دولة ليبيا

وزارة التعليم

مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الأحياء

الدرس الثامن عشر

للسنة الثالثة من مرحلة التعليم الثانوي

(القسم العلمي)

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي

1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

6 - 3 الطفرات

تنتقل الجينات عادة من جيل إلى جيل من دون تغيير، وعند تضاعف الكروموسومات في الخلية قبل انقسامها، تُنسخ الجينات التي تحملها تمامًا بواسطة الآلية البيوكيميائية للخلية. وتعتمد الوراثة على هذا النسخ الدقيق للجين. وعلى الرغم من ذلك، قد يحدث أحيانًا خطأ في تضاعف الجين أو الكروموسوم، فيصبح الجين معدلًا أو يتغير الكروموسوم، ويسمى ذلك **بالطفرة**.

الطفرة هي التغير المفاجئ أو التلقائي في تركيب الجين أو الكروموسوم أو حتى في عدد الكروموسومات، وقد يكون قابلًا للتوارث.

بعض أمثلة الطفرات

المهق (عدو الشمس)

تظهر هذه الحالة نتيجة غياب الأصباغ في جلد وشعر وعيون الحيوانات. إنها طفرة متنحية يسببها أليل متنح، وتحدث كذلك في الإنسان. فيكون الفرد الأمهق ذا جلد أبيض مائل للاحمرار وشعره أبيض. وبما أن القزحية لا تحتوي على أية أصباغ، يكون لونها أحمر بسبب لون الأوعية الدموية بها. والأشخاص المهق شديدو الحساسية لضوء الشمس وتحرق الشمس جلودهم بسهولة. ومعدل الطفرة للمهق في الإنسان تقدر بحوالي 28 لكل مليون مشيج منتج – احتمال 2.8×10^{-5}، وهو عدد قليل جدًّا حقًّا. ويدعي بعض خبراء الجينات أن في انجلترا، كان يولد طفل انجليزي أمهق من كل 20000 طفل في فترة من الفترات.

الأفكار الدليلية

الطفرة

الطفرة هي تغيُّر إما في كمية أو ترتيب (تركيب) المادة الجينية DNA في الخلية. وإذا حدثت الطفرة في مشيج، فيمكن أن يورث التغير الجيني الناتج. وتوجد طفرات تحدث في خلايا الجسم العادية، وتسمى طفرات جسدية – مسئولة عن بعض أنواع السرطان. ومع هذا، لا يمكن أن تمر هذه الطفرات الجسدية من الوالدين إلى الأطفال. والطفرة تعتبر مصدرًا من مصادر تغاير (تباين) الأشخاص لأنها تنتج أليلات جديدة للجينات، ويمكن اكتشاف الطفرات السائدة، بينما لا يمكن اكتشاف المتنحية منها.

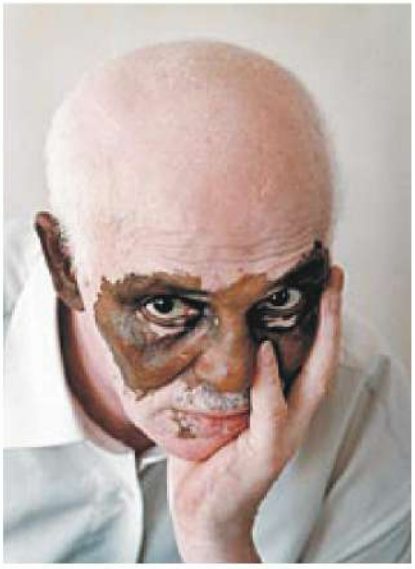
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

أنيميا الخلايا المنجلية (فقر الدم المنجلي)

يعتبر فقر الدم المنجلي مثالًا آخر للطفرة الجينية. وتؤدي تلك الطفرة إلى تغير طفيف في التركيب الكيميائي للمادة الجينية DNA. ويكون الجين ذو الطفرة (المُطفر) متنحيًا حتى أنه يعبر عن نفسه فقط في الأحوال المتنحية متماثلة اللاقحة.

