

تكيفات النباتات و الحيوانات مع البيئات الجافة

يحدث التكيف استجابة للتغيرات التي تطرأ على بيئة الكائن، و في البيئات الجافة تتكيف الكائنات مع هذه البيئات وفق 3 أسس :

- الحصول على أكبر كمية من الماء
- تخزين المياه
- التقليل من خسارة الماء

تكيفات النباتات :

تقسم تكيفات النباتات إلى : تكيفات مورفولوجية (شكلية) - تكيفات فيزيولوجية - تكيفات تشريحية.

❖ التكيفات المورفولوجية :

- التوسع في نمو المجموع الجذري و اختزال المجموع الخضري. مثال نبات المرخ *Leptadenia pyrotechnica* : ارتفاعه 160 سم بينما تمتد جذوره لعمق 11 م و قطر 10 م.
- إسقاط الأوراق في الصيف فتصبح فروعها عارية تماماً مما يؤدي لانخفاض فقد الماء بالنتج.
- هناك أنواع لا تحمل أوراق و تسمى نباتات غير ورقية حيث تقوم الساق و الفروع بالتمثيل الضوئي، و في موسم الجفاف الشديد قد تفقد بعض فروعها كنبات الرمث و كذلك المرخ.
- هناك أنواع تصبح أوراقها صغيرة في موسم الجفاف بينما تكون عادية في موسم الأمطار.
- أنواع أوراقها تكون صغيرة دائماً و تسمى النباتات صغيرة الأوراق كنبات ذيل الخيل *Equisetum*
- تحور في شكل الأوراق أو الأذينات أو السوق إلى شكل يقلل النتج :
 - تحور الأذينات لأشواك كنبات السدر *Ziziphus spina-christi*
 - تحور الفروع لأشواك كالعاقول
 - تحور الأوراق لأشواك كالصبار

- التفاف أو انطواء الأوراق عند اشتداد الجفاف فيتشكل جوف مغلق تنفتح عليه الثغور مما يقلل النتح. و نرى ذلك خصوصاً عند نباتات الفصيلة النجيلية كنبات قصب الرمل *Ammophila arenaria*. تعود قدرة هذه النباتات على الانطواء في الجفاف و الانبساط في الظروف العادية أو الرطوبة لوجود نوع من الخلايا يمتد طولياً مع الاتجاه الطولي للورقة على البشرة العلوية فقط و تتميز هذه الخلايا بكبر حجمها و رقة جدرها، فعندما يجف الهواء المجاور للورقة تفقد هذه الخلايا بعض مائها فتتكمش مما يؤدي لانطواء الورقة و بذلك يعزل سطحها العلوي تماماً عن الجو الخارجي. و عندما ترتفع رطوبة الهواء تمتص هذه الخلايا الماء فتنتفخ مما يؤدي لانبساط الورقة، و تسمى هذه الخلايا التي تتحكم بذلك بالخلايا فقاعية الشكل أو الخلايا المحركة.
- فقد معظم المجموع الخضري فوق سطح التربة عند النباتات النجيلية المعمرة في الصيف لتقليل فقد الماء و تبقى البراعم حية عند قاعدة النبات. في موسم الأمطار تنمو هذه البراعم من جديد. مثال : نبات التمام *Panicum turgidum*.
- تغير الورقة زاويتها مع الساق لتفادي سقوط أشعة الشمس بشكل عمودي على الورقة كنبات العشرق *Senna italica*.
- بعض أسطح النباتات خصوصاً السفلية تغطيها شعيرات كثيفة فتعكس هذه الشعيرات جزءاً من أشعة الشمس، كما تشكل الشعيرات فيما بينها وسطاً مرتفع الرطوبة تقتل سرعة الهواء المتأخم لسطح الورقة فيقل النتح منها. تسمى هذه النباتات بالنباتات شعيرية الأوراق. مثال : نبات قصب الرمال *calamafrostis arenaria*

❖ التكيفات التشريحية :

- وجود خلايا بشرة متراسة بازدهام.
- وجود طبقة تحت بشرة (نسيج إضافي تحت البشرة خلاياه مليئة بمواد مخاطية) عند بعض الأنواع لتمنع خروج الماء من النبات.
- زيادة الأنسجة الدعامية حيث تتكون كميات كبيرة من الخلايا الاسكليرانثيمية و خاصة في الأوراق و تصطف هذه الخلايا بشكل طبقة أو طبقتين فتقلل من عملية النتح، كما تضمن الدعامة الميكانيكية عند تعرض النبات للجفاف و تسمى مثل هذه النباتات بالنباتات متصلبة الأوراق.
- تحمل أوراق و سيقان معظم نباتات المناطق الجافة طبقة سميكة من الكيتين تحد من فقد الماء، كما يحوي بعضها طبقة شمعية فوق الطبقة السابقة تكون بشكل شرائط شمعية. تتقارب هذه الشرائط عند الجفاف فتحد من النتح بينما تتباعد هذه الشرائط تحت ظروف الرطوبة.
- وجود غددة ملحية على بشرة بعض النباتات فتمتص هذه الأملاح الرطوبة ليلاً.
- وجود خلايا مائية واسعة في النسيج البرانثيمي تقوم بخزن الماء (النباتات العصيرية)

