controlled by external commands given by a surgeon. The possible algorithmic storage capacity of such devices—it is this that is likely to be the limiting feature, rather than miniaturization of surgical tools—is also being examined with the intention to establish whether a completely autonomous device is feasible, which could itself target the site requiring treatment and carry it out.

Chemical synthesis and analysis

Miniature reactors offer significant advantages over bulk reactions. In the terminology of nanotechnology, one has extreme control over every small packet of fluid moving through the reactor, allowing the outcome of the chemistry, which in nearly every system of practical interest is complicated enough to permit multiple outcomes, to be predicted with remarkable and unprecedented accuracy. Even before the era of nanotechnology, it was beginning to be realized that micromixing determined, to a primordial extent, the proportions of the different possible reaction products, and just how inefficient and difficult thorough mixing is in conventional large reaction vessels. Furthermore, in miniature reactors all parts of the fluid moving through the reactor are in close proximity to the surface, allowing surface catalysis to be exploited very efficiently.

Until now, effort has concentrated on applying top down methods to fabricate miniature reactors, which are mostly at the submillimetre scale at present, and in characterizing the reactions taking place within them from a physico-chemical viewpoint. Relatively little attention has been paid to evaluating the overall product cycle for microreactor-based manufacturing of large volumes of chemicals, in which issues of the integration of vast numbers of reactors operating in parallel have to be tackled. Clearly miniature reactor technology is especially well-suited to making small batches of custom-synthesized chemicals.

Regarding chemical analysis ('lab-on-a-chip'), burgeoning research, and even a special journal exclusively devoted to the field, has resulted in the rapid accumulation of a large body of empirical data on the performance of a great variety of different miniature analytical systems. Significant advantages of the miniature systems—notably the need for only minute quantities of sample, very small quantities of reagents, low power consumption etc.—have steadily driven down the size of systems for chemical analysis, and devices of varying degrees of miniaturization are already being exploited commercially.

What are the main challenges facing nanotechnologists?

In this final section, attention is drawn to those areas intrinsic to nanotechnology where there has been rather little progress to date.

Self-assembly

How to design precursor molecules able to move along a definite pathway of connexions among themselves to yield a prespecified three dimensional structure is still an unsolved problem. A powerful inspiration for devising such molecules are natural proteins. The pathways they follow to achieve their final three dimensional structures with sophisticated functionalities have been intensively studied, and there is now some hope of making synthetic analogues that would self-connect according to the same principle, namely that of least action.

The nub of the problem is that there are too many possibilities of connexion for all to be tried. Thus, even if the final desired structure lay in a free energy minimum, on average too many fruitless sets of connexions would have to be sampled first, and the almost certain presence of local free energy minima could cause the search to become stuck in a system of connexions very different from the optimal one. In terms of the self-connecting of macromolecules, the principle is, more concretely, the principle of *sequential minimization of entropy loss*.[10] In the true spirit of the principle of least action, as formalized by Boltzmann, the folding biomolecule follows a pathway by repeatedly updating its configuration so as to minimize the loss of entropy while maximizing the number of new contacts. This principle lies at the core of new, highly successful biopolymer-folding algorithms. The challenge now is to find algorithms to solve the inverse problem: when presented with a final structure, how should the precursor monomers be constructed?

Molecular manufacturing

There are three main problems facing the "assemblers" supposedly capable of putting together any kind of artefact. Firstly, they are of comparable size to the workpiece that they are trying to fashion. All conventional engineering devices for machining matter are much larger than the size of the object that they are designed to machine. This is to ensure that they are not deformed by the reaction of the workpiece on the tool, which, in accord with Newton's third law, is equal and opposite to the action of the tool on the workpiece. What will prevent the nano-assembler from being itself deformed and probably destroyed by the workpiece it is attempting to fashion? The argument applies with equal force to non-mechanical machine tools, e.g. the electric field at the tip of a scanning probe required to manipulate the atoms of a workpiece would have to be strong enough to cause the tip itself to disintegrate.

Secondly, interfacial forces make nanoscale objects very sticky. It is well known that the relative importance of different forces is scale-dependent: insects, but not humans, can transport unaided a burden twenty times their own weight, and walk on water.[11] The mass of a body scales with the cube of its length; muscle strength with the square, but surface tension scales

[10]A. Fernández and H. Cendra, "*In vitro* RNA folding: the principle of sequential minimization of entropy loss at work". *Biophys. Chem.* **58** (1996) 335–339.

[11]Human ingenuity has of course enabled humans to perform much more remarkable feats with the aid of technology.

linearly with characteristic length, hence it typically dominates not only in the nanometre régime, but often in the micrometre one too. Whereas this domination has often been regarded as a nuisance by the nanotechnologist, thwarting his attempts to position individual atoms or molecules with nanometre precision, it can also be exploited with advantage, to make miniature oscillators for example.[12]

Thirdly, it will be difficult for the nanoassemblers to store sufficient information for both their assembly tasks and self-replication. Ants and other social insects are often upheld as living proofs of principle for the molecular assembler concept (ignoring the fact that even the smallest such insects are many orders of magnitude bigger than the proposed assemblers). While it is perfectly true that the elaborate nests and other structures that they build seem to be based on a very small set of instructions modulated by information about the immediate environment (the so-called stigmergic construction principle), every nest is substantially different from another in detail—as indeed they must be in a natural environment, where every potential site also differs from another in detail—but at present it has not been worked out whether such principles could be used to construct the strictly standardized components, whose introduction was really crucial to the industrial revolution and the era of mass manufacturing. That is not to say that stigmergic principles cannot be exploited, only that the entire production cycle will need to be reexamined, and further advances in information storage capacity will doubtless be required.

Nanoparticle safety

Since nanoparticles are very small, they can penetrate into parts of the body that other forms of the same material cannot reach. A piece of aluminium is not considered to be toxic—even cooking utensils are routinely made from it, but aluminium nanoparticles ingested via the digestive system, or via skin penetration or the lungs, are likely to be highly toxic. Surprisingly little work has been done so far on the toxicology of nanoparticles and nanotubes, except where they are being used as medicines. This is partly due to familiarity with airborne micro- and nanoparticles, i.e. smoke. It is presumed that human beings are able to cope with smoke from garden bonfires, cigarettes, motor vehicle exhausts etc. This presumption needs to be examined more closely. While the chimneyless cottage common in Russia two hundred years ago has largely disappeared, the ubiquity of smoke even in modern living environments has somewhat inured society to its possible injurious effects. Nanotechnology itself offers the tools to investigate airborne particles—nanophotonics (integrated optics) for detecting and quantifying them, atomic force microscopy for auxiliary structural investigations, and so on. Medical science will of course be heavily involved in these investigations, which will impact not only human cell ultrastructure and effects on the immune system, but should also contribute to solving the riddle of allergy.

---

[12] B.C. Regan et al., " Surface-tension-driven nanoelectromechanical relaxation oscillator". *Appl. Phys. Lett.* **86** (2005) 123119.

Public acceptance

Nanotechnologists have become concerned that their work may suffer the fate that has befallen genetically modified food (GMF) crops—public rejection. They should be reassured by considerable differences between the two realms. GMF is a highly focused technology impinging very directly on humans (where they are fed to animals, those animals are intended for human consumption). Nanotechnology, on the other hand, comprises an enormously diverse set of activities, many of which are already warmly embraced—some might say too warmly—by the overwhelming majority of the public. The mobile telephone is the best example. The relentless march towards miniaturization of almost all branches of technology means that the consequential rejection of nanotechnology will comprise rejection of almost every artefact associated with life at the beginning of the twenty first century. For example, even if nanocomposites have yet to significantly influence aircraft design, a modern airliner has hundreds of onboard computers all made using top down nanotechnology.

Public concerns about health hazards are often unpredictable, dictated more by fashion than by sober consderation of available facts. Indirect effects of nanotechnology—such as electromagnetic radiation from mobile telephones—might well be more deleterious than direct effects, such as inhalation of nanoparticles, especially if one discounts all those sources of nanoparticles, especially smokes, which have existed since time immemorial. What is needed is not complacency, but the serious investigation of all risks; there is still far too little data, and that lack often lends to their analyses the character of speculation.

Summary and conclusions

Nanotechnology, defined as both a technology for fabricating ultrasmall materials and devices, and a concept in which everything in the world is considered from the viewpoint of atomic or molecular building blocks, is already influencing a very broad range of human technological activity. What are the implications of nanotechnology for materials, devices and systems? The most immediate consequence of miniaturization of materials is the huge increase in surface area. Hence for any material whose performance depends on specific surface area, nanoparticles offer an immediate and automatic advantage. A further possible advantage is that the intrinsic properties of the material may be changed for the better when it is finely divided. This is particularly relevant for electronic and photonic devices, in which energy levels become discrete if the device is small enough, allowing size-dependent tuning of output energy, and other advantageous features (which are, however, lost in devices requiring arrays of particles if they are not uniform in size). Intriguingly, silicon's bandgap becomes direct rather than indirect if it is prepared in pieces smaller than 5 nm, with significant implications for monolithic polyfunctional optoelectronic devices. Finally, material miniaturization potentially allows diverse properties to be efficiently combined in a single composite material, a combination that may be unattainable at the macro scale.

Probably nanoparticles represents the most widespread current form of nanomaterials. A huge variety of different types of particles are already available, ranging from simple ultraviolet

absorbers used in sunscreens to highly sophisticated and polyfunctional particles used to control drug delivery, and in solar panels to harvest sunlight and convert it into electric current. Magnetic nanoparticles have already enormously enhanced the performance of memory and magnetic recording media. Carbon nanotubes show great promise as electron emitters, in which rôle they may soon replace cumbersome cathode ray tubes.

Most miniature devices that have been demonstrated are still, strictly speaking, micro devices. At the true nano scale, single electron devices are topics of intense research as the basis of ultraminiature electronic circuits for computing and other applications. Biological molecular motors are being intensively studied as a source of design inspiration for truly nanoscale motors. Nano-optics is the term now used to describe the active field of integrated optics, in which light is guided and controlled in structures whose dimension is considerably less than the wavelength of light. Typical optical waveguides usable with visible or infrared radiation are between 100 and 200 nanometers thick. The thin films deposited on top of optical waveguides in order to carry out control functions may be only ten nanometres thick. Nanodevices, particularly sensors for process control, have the advantage of being usable in highly confined spaces. They are also generally highly sensitive, and typically far less costly than larger devices. Furthermore, simply by being small, devices with different functions can be combined on a single chip, yielding novel polyfunctionality.

An overarching feature of nanotechnology is that it represents a viewpoint in which problems of the understanding of underlying mechanisms are solved at the nanometre scale. This often leads to unique insight into the operation of a process, enabling far better control to be devised, in turn leading to far higher quality of output.

View publication stats

العوامل الحياتية

Biological factors

بالاضافه للعوامل الفيزيائيه والكيميائيه هناك عوامل حياتيه عديده متعلقه بالاحياء الموجوده في المياه تؤثر على نشاط الميكروبات فيه , حيث تنشأ علاقات عديده مابين الميكروبات نفسها وبينها وبين الحيوانات والنباتات المائيه , وهذه العلاقات اما تكون نافعه للميكروبات او ضاره او لاتنفع ولاتضر , واحياء الماء بصوره عامه اما ان تكون (علاقه منفعه) وهذا مايطلق عليه بمصطلح عام هو synergism او علاقه مضره ومايطلق عليها هو antagonism وضمن هذه التسميات سنرى ان هناك تسميات عديده حسب نوع العلاقه .

والمعلومات المتوفره عن تاثير العوامل الحياتيه قليله جدا قياسا بالعوامل الفيزيائيه والكيميائيه لان الاخيره يمكن قياسها وتحديدها في حين الاحياء قد يصعب معرفه انواعها وعددها بدقه في البيئه الطبيعيه , فمثلا عد بكتريا المياه في وقت محدد بمجرد تخمين Estimation حيث يتغير هذا العدد بالساعات بل بالدقائق وقبل ان تنتهي تجربه العد في المختبر . كذلك لاتعرف بالدقه نوع العلاقات التي تحدث في المياه لكثرتها وتعدد انواع الاحياء وارتباط ذلك بتغير العوامل الفيزيائيه والكيميائيه في المياه ولهذا فالحصول على نتائج دقيقه وثابته عن العوامل الحياتيه يصبح حاله نادره .

اولا علاقه المايكروبات ببعضها :-

Neutralism-1 :

لكثير من الباحثين لايدرج هذا المصطلح ضمن العلاقات مابين المايكروبات لانه عمليا يصعب وجود مايكروبين في المياه بدون نشوء علاقه بينهما او يتاثر احدهما بالاخر , فاذا لم يتنافسا من اجل الغذاء ولايغير احدهما الظروف التي تؤثر على الثاني على الاقل يتنافسا من اجل المكان .

وقد اكد الباحثين حدوث مثل هذه الحاله واستندوا على تجارب مختبريه بوضع مايكروبين لهما نفس معدل النموGrowth rate في وسط تتوفر فيه كل العناصر الغذائيه فلم تحدث علاقه بين هذين الميكروبين لفتره قصيره لكن بعدها حدث تغيير في الوسط ادى الى تكوين علاقه بينهما .

وقد لا يحدث علاقه بين كائنين لوجود اسباب مختلفه منها :

1- قد تتوفر الظروف والغذاء والمكان لنمو المايكروبات بدون منافسه خاصه عند وجود اعداد قليله من المايكروبات

2- وفره المواد الغذائيه

3- متطلبات كل ميكروب تختلف عن متطلبات الثاني

4- قد تتواجد المايكروبات متباعده بعضها عن بعض في الوسط لمسافات البعيده

5- قد تنتمي هذه الميكروبات لانواع متباعده تصنيفا ومتطلباتها متباينه .

وتحدث هذه الحاله عند غزو بيئه مائيه جديده من قبل مايكروبات قليله حيث المواد الغذائيه فيها وفيره ولاتتراكم المواد السامه التي تؤذي بعضها.

وعلى العموم ان حدثت هذه الظاهره في الطبيعه فهي نادره جدا ولفتره قصيره وسرعان ما تتغير البيئه وتنشأ علاقاتها بين المايكروبات الموجوده فيها .

2-Commensalism علاقه منفعه لطرف واحد :-

هذا النوع من العلاقات شائع جدا بين الميكروبات حيث يعمل احداهما على افاده الثاني بدون ان يتضرر او يتاثر وعادة مايطلق على الكائن المستفيد commensal ويتمكن الطرف الاول ان يفيد الطرف الثاني من خلال طرق مختلفه ومتعدده مثل :

1- تحويل المواد غير قابله للاستهلاك الى مواد قابله للاستهلاك من قبل الثاني . كما يحدث التعاون بين البكتريا والفطريات حيث تفرز الفطريات العديد من الانزيمات التي تحلل المركبات المعقده وتكوين سكريات بسيطه تستفيد منها غالبيه مايكروبات المياه , كتحلل السليلوز واللكنين والبكتين والبروتين والدهون وغيرها لتتكون سكريات بسيطه واحماض دهنيه واحماض امينيه وعضويه , كما انها اي فطريات قد تساهم في تحليل مركبات معقده سامه مثل الهيدروكاربونات والمبيدات والسموم ,حيث تتجمع عليها ميكروبات متخصصه تحللها وتزيل خطرها وتكون منها عناصر غذائيه لمايكروبات اخرى .

2- يكون الطرف الاول مواد نشطه لنمو الثاني . وتحدث هذه العلاقه بين البكتريا والطحالب , حيث تجهز الطحالب مايكروبات المياه بالمواد الغذائيه المهمه , فالطحالب تفرز مواد عديده مثل الاحماض الدهنيه والامينيه والسكريات والاحماض النوويه وحامض الكلوكونيك Gluconic acid والذي يعتبر اهم مركب يفرز من قبل الطحالب خلال عمليه التركيب الضوئي. كما وجد ان بعض المايكروبات قد تفرز فيتامينات B_1 و B_{12} والبيوتين والرايبوفلامين و pantothenic acid وNicotinic acid وfolic acid وتستفيد من هذه الفيتامينات العديد من مايكروبات المياه . من ناحيه اخرى هو ان كثير من المايكروبات قد تفرز مواد منشطه لنمو مايكروبات اخرى كالفيتامينات وعوامل اخرى عديده Growth facters.

3- يعمل الاول على ازاله العوامل والمواد الضاره للثاني , عن طريق تغيير الظروف البيئيه كتغير قيمه ال pH او الضغط الازموزي او ازاحه الاوكسجين وحجب الضوء او تحطيم المواد السامه والمثبطه لنمو الثاني . اذ تعمل المايكروبات على تغيير الظروف البيئيه لصالح غيرها كتغيير حموضه الوسط وملوحته وظروفه الهوائيه او قد تحمي بعضها من ظروف بيئيه اخرى مثل حجبها للضوء عن البكتريا التي تتضرر كطوفان الطحالب على الماء لتحجب الضوء والحراره عن البكتريا التي تنمو تحتها

4- قد يعمل الاول كمكان بيئي ملائم للثاني بنمو الثاني على سطحه او داخله كنمو البكتريا على سطح او داخل الطحالب مثل نمو البكتريا على الطحالب اذ تلتصق بها لتحميها من الانجراف بالتيارات المائيه.

3- Mutualism علاقه منفعه للطرفين (تبادل منفعه)

تحدث هذه العلاقه عندما تتعاون كثير من المايكروبات من اجل الاستفاده من العناصر الغذائيه الموجوده , حيث تشمل الفائده كلا الطرفين كتحلل المواد العضويه المعقده والتي لاتتحلل الا بتعاون عده مايكروبات فالبقايا السليلوزيه تتحلل اسرع بوجود خليط من المايكروبات عليها مما لو وجد ميكروب واحد فقط . خاصه المواد العضويه المترابطه مع مواد اخرى مثل السليلوز الذي يوجد مترابط مع اللكنين فلا تتمكن البكتريا من تحلل السليلوز الا بعد ان تحللها الفطريات المحلله للكنين من جانب اخر معيشه مايكروبين سويه قد يعطي واحد للثاني منشطات بنموه , فمثلا نمو Lactobacillus plantarum و Streptococcus faecalis على المواد العضويه النباتيه في المياه سويه نموهما احسن مما لو عاش كل واحد لوحده.

اذ وجد ان الاول يجهز الثاني بعامل منشط هو folic acid والثاني يجهز الاول بالحامض الاميني phenyl alanine ونفس الحاله في معيشه Bacillus subtilis مع proteus vulgaris حيث تجهز البكتريا الاولى Nicotinic acid للثاني اما الثانيه فتجهز الاولى ب Biotin وهذا التعاون يكون اشده في المياه الفقيره جدا بالعناصر الغذائيه حيث تلاحظ ظاهره syntrophism ويقصد بها نمو مجموعتين من المايكروبات نموا جيدا في هذه المياه في حين تنمو كل واحده لوحدها نمو ضعيفا جدا في هذه المياه .

4- Amensalism طرف يؤذي الثاني : (التضاد)

تفرز كثير من المايكروبات مواد ضد المايكروبات الاخرى تؤثر على نموها او تقتلها والمواد المفرزه تختلف في طبيعتها وتاثيراتها ويمكن تقسيم المواد الى ثلاث مجاميع هي :

أ- مثبطات لاعضويه Inorganic inhibitors مثل كبريتيد الهيدروجين H_2S وبيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 والامونيا و CO_2 وغيرها

ب- مواد عضويه مخففه السميه Low potency organics مثل الاحماض الدهنيه البسيطه والايثانول .

ج- مواد عضويه شديده السميه Hightly toxic organics مثل المضادات الحيويه والسموم البكتيريه

- فالنسبه للمثبطات اللاعضويه فهي تتكون في المياه نتيجه لتحلل المواد العضوي او نتيجه لعمليات الاكسده والاختزال , وتركيز هذه المواد الضاره يختلف حسب المياه ففي المحيطات والبحار مهما فرزت من سموم تخفف الحجم الكبير من الماء ويقل ضررها بينما في البرك والانهار ذات الجريان البطئ تتركز السموم ويصبح ضررها كبير . كما ان بعض الطحالب قد تفرز سموم تنمع نمو البكتريا والفطريات خاصه اثناء موسم التزهير . كما ان الكثير من البكتريا الخيطيه تفرز المضادات الحيويه التي تؤثر على الاحياء المجهريه المتواجده معهما .

5- التطفل parasitism

وتجري هذه العلاقه بتطفل مايكروب على مايكروب اخر , وفي المياه قد تتعرض بعض المايكروبات لمهاجمه مايكروبات اخرى من الفايروسات والبكتريا وغيرها وكمثال على تطفل مايكروب على اخر هي فايروسات البكتريا Bacterio phages حيث تكثر في المياه الملوثه ومياه الشواطئ والسواحل وتلتصق هذه الفاجات بالبكتريا عن طريق ذنبها tail لتحقق الماده

النوويه في راسها في الخليه البكتيريه وتدخل الماده النوويه الى داخل البكتريا فتتوجهه فعالياتها لانتاج مثيلاتها وبذلك تتكون مئات الفاجات داخلها لتنفجر وتتحرر هذه الفاجات , وتتواجد الفاجات بكثره في مياه المجاري ولهذا رمي مياه المجاري الى النهر يقضي على جزء كبير من الفلورا المايكروبيه المائيه وقد عزلت من المياه الملوثه فاجات بكتريا القولون والسالمونيلا والشجيلا اضافه الى فاجات الفلورا الطبيعه للحياه مثل فاجات بكتريا pseudomonas و Achromobacter و vibrio و Cytophaga بالنسبه لمياه البحار والمحيطات والمياه الجوفيه تكون فيها الفاجات قليله لقله البكتريا , كذلك عزلت فاجات البكتريا الخضراء المزرقه Cyanophages والتي تسبب موت فجائي لطحالب البحيرات والبرك.

وكمثال على البكتريا المتطفله فتعتبر بكتريا Bdellovibrio التي اكتشفت عام 1962 من البكتريا الطفيليه على بكتريا تتواجد معها في المياه خاصه النوع Bdellovibrio bacteriovorus .وهذه البكتريا صغيره الحجم تشبه الفارزه متحركه سوط واحد طرفي حيث تلتصق هذه البكتريا بطرفها الخالي من السوط على بكتريا اخرى ثم تدخل الى داخلها لتهضم محتوايتها وتتكاثر داخلها ثم ينحل جدار البكتريا المضيف وتخرج الخلايا الجديده للبكتريا المتطفله لتهاجم خلايا بكتيريه جديده ومن البكتريا التي تصاب بهذه البكتريا المتطفله هي Aerobacter و serratia و salmonella و pseudomonas .كما ان الفطريات المائيه قد تتطفل على فطريات اخرى وعلى البكتريا الخضراء المزرقه مثل الفطر Rozella marina يتطفل على فطر اخر هو chytridium polysiphonine المائيه .

العلاج بالفاجات كبديل عن العلاج بالمضادات الحيوية phage therapy

ونقصد بالعلاج بالفاجات هو استخدام الفاجات كمضادات للبكتريا بدلا من استخدام المضادات الحيوية وتستخدم هذه الطريقة عادة لعلاج البكتريا المقاومة للمضادات الحيوية Multi Drug Resistance MDR مثل علاج بكتريا Pseudomonas aeruginosa المسببة لتسمم الحروق .

دورة حياة العاثي البكتيري

1-الادمصاص.(Adsorption)

2-الاختراق.(Penetration)

3-النسخ والتضاعف.(Multiplication)

4-التجمع.(Assembly)

5-التحرر(Releasing)

تكاثر الفيروسات من خلال ما يعرف بالدورة الحالة أو الدورة المستذيبة او المولدة للتحلل ،وقد تملك بعض الفيروسات القدرة على استخدام كلا الدورتين. عندما تتكاثر الفيروسات عن طريق الدورة الحالّة كما في (T4 phage) فإنه يتم تحليل الخلايا البكتيرية وتدميرها بعد مضاعفة أعداد الفيروسات مباشرة. وبمجرد تدمير الخلية فإن الفيروسات الجديدة تبحث عن عائل جديد لاحتلاله واستخدام مصادره لمضاعفة أعداد الفيروس.من الجدير بالذكر إن الفيروسات التي تتكاثر عن طريق الدورة الحالة تكون مناسبة للعلاج بالعاثية أكثر من تلك التي تتكاثر عن طريق الدورة المستذيبة. تمر بعض العاثيات خلال الدورة الحالة فيما يعرف (بتثبيط التحليل)، ويحدث ذلك بأن تتوقف سلالة كاملة من العاثيات عن تحليل الخلايا البكتيرية والخروج منها عندما يكون تركيز العاثيات خارج الخلية عالياً. وعادة تكون هذه العملية عكسية. من الجدير بالذكر أن هذه الآلية مختلفة عن آلية تكاثر العاثيات المندرجة والتي تدخل عادة في مرحلة سبات مؤقتة. بالمقابل، فإن الدورة المستذيبة لا تؤدي إلى تحلل الخلية المضيفة، حيث يندمج المحتوى الجيني لها مع المادة الوراثية للمضيف وتتكاثر بتكاثرها دون أي أضرار أو أذى ويسمى الفيروس في هذه الحالة ب prophage اما الخلية البكتيريا فتسمى lysogenic cell. يبقى الفيروس ساكنا إلى أن تتدهور حالة المضيف – ربما بسبب نقص في المواد الغذائية- عندها تنشط هذه الفيروسات الداخلية و تبدأ دورة التكاثر التي تنتهي بتحلل خلايا المضيف. أحيانا تكون طليعة العاثية ذات فائدة عظيمة للبكتيريا عندما تكون ساكنة، وذلك بإضافة خصائص جديدة للخلية البكتيرية فيما يعرف بالتحول (lysogenic conversion).ومن الأمثلة على ذلك تحول إحدى سلالات ضمة الكوليرا غير المؤذية إلى أحد أكثر أنواع البكتيريا إيذاءً والتي تسبب مرض الكوليرا .وهذا بالذات ما يجعل العاثيات المندرجة غير ملائمة للعلاج بالعاثيات.

ايجابيات العلاج بالفاجات

1. **خصوصية المضيف وهذه الخصوصيه غير موجودة في المضادات الحيوية**
2. **لاتسبب اعراض جانبية**
3. **استخدام جرعة علاجية صغيرة من الفيروسات والتي تتكاثر بعدها داخل الخلايا البكتيرية**
4. **تكون غير مؤذية للخلايا الحقيقة النواة للانسان**

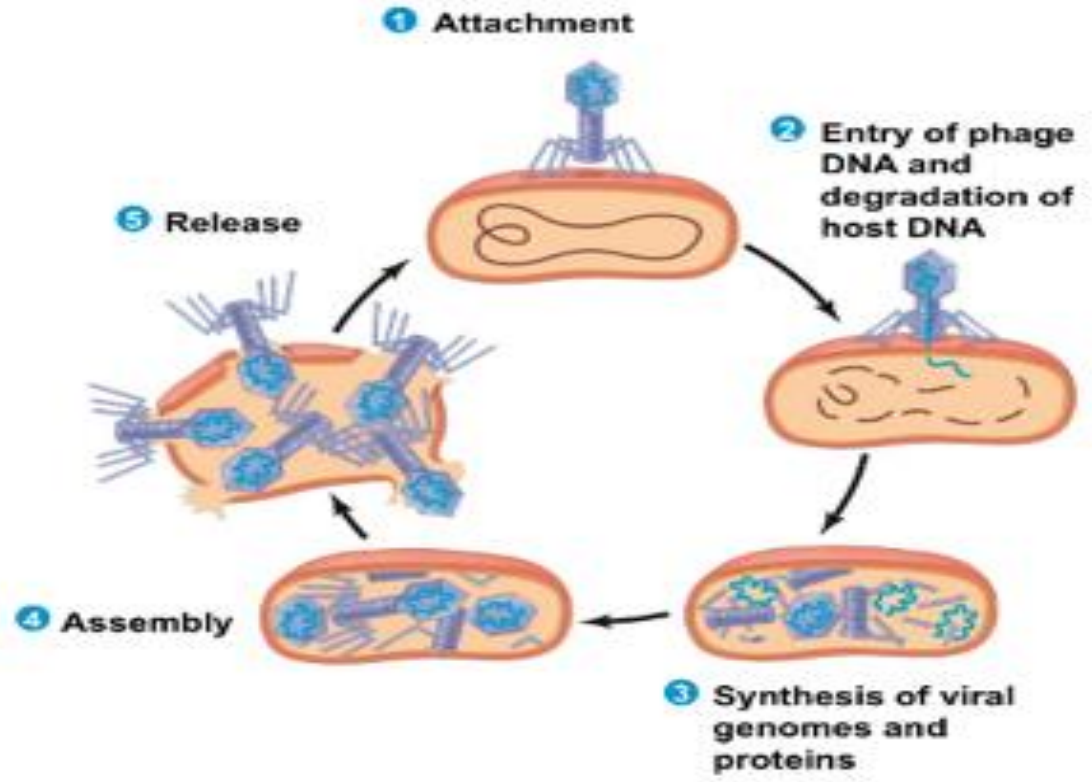
5- بعض انواع الفيروسات تنتج انزيمات مكسرة للغشاء الحيوي التي تكونه البكتريا المرضية

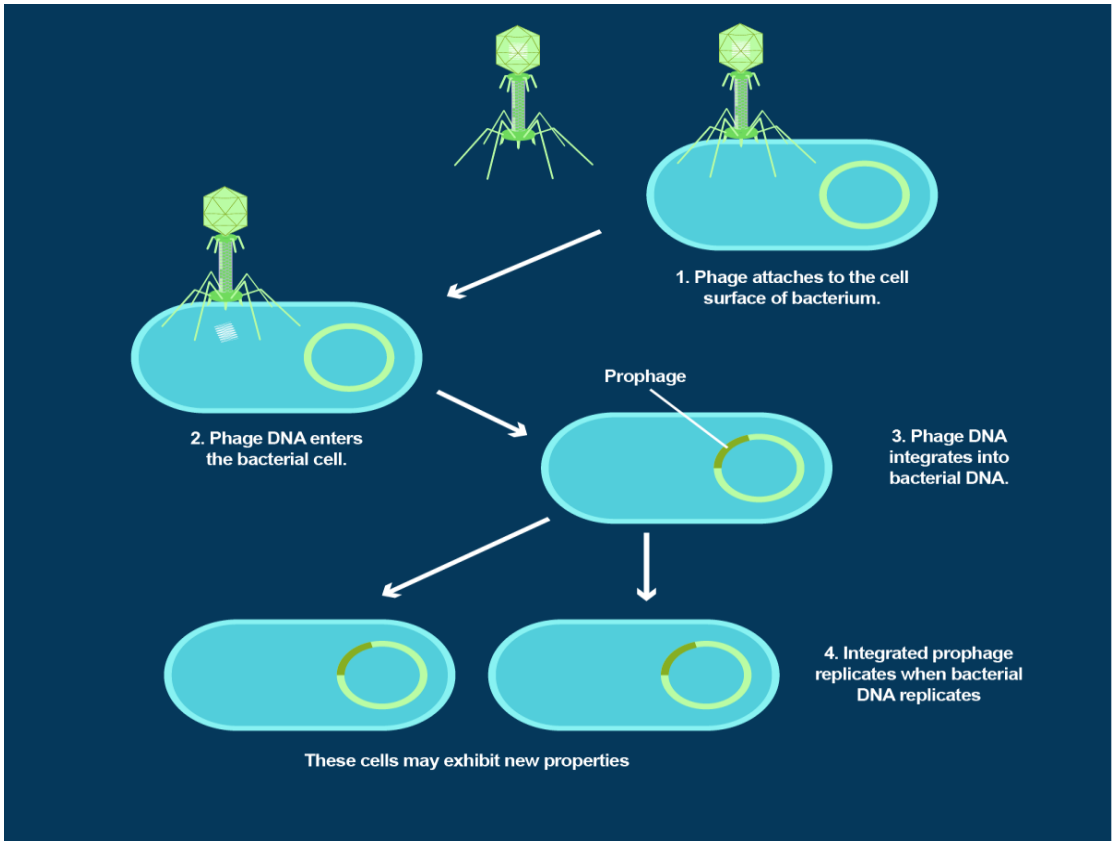
6- رخيصة الثمن

سلبيات العلاج بالفاجات

1- صعوبة اختبار الفاجات عالية الضرواة تجاه البكتريا المرضية

2- مقاومة البكتريا للفاجات المحللة





6- الافتراس predation

هي عمليه افتراس كائنات حيه صغيره من قبل كائنات اكبر والمفترس يسمى predator والفريسه prey , وتعتبر الهدبيات والسوطيات من اهم مفترسات البكتريا مثل اجناس paramecium و Colpidium حيث تحتاج هذه الابتدائيات الى عشرات الالاف من البكتريا لتنقسم مره فمثلا paramecium caudatum تلتهم 20 الف بكتريا *Bacillus subtilis* لكي تنقسم , والاميبا تستهلك سنويا مئات الغرامات من البكتريا المائيه , وليس كل بكتريا المياه قابله للافتراس فبعض البكتريا لايمكن افتراسها لانها سامه او تكون مواد صمغيه او تكون كبسوله حولها او تتواجد على هيئه سبورات او حويصلات صعبه الافتراس او قد تكون البكتريا صعبه الهضم بسبب التركيب الكيميائي لجدارها .وقد وجد ان بكتريا *Azotobacter* صعبه الافتراس بسبب جدارها الصمغي وتركيبه الكيميائي , اما بكتريا *Diplococcus pneumoniae* المكونة للكبسول و *Bacillus anthracis* تقاوم الالتهام بسبب تكوينها capsuls وهناك بكتريا تفرز سموم وصبغات ينفر منها المفترس مثل *Pseudomonas aeruginosa* و *Serratia marcescens* .

بعض الاعفان الصمغيه slime molds مثل الجنس Dictyostelium كذلك بعض اجناس البكتريا Myxobacteria مثل الجنس Myxococcus و Chondrococcus لها صفه التهام بكتريا اخرى بافرازها انزيمات تذوب الفريسه وتتغذى عليها , كما ان بعض انواع البكتريا تذوب الفطريات والطحالب وتتغذى عليها . انا بالنسبه لالتهام ابتدائيات المياه لابتدائيات اخرى فهناك امثله عديده منها التهام اليوغلينا من قبل البيرانيما Peranema .

7- Competition المنافسه :

يحدث التنافس بين الاحياء المجهريه من اجل الغذاء او المكان او من اجل الضوء بالنسبه للمجموعات التي تحتاج الضوء كما قد يحدث التنافس من اجل الاوكسجين او CO_2 او CH_4 اوH_2S اذا كانت هذه الغازات مصدر مهم لحياتها .وتبدا المنافسه بين الانواع interspecific competitim وبعد ان يسود النوع المنتصر قد تبدا المنافسه داخل النوع نفسه intraspecific competition حيث تنتصر السلالات او الافراد الاكثر كفاءه للحصول على المتطلبات الغذائيه والضروريه للحياة .وقد ينعدم التنافس في حالات قليله , في المياه الحاره او المالحه جدا او الحامضيه او القلويه لا تنمو الا انواع قليله تستفيد من العناصر الغذائيه فتصبح مجموعه مايكروبيه شبه نقيه بلا منافس في هذه المياه , كما تستخدم المنافسه على مواد غذائيه معقده لا تتمكن الا انواع قليله من التغذي عليها مثل السليلوز واللكنين والفينول والهيدروكاربونات .

وفي المنافسه هناك عوامل كثيره تجعل المنافسين يفوز على الثاني وهي :

1- قصر وقت الاخلاف short generation time اي معدل نمو سريع
2- مقاومه للتقلبات البيئيه في المياه
3- مقاومه للمضادات الحياتيه والسموم والمواد المثبطه
4- قابليه النمو والتكاثر بتوفر مواد غذائيه قليله
5- قابليه تمثيليه عاليه بتحويل مغذيات قليله الى مواد خليه
6- قابليه على تكوين مواد تخزينيه تستغل عند الجوع
7- قابليه للتنقل السريع من مكان لاخر وراء الغذاء .

استخدام العلاقات الحيويه بين الميكروبات في المجالات التطبيقية

كيف يمكن ان نستغل العلاقات الحيويه بين الاحياء المجهريه للاستفاده منها في مجال الصناعات فبعض الصناعات المهمه قد تعاني العديد من المشاكل التي تؤثر على حياه العاملين وتؤدي الى

خسائر اقتصاديه كبيره لها تاثير سلبي على المردود الاقتصادي للبلدان . احد اهم هذه الصناعات هي الصناعات النفطيه ومن اخطر المشاكل التي تعاني منها هذه الصناعات هي الانتاج الحيوي لغاز H_2S من قبل البكتريا المختزله للكبريت sulfate reducing bacteria (SRB) .

تعيش SRB في ظروف لاهوائيه وبعض انواعها مكون للسبورات كما ان فيها جنس يعود الى الاركيا وهو جنس Archaeoglobusكما ان هذه البكتريا يمكنها ان تستخدم المركبات الهيدروكاربونيه كمصدر للكاربون والطاقه لذلك فهي بكتريا يمكنها ان تعيش تحت ظروف متطرفه وقاسيه حيث تقوم بفعالياتها الايضيه وتنتج غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S .

غاز H_2S خطر جدا وهو سام سميته تهادل سميه سيانيد الهيدروجين وهو غاز اثقل من الهواء ويتجمع في الاماكن المنخفضه بتراكيز عاليه جدا والخطر في هذا الغاز هو انه يقتل حاسه الشم عند الانسان عند تواجده بتراكيز عاليه جدا وبالتالي لايشعر الانسان بوجوده فيستنشق هذا الغاز ويموت خلال فتره قصيره تختلف باختلاف فتره التعرض وكذلك باختلاف تركيز الغاز , لذلك فان هذا الغاز يشكل خطوره على الصناعات النفطيه من خلال مايلي :

1-السميه للعاملين

2-انسداد ابار الحقن والانتاج

3-فساد الغاز والنفط المخزون (النفط المحمض Sourd oil)

4-التاكل المايكروبي للمعادن في اماكن انتاج النفط مثل خطوط النقل pipe line والخزانات tank storage والحفارات والبريمات والمعدات الاخرى المختلفه .تعالج هذه المشاكل عاده باستخدام المبيدات الحيويه Biocides وهي مركبات كيميائيه ذات تاثير قاتل او موقف للنمو البكتيري تتواجد بانواع مختلفه ومتعدده الا انها غير مرغوب بها في معالجه مشاكل انتاج ال H_2S لاسباب مختلفه منها :

1- استخدام كميات كبيره جدا من المياه اثناء عمليه استخراج النفط مما يؤدي الى تخفيف تركيز المبيدات الحيويه فيقل تاثيرها

2- المبيدات الحيويه لا تخترق طبقه الغشاء الاحيائي الذي تنمو تحته بكتريا SRB لذلك يكون تاثيره على البكتريا الهائمه .

3- صعوبه حقن المبيدات الحيويه داخل مكامن النفط

4- المبيدات الحيويه مكلفه اقتصاديا لانها غاليه الثمن

5- المبيدات الحيويه مركبات سامه وخطره على البيئه

6- تسبب المبيدات الحيويه السميه للعاملين .

لذلك اتبعت الصناعات النفطيه طريقه جديدة في معالجه المشاكل الناتجه عن تحرير غاز H2s بفعل SRB . وتعتبر هذه الطريقه الحديثه من اكفأ الطرق في المعالجه وتسمى تقنيه الاقصاء بالتنافس الحيوي Bio competitive exclusion (BCX)technology . وتعتمد هذه التقنيه على اساس مبدأ المنافسه بين الاحياء المجهريه الموجوده داخل المكامن النفطيه ويحدث التنافس بين البكتريا المختزله للنترات Bacteria NRB Nitrate reducing مع بكتريا SRB وتحدث المنافسه على المصادر العضويه المتماثله بالحوامض الدهنيه fatty acid والحوامض العضويه مثل الاستيت واللاكتيت والبايروفين وغيرها, فكلا النوعين من البكتريا يستهلك هذه المصادر .

تتواجد ال SRB و NRB في مكامن النفط الا ان SRB تسود دائما كونها بكتريا مكونه للسبورات وتحتوي على جنس من Archaea فهي تتحمل الظروف المتطرفه اكثر من NRB ,ولكن عندما تحقن المغذيات المناسبه لنمو NRB فانها تنتعش وتنمو بشكل جيد فتنافس الSRB على المصادر العضويه الموجوده , كما ان NRB تنتج مواد مثبطه لنمو الSRB مثل النتريت وهو مركب سام لل SRB لانه يثبط انزيم Dissimulatory Sulfite Reductase (Dsr)وهو الانزيم الذي يحفز تحويل $(So_3)^{-2}$ Sulfite الى $(S)^{-2}$ Sulfide كما ان NRB تثبط SRB من خلال زياده جهد الاختزال redox potential اذ ان SRB تنمو تحت جهد اختزال واطئ جدا يصل الى – 100 وعندما تنمو NRB فانها تنتج مركبات ترفع من جهد الاختزال مثل No و N_2o فتثبط نمو SRB .احيانا SRB تنمو باستخدام نفس المغذيات التي تستخدمها NRB لذلك فعند حقن مغذيات NRB يصبح تركيزها عالى وبالتالي فان SRB يمكن ان تستخدم هذه المغذيات ولاتختزل الكبريتات So_4^{-2} الى كبريتيد S^{-2} فيقل انتاج غاز H_2s .

امثله على البكتريا SRB

Desulfosporosinus orientis

Desulfotomaculum nigrificans

Archaeoglobus fulgidus

امثله عل بكتريا NRB

Thiomicrospira

Arcobacter

Citrobacter

Pseudomonas stutzeri

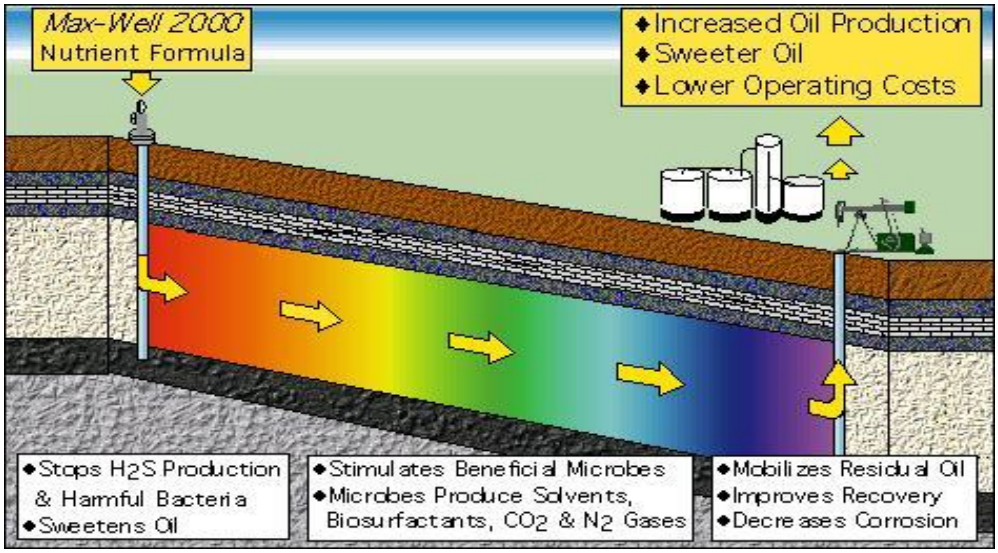


Figure (1. 9): BCX process (Latagroup, 2002).

BCX technology	**Biocide treatment**
- Non hazardous inorganic salts	-Toxic and hazardous chemicals
- Grows selectively beneficial populations	-Tries for complete kill
- Lower cost	- Relatively expensive
- Continuous in-situ cell production	-Biocidal action reduced by dilution

- Microbial actions within pore matrix	-Biocide resistance develops
- Penetrates throughout reservoir	-Depleted action by absorption
- Sulfide prevention	-Partially successful sulfide control
- Sulfide removal	-No sulfide removal
- Environmentally safe	-Environmentally hazardous

Bacteriological examination of water

الكشف عن الادله البكتريولجيه لتلوث المياه

تعد المياه واسطه لنقل كثير من مسببات الامراض الخطره فوجود البكتريا والكائنات المسببه للامراض في المياه مؤشر خطوره ويعتبر الماء غير امن للشرب والاحياء المجهريه المرضيه تسبب مجموعه من الامراض مثل الاصابات المعويه Intestinal infection و Hepatitis وDysentery و Cholera و Typhoid .

غالبا ماتكون فضلات الحيونات والانسان هي المصدر الاساس للبكتريا في مياه الشرب ويمكن ان تدخل الفضلات الى الابار التي تكون مفتوحه وغير مغطاه باحكام ممايؤدي الى تلوثها .

مصادر تلوث المياه

1-المصادر الصناعيه:

تشكل مياه المصانع وفضلاتها 60% من مجموع المواد الملوثه للبحار والبحيرات والانهار ، ويصدر اغلب الملوثات من مصانع مثل مصانع الدباغه والرصاص والزئبق والنحاس ومصانع الدهانات والاسمنت والزجاج والمنظفات ومصانع تعقيم الالبان والمسالخ ومصانع تكرير السكر بالاضافه الى التلوث بالهيدروكربون الناتج عن التلوث النفطي. ان معظم المصانع في الدول المتقدمه والناميه لاتلتزم بضوابط الصرف الصناعي بل تلقي بفضلاتها في المياه . وتجدر الاشاره الى ان الطرق التقليديه لتنقيه المياه لاتقضي على الملوثات الصناعيه مثل الهيدروكاربونات والملوثات غير العضويه والمبيدات الحشريه والمركبات الكيميائيه المختلفه وقد يتفاعل الكلور المستخدم في تعقيم المياه مع الهيدروكاربونات مكونا مواد كربوهيدراتيه كلورينيه مسرطنه .

ونوع اخر من التلوث الصناعي هو استخدام بعض المصانع الماء للتبريد وبذلك يلقى الماء الساخن في الانهار او البحيرات مما يزيد حرارتها ويؤثر على الحياه الحيوانيه والنباتيه بها .

2-مصادر الصرف الصحي

تعتبر مياه المجاري واحده من اخطر المشاكل على الصحه العامه في معظم دول العالم الثالث ، لان اغلب هذه الدول ليس لديها شبكه صرف صحي متكامله تحتوي مياه المجاري على كميه كبيره من المركبات العضويه واعداد كبيره من الكائنات الحيه الدقيقه الهوائيه و اللاهوائيه

3-مصادر زراعيه:

ان استخدام المبيدات الحشريه والاسمده الكيميائيه في الزراعه يتسبب في تلوث الماء وذلك عند سقوط الامطار حيث يجرف تلك المواد الى الانهار او البحيرات وايضا الري قد ينقل تلك المواد الى المياه الجوفيه .

الفحص الميكروبي للمياه

بما ان المياه واسطه لنقل الكثير من مسببات الامراض الخطره لذلك لابد من وضع الطرق المختبريه للتحري عن هذه المايكروبات وعن المايكروبات الداله على تلوث المياه اذ بدأت عده دراسات حول التحليلات البكتريولوجيه للحياه كانت اهمها دراسه العالم Howton الذي ميز ثلاث مجاميع للبكتريا الداله على تلوث المياه بالمجاري والتي مازالت تستعمل الى يومنا هذا وهي بكتريا القولون (*E Coli*) Coliform والمسبحيات البرازيه *Streptococcus faecalis* وبكتريا *Clostridium perfringens* المكونه للغاز(Gas producing Clostridia) وعلى اعتبار ان مصدر هذه المجاميع البكتيرية هو براز الانسان والحيوان والطيور لهذا تواجدها في الماء يدل على التلوث البرازي او احتماليه التلوث بالبكتريا الممرضة.

***اهداف الفحص البكتريولوجي للمياه ***

وبذلك اتفق من قبل الهيئات الصحيه على القيام بفحوصات بكتريولولجيه لمياه الشرب والمياه الخام المجهزه للاساله **وتهدف الفحوصات البكتريولوجيه للمياه الى مايلي** :

1-التحري عن **التلوث البرازي** لمصدر المياه الذي يجهز الاساله من اجل تحديد الطريقه الملائمه لمعالجه هذه المياه.

2-التأكد من دقه المعاملات التي تجري على المياه

3-التأكد من صحه الماء قبل توزيعه على المستهلكين

4-بالفحوصات البكتريولوجيه المتكرره والمنتظمه يمكن الابقاء على الماء داخل انابيب التوزيع سليم وليس فيه خطوره على المستهلك.

5-التقليل من التكلفه الاقتصاديه في معامله المياه والتخلص من المشاكل في انابيب التوزيع، حيث بمعرفه نوع البكتريا الملوثه يمكن اجراء معاملات تحد من نموها في انابيب التوزيع.

لذلك محطات معامله المياه تتنوع في التحليلات البكتريولجيه فلا تشمل البكتريا المرضيه بل بكتريا اخرى كبكتريا الحديد والكبريت والفطريات والطحالب من اجل منع نموها وحدوث مشاكل في انابيب التوزيع او تغير من طعم ولون وحتى جريان المياه في الانابيب .

وهناك العديد من بكتريا الامعاء تصل للمياه والتي قد تدل على تلوثه بالبراز

Coliforms (Citrobacter , Enterobacter ,Klebsiella)Streptococcus faecalis (human)

Str. equines (non human)و Str. durans (nonhuman)

Pseudomonas aeruginosa, Clostridium prerfringens

وغير هذه البكتريا ، بعض الباحثين يقترح التحري عن جميع هذه البكتريا في المياه في حين الهيئات الصحيه تؤكد ليس بالضروره الكشف عن جميع هذه الانواع بل حددت مجاميع منها للكشف عنها من اجل الاستدلال على احتماليه تلوث المياه ببكتريا ممرضه تكون موافقه لهذه البكتريا في الامعاء .

ويكشف عن البكتريا الداله على التلوث (Coliform) بدلا عن الكشف المباشر عن البكتريا الممرضه للاسباب التاليه :

1-تتواجد هذه البكتريا باعداد هائله اكثر من الممرضه

2-**تكون اكثر مقاومه من الممرضه لظروف المياه والمعاملات الجاريه عليه**

3-**سهوله الكشف عنها وتميزها**

4-**تواجدها يكون ملازم لتواجد البكتريا الممرضه في الامعاء**.

وبمعرفه **اعداد البكتريا** الداله على التلوث يمكن بحسابات افتراضيه تخمين عدد البكتريا الممرضه في المياه .فعند وضع المواصفات البكتريولوجيه الاميركيه للمياه ثم افتراض انه يجب ان لاتحوي المائه مليلتر من الماء على اكثر من بكتريا واحده من **بكتريا القولون** على افتراض ان في مجاري البيوت عدد البكتريا الممرضه مثلا بكتريا التيفوئيد اقل من واحد لكل مليون بكتريا قولون ومتوسط عدد الفايروسات المعويه واحد لكل مائه الف بكتريا قولون :

In Domestic wast-water

$$\frac{\text{Salmonella typhi}}{\text{coliforms}} = \frac{1}{10^6}$$

$$\frac{Enteric\ viruses}{\text{coliforms}} = \frac{1}{10^5}$$

المفروض لايحتوي على اي بكتريا ممرضه احصائيا واحتماليه لكن ليس بالضروره دائما الفرضيات والاحتمات مطابقه للواقع ولهذا ظهرت اعتراضات وتبعا لهذه الفرضيات الماء الذي فيه اقل من بكتريا قولون واحده لكل مائه مليلتر هذه الفرضيات ولذلك الاسالات التي تتبع شروط صحيه جيده بالاضافه الى التحري عن ادله التلوث تتحرى عن البكتريا الممرضه نفسها خاصه عنده حدوث وباء او انتشار امراض سببها الماء بل الاكثر من هذا بعض الاسالات تتحرى عن الفايروسات ايضا .

جمع وتكرار العينات للفحوصات البكتريولوجيه :

تعد الدقه في اخذ العينات مهمه جدا لان اي خطا مهما كان صغيرا او اي تلوث للعينه خلال جميعها ونقلها وفحصها قد يؤدي الى اعطاء نتائج واتخاذ اجراءات غير صحيحه تؤي الى خسائر اقتصاديه وتعطيل العمل وتجهيز المياه للمستهلكين كما يجب اخذ العينات بحيث تمثل كل المياه ولهذا تحدد نقاط مسبقه على نظام التوزيع لتمثيل كل نظام التوزيع كذلك تحدد عدد المكررات واوقاتها بحيث تعطي صوره صحيحه ودقيقه عن الحاله الصحيه للحياه .

وعند اخذ العينات تعمل كل الاحتياطات لمنع تلوثها فتستعمل زجاجات ذات فوهات واسعه بحدود ربع لتر ويجب ان تقفل العينه جيدا بسداده زجاجيه واذا كان الماء معامل بالكلور يوضع في الزجاجه المعقمه كميه من ماده ثايوسلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ من اجل ازاله تأثير الكلور Dechlorination على الاحياء المجهريه في العينه خلال فتره الفحص اما المياه التي فيها كميه كبيره من المعادن الثقيله مثل الزنك والنحاس فتضاف ماده **EDTA** Ethylene diaminetetra acetic acid لتقليل سعه هذه المعادن على بكتريا المياه .

عند اخذ المياه من الحنفيه يجب التاكد بان الحنفيه تاخذ ماءها مباشره من انابيب الاساله وليس من خزان المياه في البنايه او البيت حيث تعقم فوهه الحنفيه ويترك الماء يجري لدقائق ثم تؤخذ العينه . من مياه النهر تدخل القنينه بصوره مقلوبه الى تحت سطح الماء ثم غرف فوهتها باتجاه معاكس لتيار الماء وتقفل تحت الماء وهناك اجهزه خاصه لاخذ العينه من مياه النهر water sampler تفتح وتغلق القنينه تحت سطح الماء اتوماتيكيا .

يفضل فحص العينه مباشره لان المحتوى الكيميائي والمايكروبي والغازي في العينه يتغير خاصه عند حفضها عند درجه حراره عاليه ، حيث تتكاثر المايكروبات وتتحلل الماده العضويه ويحدث اختلاف في كميه الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون وتتاكسد الامونيا لذلك عند تاخير التحليل لمده اكثر من ست ساعات يجب حفظ العينه في صندوق ثلج عند درجه حراره (4) درجه مئويه وذلك لان الست ساعات تعتبر بصوره عامه معدل تكاثر البكتريا في المياه .

بالنسبه لحجم العينه يتراوح مابين عشره ومائه مليلتر 100ml يختلف حسب درجه تلوث المياه كلما كان اشد تلوثا كلما كان حجم العينه اصغر وبصوره عامه تفضل الاحجام الكبيره التي تمثل الواقع بدرجه افضل وفي حاله استخدام طريقه **الترشيح بالاغشيه** يكون حجم العينه كبير قد يصل إلى عدة التار.

اما بالنسبه لتكرار العينات فكلما زاد عدد العينات كلما كانت النتائج ادق وتكرار اخذ العينات ومواعيدها يختلف من اساله الى اخرى وعاده يعتمد على عدد المستهلكين الذين يجهزون من قبل الاساله . وفي الاسالات الصغيره تؤخذ العينات على شهر او شهرين ، اما عند فتح اساله جديده تكرر الفحوصات بدرجه اكبر لمده سنه بعدها يعطي نظام ثابت لاخذ العينات ومعدلها بعد التأكد من تقلبات صفات المياه البكتريولجيه في مصدر تجهيز الاساله .

اما في حاله حدوث وباء مائي فالعينات تكون متكرره جدا والفترات متضاربه جدا وقد تعمل بالساعات على المياه لحين زوال الوباء.

اولا: -الفحوصات البكتريولوجيه:

1- : العدد الكلي للبكتريا 1-Total bacterial count

وتتم بعد البكتريا الهوائيه واللاهوائيه اختياريا ذاتيه التغذيه في المياه بطريقه العدد الاطباقات Standard plate count والعدد هذا يكون تقريبي لانه لايمكن توفير وسط غذائي وظروف ملائمه موحده لكل بكتريا المياه ولهذا فالبكتريا التي تحوي الاطباق هي اقل بكثير من عددها الواقعي في الماء. ولهذا يجب تحضير وسط ملائم قدر الامكان لاكبر عدد من بكتريا المياه مثلا تحضير الوسط من نفس المياه المفحوصه وليس في ماء مقطر حيث لوحظ ان الوسط المحضر مثلا بماء البحر يعطي اعداد بكتريا اكثر من الوسط المحضر بماء مقطر في حاله عد البكتريا البحريه .

واجراء هذا الفحص يمكن ان يعطينا صوره عامه ومبدئيه من تكون الماده باعتبار كلما زاد عدد البكتريا في الماء زادت احتماليه تلوثه وتنوعت مصادر تكونه ودل ذلك على ان الماء فيه كميه وافيه من الماده العضويه بحيث تسمح لذلك العدد بالنمو وتظهر اهميه هذا الفحص عند استخدام هذه المياه في الصناعات الغذائيه و تصنيع العصائر لان زياده العدد يؤدي الى تلفها . كما ينفع هذا الفحص في تقييم المعاملات الجاريه على المياه كالترسيب والتلازن والترشيح والتعقيم .

كما يمكن استخدام طريقه الترشيح بالاغشيه. Membrane filter technique لعد البكتريا الكلي في المياه وذلك بترشيح كميه كبيره من المياه اذا كانت غير ملوثه او كميه قليله في حاله الشك بانها جدا ملوثه من خلال المرشح الغشائي .

2- بكتريا القولون Coliforms

3 - بكتريا القولون البرازية Fecal –coliform

بلا شك الافضل الكشف عن البكتريا الممرضه التي مصدرها امعاء الانسان مثل بكتريا التيفوئيد والزحار والكوليرا الا انه يكشف عاده عن بكتريا القولون المرافقه لها في الامعاء وذلك لان عددها اكبر وبقاءها في المياه اطول و الكشف عنها اسهل لذلك **تم اعتمادها كدليل على تواجد البكتريا الممرضه المعويه في المياه** .

وبكتريا القولون هي مجموعه من البكتريا الهوائيه واللاهوائيه اختياريه سالبه لصبغه كرام غير مكونه للسبورات مخمره لسكر اللاكتوز مع تكوين غاز وحامض خلال فتره 24 - 48 ساعه بدرجه حراره 35+2 درجه مئويه وبالرغم من ان الكشف عن بكتريا القولون : *E coli* معمول به عالميا في جميع المختبرات كدليل لتلوث المياه وعدم صلاحيتها للشرب لكن يجب ملاحظه ان
E coli ليس بالضروره مصدرها امعاء الانسان فهي ايضا توجد في امعاء الحيونات ذات الدم الحار.

2-طريقه الانابيب المتكرره

تتمثل بطريقه (Most Probable Number (MPN

3-طريقه الترشيح Membrane Filter Method

تتم باستخدام غشاء سليلوزية Porous Cellulose Acetate Membrane قطر ثقوبها 0.45 مايكرومتر

المسبحيات البرازيه 4-fecal streptococci

المجموعه الثانيه من البكتريا البرازيه التي يكشف في الفحوصات البكتريولوجيه للمياه هي المسبحيات البرازيه وهي بكتريا كرويه تتصل فيما بينها لتكوين مسبحه تكوين موجبه لصبغه كرام بعض انواعها تتوطن امعاء الانسان والبعض الاخر امعاء الحيوانات وتوجد فيها العديد من السلالات والانواع منها

Streptococcus bovis, Streptococcus faecalis, Streptococcus faecium,

Streptococcus equines

وقد تفضلها بعض محطات الاسالات على بكتريا E.coli حيث يمكن معرفه مصدر التلوث فمثلا اذا كانت الانواع الشائعه في المياه هي St. bovis , St. equines يمكن الاستدلال على ان المصدر الرئيسي لتلوث المياه هي حقول الحيوانات خاصه الابقار والخيول وليست مجاري البيوت او فضلات الانسان وفعلى كثير من الدراسات لاسالات المياه يتتبع مصادر التلوث وجد ان حقول تربيه الخيل والابقار والخنازير وغيرها وبكتريا القولون يمكن ان يكون مصدرها الانسان او الحيوانات ذات الدم الحار او البارد ، لكن لاتوجد اختيارات تميز التي مصدرها من الانسان حيونات الدم الحار . الا في حاله تتبع حوض النهر الى ان نصل الى المصدر التلوث هي تربيه الحيوانات ام فضلات مجاري البيوت الحاويه على مخلفات الانسان .

وهناك عده طرق عالميه ومعتمده للتحري عن بكتريا القولون Standard method وهي الطريقه الاكثر شيوعا وتعمد في كل انحاء العالم مع بعض التحويرات الطفيفه من بلد لاخر وتعتمد هذه الطريقه على ثلاث مراحل لاجراء الاختبارات وهي :

الاختبار الافتراضي Presumptive test

الاختبار التأكيدي Confirmed test

الاختبار التكميلي Completed test

الاختبار الافتراضي يشير الى وجود مجموعه coli-aevogenes بينما الاختبار التاكيدي والتكيملي للتاكد من وجد *E. coli* ، وقد اجريت بعض التحويرات على هذه الاختبارات من اجل البحث عن ***E coli*** التي مصدرها الانسان والحيوانات ذات الدم الحار لذلك يعمل اختبار Eijkman test بتحضين وسط اللاكتوز الملقح في حمام ما في على درجه حراره 44.5 درجه مئويه لانه في هذه الدرجه لاتنمو الا ***E coli*** النمط البرازي fecal type والتي مصدرها الانسان والحيوانات ذات الدم الحار . حيث تكون الحوامض والغاز عند هذه الدرجه .

مصانع الالبان واللحوم تلقي مع فضلاتها اعداد هائله من هذين النوعيتين وبما ان هذين النوعيين يعيشان فتره قصره خارج احشاء الحيوانات لهذا وجودهم باعداد كبيره يدل على حداثه التلوث ، واهم نوعيين مصدرهما امعاء الانسان هما St .faecalis و St. faecium ولهذا سياده هذين النوعيين في الماء دلاله على ان المصدر الرئيسي للتلوث هي المجاري وفضلات الانسان .

ويتم الكشف عن المسبحيات البرازيه بنفس الطرق السابقه والتي ذكرت لعد بكتريا القولون وهي

1-استخدام طريقه MPN

باستخدام وسط Azide_dextrose broth

2-طريقه الترشيح

باستخدام اوساط متعدده مثل وسط Tyrosine Sorbitol Thallous Acetate

البكتريا السبوريه **5-*Clostridium perfringens***

وهذه البكتريا عباره عن عصيات موجبه لصبغه كرام تكون سبورات وهي ايضا تستوطن امعاء الانسان والحيوانات ذات الدم الحار ولهذا وجودها ايضا يدل على التلوث البرازي او سبورات هذه البكتريا كما تبقى فتره طويله في المياه ولهذا وجودها قد يدل على ان التلوث قديم كما انها مقاومه للظروف الغير ملائمه، ولايتم الكشف عنها لوحدها بل مع بكتريا القولون والمسبحيات من اجل تاكيد التلوث.

الميكروبات المعززة لانتاج النفط microbial enhanced oil recovery (MEOR)

تحسين انتاج النفط ميكروبياً (MEOR) يمثل استخدام الكائنات الحية الدقيقة لاستخراج النفط المتبقي من المستودعات. هذه التقنية لديها القدرة فعالة في استخراج النفط المحاصر في المسام الشعرية الصخرية أو في المناطق التي لا ينفع معها طرق استخراج النفط الكلاسيكية أو الحديثة مثل الاحتراق، والتهجير وقابلة للامتزاج والبوليمرات الخ وهكذا، وضعت MEOR كطريقة بديلة لاستخراج الثانوي والعالي من النفط من المكامن، منذ بعد الأزمات النفطية في عام 1973، أصبحت أساليب الاستخلاص المعزز للنفط أقل ربحية. تبدأ حتى من مرحلة رائدة من MEOR تم تشغيل (s1950) الدراسات على ثلاثة مجالات واسعة، وهي حقن، والتشتت، وانتشار الكائنات الحية الدقيقة في مكامن البترول. التحلل الانتقائي لمكونات النفط لتحسين خصائص التدفقات. و الأيض الإنتاج من قبل الكائنات الحية الدقيقة وآثارها .

في عام 1926، اقترح بيكمان للمرة الأولى أن الكائنات الدقيقة يمكن أن تستخدم لاطلاق سراح النفط من الاماكن التي يسهل اختراقها. بين 1926 و 1940 قد تم معرفة القليل حول هذا الموضوع. ثم، في s1940، بدأت ZoBell وفريقه البحثي (1947) سلسلة من الفحوص المختبرية المنهجية. تميزت نتائجها بداية لحقبة جديدة من الأبحاث في علم الأحياء الدقيقة البترولية مع تطبيق استخراج النفط. وأوضح ZoBell الآليات الرئيسية المسؤولة عن إطلاق النفط من الأوساط المسامية التي تنطوي على عمليات مثل انحلال كربونات غير العضوية من قبل الأيض البكتيرية التي تقلل من لزوجة النفط، وبالتالي تعزيز تدفقه. المنتجات البكتيرية مثل الغازات والأحماض والمذيبات، ومواد النشطة سطحيا ، والكتلة الحيوية.

رغم التطور الكبير الذي تحقق في مجال استكشاف و**استخراج النفط** الخام من باطن الارض، فان جزءا كبيرا من هذه الثروه الطبيعيه المكتشفه تبقي دون استخراج بسبب لزوجتها العاليه والتصاقها بالصخور والتجاويف السفليه.

ويقدر ان نصف كميه النفط المكتشفه تبقي في ابار النفط ويتعذر استخراجها بالطرق التقليديه والاستفاده منها. وقد طورت عده تقنيات للاستخلاص المعزز للنفط ولرفع الضغط في الابار، ومن هذه الطرق المعالجه الحراريه وضخ الماء وبخاره واضافه بعض المواد الكيميائيه، وهي

تهدف الي تقليل لزوجه **النفط الخام** المتبقي في البئر. وقد اثبتت هذه الطرق نجاحها وقدرتها علي زياده الانتاجيه.

رغم اهميه وفعاليه الطرق السابقه المعززه لاستخراج النفط الخام، فانه تتبقي كميات ضخمه من النفط الخام في الابار يتعذر استخراجها، وهذا شجع الباحثين علي البحث عن طرق جديده لتعزيز الانتاجيه واستخراج النفط الثقيل والنفط الشديد الثقل اللذين يتميزان بلزوجتهما العاليه، كما هو الحال في بعض الابار في كاليفورنيا بالولايات المتحده وفي البرتا الكنديه وحزام اورينوكو الفنزويلي وفي بعض **حقول النفط** بالشرق الاوسط.

ومن الطرق الحديثه المعززه لاستخراج النفط الخام والتي حظيت باهتمام كبير، استخدام بعض سلالات البكتيريا، حيث يتم استغلال نشاط هذه الميكروبات لتحرير النفط الثقيل العالق بالصخور وتقليل لزوجته، مما يؤدي الي استئناف ضخ النفط من الابار التي توقف انتاجها.

وفي العاده، تستخدم بعض سلالات البكتيريا الموجوده في الاوحال النفطيه المترسبه في اعماق الارض، او يتم استنباط انواع جديده من البكتيريا المعدله وراثيا، وهي تعمل علي تحلل النفط الثقيل او النفط الشديد الثقل العالي اللزوجه لتحويله الي نفط اقل لزوجه يمكن استخراجه من الابار بسهوله.

ويلجا الباحثون الي تشجيع نمو تلك البكتيريا في مختبرات خاصه، ثم تحقن في بئر النفط مع ماء الحقن المزود بالعناصر الغذائيه اللازمه لنمو تلك الكائنات المجهريه والاوكسجين في بعض الاحيان، ثم يقفل البئر لعده ايام وقد تمتد الي عده اسابيع، وخلال تلك الفتره تتكاثر البكتيريا علي سطوح الصخور وفي المسامات والشقوق الدقيقه العالق فيها النفط الثقيل. كما تفرز تلك الكائنات الدقيقه بعض الاحماض العضويه والغازات التي تختلط مع زيت البترول، مما يؤدي الي تقليل لزوجه النفط الثقيل، وهذا يسهل حركته وخروجه من طبقه المصدر الي طبقه المستودع لاستخراجه من البئر.

هذا، وتستخدم في العاده طريقتان لتعزيز انتاجيه النفط باستخدام البكتيريا: **الاولي عن طريق حقن البكتيريا في المكمن مع محاليل المواد المغذيه** لكي تنمو في طبقه المصدر وتنتج المواد الحيويه التي تعمل علي دفع النفط الثقيل نحو البئر، **والثانيه بحقن المحاليل التي نمت فيها البكتيريا بشكل جيد داخل المكمن لاستخلاص النفط الخام.**

لقد اجريت عده تجارب منذ ستينيات القرن الماضي، وقد استخدم في بعضها بكتيريا لاهوائيه، وفي البعض الاخر بكتيريا هوائيه مع مواد حمضيه مائيه. وهذه التجارب اجريت في اميركا

وهولندا، وقد توصل الباحثون الي انه بعد سته اشهر من الحقن، حدثت زياده واضحه في الانتاجيه في عدد من الابار.

وتعد طريقه استخدام الميكروبات لتعزيز **انتاج النفط** (MEOR) من احدث الطرق المتبعه حاليا لزياده انتاجيه الابار التي قل انتاجها بشكل كبير، او التي تم هجرها من قبل الشركات المستخرجه للنفط.

ويرتبط نجاح هذه التقنيه الحيويه علي مدي قدره الهندسه الوراثيه علي تعديل بعض سلالات البكتيريا لتصبح قادره علي تحسين ورفع انتاجيه ابار النفط، ومدي قدره تلك الكائنات المجهريه علي تحمل درجات الحراره العاليه في الاعماق والضغط المرتفع والملوحه العاليه داخل الابار، وهذا يستدعي من الباحثين تزويد تلك الكائنات بجينات خاصه تمكنها من تحمل تلك الظروف القاسيه.

هذا، وتتميز تقنيه استخدام البكتيريا لتعزيز انتاج النفط الخام بانها امنه حيث لا تستخدم فيها مواد كيميائيه ضاره كما في بعض الطرق الاخري الخاصه بتعزيز الانتاجيه، اذ ان تلك المواد المستخدمه قد تشكل خطرا علي القائمين علي صناعه استخراج النفط، وقد تلحق اضرارا كبيره بمعدات الحفر والانابيب والبيئه.

لقد اثبتت التجارب التي اجريت علي عده انواع من بكتيريا الاوحال النفطيه قدرتها علي زياده انتاجيه ابار النفط القديمه، الا ان نجاح هذه الطريقه مرتبط -وبشكل وثيق- بمدي قدره الخبراء علي توفير الظروف المناسبه لنمو وتكاثر تلك الكائنات المجهريه داخل الابار.

في إطار التطورات الكثيرة التي شهدتها صناعة البترول خلال العقود الأخيرة، قد يكون ضمن أبرزها ما هو أبعدها عن البصر وأقلها إثارة للضجيج الإعلامي، ألا وهو استخدام البكتيريا الحية في هذه الصناعة التي تبدو في ظاهرها كيميائية ومعدنية بحتة. إذ باتت البكتيريا تلعب أدواراً أساسية في مختلف مراحل هذه الصناعة بدءاً بالآبار ومروراً بالمصافي وصولاً إلى أنابيب النقل. .فعلى سبيل المثال، كشفت الدراسات عن كائنات دقيقة قادرة على تطوير وإنتاج موادها الحيوية، تحسِّن إنتاج النفط في الآبار وخطوط الأنابيب، ومصافي التكرير، وتقوم بعمليات كيميائية ضرورية كإزالة كل من الكبريت والنيتروجين والمعادن من النفط، إضافة الى تقليل اللزوجة. فقد بات من الممكن استخلاص الإنزيمات والمواد الحيوية من خلايا تلك الكائنات، وإنتاجها بكميات كبيرة من خلال زراعة جيناتها في ميكروبات تتكاثر بسرعة عالية، لتنتج هذه

المواد بوفرة تجعل توظيفها في مصافي التكرير وخطوط إنتاج البترول أمراً ممكناً.وكما هو معروف، فإن النفط هو خليط معقَّد من الهيدروكربونات، كما أن الغاز الطبيعي أيضاً هو خليط من غاز الميثان وغازات أخرى، وكلاهما يشّكلان مواد قيمة لعدد من الكائنات الحية الدقيقة.

هناك أكثر من وسيلة من الوسائل الحيوية للمساعدة في تحسين انتاج النفط ميكروبياً منها :

<u>استعمال الاحياء المجهرية</u>

واهمها البكتريا اذ تعد هي وأنزيماتها لها القابلية على ازالة الكبريت من مركبات اواصر تؤدي الى تلوث البيئة وخاصة الجوية نتيجة لتكوين أكاسيد الكبريت وتكون السبب في المرشح الأول لتحسين عمليات الانتاج وتحسين نوعية النفط المنتج، وذلك لان الفطريات والطحالب والابتدائيات لا تسعف في هذه العمليات لأنها كبيرة الحجم وقليلة القابلية على النمو تحت ظروف متطرفة، فبعض الآبار يرتفع فيها تركيز كلوريد الصوديوم الى 8%. كما تتطرف الظروف الاخرى في الآبار لتصل درجة الحرارة الى 70 – 90م° لذلك يمكن استعمال الانواع المحبة للحرارة وخصوصا الاركيا المحبة لحرارة متطرفة التي تكون مثالية لهذه العمليات لان البعض منها ينمو بحرارة مثالية 80 – 110م° ، والبعض منها يعيش تحت ضغط 2000 – 2500 باوند / انج^2 وعليه تكون البكتريا تكون لا هوائية لذلك تلاؤم الظروف الموجودة في قعر البئر. اضافة الى ان للبكتريا امكانيات النمو بشكل ملائم للظروف في آبار النفط مثل البكتريا *B. licheniformis* يمكن ان تنتج كتلة حيوية بشكل خاص تسمى الكتلة التجارية التي تؤدي الى غلق المسامات في البئر مما يساعد في زيادة الاستخلاص.

ومن الاحياء بدائية النواة المشمولة الاحياء التي تعيش بنمط تغذية ذاتية على الكبريت او الهيدروجين وثنائي اوكسيد الكاربون بطريقة توليد الميثان. وتوجد أنواع متباينة التغذية التي تنمو على المواد العضوية وتحصل على الطاقة من تنفس الكبريتات او التخمر اللاهوائي. كما ان العديد من البكتريا تنتج المشتتات الحيوية والبوليمرات الخارجية التي تساهم في استخلاص النفط الخام، اضافة الى امكانيات اخرى يمكن ملاحظتها من الجدول (1)

جدول 1 : المنتجات الميكروبية المختلفة المستعملة في استخلاص واسترجاع النفط

المادة المنتجة	الكائن المنتج	استعمال المادة
كتلة حيوية	*Bacillus licheniformis*	. عمليات غلق خاصة في البئر . تقليل اللزوجة . تفكيك النفط
	Leuconostoc mesenteroides	
	Xanthomonas campestris	
مشتتات حيوية	*Acinetobacter calcoaceticus*	. استحلاب . تقليل الشد السطحي عند تلاقي الاطوار . تقليل اللزوجة
	Arthrobacter paraffineus	
	Bacillus licheniformis	
	Clostridium pasteurianum	
	Corynebacterium fasciens	
	Pseudomonas rubescens	
مكوثرات حيوية	*Bacillus polymyxa*	السيطرة على حركة الاطوار السائلة
	Brevibacterium viscogenes	
	Leuconostoc mesenteroides	
	Xanthomonas campestris	
مذيبات	*Clostridium acetobutylicum*	. اذابة النفط . تقليل اللزوجة
	Clostridium pasteurianum	
	Zymomonas mobilis	
حوامض عضوية	*Clostridium* spp.	الاستحلاب ووظائف أخرى
	Enterobacter aerogenes	
غازات CO_2, CH_4, H_2	*Clostridium acetobutylicum*	. زيادة الضغط . تقليل الشد السطحي عند تلاقي الاطوار . تقليل اللزوجة
	Clostridium acetobutylicum	
	Enterobacter aerogenes	
	Methanobacterium sp.	

استعمال الانزيمات

يمكن استعمال عدد من الانزيمات في الصناعات النفطية وذلك لان الانزيمات تتميز بتخصص عالي Regiospecificity، Stereospecificity لإنتاج مركبات نقية، كذلك يمكن للبعض منها العمل في أطوار لا مائية والذي يزيد من مدى مواد الأساس التي تعمل عليها وخاصة مركبات النفط الكارهة للماء. كل هذه الأسباب شجعت استعمالها في صناعات النفط.

ومن الانزيمات المستعملة $Cyt.P_{450}$ – dependent monooxygenases، Lipooxygeneases، Dioxygenasesوإنزيمات تحليل البيروكسيد. ومن الأمثلة (NDO) Naphthalene dioxygenase يمكن ان يشارك في العديد من عمليات الاكسدة ونظرا لوسع مدى مواد الاساس التي يعمل عليها فهو يستعمل في انتاج Chiral petrochemicals وهي طلائع لإنتاج مواد ذات فعالية حيوية.

وتساعد هندسة البروتينات وتوفر امكانيات تحوير الانزيمات لجعلها ملائمة للعمل تحت ظروف مختلفة خاصة بالنسبة للأنزيمات التي تفرز الى خارج الخلايا مما شجع على ادخالها الى الصناعات النفطية، اذ ان اجراء التغييرات الهندسية عليها ترمي الى اضفاء الثباتية الحرارية وتحرير مدى تخصصها للمواد التي تعمل عليها وذلك اما باستبدال وحدة إنزيمية فرعية او ازالتها او التلاعب بالحوامض الامينية في الواقع الفعالة للأنزيمات لزيادة سرعة التفاعلات خاصة وان التفاعلات الانزيمية في الأوساط اللامائية تكون بطيئة مقارنة بالأوساط المائية وهو ما حد من استعمالها في الصناعات المعتمدة على المواد الكارهة للماء (الهايدروكاربونات).

المشتتات والبوليمرات الحيوية

هناك بعض المواصفات لهذه المواد التي يجب ان تتصف بها لتلائم الصناعات النفطية ومنها :

- ان تكون ذات ثباتية عالية لقوى القص.
- ان تكون محاليلها ذات لزوجة عالية، وان تكون اللزوجة ثابتة على مدى واسع من الارقام الهيدروجينية والحرارة والضغط.
- ان تكون مقاومة لعمليات التحلل الحيوي التي تحصل في بيئة البئر.

وأهم المستحلبات او المشتتات الحيوية التي تنتجها الاحياء المستعملة في مجالات الصناعات النفطية موضح بعضها في الجدول (2)

جدول 2 : اهم المشتتات الحيوية المستعملة في الصناعات النفطية

الاحياء المنتجة	المشتت الحيوي
واطئة الوزن الجزيئي	
Pseudomonas aeruginosa	دهون الرامينوز
Arthrobacter paraffineus	دهون التريهايوز
Rhodococcus erythropolis	
Mycobacterium spp.	
Candida lipolytica	دهون السيفيروز
Torulopsis bombicola	
Psudomonas fluorescens	Viscosin
Bacillus subtilis	Surfactin
Bacillus polymyxa	Polymixins
Bacillus brevis	Gramicidin S
Acinetobacter spp.	دهون فوسفاتية
Thiobacillus thiooxidans	
Bacillis pumilis	بيبتيدات دهنية
Bacillus licheniformis	
Pseudomonas fluorescens	
Rhodotorula glutinis	دهون كحولية (Polyol lipids)
Rhodotorula graminis	
Serratia marcescens	Serrawettin
Corynebacterium lepus	حوامض دهنية
Arthrobacter parafineus	
Penicillium spiculisporum	
Talaromyces trachyspermus	
Capnocytophaga spp.	
Lactobacillus fermentii	
عالية الوزن الجزيئي	
Acinetobacter radioresistens	Alasan
Acinetobacter calcoaceticus	Emulsan
Acinetobacter calcoaceticus	Biodispersan
Candida lipolytica	Liposan
Candida tropicalis	Mannan-lipoprotein
Candida utilis	مستحلبات اغذية
Pseudomonas tralucida	مستحلبات المبيدة
Halomonas eurihalina	سكريات مكوثرة حاوية على الكبريت
Sphingomonas paucimobilis	سكريات مكوثرة متباينة

ان تقليل لزوجة النفط الخام يسهل من ضخه الى مسافات طويلة. وتقل لزوجة النفط الخام بواسطة الحوامض العضوية الناتجة من التخمرات ولكن هذه تؤثر على نضوحيه جدران البئر. اما المشتتات الحيوية فهي تساعد في استحلاب النفط وفك ارتباط اغشيته من الصخور وبالتالي المساعدة في زيادة كفاءة الاستخلاص فمثلا Emulsan يمكن ان يقلل من لزوجة النفط الثقيل من

200000 سنتي بويز (cp) الى 100 مما يسهل ضخه الى مسافات بعيدة. وعند اختيار المشتتات سواء الكيماوية او الحيوية لابد ان تكون ضمن مواصفات محددة :

- نوعية الشحنة اذ توجد مشتتات لا أيونية وأخرى سالبة او موجبة ولذا تنتخب وفق النظام الذي ستستعمل فيه.
- تحديد مقياس محبة الدهون والذي يتم من قياس التوازن المحب للماء والكاره للماء Hydrophile - Lipophile Balance (HLB) ، فالمشتتات ذات التوازن بين 3 – 6 تكون مستحلبات ينتشر فيها الماء في الزيت، اما القيم بين 8 – 15 فهي تكون مستحلبات للزيت في الماء.
- تحديد CMC وهو التركيز الحرج الذي يصل فيه الشد السطحي الى أوطأ نقطة وتتكون الفتيتات Micelle.

ويجب مراعاة ان اضافة المشتتات لا يؤدي دائماً الى نتائج ايجابية وذلك لأن :

- قد تكون المشتتات المضافة خاصة عند التراكيز العالية سامة للخلايا.
- قد تقوم الاحياء باستهلاك المشتتات تاركة المواد الهيدروكربونية.
- يمكن ان تتداخل المشتتات مع وظائف الأغشية الخلوية مؤدية الى عرقلة قبط المواد.
- قد تقلل من الجاهزية الحيوية لفتيتات الهايدروكاربونات المتكونة.

لذلك هناك حدود مثالية للمشتتات المستعملة لإزالة ملوثات التربة 1-2% ، التي تختلف عن الانظمة المائية التي تكون التراكيز الملائمة لها 0.1 – 0.2 % ، لان المضافة الى التربة تتعرض الى عمليات امتزاز على سطوح حبيبات التربة. وأفضل المشتتات التي وجدت تطبيقات عملية جيدة في الحقل هي التي يكون لها توازن صفة كراهية ومحبة الماء بحدود 13 . ومن فهم دور المشتتات الحيوية يمكن استعمال الهندسة الوراثية لانتاج مشتتات ملائمة لكل حالة في معالجة التلوث النفطي.

3.4.1 الكتلة الحيوية

ومن المعروف أن البكتيريا تنمو بسرعة جدا حيث يتم الإبلاغ عن بعض لمضاعفة 20 مرات تحت الظروف الهوائية. آلية الكتلة الحيوية الميكروبية في MEOR ينطوي على السد الانتقائي

للمناطق النفاذية العالية حيث سوف تنمو الخلية الميكروبية في الطبقة المسامية للحد من تدفق المياه غير مرغوب فيها من خلال المسام. وهذه القوة المياه تشريد لتحويل مساره إلى المسام أصغر حجما، وبالتالي تشريد النفط الامم المتحدة واجتاحت وزيادة استخراج النفط.

3.4.2 المسطحات الحيوية

وهذه هي الجزيئات متقابلة الزمر مع كل أجزاء ماء والكارهة للماء التي تنتجها مجموعة متنوعة من الكائنات الحية الدقيقة. لديهم القدرة على الحد من السطحية والتوتر السطحي من خلال تجميع في واجهة من سوائل قابلة للامتزاج وزيادة القابلية للذوبان والتنقل من المركبات العضوية مسعور أو غير قابلة للذوبان. بيو السطحي هي المنتجات ذات القيمة العالية أنه نظرا لخصائص متفوقة على مثل سمية منخفضة، وسهولة التطبيق، التحلل البيولوجي عالية والتسامح حتى في ظل الظروف القاسية من PH ودرجة الحرارة والملوحة هي بدائل فعالة لتصنيعه كيميائيا سطح عناصر نشطة مع إمكانية تطبيقها في صناعة النفط.

3.4.3 البوليمرات الحيوية

هذه هي السكريات التي تفرز من قبل العديد من سلالات البكتيريا أساسا لحمايتهم من جفاف مؤقت والافتراس وكذلك للمساعدة في الالتصاق بالأسطح (سين، 2003) 4 و (براون، 1992) 21. العمليات المقترحة من البوليمرات الحيوية هي يسد أساسا الانتقائي للمناطق نفاذية عالية وهذا نفاذية تعديل خزان لإعادة توجيه الفيضانات المياه إلى قنوات الغنية بالنفط (السناتور 2008) 3. آخر عملية هامة من البوليمرات الحيوية هي المحتملة وكلاء تحكم التنقل من خلال زيادة لزوجة الماء تشريد بالتالي تحسين نسبة التنقل واكتساح الكفاءة (اقيت وآخرون، 1989) 22

3.4.4. المذيبات الحيوي

أحيانا المذيبات يمكن أن تنتج واحدا من نواتج الأيض من الميكروبات. وتشمل هذه الايثانول والأسيتون، والبيوتانول التي كتبها الكربوهيدرات التخمير خلال مرحلة النمو الأولى من عملية الإنبات. سلالات من البكتيريا اللاهوائية مثل كلوريد هي المسؤولة عن إنتاج مكونات الدم خلال مرحلة النمو ثابتة لعملية العرض. هذه-المذيبات الحيوية قد يساعد أيضا في الحد من اللزوجة النفط ويمكن أن تساهم أيضا السطحي (المشارك السطحي) للحد من التوتر السطحي (IFT) بين الزيت والماء (يوسف وآخرون، 2005) 23.

3.4.5 الأحماض الحيوية

بعض أنواع البكتيريا، وفقا لبعض المواد الغذائية يمكن أن تنتج الأحماض مثل الأحماض اللبنية، وحامض الخليك وحمض زبدي (مكينيرني وآخرون، 2005) 24. ويمكن لهذه الأحماض تكون مفيدة في خزانات كربونات أو تشكيل الحجر الرملي تقع من الكربونات، لأن بعض هذه قضية حل صخرة كربونات، وبالتالي تحسين المسامية والنفاذية (مكينيرني وآخرون، 1990) 25. إنتاج الأحماض العضوية من قبل البكتريا هي مرحلة طبيعية من تشكيل اللاهوائي للسكر. بكتريا *Clostridium*، على سبيل المثال يمكن أن تنتج 0.0034 مولات للكيلوغرام الواحد حمض دبس السكر.

3.4.6. الغاز الحيوي

يمكن للبكتيريا تخمر الكربوهيدرات لإنتاج الغازات مثل غاز ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان. هذه الغازات يمكن استخدامها لتعزيز استخراج النفط عن طريق استكشاف آليات خزان إعادة الضغط وخفض اللزوجة النفط الثقيل. يمكن للغازات تساهم في تراكم الضغط في ضغط المنضب خزان (براون، 1992) 21. انهم (الغازات) قد حل أيضا في النفط الخام وخفض اللزوجة (رامزي، 1987) 27 و (مكينيرني وآخرون، 1990) 25 بعض من البكتيريا المنتجة للغاز ذكرت هي كلوستريديوم، منتزعة الكبريت، الزائفة وبعض methanogens (Behlulgil و Mehmetoglu، Methanogens .5 (2003 تنتج نحو 60٪ من الميثان وثاني أكسيد الكربون بنسبة 40٪ حيث الميثان والتقسيم بين مرحلة النفط والغاز بينما ثاني أكسيد الكربون والتقسيم إلى مرحلة المياه وكذلك تحسين وبالتالي تنقل النفط.

Bioremediation

" المعالجه الحيويه "

يعتبر النفط (البترول) من اهم مصادر الطاقه حيث يعتمد العالم على النفط في الكثير من المجالات وتعد مواقع الصناعات البتروكيميائيه ومصافي النفط مصدر خطير من مصادر التلوث اذ تطرح كميات كبيره من الفضلات الخطيره على البيئه كذلك عمليات استخراج النفط ونقل النفط تؤدي الى مشاكل بيئيه كبيره .

غالبا ما تتم معالجه التلوث النفطي باستخدام الطرق الفيزيائيه او الكيميائيه او البايلوجيه ، استخدام الطرق الفيزيائيه والكيميائيه في المعالجه قد يؤدي الى تفاعل المواد المستخدمه مع النفط الخام مما يؤدي الى تكون مركبات سامه كما ان الطرق الفيزيائيه و الكيميائيه لا تنظف البيئه من مركبات النفط الخام بشكل كامل ولذلك تستخدم عاده الطرق البايلوجيه كبديل عنها تلعب المركبات المزيله او المخفضة للشد السطحي Biosurfactants تلعب دورا مهما في عمليه المعالجه الحيويه وذلك لفعاليتها في تشتيت ومعالجه المركبات النفطيه وهي مركبات صديقه للبيئه كما ان سميتها قليله وتساعد على تكسير المركبات النفطيه بشكل كبير ولهذه المركبات العديد من التطبيقات فهي تستخدم في معالجه او تنظيف النفط المتسرب ، وفي ازاله بقايا النفط من خزانات الخزن وفي تحسين انتاج النفط وفي معالجه الحيويه للترب والماء كما تدخل في العديد مثل الصناعات الدوائية ومضادات الاورام والصناعات الغذائية والتجميلية .

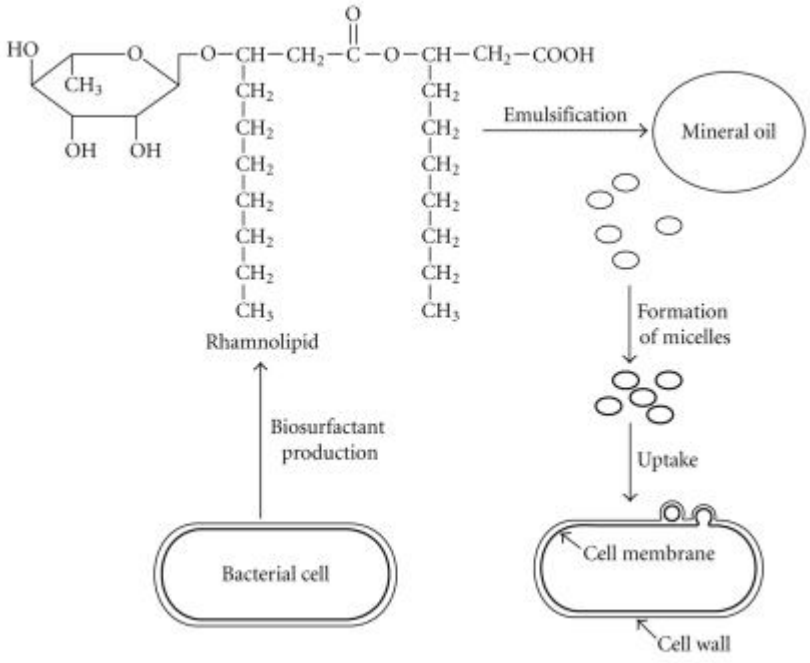
ما هي المركبات المخفضة للشد السطحي: Biosurfactant

الشد السطحي أو **التوتر السطحي** : كما ذكرنا هو خاصية لسطح السائل إذ يعمل كغشاء مشدود تقف عليه الحشرات وتطفو عليه الإبرة أو الشفرة الفلزية أو حتى قطعة نقدية مع أن كثافتها أكبر من كثافة السائل.

تربط بين جزيئات المادة المتجانسة قوى تسمى قوى الجذب الجزيئية (قوى التماسك) تعمل على تماسك جزيئات هذه المادة بعضها ببعض، إن قيمة هذه القوى في السوائل تكون أقل مما عليه في الأجسام الصلبة وهذا ما يفسر تغير شكل السائل بتغير الإناء الموجود فيه، بالإضافة إلى تلك القوى توجد قوى تؤثر بين جزيئات السائل وجزيئات الأوساط الأخرى التي تلامسها سواء أكانت (حالة تلك الأوساط صلبة أو سائلة أو غازية تدعى هذه القوى ب (قوى التلاصق).

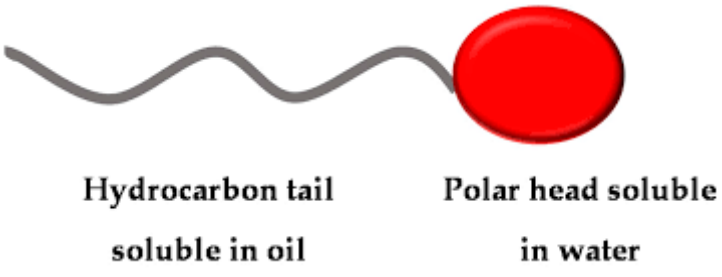
تقدم ظاهرة الشد السطحي تفسيراً لكثير من الظواهر الشائعة في حياتنا. فعلى سبيل المثال تأخذ قطرات السوائل أشكال شبه كروية بسبب ظاهرة الشد السطحي، وذلك لأن الكرة هي الشكل الهندسي ذو مساحة السطح الأقل. كما أن تباين مدى قوة قوى تماسك جزيئات السائل وقوى الالتصاق بالمادة المحيطة بالسائل يفسر لنا لماذا قد يبلل سائل معين بعض المواد في حين أنه لا يبلل مواد أخرى. فعلى سبيل المثال فإن الماء لا ينتشر على الأسطح النايلونية أو الأسطح المغطاة بالشمع وذلك لأن قوى تماسك جزيئات الماء مع بعضها البعض أكبر من قوى التصاق الماء بالسطح المشمع، وبالتالي تتجمع قطرات الماء فوق ذلك السطح على شكل قطرات يمكن أن تسقط بسهولة دون أن تبلل السطح.

تنتج المركبات المخفضة للشد السطحي من قبل الاحياء المجهريه وبعض الاحياء الراقيه كالنباتات والحيوانات ، وغالبا ما تنتجها الاحياء المجهريه الهوائيه في الاوساط السائله الحاويه على مصادر كاربونيه كالكاربوهيدرات او الهيدروكاربونات او الدهون او الزيت وتنتجها هذه الاحياء حتى تساعدها على النمو حيث انها تسرع وتسهل من دخول المواد غير الذائيه عبر الغشاء الخلوي .



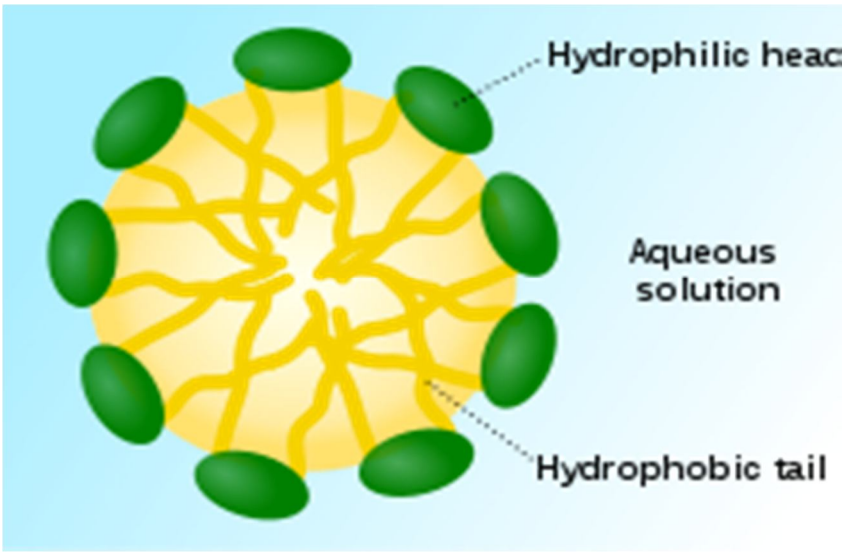
شكل يوضح انتاج المركبات المخفضة للشد السطحي من قبل البكتريا

Biosurfactant : وهي مركبات تخفض او تقلل من الشد السطحي Surface tension بين سائلين او بين سائل وماده صلبه وهي تعمل اما كمنظفات detergents او مستحلبات emulsifiers او عوامل مرطبه wetting agent او عوامل رغوه Foaming agents او مشتات dispersants وهي مركبات عضويه ثنائيه القطب amphiohilic بمعنى انها تحتوي او تتكون من مجموعتين ، مجموعه كارهه للماء hydrophobics (وشكل الذيول) ومجموعه محبه للماء hydrophilic (الرؤوس) اي انها تتكون من جزئين (مكونات غير ذائبه في الماء لكنها ذائبه في النفط ومكونات ذائبه في الماء)

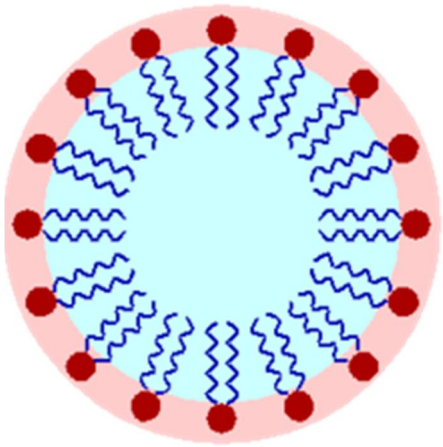


تنتشر المسطحات في الماء وتدمص في الفراغ البيني بين الهواء و الماء او بين النفط والماء وفي هذه الحاله يختلط الماء مع النفط تكون المجموعه الكارهه للماء الغير ذائبه في الماء (الرؤوس) تبقى متصله مع الماء . تكون المسطحات عندما تكون في محيط سائل تجمعات تسمى المذيلات

Micelles تمثل الذيول الكارهه للماء لب هذه التجمعات في حين الرؤوس المحبه للماء تكون باتصال مع الماء ان نوع التجمعات التي قد تتكون مختلفه قد تكون دائريه الشكل او اسطوانيه او على هيئه دهون ثنائيه الطبقه lipid bilayers ان شكل هذه التجمعات يعتمد على التركيب الكيميائي للمسطحات يعني على التوازن في الحجم بين الرؤوس المحبه للماء والذيول الكارهه للماء . كما مبين في الشكل التالي :



مخطط يوضح المذيله Micelle وميكانيكيه الارتباط حيث ترتبط الذيول الكارهه للماء باتجاه النفط لانها تتفاعل مع النفط اكثر من الماء بينما الرؤوس المحبه للماء تحيط او تغلف المذيله باتجاه الماء لانها تتفاعل مع الماء اكثر وسوف تكون طبقه محبه للماء خارجيه تكون حاجز بين المذيلات . هذا سوف يثبط تقطر النفط (اي يمنع رجوع النفط ليكون قطره) ، ان المركبات التي تحيط بالمذيله تكون ثنائيه القطب وهذا يعني ان المذيلات قد تكون ثابته على هيئه قطرات تسمى aprotic solvent مثل وجود النفط في الماء ، او قد تتواجد بهيئه pratic solvent كوجود الماء في النفط ، وعندما تكون القطرات aprotic فانها تسمى المذيله العكسية.



شكل يوضح المذيلات

الاحياء المجهريه المنتجه للمشتات :

عدد كبير من الاحياء تنتج المشتتات مثل الفطريات والخمائر والبكتريا وهي تنتج عاده من قبل الاحياء المجهريه المكسره للهيدروكاربونات النفطيه ومثال عليها بكتريا Pseadomonas التي تمتاز بقدرتها على انتاج كميات كبيره من مركبات glycolipids كذلك بكتريا Bacillus subtilis وهي معروفه بانتاجها لمركبات lipopeptide كذلك الخمائر مثل Candida bombicola و Candida lipolytica.

التطبيقات المختلفة للمركبات المخفضة للشد السطحي Biosurfactants

1- التلوث بسب تسرب النفط واستخدام المشتتات في المعالجه :-

يحدث الثلوث نتيجه لتسرب النفط او المنتجات النفطيه الى البيئه ويعتبر التلوث النفطي احد اخطر المشاكل البيئيه التي تعاني منها الكره الارضيه ، ان مصادر التلوث بالمشتقات النفطيه متعدده منها

1-الحوادث اثناء عمليه نقل الوقود بواسطه السفن او الناقلات

2-التسرب من الخزانات الموجوده تحت الارض حيث تتعرض هذه الخزانات للتأكل والتلف

3-عمليه استخراج النفط الخام

4-تحرر مشتقات النفط من معامل ومصانع البلاستك والادويه والمذيبات ومواد التجميل وغيرها

واخطر مصادر التلوث هي حوادث الناقلات والتي تؤدي الى تلوث النظام البيئي البحري بكميات كبيره من النفط الخام وهنا ياتي دور المشتقات الحيويه Biosurfactant التى تعمل على تشتيت النفط وتزيد من قابليه استهلاكه من قبل الاحياء المجهريه وبالتالي التخلص من هذه الملوثات بسب تكسيرها بفعل البكتريا والاحياء المجهريه الاخرى .

