الفصل الثالث
التكاثر

محتويات الفصل

3 – 1 . مقدمة .

3 – 2 . مفهوم التكاثر ودوره في الكائنات الحية .

3 – 3 . انواع التكاثر .

3 – 4 . التكاثر في الفيروسات .

3 – 5 . التكاثر في البدائيات .

3 – 6 . التكاثر في الطليعيات .

3 – 7 . التكاثر في الفطريات .

3 – 8 . التكاثر في النباتات .

3 – 9 . التكاثر في الحيوانات .

3 – 10 . التكاثر العذري .

3 – 11 . التكاثر الخنثي .

النواتج التعليمية :

بعد الانتهاء من دراسة الفصل الثالث نأمل من الطالب ان يكون قادراً على ان :

1. يعرف عملية التكاثر .
2. يعرف التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي ويقارن بينهما .
3. يشرح عملية التكاثر في الفيروسات .
4. يوضح عملية التكاثر اللاجنسي والجنسي في البكتيريا .
5. يشرح التكاثر الجنسي واللاجنسي في الكلاميدوموناس .
6. يبين بخطوات عملية التكاثر اللاجنسي والجنسي في البراميسيوم.
7. يوضح كيفية تكاثر اليوغلينا .
8. يشرح عملية التكاثر في عفن الخبز الاسود .
9. يبين مفهوم ظاهرة تعاقب الاجيال في النباتات .
10. يوضح التكاثر في الحزازيات والسرخسيات .
11. يوضح تركيب الزهرة ويبين اجزائها ذات العلاقة المباشرة وغيرالمباشرة بعملية التكاثر الجنسي .
12. يقارن بين نباتات ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين .
13. يشرح عملية التكاثر الجنسي في نبات زهري .
14. يشرح تكوين البذرة والثمرة ويتعرف على تركيبهما .
15. يبين مفهوم التكاثر الخضري في النباتات ويعط امثلة مختارة عن هذا النوع من التكاثر
16. يتعرف على مكونات الجهاز التكاثري في الحشرات وطرق التكاثر فيها .
17. يبين مكونات جهاز التكاثر في الضفدع ويشرح عملية التكاثر فيه .
18. يتعرف على مكونات جهاز التكاثر في ذكر وانثى الانسان .
19. يشرح عملية التكاثر في الانسان .
20. يبين مفهوم كل من التكاثر العذري والخنثي .

التكاثر

3-1. مقدمة

من الامور المسلم بها ان جميع الكائنات الحية قادرة على انتاج كائنات جديدة تشبهها ، وان كل الاشياء الحية معرضة للموت وكل كائن حي مهما امتدت حياته يجب ان ينتهي في آخر الامر ، لذا يجب ان نقر بعدم الاستغناء عن التكاثر .

ويكون التكاثر بصورة عامة بشكلين : جنسي ولا جنسي .

والتكاثر الجنسي الذي يحصل في غالبية الحيوانات متعددة الخلايا يقدم مميزات كبيرة اكثر من التكاثر اللاجنسي ، وتجسد عملية التكاثر سواء كانت جنسية او لا جنسية طرازاً اساسياً في :

1 تحويل المواد الخام من البيئة المحيطة الى النسل او الى الخلايا الجنسية التي تنمو لتكون نسلاً بنفس التكوين .

2 نقل الطراز الوراثي ، او الشفرة الوراثية (DNA) من الاباء الى الابناء .

3-2. مفهوم التكاثر ودوره في الكائنات الحية لحفظ النوع .

لقد استمرت الكائنات الحية في البقاء على سطح الارض منذ ملايين السنين وتطورت من اشكال بسيطة نسبياً الى اشكال اكثر تعقيداً ، وهذا الاستمرار في البقاء يأتي من قابليتها على التكاثر وبذا فان التكاثر يؤمن بقاء النوع .

والتكاثر يتميز عن جميع الوظائف الحيوية الاخرى مثل التغذية والتنفس والنقل والاخراج بكونه ليس ضرورياً لبقاء الفرد ذاته ، على عكس الوظائف الاخرى اذا اختلت احداها فقد ينجم عن ذلك موت الفرد ، بينما يمكن نزع اي عضو من اعضاء التكاثر بل وحتى ازالة الجهاز التكاثري بالكامل ويستمر الفرد في العيش وهو بأحسن حال صحي .

ولكن اذا انتقلنا الى مستوى النوع بأكمله فان المسألة تصبح ذات مفهوم آخر . فلو توقفت اجهزة التكاثر لدى جميع افراد النوع الواحد عن القيام بوظائفها فان هذا النوع وبدون شك سوف ينقرض .

وقد يقع عاتق التكاثر في بعض الانواع الحيوانية على عدد قليل من افراد الجيل الواحد ، وعلى سبيل المثال نجد ان الاغلبية الساحقة من افراد خلية النحل اناث عقيمات (العاملات) ليس لها دور في عملية التكاثر ، اما الافراد الخصبة التي تنجز عملية التكاثر فتقتصر على الذكور التي تكون قليلة العدد عادة وعلى انثى واحدة هي الملكة .

3-3. انواع التكاثر .

هناك نوعان من التكاثر هما : (1) التكاثر اللاجنسي (2) التكاثر الجنسي .

1 التكاثر اللاجنسي (Asexual Reproduction) .

تستطيع بعض الكائنات الحية انتاج كائنات اخرى من نوعها . ويتم هذا بتحول اجزاء من الكائن الحي الى احياء جديدة شبيهة بالاصل الذي نتجت منه ، وقد ينتج عن مثل هذا التكاثر كائناً واحداً او كائنات عديدة . يتم التكاثر اللاجنسي في الكائنات الحية بطرق متعددة ممثلة بالانقسام الثنائي والتبرعم وتكوين السبورات والتكاثر الخضري وغيرها .

2 التكاثر الجنسي (Sexual Reproduction) .

تتميز افراد الكثير من النباتات ومعظم الحيوانات الراقية الى ذكور واناث ، حيث تنتج الذكور خلايا تكاثرية ذكرية هي النطف (الحيامن) (Sperms) وتنتج الاناث خلايا تكاثرية انثوية هي البيوض (Ova) .

في مثل هذه الحالة تكون هذه الكائنات مميزة عن بعضها بالشكل والمظهر الخارجي والتركيب الداخلي لاعضائها التناسلية .

عملية التكاثر الجنسي تتم بأتحاد نواتي النطفة والبيضة بعملية تدعى الاخصاب (Fertilization) وينتج عن ذلك اختلاطاً للمادة الوراثية ، فيتوارث الابناء صفات تجمع بين الابوين . ولابد من الاشارة الى ان الجمع بين صفات الابوين يحدث تغيرات وراثية ذات اهمية حياتية كبيرة للفرد منها حسنة ومنها سيئة ، ولكن كلما كانت التغيرات الوراثية كثيرة كلما انتجت تغيرات حسنة تطغي على السيئة وبالتالي تكون الافراد الجديدة اكثر ملائمة لظروف البيئة .

يشتمل التكاثر الجنسي على عمليتين اساسيتين الاولى هي الانقسام الاختزالي (Meosis) وهو نوع خاص من الانقسام النووي يحصل في النواة ويختزل فيه عدد الكروموسومات (Chromosomes) من العدد الكامل الى نصف العدد الكامل للكروموسومات ، اما العملية الثانية فيتم فيها اتحاد نواتي النطفة والبيضة والتي يحوي كل منهما على نصف العدد الكامل للكروموسومات ويتكون من هذا الاتحاد الزيجة او الزايكوت البيضة المخصبة (Zygote) التي تحتوي العدد الكامل للكروموسومات وهي تعد اول خلية جنينية تصبح بالانقسام والتكوين والنمو كائناً جديداً .

(1) تكوين النطف (الحيوانات المنوية) (Spermatogenesis) .

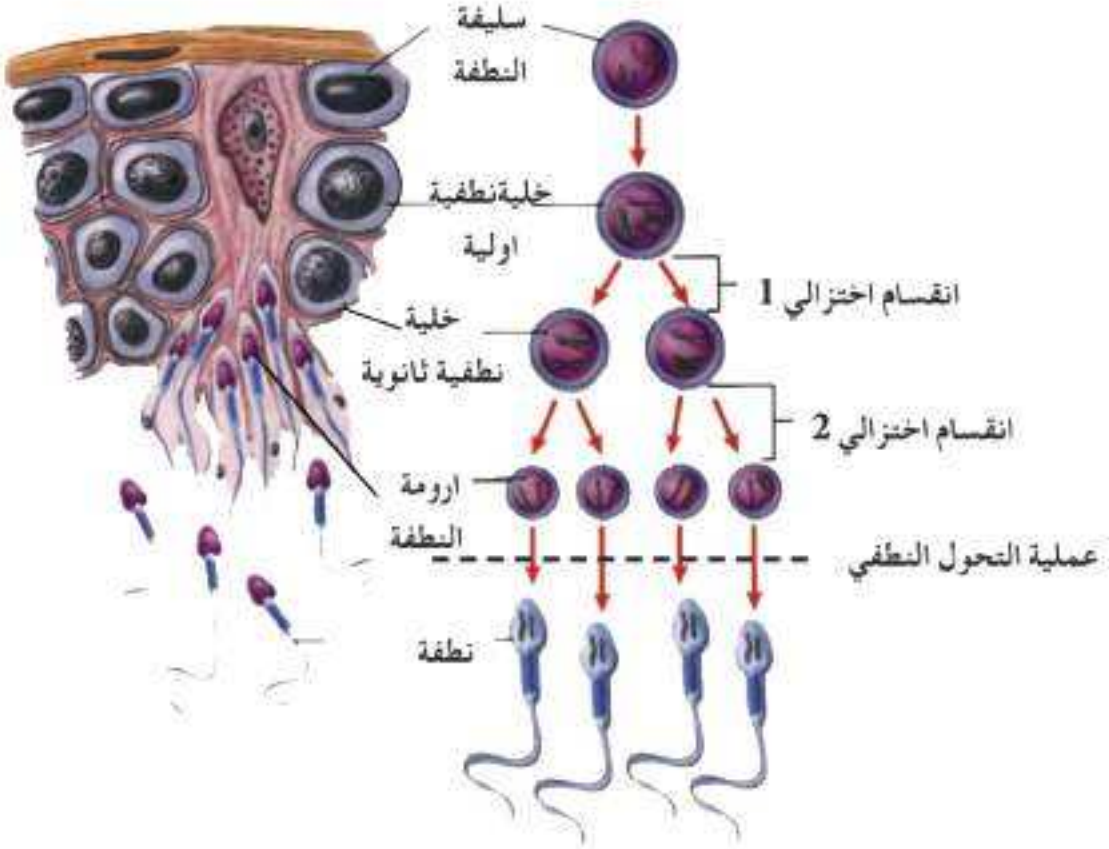
تتكون النطفة (الحيوان المنوي) في الخصية (Testis) التي تتألف من اعداد كبيرة من نبيبات منوية (Seminiferous Tubules) ملتوية . تبطن هذه النبيبات خلايا جرثومية اولية تنقسم انقسامات غير مباشرة متعددة ومتعاقبة وينتج عنها خلايا جديدة تدعى سليفات النطف (Spermatogonia) وتكون ثنائية المجموعة الكروموسومية (2س) تنقسم سليفات النطف انقسامات اعتيادية ينتج عنها تضاعف في اعدادها .

تمر سليفات النطف بمرحلة نمو بعد توقف انقساماتها ويكبر حجمها وتسمى الخلايا النطفية الاولية (Primary Spermatocytes) .

تمر الخلايا النطفية الاولية بمرحلة انقسام اختزالي اول ينتج عنه خليتين متساويتين في الحجم احاديتا المجموعة الكروموسومية (س) وتسمى كل منهما بالخلية النطفية الثانوية Secondary Spermatocyte

تمر الخليتان النطفيتان الثانويتان بمرحلة الانقسام الاختزالي الثاني وتنتج عنه اربعة خلايا متساوية الحجم احادية المجموعة الكروموسومية (س) ، وتدعى هذه الخلايا الاربع بأرومات النطف (Spermatids) .

تعاني ارومات النطف تغيرات في شكلها وتركيبها مؤدية الى تكوين النطفة الناضجة (Mature Sperm) .



شكل (3-1). تكوين النطف في الثدييات .

(2) تكوين البيوض (Oogenesis) .

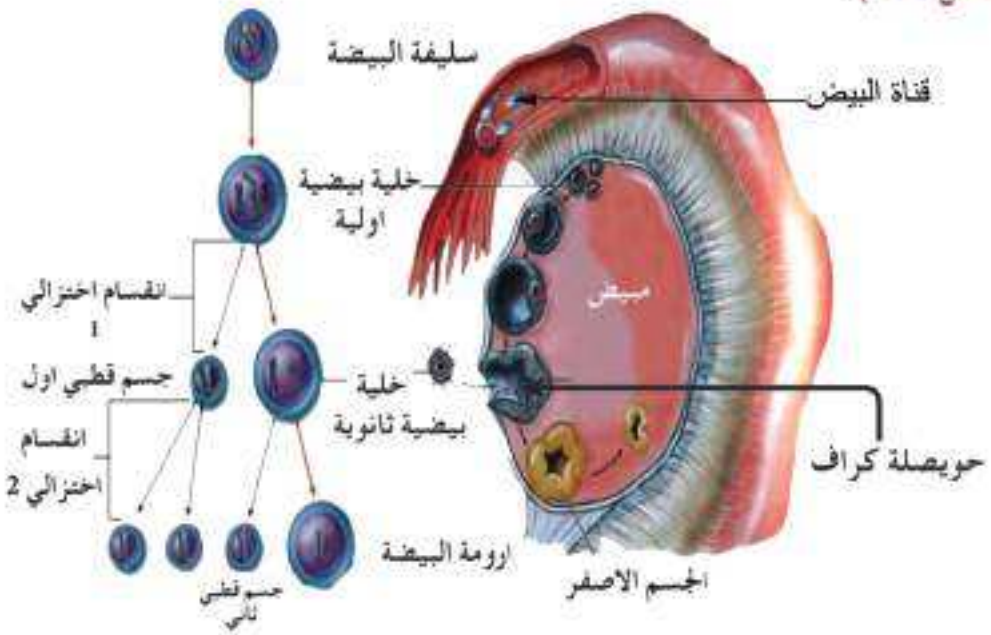
تتكون البيوض في المبيض حيث تمر الخلايا الجرثومية (Germ Cell) داخل المبايض بعمليات انقسام غير مباشرة ينتج عنها مجاميع من خلايا تدعى سليفات البيوض (Oogonia) . تعاني سليفات البيوض انقسامات اعتيادية متعاقبة لينتج عنها سليفات بيوض اضافية تكون جميعها ثنائية المجموعة الكروموسومية (2س).

يبدأ قسم من هذه الخلايا بالنمو فيكبر حجمها وتدعى عندئذ بالخلايا البيضية الاولية او الابتدائية (Primary Oocytes) والتي تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية (2س) ، وتكون هذه الخلايا في الكثير من الحيوانات وبشكل خاص الفقريات منها محاطة بخلايا صغيرة الحجم تدعى الخلايا الحوصلية (Follicle Cells). وتشكل الخلية البيضية الاولية مع الخلايا الحوصلية المحيطة بها مايعرف بالحوصلة المبيضية (Ovarian Follicle).

تمر الخلية البيضية الاولية بمرحلة الانقسام الاختزالي الاول الذي تنتج عنه خليتان غير متساويتين بالحجم بسبب الانقسام السايتوبلازمي غير المتساوي وتكون كلا الخليتين احادية المجموعة الكروموسومية (س) .

تدعى الخلية الكبيرة الحجم بالخلية البيضية الثانوية (Secondary Oocytes) في حين تدعى الخلية صغيرة الحجم بالجسم القطبي الاول (First Polar Body) .

تمر الخلية البيضية الثانوية بمرحلة الانقسام الاختزالي الثاني الذي تنتج عنه خليتان غير متساويتين في الحجم ايضاً الكبيرة تدعى ارومة البيضة (Ooblast) والتي تنمو لتكون البيضة الناضجة (Mature Ovum) ، اما الخلية الصغيرة فتمثل الجسم القطبي الثاني (Second Polar Body) وكلاهما احادي المجموعة الكروموسومية (ن) . وقد ينقسم الجسم القطبي الاول فيكون جسمين قطبيين آخرين ، اي ان النتيجة النهائية لهذه العملية هي بيضة ناضجة مع ثلاثة اجسام قطبية وتنحل الاجسام القطبية فيما بعد ، (شكل 3-2) .



شكل (3-2) . تكوين البيوض في الثدييات .

وفيما يأتي ايجاز لعملية التكاثر في مجاميع الاحياء المختلفة :

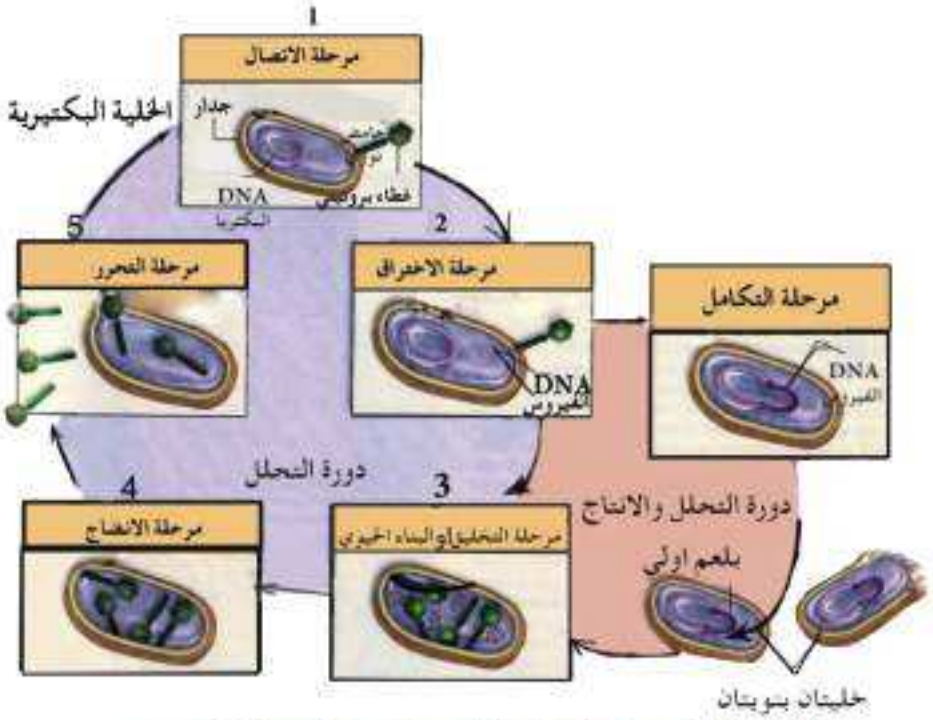
3-4. التكاثر في الفيروسات (Reproduction in Viruses)

سبق وان درست عزيزي الطالب ان الفيروسات او الرواشح هي كائنات متناهية في الصغر ولايمكن رؤيتها الا بوساطة المجهر الالكتروني ، وانها تمثل حلقة وصل بين الكائنات الحية وغير الحية، وهي من مسببات امراض كثيرة في الحيوانات والنباتات المختلفة .

