درجة الحرارة واستخلاص الطاقة

درجة الحرارة تؤثر على سرعة التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تحدث في الخلايا وأجسام جميع الكائنات الحية. ومع ذلك، فإن ارتفاع درجة الحرارة بشكل كبير قد يؤدي إلى تَغَيُّر شكل الإنزيمات وتوقف نشاطها، مما يهدد حياة الكائنات الحية.
لكل كائن حي درجة حرارة مثلى لنشاطه. فمثلًا، للأسماك التي تعيش في القطبين درجة حرارة مثلى تبلغ 10 درجات مئوية، بينما للبكتيريا التي تعيش في الينابيع الحارة درجة مثلى تصل إلى 90 درجة مئوية أو أكثر.

من حيث مصدر الحرارة الأساسي الذي يحدد درجة حرارة الجسم، تنقسم الكائنات الحية إلى مجموعتين:

- **كائنات متغيّرة الحرارة (أكتوثرمية)**

مصدر الحرارة الأساسي لديها هو حرارة البيئة. درجة حرارة أجسامها تعتمد على درجة حرارة الوسط المحيط وتتغير تبعًا لها في كل لحظة.
تنتمي لهذه المجموعة: الكائنات أحادية الخلية، النباتات، الأسماك، البرمائيات والزواحف.

بسبب تغير درجة حرارة البيئة بين الليل والنهار، وبين فصول السنة، تتغير أيضًا درجة حرارة أجسام الكائنات الأكتوثرمية. وبما أن عمليات الأيض في الجسم تعتمد على درجة حرارة معينة لتعمل بشكل مثالي، فإن هذه الكائنات تكون غير نشطة في الفترات الباردة وتدخل في حالة سبات. (ولهذا نلاحظ قلة الحشرات في الشتاء مقارنة بالصيف).

بوسع الكائنات الأكتوثرمية أن تغيّر حرارة أجسامها بآليات سلوكية مثل:

- التسخين تحت أشعة الشمس عند البرودة.
- رفع الجسم عن الأرض عندما تكون ساخنة جدًا (كالزواحف).
- البحث عن الظل أو الحفر في التربة عند الحر الشديد (كالأفاعي).

❄خطر التجمد:

عندما تنخفض الحرارة كثيرًا، قد يتجمد الماء داخل الخلايا. والجليد يشغل حجمًا أكبر من الماء السائل، مما يؤدي إلى تمزق غشاء الخلية.

الكائنات التي تعيش في بيئات معرضة للتجمد تمتلك مواد مضادة للتجمد في دمها تمنع تكوّن البلورات الجليدية داخل الخلايا.

- **كائنات ثابتة الحرارة (إندوثرمية)**

تتأثر بمصدرين للحرارة: حرارة البيئة الخارجية والحرارة الناتجة من التنفس الخلوي.
هذه الكائنات تمتلك آليات تسمح لها بالحفاظ على درجة حرارة جسم ثابتة من خلال زيادة إنتاج الحرارة أو زيادة فقدان الحرارة إلى البيئة.

تنتمي لهذه المجموعة :**الطيور والثدييات**.

تكيفات الكائنات الحية في البرد:

1. **جسم كبير وأطراف قصيرة** ←مساحة سطح أقل مكشوفة للبيئة مقارنة بالحجم ← يقل فقدان الحرارة.
2. **فراء أو ريش كثيف** ←يعمل كطبقة عازلة تمنع فقدان الحرارة.
3. **طبقة دهن تحت الجلد** ←عزل حراري فعّال، خاصة للحيوانات المائية مثل البطاريق والفقمات والدلافين والحيتان حيث لا يكون الريش فعّالًا داخل الماء.

آليات الحفاظ على الحرارة في البرد:

- زيادة الأيض وإنتاج الحرارة.
- الرجفان العضلي (الارتعاش) لتوليد حرارة – فعال لفترة قصيرة.
- انتصاب الشعر أو الريش ليحتجز طبقة هواء دافئة.
- تضييق الأوعية الدموية القريبة من الجلد لتقليل فقدان الحرارة.
- سلوكيات مثل الالتفاف على شكل كرة أو التجمع لتقليل فقدان الحرارة (كما نفعل عند استخدام البطانيات).

عندما تكون حرارة البيئة مرتفعة:

الحرارة تنتقل من البيئة إلى الجسم، ويصعب على الجسم التخلص من الحرارة الناتجة عن الأيض.