2- استخدام المشتقات في تحسين انتاج النفط:

تستخدم المشتقات في مجال الصناعات النفطيه حيث انها تحسن صناعه او انتاج النفط Microbial –enhanced oil Recorery (MEOR) من خلال مايأتي :

A- استخراج النفط الخاممن المكامن النفطيه :

تستخدم العديد من الطرق لاستخراج النفط من المكامن كالطرق الفيزيائيه والكيميائيه والحراريه وجميع هذه الطرق غاليه الثمن كما انها مؤذيه للبيئيه ولذلك تستخدم المشتقات الحيويه كونها رخيصه الثمن وصديقه للبيئيه وتقوم هذه المشتقات بتحسين انتاج النفط من خلال تحسين حركه الهيدروكاربونات مما يؤدي الى زياده انتاج النفط ، حيث انه في مراحل الانتاج الثالثي للنفط tertiary recorer of oil تقوم الاحياء المجهريه او منتجاتها الايضيه المتمثله بالمشتات biosurfactant او البوليمرات التي تعمل على استخراج الكميات المتبقيه من النفط داخل المكامن من خلال تقليل الشد السطحي للنفط المتواجد بين الصخور عن طريق خفض القوه الشعريه التي تعيق حركه النفط عبر مسامات الصخور . مما يسهل اندفاع النفط نحو ابار الانتاج كما ان المشتقات تساعد على استحلاب وتكسير غشاء النفط في الصخور ، اما تطبيق استخدام المشتقات الحيويه فيتم بعده طرق منها حقن الاحياء المجهريه المنتجه للمشتقات الى داخل مكامن النفط حيث تبدا هذه الاحياء بالنمو والانتشار او تتم من خلال حقن المغذيات الى مكامن النفط لتحفيز نمو الجراثيم المنتجه للمشتقات او العمل على انتاج المشتقات في مفاعلات ثم تحقن داخل المكامن ، هذه الطرق تستخدم عاده في المكامن النفطيه التي تم استنفاذ النفط منها لذلك فهي تطيل من عمر المكمن وبالتالي فهي تحسن انتاج النفط بكلفه قليله مقارنه مع تحسين انتاج النفط كيميائيا

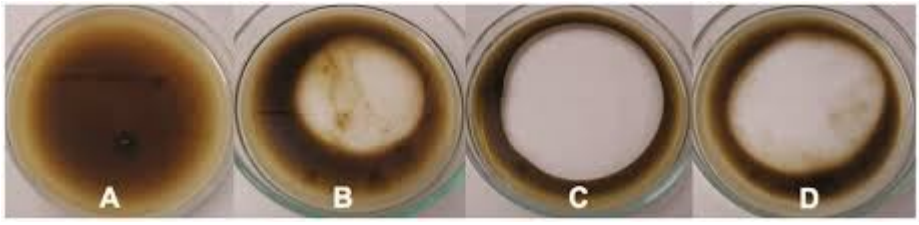
B-نقل النفط الخام عبرانابيب النقل :

عاده ما يتم نقل النفط الخام من مواقع الانتاج الى المصافي عبر مسافات طويله ، ويكون نقل النفط الثقيل heavy oil صعبا جدا والسبب يكون في صعوبه سيلان هاو جريانه بسبب لزوجته العاليه ومحتواه العالي من ماده الاسفلتين والبرافين وانخفاض الضغط الذي يؤدي بدوره الى

مشاكل الانسداد في خطوط انابيب النقل . عندما يترسب الاسفلتين في انابيب نقل النفط المعدنيه وبوجود ايونات الحديد تتفاعل مع الاسفلتين تحت ظروف حامضيه مكونه يسمى طين الاسفلتين asphaltene mud الذي يترسب في انابيب النقل ويسد جريان النفط تستخدم عاده مذيبات كيميائيه مثل التلوين والزايلين لاذابه هذا النوع من الطين وهذا يزيد من كلفه الانتاج كما انها اي (التلوين والزايلين) يولدان مواد عاليه السميه . التقنيات الحديثه تستخدم المستحلبات الحيويه (bioemulsifiers) او Biosurfactant – based emulsifiers التي تكون مناسبه لحل هذه المشكله ، اذا ان المستحلبات الحيويه مركبات او مسطحات ذات اوزان جزيئيه عاليه وذات خصائص مختلفه عن الكلايكولبد glycolipids والليبوبيتايد lipopeptides وظيفتها ليس التقليل من الشد السطحي لكن لها قدره العاليه على تكوين مستحلبات زيتيه ذائبه في الماء بسب وجود عدد كبير من المجاميع الفعاله في الجزيئه ، وترتبط المستحلبات الحيويه بقوه مع قطرات النفط او الزيت وتكون حاجز فعاله يمنع امتزاج القطره ويستخدم المستحلب الحيوي Emulsan بكثره في مجال الصناعات النفطيه لغرض تقليل اللزوجه العاليه في خطوط انابيب النقل .

C- تنظيف خزانات خزن النفط : Oil storage tank cleaning

تستخرج كميات كبيره من النفط يوميا ، بعضه ينقل الى المصافي والبعض الاخر يخزن في الخزانات tanks وللحفاظ على هذه الخزانات يجب ان تغسل بين فتره واخرى ، الفضلات والنفط الثقيل المترسب في قعر الخزان وعلى الجدران يكون لزج جدا ويصبح على هيئه ترسبات صلبه لايمكن ازالتها باستخدام المضخات التقليديه ، ازاله مثل هذه الترسبات تحتاج غسل بالمذيبات وتنظيف يدوي الذي يكون خطر ويستهلك وقت وجهد كبير كما انها عمليات مكلفه وغليه الثمن ، عمليات التنظيف تتضمن احيانا ضخ الماء الساخن او باستخدام المذيبات التي تصهر او تذيب هذه الترسبات وهذا يؤدي الى طرح متكرر للفضلات الى البيئة وخصوصا التربة .تستخدم المسطحات الحيوية كطريقه بديله لكل الطرق التي ذكرناها لتقليل اللزوجة للوحل وترسبات النفط من خلال تكون النفط المستحلب في الماء والذي يسهل ضخ الفضلات . كما ان هذه العمليات تتيح من اعاده استخراج النفط او الاستفادة من النفط الموجود في هذه الفضلات .



أ

شكل يوضح تأثير Biosurfactants على غشاء النفط.

3-الاستخدامات الطبية للمركبات المخفضة للشد السطحي

العديد من المركبات المخفضة للشد السطحي تستخدم كمضادات حيوية ضد الممرضات التي تصيب الانسان بمختلف انواعها الفيروسات والبكتريا والطفيليات وحتى الاورام والسرطانات كما ان لها فعالية قوية على البكتريا المقاومة للمضادات الحيوية والغشاء الاحيائي Biofilm للبكتريا المرضية.

1- Lipopeptides

مثال عليه Surfactin وهو من المركبات الفعالة جدا ضد البكتريا والفيروسات والاورام اذ ان له فعالية على فيروس الايدز وفيروس الانفلاونزا ويؤثر على الفيروسات من خلال التداخل الفيزيوكيميائي بين المركب والدهون الموجودة في الغشاء الخلوي للفيروس.

2- Daptomycin

ينتج هذا المركب من بكتريا Streptomycetes له فعالية ضد البكتريا المسببة للاصابات الجلدية Staphylococcus aureus المقاومة للمثيسيلين.

3- Glycolipids

مثل sophorolipids تنتج من قبل الخمائر مثل Candidaو Rhamnolipids تنتج من قبل البكتريا مثل Pseudomonas لها فعالية على البكتريا الموجبة لصبغة كرام والفطريات.

4- Arthrofactin

ينتج من قبل بكتريا Arthrobacter وهو مركب فعال جدا وتتداخل او تتفاعل جزيئات هذا المركب مع phospholipid الموجود في جدار الخلايا البكتيرية مما يؤثر على خصائص الغشاء.

نصنيف الفطريات الكيسية

Kingdam fungi

Phylum Ascomycota

وتقسم شعبة الفطريات الكيسية الى ثلاثة تحت الشعب وهي

Sub phylum 1:Taphrinomycotina

Sub phylum 2:Saccharomycotina

Sub phylum 3:Pezizomycotina

وفي ما يلي شرح التحت شعبة الاولى :

Sub phylum 1:Taphrinomycotina

1-Class:Taphrinomycetes

order Taphrinales

Family Taphrinomycetaceae

Ex:*Taphrina*

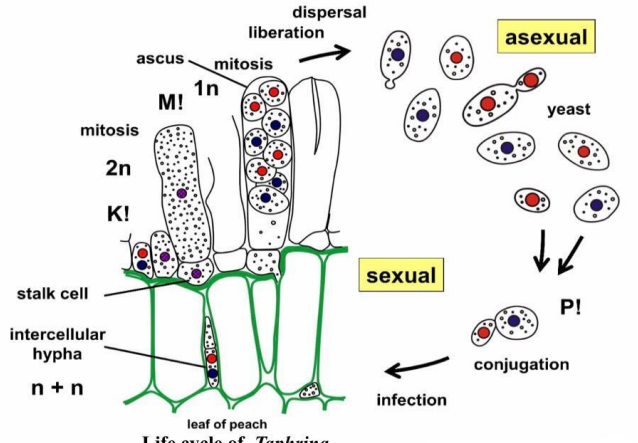
وهو من الفطريات الخيطية ويصيب النبات ويكون اكياس عارية تنشاء بحاشية الطبقة العمادية وهي ممرضات نباتية اختيارية اهم انواعها

T.deformans(peach leaf crul)تسبب تجعد اوراق الخوخ

T.pruni (plum pocket disease) مرض الجيوب على الاجاص

يتميز الفطر بتكوين غزل فطري ثنائي النواة يتجمع تحت البشرة ويكون خلايا وانتفاخات تدعى الابواغ الحرشفية والخلايا يحصل فيها اندماج نووي ثم تنمو وتنقسم النواة الى نواتين كل واحدة 2س ثم تنمو هذه الخلية ويتكون حاجز يقسمها الى جزئين خلية قاعدية واخرى طرفية كل خلية تحتوي نواة .

الخلية القاعدية تكون النسيج فتضمحل النواة والسايتوبلازم وتصبح فارغة وتعمل على تثبيت الكيس بالنسيج النباتي اما الخلية الطرفية يحصل بها انقسام اختزالي تعطي 4 انوية ثم يعقبه انقسام اعتيادي لتكون الحصيلة 8 انوية وكل نواة تحاط بجدار لتكوين السبور الكيسي وبذلك يتكون الكيس الحاوي على السبوات الكيسية في الطبقة العمادية وتبرز الاكياس الى الخارج بشكل اكياس عارية اي لاتوجد الاكياس ضمن جسم ثمري ويحدث التكاثر الاجنسي بالتبرعم .



Life cycle of *Taphrina deformans*

2-Class:Shizosaccharomycetes

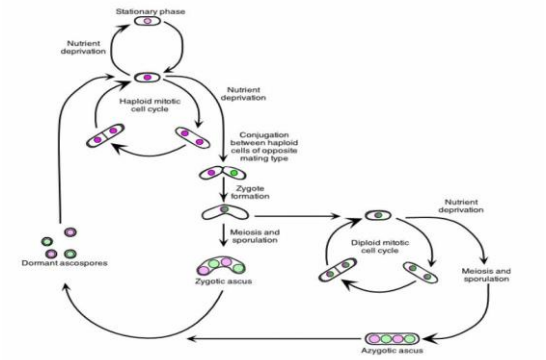
Order: Shizosaccharomycetales

Family: Shizosaccharomycetacea

Shizosaccharomyces pombe

تتواجد هذه الخميرة على النباتات المجروحة حيث توجد مركبات سكرية تتميز بانها تتكاثر لاجنسيا بالانشطار لذا سميت بالخمائر المنشقة او المنشطرة حيث يتكون حاجز يقسم الخلية الى خليتين وتتميز هذه الخميرة بكونها احادية النواة ونواتها احادية المجدموعة الكروموسومية .

التكاثر الجنسي فيها يحدث عن طريق تزاوج الحوافظ المشيجية المتوافقة جنسيا حيث تقترب عن بعض فتتكون قناة التزاوج وتتحرك النواتان باتجاه بعضهما وتتكون اللاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية والتي تنقسم اختزاليا لتعطي اربعة انوية وقد تعاني انقسام اعتيادي لتكون المحصلة8 انوية وكل نواة تحاط بجدار لتتحول الى سبور كيسي . تستخدم هذه الخميرة في الدراسات الوراثية والتقنيات الحياتية .



Life cycle of *Schizosaccharomyces pombe*

2-Sub phylum:Saccharomycotina

Class:Saccharomycetes

من الخمائر الكيسية الحقيقية تكون اكياس حرة بدون تكوين الاجسام الثمرية وجدارها الخلوي يتميز بوجود كمية قليلة من الكايتين مقارنة الفطريات الراقية ويتركز في مواضع تكوين البراعم ويوجد المانان وهو بوليمر لسكر المانوز، كما انها تفتقر الىworoning bodies ،تتميز بتكوين غزل فطري كاذب Pseudomycelium وتكون احادية الخلية في رتبة Saccharomycetalesوالتي تدعى سابقا Hemiascomycetes تتواجد هذه الخمائر اينما توجد السكريات لذا تكون موجودة في الغدد الرحيقية للازهار والثمار المتحللة ،قسم من هذه الخمائر توجد بشكل متعايش على جلد الانسان والقناة الهضمية للحيوان والانسان وقد تسبب امراض مهمة للانسان خاصة خميرة Candida الكتيرمنها مهم في انتاج البروتينات والفيتامينات وكمخمرات كحولية وصناعة المعجنات وصناعات اخرى .

أ- التكاثر الخضري

تتكاثر هذه الخمائر لاجنسيا بعدد من الطرق اهمها هي

1- التبرعم Budding

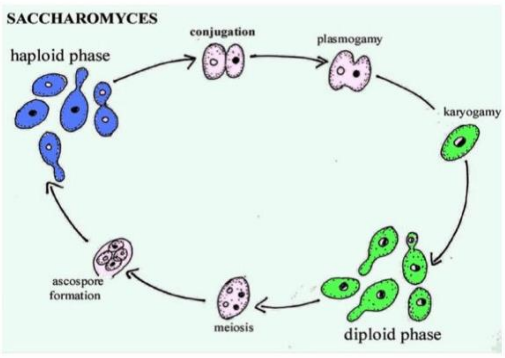
حيث ينشاء بروز صغير من الخلية الام الناضجة يسمى بالبرعم ويستمر هذا البرعم بالنمو لتكوين خلية جديدة وتنفصل هذه الخلية عند وصولها لحجم الخلية الام وفي بعض الاحيان تتكون سلسلة براعم متصلة بالخلية الام دون ان تنفصل مكونة تركيب يسمى الغزل الكاذب pseudomycelium

2-الانشطار Fission

حيث يتكون حاجز مستعرض يقسم الخلية الخميرية الناضجة الى خليتين

ب- التكاثر الجنسي

تتكاثر الخمائر جنسيا بتكوين السبورات الكيسية التي تنشاء وتتولد في كيس وهو تركيب مختلف عن الفطريات الكيسية الاخرى اذ تكون عارية وتتكون فيها السبورات الكيسية بعد ان تعاني خلية الخميرة انقسام اختزالي وبذلك تتكون اربع سبورات كيسية في الكيس .



Life cycle of *Saccharomyces cerevisiae*

التصنيف

غالبية الخمائر الكيسية تصنف في رتبة واحدة هي رتبة Saccharomycetales والتي تسمى سابقا Endomycetales وتضم هذه الرتبة عدد من العوائل اهمها

Family 1:Saccharomycetacae-1

اشهر مثال على هذه العائلة خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* اهم مميزاتها هي

1-تكون اكياس تحتوي 2 او 4 من السبورات الكيسية

2-السبورات الكيسية بيضوية او دائرية

3- تتكون الاكياس مباشرة من تحول الخلايا الخضرية

4- الخلايا الخضرية تكون 2س عكس الخمائر المنشقة التي تكون 1س والتي يحصل فيها تزواج

من الامثلة الاخرى على هذه العائلة

الخميرة *Pichia jadinii* وهي خميرة مهمة في التقنيات الحياتية وكانت تدعى سابقا خميرة *Torula*

Family 2:Dipodascaceae

مثال الخميرة Galactomces

Family 3:candidaceae

مثال الخميرة *Candida*

ويضم هذا الجنس 165نوع تقريبا اهم هذه*الانواع* *C.albicans* , *C.glabrata* ,*C.krusei*,

C.tropicalis

اهم مايميز هذه الخميرة

1- تتواجد في الاغشية المخاطية للفم والجلد والمهبل وتسبب امراض للاشخاص الموهنين مناعيا مثل Thrush ,Candidiasis وقد تسبب اصابات جهازية

2- خميرة ثنائية الشكل dimorphic اي لها شكل خيطي وشكل خميري .

ما الفرق بين *Saccharomyces* و *Schizosaccharomyces* ؟

Saccharomyces	*Schizosaccharomyces*
تحتوي على 16 كروموسوم	3 كروموسومات
Diploid	Haploid
تتكاثر لا جنسيا بالتبرعم او الانشطار	تتكاثر لا جنسيا بالانشطار
بيضوية او كروية او متطاولة الشكل	عصوية الشكل

✓ **ملاحظة مهمة**

الطور اللاجنسي يسمى Anamorph

الطور الجنسي يسمى Telomorph

اذا وجد كلا الطورين معا يسمى Holomorph

3- Subphylum : Pezizpmycotina

Calss: Eurotiomycetes

يضّم هذا الصنف فطريات تكون غزل فطري مقسم جيد التكوين ومتفرع وتكون اجسام ثمر ية مغلقة Cleistothecium والاكياس تكون كروية او بّيضوية مستعرضة الشكل او اسطوانية وحيدة الجدار unitunicate.

Subclass : Eurotiomycetidae

Order: Eurotiales

Family : Trichocomaceae

تعتبر من المجاميع المعروفة والمهمة وتضم فطريات مهمة مثل جنس *Aspergillus* و *Penicillium* التي لا يكاد مكان يخلو منها حيث توجد بالتربة والمياه وتعتبر محبة للجفاف xerophilic

Ex: *Aspergillus*

يكون هذا الجنس غزل فطري جيد التكوين وغزير النمو ومتفرع مقسم، كل خلية من خلاياه عديدة الانوية بعكس *Penicillium* الذي يكون وحيد الانوية وقد يكون اجسام حجرية صغيرة في الظروف غير الملائمة.

يمكن تقسيم الانواع التابعة لهذا الجنس اعتمادا على لون المستعمرات

Aspergillus candidus ابيض

Aspergillus niger اسود

Aspergillus fumigatus اخضر مزرق

Generated by CamScanner

تكون اجسام ثمرية مغلقة على الغزل الفطري بدون تكوين حشية ثمرية وتتولد الاكياس من خيوط متفاوتة الاطوال ولذلك تكون مبعثرة بمستويات مختلفة داخل الجسم الثمري ولا توجد طبقة خصيبة محدودة .

تشمل هذه الرتبة مئات من الانواع اغلبها مترممة ولكن بعضها يتطفل على النباتات والحيوانات والانسان والاطوار الكونيدية (اللاجنسية) لكثير منها واسعة الانتشار ومعروفة باسم العفن الاسود والعفن الاخضر والعفن الازرق. ولافراد هذه الرتبة القدرة على استغلال مختلف المواد كغذاء لها نظرا لما تنتجه من انزيمات عديدة حيث يمكنها النمو على اي وسط حاوي على مصدر عضوي وقليل من الرطوبة.

من انواع جنس *Aspergillus* التي تسبب امراض للحيوان والانسان *A. fumigatus* , *A. flavus* , *A. niger* وغيرها من الانواع تسبب امراض رئوية يطلق عليها بداء الرشاشيات Aspergillosis .

يستغل النشاط الانزيمي لجنس *Aspergillus* في الكثير من العمليات الصناعية فيتم انتاج حامض الستريك بواسطة *A. niger* اضافة لانتاج الانزيمات والمضادات الحيوية.

التراكيب الجسدية والتكاثر اللاجنسي:

الخيوط الفطرية وفيرة النمو غزيرة التفرع مقسمة شفافة وخلاياها عديدة النوى، الحامل الكونيدي ينشا من خلية قدمية foot cell ومن هذه الخلية تنشا فروع هوائيةغير متفرعة غير مقسمة تدعى الحوامل الكونيدية conidiophores تنتفخ بنهايتها مكونة تركيب يدعى vesicle مهمة في تصنيف الانواع حيث تكون اما كروية او شبه كروية او هراوية وتكون متعددة النوى كثيفة السايتوبلازم.

ينشا على محيط الحوصلة عدد من الذنيبات phialids (sterigmata) بصف uniseriate او صفين biseriate والتي في قممها تتكون الكونيديات التي تكون كروية وحيدة الخلية ومتثخنة الجدار من الخارج وتبدا وحيدة النواة ثم لا تلبث ان تصبح عديدة النوى بتعاقب الانقسام النووي او تبقى وحيدة النواة. الكونيديات تتكون داخل طرف الذنيب عن طريق تكوين حاجز يحصر جزء من السايتوبلازم محتويا على نواة ويتكور البروتوبلاست ثم يفرز جدار يحيط به داخل انبوبة الذنيب وعند نضج الكونيديا قد يتحد جدارها او جزء منه بجدار الذنيب وفي نفس الوقت يبدأ البروتوبلاست بتكوين كونيديا جديدة اسفلها تدفعها الى الخارج دون ان تنفصل عنها ويؤدي ذلك الى تكوين سلسلة من الكونيديات باستمرار نمو السايتوبلازم وتكوين الكونيديات واحدة اسفل الاخرى . الوان الحوامل الكونيدية والكونيديات تطغى على لون المستعمرة ولذلك تظهر المستعمرة سوداء او بنية او صفراء.

Generated by CamScanner

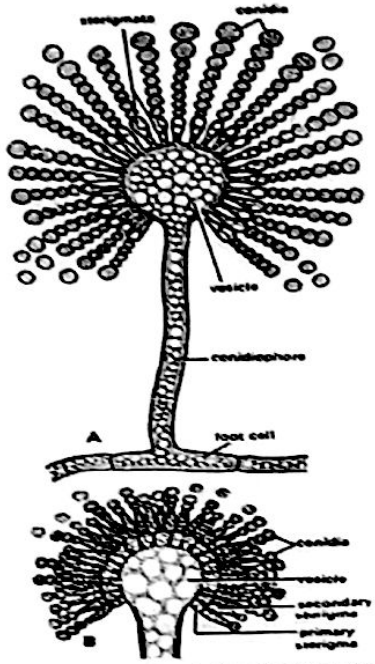


Fig. 84. *Aspergillus*. A. A conidiophore with sterigmata and conidia; B. Tip of a conidiophore bearing primary and secondary sterigmata.

التكاثر الجنسي

الطور الجنسي لفطر *Aspergillus* يطلق عليه *Eurotium* او *Emericella* اعتمادا على الطور اللاجنسي (بعض انواع جنس *Aspergillus* يعطي طور جنسي يعود لل *Eurotium* في حين انواع اخرى تعطي *Emericella* . وكلاهما عبارة عن جسم ثمري مغلق cleistothesia

يكون التكاثر الجنسي في هذا الجنس متفاوت الى درجة كبيرة فقد يكون الاقتران البلازمي نتيجة الاتصال بين حافظتين مشيجيتين كاملتين او تختفي الانثريديا تماما وتتكون الاكياس من مولدة الكيس وحدها Ascogonium .

في *Eurotium* تظهر الاعضاء الجنسية من anthredia و ascogonia متجاورة على الخيوط الجسمية على شكل تراكيب محدودة عديدة النوى ويلتف الواحد منها حول الاخر ويحدث ازدواج النويات داخل ascogonia عن طريق anthredia او بدونها. ففي الحالة الاولى تزدوج النويات القادمة من الانثريديا مع نويات الاسكوكونيا ، والا فان انوية الاسكوكونيا تتقارب وتزدوج فيما بينها وبعد الازدواج تاخذ الاسكوكونيا بانتاج عدد من الخيوط الكيسية التي تتفرع داخل الثمرة الكيسية المتكونة وتكون فروعها متفاوتة الاطوال بحيث تقع الاكياس التي تتكون من اطرافها عند مستويات مختلفة بشكل مبعثر.

يبدأ تكوين الجسم الثمري المغلق على هيئة طبقة من الخلايا حول الاعضاء الجنسية ثم تنضج وتصبح ثمرة كيسية كروية صغيرة ملساء الجدار صفراء اللون والاكياس تكون كروية بيضوية او كمثرية الشكل تذوب بمجرد ان تتكون السبورات التي تتحرر داخل الجسم الثمري المغلق.

Generated by CamScanner

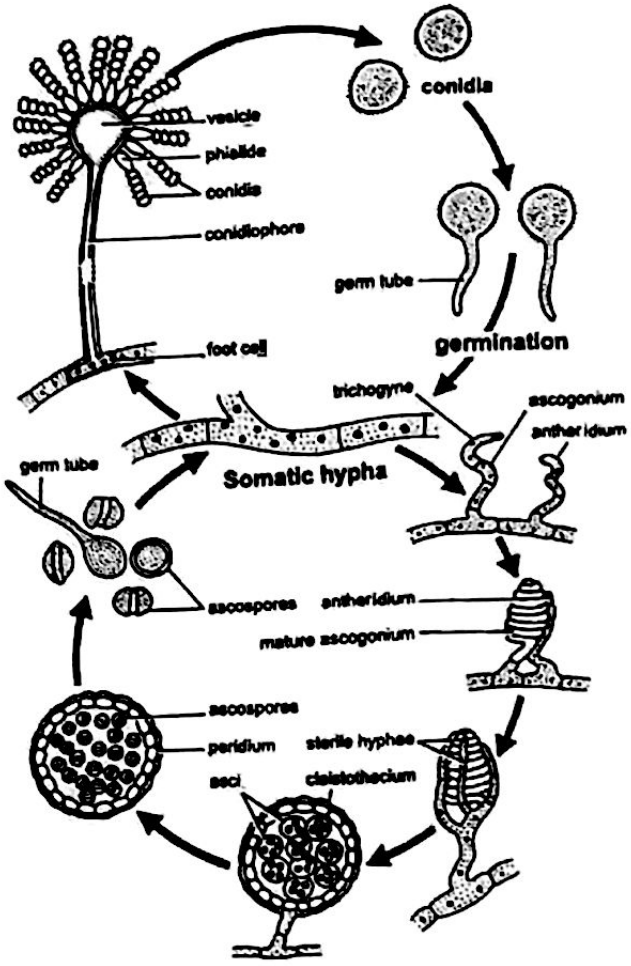


Fig. 14. Diagrammatic life cycle of *Aspergillus*

Ex: *Penicillium*

يطلق عليه بالعفن الازرق والعفن الاخضر عندما يوجد على الموالح وغيرها من الثمار او على انواع الجلاتين والاطعمة المحفوظة، الكونيديات موجودة في كل مكان في الهواء والتربة وهي مصدر دائم للتلوث.

تهاجم بعض انواع البنسليم الثمار وتعمل على اتلافها كما ان بعض الانواع تنتج الاحماض العضوية مثل حامض الستريك الى جانب اهميتها الصناعية في صناعة الجبن وانتاج المضادات الحياتية مثل البنسلين الذي ينتج من الفطر *P. chrysogenum* .

الشكل العام ودورة الحياة

الغزل الفطري جيد التكوين يعطي حوامل كونيدية مقسمة قائمة طويلة وبسيطة تتفرع عند ثلثها الاخير تفرع يعطيها شكل المكنسة المميز لها وتكون الفروع متماثلة او غير متماثلة ويطلق على

Generated by CamScanner

الحامل الكونيدي Penicillus (الفرشاة الصغيرة) وتنتهي الفروع بمجموعة من الذنيبات تحمل السلاسل الكونيدية الطويلة.

تتكون الكونيديات كما في جنس *Aspergillus* وتكون كروية الى بيضوية الشكل ويختلف لونها بين الاخضر والازرق والاصفر. يتم انبات الكونيديات بسهولة فتعطي انابيب الانبات التي ينمو منها الغزل الفطري.

الطور الجنسي (الجسم الثمري المغلق) اذا وجد يسمى *Talaromyces* حيث تكون غير محدودة النمو وقد يزداد نموها بعد نضج السبورات الكيسية ويتكون جدار الجسم الثمري من خيوط فطرية مفككة النسيج وقد تتكون الاكياس من الخيوط الكيسية في سلاسل قصيرة. الغزل الفطري احادي النواة يحمل ascogonium ممدودة احادية النواة يتتابع فيها الانقسام النووي الى الحد الذي قد يبلغ عدد الانوية ٦٤ وفي نفس الوقت تظهر الانثريديا على هيئة فرع احادي النواة من خيط مستقل ثم تتسلق مولدة الاكياس ascogonium ملتفة حولها وعند نقطة ملامسة طرف الانثريديا بالاسكوكونيا تذوب الجدران ويتلاقى بروتوبلاست كل منهما ويحدث الاقتران النووي في الخلية الكيسية الامية (الاسكوكونيا) وتتكون السبورات الكيسية بالانقسام الاختزالي ، وتكون الاكياس مبعثرة داخل الجسم الثمري الذي ينشا من خيوط جسدية تغلف الاعضاء الجنسية ولا تلبث الاكياس الكروية او الكمثرية الشكل ان تذوب بعد ان تتكون السبورات الكيسية فتتحرر السبورات داخل الجسم الثمري المغلق.

Generated by CamScanner

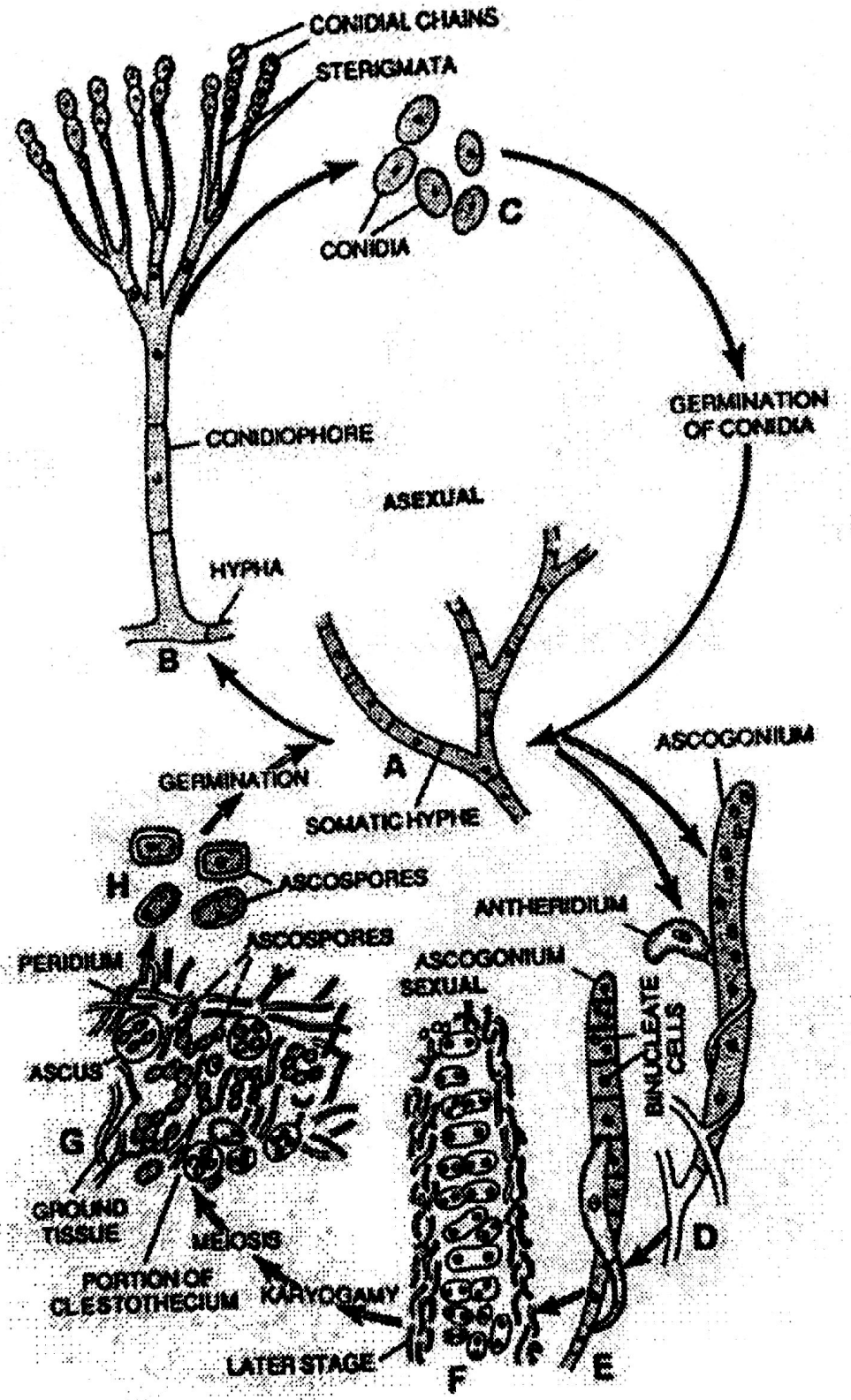


Fig. 12.46. *Penicillium*. Diagrammatic life-cycle. A, branched and septate mycelium; B, septate and branched conidiophore with sterigmata and conidia; C, uninucleate, smooth conidia; D, antheridium and ascogonium; E, gametangial contact and pairing of nuclei; F, later stage; G, portion of cleistothecium; H, ascospores.

Generated by CamScanner

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Pezizomycotina

Class: Eurotiomycetes
Subclass : Eurotiomycetidae
Order: Onygenelas
Family: Arthrodermataceae

تضم الفطريات الجلدية dermatophytes التي تسبب امراضا جلدية للانسان والحيوان ويطلق على الامراض الناتجة عنها ب Dermatophytosis وهي اصابات جلدية سطحية تصيب الشعر والجلد والاظافر.

تضم هذه الفطريات ثلاثة اجناس تتضمن *Microsporum*, *Trichophyton*, *Epidemophyton*

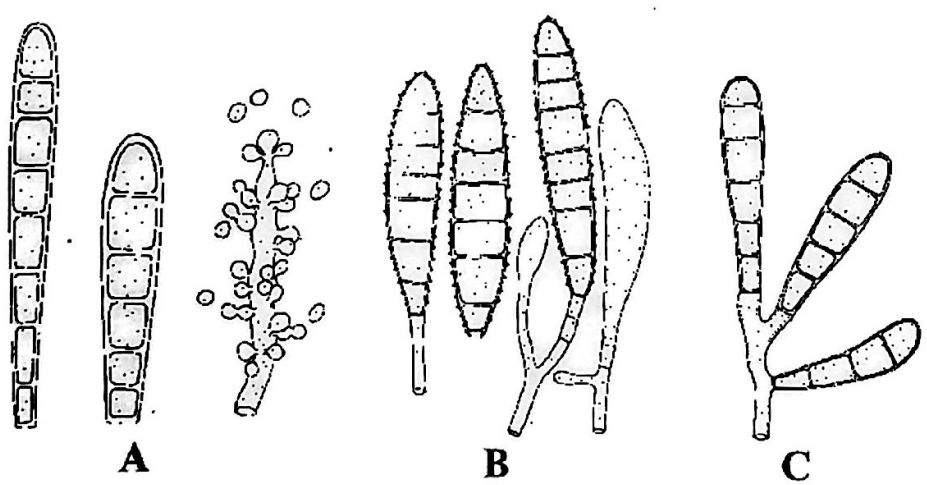
والتي جميعها تمثل اطوار لاجنسية ناقصة anamorph اما الطور الجنسي لها ينتمي للجنس *Arthroderma* ما عدا الجنس *Epidermophyton* الذي لم يكتشف له طور جنسي لحد الان.

الحالات اللاجنسية هي الاكثر اهمية وخطورة وهي التي تسبب الامراض اما الحالات الجنسية فهي مترممة توجد في التربة ولا تسبب امراض للانسان والحيوان .

تنتقل الفطريات الجلدية من القطط والحيوانات الاليفة الاخرى للانسان وبعض الاصابات تنتقل من الحيوانات اكلة الاعشاب الى الانسان والبعض الاخر تنتقل من انسان لاخر من خلال احواض السباحة وغرف تبديل الملابس وفي صالونات الحلاقة.

الصفة المميزة للفطريات الجلدية انها تكون نوعين من الكونيديات

١. الكونيديات الكبيرة Macroconidia كبيرة الحجم مهم بالتصنيف ذات اشكال اسطوانية واهليجية مقسمة بحواجز عرضية وجدران سميكة او رقيقة خشنة او ملساء.
٢. الكونيديات الصغيرة Microconodia غير مهمة تصنيفيا كونها صغيرة الحجم.



اشكال الكونيديات A- *Trichphyton* B- *Microsporum* C- *Epidermophyton* الكبيرة للفطريات الجلدية

Generated by CamScanner

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Pezizomycotina

Class : Sordariomycetes

يعتبر احد اكبر الاصناف في الفطريات الكيسية يضم 28 رتبة و 90 عائلة و 1344 نوع ، تمتاز انواعه بتكوين اجسام ثمرية قارورية او مغلقة ويظهر اختلاف كبير في المظهر والنمو والبيئة. حيث تكون افراده ممرضة للنبات او endophytic او مترممة على بقايا النباتات تحلل الاخشاب وتسبب لها التعفن الطري.

Subclass 1 : Sordariomycetidae

افرادها تمتلك اجسام ثمرية قارورية تتراوح الوانها من الفاتح الى الغامق الاكياس تكون اما نشوية amyloid او غير نشوية nonamyloid وتفتقر للحلقات القمية مع وجود الشعيرات العقيمة في بعض الانواع. يضم ثمان رتب .

Order: Sordariales

يضم هذا الجنس انواع تعيش على روث الحيوانات والاخشاب تكون كبيرة الحجم نسبيا ذات اجسام ثمرية سطحية ذات جدران جلدية coraceous يمتلك شعيرات عقيمة خيطية ، السبورات الكيسية اسطوانية الشكل شفافة الى متطاولة بنية غالبا تحتوي على لواحق appendages او اغمدة (اغلفة) sheath توجد داخل اكياس بيضوية التي تحتوي بداخلها شعيرات عقيمة شبه قمية .

Family: Sordariaceae

تضم ستة اجناس و 37 نوع

Ex: *Neurospora, Sordaria*

اغلب انواع العائلة محبة للروث coprophilous تعيش على روث الحيوانات المتغذية على الاعشاب مع وجود انواع اخرى تعيش على الاخشاب والتربة.

Neurospora

يضم 12 نوع جميعها متغايرة الثالس تنمو في تربة البيئات الرطبة الاستوائية وشبه الاستوائية التي تعرضت للاحتراق وكذلك توجد على رماد الخضروات المحترقة حيث تغطى المساحات المحروقة خلال ايام بكتل برتقالية الى ورية من الكونيديات الكبيرة macroconidia للفطر حيث ان السبورات الساكنة في التربة المحروقة تتحفز على الانبات بالحرارة. بعض الانواع تنمو على الخشب الجاف وتحلله وتسبب له التعفن الرطب soft rot حيث يطلق على بعض انواعه مثل النوع *N. sitophila* بعفن الخبز الاحمر red bread mould .

Generated by CamScanner

تستخدم بشكل واسع في الدراسات البيئية والبايوكيمائية وتم اكمال الخارطة الجينية للنوع *N. crassa* حيث يعتبر احادي المجموعة الكروموسومية يمتلك سبعة كروموسومات . وخلال الدراسة عليه تم التوصل الى فرضية one-gene-one enzyme hypothesis بمعنى ان كل انزيم له جين معين حيث توصل لهذه الفرضية عام 1941 من قبل العالمان Tatum & Beadle وحصلا على جائزة نوبل.

ما هي اسباب اختياره في الدراسات الوراثية والبايوكيميائية ؟؟

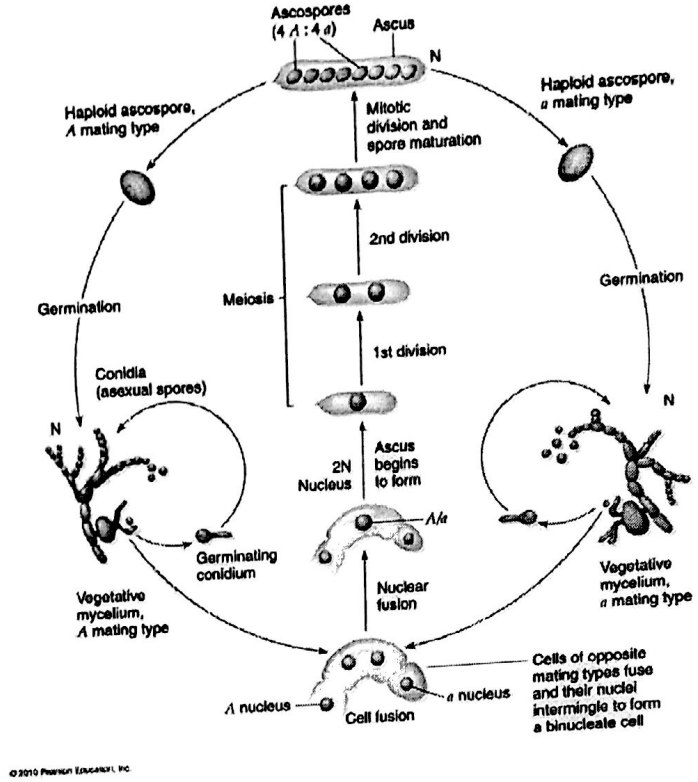
١. احادي المجموعة الكروموسومية.
٢. متطلباته الغذائية بسيطة.
٣. يمكن استحداث الطفرات بسهولة من خلال معالجة الكونيديات بمواد كيميائية مطفرة او تعرضها للاشعة فوق البنفسجية.
٤. سرعة النمو الخضري والتكاثر اللاجنسي.

اجسامها الثمرية قارورية الشكل داكنة اللون عادة تمتلك فتحة مبطنة بشعيرات عقيمة periphyses ، بعض الاجناس ذات اجسام ثمرية مغلقة ، اكياسها احادية الطبقة unitunicate ذات جدران رقيقة مع وجود شعيرات عقيمة قمية حرة Paraphyses تذوب عند نضج الكيس. السبورات الكيسية سوداء اللون احادية الخلية ذات جدار سميك مضلع متعددة الخلايا لها القدرة على خزن الدهون والكربوهيدرات تنبت خلال فتحة انبات germ pore تحاط احيانا بمادة لزجة او لواحق لزجة .

السبورات الكيسية ل *N. crassa* يمكنها البقاء حية لعدة سنوات ولا تنبت بسهولة الا بعد ان تعالج كيميائيا مثلا (مادة furfural) او بالحرارة (60 درجة مئوية لمدة 20-40 دقيقة) على عكس الكونيديات التي تموت بمثل هذه الحرارة.

بعد المعالجة تنبت السبورات الكيسية خلال فتحة انبات على احدى او كلتا النهايتين ليكون بالبداية حوصلة بيضوية منتفخة ثم تصبح خشنة غير مقسمة بشكل كامل وينمو منه الخيط الفطري بسرعة وخلال 24 ساعة يبدا التاكثر اللاجنسي حيث تنشا الفروع المستقيمة وبدلا من ان تنمو وتتطاول بشكل قمي يتم تكرار عملية التبرعم القمي لينتج خلايا منفصلة عن بعضها البعض بحواجز غير مكتملة ذات فتحة مركزية كبيرة ويطلق على هذه الخلايا proconidia التي تستمر بالتبرعم قميا لتكون الكونيديات الكبيرة macroconidia متعددة الخلايا تنفصل عن بعضها بحاجز مستعرض ذو ثقوب صغيرة narrow pores .

Generated by CamScanner



Life cycle of *Neurospra* spp.

Sordaria

معظم انواعها محللة للسيليلوز cellulotyic اجسامها الثمرية قارورية شائعة في روث الحيوانات واحيانا توجد في بيئات اخرى مثل البذور وبقايا النباتات والقليل منها يوجد في التربة ، اغلب انواعه تستخدم في التجارب الفسلجية الخاصة بالتغذية وتحرر السبورات الكيسية من الاجسام الثمرية وكذلك الدراسات الوراثية (ايضا احادية المجموعة الكروموسومية).

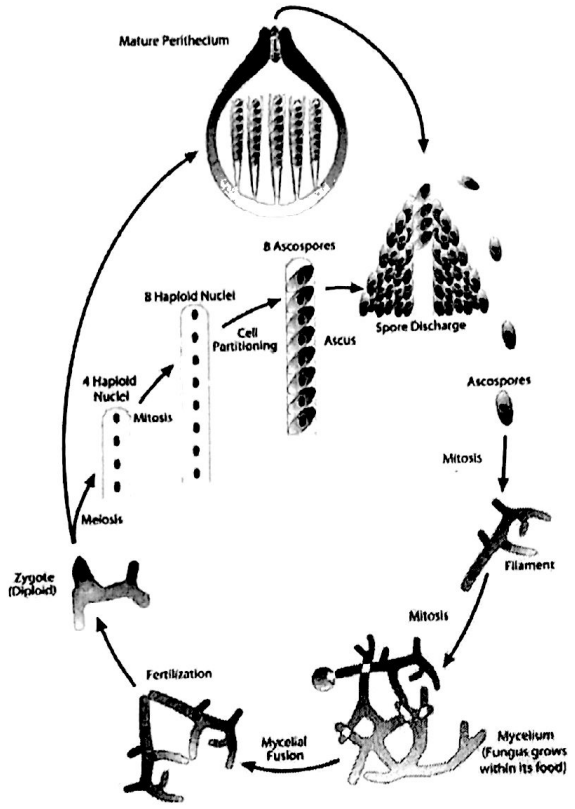
الانواع احادية الثالس وعند عمل مقطع طولي لجسم ثمري تظهر الاكياس بمراحل مختلفة من التطور بشكل حزم قاعدية تتطاول حتى تصل الى عنق الجسم الثمري حجم الكيس 13 مايكرومتر وقطر الفتحة 4 مايكرومتر حيث تتقلص لتدفع بالسبورات خارج الكيس الذي يحتوي من سبور الى ثمانية سبورات تكون محاطة بمادة لزجة كما في *S. fimicola* تسمح لها بالالتصاق بالحشائش ويمكن ان تعيش لفترة طويلة وتنبت فقط بعد مرورها بامعاء الحيوان وتتعرض للعصارة الهاضمة التي تحفزها على الانبات.

عند عمل مقطع طولي بالجسم الثمري يظهر بشكل قاروري محاط بنسيج برنكيمي كاذب ويكون اسود داكن عند النضج وينتهي بفتحة او فوهة مبطنة بشعيرات عقيمة periphysis واهم ما يميزه هو ان الاكياس تظهر في مراحل مختلفة من النمو والتطور وبمستويات مختلفة لان الاكياس تخرج بالتتابع كذا نلاحظ بالفوهة كيس واحد والاكياس اسطوانية الشكل تخرج بالتتابع وكل كيس يحوي 8 سبورات كيسية وعند تكبير الكيس نلاحظ انه يتميز بوجود فتحة بقمة الكيس

Generated by CamScanner

لانطلاق السبورات الكيسية التي تكون داكنة اللون للتكيف على المعيشة على روث الحيوانات حيث تمتلك صبغة الميلانين التي تساعدها على مقاومة الجفاف.

وعند تكبير السبور الكيسي نلاحظ انه محاط بمادة هلامية ويختلف سمكها من نوع لاخر واهميتها انها تساعد السبور بعد انطلاقه من الكيس بالالتصاق بالاعشاب وعند تغذية الحيوانات سوف تدخل الى القناة الهضمية للحيوان وتكون عنده بفترة سبات وتتنشط عند دخولها وتعرضها للقناة الصفراوية اما في المختبر تحفز بواسطة مادة sodium acetate او penceratin .



Life cycle of *Sordaria*

Family: Chaetomaceae

(٢)

افراد هذه العائلة تمتلك اجسام ثمرية قارورية او مغلقة تغطى عادة بشعيرات hairs ، الاكياس صولجانية الشكل club-shaped ذات جدران رقيقة تذوب عند النضج والسبورات الكيسية رمادية الى بنية اللون عادة احادية الخلية مع فتحة انبات واحدة .

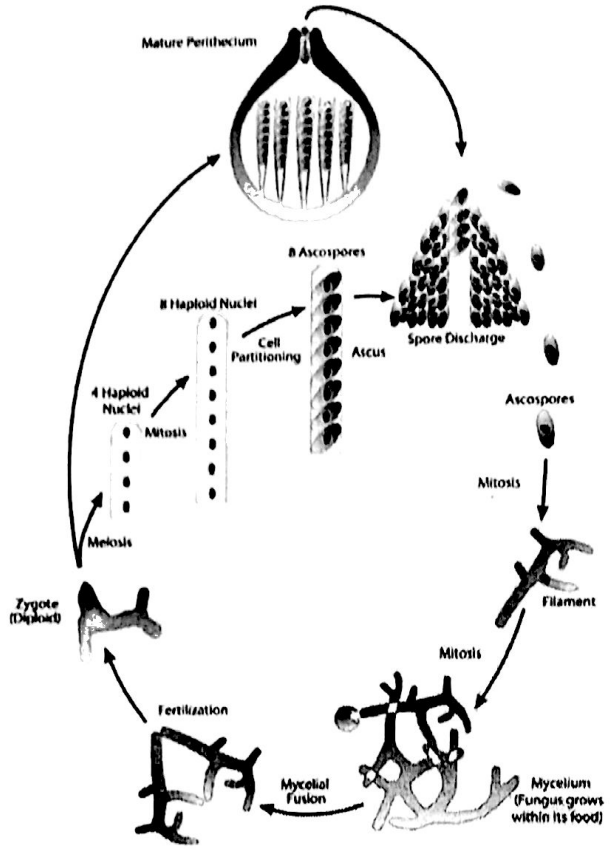
Ex: *Chaetomium*

يضم اكثر من80 نوع اغلبها عالمية الانتشار ينمو في التربة وعلى الاوساط الغنية بالسيليلوز مثل البذور والمنسوجات والقش وروث الحيوانات. تسبب التعفن الطري للاخشاب soft rot . معظم الانواع مترممة محللة للسيليلوز كما انها عزلت من اصابات في الانسان، بعضها يفرز

Generated by CamScanner

لانطلاق السبورات الكيسية التي تكون داكنة اللون للتكيف على المعيشة على روث الحيوانات حيث تمتلك صبغة الميلانين التي تساعدها على مقاومة الجفاف.

وعند تكبير السبور الكيسي نلاحظ انه محاط بمادة هلامية ويختلف سمكها من نوع لاخر واهميتها انها تساعد السبور بعد انطلاقه من الكيس بالالتصاق بالاعشاب وعند تغذية الحيوانات سوف تدخل الى القناة الهضمية للحيوان وتكون عنده بفترة سبات وتتنشط عند دخولها وتعرضها للقناة الصفراوية اما في المختبر تحفز بواسطة مادة sodium acetate او penceratin .



Life cycle of *Sordaria*

Family: Chaetomaceae

(٢)

افراد هذه العائلة تمتلك اجسام ثمرية قارورية او مغلقة تغطى عادة بشعيرات hairs ، الاكياس صولجانية الشكل club-shaped ذات جدران رقيقة تذوب عند النضج والسبورات الكيسية رمادية الى بنية اللون عادة احادية الخلية مع فتحة انبات واحدة .

Ex: *Chaetomium*

يضم اكثر من80 نوع اغلبها عالمية الانتشار ينمو في التربة وعلى الاوساط الغنية بالسيليلوز مثل البذور والمنسوجات والقش وروث الحيوانات. تسبب التعفن الطري للاخشاب soft rot . معظم الانواع مترممة محللة للسيليلوز كما انها عزلت من اصابات في الانسان، بعضها يفرز

Generated by CamScanner

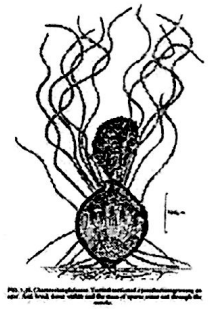
سموم فطرية وبعضها يستخدم في السيطرة البايولوجية بسبب قابليته على التنافس باستعمار قش الحبوب وبالتالي يطرد الفطريات الممرضة للنبات. بعض افرازاته مثل الانزيمات (cellulose, xylanase) لها استخدامات صيدلانية كما تستخلص المضادات الفطرية من بعض انواعه.

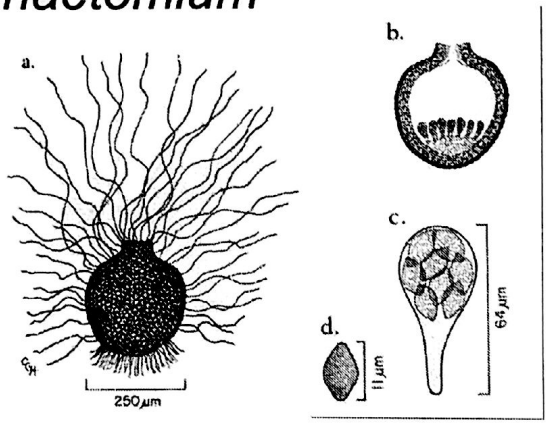
الاجسام الثمرية لهذا الجنس سطحية برميلية الشكل ذات جدران رقيقة في معظم الانواع تكسوها شعيرات داكنة قد تكون احادية او ثنائية التفرع او حلزونية ملساء او خشنة وظيفتها تساعد في انتشار السبورات الكيسية ولمنع تناولها من قبل الحشرات والمفصليات الاخرى.

عند نضج الجسم الثمري تقذف السبورات الكيسية (ليمونية الشكل) من فتحة الجسم الثمري ostiol بشكل كتلة عمودية داكنة يطلق عليها cirrhus .

Chaetomium

- Ascospores are lemon shaped





Chaetomium globosum a. Exterior of perithecium. b. Section through perithecium with asci. c. Ascus with ascospores. d. Mature ascospore.

Phylum: Ascomycota

Subphylum: Pezizomycotina

Class : Sordariomycetes

Subclass2: Hypocreomycetidae

يضم خمسة رتب تمتاز افراده عادة بان الاجسام الثمرية القارورية ذات الوان فاتحة ، الاكياس تكون من نوع نشوي amyloid او كايتينية chitinoid تفتقر لوجود الحلقات القمية apical rings وكذلك عدم وجود الشعيرات العقيمة.

Generated by CamScanner

Order: Hypocreales

تضم سبعة عوائل تعتبر افرادها احادية النمط الخلوي monophyletic تضم ممرضات للنبات والحشرات كذلك يكون بعض انواعها متطفل على فطريات اخرى mycoparasite ، endophyte وبعضها مترمم saprobic .

تمتاز بان اجسامها الثمرية قارورية ذات الوان براقة ، اكياسها عديمة اللون احادية الطبقة تتحلل وتضمحل عند النضج apical paraphyses تحتوي شعيرات عقيمة قمية unitunicate اما غير مقسمة كروية او مقسمة بحاجز او عدة حواجز متطاولة او خيطية.

Family: Calviciptaceae

تكون اجسامها الثمرية القارورية داخل حشيات ثمرية جيدة التكوين stroma تنشا من انسجة الفطر والاكياس اسطوانية ضيقة ذات غطاء سميك ذو ثقب اسطواني طويل تتسلل منه السبورات الكيسية التي تكون خيطية الشكل تتكسر الى اجزاء في كثير من الانواع عقب تحررها وكل جزء يؤدي عمل السبور وتوجد الشعيرات العقيمة.

Ex: *Claviceps purpurea*

يسبب هذا الفطر مرض ergot على نبات الحنطة والشيلم وتكون فيه السبورات الكيسية خيطية الشكل تخرج مندفعة من الاجسام الثمرية القارورية في فترة الربيع حيث تكون النجيليات القابلة للعدوى في مرحلة الازهار وتنتشر السبورات في الهواء فاذا وقعت على ازهار النبات المناسب (القابل للاصابة) تبدأ بالانبات وترسل انابيب الانبات داخل مبيض الزهرة وينمو الغزل الفطري الى ان يقضي على انسجة المبيض ويشغل مكانها حيث ينمو الفطر بشكل حصيرة فطرية لينة بيضاء قطنية ثم تتغطى بطبقات الكويمة الفطرية متكونة من حوامل كونيدية قصيرة تحمل على اطرافها كونيديات دقيقة بيضاء وتختلط الكونيديات بمادة لزجة حلوة المذاق تشبه الرحيق لا يعرف مصدرها يعمل على جذب الحشرات للازهار فتعمل هذه الحشرات على نقل الكونيديات الى ازهار غير مصابة وذلك يؤدي الى انتشار الفطر وعادة الاكياس تحمل ثمانية سبورات خيطية الشكل.

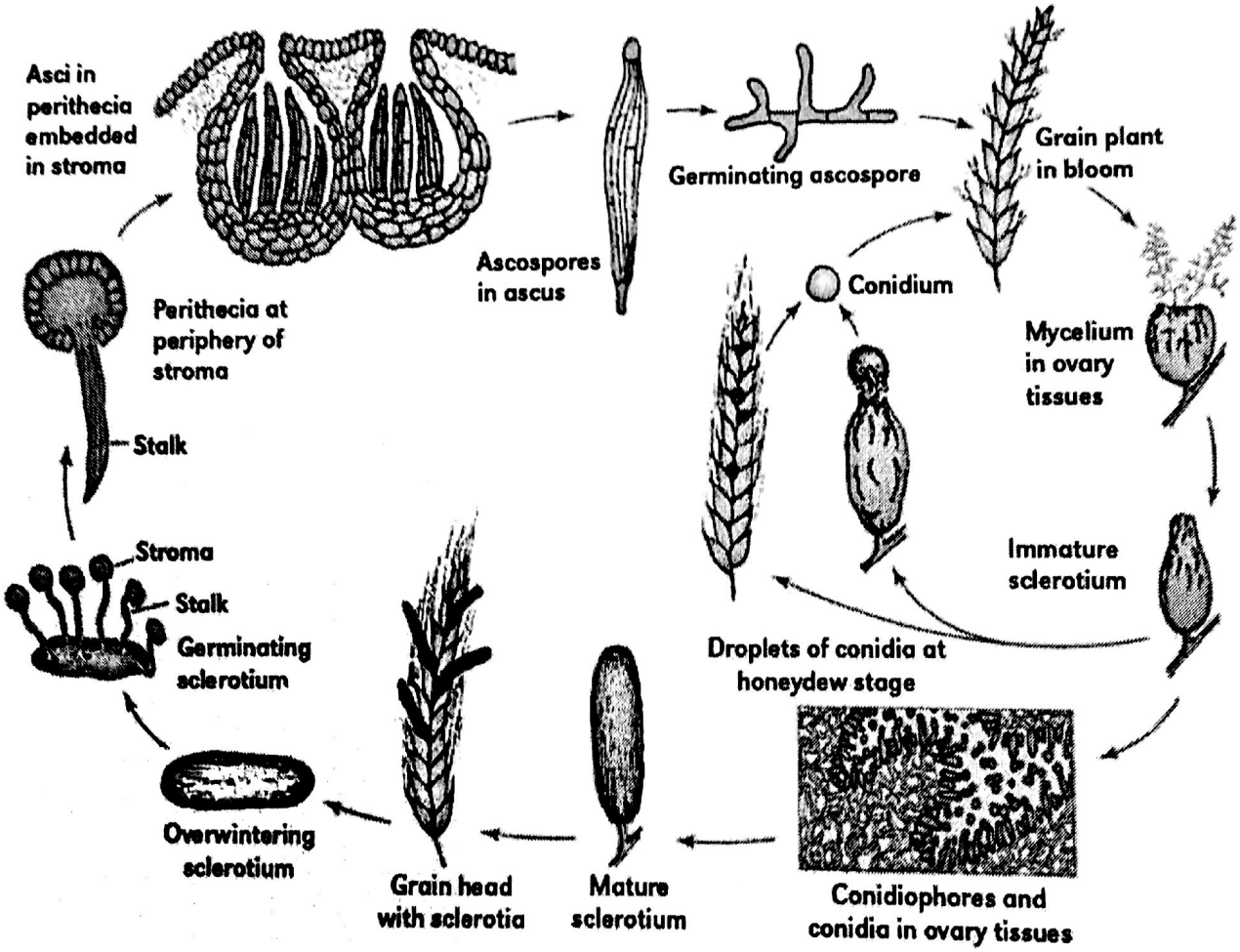
يستمر نمو الحصيرة الفطرية التي انتجت الحوامل الكونيدية وتاخذ بالتصلب لتتحول الى جسم حجري صلب Sclerotiaوردي الى بنفسجي اللون يتكون من نسيج برنكيمي كاذب وياخذ شكل حبة الحنطة ويشغل مكانها في السنبلة ولكنه يفوقها في الطول (هذا الجسم الحجري يعرف تجاريا باسم ergot يستخدم كعلاج شعبي). وهكذا تحمل الاجسام الحجرية مع الرؤوس الناضجة للنبات النجيلي وتختلط مع الحبوب في السنابل ويسقط منها عدد كبيرعلى الارض اثناء عمليات الحصاد حيث تقضي فترة الشتاء (الاجسام الحجرية) وفي الربيع التالي تاخذ الاجسام الحجرية في الانبات لتعطي عدة حشيات ثمرية stroma بنفسجية داكنة لها اعناق طويلة ورؤوس كروية (شكلها مشابه للمشروم) وتسهل هذه الحشيات حيث تبلغ ثلاثة اثمان البوصة في الطول.

تنشا في راس الحشية الثمرية من الداخل تحت السطح تماما مجموعة تجاويف دقيقة تحاط بنسيج برنكيمي كاذب الذ يتكون منه نسيج الحشية ويحتوي كل تجويف على خلية مولدة للكيس

Generated by CamScanner

ascogonium cell متعددة النوى تنشا عند قاعدتها خلية ذكرية anthredia واحدة او اكثر ثم يحدث الاقتران البلازمي بين احدى الانثريديات ومولدة الكيس ascogonia وتنتقل الانوية الذكرية للعضو الانثوي وتحدث عملية تكوين الاكياس كما في الفطريات الكيسية الاخرى.وفي اثناء تكوين الاكياس تظهر جدران الجسم الثمري حول التراكيب الجنسية داخل الحشية الثمرية وينتج عن ذلك ثمار كيسية قارورية perithecia تفتح على السطح الخارجي عن طريق ويب طويل يشبه العنق ويحتوي الجسم الثمري عدة على عدة اكياس اسطوانية طويلة في كل منها سبورات شبه خيطية.

☒ تحتوي الاجسام الحجرية لهذا الفطر *Claviceps purpurea* على مواد شبه قوية سامة تسبب نوعا من التسمم يطلق عليه بالتسمم الاركوتي للانسان والحيوان اثناء تناول الاجسام الحجرية مع الحبوب.



دورة حياة الفطر *Claviceps purpurea*

Generated by CamScanner

Subphylum: Pezizomycotina

Class : Leotiomycetes

Order : Eeysiphales

افراد هذه المجموعة متطفلة اجباريا وتسبب امراض البياض الدقيقي powdery mildews حيث تنتج اعداد كبيرة من الكونيديات تمنح الانسجة النباتية المصابة مظهرا طحينيا.

تكون اجسام ثمرية محورة chasmothesia ودرست ضمن الفطريات الخصيبة لان الاكياس اسطوانية تنشا من قاعدة الجسم الثمري من الطبقة الخصيبة.

تضم عدد من الاجناس وتقسم حسب الزوائد الموجودة في الجسم الثمري وعدد الاكياس وحسب ما موضح ادناه:

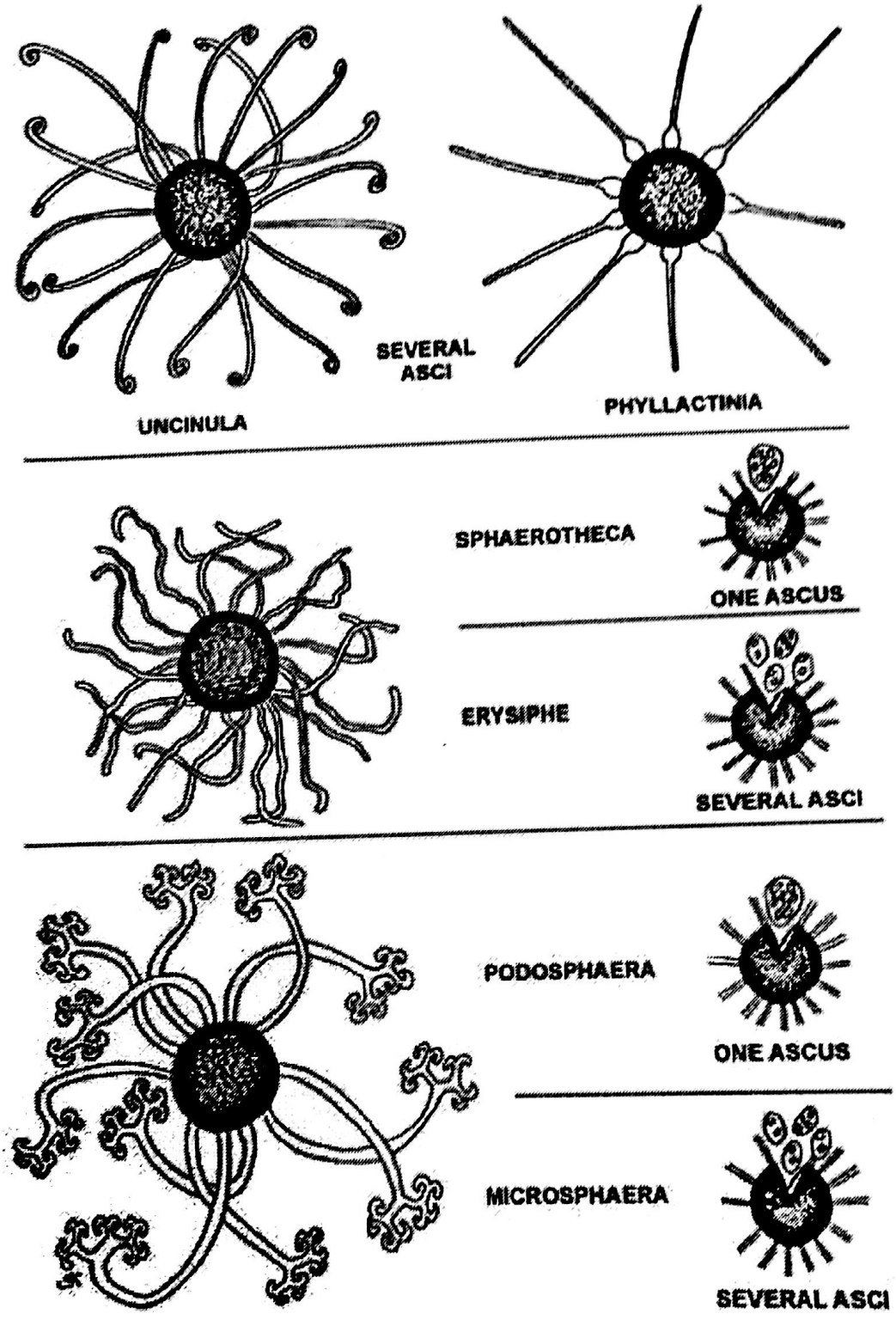
Erysiphe graminis يسبب البياض الدقيقي على النجيليلت

Sphaerotheca pannosa يسبب البياض الدقيقي على الورد والخوخ

Microshaera alphitoidis يسبب البياض الدقيقي على البلوط

Podosphaera leucotricha يسبب البياض الدقيقي على التفاح

Generated by CamScanner



الاجناس المختلفة لرتبة Erysiphales حسب انواع اللواحق وعدد الاكياس

Generated by CamScanner

Phylum: Basidiomycota

من المجاميع الفطرية الكبيرة تضم 30000 نوع ، بعضها فطريات مألوفة كالمشروم وبعضها ممرضة للنباتات الراقية كفطريات الصدأ والتفحم rust and smut fungi . اغلب الفطريات البازيدية تعيش على بيئة اليابسة terrestrial تنتشر سبوراتها عبر الرياح وبعضها يعيش في بيئة المياه العذبة والمالحة. العديد منها مترممة على الاخشاب والبقايا المتحللة وبعضها ممرضة للنباتات الاقتصادية والاشجار وبعضها ترتبط بعلاقة تعايشية مع جذور الاشجاريطلق عليها الجذور الفطرية mycorrhiza .

انواع من الفطر *Rizoctonia* تمثل اشكال خيطية Mycelial form للفطريات البازيدية وتعمل كممرضات لمدى واسع من النباتات ولكن تكون جذور فطرية مع الاوركيدات ولفطريات هذه المجموعة دور حيوي في تحليل المواد واعادة تدوير المغذيات ولكن البعض منهايسبب تلف شديد من خلال تحلل اخشاب الغابات مثل التعفن الجاف لأخشاب المنازل بسب الفطر *Serpula lacrymans*

ليست جميع الفطريات البازيدية تنمو بشكل خيطي فالبعض تكون شبيهه بالخمائر yeast-like والبعض الاخر ثنائية الشكل dimorphic اي لها القدرة على التحول بين النمو الخيطي والنموالشبيه بالخمائر كما في الفطر *Cryptococcus neoformans* الذي يعتبر ممرض خطير للانسان خاصة عند الاشخاص ضعاف المناعة ويسبب مرض Cryptococcosis وهو مرض قاتل يصيب الدماغ .

تضم انواع متعددة منها:

العراهين عش الغراب Mushroom مثل *Agaricus bisporus*

العراهين السامة toadastools مثل *Amanita phalloides*

الكرات النافثة Puff ball مثل *Lycoperdon pyriforme*

القرون النتنة stinkhorns مثل *Phallus indosiatus*

فطريات اعشاش الطيور birds nest مثل *Cythus steriatus*

الكمأ الكاذب false truffles مثل *Melanogaster,Hymenogaster*

الفطريات الراقية bracket fungi مثل *Polyporus squamosus*

فطريات الاصداء rust fungi وفطريات التفحم smut fungi وهي ممرضات نباتية خطيرة .

عدد منها مترممة ومنها مرضي للاشجار مثل فطر العسل honey fungus مثل *Armillaria* والذي يهاجم انواع مختلفة من الاشجار .

بعض هذه الفطريات مميت مثل *Amanita phalloides* وبعضها يسبب الهلوسة Hallucinogenic مثل *Amanita muscaria*

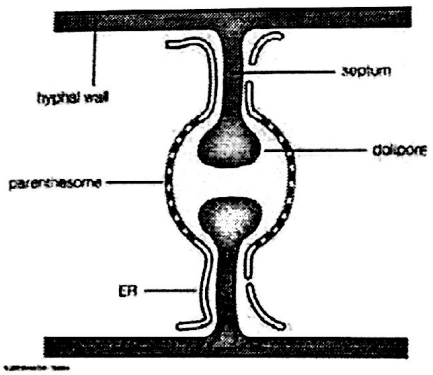
Generated by CamScanner

من اهم مميزاتها:

١. الخيط الفطري مقسم بحواجز والخلايا ثنائية الانوية وحيدة المجموعة الكروموسومية.
٢. وجود تركيب الروابط الكلابية clamp connection وهي عبارة عن تراكيب مخلبية الشكل تتكون خلال نمو الخيوط الفطرية للفطريات البازيدية فقط تنشا لضمان فصل الخلايا عن بعضها وتحتوي على زوج مختلف من الانوية تحصل عليها خلال التكاثر الجنسي بين خيطين مختلفين جنسيا، وظيفتها اعطاء مساحة اكبر لانقسام النواة ، حيث تتكون الروابط عند حدوث انقسام نووي في الخيط البازيدي ثنائي النواة وتنقسم النواتان في آن واحد لتكوين خيوط فطرية ثانوية.

الحواجز من نوع dolipore وهي حواجز برميلية الشكل منتفخة تحيط بفتحة مركزية حيث تمنع مرور الانوية بين الخلايا في الخيط الفطري وهي تراكيب مميزة للفطريات البازيدية وتكون بشكل فتحات معقدة في الحواجز الموجودة في الخيوط الفطرية لهذه المجموعة ويعتبر هذا النوع من الحواجز من اكثر انواع الحواجز تعقيد ويتميز كل حاجز بوجود انتفاخ حول الفتحة المركزية في الحاجز تسمى هذه الفتحة dolipore مع يوجد تركيب نصف دائري بشكل كوب مثقب Perforated cap يسمى Parenthosome يساعد على انتقال السايتوبلازم بين الخلايا ولايسمح بحركة ومرور الانوية بين الخلايا ضمن الخيط الفطري وتكون تراكيب الفتحات البرملية موجودة في الغزل الفطري الاولي والثانوي والثالثي.

ملاحظة /تسمى عملية تحول الخيوط الاولية الى خيوط ثانوية بعملية Diploidisaton او Dikaryotisation



٣. الخيط الفطري قد يتميز الى انواع مختلفة: اولي ، ثانوي ، ثالثي. **الاولي primary hyphae ينتج من انبات السبورات البازيدية حيث يكون السبور انبوب انبات وتنقسم النواة او الانوية الموجودة في السبور وتنتقل الى انبوب الانبات الذي ياخذ بالنمو وقد تتكون الحواجز عقب الانقسام الاول للانوية بحيث يظهر الغزل الفطري الابتدائي مقسما وحيد النواة منذ البداية او يتأخر تكوين الحاجز لفترة قصيرة يظهر فيها الغزل الابتدائي عديد النوى في البداية ثم تتكون الحواجز ليصبح وحيد النواة.**

Generated by CamScanner

الغزل الفطري الثانويsecondary hyphae ينشأ من الغزل الابتدائي وتكون خلاياه ثنائية النوى . يتم باندماج البروتوبلاست في خليتين احاديتي النواة دون ان يلي الاقتران البلازمي اقترانا نوويا (يحدث اندماج بلازمي فقط) فتتكون خلية فيها زوج من النوى يخرج منها فرع ينتقل اليه زوج النوى وتأخذ كل منهما في الانقسام وهما متلازمتان مع تفرق الانوية الشقيقة في الخلايا البنوية ، وبهذا ينشأ غزل فطري ثنائي النوى وتتكون الروابط الكلابية نتيجة لانقسام النوى.

اما الغزل الفطري الثلاثيtertiary hyphae فهو عبارة عن الانسجة المنظمة المتخصصة لتكوين الجسم السبوري في الفطريات البازيدية الراقية، وهي بدورها ثنائية الانوية وتتكون من انسجة ناشئة من الغزل الفطري الثانوي.

٤. في التكاثر الجنسي تتكون basidium التي تكون basidiospores (عددها اربعة) وهي خلية متخصصة في الخيط الفطري نواتها تنقسم اختزاليا لتعطي اربعة انوية ، تتكون امتدادات في نهاية الخلية وتتحرك الانوية مع السايتوبلازم الى الامتدادات التي تكبر بالحجم وينفصل السايتوبلازم عن البازيديا والتي تكون احيانا مقسمة يطلق عليها ب heterobasidium او غير مقسمة تسمى holobasidium .

التراكيب الجسدية:

يتكون الغزل الفطري من خيوط فطرية غزيرة النمو مقسمة مجهرية يمكن ان ترى بالعين المجردة عند تجمعها ، يتواجد في الاماكن الرطبة في الغابات على كتل الاخشاب المتعفنة تحت القلف وعلى الاوراق الميتة الرطبة وعلى مختلف المواد العضوية ويكون الغزل الفطري ابيض اللون عادة او زاهي الصفرة او برتقالي وينتشر غالبا متخذا في نموه شكل المروحة . ويحدث ان يتجاور عدد من الخيوط الفطرية كل منها في موازاة الاخر وتترابط فيما بينها فتتكون منها شرائط غليظة من الغزل الفطري تأخذ شكل رباط الحذاء ثم تغلف بغمد او قشرة لتكون وحدة متماسكة او نسيج يسمى الشكل الجذري rhizoidal shape .

الثمرة البازيدية Basidiocarp

تختلف الثمرة البازيدية فاما ان تكون قشرة رقيقة او جيلاتينية او غضروفية او ورقية او اسفنجية او فلينية او خشبية كما تتفاوت بالحجم فمنها تراكيب مجهرية ومنها ما يصل قطرها الى ثلاثة اقدام او اكثر وتكون مفتوحة منذ بداية تكوينها والبازيديات مكشوفة او قد تبدا مغلقة ثم تنفتح فيما بعد او تبقى مقفلة ولا تنطلق السبورات الا بعد تفكك الثمرة البازيدية او نتيجة كسر عرضي في الثمرة بفعل مؤثر خارجي .

الطبقة الخصيبة Hymenium layer هي الطبقة التي تتكون منها البازيديات وما قد يتخللها من تراكيب عقيمة التي لا يمكن تمييزها عن البازيديات واحيانا تكون اكبر من البازيديات ويسهل تمييزها وتعرف بالاكياس العقيمة cystidia .

Generated by CamScanner

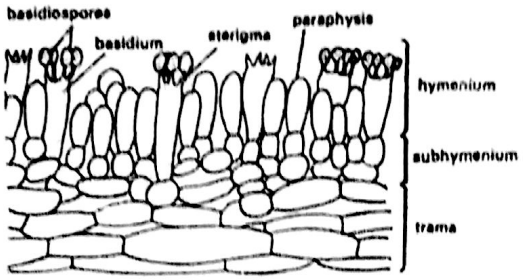
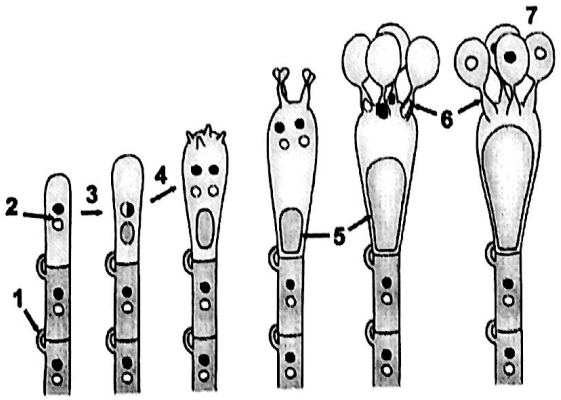


Fig. 106. Agaricus. T.S. gill (a part).

Basidium: عبارة عن تركيب صولجاني ينشأ من خلية طرفية في خيط فطري ثنائي النوى تفصل عن بقية الخيط الفطري بحاجز يتكون عليه عادة رباط كلابي وتبدا البازيديا ضيقة محدودة ثم تنتظم وتتوسع وخلال تغير الشكل يحدث اقتران نووي بين النواتين في البازيديا بحيث تنتج نواة ثنائية المجموعة الكروموسومية بعد ذلك تاخذ اربعة ذنيبات بالظهور من قمة البازيديا وتنتفخ اطرافها لتكون بداية السبورات البازيدية وعندئذ تنضغط الانوية مارة من الممر الضيق للذنيبات لتحتل مكانها في السبورات الحديثة التي تكون عند نضجها خلايا وحيدة النواة احادية المجموعة الكروموسومية . والسبور البازيدي المثالي يتكون من خلية واحدة وحيدة النواة احادية المجموعة الكروموسومية وتكون كروية الى بيضوية او محدودة او متباينة الشكل او ذات صبغة خفيفة او عديمة اللون.

يتم انبات السبورات البازيدية بعد نضجها وانفصالها بوجود الماء حيث ترسل انابيب الانبات التي تعطي غزلا فطريا احادي النواة.



Development of basidium and basidiospores. 1: clampconnection ; 2: nuclei; 3 karyogamy; 4: meiosis; 5: vacuole; 6: sterigma; 7: basidiospore.

التكاثر اللاجنسي:

يتم بتبرعم budding او تجزؤ الخيوط الفطرية fragmentation او انتاج الكونيديات oidia او السبورات المفصلية arthroconidia.

Generated by CamScanner

شعبة الفطريات الكيسية Phylum Ascomycota

1-اكبر مجموعة في مملكة الفطريات الحقيقة.

2-الصفة المميزة لها هو الكيس(Ascus الجمع ,) Asci وهو اي الكيس عبارة عن خلية تجتمع فيها نواتان احاديتا المجموعة الكروموسومية Haploid متوافقتان ,اي من طرازين تزاوجيين مختلفين Different mating types , تندمجان لتكوين نواة ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid يتبعها انقسام اختزالي Meiosis لانتاج ابواغ جنسية احادية المجموعة الكروموسومية Haploid sexual spores يطلق عليها الابواغ الكيسية Ascospores في العديد من الانواع يتبع الانقسام الاختزالي , انقسام اعتيادي , Mitotic division (Mitosis) يؤدي الى انتاج 8 ابواغ كيسية في كل كيس.

3-الغزل الفطري Mycelium مكون من خيوط فطرية مقسمة. Septate hyphae

4-جسم الفطر اما احادي الخلية كما في الخمائر اوعديد الخلايا(خيطي)وهو الشائع كما في الاعفان.

5-تتكاثر جنسيا ويطلق على الطور الجنسي Teleomorph ولا جنسيا ويطلق على الطور اللاجنسي Anamorph , وعندما يجتمع الطوران الجنسي واللاجنسي يطلق عليهما. Holomorph

6-الحاجز في الخيط الفطري بسيط ,يسمح باستمرار السايتوبلازم بين الخلايا المتجاورة.

7- وجود عضيات بروتينية تسمى الاجسام التحذيرية , Woronin bodies تتجمع بالقرب من الثقب المركزي .وهي تراكيب كروية الشكل او على شكل بلورات سداسية الاضلاع ,تتألف اساسا من نوع واحد من البروتين ,ومحاطة بغشاء ذات قطريتراوح بين 500 - 150نانوميتر بما يكفي لغلق فتحة الحاجز . وهي تقوم بغلق الثقوب المركزية عندما تتعرض الخيوط الفطرية لتلف فيزيائي .وسجلت هذه الاجسام في الفطريات الكيسية واطوارها الكونيدية ,ولم تسجل في الشعب الفطرية الاخرى.

8-السلوك التزاوجي في الفطريات:

اما متشابة الثالس Homothallic كما في الفطر *Emericella nidulans*

او متباين الثالس Heterothallic كما في الفطر *Ajellomyces capsulatus*

9-يتضمن التكاثر الجنسي ,الاندماج البلازمي والاندماج النووي ثم الانقسام الاختزالي ,ويحصل في الكيس الفتي young ascus .

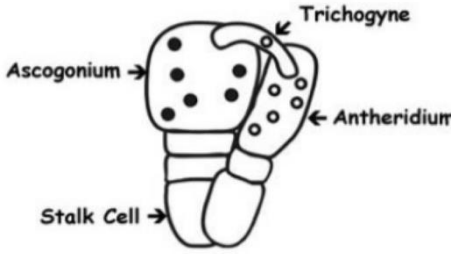
10-ينتج من التكاثر الجنسي ,ابواغ كيسية احادية النواة احادية المجموعة الكروموسومية .

11-يكون الاندماج البلازمي (Plasmogamy اول مرحلة في التكاثر الجنسي)على ثلاث انواع:

a- Gametangio-gametangiogamy .وفيه يحصل الاندماج Fusion بين حوافظ مشيجية متميزة . اذ يحصل الاندماج بين الشعيرة الانثوية(Trichogyne وهي امتداد خيطي من الحافظة المشيجية

الانثوية Ascogonium الى الحافظة الذكرية Antheridium)تمثل الشعيرة الانثوية جسرا لعبور النوى الذكرية الى الحافظة الانثوية ,لتجتمع الانوية في ازواج داخل الحافظة المشيجية الانثوية .كما في الفطر متباين الثالس

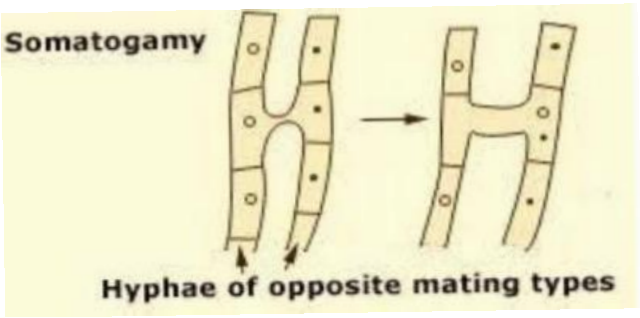
Pyronema domesticum



b- Gameto-gametangiogamy :ويحصل الاندامج بين امشاج ذكرية احادية الخلية صغيرة الحجم , احادية المجموعة الكروموسومية تعرف بالبذيرات Spermatia وحوافظ مشيجية انثوية , Ascogonia اي لاتوجد اعضاء ذكرية Antheridia وانما البذيرات تقوم بعملية الاخصاب من خلال الاتحاد بالشعيرة الانثوية ,كما في الفطر

Neurospora crassa

c-الاندماج الجسدي Somatogamy: وفيه يحصل الاندماج بين خيوط فطرية غير متميزة .وهذا يعني عدم وجود اعضاء جنسية مميزة .مثل هذا النوع من السلوك الجنسي يلاحظ في الفطر *Coprobia granulata* .



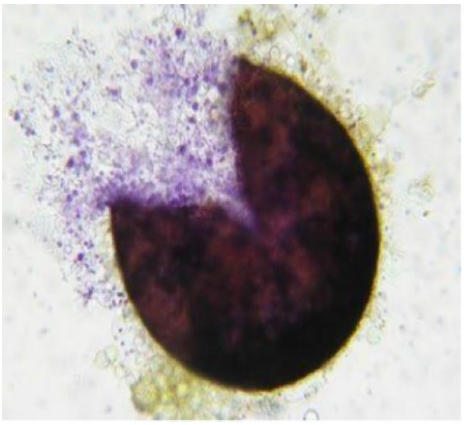
12-الاكياس اما تكون عارية , Naked asci او غالبا تتولد في اجسام ثمرية يطلق عليها Ascocarps او Ascomata ومن

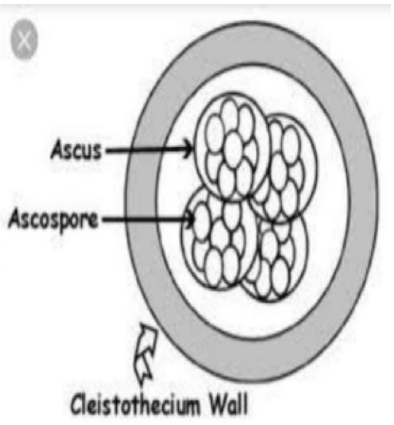
الانواع الرئيسية للاجسام الثمرية الكيسية مايلي:

1- الاجسام الثمرية الكروية(المغلقة : Cleistothecia)وهي اجسام ثمرية كروية الشكل ,ليس لها فتحة لخروج الابواغ .تكون الاكياس دائرية مبعثرة في داخل الجسم الثمري دون انتظام ,بعد نضج الاكياس

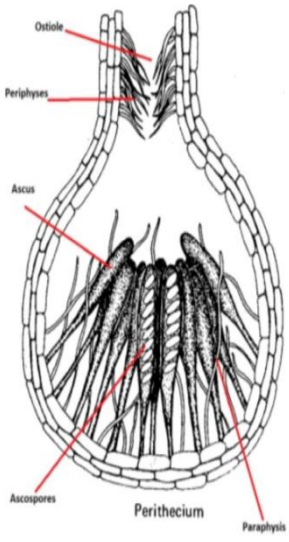
والابواغ الكيسية تنطلق للخارج نتيجة لتهشم جدار الجسم الثمري تحت تأثير ضغط ميكانيكي او نتيجة امتصاص الجسم الثمري الماء وتمزق
الجدار .غالبا الابواغ الكيسية احادية الخلية ,مختلفة الاحجام والالوان.

الطور الجنسي الى الفطر *Aspergillus* وهو *Eurotium*





2-الاجسام الثمرية القارورية : Perithecia تكون قارورية او كمثرية الشكل ,لها عنق طويل او قصير , وتنفتح للخارج بفوهة , Ostiole تنطلق منها الابواغ الكيسية بعد النضج .الاكياس مرتبة في داخل الجسم الثمري بشكل متواز, ويفصل بين الاكياس خيوط فطرية تعرف بالشعيرات العقيمة . Paraphyses ويبطن الفوهة نوع اخر من الخيوط الفطرية تعرف الشعيرات المبطنة , Periphyses وعادة تكون الاكياس اسطوانية او هراوية تنشأ من قاعدة الجسم الثمري وتنشأ من طبقة متميزة تدعى الطبقة الخصبية hymenial layer .



مثال *Sordaria* :اوChaetomium

3-الاجسام الثمرية الكأسية : Apothecia الشكل الخارجي النموذجي فيها يشبه الكأس او القرص ,وقد تأخذ اشكال اخرى متحورة.

يتألف الجسم الثمري الكأسي من ثلاث طبقات:

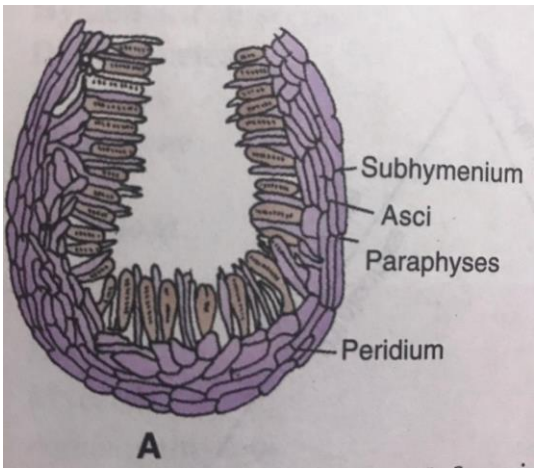
أ .الطبقة الخصيبة : Hymenium وتقع في قمة الجسم الثمري ,وهي عبارة عن الاكياس التي تترتب بشكل مواز وما يتخللها من شعيرات عقيمة.

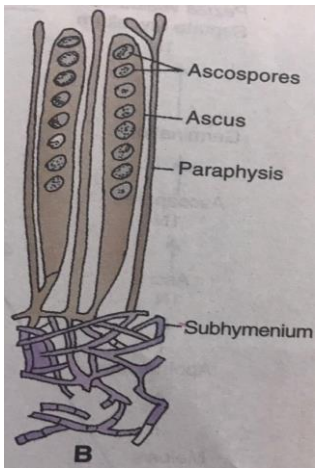
ب .الطبقة تحت الخصيبة : Subhymenium طبقة رقيقة من الخيوط الفطرية المنسوجة ,تستند عليها الطبقة الخصيبة.

ج .التخت : Excipulum وهو الجزء اللحمي من الجسم الثمري ,ويتميز الى تخت خارجي Ectal excipulumمكون من نسيج برنكيمي كاذب ,عبارة عن خلايا منتظمة تغلف الجسم الثمري.

وتخت نخاعي Medullary excipulum يمثل الانسجة الداخلية للجسم الثمري ويكون عبارة عن نسيج بروزنكيمي ,خلاياه متطاولة وغير منتظمة.

مثال*Peziza*





-في التكاثر اللاجنسي :غالبية الفطريات التي كانت توضع سابقا في مجموعة الفطريات الناقصة ,هي اطوار كونيدية Conidial formاو Anamorphs للفطريات الكيسية .مثل*Aspergillus* و *Penicillium*تمثل اطوار لاجنسية للفطريات الكيسية *Eurotium* و *Talaromyces* على التوالي.

13 -الابواغ اللاجنسية تسمى الكونيديات .تنشأ الكونيديات من خلايا مولدة للكونيديات Conidiogenous cellsتتولد على حوامل تسمى الحوامل الكونيدية. Conidiophores
اذن التكاثر اللاجنسي الاكثر شيوعا في الفطريات هو انتاج الكونيديات ,التي تتولد منفردة او متجمعة او في سلاسل على الحوامل الكونيدية .والحوامل الكونيدية اما تكون بسيطة كما في. *Penicillium*
او تتجمع الحوامل الكونيدية لتكون حوامل مركبة ,يطلق عليها , Conidiomata وتكون على انواع:
1-الظفيرة الكونيدية (Synnema)الجمع Synnemata وتسمى ايضا. Coremium
مثل*Graphium*
2- الوسادة السبورية: Sporodochium
مثل*Fusarium*
3-الكويمة الكونيدية(Acervulus)الجمع Acervuli
مثل*Colletotrichum*
4- البكنيدية(Pycnidium)الجمع Pycnidia
مثل *Phoma*

أساسيات فسيولوجيا النبات

الأستاذ الدكتور
حشمت سليمان احمد الدسوقى
أستاذ فسيولوجيا النبات بقسم النبات ـ كلية العلوم
جامعة المنصورة ـ جمهورية مصر العربية

٢٠٠٨

مكتبة جزيرة الورد
بالمنصورة

الفصل الثامن

الأيض (التحول الغذائي)

METABOLISM

مقدمة

يحصل النبات الأخضر على مواده الغذائية من البيئة المحيطة به وهي في الغالب مركبات غير عضوية بسيطة يستطيع النبات أن يبني منها أنواعا متعددة من المركبات التي تتفاوت في درجة تعقيدها ، مثل المواد الكربوهيدراتية والمواد البروتينية والدهون والأنزيمات والفيتامينات والأحماض العضوية والهرمونات وغيرها . لذلك تعرف النباتات الخضراء بأنها ذاتية التغذية أي أنها تقوم بنفسها بإعداد المادة العضوية اللازمة لنموها . أما النباتات غير الخضراء والحيوانات فتعرف بأنها غير ذاتية التغذية اذ أنه يلزم لنموها امدادها بالمواد العضوية المختلفة والتي تحصل عليها من النباتات الخضراء . والنبات الأخضر يحصل على غذائه من مصدرين الأول هو التربة ويحصل منها على الماء والأملاح الذائبة والمصدر الثاني هو الهواء ويأخذ منه الغاز ثاني أوكسيد الكربون ، ويحتاج النبات لتكوين مثل هذه المركبات المعقدة سالفة الذكر الى تثبيت كميات كبيرة من الطاقة في جزيئاتها وهذه الطاقة تبقى كامنة بها طالما بقيت هذه المواد على حالتها . ويطلق على العمليات الكيميائية التي تتم داخل النبات والتي تؤدي الى تكوين هذه المركبات العضوية المختلفة اسم البناء .

وقد يستخدم النبات بعض هذه المركبات في بناء جسمه ، كما قد يتراكم بعضها الاخر داخل الخلية النباتية وتستعمل تدريجيا فيما بعد في عمليات أخرى ومن هذه العمليات عملية تجزئة أو تفتيت المركبات المعقدة الى مركبات أقل تعقيدا أو الى مكوناتها الأصلية البسيطة ، وهذا يؤدي الى اطلاق بعض أو كل الطاقة التي كانت كامنة بجزيئات المركبات المعقدة ، وبذلك يتمكن النبات من استغلال هذه الطاقة في عملياته الحيوية المختلفة . ويطلق على مثل هذه العمليات المؤدية الى اطلاق الطاقة الكامنة اسم الهدم كما يطلق على ما يحدث داخل الخلايا النباتية من عمليات البناء والهدم اسم الأيض أو التحول الغذائي .

تحدث عمليتا البناء والهدم في النبات جنبا الى جنب ، ويكون التوازن بين البناء والهدم في صالح أولهما أثناء نمو النبات ، غير أنه يحدث أحيانا أن يختل النظام

الداخلى للبروتوبلازم ويفقد سيطرته على عمليات التحول الغذائى نتيجة لعوامل داخلية أو خارجية عارضة مما يؤدى الى حدوث الانحلال الذاتى الذى ينتج عنه تراكم منتجات ليس من المألوف وجودها بالنبات فى الحالة الطبيعية ، فمثلا اذا وضع النبات فى وسط خال من الأوكسيجن – وهذه الحالة غير طبيعية بالنسبة للنبات – فان النبات يضطر الى التنفس اللا أكسجينى ويكون نتيجتها تراكم مواد ضارة وسامة بأنسجة النبات مثل الكحول والاسيتالدهيد ·

مما تقدم يتضح أن التحول الغذائى يشتمل على عمليتين أساسيتين هما :

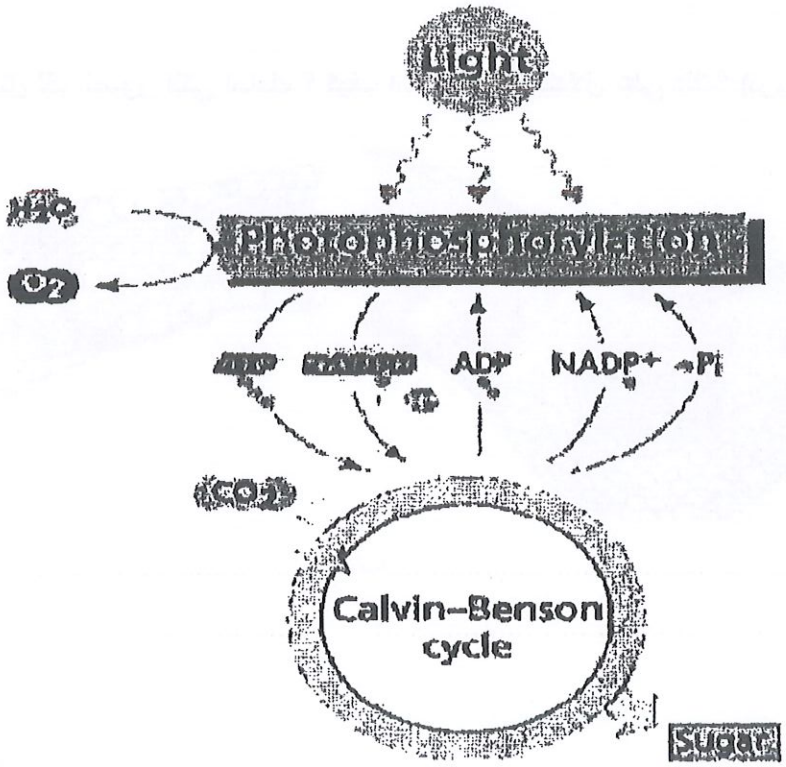
* عملية البناء Anabolism وفيها يستخدم النبات المواد البسيطة فى بناء المواد الأكثر تعقيدا مع استعمال الطاقة وتثبيتها ·

وعملية البناء تشمل بناء المواد الكربوايدراتية وبناء المواد الأزوتية وبناء المواد الدهنية ·

* عملية الهدم Catabolism وفيها يتم تجزئة المركبات المعقدة الى مركبات أقل تعقيدا أو الى مكوناتها الأصلية البسيطة ويصحب ذلك انطلاق الطاقة التى كانت مختزنة بجزيئات المركبات المعقدة ·

أولا البناء Anabolism :

بناء المواد الكربوايدراتية Carbohydrate synthesis أو البناء الضوئى Photosynthesis. البناء الضوئى عبارة عن العملية التى تبنى فيها الخلايا النباتية الخضراء مواد كربوأيدراتية معينة من ثانى أوكسيد الكربون والماء فى وجود الطاقة الضوئية وفيها يتصاعد الأوكسجين كناتج ثانوى هذا ويمكن تعريف البناء الضوئى أيضا بأنها عملية تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية تستغل فى بناء المواد الكربوايدراتية ك أ٢ الموجود فى الجو ·



وكثيرا ما تستعمل عبارة التمثيل الكربونى للدلالة على هـذه العمليـة ، إلا أن الأستعمال الشائع لكلمة التمثيل للتعبير عن العملية التى تندمج فيها الأغذية فى تركيـب جسم النبات ، يجعل من غير المرغوب فية اسـتعمال هـذا الاصـطلاح (التمثيـل الكربونى) كمرادف للبناء الضوئى ٠

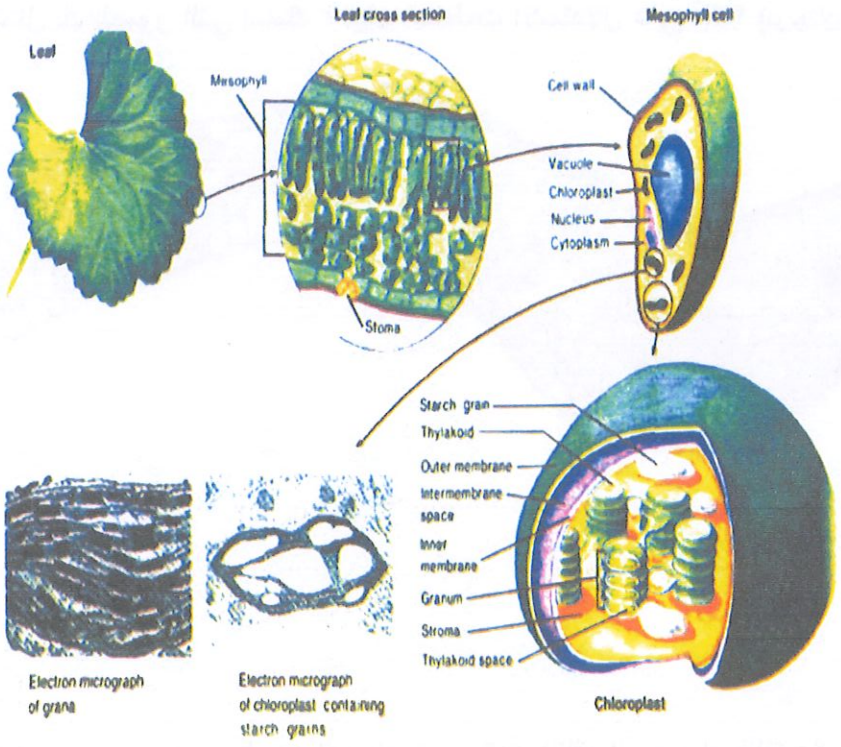
أهميتها :

أن معظم الكائنات الحية تعيش علي حساب الثروة المادية والطاقة علي الأرض في كل صورها ومصدرها الوحيد هو الشمس ٠ وأهم مصنع يستطيع تحويل الطاقـة الضوئية المنبعثة من الشمس الي طاقة كيميائية هو النبات الأخـضر و الـذي يقـوم بتخزين الطاقة في صورة مركبات عضوية معقدة يتكون منها تركيبة الخلوي و كـذلك يستغل تلك المركبات العضوية في بناء جسم الحيوانات و الذي يقوم الأخير بأكسدتها و تحويلها الي طاقة حركية وطاقة تستغل في النشاط الحيوي لهذه الكائنات الحية والتـى

تنتهى جميعها بالموت والتحلل الميكروبى الى العناصلا الأساسية التى يمتصها النبات مرة آخرى ليعيد بناء المركبات العضوية من المواد البسيطة الممتصة من التربة بالاضافة للمتكونة من عملية البناء الضوئى ٠

جهاز البناء الضوئي :

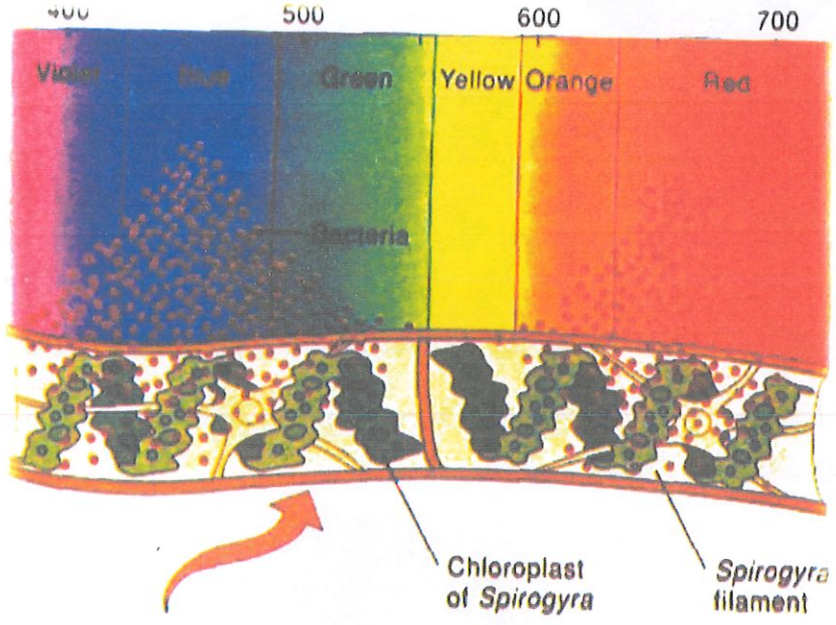
أن معظم عملية التمثيل الضوئي تتم في الأوراق الخضراء والتي يلائمها تركيبها التشريحي للقيام بهذة العملية بكفاءة تامة ٠ و يحتوي بروتوبلازم خلايا الميزوفيل العمادية والأسفنجية علي أعداد كبيرة من البلاستيدات الخضراء أو الكلوربلاست (١٠٠بكل خلية) و تعتبر كل بلاستيدة خضراء (كلوروبلاست) جهازا كاملا يمكنة القيام مستقلا بعملية البناء الضوئي اذ أنه يحتوي علي كل الانزيمات والمركبات اللازمة للقيام بهذة العملية الحيوية ٠


Leaf
Leaf cross section
Mesophyll
Stoma
Mesophyll cell
Cell wall
Vacuole
Chloroplast
Nucleus
Cytoplasm
Starch grain
Thylakoid
Outer membrane
Intermembrane space
Inner membrane
Granum
Stroma
Thylakoid space
Chloroplast
Electron micrograph of grana
Electron micrograph of chloroplast containing starch grains

طبيعة الضوء :

عند تحويل الأيدروجين الي هليوم في جسم الشمس تنطلق أنواع مختلفة من الأشعة ورغم هذه الاختلافات بين أنواع الاشعة الا أنها اجمالا تعتبر كجزء من طاقة الاطياف المستمرة والتي تختلف فيما بينها في طول موجات تلك الاشعة.