- وجود الثغور ضمن انخفاضات دون مستوى البشرة أو في حجرات خاصة في فجوات (كالدفلة) أو تحمي فتحاتها شعيرات واقية.

❖ التكيفات الفيزيولوجية :

- قلة المحتوى المائي للنبات نتيجة قلة الماء في الخلايا أو تغلظ جدر الخلايا... مما يجعلها تتحمل الجفاف دون أن تتضرر.
- ارتفاع نسبة الماء المقيد حيث توجد نسبة عالية من الماء المرتبط بالمواد الغروية في الخلايا مما يعني : - عدم تبخر الماء بسهولة - جعل البروتوبلازم في حالة تميؤ (الماء متفاعل مع مركب كيميائي فيتنفك إلى هيدروجين و أكسيد) مما يحافظ على حيوية الخلايا في ظروف الجفاف الشديد. و تعتبر هذه من أهم صفات النباتات الصحراوية.
- تجمع البرولين (حمض أميني يدخل في تركيب الكولاجين و مسؤول عن قوة و قساوة الجلد مع الكرياتين) في أنسجة النباتات التي تتعرض للجفاف أو الحرارة المرتفعة أو الملوحة. إن تجمع البرولين يغير من طبيعة الجدر الخلوية فيجعلها محبة للماء و متمسكة به.
- الضغط الأسموزي المرتفع في الجذور مما يزيد من قدرة النبات على امتصاص الماء المرتبط بحبيبات التربة.
- قفل الثغور في فترات الحر الشديد و فتحها في ساعات الصباح الباكر لتقوم حينها بالتركيب الضوئي و تقليل النتح قدر الإمكان.

مثال عن تكيفات النباتات مع البيئة الجافة :

نبات الصبار Cactus :

- تستطيع نباتات الصبار تحمل ظروف الصحراء القاسية فتبقى لسنوات دون ماء و تحت أشعة الشمس. من أهم تكيفاته مع هذه البيئة :
- إما لا يمتلك أوراق أو أوراقه ضامرة حتى يقلل نسبة تبخر المياه و يقوم بالتمثيل الضوئي من خلال الساق.
 - في بعض أنواعه تتحور الأوراق إلى أشواك مما يقلل من تعرضها للشمس و فقدها للماء، كما يحميها ذلك من الحيوانات التي قد ترعاها باستثناء الجمل الذي يستطيع تناول هذه النباتات مع أشواكها التي يستخرجها لاحقاً من فمه.
 - غالبية أشكال الصبار أسطوانية أو دائرية وهذا يقلل نسبة السطح بالنسبة إلى الحجم الكلي مما يقلل النتح.
 - بعضها له جذور عميقة لتصل إلى المياه الجوفية والبعض الآخر له جذور تنمو بسرعة فائقة و تمتد أفقياً لمسافات واسعة عند هطول الأمطار.

- ساق الصبار تعمل كمخزن للمياه فتتضخم في حالة وفرة المياه لتخزنها وبها ثانياً لتتكلمش في حالة استهلاك تلك المياه في فترة الجفاف الطويلة.
- جسم الصبار مغطى بطبقة شمعية : - تقلل تبخر المياه منه - وفي حالة سقوط الأمطار تنزلق المياه على الطبقة الشمعية إلى الأرض فلا تتبخر بل تمتصها الجذور.
- نسبة الأملاح عالية في الجذور لتساعد على امتصاص المياه نتيجة اختلاف الضغط الأسموزي.
- يستطيع الصبار امتصاص الرطوبة من الندى أو الرطوبة من على سوقه.
- الثغرات في سطحه التي تسمح بتبادل الهواء قليلة جداً لتقليل تبخر المياه. ولا تفتح إلا مساءً لامتصاص ثاني أكسيد الكربون حين تكون نسبة الرطوبة عالية والحرارة منخفضة ومعدل التبخر منخفض.

