الماء والجفاف

يشكل الماء معظم حجم الخلايا، ويُعدّ بيئة مناسبة لحدوث عمليات الأيض (تفاعلات البناء والهدم) وذوبان المواد داخل الخلايا.
عند نقص الماء في الخلايا، تتأثر وظائفها سلبًا. وعندما يقل الماء في سوائل الجسم المختلفة، يتضرر عمل الجسم ككل.
على سبيل المثال، ينخفض ضغط الدم ويتباطأ تدفقه، وكذلك في النباتات – لا يتمكن النبات من نقل المواد داخله بالسرعة الكافية.
لذلك، فإن توفر الماء في البيئة قد يكون عاملًا **محدِّدًا** لنمو الكائنات الحية وتكاثرها.

في اليابسة، وبشكل عام، توجد دائمًا **مخاطر الجفاف**، لأن الهواء في البيئة أكثر جفافًا مقارنةً بالخلايا التي تُكوّن أجسام الكائنات الحية.
لدى الكائنات الحية البرية **تكيّفات** تساعدها على مواجهة هذا الخطر.

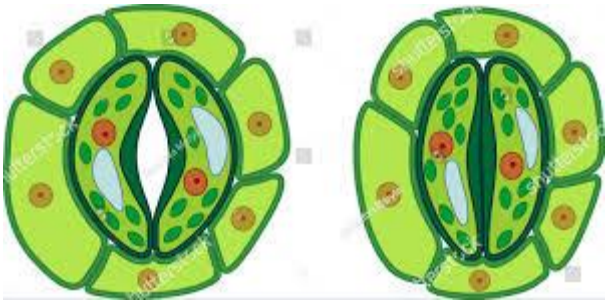
🐾 تكيّفات في الحيوانات البرية:

- جلد غير نفّاذ للماء (جلد عازل).
- إفراز الفضلات النيتروجينية على شكل بول مركّز أو حمض اليوريك، والذي يتطلّب كمية ماء أقل من الأمونيا للتخلص منه.
- الإخصاب الداخلي، مما يمنع تعرّض الخلايا التناسلية للجفاف.
- وضع البيوض بقشرة صلبة أو تطوّر الجنين داخل جسم الأم.

🌿 تكيّفات في النباتات:

- وجود طبقة "الكيوتيكل" (الجلدة الشمعية) التي تغطي سطح الأوراق وتقلل من فقدان الماء.
- إنتاج حبوب لقاح مقاومة للجفاف، وحدوث الإخصاب داخل مبيض الزهرة.
- إغلاق الثغور (الفُتَحات في الأوراق) عندما تكون كمية الماء في النبات منخفضة (توازن ماء سلبي).

تكسو أوراق النباتات التي تعيش في اليابسة طبقة شمعية والتي تعزل من الماء. عن طريق هذه الطبقة لا يمر الماء, لكن تبادل الغازات بطيء جدا. في نسيج الأبيديرميس للأوراق. بالأساس في الجهة السفلى, هناك خلايا تدعى **خلايا الثغور**. خلايا الثغور المتجاورة يمكن أن تفتح بينها ثقب يدعى **ثغر**, عن طريقه يتم تبادل الغازات. لكن عن طريق الثغور أيضا يحصل فقدان الماء. فقدان الماء عن طريق الثغور يدعى **نتح**. حصول نتح أكثر من اللزوم يمكن أن يضر بحياة النبتة. منع ذلك يتم عن طريق التحكم بفتح وإغلاق الثغور حسب الظروف البيئيّة.



صورة لثغر مغلق وثغر مفتوح (Shutterstock)

متى تفتح الثغور؟

- وجود ضوء (حينها يعبر ثاني أوكسيد الكربون ويحصل التركيب الضوئي. يحدث التركيب الضوئي بوجود ضوء.
- توازن الماء في النبتة سليم. عندما يكون هناك خلل في توازن الماء تنغلق الثغور لكي لا يحدث جفاف وموت النبتة جراء عملية النتح., ولا يحدث التركيب الضوئي لعدم تغلغل ثاني أوكسيد الكربون. حينها, يعتمد النبات في غذائه على المواد المدخرة. لكن اغلاق الثغور لمدة طويلة ستؤدي الى نهاية المواد المدخرة وموت النبتة.

ما هي العوامل التي تؤثر على عملية النتح في النبات؟

- كمية الماء في التربة والاتزان المائي في النبتة.
- عدد الثغور في أوراق النبتة ومساحة سط الورقة.
- رطوبة الجو – كلما كانت الرطوبة أكبر, يتبخر ماء أقل من خلال النتح.
- درجة الحرارة – كلما كانت درجة الحرارة أعلى (أكثر حرا), تزداد وتيرة النتح.
- الريح – ان الرياح تزيل طبقة الرطوبة التي تحيط أوراق النبتة ويصبح هواء جاف. الريح تزيد من وتيرة النتح.