إن مجال الضوء المرئي يمتد من طول موجي ٤٠٠ الي ٧٠٠ ملليمكرون تقريبا هذه الموجات تعتبر مسارا لجزيئات متناهية في الصغر هي الفوتونات والتي يمكن تمثيل كل منها بكيس صغير مملوء بطاقة معينة (تتوقف علي نوع الضوء).



يؤدي تصادم تلك الفوتونات بالصبغات النباتية التي فقد طاقتها وتكتسبها الصبغة وتحرك الألكترونات الواقعة في مستويات مختلفة حول أنوية ذرات هذه الصبغات الي مستويات من الطاقة أعلي من المستوي التي كانت واقعة به وتصبح بذلك الصبغة في حالة نشطة وتستمر في هذه الحالة لمدة قصيرة جدا تصل الي جزء من الثانية حيث يسقط بعدها الألكترون الي مجالة السابق الاقل نشاطا (أي اقرب الي النواة)، والطاقة

الناتجة من فقد هذا الألكترون لطاقة تنفرد عملا معينا وهذه الطاقة والتي تسمي بطاقة التنشيط تنطلق في صورة حرارة منعكسة أو بأعطاء هذه الطاقة لمركب آخر أو تستغل في تفاعل كيميائي معين كما يحدث في عمليات الأكسدة و الاختزال.

ولصبغات النبات المختلفة القدرة علي القيام بكل هذه الظواهر السابق ذكرها فاثناء عملية البناء الضوئي نجد أن جزيئات الكلورفيل تفقد وتعيد كمية غير قليلة من الضوء بينما نجد ان بعض الصبغات الأخري مثل الكاروتنويدات و المصاحبة للكلورفيل تمتص الطاقة الضوئية وتنقلها للكلورفيل اما التي يتحصل عليها الكلورفيل فيستغلها في اختزال بعض المركبات أثناء عملية البناء الضوئي للكربوهيدرات .

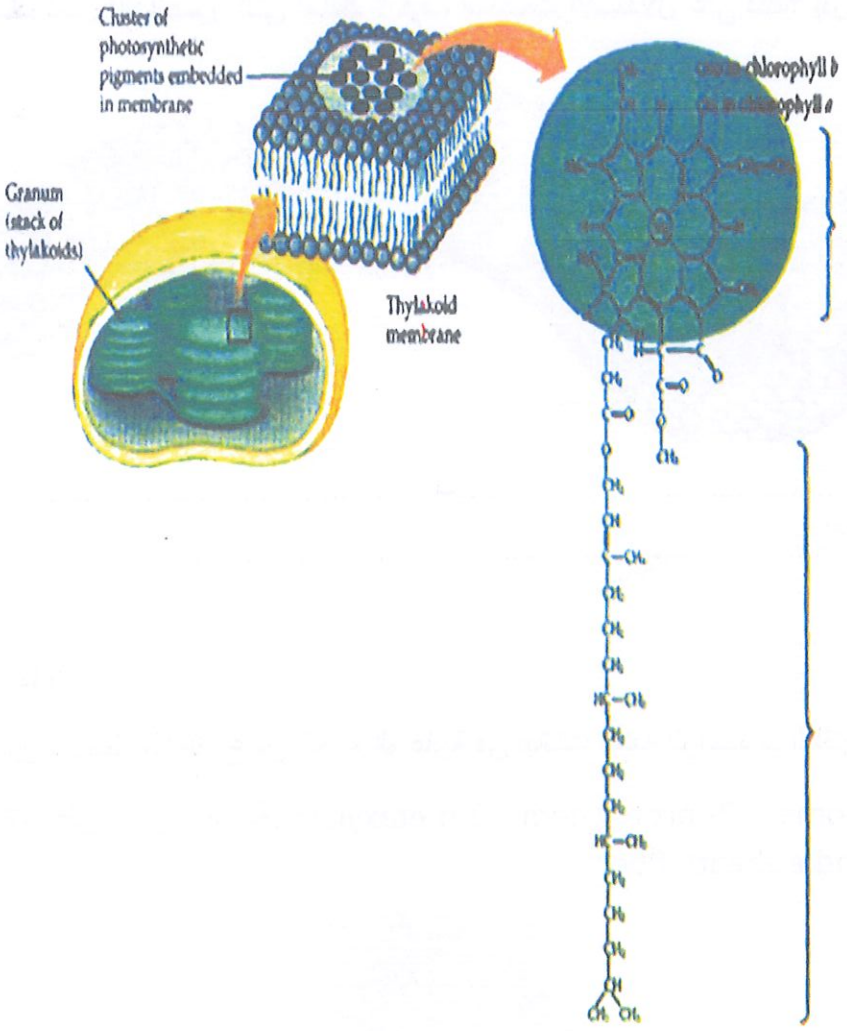
صبغات البناء الضوئي :

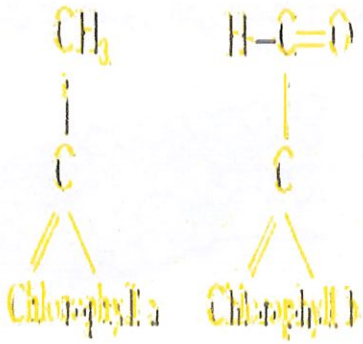
توجد الصبغات في البلاستيدات وتنقسم الى:

١- صبغة الكلورفيل Chlorophyll pigments الكلورفيل هو الصبغة الخضراء في النبات وهو أهم الصبغات لعملية التمثيل الضوئي و حتي اليوم أمكن التعرف علي ثمان انواع من الكلورفيل و هي كلورفيل Chiorozum E , d , c , b ,a , chlorophyll Bacteriochlorophyll (b) bacteriochlorophyll (a) أهمهم علي الاطلاق هى كلوروفيل a, b لتواجدهم في بلاستيدات الخلايا النباتية أما بقية الأنواع فتوجد في الكائنات الدقيقة ذاتية التغذية مثل الطحالب الخضراء و البكتريا.

كلوروفيل a يعطي لون اخضر مصفر، كلوروفيل b عادة يكون ذو لون اخضر مزرق . أما عن التركيب الكيميائي للكلورفيل فهو يتركب من أربع وحدات من البروفيرين ويوجد المغنسيوم في صورتة الغير متأنية يتوسط جزئ الكلورفيل.

ويعتبر الكلورفيلات عبارة عن استرات (اتحاد حامض بكحول) لأحماض ثنائية تسمي الكلوروفللين chlorophyllins متحدة مع الميثانول وكحول الفينول.


Cluster of photosynthetic pigments embedded in membrane
Granum (stack of thylakoids)
Thylakoid membrane
chlorophyll b
chlorophyll a



ويختلف كلورفيل أ عن كلورفيل ب في ارتباط ذرة الكربون رقم ٣ في جزئ الكلورفيل أ بمجموعه ميثيل في حين تكون في كلورفيل ب مجموعه الدهيد

وقد لوحظ أن غالبية امتصاص الكلورفيل للضوء يكون في مجال الطيفين الأزرق والأحمر أي علي موجات ٤٣٠-٦٥٠ ملليمكرون ٠ الا أن هناك بعض الشواهد على أن كفاءة عملية البناء الضوئي بالنباتات الخضراء تكون أعلي عند تعويض النباتات للضوء الازرق) فيما عدا الكلورفيل البكتيري والذي يمتص الاشعة تحت الحمراء و الطيف الازرق البنفسجي)

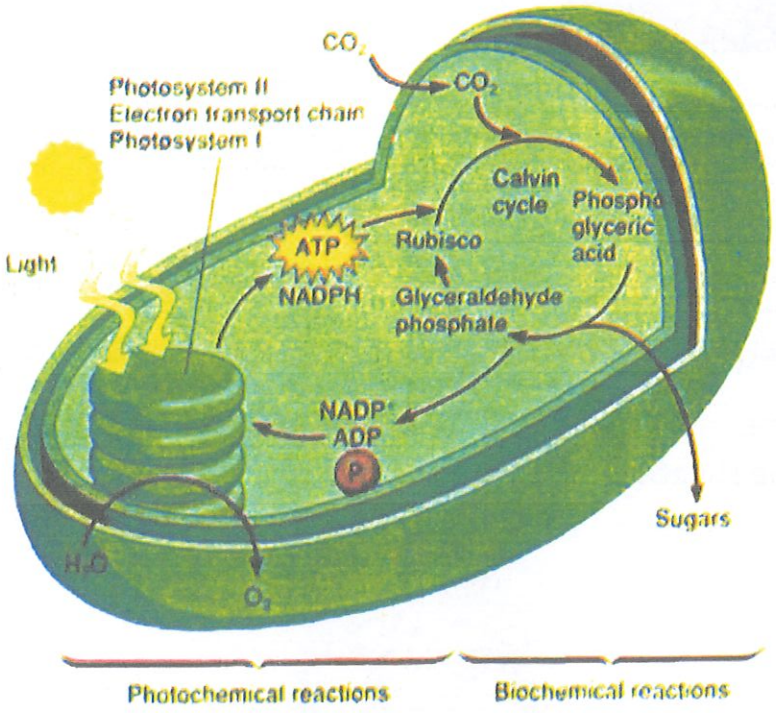
٢- الكاروتنيدات Carotenoid pigments هي مجموعه من الصبغات التي لها علاقة وثيقة بعملية البناء الضوئي وهي مركبات ليبيدية يتراوح لونها من الأصفر حتي البنفسجي وتتواجد في البلاستيدات الخضراء جنبا الي جنب مع الكلورفيل بنسبة: ٣:١ ، وتعتبر جميع الكاروتنيدات هيدروكربونات غير مشبعه و سريعه الأكسدة في وجود الأوكسجين وتنقسم هذه الصبغات الي مجموعتين هما الكاروتين مثل كاروتين a , b والليكوبين والزانثوفيل ٠

ولكن الزانثوفيل أكثر أكسدة من الأولي حيث يقل عنها بذرة هيدروجين ويوجد بها ذرتي أوكسجين مع عدم وجوده بالكاروتينات وله عده أنواع تمتص الكاروتينات الاطياف أساسا الطيف الازرق(٤٦٠- ٤٨٠ ملليمكرون) من الضوء وقد تمتص هذه الصبغات جزءا من الطيف الازرق والبنفسجي وقد تبين أيضا انها تمتص بعض الموجات الخاصة بالاشعة الفوق بنفسجية وتقوم هذه الصبغات بالاحاطة بجزيئات

الكلورفيل وكثيرا ما تحميه من الأكسدة الضوئية وكذلك تمتص الطاقة وتنقلها الى الكلورفيل·

الجهاز التمثيلى :

تتم عملية البناء الضوئي داخل البلاستيدات الخضراء التي تتركب من جسيمات محاطة بغشاء سيتويلازمي مزدوج يحوي بداخلة سائل Stroma وبها صفائح تعرف بال Grana تسمي كل واحدة من تلك الصفائح باسم Granum تحتوي علي الصبغات و الانزيمات الخاصة بعملية التمثيل ·



يوجد بكل بلاستيدة ٦٠ جرانا و يتم تحول الطاقة الضوئية الي طاقة كيميائية فى Grana حيث تحتوي علي الصبغات و الأنزيمات الخاصة بعملية التمثيل · وينفرد الأوكسجين داخل الجرانا في حين يتم في الاستروما اختزال ثاني اكسيد الكربون وتكون الكربوهيدرات ·

ميكانيكية عملية البناء الضوئي :

يمكن تقسيم البناء الضوئي الي جزئين رئيسين هما التفاعل الضوئي أو Hill reaction ، و الجزء الثاني و يعرف باسم Dark reaction ويعرف الأول باسم طور التحليل الضوئي Photolysis فية يمتص الكلورفيل الطاقة الضوئية التي تشجع انشطار الماء الي أوكسجين وأيدروجين ، بتصاعد الأوكسجين اما الأيدروجين فيتحد مع مستقبل هو NADP .

نتيجة امتصاص الكلورفيل للضوء الأزرق والأحمر يفقد الكترونا فتنجذب اللأكترونات النشطة السالبة داخل الجرانا بواسطة مستقبلات الكترونية وفي أثناء عملية الانتقال فان طاقة الكترون تنخفض والطاقة المنطلقة تمتص بواسطة ADPلتكوين ATP.

أما التفاعل الثاني والمعروف Dark reaction وهو تفاعل كيميائي يعرف باسم ك أ٢ Fixation cycle هذا التفاعل لا يحتاج الي ضوء وليس معني أن اسمه تفاعل الظلام أنه يتم فى الظلام بل يعني ان الضوء غير ضروري لاتمامه و يتم فية تثبيت ك أ٢ و تكوين المواد الكربوهيدراتية .

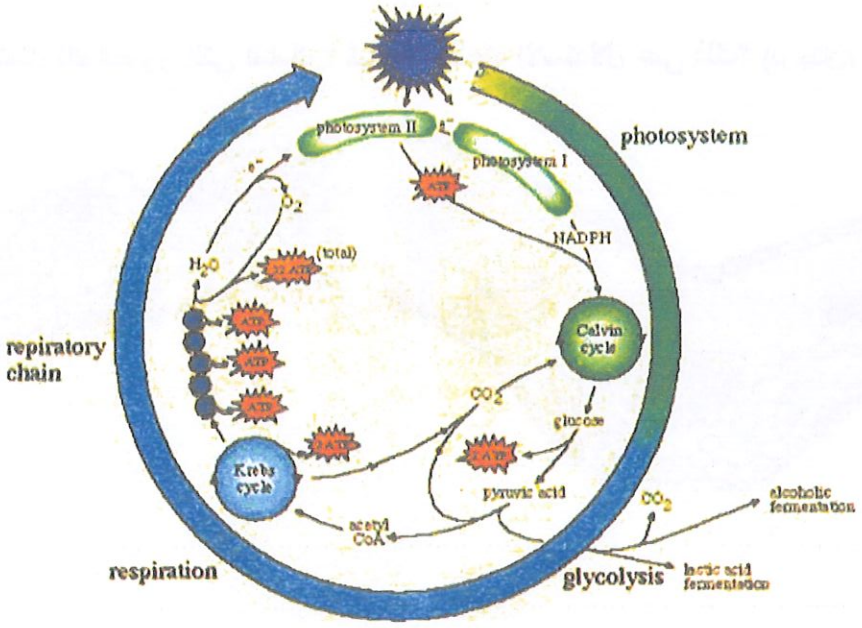
اولا : التفاعل الضوئي أو تفاعل هيل Hill reaction :

قام العالم Robert Hill سنة ١٩٣٧ بمحاولة لدراسة تفاعلات عملية البناء الضوئي عن طريق اجراء بحوثة علي بلاستيدات خضراء معزولة بدلاً من اجرائها علي نباتات كاملة وقد وجد أن البلاستيدات الخضراء المعزولة كانت قادرة علي انتاج الأوكسجين أي قادره علي اتمام التفاعل الضوئي وذلك في وجود عوامل مؤكسدة (اي قادرة علي اكسدة المركبات وتصبح هي مختزلة) مثل مركبات السيانيد الحديدية Ferrocyanide ومركبات اكسالات البوتاسيوم الحديدية Ferric potassium oxalate ومركبات الكرينون التي تختزل الي الهيدروكونيون ، حيث تتحول أيونات الحديدك الي

حديدور ويتأكسد الماء أي تحل تلك المركبات محل NADP والذي يعتبر مستقبل الأيدروجين في عملية البناء الضوئي

عند سقوط الضوء الذي طول موجتة ٦٨٠ ملليميكرون علي كلورفيل أ والذي يعرف بالنظام الصبغي الاولي Pigment system (PSI) فيصطدم فوتونات الضوء مع الكلورفيل فيصبح جزئ الكلورفيل مرتفع الطاقة و يتم ذلك بانتقال الكترون من مدار قريب من النواه الي مدار أبعد و يظل جزئ الكلورفيل في تلك الحالة المرتفعة من الطاقة Excited state لفترة وجيزة جدا تبلغ $١٠^{-٩}$ ثانية فاذا لم تستخدم الطاقة فأنها تتبد في صورة اشعاع Fluorescence .

يتأكسد الكلورفيل في (PSI) بفقد الالكترون فيستقبلة صبغة Ferrodoxin وهي الصبغة التي تستقبل الألكترون وتقوم باختزال NADP وهي عامل مساعد بروتيني . ويتم اختزال المرافق الانزيمي المعروف باسم NADP في وجود أنزيم NADP Reductase - Ferredoxin ويتحول NADP الي NAD PH و مصدر الايدروجين هنا هو الماء لعدم توفر المرافق الانزيمي الحامل للأيدروجين NADP والأنزيم الذي يقوم باختزالة فان صبغة Ferredoxin تدفع تيار الألكترونات الي مستقبلات هي بالترتيب سيتوكروم b ثم سيتوكروم f ثم الي الصبغة Cu- containing Plstocyanine Protein (PC) ثم مرة آخري الي كلورفيل أ حتي يحافظ النظام الصبغي الأول (PSI)علي صورتة المختزلة المانحة للأكترونات وفي تلك الدورة يفقد الألكترون طاقتة و الذي يمنحها الي المركب ADP ليكون مركب ATP باضافة الفسفور الي ADP في نظام يعرف باسم الفسفرة الضوئية الدائرية Cyclic photophoshorylation قد تأتي الألكترونات من أكسدة الماء فعندما يسقط الضوء علي الماء فأن جزيئات الماء تتأكسد الي أيونات أوكسجين تتصاعد وأيدروجين والكترونات



يستقبل الالكترونات صبغة Plastoquinone التى تختزل وتقوم بنقل الألكترون خلال Cyt b ثم Cyt f ثم الي المركب Plastocyanine (PC) ثم الي كلورفيل a (PSI) لتعويض الالكترون المفقود والذي استخدم في اختزال NADP الي NADP H_2واثناء ذلك يفقد الألكترون طاقة ويتكون ATPفي نظام يعرف باسم الفسفرة الغير دائريةNon cyclic photophosphorylation ثم تستعيض صبغة Plastoquinone عن الألكترون المفقود بالكترون آخر من أكسدة الكلورفيل b(PSII) نتيجة أكسدتها ضوئية و يعوض كلورفيل ب الألكترون المفقود من أيونات الأيدروكسيل الناتجة من الماء ٠ و علية ينتج من التفاعل الضوئي مركبان هامان لعملية اختزال ثاني اكسيد الكربون هما المركب الغني بالطاقة ATP و كذلك الموافق الانزيمي المختزل $NDPH_2$.

النوعين السابقين من الفسفرة تسميان بالفسفرة الضوئية لتميزها من النوع الآخر من الفسفرة والتي لا تعتمد علي الضوء لاتمامها كالتي تحدث اثناء التنفس ومن الواضح أن عملية الفسفرة الضوئية اللادائرية هي أساس عملية البناء الضوئي في

النبات الراقي مع امكانية حدوث الفسفرة الضوئية الدائرية جنبا الي جنب معاً أما الفسفرة الدائرية فقد تحدث في النباتات الأقل رقيا حيث تستغل مركبات اختزالية آخري غير الماء مثل يدءكب وغيرها · و تقوم تلك النباتات باعطاء الأيدروجين و الألكترونات الي كلورفيل أ مباشرة عن طريق صبغة البلاستوكينون و السيتوكرومات وتقوم هذة الكائنات مثل البكتريا بالحصول علي الطاقةعن طريق أكسدة هذة المركبات المختزلة بعملية تسمي البناء الكيميائي Chemosynthesis .

ثانيا : تفاعل الظلام او تفاعل بلاكمان Blackman reaction :

هذا التفاعل الكيميائي لايتطلب وجود الضوء ويعرف بتفاعل الظلام وقد أتضح أن تفكك الماء هو الجزء من عملية البناء الضوئى الذى يتطلب وجود الضوءأما أختزال ثانى أكسيد الكربون وتحويله الى مادة كربوأيدراتية فيكون الجزء من عملية البناء الذى لايتطلب وجود الضوء ·

وهكذا أوضحت تجارب هل Hill عام ١٩٣٧ الدور الذى يقوم به الضوء فى عملية البناء الضوئى وذلك بأستعمال بلاستيدات خضراء معزولة من النباتات· فاضاءة معلق البلاستيدات الخضراء فى غياب ثانى أكسيد الكربون تؤدى – اذا وجد مستقبل مناسب للأيدروجين – إلى أنشقاق الماء الى الأكسجين والأيدروجين :

$$H_2O + NADP \xrightarrow{\text{ضـــوء}} NADP.H_2 + \frac{1}{2} O_2$$

عندما أستعمل بنسون وكالفين Benson & Calvin عام ٤٩ –١٩٥٠ الكربون المناظر ^{14}C فى صورة ثانى أكسيد الكربون فى تجارب البناء الضوئى تبين أنه عندما أضيئت خلايا النبات مدة طويلة نسبيا (٣٠ دقيقة) ظهر الكربون المشع فى جزيئات المادة السكرية المتكونة ولكن الاضاءة لمدة خمس ثوان أدت الى ظهور ٧٠% من الكربون المشع فى حامض الفسفوجليسريك يحتوى على ٣ ذرات كربون مما يدل على أنه الناتج الوسطى الأساسى فى عملية تحويل ك أ٢ الى سكر وعندما طالت فترة التجربة عن ٥ ثوان ظهر الكربون المشع فى مركبات أخرى ثبت أن بعضها نواتج

Digestive system

- College of science, Biology department.
- Dr. Sanaa Jameel Thamer.

Digestive system

Nutrition : **Process by which organisms obtain and utilize their food.**

There are two parts to Nutrition:

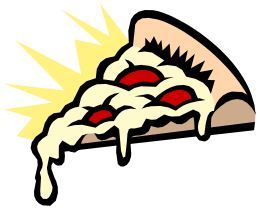
1. **Ingestion**- process of taking food into the digestive system so that it may be hydrolized or digested.

2. **Digestion**- the breakdown of food (either chemically or mechanically) in order to utilize nutrients.

Types of Nutrients :

Micronutrients- vitamins, minerals, & water .

Macronutrients- proteins, lipids, carbohydrates.



Digestion

- Phases Include
  1. Ingestion
  2. Movement
  3. Mechanical and Chemical Digestion
  4. Absorption
  5. Elimination

- Types:
- Mechanical (physical):
  - Chew
  - Tear
  - Grind
  - Mash
  - Mix
- Chemical: Enzymatic reactions to improve digestion of:
  - Carbohydrates
  - Proteins
  - Lipids

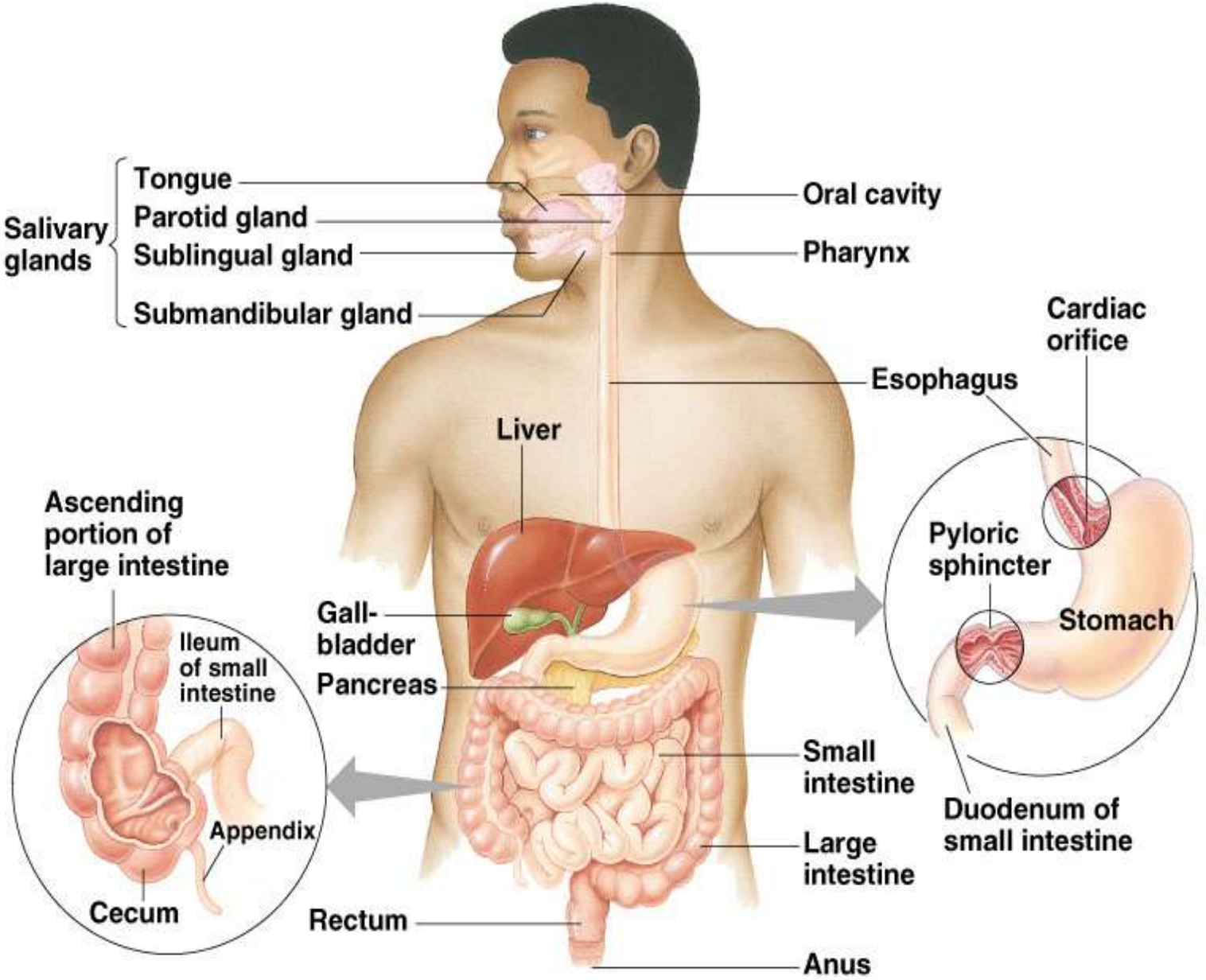
Digestive System Organization

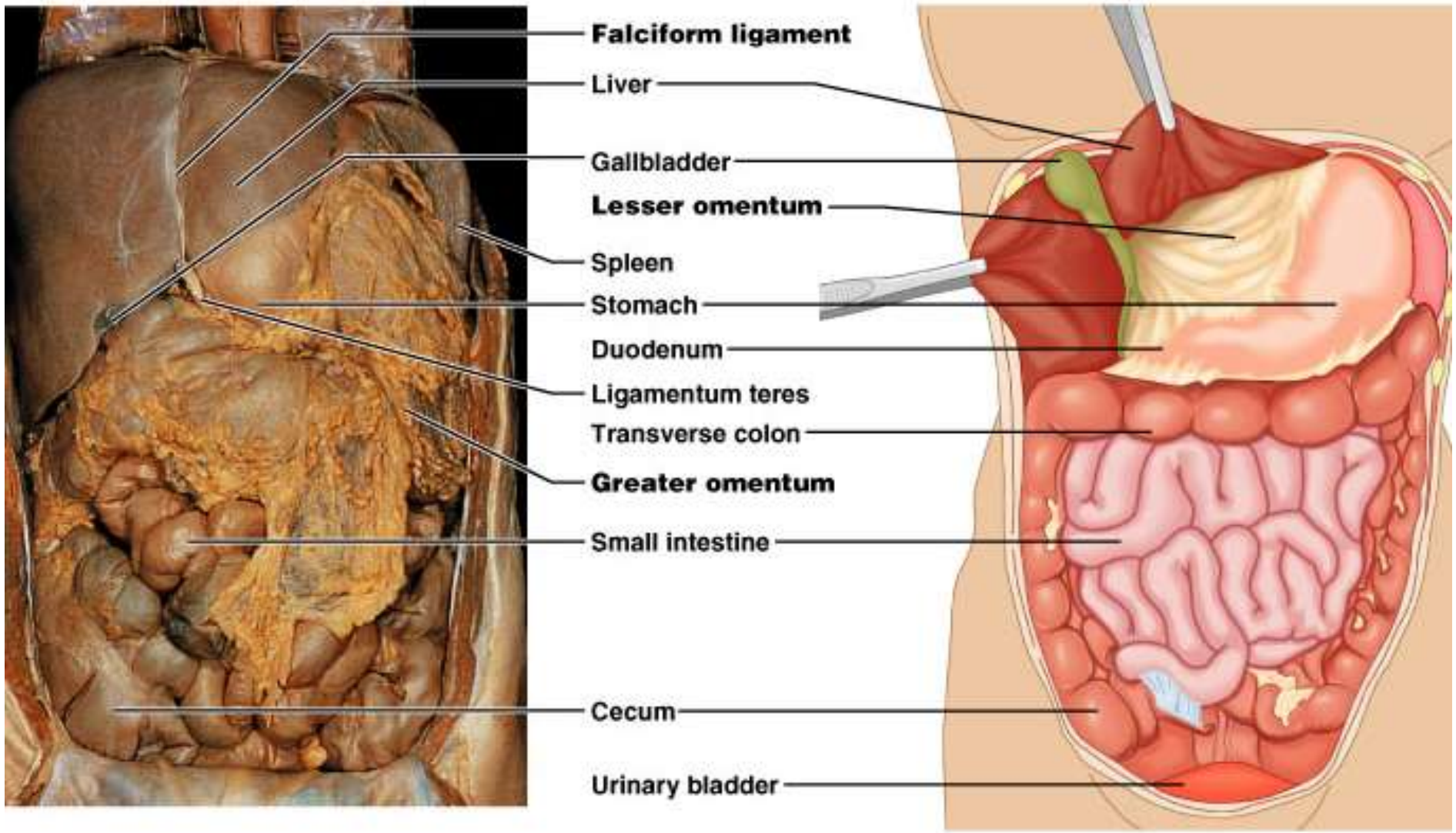
- Gastrointestinal (GI) tract
  - Tube within a tube
  - Direct link/path between organs
  - Structures
    - Mouth
    - Pharynx
    - Esophagus
    - Stomach
    - Small intestine
    - Large Intestine
    - Rectum (Anus)
  - **The accessory digestive organs**

Supply secretions contributing to the breakdown of food

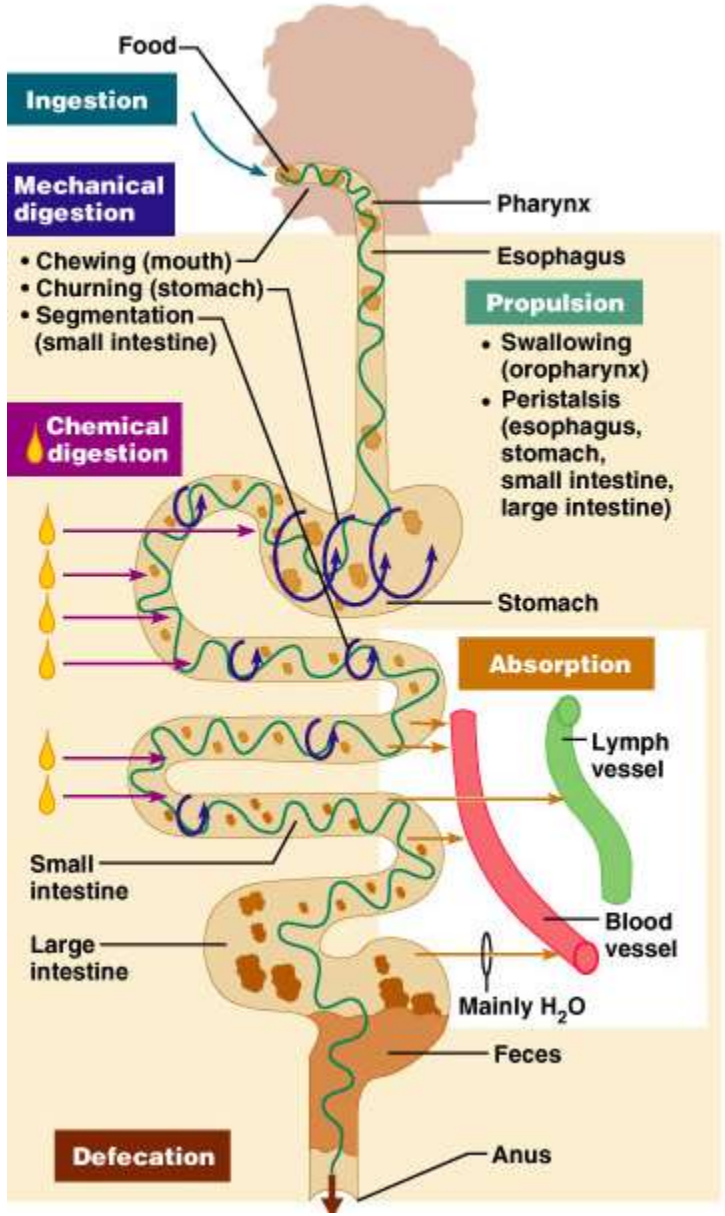
- Teeth & tongue
- Salivary glands
- Gallbladder
- Liver
- Pancreas

Human digestive system




Falciform ligament
Liver
Gallbladder
Lesser omentum
Spleen
Stomach
Duodenum
Ligamentum teres
Transverse colon
Greater omentum
Small intestine
Cecum
Urinary bladder

The Digestive Process



- Ingestion
  - Taking in food through the mouth
- Propulsion (movement of food)
  - Swallowing
  - Peristalsis – propulsion by alternate contraction &relaxation
- Mechanical digestion
  - Chewing
  - Churning in stomach
  - Mixing by segmentation
- Chemical digestion
  - By secreted enzymes: see later
- Absorption
  - Transport of digested end products into blood and lymph in wall of canal
- Defecation
  - Elimination of indigestible substances from body as feces

Ingestion

•Mouth

•mechanical digestion : teeth : mechanically break down food into small pieces. Tongue mixes food with saliva .

• Epiglottis is a flap-like structure at the back of the throat that closes over the trachea preventing food from entering it.

•Peristalsis : involuntary muscle contractions to move food along

•chemical digestion

•Saliva

•Water: liguify food into chyme

•Amylase : enzyme digests starch

•mucin

•slippery protein (mucus)

•protects soft lining of digestive system

•lubricates food for easier swallowing

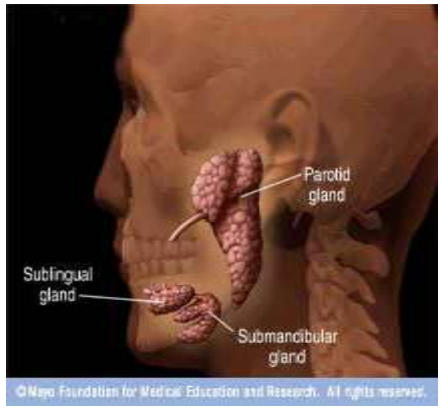
•buffers : sodium bicarbonate

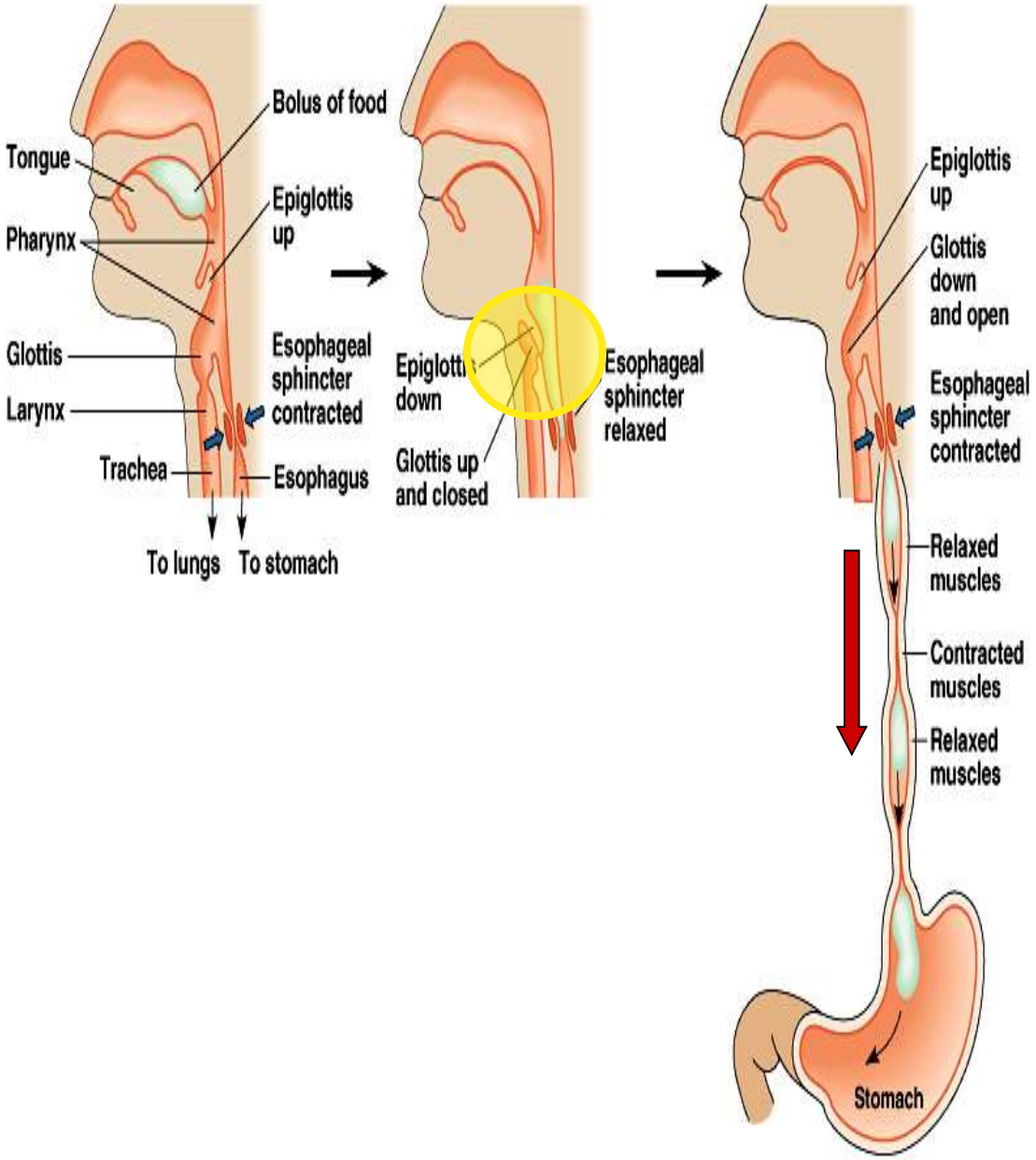
•neutralizes acid to prevent tooth decay

•Maintain neutral pH for amylase

•anti-bacterial chemicals

•kill bacteria that enter mouth with food



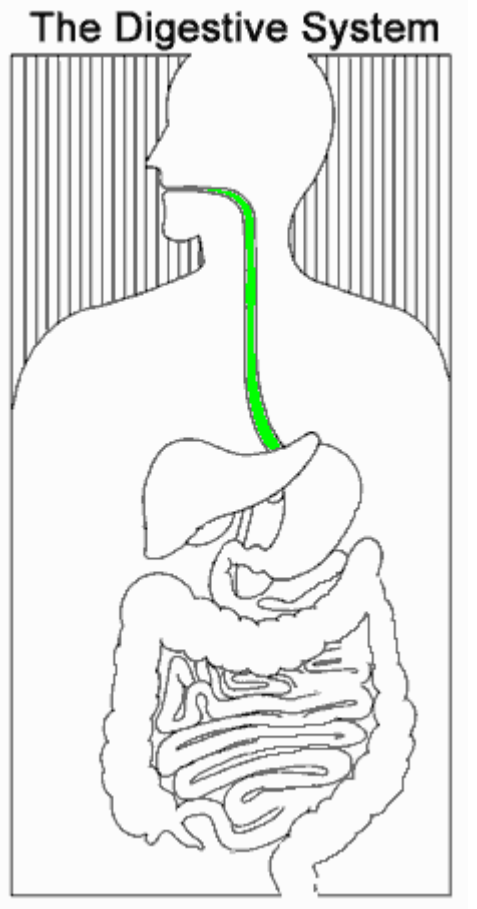


Esophagus

- Approximately 10” long
- Functions include:

1. Secrete mucus
2. Moves food from the throat to the stomach using muscle movement called peristalsis

- If acid from the stomach gets in here that’s heartburn.



Stomach

•J-shaped muscular bag widest part of alimentary canal that stores the food 2 L, Temporary storage and mixing – 4 hours Food found in the stomach is called chyme. breaks it down into tiny pieces.

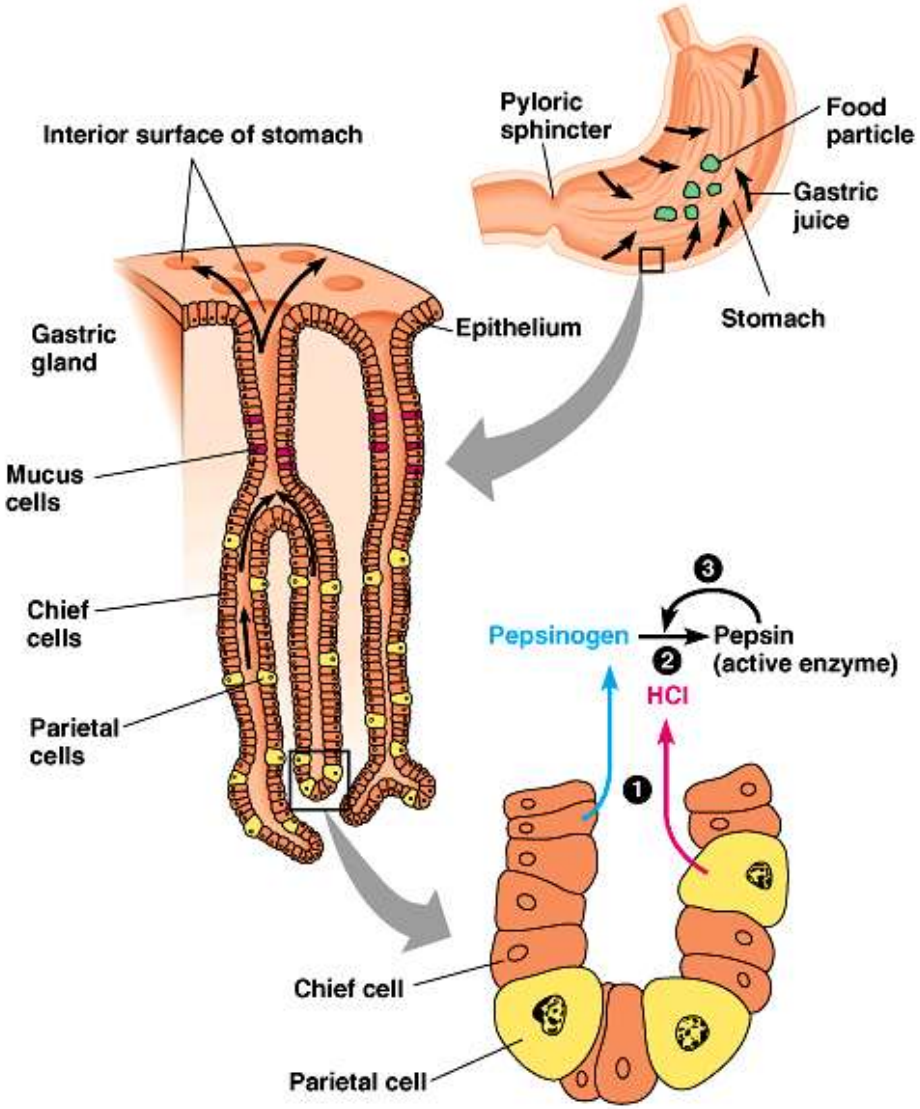
•Mixes food with digestive juices that contain enzymes to break down proteins and lipids.

• Pepsin (protein-digesting enzyme needing pH=2.5,secretion by chief cells in inactive form pepsinogen)

•parietal cells secret :HCl (hydrochloric acid): pH=1.5-2.5, helps kill bacteria. also secret interensing factor that bind with B12 to facilitate its absorption.

•Gastric juice made up water, mucus and digestive enzymes.

•Most nutrients wait until get to small intestine to be absorbed; exceptions are: Water, electrolytes, some drugs like aspirin and alcohol (absorbed through stomach).

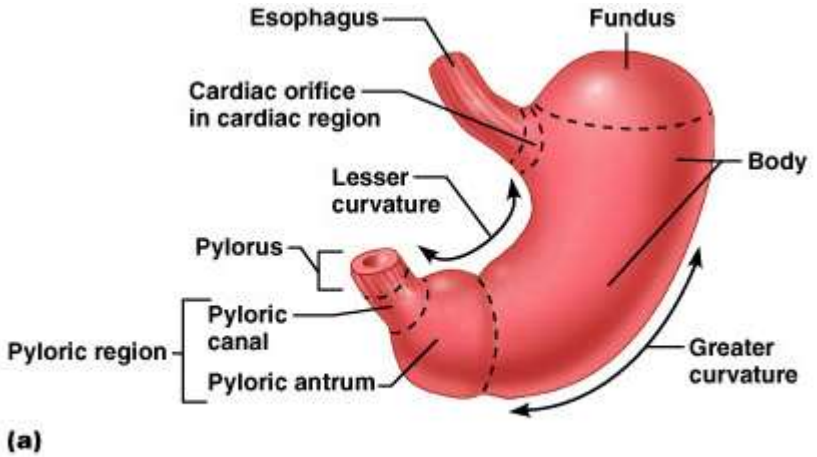


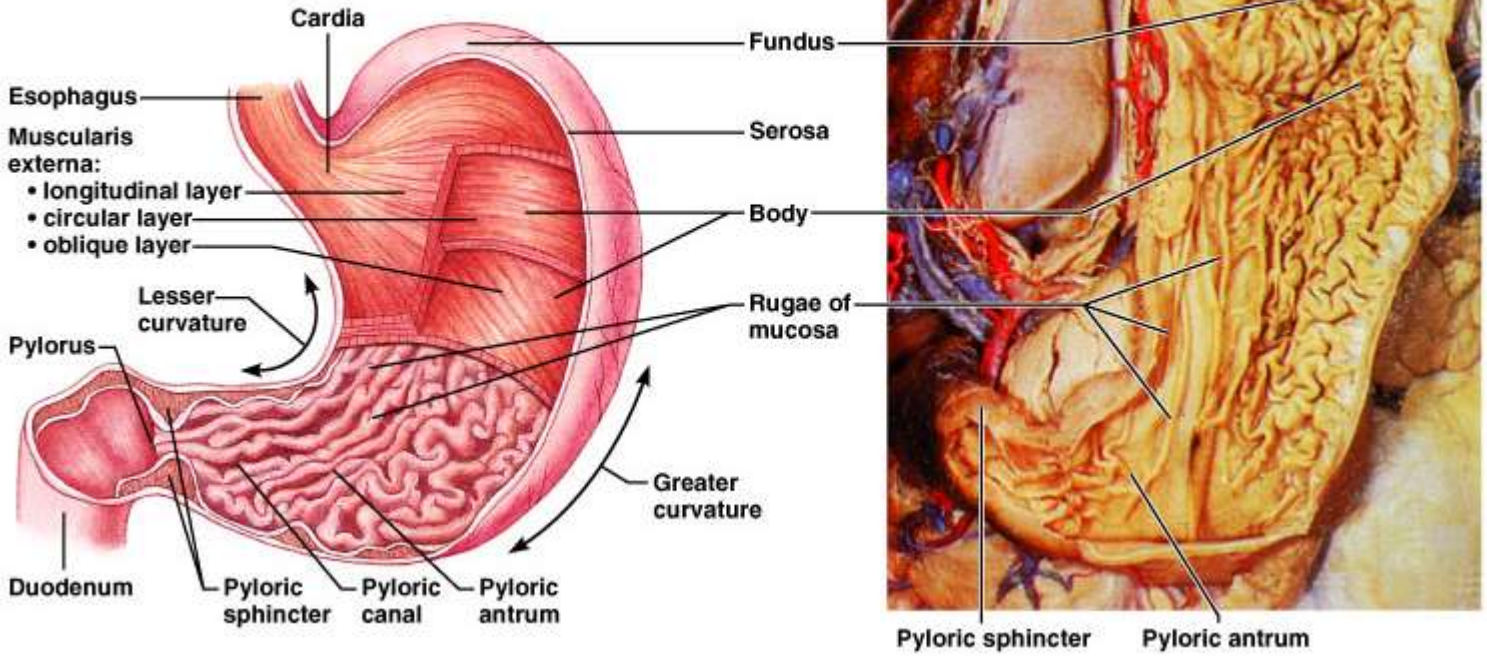
Stomach Regions

- Cardiac region
- Fundus (dome shaped)
- Body
  - Greater curvature
  - Lesser curvature
- Pyloric region
  - Antrum
  - Canal
  - Sphincter

But the stomach is made out of protein!
What stops the stomach from digesting itself?

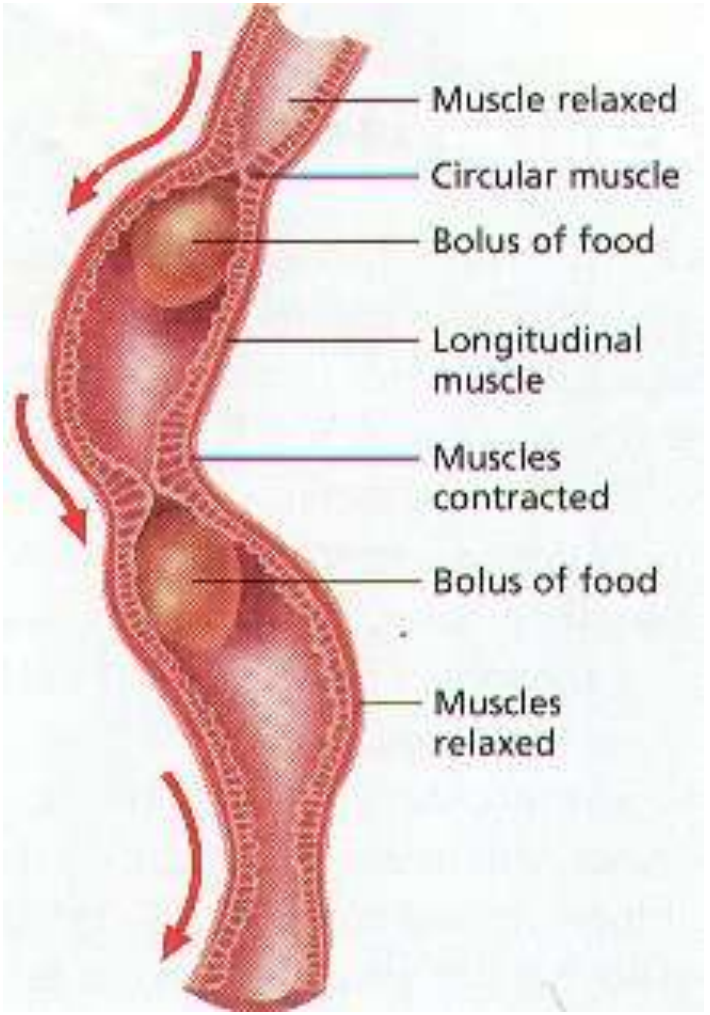
mucus secreted by stomach cells protects stomach lining





movement

- Peristalsis: series of involuntary wave-like muscle contractions which move food along the digestive tract.
- Segmentation: reflxes cause a forward and backward movement with single segmentation of the G tract, mixing food with digestive juice and bring it with intestinal mucosa to facilitate absorption.
- Observed in esophagus, stomach and small intestine.



Regulation of motility

Gastric motility : Chyme is ejected every 20 seconds into duodenum that controlled hormonal and nervous mechanisms:

Hormonal mechanism: fat in duodenum stimulate release of gastric inhibitory peptide (GIP) which decrease peristalsis of gastric muscle and slow passage of chyme into duodenum.

Nervous mechanism : receptors in the duodenal mucosa are sensitive to presence of acid and distention, impulses over sensory and motor fibers in the vagus nerve cause a reflex inhibition of gastric , interogastric reflex.

Small intestine:

Peristalisis moving the chyme through duodenum, jujnum and illum after mixing with enzymes that take 5 hours , this regulated by reflexes and cholecystokinin hormone.

digestion

Chemical digestion: change in chemical composition of food resulted of hydrolysis.

Digestive enzymes: extracellular catalysts. Specific in their action. Function at specific pH.

Catalyze reaction in both direction. Continuously synthesized. Inactive proenzymes.

Protein digestion:

Protease hydrolysis of protein into amino acids (pepsin in GJ, trypsin in PJ, peptidases in Intestinal brush border.

Carbohydrate digestion:

Polysaccharides are hydrolyzed by amylase to disaccharides, sucrase, lactase, maltase (cell membrane of villi).

lipid digestion:

Fat insoluble in water so emulsified by bile in SI before digestion.

Lecitin and bile salt form micelles around fat droplets to water soluble to break down.

Pancreatic lipase is the main fat digestive enzymes.

Pancreas

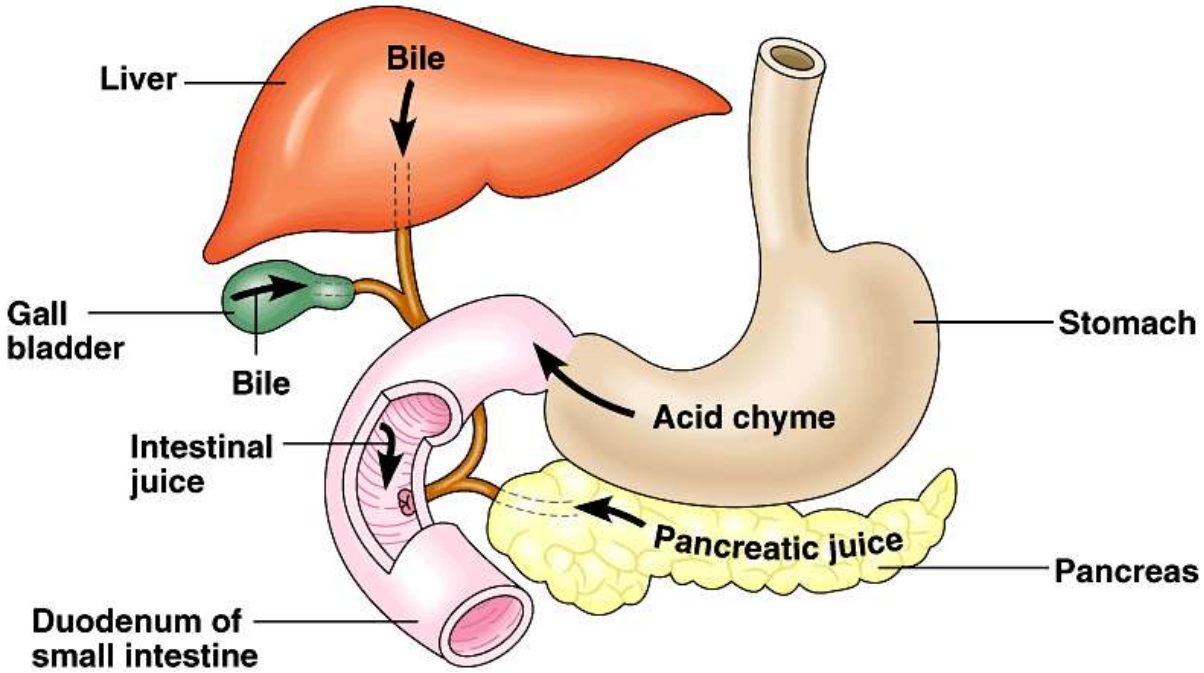
•An organ which secretes both digestive enzymes (exocrine) and hormones (endocrine).

•** Pancreatic juice made of water and inactive proenzymes, digests all major nutrient types (trypsinogen).

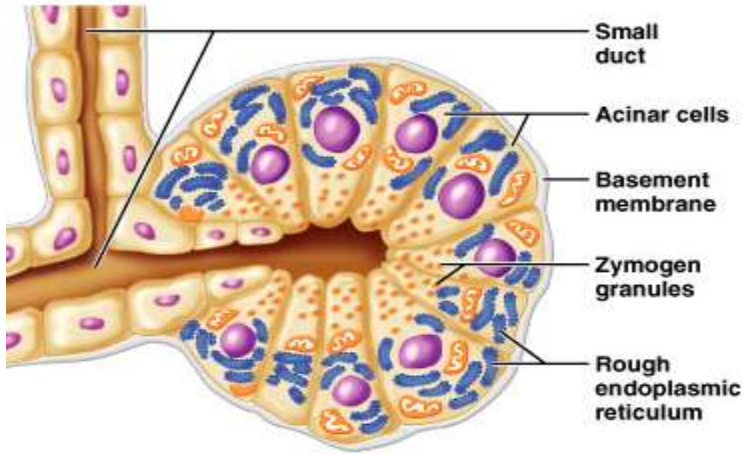
•Trypsinogen activated by enterokinase ( ) to trypsin that activated chymotrypsin (protein), lipase (fat), nuclease (DNA,RNA) and amylase (starch).

•Buffers :Neutralizes acid from stomach

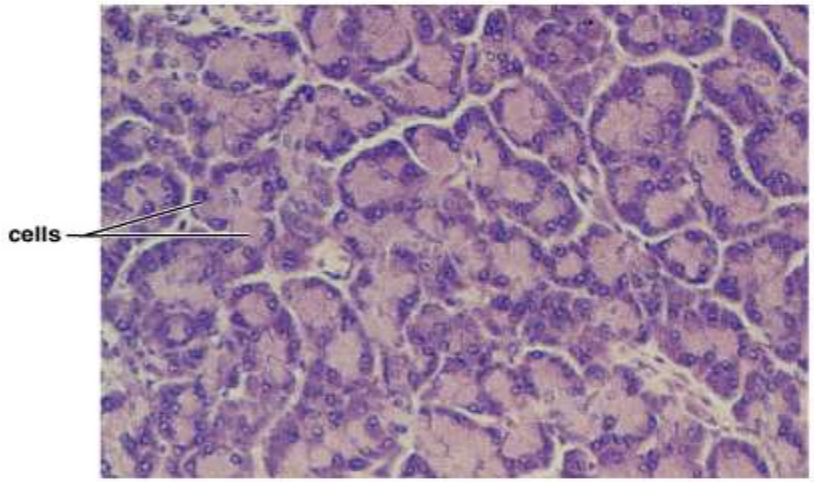
•Nearly all digestion occurs in the small intestine & all digestion is completed in the SI.



one acinus



(a)



(b)

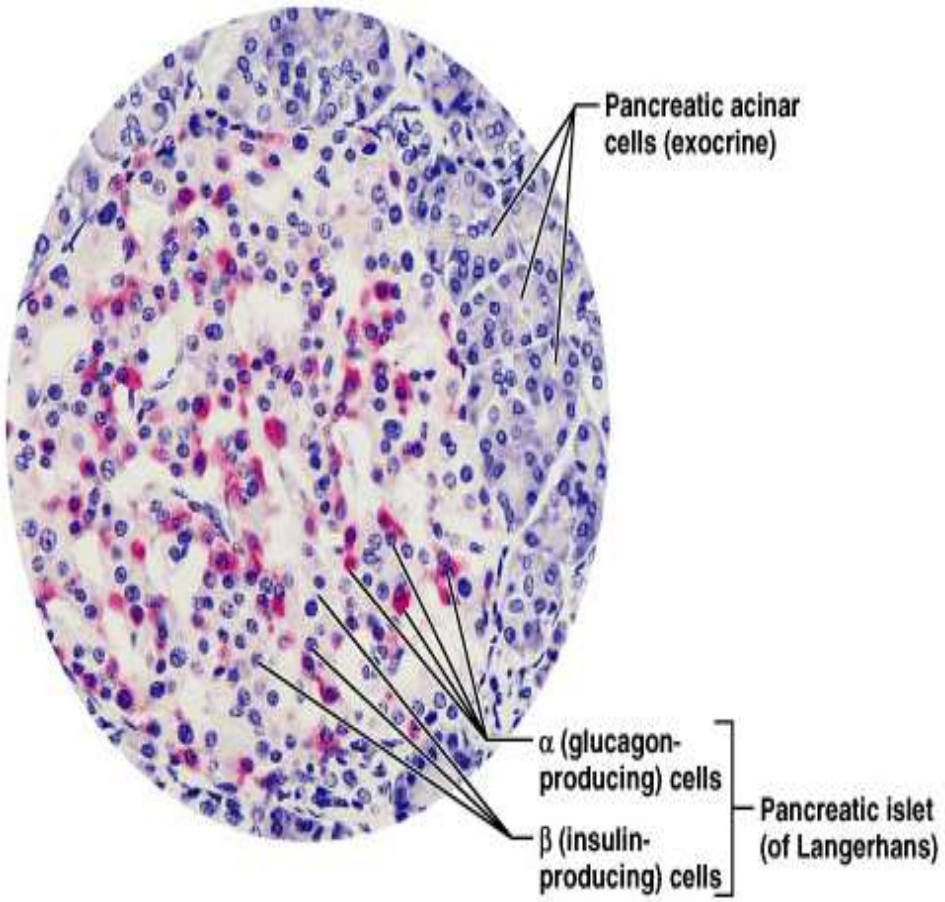
earson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Pancreatic *exocrine* function

- Compound ***acinar*** (sac-like) glands opening into large ducts (therefore exocrine)
- ***Acinar*** cells make 22 kinds of enzymes
  - Stored in zymogen granules
  - Grape-like arrangement
- Enzymes to duodenum, where activated

Pancreatic *endocrine* function (hormones released into blood)

- ***Islets of Langerhans*** (AKA "islet cells") are the hormone secreting cells
- ***Insulin*** (from beta cells)
  - Lowers blood glucose (sugar)
- ***Glucagon*** (from from alpha cells)
  - Raises blood glucose (sugar)

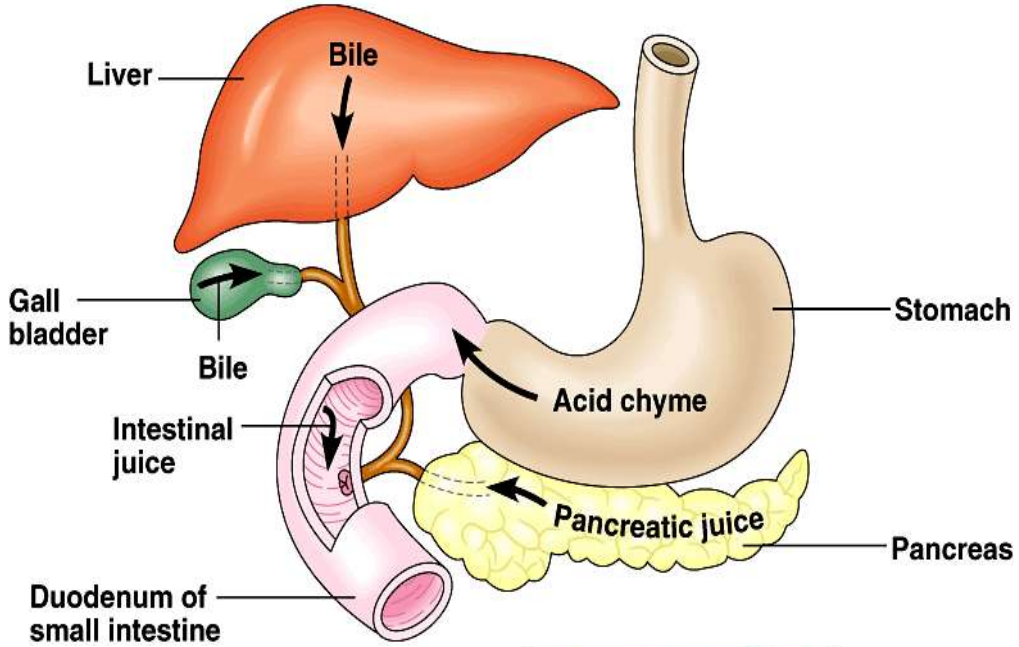


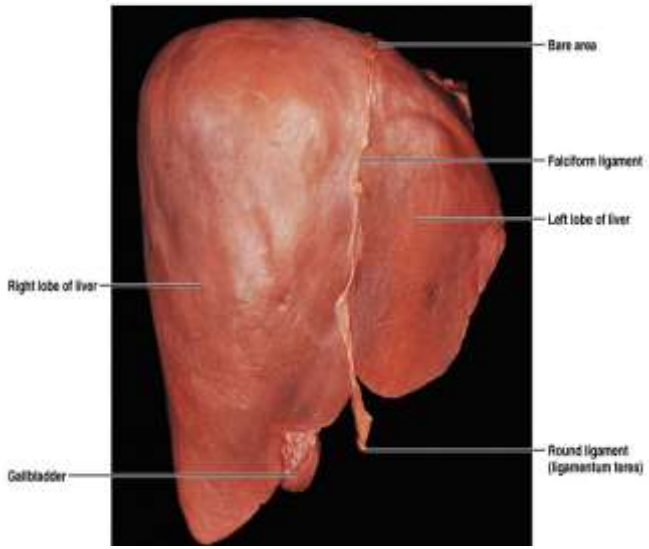
Liver

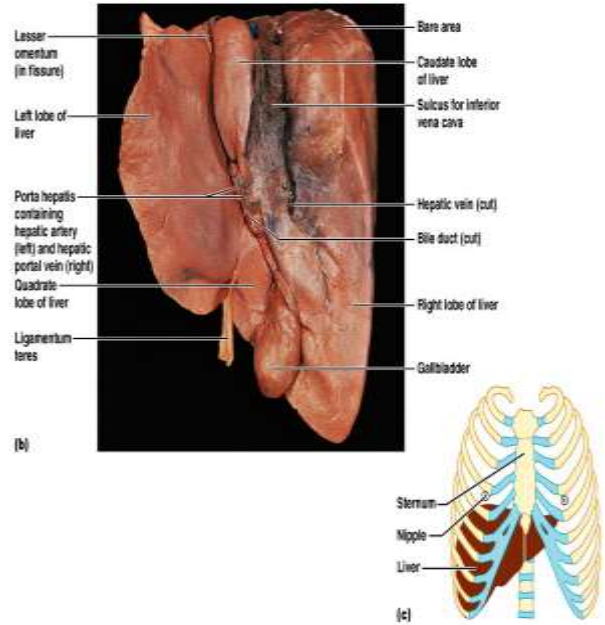
- Function:
- produces bile
- bile stored in gallbladder until needed
- breaks up fats
- Picks up glucose from blood
- Stores glucose as glycogen
- Processes fats and amino acids
- Stores some vitamins
- Detoxifies poisons and drugs
- Makes the blood proteins

bile contains colors from old red blood cells collected in liver =

iron in RBC rusts & makes feces brown

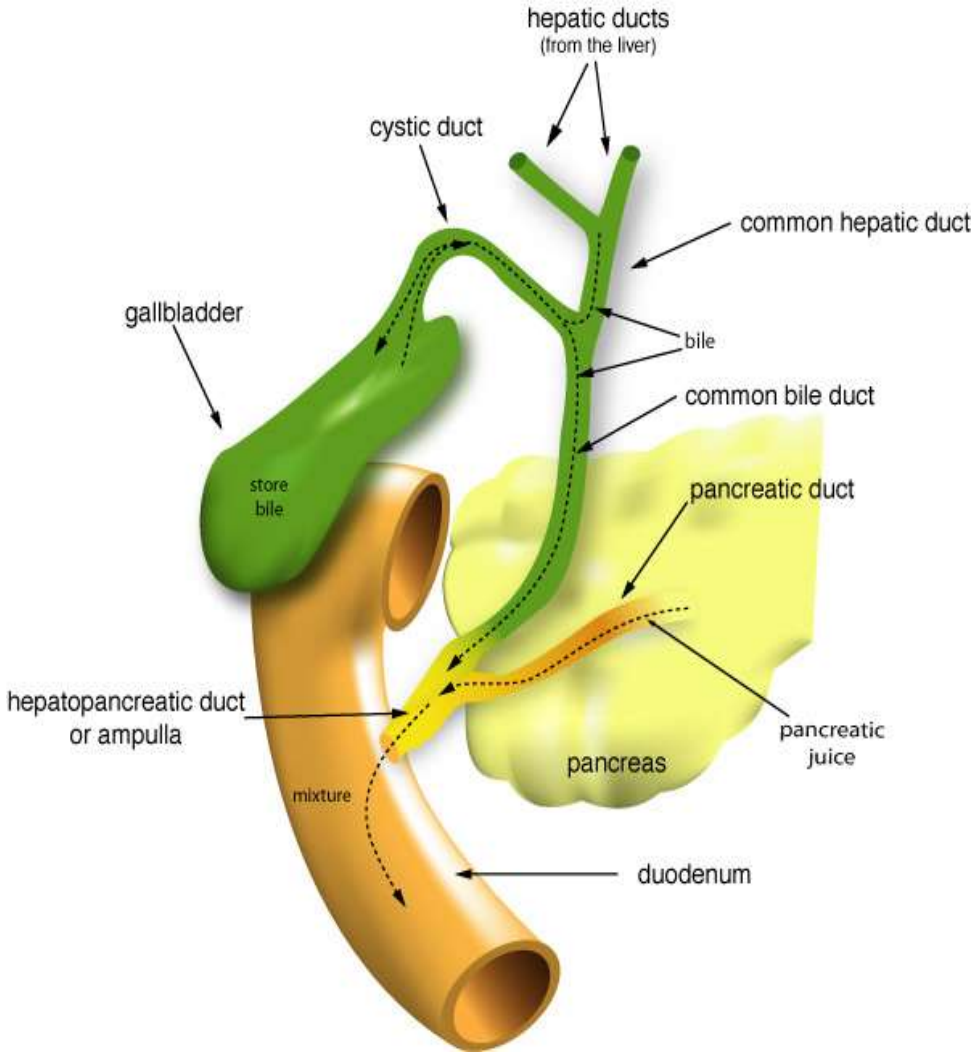






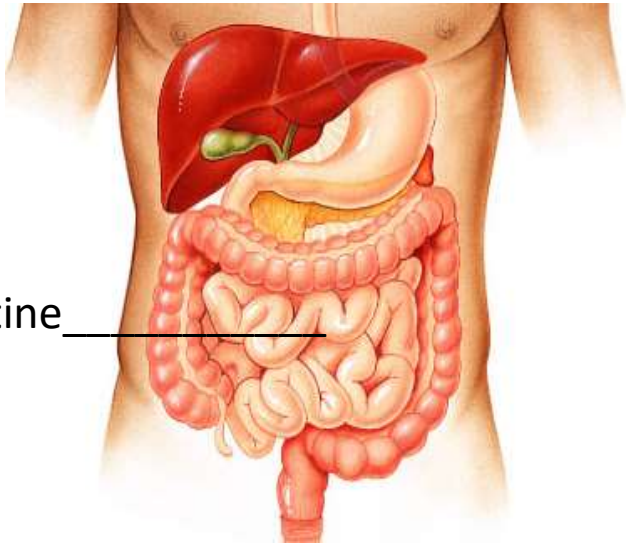
Gall bladder

- Pouch structure located near the liver which concentrates and stores bile.
- **Bile duct** – a long tube that carries BILE. The top half of the common bile duct is associated with the liver, while the bottom half of the common bile duct is associated with the pancreas, through which it passes on its way to the intestine. Bile emulsifies lipids (physically breaks apart FATS).
- Bile is a bitter, greenish-yellow alkaline fluid, stored in the gallbladder between meals and upon eating is discharged into the duodenum where it aids the process of digestion.
- Bile secretion stimulated by cholecystokinase.
- Bile contain cholesterol, bile pigments and detoxification products for removal by feces.

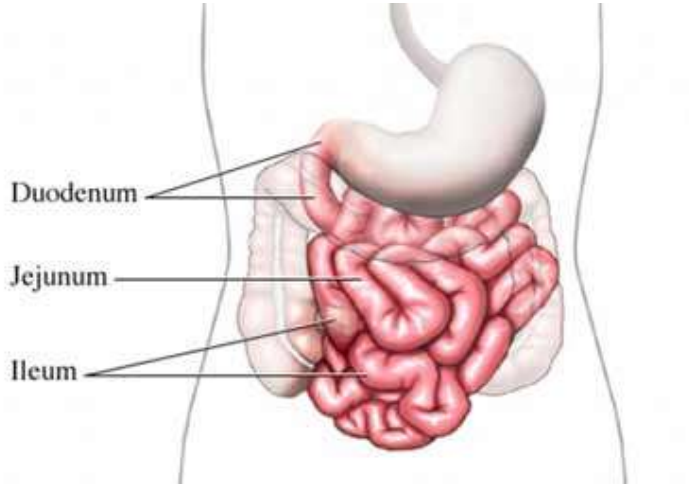


Small intestine

- Longest part of alimentary canal (2.7-5 m)
- Structure: 3 sections
    - duodenum = most digestion
    - jejunum = absorption of nutrients & water
    - ileum = absorption of nutrients & water.
    - small intestine has huge surface area = 300m^2 (~size of tennis court) .
- Function : chemical digestion
    - major organ of digestion & absorption
    - Most **chemical digestion** takes place here.
    - Most enzymatic digestion occurs here , Most enzymes secreted by *pancreas*, not small intestine.
    - IJ: basic, mucus solution that lubricate materials in it.
  - absorption through lining: Almost all absorption of nutrients
- Simple **sugars** and **proteins** are absorbed into the inner lining.
- **Fatty acids** and **glycerol** go to lymphatic system.
- Lined with villi, which increase surface area for absorption, one cell thick.

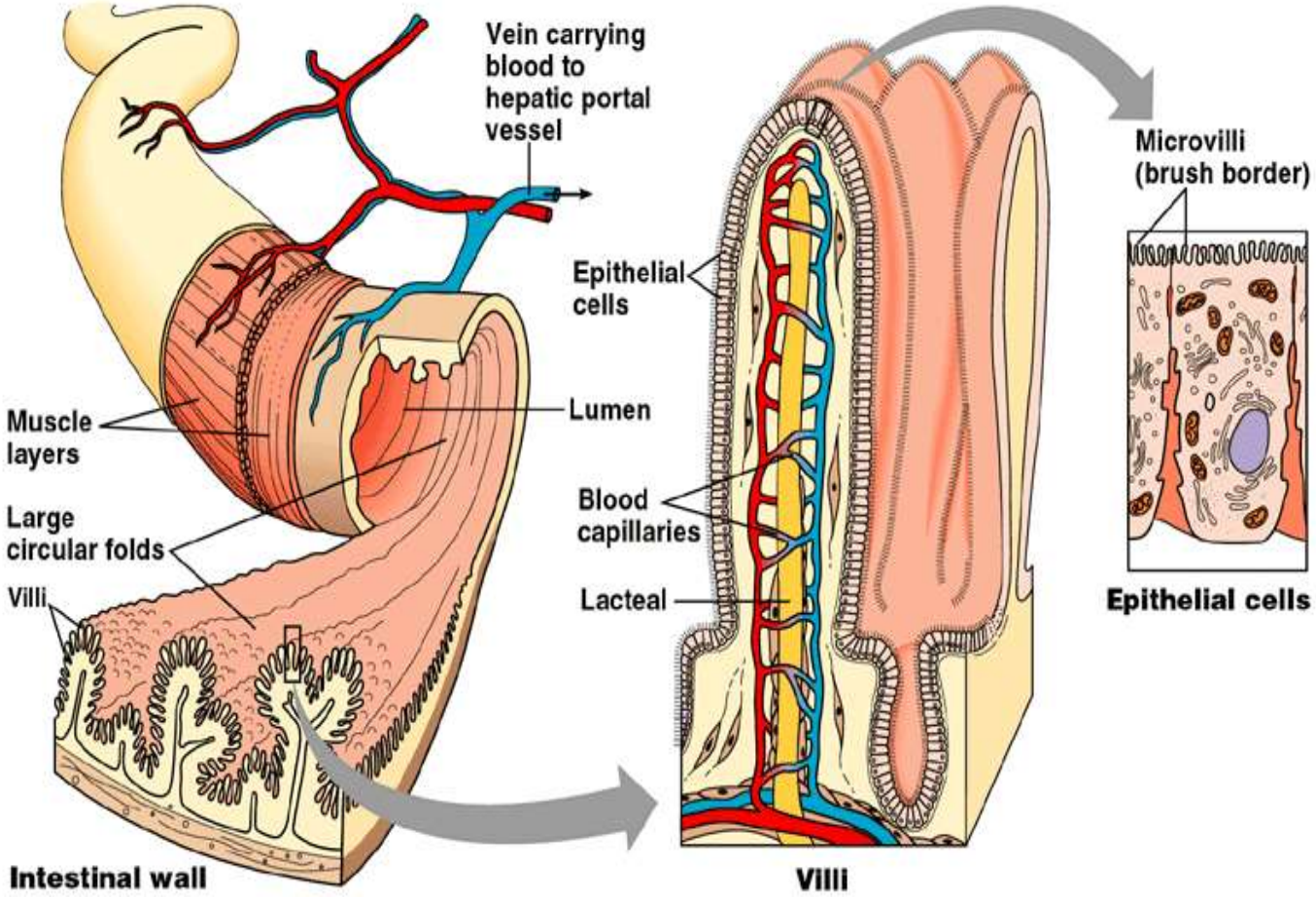


Small intestine



Duodenum

- 1st section of small intestines
  - acid food from stomach
  - mixes with digestive juices from:
- Almost 90% of our daily fluid intake is absorbed in the small intestine.
- Absorption through villi & microvilli
  - finger-like projections
  - increase surface area for absorption thus providing better absorption of materials.
  - 80% ingested water
  - Vitamins
  - Minerals
  - Carbohydrates
  - Proteins
  - Lipids



Absorption

- Water by is absorbed by osmosis >
- Na is pumped out of the cell creating a concentration gradient allowing Na to move out the GI lumen . Glucose is too large and hydroplilic to move easily through the membrane so must transported via Na contransport.
- Amino acid move similarly to glucose.
- After absorption , the nutrients move Through hepatic portal system to liver which store excess nutrients and the rest leave via hepatic vein into circulation.
- Fat : included triglycerides, phospholipids ,steroid , fat soluble vitamin; bile slts and lecithin surround fatty acids to form micelles that approach the brush border , simple lipid molecules pass though the membrane that inside the cell form chylomicrone absorbed by lacteals and move through lymphatic system that allow it to enter the blood stream.

Large intestines (colon)

•Function: re-absorb water

•use ~9 liters of water every day in digestive juices

•> 90% of water reabsorbed

•Solid materials pass through the large intestine. These are undigestible solids (fibers).

•Vitamins K and B are reabsorbed with the water.

•Last section of colon (large intestines)

•eliminate feces

•undigested materials

•extracellular waste

mainly cellulose from plants

roughage or fiber

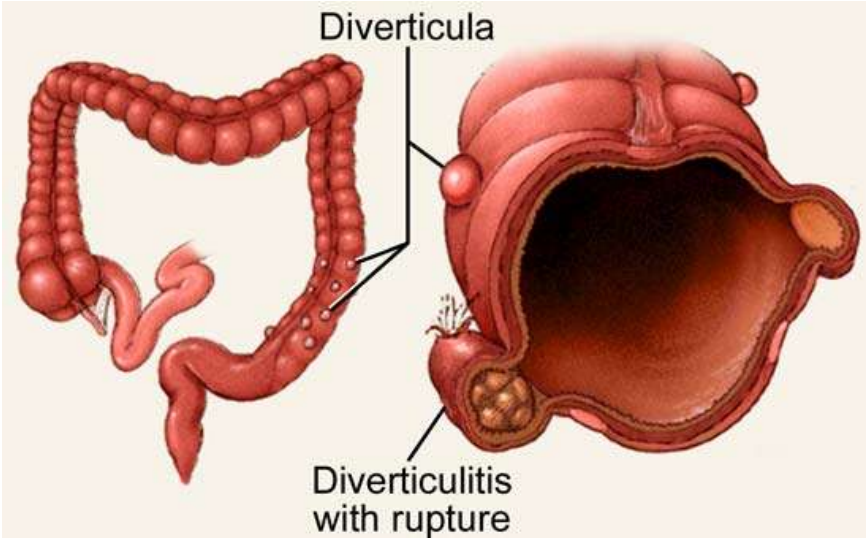
masses of bacteria

not enough water absorbed

diarrhea

too much water absorbed

constipation



•Living in the large intestine is a community of helpful bacteria

•*Escherichia coli (E. coli)*

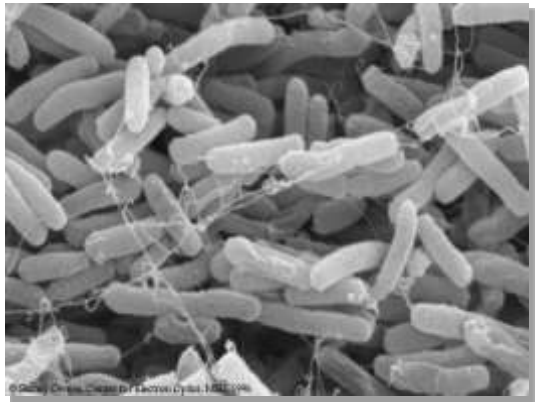
•produce vitamins

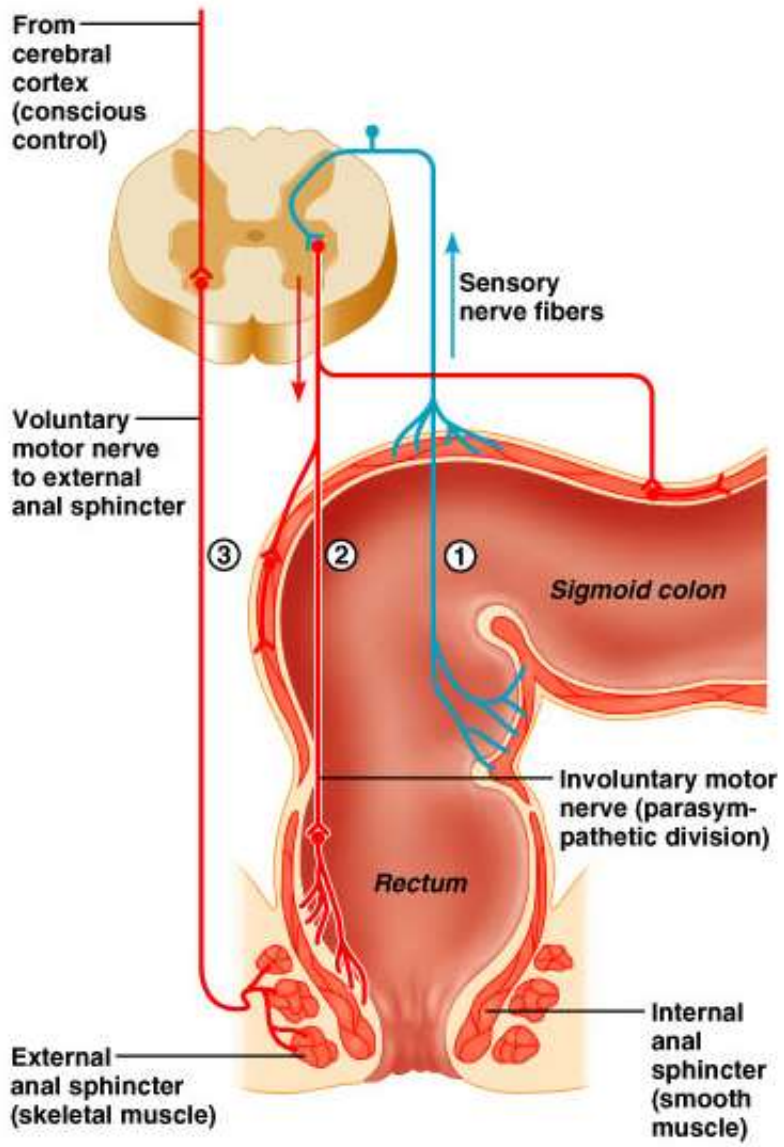
•vitamin K; B vitamins

•generate gases

•by-product of bacterial metabolism

•methane, hydrogen sulfide





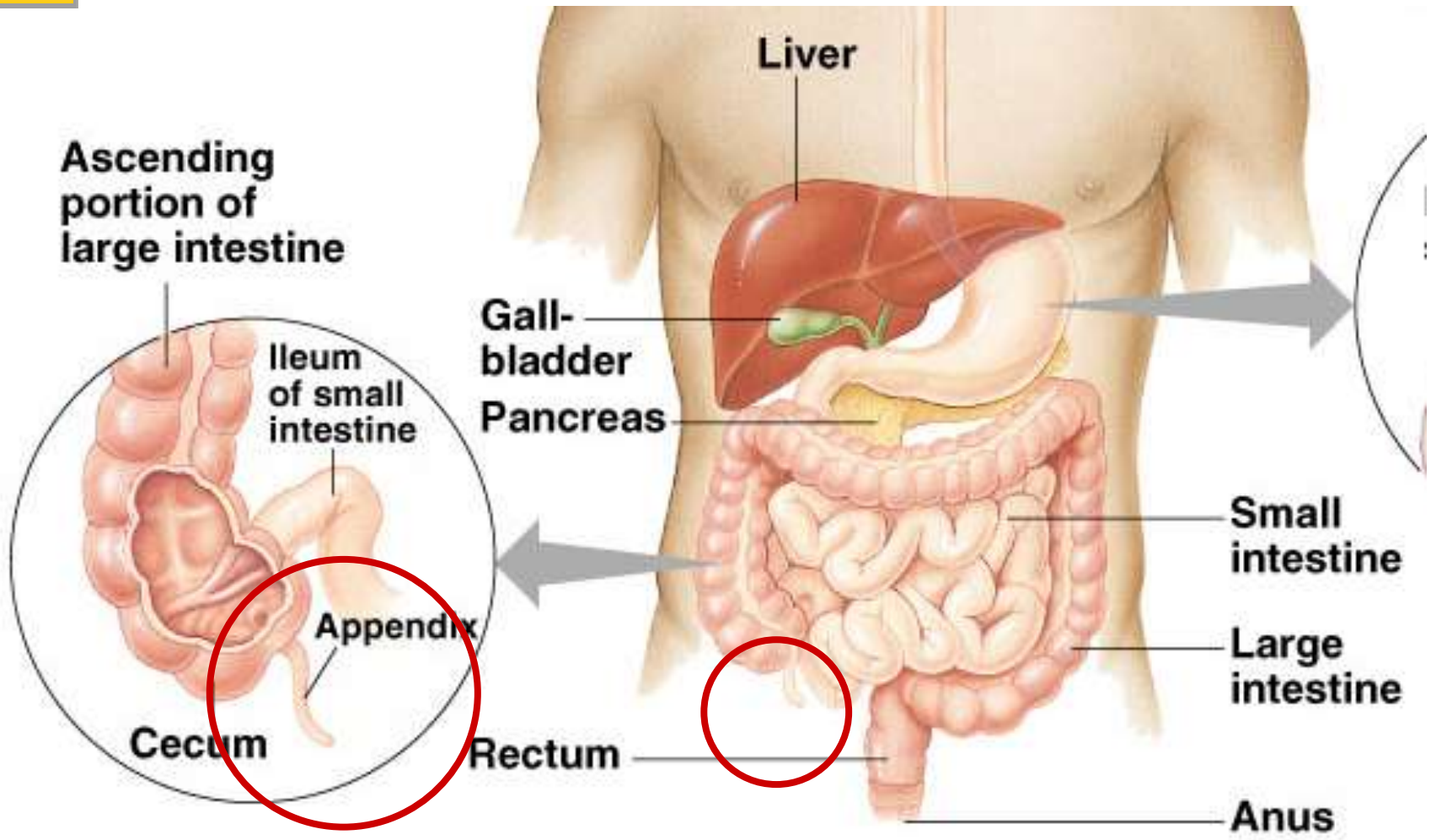
Defecation

1. Triggered by stretching of wall, mediated by spinal cord parasympathetic reflex
2. Stimulates contraction of smooth muscle in wall and relaxation of internal anal sphincter
3. If convenient to defecate voluntary motor neurons stimulate relaxation of external anal sphincter

   (aided by diaphragm and abdominal wall muscles -called Valsalva maneuver)

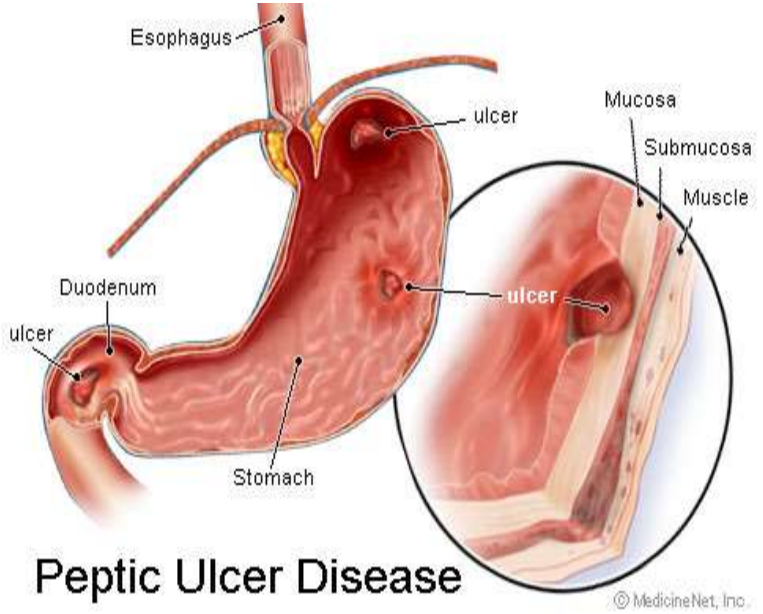
Appendix

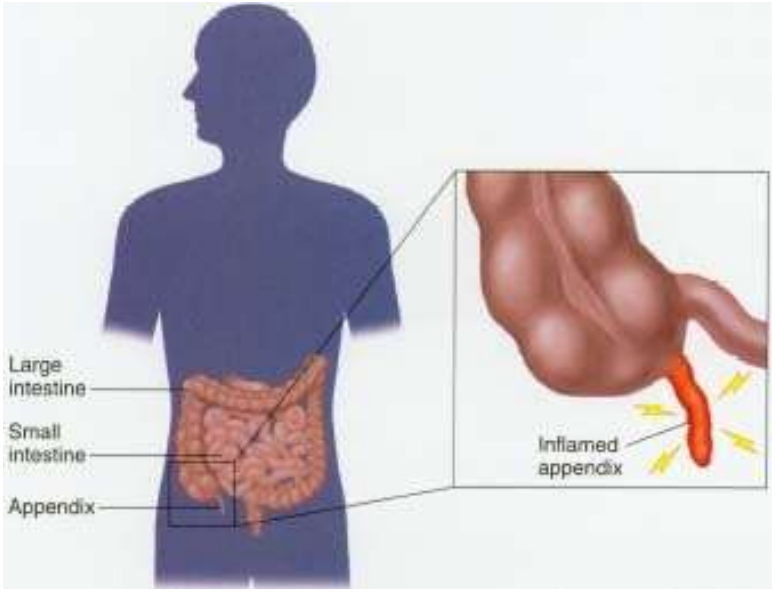
Vestigial organ



Digestive Homeostasis Disorders

- **ULCERS** – erosion of the surface of the alimentary canal generally associated with some kind of irritant.
- CONSTIPATION – a condition in which the large intestine is emptied with difficulty. Too much water is reabsorbed and the solid waste hardens.
- **DIARRHEA –** a gastrointestinal disturbance characterized by decreased water absorption and increased peristaltic activity of the large intestine. This results in increased, multiple, watery feces. This condition may result in severe dehydration, especially in infants.
- **APPENDICITIS** – an inflammation of the appendix due to infection, Common treatment is removal of the appendix via surgery



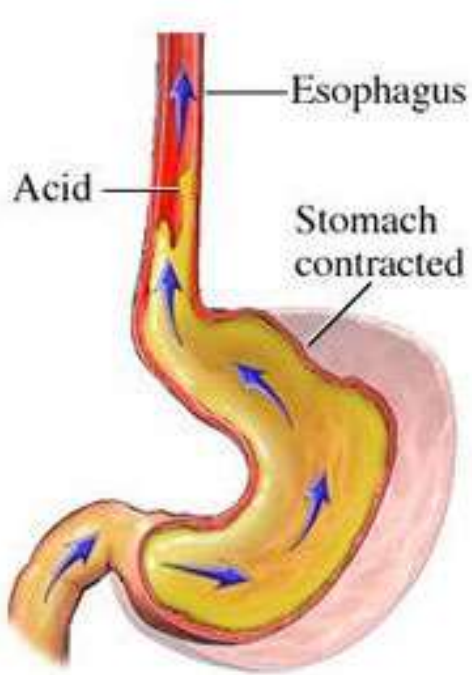


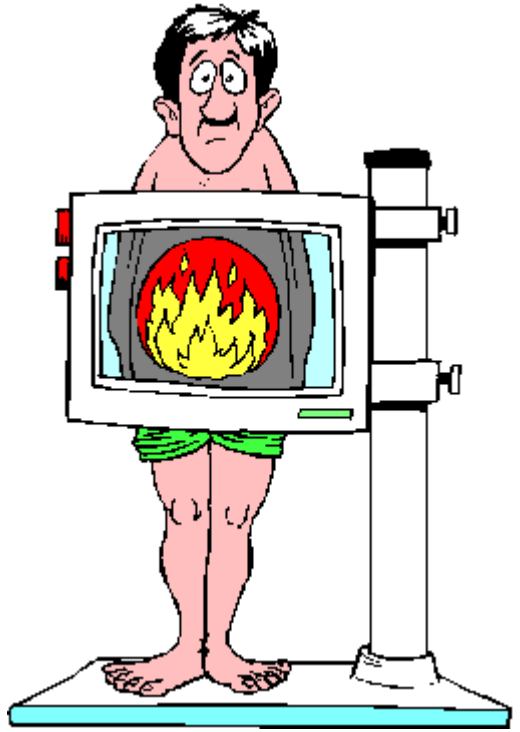
Digestive Homeostasis Disorders

•GALLSTONES – an accumulation of hardened cholesterol and/or calcium deposits in the gallbladder, surgically removed.

•ANOREXIA NERVOSA - a psychological condition where an individual thinks they appear overweight and refuses to eat. Weighs 85% or less than what is developmentally expected for age and height, Young girls do not begin to menstruate at the appropriate age.

•HEART BURN – ACID from the stomach backs up into the esophagus.





College of Science
Biology department

Animal physiology -The Urinary System

prof. Dr. Sanaa Jameel

Human Excretory System

- **composed of:**
- kidney-functional unit of a kidney- nephron)
- lungs (alveoli)
- skin (sweat glands)
- Liver
- **types of metabolic wastes:**

Waste	**Produced from**
Carbon Dioxide	Aerobic Respiration
Water	Aerobic Respiration
Salts	Metabolic activities
Nitrogenous wastes	Breakdown of excess Amino Acids & Proteins

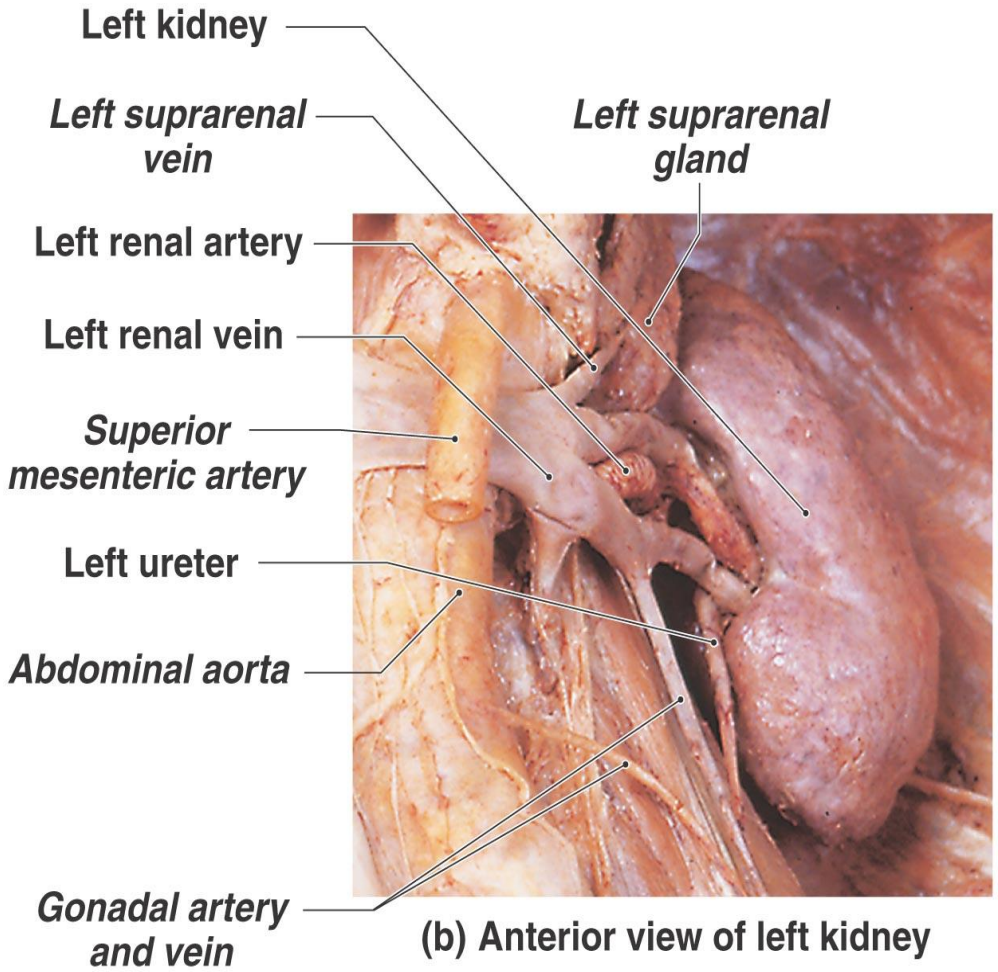
types of nitrogenous wastes	**toxicity**
Ammonia (NH3)	Highly Toxic
Urea	Moderately Toxic
Uric Acid Crystals	Minimally Toxic

*waste and what its removed by :

1-carbon dioxide- lungs.
2-water - skin, kidney, lungs.
3-salts - skin, kidney.
4-ammonia – liver.
5-urea - kidney .

الجهاز الاخراجي يتكون من:
الوحدة الوظيفيه في الكلية- : النيفرون , الرئتين (الحويصلات الهوائية) و, الجلد (الغدد العرقية) , كبد
أنواع نفايات التمثيل الغذائي: نفايات منتجة من
ثاني أكسيد الكربون التنفس الهوائي , التنفس الهوائي للماء , أنشطة التمثيل الغذائي للأملاح , تكسير المخلفات النيتروجينية للأحماض الأمينية والبروتينات الزائدة
أنواع سمية المخلفات النيتروجينية
الأمونيا ((NH3شديدة السمية , اليوريا: معتدل السمية , بلورات حمض اليوريك قليلة السمية

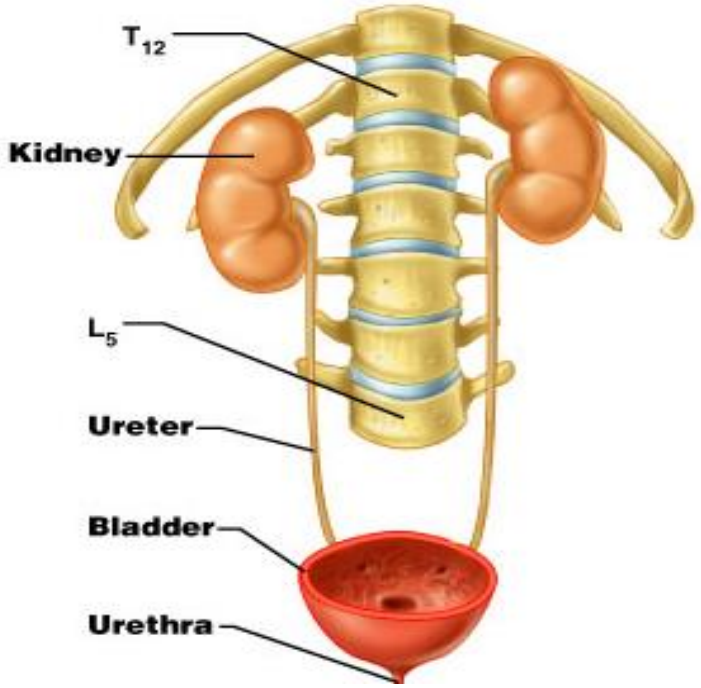
* النفايات وما يتم إزالته بواسطة:
1- ثاني أكسيد الكربون- الرئتين.
2- الماء - الجلد والكلى والرئتين.
3-أملاح - الجلد والكلى.
4-الامونيا - الكبد.
5- اليوريا - الكلى.



(b) Anterior view of left kidney

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

- The Urinary System
- Paired kidneys
- A ureter for each kidney
- Urinary bladder
- Urethra



Main Functions of Urinary System

- Kidneys filter blood to keep it pure
  - Toxins
  - Metabolic wastes
  - Excess water
  - Excess ions
- Dispose of nitrogenous wastes from blood
  - Urea
  - Uric acid
  - Creatinine
- Regulate the balance of water and electrolytes, acids and bases

الجهاز البولي : الكلى المزدوجة , حالب لكل كلية , مثاني بولية , الإحليل.
الوظائف الرئيسية للجهاز البولي : تنقي الكلى الدم للحفاظ على نقاءه من السموم , نفايات التمثيل الغذائي لباخلص من الماء الفائض الأيونات الزائدة , تخلص من النفايات النيتروجينية من الدم اليوريا , حمض اليوريك الكرياتينين , ينظم توازن الماء والكهارل والأحماض والقواعد

Kidney has two regions:

Cortex: outer

Columns of cortex divide medulla into “pyramids”

Medulla: inner

Darker, cone-shaped medullary or renal pyramids Parallel bundles of urine-collecting tubules

The human kidney has lobes Pyramid and cortical tissue surrounding it 5-11 per kidney . Renal pelvis (=basin) Expanded, funnel shaped, superior part of ureter Branches to form two or three major calices (seen best on right pic below).