تكيفات الحيوانات :

تقسم تكيفات الحيوانات مع درجات الحرارة إلى :

- تكيفات مورفولوجية (شكلية) :
هناك 3 قواعد بيئية تحدد هذه التكيفات لا سيما عند الفقاريات (مع بعض الاستثناءات) :
 - قاعدة ألن : تكون زوائد الجسم (أطراف، ذيل، آذان) عند الحيوانات التي تسكن البيئات الجافة الحارة أطول منها في البيئات الباردة فالثعلب القطبي له آذان و ذيل أقصر منها عند الثعلب الصحراوي و ذلك لتقليل الفقد الحراري.
 - قاعدة بيرغمان : كلما كانت نسبة سطح الحيوان إلى حجمه أكبر (الحيوان صغير) كان الفقد الحراري أكبر و لذلك نلاحظ أن البطريق القطبي أضخم حجماً من غيره من أنواع البطاريق.
 - قاعدة الفراء : الثدييات التي تعيش في البيئات الباردة يكون فراؤها أكثر سماكة من الحيوانات التي تعيش في البيئات الحارة أو الصحراوية ففراء النمر السيبيري مثلاً يكون أكثر ثخانةً منه عند النمر الهندي.

● تكيفات فيزيولوجية :

تقسم الحيوانات من حيث علاقة درجة حرارة أجسامها بدرجة حرارة الوسط المحيط إلى:

- حيوانات متغيرة الحرارة : هي حيوانات تتغير درجة حرارتها مع تغير درجة حرارة الوسط المحيط و تعتبر جميع الحيوانات ماعدا الثدييات و الطيور حيوانات متغيرة الحرارة.

- حيوانات ثابتة الحرارة : هي حيوانات تبقى درجة حرارتها ثابتة حتى لو تغيرت درجة حرارة الوسط المحيط بها. تعتبر الطيور و الثدييات حيوانات ثابتة الحرارة نتيجة امتلاكها أنظمة فيزيولوجية خاصة تمكنها من ذلك.

- حيوانات متباينة الحرارة : هي مجموعة من الحيوانات (أغلبها ثدييات صغيرة الحجم) استطاعت أن تجمع بين صفات الحيوانات ثابتة الحرارة و الحيوانات متغيرة الحرارة.

• تكيفات سلوكية :

تلجأ بعض الحيوانات إلى سلوك معين لتفقد الحرارة الزائدة أو لتقلل من فقدها للماء فتقلل من نشاطها النهاري أو تبقى في الظل مثلاً.

أمثلة عن تكيفات الحيوانات مع البيئة الجافة :

- اليربوع : هو من القوارض الصحراوية الصغيرة، يرقد نهاراً في جحره حيث درجة الحرارة لا تتجاوز 33 درجة مئوية (وهي أقل من درجة حرارة السطح بكثير). و يسد جحره بسداد ترابي فيحفظ رطوبة ما يفره من الهواء . أضف إلى ذلك أن الحبوب الجافة التي يخترنها اليربوع عادة في جحره تمتص الجزء الأكبر من هذه الرطوبة فعندما يأكلها يأخذ الماء الذي امتصته هذه الحبوب : (تكيفات سلوكية)
- الطيور التي تعيش في الصحراء : بمقدروها الطيران مسافات شاسعة بحثاً عن الماء، وتستطيع الطيور الكبار كالبازة و الشواهين التحليق عالياً لساعات في طبقات الهواء البارد فوق الصحراء فتتجنب حرارة الصحراء المرتفعة. أما الطيور الأصغر فتلجأ خلال الجزء الأشد حرارة من النهار إلى موقع ظليل بين الصخور . بعض طيور الصحراء كالبيوم تكون ليلية النشاط : (تكيفات سلوكية).
- الزواحف (الأفاعي والعظايا) : من نوات الدم البارد أي إن درجة حرارتها تتأثر بدرجة حرارة بيئتها (حيوانات متغيرة الحرارة). وعلى هذا فقد تزيد سخونة أجسادها عنها في أجسام نوات الدم الحار، لكنها لن تعيش طويلاً أن زادت درجة حرارة الجسم فيها على 48 درجة مئوية (تكيف فيزيولوجي). إذا احتدمت الشمس تستظل هذه الزواحف تحت صخرة أو تتحجر في الرمل فلا تخرج إلا حوالى الغروب (تكيف سلوكي). بعض الزواحف طورت أساليب سير تعبر بها السطح الحار نتيجة الحرارة المرتفعة نهاراً دون أن تحرق أجسادها . فتستطيع عذابة الرمل السير على قائمتين ، رافعة الأخرابين في الهواء مبادلة . كما إن بعض الأفاعي الصحراوية تتلوى جانبياً في سيرها كالسوط بحيث لا يمس السطح الساخن إلا وضعان من جسدها فقط : (تكيفات سلوكية).
- تتجمع الأغنام قرب بعضها و تحني رؤوسها للأسفل لكي تخبئها بعيداً عن أشعة الشمس (تكيف سلوكي).