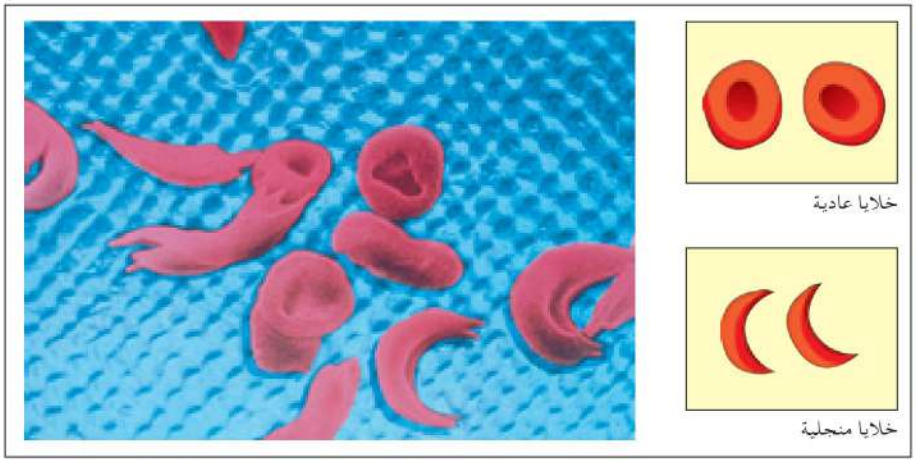
يكون لدى الأشخاص متماثلي اللاقحة للأليل المتنح هيموجلوبين غير عادي في كريات الدم الحمراء، ويصبح شكل كريات الدم الحمراء منجليًا، وتكون غير قادرة على نقل الأكسجين بكفاءة. ويكون فقر الدم الشديد الناتج مميتًا، ويموت المصابون صغارًا.

وفي الظروف العادية، يختفي مثل ذلك الأليل الضار من السكان لموت المصابين قبل التناسل. ومع هذا ورغم ندرة المرض في معظم أنحاء العالم، إلا أنه شائع في غرب أفريقيا حيث تسود الملاريا، بسبب ميزة معينة لدى الأشخاص متغايري اللاقحة لأليل الخلية المنجلية على هؤلاء ذوي الأليل العادي. لدى الأشخاص متغايري اللاقحة أليل سائد واحد (عادي) وأليل متنح واحد (خلية منجلية) في نمطهم الجيني، ولا يظهر عليهم المرض رغم أن نسبة مئوية صغيرة من كريات الدم الحمراء تبين الشكل المنجلي. وهؤلاء الأشخاص متغايري اللاقحة يقاومون الملاريا أكثر من الأشخاص الذين لديهم نسختين من أليل الهيموجلبين العادي. ونتيجة ذلك، يكون لهؤلاء الأشخاص متغايري اللاقحة فرصة أفضل للبقاء والتكاثر من الأشخاص العاديين في المناطق التي تسود فيها الملاريا.