تستطيع الفيروسات التكاثر والنمو داخل الخلايا الحية للكائنات الاخرى ، ولكنها تفقد هذه القدرة خارجها كونها لاتمتلك القابلية على البقاء بصورة مستقلة .

ويرجع السبب في ذلك لعدم امتلاكها العضيات الخلوية (Cell Organelles) بضمنها الاجهزة الانزيمية الضرورية للتنفس وبناء البروتين او تضاعف الحامض النووي .

يمكن ايجاز عملية تكاثر الفيروسات من خلال مايحصل في سلسلة الفيروسات التي تهاجم نوعاً من البكتيريا يدعى بكتيريا القولون (*Escherichia coli*) ويعرف هذا النوع من الرواشح بالبلعم البكتيري (Bacteriophage) حيث يحصل التكاثر من خلال دورتين متداخلتين اولهما دورة التحلل (Lytic Cycle) وثانيهما دورة التحلل والانتاج (Lysogenic Cycle) (شكل 3-3) وكالآتي :



شكل (3-3) . التكاثر في الفيروسات (البلعم البكتيري) .

(1) مرحلة الاتصال (Attachment stage) .

في هذه المرحلة يقترب الفيروس من الخلية البكتيرية وعندما يصبح بتماس معها تلتصق الالياف الموجودة في ذنبه بمواقع خاصة على الجدار الخلوي للمضيف (الخلية البكتيرية) .

(2) مرحلة الاختراق (Penetration Stage) .

يفرز ذنب الفيروس انزيماً له المقدرة على اضعاف الروابط الكيميائية في جدار الخلية عند منطقة الالتصاق ومن ثم يتم تكوين ثقب يدخل من خلاله (DNA) الفيروس الى داخل المضيف .

(3) مرحلة التخليق او البناء (Biosynthesis Stage) .

حال دخول (DNA) الفيروس يبدأ بأستنساخ mRNA الفيروس اللازم لبناء انزيمات تحليل (DNA) و mRNA البكتيريا ، ومن ثم تصبح الالية البكتيرية لتكوين البروتين وانتاج الطاقة تحت سيطرة الحامض النووي الرايبي منقوص الاوكسجين (DNA) للفيروس ، وتوجه التعليمات الوراثية من الحامض النووي (DNA) للفيروس الى المضيف لتكوين حامض نووي وبروتينات جديدة للفيروس .

(4) مرحلة الانضاج (Maturation Stage) .

تنتظم جزيئات البروتين لتكون اغطية بروتينية حول جزيئات الحامض النووي للفيروس ، ويتكون (100-200) فيروس جديد .

(5) مرحلة التحرر (Release Stage) .

في هذه المرحلة تقود الفيروسات المتكونة الى تحلل الخلية البكتيرية المضيفة ، وتتحرر الفيروسات لتصيب بكتيريا اخرى غير مصابة وتستغرق هذه العملية كاملة مايقرب من 25 دقيقة وبمرور الوقت تكون البلاعم البكتيرية (اكلات البكتيريا) قد قضت على تجمع كبير من البكتيريا .

وقد يحصل التكاثر من خلال دورة التحلل والانتاج حيث يتم بما يعرف بمرحلة التكامل والتي يتم فيها اندماج الحامض النووي الفيروسي (DNA) مع الحامض النووي البكتيري (DNA) بدون ان يحصل تحطيم لـ (DNA) البكتيريا، وعندئذ يسمى (DNA) الفيروس بالبلعم الاولي. ويحصل تضاعف (DNA) الراشح مع تكاثر البكتيريا (شكل 3-3) .

3-5. التكاثر في البدائيات (Reproduction in Monera)

تضم البدائيات البكتيريا والطحالب الخضر المزرقة (Cyanobacteria) وهي تتكاثر لاجنسياً وجنسياً وسوف نقتصر على التكاثر في البكتيريا كمثال للتكاثر في البدائيات .

اولاً : التكاثر اللاجنسي في البكتيريا (Asexual Reprodution in Bacteria) .

تتكاثر البكتيريا لاجنسياً بالانشطار الثنائي (Binary Fission) ويمكن ايجازها بالآتي (شكل 3-4) :

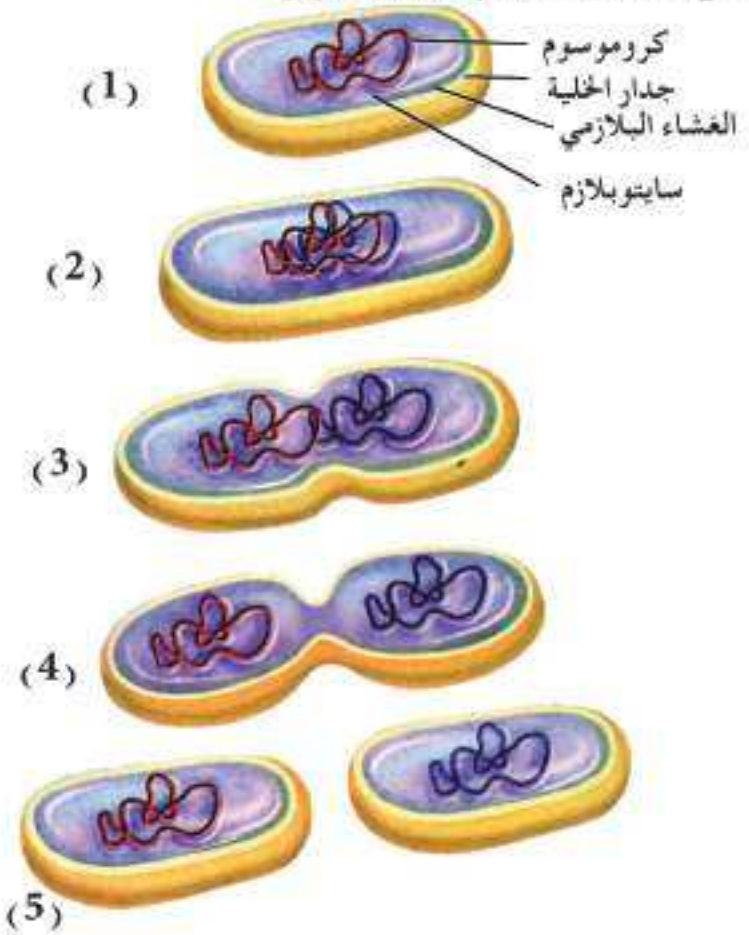
أ يحصل اتصال للكروموسوم البكتيري في مواقع معينة من غشاء الخلية (Plasma Membrane) مما يؤشر الى ان الخلية البكتيرية مهيأة للانقسام ، (شكل / 3-4 (1)) .

ب- تتهيأ الخلية البكتيرية لعملية الانشطار الثنائي وذلك بتوسع جدار الخلية وغشائها وبالتالي الخلية بأكملها (شكل / 3-4(2) .

جـ- ينتج تضاعف (DNA) الخلية كروموسومين متماثلين. وفي نفس الوقت يبدأ جدار الخلية وغشاؤها بالتخصر (شكل / 3-4(3) .

د- كنتيجة لاستطالة الخلية البكتيرية فأن الكروموسومين ينسحبان في اتجاهين متعاكسين ضمن الخلية ويتوزع السايتوبلازم في نفس الوقت ويزداد تخصر الخلية (شكل / 3-4(4) .

هـ- تنقسم الخلية لتنتج خليتين متماثلتين (شكل / 3-4(5) .



شكل (3-4) . التكاثر اللاجنسي في البكتيريا (الانشطار الثنائي) .

ثانياً : التكاثر الجنسي في البكتيريا (Sexual Reproduction in Bacteria) .

تتكاثر ، **البكتيريا** جنسياً بعملية الاقتران (Conjugation) الذي يحدث بين السلالات المختلفة لنوع واحد من **البكتيريا** ، فقد وجد العلماء انه عند دمج سلالتين مختلفتين من **بكتيريا القولون** (*E.coli*) في وسط زرعي واحد ظهرت سلالة جديدة تختلف وظيفياً عن السلالتين اللتين تم دمجهما ، واستنتجوا ان نوعاً من الاتحاد الجيني قد حدث بين الخليتين **يتمثل** باعادة الخلط (Recombination) .

تتم عملية الاقتران في البكتيريا وفق الآتي :

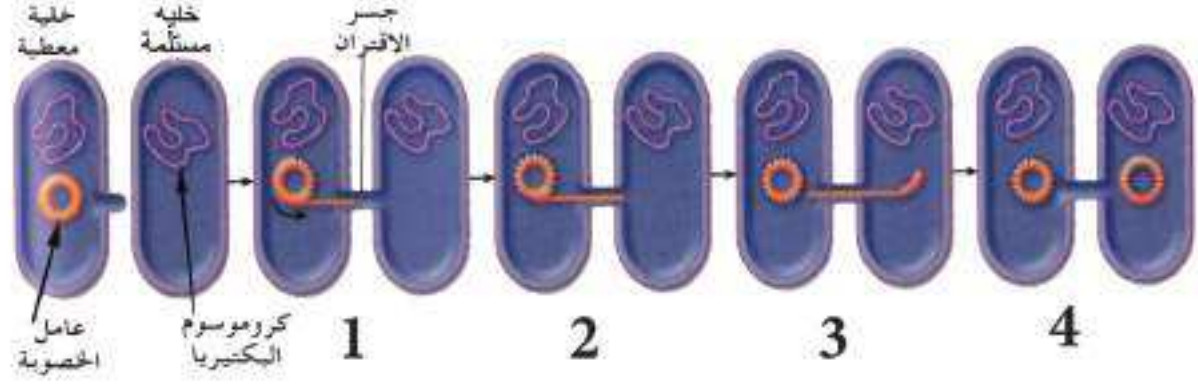
1 تتم عملية الاقتران بين خليتين الاولى هي الخلية المعطية (Donor Cell) و تحتوي عامل الخصوبة (Fertility Factor) المتمثل بجزيئات من (DNA) في سايتوبلازم الخلية المعطية كما تحوي الخلية زوائد يطلق عليها بالاهلاب (اهلاب الاقتران او الاهلاب الجنسية) وهي تبرز الى السطح وتصبح الخلية البكتيرية خلية ذكرية معطية ، اما الخلية الثانية فهي الخلية المستلمة (Reciepient Cell) وهذه لا تحتوي عادة على عامل الخصوبة ولا على اهلاب الاقتران وتكون بمثابة خلية انثوية .

2 عند ملامسة هلب الاقتران سطح الخلية المستلمة يصبح جسر اقتران يعمل على تواصل بروتوبلازم الخليتين البكتيريتين .

3 ينغرز عامل الخصوبة في كروموسوم الخلية المعطية ويصبح جزءاً منه .

4 ينكسر احد شريطي كروموسوم الخلية المعطية في موقع معين ويبدأ بالحركة وانتقال جزء من كرموسوم الخلية البكتيرية المعطية الى الخلية المستلمة عبر جسر الاقتران وتبقى الخلية المعطية كما هي دون نقصان في مادتها الوراثية حيث يُتمم الشريط الذي انفصل جزء منه نفسه في الخلية المعطية . والقطعة الكروموسومية المنتقلة الى الخلية المستلمة لاتزيد حجم الكروموسوم الموجود اصلا وتحل محل جزء مساو لها . ان هذا النوع الخاص من التكاثر الجنسي غير اعتيادي كون الفرد الجديد لايستلم مجموعة جينية كاملة من الخليتين الاصليتين .

ويحصل الاقتران في البكتيريا ايضا عندما ينتقل البلازمد (plasmid) او عامل الخصوبة (قطعة دائرية صغيرة من DNA) من الخلية المعطية الى المستلمة التي لا تحتوي البلازمد ويتم النقل عبر جسر الاقتران بين الخليتين وفي النهاية تصبح كلا الخليتين حاوية على عامل الخصوبة (شكل 3 - 5) .



(شكل 3-5) . الاقتران البكتيري في بكتيريا القولون

3-6. التكاثر في الطليعيات (Reproduction in Protista) .

تضم الطليعيات العديد من الكائنات الحية وحيدة الخلية وسوف ندرس التكاثر في الكلاميدوموناس (Chlamydomonas) واليوغلينا (Euglena) والبراميسيوم (Paramecium) كمثال للطليعيات .

3-6-1 . التكاثر في الكلاميدوموناس (Reproduction in Chlamydomonas) .

الكلاميدوموناس كائن حي وحيد الخلية من الطحالب الخضر ، وهو يعيش في البرك والمستنقعات والبحيرات . تتميز الخلية الخضرية لهذا الكائن بأمتلاكها سوطين ، وتكون محاطة بجدار سيليلوزي سميك وتحتوي على بلاستيدة خضراء واحدة كوبية الشكل يتكاثر الكلاميدوموناس تكاثراً لا جنسياً وجنسياً .

أولاً : التكاثر اللاجنسي .

تتم عملية التكاثر اللاجنسي من خلال تكوين اثنين الى ثمانية او ربما ستة عشر من الابواغ المتحركة سابحة (Zoospores) بعمليات انقسام تتم داخل الخلية ضمن الجدار السيليلوزي للخلية الاصلية تنطلق الابواغ حرة بعد تمزق الجدار الخلوي الاصلي للخلية الام وتنمو الى خلايا خضرية مستقلة سابحة في الماء (شكل 3-6)

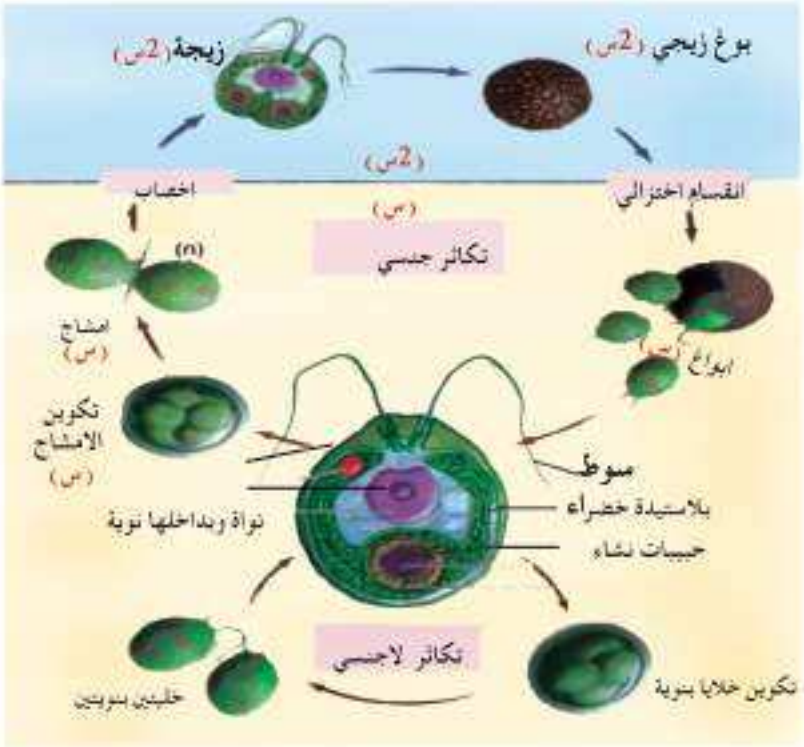
ثانياً : التكاثر الجنسي .

يتم التكاثر الجنسي في الكلاميدوموناس عادة عندما تكون ظروف المعيشة غير مناسبة وكالاتي :

1. ينقسم الكلاميدوموناس الذي يكون احادي المجموعة الكروموسومية (ن) اعتيادياً عدة انقسامات متتالية ليتكون (16-32) فرداً داخل جدار الخلية الاصلي . وتكون الافراد الناتجة مشابهة للكلاميدوموناس الام ولكنها اصغر منه بكثير وتدعى بالامشاج المتشابهة (Isogametes) .
2. يتمزق الجدار الخلوي للخلية الام وتتحرر الامشاج المتشابهة الى الماء ومن ثم تتحد مع امشاج اخرى ناتجة بنفس الطريقة من خلية كلاميدوموناس من سلالة اخرى .
3. يتكون نتيجة اتحاد الامشاج الزيجة (زايكوت Zygote) ثنائية المجموعة الكروموسومية (2ن) وتكون رباعية الاسواط تسبح لفترة من الوقت في الماء ثم تفقد اسواطها وتحاط بجدار سيليلوزي سميك لكي تستطيع مقاومة الظروف البيئية غير المناسبة ويدعى عند ذلك بالبوغ الزيجي (Zygospore) .

4 يستعيد البوغ الزيجي نشاطه عند ملائمة الظروف البيئية ، ويعاني انقساماً اختزالياً لتتكون اربعة ابواغ احادية المجموعة الكروموسومية (س) .

5 ينشق الجدار المحيط فتتحرر الابواغ الاربعة الجديدة المشابهة للخلية الام ،فتنمو وتسلك سلوك الكائن البالغ في فعالياته الحيوية (شكل 3-6) .



شكل (3-6) . التكاثر في الكلاميدوموناس (للاطلاع) .

3-6-2 . التكاثر في البراميسيوم (Reproduction in Paramecium) .

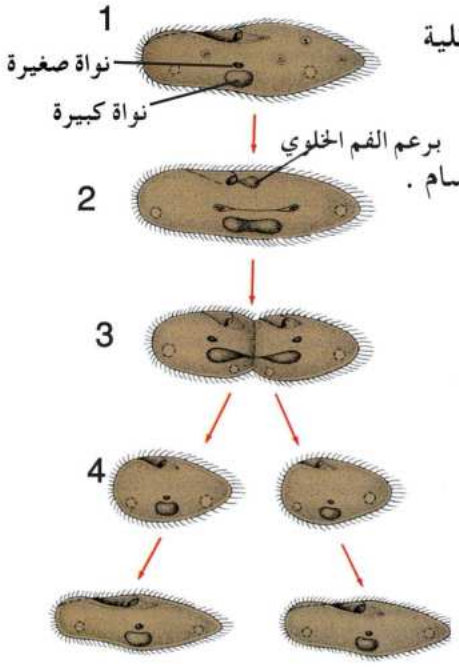
البراميسيوم من الطليعيات الهدبية وهو ينتشر في البرك والمياه الراكدة المحتوية على النباتات المائية ، والمواد العضوية المتحللة .