يُعد خطر الجفاف **أشدّ** في البيئات **شديدة الجفاف** مثل الصحاري والمناطق القاحلة.

ملاءمة النباتات والحيوانات لبيئة الجفاف

🌿النباتات

🔷تكيّفات تتعلق بكفاءة امتصاص الماء

- جذور متشعبة جدًا وعميقة (للوصول إلى المياه الجوفية).
- بعض النباتات تملك جذور سطحية تمتص الماء فور وصوله إلى التربة

◆ تكيّفات لمنع الجفاف (تقليل فقدان الماء):

تقليل مساحة السطح المفقِدة للماء:

- كيوتيكولا (طبقة شمعية) سميكة جدًا.
- سيقان تقوم بالبناء الضوئي بدلاً من الأوراق (خالية من الأوراق).
- أوراق لحمية (سميكة وممتلئة بالماء).
- أوراق ملفوفة.
- تظليل الأوراق أو توجيه الجزء الفاتح نحو الشمس (مثل شجرة الزيتون).
- استبدال أوراق الشتاء العريضة بأوراق صيفية صغيرة.
- أشواك بدلاً من الأوراق.
- تساقط أوراق في الصيف (سُبات صيفي).

خلق مناخ مصغر (بيئة رطبة) حول الثغور:

- ثغور غائرة.
- أوراق مغطاة بالشعيرات.
- لفّ الأوراق حول نفسها.

نباتاتCAM

- تفتح الثغور ليلًا وتخزن ثاني أكسيد الكربون.
- في النهار تُغلق الثغور وتستخدم ثاني أكسيد الكربون المخزَّن للبناء الضوئي.

|امتصاص الماء من الغذاء:

- تناول غذاء غني بالماء (مثل النباتات العصارية).
- تخزين البذور في الجحور لامتصاص الرطوبة (الحبوب قادرة على امتصاص حتى 30٪ من الماء.

|تكيّفات لمنع الجفاف:

- نشاط ليلي أو البقاء في الظل.
- المكوث في الجحور خلال النهار (حيث الرطوبة أعلى والحرارة أقل).
- تحمّل عالٍ جدًا للجفاف (مثل الجمل).
- تغطية الجسم بفرو كثيف يعزل عن حرارة البيئة.
- كفاءة عالية في امتصاص الماء في الأمعاء الغليظة.
- كلية فعالة جدًا في إعادة امتصاص الماء (إفراز بول شديد التركيز).
- تقلبات في درجة حرارة الجسم (كما في الجمل).
- تقليل الأسطح المخاطية المكشوفة.
- غياب الغدد العرقية (الاكتفاء باللهاث)، أو وجود الغدد العرقية تحت الفرو| .

|الهروب من موسم الجفاف:

- نباتات حولية: تكمل دورة حياتها في الشتاء وتترك بذورًا في التربة للصيف والشتاء التالي.
- جيوفيتات (نباتات ذات بصلات أو درنات): تنمو وتزهر في الشتاء وتدخل في سُبات صيفي| .

🐾 الحيوانات

💧امتصاص الماء من الغذاء:

- تناول غذاء غني بالماء (مثل النباتات العصارية/اللحمية).
- تخزين البذور في الجحور بحيث تمتص الرطوبة من الهواء (تستطيع الحبوب امتصاص حتى 30% من وزنها ماء).

🌵تكيّفات لمنع الجفاف:

- النشاط الليلي أو البقاء في الظل خلال النهار.
- البقاء في الجحور أثناء النهار (حيث تكون الرطوبة أعلى ودرجة الحرارة أقل).
- قدرة تحمّل عالية جدًا للجفاف (مثل الجمل).
- تغطية الجسم بفرو كثيف يعزل عن حرارة البيئة.
- كفاءة عالية في امتصاص الماء داخل الأمعاء الغليظة.
- كفاءة عالية للكلية في إعادة امتصاص الماء (إفراز بول مركز جدًا).
- تقلبات في درجة حرارة الجسم (كما في الجمل).
- تقليل المناطق المخاطية المكشوفة (لتقليل التبخر).
- غياب الغدد العرقية (الاكتفاء باللهاث)، أو وجودها تحت الفرو.

🔎ملاحظة:

اليربوع (نوع من القوارض الصحراوية) يكتفي بالحصول على الماء من الغذاء ومن الماء الناتج عن العمليات الأيضية، **ولا يشرب الماء أبدًا**.

💧الماء ضروري لعملية إنبات بذور النباتات

تتكوّن البذرة من **جنين**، و**فلقتين** تحتويان على الغذاء المخزَّن للجنين، و**قشرة خارجية** تحميها.
في الفلقتين، تكون المواد الغذائية (مثل النشا أو الدهون) مركّزة جدًا وتحتوي على كمية قليلة جدًا من الماء، ولذلك **لا تحدث فيها أي نشاطات أيضية**، وتبقى البذرة في **حالة سُبات (خمول)**.

عندما تتوفّر **كمية كافية من الماء** في البيئة، يدخل الماء عبر القشرة إلى داخل الفلقتين والجنين، وتبدأ البذرة **بالانتفاخ**.

عندما تصل كمية الماء إلى مستوى كافٍ:

- **يستفيق الجنين** ويبدأ بإفراز **إنزيمات** تقوم بتفكيك المواد الغذائية المخزنة.
- يتم استخدام نواتج التفكيك (المواد البسيطة) لبناء خلايا جديدة ولإنتاج الطاقة.
- يبدأ الجنين **بالنمو**.

أول ما ينمو هو **الجذر الصغير (الجذير)**، ويخترق قشرة البذرة.
عند هذه المرحلة يُقال إن البذرة **أنبتت**.
بعد ذلك، ينمو **الفرع الصغير (الريشة)**.

🌊بالنسبة لبعض الكائنات الحية، يُعدّ الماء بيئة معيشة كاملة

✅مميّزات الماء كبيئة معيشة:

- **لا يوجد خطر جفاف** لأن البيئة دائما رطبة.
- الماء يُوفّر **دعامة للجسم** (لا حاجة إلى هيكل عظمي قوي).
- **درجة حرارة الماء مستقرة نسبيًا** خلال النهار والفصول (فقط تغيّرات طفيفة).
- يحتوي الماء على **كميات كبيرة من المواد المذابة**، وهي متوفّرة للكائنات الحية.

❌سلبيات الماء كبيئة معيشة:

- **أهم سلبية :ذائبيّة الأوكسجين في الماء منخفضة**، مما يجعل التنفس صعبًا نسبيًا.
- **صعوبة الحركة** في الماء دون الانجراف مع التيارات. لذلك، فإن **الحركة السريعة** تتطلب **تركيب جسم مناسب** –مثل جسم انسيابي (ضيّق ومدبّب عند الأطراف) يُسمى **شكل هيدروديناميّ**.

- **الضوء لا يخترق إلا الطبقات العليا من الماء**، لذا فإن معظم النباتات تتركز قرب السطح.

🌿للنباتات الطافية بنية خاصة تُسمى **نسيج الأرانخيما – (Aerenchyma)** وهو نسيج إسفنجي مملوء بالهواء، يُخفف من كثافة النبات ويُساعده على الطفو.

❁خاصية إضافية هامة للماء:

عندما يتجمّد، يصبح **الجليد أقل كثافة من الماء السائل**، ولذلك **يطفو على سطح الماء**. هذه الخاصية لها **أهمية كبيرة في البيئات الباردة**:

- تتجمّد الطبقة العلوية فقط من الماء.
- الجليد الطافي يعمل كعازل، مما يمنع تجمّد بقية كتلة الماء.
- نتيجة لذلك، **تبقى المياه في الأسفل سائلة** وتستمر الحياة فيها.

يعتبر الماء بيئة حياة للكثير من الكائنات الحية الا أن تركيز الأملاح يلعب دورا هاما في نوعيّة الكائنات الحية المناسبة للعيش في البيئة المائيّة:

في البيئة المائية المالحة هناك تركيز مرتفع للمذابات (الأملاح) في الماء مما قد يؤدي الى خروج الماء من خلايا الكائنات الحيّة (بحسب الأسموزا: وهي انتقال الماء باتجاه تركيز المذابات المرتفع) وبالتالي فقدان الماء من أجسامها وجفافها وموتها. تتكيف أسماك البحر على هذه الصعوبة بأن تشرب الكثير من الماء وتقوم بإفراز فائض الأملاح عن طريق الخياشيم. كذلك تعمل الكلية على افراز بول مركز وقليل وبهذا يتم التخلص من فائض الاملاح وامتصاص عائد للماء.

بالمقابل, في بيئة المياه العذبة, هناك تركيز منخفض للمذابات (الأملاح) في الماء مقارنة بأجسام الكائنات الحيّة, مما قد يؤدي الى دخول الماء الى خلايا الكائنات الحيّة وانفجارها. تتكيف أسماك المياه العذبة على هذه الصعوبة بأن تستوعب أملاحا وما عن طريق شرب الماء واستيعاب إضافي للأملاح عن طريق الخياشيم. أما البول فيكون مخففا وكمية الماء به عالية.

من الجدير ذكر الأميبا, وهو كائن حي أحادي الخلية يعيش في المياه العذبة. يتخلّص الأميبا من فائض الماء الذي يدخل خليته بواسطة وجود عضي يدعى "**فجوة منقبضة**", حيث تخزن هذه الفجوة الماء الذي دخل الخلية وتتخلّص منه عن طريق افرازه للبيئة الخارجيّة على التوالي.