يسبب المهق أليل متنحٍ، **شكل 6 – 10** فرد أمهق

كنغر الوَلابي أمهق

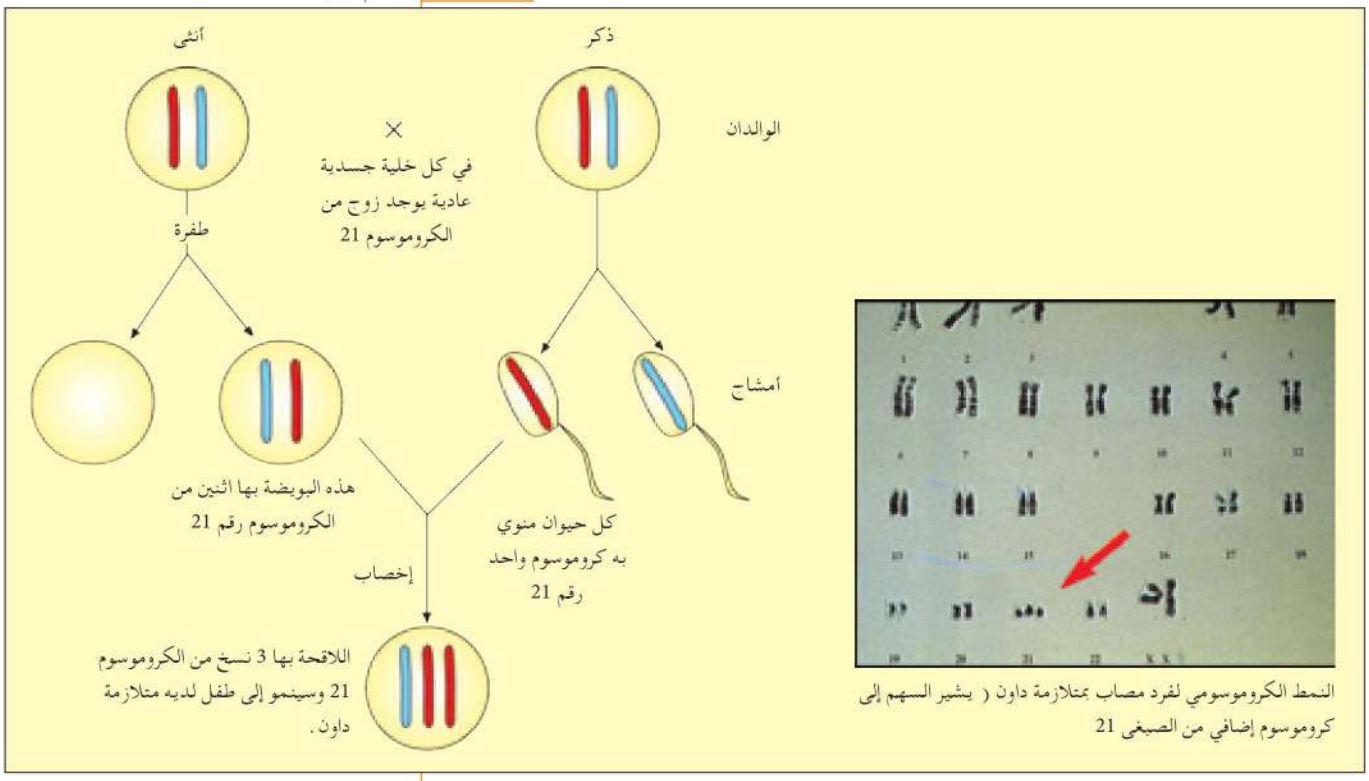


شكل 6 – 11 كريات الدم الحمراء العادية والخلايا المنجلية (على اليمين). وعلى اليسار صورة فوتوغرافية مجهرية تبين كريات الدم الحمراء لفرد مصاب بفقر الدم المنجلي.

طفرة الكروموسوم

تسبب الطفرة أحيانا تغيرًا في عدد الكروموسومات، والإنسان لديه 23 زوجًا من الكروموسومات في خلاياه العادية، ولدى بعض الناس كروموسوم واحد زائد في الزوج الحادي والعشرين. يكون لدى هؤلاء 47 كروموسومًا في الخلايا الجسدية، ويعانون مما يُعرَف بمتلازمة داون (الطفل المنغولي) (الوحدة 5).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



شكل 6 – 12 كيفية إنجاب والدين عاديين طفلا مصابا بمتلازمة داون (كروموسوم 21 إضافي)