اولاً : التكاثر اللاجنسي .

يتكاثر البراميسيوم لاجنسياً بالانقسام الثنائي (Binary Fission) المستعرض وكالآتي (شكل 3-7) :

1 يبدأ الانقسام بأنقسام النواة الصغيرة (Micronucleus) انقسام اعتيادياً .

2 مع انقسام النواة الصغيرة الى نواتين تتجه كل منهما الى طرف متضاد من اطراف البراميسيوم وفي نفس الوقت تستطيل النواة الكبيرة (Macronucleus) ويظهر برعم الفم الخلوي (Cytostome) .



شكل (3-7) الانقسام او الانشطار الثنائي في البراميسيوم

3 تنقسم النواة الكبيرة انقساماً مباشراً الى نواتين وتتجهان الى طرفي الخلية (البراميسيوم). يتكون اخدود فمي جديد وتظهر فجوتان متقلصتان جديدتان كما يحصل تخصر في جسم البراميسيوم ليقود الى الانقسام .

4 ينقسم البراميسيوم الى براميسيومين بنويين (جديدين) .

ثانياً : التكاثر الجنسي .

يتكاثر البراميسيوم جنسياً بطريقتي الاقتران (Conjugation) والاخصاب الذاتي (Autogamy) .

(أ) الاقتران (Conjugation) .

تتم عملية الاقتران في البراميسيوم كالآتي (شكل 3-8) :

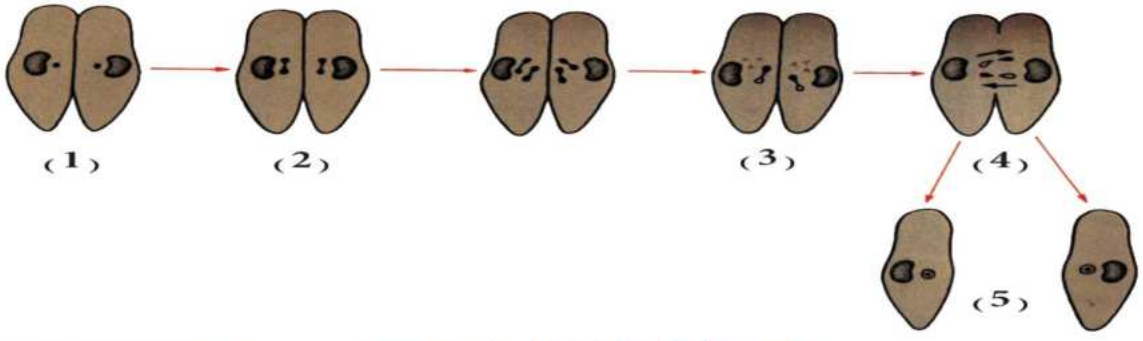
1 يتقابل فردان من النوع نفسه ولكنهما من سلالتين مختلفتين ويكون تماسهما من الجهة التي يقع فيها الاخدود الفمي ويبقيان ملتصقين وقتاً قصيراً، فيتكون عندها جسر بروتوبلازمي بينهما وهو وقتي لغرض عبور او تبادل مواد كروموسومية .

2 تبدأ النواة الصغيرة في الكائنين عملية الانقسام حيث تنقسم انقساماً اختزالياً (Meiosis) ينتج عنه اربعة نوى يحوي كل منها نصف العدد الكامل للكروموسومات (س) .

3 تنحل وتختفي ثلاثة نوى منها والنواة الرابعة المتبقية تنقسم انقساماً اعتيادياً غير متساوياً الى نواتين اوليتين يحوي كل منهما نصف العدد الكامل للكروموسومات (س) تتماثلان بنواة اولية ذكرية واخرى انثوية .

4 تتبادل الانوية الذكرية في الكائنين المقترنين وتتحد مع الانوية الانثوية لتتكون النواة المندمجة التي تحوي العدد الكامل من الكروموسومات (2س) .

5 ينفصل الفردان المقترنان ، وينقسم كل منهما انقسامين اعتياديين ليتكون من كل منهما اربع براميسيومات بنوية (جديدة) .



شكل (3-8) الاقتران في البراميسيوم .

(ب) الاخصاب الذاتي (Self-fertilization or Autogamy) .

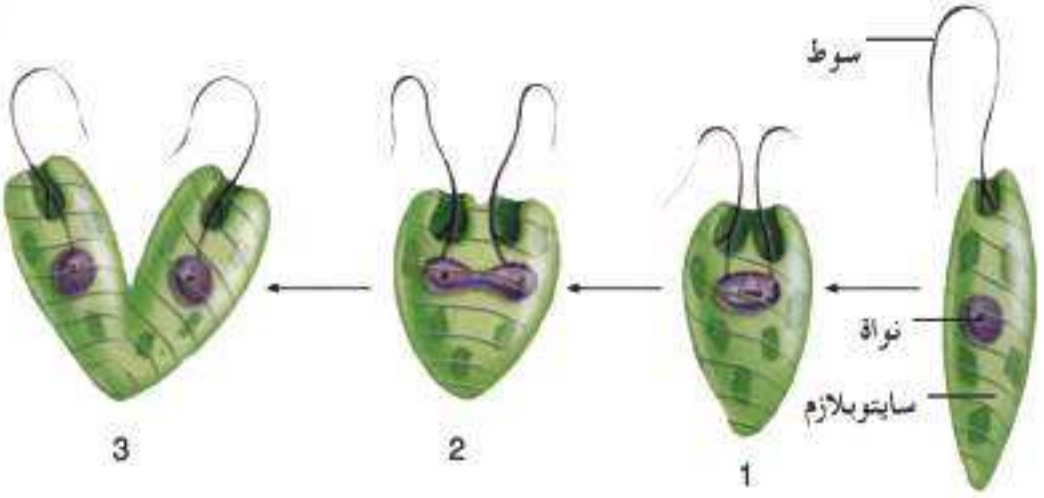
تشبه عملية الاخصاب الذاتي الاقتران المذكور اعلاه ، فيما عدا عدم حصول عملية تبادل للانوية ، حيث ان النواتين الصغيرتين الاوليتين اللتان تحتويان نصف العدد الكامل من الكروموسومات تتحدان لتكونا معاً نواة مندمجة متماثلة (Synkaryion) اي تكون متماثلة بالعوامل الوراثية (Homozygous) وليست متباينة العوامل الوراثية (Heterozygous) ، كما هو الحال في الاقتران .

3-6-3 . التكاثر في اليوغلينا (Reproduction in Euglena) .

اليوغلينا من الطليعيات السوطية (ذات اسواط) تتواجد في البرك ومجاري المياه العذبة التي تتوافر فيها النباتات .توجد اليوغلينا في حالة حرة او متكيسة في حالة الظروف غير الملائمة .

تتكاثر اليوغلينا بالانقسام الثنائي الطولي ويحصل هذا الانقسام في الطور حر السباحة وفي الطور المكيس وكالآتي :

1. تنقسم النواة انقساماً خيطياً اعتيادياً ، ويتكون سوط اضافي .
2. ينقسم السايتوبلازم طولياً وبشكل تدريجي لحين انفصال القسمين بالكامل ليتكون فردان جديدان (شكل 3-9) . والتكاثر الجنسي غير معروف في اليوغلينا .



شكل (3-9) . الانقسام او الانشطار الطولي في اليوغلينا .

3-7. التكاثر في الفطريات (Reproduction in Fungi)

يضم عالم او مملكة الفطريات اكثر من مائة الف نوعاً ويعتقد ان هناك عدد مماثل لم يشخص بعد وكانت الفطريات سابقاً تعتبر من الاشكال النباتية حيث تتشابه مع النباتات في مميزاتها التكاثرية وطرق نموها وكيميائها الحياتية ، الا انه وجد فيما بعد انها تختلف عن النباتات في الكثير من النواحي ، حيث تفتقد الفطريات صبغات البناء الضوئي وهي بذلك غير ذاتية التغذية كما ان ستراتيجياتها الغذائية تختلف عن ستراتيجيات النباتات .

سندرس التكاثر في عفن الخبز الاسود كنموذج للتكاثر في الفطريات .

التكاثر في عفن الخبز الاسود (Reproduction in Black Bread Mold) .

ينتمي عفن الخبز الاسود الى الفطريات اللاقحية (Zygomycota) التي تضم حوالي 1050 نوع من الفطريات وتتم عملية التكاثر اللاجنسي والجنسي في عفن الخبز الاسود شكل (3-10) كالآتي :

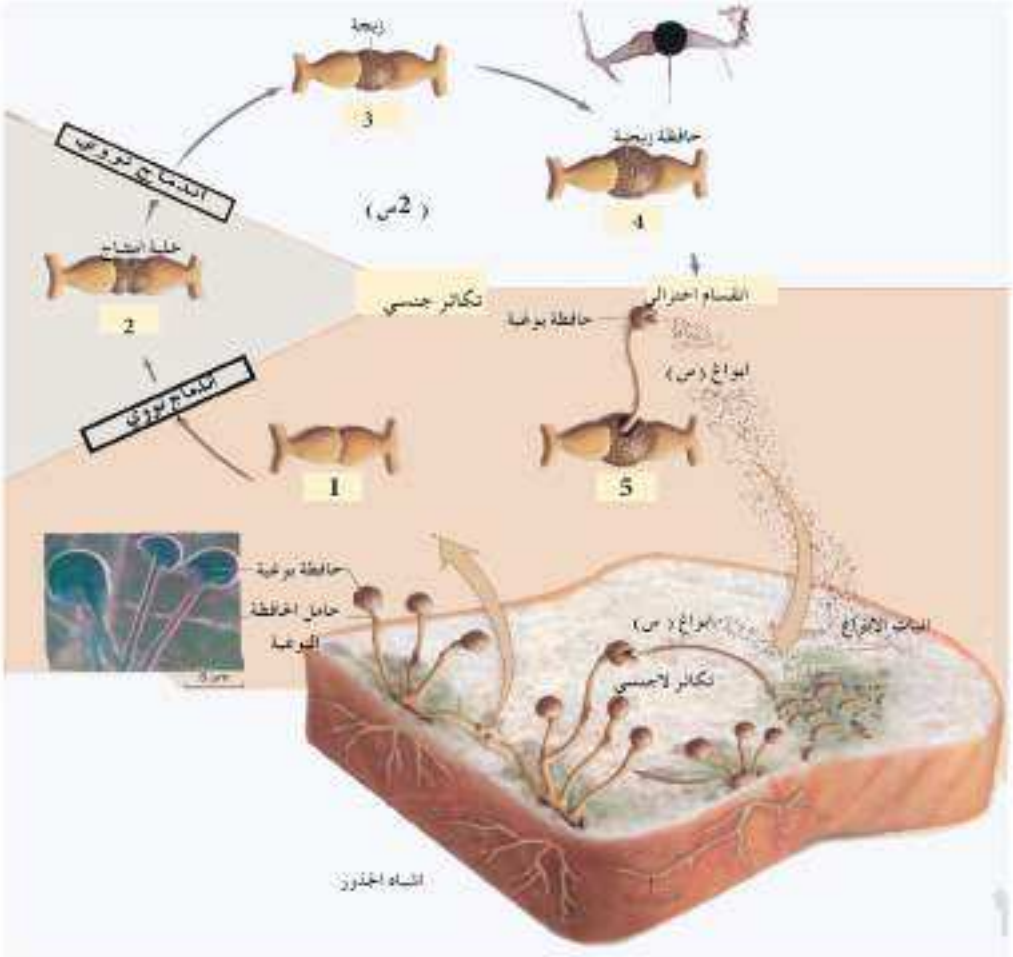
1 يحصل تماس واندماج بين الخيوط الفطرية او الهايفات (Hyphae) التي تحتوي نوى مختلفة موجبة واخرى سالبة ، يتبعه اندماج سايتوبلازمي .

2 تتكون خلية الامشاج (Gametangium) المحتوية على النوى السالبة والموجبة في نهاية كل هايفة ثم يحصل اندماج نووي (اندماج للنواتين) .

3 تندمج الخلايا المشيجية ، وزوج الانوية ثم تلتحم لتكون الزيجة او الزايكوت (Zygote) .

4 يتكون جدار سميك حول الزايكوت . وتحصل عملية انقسام اختزالي (Meiosis) .

5 ينمو حامل الكيس او الحافظة البوغية (Sporangiophore) وتنشق الحافظة البوغية (Sporangium) لتتحرر الابواغ (Spores) التي تكون حاوية على نصف العدد الكامل للكروموسومات كونها نتجت من انقسام اختزالي . وعندما تتساقط على مادة غذائية (قطعة من الخبز الرطب مثلاً) تبدأ دورتها اللاجنسية وتتكرر العملية .

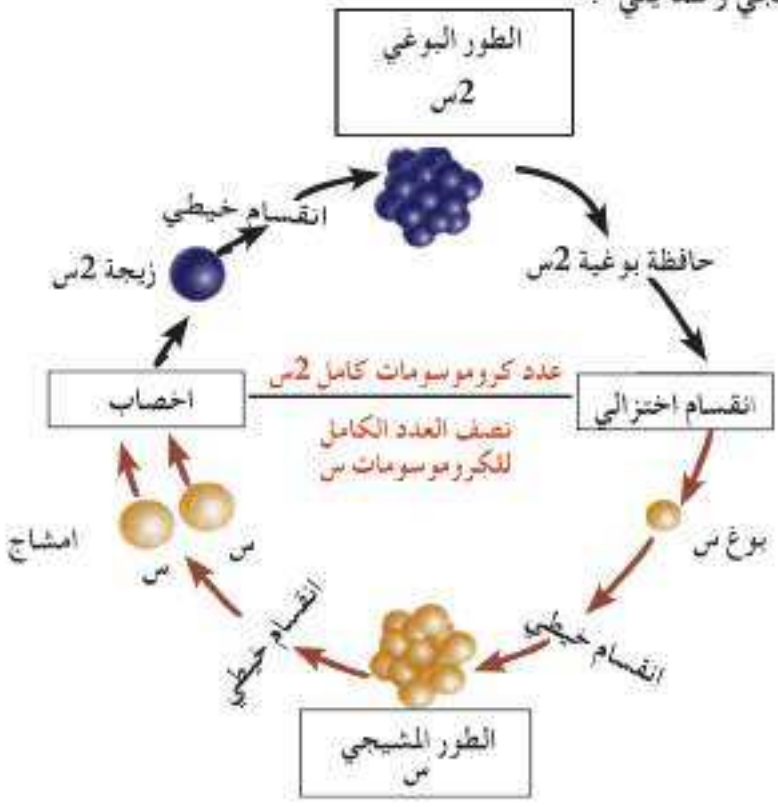


شكل (3-10) . التكاثر في عفن الخبز الاسود Rhizopus stolonifer (للاطلاع) .

3-8. التكاثر في النباتات (Reproduction in Plants)

تضم مملكة النبات احياء حقيقية النوى متعددة الخلايا ذاتية التغذية . ويعتقد ان النباتات الارضية قد انحدرت من سلف كان موجود في المياه العذبة ممثلاً بأنواع الطحالب الخضر التي كانت موجودة قبل 500 مليون سنة مضت ، ويرى العلماء ان الدليل على هذا الانحدار يتمثل بكون كلاهما يمتلك الكلوروفيل فضلاً عن انواع مختلفة لصبغات اضافية ، وانهما يخزنان الزائد من الكاربوهيدرات بشكل نشاء ، كما ان جدران الخلية فيهما تحوي سيليلوز .

تتضح في مملكة النباتات ظاهرة تعاقب الاجيال (Alternation of Generations) (شكل 3-11) وهي ظاهرة واضحة في تكاثر النباتات ، وتعني ان دورة حياة النبات الكاملة تمر في طورين هما الطور البوغي والطور المشيجي وكما يلي :



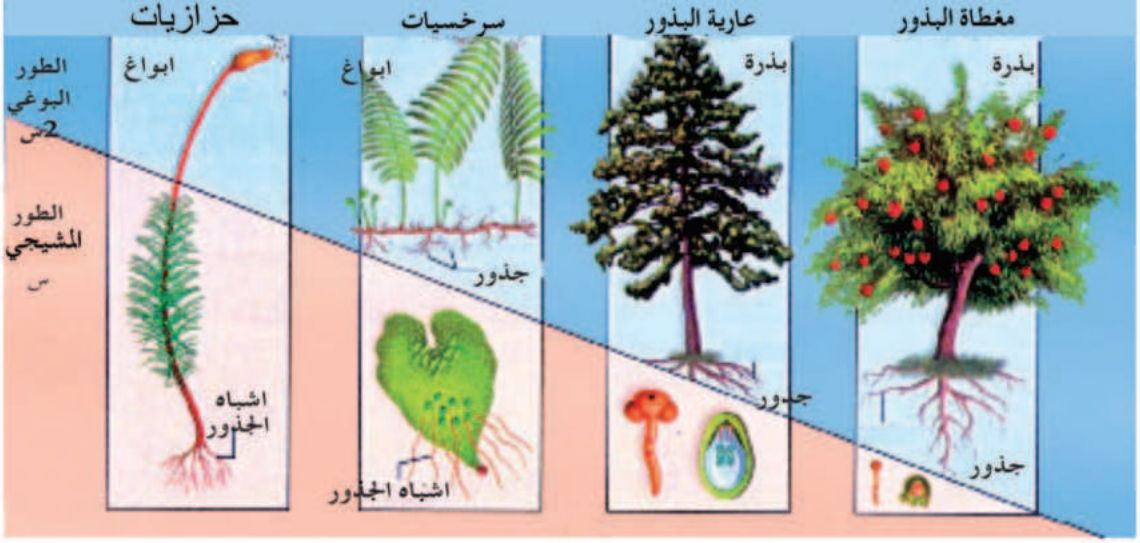
شكل (3-11) . تعاقب الاجيال في تكاثر النبات .