1. Renal Vein
2. Renal Artery
3. Renal Calyx
4. Medullary Pyramid
5. Renal Cortex
12. Renal Column
13. Renal Papillae
14. Renal Pelvis
15. Ureter

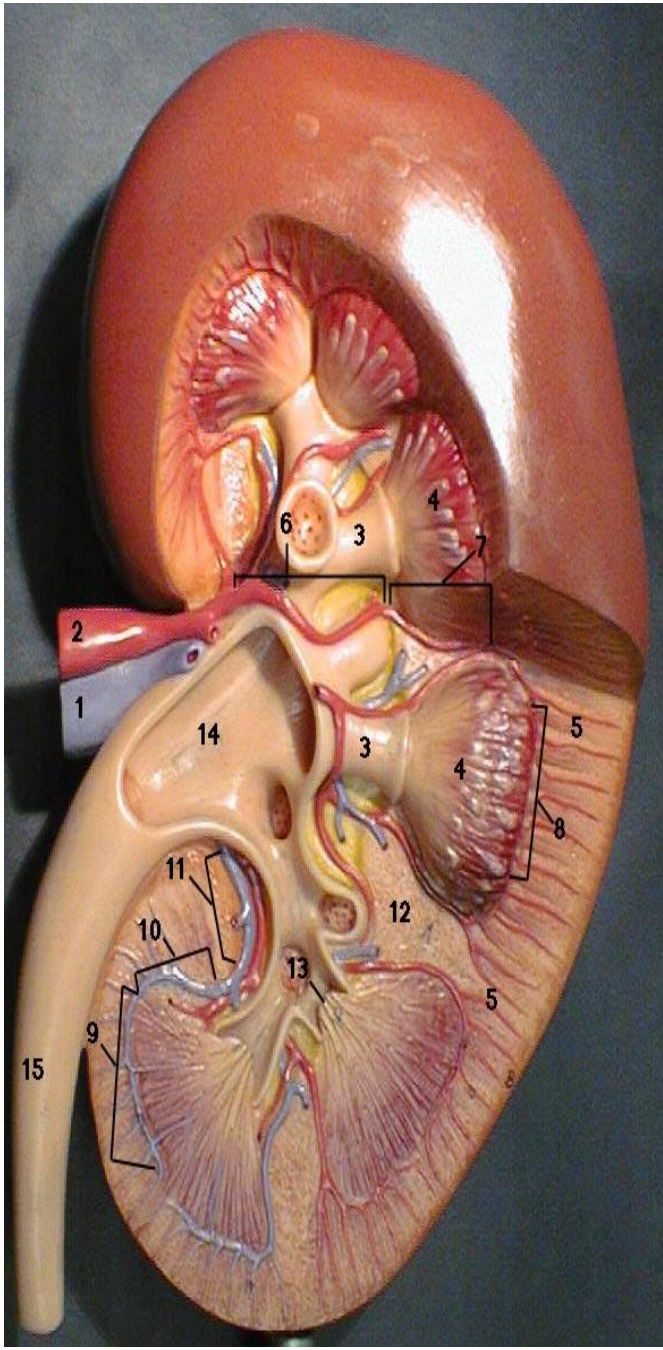
للكلى منطقتان:

القشرة: خارجية , تقسم أعمدة القشرة النخاع إلى "أهرامات"

اللب: داخلي , تركيب أغمق ، مخروطي الشكل ، النخاع أو الأهرامات الكلوية تكون بشكل حزم موازية لأنابيب تجميع البول.

تحتوي الكلية البشرية على فصوص هرمية ونسيج قشري يحيط بها حوالي 5-11 لكل كلية. الحوض الكلوي هو الجزء العلوي الممتد ، على شكل قمع ، من فروع الحالب لتشكيل اثنين أو ثلاثة من الكؤوس الرئيسية (يمكن رؤيتها بشكل أفضل في الصورة اليمنى أدناه).

1. الوريد الكلوي
2. الشريان الكلوي
3. كاليكس الكلوي
4. الهرم النخاعي
5. اللحاء الكلوي
12. العمود الكلوي
13. الحليمات الكلوية
14. الحوض الكلوي
15. الحالب



Nephron :first part of nephron filters blood, producing a fluid without any of the larger blood elements (proteins, cells), this fluid, called filtrate, is chemically identical to blood plasma at first , the rest of the nephron is a series of tubes which either move nutrients out or wastes into the filtrate to produce urine at the end.

afferent arteriole

branch of the renal artery, supplies blood to the glomerulus

glomerulus

knot of capillaries inside Bowman's capsule, some of the blood inside turns into filtrate as it leaks out of the capillary walls

Bowman's capsule

bulbous end of the nephron, collects filtrate from the glomerulus. Force *filtration* in Bowman's capsule causes much of the water and ions and smaller molecules to leave the blood and enter the proximal convoluted tubule.

النفرون :يقوم الجزء الأول من النيفرون بتصفية الدم ، وإنتاج سائل بدون أي من عناصر الدم الكبيره (البروتينات ، الخلايا) هذا السائل ، المسمى بالسائل المترشح ، مطابق كيميائيًا لبلازما الدم في البدايه , ما تبقى من النيفرون عبارة عن سلسلة من الأنابيب التي تنقل المغذيات إلى الخارج أو تهدر في السائل المترشح لإنتاج البول في النهاية.

شرين وارد : فرع الشريان الكلوي , يمد الدم إلى الكبيبة

الكبيبة : عقدة من الشعيرات الدموية داخل كبسولة بومان , يتحول بعض الدم بالداخل إلى ترشيح حيث يتسرب من جدران الشعيرات الدموية

كبسولة بومان : تركيب بصلي لنهاية النيفرون , يجمع السائل المترشح من الكبيبة يؤدي الترشيح الإجباري في كبسولة بومان إلى خروج الكثير من الماء والأيونات والجزيئات الأصغر من الدم ودخول النبيبات الملتوية القريبة.

efferent arteriole

arteriole leading out of glomerulus, supplies blood to the peritubular capillary network

peritubular capillary network

capillary bed surrounding tubules and loop of nephron, drains into the renal venule blood collects nutrients reabsorbed from the filtrate by the nephron

proximal convoluted tubule PCT

first part of nephron after Bowman's capsule, reabsorbs nutrients and ions from filtrate, microvilli increase surface area and mitochondria present to power active transport . the peritubular capillaries contain blood in a hyperosmotic state, so much of the water filtrate reenters (*reabsorption*) the blood by osmosis. Active transport also returns sodium (chloride following passively), glucose, and amino acids to the blood.

loop of Henle

descending loop of the nephron, actively transports salts out of the filtrate

distal convoluted tubule DCT

last part of the nephron before collecting duct, excretes substances from blood in PCT into the filtrate. The active secretion of sodium ions occurs with chloride ions and water passively following. Potassium ions enter the tubule.

collecting duct CD

collects urine from several nephrons and carries it down into the renal pelvis, reabsorbs water from urine.

الشرايين الصادرة : الشريان المؤدي للخروج من الكبيبات ، يمد الدم إلى شبكة الشعيرات الدموية حول النبيبات .
شبكة الشعيرات الدموية حول الأنبوب: الشبكه الشعريه المحيط بالأنابيب وحلقة النيفرون ، يصب في الوريد الكلوي , يجمع الدم العناصر الغذائية التي يعاد امتصاصها من السائل المترشح بواسطة النيفرون.
النبيب الملتوي القريب : الجزء الأول من النيفرون بعد كبسولة بومان ، يعيد امتصاص العناصر الغذائية والأيونات من المترشح ، ويزيد الميكروفيلي من مساحة السطح ويحتوي على الميتوكوندريا من اجل النقل النشط.
الشعيرات الدموية حول الأنبوب تحتوي على الدم في حالة فرط التناضح ، لذا فإن الكثير من الماء المترشح يدخل الدم عن طريق التناضح. يعيد النقل النشط أيضًا الصوديوم (الكلوريد التالي بشكل نقل سلبي) والجلوكوز والأحماض الأمينية إلى الدم.

حلقة هنلي: الحلقة التنازلية من النيفرون ، تنقل الأملاح بشكل نشط من السائل المترشح.
النبيبات الملتوية البعيدة: الجزء الأخير من النيفرون قبل تجميع القناة ، يفرز المواد من الدم في PCT إلى السائل المترشح. يحدث الإفراز النشط لأيونات الصوديوم مع أيونات الكلوريد والماء بعد ذلك بشكل سلبي. تدخل أيونات البوتاسيوم في الأنابيب.
القناة الجامعه: يجمع البول من عدة نيفرونات وينقله إلى الحوض الكلوي ، ويعيد امتصاص الماء من البول.

Formation of urine

occurs by a series of three processes that take place in successive parts of the nephron

- **Filtration**
- **reabsorption**
- **Secretion**

- **Uriniferous tubule** is the main structural and functional unit.

More than a million of these tubules act together to form the urine

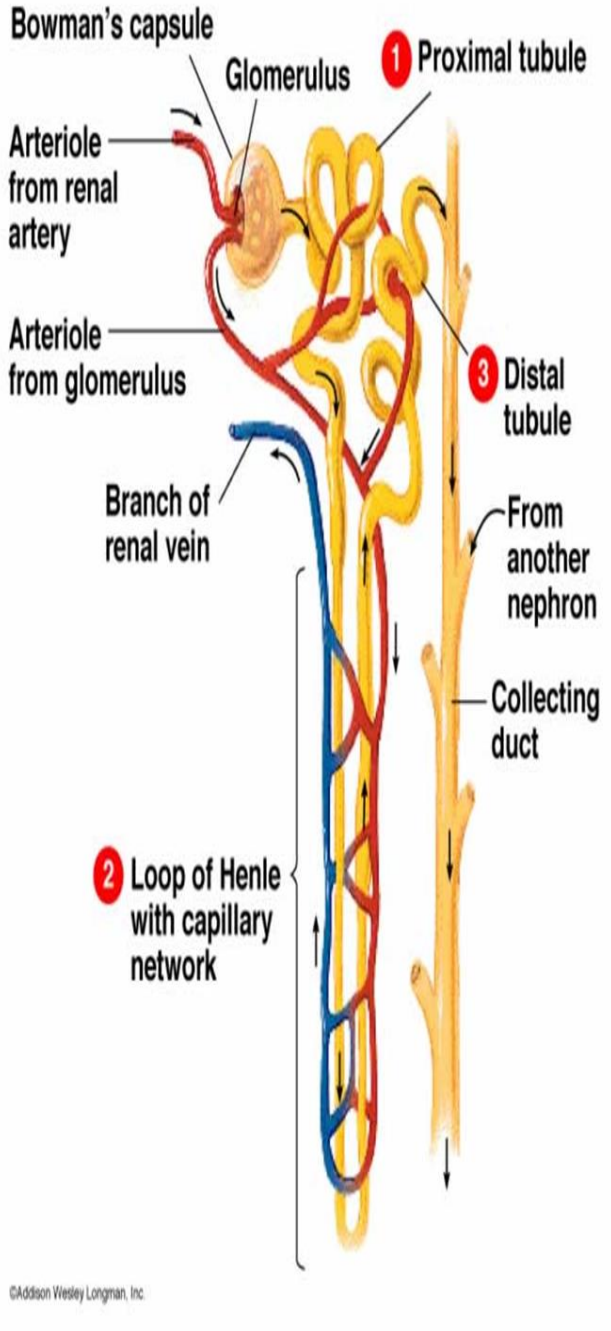
Three main mechanisms:

a.Glomerular filtration ,

b.Tubular reabsorption

c.Tubular secretion

تكوين البول
يحدث من خلال سلسلة من ثلاث عمليات تحدث في أجزاء متتالية من النيفرون
الترشيح , إمتصاص , الإفراز.
النبيب البولي هو الوحدة الهيكلية والوظيفية الرئيسية. يعمل أكثر من مليون من هذه الأنابيب معًا لتكوين البول.
ثلاث آليات رئيسية
الترشيح الكبيبي
إعادة امتصاص أنبوبي
الإفراز الأنبوبي



Filtration

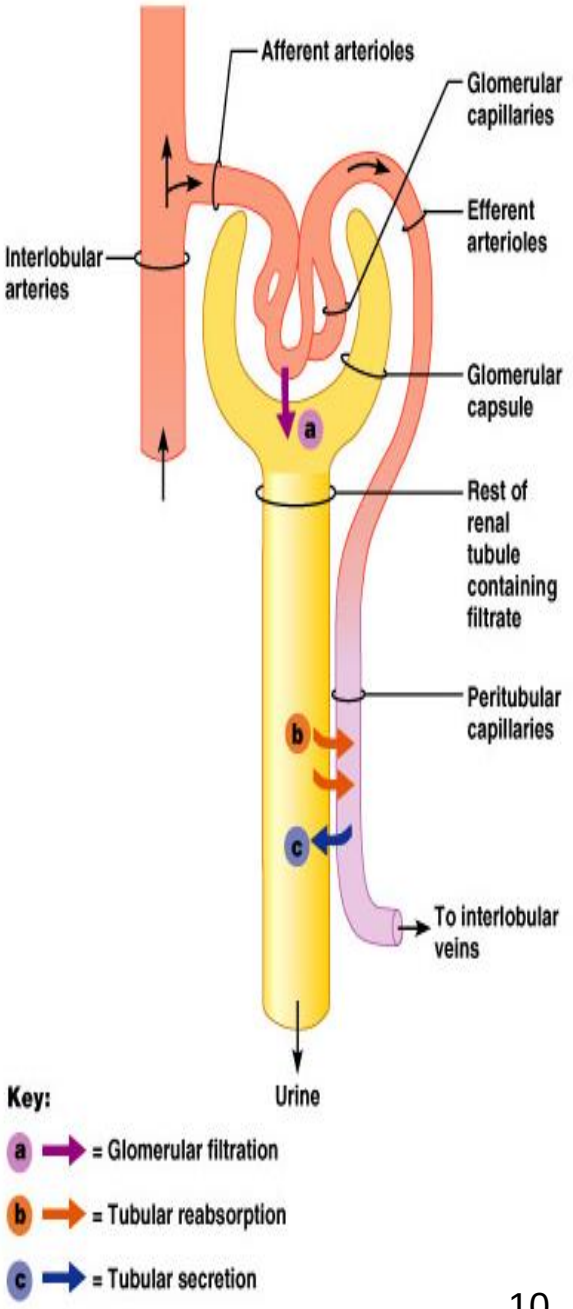
a. Fluid is squeezed out of the glomerular capillary bed

Resorption

b. Most nutrients, water ad essential ions are returned to the blood of the peritubular capillaries

Secretion

c. Moves additional undesirable molecules into tubule from blood of peritubular capillaries



الترشيح : يتم ضغط السائل خارج الشبكه الدمويه الشعريه للكبيبه.

الامتصاص يتم إرجاع معظم العناصر الغذائية ، الماء والأيونات الأساسية إلى دم الشعيرات الدموية المحيطة بالنبيبات

إلافراز: ينقل الجزيئات الإضافية غير المرغوب فيها إلى ألانبوب الكلي من دم الشعيرات الدموية الملتفه حول الأنبوب

Urine formation:

pressure filtration : non-selective, passive transport blood pressure forces water and smaller solutes out of the glomerulus capillaries , blood cells and proteins remain in blood
filtrate collected by Bowman's capsule and heads to the PCT.

selective reabsorption:

selective, active transport, PCT reabsorbs substances from the filtrate which are taken up by blood in the PCT:
most water (~65%)
all nutrients (glucose, amino acids, etc.)
some ions.

reabsorption of water:

water is reabsorbed from the filtrate in the loop of Henle, DCT, and collecting duct
three step process:
Na+ is actively transported out of filtrate into blood, Cl- follows due to electrical attraction
blood is now hypertonic to filtrate and water leaves filtrate due to osmosis.

tubular excretion:

selective, active transport, substances are transported from the blood in the PCT into the filtrate in the DCT:
H+ to control pH
water to control blood volume
Na+ to control blood volume
any excess substances (vitamins, drugs, hormones, etc.)

تكوين البول:
ترشيح الضغط: ضغط الدم غير الانتقائي والنقل السلبي يدفع الماء والمواد الذائبه الأصغر للخروج من الشعيرات الدموية للكبيبة ، وتبقى خلايا الدم والبروتينات في الدم, ثم يتم جمع السائل بواسطة كبسولة بومان الى الانبوب الملتف القريب.
إعادة امتصاص انتقائي:
النقل الانتقائي النشط ، تقوم بإعادة امتصاص المواد من المرشح التي يتم امتصاصها عن طريق الدم في :PCT
معظم الماء (~ 65٪) , جميع العناصر الغذائية (الجلوكوز والأحماض الأمينية وما إلى ذلك) , بعض الأيونات.
إعادة امتصاص الماء:
يُعاد امتصاص الماء من المرشح في حلقة Henleو DCTوقناة التجميع
عملية من ثلاث خطوات:
يتم نقل + Naبشكل نشط من السائل المترشح إلى الدم ، يتبع -Clبسبب التجاذب الكهربائي
أصبح الدم الآن عالي الازموزيه بالنسبه للسائل المترشح , الماء يترشح بسبب التناضح.
إفراز أنبوبي:
النقل الانتقائي النشط ، يتم نقل المواد من الدم في PCTإلى المرشح في :DCT
+ Hللتحكم في الرقم الهيدروجيني
الماء للتحكم في حجم الدم
+ Naللتحكم في حجم الدم
أي مواد زائدة (فيتامينات ، أدوية ، هرمونات ، إلخ)

Kidney control pH blood

kidneys have a slower but more powerful effect on blood pH than blood buffers and respiration

if blood is acidic, H^+ is excreted and HCO_3^- is reabsorbed at DCT

if blood is basic, H^+ excretion and HCO_3^- reabsorption stops

الكلى لها تأثير أبطأ ولكن أقوى على درجة حموضة الدم من بفرات الدم والجهاز التنفسي.
إذا كان الدم حمضيًا ، يُفرز + Hويعاد امتصاص -HCO3في DCT
إذا كان الدم قاعديا ، يتوقف إفراز + Hو إعادة امتصاص-HCO3

two hormones control water levels:

antidiuretic hormone (ADH) – created by the hypothalamus, released from posterior pituitary gland

aldosterone – secreted by the **adrenal cortex**, the outer layer of the adrenal gland. both hormones are controlled by negative feedback

يتحكم هرمونان في مستويات الماء:
الهرمون المضاد لإدرار البول (- (ADHيفرزه تحت المهاد، ويطلق من الغدة النخامية الخلفية
الألدوستيرون - تفرزه قشرة الغدة الكظرية ، الطبقة الخارجية من الغدة الكظرية
يتم التحكم في كلا الهرمونين من خلال نظام التغذيه الاسترجاعيه السالبه

ADH and water level

1. hypothalamus secretes ADH, which is stored in the posterior pituitary (PP).
2. hypothalamus detects high blood solutes and triggers the release of ADH from PP
3. ADH increases the permeability of the collecting duct to water, causing more water to leave the urine
4. blood volume increases and less ADH is released

ADHومستوى الماء

يفرز من تحت المهاد ADH، والذي يتم تخزينه في الغدة النخامية الخلفية

يكتشف ما تحت المهاد ارتفاع مستوى المواد المذابة في الدم ويؤدي إلى إطلاق هرمون ADHمن PP

يزيد هرمون (ADHمن نفاذية القناة الجامعه للماء ، مما يتسبب في خروج المزيد من الماء من الادرار.

يزداد حجم الدم ويقل إفراز هرمون ADH

Aldosteron and water level

1. kidneys detect high blood solutes
2. kidneys release hormone which causes adrenal cortex to release aldosterone
3. aldosterone causes the DCT to reabsorb more Na^+ from the filtrate, and water follows by osmosis
4. blood volume increases and kidneys release less hormone

الألدوستيرون ومستوى الماء
الكلى تكشف عن ارتفاع نسبة المواد المذابة في الدم تفرز الكلى الهرمون الذي يتسبب في إفراز الألدوستيرون في قشرة الغدة الكظرية, يتسبب الألدوستيرون في قيام DCTبإعادة امتصاص المزيد من + Naمن السائل المترشح ، ويتبع الماء بالتناضح , يزداد حجم الدم ويقل إفراز الكلى للهرمون

- caffeine is a diuretic: it increases the amount of water in urine by inhibiting the reabsorption of Na^+ by the distal convoluted tubule
- alcohol interferes with the secretion of ADH and so also promotes water loss, creating dehydration (which we call a hangover)

الكافيين مدر للبول: فهو يزيد من كمية الماء في البول عن طريق تثبيط إعادة امتصاص الصوديوم من قبل النبيبات الملتوية البعيدة.
يتداخل الكحول مع إفراز هرمون (ADH)وبالتالي يعزز فقدان الماء ، مما يؤدي إلى الجفاف (الذي نسميه صداع الكحول)

urinalysis

physical, chemical, microscopic examination of urine

color

- pale yellow (straw)
- light yellow
- yellow
- green-yellow (olive)
- red-yellow
- red
- red-brown
- brown-black
- black
- milky

turbidity (cloudiness)

Normally, freshly voided urine is clear and transparent. It may be cloudy due to crystals and cells will centrifuge out; bacteria will not.

Some disorders of the excretory system

Obstructive disorders : kidney stones , kidney cancer.

Renal failure - (kidney failure)

UTIs - urinary tract infections, often caused by gram-negative bacteria cystitis-bladder infections urethritis-inflammation of the urethra pyelonephritis-inflammation of the kidneys.

1-Kidney stone:

Cause - metabolic disorder involving calcium, proteins and uric acid the build up of these substances into a large deposit (stone)

Symptoms - irritation of the urinary tract, bleeding in the urinary tract, in cases with large stones there can be extreme pain as the stone(s) try to pass through the tract . The most common crystals are from calcium oxalate, while others could be from uric acid and cystine. Factors such as recurrent urinary bladder infections, insufficient water intake and consumption, low levels of physical activity, and too much Vitamin C and D intake can lead to kidney stones. One of the best ways to decrease the occurrence of stones is to drink lots of water and to change your dietary habits. Treatments - removal by surgical means, breakdown of stones by either physical (ultrasound) or chemical means, dietary changes to reduce chances of stones.

بعض اضطرابات الجهاز الإخراجي
اضطرابات الانسداد: حصى الكلى وسرطان الكلى.
الفشل الكلوي - (الفشل الكلوي)
عدوى المسالك البولية - التهابات المسالك البولية ، وغالبًا ما تسببها البكتيريا سالبة الجرام التهاب المثانة - التهابات المثانة التهاب الإحليل - التهاب الإحليل والتهاب الحويضة والكلية - التهاب الكلى.
1- حصوات الكلى:
السبب - اضطراب التمثيل الغذائي الذي ينطوي على الكالسيوم والبروتينات وحمض البوليك تراكم هذه المواد في رواسب كبيرة (الحجر)
الأعراض - تهيج في المسالك البولية ، نزيف في المسالك البولية ، في حالات الحصوات الكبيرة يمكن أن يكون هناك ألم شديد حيث تحاول الحصوات المرور عبر المسالك. أكثر البلورات شيوعًا هي من أكسالات الكالسيوم ، بينما يمكن أن تكون البلورات الأخرى من حمض اليوريك والسيستين. يمكن أن تؤدي عوامل مثل التهابات المثانة البولية المتكررة ، وعدم كفاية تناول المياه واستهلاكها ، وانخفاض مستويات النشاط البدني ، والإفراط في تناول فيتامين Cو Dإلى الإصابة بحصوات الكلى. من أفضل الطرق لتقليل ظهور الحصوات شرب الكثير من الماء وتغيير عاداتك الغذائية. العلاجات - إزالة الحصوات بالجراحة ، تفتيت الحصوات الفيزيائية (بالموجات فوق الصوتية) أو الوسائل الكيميائية ، تغييرات في النظام الغذائي لتقليل فرص تكوّن الحصوات.

2-renal (kidney) failure:

Causes - infections, trauma, diabetes, tumors

Symptoms - build up of toxins in the blood stream (urea), jaundice, fatigue

Treatments - dialysis, drug therapy, transplants.

3-bladder infections :

Causes - infection of the urinary tract

Symptoms - burning sensation in the flanks that can move down from the middle of the back towards the front of the groin, burning sensation while urinating

treatments - antibiotics .

2- الفشل الكلوي:

الأسباب - الالتهابات والصدمات والسكري والأورام

الأعراض - تراكم السموم في مجرى الدم (اليوريا) واليرقان والتعب

العلاجات - غسيل الكلى ، العلاج الدوائي ، الزرع.

3- التهابات المثانة:

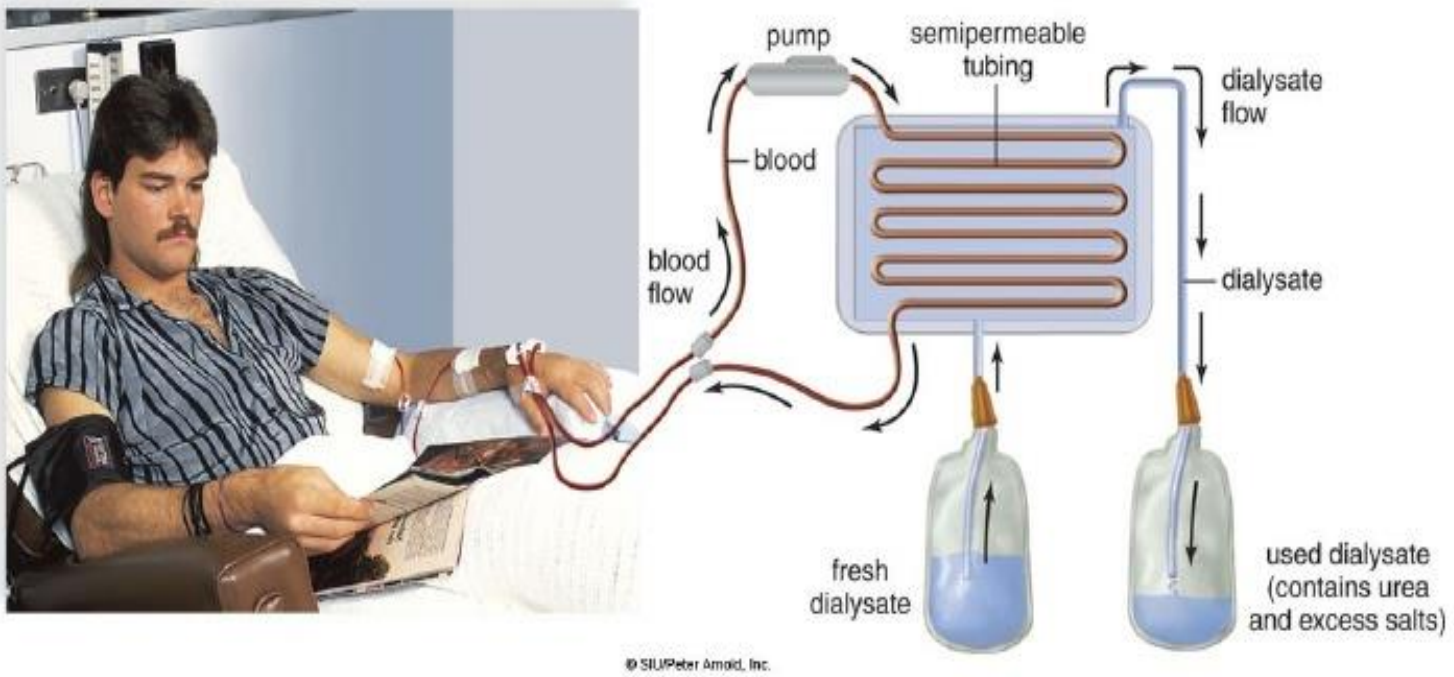
الأسباب - التهاب المسالك البولية

الأعراض - إحساس بالحرقان في الخاصرة يمكن أن يتحرك لأسفل من منتصف الظهر باتجاه مقدمة الفخذ ، وحرقان أثناء التبول

العلاجات - المضادات الحيوية.

Figure 33.11 An artificial kidney machine

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



1. المفاهيم والتراكيب الاساسية للفيروسات Basic concepts and structures of viruses

1.1 ما هو الفيروس what is a virus ؟

تعد الفيروسات اصغر وابسط شكل او كيان بيولوجي وفرة في الطبيعة، إذ تصيب جميع أنواع الكائنات الحية من الانسان و الحيوان والنبات الى البكتيريا وهي موجودة تقريبا في كل النظم البيئية على الأرض . وتعرف الفيروسات أنها **طفيليات داخل خلوية اجبارية Obligate intracellular parasite** او **جسيمات او دقائق معدية مستقلة Autonomous infectious particles**، تتضاعف فقط داخل الخلايا الحية الحساسة لها ، ولا تتضاعف عن طريق الانقسام الخلوي لأنها دقائق لا خلوية ، كون الفيروس يعيد برمجة خليته المضيفه لإنتاج فريونات جديدة.

ويعني الفيروس في اللاتينية ***Virus*** ذيفان او سم، وبسبب حجمه الصغير فانه يعبر خلال المرشحات التي تمنع عبور الاحياء المجهرية مثل البكتريا، لذلك سميت الفيروسات في بعض المصادر **بالرواشح**. وقد وردت في بعض المعاجم الطبية بأسم كلمة **حُمَة**. ويستخدم مصطلح **فيريون Virion** للدلالة على جزيئة الفيروس الكاملة المعدية المتحرره من المضيف حديثا. دراسة الفيروسات معروفة **بعلم الفيروسات Virology**، وهو تخصص فرعي في علم الاحياء المجهرية يهتم بدراسة الفيروسات كعامل مسبب للامراض المهمة جدا التي تحدث في الانسان والحيوان وبقية الكائنات الحية.

2.1 موقع الفيروسات في المدى الاحيائي The Position of Viruses in the Biological Spectrum

تعد الفيروسات إحدى أهم المعضلات التي تواجه التصنيف الحيوي، اذ إختلفت الآراء حول الفيروسات كونها كائنات حية أو بنى عضوية تتفاعل معها ، لذلك توصف غالبا بالجسيمات المعدية لكنها بالمقابل تبدي بعض خصائص الحياة فهي تشبه الكائنات الحية (جدول 1-1،) بإمتلاكها جينات وقادرة على انتاج سلالات متطفرة ولها درجة حرارة مميتة محددة وتتضاعف عن طريق إنشاء نسخ متعددة لنفسها بواسط ة التجميع الذاتي بالاستعانة بآليات الخلايا الحيوية للمضيف الذي جرى السيطرة عليه.

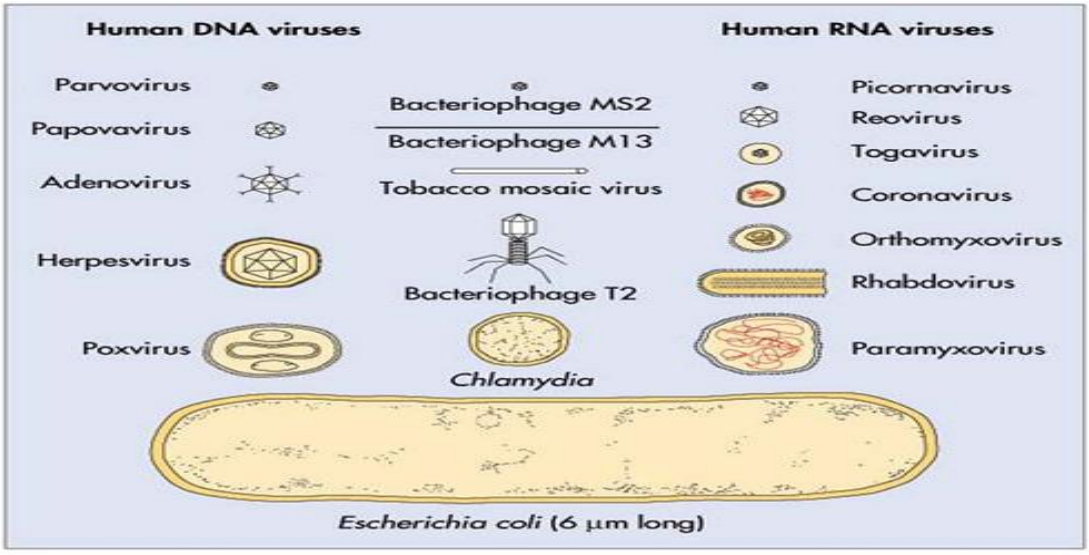
لكن بالمقابل الفيروسات لا تتحرك ولا تقوم بعمليات الايض أو تتحلل من تلقاء نفسها، وعلى الرغم من أن لها جينات إلا أنها لا تملك بنية الخلية التي غالبا ما ينظر إليها أنها الوحدة الأساسية للحياة . وتتميز الفيروسات أنها لا تعيش مترممه على المواد العضوية الميته ولا على البيئات الغذائية الاعتيادية ولكنها متطفلة اجبارياً لا تنمو إلا على نسيج حي أو داخل العائل القابل للإصابة بها . لذا جرى وصف الفيروسات بالجسيمات على حافة الحياة او إنها في منطقة وسطى بين الحياة واللاحياة او إنها تعد حلقة وصل بين الجماد والحياة.

جدول(1-1) يبين اهم الاختلافات ما بين الفيروسات والكائنات المجهرية

Property	Bacteria	Rickettsiae	Chlamydiae	Virus
diameter(nm)	1000	500	300	250~25
Type of nucleic acid	DNA and RNA	DNA and RNA	DNA and RNA	DNA or RNA
Binary fission	+	+	+	-
Synthesis of proteins	+	+	+	-
Machinery of energy production	+	+	-	-
Growth out of cellular hosts	+	-	-	-

3.1 معدل حجم الفيروسات Viral size Range

يعد الفيروس عاملا ممرضا صغيرا جدا ليس بالامكان مشاهدته بالمجهر الضوئي ، يتراوح طوله من 18-25 نانومتر في العائلة Parvoviridae الى 250-350 نانومتر في فيروس الجدري Smallpox virus. ويذكر ان البكتيريا يتروح طولها من 500 - 5000 نانومتر ومعظم الفيروسات أصغر من البكتيريا المتوسطة بحوالي مائة مرة (شكل،1-1). في العائلة Filoviridae مثل فيروس ايبولا Ebola viruse تكون الفيروسات خيطية الشكل عامة وذات طول متوسط ما بين 974 - 1086 نانومتر وبطول حوالي 14000 نانومتر عند المزارع النسيجية ، ومع المقارنة مع الفيروس Marburg viuses من العائلة ذاتها يكون طوله حوالي 795 - 828 نانومتر.



شكل(1-1) يبين اختلاف الاحجام ما بين الفيروسات نفسها والكائنات المجهرية الاخرى

4.1 التركيب العام للفيروسات The General structure of viruses

تتكون المكونات الفيروسية من **جزئين رئيسين: الحامض النووي Nucleic acid**، و**الغطاء البروتيني Protein coat**. وبعض الفيروسات لها جزءا **ثالث** يسمى **الغلاف الخارجي او المظروفي Envelope** (شكل، 1-2و1-3)، هذا فضلا عن وجود مركبات اخرى.

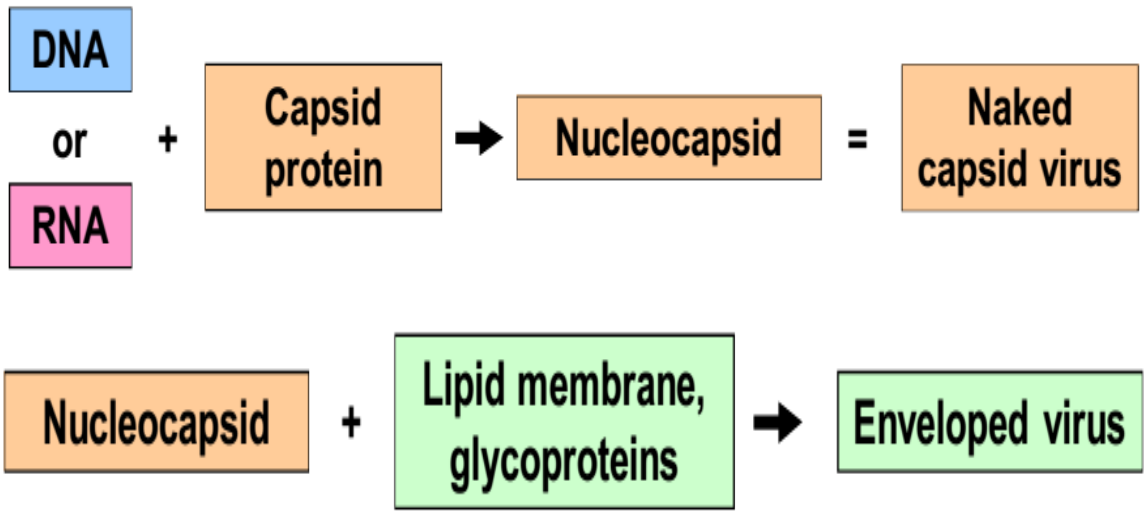
1. الغطاء او المعطف البروتيني Protein coat

يدعى **الغطاء البروتيني Capsid بالكابسيد** او **القفيصة** او **المحفظة البروتينية** ، وهو مكون من **وحدات شكلية متماثلة** تدعى **الوحدات البنائية Capsomers** المؤلفة من بروتينات متشابهة كيمياويا اوغير متشابهة تدعى **Protomers**. والإرتباط القوي بين الغطاء البروتيني والحامض النووي الفيروسي بحيث تنتظم اشرطة الحامض النووي بين الوحدات البنائية يدعى **المحفظة النووية Nucleocapsid** كما في الفيروسات **حلزونية التناظر Helical symmetry**. في بعض الفيروسات نجد ان الغطاء البروتيني يضم في داخله هيكلا اخرا يدعى **اللب Core**، وهو يمثل علاقة ما بين البروتين والحامض النووي بحيث لا يوجد أي ارتباط بينهما كما في الفيروسات ذات **التناظر عشروني الوجوه Icosahedral symmetry**. وللغطاء البروتيني عدة وظائف منها حماية ونقل الحامض النووي، كما يمتلك صفاتمستضدية للفيروسات.

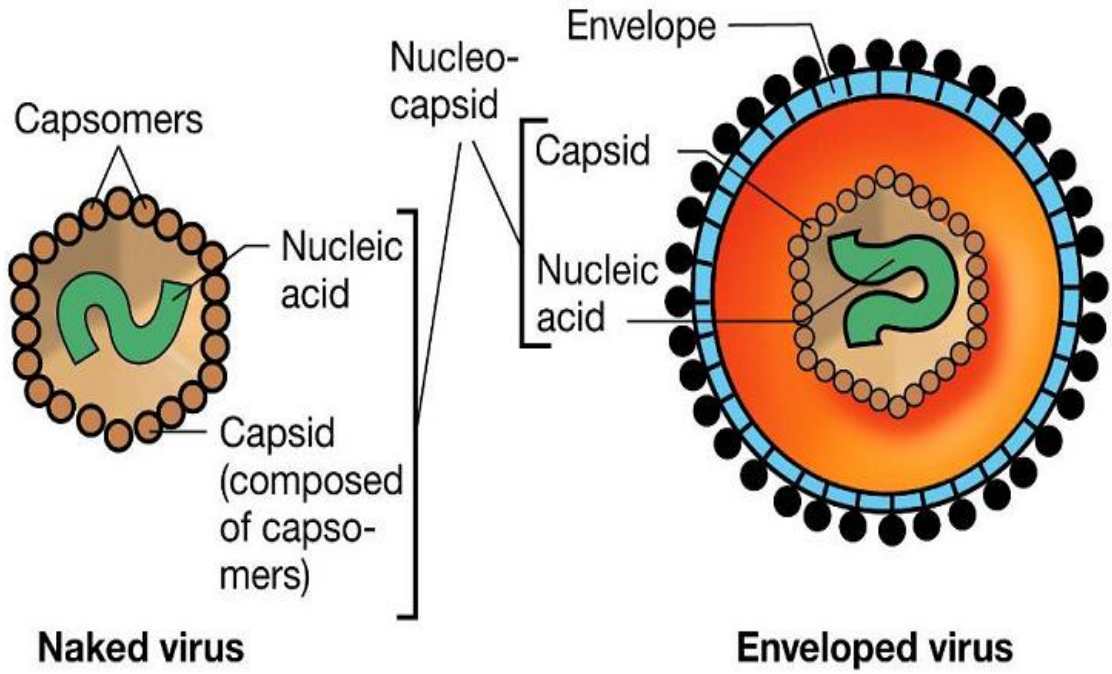
2. الحامض النووي Nucleic Acid

يكون الحامض النووي مسؤولا عن تضاعف الفيروس ، وانواعه إما **DNA** أو **RNA** وليس كلاهما معا ، وتسمى فيروسات الدنا أو فيروسات الرنا على التوالي . حتى الآن معظم الفيروسات هي ذات رنا . والفيروسات النباتية تميل لإمتلاك رنا أحادي الشريط والعاثيات البكتيرية تميل لإمتلاك دنا ثنائي الشريط. الجينوم يكون إما **أحادي الشريط Single stranded** كما في العائلة **Parvoviridae** أو **ثنائي الشريط Double stranded** كما في العائلة **Reoviridae**، وفي العائلة **Hepadnaviridae** مثل **التهاب الكبد الفيروسي البائي Hepatitis B virus** تمتلك جينوما **ثنائي الشريط جزئيا Partially dsDNA**. ومعظم الفيروسات ذات جينوم **رنا أحادي الشريط** تكون إما **موجبة الشريط (+) Positive-strand**، او **الحساسية Plus sense** كما في العائلة **Picornaviridae**، أذ يكون إتجاه هذا الشريط في نفس إتجاه **mRNA** (**5 ← 3**) ومن ثم يمكن ترجمتة فوراً الى بروتينات معينة، أو **سالبة الشريط (-)Negative-strand ، او الحساسية Minus-sense** او يدعى **Antisense** كما في العائلة **Orthomyxoviridae**، أذ يكون إتجاه هذا الشريط بشكل (**3 ← 5**) اي مكمل **mRNA**، ومن ثم يجب اولا تحويله إلى رنا موجب الإتجاه قبل الترجمة. وفي فيروسات الرنا السالبة يوجد نوعا اخر يدعى **ثنائي الحساسية Ambisense**، أي يوجد فيه جزء موجب واخر سالب كما في العائلة **Arenaviridae** و**جنسين** من العائلة **Bunyaviridae**،علما ان هذه الفيروسات تكون مقسمة الحامض النووي

وحالة ثنائي الحساسية تكون في كل قطعة من قطع الحامض النووي. ان جينومات الفيروسات بالامكان أن تكون **حلقية الشكل Circular** كما في العائلة **Polyomaviridae**، او **خطية الشكل Linear** كما في العائلة **Adenoviridae**، او**مقسم ة (مجزأ) Segment** كما في العائلة **Reoviridae**. وتوجد الاشكال الحلقية والخطية عامة في فيروسات الدنا، والاشكال الخطية والمقسمة في فيروسات الرنا ، كما في شكل (1-4). وتوجد حالة شاذة في فيروسات الرنا بالنسبة **لعامل الاصابة بالتهاب الكبد دي D** أذ يكون الحامض النووي الرنا حلقي الشكل اساسا ولكن يمكن ان يأخذ الشكل الخطي نتيجة اتحاد الحامض النووي، ويذكر انه يعد عامل اصابة وليس فيروسا ويدعى **بالتوابع Satellite**. يختلف حجم الجينوم اختلافا كبيرا بين الأنواع فأصغر جينوم فيروسي يشفر لاثنين فقط من البروتينات وحجم الجينوم فقط **2 kbp** كما في عائلة الفيروسات الحلقية **Circoviridae**، في حين أكبرحجم جينوم يقدر بأكثر من **1,181 kbp** ويشفر لأكثر من **1000 بروتين** كما في **الفيروس المحاكي Mimivirus**. فيروسات الرنا عامة لها جينوم أصغر حجما من فيروسات الدنا لانها تمتلك معدل خطأ أعلى عند التضاعف، ولتعوض ذلك تمتلك بعض فيروسات الرنا جينوم مجزأ وهذا يقلل فرص عجز الجينوم بأكمله عند حدوث خطأ في جزء واحد من الجينوم . في المقابل لدى فيروسات الدنا عامة جينوم أكبر بسبب الدقة العالية لإنزيمات تكرارها التابعة للعائل . اما الفيروسات ذات الدنا أحادي السلسلة تشكل استثناء لهذه القاعدة فمعدل الطفرات لهذه الجينومات يمكن أن يقارب حالة الرنا أحادي السلسلة.



شكل(1-2) يبين اهم المكونات الفيروسية



شكل(1-3) التركيب الاساسي للفيروسات

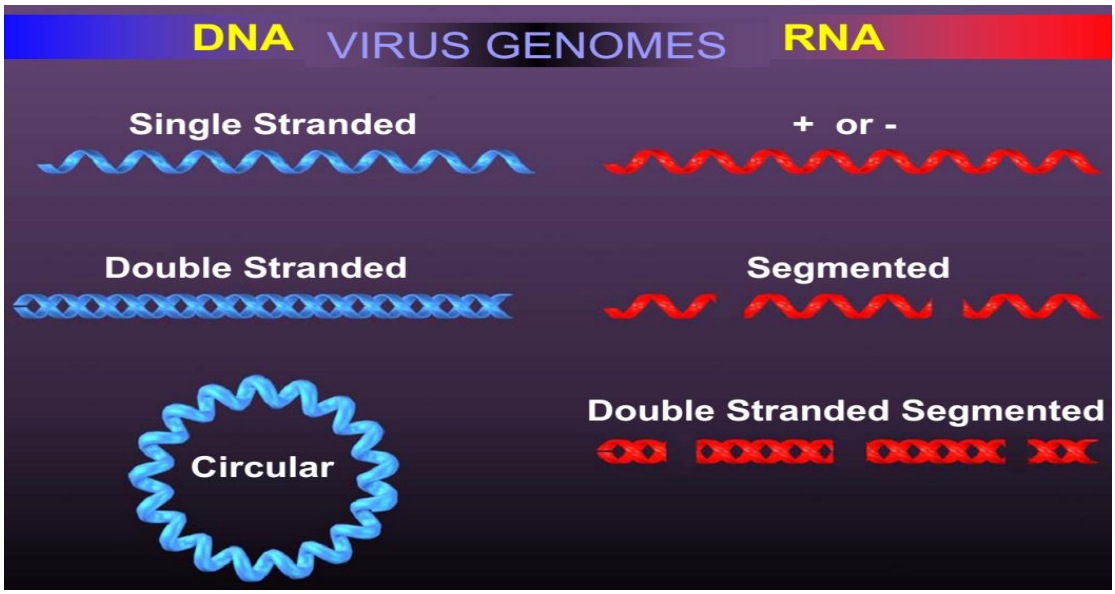
3. الغلاف الخارجي او المظروفي Envelope

بعض الفيروسات لها غطاء بروتيني محاط **بغلاف دهني ثنائي الطبقة Lipid bilayer** يدعى **الغلاف الخارجي اوالمظروفي Envelope** او **مظروف الغشاء الدهني** يحيط بها عندما تكون خارج الخلية المضيفة تكسبه غالبا بالتبرعم من أغشية الخلية العائل وتسمى **الفيروسات المظروفية او المغلفة Enveloped**. وبعض الأنواع من الفيروسات لا تغلف نفسها بهذا **الغلاف الخارجي** تدعى **بالعارية Naked** (شكل،1-3). وتبرز من هذا الغلاف نتؤات او زوائد مكونة من **بروتين وكربوهيدرات Glycoprotein** تسمى **البروتينات السنبلية Spikes** او **Peplomers**، والتي تعد ظرورتي لعملية التصاق الفيروسات المغلفة وايضا في الامراضية، والتي تشفر من الجين الفيروسي. تحتوي فيروسات العائلة **Adenoviridae العارية** على **الياف Fibers** متميزة في مناطق **الوحدات الخماسية Pentons**، وهي لا تعد **Spikes** الموجودة في الفيروسات المغلفة (شكل،1-5).

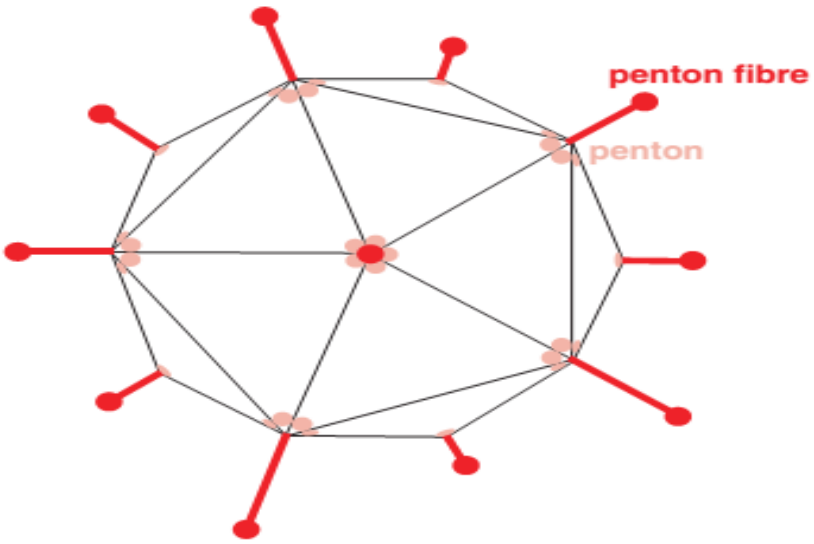
4. مكونات اخرى Others components

تمتلك بعض الفيروسات **انزيمات Enzymes** مختلفة تحتاجها في تضاعفها و امراضيتها ، على سبيل المثال انزيم **Neuraminidase** و **Hemagglutinin** في **فيروسات الانفلونزا** التابعة للعائلة **Orthomyxoviridae**، وانزيم **RNA dependent RNA polymerase** في الفيروسات الرنا السالبة الشريط ، وانزيم **DNA polymerases** في **فيروسات الجدري** و**انزيم الاستنساخ العكسي Reverse transcriptase** في العائلة **Retroviridae** و **Hepadnaviridae**. ويوجد في بعض عوائل الفيروسات

المغلفـة التابعة للرتبة **Nidovirales** كما في العائلة **Coronaviridae** وجميع ال عوائل التابعة للرتبة **Mononegavirales** كما في العائلة **Paramyxoviridae** بروتين خاص يدعى **(M)Matrixprotein** يتحد مع الغشاء البلازمي ويسهل التبرعم اثناء تحرر الفريونات.



شكل (1-4) يبين التنوع في اشكال الاحماض النووية في الفيروسات



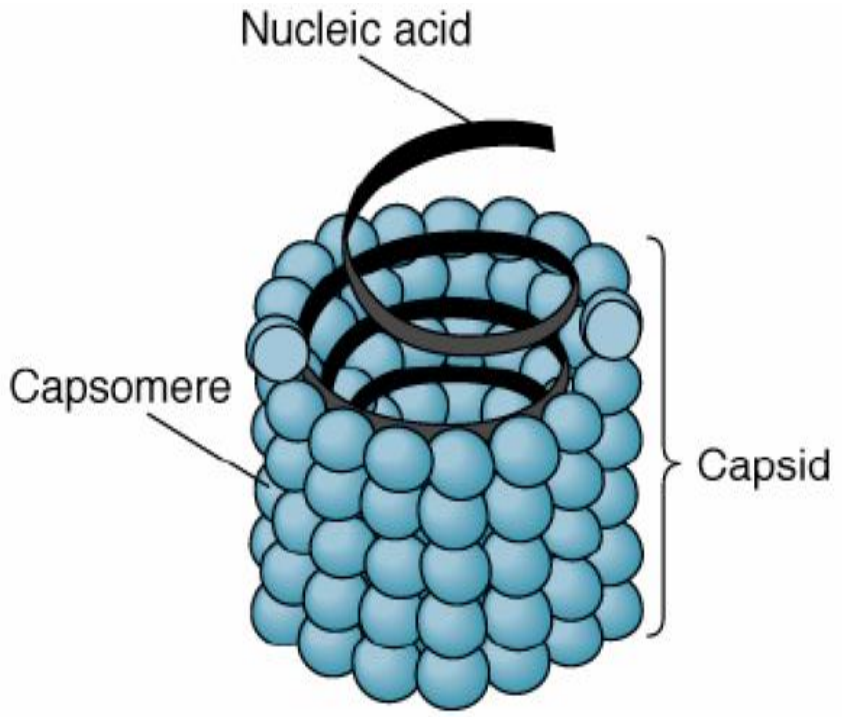
شكل (1-5) يبين الالياف في فيروسات العائلة Adenoviridae

2. مظهرية الفيروسات وتناظرها Morphology and symmetry of viruses

هناك **3 أنواع** رئيسة لاشكال الفيروس اعتمادا على **تناظر Symmetry** وحدات الغطاء البروتيني وليس اعتمادا على الشكل الخارجي للفيروسات، لان وجود الغلاف المظروفي الخارجي يمكن ان يعطي شكلا ثابتا لجميع الفيروسات المغلفة بغض النظر عن تناظر الفيروسات.

1.2 التناظر الحلزوني Helical symmetry

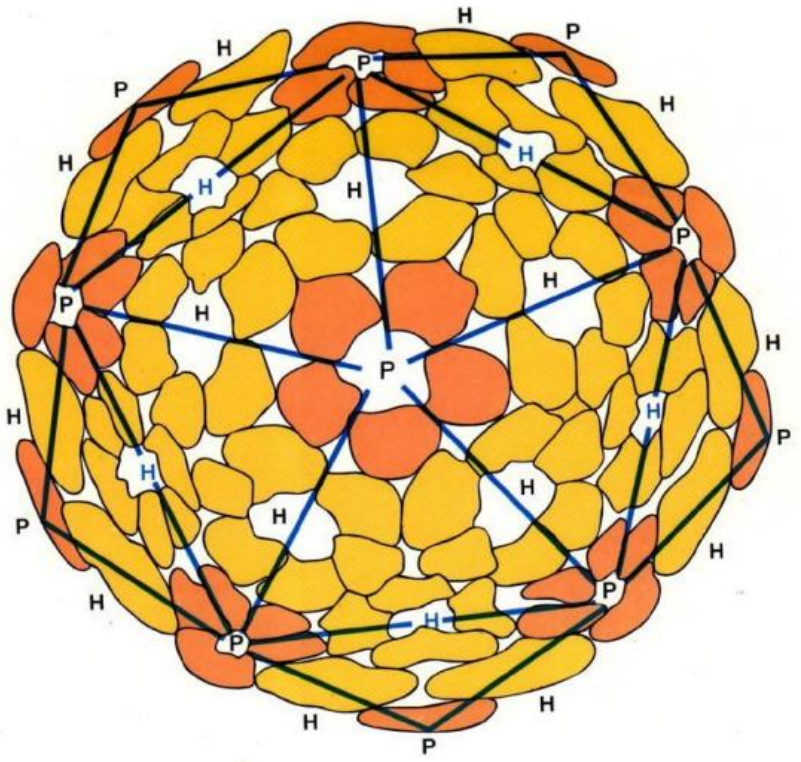
الغطاء البروتيني في هذه الفيروسات كما في العائلة **Orthomyxoviridae** مكون من وحدات بروتينية كيمياوية واحدة ، أي ان جميع **الوحدات البنائية Capsomers** متشابهة كيمياويا ، اذ بالامكان ان يطلق عليها عندئذ **Protomers**. وتترتب هذه الوحدات بشكل حلزوني حول تجويف مركزي أو أنبوب مجوف، وعادة ينتظم الحامض النووي الذي يكون غالبا رنا وحيد السلسلة بين حلقات بروتينات الحلزون (شكل 2-1). وهذا الترتيب ينتج فيروسات يمكن أن تكون قصيرة وصلبة أو طويلة ومرنة. ويذكر أن طول الفيروسات الحلزونية يعتمد على حجم وترتيب وحدات الغلاف البروتيني المرتبط بطول الحامض النووي داخلها.



شكل (2-1) التناظر الحلزوني

2.2 التناظرعشروني الوجوه Icosahedral symmetry او المكعب Cubic

هو جسم كروي او مكعب المظهر يقسم سطحه الى **20 واجهة مثلثية Triangular face مسطحة متساوية الاضلاع** تدعى **عشروني الوجوه Icosahedrons** او **جوانب Facets**، تكون **12** محورا للتحدب يدعى **السمت Vertex**، وهي محل لتجمع **خمسة اوجه مثلثية**، وهناك **30 حافة Edge** هي ملتقى ضلعين من مثلثين متجاورين. ويوجد في هذا التناظر **نوعين رئيسين** من تجمع **الوحدات الشكلية الكابسومير ، الاول** يمثل تجمع **5 كابسومير** يدعى **الوحدات الخماسية Pentamers** او **Pentons**، ويوجد في **محاور التحدب الاثنا عشر**. اما **الثاني** فيمثل تجمع **6 كابسومير** يدعى **الوحدات السداسية Hexamers** او **Hexons**، ويوجد في **الحواف والاوجه المثلثية** . تحوي اغلب الفيروسات عشرونية الوجوه هذين التجمعين ، بعض الفيروسات مثل **Papovaviruses** تحتوي فقط الوحدات الخماسية (شكل 2-2،).



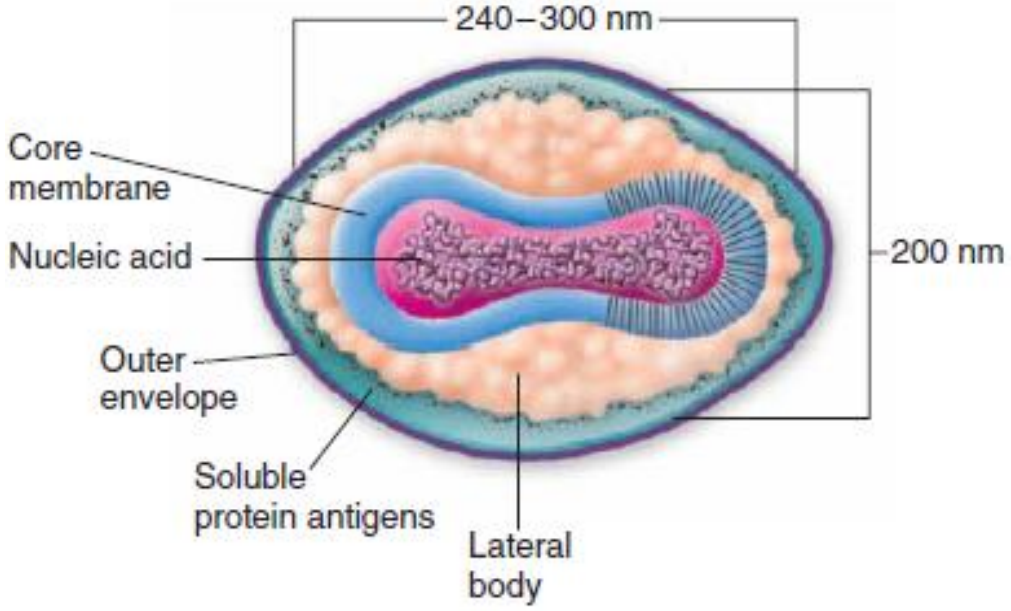
شكل (2-2) أنواع تجمع الكابسومير والاوجه المثلثية في التناظر العشروني الوجوه

3.2 التناظرالمعقد Complex symmetry

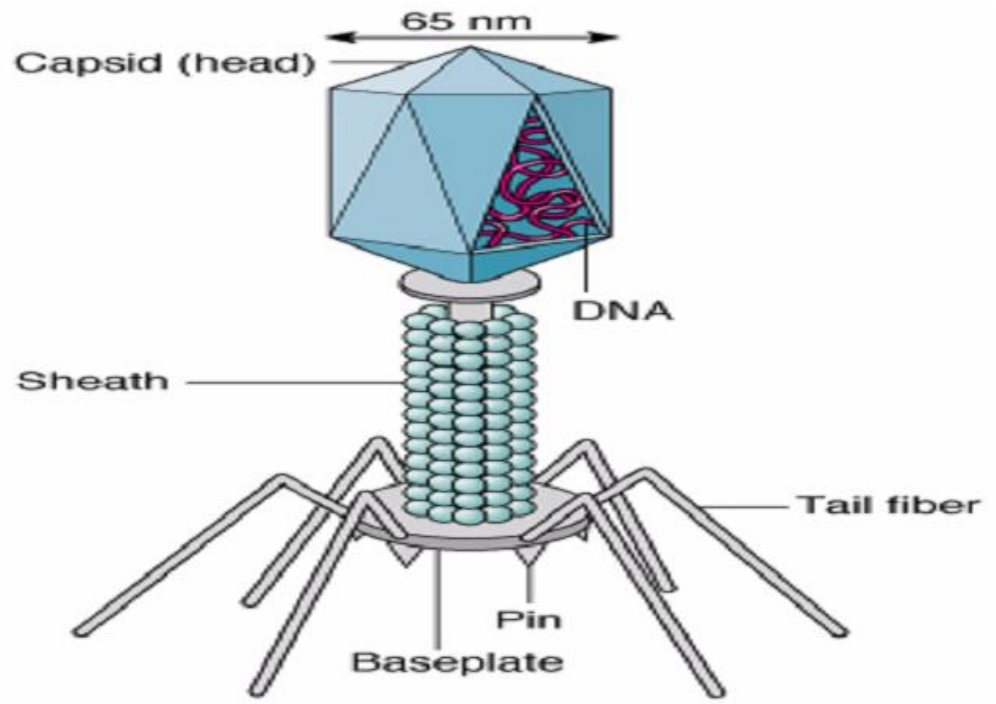
يتميز هذا التناظر كونه ليس حلزوني ولا عشروني الوجوه ، ويوجد في **فيروسات الجدري** الكبيرة الحجم والمعقدة التركيب. فللجينوم الفيروسي الدنا الثنائي الشريط يوجد داخل قرص مركزي يمثل اللب ، الذي بدوره

محاط **بجسمين جانبيين Lateral bodies** مجهولي الوظيفة. والفيروس له غلاف خارجي مرصع بطبقة سميكة من الدهون والبروتينات الانبوبية أوالكروية (شكل 2-7).

ويوجد تناظر معقد اخر يدعى **بالتناظر الثنائي Binal symmetry** في العاثيات التابعة للرتبة **Caudovirales** التي تحتوي ثلاث عوائل، والمختلفة ايضا بالشكل اعتمادا على طول الذنب وتقلصه ومرونته . وسمي بالثنائي لاحتواء العاثي على **راس Head** عشروني الوجوه، وذنب يمتلك **غمد Sheath** حلزوني التناظر يفصل بينهما **عنق Neck** قصير، وايضا يوجد في نهاية الذنب **صفيحة قاعدية Base plate** سداسية لها **ألياف ذنب Tail fiber** بروتينية بارزة ، كما في **عاثية الامعاء T4** التابعة للعائلة **Myoviridae** (شكل 2-8). وبعض الفيروسات التابعة لعائلة الفيروسات القهقرية او الارتجاعية **Retroviridae** ليس لها تناظر معروف.



شكل(2-7) التناظر المعقد في فيروس الجدري

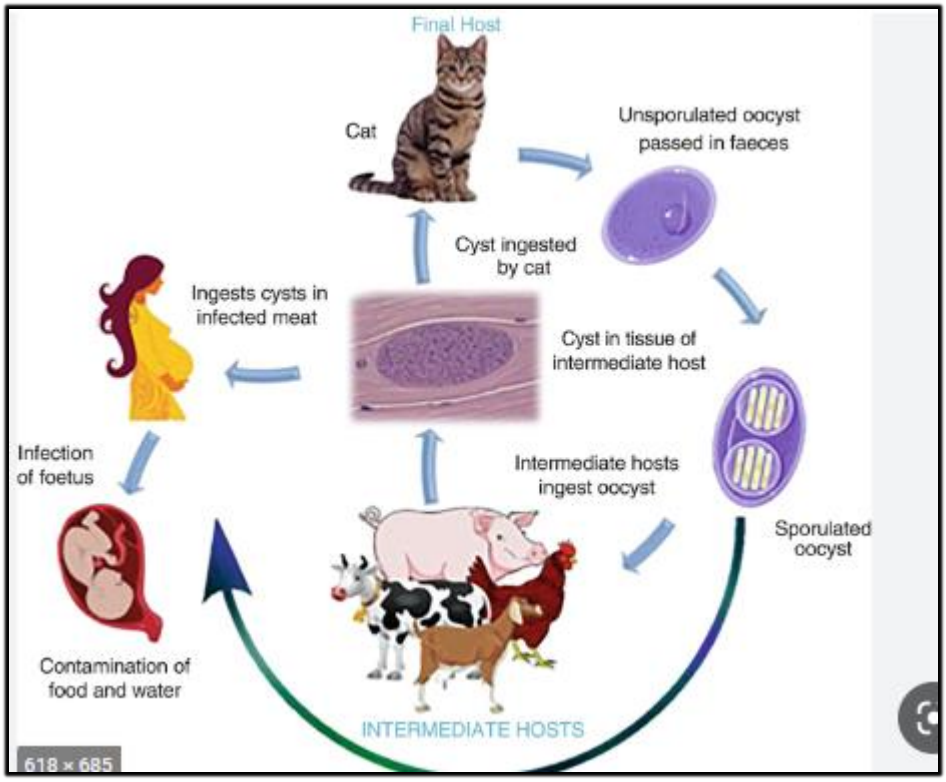


شكل(2-8) التناظر الثنائي المعقد في العاثيات

طفيليات ماجستير

التشخيص

هناك طريقة اكثر استخداما و هي الطرق المصلية و ذلك باستخدام مستضد الطفيلي للبحث عن مستوى الاضداد خصوصا IgG و الذي يدل على الاصابة المزمنة و IgM الذي يدل على الاصابة الحادة



دورة حياة طفيلي *Toxoplasma*

الديدانHelminthes

شعبه الديدان المسطحة 1 Phylum : Platyhelminthes

سميت بالديدان المسطحه لكونها مسطحة من الجهة الظهرية و البطنية. وتمتازبكونها حاويه على الاعضاء الحسية و العصبية في النهايه الاماميه و التي تساعدها على التكيف لمختلف انواع البيئات،كما تمتلك جهاز هضمي ينتهي بنهايه مغلقه أي لاوجود لفتحه المخرج ، اما الجهاز الابرازي يتالف من خلايا لهبيه Flam cell ولاتحتوي هذه الديدان على جهاز تنفس اوجهاز دوران

تضم هذه الشعبه ثلاثه اصناف :

1.صنف المعكرات Class: Tubellaria -2 صنف المثقوبات Class: Trematoda-3
صنف الشريطيات Class: Cestoda

Class: Trematoda or flukes صنف المثقوبات

سميت بالمثقوبات لاحتوائها على محاجم Suckers اشبه بالثقوب كما يطلق عليها مصطلح Flukes ورقه الاشجار ، وتضم ثلاثه رتب:

1. رتبه احاديه المضيف Monogenea2-رتبه ثنائيه المضيف Digenea3.رتبه المدرعات Aspidogastria

رتبه ثنائيه المضيف Digenea

تضم هذه الرتبه المثقبات الكبديه و المعويه والرئويه و الدمويه

Liver Flukes المثقبات الكبديه

1. Genus : *Fasciola*

ديدان الكبد ***Fasciola*** تتواجد في القنوات المراريه للحيوانات وهي ديدان مسطحه ورقيه الشكل وتحتاج دوره الحياه الى عائل وسطي واحد اضافه الى العائل الاساسي وتسبب مرض Fascioliasis ، وهناك نوعان ذات اهميه من هذا الجنس وتضم :

Fasciola *hepatica*و*Fasciola* gigantica

Fasciola gigantica

تسمى بالدوده الكبديه العملاقه وتعيش في القنوات الصفراويه لاكباد الابقار والماعز ويصاب الانسان في بعض المناطق لتناوله النباتات المائيه الحاويه على المذنبات المتكيسه ، يحتاج هذا الطفيلي الى مضيف وسطي قوقع مائي نوع *Lymnaea auricularia* كما تتميز الديدان البالغه والبيوض لهذا الطفيلي بكبر حجمها مقارنه مع النوع الاخر *Fasciola hepatica*

Fasciola hepatica

و يكون هذا الطفيلي نادرا في الانسان لكنه شائع في الاغنام و الماشية حيث ان الاصابة بهذا الطفيلي تسبب مرضا يسمى تعفن كبد الاغنام sheep liver rot او Fascioliasis hepatica كما يحتاج هذا الطفيلي الى مضيف وسطي قوقع مائي *Lymnaea lymnae*

الشكل العام لطفيلي *Fasciola hepatica*

تعيش الديدان البالغة في كبد و ممرات القناة الصفراوية في العديد من اللبائن و منها الانسان يصل طولها الى 30 ملم اما العرض الى 13 ملم و شكلها ورقي مستدق من الامام و عريضة من الخلف تمتلك ممص فمي oral sucker يقع في مقدمة الجسم وفي نهايتة يوجد تركيب قمعي cephalic cone الذي يعطي الدودة شكلا شبيهاً بوجود الاكتاف shoulders وتتمثل وظيفة المحجم الفمي في الفاشيولا ما يلي:

- التثبيت: يسمح المحجم الفمي للفاشيولا بالتثبيت في الأنسجة المضيفة، مثل الكبد، بواسطة المسامير أو الأشواك الموجودة على سطحه. هذا التثبيت يساعد الطفيلي على البقاء في مكانها ومنع انزلاقها.

- الاختراق: بعد التثبيت، يستخدم المحجم الفمي في الفاشيولا قدرته على اختراق الأنسجة المضيفة، مثل الأنسجة الكبدية. يقوم المحجم الفمي بتمزيق واختراق الأنسجة بمساعدة إفرازات هضمية تعمل على تحليل الأنسجة وجعلها أكثر نعومة.

- الاستيعاب الغذائي: بمجرد اختراق الأنسجة، يستخدم المحجم الفمي في الفاشيولا لامتصاص العناصر الغذائية من الأنسجة المضيفة

اما المحجم البطني acetabulum_ventral suckerيكون اكبر من الفمي و بمستوى الاكتاف . وتتمثل وظيفة المحجم البطني بما يلي:

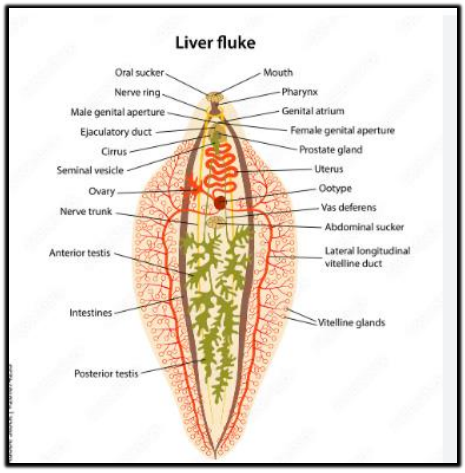
- التثبيت والاستقرار: يستخدم المحجم البطني في الفاشيولا للتثبيت على الأنسجة المضيفة. يمكن للمحجم البطني أن يلتصق بسطح الأنسجة المضيفة بواسطة قوة الشفط، مما يساعد الفاشيولا على البقاء مستقرة على المضيف ويسهم في التحرك عبر الأنسجة المضيفة.

- الاستيعاب الغذائي: يستخدم المحجم البطني في الفاشيولا لامتصاص العناصر الغذائية من الأنسجة المضيفة. يحتوي المحجم البطني على قنوات صغيرة ومنافذ لامتصاص العناصر الغذائية والسوائل من الأنسجة المحيطة به. هذا يسمح للفاشيولا بالحصول على الطعام والمغذيات اللازمة لبقائها على قيد الحياة.

بشكل عام، يستخدم المحجم البطني في الفاشيولا للتثبيت على الأنسجة المضيفة والاستيعاب الغذائي. هذه الوظائف تسهم في بقاء الفاشيولا على قيد الحياة واستمرار تغذيتها من خلال استخلاص العناصرالغذائية من المضيف.

اما غطاء الجسم tegument يغطى باشواك شبيهة بالحراشف التي تسبب تحطيم الخلايا والاقنية الصفراوية مما يودي الى التهابها . اما ردبي الامعاء intestinal ceca فتكون شديدة التفرع و تمتد الى نهاية الجسم، الدودة خنثية تحتوي على الاعضاء الانثويه المبيض ovary يقع خلف المحجم البطني اما الرحم فيكون قصير و ملتف و يقع قرب المبيض والحويصلات المحية vitelline follicles والتي تدعى ايضاً البويضات الصفراوية او "البويضات الغرافية" أو (Graafian follicles) "، وتلعب دورًا مهمًا في عملية التكاثر لدى الإناث وهي تملأ معظم جوانب الجسم

اما الاعضاء الذكرية الخصى testes و تكون كبيرة وتوجد في الثلثين الاخيره من الجسم .



الطور البالغ لطفيلي *Faciola hepatica*

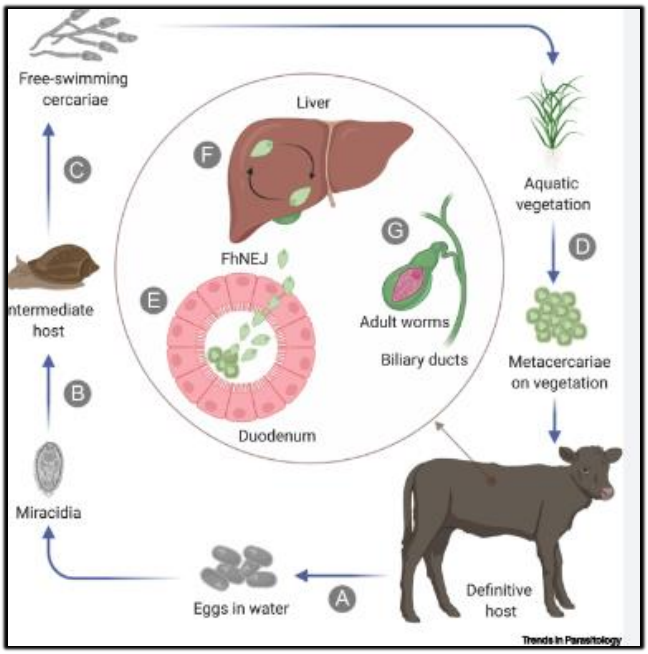
دورة الحياة

تحدث الاصابة للانسان السليم والاغنام (المضيف النهائي)عند التغذي على النباتات المائيه الملوثه بالطور المعدي **metacercaria** وتمر من خلال المعدة ويحدث Excystation في الامعاء الدقيقه وتتحرر المذنبات (الديدان الفتيه) وتصل الى القناة الصفراويه **بعدة طرق** : اما تبدا بالبحث عن وريد بابي وصولا للكبد ثم القناة الصفراويه او تقوم المذنبات باختراق جدار الامعاء ثم الى الغشاء البريتوني وصولا الى كبسولة الكبد وتخترق خلايا الكبد متجهه الى القنوات الصفراويه او انها تنتقل خلال القناة المراريه البنكرياسية الكبدية المشتركه الى القنوات الصفراويه بالكبد وبعد وصولها الى القنوات الصفراويه واستقرارها تبدا بالتغذي على بطانة القنوات الصفراوية وثم تتحول الى ديدان بالغه وتطرح البيوض مع المادة الصفراء الى الامعاء ثم تطرح مع البرازو تكون البيوض بيضوية ذات غطاء operculum وغير كاملة نمو الاجنة و اذا سقطت في الماء تصبح كاملة نمو الاجنة وتفقس هذه البيوض عن miracidium و يبقى الميراسيدوم باحثاً عن المضيف المتوسط نوع *Lymnaea lymnae* و بداخل القوقع يتحول الميراسيدوم الى sporocyst ثم يعطي هذا الجيل الاول من طور redia ثم الجيل الثاني daughter redia و بعد سبعة اسابيع من الاصابة تظهر الـ cercaria . اذا جف الماء الذي يعيش به القوقع فأنه ينتقل الى الطين و يبقى لمدة اشهر لحين رجوع الماء و عندها يطلق cercaria غير مشقوقة الذيل والتي تكون مذنبة طول ذنبها مرتين بطول جسمها و عموما فأنها تتعلق بأي مادة و تسحب ذنبها و تفرز جدار حول جسمها يكون شفاف و تتحول الى مذنبات متكيسة metacercaria(**وهو الشكل المعدي للانسان والحيوان**)تتعلق الميتاسركاريا بالنباتات و الخضر و تحصل العدوى عندما يتم التغذي على النباتات الملوثة بها .

Miracidium of *fasciola hepatica*

ova of *fasciola hepatica*

cercaria of *fasciola hepatica*



دورة حياة *Fasciola hepatica*

الامراضية Pathogenesis : الاصابه تكون اما حادة او مزمنه

الطور الحاد acute يحدث خلال هجرة الديدان الفتية ويصل الى ثمانية اسابيع ويحدث تحطيم الكبسولة الكبدية وتنخرها نتيجة لإفرازانزيم proteinases و النواتج الايضيه السميه للطفيلي وكما ينتج فقر الدم نتيجة لإمتصاص الدم من قبل الديدان و افرازها مادة البرولين Proline (وهو عبارة عن أحماض أمينية تؤدى إلى تكسير كرات الدم الحمراء) و خلال الطور الحاد ممكن ان يحدث الموت اعتماداً على شدة الاصابة أي عدد الميتاسركاريا المبتلعة . ومن الممكن هجرة الديدان الفتية الى مناطق اخرى وتسبب تقرحات في العين و الدماغ و كما يمكن أن تتحوصل تحت الجلد و الرئتين و قد تصيب الأجنة فى أثناء فترة الحمل. وتموت سريعا.

اما **الطور المزمن من الاصابة** فيحدث بعد حوالي 12 اسبوع من الاصابة أي عندما تصل الديدان الى قناة الصفراء و تبدأ بالنضوج الجنسي لتصبح ديدان بالغة، و نتيجة لوجود الطفيلي ونشاطه في الكبد يبدا التحطيم للخلايا والاقنية الصفراوية بافراز السموم ، كما ان التموضع الميكانيكي للطفيليات في الاقنية الصفراوية يودي الى التهابها ثم تليفها نتيجة لامتلاكها الاشواك على سطحها الخارجي مما يودي الى وجود خراج الخلايا و يسبب تعفن الكبد ثم تبدأ الأنسجة في تكوين ندوب ويتشكل تصلب في الاقنية الصفراوية، مما يمكن أن يؤدي إلى انسدادها.

تلك التصلبات والانسدادات يمكن أن تسمى "pipestem fibrosis" وهي تشكل أثرًا على الهيكل الداخلي للاقنية الصفراوية والكبد بشكل عام و لذلك تتثخن القنوات ويتضخم الكبد . كما يمكن أن يؤدي هذا إلى مشاكل في تدفق الصفراء ، وقد يسبب تراكم الصفراء وارتفاع مستويات البيليروبين في الدم وقد ينتج عنها اليرقان ابو صفار Jaundice .

احيانا تنتج حالة false or spurious fascioliasis و هي ناتجة عن ابتلاع الاكباد المصابة للاغنام و الابقار و الماشية و التي تكون نيئة او غير مطبوخة طبخاً جيداً مما يؤدي الى ظهور البيوض في خروج الشخص المصاب .كما ان ابتلاع الكبد للاغنام و الماشية ممكن ان يؤدي الى تواجد الديدان البالغة في nasopharynx مسببة انسداد تنفسي يعرف بالحلزون halzoun . وان داء الحلزون يمثل شكل بلعومي للاصابة بهذا الطفيلي وينجم عن تناول الاكباد النية الحاويه على المتورقات مما يودي لالتصاق الديدان بمخاطية البلعوم ويودي ذلك الى ظهور اعراض اختناقيه (الم واختناق وتشنج حنجرة وسعال) وينتشر هذا الداء في الشرق الاوسط

التشخيص و العلاج Diagnosis & Treatment

التشخيص يعتمد على ايجاد البيوض في الخروج و التشخيص الخاطئ ممكن ان يحدث بايجاد البيوض في الخروج بعد التغذي على الاكباد المصابة ، كما يتم التشخيص باستخدام الفحوصات المناعية . العلاج هو Bithionol و يعطى عن طريق الفم .

2- *Clonorchis sinensis* دودة الكبد الصينية

دودة الكبد الصينية Chinese liver flukes تسبب مرض Clonorchosis .اكتشف هذا الطفيلي عام 1875 .وتنتشر الاصابة بالصين واليابان وكوريا.

الشكل ودورة الحياة Morphology & Life cycle

الدودة البالغة يصل طولها 8- 25 ملم وعرضها 1.5-5 ملم ،الجليد Tegument يفتقد الى الاشواك وتعيش بالكبد في الاقنية الصفراوية ،المحجم الفمي اكبر من المحجم البطني ،الاعضاء التناسلية تتكون من زوج من الخصى تتصل بالوعاء المنوي الذي يفتح بالفتحة التناسلية Genital pore اما المبيض يتكون من 3 فصوص ويقع مباشرة فوق الخصيتين .شكل الديدان متطاول وشفافة ولا يمكن مشاهدة الاعضاء الداخلية في حالة عدم صبغ الديدان .الصفة المميزة لهذا الطفيلي انه يحتوي في مقدمته على Oral sucker الذي يدعى ايضآ Globose .

بيوض الطفيلي بيضوية الشكل وذات قشرة سميكة ولون اصفر بني كما تمتلك غطاء محدب Operculum convex في الجهة العليا كما يوجد مقبض صغير Knob بالنهاية المعاكسة اضافة على احتوائها على يرقة ناضجة وتمتاز هذه البيوض بكونها حاوية على Miracidum المهدبة أي انها كاملة الاجنة وهذه البيوض لاتفقس وانما تبتلع من قبل المضيف المتوسط الاول وهو قوقع *Bulimus* وداخل القوقع تخرج المهدبة وتتحول الى Sporocyst ثم الى Redia ثم الى مذنبة Cercaria التي تخرج الى الماء وتسبح حتى تصبح بتماس مع المضيف المتوسط الثاني الذي هو سمكة *Cyprinoid* وبمجرد التلامس مع السمكة تفقد ذنبها وتتكيس وتتحول الى طور التكيس Metacercaria في العضلات وعند اكل الاسماك غير المطبوخة جيداً تصل المذنبة المتكيسة الى الامعاء وتخرج من الكيس وتخترق جدار الامعاء الى البريتون ثم الكبد وصولاً الى القنوات الصفراوية حيث تتطور وتنضج وتبدا بتكوين البيوض التي تنقل الى القناة الهضمية ومن ثم الى الخارج مع الفضلات .

الأمراضية Pathogenesis

وجود الديدان البالغة في الاقنية الصفراوية تحفز على تكوين فرط التنسج hyperplasia في الخلايا الطلائية المبطنة للأقنية الصفراوية وفي المراحل التالية تسبب تليف للأقنية كما ان كثرة عدد الديدان التي تصل الى الاف سوف تحاط بتفاعلات التهابية . ونتيجة للإصابة يحدث كبر بحجم الكبد والطحال كما ان البيوض المترشحة تسبب تكون ورم حبيبي Granuloma حولها وتتداخل مع وظائف الكبد ومن الاعراض المصاحبة هي الحرارة ورعشه وازدياد عدد الخلايا الحمضة Eosinophils من 10-40 % وهي في الطبيعة 0.5-1 % .وان نشوء ورم غدي

سرطاني Adenocarcinoma نتيجة لفرط التنسج في Mucosa في القناة الصفراوية في الاشخاص المصابين اصابة مزمنة بحيث اعتبر ولفترة طويلة مرتبط بالإصابة بهذا الطفيلي .

التشخيص Diagnosis

يعتمد على فضلات الشخص المصاب وملاحظة البيوض

العلاج Treatment

استخدام علاج Paraziquental

Lung Flukes

الدودة الرئوية *3-Paragonimus westermani*

تسبب الاصابة بهذا الطفيلي مرض يدعى Paragonimiasis وحوالي 48 نوع وتحت النوع يوجد في هذا الجنس كطفيلي للبائن اكلة اللحوم ، و اكتشف عام 1878 من قبل العالم كيربرت ويكثر انتشاره في اليابان وكوريا والهند .

الشكل ودورة الحياة Morphology & Life cycle

تعيش الديدان البالغة لهذا الطفيلي في الرئة ويبلغ طولها 12-7.5 ملم وعرضها 6-4 ملم وتكون ذات لون احمر الى بني في داخل كبسولات ليفية ،الجليد Tegument يحتوي على اشواك Spine .ويحتوي الطفيلي على محجم فمي Oral sucker ومحجم بطني Ventral sucker متساويان في الحجم .

بيضة الطفيلي بيضوية ذات قشرة سميكة وتمتلك فتحة تسمى Operculum وتحتوي على اجنة غير كاملة النمو .وهي اما ان تطرح مع سوائل الجهاز التنفسي حيث تخرج مع القشع او تبتلع من قبل الشخص المصاب وتخرج مع الفضلات للبيئة .عندما تخرج الى المحيط الخارجي تبدا بتكوين الاجنة وتفقس بعد 16 يوم وتخرج اليرقة المهدبة Miracidia من البيوض سابحة وتدخل القوقع المناسب *Thiaria* وتتطور في انسجة القوقع الى Sporocyst و Rediae وبعد ذلك تتكون Cercaria تبقى هذه Cercaria سابحة بالماء ثم تدخل الى داخل نوع من الكائنات المائية سرطان المياه العذبة crab *Sesarma* وبداخله تتحول الى المذنبة المتكيسة Metacercaria معدية للإنسان وعند اكل السرطان المصاب تدخل المذنبة المتكيسة الى امعاء المضيف النهائي (الانسان) وتهاجر من خلال جدار الامعاء الى التجويف البريتوني وتعبر الحجاب الحاجر وتدخل الرئتين وتعيش فيها بشكل ازواج قرب القصيبات حيث تنضج الى ديدان بالغة ويحيطها كبسول ليفي .يقال ان الازدواج يعود لظاهرة الانجذاب الكيميائي او الاخصاب المتبادل على الرغم من انها خنثية ..

الامراضية Pathogenesis :

في هذه الحالة يتم اصابة برنكيما الرئة ويحصل ما يسمى Host tissue reaction ويتمثل بارتشاح كريات الدم البيضاء الحمضة والمتعادلة حيث تحيط الكريات بالديدان ثم تبدا بتكوين انسجة ليفية او كبسولة ليفية Fibrous capsule. وتحصل الالتهابات الموضعية وارتفاع درجات الحرارة والنزف مما يؤدي الى خروج الدم مع القشع كما يحتوي القشع على البيوض وقد يصاحبه الم في الصدر(السعال رد فعل انعكاسي لاي مادة غريبة موجودة بالقصبات ليتخلص الجسم من الاصابة)

التشخيص Diagnosis :

يعتمد على وجود البيوض بالقشع Sputum او مع فضلات الشخص المريض او عند اخذ مسحة من التقرح او عن طريق التشخيص المصلي او المناعي.

العلاج Treatment :

اعتمد علاج Paraziquental في معالجة هذه الاصابة وممكن استخدام ادوية اخرى مثل Nictofolan

---

الديدان الدموية Blood flukes

Schistosoma spp.

تسبب الاصابة بهذا الطفيلي مرضاً يدعى بالبلهارزيا ومن الناحية الطبية توجد ثلاثة انواع مهمة و تعد الاكثر اصابة للانسان و هي : *Schistosoma mansoni* و *Schistosoma haematobium* و *Schistosoma japonicum* اضافة الى نوعين اقل اهمية لكنهما يصيبان الانسان و هما *Schistosoma intercalatum* و *Schistosoma mekongi* . الاجناس هنا تكون منفصلة أي وجود ذكور وأناث والانواع تكون متشابهة تركيبياً لكنها تختلف بمجموعة اختلافات فيما بينها ، وبصورة عامة فالذكور اقصر من الاناث ويحتوي الذكر على تركيب يوجد في الجهة البطنية يسمى قناة الاحتضان Gynecophoral canal تحمل به الاناث اثناء الجماع والسير في الوريدات الدقيقة لكي تتم عملية وضع البيض.

وتشمل ديدان التريماتود الثنائية المضيف digenetic trematodes التي تعيش في دم الفقريات وسميت بالشستوسوم او المنشقات نظراً لوجود شق بالجسم Split body (Gynecophoral canal) الموجودة في الذكر كما سميت الاصابة بمرض البلهارزيا نسبه الى العالم تيودور

بلهارز الذي اكتشف الطفيلي في انسان توفي بالقاهرة في مصر فقد انتشرت الاصابة بمصر نتيجة لوجود القوقع المناسب لهذا الطفيلي .

الشكل ودورة الحياة Morphology & Life cycle

تعيش الديدان البالغة (الذكور والاناث) في حالة التزاوج في الاوعية الدموية او الوريدات الدقيقة الملاصقة للأمعاء او المثانة حسب نوع الطفيلي .الديدان البالغة تكون رقيقة واسطوانية ودائماً تكون نهايتها الامامية متوجه نحو الاوعية الدموية الشعرية حيث يتعلق الذكر بواسطة ممصاته القوية حاملاً الانثى الخيطية الشكل حيث تحمل الانثى في قناة البيض sex canal و تضع بيوضها في الاوعية الدموية الدقيقة وقد تعيش الديدان حوالي 30 سنة في الانسان اما معدل حياة الشستوسوما فهو لا يقل على خمسة سنوات . يحتوي الطفيلي على محجم فمي وبطني ويحتوي الذكر على خصى يختلف عددها حسب النوع اما الانثى فتكون ارفع من الذكر وحاوية على الممص البطني والفمي ورحم في مقدمة الجسم كما تحتوي على مبيض الذي يختلف موقعه ايضاً حسب نوع الشستوسوما ويتصل المبيض بواسطة قناة البيض ثم يتصل مع الرحم .

بيوض الطفيلي تكون ذات قشرة رقيقة وغير حاوية على غطاء وحاوية على شوكة طرفية او جانبية او قد تكون ضامرة حسب نوع الشستوسوما ،توضع البيوض في الاوعية الدموية الصغيرة ثم تعبر في الانسجة المحيطة كما ان نضج الميراسوديوم في داخل البيوض وهي في الانسجة يحصل بحوالي اسبوع في النوعين *S.mansoni* و *S.haematobium* اما في النوع الثالث *S.japonicum* يتم النضج في حوالي 11 يوم وبعد ذلك تدخل هذه البيوض الى تجويف الامعاء حيث تطرح مع الفضلات في حالة النوع المعوي او تطرح مع الادرار في النوع الذي يعيش في المثانة وهذه البيوض سواء كانت مع البراز او مع الادرار عندما تصل الى المياه العذبة يحصل الفقس وتخرج الميراسيديوم وتنضج الى يرقة حرة المعيشة وبعد ذلك يخترق الميراسيديوم عدة انواع من القواقع حسب نوع الشستوسوما حيث تتطور بالقوقع الى Sporocyst حيث يهاجر في انسجة القوقع ويتحول الى سركاريا مشطورة الذنب forked tail cercaria دون المرور بطور Redia وعند النضج تخرج السركاريا من القوقع وتسبح في الماء وعند تماسها مع الجلد للمضيف سوف تخترق السركاريا طبقات الجلد الخارجية وتفقد ذنبها وتدخل وبعد دخولها تسمى Schistosomula دودة صغيرة غير ناضجة وعند وصولها الى طبقة الادمة تدخل الاوعية الوريدية او اللمفاوية ثم تصل الى الجانب الايمن من القلب ثم الى الرئتين وبعدها تهاجر الى الكبد حيث تنضج هناك ويقال بان الطريق الذي تسلكه لتصل الى الكبد غير معروف فهي قد تعود الى القلب بواسطة التدحرج باتجاه معاكس لجريان الدم على طول جدران الشرايين الرئوية وتستمر في طريقها الى القلب ومنها الى الاوردة الكبدية ثم الى الكبد

ومن ثم تتحرك الديدان البالغة في المجرى الدموي حيث تنضج بيوضها في الاوعية الدموية الدقيقة الملاصقة للأمعاء الدقيقة او الملاصقة للقولون او المثانة حسب النوع .

تتكون Cercaria من راس وجسم وذنب ذو شطرين ولها القابلية على اختراق جلد اللبائن حيث تستطيع ان تميز جسم اللبائن عن طريق السلاسل الدهنية الموجودة بالدهون وعندما تخترق الجلد تدخل الى الدورة الدموية لتصل الى الظفيرة الوريدية الملاصقة للأمعاء او الملاصقة للمثانة .وتحتوي السركاريا على محجم فمي وبطني كما تحتوي على غدد الاختراق Penetration gland حيث تخترق بواسطتها الجلد وتفرز مواد مخاطية وانزيمات حالة Putative enzyme وعندما تدخل الى طبقة الادمة تتحول دودة صغيرة تسمى Schistosomula وبعدها تدخل الاوعية الدموية وتصل الى الجزء الايمن من القلب وتكمل دورتها.

Schistosoma mansoni

ذكر هذه الديدان ذو طول 6.4-9.9 ملم اما الاناث 7.2-14 ملم وعدد الخصى 6-9 .والبيوض كاملة النضج ويتم العثور عليها في الفضلات لان الطفيلي يعيش في الاوعية الدموية للأمعاء الغليظة .كما تمتاز البيوض بكونها كبيرة الحجم بيضوية الشكل ومزودة بشوكة جانبية lateral spine وعندما تفقس البيوض تخرج منها اليرقة المهدبة وبعدها تلتصق وتخترق احد قواقع المياه العذبة من جنس *Biomphalaria* وبعد ذلك تخرج السركاريا من القوقع لتخترق جلد الانسان وتصل الى الكبد والاوعية البوابية المساريقية علماً ان الفترة التي تستغرقها للنضج ووضع البيوض 6-7 اسابيع وعمر الاصابة بالطفيلي يبلغ اكثر من 32 سنه.

Schistosoma japonicum

الذكر يبلغ طوله 12-20 ملم اما الانثى 15-30 ملم كما يبلغ عدد الخصى 7 .تعيش الديدان البالغة في الاوردة المساريقية الملاصقة للأمعاء الدقيقة وتطرح البيوض مع الفضلات للبيئة وحاوية على ميراسيديوم مهدب وتمتاز البيوض بكونها بيضوية الشكل وحاوية على نتوء يمثل الشوكة الضامرة او الاثرية وتفقس بالماء العذب وتلتصق الميراسيديوم بانسجة القوقع المناسب *Oncomelania* حيث تكمل دورتها في القوقع لتصل الى مرحلة السركاريا التي تنبثق من القوقع لتخترق جلد الانسان .

Schistosoma haematobium

يبلغ طول الذكر 10-15 ملم اما الانثى 20-22ملم وعدد الخصى 4-5 .تعيش الديدان في الاوعية الدموية للمثانة وتخرج البيوض مع الادرار وتمتاز بكونها دائرية وحاوية على شوكه طرفية وعندما تفقس البيوض تخرج الميراسيديوم وتخترق انسجة القوقع *Bulimus* وتتحول الى سركاريا مشطورة الذنب وتخرج من القوقع لتخترق جلد الانسان وتهاجر الى الاوردة وتكمل دورة حياتها .

الامراضية Pathogenesis :

تكون التغيرات الناتجة عن تأثير هذه الديدان على ثلاثة مراحل :

1- Prepatent period (الابتدائي)

تسمى مرحلة الاختراق او المرحلة الابتدائية Initial phase وتبدا من اختراق السركاريا للجلد الى ظهور البيوض في الافرازات وينتج عنها التهاب الجلد والحكة وفي حالة الاصابات الثقيلة قد يحدث الموت خلال الهجرة الى الرئة قبل الاستدلال على البيوض في الفضلات او في الادرار وتتميز الاعراض بوجود نزف بالرئة وحمى متقطعة وقد يظهر طفح جلدي بسبب الحساسية لان السركاريا التابعة لطفيلي الشستوسوما تعتبر عامل تحسس تودي الى افراز الهستامين من الخلايا ونتيجة لتجمع كريات الدم حول بيوض الطفيلي وتكون هذه الفترة قصيرة في حالة الاصابة *Schistosoma japonicum* وهي حوالي 4-5 اسابيع وتكون البيوض المنتجة من قبلها اكثر من النوعين الاخرين .اما بالنسبة الى *Schistosoma mansoni* فتكون المرحلة الاولى اطول من سابقتها بأسبوعين .

2- Acute period (الحاد)

تمتد من شهرين الى عدة سنوات ويتم فيها نضج الديدان في الكبد وتزاوجها وهجرتها الى الوريدات المساريقية وانتاج البيوض وترافقها حرارة وحمى وقشعريرة وقد يشك الطبيب باصابة المريض بحمى التايفوئيد لارتفاع درجة الحرارة والتعرق الشديد حيث ترافق هذه الاعراض فترة انتاج البيوض بالانسجة اضافة الى وجود خلل وظيفي او ايضي في الامعاء والكبد والرئة وفي حالة *Schistosoma mansoni* قد يشتبه بالدزنتري من ناحية المغص المعوي.

3- Chronic period

المرحلة المزمنة وتسمى بمرحلة التفاعل النسيجي tissue reaction حيث تتميز بوجود مناطق متحللة نسيجياً بسبب وجود الطفيلي في الرئة فلذلك يشتبه بوجود السل الرئوي الكاذب وعند وجود هذه التقرحات او البيوض تتجمع كريات الدم حولها وتكون ما يسمى بالورم الحبيبي granuloma .والمرحلة المرضية تعزى الى اعداد كبيرة من البيوض .

اما بالنسبة *Schistosoma haematobium* تكون الامراضية متشابهة في الاعراض مع النوعين الاخرين في المرحلة الاولى ثم تبدا مرحلة تجمع البيوض والتحلل والتحطم الناتج في المثانة البولية حيث يحصل تهيج بالانسجة الطلائية المبطنة للمثانة البولية وقد تتكلس بعض البيوض معطية المظهر الرملي او الحصى من السطح الداخلي ويكون مظهرها sandy appearance وقد تتليف جدران المثانة مما ينتج عنها التليف fibrosis الذي يؤدي الى تقلص او صغر في حجم المثانة وكذلك قد يرافقها التهاب بكتيري غالباً مايكون من النوع *Salmonella*.

التشخيص Diagnosis :

يتم تشخيص ***Schistosoma haematobium*** بعمل طرد مركزي للإدرار وفحص الراسب بالمجهر والتشخيص يتم عن طريق العثور على البيوض ذات الشوكة النهائية او يتم الفحص بأخذ خزعة نسيجية من المثانة وعمل مقاطع نسيجية .اما بالنسبة للنوعين الاخرين يتم التشخيص بالاعتماد على فحص فضلات الشخص المصاب وملاحظة البيوض ذات الشوكة الجانبية ***Schistosoma mansoni*** او ملاحظة البيوض ذات الشوكة الضامرة.

العلاج Treatment :

استخدام علاج Paraziquental

صفات الانواع المختلفة لـ *Schistosoma* الانسان

الصفات	*S. haematobium*	*S. japonicum*	*S. mansoni*
عدد الخصى	4	7	9 – 6
اتحاد ردبي الامعاء	في الوسط	خلف الوسط	قبل الوسط
جدار الجسم tegument	مغطى باشواك قصيرة و درنات مبعثرة	اشواك دقيقة	اشواك قصيرة و درنات متعددة و طويلة
موقع المبيض	خلف الوسط	في الوسط	قبل الوسط
عدد البيوض في الرحم	100 – 20	300	عدد قليل
أسم المرض	Urinary bilharziasis البلهارزيا البولية	Oriental bilharziasis البلهارزيا الشرقية	Intestinal bilharziasis البلهارزيا المعوية

شكل البيوض	بيضوية الشكل مع شوكة طرفية حادة sharp terminal spine	بيضوية الى دائرية مع شوكة جانبية أثرية rudimentary lateral spine	بيضوية مع شوكة جانبية حادة sharp lateral spine
المضيف المتوسط	قوقع *Bulimus*	قوقع *Oncomelania*	قوقع *Biophalaria*
مكان المعيشة	الاوعية الدموية للمثانة البولية	الاوعية الدموية للأمعاء الدقيقة	الاوعية الدموية للأمعاء الغليظة
المضيف النهائي	الانسان	الانسان والقطط والكلاب والخنازير والجاموس والخيول والماعز والقوارض	الانسان
الانتشار	أفريقيا وخصوصآ مصر	اليابان والصين وتايوان والفلبين	وسط أفريقيا

الديدان الشريطية Cestoda

وهي ديدان خنثى يكون جسمها شبيه بالشريط ومقسم الى عدة قطع proglottides ، تمتلك رأساً يسمى بالـ scolex ويحتوي على محاجم suckers ، اخاديد grooves ، كلاليب hooks وشوكات spines والراس يعتبر عضو لتثبيت وتوجيه الجسم ،اما العنق neck يقع خلف الراس ويعتبر موقع النمو والتكاثر للقطع الجسمية اللاحقة . والقطع الجسمية segment تبدأ بالقطع غير الناضجة immature ثم القطع الناضجة mature التي تحتوي على الاعضاء التكاثرية ثم تعقبها القطع الحبلى gravid segment التي تحتوي على البيوض والرحم ،وهذا الشريط يدعى strobila .

تختلف الديدان الشريطية في عدد القطع الجسمية فهي قد تكون 3 او 4 في طفيلي الاكياس المائية بينما يصل عددها الى 1000 قطعة او اكثر في حالة طفيلي دودة البقر الشريطية كما يصل عددها 3000-4000 في دودة السمك الشريطية ، هذه المجموعة من الديدان و المسماة Cestoda او Tapeworm تحتوي على رتبتين :

1. Order : Pseudophyllidea
2. Order : Cyclophyllidea

جدول يوضح اهم الفروقات بين الرتبتين

ت	Order : Pseudophyllidea	Order : Cyclophyllidea
.1	الرأس هنا يمتلك اثنان من الاخاديد الطولية bothria والرأس ملعقي الشكل	الرأس يمتلك اربعة محاجم او ممصات suckers ولا يمتلك bothria والرأس كروي الشكل

.2	الـرحم ذو نهايــة مفتوحــة تقــع وســط القطعة الجسمية	الرحم ذو نهاية عمياء blind
.3	الفتحـة التناسلية genital pore تكون وسط القطعة الجسمية	الفتحـة التناسلية جانبيـة علـى يمـين او يسار القطعة الجسمية
.4	دورة الحيــاة تشــتمل علــى مضــيف متوسـط اول هـو القشـريات والمضـيف المتوسط الثاني هي الاسماك	دورة الحيـاة تشـتمل مضـيف متوسـط واحد ولا يشمل القشريات
.5	الجنين يسمى هنا بالـ Coracidium و يكون مهدب	الجنين هنا سداسي الاشواك يسمى بالـ Onchosphere
.6	اليرقـات هنـا تكـون صـلبة غيـر كيسـية هـــي procercoid والاخـــرى هـــي plerocercoid	اليرقـــات هنـــا كيســـية هـــي Cysticercus و Cysticercoid و hydatid cyst

1. Order : Pseudophyllidea

Diphyllobothrium latum

دودة السمك الشريطية

اكتشف هذا الطفيلي واعطي التسمية الثنائية من قبل العالم لينيوس عام 1958 وغالباً ما تسمى Broad fish tapeworm وهي شائعة في المفترسات المتغذية على الاسماك و خصوصاً في شمال اوربا.

الشكل والبايولوجية ودورة الحياة Morphology , Biology & Life cycle

تعيش الديدان البالغة في امعاء الانسان ، يصل طولها الى (10) امتار وتحتوي على اكثر من 3000 او 4000 قطعة جسمية . الرأس صغير حاوي على اخاديد ماصة طولية botheria وخلف الرأس توجد منطقة غير مقسمة هي الرقبة neck وبعدها تأتي منطقة القطع الجسمية غير الناضجة immature ثم الناضجة mature واخيراً الحبلى gravid ممتلئة بالاعضاء التناسلية فالخصى تكون عبارة عن حويصلات دقيقة موزعة على جانبي القطعة الجسمية والمبيض يقع في وسط الجزء السفلي من القطعة الجسمية اما الرحم فيكون شبيه بالزهرة ويقع بين المبيض والفتحة التناسلية وسط القطعة الجسمية ويفتح الرحم ايضاً بالفتحة الرحمية

البيوض تكون بيضوية حجمها حوالي (40 × 60 µm) وغير كاملة نمو الاجنة ولها غطاء في احد طرفيها ومقبض صغير على الطرف الاخر وعندما تطلق عبر فتحة الرحم تبقى في البيئة المائية لكي يكتمل نموها و تطورها بحيث تتحول الى coracidium خلال 8 ايام الى عدة اسابيع اعتمادا على الحرارة ثم يخرج عبر فتحة الغطاء و يكون هذا الـ coracidium مهدباً يسبح عشوائياً حتى يجد المضيف المتوسط الاول من القشريات وهي Diaptomus يتطور بداخله و يصبح اكثر استطالة ككتلة غير مميزة ويعرف بـ procercoid ولا يتطور اكثر حتى يؤكل من قبل المضيف المتوسط الثاني وهو احد اسماك المياه العذبة او اسماك الـ salmon و يتحول بداخلها الى طور plerocercoid داخل عضلات السمكة وامعائها بحيث يمتص المغذيات هناك ويمكن رؤيته بسهولة في الاسماك غير المطبوخة بهيئة كتل بيضاء وعند اكلها (أي الاسماك) من قبل المضيف النهائي تتحول الى ديدان بالغة في الامعاء بعد (7 – 14) يوم.

الامراضية Pathogenesis :

الاعراض قليلة وغير شديدة منها الاضطراب المعوي والاسهال والغثيان والضعف وفقدان الشهية والتقيئ وبرغم ذلك ففي حالات قليلة تسبب الديدان فقر الدم

ويعتقد ان النواتج السمية من الديدان تسبب فقر الدم ، لكن حالياً يعرف بان كميات كبيرة من فيتامين B_{12} يمتص من قبل الديدان بحيث يصبح هناك قلة في امتصاص B_{12} عند المرضى المصابين بالديدان مما يؤدي الى فقر الدم .او قد يفسر بوجود خلل بالعوامل الداخلية للامعاء مما ينتج عنه خلل في تمثيل فيتامينB_{12} اضافة الى وجود زيادة في كريات الدم الحامضية بالمجرى الدموي

التشخيص و العلاج Diagnosis & Treatment :

التشخيص يتم بالبحث عن البيوض او القطع الجسمية في الخروج اما العلاج المستخدم فهو niclosamide و paraziquental .

Sparganosis :

وهي حالة مرضية عائدة لدودة السمك الشريطية تنتج عن ابتلاع القشريات (المصابة بـ procercoid) مع ماء الشرب كما في شرق اسيا حيث انها تهاجر الى الامعاء وتخترق جدارها وصولاً الى subcutenous tissue وتتطور الى sparganum ، وممكن ان يسبب الحالة تبعات مرضية شديدة واحياناً تحدث الحالة نتيجة التغذي على الطيور او الزواحف واللبائن المصابة وغير المطبوخة جيداً بحيث ان plerocercoid الموجود في هذه الحيوانات ينتقل الى الشخص ويصيبه والعديد من الصينيين يصابون بهذه الطريقة لانهم يتغذون على الافاعي البرية . والطريقة الثالثة للاصابة تنتج من معالجة الناس في شرق اسيا للتقرحات الجلدية والمهبل الملتهب اوالعين الملتهبة بوضع مادة على المنطقة مكونة من قطعة من الضفدع اولحم الفقريات التي ممكن ان تكون مصابة بالـ sparganum وبعدها تزحف الدودة النشطة الى محجر العين او المهبل او التقرح الجلدي وتستقر وتترشح والعلاج هو paraziquental او الازالة الجراحية لليرقة .

2. Order : Cyclophyllidea

1. *Taenia saginata*

دودة البقر الشريطية

اكتشف الطفيلي عام 1782 من قبل العالم Goeze وعرف منذ القدم من قبل المصريين والاغريق وأنتشر في اوربا في القرون الوسطى كما ينتشر في استراليا وامريكا و تسبب الاصابة بالطفيلي مرضاً يدعى بالـ Taeniasis saginata. كما ان الاصابة بهذه الديدان تكون شائعة في الانسان عند اكله للحوم الابقار غير المطبوخة جيداً. و تسمى الدودة بالـ Beef Tapeworm ، .

الشكل ، البايولوجية و دورة الحياة Morphology , Biology & Life cycle :

تعيش الديدان البالغة في الثلث الاوسط من الامعاء الدقيقة ويبلغ طولها (3 – 5) م وتحتوي تقريباً على 2000 قطعة جسمية . وتسمى بالدودة الوحيدة يبدأ الجسم بالرأس الكروي الشكل الحاوي على اربعة محاجم كوبية الشكل ولا يحتوي على خطم rostellum ، عندما تطرح القطع الحبلى مع الخروج فكل قطعة تبقى لحين تجف ثم تنفجر وتطلق البيوض (التي تكون بيضوية ذات غلاف خارجي رقيق و لها قشرة سميكة بنية اللون ويوجد بداخلها جنين سداسي الاشواك hexacanth) حيث ان اليرقة تكون نامية ومعدية وتبقى حية لعدة اسابيع وتعتبر الماشية المضيف المتوسط المعتاد ، حيث عندما تؤكل البيوض الحاوية على اليرقات من قبل المضيف المتوسط الملائم تفقس في الاثني عشر بتأثير الافرازات المعدية المعوية فيخرج الجنين سداسي الاشواك ويخترق الـ mucosa ثم يدخل الوريدات المعوية لكي يدور في الجسم ، بحيث يترك الاوعية الشعرية بين الخلايا العضلية و يدخل الليف العضلي ويتطور الى cysticercus معدي خلال شهرين وهو يرقة بيضاء كمثرية قطرها 10 ملم تحتوي على رأس منبعج للداخل invaginated scolex .. وفي الماشية يسمى المرض الناتج عن وجود الـ cysticercus بالـ

cysticercus bovis . وعندما يتغذى الانسان على لحم مصاب باليرقات وغير مطبوخ جيداً وغير كافي لقتل اليرقات بحيث يصبح الانسان مصاب حيث ينبعج رأس اليرقة من الداخل للخارج بتأثير عصارة الصفراء اما المثانة المحاطة باليرقة تهضم من قبل المضيف او تمتص ثم يبدأ الرأس scolex بالتبرعم وخلال (2 – 12) اسبوع تبدأ الديدان بطرح القطع الحبلى .

الامراضية Pathogenesis :

تكون الاصابة بهذا الطفيلي في بعض الاحيان غير مصاحبة لاعراض مرضية ماعدا عدم الارتياح والازعاجات التي تسبب من تدحرج القطع الحبلى باتجاه المخرج وفي هذه المرحلة تشبه هذه الاصابة اصابة الدودة الدبوسية ،اما في نهاية المرحلة تبدا اعراض الاسهال والتقلصات المعوية اضافة الى سوء التغذية والضعف الناتج من هذه الاصابة .كما ان خصائص المرض الناتج عن الاصابة بـ *T. saginata* يشبه تلك الناتجة عن الاصابة باي دودة شريطية كبيرة ما عدا انه لا يحصل هنا نقص في فيتامين B_{12} كما في دودة السمك الشريطية *D. latum* .

التشخيص و العلاج Diagnosis & Treatment :

التشخيص يعتمد على ايجاد البيوض في خروج الشخص المصاب و لكن نظراً لتشابه بيوض هذا النوع مع بيوض *T. solium* بحيث لا يمكن التمييز بينهما لذلك فالتشخيص الدقيق يعتمد على فحص الرأس و القطعة الحبلى والتي تحتوي على (15 – 20) فرع من فروع الرحم lateral branch على كل جانب من جانبي القطعة ولأن هذه الفروع تميل الى الاتحاد في القطع القديمة لذلك يفضل استخدام القطع الحديثة السقوط مع الخروج .

من العلاجات المستخدمة الى اليوم هي niclosamide و paraziquental .

2. *Taenia solium*

دودة الخنزيرالشريطية

تعد من اكثر الديدان الشريطية خطورة للانسان وذلك بسبب امكانية حدوث الاصابة الذاتية بالطور المتكيس cysticercus اضافة لذلك فانه من الممكن ان يصاب بالطور البالغ و المتكيس أي يصبح الانسان بمثابة مضيف متوسط و نهائي في آن واحد . ويسمى المرض الناتج عن الاصابة بهذه الدودة بالـ Taeniasis solium او pork tapeworm infection .

الشكل Morphology :

الرأس يحمل اربعة محاجم تحاط بصفين او دائرتين من الكلاليب عددها (22 – 23) بينما الرأس في *T. saginata* يكون كوبي الشكل وخالي من الخطم والكلاليب . طول الجسم هنا حوالي (30) قدم والشائع (6 – 10) اقدام والقطع الناضجة عرضها اكبر من طولها وعدد الخصى فيها (150 – 200) بينما في *T. saginata* فعددها (300 – 400) والقطع الحبلى هنا طولها اكبر من عرضها والفروع الرحمية في القطع الحبلى يكون عددها حوالي (7 – 13) فرع جانبي lateral branch .

البايولوجية و دورة الحياة Biology & Life cycle :

دورة الحياة هنا تشبه *T. saginata* ما عدا ان المضيف المتوسط هو الخنازير وليس الاغنام والماشية . فالقطع الحبلى عند سقوطها مع الخروج تكون ممتلئة بالبيوض وعندما تؤكل من قبل الخنازير أي المضائف المتوسطة تتطور الى الطور المتكيس cysticercus cellulosae في العضلات وبقية الاعضاء .

. اما الانسان فانه يصاب بعد اكله للحم الخنزير غير المطبوخ جيداً والحاوي على الديدان المثانية او الاكياس cysticercus cellulosae وخروج الرأس او الانبعاج للخارج evagination يحدث هنا كما في *T. saginata* حيث ان الدودة

تتعلق بالـ mucosa للامعاء الدقيقة وتنضج خلال (5 – 12) اسبوع وبأمكان الديدان البقاء لأكثر من 25 سنة . الامراضية هنا مشابهة لما موجود في *T. saginata* .

التشخيص و العلاج Diagnosis & Treatment :

يتم التشخيص هنا بفحص القطع الحبلى وحساب تفرعات الرحم وعددها هنا (7 – 13) فرع، اما العلاج فهو niclosamide او paraziquental .

Cysticercosis :

على عكس العديد من انواع *Taenia* فان cysticercus التابع لـ *Taenia solium* يتطور بسهولة في الانسان وتحصل الاصابة عندما تعبر اليرقة ذات الغطاء الى المعدة وتفقس في الامعاء الدقيقة . فالانسان المصاب بالديدان البالغة نتيجة تلوث غذائه بالبيوض والتي تؤكل عرضياً من قبله او من قبل الغير وتفقس في الاثني عشر كما ان اطلاق العديد من البيوض في نفس الوقت يؤدي الى اصابة شديدة تعرف بالـ cesticerci . وبالنهاية فان كل الاعضاء والانسجة بالجسم ممكن ان تحوي cesticerci وعادة ما توجد في connective & subcutaneous tissues والمكان الشائع الثاني هوالعين وبعدها الدماغ والعضلات والقلب والكبد وفي محاجر العين . وتأثير تلك الـ cesticerci يعتمد على مكان تواجدها .

العلاج لهذه الحالة هو paraziquental وعند موت الـ cesticerci فانه يحث استجابة التهابية شديدة والعديد منها تكون مميتة خصوصاً اذا كان موقع الكيس في الدماغ واحياناً يحدث تكلس calcification للطفيلي واذا حدث ذلك في العين فالامر يتطلب اجراء جراحة دقيقة وصحيحة . ويتواجد الـ cesticerci على ثلاثة اشكال هي :

1. Cellulosa أي كيس مع رأس منبعج للداخل ومثانة مليئة بالسائل .
2. Intermediate كيس مع رأس .

3. Racemose كيس بدون رأس ويكون اكبر واخطر بحيث ممكن ان يحتوي على 60 مللتر من السائل.

تشخص الاصابة هنا باخذ مسحة من الانسجة او العقيدات للانسجة الحشوية وتوضع بين سلايدين وتفحص حيث يلاحظ الراس الحاوي على اربعة محاجم ويعتبر هذا دليلاً للتشخيص ومن الممكن اعتماد التشخيص المصلي او المناعي بتفاعل التلازن غير المباشر.

3. *Hymenolepis nana* or *Vampirolepis nana*

يشار لهذا الطفيلي بالدودة الشريطية القزمة dwarf tapeworm وهو من الطفيليات العالمية الانتشار خصوصاً عند الاطفال . ويصل طول الدودة الى 40 ملم وعرضها 1 ملم . الرأس scolex يحمل خطم متقلص retractable ومحاط بدائرة تحوي على (20 – 30) كلاب hook والرقبة تكون طويلة واسطوانية ، تحتوي القطع الجسمية على الفتحة التناسلية التي تكون جانبية الموقع وباتجاه واحد من جانب الجسم وكل قطعة ناضجة تحتوي على ثلاثة خصى ، وعند اطلاق القطع الحبلى للخارج تطلق البيوض التي يصل طول قطرها الى (30 – 47) µm والجنين oncosphere يحاط بغشاء رقيق خارجي وغشاء داخلي ثخين مع تثخنات قطبية تحمل (4 – 8) خيوط قطبية polar fillaments وتفتقر البيضة هنا للغشاء المميز لبيوض الـ *Taenia* أي المخطط الشعاعي .

دورة الحياة Life cycle :

تمتاز دورة الحياة هذا الطفيلي بكونها استثنائية ضمن الديدان الشريطية من حيث كون المضيف المتوسط اختياري ، حيث عندما يتم التغذي على البيوض من قبل الانسان او القوارض فان البيوض تفقس في الاثني عشر مطلقة الاجنة والتي تخترق الطبقة المخاطية تصل الى القنوات اللمفية للزغابات وهنا تتطور الى cysticercoid وخلال (5 – 6) ايام يدخل الـ cysticercoid الى الجزء الحشوي من الامعاء الدقيقة حيث يتصل هناك ويعيش وينضج (وهذه هي دورة الحياة المباشرة) واحياناً تسقط القطع الحبلى داخل الامعاء وتخرج البيوض وتفقس عن اجنة تتحول الى cysticercoid والاخير الى دودة بالغة أي حدوث الاصابة الذاتية autoinfection وبذلك تصبح الاصابة شديدة .

اما دورة الحياة غير المباشرة فتتم عند تغذية الخنافس beetels خصوصاً النوع *tribolium corfusum* او قمل الطحين على بيوض الطفيلي حيث تنمو فيها البيضة الى cysticercoid وعند التغذي عرضياً على الحشرة يدخل الـ

cysticercoid الى الامعاء ويتطور الى دودة بالغة كما في حالة الاصابة المباشرة . وبالاضافة للانسان تعتبر الفئران والجرذان مضائفاً نهائية للطفيلي .

الامراضية Pathogenesis :

الاصابات الخفيفة تكون دائماً عديمة الاعراض لكن الاصابات الثقيلة تسبب الم بالبطن واسهال وصداع .

التشخيص و العلاج Diagnosis & Treatment :

التشخيص يتم بالبحث عن البيوض في خروج الشخص المصاب والتدقيق بالبحث عن الخيوط الطرفية اوالقطبية المميزة لتلك البيوض .

العلاج هو paraziquental .

4. *Echinococcus granulosus*

طفيلي الاكياس المائية

تسبب الاصابة بهذا الطفيلي مرضاً يدعى بالاكياس المائية Hydatid disease اوEchinococcosis حيث تعيش الديدان البالغة في الامعاء الدقيقة (متعلقة بطبقة الـ mucosa) للكلاب والثعالب وابن آوى والتي تعتبر كمضائف نهائية (أي اكلة اللحوم) اما المضائف الوسطية فهي اكلة الاعشاب مثل الاغنام و الماشية والتي ممكن ان تصاب بعد اكلها للبيوض الموجودة على النباتات ولذلك تعتبر الكلاب السائبة خطرة لانها تعتبر مصدراً لنقل الاصابة للانسان والماشية لانها تطرح البيوض التي تكون معدية للانسان .

الشكل و دورة الحياة Morphology & Life cycle :

تعيش الديدان البالغة في الامعاء الدقيقة للمضيف النهائي ويصل طولها الى (3 – 6) ملم عندما تنضج . تتكون الدودة البالغة من رأس scolex ورقبة قصيرة neck وثلاث قطع جسمية . الرأس يكون حاوي على خطم صغير يحمل كلاليب عددها (28 – 50) وعادة ما تكون (30 – 36) والقطعة الجسمية الاولى تكون غير ناضجة immature وبعدها القطعة الناضجة mature واخيراً القطعة الحبلى gravid . بيوض الدودة لا يمكن تمييزها عن تلك العائدة لل *Taenia* وعند سقوط

القطعة الاخيرة فانها تنضج من الجانب وتخرج البيوض التي تكون معدية للمضيف المتوسط . وعند دخولها للمضيف المتوسط فان الفقس وهجرة الـ onchosphere الجنين مشابهة للـ *T. saginata* ما عدا ان الكبد والرئتين هنا هي الاماكن الاعتيادية للتطور .وبطريقة بطيئة للنمو يتحول الـ onchosphere الى دودة مثانية تسمى hydatid cyst او unlocular hydatid وفي حوالي خمسة اشهر يتطور الكيس الى طبقة خارجية سميكة غير خلوية noncellular وطبقة داخلية رقيقة حاوية على انوية تسمى الطبقة الجرثومية germinal layer والطبقة الاولى تسمى الطبقة الصفائحية laminated layer ، حيث ان الطبقة الجرثومية تنتج الرؤيسات الاولية protoscolices والتي تكون معدية للمضيف النهائي وتوجد هذه الرؤيسات اما حرة داخل تجويف الكيس اوداخل كبسولة تسمى brood capsule وهي عبارة عن اكياس صغيرة تحوي (10 – 30) رؤيس اولي والتي تتصل بالطبقة الجرثومية بواسطة عصا اسطوانية بحيث انها ممكن ان تتحطم وتسقط داخل السائل العدري للكيس العدري hydatid fluid . وعند سقوط الـ brood capsule هي والرؤيسات الاولية في السائل العذري تسمى جميعها بالرمل العدري hydatid sand (ان هذا يحدث في الاكياس الميتة فقط) ونادراً ما تخترق خلايا الطبقة الجرثومية الطبقة الصفائحية مكونة الكبسولات البنوية daughter capsules .

وعندما تتغذى اكلات اللحوم على الكيس فان جداره يهضم مطلقاً الرؤيسات الاولية والتي تنبعج للخارج وتتصل بزغابات الامعاء الدقيقة ، ونسبة قليلة جداً من الاكياس تكون غير حاوية على رؤيسات اولية وتكون عقيمة وبذلك لا يستطيع اصابة المضيف النهائي . وتنضج الدودة البالغة خلال (56) يوم وممكن ان تعيش حوالي (5 – 20) شهر .

الامراضية Pathogenesis :

تتولد الامراضية اعتماداً على نوع الكيس المائي وحجمه ووجوده باي عضو وأن التأثيرات المرضية للاصابة بالاكياس المائية قد لا تبدأ إلا بعد مرور سنوات من

الاصـابة وذلـك بسـبب النمـو البطـيء للطفيلـي فممكـن ان تكـون هنـاك 20 سـنة بـين الاصابة وبروز الامراضية . وعموماً يوجد نوعين من الاكياس المائية في الانسان :

1. **كيس احـادي الفجـوة Unilocular cyst :** ويكـون كـيس مملـوء بالسـائل العدري مغطـى بغشـاء مولـد ثـم طبقـة صـفائحية ويغطـى مـن الخـارج بانسـجة المضـيف ولكـن عنـد وصـول الجنـين الـى العظـام لا يتكـون الغشـاء الخـارجي وينمـو الطفيلـي كنمـو protoplast يمتـد الـى انسـجة العظـم وخاصـة العظـام الطويلة مكوناً كيس يسمى بـosseous hydatid cyst .
2. **Osseous Hydatid cyst :** وتبلغ نسبة اصابة الانسـان بـه 2 % لـيس لـه غشاء محدد أي protoplasmic stream .

يعتمـد حجـم الكـيس احـادي الفجـوة علـى العضـو المصـاب أي موقـع الاصـابة وعمـر الاصـابة فمثلاً يصـل حجـم الكـيس العدري بعـد 20 سـنة الـى قطـر 15 سـم او بحجم البرتقالة ويحوي على ما يقارب 1 لتر من السائل العدري حاوي على رؤيسـات اوليـة واكيـاس بنويـة ، وعنـد انفجـار الكـيس المـائي ذاتيـاً او عنـد اجـراء العمليـات الجراحية فيشكل خطراً على حياة المصاب حيث يسبب تفاعل فرط الحساسية الشديد ولذلك يجب سحب كمية من السائل العدري من الكيس قبل استئصاله من قبل الجـراح لانه عند انفجار الكيس يتحرر السـائل العدري الـى التجويف البريتوني وينـتج تفاعل فـرط الحساسـية anaphylactic reaction اضـافة لـذلك فـان كـل رؤيـس اولـي متسرب يستطيع ان ينمو ويكون كيس مـائي ثـانوي secondary hydatid cyst امـا عنـد انفجـار الكـيس فـي الرئـة ينـتج عنـه تواجـد السـائل العـدري فـي القصـبات مسـبباً حدوث سعال بحيث يتخلص المريض من قسم من الرؤيسات .

<u>التشخيص و العلاج Diagnosis & Treatment :</u>

لا يتم تشخيص المرض بسرعة لانه يحتاج الـى وقت طويل لغرض نموه الـى ان يسـبب ضـغط ميكـانيكي علـى العضـو المصـاب ممـا يسـبب خلـل وظيفـي للعضـو المصـاب لـذلك التشـخيص يكـون بواسـطة اشـعة الـ X–ray كمـا توجـد العديـد مـن الفحوصات السيرولوجية المناعية لكنها اقل حساسية من الاشعة.

اما العلاج فالطريقة الروتينية هي الجراحة واذا كان الكيس موقعه غير محصور فيستخدم albendazole و mebendazole والطريقة الجراحية تتم بازالة adventitia حول الكيس ثم عند الوصول للكيس يسحب السائل وبعد السحب يحقن بالفورمالين 10 % لقتل الطبقة الجرثومية ثم يسحب بعد خمس دقائق ويزال الكيس .

Phylum : Nematoda الديدان الخيطية

الديدان الخيطية هي عبارة عن ديدان طولية الشكل ومستدقة الطرفين اهم ميزاتها :

- الجهاز الهضمي لها يكون كاملاً ولها فم في النهاية الامامية والمخرج anus في النهاية الخلفية من الجسم .
- يغطى جسم الديدان بالكيوتكل cuticle والذي ينسلخ خلال دورة حياة تلك الديدان .
- الاعضاء الحسية sensory organs اما ان تكون في مقدمة الجسم وتسمى Amphids وهي عبارة عن زوج من الاعضاء الحسية المعقدة تفتح على كل جانب من جانبي الرأس . او تكون قرب النهاية الخلفية وتسمى Phasmids وهي تركيبياً تكون مشابهة للـ amphids ما عدا انها أي phasmids تكون ذات نهايات عصبية اقل اما الغدد فان وجدت فيها فهي اصغر.
- تكون الديدان هنا منفصلة الاجناس وقسم منها تكون ذات تكاثرعذري .

Phylum : Nematoda الديدان الخيطية

الديدان الخيطية هي عبارة عن ديدان طولية الشكل ومستدقة الطرفين اهم ميزاتها :

- الجهاز الهضمي لها يكون كاملاً ولها فم في النهاية الامامية والمخرج anus في النهاية الخلفية من الجسم .
- يغطى جسم الديدان بالكيوتكل cuticle والذي ينسلخ خلال دورة حياة تلك الديدان .
- الاعضاء الحسية sensory organs اما ان تكون في مقدمة الجسم وتسمى Amphids وهي عبارة عن زوج من الاعضاء الحسية المعقدة تفتح على كل جانب من جانبي الرأس . او تكون قرب النهاية الخلفية وتسمى Phasmids وهي تركيبياً تكون مشابهة للـ amphids ما عدا انها أي phasmids تكون ذات نهايات عصبية اقل اما الغدد فان وجدت فيها فهي اصغر.
- تكون الديدان هنا منفصلة الاجناس وقسم منها تكون ذات تكاثر عذري .

1. Amphid Nematodes

Order : Trichurida

Ex. : *Trichuris trichura*

وتسمى ايضاً بالدودة السوطية Whip worm . جسم الدودة هنا شبيه بالسوط حيث يكون الجزء الامامي رفيع ويشكل ثلاثة اخماس الجسم . تسبب الاصابة بهذا الطفيلي مرضاً يدعى بالـ trichuriasis (داء شعرية الذيل) .

تكثر الاصابة في المناطق الدافئة والرطبة والاستوائية وتعيش الديدان البالغة في الامعاء الغليظة في الـ cecum او appendix وفي حالة تواجد اعداد كبيرة من الديدان فانها ممكن ان تمتد الى القولون والمستقيم بحيث ممكن ان تعيش لسنين . الاجناس منفصلة والذكر يكون نوعاً ما اصغر من الانثى يصل طول الذكر الى (30 – 45) ملم والنهاية الخلفية تكون معقوفة نحو الجهة البطنية . الفم يكون بسيط وله فتحة ويفتقد الى الشفاه lips والتجويف الفمي buccal cavity يكون صغير اما المرئ فيكون مزود بعضلات اوغدد تسمى stichocytes . الجهاز اللتناسلي الذكري يتكون من خصى طويلة وvas deferens وقناة قاذفة تفتح بفتحة المجمع cloaca والتي تكون حاوية على شوكة ذات نهاية بصلية قابلة للانكماش .

اما الاناث فيصل طولها الى (35 – 50) ملم وتكون نهايتها دائرية والجهاز التناسلي يتكون من مبيض وقناة بيض ورحم ينتهي بمهبل vagina ويحتوي الرحم على بيوض ليمونية الشكل وتكون قهوائية اللون وذات غلاف داخلي شفاف وتحتوي البيضة في طرفيها على زوائد او نتوءات تسمى blister like prominence او bipolar pluges.

تنتج الانثى من (3000 – 20000) بيضة يومياً ويكتمل نمو الجنين خلال 21 يوم في التربة الرطبة و الظل وعندما تبتلع البيوض تفقس اليرقات المعدية وتدخل الى الاثني عشر في الـ crypts of Lieberkühn وبعد اختراق الخلايا في قاعدة الـ crypts تبدأ الديدان بالنمو في الاعور والقولون. وممكن ان تخترق mucosa الامعاء في العديد من الاماكن ولحد الآن لم يثبت بان الديدان ممكن ان تخترق خلايا غير تلك الموجودة في الامعاء الغليظة . وبعد نضج الديدان يبقى جسم الدودة الاخير حراً في التجويف المعوي ، اما الرأس فيتعلق بالامعاء وتحتاج الدودة للنضوج حوالي ثلاثة اشهر.

الامراضية Pathogenesis :

ان الميكانيكية الحقيقية للامراضية غير معروفة لكن يعتقد بانها تكون بطريقتين :

1. **الطريقة الميكانيكية :** نتيجة لوجود الديدان في الطبقة الطلائية المخاطية للامعاء مسببة حدوث الاسهال والتشنج بسبب وجود الديدان وتسبب تلف في الظفيرة العصبية للامعاء مما يسبب الاسهال والتشنج .
2. **طريقة الحساسية Allergic :** حيث ان تواجد الديدان يترافق مع حدوث الالتهاب inflammation ووجود الخلايا الحمضة eosinophils وكذلك الـ lymphocytes وكذلك زيادة في الـ macrophages في الـ lamina propria للمستقيم ولذلك فان هناك زيادة في افراز حبيبات خلايا الـ mast cells وكذلك زيادة باكثر من عشر مرات لخلايا الطبقة الاساسية lamina propria التي تحمل مستقبلات لـ IgE .

وبصورة عامة اذا كانت الديدان اقل من 100 دودة فنادراً ما تسبب اعراض سريرية ومعظم الاصابات تكون عديمة الاعراض لكن الاصابات الكثيفة أي اذا كانت اعداد الديدلن كثيرة فممكن ان تسبب الكثير من الظروف التي ممكن ان تنتهي بالموت .

والاطفال ممكن ان يعانو امن وجود اعداد كبيرة من الديدان تصل (200 – اكثر من 1000) دودة ، ومن اعراضها الاسهال وفقر الدم وقلة النمو واندفاع المستقيم rectal prolapse اوخروجه للخارج وكذلك تثخن الاصابع او انتفاخها finger clubbing او اطراف الاصابع .

وتحدث حالة rectal prolapse اما نتيجة لفقدان القابلية على العصر للمخرج او sphincter tone او نتيجة لوجود Secondary bacterial infection او نتيجة لالتهاب المستقيم بسبب الاستجابات الالتهابية او نتيجة لـ edema للمستقيم . وعند وجود الديدان في الطبقة الطلائية المخاطية او mucosa للامعاء فانها تتغذى على محتوى الخلايا والدم وبالرغم من ذلك فان كميات الدم تكون قليلة لكن الديدان ممكن ان تصل الى submucosa وممكن ان تسبب النزف الدموي المزمن مما يسبب فقر الدم أي ان فقر الدم يحدث نتيجة لقلة التغذية وللاصابة المزمنة في اماكن مختلفة في الامعاء والمسببة للنزف وليس من امتصاص الدم من قبل الديدان .

التشخيص والعلاج Diagnosis & Treatment:

التشخيص يتم بالبحث عن البيوض في خروج الشخص المصاب والتي يمكن تمييزها عن طريق bipolar plugs لها . اما العلاج فهو mebendazole وalbendazole .

---

2. Phasmids Nematodes

Ex.1 : *Ascaris lumbricoides*

اكتشف هذا الطفيلي من قبل العالم لينايوس 1758 ويعتبر من اكبر الديدان الاسطوانية المعوية للانسان ، والاصابة تكون عالمية الانتشار cosmopolitan تسبب الاصابة بالطفيلي مرضاً يدعى بالـ Ascariasis .

الشكل Morphology :

تعيش الديدان البالغة في القناة الهضمية ويكون جسم الدودة اسطواني مستدق الطرفين ويوجد خط جانبي ابيض اللون lateral hypodermal cord على طول الجسم الذي يكون

شبيه بلون اللحم . يحتوي الفم على ثلاث شفاه واحدة ظهرية عريضة وسطية وزوج من الشفاه البطنية الجانبية وكل شفة لها زوج من الحليمات على الحافات الجانبية ويوجد وسط الشفاه تجويف الفم .

الذكر يصل طوله الى (15 – 31) سم اما الانثى فطولها (20 – 49) سم والنهاية الخلفية للذكر معقوفة نحو الجهة البطنية . الاعضاء التناسلية للذكر تفتح في المجمع cloaca والتي تقع قرب النهاية كما توجد شوكتي الجماع copulatory spines خلف القناة التناسلية . اما الاناث فتقع الفتحة التناسلية vulva وسط الناحية البطنية قرب اتصال الثلث الامامي مع الثلث الوسطي من الجسم اما المبايض فهي واسعة او منتشرة ممكن ان تحتوي على 27.000.000 بيضة وتضع الاناث 200.000 بيضة يومياً وتنتج اناث الاسكارس انواع من البيوض هي :

1. **البيوض المخصبة Fertilized eggs**

وتكون عريضة بيضوية (35 × 75 µm) مع جدار ثخين شفاف يتكون من :

a. غشاء خارجي حليمي البوميني والذي غالباً ما يكون قهوائي الى ذهبي اللون والذي يصنع بواسطة جدار الرحم Coarsely mammilated protienacious layer .
b. غشاء او غلاف وسطي ثخين وشفاف .
c. غشاء غير نفاذ lipoiodal vitelline membrane (غير موجود في البيوض غير المخصبة) ويكون داخلي .
d. البيضة بالداخل تكون غير مقسمة وتحتوي على كتلة من الحبيبات الخشنة Coarse lectin granules .

ولأن الغشاء الداخلي يكون غير نفاذ يمنع مرور المواد السامة الى البيئة الداخلية من الجنين المحطم او البيضة المحطمة .

2. **البيوض غير المخصبة Unfertilized eggs**

طولها (88 – 94) µm و عرضها 44 µm وتنتج هذه البيوض في الاناث غير المخصبة من قبل الذكر وتكون طويلة وتتكون من غلاف خفيف وسطي يضم حبيبات داخلية تحتوي على كلا الطبقتين الخارجية mammilated layer والطبقة الداخلية او الغلاف الداخلي ويكونان اخف من البيضة المخصبة واحياناً الغلاف الالبومينيي غير موجود فقط الغلاف الداخلي الذي يكون خفيف .

دورة الحياة Life cycle :

بعد طرح البيوض تحتاج اليرقات (9- - 13) يوم كي تنمو الاجنة الى يرقات ولاتتحمل اليرقات الحرارة العالية وضوء الشمس وتنسلخ داخل غلافها انسلاخاً واحد أي داخل البيضة وقبل الفقس . وعندما تبتلع تلك البيوض الحاوية على اليرقات مع ابتلاع الماء او الطعام الملوث بها فانها تفقس في الاثني عشر وتخترق اليرقات طبقة الـ mucosa وsubmucosa للامعاء حيث تدخل الجهاز اللمفاوي والاوعية الدموية اوالوريدات وبعد مرورها بالجهة اليمنى من القلب تدخل الى الرئة وتحطم الاوعية الشعرية وتدخل الفراغات ومن الممكن ان تصل الديدان لكل الاعضاء وتتجمع بها مسببة ما يسمى بـ acute tissue reaction وفي الرئة تنسلخ اليرقات انسلاخين (بحيث تكمل الانسلاخ الثاني خلال عشرة ايام) ثم تتحرك الى البلعوم حيث تبتلع من جديد ويتم الانسلاخ الرابع وتصل الى المعدة وتكون مقاومة للعصارات الهاضمة للمعدة وتعبر اليرقات من المعدة الى الامعاء الدقيقة بحيث تنضج خلال (60 – 65) يوم وتبدأ بانتاج البيوض .

االامراضية Pathogenesis :

ان اختراق الديدان الحديثة الفقس للطبقة المخاطية للامعاء يسبب تحطيم قليل وقسم من اليرقات تفقد وتتيه وتضل طريقها وبالتالي تحدث في الاماكن غير الطبيعية لتواجدها مثل الكبد والطحال والعقد اللمفاوية والدماغ وبذلك تثير استجابة التهابية ، كما ان الانتقال عبر المشيمة ممكن ان يحدث الى الاجنة . ان اختراق اليرقات الاوعية الشعرية الرئوية يسبب نزف قليل بينما الاصابات الثقيلة فيحدث خلالها تجمع للدم والذي يسبب edema مما يؤدي الى سد الممرات الهوائية . كما ان تجمع خلايا الدم البيضاء والطبقة الطلائية الميتة تزيد من الاحتقان والذي يعرف بالـ Ascaris pneumonilis او الـ Loeffler's pneumonia . وبذلك تصبح اكثر مناطق الرئة متأثرة واذا تداخلت الاصابة البكتيرية ممكن ان تنتهي الحالة بالموت وعموماً تكون الامراضية اما :

- الامراضية الناتجة عن فعاليات الطبيعة للديدان

حيث ان الديدان تقوم بامتصاص الدم من جدار الامعاء كما أن الغذاء الرئيسي لها هو المحتويات السائلة للجزء الحشوي للامعاء وفي الاصابات المتوطنة والثقيلة ونتيجة لسرقة الغذاء من المضيف ممكن ان تسبب الاصابة قلة التغذية وكذلك الالم وظاهرة التحسس وتشمل الطفح والم العين والربو وقلة الراحة والتي غالباً ما تحدث كنتيجة

لاستجابة الحساسية allergic response للمتآيضات المنتجة من قبل الديدان . كما ان الاصابة الشديدة ممكن ان تسبب انسداد معوي مميت .

- الديدان التائهة Wandering worms

وهذه الحالة تحدث اما نتيجة لرغبة الاناث للتعلق بالنهاية المعقوفة للذكر مما يسبب فقدانها في حالة عدم تواجد الذكور ، اذ انها تحدث بسبب كثرة التزاحم بين الديدان واذا حدث الضياع نحو الاسفل فان الديدان تتجه اما للـ appendix او anus اما اذا ذهبت الديدان للاعلى فانها تدخل القنوات البنكرياسية اوالصفراوية وكذلك الكبد حيث انها ممكن ان تسبب خراجات للكبد وعندما تصل الديدان للمعدة فانها تتأثر بحموضة المعدة وغالباً ما تسبب الغثيان وأن الصدمة الفسيولوجية ممكن ان تحث اطلاق الديدان او تقيؤها وهذا التقيؤ ممكن ان يسبب الموت . وممكن ان تصل الديدان الى قناة اوستاكي في الاذن الوسطى وتسبب تحطيم كبيراوتتواجد في الفم والانف وتحدث رعب كبير .

التشخيص والعلاج Diagniosis & Treatment :

ان التشخيص الدقيق لهجرة اليرقات يكون مستحيلاً لكن وجود او ملاحظة اليرقات في القشع يكون تشخيصاً نهائياً ، و لكن معظم الاحيان يتم التشخيص عن طريق البحث عن البيوض المخصبة في خروج الشخص المصاب او حتى بملاحظة الديدان في الخروج . العلاج الملائم هو mebendazole و لم يكتشف لحد الآن علاجاً فعالاً لليرقات المهاجرة .

Ex.2 : *Enterobius vermicularis* (Pin worms) الديدان الدبوسية

تسبب مرضا يدعى Enterobiasis وتسمى بالديدان الدبوسية اوديدان المقعد وهي عالمية الانتشار ، اكتشف الطفيلي من قبل العالم لينايوس عام 1758 .

الشكل Morphology :

تمتلك الديدان فماً مكوناً من ثلاث شفاه ويتبع بتركيب من الكيوتكل حول الرأس . الذكر طوله (100 – 141 µm) وخلفيته مقوسة او منحنية بحيث يشبه شكله شكل علامة

الاستفهام المقلوبة . اما الانثى فتكون اكبر من الذكر طولها (8 – 13) ملم و النهاية الخلفية لها ممتدة بشكل حاد ومستدق ومدبب مما يكسب الطفيلي اسمه أي الدودة الدبوسية . وعندما تنضج الديدان يحتوي رحمها على بيوض طويلة بيضوية مسطحة من احد جانبيها ومقوسة من الجانب الاخر بحيث تشبه شكل حرف D .

البايولوجية Biology :

تعيش الديدان البالغة في منطقة الـ ileocecal من الامعاء لكنها ممكن ان تعبر القناة المعوية المعدية من المعدة الى المخرج anus وتتصل بالطبقة المخاطية بحيث تتغذى احياناً على الخلايا الطلائية والبكتريا .

تهاجر الديدان البالغة ضمن الجزء الحشوي للامعاء وتخرج خارج المخرج anus الى ما يسمى الـ perianal skin أي المنطقة حول المخرج وتضع البيوض هناك مسببة الحكة وان المحرك الفسيولوجي لهجرة الديدان ليلاً ووضع البيوض هو انخفاض درجة حرارة المستقيم اضافة الى السكون ونوم المصاب ليلاً مما يتيح للاناث وضع البيض وتستطيع الاناث وضع (4600 – 16000) بيضة حيث ان الذكور تموت بعد التزاوج في حين تموت الاناث بعد وضع البيض لذلك يمكن ملاحظة الاناث اكثر من الذكور ضمن المضيف . وعندما توضع البيوض تكون حاوية على يرقات غير كاملة النمو ويكتمل نموها وتصبح معدية خلال ستة ساعات بدرجة حرارة الجسم .

ان اعادة الاصابة reinfection تحدث بطريقتين وهي ان معظم البيوض الحاوية على اليرقات المنسلخة والكاملة النمو تبتلع وتفقس في الاثني عشر والتي تتحرك ببطئ الى الامعاء الدقيقة وتنسلخ مرتين لتصبح بالغة وخلال هذا الوقت تصل الى منطقة ileocecal ، وأن الوقت الكلي من ايتلاع البيوض الى حين النضوج الجنسي للديدان يستغرق (15 – 45) يوم وتحدث هذه الطريقة نتيجة لتلوث اليدين بالبيوض .

الطريقة الاخرى هي نتيجة بقاء طيات المنطقة حول المخرج غير نظيفة لفترة طويلة بحيث ان البيوض الموجودة يفقس واليرقات تدخل من المخرج الى الامعاء بطريقة تسمى retroinfection ، والبيوض طويلة مسطحة من احد جانبيها ولها غطاء عديم اللون يتكون من غلافين الاول داخلي والاخر خارجي albuminous layer والذي يسبب التصاق البيوض بالملابس وبقية الاشياء مما يسمح لها بالانتشار الواسع .

الامراضية Pathogenesis :

حوالي ثلث الاصابات تكون عديمة الاعراض لكن عند وجود اعداد كبيرة من الديدان فممكن ان تتمثل الامراضية بعاملين :

1. التحطيم الناتج من وضع البيض في منطقة الجلد حول المخرج .
2. التحطيم الناتج من وجود الديدان في الامعاء .

فتعلق الديدان بجدار الامعاء ممكن ان يسبب تقرح بسيط والتهاب متوسط مع تداخل بكتيري . اما وضع البيض فيسبب حكة والم وعدم ارتياح او ما يسمى بالـ weeping eczema ، نتيجة لتهيج منطقة المخرج . وفي الاطفال قد تسبب فقدان الشهية وتقيؤ وحالة عصبية وغثيان . وفي بعض حالات اصابات الاناث تكون الاعراض اخطر حيث من الممكن ان تدخل اناث الطفيلي الى القناة التناسلية وتتكيس وتدخل داخل الحم او انابيب فالوب وتسبب التهابات .

التشخيص والعلاج Diagnosis & Treatment :

يتم التشخيص بوجود البيوض او الديدان في الخروج وعادة ما يكون الفحص المجهري الاعتيادي غير مجدي وذلك لانه تطلق اعداد قليلة من البيوض في الامعاء وتخرج للخارج مع البراز اما في الاصابات الثقيلة فيمكن فحص منطقة حول المخرج باستخدام ضوء مناسب و رؤية الديدان .

واحياناً يتم ملاحظة الديدان في منطقة المخرج اول النهار او ليلاً واذا لم يتم ملاحظتها يستخدم شريط لاصق cellophane على منطقة المخرج ويرفع ثم يفحص تحت المجهر للبحث عن البيوض .

العلاج الملائم هو mebendazole او vermox ويجب ان يستمر العلاج لمدة عشرة ايام لقتل الديدان البالغة .

Ex3 : *Ancylostoma duodenale* (Hook worms) الديدان الشصية

اكتشف هذا الطفيلي من قبل العالم Dubini عام 1843 وتسبب مرضاً يعرف بـ Ancylostomiasis وتنتشر الاصابة في اوربا واسيا والهند والصين .

الشكل Morphology :

الديدان البالغة اسطوانية الشكل والحية منها تكون ذات لون وردي او كريمي الى رصاصي ومغطاة بالكيوتكل . الذكر طوله (8 – 11) ملم ويمتلك تركيب في نهاية الجسم يعرف بالـ bursa اما الانثى فطولها (10 – 13) ملم ، الانثى الواحدة ممكن ان تضع (2500 – 30000) بيضة باليوم وممكن ان تعيش الديدان البالغة اكثر من خمس سنوات . وتكون النهاية الامامية للديدان شبيهة بالـ hook وملتوية للناحية الظهرية وتمتلك buccal capsule الحاوية على الصفائح القاطعة والاسنان. اما النهاية الخلفية للذكر فتكون حاوية على الـ copulatory bursa والتي تستخدم اثناء التزاوج والتي تكون مزودة بفصين جانبيين عريضين وفص ظهري وتكون مزودة ايضاً بأشعة rays اضافة الى احتوائها على شوكة spicules وتكون مهمة من الناحية التصنيفية .

دورة الحياة Life cycle :

تعيش الديدان البالغة في الامعاء الدقيقة وتتزاوج هناك وتضع البيض وينمو الجنين مرتين الى اربعة مرات اوعدة مرات خلال مروره مع الخروج ثم تفقس البيوض خلال (24– 48) ساعة والبيوض تكون ذات غلاف رقيق وبيضوية تحتوي على حوالي اربعة خلايا اوفصوص وفي ظروف ملائمة من حرارة واشعة شمس تفقس البيوض عن يرقة تعرف بـ Rhabditiform larva والتي تتغذى على النواتج العضوية والبكتيريا وتنسلخ من الكيوتكل وتستمر بالتغذية وتكبر بالحجم وبعد (5 – 8) ايام تتوقف عن التغذية وتقل فعاليتها وتتحول ضمن نفس الكيوتكل لها الى يرقة اسطوانية مستدقة هي filariform larva وتبقى هذه اليرقة غير فعالة ليوم او يومين قبل ان تخترق الجلد وتذهب مع الدم عبرالجانب الايمن للقلب الى الرئتين وبعد حوالي اسبوع تنمو وتتطورالليرقات وتدخل الشجرة التنفسية ثم الى الامعاء الدقيقة عن طريق الـ epiglottis ثم تنسلخ الانسلاخ الثالث بحيث تتكون buccal capsule والديدان الفتية ترتبط بالطبقة المخاطية للامعاء وتنمو وتنسلخ او تطرح الكيوتكل الرابع و تتطور الى ديدان بالغة وتحتاج دورة الحياة من دخول الـ filariform لحين تكون الديدان البالغة الى ستة اسابيع .

الامراضية Pathogenesis :

تظهر الامراضية الخاصة بالديدان الشصية بثلاث اطوار رئيسية :

1. **Cutaneous phase او Invasion period :** ويبدأ هذا الطور من اختراق اليرقات للجلد ، حيث يكون التحطيم قليل نتيجة لاختراق الجلد عن طريق حويصلات الشعر اوالحراشف الصغيرة للجلد ولكن عند دخولها للاوعية الدموية تنشئ تفاعل نسيجي tissue reaction والذي ممكن ان يعزل او يقتل الديدان . واذا تداخلت البكتريا مع اليرقات الداخلة تسبب حالة من الحساسية تعرف بالـ ground itch .
2. **Migratory or Pulmonary phase :** يظهر هذا الطورعندما تحطم اليرقات الاوعية الشعرية للرئة وتتقدم نحو القصيبات ثم الحنجرة مسببة النزف لكل مكان ويكون هذا الطورعديم الاعراض لكن ممكن ان يحدث خلاله السعال اوالتهاب الحنجرة .

3. **Intestinal phase :** وهو الطور المهم في الامراضية فعندما تصل الديدان للامعاء الدقيقة وتتعلق بالطبقة الطلائية المخاطية بواسطة buccal capsule واسنانها القوية تبدأ بالتغذي على الدم وفي الاصابات الثقيلة فيمكن ان تتواجد الديدان من المعدة البوابية pyloric stomach الى القولون الصاعد لكن المكان الطبيعي لها هو الثلث الامامي من الامعاء الدقيقة وتتحرك الديدان من موقع الى اخر ويزداد فقدان الدم والنزف في المواقع التي تتركها اواماكن التعلق السابقة كما ان الديدان تمتص الدم وتعبره خلال قناتها الهضمية اكثر من احتياجها له للتغذية ولازال السبب غير معروف . وفقدان الدم يصل الى حوالي 0.26 مللتر باليوم وفي الحالات الشديدة من الاصابة يمكن ان يفقد الشخص 200 مللتر من الدم يومياً مما يؤدي الى فقر الدم والذي يسمى iron– deficiency anemia وتعتمد قوة فقر الدم على اعداد الديدان وتغذية المريض على الاغذية الحاوية على الحديد ويرافق الاصابة فقدان الشهية والم في البطن اضافة الى الرغبة في اكل التربة او ما يعرف بالـ geophagy . ويحصل فقر الدم هنا ليس نتيجة لمص كميات كبيرة من الدم فقط بل لحدوث نزف في اماكن كثيرة من الامعاء نتيجة لافراز الديدان مواد مانعة للتخثر anticoagulant .

التشخيص والعلاج Diagnosis & Treatment :

يتم التشخيص بالبحث عن الديدان او البيوض في خروج الشخص المصاب والشائع هو تمييز الديدان لان البيوض يكون تمييزها صعب لانها تشبه بيوض *Necatur americanus* والعلاج هو mebenzazole والتغذية الجيدة .

Creeping eruption :

وتسمى الحالة ايضاً بـ cutaneous larva migrans وهي حالة تنتج بسبب اليرقات المعدية للديدان الشصية Hook worms لانواع او سلالات طبيعياً تنمو في الحيوانات وليس الانسان حيث ان هذه اليرقات تخترق جلد الانسان لكنها لا تستطيع النجاح بتكملة الهجرة للامعاء ومع ذلك وقبل ان يتخلص منها الجهاز المناعي ممكن ان تسبب تعقيدات في الجلد .

ان العديد من الديدان الشصية للقطط والكلاب وغيرها من الحيوانات ممكن ان تسبب هذه الحالة كما في حالة *Ancylostoma braziliensis* وهي الاكثر شيوعاً للكلاب والقطط والتي ممكن ان تُحدث هذه الحالة . فبعد دخول اليرقات لهذه الديدان الى الطبقات العليا للـ epithelium فان هذه اليرقات لا تستطيع اختراق الطبقات السفلى للجلد وتعمل نفق في الجلد وتترك احمراراً والتهاب بالجلد خاصة بعد دخول البكتريا فيه . والعلاج لهذه الحالة هو Thiabendazole .

قسم علوم الحياة / كلية العلوم/ جامعة البصرة

محاضرات مقرر ب - ٣١٦ / الطحالب phycology

مقدمة من قبل :

الاستاذ المساعد الدكتورة : نـــــــداء جاســـم محمـــــد الموســـوي

الطحالب : ٣١٦

أ.م.د. نداء جاسم الموسوي

مقدمة فى الطحالب introduction to algae

تعاريف Definition:-

د. نداء جاسم الموسوي

الطحالب هى مجموعة من النباتات الازهرية الثالوسية ، و يقصد بها هى النباتات التى لا تكون ازهارا ، اما النباتات الثالوسية فهى النباتات التى يكون جسمها من ثالوس thallus ،اى لا يتميز تركيبها الى جذور و سيقان و اوراق حقيقية و هى بذلك تشمل الطحالب و الفطريات . و تمتاز الطحالب باحتوائها على صبغة الكلوروفيل الخضراء . و لذا فهى ذاتية التغذية اى تقوم ببناء المواد الكربوهيدراتية من ثانى اوكسيد الكربون و الطاقة المستمدة من الشمس ، و بمساعدة مادة الكلوروفيل (العروسى ووصفى ١٩٧٧)....و لقد عرف العالم Fritsch الطحالب بانها نباتات بسيطه التركيب ذاتية التغذية لا ترتقى الى مستوى التباين الخاص بالنباتات الاركيكونيات (يقصد بالتباين الخاص بالنباتات الاركيكونيات ان تكون الحوافظ الجنسية و البوغية متعددة و الحلايا محاطة بطبقة من الخلايا العقيمة) ..

Classification of algae يمكن تقسيم الطحالب الى الاقسام التالية:-

قسم الطحالب الخضر المزرقة	Cyanophyta (Cyanobacteria)
قسم الطحالب الخضراء	Chlorophyta
قسم الطحالب الخضراء البدائية	Prochlorophyta
صف الطحالب الكارية	Charophyceae
قسم الطحالب الصفر	Xanthophyta
قسم الطحالب الذهبية	Chrysophyta
صف الطحالب الدايتومية	Bacillariophyceae
قسم الطحالب البروات	Pyrrophyta
قسم الطحالب الكربتات	Cryptophyta
قسم الطحالب اليوغلينية	Euglenophyta

قسم الطحالب الحمراء Rhodophyta

قسم الطحالب البنية Phaeophyta

اعتمد هذا التقسيم او التصنيف اعتمادا على عدد من الصفات نذكر منها :-

١-الاصباغ التمثيلية Photosynthetic pigment

٢-المواد الغذائية المخزونة Food storage products

٣-مكونات الجدار الخلوى Cell- wall structure

٤-نوع الاسواط Type of flagellate

٥-ابلاستيدات Plastids

ا.م.د نداء جاسم الموسوي

الاصباغ التمثيلية :-

تظهر الطحالب بألوان مختلفة و يعود السبب فى ذلك الى وجود الصبغات المختلفة فيها . و قد اثبت التحليل الكيمياوى لهذه الصبغات الى وجود ثلاثة انواع منها :

أ-اصباغ الكلوروفيل Chlorophylls

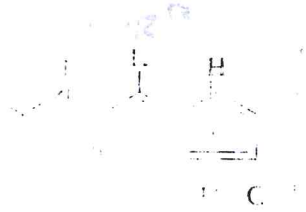
ب-اصباغ الكاروتين Carotenoids

ج-اصباغ البيلوبروتين Biloproteins

أ-اصباغ الكلوروفيل:-

ثبت أن اصباغ الكلوروفيل المستخلصة من الطحالب المختلفة أنها ذات خواص طيفية مختلفة و عليه قسمت الى (ch.A ' B ' C ' D ' E ').

يعد Ch.a الصبغة الاساسية فى تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية و تصنيع المادة الغذائية بينما تعتبر الصبغات الاخرى صبغات مساعدة فى اقتناص ضوء الشمس و ايصاله الى كلوروفيل (a) ..لذا يوجد (Ch.a) فى جميع اقسام الطحالب كما موضح فى الجدول التالى :-



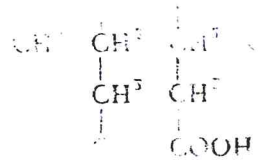


Table -1- Distributio hlorophylls among the algae

Algal group	A	C	D	E
Cyanophyta	+			
Rhodophyta	+		+	
Cryptophyta	+	+		
Dinophyceae	+	+		
Chrysophyceae	+	+		
Haptophyceae	+	+		
Bacillariophyceae	+	+		
Xanthophyceae	+	+		+
Phaeophyceae	+	+		
Prasinophyceae	+			
Euglenophyceae	+			
Chlorophyceae	+			

أن التركيب الدقيق لجزيئة الكلوروفيل ها المختلفة تتكون من رأس Tetrapyrrol و تحتل جزيئة الـ وم Mg+2 مركز هذا الرأس و يوجد ذنب طويل من الكحول يعرف بأستثناء phytol tail جزيئة(ch.c) كما موضح فى الشكل ى شكل (١) :

تذوب هذه الصبغة فى المذيبات العضو لاسيتون و الايثر و الكلوروفورم ...فى ظروف خاصة قد تـ نسبة الكلوروفيلات ، فقد وجد عند تنمية طحلب *Clamydomonas* سط حاوى على مادة الاستيت acetate كمصدر كربونى فأنه ينتج ق من صبغة كلوروفيل A ..أما طحلب *stichococcus* فأنه فاقد صبغة كلوروفيل b على الرغم من أنتماءه الى قسم الطحالب الخضراء رتبة Ulotrichales ..

ب:- أصباغ الكاروتين ..

و هى مركبات دهنية و تتكون من أتحاد ٤) وحدة من مركب isoprene و تعرف بالتربينات الرباعية tetraterpeno و توجد

بكثرة فى المملكتين الحيوانية و النباتية و الطحالب .و تختلف فى الوانها بين الاصفر و البرتقالى و الاحمر و البنى ..

تقسم الكاروتينات الى قسمين أساسيين أعتمادا على تركيبها الكيميائى ..

١- Carotenes و هى صبغة شائعة فى الطحالب و لها اللون البرتقالى المصفر و من أمثلتها صبغة بيتا كاروتين- BCAROTENE و تتركب هذه الصبغة من الكربون و الهيدروجين فى سلاسل مفتوحة كما فى الشكل -٢- ..

٢- Xanthophyll و هى الصبغة الصفراء والتى تتركب من الكربون و الهيدروجين و الاوكسجين من أمثلتها fucoxanthines peridinine ..كما فى الشكل-٣-

يوضح الجدول -٢- أنتشار هذه الصبغات فى الاقسام المختلفة من الطحالب ..علما أن هذه الصبغات تذوب فى المذيبات العضوية و عديمة الذوبان فى الماء ..

Table-2- Distribution of principal carotenoids

	chlorophyta	euglinophyta	bacillariophyceae	Chrysophyta	xanthophyta	cryptophyta	phaeophyta	cyanophyta	rhodophyta
carotene									
ά- carotene-	+					+			+
B-carotene-	+	+	+	+	+		+	+	+
xanthophylls									
lutein	+			+			+	+	+
zeaxanthin	+	+				+		+	+
violaxanthin	+						+		+
neoxanthin	+	+					+		
antheraxanthin	+						+		
fucoxanthin			+	+			+		
diatoxanthin			+			+	+		
diadinoxanthin			+	+			+		
myxoxanthin								+	
oscillaxanthin								+	

ج-أصباغ البيلوبروتين:

وهى اصباغ ذائبة فى الماء وتعطى الالوان الازرق والاحمر ، و
مركبات تتكون من شق بروتينى مرتبط او متصل مع جزء الص
تكون معقدة فى تركيبها الكيمياوى (شكل ٤) .وتقسم الى (-in phyco
(p oerythrin –allophycocyanin–phycoerythrocyanin

وتوجد هذه الاصباغ فى (cyanophyceae-rhodophyceae-
&criptophyceae)

٢-المواد الغذائية المخزونه:-

ان الخطوات الاولى من عملية التركيب الضوئى هو تثبيت Co_2
مواد كربوهيدراتية ،عادة" تكون ثلاثية الكربون ومن المحتمل
متشابهة فى اقسام الطحالب ،الا ان المنتجات التى لاتذوب فى
وتتراكم داخل الخلايا تعتبر من الصفات التشخيصية المهمه كما
الجدول التالى.

الاقسام الطحلبية	المواد المخزونة
chlorophyta	النشا الحقيقى
cyanophyta	النشا myxophycean cyanophycine
rhodophyta	النشا floridean
euglinophyta	paramylon
phaeophyta	arine & manetole
chrysophyta	chrysolaminarine

٣- مكونات الجدار الخلوى :-

يتكون الجدار الخلوى من نوعين من المواد وهما :

أ- ماده داخلية غير ذائبة فى الماءوهى ماده عديده التسكر polysaccharide .

ب-ماده خارجية ذائبة فى الماء وهى مواد هلامية agenous substance

نوع الجدار الخلوى	الاقسام الطحلبية
السليلوز	معظم اقسام الطحالب
السليكا	الذهبيةوالصفراءوالعصوية
احماض polyuronic acid &fucinic acid	الطحالب البنية
Mucupeptide (peptidoglycan)	الطحالب الخضر-المزرقة

٤-نوع الاسواط:-

تعد الاسواط من الصفات التشخيصية المهمة من ناحية العدد والموقع والشكل ، وهى موجوده فى معظم اقسام الطحالب (فى الخلايا الخضرية او فى الابواغ او فى الجراثيم)وغير متواجدة فى الطحالب الحمراء والخضر-المزرقة .

ان تركيب الاسواط يشبه تركيب الاهداب : وهويتكون من لييفات دقيقه على شكل (٩+٢) اى ٢ مركزية و٩ محيطية مزدوجة ومن ثم تحاط بغلاف مرن وهو امتداد للسايتوبلازم.

كان يعتقد ان اللييفات المركزية هى المسؤولة عن الحركة الا انه اكتشف ان بعض الطحالب تفتقد الى اللييفات المركزية مثل *Chlamidomonas* اى نظام الاسواط فيه من نوع (٩+٠) .اكتشف اخيرا" ان الحركه تتم بواسطة نشاط انزيمى يعرف ATPase وهو يوجد فى المركز ضمن بروتين dynein .

تقسم الاسواط الى :-

Akonta وهى الطحالب عديمة الاسواط.

Isokonta وهى الاسواط المتماثله فى الطول والتركيب والذى تتميز به بعض الطحالب مثل الطحالب الخضراء

Heterokonta وهى الاسواط غير المتماثلة فى الطول او التركيب ، كما فى الطحالب الذهبية و الصفراء .

وهناك تقسيم اخر للاسواط:-

Acronematic وهى الاسواط الملساء .

فتحدث فى stroma وذلك لاحتوائه على الرايبوسومات لتصنيع البروتين ، وحاملات الالكترون و الاجسام النشوية و DNA.

ان الطحالب بدائية النواة Prokaryote فانها غير حاوية على النواة او كروسومات حقيقية او البلاستيدات ولكنها تحتوى على اغشية thylakoid الذى يرتبط مع الغشاء البلازمى مباشرة"وتكون مفصولة عن بعضها وتقع صبغات biliprotein فوق هذه الاغشية . كما موضح فى الاشكال (٥) .

تكون اغشية thylakoid مفردة ومفصولة عن بعضها فى الطحالب الحمراء ،كما قد تحاط هذه الاغشية فى البعض الاخر منها بغشاء محيط peripheral thylakoid .

اما فى انواع cryptophyceae فقد تكون اغشية thylakoid مفردة ومفصولة او تتحد ٣ معا" مكونه حزمة ،اوقد تتحداكثر من ثلاث معا" حسب الانواع .

اما فى قسم dinophyceae فتتكون الحزمه من ٣ thylakoid .

اما فى euglenophyceae ايضا"تتكون الحزمه من٣ thylakoid بالاضافه الى وجود grana متطاولة وترتبط كل منها مع الاخرى .

اما فى الطحالب الخضراء فتكون اكثر رقيا"حيث ترتبط من ٢-٦ thylakoid ضمن الحزمه الواحدة كما تظهر grana واضحة وكذلك الترابط بين كرانا واخرى لذا تعد من ارقى انواع اللبلاستيدات .

٦- شكل الجسم الخضرى form of the algal body :-

تضم اقسام الطحالب المختلفة اشكالا" مختلفة تتراوح بين وحيد الخلية acellular or unicellular (باستثناء الطحالب charophyceae &phaeophyceae) الى متعدد الخلايا multicellular .

ان الانواع وحيدة الخلية قد تكون متحركه بواسطة الاسواط *Euglena* او حركة تزحلقية diatoms .او تكون غير متحركة *Chlorella* .

اما الانواع متعددة الخلايا فتكون بشكل :-

- Unicellular
  - Non
- Multicellular
  - Colonies
    - Coenobial
    - Aggregation
      - Palmelloid
      - Dendroid
      - Rhizopodial
  - Parenchymatous
  - Siphonaceous (Coenocytic)
  - Filamentous
    - Branched
      - True
      - Pseudo
    - Unbranched
      - Tapered
      - Untapered

١- Colonies :- وهى مجموعة من الخلايا مطمورة فى مادة هلامية ، وهى بدورها تقسم الى :-

أ- coenobial colony وهى مستعمرة محددة المعالم وذات شكل وعدد ثابت منذ المراحل الاولى من الحياة ،اى لا يحصل زيادة فى عدد الخلايا اثناء العمر ولكن تزداد فى الحجم فقط.

نداء جاسم الموسوي

ت- Aggregation colony وهى المستعمرة التى ليست ذات شكل وعدد ثابت من الخلايا ، اى ان الخلايا فيها قادرة على الانقسام الخضرى لذا يتغير عدد الخلايا اثناء النمو.....وهى ا لاخرى بعدد من الاشكال palmelloid: اى ان الخلايا مطمورة فى المادة الهلاميه غير منتظمة :...dendroid وفيه تتماسك الخلايا عن طريق انتاج المادة الهلامية فى اماكن محدودة وتعطى الشكل الشجرى ...rhizopodial :ويتكون هذا الشكل نتيجة اتحاد الخلايا الاميبية مع بعضها عن طريق الزوائد السيتوبلازمية ،وتكثر هذا الشكل فى الطحالب الذهبية و الصفراء .

٢- paranchymatous يتكون هذا الشكل نتيجة انقسام الخلايا الخضرية باكثر من اتجاه مولدة الشكل البرانكيمى ،كما فى بعض الطحالب الخضراء *Ulva* .

٣- (siphoneous(coenocytic وفيه تكون الجسم الخضرى متعدد الانويه بسبب فقدان الحواجز العرضية ، ويكثر هذا الشكل فى الطحالب الصفراء .

٤- filamentous :يتكون الخيط نتيجة انقسام الخلايا الخضرية باتجاه واحد معطيه صف واحد من الخلايا (filament= sheath +trichum). ويعرف الترايكم : بانه تتابع من الخلايا ، وعند احاطته بغلاف يعرف بالخيط ،وعليه فقد يتكون الخيط من ترايكم واحد مثل *oscillatoria* او اكثر من ترايكم ...قد يكون الخيط غير متفرع unbranch بشكل مستدق النهايه polar كما فى *Rivularia* او غير مستدق النهايه ...وقد يكون الخيط متفرع branched تفرع حقيقى tru-branch وهذا النوع قد يكون متماثل الشعيرات homotrichous وفيه يقتصر على نظام واحد .اما النوع الاخر من

التفرع الحقيقي هو المتباين الشعيرات heterotrichous وفيه يتكون الجسم من نظامين :النظام المنبطح prostrate ويستخدم هذا الجزء لتقبيت الطحلب بسبب احتواءه على اشباه الجذور ،و النظام القائم errect وعادة"يكون كثير التفرع ويكون متصل بالجزء المنبطح .....قد يختزل احد الانظمه تبعا"للانواع .....وقد يتفرع الخيط الى تفرع كاذبpseudobranched كما فى بعض الطحالب الخضر-المزرقه.

Algal reproduction`

يتم التكاثر بطرائق مختلفه وهى :-

١- التكاثر الخضرىvegetativ reproduction : وهو واسع الانتشار فى الطحالب المختلفه ،ففى الطحالب وحيدة الخلية والمستعمرات غير المتحركة ،الذى يحصل هو زيادة فى حجم الخلية او المستعمرة ثم تعانى تخصرا"ما يؤدى الى انقسامها ثنائيا"وتعطى فردين جديدين تشبه الاباء ،وهذا ما يعرف بالانقسام الثنائى البسيط binaryfission .....اما الانواع المتحركة فانها تفقد اسواطها وتحاط نفسها بمادة هلامية كثيفة وتدخل فى طور البالميلى ثم تنقسم البعدد من الخلايا .....

اما فى الطحالب الخيطية فانها تتكاثر خضريا"عن طريق تقطع او تفتت الخيط الى اجزاء صغيرة وهى بدورها تنمو الى طحلب جديد مشابه الى الاباء .تعرف هذه القطع فى الطحالب الخضر-المزرقة hermogonia وهى قطع صغيرة متحركة ومنفصلة عن الخيط الام

يحدث هذا النوع من التقطيع فى قسم الطحالب البنية وخاصة"فى رتبة sphacelariales ويعرف propaqule وفيه تتساقط افرع من الثالس وتنمو الى طحلب جديد .

٢- التكاثر الاجنسى asexual reproduction :- يحدث هذا التكاثرعن طريق تكوين الابواغ ، قد تكون هذه الابواغ متحركة zoospore بواسطة اثنان اواكثر من الاسواط فى معظم اقسام الطحالب باستثناء الطحالب الخضر-المزرقة و الحمراء فى حين يطلق على الابواغ غير المتحركة aplanospore اما اذا كانت مشابهة للام

فتسمى hypnospore فى حين تعرف akinate فى حالة احاطتها بجدار سميك . ففى الطحالب وحيدة الخلية فانها لها القدرة على التحول الى بوغ ، وكذلك الانواع متعددة الخلايا فان كل خلية فى الخيط لها القدرة على اعطاء الابواغ،

اما فى الطحالب الاكثر رقيا" فقد تتخصص خلايا وتعرف بحافظات الابواغ sporangia كما فى الطحالب الحمراء والبنية ، وعليه يمكن تمييز ثلاث انواع من حافظات الابواغ :-

وحيدة الغرف unilocular اذ يحدث بها انقسام اختزالى فتنتج ابواغ احادية العدد الكروموسومى (1N) وثنائية الاسواط ،كما فى الطحالب البنية .

اما النوع الثانى فمتعدد الغرف plurilocular وفيه لا يحصل الانقسام الاختزالى لذا تنتج كل غرفة بوغ ثنائى العدد الكروموسومى وثنائى الاسواط ، كما فى الطحالب البنية ايضا" .

اما النوع الثالث فهو رباعى الغرف tetrasporangia وتنتج اربعة ابواغ غير متحركة ، وعند انباتها تعطى اثنان منها الطور الكميتوفايت المذكر ،والاخريان تعطى الطور المؤنث. كما فى الطحالب الحمراء و البنية .

اما فى الطحالب بدائية النواة فانها تنتج ابواغ ساكنة ، وتكون على انواع:- a-akinate تنشأ هذه الابواغ من الخلايا الخضرية ،اذ تتحور هذه الخلايا بعد احاطتها بغلاف سميك وتصبح اكبر حجما" ومتطاولة ، كما تمتلآ بالمواد الغذائية المخزونة والذى يساعد على ذلك انزيم alkaline phosphatase .تتكون هذه الابواغ فى نهاية فصل النمو ،اى عند انخفاض المغذيات ومصادر تجهيز Co_2 و الضوء .تبقى هذه الابواغ فترة طويلة فى حالة سبات اذ تبقى فى القاع بعد انفصالها من الخيط الام ، وعند عودة الظروف الى طبيعتها فانها تنمو الى trichum جديد يشبه الطحلب الام . ويعتبر تكوين الابواغ الساكنة من مميزات nostocaceae & stigonemataceae .

b- exospore:- تنشأ الابواغ الخارجية نتيجة بروز السايتوبلاست الى الخارج وانقسامه الى عدد من الابواغ غير المتحركة .

c- endospore:- وفيه ينقسم البروتوبلاست داخليا" الى عدد من الابواغ الداخلية غير المتحركة ، تنموو تعطى طحلب جديد دون المرور بفترة سبات .

d- nanospore:- وهى الابواغ الدقيقة ،اذ تختلف عن الابواغ الداخلية فى ان حجمها اصغر منها (نانوى) . غير انها تتشابه معها من حيث التكوين .

٣- التكاث الجنسى sexual reproduction :- يستثنى هذا النوع من التكاثر كل من (قسم الطحالب الخضر-المزرقة ،و بعض الدايتومات ،و بعض الطحالب الذهبية) . يحصل هذا التكاثر بثلاث طرائق اساسية و هى :-

a-isogamy :-وفيه تكون الامشاج gamet الذكرية والانثوية متماثلة فى (الشكل ، والحجم ، و العدد ، والنشاط) الا انها مختلفة فسيولوجيا"(+ ، -) .ويعد هذا النوع من ابسط انواع التكاثر الجنسى

b- anisogamy :- وفيه يكون المشيج الانثوى اكبر حجما" واقل نشاطا" او (غير متحرك)،واقل عددا" مقارنة " مع المشيج الذكرى .

c-oogamy :- وفيه يبلغ حجم المشيج الانثوى اضعاف حجم المشيج الذكرى ويفقد القدرة على الحركة وباعداد اقل مقارنة" مع المشيج الذكرى ، الذى يتميز بصغر الحجم والنشاط وكثرة الاعداد.

يتم اتحاد الامشاج الذكرية و الانثوية خارجيا" فى النوعين (a & b) فى حين تخصب البويضة داخل الكيس البيضى oogonium ومن ثم تنفصل عن الام ، باستثناء بعض الرتب مثل fucales التابعة الى الطحالب البنية حيث تنفصل البويضة عن الكيس البيضى وتخصب خارجيا" .

قد يتحول بروتوبلاست كل الخلية (فى الطحالب وحيدة الخلية)الى كميت ذكرى وتنطلق نحو الخلية الاخرى التى تفقد اسواطها وتصبح مستقبل للكميت ..اما فى الطحالب متعددة الخلايا فقد تتحور احدى الخلايا الخضرية وتصبح حافظة للامشاج gametangia كما هو فى الطحالب البنية .

ويكون التكاثر الجنسى فى الطحالب الحمراء اعلى مراحل التطور اذ تتكون الكميتات الذكرية spermatia فى حافظات خاصة spermatangia (علما" انها غير متحركة) .اما الكميتات الانثوية فتتكون فى الكيس البويضى الذى يعرف carpogonia التى تحتوى على انبوب يعرف بالشعيرة trichogyne التى تعد المستقبل الاساس للكميت الذكرى .

اما فى الطحالب الاخرى فتتكون االامشاج الذكرية المتحركة فى حافظات تعرف antheridia .فى حين تتكون الامشاج الانثوية فى الكيس البويضى المعروف oogonium .

ا.م.د نداء جاسم الموسوي

دورات الحياة life history(cycle) :-

تعرف ببساطة بانها التعاقب بين الاطوار وحيدة العدد الكروموسومى haploid والاطوار ثنائية العدد الكروموسومىdiploid .

تقسم دورات الحياة فى الطحالب المختلفة الى :-

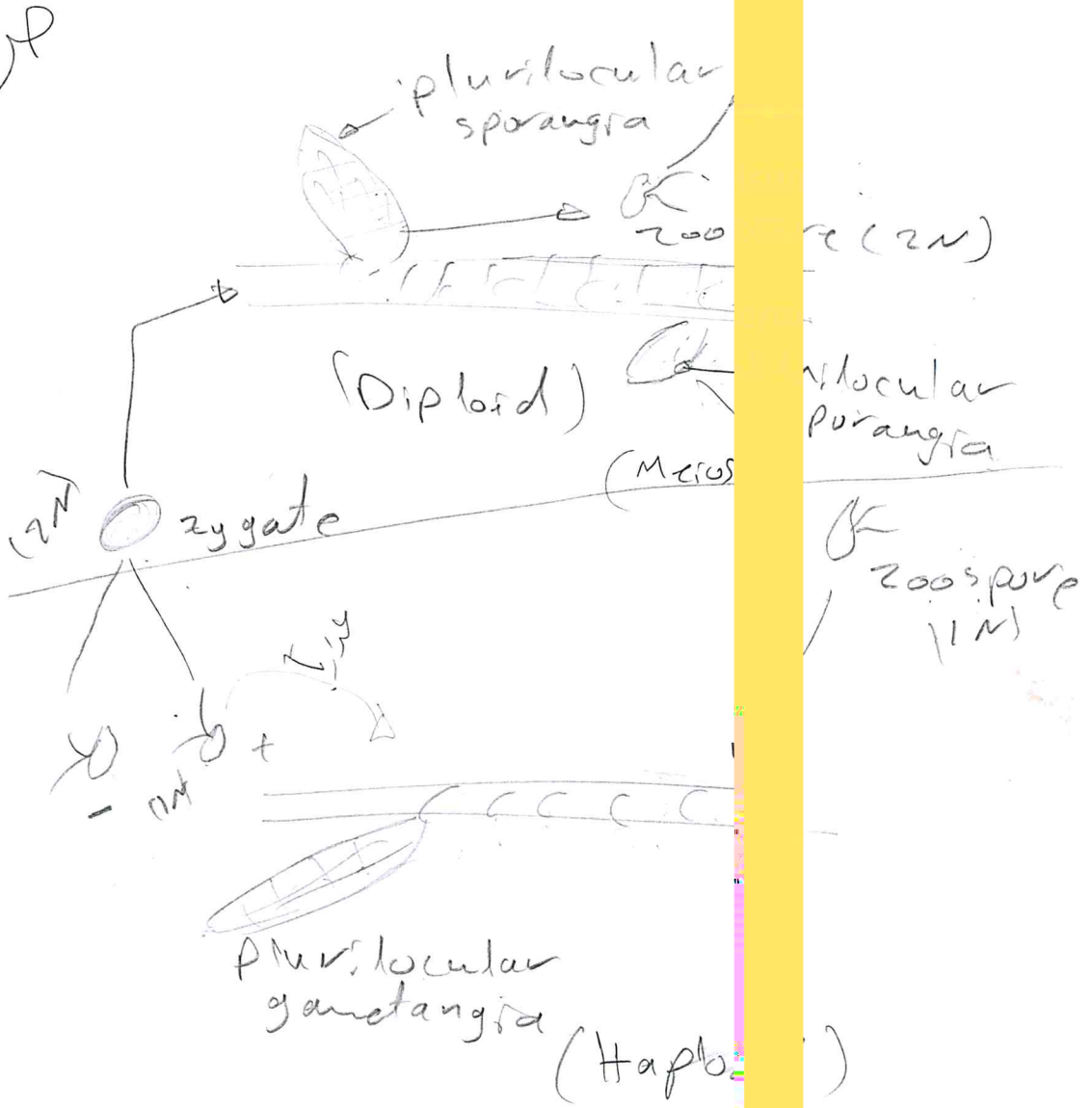
a-haplont :-وهى ابسط دورة من دورات الحياة. وفيها يكون الطور الخضرى احادى العدد الكرموسومى (1N) وايضا" ينتج امشاج احادية العدد الكرموسومى ،و عند اتحادها تعطى الزيجة zygote التى تكون ثنائية العدد الكرموسومى (2N)، وعند انباتها تعانى انقسام اختزالى فتعطى طور احادية العدد الكرموسومى .

b-diplont :- يكون الطور الخضرى ثنائى العدد الكرموسومى (2 N) ،ويحدث انقسام اختزالى عند تكوين الامشاج فتكون احادية العدد الكرموسومى (1N)، اما اللاقحة فتكون ثنائية العدد الكرموسومى ،لذا عند انباتها تعطى الطور ثنائي العدد الكرموسومى .

c-diplohaplont :- وفيها يحدث تعاقب بين طورين خضريين احدها احادي العدد الكرموسومى gametophyte (حامل للامشاج) اى يتكاثر جنسيا" ، والاخر ثنائي العدد الكرموسومى sprophyte (حامل للابواغ) اى تكاثره بالطريقة الاجنسية . تقسم هذه الدورة الى قسمين اساسين وهما :-

morphic 1- :- وفيه يكون الطورين متماثلة مظهريا" ، على الرغم من فهما فى العدد الكروموسومى .

morphic 2-het :- وفيه يختلف الطوران من الناحية المظهرية او من ناح حجم .



The life cycle of Ectocarpu

١٥

division:- cyanophyta قسم الطحالب الخضر-المزرقة

الصفات العامة –

1- Procaryotic algae

لا تحتوى على نواة حقيقية بل تحتوى على مادة نووية غير محاطة بغلاف نووى nuclear membrane و تكون الياف DN A فى مركز الخلية لذا تعرف المنطقة المركزية ب genophore or nucleoid ، عادة" تكون الياف DNA دائرية غير مرتبطة ببروتين histone .و كذلك تفقد العضيات الغشائية (البلاستيدات الخضر اء أو اجسام كولجى أو الميتوكوندريا أو الشبكة الاندوبلازمية الخ) و بدلا" عنها تحتوى صفائح تعرف ب mesosome و هذه غير موجودة فى الكائنات حقيقية النواة و انها تسلك طرق فسيولوجية معينة للقيام بعملية التنفس أو البناء الضوئى أو تثبيت النتروجين أو الانقسام الخلوى الخ .

م . د
نداء جاسم الموسوي

2- The sheath

يعد وجود الغمد أو الغلاف الهلامى صفة مميزة و ثابتة للطحالب الخضر-المزرقة ، وتختلف الانواع فى سمك هذا الغلاف اذ يكون سميك فى انواع مثل *Lingbya* ونحيف فى اخرى مثل *Oscellatoria* . ويوجد الى الداخل من هذا الغلاف الجدار الخلوى الذى يحتوى مادة (mucopeptide (peptidoglycan و هذا المركب يوجد فى الكائنات بدائية النواة ، يتكون من peptide مكون من عدة احماض امينية مرتبطة بنوعين من السكريات الامينية وهما n-acetyle muramic acid & n-acetyle glucose amine

3- The flagellate

ان الطحالب الخضر- المزرقة غير مسوطه فى اى مرحله من العمر ،الا ان بعضها و كذلك قطع hermogonia متحرك بحركه خاصة تعرف gliding movement وهى حركه نشطه يقوم بها الطحلب وهو ملامس للماده التحتيه مع عدم وجود الاسواط ، وكذلك دون ان يحدث تغيرات فى شكله الظاهرى و يعتقد ان هذة الحركه نتيجة افراز مواد هلامية

4- Food storage

تخزن الطحالب الخضر- المزرقه حبيبات cyanophycin (polyglucan) &cyanophycean starch و بعض القطرات الدهنية lipids .

17

Distribution or occurance

تتواجد الطحالب الخضر-المزرقة فى كل انحاء العالم منذ اقدم العصور و فى كل البيئات ("بيئة المياه العذبه و المالحه او ملتصقه على الصخور و التربه .كما ان بعضها يوجد فى بيئات متطرفه مثل الينابيع الحارة و خاصة" الغنيه بكاربونات الكالسيوم ، وقد تتواجد فى المناطق الاستوائيه و القطبيه .

أ.م.د نداء جاسم الموسوي

Biological &economical importance

تتلخص الاهميه البيئيه والاقتصاديه فى النقاط التاليه :

1- تلعب الطحالب الخضر- المزرقه دورا" هاما" فى ضم جزيئات التربه او الرمل مع بعضها ومنع التاكل والذى يساعدها فى ذلك الغلاف الجيلاتينى و خاصة" الانواع الخيطيه منها .

2- يساعد فى بقاء الرطوبه فى التربه اذ وجد ان الارض المغطاة بالطحالب ذات رطوبه عالية تصل الى 89% مقارنة"مع التربه غير االمغطاة بها اذ رطوبتها حوالى 13%.

3- زيادة خصوبة التربة عن طريق تثبيت النتروجين ،اذ لا يستعمل الفلاحون الاسمدة الكيميائية فى معظم الدول الاسيويه وخاصة" فى حقول الرز .

4- تعد معظم اجناس الطحالب الخضر-المزرقه *Nostoc& Spirulina* غنيه باالبرتينات لذا تعد غذاءا" جيدا" للكائنات الاخرى ولرواد الفضاء اذ تؤخذ على شكل اقراص او مادة جافه .

5- اما من الناحيه السلبيه فان النمو الكثيف لهذه الطحالب والذى يعرف بالازدهار او الاثراء bloming or eutrophication ما يؤدى الى انتاج السموم وبالتالى فقدان العدد الكبير من الكائنات نتيجه شرب المياه الملوثه بها اذ عند وصولها القناة الهضمية تبدأ هذه الطحالب بافراز السموم .قد تكون سموم كبدية او عصبية neurotoxin or hepatoxin ومن هذه السموم نذكر :-

أ- Anatoxin يفرز هذا السم من قبل الطحالب الاخضر-المزرق *Anabeana* . وهى مركبات نتروجينية و ذات وزن جزيئى واطىء .

ب-Microcyctin يفرز من قبل الطحالب الاخضر-المزرق *Microcystis* وهة عبارة عن ببتيد متعدد .

ت-Saxitoxin يفرز من قبل الطحالب الاخضر-المزرق *Aphanizomenon* .

Morphological diversity

Gas vacuole-1

يحتوى سايتوبلازم هذه الطحالب على الفجوات الغازيه ،ما عدا الخلايا القديمه و تعد وجودها عاملا" اساسيا" فى مقاومة التغيرات فى الضغط الازموزى حيث يكون غشاءها منفذ للغازات مما يسمح فى موازنة الغازات بين الخارج و الداخل ، كما ان لها وظيفه اخرى وهى التظليل للصبغات التمثيلية اى تعمل كحجاب حاجز ضد الاشعة العالية مثل الاشعة فوق البنفسجيه .كما ان هذه الفجوات تكثر فى الطحالب المكونة للازدهار اذ تسمح بالحركه العمودية خلال عمود الماء .

ا.م.د نداء جاسم الموسوي

Akinate-2

تنشأ الخلايا الساكنة او الابواغ الساكنة من الخلايا الخضرية اذ تكون لها جدار سميك وتصبح متطاولة واكبر حجما" من الخلايا الخضرية وتكون ممتلئة بالمواد الغذائية المخزونة ...وتتميز العوائل Nostocaceae &Stigonemataceae بتكوين هذه الابواغ وخاصة" فى نهاية فصل النمو .اى عند انخفاض المغذيات و مصادر Co_2 و الضوء .يلعب انزيم alkaline phosphatase دورا" هاما" فى تكوينها . تبقى الخلايا الساكنة فى حالة سبتة اذ تنزل الى الاسفل او القاع بعد انفصالها من الخيط الام ، وعند عودة الظروف الطبيعية فانها تنمو الى trichom جديد يشبه الطحلب الام .

Heterocysts-3

تنشأ الخلايا المغايرة من الخلايا الخضرية اذ تفقد المادة المخزونة ،وتكوين غلاف متعدد الطبقات الى الخارج و تفقد احد انظمة البناء الضوئى (photosistim 2).

قد تكون الحويصلة المغايرة طرفية الموقع كما فى *Calothrix* & *Rivularia* ، او بينية الموقع كما فى *Anabeana* وتكون ذات مسافات منتظمة ضمن الخيط و عليه يمكن تمييز نقرة عند كل نهايه من الحويصلة المغايرة بالاضافة الى الروابط السايتوبلازمية التى تربط الخلايا المجاورة بالحويصلة المغايرة وتجهيزها بالمواد الغذائية ، كما تقوم هذه الروابط بنقل النتروجين المثبت فى الحويصلة الى الخلايا الخضرية المجاورة .لذا تحتوى

الحويصلة على نقرتين اذا كانت بينية الموقع و نقرة واحدة اذا كانت طرفية الموقع .

ان الارتباط بهذا الشكل ،علاوة" على العمر المحدود للحويصلة بسبب الجهد العالى المبذول فى حالة تثبيت النتروجين لذا تصل الى الشيخوخة والموت فى وقت قصير ،وعندها يحصل تكسر وتقطيع للخيط fragmentation وتتكون hermogonia وعليه فانها تساعد فى عملية التكاثر ، وكذلك وجد ان تكوين او انتاج الابواغ الساكنة akinate مقصورا" على الاماكن القريبة من الحويصلة المغايرة لذا افترض العلماء ان الحويصلة تسهم فى الحث على تكوين akinate .

كما ان التفرع الكاذب فى بعض الاجناس يحدث فى اماكن الحويصلة المغايرة ،واخيرا" ان للحويصله دورا"هاما" فى عملية N-fixation وهى الاماكن الحقيقية لفعالية انزيم nitrogenase النشط فى هذه العملية .

ان وجود الحويصلات المغايرة يدل على مستوى النتروجين و كذلك مستوى الحديد (العنصر الضرورى لفعالية انزيم nitrogenase)وان انخفاض الحديد يؤدى الى كثرة الحويصلات المغايرة وتكون بشكل سلسلة فى الخيط الطحلبى وذات لون شاحب .

علاقة الطحالب الخضر-المزرقة مع الكائنات الاخرى

أ-علاقة الطحالب الخضر-المزرقةمع البكتريا :

Relationship between cyanobacteria &bacteria

تشترك الطحالب الخضر-المزرقه مع البكتريا بعدد من الصفات الاساسيه لذا دمجت فى مملكه واحدة (البدائيات monera) ومن هذه الخواص :-

1- يشتركان بوجود الغمد sheath .
2- عدم تكاثرهما جنسيا" .
3- كلاهما بدائى النواة procaryote .
4- يشتركان بطرق التخليق الحيوى لبعض المركبات الكيميائية الطبيعيه nature products مثل المضادات الحيويه antibiotic .
5- لهما القابليه على اكسدة كبريتيد الهيدروجين(H_2S) .
6- كلاهما يصاب بالفيروس ويعرف Cyanophage للطحالب الخضر-المزرقه وBacteriophage للبكتريا .

١٩

اما الجدول التالى فيوضح الاختلاف بينهما .

الطحالب الخضر-المزرقه	البكتريا
معظمها ذاتية التغذية	بعضها رمية التغذية او مختلطة التغذية او طفيلية heterotrophic or saprophytic or parasitic .
غير مسوطه	بعضها متحرك بواسطة الاسواط
تحتوى على الاحماض الدهنية غير المشبعه .	غير موجوده .
تمتلك الابواغ الساكنه و الحويصلة المغايرة akinate & heterocystis	غير موجوده .
لا تقوم بعملية التخمر fermentation	بعضها يقوم بعملية التخمر .
تماثل النباتات الراقية فى عملية البناء الضوئى اذ يكون الماء المانح الرئيسى للالكترونوينتج الاوكسجين كتاتج عرضى من هذه العملية لذا تعرف oxygenic photosynthesis وتعد صبغة كلوروفيل a الاساسية فيها .	ان ميكانيكية التركيب الضوئى خاصة بالبكتريا ولا تشابه الكائنات الاخرى و تكون من نوع anoxygenic type ولا ينتج O_2 .و تعد صبغة bacteriochlorophyllهى الاساسية

أ.م.د. نداء جاسم الموسوي

علاقة الطحالب الخضر-المزرقة مع الطحالب الحمراء :-

تشترك الطحالب الخضر-المزرقة مع الطحالب الحمر بعدد من الصفات نذكر منها .

1- يشتركان باحتوائهما على اصباغ phycobilin .

2- يحتويان على السكرياتى التالية بشكل حر trehalose & galactose .

3-

علاقة الطحالب الخضر-المزرقة مع الطحالب الحمراء

Relationship between cyanophyta & rhodophyta

تشترك الطحالب الخضر-المزرقة مع الطحالب الحمراءبعدد من الصفات ، نذكر منها :

١- يشتركان باحتوائهما على اصباغ phcobilin .

٢- يحتويان على السكريات التالية بشكل حر galactose & trehalose .

٣- تتشابه تركيب المادة المخزونه floridean starch &cyanophycean ،اذ يتكونان من نفس الاصول الكيميائيه وهى بشكل 1: 4 polyglucane

٤- تتشابه الاحماض الدهنية فيهما مثل linoleic acid & α- linoeic acid.

٥- يحتويان على المادة الهلامية التى تتكون من glucose – xylose- uronic acid – sulphated galactose .

٦- تتشابه الحركة التزحلقية gliding movement الخاصة بالطحالب الخضر-المزرقة مع حركة الابواغ والامشاج فى الطحالب الحمراء .

٧- توجد الاتصالات النقرية pit - connection فى بعض الاجناس من كلا القسمين .

٨- تقع تراكيب thylakoid بصورة مفردة ومفصولة عن بعضها فى البلاستيدات للطحالب الحمراء وهى مشابهة فى الطحالب الخضر-المزرقة حيث تكون مفردة ومفصولة فى الخلية البدائية النواة

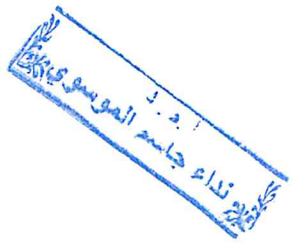
الى جانب هذه الصفات المشتركة بينهما توجد بعض الاختلافات ،كما موضح فى الجدول التالى :-

الطحالب الخضر-المزرقة	الطحالب الحمراء
بدائية النواة	حقيقية النواة
لا تحتوى على صبغة كلوروفيلd	توجد صبغة كلوروفيلd
لا تتكاثر جنسيا".	يعد التكاثر الجنسى من ارقى واكثر التطور مقارنة" مع الاقسام الطحلبية الاخرى ، وهو من النوع البيضى oogamous type
بعض الاجناس تنمو تحت ظروف	لا تنمو بهذا الشكل

لاهوائية anaeropic	
لها القابلية على تثبيت النتروجين	غير قادرة على ذلك
اغلبها طحالب مياه عذبة	معظمها بحرية المعيشة

-: Classification

صنفت الطحالب الخضر-المزرقة الى عدد من الرتب ،فبعض العلماء قسمها الى خمس رتب ، فى حين قسمها اخرون الى اربع رتب او ثلاث رتب فقط ،وهى كالاتى :-



D.Cyanophyta

Class.Cyanophyceae

1-order: Chroococcales

Famely.chroococcales

تضم هذه الرتبة الطحالب وحيدة الخلية او المستعمرات غير المنتظمه ، وتتكاثر هذه الافراد بطرق الانشطار الثنائى البسيط . ولها القابلية على الحركة باتجاه الضوء phototactic gliding movement .

2-Order: Chamaesiphoales

تضم هذه الرتبة الافراد وحيدة الخلية او الانواع الخيطية . عادة" بحرية المعيشة تضم العوائل التالية :-

a-pleurocapsaceae ان الانواع فى هذه العائلة ملتصقة على النبات او الطحالب الاكبر حجما" epiphytic algae . تتكاثر بواسطة الابواغ الداخلية .

b- Chamaesiphonaceae ان افراد هذه العائلة من الانواع الجالسة او ملتصقة على الصخور . عادة تتكاثر بواسطة الابواغ الخارجية.

3- Order.Oscillatoriales

تضم هذه الرتبة الانواع الخيطية البسيطة ،وتتكاثر افرادها بطريقة تكوين قطع الهرموكونيا . ومن العوائل التابعة لها Oscillatiraceae .

4-Order.Nostocales

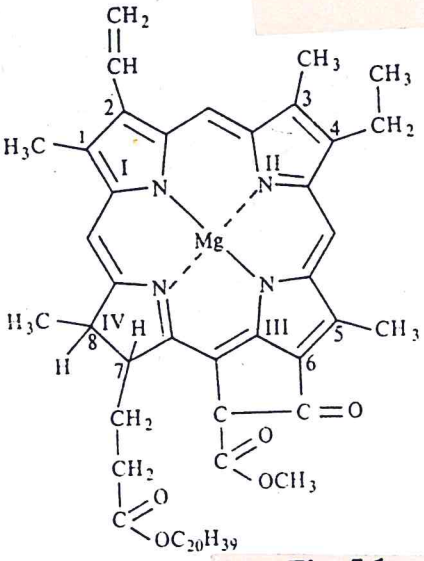
ان هذه الرتبة من اكبر الرتب فى هذا القسم ، وتضم الطحالب الخيطية المتفرعة تفرع حقيقي او كاذب او غير متفرعة . ويحتوى الخيط على خلايا متمايزة مثل الحويصلات المغايرة و الابواغ الساكنة .ومن العوائل التابعة لها :-

1-Nostocaceae تكون الاجناس بشكل خيوط غير متفرعة ، وقد تكون الحويصلة المغايرة طرفية الموقع فى انواع وبينية الموقع فى اخرى .

2-Stigonemataceae انها خيوط متفرعة تفرعا" حقيقيا" ،ومن نوع heterotricous، قد تكون متعددة الصفوف او وحيدة الصف multiseriat or uniseriat .

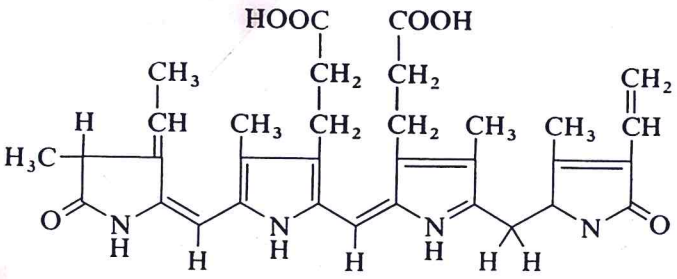
3-Scytonemataceae قد تتفرع الخيوط تفرعا" كاذبا" pseudobranching وتحتوى الحويصلات المغايرة .ولكن نادرا" ما تحتوى على الابواغ الساكنة . وقد تحاط بغلاف ملون shaeth .

4-Rivulariaceae عادة" تكون الخيوط فى هذه العائلة مستدقة النهاية tapered ، وذات حويصلات طرفية الموقع .

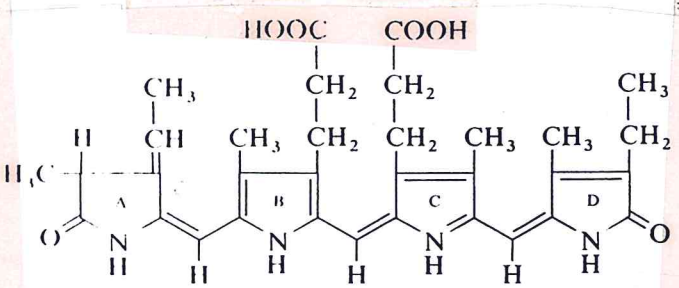


Chl *a* : as above
Chl *b* :II - 3 = CHO
Chl *d* :I - 2 = CHO
Chl c_1:IV- 7 = CH=CHCOOH; double bond at IV - 7, 8
Chl c_2:IV- 7 = CH=CHCOOH; double bond at IV - 7, 8;
II - 4 = CH=CH_2

Fig. 5.1. Chemical structure of chlorophyll *a*.



Phycoerythrobilin



Phycocyanobilin

الامتحان الثانى / 316 2014/ 5/ 1

س 1:- أ- أذكر صفة واحدة فقط ، تميز الرتب او الصفوف التالية . (7 درجات)

1- Spheropleales 2- caulerpales 3- prasinophyceae

ب- عدد ثلاث عوائل تابعه لرتبة chlorococcales و أشرح واحده فقط .

س2:- أ- ما اهمية كل من ؟ و اين تتواجد ؟. (8 درجات)

1-Hold – fast 2- Ulva 3- gonidia 4 –androspore

س3:- أ- أشرح دورات الحياة فى رتبة Cladophorales ؟. (10 درجات)

ب- ما هى اشكال الجسم فى الطحالب العائده الى رتبة zygnematales ، مع الاشارة الى العوائل العائدة لها .

مع امنياتى د . نداء الموسوى

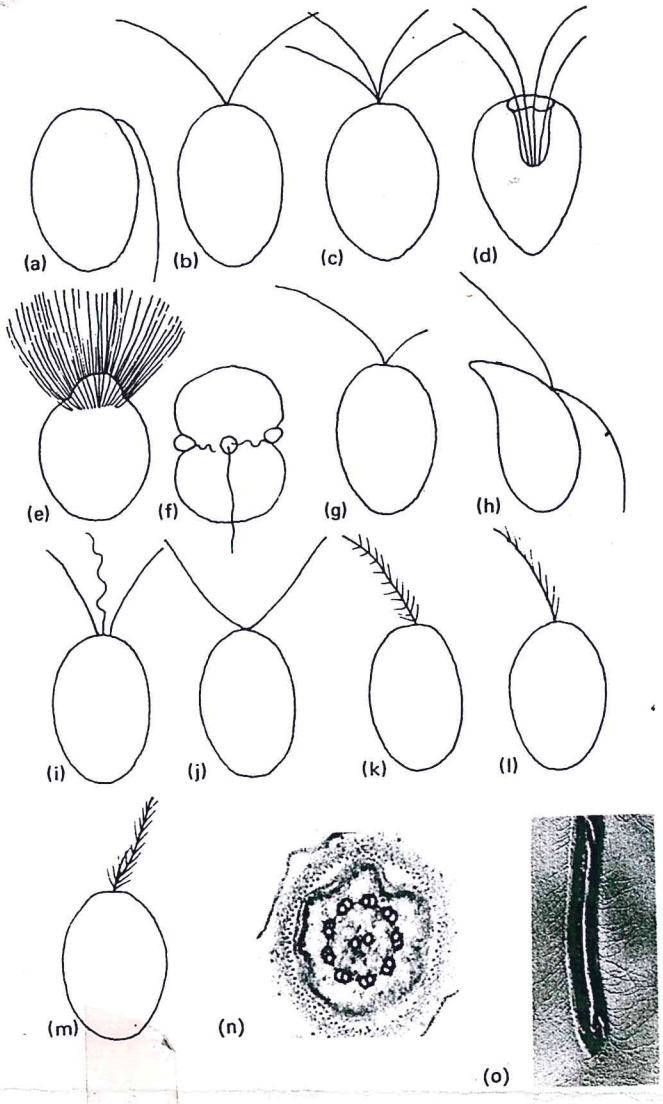


Fig. 3.2 Flagellar number, insertion and organization among the algae. Note apical origin in (*b*)–(*c*) and (*g*); origin at the base of a depression (*d*); subapical origin in (*a*) and (*e*); median origin in (*f*); and lateral insertion in (*a*) and (*h*). (*a*) *Pedinomonas*. (*b*) *Chlamydomonas*. (*c*) *Carteria*. (*d*) *Pyramimonas*. (*e*) *Oedogonium*. (*f*) *Gymnodinium*. (*g*) *Tribonema*. (*h*) *Ectocarpus*. (*i*) *Chrysochromulina*; note haptonema (see p. 360) between flagella. (*j*)–(*o*) Flagellar organization: (*j*) Acronematic flagella: smooth with delicate tips. (*k*) Pleuronematic: flagellum with two rows of radiating mastigonemes, flimmer or fibrils. (*l*) Stichonematic flagellum: flagellar appendages in a single row. (*m*) Pantacronematic; pleuronematic with attenuated, unornamented apices. (*n*), (*o*) *Chlamydomonas reinhardtii* Dangeard Flagellar organization. (*n*) Transection showing 9 + 2 arrangement of component fibrils within flagellar sheath. (*o*) Part of pleuronematic flagellum. [(*n*) and (*o*) After Ringo.]

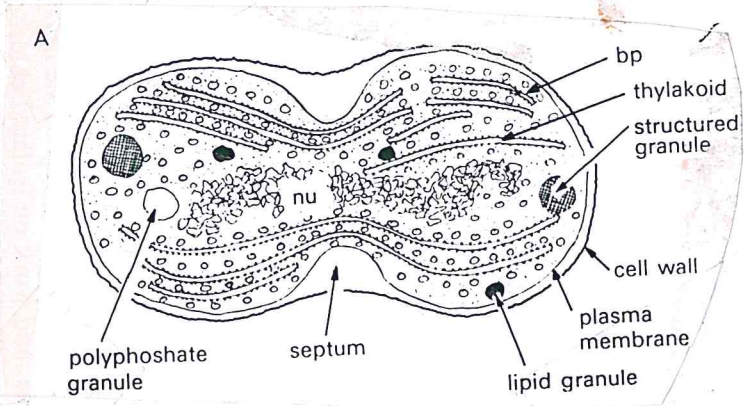


Fig. 4.1. Diagrams to show the arrangement of the thylakoids in A. Blue-green algae,

الامتحان الثانى / 316 2014/ 5/ 1

س 1:- أ- أذكر صفة واحدة فقط ، تميز الرتب او الصفوف التالية . (7 درجات)

1- Spheropleales 2- caulerpales 3- prasinophyceae

ب- عدد ثلاث عوائل تابعه لرتبة chlorococcales و أشرح واحده فقط .

س2:- أ- ما اهمية كل من ؟ و اين تتواجد ؟. (8 درجات)

1-Hold – fast 2- Ulva 3- gonidia 4 –androspore

س3:- أ- أشرح دورات الحياة فى رتبة Cladophorales ؟. (10 درجات)

ب- ما هى اشكال الجسم فى الطحالب العائده الى رتبة zygnematales ، مع الاشارة الى العوائل العائدة لها .

مع امنياتى د . نداء الموسوى

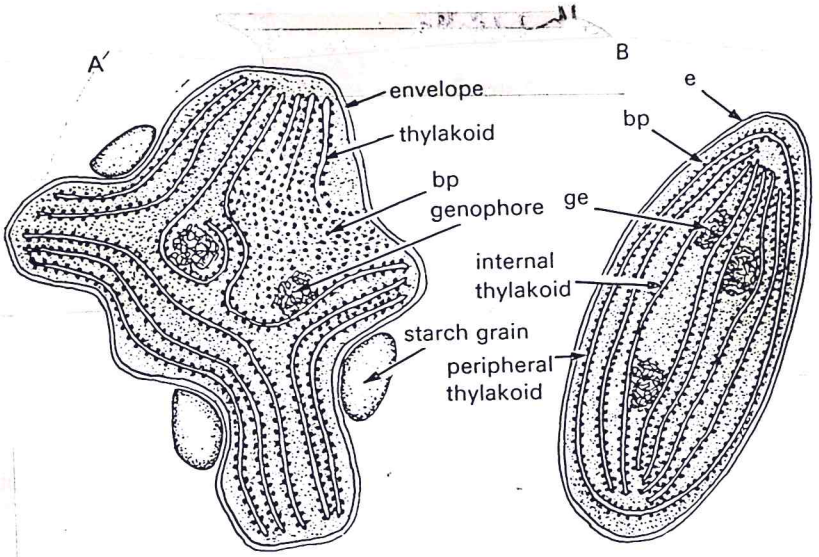


Fig. 4.2. Diagrams of chloroplasts of Rhodophyceae showing the arrangement of thylakoids. A. Type 1*a*, lobed chloroplast, peripheral thylakoid absent, thylakoid terminates close to envelope, arrangement of phycobiliprotein granules as seen from surface view are also shown (bp). B. Type 1*b* discoid chloroplast, peripheral thylakoid present (e = envelope; bp = phycobiliprotein granule; ge = genophore).

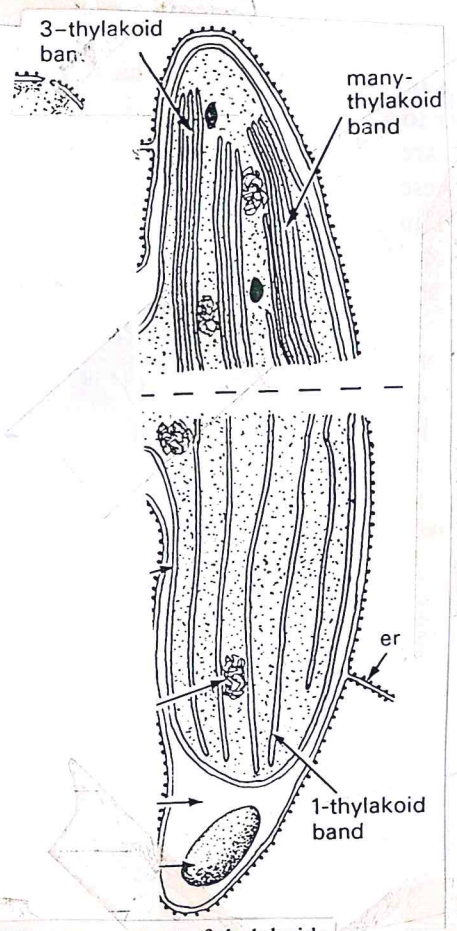


Fig. 4.3. Diagram showing 3 possible variations of the arrangement of thylakoids in different cells of the Cryptophyceae. Left, 'typical' Type II arrangement, with 2-thylakoid bands. Top right, a variation from the typical with 3-thylakoid bands. Lower right, single-thylakoid (er = endoplasmic reticulum; nu = nucleus).

ز
ؤ
والتا
والمشاعر
تجاهها.

ر
غد
نفسها، فإنها

بفراغ كبير في
(زوجها)
ز

اهتماماتها
على
الرجل في

الارتفاع
لسبب
كما

منه،
كلمات
بقي الحب، محمد

مثل: أوقات
فتتحول من
بالتعب

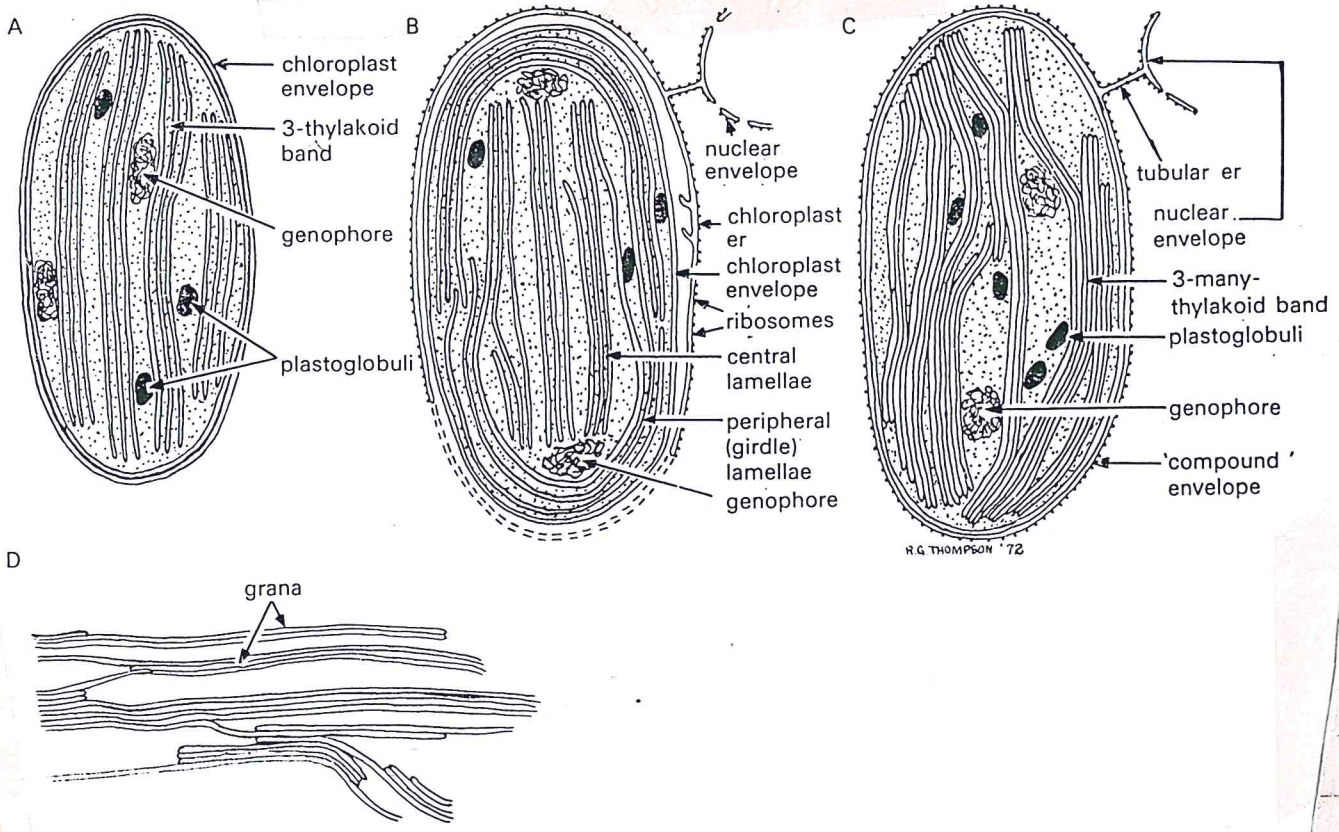
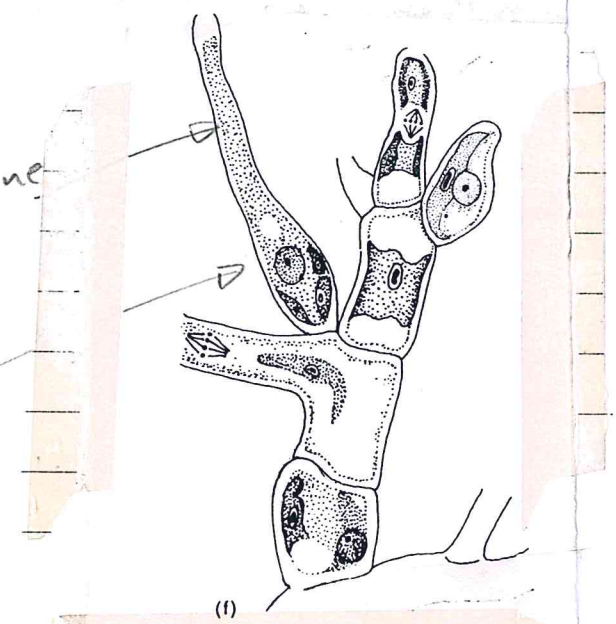


Fig. 4.4. Diagram of thylakoid arrangements. A. Dinoflagellate chloroplast, showing the triple layered envelope, 3-thylakoid bands without peripheral or girdle lamellae (Type III*a*). B. 3-thylakoid bands with girdle lamellae, tubular projections from chloroplast ER as in Xanthophyceae, Chrysophyceae, Phaeophyceae (Type III*b*), are shown. Haptophyceae and Eustigmatophyceae are similar except for the lack of girdle lamellae. C. Euglenoid chloroplast. Note the compound envelope of three membrane layers, elongated grana of three fused thylakoids. D. Grana of the Chlorophyceae.



Trichogyne

Carpogonia

Sexual Rep in Rhodophyta

فإنها تخلق جوًّا من

لطف مثله كمثل الماء البارد
أي شيء آخر، عليكِ أن تتبني موقف
تطبيق هذا يومًا في قمة أولوياتك،
مع زوجك، واللطف في المعاملة هو واحد من
بين شخصين، وفي الحقيقة فقد يكون
ولكن في الحالة فوائد كثيرة
العلاقة مع شريكك واهتمامه به عندما تكون
[illegible] إلى شيء آلا تهتم بصغائر
[illegible] ص(٣٣)].

[illegible] كموج
[illegible] بأمواج البحر؛ حيث تتراوح
[illegible] تعود
[illegible] تلك مشاعرها أن

[illegible] ينضب للحب

[illegible] كبير في
[illegible] زوجها.

[illegible] أو جب
[illegible] إذا شعرت أن
[illegible] البئر، وتعود كما
[illegible] زوجها

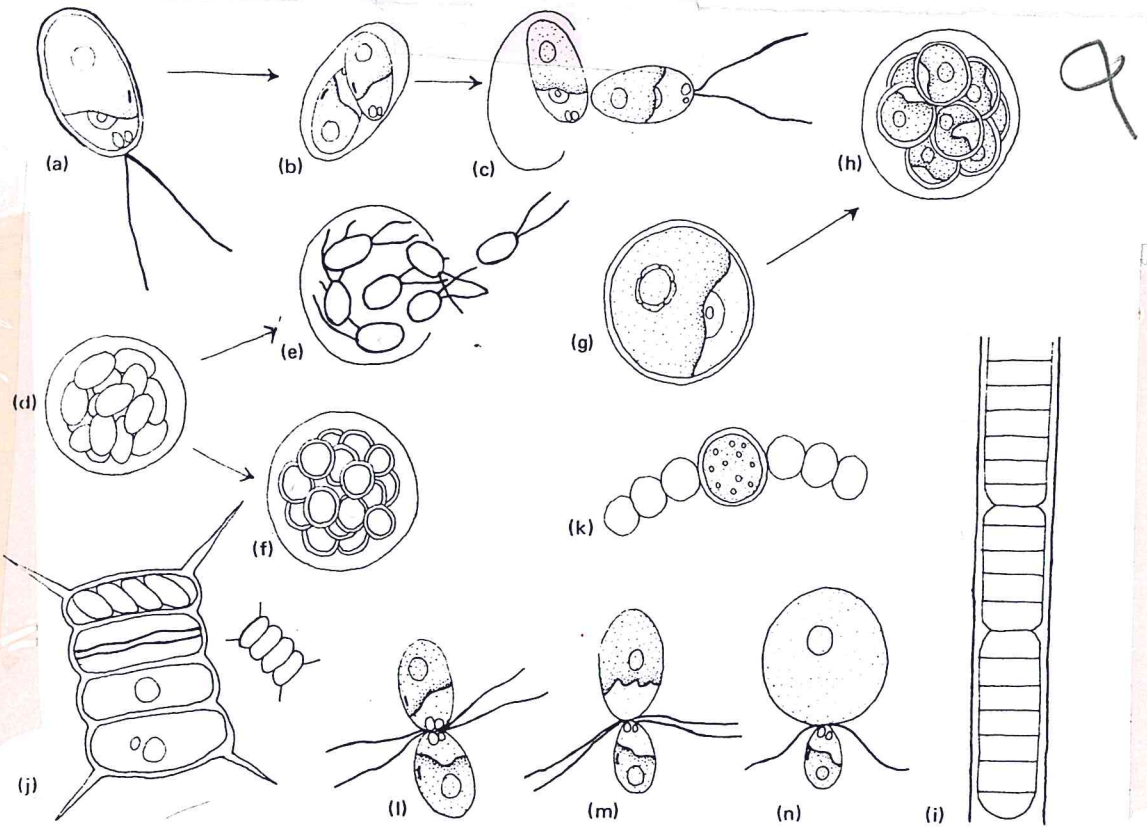


Fig. 1.3 Methods of algal reproduction (diagrammatic) (*a*)–(*c*) Bipartition or binary fission. (*d*), (*e*) Zoospore formation. (*f*) Aplanospore formation. (*g*), (*h*) Autospore formation. (*i*) Fragmentation or hormogonium formation. (*j*) Autocolony formation. (*k*) Akinete formation. (*l*) Isogamy. (*m*) Anisogamy. (*n*) Oogamy.

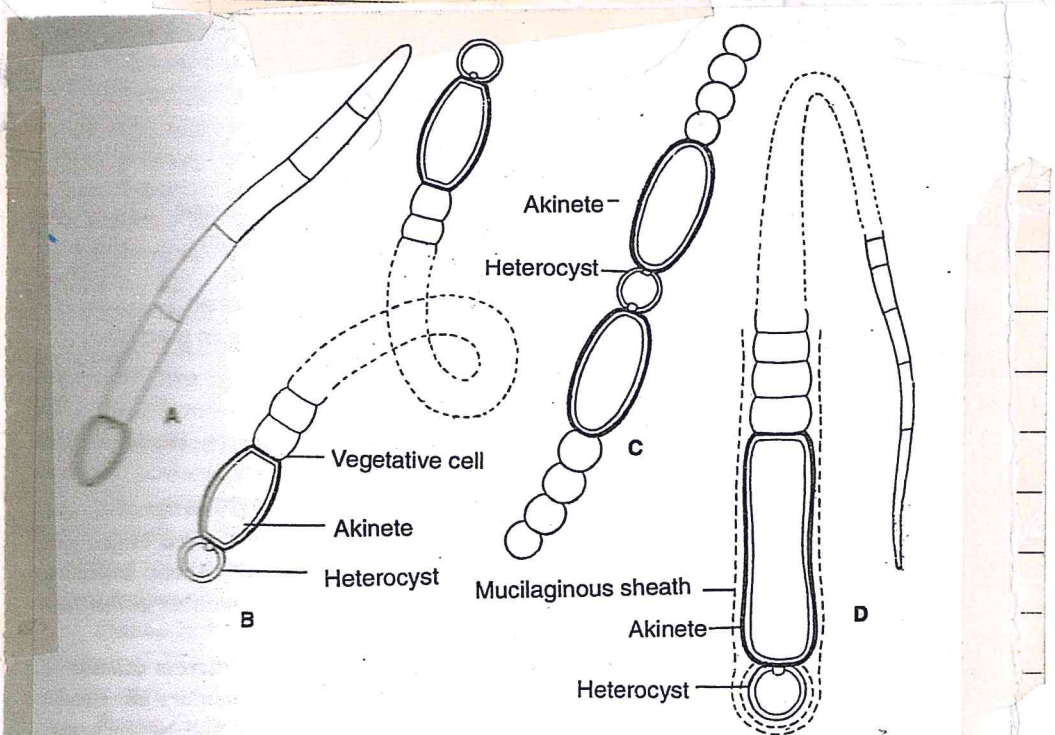


Fig. 1.4 Some forms of Myxophyceae A-*Anabaenopsis*, B-*Cylindrospermum*, C-*Anabaena* and D-*Calothrichia*.

مشا[illegible] رجل [illegible] القرب والبعد

طبيب [illegible]:

(إن ا[illegible] حين [illegible] من المرأة يشعر بالحاجة الملحة للابتعاد لبعض الوقت؛ مما يشعر [illegible] متجددة، وليعاود الاقتراب من جديد).

هذه [illegible] وضعا من الأوضاع النفسية الهامة للرجل فهذا الدافع للابتعاد هو [illegible] الرجل، وليس قرارًا أو اختيارًا لكنه يحدث تلقائيًا، فهي دورة [illegible].

وليس [illegible] فالرجل يتأرجح دائمًا بين حاجته للعزلة والخلطة، بين [illegible] الابتعاد والاقتراب.

ويشبّه [illegible] علاقته بالمرأة بشريط المطاط، فهو يقترب جدًا من المرأة [illegible] ويقترب مرة أخرى وهكذا، والمرأة تفاجأ عندما تلاحظ أن ز[illegible] بحبها إياها، وبدون سبب.

كما [illegible] كانت الزوجة مضطربة وقلقة؛ لقد كان زوجها في غاية اللط[illegible] فقد رغبته في مجرد الحديث معها.

حاول[illegible] إلى حالته الأولى، ولكن كان حاله يزداد سوء[illegible] الخطأ الذي ارتكبته ما هو؟ ولم تجد خطأ؛ فزاد قلقها [illegible] ولكن دون جدوى.

وكذ[illegible] الكثيرة من الرجال، وأن انسحاب زوجها لم يكن خطؤها؛

[illegible] الرجال في العلاقات يبتعدون ثم يقتربون، وأن هذه [illegible] الابتعاد، وأنها تشبه شريط المطاط، [illegible] إلى الراحة [illegible] بينها وبين ز[illegible] على الزوج بالعودة السريعة.

[illegible] سلوكه، وأنه لم يبتعد لأنه لا يحبها أو [illegible] باستقلاليته وحريته، وهذه

قسم الطحالب الخضراء divition: Chlorophyta

Classes:- 1- chlorophyceae 2-charophyceae 3- ulvophyceae 4- prasinophyceae .

1- يعد هذا القسم من اكبر اقسام طحالب المياه العذبة واكثرها تنوعا" اذ تضم اشكالا" خيطية كبيرة الحجم تزيد على المتر مثل *Cladophora* ،واخرى صغيرة الحجم ووحيدة الخلية مثل *Chlorella* .

2- تضم صبغتى كلوروفيل a & b .

3- المواد الغذائية المخزونة هى النشأ الحقيقي .

4- السليلوز ،هى المادة الاساسية ضمن مكونات الجدار الخلوى .

5- الاسواط من نوع acronematic وعددها (2-4-30-120) .

Occurance

حوالى 90% منها طحالب مياه عذبة ، و10% فقط طحالب بحرية sea-weeds حيث تعتبر بعض الرتب بحرية المعيشة مثل Siphonocladales ، بينما رتبة Ulotricales طحالب مياه عذبة . قد تكون حرة المعيشة او ملتصقة على الصخور epilithic .

الاهمية البيئية والاقتصادية :-

1- يستخدم بعضها(*Caulerpa & Ulva*) غذاء للانسان والحيوان لما تحتويه من بروتينات وفيتامينات وعناصر معدنية (Mg - Fe – Ca– Na)

2- تستعمل سماد للتربة بسبب محتواها العالى من (N_2 – K) بالاضافة الى المواد العضوية .

3- يستفاد من مستخلصاتها فى علاج الامراض مثل الحروق الجلدية .

أ . د . نداء جاسم الموسوي

تراكيب خاصة فى الخلايا الخضرية :-

1- الفجوات المتقلصة contractile vacuoles:- تكثر هذه فى رتبة volvocales ، وعادة" يوجد زوج منها فى الاجناس ثنائية الاسواط فى قاعدة السوط.

تعمل هذه الفجوات غلى تنظيم المحتوى المائى للخلية ، كما تسيطر على ازالة الفضلات من الخلية .

2- البقعة العينية (stigma) eye spote :- تحتوى معظم الطحالب الخضراء المتحركة على بقعة عينية تقع عند قاعدة السوط ، وهى حاوية على صبغات كاروتينية ذائبة فى القطرات الدهنية ، لذا تبدو بالوان البرتقالى او الاحمر . تساعد هذه البقعة على التوجه الضوئى .

علما"ان هناك نوع اخر من التوجه الضوئى فى مجموعة desmidiaceae (بدون البقعة العينية)، اذ تتحرك على الطين باتجاه الضوء والذى يساعدها على ذلك هو افراز مادة هلامية من خلال ثقوب دقيقة فى جدار الخلية .

-:Classification

1-class:- Prasinophyceae(micromonadophyceae)

يتميز هذا الصف بان الاجناس التابعة له مسوطة ويحاط الجسم الخلوى والاسواط بالحراشف scale التى تتركب من acidic polysaccaride

2-class:- Chlorophyceae

يقسم هذا الصف الى (9) رتب نذكر منها : 1- order: -Volvocales

ان الطحالب التابعة لهذه الرتبة اما وحيدة الخلية او متعددة الخلايا و الخلايا ال الخضرية متحركة بواسطة الاسواط ، وان الطحالب من نوع المستعمرات يكون عدد خلاياها من مضاعفات العدد اثنان . وتتواجد معظمها فى المياه العذبة ،وخاصة" الغنية بالمواد النتروجينية .وهناك عائلتان ضمن هذه الرتبة،وهما: chlamydomonadaceae وتضم الانواع وحيدة الخلية .و vlvocaceae التى تضم الافراد من نوع المستعمرات (coenobia) .

ا.د. نداء جاسم الموسوي

-: Chlamydomonadaceae

تضم هذه العائلة افراد وحيدة الخلية وثنائية الاسواط ، البلاستيدة بشكل H- shape او كأسية cup- shpe وذات جسم نشوى pyrenoid واحد ومثال عليها طحلب *Chlamydomonas* الذى يحتوى على فجوتين متقلصتين ، وبقعة عينية واحدة امامية الموقع .

يتكاثر لاجنسيا"بتكوين الطور palmelloid stage . اما التكاثر الجنسى من نوع isogamy ،اذ تتحد اسوط الامشاج الذكرية والانثوية بسبب افراز مواد هلامية تساعد على الالتصاق . ثم تلتحم الامشاج فى نهاياتها الامامية وتتباعد الاسواط وتصبح حرة ،ثم تبدأ عملية الاتحاد التام بين الامشاج وتكوين البيضة المخصبة zygote الذى يكون رباعي الاسواط ، يسبح فترة وجيزة ثم يستقر الى القاع اذ يكون له جدار سميك مزود بالاشواك .عادة"تكون البيضة المخصبة غنية بالزيوت والنشأ وتبدو بلون احمر .وعند انباتها ينشق الجدار وتتحررالابواغ zoospore ،ويتطو البوغ الى نفس الطحلب الذى نشأ منه .

-: Volvocaceae

ان افراد هذه العائلة بشكل مستعمرات مسطحة flat plate ،ومسوط ،ومن نوع المجتمع coenobial ، عدد الخلايا من مضاعات العدد اثنان ،وان الجنس الاكثر شيوعا" هو طحلب *Volvox* ، ان الوحدة الخلوية فى هذا الجنس هى خلية شبيهه بطحلب *Chlamydomonas* . يكثر هذا الجنس في البرك الدائمية و المؤقتة ذات المياه العذبة .عدد خلاياها حسب الانواع فقد تكون (50-50000) او (2000-6000) .مرتبة فى صف واحد ، تتكون المستعمرة من الخلايا التالية :-

1- Somatic cell : وهى الخلايا الخضرية والاكثرفي هذه المستعمرة

2- Reproductive cell : وهي الاقل عددا" ، ولها القابلية على الانقسام وتعطى المستعمرة البنت Daughter colony ،وتعرف هذه الخلايا gonidia .

3- Daughter colony : وهى المستعمرة الناتجة من الانقسام المتكرر للخلايا التكاثرية ، انفة الذكر .

4- Zygote : وهي الخلايا الناتجة من التكاثر الجنسي (في فصل الصيف)، وهو من النوع البيضي oogamy .اما ان يكون الطحلب وحيد المسكن monoecius او ثنائي المسكن dioecius . تحاط الزيجة بجدار سميك ذو اشواك او غير مشوك ، وتمر الزيجة بطورسبات قبل تكوينها الابواغ .

د. ا. ل
نداء جاسم الموسوي

2-order :-tetrasporales

ان الطحالب التابعة الى هذه الرتبة هى مستعمرات لاخيطية وغير متحركة ولها القابلية على الانقسام والتكلثر ،بعكس الطحالب في رتبتي volvocales & chlorellales . تتكاثر لاجنسيا" بواسطة الابواغ المتحركة او الساكنة ، اما التكاثر الجنسي فبواسطة isogamous وثنائية الاسواط . تعيش في المياه العذبة تضم عائلتين وهما :-

1- tetrasporaceae : cell with pseudocilia

تعيش افراد هذه الرتبة في المياه العذبة ، اما بصورة حرة او ملتصقة ، ومثال عليها طحلب *tetraspora* يكون الجسم الخضري منطاول ، جيلاتينى ،وتترتب الخلايا بشكل الطحلب مجاميع رباعية ، ومنه اشتق اسم اعلاه . تنمو المستعمرة نتيجة انقسام الخلايا الخضرية .

2- palmellaceae : cell without pseudocilia

تكون الطحالب بشكل مستعمرات جيلاتينية ،غير منتظمة ، مثل طحلب *palmella* تتكاثر لاجنسيا" بتكوين ابواغ متحركة .اما التكاثر الجنسي فيحصل بتكوين امشاج متشابهه .

3-order: chlorellales

فى هذه الرتبة تكون الخلايا الخضرية غير متحركة ،اما مفردة او مستعمرات من نوع coenobium .تكثر فى المياه العذبة . التكاثر اللاجنسي بواسطة الابواغ المتحركة او الساكنة ،اما التكاثر الجنسي فيكون اما isogamous or anisogamous or oogamous .

من الامثله / *chlorella – Scenedesmus–Hydrodictyon* .

ا.م.د
نداء جاسم الموسوي

4-order: trebouxiales

تشكل هذه الرتبة ما يعرف بالاشنات (lichen algae group) .علما" انه ليس كل الاشنات مقتصرة على طحالب هذه الرتبة ، فهناك بعض الطحالب الخضر-المزرقة او الصفراء او طحالب تابعة الى ulvophyceae تكون مجتمع الاشنات.(يعرف الطحلب فى تركيبة الاشنة phycobionts بينما يعرف الفطر mycobionts) .

Trebouxia من الاجناس الاكثر شيوعا" فى تكوين الاشنات ، كما وجد هذا الجنس بصورة حرة ايضا" . يتكاثر بواسطة الابواغ الساكنة وفى الظروف الرطبة يكون الابواغ المتحركة . اما التكاثر الجنسي فبواسطة الامشاج المتشابهه او المختلفة ومتحركة بزوج من الاسواط .

5-order: spheropleales

تعيش طحالب هذه الرتبة فى بيئة المياه العذبة والضحلة ، وهى طحالب خيطية غير متفرعة مثل طحلب *spheroplea* وفيه يكون السايتوبلازم مقتصرا"على حزم عرضية ، ويفصل هذه الحزم الفجوات الغازية ، ومتعدد الانوية والبلاستيدات القرصية . التكاثر الخضرى بواسطة تقطيع الخيط fragmentation ، اما التكاثر الجنسي فهو من نوع البيضي oogamous .

اما الجنس *microspora* فيكون تركيب الجدار الخلوى فيه بشكل قطع متراكبة بحيث تبدو بشكل H-shaped وهذا الشكل من الجدار من صفات الطحالب الصفراء .

6- order: Chaetophorales

تضم هذه الرتبة طحالب خيطية ذات تفرع حقيقي من نوع متباين الشعيرات heterotrichy (يتضمن نظامين من الخيوط ، النظام المنبطح prostrate والقائم errect . فى الماضى كانت تصنف ضمن النباتات الراقية بسبب هذا التباين فى الخيوط .تحتوي الخيوط على نواة واحدة مع بلاستيدة جدارية .هى من طحالب المياه العذبة الملتصقة على القاع ، بعضها له تحمل عالي من التلوث لذا يعد مؤشر الى التلوث . من الامثلة *Chaetophora & Draparnaldia* .

7-order: Oedogoniales

تتميز هذه الرتبة بالصفات التالية :

1- شكل الجسم خيطي متفرع او غير متفرع .

2- التكاثر الجنسي من النوع البيضي .

3- تتواجد فى المياه العذبة مثل البرك والمستنقعات ، وتعرف بقطن البرك.

4- الخلايا وحيدة النواة والبلاستيدة شبكية متعددة الاجسام النشوية

5- تنتج هذه الرتبة خلايا تكاثرية متحركة بواسطة خصله من الاسواط (stephanokonts) .

تضم هذه الرتبة عائلة واحدة فقط Oedogoniaceae والتى تضم ثلاثة اجناس كالاتي :-

i. الخيط غير متفرع فالجنس هو ***Oedogonium*** .

ii. الخيط متفرع ويحتوى خلية قاعدية منتفخة bulbous ، فالجنس هو ***Bulbochaete*** .

iii. الخيط متفرع ايضا" وغيرحاوي على الخلية القاعدية المنتفخة، فالجنس هو ***Oedocladium*** .

يعد الجنس ***Oedogonium*** من اكثر الاجناس انتشارا" ، عادة" يلتصق على الصخور او على النباتات ،بواسطة خلية قاعدية hold-fast وهى خلية عديمة اللون وذات شكل متطاول .

التكاثر اللاجنسي :- يتم بواسطة zoospore والتى تنتج من خلايا خضرية خاصة تحتوى على قبعة قمية apical caps ، وتسبح بواسطة (120) سوط ، تلتصق على الوسط الملائم وتتطور الى الطحلب الجديد .

التكاثر الجنسي :- يكون من النوع البيضي ، وقد يحمل الخيط oogonium واحدة او سلسله منها اعتمادا" على الانواع . اما حافظات الجراثيم الذكرية فتكون ادق حجما" وهى خلايا اسطوانية قصيرة تنتج كل واحدة (2-40) من الامشاج المسوطة (30) سوط .

يعتمد التكاثر الجنسي على طبيعة الخيط الذكرى ، فاما macrandrous-1

وفيه تكون حافظات الامشاج antheridia طرفية الموقع او بينية فى الخيط الطحلبى . وعند انتاج sperm فانه ينجذب كيميائيا"الى البويضة فى نفس الخيط لتخصيبها . أى ان الخيط الطحلبي يحمل الاعضاء الجنسية الذكرية والانثوية معا" او تكون الخيوط منفصله (ذكري & انثوي) والخيطان بنفس الحجم .

2 –nannandrous وفيه ينتج الخيط الذكري القزمي dwarf male filament من zoospore خاص ذو حجم وسط بين الجراثيم والابواغ يعرف androspore والتى تنتج فى حافظات androsporangia ، والتى تتواجد على نفس الخيط الطحلبي مع البويضة . ان الخيط الذكري القزمي يلتصق على الخيط الانثوي بالقرب من البويضة او فوقها .

يتطور androspore باحدى الطرق الثلاث اعتمادا"على طبيعة الوسط البيئي.

a) فى البيئة قليلة النترات او الامونيا ، فان androspore ينتج حويصلات cyst وهذه تنتج ابواغ بصورة متتالية حتى زيادة تركيز النترات .

b) فى البيئة عالية تركيز النترات او الامونيا ، فان androspore تنتج خيط ذكري .

c) فى البيئة الحاوية الفرمون الانثوى phermone circein فان androspore ينجذب نحو البويضة الناتجة لهذا الفرمون مما يؤدى الى انقسام البويضة الام الى جزء oogonium وخلية سفلية suffultory cell التي تساعد البوغ على الالتصاق ، ثم يبدأ بالنمو الى خليتين ويعرف بالخويط الذكري القزمي dwarf male filament ، اذ ينمو بمساعدة المواد الكيميائية المفرزة من البويضة . وتتطورالخلية القمية للخويط القزمي الى antheridium والتى تنتج (2) sperm .

تحاط البويضة بغلاف من مادة جيلاتينية كثيفة ، تساعد المشيج الذكرى على الالتصاق اذ بعد ساعة من اطلاقه يتحرك عشوائيا" خلال الجل . ثم ينجح فى تخصيب البويضة وتكوين البيضة المخصبة zygote.

3-class:Ulvophyceae

تتميز اجناس هذا الصف بانها طحالب بحرية كما ان بعضها طحالب مياه عذبة . وأن اغلب الطحالب البحريةتشكل sea-weeds . دورة الحياة من نوع haploid &diploid .

تقسم الى الرتب التالية :-

1-order: Ultrichales

طحالب خيطية غير متفرعة ، وحيدة النواة ، مع بلاستيدة جدارية او حزامية متعددة الاجسام النشوية . يكثر فى المياه العذبة الجارية بصورة حرة او ملتصق بواسطة الخلية القاعدية hold-fast على الصخور او التربة الرطبة ، بعض اجناس طحلب *Ulothrix* تتحور هذه الخلية الى حافظة ابواغ او جراثيم ، قد تكون الابواغ من نوع zoospore او aplanospore .

2-order:Ulvales

طحالب ثالوسية ذات سمك خلية واحدة او خليتين ، وحيدة النواة مع بلاستيدة جدارية او كأسية فى انواع اخرى مثل (sea-lettus) *Ulva* ، تكون دورة الحياة فيهمن نوع diplohaplоid (isomorphic) أذ ينتج طور gametophyte أمشاج ذكرية وانثوية ثنائية الاسواط ، بعد اتحادها وتكوين Zygot(2N) .وعند انباتها تعطي طور sporophyte الذي يتكاثر بتكوين الابواغ السبحة (رباعية الاسواط) المختزلة وتنمو الى طور الكميتوفايت .

3-order:Cladophorales

تتميز الافراد فيه الى طحالب خيطية متفرعة ، متعددة الانوية ، ذات بلاستيدة شبكية او جدارية متعددة الاجسام النشوية . تعيش معظمها فى بيئة المياه العذبة من العوائل فى هذه الرتبة cladophoraceae وأهم الاجناس *pithophora* & *cladophora* . دورة الحياة من نوع diplohaplоid بنوعيها :-

النوع الاول:- تبادا اجيال متماثلة isomorphic كما فى الاجناس *pithophora* و *cladophora* .

أ.د. نداء جاسم الموسوي

النوع الثانى :- heteromorphic كما فى *spongomorpha* . اذ يتبادل طحلب خيطى حر المعيشة مع اخر وحيد الخلية ويعيش داخليا"مع طحلب احمر ، تكون دورة الحياة كالاتى :-

يتكاثر الطور الخيطى جنسيا" بواسطة الامشاج المسوطة ، وعند اتحادها تتكون الزيجة (2n) والتى تسبح فترة وجيزة ثم تستقر على احد الطحالب الحمراء (المضيفة) وتمد انبوبا"جرثوميا" داخل انسجة الطحلب المضيف ثم يكون الطور وحيد الخلية (2n) والذي يتكاثر لاجنسيا" بواسطة الابواغ السابحة (اذ يحصل انقسام اختزالي عند تكوينها) وعند انبات هذه الابواغ تعطي الطور الخيطي (1n) .

أ.م.د
نداء جاسم الموسوي

4-order:-dasycladales

طحالب بحرية المعيشة وتفضل المناطق الاستوائية ، تكون الطحالب بشكل محور قائم متفرع بكثافة ومحاط بمادة الكلس . تتكاثر جنسيا" بواسطة الامشاج التى تنتج فى حوافظ خاصة . اغلب افرادها منقرضة .

5-order:-caulerpales

طحالب بحرية المعيشة ، وتكون بشكل مدمج خلوى ومحور قائم متفرع بكثافة ومحاط بمادة كاربونات الكالسيوم . ان وجود مادة كاربونات الكالسيوم لاعطاء الطحلب القوة والدعم والاسناد ، وكذلك تشابك الفروع لزيادة المتانة ومقاومة التيارات المائية العالية . من الامثلة طحلب ***Bryopsis & Codium*** .

6-order:-siphonocladales

طحالب بحرية المعيشة وتفضل المناطق الاستوائية ، متعددة الانوية ، وبلاستيدات شبكية الشكل ، معظمها غنية بصبغة siphonoxanthin ، التكاثر الجنسي بواسطة الامشاج المتشابهة ، من الاجناس ***Siphonocladus*** .

الصفات الوراثية المرتبطة بالجنس

1) انشقاق الاذن <
2) غير مرغوبة
3) نقص البروتين
4) الرئة المتوقفة
5) عمى الألوان = طبيعي
6) دودة الماء
Raphanus

4-class:-Charophyceae

يشغل هذا الصف موقعا" وسطا" بين قسم الطحالب الخضراء والنباتات الحزازية bryophyta ، حيث تكون الامشاج الذكرية antheridia اكثر تطورا"فى الشكل والتركيب ، اذ تكون بشكل لولبي وثنائية الاسواط وجانبية الموقع او تحت قمية وهى قريبة الشبه بالحزازيات والنباتات الوعائية ... وكذلك ينمو zygote الى فرع قصير يعرف ب proyonema ، وهذا بدوره ينمو الى الطحلب الجديد ... معظمها طحالب مياه عذبة ...

الطحالب وحيدة الخلية فى هذا الصف تعيش فى بيئة المياه العذبة وتكون ثنائية الاسواط ، تتصل هذه الاسواط بواسطة زوج من الجذور من الانيبيبات الدقيقة ...كما تحتوى على بلاستيدة مفردة ذات جسم نشوى واحد ... وجود البقعة العينية... تحاط الخلية بغطاء مكون من ثلاث طبقات من الحراشف scale

أ.م.د
نداء جاسم الموسوي

1-order:-zygnematales

التكاثر الجنسي من نوع الاقترانcojugation بواسطة الامشاج المتماثلة isogamous غير المسوطة ، يتم اتحاد الكميتات داخل انبوب الاقتران او خارج الام فى الوسط ثم يتم اتحادها ، ثم تكوين البيضة المخصبة التي تبقى فترة سكون قبل انباتها ...دورة الحياة من نوع haploid ...تضم هذه الرتبة انواع وحيدة الخلية واخرى خيطية غير متفرعة مع عدم وجود holdfasts ...لا تحتوي خلايا مسوطة ...تمتاز بعضها بالحركة التزحلقية عن طريق افراز مادة هلامية ...تمتاز بتعقد البلاستيدات وهى :-

1-الشكل الحلزونى او الشريطي الملتف spirally twisted كما فى *Spirogyra*

2-الشكل النجمي stellate كما فى *Zygnema* .

3- الشكل الصفائحى او المحوري axial plate الممتد على طول الخلية كما فى *Mougeotia* .

تضم هذه الرتبة ثلاث عوائل وهي :-

٢٩

1-zygnemataceae

الطحالب خيطية غير متفرعه ، والخلايا اسطوانية الشكل ، عدم وجود الثقوب في الجدار الخلوى .

أ.م.د. نداء جاسم الموسوي

2-Mesotaeniaceae

الطحالب وحيدة الخلية ، ولا تكون شبه انصاف خلايا عند انقسامها ، عدم وجود الثقوب فى الجدار الخلوى .

3-Desmidiaceae

الطحالب وحيدة الخلية ، تكون شبه انصاف خلايا semi cell عند انقسامها ، وجود الثقوب فى الجدار الخلوى .ان مصطلح dismid هو كلمة اغريقية تعني desmos بمعنى الرابط بسبب احتوائها على انصاف خلايا ..تحتوي الخلايا على نواة مركزية فى منطقة الالتحام وكل خلية تحتوي بلاستيدتين ، واحدة فى كل نصف شبه خلية وذات جسم نشوي واحد او اكثر ..

-: Zygnemataceae

ان طحالب هذه العائلة واسعة الانتشار فى العالم ولكنها نادرة الوجود فى المناطق الاستوائية ، تعيش اغلبها فى البحيرات ومصبات الانهار أما بشكل طاف او ملتصق . من الاجناس التابعة لها ***Spirogyra & Mougeotia*** .

تمتاز بالتكاثر الجنسي من نوع الاقتران :-الذى يقسم الى

1-الاقتران السلمي scalariform conjugation .

يحصل هذا الاقتران نتيجة اقتراب خيطان من نفس النوع اذ يمد الخيطان او الخلايا المتزاوجة من الخيطين المقترنين، حليمات papilae باتجاه الخلية الاخرى من الخيط المقابل ، حيث يرافق تكوين الحليمات افراز مواد هلامية تغمر الخيطان المتزاوجان .ثم تستطيل الحليمات الى ان تندمج وتكون جسر الاقتران ومن ثم تنتقل الامشاج الذكرية وتلتقى بالامشاج الانثوية داخل الخلية الام فى الخيط المقابل وتكون البيضة المخصبة ، التي تحاط بجدار سميك مكون من ثلاث طبقات ..كما ان بعض الاجناس مثل ***Zygnema*** يتم فيه انتقال الامشاج الذكرية والانثوية كل باتجاه الخلية الاخرى عبر انبوب

الاقتران وتلتقى في المركزوتكوين الزيجة .أى ان الفرق بين Spirogyraو Zygnema فى الموقع الذى تتحد فيه الامشاج ، يعرف فى الاول anisogamy وفى الثاني isogamy .

ا.م.د نداء جاسم الموسوي

2-الاقتران الجانبي lateral conjugation .

يحصل هذا الاقتران في خلايا الخيط الواحد ، اذ يتكون انبوب الاقتران بين الخلايا المتزاوجه المجاوره للخيط ذاته لذا يطلق على هذا الخيط بانه احادى المسكن . حيث تذوب الجدران الداخلية بين الخلايا اذ تسلك الخلية العلوية upper cell المشيج الذكري بينما تمثل الخلية السفلية lower cell المشيج الانثوي المستقبل للمشيج الذكري ، ومن ثم تكوين الزيجة . يطلق على هذا النوع من الاقتران chain conjugation .

أنبات الاقحة :-

تنقسم نواة الزيجة اختزاليا"الى اربع انوية ، وان نواة واحدة فقط هى الفعالة والتي تتطور الى الطحلب الجديد haploid ، بينما تنحل الانوية الثلاث الباقية..

- :Desmidiaceae & Mesotaeniaceae

هناك بعض الصفات التي تختلف فيها هاتين العائلتين منها ..

1-وجود تخصر حقيقي sinus فى عائلة Desmidiaceaeوخط التحام isthmus الذى يقسم الخلية الى اشباه انصاف خلايا متماثلة .

2-وجود pore فى الجدار الخلوي .

3-يتكون الجدار الخلوي من (2-3) طبقات فى Desmidiaceae، بينما عدم وجود الثقوب فى الجدار الخلوي و عدم وجود التخصر فى عائلة Mesotaeniaceae ،ويتكون الجدار الخلوي من طبقة واحدة فقط ..

4-التكاثر الجنسي من نوع الاقتران نادر الحدوث فى عائلة Desmidiaceae فى حين يحصل بكثرة فى عائلة Mesotaeniaceae ..

ان التكاثر الجنسي نادر الحدوث فى عائلى Desmidiaceae وان حصل فتكون بطريقة isogamous حيث يتكون انبوب الاقتران بين الخلايا المتزاوجة فى منطقة الالتحام isthmus .وتتم العملية كالاتي :-

تتقارب سلالتين احدهما تمثل المشيج الذكري والاخرى المشيج الانثوي ، وعند اقترابهما تصبح احدى السلالتين غير متحركة بينما تتحرك السلالة الثانية باتجاه الاخرى وتنغمر فى مادة هلامية ويتم اتحاد الامشاج فى منطقة الالتحام وتكوين الزيجة ..وعند انبات اللاقحة يحصل انقسام اختزالي للانوية يليه انقسام السايتوبلازم الى قسمين كل منهما يحتوي نواة واحدة من نوع haploid ثم ينحل الغلاف الخارجي ويتطور كل بروتوبلاست الى طحلب جديد

م.د. نداء جاسم الموسوي

3-order:-Charales

تتميزاجسام الطحالب فى هذه الرتبة الى اشباه الجذور rhizoid تساعد الطحلب على التثبيت ، وجزء قائم ذو عقد node وسلاميات internode ، تبرز من العقدة نوعان من التفرعات

أ- تفرعات محدودة النمو :وهى تفرعات قصيرة وجانبية ، قد تتكون من خلية واحدة او اكثر حسب الانواع وتعرف هذه التفرعات branchlete ويكون عددها خمسة فى طحلب *Chara* وعشرة فى طحلب *Nitella* .

ب- تفرعات غير محدودة النمو :وهى شبيهه بالمحور الرئيسي للطحلب ، وتعرف بالتفرعات المحورية axillary branch .

يحدث النمو بواسطة خلية قمية كبيرة تقع فى قمة المحور ..تمتاز الخلايا فى طحالب هذه الرتبة بانها وحيدة النواة ، ومتعددة البلاستيدات القرصية ..تعتبر طحالب macroscopically ، فقد يصل طول طحلب Chara الى 30 سم ، فى حين يكون طول طحلب Nitella اصغر وقد يكون مجهري ..

تعيش اغلب طحالب هذه الرتبة فى المياه العذبة الضحلة او البرك او البحيرات ، يفضل طحلب Nitella المياه الباردة لذا تكثر فى فصل الشتاء، وفى عمق اكثر من متر ..

معظم الانواع لها القابلية على ترسيب كاربونات الكالسيوم او المغنيسيوم على الجدار الخارجي ويعرف marl ،لذا يطلق عليها الاسم الشائع stone warts
ـتشمل هذه الرتبة (6) اجناس موزعة فى (90) نوع وان اكثر هذه الاجناس هى : *Chara &Nitella* ،يتميز الجنسان برائحة غير مرغوبة تشبه رائحة البصل بسبب مركبات الكبريت فيها .

التكاثر :-

1- التكاثر اللاجنسي : ان الطحالب فى هذه الرتبة لا تكون zoospore ، ولكن تكون اعضاء تكاثرية خاصة .

أ- amylum star : وهى مجموعة من الخلايا نجمية الشكل تنشأ من العقد السفلية او الطرفية ، وتكون غنية بالنشأ .

أ.م.د نداء جاسم الموسوي

ت- Bulbilsf : وهى خلايا تنشأ من اشباه الجذور rhizoids .

ث- Protonema : وهى عبارة عن النمو الذاتي ينشأمن العقد .

2- التكاثر الجنسي : وهو من اكثر الطرائق انتشارا" في معظم الطحالب الكارية ،اذ يحمل الطحلب اعضاء تكاثرية انثوية تعرف nucules والتي تحمل على الافرع الجانبية محدودة النمو ،وتتميز باللون الاخضر ثم تتحول الى اللون الاسود بعد التخصيب وتكوين الزيجة ، وهى كمثرية الشكل ومحاطة بخلايا عقيمة ملتفه حلزونيا"على العضو الانثوي وتنتهي في الاعلى بما يعرف بالتاج corona ويكون عدد خلايا التاج (5) في Chara بينما (10) في Nitella .

اما الاعضاء التكاثرية الذكرية فتعرف globule وهى كروية الشكل ومحاطة بخلايا عقيمة ايضا" ،تظهر بلون برتقالى الى الاحمر وترى بالعين المجردة. معظم الانواع في جنس Chara وحيدة المسكن وبعضها ثنائي المسكن .ففى الانواع الوحيدة المسكن فان الاعضاء التكاثرية الانثوية تحمل الى الاعلى من العضو التكاثري الذكري ،والعكس صحيح في طحلب Nitella .

التخصيب:-

بعد تحرر sperms خلال النهار فانها تسبح بواسطة زوج من الاسواط حتى المساء ،اما الاعضاء التكاثرية الانثوية فيحصل ان تنفصل خلايا التاج وتعمل

فتحة لتسمح بدخول السابحات الذكرية وتخصيب البويضة ، ومن ثم تكوين الزيجة التي تحاط بجدار سميك وتسقط من الطحلب الام وتستقر في القاع وتنمو الى جزء protonema stage وبعد فترة اسبوع او شهر حسب الانواع ، يتطور هذا الجزء الى لطحلب الجديد ، اذ يحدث انقسام اختزالي للزيجة وبالتالي تنتج ثالوس وحيد العدد االكروموسومي .

أ.م.د
نداء جاسم الموسوي

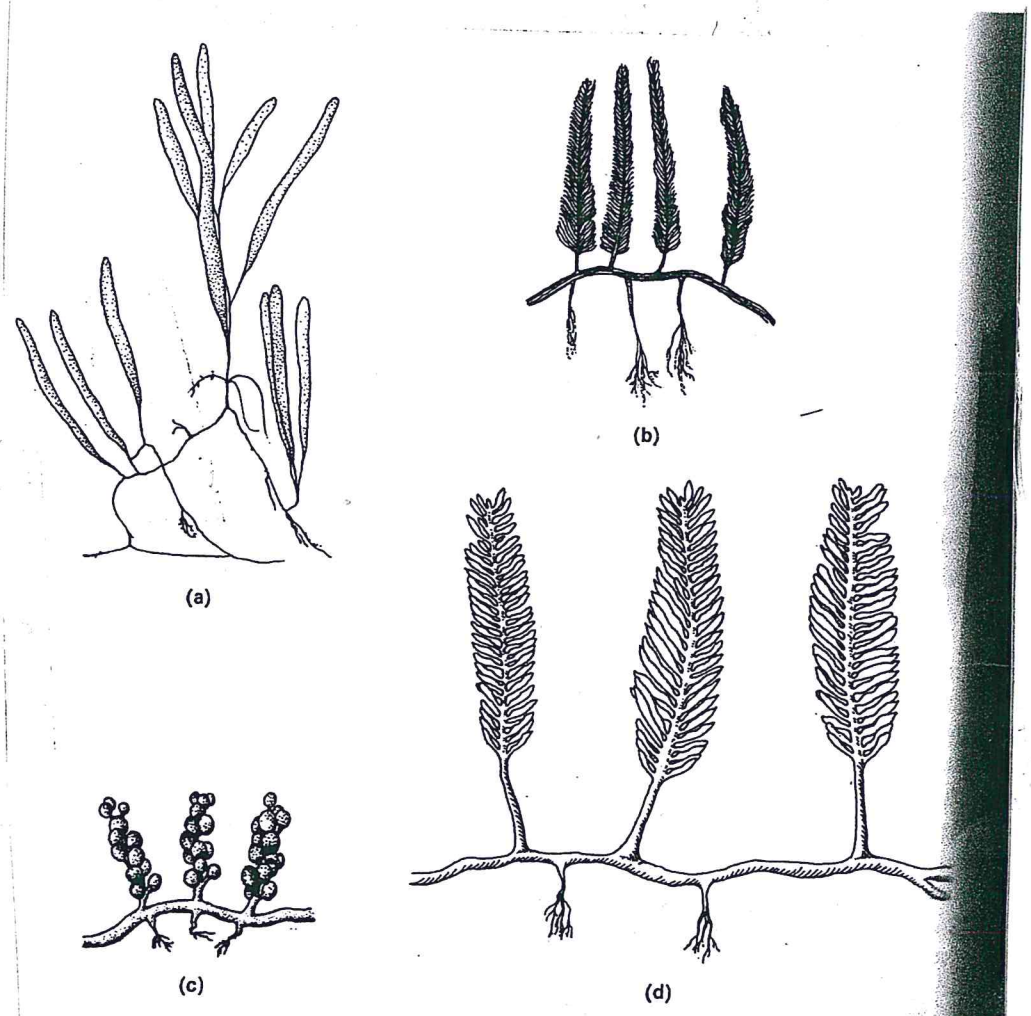
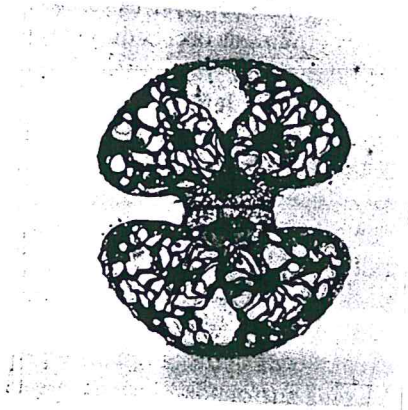


Fig. 3.133 *Caulerpa*. (*a*) *C. prolifera* (Forssk.) Lamour. (*b*) *C. sertularioides* (Gmelin) Howe. (*c*) *C. racemosa* (Forssk.) J. Ag. (*d*) *C. floridana* Taylor. (*a*), (b) × 0.2; (*c*) × 0.8; (*d*) × 0.43.



Cosmarium

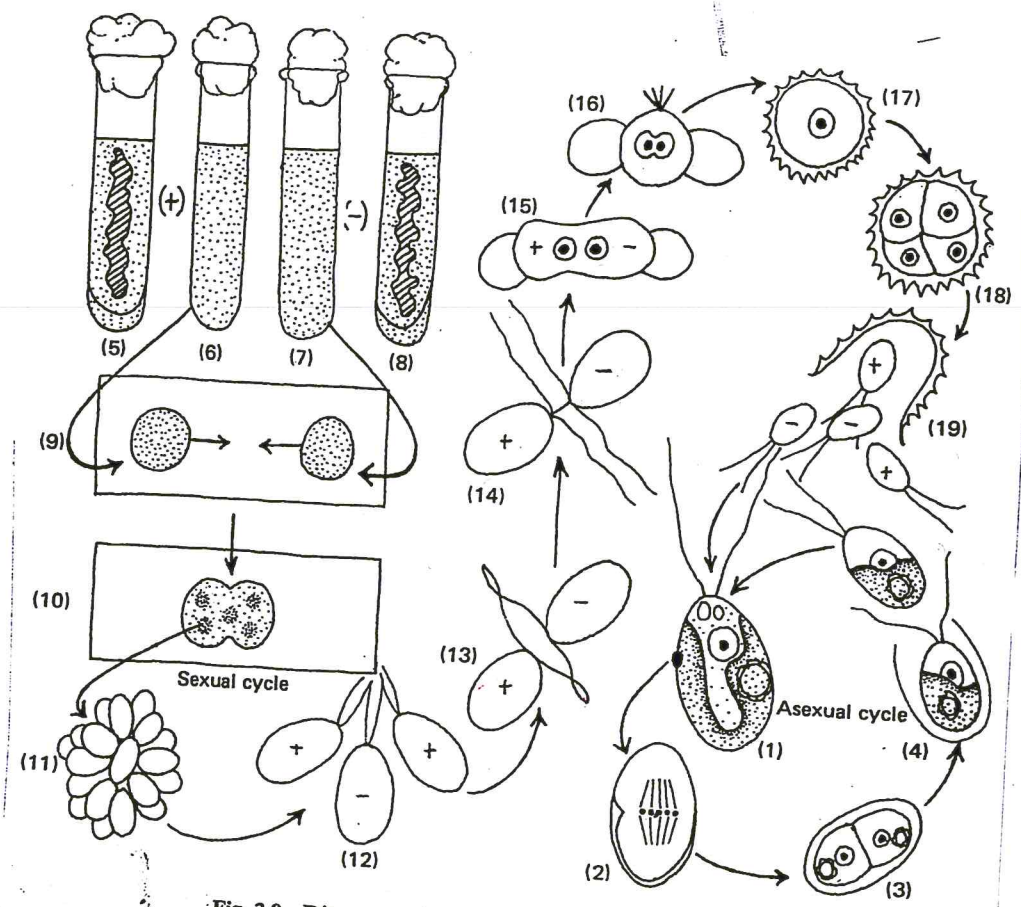


Fig. 3.9 Diagrammatic summary of asexual and sexual reproduction in *Chlamydomonas moewusii*. (1–4) Asexual cycle. (1) Vegetative cell. (2) Mitosis and incipient cytokinesis. (3) Two young vegetative cells within parent cell. (4) Emergence of young vegetative cells from parental wall. (5–19) Sexual cycle. (5, 8) Sexually compatible strains (+ and −) growing separately in the palmelloid state on agar slants. (6, 7) Suspensions of + and − cells in distilled water on low-nitrogen culture medium. (9) The same in drops on a 3 × 1 in. glass slide. Note homogeneous dispersal of maturing gametes. (10) Confluence of + and − droplets. Note agglutination into clusters or clumps. (11) Single cluster. (12) Portion of cluster showing flagellar cohesion. (13) Early pairing. Note cohesion of flagellar tips. (14) Pair in which connecting strand has just been established, the flagella no longer cohesive. (15) Plasmogamy. (16) Karyogamy. (17) Mature zygote. (18, 19) Germination of the zygote and release of meiotic products (meiospores).

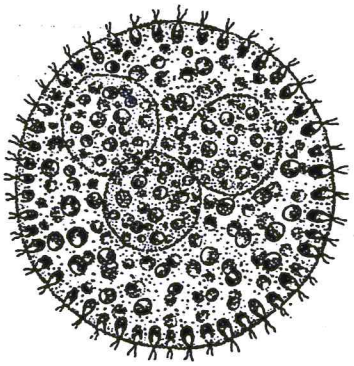


Fig. 10.26. A coenobium of *Volvox* bearing three daughter coenobia (as seen under ordinary microscope).

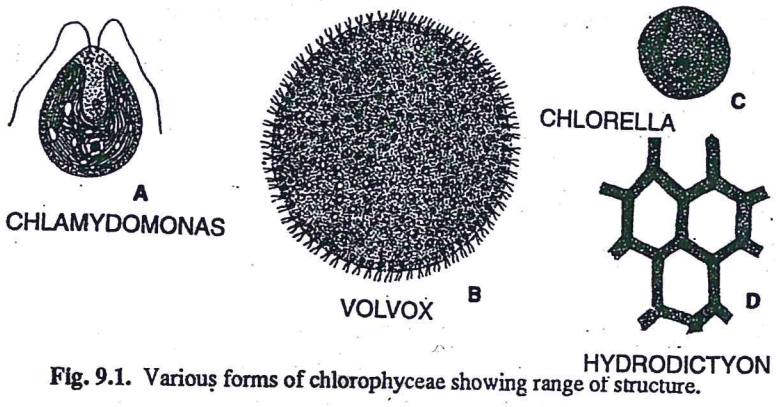


Fig. 9.1. Various forms of chlorophyceae showing range of structure.

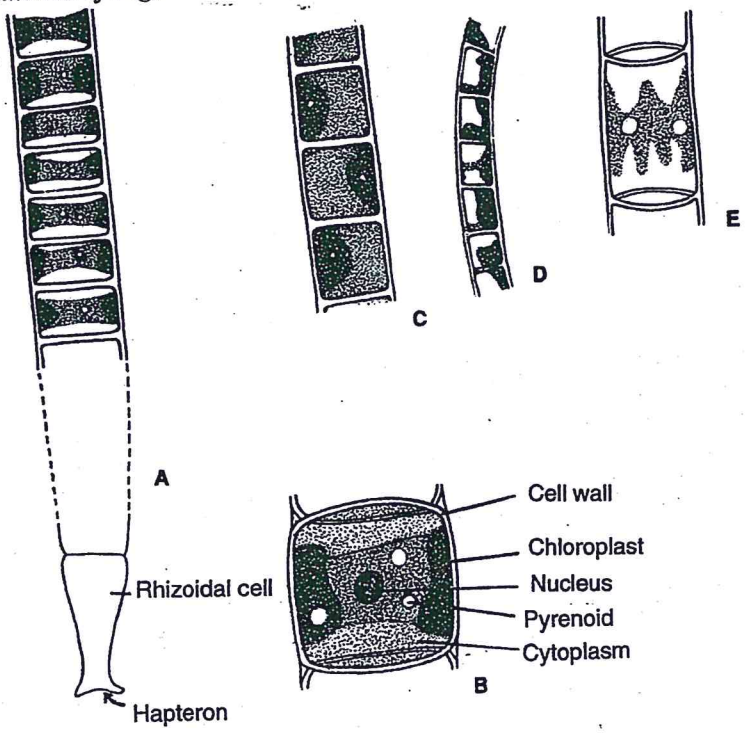


Fig. 12.1. *Ulothrix* spp. A–*U. zonata*–a portion of the filament (also see Fig. 12.3A), B–detailed structure of the cell of the same, C–*U. aequalis*, D–*U. tenerrima* and E–*U. fimbriata* (various shapes of chloroplasts).

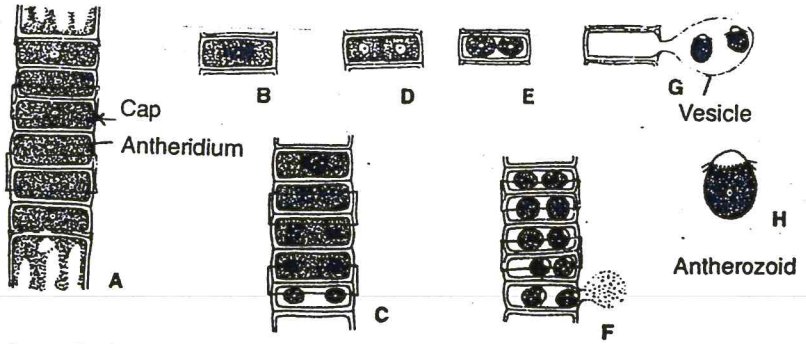


Fig. 15.8. Stages in the development of antheridia and liberation of antherozoids in *Oedogonium*. A–developing young antheridia, B to D–different stages in the development of antherozoids in antheridia, F,G–liberation of antherozoids and H–a single antherozoid.

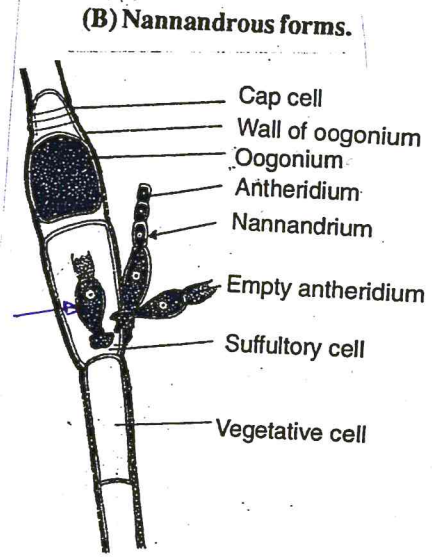


Fig. 15.9. *Oedogonium*. A portion of filament with 3 dwarf males on the surface of suffultory cell. Oogonium is also seen.

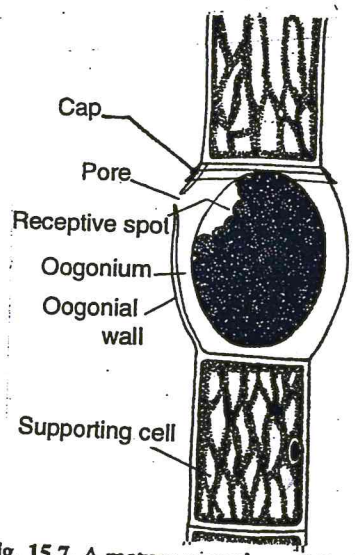


Fig. 15.7. A mature oogonium of *Oedogonium*. Ovum contains abundant food material.

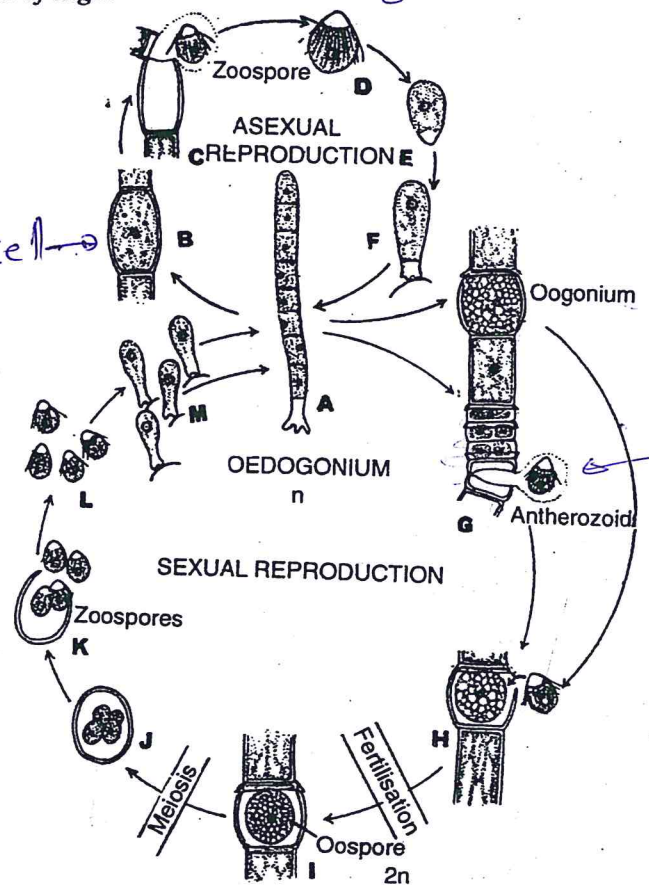


Fig. 15.12. Life cycle of homothallic macrandrous species of *Oedogonium*.

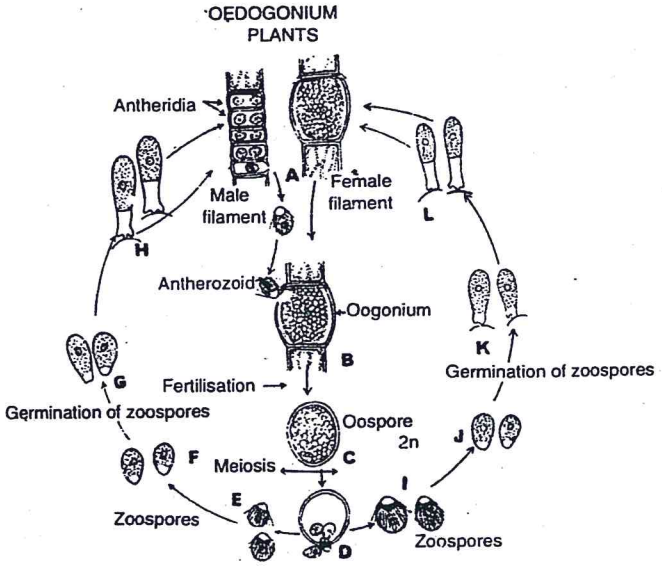


Fig. 15.13. Life cycle of heterothallic macrandrous species of *Oedogonium*.

(49)

androsporangia

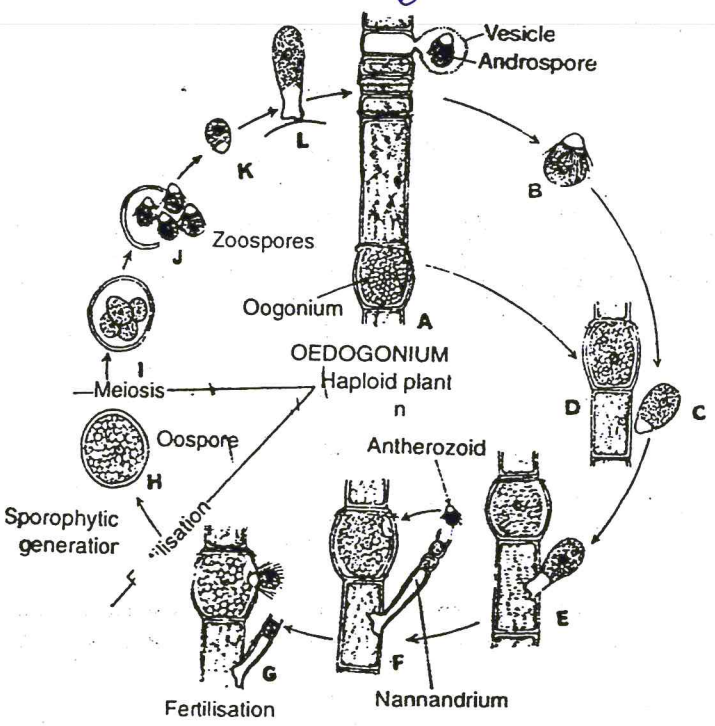


Fig. 15.14. Life cycle of nannandrous species of *Oedogonium*.

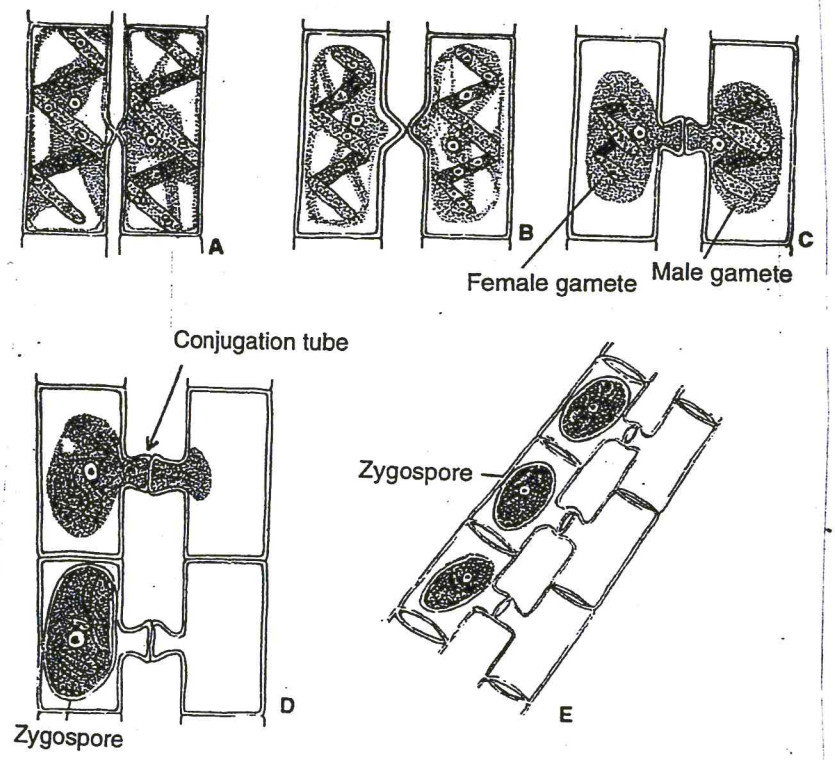


Fig. 16.3. Stages in the scalariform conjugation in *Spirogyra*.

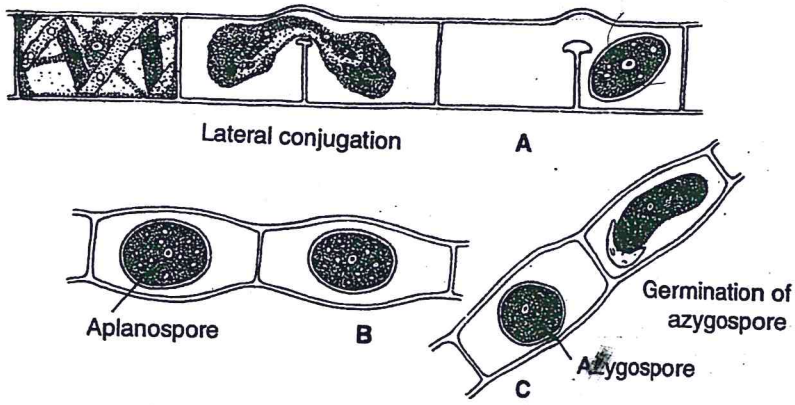
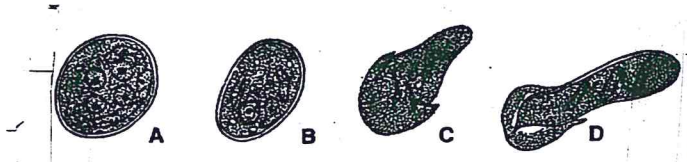


Fig. 16.4. Indirect lateral conjugation in *Spirogyra* (A), B–Aplanospore and C–azygospore and its germination.

Indirect lateral conjugation.



أ.د. ل
نداء جاسم الموسوي

Fig. 16.5. Germination of zygospore (different stages).

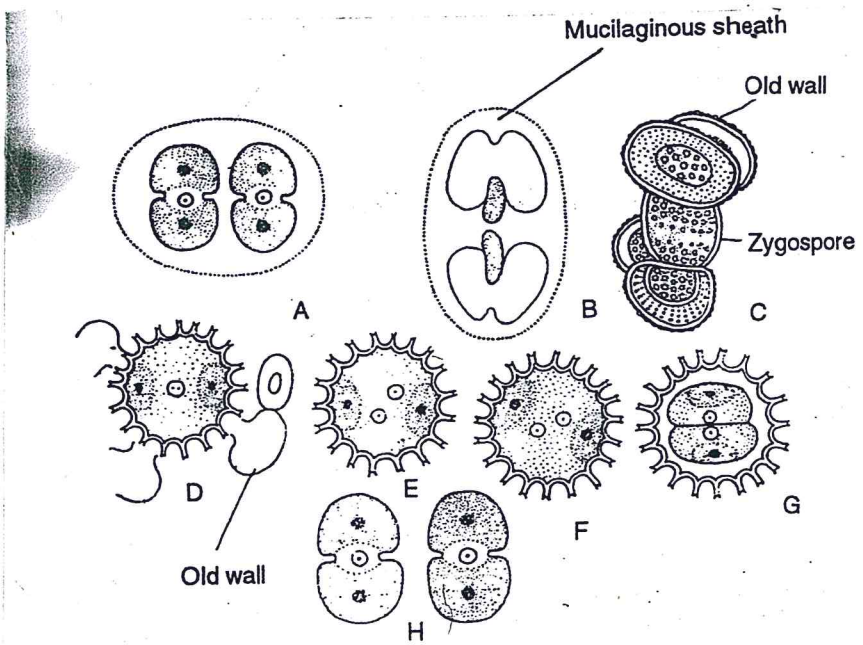


Fig. 16.12. *Cosmarium* sp. A to D–various stages of sexual reproduction by conjugation and E to H–germation of zygospore.

Systematic Position

Class—Chlorophyceae
Order—Chaetophorales
Family—Chaetophoraceae
Genus—*Draparnaldiopsis*

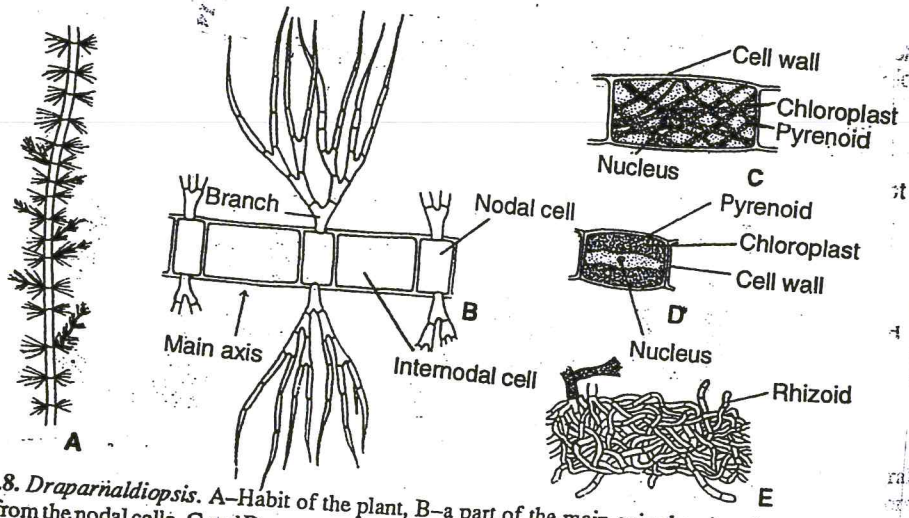


Fig. 14.8. *Draparnaldiopsis.* A–Habit of the plant, B–a part of the main axis showing short laterals arising from the nodal cells, C and D–structural details of cells (C–cell of main axis and D–cell of lateral branch), and E–a part of the main axis ensheathed by cortical investment.

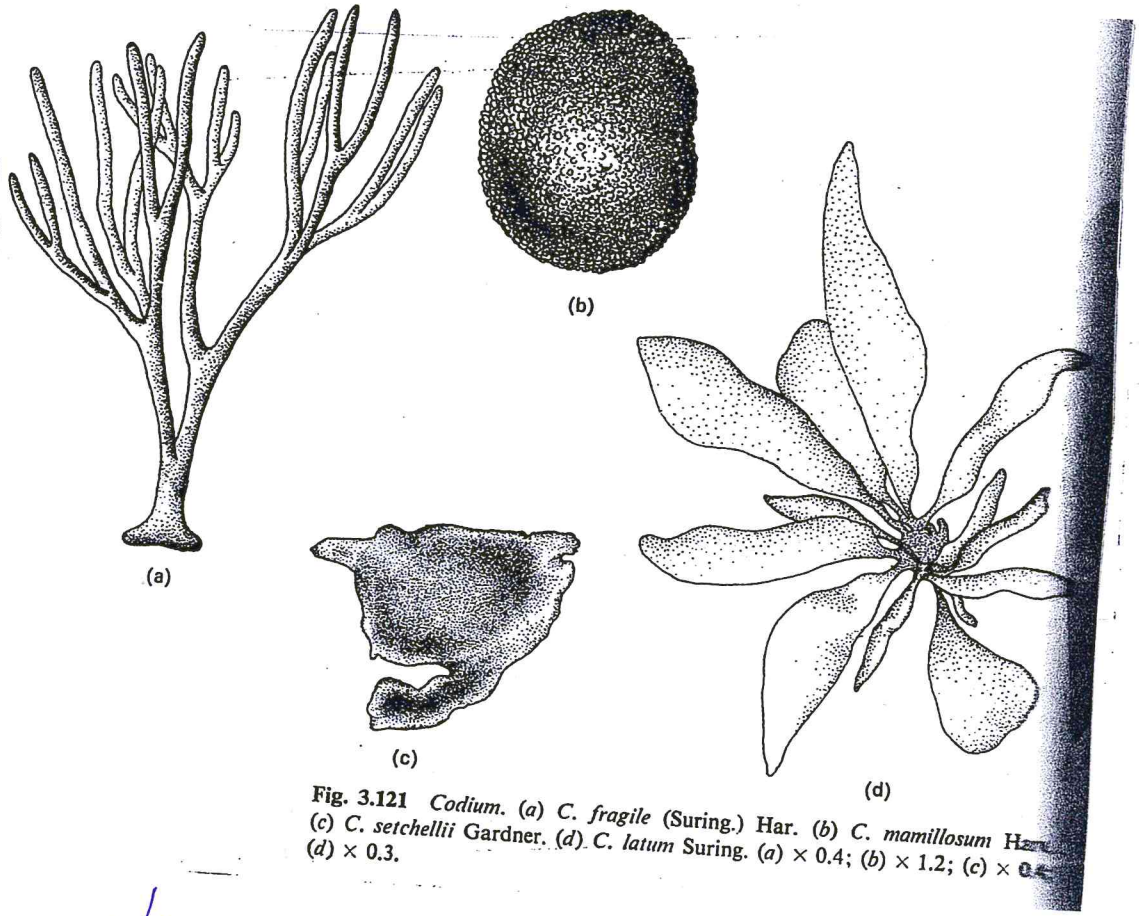


Fig. 3.121 *Codium.* (*a*) *C. fragile* (Suring.) Har. (*b*) *C. mamillosum* Ha... (*c*) *C. setchellii* Gardner. (*d*) *C. latum* Suring. (*a*) × 0.4; (*b*) × 1.2; (*c*) × 0.4; (*d*) × 0.3.

1g/L = 1000 PPM

Fig. 3.135 *Bryopsis maxima* Okam. Portion of plant showing arrangement of pinnae. × 0.5.

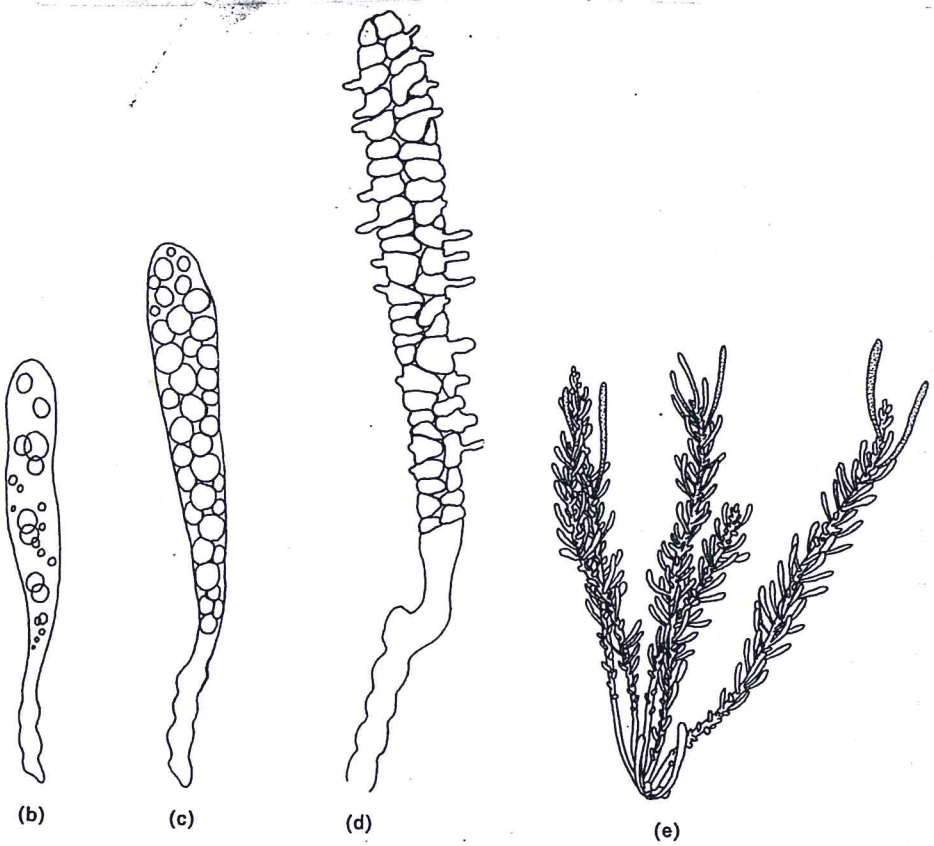


Fig. 3.147 *Siphonocladus tropicus* (Crouan) J. Ag. (*a*)–(*d*) Pattern of segregative cell division and exogenous development of the primary vesicle. (*e*) Later stage of development. (*a*)–(*d*) × 8; (*e*) × 1.7. (After Egerod.)

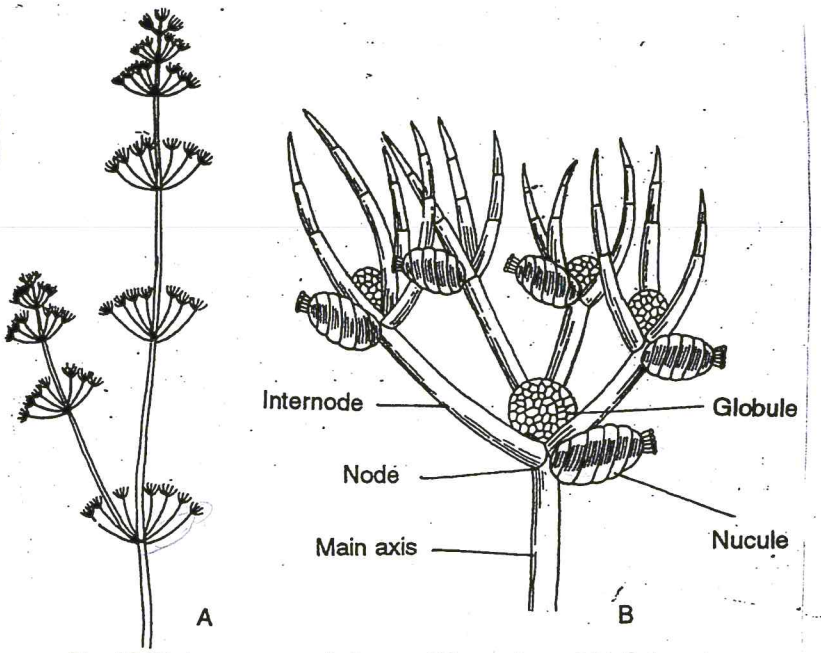


Fig. 17.15. A–upper part of plant and B-an enlarged fertile branch.

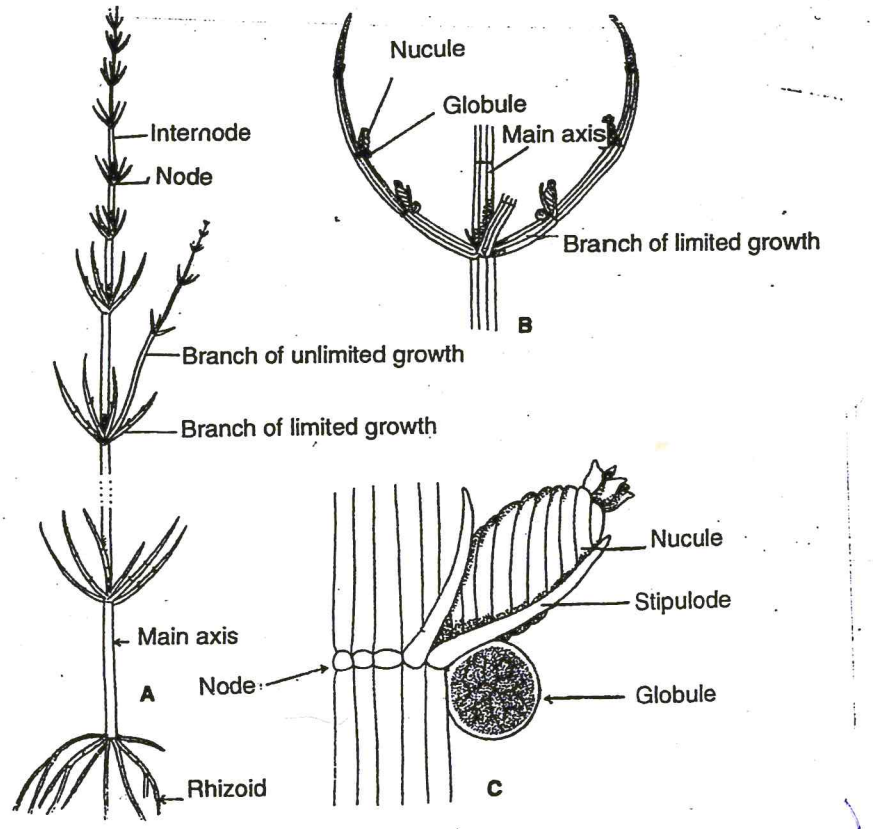


Fig. 17.1 . *Chara*. A–habit of the plant, B-branches of limited growth arising from the node of main axis and C–a magnified view of a node showing nucule, globule and stipulodes.

54

أ.د. نداء حامد الموسوي

قسم الطحالب الصفراء Xanthophyta

Class:-Xanthophyceae

الصفات العامة في هذا القسم :

١- Pigmentation تتميز البلاستيدات باللون الاصفر المخضر ، وذات شكل قرصي ومتعددة .واهم الصبغات هى كلوروفيل a&e (وجد كلوروفيل e فقط في جنسي *Tribonema & Vaucheria*)بالاضافة الى صبغات الكاروتين و الزانثوفيل.

٢- Reserve food material تخزن المواد بشكل دهون او زيوت .

٣- Flagellation في الخلايا المسوطة تتحرك بواسطة سوطين غير متماثلة وفي مقدمة الخلية ، وعادة"السوط القصير من نوع acronematic اما السوط الطويل من نوع pantonematic .

٤- Body shaped تكون الطحالب بشكل خلايا مفردة أو مستعمرات أو خيوط أوانبوبية الشكل ،

٥- Reproduction أن انقسام الخلايا من طرق التكاثر الشائعة في هذه المجموعة ، أما التكاثر اللاجنسي فيتم بانتاج ابواغ مختلفة : zoospore للانواع المائية ، بينما الانواع الارضية فانها تنتج ابواغ من نوع aplanospore ، في حين تنتج akinate في الظروف غير الملائمه . أما التكاثر الجنسي فانة شائع في انواع قليلة من هذه المجموعة ويكون بواسطة امشاج متشابهة isogamous كما في طحلب *Tribonema* أو بيضي oogamous كما في طحلب *Vaucheria* .

التواجد البيئي :-

تفضل بيئة المياه العذبة ولكن البعض قد وجد في المياه المويلحة brakish water ، وتكون الانواع حرة المعيشة أو ملتصقة على النباتات المائية epiphytic algae ، كما لوحظ بعض الانواع هوائية المعيشة aerial اذ تتواجد على جذوع الاشجار الرطبه في الغابات او ملتصقة على الطين على الشواطئ النهريه .

55

التصنيف Classifigation :-

لقد بقيت الطحالب الصفراء مع الطحالب الخضراء فترة طويلة من الزمن بسبب التشابه مثل

أ- وجود كلوروفيل a في كلاهما .
ب- الانواع المسوطة تتحرك بواسطة زوج من الاسواط،
ت- بعضها يتكاثر جنسيا" من نوع oogamy .

الا انه وجد بعض الصفات التشخيصية المختلفة عن الطحالب الخضراء ما ادى الى فصلهما عن بعض :

أ-وجود صبغة كلوروفيل e .

ب-المادة الغذائية المخزونه هى زيوت .

أ.م.د
نداء جاسم الموسوي

ت- زوج الاسواط غير متماثلة في الطول والتركيب .

يضم هذا الصف عدد من الرتب نذكر منها :-

١- Tribonematales

ان شكل الجسم في هذه الرتبة هى خيطيه متفرعه او غير متفرعه ،مثل جنس *Tribonema* الذي يتميز الى خلايا كبيرة برميلية الشكل ، وكل خلية وحيدة النواة ومتعددة البلاشتيدات القرصية ، يتكون جدار الجسم من قطعتين متراكبة لذا يظهر بشكل حرف H عند حدوث قطع فيه ،كما تتميز الخلايا بوجود فجوة مركزية .

٢- Vaucheriales .

ان شكل الجسم في هذه الرتبة بشكل مدمج خلوى coenocytic ،اذ يتثبت الى الوسط بواسطة اشباه جذور rhizoid التي تتميز بعدم تلونها . تضم هذه الرتبة عائلة Vaucheriaceae والجنس *Vaucheria* .

التكاثر :-

أ-التكاثر الخضري :-

يحصل عن طريق تقطع الجسم الى قطع صغيرة fragment ، وكل قطعة لها القابلية على النمو والتطور الى طحلب جديد .

ب- التكاثر اللاجنسي :-

وهو من الطرق الشائعة في هذا الجنس اذ ينتج ابواغ متحركة للانواع المائية وابواغ غير متحركة للانواع الارضية وابواغ الساكنة في الظروف غير الملائمة .

ج- التكاثر الجنسي :-

كل الانواع في هذا الجنس لها القدرة على التكاثر الجنسي من النوع البيضي قد تكون بعض الانواع وحيدة المسكن monoecious والبعض الاخر ثنائية المسكن dioecious .

ففي التكاثر الجنسي تتكون حواجز عرضية عند تكوين الاعضاء التكاثرية الجنسية (antheridia & oogonium) وعادة" يكونان متجاورين على الجسم الطحلبي . ، قد يكونان جالسين sessile او محمولين على فروع قصيرة جانبية .

تكون الامشاج الجنسية الذكرية بشكل انابيب مجوفة وملتفة ، اما الامشاج الانثوية فتكون كمثرية الشكل وغنية بالزيوت والبلاستيدات وتتكون بالقرب من العضو الذكري . ويتم الاخصاب fertilization بعد حصول فتحة في الكيس البيضي والفراز مادة هلامية لتساعد على دخول الامشاج الذكرية وتكوين اللاقحة التي تحاط بجدار سميك ثم تتحول الى بوغ بيضي ساكن وعند النضج تنبت البيضة المخصبة الى طحلب جديد .

يتشلبه جنس *Vaucheria* مع الفطريات fungi ببعض الصفات :-

أ-الجسم مدمج خلوي .

ب- ميكانيكية تكوين الاعضاء التكاثرية الجنسية .

ج- تتشابه الاسواط في الامشاج الذكرية في كلاهما .

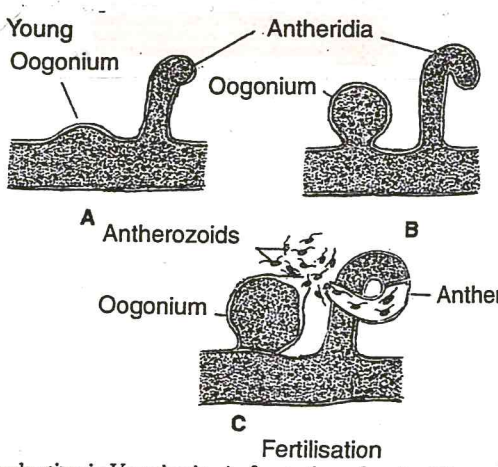


Fig. 19.6. Sexual reproduction in *Vaucheria*. A–formation of antheridium and oogonium, B–maturing antheridium and oogonium and C–liberation of antherozoids fertilization.

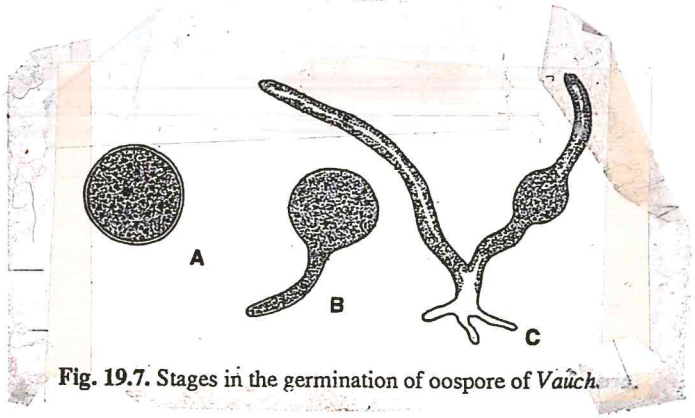


Fig. 19.7. Stages in the germination of oospore of *Vauch*.

عدد الأسواط	الشكل	التركيب
X		chrysophyceae
1	pants	Bacillariophyceae & chrysophyceae
2	=	Synura
	X	ochromona
	X	= Haptophyceae

acrom.

58

قسم الطحالب الذهبية Chrysophyta :-

(1) (2) (3)

Classes:-Chrysophyceae Haptophyceae Bacillariophyceae

أهم الصفات في هذا القسم.

١- الصبغات التمثيلية : تكون غنية على كلوروفيل(a&c)بالاضافة الى بيتا والفا كاروتين وfucoxanthin .

٢- المواد الغذائية المخزونة : تخزن زيت chrysolaminarine .

٣- الجدار الخلوي :

يتكون من مادة السليلوز و السليكا وكاربونات الكالسيوم، وقد تحتوى على المادة الهلامية ، كما بعضها يكون فاقد للجدار الخلوي (عارية)

ا.م.د نداء جاسم الموسوي

٤- النظام السوطي :

تحتوي الطحالب المسوطة على (١-٢)من الاسواط قمية الموقع ، اذا كانت زوج من الاسواط فانها غير متماثلة في الطول و التركيب ، عادة" الاطول من نوع pantonematic والاقصر acronematic كما في طحلب *Ochromonas* ، اما اذا كان مفرد فهو من نوع pantonematic وقد يكون الزوجان من الاسواط مختلفة في التركيب ولكنها متساوية في الطول كما في طحلب *Synura* .

٥- تمتلك الانواع المتحركة على فجوات الانقباضية contractile vacuole .

٦- واسعة الانتشار في بيئة المياه العذبة ولها النسبة الاكبر في مجتمع الهائمات ، وقد تتواجد في المياه المويلحة brackish water .

٧- التغذية :

تحتاج الطحالب في صف Haptophyceae فيتامين B12 وثيامينthiamine وعليه فان هذه الطحالب مختلطة التغذية .

اما الطحالب في صف Chrysophyceae فانها تحتاج المصادر عضوية (مثل البكتريا) وتتغذى عليها بطريقة الالتهام phagotrophic .

59

أ.د.
نداء حامد الموسوي

٨- شكل الاسواط:

ان الاسواط في صف Haptophyceae ثنائية وغير متماثلة في الطول ولكنها من نوع acronematic ، بالاضافة الى وجود زائدة تعرف haptonema التى تستخدم لاستقرار الطحلب وثباتة في الوسط ، وهذه الزائدة مختلفه في الطول اعتمادا" على الانواع .

اما في صف Chrysophyceae فانها تحتوي على زوج من الاسواط غير المتماثلة في الطول والتركيب

عادة"السوطالاطول من نوع pantonematic اما القصير acronematic كما في جنس *Ochromonas* ، وقد يكونان متساويان في الطول ومختلفين في التركيب كما في جنس *Synura* ، وقد تكون متحركه بواسطة سوط واحد من نوع pantonematic ،او قد تكون غير مسوطه .

٩- شكل الحراشف scale :

ان الطحالب في صفي Chrysophyceae و Haptophyceae عارية(أي لا تحتوى على جدار خلوى صلب) لذا تحاط بالحراشف وقد اظهر الفحص في المجهر الالكتروني ان الحراشف في صف Chrysophyceae مكونه من مادة السليكا . في حين تتكون من كاربونات الكالسيوم في صف Haptophyceae وتعرف بالقشور الكلسية coccolith لذا تسمى المجموعه الطحلبية ب coccolithophoride وهى واسعة الانتشار في البيئات الاستوائية والغنية بكاربونات الكالسيوم. ولها اهمية تصنيفية ومعرفة عمر الطحلب .

١٠- الاهمية البيئية :-

يعد صف Chrysophyceae دليلا"على نوعية المياه النظيفة ، غير الملوثة . كما تستخدم الرواسب الصخرية (الكلسية) لهذه الطحالب للدلالة على وجود النفط

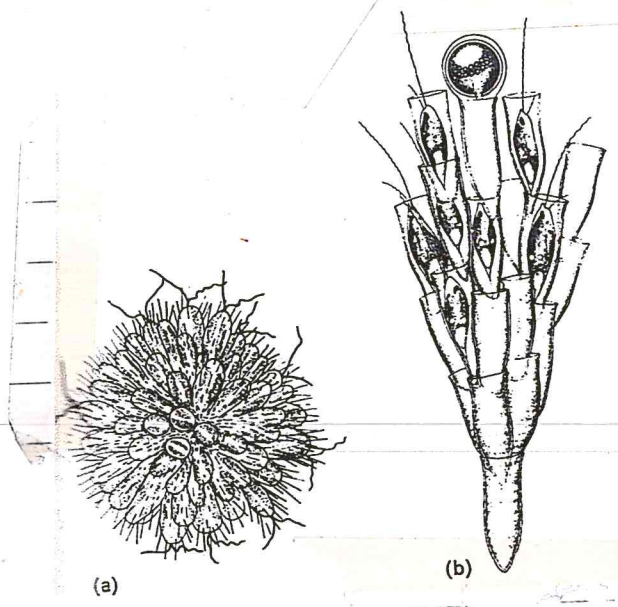


Fig. 7.9 (*a*) *Synura splendida* Korsh. A colony. (*b*) *Dinobryon sertularia* Ehr. A colony of monads and one cyst. (*a*) × 425; (*b*) × 462. [(*a*) after Kristiansen; permission of Botanisk Tidsskrift; (*b*) after H. Skuja in Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsal., Ser. IV, Vol. 18, No. 3, Uppsala, 1964; published by the Royal Society of Sciences of Uppsala. Distributed by Almqvist and Wiksell International, Stockholm, Sweden.]

61

صف Bacillariophyceae (diatoms) :-

يمتلك هذا الصف صفات خاصه به ومنها :

تركيب الخلية الدايتومية والتي تعرف بالعلبة frustule اذ تتكون من نصفين يعلو احدهما الاخر ويعرف النصف العلوى او الغمد العلوى epotheca بينما يطلق على الغمد السفلي hypothica ويتكون كل غمد من صمام valve واحزمة رابطة girdle وعلية فان للخلية الدايتومية منظران / منظر صمامي valve view (المنظر البطني او الظهري)، ومنظر حزامي girdle view (المنظر الجانبي للخلية).

تترسب المادة السليكونية بشكل نقوش مختلفة / اما شعاعية الترتيب radial حول نقطة مركزية كما في رتبة الشعاعيات centrales ، في تكون بشكل صفوف طولية كما في رتبة العصويات او الريشية pennales حول الاخدود الطولي المعروف بالرافي raphe وهو شق طولي على طول الخلية ويحتوى على ثلاث عقد ، اثنان قطبية وواحدة مركزية ... قد يتواجد الرافي في كلا الوجهين للخلية او في وجه واحد . وعادة" الانواع التي تحتوى رافي تستطيع الحركة بطريقة الحركة التزحلقية gliding movement اذ تفرز مادة هلامية في هذا الاخدود تساعد على الحركة ... قد لا يوجد في انواع اخرى فتظهر المنطقة شفافة clear area تسمى بالرافي الكاذب pseudoraphe .

تمتاز النقوش السليكونية الدقيقة بتنوع اشكالها واختلاف تسميتها وهى :

-الشكل المنقط punctae وهى ثقوب دقيقة قد تكون منتظمة بشكل خطوط مستقيمة تعلرف ب striae .

- الشكل الغرفي areolae وهى ثقوب اكبر من الاولى وبشكل يشبه الغرف كما في طحلب *Stictodiscus* .

- الشكل العظمى costae وهى عبارة عن ترسبات غليظة من السليكا كما في *Pnnularia* .

نداء جاسم الموسوي

التكاثر :-

١- التكاثر الخضري :

وهو من اكثر الطرائق انتشارا"في هذا الصف اذ تنقسم الخلية الخضرية الى خليتين بنيويتين بعد انفصال الغمد العلوي عن السفلى اذ يصبح كل valve غمد علوى للخليتين البنيويتين لذا تصبح احدى الخلايا المتكونةبحجم الخلية الام بينماالخلية الاخرى اصغر منها ،وهكذا يستمر اختزال الحجم reduction in size الى الوصول الى اصغر خلية في نهاية الانقسام حيث تتحول الى البوغ النامى auxospore . والذى لا يمر بفترة سبات وانما يتحول مباشرة" الى طحلب جديد بحجم الام.

٢- التكاثر الجنسي :

لوحظ التكاثر الجنسي في بعض الاجناس التابعة الى هذا الصف / ويكون من النوع البيضى oogamous في رتبة centrales ، ومن النوع isogamous في رتبة pennales وعند تخصيب البويضة بواسطة الكميت الذكري (المتحرك بواسطة سوط واحد pantonematic) تتكون الزيجة التي تعرف بالبوغ النامي auxospore.

ملاحظة :- ان التناهى في صغر الخلية الدايتومية عند الازدهار blooming بسبب – التكاثر الخضري بالانقسام الثنائي البسيط .

- فقدان السليكا من البيئة في حالة نمو الدايتومات.

التصنيف classification :-

يقسم هذا الصف الى رتبتين اساسيتين :

١- رتبة الشعاعيات centrales :-

٢- رتبة الريشيات pennales :-

أ.د.ل
نداء حامد الموسوي

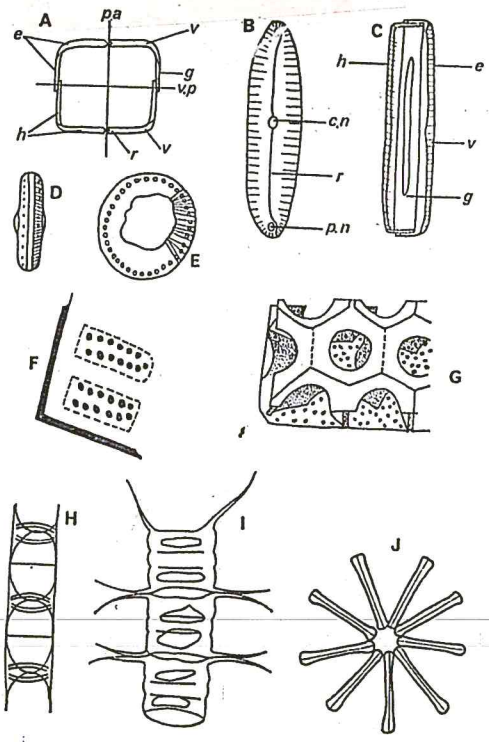


Fig. 18 Bacillariophyceae

A, B, C, *Pinnularia viridis*: A, transverse section; B, valve-view; C, girdle-view. D, E, *Cyclotella comta*: D, girdle view; E, valve view. F, laminar wall. G, locular wall. H, *Melosira nummuloides*. I, *Chaetoceros constrictum*. J, *Asterionella gracillina*. c.n, central nodule; e, epitheca; g, girdle; h, hypotheca; p.a, pervalvar axis; p.n, polar nodule; r, raphe; v, valve; v.p, valvar plane. (A-E, J after Fritsch[90]; F, G after Hendey[114]; H, I after Hendey[115])

64

centrales	pennales
النقوش من النوع الشعاعي radial	النقوش جانبية التناظر bilateral
البلاستيدات قرصية الشكل discoid وكثيرة العدد	البلاستيدات صفائحية الشكل ومن (١-٢)في الخلية الواحدة
عدم وجود الرافي لذا تكون غير متحركة	لها القابلية على الحركة التزحلقية بسبب وجود الرافي
واسعة الانتشار في البيئة المائية المالحة وقليلا في العذبةبشكل plankton	واسعة الانتشار في البيئة المائيةالعذبة وقليلا في المالحة وتكون بشكل ملتصق على النبات epiphytic او عاى الصخور epilithic او على الطين epipelic او على الحيوانات epizooic او على الرمال epipsamic
وحيدة الخلية	وحيدة الخلية واحيانا"تجمعات نجمية او خيطية
التكاثر الجنسي من نوع oogamy	التكاثر الجنسي من نوع isogamy

نداء جاسم

65

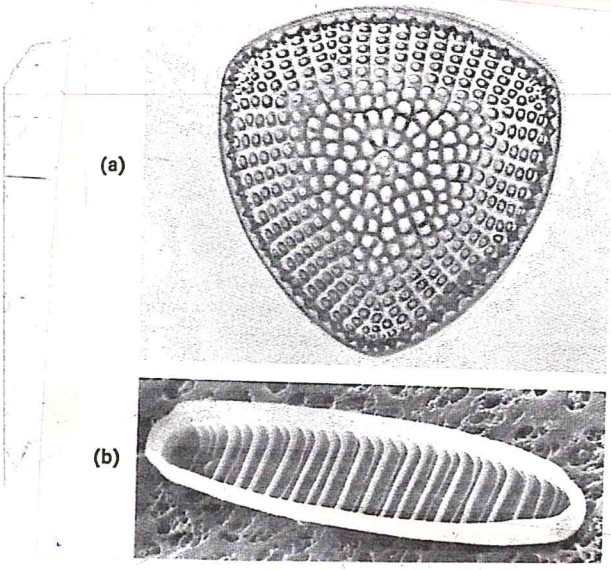


Fig. 7.42 (*a*) Areolae of *Stictodiscus j sonianus*. (*b*) Costae of *Diatoma vulgare* × 427; (*b*) × 1080. [(*a*) after Bold, *Morphc of Plants*, 3rd ed., Harper & Row, Publ. courtesy of Dr. Kent McDonald.]

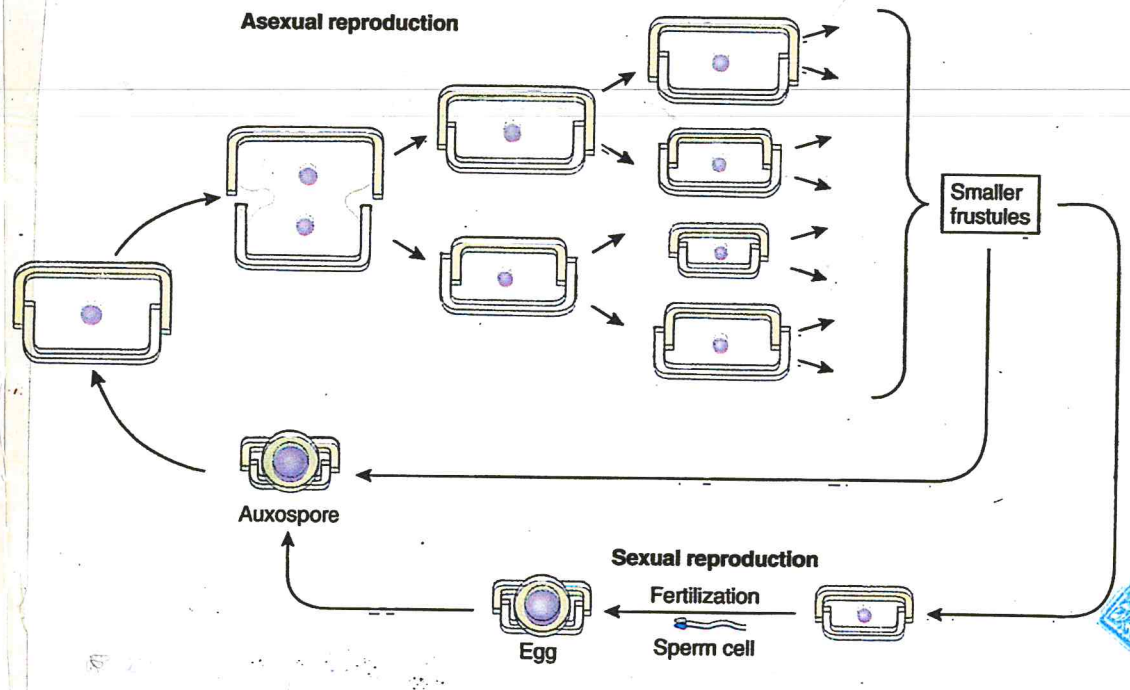


Figure 5.6 The usual method of reproduction in diatoms is by cell division. Most, but not all, frustules get smaller after each successive division. Resistant cells called auxospores are produced two ways: directly from the expansion of a smaller frustule or by sexual reproduction when an egg is fertilized by a sperm cell, both of which are liberated from separate frustules.

66

قسم الطحالب البروات Pyrrophyta :-

Class:-Dinophyceae (dinoflagellate)

Class:-dismophyceae

ا.م.د
نداء جاسم الموسوي

من المميزات العامة لهذا القسم هى :-

١- تتميز الصبغات التمثيلية بكلوروفيل (a&c) بالاضافة الى beta-carotin وصبغات الزانثوفيل (dinoxanthin &peridinin) وان اللون القهوائي الذهبي او الاخضر اللماع للبلاستيدات يرجع الى هذه الصبغات .

٢- معظمها ذاتية التغذية ، وبعضها رمية التغذية saprophyte او holozoic او mixtrophic .

٣- واسعة الانتشارفي البيئات البحرية والعذبة وقليلة الملوحة والمياه الدافئة warn water .

٤- تخزن(طحالب المياه العذبة) النشأ بينما تخزن الزيوت للانواع البحرية .

٥- تتميز بكبر حجم النواة .

٦- بعض الاحيان تشكل الازدهار blooming وتؤدي الى تلون المسطح المائي باللون (الاحمر او القهوائي او الاصفر)وهذا ما يعرف بالمد الاحمر red-tide .

التصنيف classification :-

يقسم هذا القسم الى صفين وهما :-

Dinophyceae	Dismophyceae
الجدار الخلوي مقسم الى صفائح plate وهى سداسية الاضلاع ومهمه من ناحية التصنيف ،قد تحمل اشواكspine او ثقوب pore	غير مقسم
يوجداخدود مسيعرض يقسم الخلية الى نصفين (hypothica & epitheca)لا يشترط ان يكونان متساويين. كما يوجد اخدود طولي يقسم الجزء السفلي الى نصفين .	يوجد حز او درز suture طولي يقسم الخلية الى صمامين
تمتلك زوج من الاسواط / احدهما شريطي الشكل وملتف حول الخلية في الاخدود المستعرض .بحركته	تبرز الاسواط من مقدمة الخلية

حلزونيا"يؤدى الى احداث تيار مائي .اما السوط الثاني acronematic واقصر من الاول ويوجد في الاخدود الطولي في الجزء السفلي ويتدلى الى الخلف من الخلية ، يتحرك بموجة طوليةمن قاعدة السوط الى قمته وبحركة السوطان تدفع الخلية الى الامام	
البلاستيدات discoid ومتعددة وعدم وجود الاجسام النشوية	البلاستيدات قد تكون مفصصة lobed او صفائحية plate وغنية بالاجسام النشوية

أ.م.د نداء جاسم الموسوي

التكاثر :-

يحصل التكاثر في صف Dismophyceae بواسطة الانقسام الطولي longitudinal division وهو الطريقة الوحيدة للتكاثر ، وهو مشابه لما يحدث في الدايتومات اذ ينمو الدرز suture ما يؤدي الى تباعد نصفي الخلية عن بعضهما وعند انقسام الخلية تحتفظ كل خلية بنيوية باحد نصفي الخلية الام ثم تكون لها النصف الاخر وهكذا ..

بينما يكون التكاثر في صف Dinophyceae بعدد من الطرائق مثل التكاثر الاجنسي وتكوين الابواغ السابحة zoospore او الساكنة autospore ..والتكاثر الجنسي اذ وجد في جنس *Ceratium* التكاثر الجنسي من نوع الاقتران conjugation tube وتكوين الزيجة zygote وبواسطة الامشاج المتحركة من نوع isogamy ..

التصنيف :-

يشمل صف Dismophyceae على رتبة واحدة والتي تظم عائلة واحدة وهى *procentrum* , procentraceae , procentrales .

بينما في صف Dinophyceae تقسم الى عدد من الرتب ونذكر منها .

Order:-Gymnodiniales

ان شكل الخلايا الطحلبية في هذه الرتبة دائرية ومسطحة من الناحيتين البطنية والظهرية . وتتميز بتعدد اشكال التغذية : فقد تكون مختلطة mixtrophicاو حيوانية holozoic او ذاتية autotrophic . من الاجناس في هذه الرتبة

Gymnodinium الذى يعد من ابسط الاجناس ليس بسبب بساطة تركيبها فقط وانما بسبب احاطة النواة بغلاف غير تام مقارنة بالانواع الاخرى .. وعلى الرغم من انها من الانواع العارية (لاتحتوى جدار خلوى صلب)الا انها محاطة بغلاف يعرف بالغمد pellicle or periplast الذى يحيط بالخلية ويكون قويا"يعطي شكلا" مميزا" للطحلب ..

-: Order:-peridiniales

تعرف هذه الانواع بالاشكال المدرعة بسبب وجود الصفائح السليلوزية plate التي تميزها عن الر تب السابقة ...بالرغم من انها ذاتية التغذية الا انها تتغذى تغذية حيوانية في ظروف خاصة .

من الاجناس *Ceratium* الذي يتميز بوجود القرون (٣-٤) ، احدها امامي interior horn،والاخريان خلفي posterior horn ...

DINOPHYCEAE

This class is much larger than the Desmophyceae and the motile unicellular forms (the dinoflagellates) are important constituents of most phytoplankton populations. Although motile unicells

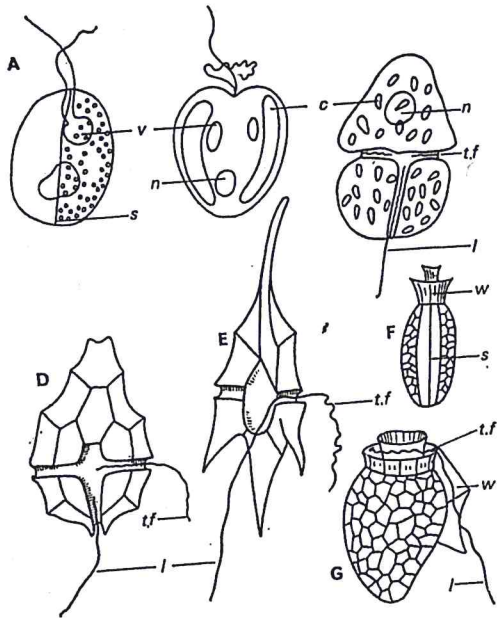


Fig. 19 Pyrrophyta

A, B, *Exuviella marina*: A, side views howing suture dividing cell into 2 valves; B, valve view. C, *Gymnodinium palustre*. D, *Peridinium bipes*. E, *Ceratium cornutum*. F, G, *Dinophysis acuta*: F, side view showing division into 2 valves; G, valve view. c, chloroplast; l, longitudinal flagellum; n, nucleus; s, suture; t.f, transverse flagellum; v, vacuole; w, wing. (A, B, F, G after Fritsch[80]; C, D, E after Fott[84])

69

قسم الطحالب الكربتات Cryptophyta :-

Class:-Cryptophyceae

يضم هذا القسم اعداد قليلة من الطحالب المسوطة وتتميز ببعض الصفات :-

١- شكل الجسم كلوىkidney و يكون الطحلب مسطح من الناحيتين البطنية والظهرية ، كما انها تحتوى على بلعوم gullet من بداية الخلية الى نهايتها ، ونواة واحدة ، وبقعة عينية eye spote .

٢- البلاستيدات (١-٢-اكثر) وغير حاوية على الاجسام النشوية pyrenoid .صبغات البناء الضوئى كلوروفيل (a&c) بالاضافة الى البيتا كاروتين وصبغات زانثوفيلية وصبغات phycobiliprotein ولها يرجع اللون الاحمر او الازرق ،كما ان بعضها ذو لون اصفر اوبنى او اخضر كما ان بعضها غير ملون colorless ..

٣- تمتلك زوج من الاسواط من نوع homokonta او heterokonta وعادة"متساوية في الطول (واحيانا"مختلفة). يبرزان من مقدمة الخلية الا ان بعض الانواع من جانب الخلية كما في *Hemiselmis* .

٤- المعيشة : معظمها في المياه العذبة الغنية بالمواد النتروجينية والعضوية ، او بحرية المعيشة ، او تعيش داخل اجسام الكائنات الاخرى معيشة تكافلية وتعرف ب zooxanthellae اذ تتعايش مع اللافقريات invertebrate او الهدبيات ciliates البحرية .

٥- التغذية : معظمها ذاتية التغذية وبعضها رمية التغذية saprophytic .

٦- التكاثر : تعد طريقة الانقسام الطولي longitudinal من اكثر الطرائق شيوعا" بالاضافة الى ان بعض الانواع تنتج حويصلات cysts ذات جدار سميك وتبقى مجموعة منها ملتصقة ضمن غلاف جيلاتيني ولها شكل الباميلي palmelloid stage وعند نمو هذه الحويصلات تعطى طحلب شبيه بالام ، كما في الاجناس *Cryptochrysis* & *Cuanomonas* ..

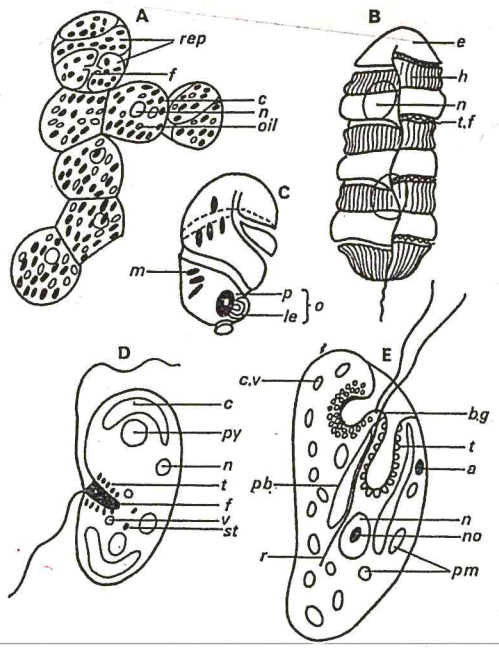


Fig. 20 Pyrrophyta and Cryptophyta

A, *Dinothrix paradoxa*. B, *Polykrikos kofoidi*. C, *Nematodinum armatum*. D, *Hemiselmis rufescens*. E, *Chilomonas paramaecium*, diagram of electron micrograph. a, amphosome; b.g, basal granule; c, chloroplast; c.v, contractile vacuole; e, epivalve; f, furrow; h, hypovalve; l, longitudinal flagellum; le, lens; m, nematocyst; n, nucleus; no, nucleolus; o, ocellus; oil, oil droplets; p, pigmented body of ocellus; pb, parabasal body; pm, paramylum; py, pyrenoid; r, rhizoplast; rep, cells dividing to form *Gymnodinium*-like swarmers; st, stigma; t, trichocyst; t.f, transverse flagellum; v, vacuole. (A, C after Fott[84]; B after Fritsch[90]; D after Parke[188]; E after Anderson[8])

(71)

قسم الطحالب اليوغلينية Euglenophyta :-

Class:-Euglenophyceae

تتميز بالصفات التالية :-

١- يوجد حوالي(٨٠٠) نوع بعضها ملون وبعضها الاخر غير ملون ، اغلبها وحيدة الخلية ومتحركة وبعضها بشكل باميلي ...الانواع الملونة ذات بلاستيدة بلون اخضر- حشيشي grass - green وقد تكون قرصية الشكل او صفائحية او نجمية او شريطية وحاوية الاجسام النشوية ..

٢- صبغات البناء الضوئي هى كلوروفيل (a&b) وصبغات البيتا كلروتين والزانثوفيل..

ا.م.د. نداء حاسم الموسوي

٣- تخزن مادة متعددة السكريات وهى عبارة عن بوليمر من سكر الكلوكوز وتعرف paramylon وتخزن خارج البلاستيدة في السايتوبلازم ..

٤- الانواع غير الملونة فانها تتغذى بطرق حيوانية holozoic او رمية saprophytic ..

٥- تتركب الاسواط من نوع (٩+٢) .للخلية (٠-١-٢-٣)من الاسواط pantonematic . تبرز من مقدمة الخلية ..كما تحتوى على الفجوات المتقلصة التي تقع اسفل الاسواط .

٦- عدم احتوائها الجدار الخلوى السليلوزى (فاقدة للجدار الصلب)وبدلا"من ذلك فانها تحاط بغشاء يعرف بالغمد pellicle or periplast الذى يكون مرن في انواع مثل *Euglena* ، وصلب ومزخرف في انواع مثل *phacus* . يتكون هذا الغمد من ٨٠% بروتين ومواد دهنية وكربوهيدرات ..

٧- تقع البقعة العينية في السايتوبلازم ولها وظيفة استقبال الضو phototactic

٨- تتميز الخلايا بنواة واحدة في مركز الخلية او تقع في نهايتها ،حسب الانواع.

٩- تتميز الخلايا اليوغلينية باحتوائها على انتفاخ قارورى في مقدمة الخلية يعرف بالبلعوم gullet والذي يؤدي بدوره الى المرئ cytophrynx ،وسمي بالبلعوم لان له صلة بعملية ابتلاع المواد الصلبة .

١٠- تتكاثر بطريقة الانشطار الطولي longitudinale خاصة" الانواع المتحركة ،اذ يفقد السوط اما اثناء الانشطار او ينتقل الى احدى الخلايا البنيوية وان الخلية البنيوية الثانية تكون لها سوط جديد .

١١- تتواجد معظمها في المياه العذبة ،وقليلة الملوحة ،وبعضها بحرية المعيشة ،وفي البرك الغنية بالمواد العضوية وتشكل الازدهار في هذه المستنقعات والاوحال . كما يعيش قسم اخر على الطين على ضفاف الانهار ،خاصة" الانواع غير المتحركة (sessile) وقد تنمو على بقايا النباتات او على سطح القشريات crustaceae .

١٢- التصنيف :-

order :-Eutreptiales

Family:-Eutreptiaceae

Genus:-*Eutreptia*

م.د. نداء جاسم الموسوي

- ذات اسواط متساوية في الطول
- البلاستيدات قرصية الشكل او شريطية .
- تتواجد في المياه البحرية وقليلة الملوحة .
- لها القابلية على تغيير شكل الجسم وهذا يساعد على الحركة اللولبية .

Order:-Euglenales

Family:-Euglenaceae

Genus:-*Euglena*

- بعض الانواع لها سوطين غير متساويين في الطول وقد يصل السوط الطويل الى طول الخلية او اطول منها ، اما السوط الاخر اثري .
- بعض الانواع لها غشاء خلوى مزخرف .

73

- البلاستيدات اما قرصية او شريطية وقد تحتوى الاجسام النشوية او لا تحتوى .

Order:-Heteronematales

Family:-Heteronemataceae

Genus:-*Peranama*

- معظمها عديمة اللون لذا تكون التهامية التغذية phagotrophic واغلبها غير مسوطة وعديمة البقعة العينية .

ا.م.د نداء جاسم الموسوي

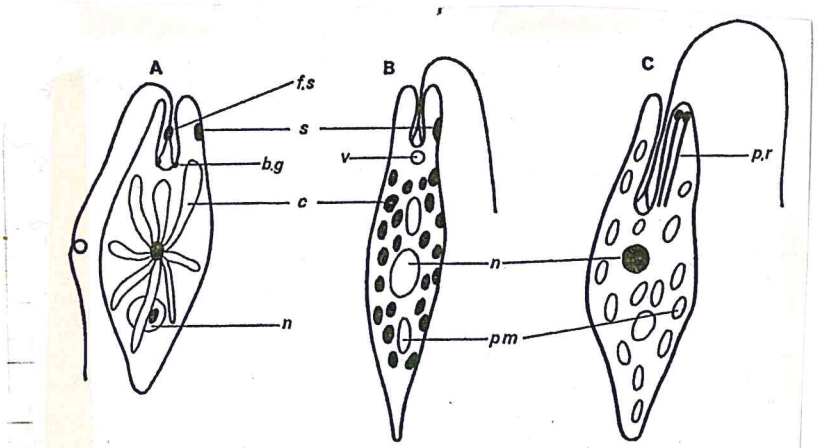


Fig. 21 Euglenophyta

A, *Euglena viridis*. B, *E. acus*. C, *Peranema trichophorum*. b.g, basal granules; c, chloroplast; f.s, flagellar swelling; n, nucleus; pm, paramylum grains; p.r, pharyngeal rods; s, stigma; v, vacuole. (A, B after Fritsch[90]; C after Jahn[122])

(74)

أ.م.د نداء جاسم الموسوي

قسم الطحالب البنية Phaeophyta :-

Class:-phaeophyceae

المميزات العامة :-

١- البلاستيدات قرصية الشكل أو جدارية أو نجمية أو عصوية ، وتحتوي الصبغات التالية : كلوروفيل (a&c) ، والصبغات الزانثوفيلية مثل fucoxanthin ($c_{40}h_{54}o_6$) ذات اللون البني ،وصبغات البيتا كاروتين . معظم البلاستيدات فاقدة الاجسام النشوية pyrenoid .

٢- تشمل المواد الغذائية المخزونة على manetol و laminarin الذي يشكل نسبة ٣٤% من الوزن الجاف للطحلب ، كما يخزن بعض الدهون .

٣- يتكون الجدار الخلوي من طبقتين : الداخلية من مادة السليلوز المرتب بشكل متوازي بالاضافة الى سكر الزايلوز ، اما الطبقة الخارجية فتتكون من مادة جيلاتينية ومادة البكتين و الجين alginic acid التي يشكل نسبة ٢٤% من الوزن الجاف للطحلب ، تنتشر مادة الجين في الاجناس *Ascophyllum* & *Laminaria* .

٤- يحتوي البروتوبلاست على نواة واحدة وعدد من البلاستيدات والفجوات كما يحتوي على الحويصلات المعروفة ب fucosan vesicle التي تكثر عند النشاط الايضى metabolically وهي لها قدرة على انكسار الضوء .

٥- تنتشر في البحار والمحيطات الباردة وفى المياه الضحلة أو ملتصقة على الصخور epilithic ولكن بعض الاجناس مثل *Sargassum* & *Dictyota* توجد في المياه الدافئة وقد توجد في عمق ٢٢٠متر . كما وجد ثلاثة اجناس في المياه العذبة *Heridandella* - *Pleurocladia* – Bodanella .

٦- شكل الجسم :

يتغاير حجم الطحالب بين مجهرية وملتصقة على النبات الى كبيرة الحجم وملتصقة على الصخور ، وقد يصل طولها الى ٦٠ متر . بعضها خيطية الشكل متفرع من نوع heterotrichous : وان النظام القائم erect متفرع او غير متفرع شبيه بالورقة ، اما النظام المنبطح prostrate يساعد على الالتصاق ، الذي يتميز الى hold fast ثم العنق stip وهي منطقه شبيهة بالساق ثم النصل

75

blade او frond وهي منطقه مسطحة شبيهة بالورقة . كما ان بعض الاجناس تحتوي على اكياس هوائيةair vesicle تساعد على الطفو .

م.د. نداء حامد الموسوي

التركيب الداخلي او الخلوي للطحالب البنية :-

ابسط التراكيب الخلوية تظهر في طحلب *Dictyota* اذ يتكون من ثلاث طبقات ، الطبقتين العليا والسفلى هما طبقتان محيطتان بالطبقة الوسطى ، تتميز هاتان الطبقتان بان خلاياهما صغيرة الحجم وغنية بالبلاستيدات (اى تقوم بعملية التمثيل الضوئى) اما الطبقة الوسطى او المركزية فتكون اكبر حجما" وغنية بالمواد الغذائية المخزونة وحويصلات fucosan .

ويزداد التعقيد في التشريح الداخلي لبعض الطحالب وخاصة"في رتبة fucales أذ تتميز الى :-

أ- البشرة epiderm :- التي تتكون من خلايا صغيرة ، غنية بالبلاستيدات لذا تعرف احيانا" بالنسيج التمثيلي assimilation tissue ، وتغلف من الخارج بمادة جيلاتينية .

ب- القشرة cortex :- تتكون من خلايا كبيرة ولها وظيفة خزن المواد الغذائية .

ج- النخاع medulla :- تتكون من خلايا خيطية مفككة ولها وظيفة نقل المواد الغذائية الى اجزاء الطحلب .

التكاثر :- تتكاثر بثلاث طرائق اساسية وهى كالاتي :

أ- التكاثر الخضرى vegetative reproduction :-

تعد عملية التقطيع fragmentation من اكثر الطرق شيوعا" في التكاثر الخضري وخاصة" في رتبة sphacelarriales والذى يعرف propagule وهى عبارة عن تساقط افرع من الثالس ولها القدرة على النمو واعطاء طحلب جديد .

ب- التكاثر اللاجنسي asexual rep. :-

تتكاثر معظم الطحالب البنية بطريقة التكاثر اللاجنسي (ما عدا الاجناس *Fucus&* *Sargassum*) أذتتكاثر بواسطة الابواغ المتحركة أو غير المتحركة ، والتي تنتج في حافظات sporangia *مختلفة* :

76

١- unilocular sporangia :-

تتكون هذه الحوافظ في معظم الطحالب البنية باستثناء بعض الاجناس في رتبة Fucales & Dictyotales . تنتج هذه الحوافظ ابواغ مسوطة وان عدد اسواطها (٢-٤-١٢٨) وهى من نوع (1N) نتيجة الانقسام الاختزالي لذا عند انباتها تعطي طور احادي العدد الكروموسومي gametophyte ويتكاثر بطريقة التكاثر الجنسي .

ا.م.د
نداء جاسم الموسوي

٢- (neutral) plurilocular sporangia):-

وهى حافظة متعددة الغرف وتنتج كل غرفة بوغ واحد من نوع (2N)، وثنائي الاسواط غير المتماثلة في الطول وجانبية الموقع ، ويكون السوط الطويل من النوع الاملس tinsel بينما السوط القصير يكون شعري whiplash . كما في جنس *Ectucarpus* . ينمو البوغ مباشرة" الى طور ثنائي العدد الكروموسومي sporophyte (2N) .

٣- tetrasporangia :-

ينتشر هذا النوع من حافظات الابواغ في جنس Dictyota ،وكل حافظة مقسمة الى ٤ غرف تنتج كا غرفة بوغ واحد غير مسوط ، وينمو اثنان منها الى طحلب gametophyte انثوى والاخران الىgametophyte ذكري .

ج- التكاثر الجنسي .sexuale rep :-

تتكاثر الطحالب البنية بثلاث طرائق جنسية وهى :

١- isogamy :-

تنتج هذه الجراثيم في حوافظ متعددة الغرف plurilocular gametangia ، كما في رتبة Ectocarpales وانها تتميز عن الحافظات البوغية كونها اصغر حجما"منها . تكون الامشاج متماثلة في الشكل والحجم والنشاط والعدد، الا انها مختلفة فسيولوجيا" (ذكرية و انثوية) .

(77)

٢- anisogamy :-

يلاحظ هذا النوع من التكاثر في انواع قليلة من جنس *Ectucarpus* اذ تكون الامشاج مختلفة في الحجم والنشاط والعدد ومتحرك . وتنتج في حافظات خاصة تعرف gametangia حيث يكون المشيج الذكري اصغر حجما" من المشيج الانثوي .

أ.د. ل
نداء جاسم الموسوي

٣- Oogmy :-

وهو شائع في الرتب (Fucales Laminariales Dictyotales). تكون antheridium وحيد الخلية في *Fucus* و *Laminaria* في حين يكون متعدد الخلايا في *Dictyota* . ويكون oogonium وحيد الخلية وان عملية التخصيب داخليا" . اذ تتحد الامشاج الذكرية مع البويضة مكونة البيضة المخصبة خلال (٢-٣)ايام وبعد انباتها تعطي طور ثنائى العدد الكروموسومى .. كما يمكن ان تنبت بعض الامشاج مباشرة" (عذريا") لتعطي طور احادى العدد الكروموسومى مرة اخرى (fig.16-1)..

اما في رتبة fucales فان دورة الحياة من نوع diplont و التكاثر البيضي على درجة عالية من التطور ، اذ تنتج الامشاج الجنسية (الذكرية والانثوية) في منطقة خصبة على النصل تعرف receptacle التي تحتوي على ثقوب او فتحات دقيقة ostiole (وعادة" تحاط بشعيرات عقيمة periphysis تبرز الى الخارج)، التي تؤدي الى تجاويف تعرف conceptacle ايضا" توجد خيوط عقيمة اخرى تعرف paraphysis التي تحمل الانثريديا بينما تكون oogonium جالسة على السطح الداخلي للتجاويف . علما"ان التخصيب يتم خارج الكيس البيضي .

دورة الحياة من نوع diplohaplont :-

تشمل دورة الحياة في معظم الرتب البنية على تعاقب الاجيال alternation of genneration (اجيال ثنائية العدد الكروموسومي sporophyte ، واجيال احادية العدد الكروموسومي gametophyte). في حالة الاطوار متماثلة في الحجم والشكل فتعرف isomorphic ، اما اذا كانا مختلفين فيعرف heteromorphic

(78)

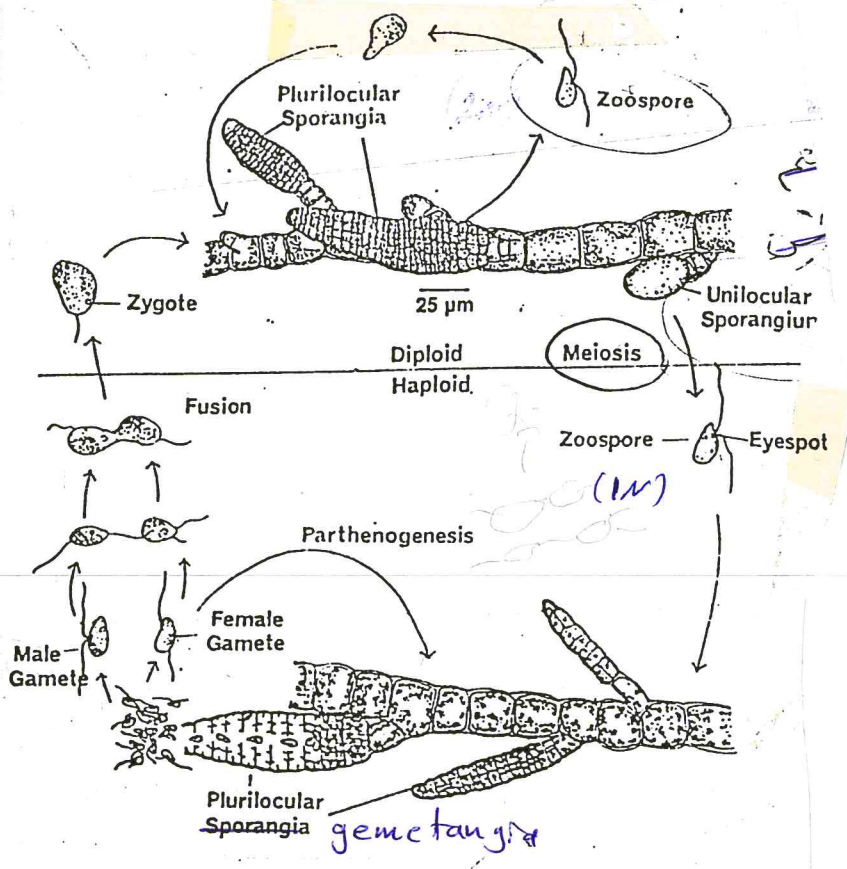


Fig. 16-1. The life cycle of *Ectocarpus siliculosus*.

„Diplohaplont"

79

ندى جاسم الموسوي

الاهمية البيئية والاقتصادية :-

١- غذاء للانسان :

استخدمت منذ القدم كغذاء بسبب قيمتها الغذائية العالية ومحتواها العالي من الفيتامينات مثل (C) ، ومن اهم الاجناس ***Laminaria & Fucus*** .

٢- علف للحيوان :

يعد الجنس ***Ascophyllum*** من اهم الادغال البحرية المستخدمة كعلف للحيوانات اذ تجفف وتطحن وتخلط مع الاعلاف .

٣- سماد :

تستعمل كسماد اذ تضاف الى الاراضي الزراعية لزيادة خصوبتها مثل ***Fucus &*** ***Ascophyllum*** .

٤- علاج طبي :

بسبب محتواها العالي من اليود تستخدم علاجا" فعالا" لامراض الغدة الدرقية goiler ، او تستخدم كاغطية للادوية ، والمكياج ، وكريمات الترطيب .

٥- الصناعات :

بسبب محتواها العالي من اليود والبوتاسيوم وحمض الالجين algenic acid تستخدم في الصناعات كمادة لاصقة او مثبتة وخاصة في الصناعات الصيدلانية ، وصناعة الصابون ، واطخم الاسنان ، وصناعة الشموع والورق ، وقاتل للحشرات ، وصناعة المتفجرات

تصنيف الطحالب البنية :-

1-order:- Ectocarpales

يتغاير شكل الجسم في هذه الرتبة من التركيب الخيطي الى البرنكيمي الكاذب او البرنكيمي الحقيقي. وغالبية الطحالب في هذه الرتبة هي خيوط متباينة الشعيرات heterotrichous ، حيث يمثل الماسك القرصي او اشباه الجذور النظام

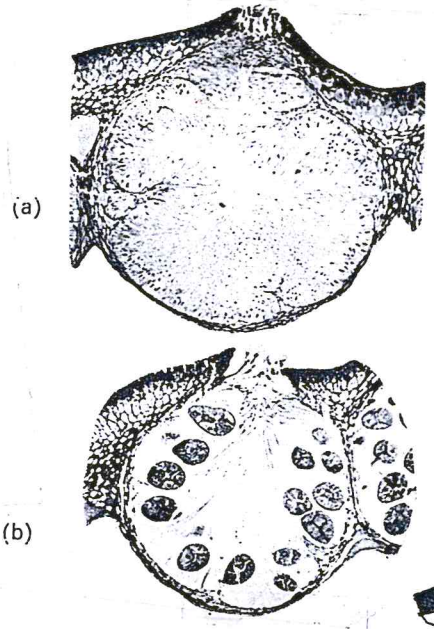


Fig. 6.76 Conceptacles of *Fucus vesiculosus* Linn. (*a*) Antheridial conceptacle in sectional view. (*b*) Oogonial conceptacle in sectional view. (*a*) × 33; (*b*) × 20. (After Bold, *Morphology of Plants*, 3rd ed., 1973, Harper & Row, Publ.)

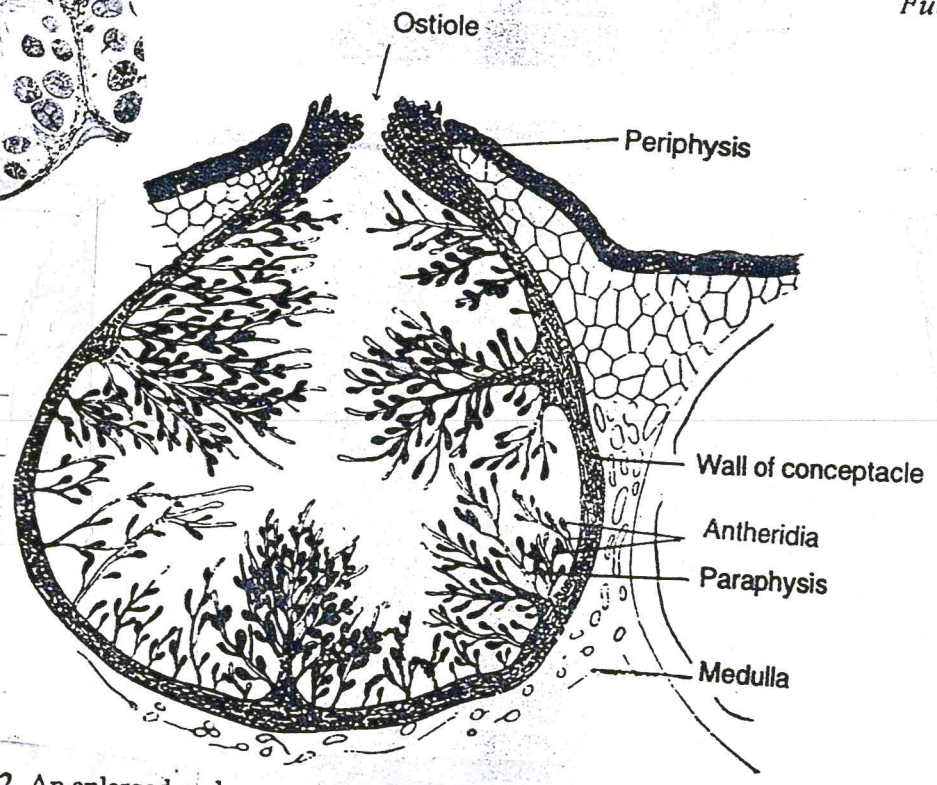


Fig. 27.2. An enlarged male conceptacle of *Fucus*. Antheridia and branched paraphyses are seen.

المنبطح ، في حين النظام القائم هو الشكل الخيطي او الورقي . يبلغ طوله(٥ - ١٠-٢٥) سم .من الامثله عليها جنس *Ectocarpus* .

ان دورة الحياة هى diplohaplont التي تتضمن طورين : sporophyte(2N) الذي يتكاثر لاجنسيا" بواسطة zoospore ،الناتجة من حافظات الابواغ الوحيدة الغرف او المتعددة الغرف . وطور gametophyte(1N) الذي يتكاثر جنسيا" بواسطة الامشاج من نوع isogamy or anisogam .. وان الطورين من نوع isomorphic .

ا.م.د
نداء جاسم الموسوي

2-order:-Laminariales

ان شكل الجسم برنكيمي ، وينمو في منطقة مرستيمية تقع بين بين الساق stip والنصل blade ...ان الطور السبوروفايت هو السائد الذي يحمل حوافظ بوغية وحيدة الغرف في المنطقة الخصبة المعروفة sori وتتداخل مع الحوافظ خيوط عقيمة paraphysis ذات نهاية منتفخة وغنية بمادة هلامية مشكلة بذلك غطاء لحماية الحوافظ البوغية ..وعند انبات الابواغ فانها تنموالى طور gametophyte (ذكرى او انثوى) ..

ان طور الكميتوفايت مجهرى ولا يستطيع النمو الا في درجة حرارة (١٠-١٥)م لذا يتواجد في المياه الباردة .. ان التكاثر الجنسي فيه من نوع Oogamy ، وبعد نضوج الامشاج الذكرية والانثوية وحصول الاخصاب وتكوين الزيجة (2N) فانها تنمو الى طور السبوروفايت ..وهكذا تتم دورة الحياة بطورين غير متماثلين heteromorphic ..من الاجناس في هذه الرتبة *Laminaria* ..

3-order:-Dictyotales

ان طحالب هذه الرتبة منتشرة في المياه الدافئة من العالم .ومن الاجناس جنس *Dictyota* ...يتم النمو القمى بواسطة خلية قمية .. شكل الجسم برنكيمى متفرع ثنائيا"..ان التركيب او التشريح الداخلي للجسم يتكون من ثلاث طبقات :

أ-طبقة وسطى ذات خلايا كبيرة ، قليلة البلاستيدات او عدم وجودها .

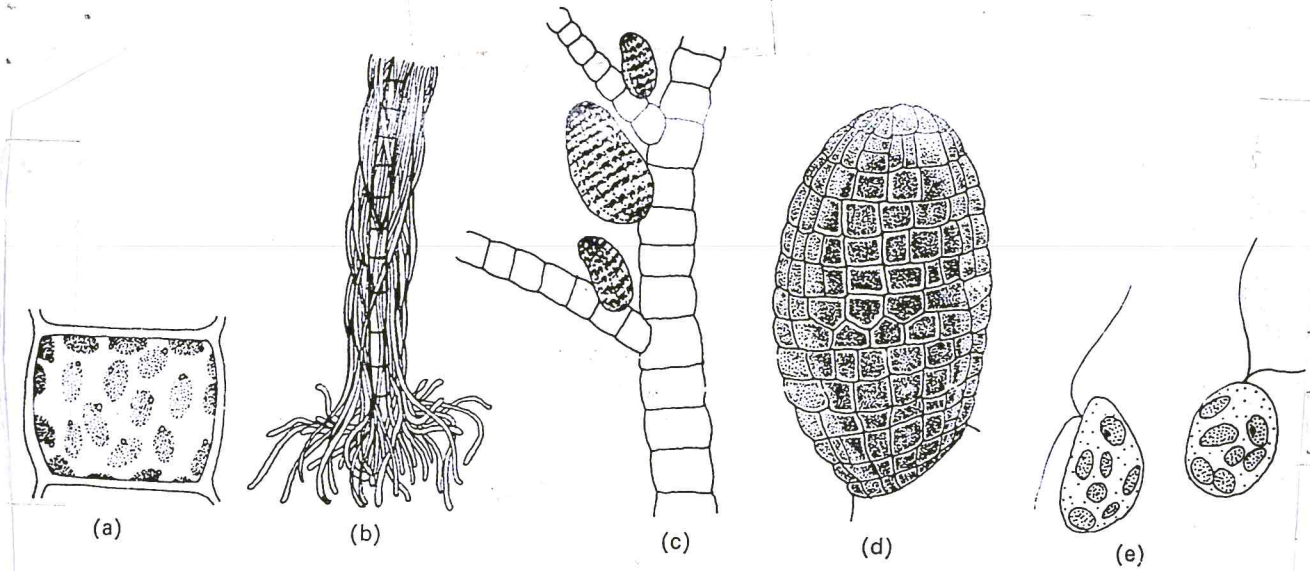


Fig. 6.10 *Giffordia*. (*a*) Vegetative cell with many chloroplasts. (*b*) Base of axis with rhizoidal investment. (*c*) Sessile attachment of the plurilocular organs. (*d*) Plurilocular organ. (*e*) Zoospores. (*a*) × 264; (*b*) × 33; (*c*) × 66; (*d*) × 264; (*e*) × 1056. [(*a*), (*b*), (*c*), and (*d*) after Kuckuck-Kornmann; (*e*) after Clayton.]

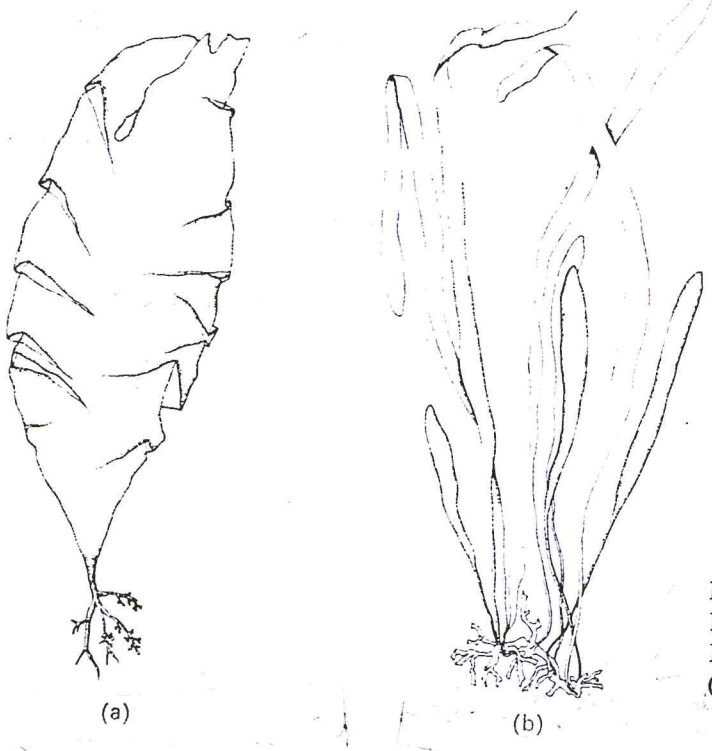


Fig. 6.56 (*a*) *Laminaria saccharina* (L.) Lamour. (*b*) *Laminaria sinclairii* (Harv. ex Hook. et Harv.) Farl., Anders., et Eaton. (*a*) × 0.16; (*b*) × 0.2.

ب- الطبقتان العليا والسفلى التي تحيط الطبقة الوسطى ذات خلايا صغيرة الحجم وغنية بالبلاستيدات ..

التكاثر:- تتكاثر جنسيا"بطريقة oogamy حيث تنشأ حافظات الامشاج الذكرية antheridia التي تمتاز باللون الابيض البراق ، وتتحرك بواسطة سوط واحد ، والانثوية oogonium ذات اللون البنى الغامق ، من الخلايا السطحية .

بعد اتحاد الامشاج الجنسية وتكوين الزيجة التى تنبت الى طور sporophyte الذى يتكاثر لاجنسيا" بواسطة الابواغ غير المتحركة aplanospore ، وتعرف بالابواغ الرباعية tetraspore وعند انباتها تعطي طور gametophyte (1N)

علما" ان الطورين sporophyte & gametophyte متماثلين isomorphic ..

أ.د.ل
نداء جاسم الموسوي

4-order:-Fucales

واسعة الانتشار في انحاء العالم ، وتختلف الانواع المتواجدة في المناطق المعتدلة الشمالية عن الانواع المتواجدة في المناطق المعتدلة الجنوبية ..

ويعد جنس *Fucus* من اهم الاجناس واكثرها شيوعا" ..يتكون شكل الجسم من ثلاثة اجزاء اساسية:

أ-hold-fast الجزء القاعدى الذى يقوم بتثبيت الطحلب .

ب- السويق stip الذى يكون متفرع ثنائيا" .

ج- front الجزء المتورق .

عند دراسة التشريح الداخلي للنصل front فانه يتكون من :

١- النسيج التمثيلي assimilation tissue .

٢- القشرة cortex .

٣- النخاع medulla .

التكاثر :- لا وجود للتكاثر اللاجنسي في هذه الرتبة ، ويسود التكاثر الجنسي oogamy (قد تكون بعض الانواع وحيدة المسكن أو ثنائية المسكن)

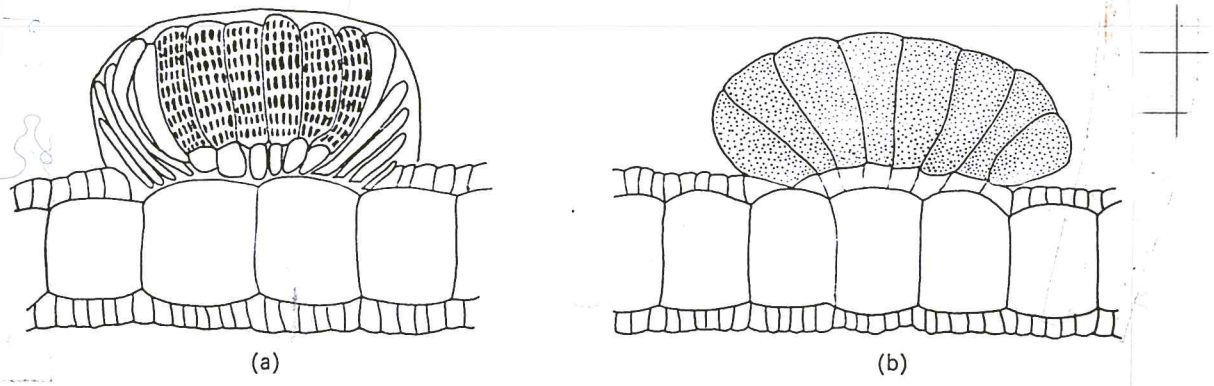


Fig. 6.38 *Dictyota dichotoma*. (*a*) Antheridia. (*b*) Oogonia. × 135.

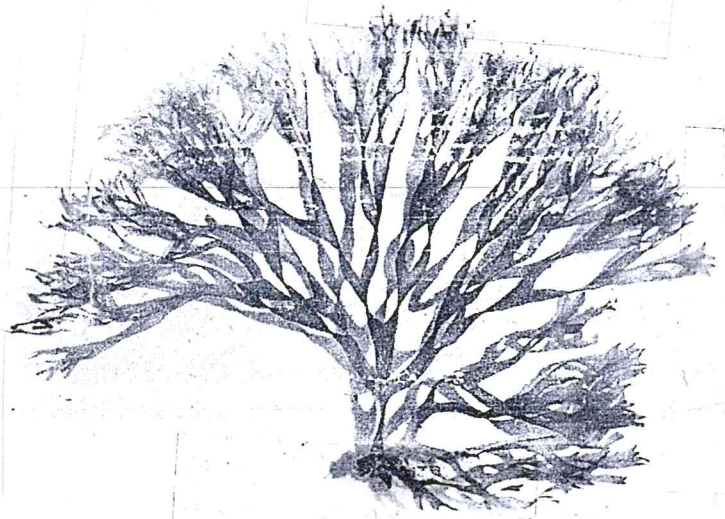


Fig. 6.37 *Dictyota dichotoma*. Habit. × 0.28.

85
التاريخ: / /
نداء حامد الموسوي
الموضوع

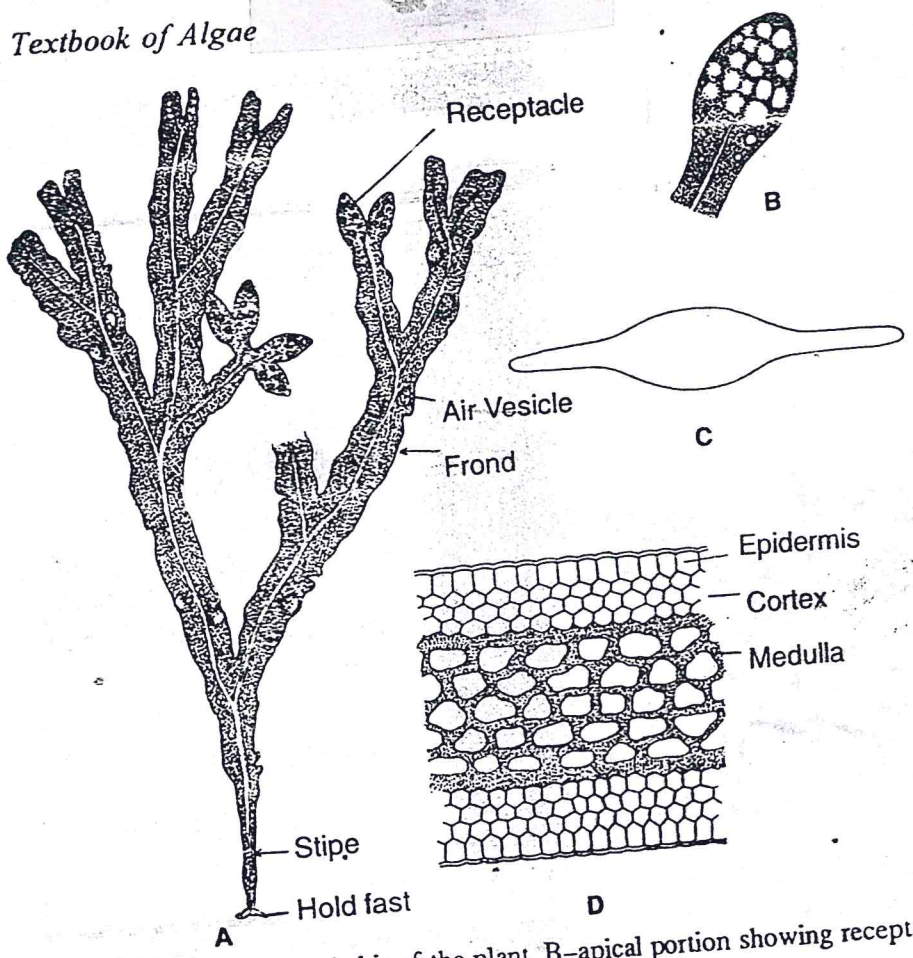


Fig. 27.1. *Fucus vesiculosus*. A–habit of the plant, B–apical portion showing receptacle, C–C.S. of frond (diag.) and D-an enlarged portion of C.S. of frond.

(*i*) *Meristoderm*. Covered by mucilage, the meristoderm is the outermost layer possessing photosynthetic chromatophores and is characterised by the presence of anticlinally dividing cells throughout the life.

(*ii*) *Cortex*. Next to meristoderm is the several layer thick parenchymatous zone called cortex. Its outer few layers have chromatophores while the inner ones are much elongated and mucilaginous. The cortex is mainly for the purpose of food storage.

(*iii*) *Medulla*. Medulla is well developed and occupies the central region of the thallus by means of loosely arranged cells. Some of the cells of medulla appear as anastomosing network of hyphae. These hyphae may be of two kinds—the smooth walled primary hyphae and thickened and mature secondary hyphae. This region is helpful in conduction and mechanical support.

التاريخ: / /

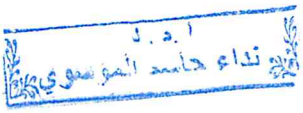
الموضوع

(86)

دورة الحياة من نوع diplont اذ يكون الطور السائد ثنائي العدد الكروموسومي (2N)، بينما الطور احادي العدد الكروموسومي (1N) يقتصر على الامشاج الذكرية والانثوية فقط ..

التخصيب : تتحرر السابحات الذكرية والانثوية خارج الحوافظ (conceptacles)الى الماء عن طريق فتحة Ostiole و عندها تتكون البيضة المخصبة التي تتطور الى طحلب جديد ..

التكاثر الخضري : عن طريق التجزؤ fragmentation وتنمو كل قطعة من الثالس الى طحلب جديد..



5-order:-sphacelariales

تلتصق هذه الطحالب على الصخور epilithic او على النبات epiphytic بواسطة اشباه الجذور ، تتواجد في بيئة المياه البحرية الحارة والباردة على حد سواء. شكل الجسم برنكيمي او متباين الشعيرات ، وصغير الحجم ، ولكن بعضها كبير ويصل الى (١٥) سم ..يكون النمو قمي ..

التكاثر الجنسي بواسطة isogamous ...اما التكاثر اللاجنسي فبواسطة الابواغ الناتجة من الحوافظ البوغية وحيدة الغرف ... طورى السبوروفايت والكميتوفايت من نوع isomorphic ..

6-order:-Desmarestiales

تكثر في المياه الباردة من العالم .. نمو الثالس من النوع البيني .. التكاثر اللاجنسي بواسطة الابواغ المتحركة الناتجة من الحوافظ البوغية الوحيدة الغرف . اما التكاثر الجنسي فمن نوع oogamy ..الطور السائد هو طور السبوروفايت ، اما طور الكميتوفايت فتكون مجهرى الحجم ،اى الاطوار من نوع heteromorphic ..

87

7-order:- Cutleriales

التكاثر اللاجنسي فيها بواسطة الابواغ الناتجة من الحوافظ البوغية وحيدة الغرف

اما التكاثر الجنسي فبواسطة الامشاج anisogamy الناتجة في حوافظ متعددة الغرف ..ان الاطوار من نوع heteromorphic or isomorphic حسب العوائل المختلفة ..

أ.م.د
نداء حامد الموسوي

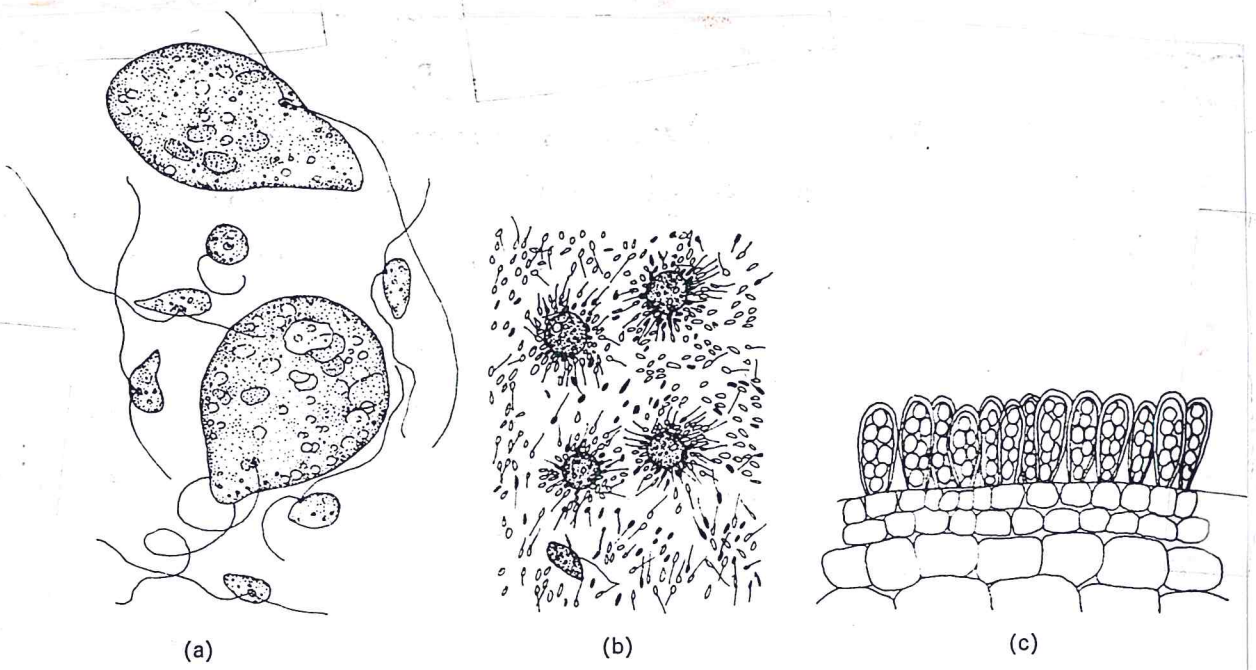


Fig. 6.30 *Cutleria multifida* (Smith) Grev. (*a*) Anisogametes. (*b*) Field of cultured gametes. (*c*) Vertical section of "*Aglaozonia-stage*" showing unilocular sporangia over upper surface. (*a*) × 132; (*b*) × 660; (*c*) × 231. [(*a*) and (*b*) after Kuckuck; (*c*) after Smith.]

88

قسم الطحالب الحمراء Rhodophyta :-

-: Class:-Rhodophyceae

أ.م.د. نداء حامد الموسوي

المميزات العامة هى :

١- غير مسوطة في اى مرحلة من حياتها .

٢- وجود صبغة phycobilin ، اذ يعود اللون الاحمر الى صبغة phycoerythrin وان هذه الصبغة تتأكسد عند تعرضها للضوء لذا تظهر الطحالب الحمراء بالوان اخرى مثل (البنفسجي ، الوردي ، البني ، الاسود ، الاصفر ، او الاخضر) وهذا بسبب تعاقب الالوان حسب كمية او نوعية الضوء ، وهذا ما يعرف بالتكيف اللوني chromatic adaptation ..

٣- المادة الغذائية المخزونة floridean starch .

٤- التكاثر الجنسي من نوع oogamous ، وتعرف الامشاج الذكرية والانثوية spermatia & carpogonim على التوالي . كما تتميز الطحالب الحمراء بتعاقب الاجيال (sporophyte & gametophyte) حيث بعد التخصيب fertilization وتكوين الزيجة تعاني عدد من الانقسامات وتعطي طور(متطفل) يعرف carposporophyte (sporophyte) وهو حامل للابواغ الثمرية ، وعند انبات هذه الابواغ تعطي طور gametophyte حامل للامشاج ..

Intermediate generation

٥- يتكون الجدار الخلوي من استر متعدد الكبريتات .

٦- يتنوع شكل الجسم بين طحالب وحيدة الخلية (*Porphyridium*) الى الاشكال الخيطية او الورقية او تداخل الخيوط بحيث يبدو بشكا برنكيمي كاذب pseudoparenchymatous . وتتصل بواسطة اشباه الجذور ، والتى اما تكون وحيدة الخلية او متعددة .

٧- النمو بواسطة خلية قمية متخصصة ، ويكون على نوعين :

أ- وحيد المحور : في حالة الطحلب ذو فرع واحد .

ب- متعدد المحاور : : في حالة الطحلب متعدد الفروع ، اذينتهي كل فرع بخلية لها القابلية على الانقسام .

الطحلب معقد

89

٨- secretary cell (or) vesicular cell : توجد خلايا خاصة تعرف بالخلايا الافرازية او الوعائية وهي عديمة اللون عند النضج ، تتميز بفجوة كبيرة مركزية عادة" تكثر مع التراكيز العالية من اليود في البيئة ، اذ تقوم بافراز المواد الهلامية mucilage layer .

٩- sea-weeds : تشكل الجزء الاكبر من الادغال البحرية وعادة" تفضل المناطق الحارة الاستوائية . كما تمتاز بقابليتها على المعيشة في اعماق سحيقة من المحيطات او البحار (٢٠٠ متر) والسبب يعود الى كفاءة الصبغات المساعدة في عملية البناء الضوئي . قد توجد في المياه العذبة الجارية اذ تلتصق على الصخور epilithic او على الطين epipelic او النبات epiphytic .

أ.م.د
نداء جاسم الموسوي

علاقة الطحالب الحمراء مع الطحالب الاخرى :-

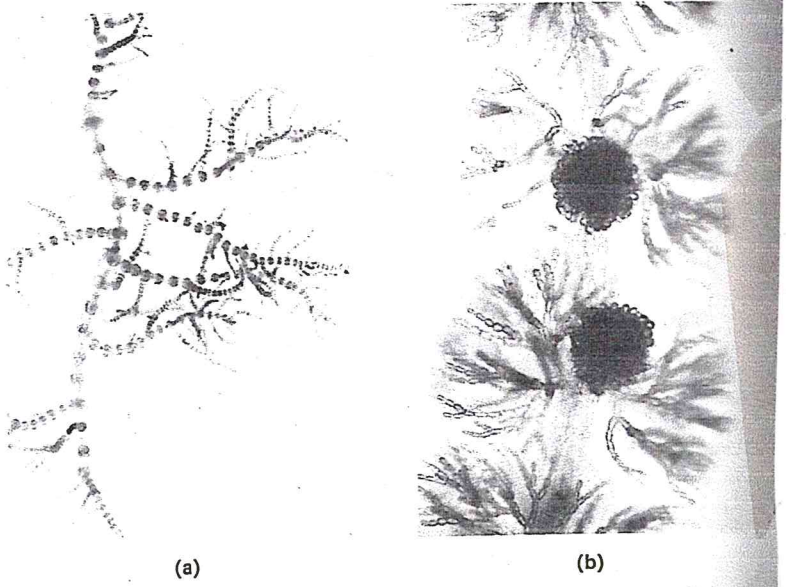
أ- adeiphoparasites :- وهي علاقة قريبة الصلة بين المضيف والطحلب الملتصق (اى من نفس المجموعة) وهى سهلة الالتصاق وتكوين ارتباطات ثانوية مع المضيف .

ب- alloparasites :- وهى علاقة المجاميع التي لا تكون ذات علاقة مع المضيف ، وتكون اصعب عند تكوين الارتباطات الثانوية مع المضيف . ومن الامثلة عليها علاقة الطحلب الاحمر ***Polysiphonia*** مع الطحلب البني ***Ascophyllum*** .. حيث ينمو الطحلب الاحمر على الطحلب البني بعد ان يمد اشباه الجذور الى داخل انسجة الطحلب البني اذ يفرز انزيمات تساعده في شق طريقه الى المضيف ..علما" ان الطحلب الاحمر مستقل في صنع الغذاء ..

الاهمية البيئية والاقتصادية :-

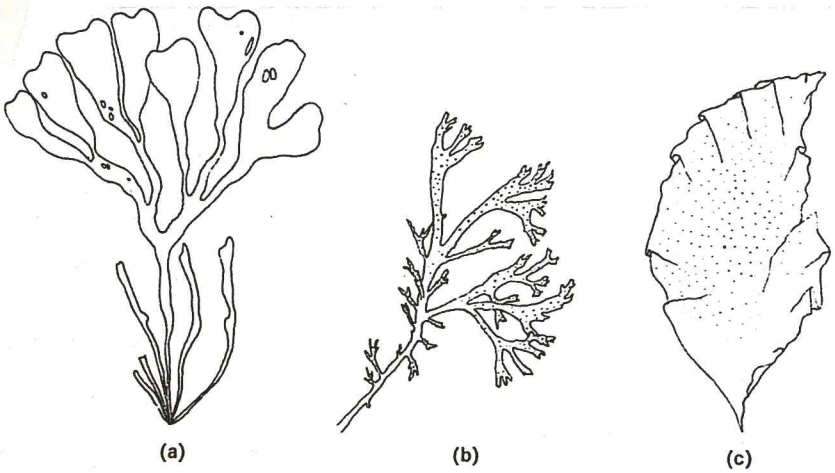
١- غذاء للانسان :-

استخدمت من قبل الشعوب (الصين) منذ اقدم العصور اذ تكون غنية بالمواد البروتينية والفيتامينات والمعادن المهمه والسكريات ، مثل الطحلب الاحمر ***Porphyra*** ..



(a) (b)

Fig. 9.26 *Batrachospermum.* (*a*) Habit of vegetative thallus. (*b*) Compact gonimoblast posporophytes borne among the nodal tufts. (*a*) × 5.6; (*b*) × 104.



(a) (b) (c)

Fig. 9.60 *Gigartina.* (*a*) *G. volans* (C. Ag.) J. Ag. (*b*) *G. agardhii* S. et G. (*c*) *G. corymbifera* (Kuetz.) J. Ag. (*a*) × 0.3; (*b*) × 0.6; (*c*) × 0.13.

٢- علف للحيوان :-

ترعى بعض الحيوانات البرية عليها مثل الارانب والثعالب والدببة القطبية ، كما تستعمل علف للابقار والاغنام ..

٣- سماد:-

تضاف الى الحقول الزراعية بعد تجفيفها او تطحن او تحرق ويضاف الرماد الى الاراضي لزيادة خصوبتها بسبب محتواها العالي من النتروجين والبوتاسيوم. وتمتاز بخلوها من الابواغ الفطرية اوحبوب الاعشاب weed seeds ..

٤- ادوية drugs :-

تستخدم المستخلصات الخام او النقية في معالجة الامراض ، او كاغطية للادوية ، قد تستخدم في صنع مواد التجميل (سوائل الترطيب والمكياج)..

٥- استخراج الاكار agar :-

يعد الاكار من المواد المهمه في تصليب الاوساط الزرعية (البكتريا والفطريات والطحالب) وهو مادة طبيعية عبارة عن بوليمرمن سكر galactan ، تستخرج من الجدار الخلوى لبعض الطحالب الحمراء وخاصة" رتبة Gelidiales وعائلتي Gelidiaceae & Gracilariaceae ..

أ.م.د
نداء جاسم الموسوي

تصنيف الطحالب الحمراء :-

تضم الطحالب الحمراء صفا" واحدا"Rhodophyceae ،وقد قسم سابقا" الى تحت صفين sub-class (florideophycidae & bangiophycidae) ، اعتمادا" على ثلاث صفات اساسية كان يعتقد انها تميز التحت صف florideophycidae وغير موجودة في التحت صف bangiophycidae وهى

١- وجود الاتصالات النقرية pit connection .

٢- التكاثر الجنسي oogamy .

٣- النمو القمى .

الا انه اثبتت الدراسات الحديثة ان هذه الصفات الثلاث توجد ايضا" في بعض الاجناس في التحت صف bangiophycidae ، كما ان بعض الاجناس في

florideophycidae لاتحتوى على الاتصالات النقرية او لاتنمو بشكل قمى . هذا ما ادى الى الغاء التحت صفين والبقاء على صف Rhodophyceae ..

1-order:-Porphyridiales

شكل الجسم فيها من نوع وحيد الخلية او متعدد الخلايا اذ تتجد مجموعة من الخلايا مكونة مستعمرة جيلاتينية ، مثل جنس ***Porphyridium*** ذو اللون الاحمر القاتم ،كما تجدر الاشارة الى وجود نوع اخر من هذا الجنس ذو لون ازرق بسبب صبغة phycocyanin . قد يلتصق على الصخور او التربة الرطبة ..

النمو من النوع الموزع ..

2- order:-Cyanidiales

تضم الانواع وحيدة الخلية،وتكثر في الينابيع الحامضية (pH= 0.5-3.0)والحارة

جنس ***Cyanidium*** ذو اللون الازرق ،..كان هذا الجنس موضع دراسة شاملة من قبل العلماء ، فقد صنف (سابقا") مع قسم الطحالب الخضر-المزرقة بسبب لونه الازرق ، الاانه حقيقي النواة لذا نقل الى قسم الطحالب الخضراء ، ولكن بسبب احتوائه صبغة phycocyanin فقد نقل الى قسم الطحالب criptophyta ، ولكن بسبب التركيب الدقيق للبلاستيدات وانها خالية من الغشاء المحيط وان thylakoid مفردة لذا نقل الى قسم الطحالب الحمراء ..

3-order:-Batrachospermales

النموالقمي ذو محورواحد uniaxial ..

4-order:-Gelidiales

وتعرف ايضا"agarophytes بسبب غناها بمادة الاكار ، وهى طحالب fleshy (لحمي) ..

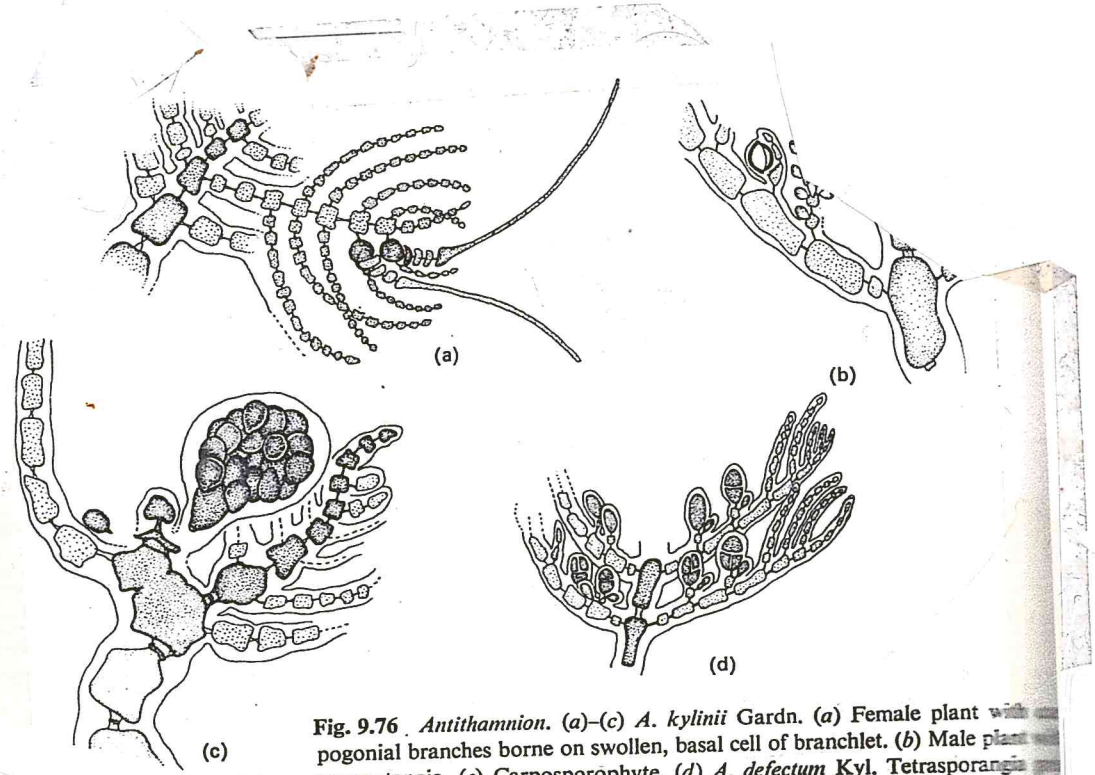


Fig. 9.76 *Antithamnion.* (*a*)–(*c*) *A. kylinii* Gardn. (*a*) Female plant with [illegible] pogonial branches borne on swollen, basal cell of branchlet. (*b*) Male plant [illegible] spermatangia. (*c*) Carposporophyte. (*d*) *A. defectum* Kyl. Tetrasporangia [illegible] duction. (*a*), (*b*) × 330; (*c*) × 250; (*d*) × 75. (After [illegible]ollaston.)

الطحالب البنية

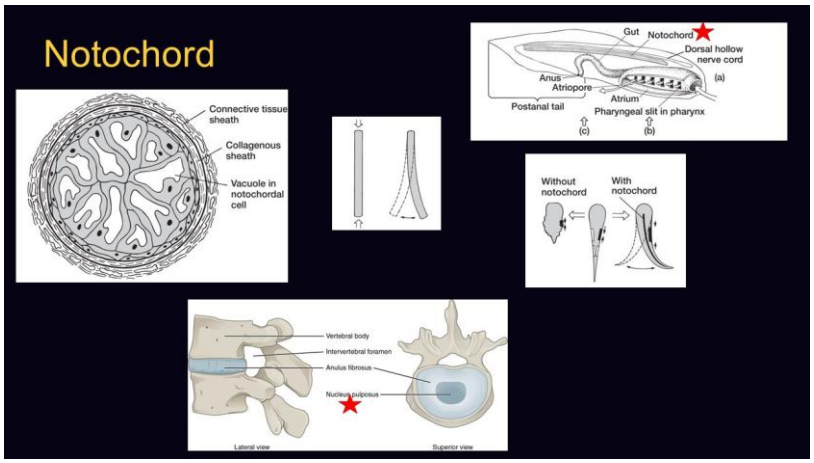
الرتب للطحالب البنية	التكاثر الجنسي			sporangia			دورة الحياة (deplohaplont)		شكل الجسم
	isogamy	anisogamy	oogamy	Unil.	Plu.	Tetra.	Isomo.	Heterom	
Dictyotales			+			+	+		برنكيمي
Sphacelariales	+			+			+		برنكيمي
Cutleriales		+		+			+	+	
Desmarestiales			+	+				+	heterotrichous
Ectocarpales	+	+		+	+		+		heterotrichous
Laminariales			+	+				+	برنكيمي
Fucales			+	لا تتكاثر لاجنسيا"			deplont		

الصفات العامة للحبليات

تعتبر مملكة الحبليات من أرقى الشعب الحيوانية ويأتي تقسيمها من حيث التنوع في المرتبة الرابعة بعد شعبة مفصلية الأرجل و الديدان الخيطية و النواعم. تتباين الحبليات تباين كبير في تطورها فبعظها يكون بدائي و البعض الأخر غاية في التعقيد. تمتلك العديد من الحبليات وخصوصاً المتطورة منها هيكلاً داخليا تترك اثراً عند موتها وبذلك يكون لها دور كبير في تطور و دراسة هذه الشعبة. اما الحبليات الابتدائية عادةً ما تكون اجسامها رخوة وهشة وهي لا تترك اثراً بعد موتها.

تمتلك شعبة الحبليات العديد من **الصفات الأساسية** والتي تتواجد في الحيوانات و تبقى ملاصقة لها طيلة حياتها أوقد تتواجد هذه الصفات في طور من اطوار التطورية. وتتمثل هذه الصفات بالمواصفات المبينة أدناه:-

١- **الحبل الظهري** :وهو عبارة عن تركيب متين ومطاط وهو عبارة عن قضيب هيكلي. يمتد تحت الحبل العصبي وفوقه القناة الهضمية ويتكون من خلايا مجوفة ويكون محاط بغمد ليفي وطبقة مطاطية خارجية(شكل ١).



شكل (١)

يعمل الحبل الظهري كهيكل داخلي بدائي وهو يمثل محوراً صلداً الا انه يسمح بحركة الجسم بسبب مرونته وهو تركيب ساند لجسم الحيوان و قد يبقى الحبل الظهري في الحيوان مدى الحياة كما هو الحال في الحبليات الابتدائية، او انه يتواجد في الأطوار اليرقية الأولى و الأطوار الجنينية المُبكرة ثم يختفي لاحقاً ليحل محله العمود الفقري.

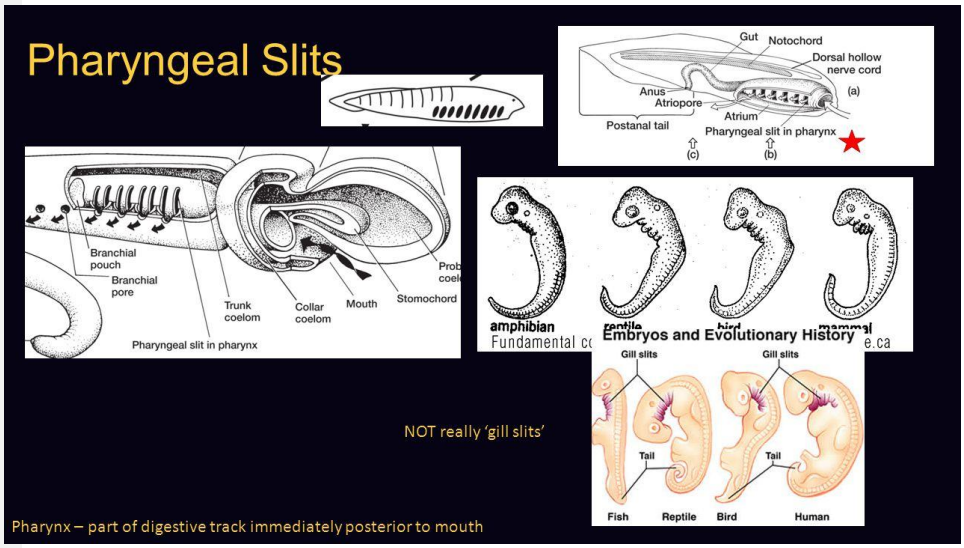
يتواجد العمود الفقري في أغلب الفقريات ويكون اما عظمياً او غضروفياً أو عظمياً-غضروفياً وذلك حسب نوع الحيوان ودرجة تطوره، او قد يكون عظمياً و غضروفياً كما في الأسماك البدائية

٢- **الحبل العصبي** Nerve cord: وهو حبل مجوف مليء بالسوائل ينشئ في المراحل الجنينية من طبقة الأديم الخارجي عند الشريط الظهري المتوسط يتوسع الحبل الظهري

في مقدمته مكوناً الحوصلة الدماغية كما في الحبليات البدائية كما هو الحال في الفقريات يمتد الحبل العصبي على طول الجسم فوق الحبل الظهري و يتواجد الحبل العصبي في المراحل المختلفة للحيوان في المراحل الابتدائية.

اما الحبليات الحقيقية يتواجد فقط في الأجزاء المبكرة وعند اكتمال الانسلاخ فأنه يتحول الى حبل شوكي الذي التراكيب المهمة في الجسم وهو يتواجد في القناة العصبية التي تقع فوق جسم الفقرة و وظيفة القناة العصبية حماية هذا التركيب المهم وتخرج منه العديد من الأعصاب الشوكية التي تنقل الأيعازات الى انحاء الجسم المختلفة و تمر الى الحبل الشوكي من خلال ثقب متواجدة في جسم الفقرة.

٣- وجود الشقوق الغلصمية: وهي عبارة عن فتحات مزدوجة تمتد من البلعوم الى الخارج قد يستمر وجودها في مراحل الحياة المختلفة كما في الحبليات البدائية و الأسماك او قد يظهر وجودها في المرحلة المبكرة ثم يختفي مع تطور الحيوان. فعلى سبيل المثال تمتاز الضفادع في أطوارها اليرقية المبكرة بوجود الشقوق الغلصمية التي تختفي مع التطور اليرقي وتحولها الى الطور اليافع. يكون الطور اليافع (Juvenile) شبيه بالأبوين غير ناضج جنسياً.



كما تمتاز كل افراد شعبة الحبليات بوجود الشقوق الغلصمية في الأطوار المبكرة لها إلا انها تختفي مع تطور اليرقة او الجنين. هذا وقد اثبتت الدراسات الجنينة وجود الشقوق الغلصمية في الأطوار المبكرة حتى في اللبائن.

تلعب الغلاصم التي تقع في الشقوق الغلصمية دوراً رئيسياً في تنفس الهواء المذاب بالماء كما هو الحال في الأسماك والأطوار المبكرة للبرمائيات فضلاً للحبليات الابتدائية.

تتكون الشقوق الغلصمية في الأطوار الجنينية المبكرة على جانبي البلعوم نتيجةً لأنبعاج الأديم الداخلي الى الخارج و انبعاج الأديم الخارجي الى الداخل. اذ يتكون الشق الغلصمي عند منطقة تماس الانبعاجين الداخلي و الخارجي.

الصفات الثانوية لشعبة الحبليات:- هنالك العديد من الصفات الثانوية لهذه الشعبة

١- يكون **القلب** عضلي التركيب ذو موقع بطني و وظيفته الرئيسية ضخ الدم في الدورة الدموية وان جريان الدم في الأوعية الظهرية يكون من النهاية الأمامية الى النهاية الخلفية اما في الأوعية البطنية فيكون من الناحية الخلفية الى الأمامية. وتتميز الدورة الدموية في الحبليات بكونها من النوع المغلق و يعنبر القلب من التراكيب المهمة في الجسم لذلك عادة ما يكون موقعه في داخل التجويف الذي يعرف بالتجويف شغاف القلب (Pericardial cavity)، وهو تجويف عضلي وظيفته حماية القلب من الصدمات الخارجية. كما انه يحتوي هذا التجويف على سائل مخاطي يزيت (Lubricating) القلب و يعتبر جزء من التجويف الجسمي.

٢- تمتلك اغلب الحبليات لاسيما المتطورة منها، دم ذو لون احمر لاحتوائها على **كريات الدم الحمراء** الغنية بصبغة الهيموغلوبين الذي يقوم بعملية التنفس بكفاءة عالية.

٣- **الذنب**:- يأخذ الجزء الخلفي من الجسم شكل الذيل الذي يقع ما بعد فتحة المخرج. و الذنب عبارة عن تطاول الجزء الخلفي من الجسم ويكون عديم التجويف ولا يحتوي على الأحشاء وهو يحتوي على عضلات متطاولة و حبل عصبي و حبل ظهري اما بالنسبة للفقريات فيحوي على العمود الفقري الذي يحل محل الحبل الظهري وعلى الحبل الشوكي الذي يحل محل الحبل العصبي**(شكل ...)** .

ان وجود الذيل يكون مرتبط بالحياة المائية للحبليات الأولية اذ يكون عضلي ويعمل كعضو للحركة في الماء، اما في الحياة البرية فيكون عادةً مختزل او محور.

٤- **ظاهرة الترأس** Cephalization: و يعني تركز الأنسجة العصبية و الدماغ و الأعضاء الحسية في الناحية الأمامية من الجسم. ويكون الرأس في الحبليات كبير و متميز مقارنةً بالنواحي الأخرى من الجسم وهذا يعني نمو الرأس يسبق بقية الأعضاء في الجسم وأن هذا المبدأ معروف جيداً في النمو الجنيني.

٥- **ثنائية التناظر** Bilateral symmetry: وهذا يعني ان نصفي الجسم يكونان متماثلان وهي صفة شائعة في اغلب الحبليات باستثناء الشعبة الثانوية ذيلية الحبل الظهري Urochordata و بعض الأسماك العظمية التي تكون متماثلة النصفين في الأطوار اليرقية ثم تفقد هذه الصفة عند تحولها الى الطور اليافع كما في السمكة المفلطحة flounder وسمكة لسان الثور اللتان تعيشان معيشة قاعية في السواحل البحرية.

٦- وجود **الجوف** Coelom: تعتبر الحبليات من الحيوانات الحاوية على جوف تسمى الحيوانات حقيقية الجوف Coelomatic animals مبطن بالكامل بالأديم المتوسط Mesoderm.

٧- ظاهرة **التجزء او التعقل** Segmentation: و تشترك الحبليات في ظاهرة و التجزء والتعقل وتعرف هذه الظاهرة أيضاً بالتكرار أو التسلسل. تظهر هذه بوضوح في الأعصاب و العضلات و الأوعية الدموية و الأجهزة الإفراغية، و خير مثال إبراز هذه الصفة يمكن ملاحظته في حيوان الرميح، أذ يحتوي على طبقات عضلية تأخذ شكل (<) تعرف Myomtom تفصلها عن بعض حواجز عضلية تعرف (Myosepta) **شكل (....)**

٨- ظاهرة **ثلاثية الأرومات** Triploblastic : تعني ان الجسم في الحبليات يتكون من ثلاثة طبقات جسمية، هي الطبقة الخارجية Ectoderm والطبقة الوسطىMesoderm

والطبقة الداخلية Endoderm

٩- وجود الهيكل **الداخلي** Endoskeleton : يكون الهيكل الداخلي بدائي و بسيط في الحبليات الأولية مثل رأسية الحبل الظهري و ذيلية الحبل الظهري و نصفية الحبل الظهري. اما في المجموعة الرابعة (الحبليات الحقيقية الفقريات) أذ يكون الهيكل الداخلي نامياً بشكل جيد وهو إما ان يكون غضروفي أو عظمي او مختلطاً. و يلعب هذا التركيب دوراً كبيراً في إعطاء الهيئة العامة للحيوان و يقوم بدور الحركة عن طريق التنسيق مع الأجهزة العصبية و العظمية كما يقوم بأسناد الجسم و حماية الأجزاء الداخلية للجسم. و تمتاز بعض الفقريات بوجود هيكل خارجي إضافة الى الهيكل الداخلي، أذ يُلاحظ وجود الحراشف التي تغطي الجسم في الأسماك و الأفاعي. أما السلاحف و التماسيح فتتميز بوجود الصَدَفَة و الصفائح العظمية على التوالي و جميعاً تكون خارجية.

١٠- يمتاز الجهاز الهضمي بوجود الفم و البلعوم و المعدة و الأمعاء وعادة ما ينتهي بفتحة المخرج في اللبائن والاسماك العظمية، أما في البرمائيات والاسماك الغضروفية والزواحف والطيور فينتهي الجهاز الهضمي بفتحة تسمى **"المجمع"**. والمجمع عباره عن ردهة مشتركة للجهاز الهضمي والبولي والتناسلي.

التصنيف العام للحبليات

تضم هذه الشعبة أربعة شعب ثانوية

١- **رأسية الحبل الظهري** Sup phylum:- Cephalochordata

تمتاز بوجود الحبل الظهري بشكل دائم ى يقع على طول الجسم فضلاً عن وجود الحبل العصبي و الشقوق الغلصمية وهي تتمثل بحيوان الرميح Anphioxus *lanceolatus*.

2- **نصفية الحبل الظهري** Sup phylum Hemichordata

: تتمثل بالحيوانات تسمى بالديدان البلوطية Balanglossysوهي تمتاز بوجود الحبل الظهري و العصبي في الجزء الأمامي من الجسم و يكون وجودها دائمي فضلاً عم وجود الشقوق الغلصمية.

3- **ذيلية الحبل الظهري** Sup Phylum Urochordata

تتميز بوجود الحبل الظهري و العصبي في المنطقة الذيلية للطور اليرقي المبكر فقط و بعد تطور اليرقة و انسلاخها الى الطور اليافع فأن الذنب يختفي و يختفي معه الحبل العصبي و الظهري و السبب مرتبط بمعيشة الحيوان اليافع الذي يكون مستقر على القاع وهو ليس بحاجة الى حركة لذا بإمكان الحيوان التخلي عن الحبل الظهري والحبل العصبي. تتمثل هذه المجموعة بال *Ciona* الذي يمثل الحالة النموذجية.
تسمى المجاميع الثلاثة بالحبليات الابتدائية أو الأولية ولقد سميت بالبدائية لبساطة تركيبها.
اما الشعبة الثانوية الرابعة فهي،
4- **الفقريات** : وهي مجموعة من الأحياء تمتاز بدرجة من التعقيد من خلال العمود الفقري و الحبل الشوكي محل الحبل الظهري و الحبل العصبي و تعرف هذه المجموعة بالحبليات الحقيقية أو القحفيات Acraniata نتيجة لوجود الجمجمة Cranium التي تقوم بحماية الدماغ و الأعضاء الحسية الاخرى.

منشأ وأصل الحبليات:-

من الصعب التوصل الى إجابة حقيقية حول **اصل الحبليات** وذلك لأن الحبليات الابتدائية المتمثلة برأسية الحبل الظهري و ذيلية الحبل الظهري و نصفية الحبل الظهري تكون ذات جسم هش و هي عديمة التركيب الهيكلي الصلب و بالتالي فأنها تتلاشى بعد موتها ولا تترك أي اثر في الرسوبيات خلافاً للشعبة الثانوية الفقريات والتي تعرف بالحبليات الحقيقة فأنها تترك اثراً في الرسوبيات بعد موتها، على هيئة متحجرات.

و بناءاً على المعطيات أعلاه، فأن هناك عدداً من **الفرضيات** عن اصل الحبليات قد وضعت من قبل العلماء السابقين. وبشكل عام فأنه يُنظر الى اصلها على أنها طبيعياً تقع بين اللافقريات الحية واللافقريات المنقرضة. ولكن من المستحيل أن نتخيل أي من اللافقريات المعروفة كأسلاف للحبليات. وعلى هذا الأساس وضعت عدة فرضيات لإيضاح اصل الحبليات وكما مبين أدناه:-

---

a) **فرضية المفصليات** : تم اقتراح هذه الفرضية عام ١٨٠٧. وقد اعتبرت هذه الفرضية أن الحشرات هي الأصل للحبليات. واستندت على التشابه بين الحلقات الكايتينية في الحشرات وفقرات الحبليات الحقيقية، اضافةً الى الهيكل الخارجي. وقد افترض اصحاب هذهِ الفرضية أن الاضلاع في الفقريات تماثل الارجل المتعددة في الحشرات.
b) **فرضية الديدان الخرطومية** : وضعت هذهِ الفرضية عام ١٨٨٣ وقد استندت على ان الخطم في الديدان الخرطومية مماثل للحبل الظهري في الحبليات وان النُقر الرئيسية في الديدان الخرطومية تماثل الشقوق الغلصمية في الحبليات .
c) **فرضية الديدان الحلقية** : استندت هذهِ الفرضية على التماثل الموجود بين الحبليات الأولية والديدان الحلقية(ديدان الارض والعلق) فيما يتعلق ب

- وجود التعقل, والتكرار Frequency في الوحدات الافرازية الموجودة في الديدان الحلقية والتي تماثل ما موجود في الحبليات الابتدائية.
- كما يلاحظ وجود الجوف الجسمي في كلا المجموعتين.
- فضلاً عن وجود الدم ذو اللون الأحمر.
-

d) **فرضية شوكية الجلد (Echinoderm)** : يبدو أنها الأجدر بالتصديق والقبول من قبل العلماء. لقد استحقت هذهِ الفرضية القبول وذلك للعديد من الاعتبارات المبينة أدناه:-

١. تعتبر شوكية الجلد من الحيوانات الشعاعية المتماثلة (Radially) .
٢. ان اليرقات Auricularia العائدة لشوكية الجلد تكون حرة السباحة وهي يرقات متماثلة وتكون قريبة الشبه ليرقات Tornaria العائدة الى الشعبة الثانوية النصفية الحيل الظهري .
٣. تمتاز كلا اليرقتين بشكل بيضوي مع حزمة معقدة من الاهداب Cilia يمتد عبر اليرقة في ثلثها الثاني من سطحها الامامي .
٤. يُفتح الفم في الجانب البطني من الجسم .
٥. تكون القناة الهضمية لشوكية الجلد متكاملة وتتميز بوجود البلعوم والمعدة والامعاء والمخرج .
٦. يكون انقسام البيضة المخصبة (Zygote) في شوكية الجلد غير محدد. .
٧. يمتد التماثل بين المجموعتين الى اصل وتنتظم التجاويف Coleomic .cavity ففي أجنة نصفية الحبل الظهري هناك ٥ تجاويف وكذلك الحال في رأسية الحبل الظهري المتمثلة بوجود نفس العدد من التجاويف في المراحل الجنينية للرميح وهي تماثل ما موجود في يرقات شوكية الجلد .

٨- لقد استندت فرضية شوكية الجلد **على أساسين**:-

الاساس الاول تركيبي مستند على التشابه المظهري بين يرقتي الديدان الشوكية ونصفية الحبل الظهري .
الاساس الثاني وظيفي يستند على التماثل في عمل العضلات في كلا المجموعتين والمبني على نفس الاساس الفسيولوجي.

e) **فرضيه العنكبوتيات**: استندت هذه الفرضية على التماثل الكبير بين الحيوان القشري *Limulus sp.* مع الأسماك الصفائحية الجلد المنقرضة العائدة لرتبة Ostracodermi. إلا ان هذه الفرضية لا تستند على اساس علمي متين، اذ تعتمد فقط على تماثل المظهري لحيوان *Limulus sp.* مع ما موجود في المتحجرات كسمكه صفائحية الجلد.

أدناه شرح وافي عن الشعب الثانوية للحبليات...

أولاً- رأسيه الحبل الظهري Cephalochordata

وهي من المجاميع المهمة التي تظهر الصفات الرئيسة للحبليات اذ يمتد الحبل الظهري على طول جسم الحيوان لذلك سميت رأسيه الحبل الظهري ويظهر من الحبل الظهري بروز في منطقه الخطم، كما انها تمتلك قناة عصبيه انبوبيه ظهريه الموقع مع غياب الدماغ المتطور. تتمثل الصفة الثالثة بوجود الشقوق الغلصمية. وهذه الشقوق تمتلك خصوصيه وهي انها لا تفتح للخارج بفتحات الشقوق الغلصمية الخارجية، بل تفتح الى الداخل بتركيب يعرف الردهة Atrium.

والردهة هو عباره عن فضاء داخلي يحيط بالبلعوم ويُفتح الى الخارج بفتحة الردهة الغلصمية(Atriopore) التي تقع امام فتحه المخرج . تحيط الردهة بالقناة الهضمية والبلعوم كما أنها تكون بتماس مع المناسل gonads ، التي تتواجد في الجوف ب ٢٠ زوج على جانبي التجويف وتطل على الردهة. تقسم المناسل الى خصىtestes ومبايض ovary.

وظيفه Atrium هي عباره عن ردهه تتصل بالفم وبذلك فأنها تستقبل الماء المحمل بأوكسجين لأغراض التنفس. كما يدخل مع الماء المغذيات كالهائمات والفتات العضوي التي تستخدم كغذاء للحيوان. كما يلعب الماء الداخل للردهة دوراً في طرح الحيامن والبيوض الناضجة خارجاً مع تيار الماء لإتمام عملية الأخصاب في الماء.

يعرف الحيوان بالرميح (مُصغر الرمح lancet) وهذا الاسم مشتق من المظهر الخارجي للحيوان اذ يكون مدبب النهايتين وشبيه بالرمح. اكتشف عام١٧٧٨ من قبل الباحث Pallass الذي اعطاه الاسم *Limax lanceolatus*، ظناً منه أن هذا الحيوان يمثل الطور اليرقي للقوقع *Limax*. وقد شخص بشكل صحيح وفي عام١٨٣٤ من قبل الباحث Costa واعطاه الاسم *Branchiostoma lanceolatus*. ان مصطلح *Amphixus lanceolatus* وهو الاسم الذي اشتهر لاحقا من قبل Yarrell. كما نلاحظ وجود جنس اخر *Asymmetron sp.* الا انه اقل شيوع من الجنس الاول .

التغذية:-

تتميز التغذية في هذه المجوعة بنمط خاص يعرف بالنمط الهدبي **للتغذية Ciliary mode of feeding**. سمي كذلك لاعتماد الحيوان كلياً على الاهداب في نقل المغذيات وتصفيتها وغربتها. تبدأ العملية أولاً في الاهداب الفمية ثم **الأهداب البرقعية** الموجودة خلف الفم (شكل ..). عند وصول الماء الى البلعوم فأن محتوياته من هائمات وفتات عضوي تترسب في البلعوم ، أذ تستقبل بواسطة القلم الداخلي (Endostylar). والقلم الداخلي تركيب غدي هدبي مخاطي يقع عند قاع البلعوم، يقوم باقتناص المواد لغذائية العالقة في الماء. تلعب أهداب القلم الداخلي دوراً كبيراً في دفع مكونات الغذاء للخلف والى الأعلى حتى تصل الى

الأخدود فوق البلعومي (....) ومن ثم تصل المكونات الغذائية الى الجزء الأمامية من القناة الهضمية. تكون القناة الهضمية مستقيمه وهي تتكون من ثلاث اجزاء هي

- الجزء الامامي هي عباره عن مريء مهدب ضيق.
- الجزء الثاني يعرف بالمعي الأوسط mid gut
- والجزء الثالث يعرف بالمعي المتأخرHind gut وهو ضيق ينتهي بفتحة المخرج . ينشأ من الناحية البطنية بين التقاء المريء بالمعي المتوسط، تركيب انبوبي مغلق يمتد اماماً في الجهة اليمنى للبلعوم يعرف بالأعور الكبدي. سمي بالأعور الكبدي لأنه لا يشبه الكبد في تركيبه او وظيفته. على الرغم من أن أوعيته الدموية قليلاً ما يشبه تلك الموجود في كبد الفقريات.

إن الأعور الكبدي عباره عن غدة هضمية مشابهة الى بنكرياس الفقريات. وان قناة الهضمية تعلق في جدار الجسم بواسطه ا لمساريق كما انها تبطن بالخلايا الطلائية التي تُسند بالعضلات الملساء الرقيقة . إن للقناة الهضمية مساحات عدة مهدبة في بطانتها. كما يُلاحظ وجود مساحات جانبية هلالية الشكل مهدبة في المعي الاوسط والتي توجه الغذاء الى المعي المتأخر. من ناحية أخرى، توجد مسالك ظهرية بين المعي الاوسط والمعي المتأخر والتي تكون كذلك مهدبة بشكل كبير والتي تعرف بالحلقات اللفائفية والتي تعمل على تموج (تمويج الطعام) . إن وجود الاهداب ووظيفتها الفعالة بالتغذية قد اعطى نمطاً خاصاً بالتغذية قد سميّ " بالنمط الهدبي للتغذية".

التنفس :-

يعتبر البلعوم في الرميح عضو رئيس في التغذية بينما في الفقريات فان البلعوم لا يتعلق فقط في جمع الطعام الا انه متخصص للنفس بواسطة الغلاصم. كان الاعتقاد السابق ان بعض التبادل الغازي للأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون في الرميح تتم بين تيار الماء والدم خلال الشقوق الغلصمية. إلا ان هذا الاعتقاد مشكوك فيه، لكون الدم **لا يحتوي** على صبغات تنفسية. ومن المحتل فان التبادل الغازي يحدث على السطح الكلي للجسم و خصوصاُ في جدران الردهة الغلصمية Atrium. الرأي الأكثر قبولاً هو صعوبة استخدام جدار الجسم للتنفس وذلك بسبب وجود الكايتين Chitin الذي **يعيق** عملية التبادل الغازي.

الجهاز الدموي :- أدناه مواصفات للجهاز الدموي في الرميح.

١. يكون الجهاز الدموي في الرميح غريب بسبب غياب القلب وانعدام الصبغات التنفسية .
٢. لا يتواجد الدم في الاوعية الدموية فقط، بل يتواجد كذلك في الفسح اللمفية و بالقرب من الاشعة اللمفية و الطيات الجانبية .

٣. ان الشرايين الرئيسية لها جدران عضلية، وان الابهر البطني مبطن بخلايا طلائية داخلية ويقع تحت القلم الداخلي .
٤. يكون الابهر البطني متقلص بشكل تقلصات تمعجية (Peristaltic constrictions) ويقوم مقام القلب إذ يقوم بضخ الدم المتجمع الى القوس الابهري او الاوردة الغلصمية الصادرة. ففي الأوعية الواردة او الصادرة فانه يتعرض الى تيارات الماء التنفسية .

الجهاز الافراغي :

وهو الجهاز الذي يقوم بإنجار وظيفة الافراغ عن طريق تخليص الجسم من الفضلات. ويتكون الجهاز الإفراغي من (٩٠) زوج من الاعضاء الافرازية التي تعرف بالنفريديا Nephridia. تتوافق هذه الأعضاء مع التقسيم العضلي(...) الموجود في الجسم. كما يلاحظ وجود تراكيب مفرده وكبيرة من الاعضاء الافرازية تعرف nephridium hatschek تقع فوق البرقع الى اليسار قليلا من الحبل الظهري. كما يوجد في سقف الردهة العديد من الحُليمات الكلوية الصغيرة والتي من المحتمل انها تقوم بدور الافراغ .