الطفرة والاختيار

تعتبر الكائنات العضوية معقدة جدًّا، ومعظم الطفرات تكون ضارة ومميتة، إذ أنها تفسد على سبيل المثال النظام السلس للعمل الأيضي للخلية. ومع ذلك تكون بعض الطفرات مفيدة للنبات أو الحيوان على مستوى الأفراد. قد تسمح على سبيل المثال الطفرة للفرد بتجنب مفترسيه بإعطائه تمويهًا أفضل أو تزويده بمادة كيميائية لها رائحة منفرة. وسيكون لأفراد الطفرة ذرية أكثر من غيرهم. ونتيجة ذلك، سيزيد تكرار الأليل المتغير في عدد الحيوانات. ومع حدوث تلك التغيرات، قد تظهر بعد سنوات كثيرة كائنات ذات خصائص جديدة تؤدي إلى بداية نوع جديد. "وتختار" الطبيعة الكائنات العضوية التي لديها خصائص أفضل وأكثر قدرة على البقاء لتتكاثر وتنتج أجيالًا من نفس نوعها. ويعتقد أن نشوء أشكال حياة اليوم قد حدث من خلال طفرات واختيار طبيعي.

ملحوظة

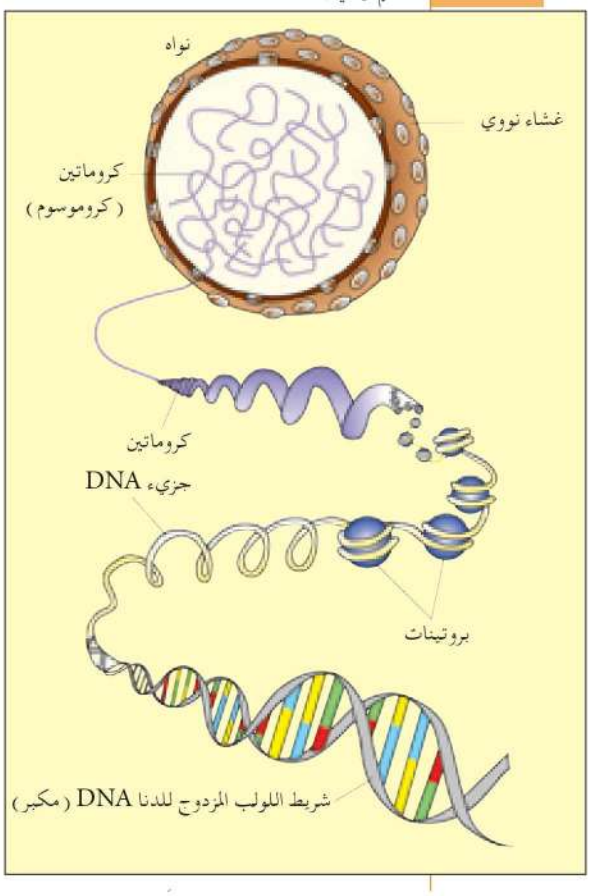
الكروموسوم 21

تعجز اللاقحات (الزيجوتات) عادة ذات الكروموسومات الزائدة عن التنامي. وأحد الاستثناءات القليلة هو الزيجوت الذي يحتوي كروموسوم 21 الزائد. ويرتبط غالبًا عدم انفصال الكروموسوم 21 عند تكوين المشيج بعمر الأم. ولهذا، تعتبر خطورة ولادة طفل مصاب بمتلازمة داون هو 1 لكل 2000 حالة حمل في عمر العشرين، ولكنه يزيد إلى 1 إلى 50 في عمر الأربعين.

العوامل المسببة للطفرة (المطفرات)

يكون معدل الطفر التلقائي عادةً منخفضًا جدًّا، ولكنه يزيد بكثرة في وجود عوامل معينة في البيئة الخارجية. وتسمى تلك العوامل **مسببات الطفر**، ومنها الضوء فوق البنفسجي، وإشعاعات ألفا، وبيتا، وجاما. ولأن معظم الطفرات ضارة، يمكننا تصور ما سيحدث إذا كان معدل الطفرات يزيد في الإنسان بسبب الغبار الإشعاعي. واكتشف كذلك أن عددًا من المواد الكيميائية بتركيزات معينة، تسبب الطفر الجيني لكائنات حية معينة، مثل غاز الخردل، والفورمالدهيد، والأملاح التي تحتوي على حديدوز ومنجنيز، وثنائي إيثيل أميد حمض الليسرجيك (LSD).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



ويتكـون كل خيـط كروماتـين من جزيء دنـا DNA (الحامـض الرّيبي النووي المنقوص الأكسجين) ملفوف حول البروتينات (شكل 6 – 18) . ويتكـون كل جـزيء دنا من ضفيرتـين متوازتين تلتـف كل منهما حول الأخرى لتكوين لولب مزدوج . (اللولب هو تركيب ملتف مثل الحلزون أو الزنبرك) .