(1) الطور البوغي (Sporophyte) :

وهو الطور اللاجنسي الذي تنتج فيه الابواغ وتكون خلاياه ذات عدد كروموسومي كامل (2س) وعندما ينضج هذا الطور تعاني بعض خلاياه وهي الخلايا الام للابواغ عملية انقسام اختزالي وتتكون نتيجة هذا الانقسام ابواغ ذات نصف العدد الكامل من الكروموسومات (س) ، وهذه الابواغ هي التي تحدد بدء الطور المشيجي (Gametophyte) .

(2) الطور المشيجي (Gametophyte) :

وهو الطور الجنسي وتنتج فيه الامشاج . وبعد الاخصاب الذي يتم بين الامشاج الذكرية والانثوية يبدأ الطور البوغي وهكذا تتعاقب الاجيال . ولابد من الاشارة الى انه كلما تقدمنا في سلم تطور النبات نجد ان حجم الطور المشيجي يظهر اختزالاً ويصل قمة الاختزال في النباتات الزهرية .
(شكل 3-12) .



شكل (3-12) الاختزال في حجم الطور المشيجي (للاطلاع) .

ان حجم الطور المشيجي يختزل ويزداد حجم الطور البوغي في النباتات الارضية الموجودة حالياً وهذا حصل لكون النباتات اصبحت متكيفة للحياة على الارض وكلما زاد التكيف للحياة على الارض حصلت زيادة في حجم الطور البوغي من النبات يقابله نقصان في حجم الطور المشيجي اي يختزل .

سندرس في تكاثر النبات ثلاثة امثلة الاول للتكاثر في الحزازيات (Mosses) والثاني للتكاثر في السرخسيات(Ferns) والثالث في نبات زهري .

(1) التكاثر في الحزازيات مثالها (بوليتراكم) (Reproduction in Polytrichum)

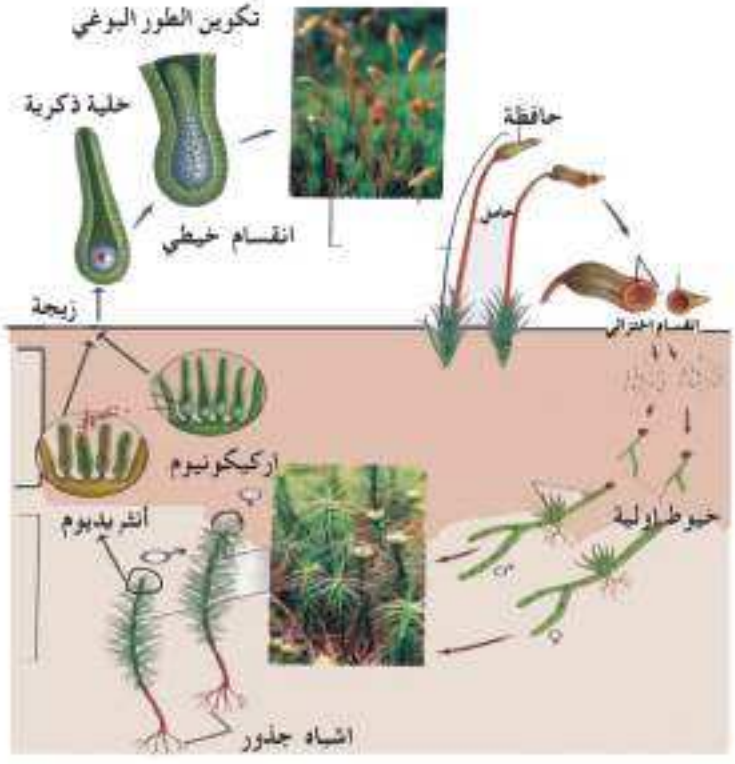
التكاثر بالطورين البوغي والمشيجي في البوليتراكم وهو من الحزازيات التي تمثل اكبر شعب النباتات اللاوعائية وتضم اكثر من (15000) نوعاً كالاتي (شكل 3-13) :

- في الطور المشيجي الناضج يحمل الساق الورقي اما انثريديا (Antheridia) وهي حافظة مشيجية ذكرية او اركيكونيا (Archegonia)وهي حافظة مشيجية انثوية وكلاهما يحمل امشاج .
- تخرج الامشاج الذكرية من الحافظة المشيجية الذكرية الى الخارج سابحة في الماء لتصل الى الحافظة المشيجية الانثوية (اركيكونيوم) وتحصل عملية الاخصاب باندماج النواة الذكرية مع الانثوية .
- جـ بعد عملية الاخصاب تتكون الزيجة او الزايكوت ويتكون الطور البوغي داخل الحافظة المشيجية الانثوية (اركيكونيوم) .

د- يكتمل النسيج البوغي وله حامل وحافظة عليا هي حافظة الابواغ (Sporangium) وفيها تحصل عملية انقسام اختزالي وتنتج الابواغ (Spores) التي تكون ذات نصف عدد الكروموسومات الكامل (س) .

هـ- تتحرر الابواغ بعد ان يفتح غطاءها بفعل الرياح ثم تنتشر الابواغ مع تيار الرياح .

و- تنبت الابواغ الى خيوط اولية (Protonema) ذكرية او انثوية وهذه تمثل اول مرحلة من مراحل الطور المشيجي الذكري او الانثوي .



شكل (3-13) . التكاثر في الحزازيات (تكاثر بوليتراكم) (للاطلاع) .

(2) التكاثر في السرخسيات (Reproduction in Ferns) .

يتم التكاثر في السرخسيات وهي من النباتات الوعائية عديمة البذور وتضم اكثر من (1150) نوعاً بالطورين البوغي والمشيجي (شكل 3 - 14) كالآتي :

أ- الطور البوغي (Sporophyte) هو الطور السائد في السرخسيات . والحافظة البوغية تتخذ موقعاً على السطح السفلي للاوراق .

ب- تكون الابواغ داخل الحافظة البوغية ذات نصف العدد الكامل من الكروموسومات (س) كونها ناتجة من انقسام اختزالي وتتحرر الابواغ عندما تفتح الحافظة البوغية .

ج - تنمو الابواغ الى طور مشيجي ممثلاً بالثالوس الاولي (**Prothalus**) الذي يعرّف بانه تركيب قلبي الشكل اخضر اللون يحمل ارکیکونیوم (**Archegonium**) وهي الحافظة المشيجية الانثوية والانثريديوم (**Antheridium**) وهي الحافظة المشيجية الذكرية وينمو من طرفه المدبب اشباه الجذور .

د - يحصل الاخصاب بوجود الرطوبة حيث تسبح النطف في الماء لتصل الى البيضة ضمن الارکیکونیوم .

هـ - يتكون الزايكوت نتيجة عملية الاخصاب ، وهو يتكون داخل الارکیکونیوم وتظهر اول ورقة فوق الثالوس الاولي ويتكون الجذر تحته ، وعندئذٍ يصبح الطور البوغي مرئي .

شكل (3 - 14) . التكاثر في السرخسيات (البوليبوديوم) (للاطلاع) .

(3) التكاثر في النباتات الزهرية (Reproduction in Flowering Plants) .

تمثل الزهرة عضو التكاثر في النباتات الزهرية حيث ان استمراربقاء النباتات يعتمد على الفعالية التكاثرية للازهار والزهرة عبارة عن غصن متخصص يحمل اوراقاً محورة ومتخصصة للقيام بعملية التكاثر الجنسي وتكوين الثمار والبذور ، للزهرة اجزاء ترتبط مباشرة بعملية التكاثر (اساسية) واخرى يكون ارتباطها غير مباشر (غير اساسية) تنشأ الازهار من البراعم اسوة بالفروع الخضرية الا انها تختلف عنها في عدم استطالة سلامياتها ، ولذلك تجد الاعضاء الزهرية تبدو متقاربة معاً وليست مفصولة بسلاميات واضحة على المحور الزهري .

تتالف الزهرة من اربعة اجزاء (شكل 3 – 15) هي :

شكل (3 – 15) . تركيب الزهرة .

(1) الاوراق الكاسية (Sepals) :

تسمى بمجموعها الكأس (**Calyx**) ، وهي تحمي برعم الزهرة قبل انفتاحه . وتكون الاوراق الكاسية في الغالب خضراء اللون الا انها قد تكون ملونة احياناً ، وتبقى متصلة بالتخت .

(2) الاوراق التويجية (Petals) :

تسمى بمجموعها التويج (**Corolla**) ، وتكون متباينة بدرجة كبيرة في حجمها وشكلها ولونها باختلاف النباتات . عدد الاوراق التويجية في الغالب يكون بنفس عدد الاوراق الكاسية او مضاعفاتها فعلى سبيل المثال نجد ان لزهرة السوسن (**Iris**) ثلاثة اوراق كاسية وثلاثة تويجية في حين يكون عدد الاوراق التويجية في الروز اضعاف مضاعفة لعدد الاوراق الكاسية . وتتلخص اهميتها في كونها جاذبة للحشرات التي تعمل على تلقيح النباتات .وكلا الاوراق الكاسية والتويجية ليس لها دور مباشر في عملية التكاثر الجنسي وتكوين البذور .

(3) الاسدية (Stamens) :

تمثل الاجزاء الذكرية في الزهرة وتتكون من جزءين هما : المتك (Anther) وهو عبارة عن تركيب كيسي اسطواني او بيضوي الشكل توجد داخله حبوب اللقاح ، والجزء الثاني هو الحامل الاسطواني الرفيع او الخيط (Filament) الذي يحمل المتك .

الاسدية غالباً ماتكون سائبة ، الا انها قد تكون ملتحمة الخيوط او ملتحمة المتوك ، وعدد الاسدية متباين ضمن الانواع المختلفة من النباتات .

(4) المدقة (Pistil) :

تمثل الاجزاء الانثوية في الزهرة وتتألف من ثلاثة اجزاء هي :

(أ) المبيض (Ovary) :

هو جزء المدقة القاعدي الذي يتمثل بتركيب منتفخ تتكون بداخله البويضات (Ovules) المرتبطة بجدار المبيض عن طريق عنق قصير يسمى بالحبل السري (Funiculus) .

(ب) القلم (Style) :

يتمثل بتركيب اسطواني رفيع ومجوف عادة يربط المبيض بالجزء العلوي الذي يدعى الميسم .

(ج) الميسم (Stigma) :

يمثل الجزء النهائي او القمي من المدقة ويكون منتفخاً قليلاً وفي اغلب الاحيان يكون ذو اهداب او خشن الملمس واحياناً مغطى بسائل لزج لتسهيل عملية التصاق حبوب اللقاح عليه ولابد من الاشارة الى ان الاجزاء الزهرية المشار اليها في اعلاه لاتتماثل في جميع النباتات الزهرية فهناك اختلاف في ازهار النباتات ذوات الفلقة الواحدة عن تلك من ذوات الفلقتين فضلاً عن وجود تباينات ضمن المجموعة الواحدة فيمايخص تركيب الزهرة والجدولين (3 - 1 ، 3 - 2) يوضحان بعض اوجه التباين المشار اليها في اعلاه .

جدول (3 - 1) . مقارنة بين نباتات ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين .

نبات ذو فلقة واحدة	نبات ذو فلقتين
– ذو ورقة جنينية واحدة	ذو ورقتين جنينيتين
– اجزاء الزهرة ثلاثية او مضاعفات الثلاثة	اجزاء الزهرة رباعية او خماسية او مضاعفات الاربعة او الخمسة
– حبة اللقاح ذات ثقب واحد	حبة اللقاح ذات ثلاثة ثقوب
– غالباً عشبية	عشبية او خشبية
– تعرق الاوراق متوازي	تعرق الاوراق شبكي
– الجذر ليفي	الجذر وتدي

جدول (3-2) بعض المصطلحات الزهرية التي تظهر التباين في الازهار.

الصفة	الزهرة
زهرة كاملة (**Complete**) .	توجد في الزهرة جميع الاجزاء الاربعة (الكاس والتويج والاسدية والمدقة) .
زهرة غير كاملة (**Incomplete**) .	تفتقد جزء واحد او اكثر من اجزاء الزهرة الاربعة
زهرة تامة (**Perfect**) ويطلق عليها ايضاً زهرة خنثية (**Hermaphrodite**) او ثنائية الجنس (**Dioecious**) .	تمتلك اسدية ومدقة .
زهرة غير تامة (**Imperfect**) او احادية الجنس (**Monoecious**) .	تمتلك اسدية وحدها او مدقة وحدها وليس الاثنين معاً
زهرة عقيمة (**Sterile**) .	ليس لها اسدية ومدقة .
انتظام الازهار (**Inflorescence**) .	الازهار بشكل حزم .
زهرة مركبة (**Composite**)	تظهر الازهار بشكل زهرة واحدة (مفردة) ولكنها تتكون من مجموعة من الازهار **الصغيرة** .

وفيما يأتي ايجاز لعملية التكاثر في نبات زهري من خلال التعرف على دورة حياة النبات (شكل 3-16) :

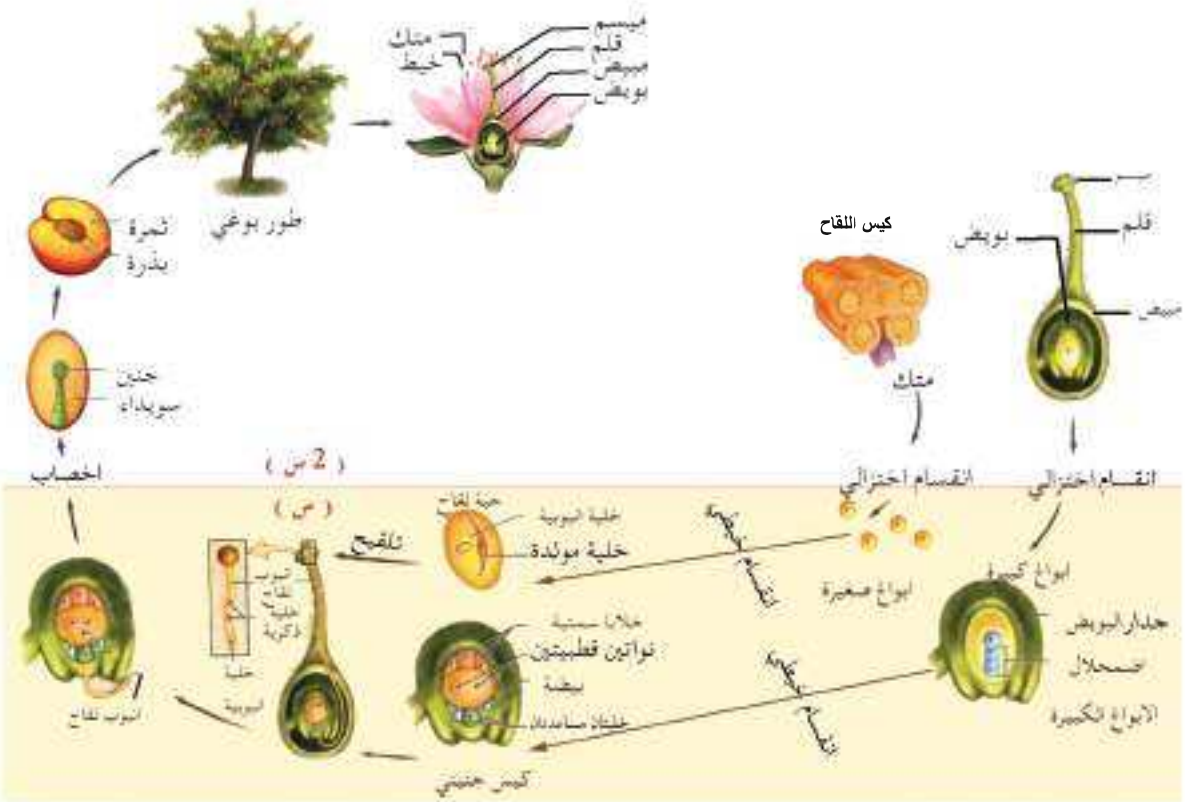
اولاً: تكوين حبوب اللقاح والبويضات

(1) المتك وتكوين حبوب اللقاح .

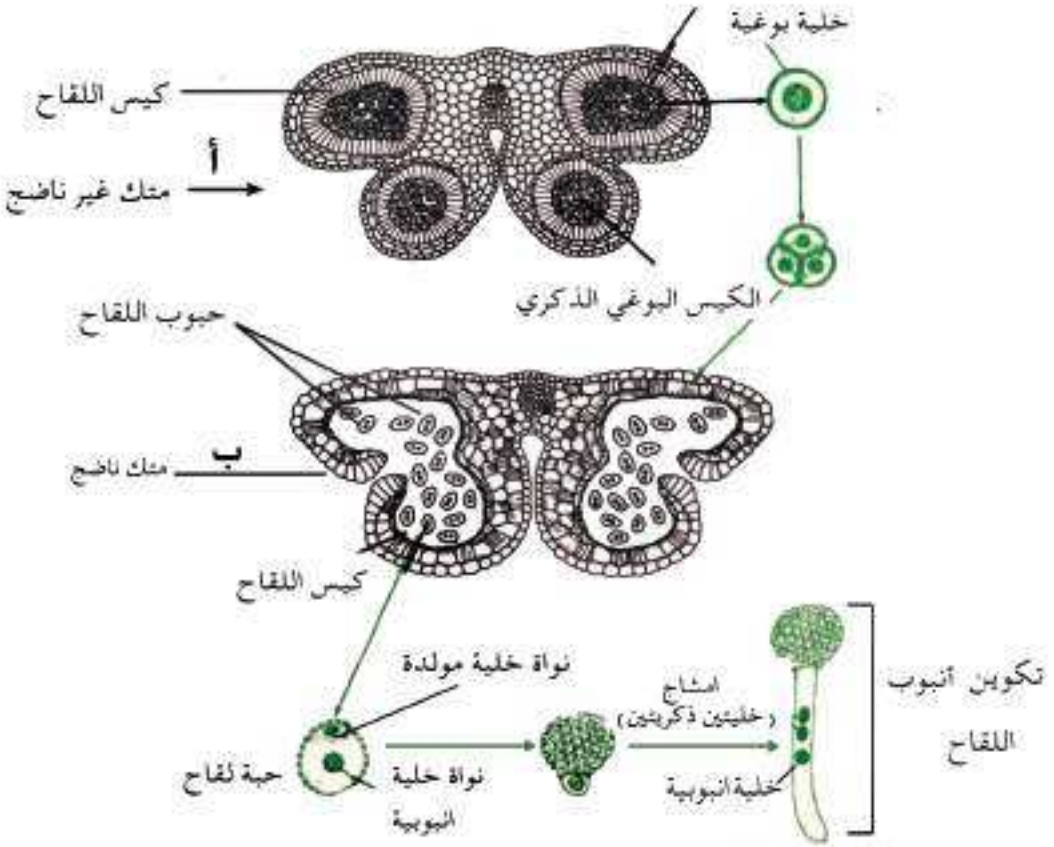
يتألف المتك من فصين متطاولين يربط بينهما نسيج حشوي يمتد من قاعدة المتك حتى قمته ويحيط النسيج الرابط بحزمة وعائية . يتألف كل فص من فصوص المتك من ردهتين يطلق على كل منهما بكيس اللقاح (**Pollen Sac**) او حافظة الابواغ الصغيرة (**Microsporangium**) . تحتوي اكياس اللقاح على حبوب اللقاح (**Pollen Grains**) ، وعند نضج المتك تنحل خلايا

النسيج الرابط التي تفصل بين ردهتي الفص الواحد . وتصبح ردهة واحدة مفتوحة الى الخارج عن طريق شق طولي خارجي (شكل 3 - 16) وبذلك تصبح حبوب اللقاح معدة للانتشار الى الخارج تحتوي اكياس اللقاح في البداية على الخلايا الام للابواغ الصغيرة والتي تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية (2س) ، وتمر الخلايا الام للابواغ الصغيرة بعملية انقسام اختزالي ينتج عنه اربعة ابواغ صغيرة (Microspores) والتي تكون احادية المجموعة الكرموسومية (س) (شكل 3 - 17) تنفصل الابواغ الصغيرة الاربعة بعضها عن بعض وتتخذ شكلاً مميزاً حسب نوع النبات .