الحبل العصبي :

يتكون من انبوب عصبي فارغ وسطي و ظهري الموقع، كما انه يكون مثقب وتجتمع الخلايا العصبية حوله. إذ تنشا الالياف العصبية من الخلايا العصبية بشكل سطحي و ان بعض الالياف العملاقة تمتد طولياً لتوسع القناة العصبية في جزئها الامامي مكون الحوصلة الدماغية. تتكون الاعضاء الحسية من:-

١.العيون : هي عبارة عن صفوف من البقع الصبغية السوداء التي تقع على طول القناة العصبية وتكون حساسة للضوء. وكل عين تحتوي على تركيب يشبه العدسة يكون حساس للضوء. إن الخلايا الحساسة للضوء تسلم ليف عصبي واحد. وان العين الحساسة للضوء توجه الحيوان إلى جحره في الرمل .

٢. البقع الملونة :وهي بقع كبيرة في اقصى الجدار الامامي من الحوصلة الدماغية ينقصها تركيب العين، ولا تمتلك وظيفة حسية. وهناك اعتقاد ان البقع الصبغية تقوم بحماية العين من تأثير الضوء .

٣. العضو القمعي : وهو عضو مضغوط في قاع الحوصلة الدماغية يكون مبطن بخلايا هدبية طولية. وظيفته كشف التغيرات في ضغط السائل في الانبوب العصبي.

٤.الحفرة الشمية: وهي عبارة عن جيب من الخلايا تقع في الحوصلة الدماغية .

٥.الحليمات :وهي مجموعة من الخلايا الحسية تقع على الاهداب الفمية واللوامس البرقعية وهي حساسة للمس، كما أنها تلعب دوراً للمستقبلات الكيمياوية فضلاً لقيامها بوظيفة ذوقية و شمية.

٦.خلايا حسية : تتواجد بشكل متناثر ضمن البشرة في الجانب الظهري للجسم وفوق الاهداب الفمية. ان لكل خلية حسية ليف عصبي في نهايته السفلى، أما في نهايته الخارجية فيحتوي على تركيب حسي يشبه الشعرة ينشأ من الكيوتكل.

تستجيب هذه الخلايا للتلامس وبعضها يكون متخصص بتحديد طبيعة الرمل قبل القيام بعملية الحفر اذ يتجنب الحيوان الرمال الدقيقة جداً.
٧. هناك مستلمات داخلية تستجيب للتقلص العضلي وتنتهي في قطع عضلية تعرف Proprioceptors

الجهاز التكاثري

الجنس منفصل والاناث تشبه الذكور من الناحية الخارجية بسبب انعدام الصفات الجنسية الثانوية. تقع المناسل في الناحية البطنية الجانبية وهي تبرز وتتصل بالردهة. يحتوي الحيوان على ٢٦ زوج من المناسل وتترتب بشكل يتوافق مع التقسيم العضلي.

تظهر المقاطع النسيجية للبيوض باحتوائها على بيوض كبيرة كما انها تكون مفصصة وان درجة التفصص مرتبطة بالتطور الجنسي. اما الخصى فتكون مُعَرّقة بشكل واضح ويلاحظ ان تركيبها عادة ما يكون جرثومي. تكون المناسل معلقة في جيب من التجويف وهي لا تحتوي على أقنية جنسية. فعندما تنضج الكميتات فأن جدران المناسل تنفجر وتنطلق البيوض والحيامن الى الردهة مباشرة، ومن خلالها تخرج الى المحيط الخارجي عن طريق فتحة الردهة الغلصمية اذ يحدث الاخصاب خارجي في الماء .

ثانياً- نصفية الحبل الظهري : Hemichordata

تسمى بالديدان البلوطية او الديدان اللسانية وسميت كذلك لأنها شكلها العام لا يوحي أنتسابها لشعبة الحبليات. إلا أنها نُسبت الى الحبليات ذلك لوجود الحبل الظهري في النص الامامي من الجسم الذي يتمثل بالخطم والطوق فقط ، اما الجذع يكون عديم الحبل الظهري لذلك سميت بهذا الاسم نصفيه الحبل الظهري.

(صوره للحيوان)

يلاحظ وجود خمس تجاويف موجودة في ثلاث اجزاء منفصلة هي،:
١.الجوف غير المزدوج للخطم.
٢.زوج من الجوف في الجذع .
٣.زوج من الجوف في الطوق.

الجهاز الهيكلي :-

لا يوجد جهاز هيكلي محدد لكن يوجد اربع تراكيب متصلبة تُلحق بهذا الجهاز وهي:-
١.الردب الفمي يمثل امتداد الحبل الظهري الذي يقع في النفص الامامي.
٢.الهيكل الخطم
٣. الهيكل الغلصمي
٤. الحبل الدُبري Pygochord

الجهاز الهضمي:

يقع الفم في اخدود بين الطوق والخطم وهو يبقى مفتوح بشكل دائم وتكون القناة الهضمية من النوع البسيط. تتمثل بالتجويف الفمي والبلعوم والمريء والامعاء التي تنتهي بفتحة المخرج.

الجهاز التنفسي:-

يتألف من عدد كبير من الشقوق الغلصمية الداخلية التي تقع على جانبي gill pouch تُفتح الى الخارج بالشق الغلصمي الخارجي. البلعوم، وكل شق غلصمي يقود إلى جيوب غلصمية .

تمتلك بطانة البلعوم والشقوق الغلصمية خلايا مهدبة، إلا إن بطانة الجيب الغلصمي لها خلايا غير مهدبة ومفلطحة.

تلعب الأهداب في الجهاز الخيشومي دوراً في دخول تيار الماء الى الفم ثم إلى البلعوم والشقوق الغلصمية ومن هناك يتم إخراج المياه.

جهاز الوعاء الدموي :-

١-يكون الجهاز الوعائي من النوع المفتوح.

٢- يكون الدم يكون عديم اللون.

٣- وجود جيب مركزي وحوصلة قلبية.

٤-وجود أوعية موزعة أو شرايين.

٥-وجود أوعية جامعة أو اوردة.

الجهاز الافرازي:-

يتكون من عدد من الكُبيبات().تتكون كل كبيبة من عدد من بروزات انبوبية مغلقة وهي تقوم بإزالة المواد الابرازية والفضلات وطرحها جوف الخطم ثم إلى الخارج عبر فتحة في الخطم.

الجهاز التكاثري :

الأجناس منفصلة ولا يمكن التمييز بين الجنسين مظهرياً بسبب غياب الصفات الجنسية الثانوية. تكون المناسل مرتبة بأكياس متسلسلة في منطقة الحافة التناسلية. يُفتح كل كيس يفتح إلى الخارج بواسطة فتحة دقيقة تخرج منها الگميتات الناضجة. الاخصاب خارجي في الماء الذي ينجم عنه تكوين زايكوت() والتي ويكون بدورها تنمو الى طور يرقي يشبه الجرس والناقوس يعرف بيرقة التورناريا()

الجهاز العصبي :

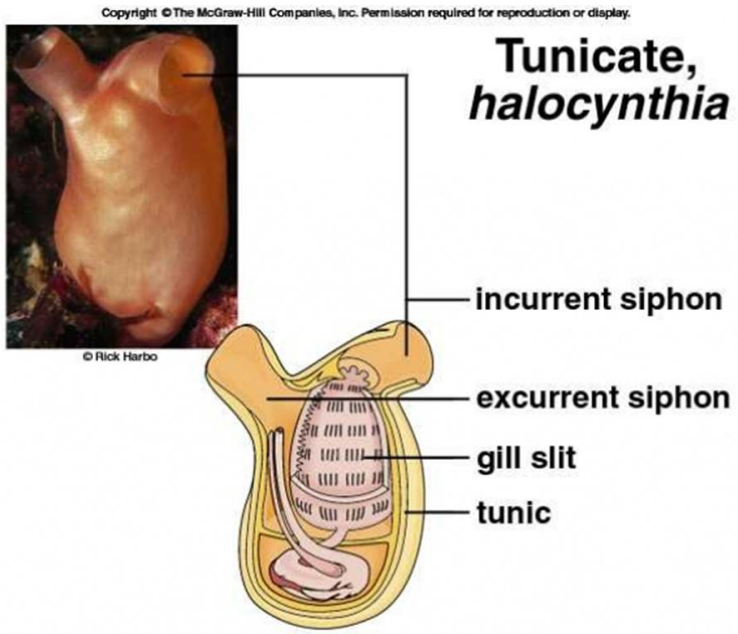
يكون الجهاز العصبي بدائي يتكون من خلايا عصبية ثنائية القطب ومتجمعة الاقطاب كما يلاحظ وجود الألياف التي تمتد في الغشاء القاعدي لجدار الجسم. تتضخم الشبكة العصبية على طول الخط الوسطى الظهري مكونه الحبل العصبي الظه

ثالثاً- ذيلية الحبل الظهري **Urochordata**

ذيلية الحبل الظهري Urochordata

تعرف هذه المجموعة بالغلاليات (Tunicates) و أشهر أنواعها يعرف بنافورة البحر Sea squirt. بعد أكتمال إنسلاخ يرقاتها فأنها تميل للمعيشة المستقرة على القاع وتقوم بفرز جبتها(Tunic or Test).

يمر تأريخ الحياة Life history لذيلية الحبل الظهري بتغيرات كبيرة. إن خصائصها الحبلية الأساسية (وجود الحبل الظهري والحبل العصبي والشقوق الغلصمية)، تكون أكثر وضوحاً في أطوارها اليرقية. بينما تكون أطوارها اليافعة والبالغة مشابهة للافقريات أكثر من الحبليات. لذا فإن صفاتها توصف بطورين، اليرقي والبالغ.



أ- الصفات المميزة ليرقات ذيلية الحبل الظهري

١-تكون اليرقات متطاولة و تعرف ب Ascidian tadpole

٢- تنشأ اليافعات من اليرقات بعملية الاستحالة Metamorphosis

٣-يتواجد الحبل الظهري في النهاية الذنبية، لذا سميت بذيلية الحبل الظهري.

٤- يكون الحبل العصبي مجوف ومنتشر من النهاية الى النهاية.

٥-وجود الشقوق الغلصمية.

٦-يكون الذنب ما بعد فتحة المخرج بارزاً.

منسّق:الخط: (افتراضي) Georgia، ١٥ نقطة، غامق، لون الخط: لون مخصص(RGB(136;136;136))، خط اللغة العربية وغيرها: Calibri، ١٥ نقطة، غامق، الحدود: : (بلا حدود)

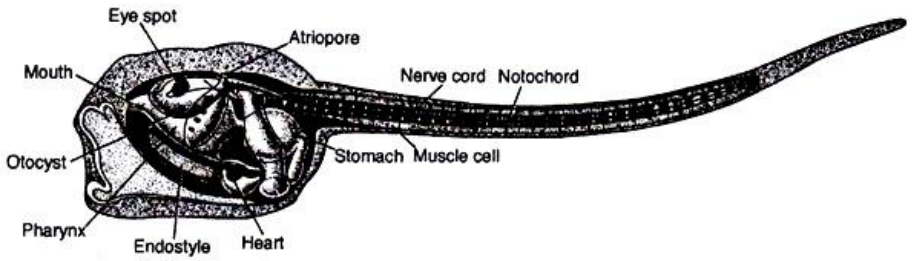


Fig. 1.4 : A diagramatic longitudinal sectional view of an ascidian larva

ب-الصفات المميزة ليافعات و ناضجات ذيلية الحبل الظهري

١-يُحاط الجسم بجبة، لذا تعرف بالغلاليات Tunicates وتتكون الجبة من بروتين وسكريات متعددة تشبه في تركيبها سليلوز النبات.

٢-يعيش الحيوان اليافع والبالغ حية مستقرة على قاع البحر ومُلتصق به.

٣-يُشكل السيفون الغلصمي الداخلي (Incurrent branchial siphon) والسيفون الردهي الخارجي (Excurrent atrial siphon) بوابات لدخول وخروج الماء الذي يدور في الجسم.

٤-يُفتح السيفون الخيشومي في سلة خيشومية(بلعوم).

٥-يُحاط السيفون الداخل بالمجسات الحسية الصغيرة التي تشبه الأصابع والتي تعمل على فحص الماء الوارد ومنع دخول الأجزاء الكبيرة.

٦- عند مرور الماء الخارج من خلال الشقوق الغلصمية فإن الجزيئات المجهرية كالهائمات والفتات يتم فلترتها واقتناصها بواسطة المخاط ومن ثم نقلها الى الأمعاء.

٧-إن هذه الحيوانات الخنثية تتكاثر جنسياً ولا جنسياً.

منسّق:الخط: (افتراضي) Georgia، ١٥ نقطة، غامق، لون الخط: لون مخصص(RGB(136;136;136))، خط اللغة العربية وغيرها: Calibri، ١٥ نقطة، غامق، الحدود: : (بلا حدود)

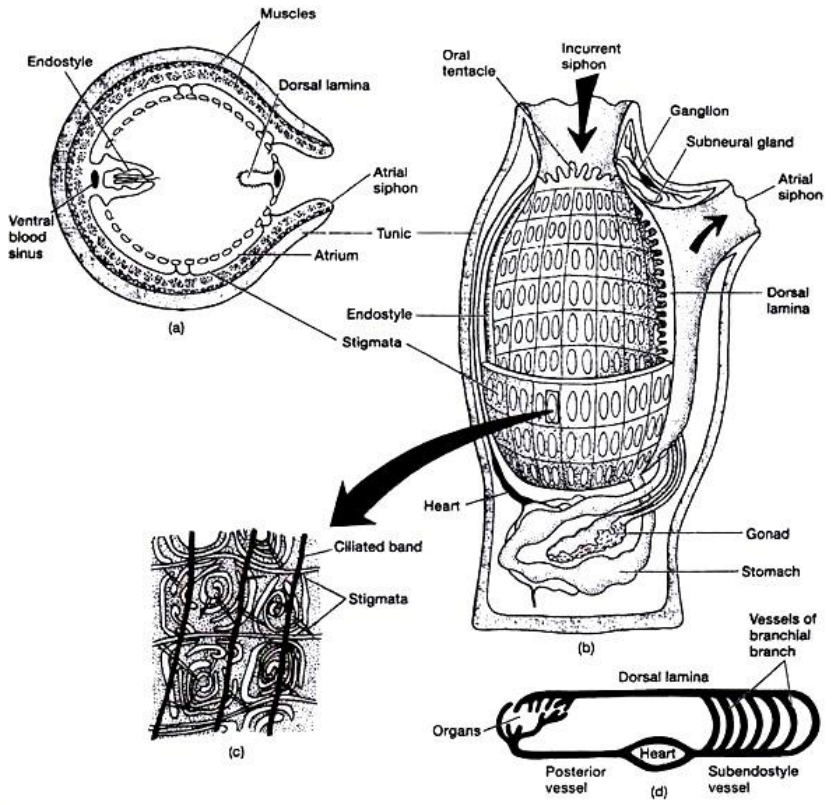


Fig. 1.5 : (a) Schematic cross-sectional view of an ascidia. (b) One side of the body opened to show internal strucures. (c) Structure of several highly subdivided pharyngeal gill slits. (d) Flow diagram of urochordate circulation

تصنيف ذيلية الحبل الظهري Classification of Urochordata

تقسم ذيلية الحبل الظهري الى ثلاث أصناف هي:-

أولاً:- صنف Ascidiacea

١- تضم في الغالب حيوانات بحرية ذات ألوان زاهية.
٢- بعض أنواعها تكون أنفرادية في معيشتها والبعض الآخر يعيش بهيئة مستعمرات.
٣- الحيوان البالغ يعيش معيشة مستقرة على القاع، ولكن اليرقة الحرة المعيشة تكون ذات شكل دعموصي مثالي Typical tadpole larvae.
٤- للحيوان البالغ جسم يشبه الكيس، مغطى بالجبة.
٥- البلعوم يكون كبير ويحوي على شقوق غلصمية.
٦- في الأطوار اليافعة يُلاحظ غياب كل من الذنب و الحبل الظهري والعصبي، أذ يتحول الجهاز العصبي الى عقدة عصبية.
٧- تكون الحيوانات خنثيه (ثنائية الجنس Bisex)

أهم أنواعها هو *Ciona* و *Ascidia* و *Herdmania*

ثانياً:- صنف Thaliacea

١-تكون هذه المجموعة حرة السباحة وهي عبارة عن أشكال هائمة Pelagic form.

٢- تحاط بجلة شفافة ورقيقة Thin.

٣-البلعوم يكون صغير و أعداد الشقوق الغلصمية أقل.

٤-غياب الحبل الظهري والعصبي والذنب بعد اكتمال انسلاخ اليرقات و تحولها للطور اليافع.

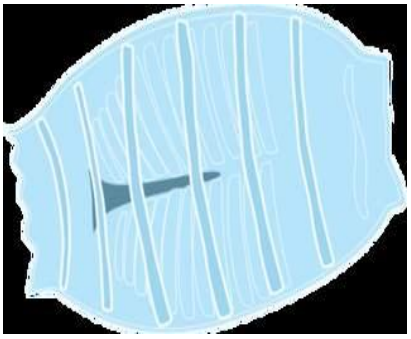
٥-يُنجز التكاثر اللاجنسي بواسطة التبرعم Budding.

٦-وهي حيوانات خنثيه.

٧- يُلاحظ فيها ظاهرة تعاقب الأجيال.

٨- أشهر أنواعها هي *Salpa* و *Doliolum* و *Pyrosoma*

الجنس ***Salpa sp***.



الجنس ***Doliolum sp***.

ثالثاً:- صنف Larvacea

١-وهي عبارة عن غلاليات هائمة حرة السباحة.

٢- مُنحت أسم Larvacea لأن الحيوانات البالغة تحتفظ بالخصائص اليرقية المشابهة الى حد ما الى يرقات Ascidia الدعموصية من خلال وجود الذنب والجذع.

٣-إن التماثل العام بين البالغات من صنف Larvacea والأطوار اليرقية للصنف Ascidiacea، يقترح أن الصنف الأول هو من نوع Neotenous.

٤- يعني مصطلح Neotenous **(أ)** بلوغ النضج الجنسي وأمكانية أنجاز التكاثر لاحقاً في طور اليرقات وهذا ما يصطلح عليه Pedogenesis .**(ب)** الأحتفاظ بخصائص اليافعين (Juvenile) في البالغين من الافراد(Pedomorphism).

٥- وجود جبة حقيقية والغطاء ناقص.

٦-وجو فتجتين غلصمتين.

٧-غياب الردهة الغلصمية Atrium.

٨-وجود الحبل الظهري والعصبي دائميين.

٩-وجود الذنب مدى الحياة الذي يكون رقيق ومفلطح.

١٠- تمتلك جهاز هضمي مميز و يتكون من ثلاث مكونات هي المصافي Screens والفلاتر Filters فضلاً لمصفوفة هلامية Gelatinous ممتدة.

١١- تقوم اليرقات بالتخلي جدارها الخارجي مما يُتيح لها الزيادة بالنمو المصاحب لنشاط التغذية.

١٢- يمسك الجذع أجهزة الجسم الرئيسية.

١٣- تعمل الحزم العضلية على الحبل الظهري لإنتاج الحركة.

١٤- جميع أنواعها، باستثناء نوع واحد، تكون خنثية متزامنة (Monoecious)، وهذا يعني وجود كلا الجهازين التناسلين في الفرد، وأغلبها تكون خنثية غير متزامنة(Protandrous) أذ تنضج الأعضاء التناسلية الذكرية قبل الأنثوية.

١٥- أشهر أنواعها هو Oikopleura و Appendicularia

منسّق:الخط: (افتراضي) Georgia، ١٥ نقطة، غامق، لون الخط: لون مخصص(RGB(136;136;136))، خط اللغة العربية وغيرها: Calibri، ١٥ نقطة، غامق، الحدود: : (بلا حدود)

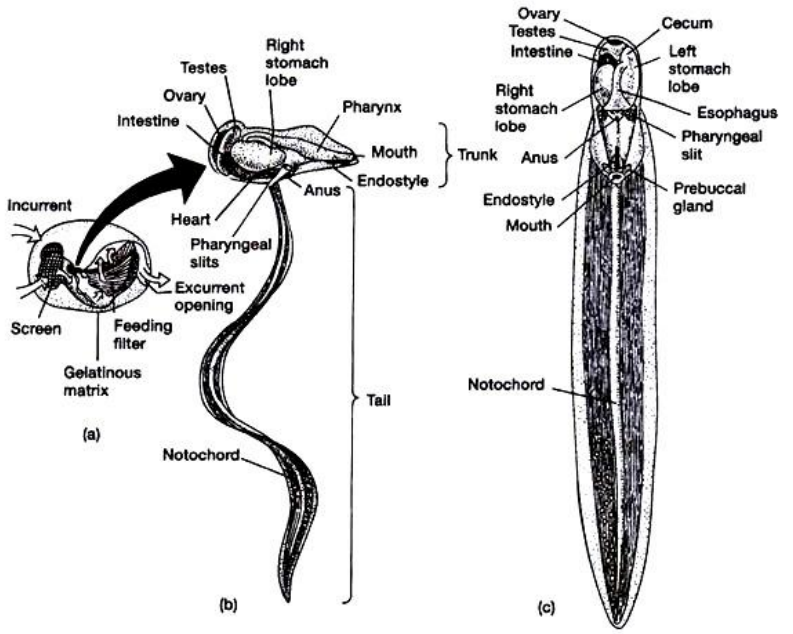


Fig. 1.7 : *Oikopleura* : (a) within its gelatinous house, (b) and (c) Free floating forms

القرابة (الشبه) في رأسية الحبل الظهري مع ذيلية الحبل الظهري

عند مقارنة رأسية الحبل الظهري مع ذيلية الحبل الظهري فأن الاستنتاج الذي لا يمكن تجنبه هو أن ذيل هاتين المجموعتين متقاربين ومشتقتين من نفس الأصول، و تم الاستدلال على ذلك من خلال الصفات التالية:

١- يلاحظ وجود تماثل كبير في آلية التغذية الهدبية. ففي كلا المجموعتين تستخدم آلية التغذية الهدبية التي تعتمد على الاهداب بشكل رئيسي لإنجاز هذه العملية فضلاً عن وجود المخاط.

٢- يلاحظ وجود تماثل كبير في البلعوم الحاوي على اعداد كبيرة جداً من الشقوق الغلصمية الجانبية وان تلك الشقوق تفتح في الردهة الغلصمية، ولا تفتح الى الخارج كما هو المعتاد في أغلب الحيوانات المائية. ويتميز البلعوم في تلك المجموعتين بوجود القلم الداخلي Endostyle والأخدود فوق البلعومي.

٣- يكون تجويف الردهة لكلا المجموعتين مبطن بخلايا أكتوديرم ويفتح الى الخارج بفتحة الردهة الغلصمية في رأسية الحبل الظهري وفتحة السيفون في ذيلية الحبل الظهري التي تماثل فتحة الردهة الغلصمية.

٤- إن جبة ذيلية الحبل الظهري تُكافئ الطيات الجانبية في رأسية الحبل الظهري.

٥- هناك تماثل كبير جداً في البيوض لكلا المجموعتين من خلال التطابق في تركيب السايتوبلازم وفي المراحل المبكرة للتطور اليرقي وخصوصاً في تكوين الجهاز العصبي والحبل الظهري.

التباين بين رأسية وذيلية الحبل الظهري

١- **التكاثر**:- يكون الجنس في رأسية الحبل الظهري منفصل ، اما في ذيلية الحبل الظهري فيكون الحيوان اما خنثيا او انه يتكاثر تكاثرا لا جنسياً عن طريق التبرعم Budding.
٢- **نمط الحياه**:- تكون رأسيه الحبل الظهري حرة في جميع اطوارها، بينما تكون الاطوار اليرقية حرة في ذيلية الحبل الظهري وأطوارها اليافعة تكون مستقرة على قاع البحر وفاقدة للحركة.
٣- **الحبلان الظهري والعصبي**:- يكونان دائميان ويتواجدان على طول الجسم في رأسية الحبل الظهري، أما ذيلية الحبل الظهري فيتواجدان في الاطوار اليرقية فقط. أذ يختفي الحبل الظهري في الطور اليافع ويُختزل الحبل العصبي الى عقدة عصبية.
٤- **الشكل العام**:- الشكل العام سهمي في رأسية الحبل الظهري وهو يحمل الصفات المثلى للحبليات. اما في ذيلية الحبل الظهري فيكون الطور اليرقي شبيها بيرقه الضفادع، اما الطور اليافع فيكون بيضوي او دائري او يشبه بالكيس ولا يوحي أنه من الحبليات.
٥- **وجود القلنسوة الفمية**:- يُلاحظ وجودها في رأسيه الحبل الظهري وغيابها في المجموعة الثانية.
٦- **التناظر:-** تظهر المجموعة الاولى التناظر في جميع اطوارها ، اما في المجموعة الثانية فتُظهر التناظر فقط في الاطوار اليرقية أذ يختفي التناظر في الطور اليافع.
٧- **نمط العضلات**:- يكون شكل العضلات في رأسية الحبل الظهري V shape يتصل بها حواجز عضليه وهي تظهر ظاهره التعقل segmentation، بينما لا يُلاحظ العضلات V shape في المجموعة الثانية كما يلاحظ غياب ظاهرة التعقل.

الصفات البدائية Primitive character

تعتمد الصفات البدائية على اسلافها الأصلية وان هذه الصفات هي التي تطورت وتكاملت في سياق التطور وبشكل عام اظهرت حاله التقدم. و بالإمكان تلخيص الصفات البدائية للرميح على النحو التالي :
١- وجود **بلعوم غريب** يتميز بالطريقة الهدبية للتغذية وفيها يتم فزر الغذاء بعد دخول الماء المحمل بالطعام الى البلعوم وهذا يتضمن اخذ كميات كبيره من الماء والتي يتم التخلص منها من الشقوق الغلصمية ثم توجيه تلك المياه الى فتحة الردهة الغلصمية كي تخرج من الجسم.
٢-انعدام القلب والتمايز بين الشرايين والأوردة.
٣. انعدام الرأس والكلى والاطراف المزدوجة يوجد فقط Protonepheridia.
٤.البشره مكونه من صف واحد من الخلايا وتنعدم الأدمة الحقيقة.

٥- .انعدام أعضاء الحس المزدوجة وتحل محلها المستلمات البدائية.
٦- استمرار بقاء الحبل الظهري وعدم احلاله بالعمود الفقري.
٧- المناسل تكون مُعقّلة وتتميز المناسل بانعدام الأقنية التناسلية، اذ تطرح الكميتات مباشرة في الردهة الغلصمية وتخرج مع الماء خلال موسم التكاثر من خلال الفتحة الردهة الغلصمية
٨-.تتمثل الاعضاء الإفرازي بالنفريديا المتعقّلة Segmented nephridia والتي تتميز بوجود الخلايا الأنبوبية.
٩- لا يكوّن الأنبوب العصبي دماغاً أمامياً وان الجذران العصبيان لا يتحدان. كما ان الجذور العصبية الظهرية تكون عديمة العقد مما يعني مرور الحوافز العصبية الى الانبوب العصبي بشكل مباشر.
١٠. الجهاز الهضمي بسيط والقناه الهضمية مستقيمة وعديمة المعدة، مع غياب الكبد الحقيقي ووجود الاعور الكبدي. وان آلية الهضم تُنجز عن وجود الاهداب في البلعوم وسائر القناه الهضمية.
١١- تكون القطع العضلية واضحة التعقّل.

رابعاً- الفقريات Subphylum vertebrata

سميت كذلك لإحلال الفقرات محل الحبل الظهري وهناك مسميات اخرى أذ تُعرف بالحبليات الحقيقية Euchordata أو القحفيات (Craniate) وذلك لوجود القحف "صندوق يحفظ الدماغ والاعضاء الحسيه". تضم هذه المجموعة فوق صنفين Super-class الاسماك **Pisces** وفوق الصنف رباعية الأقدام **Tetrapoda.**

أ-الاسماك Pisces

بسبب معيشتها المائية، فقد انعكست هذه الظروف بهيئة تحويرات عديدة في جسم الحيوان أهمها:-
١-وجود **الزعانف** المزدوجة و/او المفردة. وهي من الاعضاء الحركية المناسبة للمعيشة المائية.
٢-وجود **الخياشيم** والتي تعتبر من اعضاء التنفس المائي. تأخذ الخياشيم أشكالاً متباينة اعتماداً على نوع السمكة.
٣- وجود **الخط الجانبي**، وهو عبارة عن جهاز حسي مناسب للمعيشة المائية يتمثل بوجود قناة على جانبي الجسم المغطاة بالحراشف والتي تكون مثقبه وتحتوي القناة على خلايا عصبيه وتتصل بنهايات العصب السابع التي تقوم بنقل الايعازات المختلفة والمتمثلة بذبذبات الماء و درجة الحراره والعمق .. الخ. تعتمد الاسماك على هذا الجهاز لتفادي الاعداء والاستدلال على الفرائس وتحديد الاعماق المناسبة. كما تلعب الأذن الداخلية في الاسماك دوراً في الأتزان، الا انها لا تقوم بوظيفة سمعية.
٤-يكون الجهاز الهيكلي اما عظمي او غضروفي او يكون عظمي غضروفي كما في الاسماك البدائية Gar fish, sturgeon.

يُقسم فوق صنف الأسماك Pisces الى عدة اصناف رئيسية:-

أولاً: اللافكيات Class Agnatha

وهي اسماك العالم القديم. تتميز بغياب الفكين و وجود القمع الفمي الذي يكون مسند بالغضاريف كي يبقى مفتوحاً بشكل دائم مع وجود الاسنان المتقرنة والمدببة. تقسم اللافكيات الى :-

١- **مصفحة الجلد Ostracodermi**

وهي اسماك المياه العذبة جسمها يكون شبيه بالأسماك والراس يكون مدرع كما انها تحتوي على صفائح محيطيه ثقيلة تغطي الراس والجذع ، عاشت هذه الاسماك في العصر السيلوري Silurian حتى العصر الديفوني Devonian وهي اسماك عديمة الزعانف المزدوجة. ويعتقد ان سبب انقراضها يعود الى فقدانها للفكين وفقدانها للزعانف المزدوجة و وجود الصفائح العظمية والدرع المُقيد لحركتها والمُقلل لمناوراتها .

٢- **دائريه الفم Cyclostomata**

وهي المجموعة الوحيدة الباقية من الاسماك اللافكية تتميز يكون الفم دائري معزز بالغضروف الحلقي وحاوي على الاسنان المتقرنة المذببة وهي بالمجمل اسماك عديمة الزعانف المزدوجة تقسم هذه المجموعة الى

أ) رتبة اللامبريات (الجلكيات) Petromyzoniform

ب) رتبة الجريثيات Myxiniform

(أ) رتبة اللامبريات Petromyzoniform

تعيش في المياه العذبة والمالحة ، تتميز الانواع التي تعيش في المياه المالحة بأنها طفيلية التغذية، اذ تتغذى على الدماء والسوائل الجسمية للأحياء المضيفة والتي عادة ما تكون اسماك او سلاحف. تتميز الانواع البحرية بأنها تتكاثر لمرة واحدة فقط، ثم تهلك الذكور والإناث بعد ان تنجز رحلة شاقة الى اعالي الانهار كي تضع بيوضها في نفس الموقع الذي ولدا فيه. ويستمر الطور اليرقي من سنة وفي بعض الاحيان يمتد الى سبع سنوات. تكون اليرقة ترشيحية في تغذيتها Filter feeders معتمدة على الهائمات والفتات العضوي. وبعد اكتمال انسلاخ اليرقة وتحولها للطور اليافع Juvenile فأنها تهاجر الى اماكن التغذية في اعالي البحار ، اذ تعتمد على التغذية الطفيلية. وبعد إكتمال نضجها الجنسي بعد سبع سنوات تكرر دورة الهجرة الازلية

التباين الموجود بين اليرقة والحيوان البالغ:-

١- لليرقة زعنفة ظهرية وسطية منفردة او مستديرة.

٢- لا تحتوي اليرقة على قمع فمي والفم يكون محاط بالقلنسوة الفمية نصف الدائرية كما هو الحال في اللامبري.

٣- تكون اليرقات ذات تغذية حرة مع غياب الاسنان.

٤- تحاط عيون اليرقات بالعضلات والجلد السميك.
٥- تقع اللوامس الفمية لليرقات متفرعة عند مدخل القناة الهضمية. وخلف تلك اللوامس يوجد البرقع المتكون من زوج من الطيات العضلية الشبيهة بالكأس.
٦- يكون البلعوم في الطور اليرقي عبارة عن كيس وهو مشترك بين الجهاز الهضمي والتنفسي ولا يحتوي على الحاجز المستعرض الموجود في الحيوان البالغ.
٧- يوجد على الذنب مستقبلات ضوئية والتي تضمن دفن اليرقة بالكامل.
٨- يوجد في اسفل بلعوم اليرقة قلم داخليEndostylar يشبه الكيس يمتلك خلايا غدية وهو يختلف عند تلك المتواجدة في الرميح في عدم احتوائه على اخدود مفتوح (open grove)
٩- هناك اخدود مهدب في سقف بلعوم الطور اليرقي.
١٠- تتم التغذية في يرقات اللامبري بواسطة حركات عضلية للبرقع والبلعوم، بينما في الرميح تتم التغذية بواسطة النشاط الهدبي. وهو خطوة متقدمة في التطور تمكنه من اخذ اسرع واكبر كمية من الغذاء
١١- وجود كيس الصفراء في الطور اليرقي لّلامبري وغيابه في الطور اليافع والأطوار التي تليه.
١٢- يكون شكل القلب في اليرقة انبوبي ومستقيم، بينما يكون شكله في الحيوان البالغ يشبه حرف (S) والسبب أن القلب في الطور اليافع ينمو بحيز(تجويف شغاف القلب) ضيق مما يضطره للتحول من الشكل المستقيم الى شكل S.

(ب) الصفات الرئيسية لرتبة الجُريّثيات Myxiniform (Hag fish)

١- هي حيوانات بحرية لا تعيش في المياه العذبة، تعيش في الحفر الرملية.

٢- هي ليست طفيلية في تغذيتها، بل عادة ما تهاجم الاسماك الميتة و تدخل جسمها وتتغذى على احشائها الداخلية.
٣- يكون الجسم نحيف يشبه الثعبان و يكون واهن soft.
٤- الزعنفة الظهرية تكون ضعيفة التطور. اما الزعنفة الذنبية فهي قليلة التطور، وهذه الصفة انعكست سلباً على مناورتها في السباحة.
٥- الفم يكون طرفي الموقع وهو محاط بشفاه رقيقة.
٦- وجود ثلاث او اربع ازواج من اللوامس حول حافة الفم.
٧- غياب القمع الفمي.
٨- وجود فتحة من منخرية تفتح قريبة من الفم.
٩- تكون الجمجمة بدون سقف وهذا دليل بدائية الجهاز الهيكلي المحوري.
١٠- الاسنان ضعيفة وموجودة في صفين.
١١- اللسان متطور بشكل جيد.
١٢- وجود زوج من الغدد اللعابية.

١٣- البلعوم يكون مشترك بين الجهاز الهضمي والتنفسي وهو يحتوي في جانبيه على ١٣-١٥ زوج من الشقوق الغلصمية الداخلية التي تقود الى الردهات التنفسية وتفتح الردهات الغلصمية للخارج بفتحة غلصمية مشتركة واحدة (شكل ...)

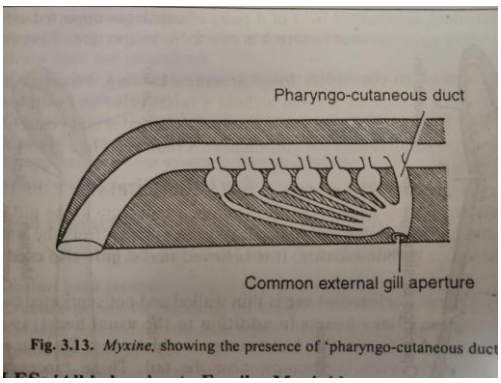


Fig. 3.13. *Myxine*, showing the presence of 'pharyngo-cutaneous duct

وبشكل مخالف في اللامبري الذي يكون فيه الحيوان اليافع حاوي على انبوبة تنفس مغلقة ومميزة. بمعنى ان البلعوم في اللامبري اليافع يكون متخصص للجهاز التنفسي اما الشقوق الغلصمية فتُفتح مباشره الى الخارج بشكل منفصل(شكل..).

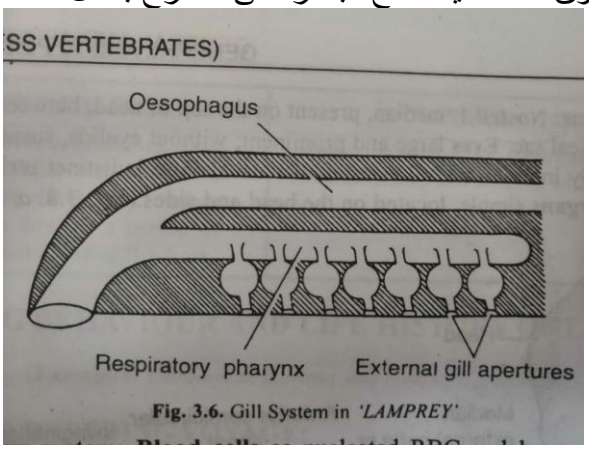


Fig. 3.6. Gill System in *'LAMPREY'*

١٤- يكون الدماغ بسيط في الجُريث اما العيون فتكون اثريه وغاطسة تحت الجلد. تتميز العيون بكونها خاليه من العدسات وعضلات العين، وهي غير فعاله.
١٥-غياب العيون الصنوبرية Pineal eyes.
١٦- غياب الكيس البولي التناسلي .
١٧-الجنس يكون متحد اذ تظهر في الجُريث حاله خنثيه حقيقيه. اذ ينمو المنسل الايسر فقط يتكون من قسم يمثل المبيض اما الجزء الخلفي فهو يمثل الخصيه. و تعرف بالظاهرة الخنثية المتزامنة. أذ يكون أحد الجهازين فعالا وعاملا. وهناك حالة خنثية تعرف بالظاهرة الخنثية المتعاقبة، أذ يتبدل جنس الحيوان خلال الفصول التكاثرية وهذه الظاهرة شائعة في بعض الاسماك العظمية كسمكة الشانك البحري.

اما اللامبري فيكون منفصل الاجناس ولا يظهر الظاهر الخنثي في حاله الطور اليافع او الناضج ولكن ممكن ان تظهر الظاهرة الخنثية في الاطوار اليرقية Ammoceote Larvae

١٨- تكون بيوض الجُريث كبيرة وهي مغلفة بواسطة قشرة متقرنة واسطوانية.

الصفات العامة لأسماك اللامبري

(١) جهاز الدوران:-

يحتوي القلب في اللافكيات اليافعة على ثلاث ردهات هي الكيس الوريدي والاذين والبطين. تكون جدران ردهة الكيس الوريدي رقيقة وهي التي تستقبل الدم المختزل الوارد من انحناء الجسم. وهناك صمام ينظم مرور الدم بين الكيس الوريدي والاذين. يكون الاذين رقيق الجدران في حين يكون البطين سميك الجدران، وهو الذي يقوم بضخ الدم الى الامام. بعد وصول الدم الى الأبهر البطني الذي ينشطر الى جزئين كل جزء يذهب الى جانب أذ يُنقل الدم المختزل الى الردهات الغلصمية حيث يتم التبادل الغازي بين الدم والماء اعتمادا على الفرق بالضغط الجزيئي لكل من الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون.

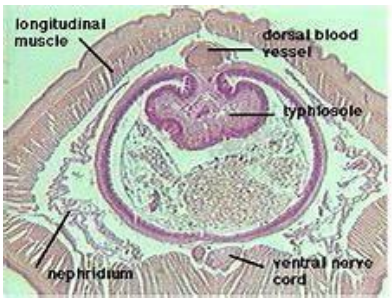
ينتقل الدم المؤكسد الى انحاء الجسم بواسطه الابهر الظهري. يتكون الابهر الظهري من اتحاد مجموعه من الشرايين الغلصمية الصادرة القادمة من الغلاصم وهو الذي يقوم بنقل الدم الى انحاء الجسم والاحشاء الداخلية .

(٢) الجهاز الهضمي:

يقود الفم في اللامبري الى التجويف الفمي. والبلعوم يكون منقسم الى انبوب يعرف بالمريء يقود الى القناه الهضمية حيث يكون ظهري الموقع (شكل ..). لاتوجد معدة حقيقية في اللامبري والسبب في ذلك مرتبط بطبيعة تغذية الحيوان التطفلية المتضمنة دم وسائل جسم الحيوان المُضيف.

يمتلك اللامبري اللسان المبرد Rasping Tungue وهو مدبب النهاية ومُتقرن يقوم بعمل الثقوب في الجسم السمكة المضيفة. القناة الهضمية مستقيمة و تتوسع نهايتها الأخيرة لتكون المستقيم الذي ينتهي بفتحه المجمعCloaca (فتحه مشتركه بين الجهاز الهضمي والبولي والتناسلي).

تكون بطانه الامعاء هلاليه الشكل لوجود Typhlosole (شكل...)، وهي عبارة عن طية طولية تمثل البداية لتكوين الصمام الحلزوني spiral valve الذي يظهر لاحقا في الاسماك الغضروفية.



ويعمل كل من ال Typhlosole والصمام الحلزوني على زياده المساحة السطحية للامتصاص، وهي من **التراكيب البدائية** في الجهاز الهضمي.

يحتوي الكبد في اللامبري على فص واحد والذي يحيط نهايته الأمامية جزئياً بشفاف القلب، اما في والجُريث فيتكون الكبد من فصين. يكون كيس الصفراء وقناه الصفراء موجوده بالأطوار اليرقية لّلامبري، وهي غائبة في الحيوانات اليافعة. والبنكرياس الذي ينشأ من ردبين من الاديم الباطن للمعي البدائي ويتمثل في اللامبري بنسيج يقع ضمن نسيج الكبد. اما في الجُريث فهناك بنكرياس صغير يقع قرب موقع دخول القناه الصفراء الى المعي.

(٣) الجهاز العصبي:-

يكون الجهاز العصبي في اللامبري جيد التطور. وان الدماغ يُظهر النمط المثالي الموجود في سلسله الحيوانات الفقرية ، إلا انه يكون صغيراً. ويقسم الدماغ الى ثلاثة اجزاء هي:-

١-الدماغ الامامي Prosencephlon

٢-الدماغ الأوسط Mesencephalon

٣-الدماغ الخلفي Rhombencephalon

يتضمن الدماغ الأمامي زوج من الفصوص الكبيرة.

اما الحبل الشوكي عباره عن تركيب شريطي سطحه الظهري محدبا نوعا ما اما سطحه البطني متعرجاً و يكون لونه رمادي شفاف يستدق باتجاه النهاية الخلفية. وفي الجهة المقعرة يستقر الحبل الظهري.

(٤) الأعضاء الحسية:-

تكون بعض الأعضاء الحسيه في اللامبري متطورة وتتكون من الاتي:

أ- تكون العيون كبيره نسبيا وهي وظيفية وحاويه على العدسة العينية فضلا عن وجود العضلات العينية التي تقوم بتغيير اتجاه العدسة.

ب-وجود العينان الصنوبريتان Pineal eyes وهي من التراكيب البدائية وتقعان خلف الدماغ .

ج- وجود الأذن الداخلية وتكون الأذن الداخلية في اللافكيات بسيطة وتكون من نصف دائريتان ويفتح الكيس في القناه الأنفية.

د- تحتوي الأعضاء الحسية في الأسماك اللافكية على الخط الجانبي وهو من الأعضاء الحسيه المناسبة للمعيشة المائية .

(٥) الجهاز الافراغي

يتكون من الكلى الوظيفية الفعالة في اللامبري وهي تكون من نوع Mesonephric وتصبح الأُنبيبات متطاولة بشكل كبير. وان النهايات الأمامية تحمل كبسولات بُومان مزدوجة الجدران bowman الحاوية على الكبيبة Glomerulus. تمتد القناه الكلوية على طول الحافة الحرة والتي تفتح بواسطة الحليمة البولية التناسلية في فتحه المجمع.

ثانياً:- الفكيات

وهي مجموعة متطورة من الحيوانات تتميز بوجود الفكين العلوي والسفلي، اهم تحوراته هي:-

١-من خلال **التسميه** يلاحظ وجود الفكين العلوي والسفلي، وهذا يمثل تحور للقوس الغلصمي الأول. وكما هو معروف فإن الجمجمة النموذجية تتكون من ٧ أزواج من الأقواس الغلصمية الخيشومية. ويكون هذا التحور متجسد بشكل واضح في الجمجمة الحشوية لكلب البحر التي تمثل الجمجمة النموذجية التي تُظهر كل الصفات و بشكل واضح.

تنجز الاحياء عديمة الفكوك عمليات التغذية من خلال :-

أ- ترشيح الاحياء المجهرية المتمثلة بالهائمات من الماء.

ب--**التغذي** على الأحياء الزاحفة على الطين.

ج- عن طريق قشط و قطع الأحياء الرخوة.

د-طريقة الامتصاص.

ان تطور الفكوك قد سمح للأسماك وبعض الأحياء ومعها البرمائيات كالطيور واللبائن والزواحف للاستفادة من الغذاء الأكثر صلابه وهذا اعطاها القدرة لتصبح اكثر تأقلم لطرق العيش الجديدة والمختلفة كما انه اعطى مرونة اكثر في مجال المناورة والبقاء. ان هذا التطور كان كافياً لوضع كل الأسماك الحاوية على الفكوك كالأسماك الغضروفية والعظمية ورباعية الأقدام في مجموعة اوسع تعرف-**الفكيات**.

٢- تشمل التحور الآخر وجود **اللواحق المزدوجة** التي تتمثل بالزعانف الكتفية والحوضية وأحزمتها في الأسماك(العظمية والغضروفية). أما في المجاميع الأكثر تطوراً كالبرمائيات والزواحف والطيور واللبائن فتتمثل بالأطراف الأمامية وحزامها والاطراف الخلفية وحزامها، وهي من الوسائل الحركية المناسبة للحياة البرية.

الصفات الرئيسية للأسماك

١. وجود **الخياشيم** وهي الاعضاء التنفسية المناسبة للمعيشة المائية والتي تتميز بوجود مساحة سطحية كبيرة جداً، كما انها غنية بالأوعية الشعرية الدموية وهي مناسبه للتبادل الغازي بين الماء والدم عن طريق الفرق وللضغط الجزيئي لكل من الأوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون في الماء والدم.

٢. يغطى الجسم **بالحراشف** Scale والتي تكون على انواع مختلفة. بعضها يكون درعي Placoid او قرصي Cycloid او مشطي Ctenoidاو ماسي Diamond أو Cosmoid.

٣. وجود الخط **الجانبي** Lateral line system وهي قناه تمتد على جانبي الجسم تعتبر من الوسائل للحسية المناسبة للمعيشة المائية. تتميز الحراشف التي تغطي للخط الجانبي بكونها مثقبه لتسمح بمرور الماء الى القناه وتكون القناه مزوده بنهايات الاعصاب.

تقسم الاسماك الى مجاميع :

١- صنف الاسماك الغضروفية Class: Chondrichthyes

وهي مجموعه من الفقريات تتميز بوجود زوج من الزعانف الكتفية الكبيرة وزوج من الزعانف الحوضية. يكون الجهاز الهيكلي لهذه المجموعة غضروفي ١٠٠%. كما تتميز بوجود زوج من الفتحتين المنخريتين.

ويكون الجهاز الهيكلي الداخلي نامي بشكل جيد. اما الجمجمة تكون ذات قوى عالية مقارنة بما موجود في الاسماك اللافكيه التي تكون هشة. ان ضخامة حجم الزعانف الكتفية تعد من الوسائل التكيفية التي تُعينها بالطفو بسبب فقدانها الكيس الهوائي. يقع الكيس الهوائي في التجويف البطني للسمكة، وهو يلعب دوراً كبيراُ في العوم والسباحة. اذ يقلل من الوزن النوعي للسمكة وبذلك فإنه يُعينها على السباحة. إن فقدان الكيس في هذه المجموعة قد تم الاستعاضة عنه بالزعانف الكتفية الكبيرة فضلاً لوجود الكبد الكبير الذي يصل الى ٢٥%من وزن الكواسج والغني بالدهون الخفيفة التي تعرف بالسكوالين (Squaleen). تعمل هذه التحويرات على تقليل الوزن النوعي للسمكة بعيداً عن الكيس الهوائي المفقود.

بالإمكان التمييز بين الجنسين من خلال المظهر الخارجي عن طريق وجود الماسك Clasper (شكل..) هي استطاله في الحافة الداخلية للزعنفة الحوضية في الذكر. يلعب الكلاسبر دوراً في نقل الحيامن الى داخل القناة التناسلية للأنثى.

تكون الحراشف للأسماك الغضروفية من النوع الدرعي Placoid والفم يكون بطني الموقع، في مجموعة يكون شبه طرفيSub-terminal بمعنى ان الفك العلوى اطول من الفك السفلي. اما الذنب فيكون منشطر غير متجانس Heterocercal ، اذ يكون الفص الظهري للذنب اكبر من الفص البطني.

يعتقد ان الاسماك الغضروفية منحدرة من الأسماك التي عاشت في العصر الديفوني Devonian time. ويعتقد انها تطورت من مجاميع صدفية الجلد Placoderm

تقسم هذه الأسماك الغضروفية الى مجموعتين(تحت الصنف Sub-class):-

- **الاسماك كامله الرأس Subclass: Holocephali**

و تضم الاسماك الخرافية Chimaeras او أرنب البحر. تتميز بوجود صفات بدائية تتمثل:-

١- بوجود الحبل الظهري وإن العمود الفقري قليل التطور.
٢- تتميز بوجود الغطاء الغلصمي الذي يغطي الردهة الغلصمية على جانبي الرأس.
٣- الحراشف عملياً تكون مفقودة على سطح الجسم، إلا انها متناثرة في مواقع خاصة.
٤- تتميز الحيوانات اليافعة بغياب ردهة المجمع Cloaca.
٥- أن نصفيّ حزام الحوض يكونان غير مندمجين.
٦- تتميز الذكور بوجود خمس ماسكات Claspers مُغطاة بالحراشف الدرعية (زوج في الحافة الداخلية للزعنفة الحوضية وزوج في جيب جلدي أمام الزعنفة الحوضية و الخامس يقع بين العينين).
٧- تحتوي الامعاء على الصمامات الحلزونية Spiral valves التي تعمل على زيادة سطح الامتصاص، وهو من الآليات البدائية.
٨- لا تحتوي هذه المجموعة على الفتحة التنفسية.

- **صفائحية الغلاصم Subclass: Elasmobranchi**

تضم هذه المجموعة كل من الكواسج Sharks والقوابع Skates واللخم Rays. وهي اسماك مفترسة وتتميز بوجود أعداد مختلفة من الشقوق الغلصمية على جانبي البلعوم، تقود الى ردهة غلصمية تحتوي على حافة أمامية وخلفية تمثل الغلصمة المتموجة الغنية بالأوعية الدموية والمحاطة بالنسيج الطلائي.

٢- الاسماك العظمية Class: Ostiechthyes

١- تتميز بالتنوع الكبير وهي الاكثر سياده وانتشار في البيئة المائية وتتواجد في كل المياه السطحية والاعماق السحيقة والكهوف وفي المياه شديده الملوحة حيثما وجده الماء وجدت الاسماك .
٢-يكون الجهاز الهيكلي عظمي بشكل كامل في أغلب الأسماك الحديثة او أحياناً عظمي غضروفي في الاسماك البدائية مثل sturgeon او Garfish. و يلاحظ وجود الزعانف المزدوجة والمفردة التي تُسند أما بالأشعة اللينة Soft rays أو الأشواك Spine rays.
٣- هناك عده انواع من الحراشف التي تغطي الجسم أكثرها شيوعاً الحراشف القرصية أو المشطية المفيدتين في قياس عمر الأسماك من خلال إنطباع الحلقات السنوية على الحرشفة. فضلاً لوجد حراشف أخرى Daimond &

Ganoidغير المؤهلتين لتقدير العمل. تتواجد تلك الحراشف في اسماك العالم القديم
٤-الفم طرفي الموقع مع وجود أنواع ذات فم علوي او سفلي الموقع، إعتماداً على طول الفكين العلوي و السفلي. وهناك انماط اخرى تتمثل بالفم انبوبي في بعض الانواع البحرية القليلة جدا. وهناك ثلاث انواع من الاسنان هي الاسماك الفكية و الاسنان البلعومية و الاسنان الغلصمية وجميعها تلعب دوراً في الهضم وتقطيع و اقتناص الفريسة.
٥-وجود الغطاء الغلصمي على جانبي الجسم الذي يغطي الردهة الغلصمية وتحتوي الردهة على اربعة اقواس غلصمية. كل غلصمة مجهزة بصفين من الخياشم الخيطيةGill filaments في الحافة الخارجية من القوس الغلصمي Gill arch، اما الداخلية تحتوي على اسنان غلصمية Gill rakers والتي تأخذ اشكال واحجام مختلفة اعتمادا على طبيعة التغذية .
٦- عادة ما يكون تشخيص الجنس صعباً من خلال الصفات الجنسية الثانوية.
٧- التكاثر مميز ويتبع ثلاث آليات مختلفة(بيوضة أو بيوضة ولودة أو ولودة).
٨- وجود الكيس الهوائي الذي يُستخدم في العوم والسباحة وهو الذي يُعطي مرونة للسمكة في مجال المناورة للهروب من الاعداء الطبيعيين أو اقتناص الفرائس. وعادة ما يكون الكيس الهوائي مغلق ويحوي على منظومة دموية تتحكم بكمية الهواء كماً ولربما نوعاً بما يخدم استراتيجية السمكة في العوم و الاحتفاظ بمستوى معين في عمود الماء. أما في بعض الأسماك البدائية فيلاحظ وجود قناة رابطة بين الكيس الهوائي والمريء وظيفتها التحكم بمنسوب الهواء في الكيس الهوائي. يتطور الكيس الهوائي في الأسماك الرئوية من خلال وجود ردهات داخلية غنية بالأوعية الدموية التي تُتيح للتبادل الغازي بين الهواء والدم.
٩- امتلاك الأسماك العظمية الحديثة لجهاز خاص يسمى weberian يربط الأذن الداخلية بالمثانة الهوائية (كيس الهوائي).

ب- رباعية الأقدام Super-class:Tetrapoda

يُعتقد إن أوائل رباعية الأقدام قد تطورت من الأسماك فصية الزعانف Rhipidistian crossopterygian.

إن بقايا المتحجرات لرباعية البدائية قد وُجدت في الجزء الشرقي من Green land في رواسب يعود تأريخها الى نهايات العصر الديفوني Devonian Age. وإن هذه العينات تمتلك الخصائص التي تضعها في فئة متوسطة بين الأسماك فصية الزعانف المتأخرة والبرمائيات المُبكرة. وهي الآن مختلفة عن بقية رباعية الأقدام المُعاصرة.

تتكون من **اربع صنوف** هي البرمائيات و الزواحف والطيور واللبائن،

أغلب حيواناتها برية، باستثناء صنف البرمائيات الذي يحمل صفات مشتركه ولا يستطيع الابتعاد عن الماء.

يتميز هذا الفوق صنف رباعية الأقدام **بالصفات** التالية:-

١- تحور الزعانف المزدوجة الكتفية والحوضية الى أطراف أمامية وأطراف خلفية على التوالي وفي البعض من الاحياء، فإن الأطراف قد تُفقد أو تتحور.إن الخريطة الأساسية التي تطورت منها جميع رباعية الأقدام هي خماسية الأصابع(Pentadactyl).

٢- غياب الخط الجانبي وحل محله الأذن الداخلية والأذن الوسطى ، فضلاً للأذن الخارجية التي تبرز أهميتها في اللبائن. تعد هذه التركيب وسائل حسية تتلائم و المعيش في البيئة البرية.

٣- عادة ما تكون الطبقات الخارجية للجلد متقرنة ، باستثناء البرمائيات.

٤- وجود المسالك الأنفية Nasal passages التي ترتبط بالتجويف الفمي وتقوم بنقل الهواء المستخدم في التنفس الى الرئات التي حلت محل الخياشيم الشائعة في الأسماك.

٥- الجهاز الهيكلي عظمي.

٦- اختزال في عدد عظام الجمجمة.

- **البرمائيات**

هي حيوانات لها القدرة على المعيشة في بيئة اليابسة والبيئة المائية العذبة وهي الصنف المبكر في رباعية الأقدام والأوطأ تطورا اذ انحدرت البرمائيات الأولية ذات العلاقة التطورية الوثيقة مع الأسماك فصية الزعانف في العصر الديفوني.

إن الانتقال من الحياة المائية الى الحياة البرية يُشار لها بوضوح في البرمائيات، وهي أول الفقريات التي أستوطنت اليابسة، على الرغم أنها تضع بيوضها في الماء أو المواقع الرطبة.

صفاتها البارزة:

١. انها تقع بين الأسماك والزواحف فهي كما الأسماك باردة الدم ectothermic أذ تتأثر درجة حرارتها بدرجة حرارة المحيط.

٢. البيوض متماثلة لبيوض الأسماك من حيث التركيب و أستراتيجية الوضع و التطور، أذ تفقس البيضة المخصبة مُنتجة أطوار يرقية مماثلة للأطوار اليرقية للأسماك، من حيث وجود الخياشيم الداخلية في البداية ثم تحولها الى خياشيم خارجية قبل أن تتحول الى الطور اليافع الحاوي على الرئات البدائية.

٣.وجود الزعانف المفردة والمزدوجة في الطور اليرقي، والتي تتحول الى أطراف أمامية وخلفية لتمكن الحيوان اليافع من التحرك خارج الماء.

سميت هذه المجموعة بالبرمائيات للأسباب التالية:-

١- لأنها لا تستطيع العيش بعيداً عن الماء بسبب أنها تخصيب البيوض يتم في الماء.

٢- بعد فقس بيوضها فأن يرقاتها تحتاج الماء لأغراض تطورها بسبب وجود الخياشيم والزعانف المزدوجة والمفردة.
٣- يكون الجهاز التنفسي للأطوار اليافعة غير كفوء، لذا فأنها تحتاج الى التنفس الجلدي والتنفس عن طريق بطانة الفم لسد العجز في متطلبات الأوكسجين.
٤- تحتاج للماء من أجل ترطيب الجسم الذي يكون مُغطى بالمخاط الكثيف الغني بالاوعية الدموية الدقيقة وهذه الخاصية تستغل في مجال تنفس الهواء الجوي من قبل الجلد مباشرة لمعالجة قصور الرئات وضآلة قدراتها التنفسية.

تنقسم هذا المجموعة الى ثلاث رتب رئيسية

أولاً. **رتبة اللاقدميات** **Order:- Apoda**

وهي رتبة بدائية تقوم..... في الطين الجسم يكون متطاول تتميز بغياب الاطراف والذنب والجلد يكون مزودا بالعديد من الاخاديد المستعرضة او التجاعيد اهم الأنواع بها

Lehthyophis

يصل طوله الى ٣٠ سم وهو يدفن نفسه في التربه الرطبة يكون الراس صغير ومضغوط مع وجود عيون صغيرة. تتكون القصبة الهوائيه بكونها طويلة وتكون الرئة اليمنى اكبر من الرئة اليسرى، لايلاحظ وجود الأطراف او الاحزمة وكذلك يلاحظ فقدان عظم القص.

تمتلك الذكور الذكور أعضاء تكاثرية بطنية تعمل كخطاف ويكون الاخصاب في هذه المجموعة داخلي. عادة ما تكون عمياء لانها تعيش في الجحور، تضع الاناث ٢٠ بيضة وهي من نوع بويضة ولودة.

ثانياً:- **الذيليات Order2:Caudata**

الصفات الرئيسية:

١-الرأس واضح ومميزعن الجذع والذنب
٢-الأطراف متساوية في حجومها
٣-الجلد خالي من القشور
٤-الاسنان تتواجد فب الفكين العلوي والسفلي
٥-عادة تكون بويضة (الاخصاب خارجي)
٦-تكون الاطوار اليرقية مائية متشابهة للبالغات

Example : *Ambystoma sp*.

أشهر انواعها تعرف بالسلمندر النمر tiger Salamander الجسم متطاول يشبه السحلية طوله ١٢ سم يكون لون الجسم اسود مع وجود خطوط صفراء ويكون الجلدي سام . تنمو الأطراف بشكل جيد مع وجود ٤ أصابع في الأطراف الامامية اما الاطراف الخلفية تحتوي ٥ أصابع ،يختفي الذنب والخياشيم الخارجية في الطور

اليرقي ، الجنس منفصل. تحتوي اليرقة على ٣ ازواج من الخياشيم الخارجية وتعاني من ظاهرة neoteny ،في حالة كون الغذاء قليل وشحيح الماء ينقصه اليود لذا فأن اليرقات ستغادر هذا الماء الى الأرض الجافة وتصبح بالغة بدور الاستحالة. خلال الاستحالة فان الغلاصم والذنب سيفقد اما في حالة وفرة الغذاء واحتواء الماء على مركبات الايودين فان اليرقة لاتتغير الى ناضجة ولكن تبقى في الشكل اليرقي وتصبح ناضجة جنسيا لبدء التكاثر وتعرف هذه الظاهره neoteny او ما تسمى baododgenesis
يحفز الانسلاخ في الطور اليرقي عند حقنها في مستخلص الغدة الدرقية thyroid extraction

Order3:Anura **القافزات**

الصفات الرئيسية :
١-الجسم يكون قصير و واسع
٢-الرأس يندمج بالجذع اذ يلاحظ وجود الرقبة كما يلاحظ غياب الذنب
٣-تكون الأطراف الامامية قصيرة مقارنة بالاطراف الخلفية تكون طويلة وقوية
٤-غياب الخياشيم في الاطوار اليافعة والتنفس ينجز بواسطة الرئات التي تكون غير كفوءة بسبب شحة الاكياس الهوائية وليست اسفنجية القوام
٥-التكاثر خارجي عادة في الماء
٦- الجلد ناعم وغدي ورطب وخالي من الحراشف.
٧-يمتلك فتحتين منخريتين تتصلان بالتجويف الفمي.
٨- اما الجمجة تكون مجهزة بلقمتين قويتين.
٩-يحتوي القلب على ٣ ردهات.
١٠- البيض حاوي على المح ومغلف بغطاء جيلاتيني ويكون تطوره غير مباشر اذ تنمو اليرقة اليرقة ويعرف الطور اليرقي بالدعموصة Tadpoles.
١١- وهي حيوانات مفترسة تتغذى على العناكب وديدان الأرض ويكون اصطيادها من خلال اللسان الدبق او اللزج الذي يخرج خارج الفم ويكون اللسان في هذه المجموعة مخالف لجميع المجاميع اذ تكون حافته الامامية ملتحمه بالفك السفلي والحافة الخلفي سائبة.
١٢-بسبب كونها متغيرة الحرارة فهي تلجأ الى الحفر العميقة في موسم الشتاء او الصيف اذ يعرف بالسبات الشتوي hibernation اما السبات الصيفي يعرف aestivation
١٤-عند هطول المطر تخرج الضفادع من مكانها وتبدأ croaking وهي تبحث عن أماكن هادئة وضحلة للتكاثر.
١٦- تكون البيوض المخصبة مهملة من قبل المهات لذا تكون عرضة للافتراس من قبل الافاعي والسلاحف ومالك الحزين.

١٧- يكون الجلد ناعم ورطب وزلق بسبب وجود المخاط وغياب القشور كما يكون فضفاض ومعلق بسبب وجود الفسح الهوائية تحت الجلدية

انواع الغدد الملحقة بالجلد فهي

١-الغدد المخاطية Mucus Gland

٢-الغدد السمحية Poison Gland

تنشأ **الغدد المخاطية** من طبقة البشرة، الا انها تقع في الادمة وتكون صغيرة وذات شكل يشبه القارورة. تتواجد بكثافة فوق عموم سطح الجسم. ، تكون هذه الغدد مبطنة بخلايا طلائية عديم اللون يعرف بالمخاط الذي يبقي الجلد رطب ولامع ولزج

اما **الغدد السامة** فتكون كبيرة الحجم ولا يكون انتشارها متساوي. تعمل على فرز سم معتدل يحمي الحيوان الى درجة ما من الأعداء الطبيعيين.

تعتمد الحيوانات اليافعة على الرئات في التنفس كما تعتمد على الجلدي للغاية نفسها. وبسبب طبيعة الضفادع البرمائية Amphibious mode، فأنها تقضي اغلب وقتها في الماء. وخلال هذه الفترة فإن الجلد يعمل كعضو تنفس للتبادل الغازي. أما عند السبات الشتوي أوالصيفي يكون الاعتماد في التنفس على الجلد مناسب للوظائف التنفسية وذلك لعدة أسباب منها

١-كون الجلد رقيق جدا Thin

٢-غني بالشعيرات الدموية

٣-يبقى رطبا بسبب وجود المخاط المنتج بواسطة الغدد المخاطية

٤-خلوه من التراكيب كالحراشف والصفائح العظمية التي تعيق انتشار O_2, CO_2

وخلال التبادل الغازي للأوكسجين يذوب في الرطوبة فوق الجسم ومن ثم ينتشر الى الاوعية الدموية ،بينما CO_2المنتج بسبب الايض من الدم الى المحيط الخارجي عن طريق الانتشار. يحتوي دم الضفادع على صبغات ال Hemoglobin

٥- كما تتميز بالتنفس من خلال **التجويف الفمي البلعومي** الغني بالشعيرات الدموية بسبب المخاط وان دخول الهواء الى التجويف يكون بسبب الحركات التنفسية الذي يقوم بها الفم حيث يقوم بخلخلة الضغط داخل التجويف الفمي عن طريق الفتحتين التنفسيتين المنخريتين الخارجية والداخلية بسبب تلامسه مع الغشاء المبطن فان الاوكسجين يذوب ومن ثم يذهب الى الدم بمساعدة الهيموغلوبين

ينتج في التنفس الرئوي عن طريق خلخلة الضغط في التجويف الفمي البلعومي عند ذهاب الهواء الى الرئات عن طريق فتحة المزمار والرئات قليلة الكفاءة. كما تلعب الرئات دوراً مهما اخر يتمثل بمساعدة الضفادع للسباحة والعوم وهي بذلك تكون بمثابة أعضاء هايدروستاتيكية خلال نفخ الرئات مما يؤدي الى تقليل الوزن للضفدعة .

القلب مقسم الى اذينين وبطين واحد مع وجود مخروط شرياني مزود بصمامات وتكون الاقواس الابهرية متماثلة

الانتقال من المعيشة المائية لمعيشة اليابسة"

ان تحول حيوان فقري من المياه او الحياة المائية للحياة الأرضية عملية معقده تواجهها الكثير من الصعوبات وتتطلب تغيرات اساسيه في الوظيفة مما ينتج عنها تحورات كثيرة في الجسم ، فمثلاً تتطلب الحياة المائية ما يلي:

١-عمود فقري حر الحركة نسبياً.

٢- لابد لأعضاء الحس ان تتكيف في البيئة الهوائية عنها في البيئة المائية. اذ يظهر وجود الاذن الداخلية والاذن الوسطى الوظيفية في الفقريات البريه بينما يستعاض عنها في الفقريات المائية وجود الخط الجانبي والذي يعتبر من الوظائف الحسية المناسبة للمعيشة المائية. كما يلاحظ غياب الاذن الوسطى مع وجود الاذن الداخلية غير الوظيفية في حالة الاسماك أذ تعمل كأعضاء للتوازن من خلال وجود نوعين من الصخرات(Sagitta & Otolith). بالنسبة إلى هاتان

الصخرتان هي عباره عن تكلسات عظمية تنفع في التوازن من ناحية ومن ناحية أخرى فأنه يتم تقدير عمر الاسماك لا سيما في عديمة الحراشف كالجري والثعبان الماء باستخدام صخرة الأذن نوع الأوتوليث.

٣- يتطلب انتقال الفقريات الي بيئة اليابسة ظهور الرئات كأعضاء تنفسيه مناسبه لهذه البيئة واول نشوء للرئات قد تجسد في الاكياس الهوائية المتطورة الغنية بظفريه دموية كما هو للحال في الاسماك فصية الزعانف والاسماك الرئوية وتعتبر الحلقة الاولى في بروز ونشوء البرمائيات الأولية التي انحدرت منها البرمائيات الحالية.

٤- كانت تغير درجة الحرارة على اليابسة اكثر حده واسرع مما في الماء فلابد لأجهزة الجسم المسؤولة عن تنظيم درجة الحرارة ان تتكيف في تركيبها لتلائم الوسط الجديد ويعتبر الدم من اهم الاعضاء المسؤولة عن تنظيم درجات الحرارة في الجسم؛ ولذلك تتميز الفقريات المائية بالذات بقلة محتواها من الدم اذ لا تتجاوز نسبة الدم ١٠٪من وزن الجسم.

٥-تواجه العملية التكاثرية في البيئة البريه مشكله جديده ففي الفقريات المائية فأن اغلب التكاثر يكون خارجياً في الماء اذ تكون البيوض بسيطة وغير مغطاة بالقشرة وهي عديمة الأغشية الجنينية وعادتاً ما يكون شكلها جيلاتيني وهذا يتيح لها ان تتلقح خارجياً في الماء كما هو الحال في الاسماك والبرمائيات وعند انتقال الحيوان الفقري الي البيئة البرية يحصل تحورات كبيره في استراتيجية التكاثر اذ يتطلب الأمر وسيلة لنقل الحيامن الي المسالك التناسلية في الأنثى اذ يكون الاخصاب داخلي، كما يلاحظ ظهور تعقد في البيضة اذ زودت بالأغشية الجنينية. هذا وقد آثرت بعض المجاميع الفقرية على إحاطة البيضة بقشرة كلسية كما في الزواحف والطيور واللبائن الأولية كما في منقار البط الموجود في استراليا . أذ يكون الاخصاب في المجموعة الأخيرة داخلي وتقوم الأنثى بوضع بيضها مثل الطيور. تُلحق هذه المجموعة الى اللبائن بسبب وجود غدد لبنية الا ان الاناث لا تمتلك ثدي وانما شقوق ينساب منها الحليب يُلعق من قبل الوليد الفاقس من البيض حديثاً. ان وجود القشرة والأغشية الجنينة تعتبر من وسائل التأقلم للبيئة الجافه لحماية الجنين.

ان حدوث **التغيرات الأساسية** الواردة اعلاه يتطلب ازماناً عديده ، ولم يحدث اي تغير بين ليلة وضحاها وانما حدث عن طريق التراكم التدريجي لطفرات وراثية واجهتها ضغوط عمليات الانتخاب الطبيعي. نجم من هذه العملية نشوء تراكيب كانت ملائمة لتلك البيئة المتغيرة وهي أيضاً عبارة عن تكيفات مسبقة أو ممهدة للحياة الأرضية. ويتحلى ذلك بوضوح في مجموعة رباعية الأقدام، وهي حيوانات فكية ذات تركيب اعلى من الاسماك، قد تركت البيئة المائية اثناء تطورها لتعيش على اليابسة وتتنفس الهواء الجوي وهذا لا يمنع من إن بعض هذه الحيوانات قد تحورت ثانيةً لتعود الي الوسط المائي كما هو الحال في بعض أنواع السلاحف و الأفاعي فضلاً لبعض أنواع اللبائن كالحيتان والفقمات.

٦- عضلات جذعيه وذيليه قوية حتى تسهل الحركة يميناً ويساراً اثناء السباحة في الماء، وعليه يجب أن يكون العمود الفقري وبالتنسيق مع الجهاز العضلي مرناً في حركته لإنجاز عملية السباحة.

اما في حالة عدم توفر الماء لحمل جسم الحيوان كما هو الحال في الفقريات البرية، فالموضوع يتطلب وجود عمود فقري قوي واقل مرونة ويلزم كذلك لإنجاز الحركة على الارض وجود عضلات قويه في الاطراف بدلاً من وجودها في الجذع والذنب.

ان اهم التغيرات التي حدثت في رباعية الأقدام هي:-

١-تحور الزعانف المزدوجة الي اطراف مزدوجة خماسية الاصابع.
٢-غياب الخط الجانبي.
٣- نشوء الرئات.
٤- نشوء الأغشية الجنينية.
٥- تطور الأقواس الأبهرية والتي حلت محل الابهر البطني والابهر الظهري.
٦- تطور القلب من احادي الردهات كما هو الحال في الاسماك التي تحتوي على أذين واحد وبطين واحد الى ثنائي الردهات كما هو الحال في رباعية الأقدام، أذ انقسم الاذين والبطين إلى اذينين وبطينين وأصبح هناك عزلاً للدم المختزل والدم المؤكسد والذي أدى الى ازدياد كفاءة جهاز الدوران والجهاز التنفسي.

صنف الزواحف **Class:Reptilia**

تمثل الزواحف اول الفقريات الي هجرت البيئة المائية واتخذت البيئة البريه كوسط مناسب وهي أول السلويات التي تحتوي على اغشيه جنينيه.. وهي تظهر العديد من الصفات المميزة.

١- تبدي الزواحف تبايناً كبير في الشكل فبعضها يكون ذات شكل اسطواني طويله وبعضها عريضة وتعطي الجسم هيكل خارجي يتمثل بالحراشف البشرية.
٢- يكون الجلد جاف وهي صفه مميزه للحيوانات البريه مع غياب الغدد الجلدية، وان وجودها يكون نادر.

٣- تمتلك زوجين من الاطراف القصيره خماسيه الاصابع وهي متكيفه للتسلق والركض والتجديف وقد تكون مفقوده كما في الافاعي والعضايا والسحايا عديمة الاقدام.

٤- يتم التنفس بواسطه الرئات التي تكون كفؤة وهي اسفنجية القوام غنية بالحويصلات الهوائية . وتعتمد السلاحف المائية ايضا على وسيله سانده في التنفس من خلال ردهه المجمع وتعتبر الاضلاع في هذه المجموعة وسيله مهمه لمساعدة الهواء للدخول الى داخل الرئات

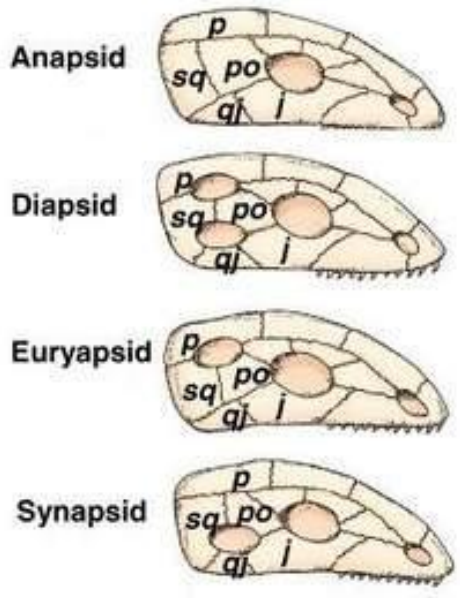
٥- يتألف القلب من ثلاث ردهات اذينين وبطين غير مقسوم بشكل فاصل باستثناء التماسيح حيث يتألف من اربع ردهات.

٦- يكون الأجناس منفصلة والاخصاب داخلي.

٧- تحاط البيضة التي تضعها الانثى بغلاف جلدي وتتميز تلك البيضة بوجود . الاغشية الجنينية الرئيسية amnion &allantois

تصنيف الزواحف

تصنف الزواحف الى اربع مجاميع رئيسية وذلك استناد الى وجود النقر الصدغية من عدمه :-



١- المجوعة الاولى، تكون عديمة النقر الصدغية وتتمثل في رتبة السلاحف

٢- المجموعة الثانية ثنائية الفقر الصدغية وهي تتمثل بثلا شاريتي ومثال على :2
. هذا المحجر الحي يحتوي على ثلاث عيون والعين الثالثه وسيطه الحريه

3 pasidia-O22. علويه النقر الصدغيه وجميع افرادها قد انقرضت)

٤- سفلية النقر الصدغيه ايضا منقرضه -4

: الحرشفاتlacortilia ///// Serpent(ophiclia)

تتميز رتبة السلاحف بما ياتي ؟

1- غياب الاسنان الفكوك وتحل محلها الصفائح العظمية .
2- يكون العظم المربعيؤ التابع للجمجمه مثبت اما الاضلاع تكون مندمجه مع الصدفه .
3- وجود الصدفه :وهي عباره عن صندوق عضمي قوي يتكون من جزئين الضهري يسمى بالدرع اما البطني السفلي يتصلان مع بعض بواسطه زوج من الجسور العضميه وان وجود الصدفه قد اعطى ميزات منها :
1- قيد حركه ورشاقه الحيوان .
2- اندماج الاضلاع وعضم القص.
3- وجود حمايه من المفترسات .
4- وهي حيوانات بيوضيه .

Order:- Rynchocephalia

تتمثل بنوع احد فقط وجود في تيوزلند وهو المتحجر الحي ويمتاز بوجود عين ثالثه وتعرف بالعين الجداريه وهي جيده النمو وتتميز بوجود فتحه المخرج وتكون فتحه المخرج ذات شق مستعرضه كما انها كانت شائعه في العالم قبل حوالي 200 مليون سنه .وهي تعيش فقط الان في جزر نيوزلند ولم يعثر عليها اي تغير مسيرتها الطويله بالحياة وذلك عند مقارنتها مع الحيوانات المتحجره وهي حيوانات مفترسه تغذى على الحشرات وتكون ليليه النشاة ذات بؤبؤ افقي ويصل طولها 60 سم حوالي.

Serpenta or Ophelia

: الافاعي

)% فقط تكون سامه والبقيه 15-10يوجد في العالم حوالي ثلاث الالف نوع ومنه (غير سامه كما انها غير مؤذيه

: الجهاز السمي

يحتوي على زوج من الغدد السميه وان اقنيتها تكوّن زوج من الانياب. والانياب هي عباره عن اسنان متضخمه قابله للاستبدال ، وقد تكون متقوبه او حاديه على خدود لنقل السم وتقع غده السم على جانبي واحد من الفك العلوي ويمكن ان يقال عن الغدد السميه انها تمثل الغدد الشفويه او الغدد النكفيه وان كل غده سامه تكون شبه بالكيس وهي مزدوجه بقناة طبقيه في نهايتها الاماميه ، وتمر القناتان اما ما بجانب الفك العلوي ثم ينحرف اما النياب تقع في قاعده النياب او قاعده نفق النياب او اخدود النياب تضبط في مكانها بواسطه الا ربطه ويعمل الرابط الامامي على مسك النهايه الامايه بالغده للفك اما الرابط الخلفي يمتد بين الغده والعظم المربعي تكون الانياب حادة ومدببة وهي عبارة عن اسنان ضخمه وانها تستبدل في حالة فقدانها ويوجد نوعان من الانياب :

١.المفتوح كما في افعى الكوبرا

٢.المغلق كما في الافاعي السامة vipers التي تحتوي على اخدود او نفق.

يربط الجهاز السمي بثلاث حزم متخصصه من العضلات.

*ميكانيكيه اللدغ:

وهي عمليه معقدة ويمكن وصفها بالخطوات التاليه:

١.فتح الفم ويكون من خلال تقلص العضله الباسطة الحناحية التي تعمل على فتح الفم.

٢.تدوير عظم الفك الاعلى maxilla

وكنتيجه لفتح الفم فان الفك السفلي يتحرك اماماً وهذا يؤدي الى تدوير العظم الحرشفي (squamesal) والعظم المربعي.

٣.غلق الفم.

*كيفية نقل السم:

خلال تقلص عضله Digastric

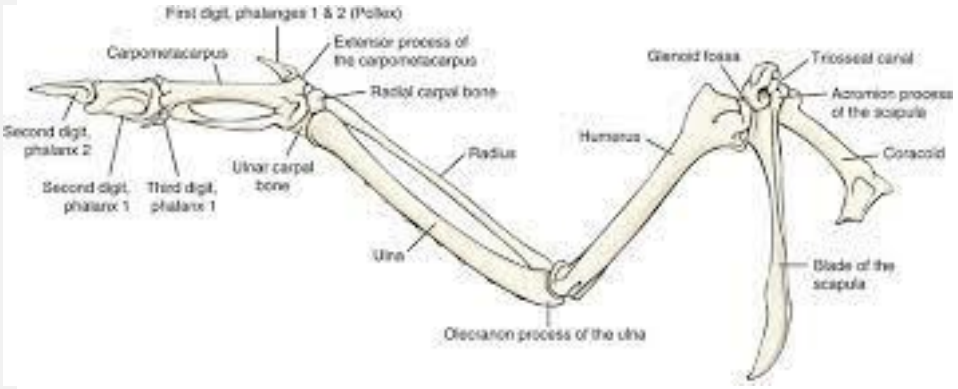
فان الرابط الخلفي يسترخي خلال تدوير العظم الحرشفي وهذا يؤدي الى ان الرابط الشبيه بال..... يكيكون شبيه بعصر الغده السامه وبالتالي خروج السم من الغده ويمر خلال القناة السميه والناب.

*هناك نوعين من السموم:

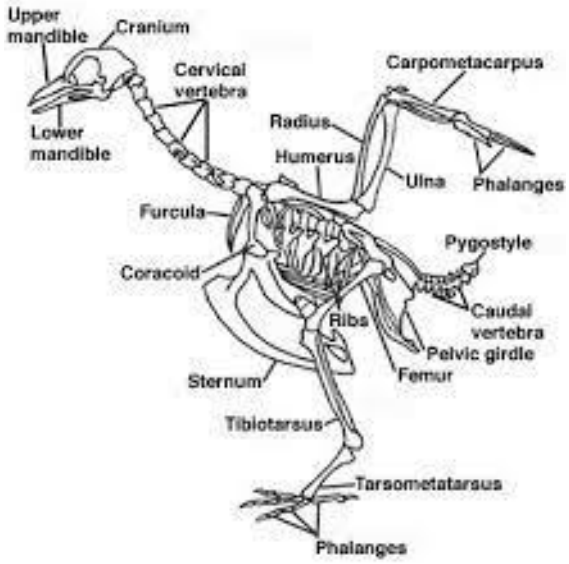
١.السموم العصبية Neuro toxic
وهي تسبب شلل بالاعصاب الاراديه وبالتالي عدم قدة الضحيه على أداء الحركات التنفسيه ومن ثم الموت.
٢.السموم الدموية Hema toxic
وهي السموم التي تجري في داخل الجهاز الدموي وتؤدي الى تحكم السكريات الحمراء وانسياب الهيموكلوبين في الاوعيه الدمويه ويسبب الاختناق ويسبب فشل كلوي. وهناك بعض الافاعي تنتج السمين مجتمعه(العصبي والدموي)

صنف الطيور Glass:- Aves

تمتاز الطيور بالصفات التالية:
١- الجسم يكون مغزلي الشكل وتتألف من اربع اقسام هي:- الرأس والعنق والجذع والذيل.
٢- يغطى اغلب جسم الطير بالريش بينما يحاط الطرف الخلفي بالحراشف المتقرنة البشرية Dermal تشبه الى حد ما تلك الموجودة في صنف الزواحف.
٣- غياب الغدد الجلدية باستثناء وجود الغدد الزيتية في الذنب.
٤- تحور الأطراف الأمامية الى زوج من الاجنحة تساعد الحيوان على الطيران وتكون ثلاثية الاصابع. تتميز النهاية البعيدة للرسخ باندماجها مع المشط لتكوين Carpo-metacarpus .



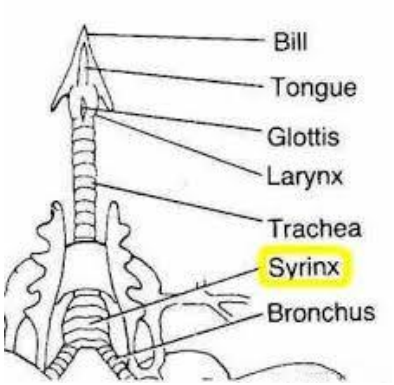
٥- اما الاطراف الخلفية فتستخدم للمشي او السباحة او الحفر، وتكون رباعية الاصابع تنتهي بمخالب. تكون النهاية البعيدة للرسخ مندمجة مع القصبة لتكون Tibo-tarsus.



٦- تكون الرئات اسفنجية غير قابلة للتوسع وهناك اكياس هوائية ضمن العظام تجعلها خفيفة، فضلاً لوجود تسعة أكياس هوائية تعمل مجتمعة على تقليل الوزن النوعي للطائر وهي من الوسائل التكيفية للطيران.

٧- تمتلك الطيورتسعة اكياس هوائية تتصل مع التجاويف الهوائية في العظام وهي ايضا من متحورات الطيران لتقليل الوزن النوعي.

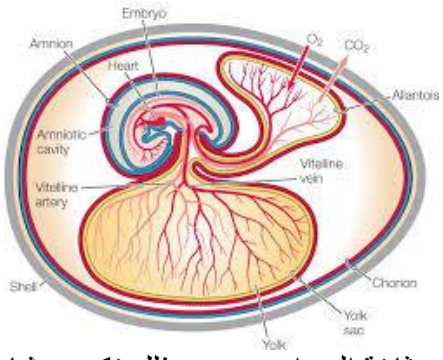
٨- ينتج الصوت بواسطة Syrinx (المصفّار) الذي يقع عند نقطة الاتصال بين القصبة الهوائية (Trachea) والقُصيبات الهوائية المتفرعة (**bronchia**)، وتكون الحنجرة (Larynx) بدون اوتار صوتية.



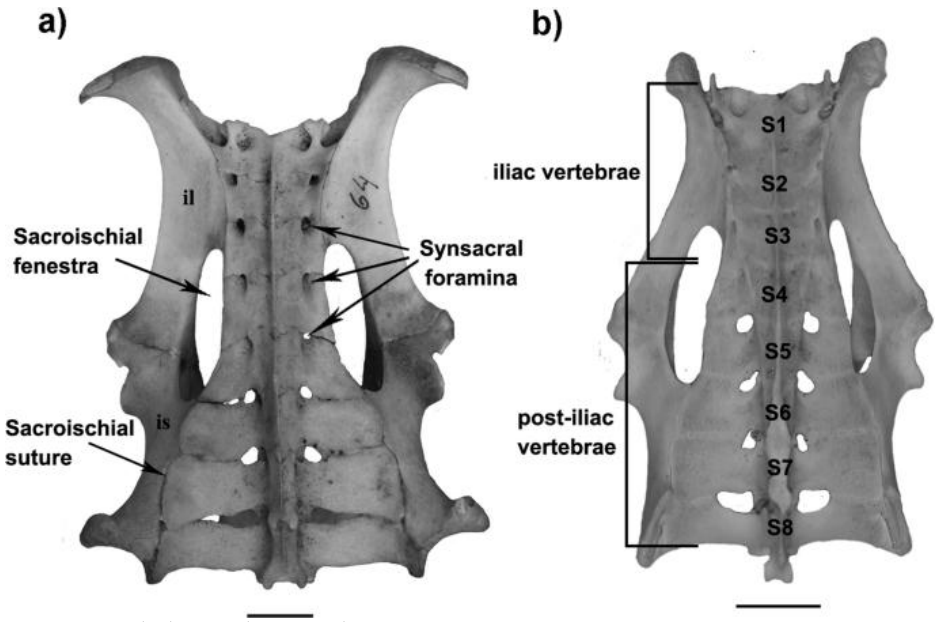
٩- يكون الهيكل الداخلي عظمي كلياً. أما عظام الجمجمة فملتحمة مع بعضها وتوجد فقرة قفويه واحده.

١٠- يكون عظم القص عريض والجؤجؤ يكون بطني الموقع وطويل لتتصل به العضلات الصدرية .

١١- الفم يكون عديم الاسنان في الطيور الحديثة وفتحته محاطه بالمنقار.
١٢- يتألف القلب في جميع الطيور من اربعة ردهات (اذنين - بطينين) ويكون الحاجز بين الردهات متكامل ولا يحصل خلط بين الدم المؤكسد والدم المختزل.
١٣- الاجناس منفصلة والاخصاب داخلي اذ تضع الإناث بيوض محاطة بقشرة كلسيه والجنين ذو اغشية جنينيه Allantois& Amnion مع وجود كيس محي كبير محاط بالالبومين.

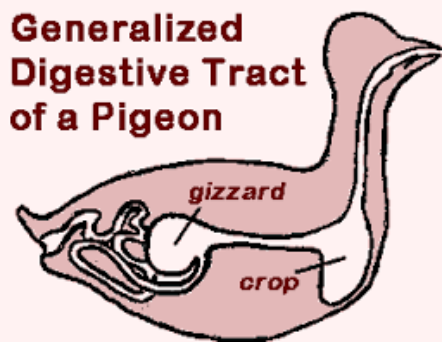


١٣- الطيور هي فقريات ثابتة الحرارة، وهي بذلك تكون مشابهة للبائن.
١٤- يتكون الفك السفلي من ٥-٦ عظام.
١٤- اندماج الفقرات العجزية مع الفقرات القطنية والفقرات الصدرية الخلفية والفقرات الذنبية الأمامية لتكوين العجز المركب Synsacrum .



١٥- اندماج الفقرات الذنبية الخلفية مع بعض لتكوين الشاخص Pygostyle.

١٧- يكوّن عظم الترقوة مع العظم الاخر الذي يقابله بما يشبه الحرف V.
١٨- يتوسع المريء في نهايته ليكون الحوصلة Crop، وتقسم المعدة الى جزئيين رئيسين :الجزء الغدي والجزء العضلي الذي يعرف بالقانصة .اما فتحة المجمع فتحتوي على ٣ ردهات.



١٩- القلب رباعي الردهات مع وجود القوس الجهازي الايمن فقط. أما كريات الدم الحمراء فتكون بيضوية وحاوية على انوية محدبة الوجهين.
٢٠- تتكون الكلية من ثلاث فصوص مع وجود الحالب الذي يفتح بفتحة المجمع مباشرة ويتميز الجهاز البولي بغياب المثانة وهي من التحورات الرئيسية للطيران.
٢١- يكون نصفي كرة المخ والمخيخ كبيرة اما الفصوص البصرية فتمتد جانبياً.
٢٢ - وجود المبيض الايمن اما المبيض الايسر يكون ضامر. كما تتميز الطيور برعايتها لصغارها عن طريق توفير العش وتغذيتها والدفاع عنها

تقسم الطيور الى ٣ اصناف ثانوية

1- Sub-class: Archaeorhithes

١- إن جميع أفراد هذه المجموعة قد انقرضت.
٢- تتميز افرادها بذب طويل مع غياب الشاخص الذنبي.
٣- وجود ثلاث اصابع والمشط يكون بحالة سائبة وكل اصبع يحمل مخلب.
٤- يحتوي الفكين على الاسنان المغمورة في كيس بكلا الفكين وهي تتمثل

Acaepteryx sp.

2- Sub-class:Neornites

١- تقسم هذه المجموعة الى طيور حية وبعضها منقرض.
٢-الذنب يكون قصير وينتهي بالشاخص.
٣-غياب الاسنان باستثناء حالات قليلة معينة.
٤- المخالب تكون غائبة في الاطراف الامامية(الاجنحة).
٥-عظم القص متطور بشكل جيد ومزود بالجؤجؤ(يزيد المساحة السطحية).

٦-تضم هذه المجموعة كل من النعامة وطائر الكيوي.

3-Sub-class:Neognathae

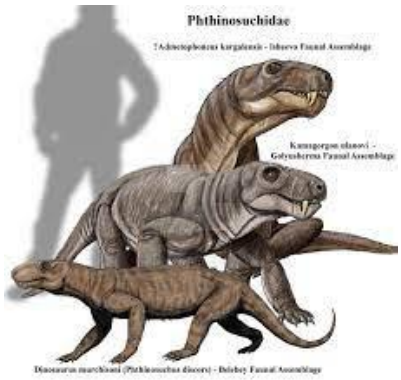
يضم الطيور الحديثة وهي صغيرة في حجمها ولها القدرة على الطيران. غياب الاسنان بالكامل والريش يأخذ الية متداخلة(متراكبة مع بعضها) والاجنحة نامية بشكل جيد وكذلك عظم القص الحاوي على الجؤجؤ نامي بشكل جيد. عدد الفقرات الذنبية يتراوح بين ٥-٦ فقرات. تضم هذه المجموعة اكثر من٢٣ رتبة تتمايز بالشكل والحجم وطبيعة التغذية. بعضها نباتي والبعض الاخر مفترس(صقور ونسور)وبعضها تتغذى على الاسماك(بط والإوز). كما انها تختلف بطبيعة معيشتها بعضها مهاجر وبعضها مستقر.

تحورات الطيران:-

١)الجسم مغزلي الذي يساعد في انسياب الطائر في الهواء.
٢)الاطراف الامامية متحورة للطيران والجسم مغطى بالريش.
٣)للرئات الاسفنجية موجود الاكياس الهوائية وهي٩تتصل مع التجاويف الهوائية.
٤)القص عريض والجؤجؤ بطني طويل تتصل به العضلات القوية.
٥)اندماج الفقرات العجزية والقطنية والصدرية الخلفية والذنبية الامامية.
٦)أندماج الفقرات الذنبية لتكون الشاخص.
٧)انعدام المثانة.

صنف اللبائن Mammalia

تقع اللبائن في قمة المملكة الحيوانية، وهي مشتقة من صنف الزواحف (الشعبة الثانوية Synpsida) ومن المحتمل قد تطورت من الزواحف الشبيهة باللبائن و التي تعرف ب Therapsida.

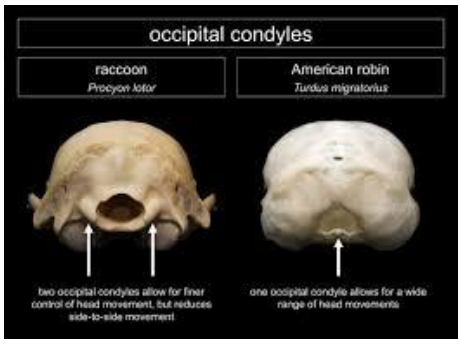


إن الانتقال من الزواحف البدائية الى الأشكال الشبيهة باللبائن الأولى حدث في الفترة المتأخرة من العصر الكاربوني Caroniferous حتى نهاية العصر الترياسي Triassic، ولكنها عانت تغيير سابق في العصر البرمي(آخر عصر الدهر القديم Permian).

ففي العصر الجوراسي تواجدت فقط لبائن صغيرة ، ولكن في العصر الطباشيري cretaceous أصبحت هذه الاشكال الصغيرة وفيرة، ولاحقاً خلال الفترة المبكرة للمرحلة التاريخية (Tertiary) فإن العديد من الأنواع المختلفة للبائن إنبثقت والتي أصبحت مضبوطة. لهذا السبب ، فإن العصر الثلثي (Tertiary) يعد بعصر اللبائن.

لقد تشعبت اللبائن لاحقاً و تأقلمت واستوطنت كل الاجزاء من الارض ذات الظروف البيئة المختلفة. لذا فإن اللبائن قد تخصصت بالصفات التالية:-

١- الجسم مغطى بالشعر أو الوبر أو الصوف الناشئ من الطبقة البشرية Epidermal باستثناء الحيتان Cetacea.
٢- هي حيوانات ذوات دم حار (Ectothermal or warm-blooded).
٣- الجلد مزود بالغدد الدهنية Sebaceous والعرقية Sweat و العطرية Scent والغدد اللبنية.
٤- تنتج الغدد اللبنية الحليب لتغذية الصغار لبعض الوقت بعد الولادة.
٥- سميت هذه المجموعة باللبائن(الثديات) نتيجة لامتلاك الاناث الثدي والغدد اللبنية.
٦- تحوي الجمجمة على لقمتين قفوتين Occipital condyle، وإن عدد الفقرات العنقية هي سبع فقرات، مع وجود بعض الاستثناءات القليلة.



٧- وجود زوجين من الاطراف تكونان خماسية الاصابع أو أدنى من ذلكمأقلمة للمشي والركض و التسلق والحفر و السباحة و الطيران.

٨- عادة ما تكو الاصابع Toe مزودة بالمخالب المتقرنة و الأظافرNails و الحوافر Hoofs أو اللبادة اللحمية Fleshy pads.

٩- وجود الاذن الخارجية(صوان الاذن Pinnae).

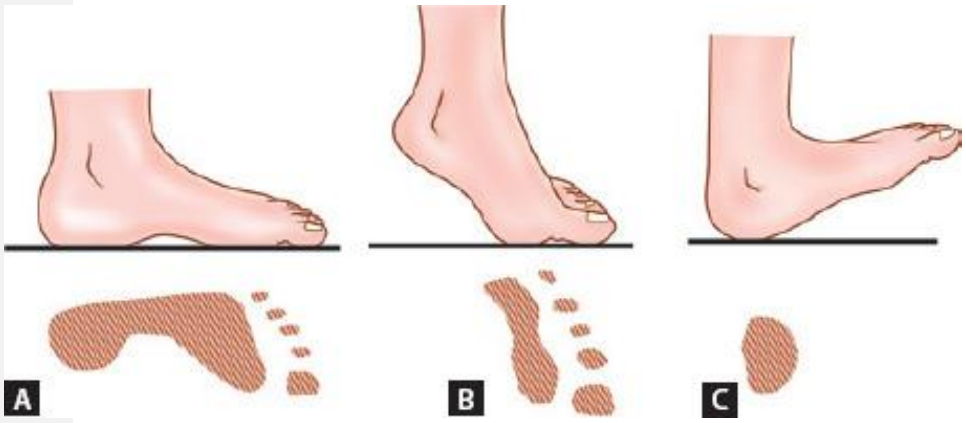
١٠- تكون الاسنان من النوع المتباين Heterodont وتتمايز الاسنان الى قواطع Incisors وأنياب Canines وطواحن Molars. مع وجود ظاهرة الاسنان اللبنية التي تستبدل بالاسنان الدائمية.

١١- يتكون الفك السفلي من عظم مفرد على الجانبين، ويكون العظم السني Dentary متمفصل مع العظم الحرشفي Squamosal في أحد جانبيه.

١٢- تكون الفقرات من النوع Gastracentrous وتتكون من ثلاث قطع هي مركز الفقرة Centrum و Epihysis.

١٣- تتمفصل الاضلاع مع القرات بواسطة رأسين هما Capitulum و Tuberculum.

١٤- تكون ألاطراف إما أخمصية المشية Plantigrade أو أصبعية القدم Digitigrade أو ظلفية المشية.



١٥- وجود الحجاب الحاجز العضلي الواقع بين التجويف الصدري و التجويف البطني.

١٦- وجود أربع ردهات في القلب مع قوس أبهري أيسر فقط.

١٧- الكريات الدموية الحمراء تكون عديمة الأنوية.

١٨- يحوي الدماغ على اربعة فصوص بصرية .

١٩- تحتوي الكلية على فقط الكلية البعدية(الكلية الأخيرة Metanephros).

٢٠- وجود القضيب وإن الاخصاب يكون داخلي.

٢١- تكون الحيوانات من النوع الولودة ، أذ تتطور الأجنة في الرحم لبعض الوقت و تلد حية، بأستثناء رتبة أحادية المسلك Monotremata التي تضم حيوان الكنغر أذ يولد الجنين غير متكامل و يتم حفظه في كيس

بالبطن يحوي نفس درجة حرارة الرحيم و يبقى على هذه الشاكلة متغذياً على حليب الام حتى اكتال نمو وخروجه من الكيس البطني.

٢٢- اللسان عادة ما يكون متحرك عضلي.

٢٣- تكون العيون مزودة بالجفون.

تصنيف اللبائن:- يضم صنف اللبائن ثلاث أصناف ثانوية رئيسية هي ...

أ- اللبائن الاولية Sub-class:- Prototheria

تتميز هذه المجموعة بالصفات التالية:-

١- غياب صيوان الاذن (الأذن الخارجية).

٢- وجود الاسنان فقط في الحيوانات البالغة الصغيرة Young adult.

٣- وجود ردهة المجمع Cloaca وفيها يُفتح الحالب Ureter والكيس البولي التناسلي.

٤- الغدد اللبنية تكون من النوع الانبوبي المعقد وتتميز كونها عديمة الحلم Nipples.

٥- وجد الاضلاع العنقية.

٦- يمتلك الحزام الحوضي العظم فوق العاني Epipubic الممتد من الحوض.

٧- تكون الخصى بطنية الموقع و الاخصاب يكون داخلي، أذ تضع الانثى بيضاً شبيه ببيض الطيور و تكون حضانته خارج الجسم.

٨- تتواجد أفراد هذه المجموعة في أستراليا و تسمانيا وغينيا الجديدة وتضم آكل النمل الشوكي ومنقار البط Platypus .

ب- الصنف الثنوي اللبائن البُعدية Sub-class:- Metatheria

تضم هذه المجموعة العديد من الحيوانات أهمها حيوان الكنغرKangaroo وتتميز بالصفات التالية:-

١- وجود كيس بطني Marsupium عند الاناث فقط مدعوم من قبل العظم فوق العاني أو العظم الكيسي للحزام الحوضي.
٢- تكون الغدد اللبنية دهنية وهي تحمل الحلم.
٣- يتطور الجنين في الرحم مع وجد كيس محي مشيمي وذلك لغياب المشيمة الحقيقية.
٤- تولد الصغار عارية وغير مكتملة النمو بطول واحد أنج، ويتم نقلها الى الكيس البطني للأنثى لإكمال حضانته. وفي الكيس البطني يتم تغذية الصغار على الحليب المنتج من قبل الام، إضافة الى توفر ظروف الحضانة الأخرى.
٥- يتجرأ الصغير للخروج من الكيس البطني عندما يبلغ اربع شهور من العمر.

ج- الصنف الثانوي اللبائن الحقيقية Sub-class:- Eutheria

ادناه أهم صفات افراد هذه المجموعة من الاحياء..

١- غياب الكيس البطني بالكامل.
٢- نمو الغدد اللبنية بشكل تام مع وجود الحلم.
٣- غياب العظم فوق العاني.
٤- وجود رأسين للظلع هما Tuberculum & Capitulum
٥- غياب ردهة المجمع.
٦- تفتح الاجهزة البولية التناسلية بشكل منفصل عن المستقيم.
٧- تتواجد الخصى في كيس الصفن Scrotal sac .
٨- حيواناتها تكون ولودة و يكون المهبل منفرد.

٩- يتغذى الجنين خلال فترة حضانته في الرحم من خلال المشيمة و يلد بشكل متكامل.

١٠- تضم هذه المجموعة حوالى ١٦ رتبة تتراوح من رتبة الحيتان التي تقطن البحار الى رتبة الخفافيش الطائرة الى رتبة الكلاب والقطط والدببة والقرود... الخ التي تقطن الغابات و الصحاري..

المصادر

Jordan,E.L & Verma,P.S(2008): Chordate Zoology. S.Chand& Company LTD. 1092 pp.