والجـين قطعـة صغيرة من الدنا **DNA** يتحكم في تكوين بروتين أو أنزيم واحد . وتوجد جينات كثيرة بطول جزيء الدنا **DNA** . ويخزِّن كل جين **رسالة** (تسمى **الشفرة الجينية**) تحدد كيفية تكوين الأنزيم أو البروتين في الخلية . ويسهم كل بروتين أو أنزيم في تنامي صفة معينة في أجسامنا . وإذا تغيرت الشفرة الجينية، فقد تؤثر على تركيب أو وظيفة جسدنا .

5 - 3 الطفرات

- الطفرة هي تغير مفاجئ وتلقائي في تركيب الجين أو في عدد الكروموسومات، ويمكن توريثه.
- إذا حدثت الطفرات في الأمشاج (الجاميتات) أو الخلايا التي ستعطي جاميتات فهي قابلة للتوريث. وتكون معظم الطفرات ضارة ومتنحية. وتظهر الطفرات المفيدة في الطبيعة من وقت لآخر. وتنتج الطفرات اختلافات في العشائر وتمد التطور بالمادة الخام.
- تعتبر أنيميا الخلايا المنجلية مثالًا على الطفرة الجينية. والجين المتضمن هنا هو الجين الذي يتحكم في إنتاج هيموجلوبين الدم (صبغ بروتيني) . وينتج الجين الذي به الطفرة هيموجلوبين S (HbS) وهو بالضبط نفس الهيموجلوبين العادي باستثناء حمض أميني واحد، مما يحدث تغيرًا في التركيب يجعل هيموجلوبين (HbS S) أقل قابلية للذوبان. وتميل جزيئات هيموجلوبين S (HbS) إلى التشابك مما يجعل كريات الدم الحمراء تتخذ شكل المنجل. ويؤثر ذلك على خاصية نقل الأكسجين لدى كريات الدم الحمراء كما أنها تسبب هشاشتها أيضًا ونتيجة لذلك يصاب الشخص بالأنيميا الحادة. وغالبًا ما يتوفى الأفراد المصابون بأنيميا كريات الدم المنجلية صغارًا. والجين المطفر من الجينات المتنحية لذلك يعبر عن نفسه فقط في حالة اللواقح المتماثلة المتنحية. وفي حالة اللواقح المتغايرة تظهر خاصية خلية الدم المنجلية وهي من الحالات الطفيفة.
- ومتلازمة **داون** هي مثال للطفرة الكروموسومية. وهي تحدث بسبب تغير في عدد الكروموسومات من 46 إلى 47 كروموسومًا بسبب الانقسام الميوزي غير العادي أثناء تكون البويضات. وعادة ما تحدث عند السيدات المتقدمات في العمر، ويتداخل الكروموسوم الزائد مع النمو العادي لمخ وجسم الطفل.
- ومعدل الطفرة التلقائية عادة ما يكون منخفضًا للغاية. ولكن يزداد معدل الطفرة زيادة كبيرة بواسطة مطفرات في البيئة الخارجية. ومن أمثلة المطفرات (العوامل المحدثة للطفرات) :
  - الإشعاعات مثل الأشعة فوق البنفسجية، وإشعاعات ألفا، وبيتا، وجاما.
  - المواد الكيماوية مثل غاز الخردل، والفورمالدهيد، وسايكلامات (عوامل تحلية اصطناعية).