تنقسم نواة البوغ الصغيرة انقساماً اعتيادياً وتحاط كل من النواتين الناتجتين بالسايتوبلازم مكونة خلية انبوبية (Tube Cell) وخلية مولدة (Generative Cell) يطلق عليها في هذه المرحلة حبة اللقاح وهي تمثل الطور المشيجي الذكري غير الناضج (شكل 3 - 17) . تنتشر حبوب اللقاح من المتك الى الخارج بأعداد تقدر بالمئات من كل متك . وتكون حبة اللقاح محاطة بجدار سميك ذي اشواك او اهداب او يكون خشناً ويتخذ اشكالاً مختلفة حسب نوع النبات ويحوي عدداً من المناطق الرقيقة تدعى ثقوب الانبات .



شكل (3 - 16) . دورة حياة نبات زهري وتتضح من خلاله مراحل تكوين حبوب اللقاح والبويضات (للاطلاع) .



شكل (3 - 17) . تركيب المتك في نبات زهري (للاطلاع) .

(2) المبيض وتكوين البويضات

تتألف المدقة يضمنها المبيض من ورقة كربلية ملتحمة واحدة او اكثر وتمثل هذه الورقة او الاوراق الكربلية اوراق الابواغ الكبيرة (**Megasporophylls**) ، في حين تمثل البويضات المرتبطة بجدار المبيض حوافظ الابواغ الكبيرة (**Megasporangia**) .

يبدأ نمو البويض بشكل نتوء صغير يدعى الجويزاء (**Nucellus**) متصل بجدار المبيض عن طريق الحبل السري ، ويكون محاطاً بغلاف او غلافين من خلايا حشوية تدعى اغلفة البويض ، وتنمو هذه الاغلفة من قاعدة الجويزاء وتحيط احاطة تامة بالبويض باستثناء منطقة القمة حيث تترك فتحة صغيرة جداً تدعى فتحة النقير (**Micropyle**) . تتولد داخل الجويزاء خلية معقدة تعرف بالخلية الام للابواغ الكبيرة (**Megaspore Mother**) ، وهي تمر بانقسام اختزالي لتكوين اربعة ابواغ كبيرة (**Megaspores**) احادية المجموعة الكروموسومية (**س**) مرتبة في صف واحد .

تضمحل ثلاثة ابواغ كبيرة ويبقى الرابع ليكون بوغاً فعالاً كبيراً، وهو يمثل الطور المشيجي الانثوي غير الناضج وهو يسمى في حالة مغطاة البذور بالكيس الجنيني (**Embryo Sac**) ، ويزداد في الحجم بزيادة الكتلة السايتوبلازمية والنواة، بحيث يحتل الجزء الاكبر من البويض .

- تعاني نواة الكيس الجنيني ثلاثة انقسامات اعتيادية متتالية ينتج عنها ثمان نوى داخل الكيس الجنيني ، تنتظم ثلاث نوى بالطرف القريب من النقير وثلاث في الطرف المقابل من الكيس الجنيني وتبقى اثنتان في المركز .
- تحاط نوى الطرف النقيري الثلاث بأغشية خلوية مكونة خلايا تمثل الوسطى منها خلية البيضة (Egg Cell) والنواتان الجانبيتان تصبحان خليتين مساعدتين (Synergid Cells) .
- اما نوى الطرف المقابل للطرف النقيري ضمن الكيس الجنيني فهي الاخرى تحاط بأغشية خلوية وتكون خلايا سمتية (Antipodals) . وتكون النواتان المركزيتان نواتين قطبيتين (Polar Nuclei) .

ويمثل الكيس الجنيني في هذه الحالة الطور المشيجي الانثوي الناضج (Mature Female Gametophyte) (شكل 3 - 16) .

- وبعد وصول الطور المشيجي الانثوي مرحلة النضوج يصبح البويض الناضج مكوناً من الكيس الجنيني الناضج والجويزاء المحيطة به والاغلفة والحبل السري وهو في الغالب يبدو منحنياً الى الاسفل بالشكل الذي يكون فيه النقير مجاوراً للحبل السري، وربما يتخذ اوضاعاً اخرى .

(3) التلقيح (Pollination) .

يعرف التلقيح بأنه عملية انتقال حبوب اللقاح من المتك الى الميسم للنوع نفسه من النبات وتحصل نتيجة هذا الانتقال عملية الاخصاب (Fertilization) ، وعليه فأن التلقيح يعد واحداً من العمليات المؤدية الى تكوين البذور .

وهناك نوعين من التلقيح هما :

1 التلقيح الذاتي (Self Pollination) .

2 التلقيح الخلطي (Cross Pollination) .

1 . التلقيح الذاتي (Self Pollination) .

يتم التلقيح الذاتي بأنتقال حبوب اللقاح من متك زهرة الى ميسم الزهرة نفسها او الى ميسم زهرة اخرى للنبات نفسه ، ويحصل مثل هذا النوع من التلقيح في العديد من النباتات مثل الحنطة والشعير والرز والقطن والفاصوليا والبزاليا واشجار الحمضيات وغيرها .

2 . التلقيح الخلطي (Cross Pollination) .

يتم هذا النوع من التلقيح بأنتقال حبوب اللقاح من متك زهرة الى ميسم زهرة اخرى لنبات اخر من النوع نفسه وربما الى انواع اخرى **تنتمي** الى نفس الجنس . يحدث التلقيح الخلطي في العديد من النباتات وهو اكثر اهمية من التلقيح الذاتي حيث تكون الثمار والبذور الناتجة اكبر حجماً واكثر عدداً واسرع نمواً من تلك الناتجة من التلقيح الذاتي في الكثير من الاحيان .

لهذا ينصح المزارعون باقامة خلايا النحل في البساتين او قريباً منها لضمان حدوث التلقيح الخلطي للازهار وبالتالي الحصول على ناتج وفير وذو نوعية جيدة .

يعد النحل اكثر الحشرات تلقيحاً في النباتات حيث يقدر بعض الاقتصاديين عوائد تلقيح النحل بمبالغ هائلة (اكثر من مائتي مليار دولار) على مستوى العالم سنوياً . ولكن النحل ليس الوحيد الذي يؤدي وظيفة التلقيح في النباتات فهناك الكثير من الحشرات مثل الزنابير والخنافس والفراشات وغيرها، كما تقوم بعض الفقريات ايضاً بعملية التلقيح كما هو الحال في بعض الطيور وغيرها .

لابد من الاشارة الى الرياح والمياه هي الاخرى تلعب دوراً في عملية انتقال حبوب اللقاح وبالتالي التلقيح وقد يقوم الانسان بذلك كما في النخيل .

(4) تكوين انبوب اللقاح (Development of Pollen Tube) .

تنموحبة اللقاح بعد سقوطها على الميسم فتكون انبوباً ذو قطر ضيق يعرف بانبوب اللقاح (Pollen Tube) وتنتج حبة اللقاح عادة انبوباً لقاحياً واحداً .

ينمو انبوب اللقاح ويخترق الميسم والقلم حتى يصل الى المبيض الذي يحوي البويضات ، ولابد من الاشارة الى انه بالرغم من سقوط عدة حبوب لقاح على الميسم مكونة عدة انابيب لقاح الا ان واحداً فقط يدخل البويض الواحد يستمر انبوب اللقاح بالنمو وتخضع الخلية المولدة فيه الى عملية انقسام اعتيادي واحد لتنتج خليتين ذكريتين (Sperm Cells) ، وبذا سيحتوي انبوب اللقاح على خلية انبوبية وخليتين ذكريتين . ويمثل انبوب اللقاح في هذه الحالة الطور المشيجي الذكري الناضج (شكل 3 - 16) ، الذي يكون مهيئاً لعملية الاخصاب .

(5) الاخصاب وتكوين الجنين (Fertilization and Embryo Development) .

مع وصول انبوب اللقاح الى البويض فأنه يخترق فتحة النقير ويدخل الى الجويزاء ثم الى الكيس الجنيني ويفرغ محتوياته فيه ، وعندها تتحد احدى الخليتين الذكريتين مع خلية البيضة مكونة بيضة مخصبة او زيجة (Zygote) والتي تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية (2س)(شكل 3 - 16) تتجه الخلية الذكرية الثانية نحو النواتين القطبيتين وتتحد نواتها مع هاتين النواتين مكونة نواة السويداء (Endosperm Nucleus) ، وبهذا تصبح هذه النواة ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3س) (شكل 3 - 16) . يطلق على عمليتي الاتحاد المشار اليهما في اعلاه (اتحاد احدى نواتي الخليتين الذكريتين بنواة البيضة واتحاد نواة الخلية الذكرية الثانية بالنواتين القطبيتين) بعملية الاخصاب المزدوج (Double Fertilization) ، الذي يمثل احد سمات ومميزات النباتات الزهرية بعد اكتمال عملية الاخصاب تنحل الخلايا السمتية الثلاث والخليتان المساعدتان والخلية الانبوبية. وتبدأ البيضة المخصبة بالانقسام الاعتيادي والنمو والتمايز لتكوين الجنين .

اما نواة السويداء فتخضع لعدة انقسامات اعتيادية مكونة نسيج السويداء الخازن للمواد الغذائية التي يعتمد عليها الجنين اثناء نموه، ويمكن تلخيص مراحل تكوين الجنين في نبات من ذوات الفلقتين كالآتي (شكل 3 - 18) .

(أ) مرحلة تكوين الزيجة (Zygote Stage) .

يحصل في هذه المرحلة اخصاب مزدوج ينتج عنه تكوين الزيجة والسويداء .

(ب) مرحلة الجنين الاولي (Proembryo Stage) .

يكون الجنين الاولي متعدد الخلايا وجزئه القاعدي او الوظيفي يكون معطلاً وظيفياً (معلق) .

(ج) مرحلة التكور (الكرة) (Globular Stage) .

يظهر الجنين في هذه المرحلة بشكل كرة صغيرة .

(د) مرحلة القلب (Heart Stage) .

يكون الجنين بشكل القلب وتظهر الفلقتان .

(هـ) مرحلة الطوربيد (Torpedo Stage) .

يكون الجنين بشكل الطوربيد (اقرب من الشكل الاسطواني) ، وتتكون الفلقتان بشكل واضح

(و)مرحلة الجنين الناضج (Mature Embryo Stage) .

ينضج الجنين حيث يأخذ بالنمو والتمايز الى جنين حقيقي مكون من محور جنيني يتكون من الرويشة والجذير والسويق الفلقي الذي يحمل فلقتين (فلقة واحدة في نباتات ذوات الفلقة الواحدة) .

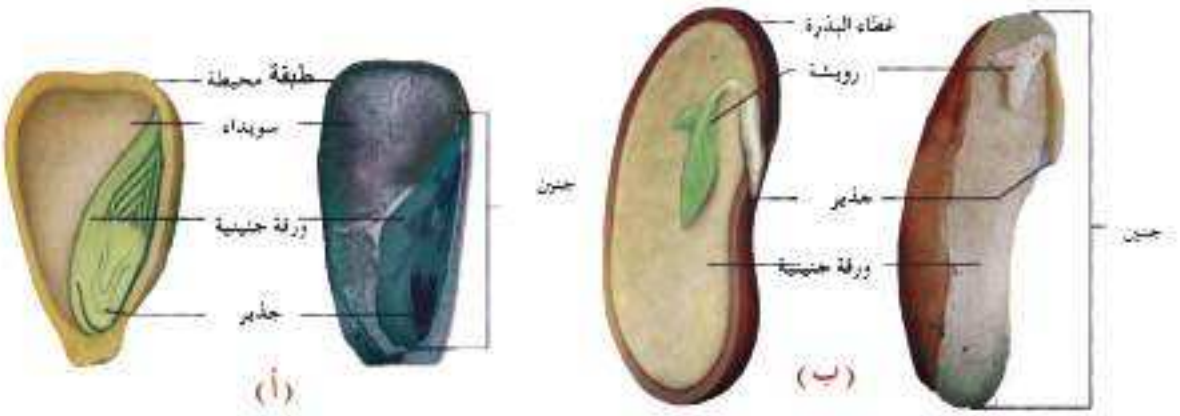
شكل (3 - 18) . التكوين الجنيني لنبات من ذوات الفلقتين .

(6) تكوين البذرة (Seed Formation) .

يبدأ تكوين البذرة بعد عملية الاخصاب مباشرة حيث تنقسم نواة السويداء لتكوين نسيج السويداء ، ويلي ذلك نمو غلاف او غلافي البويض وتحوله الى غلاف البذرة الذي يعرف بالقصرة (**Testa**) (شكل **3 - 19**) .

وتكون البذرة عند النضج مكونة من جنين وغلاف بذرة كما في معظم بذور النباتات ذوات الفلقتين كالباقلاء والفاصوليا وغيرها .

ولكن هناك انواع من النباتات مثل الحنطة والخروع والذرة لايستخدم الجنين فيها السويداء الا بعد زرع تلك البذور وبدئها بامتصاص الماء ، ولهذا فان البذور الناضجة بهذه الطريقة تتكون من جنين واحياناً سويداء فضلاً عن غلاف البذرة الواقي الذي يتكون من طبقة واحدة او اكثر .



شكل (**3 - 19**) . تركيب البذور (**أ**) ذوات الفلقة الواحدة . (**ب**) ذوات الفلقتين .

(7) تكوين الثمرة (Fruit Formation) .

يبدأ تكوين الثمرة عادة بنمو وتضخم جدار المبيض ، ويكون ذلك مصاحباً **لنمو** البذرة داخل المبيض ، اذ تعد عملية الاخصاب بمثابة حافز يسبب اتساع وتضخم المبيض وقد يتعدى التحفيز اجزاءً اخرى من الزهرة كالتخت كما هو الحال في التفاح واغلفة الزهرة كما في التوت وتسمى مثل هذه الثمار بالثمار الكاذبة . يحتاج نمو المبيض وتحوله الى ثمرة كمية كبيرة من الغذاء اذ تنتقل المواد الغذائية كالسكريات والاحماض الامينية بسرعة الى جدار المبيض من خلال الانسجة الوعائية التي تربط اجزاء الزهرة بالساق .

وعند وصولها تتحول الى مواد غذائية غير ذائبة كالنشويات والسكريات المعقدة والبروتينات والزيوت . ان زيادة المواد السكرية في الثمار الناضجة يؤدي الى حلاوة العديد منها ، مثل العنب و**التمر** والموز وغيرها ، وقد تتحول المواد السكرية الى نشاء عند النضج كما في

الذرة والحنطة والرز . وقد تتراكم الزيوت في الثمار بكميات كبيرة كما في الزيتون ، وفي ثمار اخرى يتجمع الماء كما هو الحال في الثمار العصيرية واللحمية مثل الرقي والبطيخ والطماطة .

وهناك ثمار ينخفض المحتوى المائي فيها بدرجة كبيرة عند وصولها لمرحلة النضج وتصل الى درجة كبيرة من نسبة الجفاف كما هو الحال في ثمار البندق والجوز . وعادة يصاحب التغيرات التي تطرأ على الثمار تغيير في الصبغات النباتية فمثلاً يختفي الكلوروفيل وتحل محله الصبغات الكاروتينية عند نضج الثمار كما هو الحال في ثمار الطماطة او قد تتراكم صبغة الانثوسيانين البنفسجية بأستمرار نضج الثمار كما في العنب الاسود والاجاص (شكل 3 - 20) . تجدر الاشارة الى ان حبوب اللقاح تؤدي دورين يتمثل الاول بانتاج الخلايا الجنسية الذكرية التي تخصب البيوض بعملية الاخصاب المزدوج وينتج عن ذلك تكوين البذور ، اما الدور الثاني فيتمثل في كون نمو حبوب اللقاح يحفز تكوين هورمونات خاصة تقوم بتنظيم عملية نضج المبايض وتحويلها الى ثمار . ولذلك يمكن احياناً الاستعاضة عن عملية التلقيح برش او حقن مبايض بعض الازهار بهورمونات نباتية خاصة تؤدي الى نمو ونضج المبيض وتحوله الى ثمرة ، الا ان الثمار الناتجة تكون عديمة البذور وهذا مايعرف بالاثمار العذري الاصطناعي . وهناك بعض النباتات تنتج ثماراً عديمة البذور بصورة طبيعية ويعرف هذا النوع من نضوج الثمار بالاثمار العذري الطبيعي كما هو الحال في الاناناس والبرتقال ابو السرة وبعض انواع العنب ، ويعتقد ان مبايض ازهار هذه النباتات ذات محتوى هورموني عال .

شكل (3 - 20) . التنوع في الثمار (للاطلاع) .

تركيب الثمرة

لقد عرفت عزيزي الطالب ان الثمرة يمكن ان تعرف على انها مبيض ناضج مع محتوياته واغلفته وتتكون بداخله البذور .