• الجمل :

يعتبر الجمل من أكثر الحيوانات تحملاً لظروف البيئة الصحراوية، فهو قادر على تحمل الجوع والعطش مدة طويلة، والسير بشكل متواصل دون أن يشعر بالتعب، ولهذا السبب أطلق عليه اسم سفينة الصحراء. ومن أهم التكيفات التي يمتلكها الجمل :

- الخف و الأرجل : خف الجمل عبارة عن نسيج مرن طري يساعد في السير على الرمال والصخور الساخنة التي تصل درجة حرارتها إلى 70 درجة مئوية ولا تؤذيها كثيراً. كما أن أرجله الطويلة تبعده عن حرارة رمال الصحراء الملتهبة.
- السنام : عبارة عن كتلة من الدهن ، يزن 10% من وزن الجسم ، ويعتبر مخزن للدهون لاستخدامها للحصول على الطاقة و الماء عند اللزوم فالدهون تعطي كمية كبيرة من الماء عند احتراقها.
- الفم : للجمل شفة علوية مشقوفة، يتمكّن خلالها من التقاط النباتات الشوكية بسهولة، كما أنّ له أسناناً من القواطع تُمكنه من مضغ الأشواك. وتحتوي اللثة العليا في التجويف الفموي على زوائد قرنية طويلة للحماية من تأثير الأشواك المأكولة.
- البلعوم : جدار البلعوم مغطى بغشاء مخاطي غني جداً بالغدد المخاطية المفرزة للمادة المخاطية التي تساعد في انزلاق الطعام الجاف والنباتات الشوكية .
- المعدة : يستطيع الجمل ملء معدته بكميات كبيرة من الماء، حيث يستوعب ما يقارب 16-18 لتراً دون أن يُصاب بأي أذى.
- الدم : بخلاف الكائنات الحيّة الأخرى، يمتلك الجمل كريات دم بيضاوية الشكل تأخذ شكلها عندما يُكثر الجمل من الشرب. وهو قادر على تحمل العطش مدة شهر كامل في الشتاء، ومدة تصل لأسبوع في أيام الصيف.
- الجهاز البولي : يحتفظ بالبول في المثانة طالما أنه في حاجة إلى الماء ، حيث يمتص الدم البول مرة أخرى ويدفعه إلى المعدة لتقوم بكتريا خاصة بتحويل البولينا لأحماض أمينية أي إلى بروتين وماء.
- الأنف : يكون للأنف شكل غريب يتحكم الجمل بإغلاقه وفتحه لوجود عضلات قوية في الفتحاح الأنفية و يكون ذلك من أجل مواجهة العواصف الرملية. كما يقوم الأنف بتبريد الهواء الداخل للرئة بسبب ارتفاع حرارة الهواء. ويكون الأنف مُجعداً من الداخل لكي يقوم بتحويل الهواء الخارج من الرئة بعملية الزفير إلى ماء عن طريق عملية التكاثف، مُستفيداً من الماء في ترطيب جسمه، فلا يضطر جسمه لفقد المزيد من الماء، و بذلك يستعيد الجمل الماء.
- عدم إفراز العرق : جسمه لا يبدأ بالعرق وفقدان الماء إلا إذا ارتفعت درجة حرارة الجو عن 42 درجة مئوية ، وسبب ذلك هو قدرته الفريدة على رفع درجة حرارة جسمه نهائياً إلى درجة تقترب من ال 42 درجة مئوية مما يتماشى مع حرارة الجو المحيط ، وفي حالة تعدت درجة الحرارة ذلك عندئذ يبدأ بإفراز العرق ليلطف درجة حرارة جسمه.

- شرب الماء المالح : للجمل القدرة على شرب الماء المالح ، حيث أن الكلى لديه تتميز بقدرتها على تخليصه من تلك الأملاح الموجودة في الماء وتحويلها لماء صاف صالح للاستهلاك.
- يمتلك صفيين من الأهداب و هي كثيفة الشعر مما يساعد في حمايته من رمال الصحراء و الغبار.
- يمتلك غطاء من الوبر العازل من حرارة النهار و برودة الليل أيضاً.

بكل هذه التكيفات المورفولوجية و الفيزيولوجية استطاع الجمل العيش في البيئة الصراوية الحارة و شديدة الجفاف.

إن التكيفات بأشكالها المختلفة قد مكنت الكائنات النباتية و الحيوانية من البقاء و التكاثر و النمو و الانتشار في البيئات المختلفة مهما كانت ظروفها قاسية.

انتهت المحاضرة