5 - 4 التغاير المتصل والتغاير المتقطع

- ينتمي بنو الإنسان إلى نفس النوع – Homo sapiens ومع ذلك نبدو مختلفين. وهذا الاختلاف الذي يظهر بين الأشخاص هو الذي نطلق عليه التنوع.
- أنماط التنوع
  - **تغاير (تنوع) متصل** : تختلف الكثير من السمات تدريجيًا من طرف إلى النقيض الآخر. يوجد على سبيل المثال تدرج في خاصية طول القامة من الطول إلى القصر. هذا النمط من التباين والذي تظهر فية خاصية ما انتقالًا تدريجيًا بين شكلين متطرفين (في حال الطول – الطويل جدًا – والقصير جدًا) هو ما نطلق عليه التغاير المتصل.
  - **تغاير (تنوع) متقطع** : لايكون لبعض السمات أشكال وسطية. على سبيل المثال لدينا **إما** شحمة أذن ملتصقة أو غير ملتصقة (حرة) . هذا النوع من التباين الذي تكون فيه الاختلافات بين الأشكال المختلفة لسمة ما مميزة (لا يوجد انتقال تدريجي بين الطرفين) هو ما نطلق عليه تغاير (تنوع) متقطع.
- السمات التي يظهر فيها تغاير (تنوع) متصل هي وليدة تأثيرات كثير من الجينات مجتمعة (عوامل قابلة للتوريث) . كما تتأثر تلك السمات أيضًا بتأثيرات بيئية مثل التغذية، وظروف المعيشة، والتمرينات الرياضية.
- تكون السمات التي تظهر تغايرًا (تنوعًا) متقطعًا وليدة تأثير جين واحد أو عدد قليل فقط من الجينات. وهي تظهر غالبًا نتيجة طفرات (تغيرات وراثية مفاجئة في الجينات أو الكروموسومات) . والعوامل البيئية ليس لها تأثير على تلك السمات.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

◄ بعض أمثلة السمات التي تبين تغايرًا (تنوعًا) متصلًا وتغايرًا (تنوعًا) متقطعًا .

تغاير (تنوع) متصل	تغاير (تنوع) متقطع
• الطول • الوزن • حجم القدم • الذكاء	• التواء اللسان (يلتوي أو لا يلتوي) • طبيعة الشعر (مستقيم أو مجعد) • لون العين (بنية أو زرقاء) • تذوق phenylthiocarbamide أو PTC (القدرة على تذوق طعم المرارة أو عدم التذوق)

5 - 5 الانتقاء

◄ للمحافظة على بقائها والتكاثر، لابد أن تتكيف الكائنات الحية تركيبيًّا، وفسيولوجيًّا، وسلوكيًّا مع بيئتها . والكائنات التي تستطيع التكيف بشكل جيد هي فقط التي تحافظ على بقائها وتتكاثر. والكائنات التي لا تستطيع التكيف بشكل جيد تهلك دون أن تتكاثر.

◄ يلعب **التنوع (التغاير) والتنافس والانتقاء الطبيعي** دورًا هامًا في تكيف الكائنات الحية واستمرارها على قيد الحياة .

◄ يشير **التنوع** إلى اختلافات في السمات التي تظهرها الكائنات الحية التي تنتمي إلى نفس النوع أو العشيرة .
ملحوظة : إن جميع الكائنات الحية من نفس النوع والتي تعيش في مكان واحد تكون عشيرة .

◄ والتنوع الذي يساعد الكائنات الحية على البقاء في بيئتها الطبيعية يقال أن له قيمة في الحفاظ على النوع . والتنوع الذي يرجع فقط إلى السمات الموروثة مثل التنوع الجيني له قيمة في الحفاظ على النوع لأنه يمكنه الانتقال من الأبوين إلى الذرية . والتنوعات التي ترجع إلى السمات المكتسبة (نتيجة للعوامل البيئية) لا يمكن أن تنتقل إلى الذرية وبالتالي ليست لها قيمة في الحفاظ على وجود الكائن .