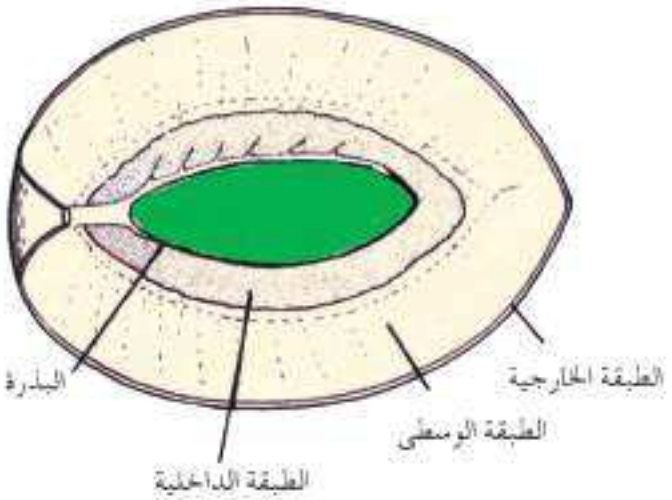
تتميز الثمرة الى ثلاث طبقات هي (شكل 3 - 21) :

أ الطبقة الخارجية (Exocarp) ويمكن ان يطلق عليها بالجلد (Skin) او الغطاء .

ب الطبقة الوسطى (Mesocarp) ويطلق عليها ايضاً الجزء الطري (Flesh) .

ج الطبقة الداخلية (Endocarp) ويطلق عليها النواة (Pit) .

لابد من الاشارة الى ان الطبقات اعلاه تختلف في درجة نموها وسمكها بأختلاف النباتات.



شكل (3 - 21) . تركيب الثمرة .

انواع الثمار (Fruit Types)

تظهر الثمار تنوعاً كبيراً وسوف نوجز الانواع الشائعة من الثمار كالآتي :

(1) الثمار البسيطة (Simple Fruit) .

هي الثمار الناتجة من زهرة واحدة ذات كربلة واحدة او عدة كربلات ملتحمة ، كما هو الحال في الباقلاء والطماطة والخيار والبرتقال والمشمش وغيرها (شكل 3 - 20) .

(2) الثمار المتجمعة (Aggreggate Fruits) .

هي الثمار المتكونة من كربلات عديدة منفصلة ، وتنشأ الثمرة من هذا النوع من زهرة واحدة ترتبط بالثمرات معاً بتخت واحد كما في التوت الاسود .

(3) الثمار المركبة (Compound Fruits) .

يطلق عليها ايضاً الثمار المضاعفة (Multiple Fruit) ، وهي تتكون من عدة ازهار متجمعة تنشأ من كل واحدة منها ثمرة وتبقى مرتبطة مع بعضها الآخر عند النضج كما في الاناناس (شكل 3 - 20) .

انتشار البذور والثمار (Dispersal of Fruits and Seeds) .

تمتلك الكثير من البذور والثمار تراكيب او اجزاء خاصة مختلفة تساعدها على الانتشار بسهولة في بيئتها او في بيئات متشابهة ، ومن العوامل المختلفة التي تساعد في انتشار الثمار والبذور الرياح والطيور وحيوانات اخرى والانسان والماء فضلاً عن تركيب البذرة والثمرة وطريقة تفتحها .

تحمل الرياح البذور والثمار بعيداً عن النباتات الام كما يحدث في بذور الحشائش والاعشاب والنباتات الصحراوية ، ويعود السبب في ذلك الى خفة وزن البذور او وجود شعيرات تكون على شكل مظلة كما في بذور البردي (شكل 3 - 20) .

تساهم الحيوانات في انتشار الثمار والبذور ، حيث تكون بعض البذور محتوية على اشواك تتعلق في جلود الحيوانات فتنقلها الى مسافات بعيدة عن موقعها ، (شكل 3 - 22) .

تعتمد الكثير من النباتات المائية في نقل بذورها وثمارها على التيارات المائية من اجل الحفاظ على انواعها وعادة تكون بذور وثمار هذه النباتات خفيفة ، او يحتوي غلافها على تجاويف تساعدها على الطفو على سطح الماء كما في ثمار جوز الهند .

شكل (3 - 22) . نقل البذور والثمار بوساطة الحيوانات (للاطلاع) .

3 - 9 - 4 . التكاثر في الحشرات (Reproduction in Insects) .

تكون الحشرات عادة ثنائية المسكن (Dioecious) اي ان الجنسين منفصلان الى ذكر وانثى ، وتكون الاناث في معظم الحشرات اكبر حجماً من الذكور وهناك اختلافات اخرى بين الذكور والاناث من حيث اللون ووجود الاجنحة وعدم وجودها ، وشكل اللوامس والارجل وغير ذلك .

لاتتميز اعضاء التكاثر في الذكور والاناث الا في مرحلة النمو بعد اكتمال التكوين الجنيني ، ويختلف الجهاز التناسلي في ذكور واناث الانواع المختلفة ، وبشكل عام تقسم الاعضاء التناسلية في الحشرات الى قسمين :

1 اعضاء التناسل الداخلية، وتتكون من زوج من المناسل (Gonads) ومجموعة من الاقنية الصادرة وبعض الملحقات مثل الغدد الاضافية (Glands)، و المستودع المنوي (Spermatheca) وغير ذلك .

2 اعضاء التناسل الخارجية ، و تتمثل بآلة وضع البيض (Ovipositor) في الانثى وآلة الجماع (Copulatory Apparatus) في الذكر .

(أ) الجهاز التناسلي الذكري في الحشرات .

يتألف الجهاز التناسلي الذكري (شكل 3-33) من الاجزاء والتراكيب التالية :

- خصيتين تقعان فوق القناة الهضمية او على جانبها والخصية في الحشرات مكونة من مجموعة نبيبات دقيقة تسمى النبيبات المنوية .
- تفتح النبيبات المنوية في قناة صغيرة على نفس الجانب تعرف بالقناة الناقلة للحيامن (Vas Deferens) ، وتتصل مقدمة القناة الناقلة للحيامن بالخصية ومؤخرتها بالحويصلة المنوية (Seminal Vesicle) والتي تمثل منطقة متسعة من القناة الناقلة .
- تتحد القناتان الناقلتان للحيامن لتكونا القناة القاذفة (Ejaculatory Duct) ، التي تمتد الى القضيب (Penis) ، والذي يفتح في نهايته بالفتحة التناسلية التي تنطلق منها النطف او الحيامن .
- الغدتان المساعدتان (Accessory Glands) وتقعان عند بداية القناة القاذفة ، وهما تفرزان سائلاً مخاطياً يحيط بالنطف وبشكل تركيب كيسي حولها يدعى كيس النطف .

(ب) الجهاز التناسلي الأنثوي في الحشرات .

يتألف الجهاز التناسلي الانثوي (شكل 3-33) من الاجزاء او التراكيب التالية :

- زوج من المبايض (Ovaries) يتكون كل منهما من عدد من نبيبات بيض تدعى فروع المبيض (Ovarioles) ، وهذه النبيبات لاتحتوي تجويف . وتحتوي فروع المبيض على سليفات البيوض وخلايا بيضية مرتبة بشكل سلسلة وخلايا مغذية (Nurse Cells) فضلاً عن خلايا نسيجية اخرى .
- قناتي بيض جانبيتين يرتبط الجزء الخلفي لكل مبيض بقناة بيض جانبية .
- تتحد قناتا البيض الجانبيتان لتكونا قناة البيض الرئيسة .
- المهبل (Vagina) وهو الجزء الخلفي من الجهاز التناسلي وتفتح فيه قناة البيض الرئيسة .
- المستودع المنوي (Seminal Receptacle) وهو تركيب كيسي يلحق بالجهاز التناسلي الانثوي في اغلب الحشرات وليعض الحشرات مستودعان منويان او ثلاثة . يتصل بالمستودع المنوي عادة غدة تعرف بغدة المستودع المنوي وهي تقوم بأفراز سائل يحفظ النطف اثناء بقاءها في المستودع .

• يرتبط المستودع المنوي بالجدار الظهري للمهبل ويتسلم النطف خلال الجماع ويطلقها بعد ذلك لتخصيب البيوض .

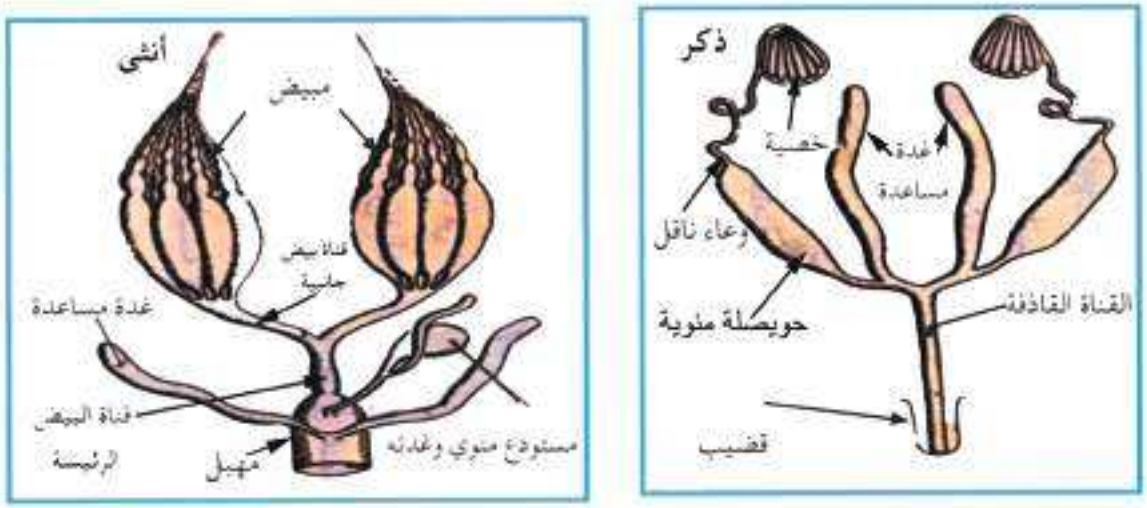
• الغدد المساعدة وهي تمثل بزوج من الغدد تتصل في نهايتها لتفتح في المهبل . وتتباين وظيفة الغدد المساعدة في الحشرات المختلفة فهي تكون مسؤولة عن تكوين كيس البيض في بعض الحشرات كما هو الحال في الصرصر، وقد تستعمل للدفاع كما في عاملات النحل وفي **النمل** تستخدم في **تعليم** مسار الحشرة .

الاخصاب والتكاثر .

يتم الاخصاب بعد ان تلتقي حشرتان بالغتان احداهما ذكر والاخرى انثى من نفس النوع ويحصل الجماع (Mating) .

واثناء الجماع تنطبق الفتحة التناسلية الذكرية على الفتحة التناسلية الانثوية ، وعندها يطرح الذكر النطف في مهبل الانثى وتطرح الانثى بيوضها الناضجة في المهبل ايضاً وتخصب النطف البيوض .تضع انثى الحشرات عادة بيوضها المخصبة في اماكن تكون بيئتها ملائمة لنموها، وهي تضع بيوضها في حفر تحفرها بوساطة آلة وضع البيض او تلصقها على اوراق النباتات او تضعها في حفر تحفرها في سويق نباتات معينة، وتسمى الحشرات في مثل هذه الحالة بالحشرات البيوضة (Oviparous) ويعرف تكاثرها بالتكاثر البيضي (Ovipary) .

وتوجد حشرات تضع يرقات او حوريات بدلاً من البيوض وهذه تسمى بالحشرات الولودة (Viviparous) وقد يطلق عليها بيوضة ولودة (Ovoviviparous) ، ومثل هذه الحشرات تحتفظ بالبيوض المخصبة داخل جسمها وتحديداً في القناة المبيضية المشتركة، حتى ينمو الجنين ويتكامل وتفقس البيوض ثم تطرح الصغار خارجاً .



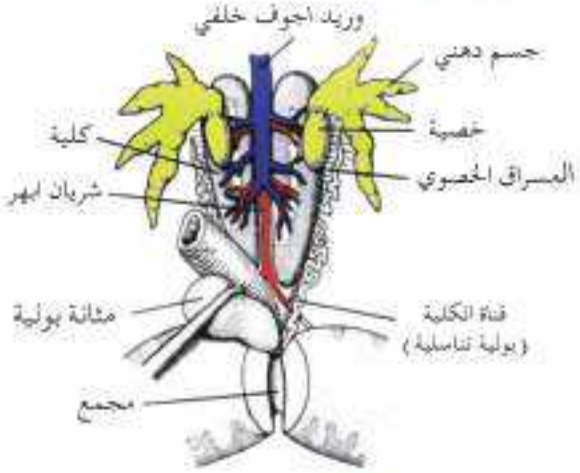
شكل (3-33) . جهاز التكاثر الذكري والانثوي في الحشرات .

3 - 9 - 5 . التكاثر في البرمائيات (الضفدع) (Reproduction in Amphibia) .

ينتمي الضفدع الى صنف البرمائيات (**Amphibia**) ضمن تحت شعبة الفقريات ، يمثل نموذجاً تتضح فيه بافضل صورة خطة بناء الجسم في رباعية الاقدام . يتكاثر الضفدع جنسياً ، وسوف نحاول فيما يأتي ان نوجز مكونات الجهاز التكاثري الذكري والانثوي في الضفدع مع ايجاز لعملية التكاثر فيه .

(1) الجهاز التكاثري الذكري في الضفدع .

يتألف الجهاز التكاثري الذكري في الضفدع (شكل **3-34**) من الآتي :



شكل (**3-34**) . الجهاز التكاثري الذكري في الضفدع (للاطلاع) .

- زوج من الخصى تكون ملتصقة بالكليتين . والخصية تكون بشكل تركيب بيضوي متطاول ، ويكون لونها اصفر فاتح وهي ترتبط بالجدار الداخلي للجسم بوساطة مساق الخصية (**Mesorchium**) . ويوجد قرب النهاية الامامية للخصية عدة بروزات اصبعية الشكل يطلق عليها الاجسام الدهنية وهي تمثل مخازن غذاء يستخدمها الحيوان في اثناء الخصى خلال فصل السبات الشتوي .

والخصية تحوي نبيبات منوية (**Seminiferous Tubules**) ملتوية وذات بطانة ظهارية تكون مسؤولة عن نشوء النطف بعملية تكوين النطف (**Spermatogenesis**) .

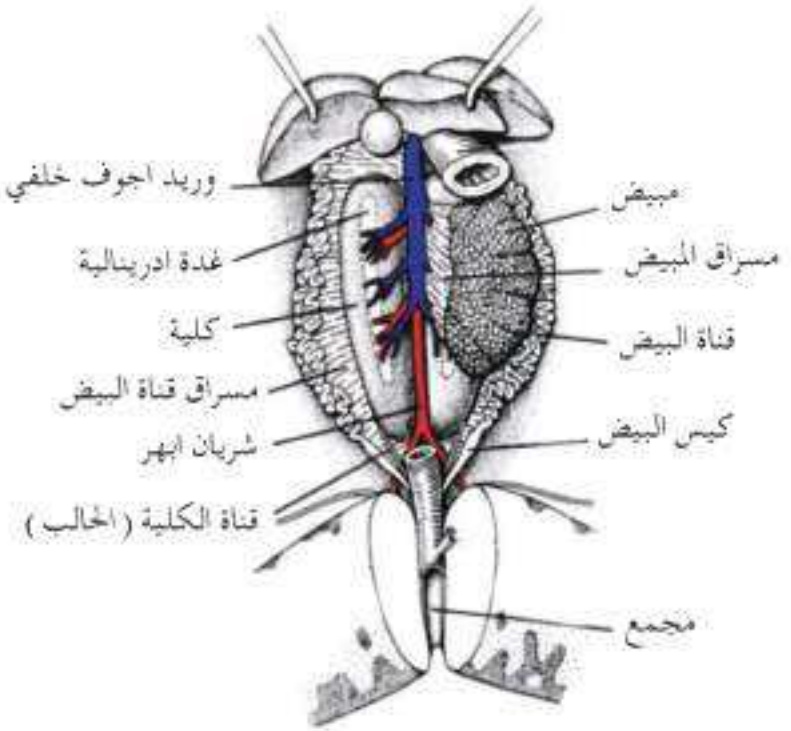
- الاقنية الصادرة (**Vasa Efferentia**) وعددها في الغالب **10-12** قناة صادرة هي ترتبط بالنبيبات المنوية وتتصل الاقنية الصادرة بنبيبات الكلية .
- القناتان الناقلتان للحيامن (**Vas Deferens**) وهما قناتان مشتركتان مع قناتي الكليتين ولذلك يطلق عليهما بالقناتين البوليتين التناسليتين (**Urogenital Ducts**) حيث تقومان بنقل البول والنطف وتفتح القناتان في المجمع (**Cloaca**) . وقد تتوسع القناة الناقلة للنطف في جزئها الخلفي في بعض الضفادع لتكون حويصلة منوية (**Seminal Vesicle**) تخزن فيها النطف ولايمتلك الضفدع اعضاء جماع ذكرية خارجية .

(2) الجهاز التكاثري الانثوي في الضفدع .

يتألف الجهاز التكاثري الانثوي في الضفدع (شكل 3-35) من التراكيب التالية :

• مبيضين يقعان قرب الكلية ويرتبطان بجدار الجسم الداخلي بوساطة مسراق المبيض (Mesovarium) والمبيض في الضفدع عبارة عن تركيب كيسي غير منتظم يظهر بشكل كيس متعدد الفصوص ولونه رصاصي مسود ويوجد في النهاية الامامية للمبيض اجسام دهنية كتلك الموجودة في الذكر ، ويكون كلا المبيضين خلال فصل التكاثر متوسعين بشكل كبير . تنشأ البيوض من الخلايا الظهارية الجرثومية المبطنة للمبيض من خلال عملية تكوين البيوض (Oogenesis) .

• قناتي بيض ، وقناة البيض في الضفدع عبارة عن انبوب غدي ابيض طويل وملتوي ، وهي لاتتصل اتصالاً مباشراً بالمبيض ، والنهاية الامامية لكل قناة بيض تشكل تركيباً قمعياً ذا فتحة مهدبة ووظيفة الاهداب تتمثل بتحريك البيوض نحو الخلف . يوجد في بطانة قناتي البيض غدد تفرز غطاء البومينى حول البيوض اثناء مرورها في القناة ، والنهاية الخلفية لكل قناة بيض تتوسع لتكون كيس البيض (Ovisac) حيث تتجمع البيوض قبل طرحها . تفتح قناتا البيض بفتحتين منفصلتين في جدار المجمع .