تكيفات الحيوانات في الحر:

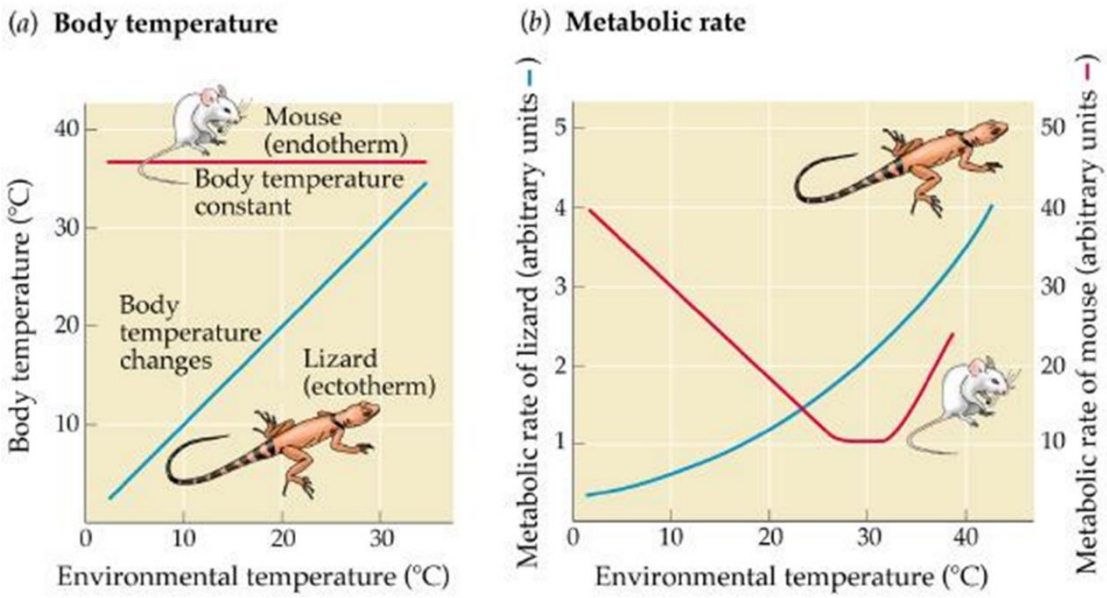
- جسم صغير وأطراف طويلة (مثل آذان الثعلب الصحراوي) ← مساحة سطح أكبر تسمح بتبريد الدم.

آليات الحفاظ على حرارة الجسم في الحر:

- تقليل معدل الأيض لتقليل إنتاج الحرارة.
- توسيع الأوعية الدموية تحت الجلد لزيادة فقدان الحرارة.
- **التعرق** ←يتبخر الماء من الجلد ويسحب الحرارة معه.
- **اللهاث** ←تبخير الماء من اللسان (مثل الكلاب) لتبريد الدم.
- سلوكيات مثل الاستلقاء على سطح بارد أو البحث عن الرياح لزيادة التبريد.

مقارنة بين المجموعتين:

الكائنات متغيرة الحرارة (أكتوثرمية)	الكائنات ثابتة الحرارة (إندوثرمية)
تتغير حرارة جسمها حسب البيئة.	تحافظ على حرارة جسم ثابتة.
تعتمد على حرارة البيئة.	تعتمد على حرارة داخلية من الأيض.
تكتسب وتفقد الحرارة بسهولة.	تحتاج لتبريد الجسم عند ارتفاع الحرارة.
تقتصد في الطاقة والماء والغذاء.	قادرة على العيش في بيئات متنوعة والنشاط في كل الأوقات.
محدودة النشاط حسب الظروف الحرارية.	كلفة عالية من حيث استهلاك الطاقة.



رسم 1: عن اليمين تأثير درجة حرارة البيئة على عمليات الأيض واستغلال الطاقة لكائن حي إندوثيرمي (بالأحمر) وإكتوثيرمي (بالأزرق). عن اليسار تأثير درجة حرارة البيئة على حرارة جسم كائن إندوثيرمي (بالأحمر) وإكتوثيرمي (بالأزرق).

في الرسم البياني عن اليمين نرى معدل الأيض (واستخلاص الطاقة) لدى نوعين من الكائنات الحية نسبةً إلى درجة حرارة البيئة:

كلما ارتفعت درجة الحرارة، ترتفع أيضًا درجة حرارة جسم الكائن ذي الدم البارد (متغيّر الحرارة)، ويرتفع معها معدل الأيض والعمليات الحيوية لأن التفاعلات الأنزيمية تزداد وتيرتها مع ازدياد درجة الحرارة. في هذه الحالة من الواضح أن معدل استيعاب الأوكسجين لدى الكائن يزداد أيضًا مع ارتفاع درجة الحرارة، لأن الأيض الأسرع يتطلب طاقة أكبر، ولذلك تكون وتيرة التنفس الخلوي أسرع.

أما لدى الكائن ثابت الحرارة، ففي درجة الحرارة المنخفضة, يحتاج الكائن الحي الى طاقة أكثر للحفاظ على درجة حرارة ثايتة وكذلك لو ارتفعت حرارة البيئة عن الحرارة المثلى. أما قريبا من الحرارة المثلى فهناك استغلال أقل للطاقة في عمليات الحفاظ على حرارة ثابتة.

العلاقة بين مساحة السطح والحجم

كلما كان الكائن الحي أقل حجما, كانت النسبة بين مساحة السطح والحجم أكبر ولذلك يتأثّر أكثر من البيئة ويحتاج أكثر للطاقة نسبة الى حجمه للحفاظ على درجة حرارة جسمه.