◄ وترجع التغايرات الجينية إلى :
• إعادة الارتباطات الجينية التي تحدث أثناء التكاثر الجنسي .
• الطفرات – التي يجب أن تكون موروثة (بمعنى لابد أن تحدث في الأمشاج (الجاميتات)، والخلايا المنتجة للجاميتات، أو اللاقحة (الزيجوت) لكي يكون لها قيمة في بقاء النوع .

◄ **التنافس** : تحصل الكائنات الحية على احتياجاتها (من ماء، وطعام، ومكان للمعيشة، والتزاوج) من بيئتها الحية وغير الحية . وهي تتنافس من أجل الحصول على احتياجاتها مع أعضاء نفس العشيرة . تتناقص تلك الاحتياجات لتزايد الطلب عليها من باقي أعضاء العشيرة التي تعيش في نفس المكان .

◄ وفي معظم العشائر يتم إنتاج عدد كبير من النسل . ولكن يظل عدد قليل فقط على قيد الحياة ويصل إلى مرحلة النضج ويتكاثر، والأفراد الذين يظلون على قيد الحياة هم أولئك الأفراد الذين يستطيعون التنافس بنجاح مع باقي أعضاء نوعهم والأنواع الأخرى على الموارد التي يحتاجون إليها جميعًا . يمتلك أولئك الأفراد سمات تساعدهم على التكيف والتنافس بنجاح في بيئتهم الطبيعية .

◄ **الانتقاء الطبيعي** : تلك هي العملية التي استطاعت فيها الأنواع المختلفة في العشائر التكيف على نحو أفضل وأن تُنتقى عن طريق الضغوط البيئية .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- والمتباينات (التنوعات) التي تكيفت مع ظروف البيئة على نحو أفضل هي الكائنات الحية التي تكيفت تركيبيًّا وفسيولوجيًّا وسلوكيًّا لهذه الظروف البيئية.
- وتشير الضغوط البيئية إلى التنافس والعوامل البيئية مثل الظروف المناخية.

◄ **والانتقاء (الانتخاب) الطبيعي** هي عملية لا تنتهي في الطبيعة لأن العوامل البيئية في حالة تغير مستمر. وتعتبر التنوعات التي لها قيمة البقاء والتي ترجع إلى الخصائص الموروثة مهمة في الانتقاء الطبيعي.

◄ **التطور** هو حاصل مجموع التغيرات التكيفية التي حدثت خلال فترة طويلة من الزمن. يؤدي التطور الى تنامي أنواع جديدة من الأنواع الموجودة حاليًا – أنواع جديدة تحيا حياتها بطريقة مختلفة عن الأنواع التي نشأت عنها. وتنقرض الكثير من الأنواع أثناء تلك العملية المستمرة.

◄ **الانتقاء (الانتخاب) الطبيعي والتطور** لقد اقترح دارون أن الانتقاء (الانتخاب) الطبيعي هي الآلية التي تظهر بها أنواع جديدة من الأنواع الموجودة حاليًا.

◄ وتستفيد النظرية الحديثة في التطور من معلوماتنا عن الجينات والكروموسومات (التي لم يعلم دارون عنها أي شيء) لتفسير مصدر التنوع الجيني الذي تقوم عليه عملية الانتقاء الطبيعي. لا يزال الانتقاء الطبيعي يعتبر القوة الوحيدة التي تحدث تغيرات تطورية تكيفية منتظمة. والقوى الأخرى التي تلعب دورًا في التطور هي الطفرة والانسياب الجيني.

◄ والطفرة هي العملية الوحيدة التي تحدث تغيرات فعلية في الجينات. ولذلك تعتبر الطفرات الموروثة المصدر المطلق الذي يزود المادة الجديدة التي تقوم عليها عملية التطور.