شكل (3-35) . الجهاز التكاثري الانثوي في الضفدع (للاطلاع) .

تتجمع الضفادع البالغة جنسياً في فصل التكاثر الذي هو في العادة فصل الربيع ، وهي عادة تتواجد في البرك والمستنقعات ذات المياه الضحلة ويحتضن الذكر الانثى بوساطة اطرافه الامامية حيث يكون الاصبع الاول في الذكر منتفخاً مكوناً مايعرف بالوسادة التناسلية (Nuptial Pad) التي تساعد في مسك الانثى وتبقى الضفادع على هذه الحال فترة من الوقت حيث يضغط الذكر على جسم الانثى ثم تبدأ الانثى بأطلاق بيوضها في الماء وفي نفس الوقت يبدأ الذكر بطرح نطفه فوق البيوض فيحدث الاخصاب وعادة تحاط البيضة الواحدة بعدد كبير من النطف ولكن نطفة واحدة فقط تنجح في الاخصاب ، وبعد ذلك تتكون البيضة المخصبة التي تمثل بداية تكوين الفرد الجديد، والاخصاب يحصل خارج جسم الانثى ويدعى بالاخصاب الخارجي (External Fertilization) .

بعد ذلك تمر البيضة المخصبة بمرحلة التفلج ويتكون دعموص الضفدع (Tadpole) والذي يكون مذنباً ومع تقدم النمو وحصول عملية تحول شكلي يفقد الدعموص الذنب والخياشيم التي تحل محلها الرئات لاداء وظيفة التنفس في البالغات من الضفادع (شكل 3-36) .

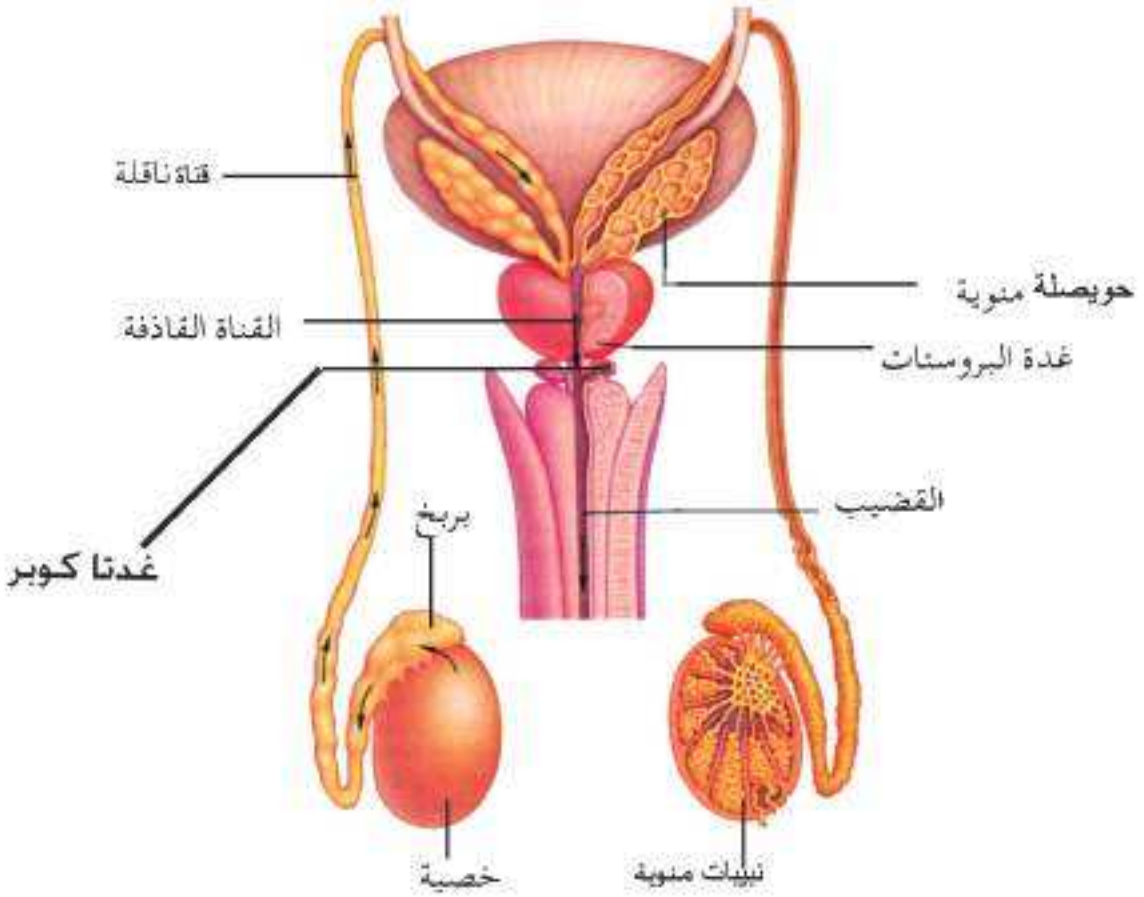
شكل (3-36) . التكاثر ودورة الحياة في الضفدع (للاطلاع) .

3 - 9 - 6 . التكاثر في الانسان (Reproduction in Human) .

وكما هو الحال في جميع الفقريات فأن الاجناس في الانسان منفصلة ، ويكون الجهاز التناسلي اكثر تعقيداً مما في بقية الفقريات وسوف نحاول التعرف على اجزاء الجهاز التكاثري الذكري والانثوي ووظيفة كل منها .

(1) الجهاز التناسلي الذكري في الانسان .

يتألف الجهاز التناسلي الذكري في الانسان (شكل 3-37) من اعضاء تكاثر وغدد مساعدة والجدول (3 - 3) يوضح مكونات الجهاز التناسلي الذكري مع وظيفة كل منها .



شكل (3-37) . الجهاز التناسلي الذكري في الانسان .

جدول (3-3) . مكونات الجهاز التناسلي الذكري في الانسان

(الأرقام بين القوسين تبين عدد التراكيب)

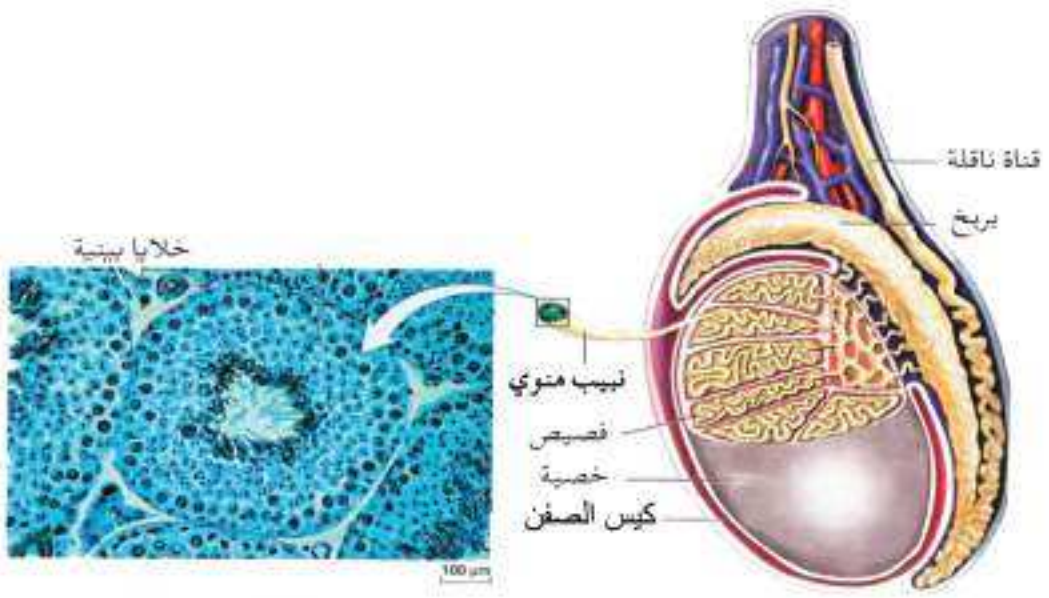
العضو	الوظيفة
اولاً : اعضاء التكاثر .	
1. الخصية (2) تقع في كيس الصفن (Scrotum) وهما تتدليان كزائدة من الجسم من اجل الحفاظ على درجة حرارة مناسبة لتكوين النطف .	– تنتج النطف والهورمونات الجنسية .
2. البربخ (2) (Epididymis) .	– تنضج فيه النطف وهو يمثل موقع لخزن النطف .
3. القناة الناقلة للحيامن (2) (Vas Deferens) .	– تقوم بالنقل السريع للنطف كما تقوم بخزن النطف .
4. القناة القاذفة (1) (Ejaculatory Duct) .	– توصل النطف الى القضيب .
5. القضيب (1) (Penis) .	– عضو الجماع .
ثانياً : الغدد المساعدة .	
1. الحويصلة المنوية (2) (Seminal Vesicle) .	– تفرز سائل الى النطف وتشكل افرازاتها جزءاً كبيراً من السائل المنوي .
2. غدة البروستات (1) (Prostate Gland) .	– تفرز جزء من السائل المنوي .
3. الغدة البصلية الاحليلية (2) (Bulbourethral Gland) وتسمى ايضاً غدة كوبر (Cowper's Gland)	– تفرز سائل مخاطي يساعد في حركة النطف، كما يساعد في معادلة حموضة السائل الذي تسبح فيه النطف .

تكوين النطف .

تكون الخصية في الانسان بشكل تركيب بيضوي وهي تحتوي على نبيبات منوية (**Seminiferous Tubules**) (شكل **3-38**) ، ويصل طول النبيبات المنوية مجتمعة حوالي **250** متر .

تنشأ في النبيبات المنوية سليفات النطف (**Spermatogonia**) ، والتي تزداد في حجمها وتنقسم انقساماً اعتيادياً لتنتج خليتين نطفيتين اوليتين (**Primary Spermatocytes**) وكلاهما ثنائي المجموعة الكروموسومية (**2س**) .

تمر الخلايا النطفية الاولية بمرحلة انقسام اختزالي اول لتنتج خلايا نطفية ثانوية (**Secondary Spermatocytes**) والتي تكون احادية المجموعة الكروموسومية (س) ، يعقبه انقسام اختزالي ثاني ينتج عنه خلايا أرومات النطف (**Early Spermatids**) وهي احادية المجموعة الكروموسومية (س) وهذه بدورها تتمايز لتكون النطف (**Sperms**) التي تكون هي الاخرى احادية المجموعة الكروموسومية (س) . والنطفة الناضجة تتميز الى ثلاثة اجزاء هي الرأس (**Head**) والقطعة الوسطية (**Middle Piece**) والذيل (**Tail**) ، يتكون الرأس من النواة والقبعة الرأسية الحاوية على الجسيم الطرفي عند حافته الامامية ، ويعتقد ان وظيفة الجسيم الطرفي تكوين مواد ذات طبيعة انزيمية تعمل على تحلل اغشية البيضة عند منطقة التقاء النطفة بالبيضة وبذلك تسهل مرور النطفة الى سطح البيضة وتحتوي القطعة الوسطية على محور من نبيبات طولية يعتقد بانها تسيطر على حركة الذيل (شكل **3-39**) .



مقطع في الخصية يتضح فيه النبيبات المنوية

مقاطع في النبيبات المنوية

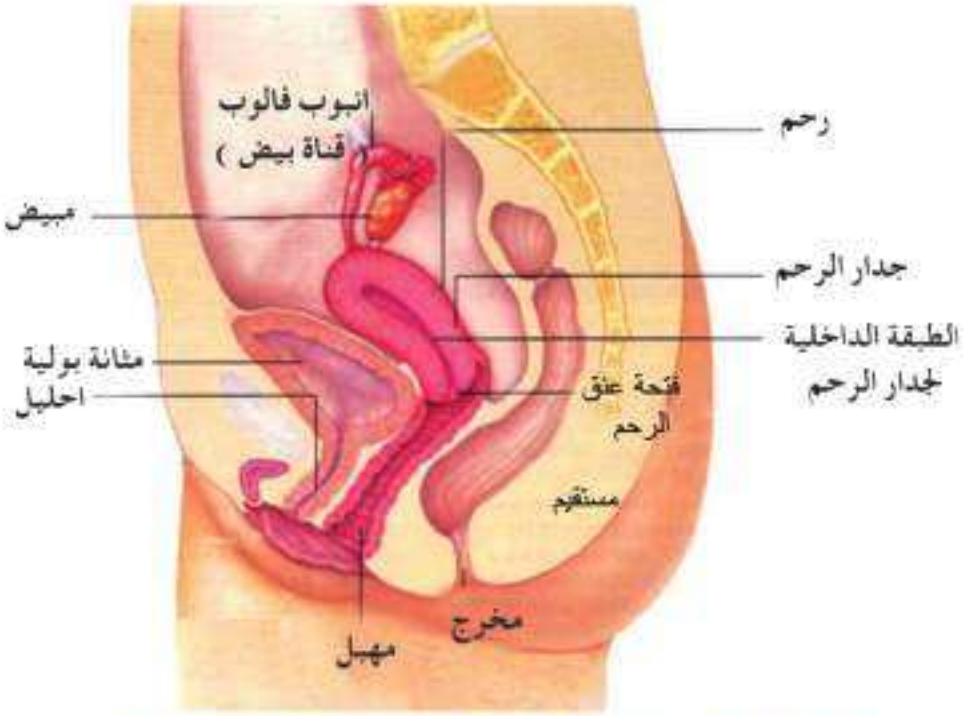
شكل (**3-38**) . تركيب الخصية في الانسان ، حيث تتضح فيها الفصيصات والنبيبات المنوية (للاطلاع)

شكل (3-39) : نطفة الانسان الناضجة .

(2) الجهاز التناسلي الانثوي في الانسان .

يتكون الجهاز التناسلي الانثوي في الانسان (شكل 3-40) من مبيضين وقناتي بيض ورحم ومهبل (جدول 3-4) .

- يحوي المبيضان اللذان يكونان في العادة اصغر من الخصيتين ، آلافاً كثيرة من البيوض تنمو كل بيضة داخل حويصلة يطلق عليها حويصلة كراف (Graaffian Follicle) التي تنمو وتكبر بالحجم حتى تنفجر في النهاية لتطلق البيضة الناضجة" . وخلال الفترة الخصبة للمرأة تنضج حوالي 13 بيضة في كل سنة ، لذا فان 300- 400 بيضة فقط هي التي تجد الفرصة لتصل الى النضج بينما يتحلل بقية البيض ويضمحل .
- قناتي البيض (Oviducts) ويطلق عليهما قناتي او انبوبي فالوب (Fallopian Tubes) ، وهما انبوبتان لحمل البيض ، نهايتهما الامامية لهما فتحات قمعية الشكل تستقبل البيض الذي يتحرر من المبيض بعد عملية التبويض ، وقناة البيض ذات بطانة مهدبة لدفع البيض أثناء حركته.
- تفتح قناتا البيض في الجانبين العلويين للرحم، الذي يتخصص لاحتضان الجنين اثناء الاشهر التسعة لبقائه داخل الرحم . والرحم ذو جدران عضلية سميكة، واوعية دموية كثيرة، وبطانة متخصصة .
- المهبل ويتمثل بأنبوبة عضلية مكيفة لاستقبال الجنين بعد خروجه من الرحم، وهو مكيف ايضاً لاستقبال العضو الذكري اثناء الجماع .
- وتشمل اعضاء التناسل الخارجية للانثى فتحة المهبل الخارجية (Vulva) والتي تضم الشفتين الصغيرتين والشفتين الكبيرتين .



شكل (3- 40) . الجهاز التكاثري الانثوي في الانسان (للاطلاع) .

العضو	الوظيفة
1. المبيض (2) (Ovaries) .	– ينتج البيوض وتنضج فيه، كما ،ينتج الهورمون الجنسي .
2. قناة البيض (2) (Oviducts) وتسمى قنائي فالوب (Fallopian Tubes) .	– توصل البيوض من المبيض الى الرحم، وعادة يحصل اخصاب البيوض فيهما .
3. الرحم (1) (Uterus) .	– الردهة التي ينمو فيها الفرد الجديد (الجنين) .
4. عنق الرحم (1) (Cervix) .	– يفرز مواد مخاطية تسهل حركة النطف داخل الرحم وبعد الاخصاب تحمي الجنين من الاصابات البكتيرية .
5. المهبل (1) (Vagina) .	– عضو الجماع في انثى الانسان

جدول (3–4) . مكونات الجهاز التكاثري الانثوي في الانسان .
(الارقام بين القوسين تبين عدد التراكيب)

الاخصاب والحمل .

يحدث الاخصاب بعد دخول الحيوانات المنوية (النطف) الى المهبل من خلال عملية الجماع بين الذكر والانثى عند او قرب وقت التبويض .

• تسبح النطف من المهبل باتجاه عنق الرحم ثم تدخل الرحم وتصعد منه الى قناة البيض (قناة فالوب) ، حيث يحصل الاخصاب فيها اذا تواجدت بيضة ناضجة حية في الثلث العلوي منها .

واذا حصل وانحدرت البيضة الناضجة الى اسفل قناة البيض قبل الاخصاب فأنها سوف تفقد قدرتها على الاخصاب .

• تخصب البيضة الناضجة بنطفة واحدة فقط وبعد الاخصاب تتكون البيضة المخصبة (Zygote) في قناة البيض ثم تبدأ بالانحدار الى الاسفل حتى تصل الرحم حيث يغرس الجنين في الجدار السميك المبطن للرحم .

• تنمو الاغشية الجنينية لتكوين كيس يحيط بالجنين ويحوي السائل السلوي (Amniotic Fluid) .

• عند نهاية غرس الجنين في جدار الرحم تبدأ مرحلة الحمل ويستمر الجسم الاصفر بأفراز هورمون البروجسترون بعد اليوم السادس والعشرين من الدورة الشهرية وحتى الشهر الخامس ، حيث يعجز عن تكوين كمية كافية من هذا الهرمون لاستمرار الحمل ، وتقوم المشيمة بالتعويض حيث تعمل كغدة صماء لتعطي الكمية اللازمة من هورمون البروجسترون الى جدار الرحم مباشرة بدلاً من افرازه في مجرى الدم .

• يكون الجنين جاهزاً للولادة بعد حوالي تسعة اشهر من ابتداء نموه . وقبل موعد الولادة تتوقف المشيمة عن انتاج هورمون البروجسترون فيبدأ الرحم بالتقلص وتعتبر هذه اول اشارة لبدء الولادة ، ثم يفتح عنق الرحم وينشق الكيس الحاوي على السائل فينزل السائل الى الخارج .

ثم يبدأ الرحم تقلصات قوية ومتتالية لتدفع الطفل خارج الرحم من خلال عنق الرحم ثم الى المهبل ثم الى خارج الجسم .

• يزداد حجم الثدي عند المرأة خلال فترة الحمل وتفرز الغدد اللبنية اللبن استجابة الى تأثير الهورمونات ، واستمرار افراز اللبن يعتمد على مدى استمرار الطفل في الرضاعة .

الدورة الحيضية (Menstrual Cycle) .

يحدث في الجهاز التناسلي لانثى الانسان الناضجة جنسياً تغيرات دورية ، وتبدأ هذه التغيرات عادة عندما تصل الانثى مرحلة البلوغ (12-14 سنة) ، وتحصل هذه التغيرات ضمن مايسمى بالدورة الحيضية (Menstrual Cycle) .

تتضمن الدورة تغيرات تحصل في المبيض تقود الى عملية التبويض (Ovulation) ، والشكل (3-41) يوضح الادوار الرئيسية لعملية التبويض ونمو الحوصلات المبيضية كما تحصل تغيرات في بطانة جدار الرحم ، والجدول (3-5) يوضح احداث الدورة المبيضية والدورة الرحمية .

(1) الدورة المبيضية (Ovarian Cycle) .

تتم السيطرة على الدورة المبيضية بوساطة الهرمونات المحرضة للمناسل (Gonadotropic Hormones) والهورمون المحفز للحوصلات (Follicle Stimulating Hormone - FSH -) والهورمون المحفز للجسم الاصفر (Luteinizing Hormone -LH-) ويمكن ايجاز احداث الدورة المبيضية بالآتي :

أ مرحلة تكون الحوصلة البدائية ، حيث تحتوي سليفة البيضة التي تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية ، وتبدأ فيها عملية الانقسام الاختزالي الاول .

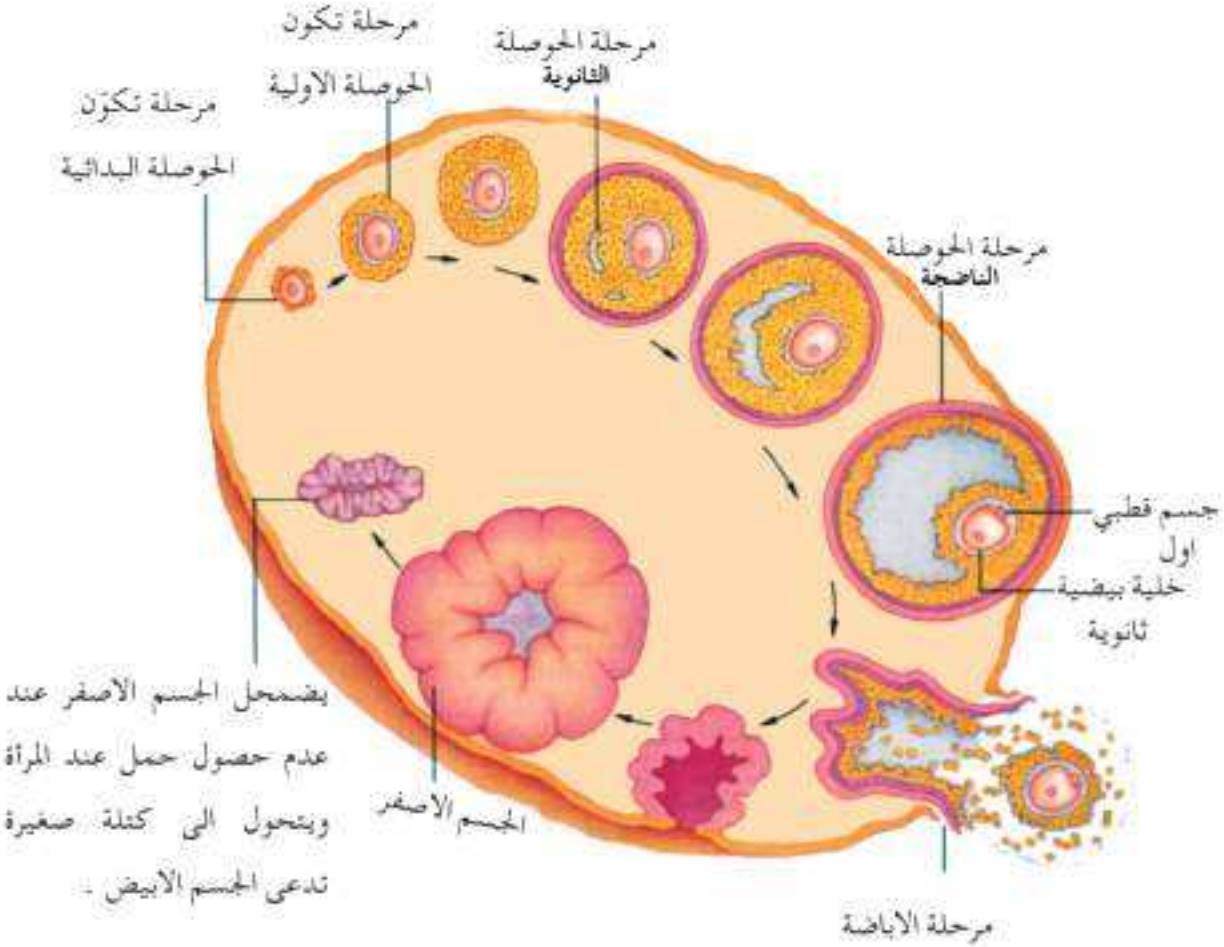
ب مرحلة تكون الحوصلة الاولية حيث تبدأ المنطقة الشفافة (Zona Pellucida) بالتكون حول البيضة .

جـ مرحلة الحوصلة الثانوية ويظهر فيها تجويف الحوصلة المليء بافرازات من الخلايا الحوصلية وبعض مكونات بلازما الدم وبروتينات وغير ذلك ،

د مرحلة الحوصلة الناضجة وفيها تنضج الحوصلة **وتكتمل** عملية الانقسام الاختزالي الاول ، وتتكون خلية بيضية ثانوية وجسم قطبي اول .

هـ مرحلة الاباضة (Ovulation) وفيها **تتمزق** حوصلة البيضة وتتحرر الخلية البيضية الثانوية والجسم القطبي الاول .

و مرحلة تكون الجسم الاصفر (Corpus Luteum) من بقايا الحوصلة الممزقة . (يتحلل الجسم الاصفر عندما لايحصل حمل عند المراة) .



الشكل (3 - 41) . احداث الدورة المبيضية في انثى الانسان الناضجة جنسيا .

(2) الدورة الرحمية (Uterine Cycle) .

تنتج الهورمونات الجنسية الانثوية في الدورة المبيضية (الايستروجين (Estrogen) والبروجيسترون (Progesterone)) وهذه الهرمونات تؤثر في الطبقة الداخلية لجدار الرحم (Endometrium) وتسبب سلسلة دورية من الاحداث يطلق عليها بالدورة الرحمية وتستغرق الدورة ثمانية وعشرون يوماً وتقسم كما يأتي :

أ خلال الايام 1 - 5 يكون مستوى الهرمونات الجنسية واطئ مما يؤدي الى تمزق في جدار الرحم والاوعية الدموية فيه ، ويخرج الدم الى الخارج عن طريق المهبل خلال الحيض .

ب خلال الايام 6 - 13 يزداد انتاج هورمون الايستروجين (المودق) بوساطة الحوصلة المبيضية ويحصل تثخن او تسمك في جدار الرحم الداخلي ويصبح وعائي وغدي . وهذا مايدعى بطور التكاثر في الدورة الرحمية تحصل الاباضة عادة في اليوم 14 من دورة الـ28 يوم .

خ خلال الايام 15-28 يزداد انتاج البروجسترون بوساطة الجسم الاصفر مسبباً زيادة مضاعفة في سمك جدار الرحم الداخلي وزيادة الغدد الرحمية، التي تنتج افرازات مخاطية . وهذه يطلق عليها الطور الافرازي من الدورة الرحمية .

والجدار الداخلي للرحم في هذه الحالة مهيأ لاستقبال الجنين النامي . وفي حالة عدم حصول الحمل ، فأن الجسم الاصفر سوف يضمحل وينخفض مستوى الهورمونات الجنسية في جسم الانثى ويحصل تمزق في الجدار الداخلي للرحم وتحصل الدورة الحيضية .

جدول (3-5) . الدورة المبيضية والدورة الرحمية .

الدورة المبيضية		الدورة الرحمية	
الطور	الاحداث التي تمر بها	الطور	الاحداث التي تمر بها
1. الطور الجوصلي اليوم (1-13) .	- ينتج هورمون محفز للحويصلات - استروجين - انضاج الجوصلات	1. طور الدورة الحيضية اليوم (1-5) .	- يتمزق جدار الرحم الداخلي .
2. طور التبويض اليوم (14) .	- يقلل انتاج الهورمون المحفز للجسم الاصفر	2. طور النشوء اليوم (6-13) .	- يعاد اصلاح جدار الرحم الداخلي .
3. طور الجسم الاصفر اليوم (14-28)	- يفرز الهورمون المحفز للجسم الاصفر على تكوين الجسم الاصفر الذي يفرز هورمون البروجسيترون	3. طور الافراز اليوم (15-28) .	- يتثخن جدار الرحم الداخلي وتنضج الغدد لتطرح افرازاتها .

3-10. التكاثر العذري (Parthenogenesis)

يعد التكاثر العذري نوع من انواع التكاثر الذي ينمو فيه الجنين من بيضة غير مخصبة . ويحدث التكاثر العذري في بعض الديدان الخيطية والقشريات والحشرات ، وفي انواع عديدة من الاسماك والبرمائيات والسحالي الصحراوية .

يكون التكاثر العذري شائعاً في نحل العسل فأنثى النحل او الملكة تلقح من قبل الذكر مرة واحدة في حياتها ، فتحتفظ بالحيوانات المنوية او النطف في كيس خاص متصل بالمسلك التناسلي ويغلق بصمام عضلي ، وعندما تضع الملكة بيوضها فأما ان تفتح الصمام لتنطلق النطف فتخصب تلك البيوض او ان تبقيه مغلقاً فتنمو البيوض دون اخصاب ، علماً إنّ البيوض غير المخصبة ينتج عنها ذكوراً . وفي بعض الحالات يكون التكاثر العذري هو النوع الوحيد من التكاثر ، فهناك تجمعات معينة من السحالي السوطية تعيش في الجنوب الغربي من امريكا ، هي سلالات تتكون جميع افرادها من الاناث وهذه الاناث ثنائية المجموعة الكروموسومية ، وذلك لان الكروموسومات فيها تضاعف نفسها قبل عملية الانقسام الاختزالي لتصبح رباعية المجموعة الكروموسومية (4ص) (Tetraploid) وبعد الانقسام تصبح ثنائية المجموعة الكروموسومية وتنمو البيوض ثنائية المجموعة الكروموسومية بدون اخصاب .

3-11. التكاثر الخنثي (Hermaphroditism)

تمتلك انواع كثيرة من الحيوانات اعضاء تكاثرية ذكرية وانثوية في نفس الفرد وتسمى هذه الحيوانات خنثية (Hermaphroditic) ، لذلك ينتج الفرد الواحد بيوض ونطف معاً، وعادة تتحاشى اغلب الحيوانات الخنثية الاخصاب الذاتي بتبادل خلاياها التناسلية مع بعضها البعض فدودة الارض مثلاً بالرغم من كونها تحمل اعضاء تكاثرية ذكرية واخرى انثوية في آن واحد الا ان بيوضها تخصب من قبل الفرد المقترن بها والعكس بالعكس .

وهناك بعض الحيوانات الخنثية تتحاشى الاخصاب الذاتي وذلك عن طريق نمو ونضوج البيض والنطف في اوقات متباينة .

وعلى العكس نجد ان الدودة الشريطية (Tapeworm) لها القابلية على الاخصاب الذاتي (Self-fertilization) ، اي ان نطفها هي التي تلقح بيوضها. والخنثية تتضح لها صور مختلفة في العديد من الحيوانات اللافقرية مثل بعض الديدان المسطحة والديدان الحلقية وانواع القشريات، وتكون قليلة الوضوح في الفقريات فبأستثناء بعض الاسماك تكون الخنثية نادرة في الفقريات الاخرى .

أسئلة الفصل الثالث

السؤال الاول :

اكتب المصطلح العلمي الذي يدل على كل عبارة مما يأتي :

1 – ..... خلايا تنتج من انقسامات غير مباشرة متعددة للخلايا الجرثومية الاولية المبطنة للنبيبات المنوية.

2 – ..... كائن حي وحيد الخلية من الطحالب الخضر ، تتميز الخلية الخضرية له بأمتلاكها سوطين .

3 – ..... تركيب كيسي اسطواني او بيضوي الشكل توجد داخله حبوب اللقاح .

4 – ..... تركيب قلبي الشكل اخضر اللون يحمل الاركيكونيوم والانثريديوم ، وينمو في طرفه المذبب اشباه الجذور .

السؤال الثاني :

اذكر موقع ووظيفة كل من :

الجسيم الطرفي ، الخلايا البينية ، الجسم الاصفر ، الغدتان المساعدتان ، غدة البروستات ، انبوبي فالوب ، الميسم ، فتحة النقير .

السؤال الثالث :

قارن بين :

1 – الخلية المعطية والخلية المستلمة في التكاثر الجنسي في البكتريا .

2 – الاركيكونيا والانثريديا .

3 – الاوراق الكأسية والاوراق التويجية .

4 – التلقيح الخلطي والتلقيح الذاتي .

5 – الثمار المركبة والثمار المتجمعة

6 - الحشرات البيوضة والحشرات البيوضة الولودة .

7 - طريقة الاقتران وطريقة الاخصاب الذاتي في البراميسيوم .

السؤال الرابع :

اكمل العبارات التالية :

1 - تتكون النطف في ..... التي تتألف من اعداد كبيرة من ..... .

2 - يحصل التكاثر في الفيروسات من خلال دورتين متداخلتين اولهما دورة..... وثانيهما دورة ..... .

3 - يتكاثر البراميسيوم جنسيا بطريقتين ..... و..... .

4 - قد تتراكم صبغة (الانثوسيانين) البنفسجية لانضاج الثمار كما في ..... و..... .

5 - تقسم الاعضاء التناسلية في الحشرات الى قسمين :

أ..... ب.....

6 -يصل طول النبيبات المنوية في خصية الانسان حوالي ..... .

7 - تتميز النطفة الناضجة في الانسان الى ثلاثة اجزاء هي .....و.....و..... .

8 - يعتمد افراز حليب انثى الانسان على ..... .

السؤال الخامس :

عرف المصطلحات العلمية التالية :

الاخصاب المزدوج ، القصرة، الثمار الكاذبة ، الثمار المضاعفة ، انبوب اللقاح ، الوسادة التناسلية ، حويصلة كراف .

السؤال السادس :

اكتب داخل القوسين الحرف الذي يشير الى الجواب الصحيح :-

( ) 1. تتضح ظاهرة تعاقب الاجيال في دورة حياة :

أ-البكتيريا . ب- البلازموديوم .

ج-الاميبا . د . مملكة النبات .

( ) 2. تتكاثر البكتيريا لاجنسيا عن طريق :

أ-التبرعم . ب-الانشطار الثنائي .

ج-التجدد . د . تكوين الابواغ .

( ) 3. يتكاثر البراميسيوم لاجنسيا عن طريق :

أ-الانقسام الثنائي . ب-التجدد .

ج-التبرعم . د . تكوين الابواغ .

( ) 4. احدى الكائنات الحية التالية لاتتكاثر لاجنسيا بالانقسام الثنائي :

أ-البراميسيوم . ب-البكتيريا .

ج-اليوغلينا . د . عفن الخبز .

( ) 5. يتكاثر عفن الخبز الاسود لاجنسيا بطريقة :

أ التكاثر الخضري . ب . التبرعم .

ج . تكوين الابواغ . د . الانقسام الثنائي .

( ) 6. تعرق الاوراق في النباتات ذوات الفلقتين:

أ.شبكي . ب . متوازي .

ج-عمودي . د . متقاطع .

السؤال السابع :

اكتب نبذة مختصرة عن كل من المواضيع التالية :

1. دور النحل في عملية تلقيح النباتات .
2. مراحل تكوين الجنين في نباتات ذوات الفلقتين .
3. الجهاز التكاثري الذكري في الضفدع .

السؤال الثامن :

اكتب ما تعرفه عن كل مما يأتي :

1. خطوات التكاثر اللاجنسي في البكتيريا، موضحا ذلك بالرسم .
2. ظاهرة تعاقب الاجيال في عملية تكاثر النباتات .
3. احداث الدورة الرحمية في انثى الانسان .

السؤال التاسع :

ماذا يحدث في الحالات التالية ؟

1. وجود الخصيتان داخل تجويف البطن في ذكر الانسان .
2. غياب الاهداب في بطانة قناة فالوب .

السؤال العاشر:

وضح بالرسم مع كتابة البيانات :

1. تكوين النطف في الثدييات .
2. تركيب الثمرة .
3. جهاز التكاثر الذكري والانثوي في الحشرات .

السؤال الحادي عشر :

علل وفسرالحقائق التالية:

1. عملية التكاثر تؤمن بقاء النوع .
2. يقوم بوظيفة التكاثر في بعض الانواع الحيوانية عدد قليل من افراد الجيل الواحد .
3. تعدُّ ظاهرة تعاقب الاجيال افضل صور التكاثر .
4. في التكاثر اللاجنسي تهلك الافراد عند تغير ظروف البيئة .
5. انتاج حبوب اللقاح بأعداد كبيرة .
6. وجود النقير في كل من البويض والبذرة .
7. وجود غدة كوبر والبروستات والحوصلة المنوية في الجهاز التناسلي لذكر الانسان .
8. تستطيع الفيروسات التكاثر**والنمو**داخل الخلايا الحية ، ولكنها تفقد هذه القدرة خارجها.
9. يفرز ذنب الفيروس انزيما عند التصاقه بالخلية البكتيرية .
10. التكاثر عن طريق الابواغ من افضل صور التكاثر اللاجنسي .
11. تتباين وظيفة الغدتان المساعدتان في الحشرات .