◄ وعندما يقوم أعضاء العشيرة بالتوالد التبادلي يعاد اتحاد الجينات مرة أخرى بوسائل مختلفة وتنتشر بين أفراد العشيرة. وهو ما يسمى بالانسياب الجيني – وتحدث إعادة الاتحاد الجيني:

- أثناء الانقسام الميوزي عند تكون الجاميتات،
- عندما تختلط جاميتات فردين مختلفين أثناء التكاثر الجنسي.

◄ **الانتقاء (الانتخاب) الاصطناعي**: وهو ما يفعله الإنسان لإنتاج نباتات وحيوانات مهمة اقتصاديًّا ذات خصائص مرغوب فيها. ولفعل ذلك:

- نقوم بعزل (بفصل) العشائر الطبيعية، ثم
- نقوم بتربية انتقائية للأفراد من ذوي الخصائص المرغوبة (ويظهر أولئك الأفراد في الغالب نتيجة للطفرة).

◄ وتوجد طريقتان للتربية الانتقائية. التربية الداخلية (بين الأقارب) والتربية الخارجية (بين الأباعد).

◄ **التربية الداخلية**: وهو توالد أفراد النوع الأقرباء وهي تهدف للمحافظة وإدخال صفات معينة مرغوبة في عشيرة أو قطيع معين. ومنها على سبيل المثال إدخال خاصية المحتوى المرتفع من الزيت على نبات فول الصويا يكون عليك اتباع الخطوات التالية:

- أولًا حلل بذور نباتات فول الصويا المختلفة لاختيار النباتات التي تنتج بذورًا ذات محتوى جيد من الزيت.
- استنبت بذور النباتات المنتقاة حتى تصل إلى طور النضج والتلقيح الذاتي ثم تنتج البذور.
- كرر عملية تحليل بذور نبات فول الصويا لمعرفة المحتوى الزيتي للنبات، وتخير النباتات التي توفر بذورها أفضل أنواع الزيوت. اترك البذور لتنمو، اترك النباتات للتلقيح الذاتي لتنتج البذور حتى تحصل على نوع تزاوجي حقيقي من نباتات فول الصويا تكون بذورها ذات محتوى زيتي مرتفع.

ملحوظة: وتكون النوعية المتوالدة متماثلة اللاقحة للخاصية المرغوب فيها، وفي هذه الحالة فإن الخاصية المرغوبة هي بذور فول صويا غنية بالزيوت.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

- وعلى عكس النباتات، لا يمكن للحيوانات أن تخصب ذاتيًا. ولكي يتم إنتاج صفات مرغوب فيها في الماشية يتم تزاوج أفراد النسل الناتج من نفس الأبوين من الحيوانات.
- **التربية الخارجية**: وهي تتضمن تهجين الأفراد من العشائر المتمايزة جينيًا. وهي تستخدم على نطاق واسع في تكاثر النباتات. وهي تنتج تنوعات جديدة أفضل وأكثر صحة ومقاومة للأمراض، وهي ما نطلق عليه عملية التهجين.
- تحسين النباتات بالانتقاء: يحاول مربو النباتات بصفة مستمرة تحسين النباتات المهمة اقتصاديًا مثل الذرة، والقمح، والأرز، والفول، وقصب السكر. وتستخدم التربية الداخلية والخارجية في تحسين النباتات. وفيما يلي بعض الخصائص التي يرغب المربون في تحسينها.
  - إنتاجية المحصول،
  - الجودة الغذائية (للنباتات الغذائية)،
  - مقاومة الآفات والأمراض،
  - تحمل ظروف مناخية قاسية مثل الجفاف.
- تحسين الحيوانات بالانتقاء: يستخدم التوالد الانتقائي لتحسين أداء الحيوانات المهمة اقتصاديًا مثل الماشية والدجاج. وفيما يلي بعض الخصائص التي يرغب المربون في تحسينها.
  - الماشية: إنتاج اللحم الحيواني، وإنتاج الألبان، والقدرة على التوافق مع الشروط المناخية المختلفة، ومقاومة الحشرات والأمراض.
  - الدواجن: إنتاج لحوم وبيض.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا