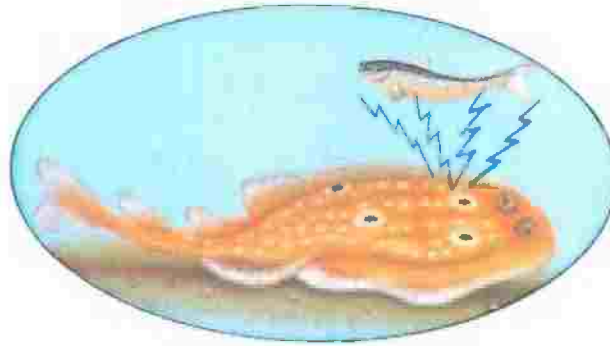


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحواس الخمس في عالم الحيوان

## حاسة اللمس



فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

لاماس، أندرو

حاسة اللمس. / أندرو لاماس: تراجمي فتحي - ط ٢. - الرياض، ١٤٢٩هـ

٣٢ ص: ٢١ × ٢٤ سم (سلسلة الحواس الخمس في عالم الحيوان)

ردمك: ٩٧٨-٩٩٦٠-٥٤-٤٩٧-٧

١- اللمس. ٢- الحيوان - وظائف الأعضاء. ٣- الحواس

أ- فتحي، تراجمي (مترجم) ب- العنوان ج- السلسلة

١٤٢٩/٢٥٢٧

ديوي ٥٩١.١٨٢٧

رقم الإيداع: ١٤٢٩/٢٥٢٧

ردمك: ٩٧٨-٩٩٦٠-٥٤-٤٩٧-٧

الطبعة الثانية

١٤٣١هـ / ٢٠١٠م

حقوق الطباعة محفوظة للناسر

التوزيع: مكتبة العبيكان  
Obeikan

الرياض - العليا - تقاطع طريق الملك فهد مع العروبة

هاتف ٤١٦٠٠١٨ / ٤٦٥٤٤٢٤ فاكس ٤٦٥٠١٢٩

ص.ب ٦٢٨٠٧ الرمز ٥٩٥ ١

الناسر: مكتبة العبيكان  
Obeikan للنشر

الرياض - شارع العليا العام - جنوب برج المملكة

هاتف ٢٩٣٧٥٧٤ / ٢٩٣٧٥٨١ فاكس ٢٩٣٧٥٨٨

ص.ب ٦٧٦٢٢ الرمز ١١٥١٧

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة. سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية. بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي» أو التسجيل. أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناسر.

Text: Andreu Llamas

Illustrations: Francisco Arredondo

*El tacto* © Copyright EDICIONES ESTE, S. A., 1995,  
Barcelona, Spain

Touch Copyright © 1996 by Chelsea House Publishers, a  
division of Main Line Book Co. All rights reserved.

1 3 5 7 9 8 6 4 2

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Llamas, Andreu.

{Tacto. English}

Touch / text, Andreu Llamas ; illustrations, Francisco  
Arredondo.

p. cm. — (The Five senses of the animal world)

Translation of *El tacto*.

Includes index.

Summary: Explains the sense of touch including information on  
the function of the skin, how the body measures and feels  
temperatures and how it responds to pain, and the sensitivity of  
whiskers.

ISBN 0-7910-3494-1. — ISBN 0-7910-3499-2 (pbk.)

1. Touch — Juvenile literature. [1. Touch. 2. Skin. 3. Senses  
and sensation.] I. Arredondo, Francisco, ill. II. Title III. Series.

QP451.16313 1996

95-1471

591.1'827—dc20

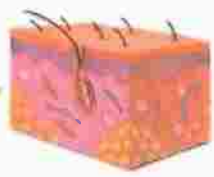
C P

AC

## المحتويات :

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| ٤  | ما هي حاسة اللمس؟              |
| ٦  | لغز الجلد                      |
| ٨  | حار وبارد                      |
| ١٠ | الألم                          |
| ١٢ | وضع الجسد                      |
| ١٤ | موجات في الماء                 |
| ١٦ | حاسة اللمس لدى الحشرات         |
| ١٨ | جلد الحيوانات المفصليّة        |
| ٢٠ | الشعوب الحساسة                 |
| ٢٢ | حاسة اللمس لدى العقارب الرملية |
| ٢٤ | الإحساس بقوة الجاذبية الأرضية  |
| ٢٦ | حواس خاصة أخرى                 |
| ٢٨ | كيف تكتشف العنائب فرانسها؟     |
| ٣٠ | الحاسة الكهربائية              |
| ٣٢ | المفردات الصعبة                |

ترجمة: تراجي فتحي  
الصف: ستامبا - القاهرة



## ما هي حاسة اللمس؟

تتمتع كافة الحيوانات بحاسة لمس تمدها بالمعلومات الخاصة بالأشياء ذات الصلة المباشرة بجسدها.

تسمح هذه الحاسة للحيوان باكتشاف صفات الشيء بمجرد لمسه. وتسمى المستقبلات التي تقوم بهذه المهمة مستقبلات لمسية. وتتكون من خلايا عصبية حسية تمتد من خلايا الجلد إلى الأغشية المخاطية. وتوجد تلك الخلايا بوفرة على سطح الجلد، وتعد المسئول الأول عن الإحساس بالحرارة والبرودة والألم بمجرد اللمس. بمجرد أن يتلامس شيء ما مع جسد الحيوان يحدث ضغط ينتج عنه تغير فوري في أشكال النهايات الحسية، وهكذا يتم إثارة المستقبلات الحسية.

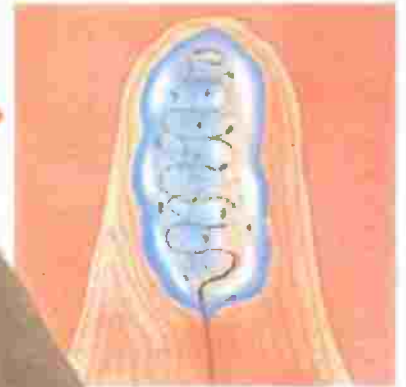
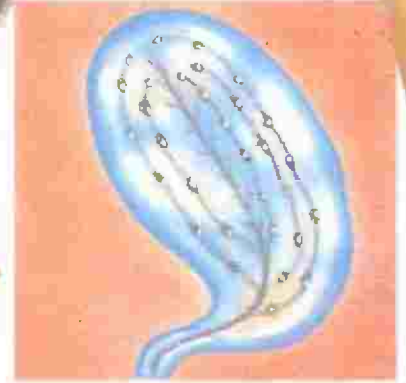
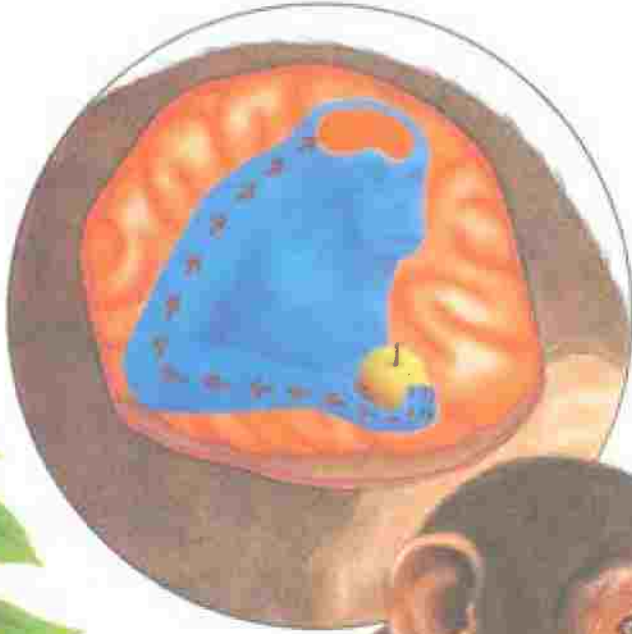
كما تسمح حاسة اللمس للحيوان بتعرف شكل ومادة وحرارة الأشياء التي يلمسها بجلده. ويوجد نوعان من مستقبلات الجهاز العصبي: الكريات الحسية والنهايات العصبية الحرة.

بعض هذه المستقبلات عبارة عن مجرد نهايات ليفية عصبية، والبعض الآخر عبارة عن نهايات عصبية مغلقة كالكريات. وعلى سبيل المثال تمنحنا النهايات العصبية الحرة معلومات حول اللمس الرقيق أو المصقول، وكذلك الإحساس بالألم.

قد توجد كريات  
عشبية في مناقير  
الطيور وعلى المناطق  
المكشوفة من  
جلدها ذات الريش  
القليل.

عندما يقوم الشمبانزي بالتقاط ثمرة فاكهة فإنه يتلقى الكثير من المعلومات: ما وزنها؟ هل هي طازجة؟ هل هي ناعمة؟ وما شكلها؟

ترى هنا مخ الشمبانزي وهو  
يقوم بتفسير المعلومات التي  
تلقاها حول مادة التفاحة  
وحجمها.



كليات باكسيني  
(عالية) وكريات  
ميسنر (بالأسفل)  
تقوم باكتشاف  
التغيرات السطحية.

## لفز الجلد

الجلد هو العضو الذي تملكه الحيوانات الفقارية، ويحتوي على النهايات العصبية المسؤولة عن نقل المعلومات التي تتلقاها عبر حاسة اللمس.

يغطي الجلد - لدى معظم الحيوانات - الجسد بأكمله فيما عدا الفتحات الطبيعية المبطنة بالغشاء المخاطي مثل الفم. ويؤدي الجلد العديد من المهام المختلفة، ولكن أهمها عزل الأعضاء الداخلية وحمايتها من أخطار العالم الخارجي مثل الالتهابات أو فقدان الماء. ومن الأهمية بمكان أيضا حصول الجلد على معلومات حول العالم المحيط بالحيوان، ويتمكن من هذا بفضل حاسة اللمس.

يتكون الجلد من ثلاث طبقات: الجلد التحتاني والأدمة والبشرة. الجلد التحتاني هو أعمق طبقات الجلد، ويتكون معظمه من الدهون. والأدمة هي الطبقة الوسطى، وهي على درجة كبيرة من الكفاءة، وخصوصا لدى الحيوانات الثديية. وتتكون من شبكة من الألياف المنتشرة في جميع الاتجاهات، حيث توجد بعض العناصر الأساسية لحاسة اللمس. أما البشرة فهي الطبقة التي تتصل بشكل مباشر بالعالم الخارجي. وتتكون من طبقات متنوعة من الخلايا المتشابهة. ومنها الطبقة القرنية التي تتولى مهمة الحماية. وتغير الطبقة القرنية لدى العديد من أنواع الحيوانات بشكل دوري.

وبالنسبة للإنسان تتساقط أجزاء صغيرة من هذه الطبقة لا تراها العين المجردة.

نهايات عصبية حرة

تملك الحيوانات الثديية عددا ضخما من النهايات العصبية الحرة في أطراف الأصابع.

يحتوي جلد الحيوانات الزاحفة على عدد من الغدد أقل بكثير من جلد الحيوانات البرمائية أو الثديية، إذ يحمي الجسد بأكمله طبقة قوية من الحراشيف تعمل حاجزا ضد العالم الخارجي.

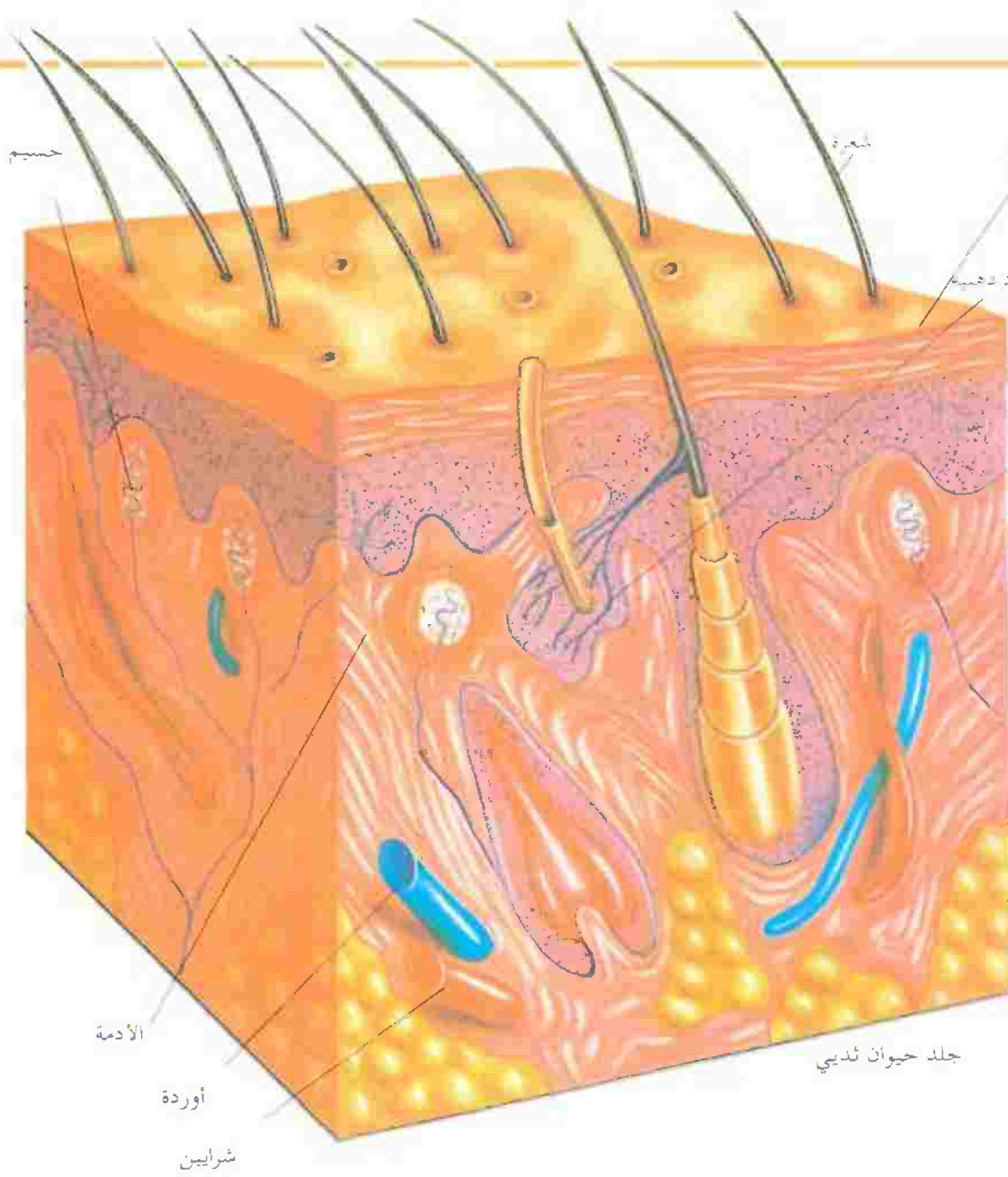
البشرة

طبقة  
قرنية

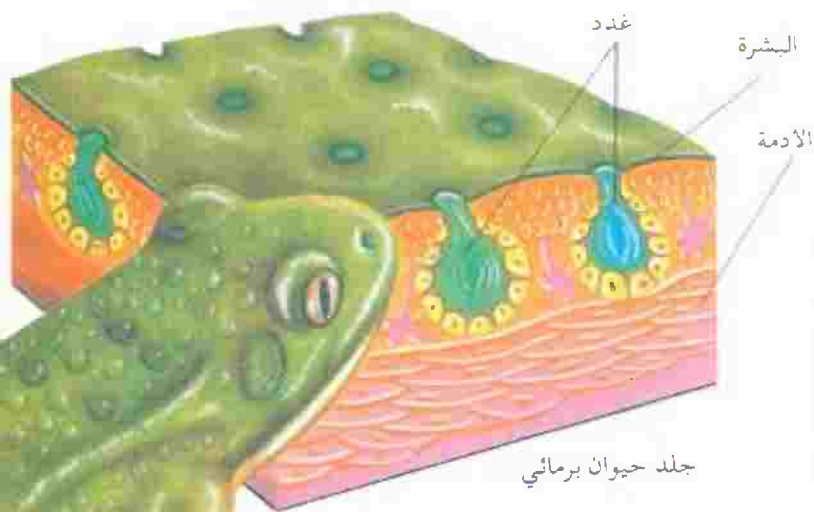
شفة

الأدمة

جلد حيوان من الزواحف



جلد حيوان ثديي



جلد حيوان برمائي

جلد البرمائيات رطب، ولا توجد عليه حراشيف، ويحتوي على عدد ضخم من الغدد. ويحتفظ هذا الجلد بقدرته على النفاذ لكي يتمكن الحيوان من التنفس خلاله.





## حار وبارد

هل تعجبت يوماً كيف يقيس الجسد درجة الحرارة ويحس بها؟!

تملك الحيوانات مستقبلات تنتشر على الجسد بأكمله، حيث تخبر المخ بأي تغيرات تحدث في درجة حرارة البيئة المحيطة. ولهذا الدور أهمية قصوى؛ لأن الحيوانات الفقارية تتمكن من أداء أنشطتها المختلفة بكفاءة أكبر في درجات حرارة محددة لجسدها، كما أنه جوهري تماماً بالنسبة لمعظم الحيوانات للتحكم في درجة حرارة أجسادها.

تقاس درجة الحرارة داخل المخ عن طريق مركز تحكم حراري يعمل بشكل مشابه للترموستات. عندما يتلقى المخ رسالة مفادها «حار جداً» يبدأ الحيوان في إفراز العرق وفي اللهث، ولو تلقى رسالة «بارد جداً» يبدأ جسد الحيوان في الارتعاش.

وعندما يتعطل عضو ما في جسد الحيوان عن العمل كما ينبغي تحدث الحمى عادة كأول الأعراض الدالة على أن هناك نوعاً من المرض مسئولاً عن ذلك.

وبالنسبة للحيوانات ذات الدم البارد مثل الزواحف تعتمد درجة حرارة الجسد على درجة حرارة البيئة المحيطة. لذلك فإنه من الضروري أن تختار بحرص مكان معيشتها وعدد الساعات التي تقضيها معرضة أجسادها لحرارة الشمس. وعلى أية حال تملك الطيور والحيوانات الثديية مواد عازلة مثل الريش والشعر والدهن، مما يسمح لها بالبقاء نشطة حتى في الأجواء الشديدة البرودة.

كما تملك تلك الحيوانات (الهيويتلاموس) الموجود في ساق المخ، والذي ينظم درجة حرارة الجسد ليحتفظ بها في المستوى الأمثل.



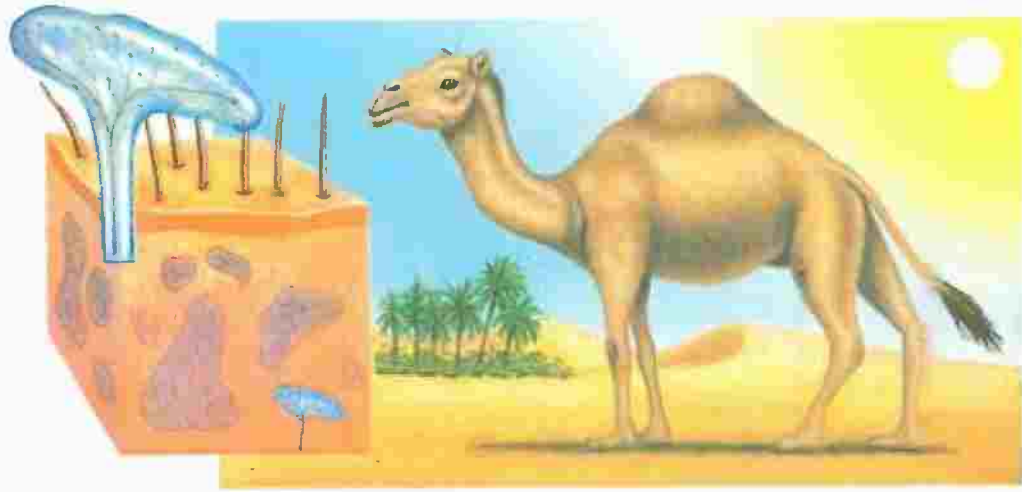
تري هنا رسماً توضيحياً لكيفية انتقال المعلومة الخاصة بدرجة الحرارة اأخارجية من المستقبلات السطحية إلى المخ. يتعين على المخ تفسير تلك المعلومة لكي يتمكن من تقرير ما إذا كان يجب أن ينتج مزيداً من الحرارة أو يفقد بعضها.

تعد الانتفاخات الطرفية أو كريات كراوس مستقبلات البرودة؛ لأنها حساسة بشكل خاص لدرجات الحرارة المنخفضة.



كربيات رافيني  
( مستقبلات الحرارة )

تعد الأعضاء الطرفية أو  
كربيات رافيني  
مستقبلات الحرارة،  
حيث توجد داخل  
الأدمة في طبقة أكثر  
عمقاً من مستقبلات  
البرودة، وتتمتع  
بحساسية للزيادة في  
درجة الحرارة.



كربيات كراوس  
( مستقبلات البرودة )





## الألم

هل حدث يوماً ما أنك وخزت إصبعك بالدبوس؟ لو حدث ذلك فإنك تكون بالتأكد قد أبعدت إصبعك بأسرع ما يمكن. أليس كذلك؟

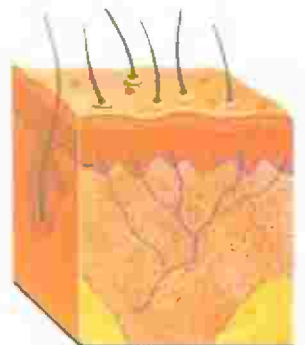
إنك أبعدت إصبعك لا لأن رسالة الألم قد وصلت إلى المخ، بل لأنها اتجهت إلى الحبل الشوكي الذي قام بدوره بإرسال الأمر «حرك إصبعك بعيداً على الفور». عندما يصيب الجسد شيء ما يحدث الألم فيستجيب الكائن الحي بفعل غير إرادي. لهذا عندما يصل الإحساس بالألم إلى المخ يكون قد تم اتخاذ رد الفعل الدفاعي من أجل إنقاذ الوقت.

تتكون المستقبلات العصبية التي تخبرنا عن الإحساس بالألم من نهايات عصبية عارية توجد في أعماق طبقات البشرة. كما قد توجد أيضاً في الطبقة القرنية التي لا تحتوي على أية مستقبلات للمس.

تملك الحيوانات أيضاً جهازاً قادراً على اكتشاف أي خلل في عمل الأعضاء الداخلية. وهي حاسة الألم الداخلية التي تعتمد على مستقبلات تتكون من النهايات العصبية الحرة الموجودة ضمن الألياف العضلية. ويعتقد العلماء أن كريات باكسيني تقوم أيضاً بنقل الإحساس الداخلي بالألم. وتوجد هذه الكريات في (المساريقا)، وهي الطبقات الغشائية التي تغلف الأعضاء الداخلية.

عندما تكتشف مستقبلات الألم عدواناً ما (كما في الصورة العليا) ينتقل الأمر بالتحرك السريع من الحبل الشوكي إلى العضلات دون ضرورة للمرور إلى المخ أولاً.

هكذا تبدو النهايات العصبية الحرة التي تنقل الإحساس بالألم والملمس الدقيق.



إن القدرة على الإحساس بالألم قد تمثل  
حداً فاصلاً بين الموت والحياة. عندما  
يتعارك ذكوران من الأسود يشعر الذكر  
الضعف بالألم من جراء الإصابات التي  
يحدثها به الذكر الأقوى، وعندها يتمكن  
من اتخاذ قرار الانسحاب حفاظاً على  
سلامته. ولو أن الذكورين على القدر نفسه  
من الندية فإنه من المحتمل أن يلقي أحد  
الخصمين حتفاً.



## وضع الجسد

لماذا لا نسقط من الفراش أثناء النوم؟

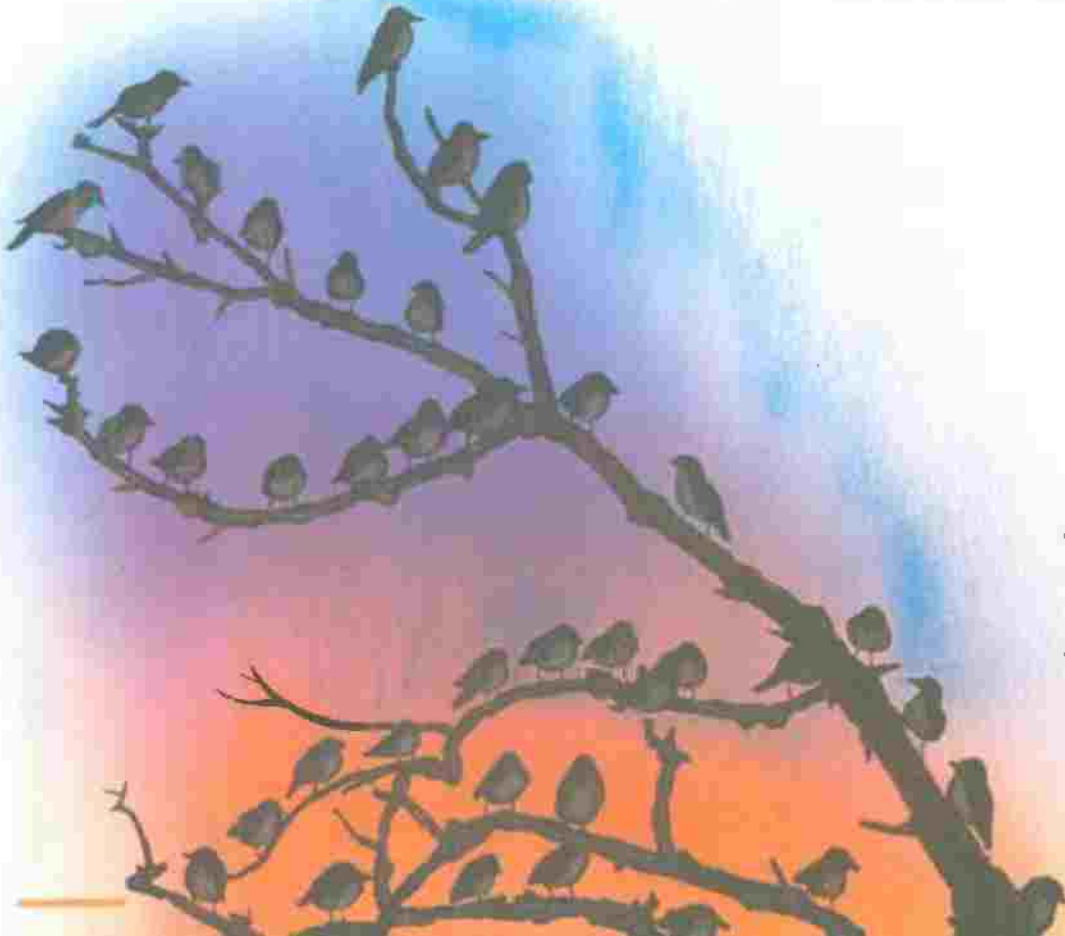
يقوم الحيوان بتغيير وضع جسده بشكل مستمر أثناء النوم تفادياً للتقلصات والإحساس بعدم الراحة. علاوة على ذلك، يقوم المخ بالتحكم في وضع الجسد تفادياً للسقوط. (أسفل)

إنه من المهم جداً بالنسبة للحيوانات أن تعلم دائماً وضع جميع أجزاء الجسد المختلفة بشكل دقيق. ويتم تلقي كل تلك المعلومات عبر مستقبلات شديدة الخصوصية تسمى المستقبلات الذاتية، وتوجد في الأوتار والمفاصل والعضلات الهيكلية. وبفضل تلك المستقبلات يتلقى المخ معلومات مستمرة حول وضع وحركة أعضاء الجسد المختلفة.

يطلق على حاسة اللمس الفريدة هذه حاسة الاستقبال الذاتي، وتتمتع بأهمية خاصة أثناء نوم الحيوان؛ لأنه لا يتمكن من التحكم في وضع جسده بشكل واع. وتلعب تلك الحاسة دوراً مهماً بين الخواس الخمس، إذ يخبرنا الجلد عن مكان إحساسه بضغط ما، والمسافة بين مشيرين مختلفين أيضاً، وشكل وهيئة الشيء الذي يلمسه، وما إذا كان هذا الشيء يتحرك على سطحه. وترسل المستقبلات الذاتية نوعاً مختلفاً تماماً من الرسائل الداخلية التي تساعد على إكمال الرسائل التي يقوم الجلد بإرسالها.

يختلف شكل هذه المستقبلات الذاتية وقد تتكون من نهايات عصبية حرة أو من أشكال مختلفة من الكريات أو الجسيمات المستطيلة.

أثناء نوم الحيوان ينخفض إدراكه للعالم المحيط به إلى حد بعيد؛ لأن آلياته الدفاعية تنوقف عن العمل. وقد ينتج عن هذا نتائج خطيرة؛ لأن أعداء الحيوان قد تقوم بمهاجمته قبل أن يكون لديه الوقت الكافي لرد العدوان.





يتناول حيوان الكوالا طعاما فقيرا في قيمته الغذائية، حيث يقضي ١٨ ساعة يوميا في النوم على غصن شجرة، وبفضل المعلومات التي يتلقاها من المستقبلات الذاتية يضمن عدم سقوطه.

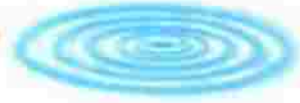


عادة ما تقوم الحيوانات بمط أجسادها والتشاؤب قبل السقوط في السبات وقبل الاستيقاظ، مثل هذه الغوريلا.



إن معرفة وضع أجزاء الجسد المختلفة بدقة هي مهمة حاسة الاستقبال الذاتي، وتكتسب أهمية بالغة لدى بعض الحيوانات مثل هذا المنجاب.





## موجات في الماء

هناك العديد من أنواع الحيوانات المائية اللافقارية تتمتع بحساسية بالغة للتغيرات الطفيفة في ضغط الماء، أو الموجات المائية.

إن هذا النوع من الحساسية مفيد للغاية، فالخنفساء المدوّمة مثلاً تحدث سلسلة من الموجات أثناء حركتها. وقد تعلمت الحيوانات اللافقارية اكتشاف وتفسير الصدى المنعكس عن تلك الموجات وتكوين صورة للأشياء المحيطة. وبعضها مثل بق الماء أو عناكب الماء يستخدم الموجات المائية في عملية الصيد؛ إذ يسند العنكبوت المائي أرجله على الماء لكي يجد فريسته. حيث يملك شعيرات صغيرة على كل رجل تتمتع بحساسية بالغة لأصغر التغيرات على سطح الماء.

وتحدث كل سمكة الموجات الخاصة بها أثناء السباحة، وعندما تسيح السمكة داخل سرب من الأسماك وبعد أن تتخذ موضعها بالنسبة للأسماك الأخرى تستخدم عينيها وخطها الجانبي لتقيس سرعة رفاقها. وهي بذلك تحافظ على وضعها داخل السرب حتى في الظلام الدامس. والخط الجانبي عبارة عن عضو شديد التعقيد يقوم بقياس سرعة تدفق الماء حول السمكة، وقياس سرعة السمكة ذاتها أيضاً.

لو قامت سمكة قرش بهجوم مفاجئ على سرب من الأسماك تتمكن كل الأسماك في جزء من الثانية من الحركة في الاتجاه المضاد بعيداً عن المهاجم؛ إذ يتشتت السرب على الفور، ولكن دون أن تصطدم أية سمكة بالأخرى. وبعد ذلك تتجمع الأسماك ببطء ثانية.

ويستحيل على الأسماك القيام بكل هذا بدون حاسة السمع التي يوفرها الخط الجانبي.



ترتد الأمواج التي تحدثها الخنفساء المدوّمة إليها ثانية على شكل صدى ما يساعدها على تكوين صورة للعالم المحيط بها.





٣- عندما يزول الخطر تشكل الأسماك  
سربها مرة  
أخرى.



٢- في أقل من الثانية تتشتت كل  
الأسماك في اتجاهات مختلفة.



١- تقترب سمكة البركودة لمهاجمة  
سرب من الأسماك، ولكن الموجات  
المنعجة عن حركاتها تمكن الخطوط  
الحسنية للأسماك من اكتشافها.

تستجيب بقعة الماء - التي يمكنك رؤيتها  
تتحرك في بركة الماء - بسرعة فائقة عندما  
تكتشف وجود فريسة مثل هذه الذبابة  
الساقطة في الماء.





## حاسة اللمس لدى الحشرات

تثير حاسة اللمس لدى الحشرات الاهتمام لحد كبير؛ بسبب الأعداد الضخمة والتنوع الكبير الذي تتمتع به المستقبلات التي تملكها كل حشرة.

ويعد الشعر الحسي أبسط أنواع المستقبلات لدى الحشرة.

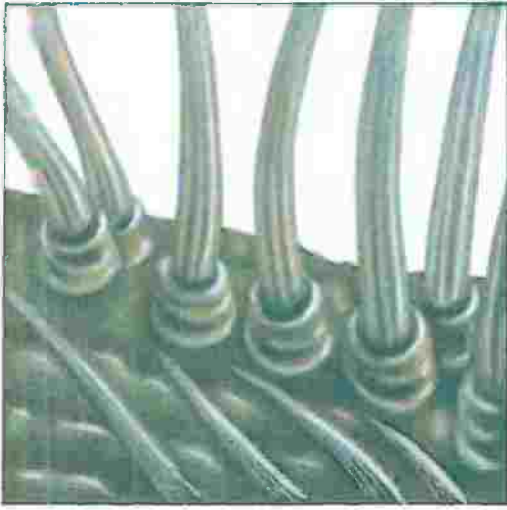
فلو أنك نظرت بدقة إلى حشرة ما فستلاحظ وجود عدد كبير من الشعيرات الصغيرة منتشرة على أجزاء مختلفة من جسدها. وتعد هذه الشعيرات أعضاء إحساس بسيطة ومعزولة عادة ما توجد على البشرة المتصلبة والزوائد. وتتمثل وظيفة تلك الشعيرات في التقاط الإثارة الآتية من داخل أو خارج الحشرة.

وللمستقبلات لدى الحشرات العديد من الوظائف المهمة؛ فإلى جانب مساعدتها في الإحساس اللمسي فإن لها علاقة أيضاً بإحساس الحشرة بالجاذبية الأرضية واكتشاف الذبذبات الآتية من باطن الأرض أو الماء، وأيضاً الذبذبات المرسلّة في الهواء.

كما يوجد أيضاً مزيد من المستقبلات المعقدة التي تتولى مهمة اكتشاف أنواع أخرى من الذبذبات. فبعضها يساعد على توازن الحشرة، وبعضها يسجل حركات الهواء، والبعض الآخر يحل محل الأعضاء السمعية.

وفي كل هذه الحالات تعد المستقبلات أعضاء عميقة الإحساس منتشرة على قرون الاستشعار والأجنحة والأرجل والصدر.

وتتمتع الحشرات أيضاً بأعضاء استقبال ذاتي (تقوم بإخبار الحشرة بوضع جسدها)، وتثيرها الضغوط والتوترات الداخلية الناشئة عن جسد الحشرة.



هكذا تبدو الشعيرات الموجودة على قرص استشعار الحشرة مكبرة بواسطة ميكروسكوب الإلكتروني.



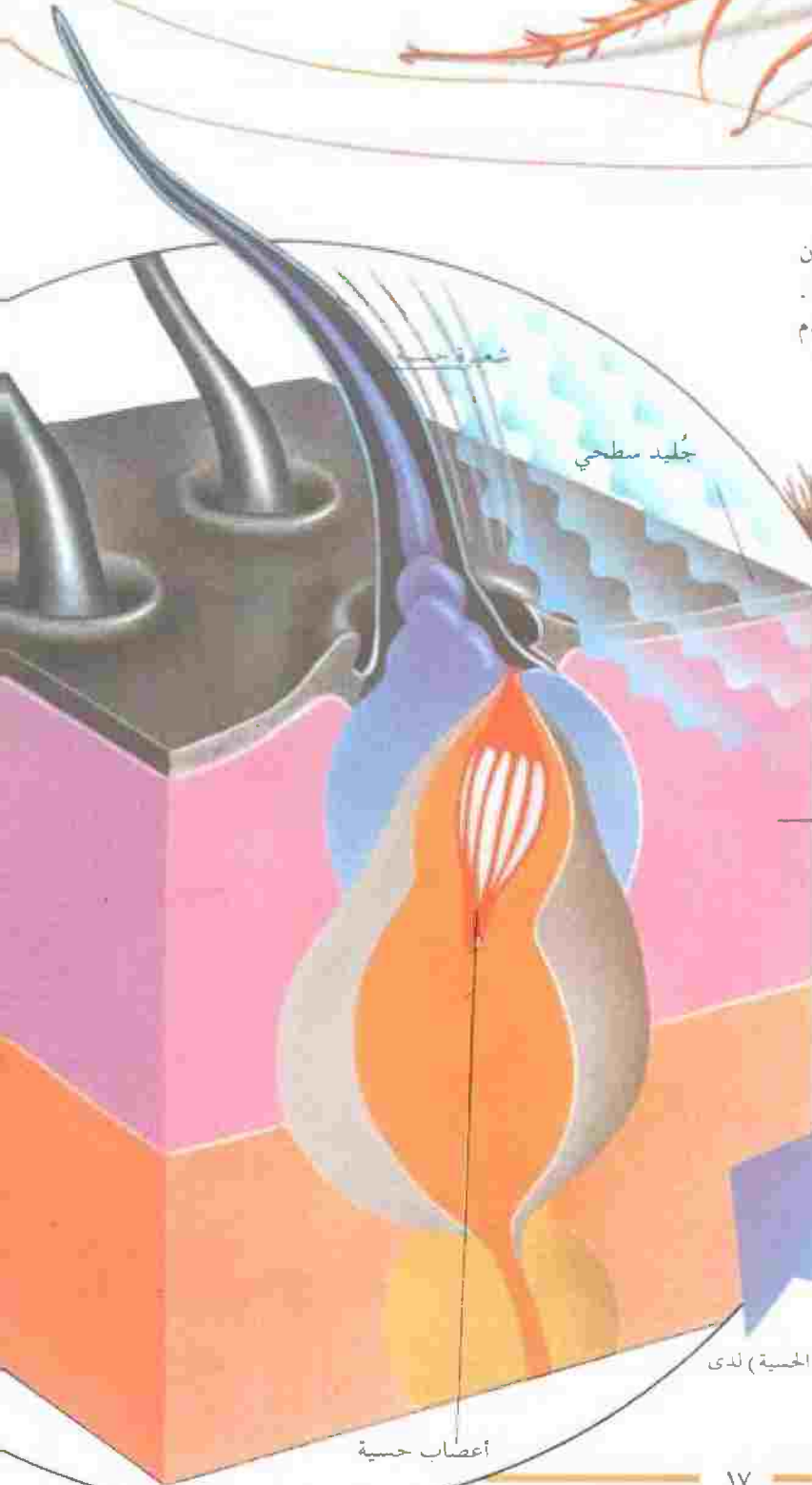
يتم الإحساس باللمس بفضل الشعر الحسي المنتشر على نقاط مختلفة من جسد الحشرة وقرون الاستشعار. ويشار هذا الشعر الحسي عن طريق حركة الشعيرات المتصلة بالقاعدة المفصليّة.



يمكنك أن ترى هنا الشعيرات الصغيرة المعقدة حول فم يرقة بقة السجاد، ولكل شعرة مفصل عند قاعدتها، وتتمتع بحساسية للذبذبات.



لهذا الصرصور قرنا استشعار بالغا الطول، ويمثلان أهمية كبرى في إكتشاف ذبذبات التيارات الهوائية. ومن الممكن أيضاً أن يستخدمهما كما يستخدم الشخص الأعمى عصاه تماماً





## جلد الحيوانات المفصليّة

هل لأي من الذبابة أو العنكبوت أو سرطان البحر جلد؟

تشكل الحيوانات المفصليّة ٨٠٪ من كل أنواع الحيوانات المعروفة في العالم. ومن أهم أسباب نجاحها في البقاء على قيد الحياة جلدّها أو بشرتها المتصلبة.

وللبشرة المتصلبة العديد من الوظائف، فهي تعمل كهيكل يحمي جسد الحيوان المفصلي وأطرافه، كما تعمل لدى بعض الحشرات كأجنحة. ومن أهم وظائفها أيضاً منع فقدان الماء أو الجفاف.

لو أنك دقت النظر لاحظت أنه ليس لكل الحيوانات المفصليّة البشرة المتصلبة نفسها. فبعضها يتمتع بصدف بالغة الرقة، بينما يتمتع البعض الآخر بصدف بالغة الصلابة (مثل سرطان البحر والخنفس).

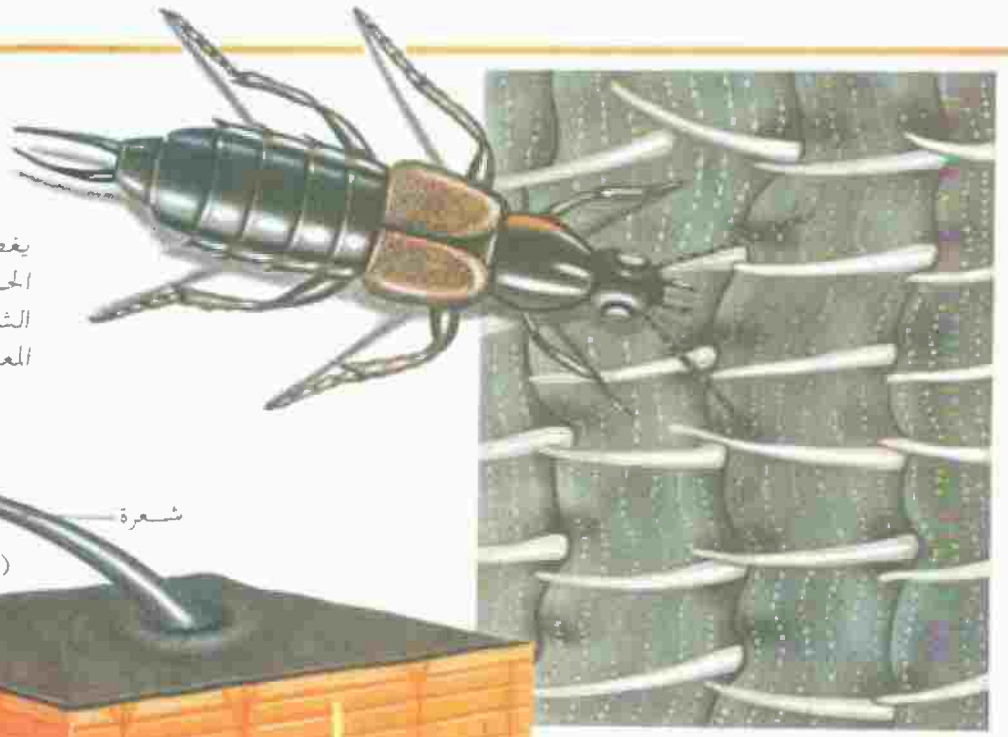
وعلى أية حال هناك مشكلة خاصة بهذا النوع المميز من الجلد؛ فلو رغب الحيوان في النمو فعليه أن يتمكن من تغييره بآخر أكبر حجماً. وتعد هذه التغييرات المرحلية على قدر كبير من الأهمية؛ لأنه يجب أن يطابق درع الحيوان المفصلي حجم الجسد نفسه الذي ينمو بداخله.

إن حيوان المخدافي الأرجل من الحيوانات القشرية الصغيرة الحجم، ويسبح عن طريق دفع نفسه بواسطة قرني استشعار ضخمين أو المجسات التي تعمل أيضاً كأعضاء حسية نظراً لانتشار عدد ضخم من الشعيرات الحسية عليها.

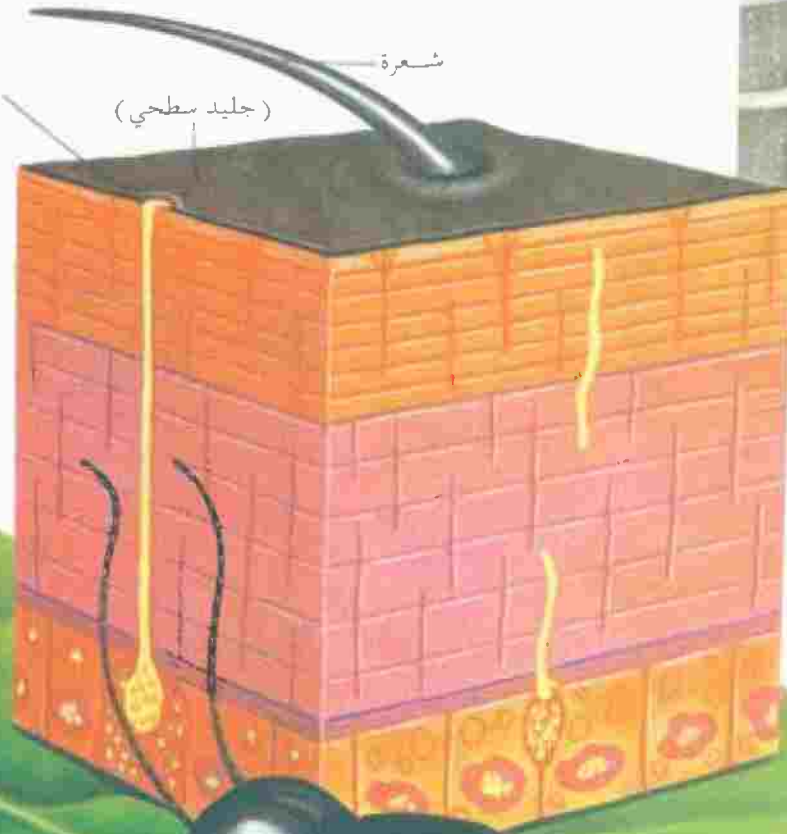


بمقدور بعض أنواع سرطان البحر تغيير صدفها عدداً من المرات قد يبلغ ثماني مرات في عامها الأول فقط. وبعد ذلك تستمر في تغيير صدفها مرة أو مرتين سنوياً. يتغير كل شيء بما في ذلك قرنا الاستشعار الحساسان.

يغطي البشرة المتصلبة لبعض  
الحشرات عدد ضخم من  
الشعيرات الحسية التي تتلقى  
المعلومات من العالم المحيط بها.



شعرة  
غدة  
جلدية  
(جلد سطحي)



جلد أمامي

قطاع من بشرة متصلبة  
لحيوان مفصلي

البشرة





## الشوارب الحسية

هل لاحظت يوماً أن الحيوان الواحد قد يملك أنواعاً مختلفة من الشعر؟

يمكنك تذكر كل أنواع الشعر المختلفة الموجودة على رأس الحيوان وذيله ورموشه والموجود في فتحتي أنفه. وقد خلقت هذه الأنواع المختلفة من الشعر ليتخصص كل نوع في أداء مهمة محددة خاصة به. يوجد لدى الحيوانات الثديية نوع خاص جداً من الشعر يعمل كمستقبل لحاسة اللمس، وهو الشوارب. وتوجد الشوارب على خطم (مقدمة أنف وفم) العديد من الحيوانات الثديية. وتتمتع الشوارب بمقدرة خاصة لدى الحيوانات الثديية ذات الأنشطة الليلية.

تتكون الشوارب من النهايات اللمسية الموجودة على جذر الشعرة فقط وعلى قاعدة جريبات الشعر. ويتميز هذا الشعر بحساسية مذهلة نتيجة لوجود العديد من النهايات العصبية على جذوره التي تتخذ شكل التجاويف. وهناك أنواع أخرى من جريبات الشعر تتمتع أيضاً بالعديد من النهايات العصبية، ولكنها أقل حساسية من الشوارب؛ لأنه ليس لها أية تجاويف.

عندما يقوم شيء ما بإثارة الشارب ينتقل ازدياد ضغط الدم إلى الجذر مثيراً الأعصاب الحساسة بالشارب. حيث يتم إرسال المعلومة إلى المخ لتفسيرها.



تشتهر حيوانات الفقمة (عجل البحر)، بمهارتها في صيد الأسماك حتى في المياه الخالكة الظلمة. ويكمن السر وراء نجاحها في ذلك في الشعر المنتشر على خطمها، والذي يتمتع بحساسية شديدة لللمس وبإمكانه اكتشاف أقل الموجات المائية النازمة عن حركة السمكة.

تتميز شوارب حيوان القندس بالحساسية الشديدة ومنفعتها الكبيرة.



بمقدور حيوان منقار البط (بلاطيوس) البحث عن غذائه تحت سطح الماء وعينه مغلقتان بفضل منقاره الذي يعد عضواً شديداً التمييز؛ فهو ليس حساساً للمس فحسب، بل بمقدوره أيضاً اكتشاف الشحنات الكهربائية التي تقوم بإصدارها حيوانات برغوث البحر التي يتغذى عليها إذ تقوم حيوانات برغوث البحر بإصدار مجالات كهربية لا تتجاوز  $\frac{1}{100}$  من الفولت، ولكن يمكن حيوان منقار البط من اكتشافها على بعد يزيد على ثلاثة أقدام.

أما فصيلة السنوريات فتستعين بشواربها في قياس المسافات بينها وبين الأشياء القريبة لتتفادى الاصطدام بها.



يملك فرس النهر على خطمه شعراً بالغ الحساسية يساعد على اكتشاف الأشياء القريبة في المياه الطينية.



## حاسة اللمس لدى العقارب الرملية

إن العقرب الرملي حيوان ليلي يصطاد غذاءه ليلاً. وهو حيوان مفصلي بسيط يفتقر إلى الحواس الأكثر مقدرة، مثل البصر والسمع والشم، التي تستخدمها الحيوانات الأخرى في العثور على غذائها.

لا يتمكن العقرب الرملي من رؤية أو سماع الحشرات التي يتغذى عليها، لذا عليه أن يعتمد على مستقبلاته التي تتمتع بحساسية فائقة حتى لأضعف الذبذبات في الرمل.

عندما تخط فراشة ما على الرمل بالقرب من العقرب سرعان ما يتجه العقرب نحوها. ونادراً ما يخفق العقرب في هذا الهجوم. ويعتقد العلماء أن هذه الحيوانات لا تستجيب للإثارة البصرية أو السمعية، ولكن بمقدورها اكتشاف الذبذبات الميكانيكية في الرمل والاستفادة منها في معرفة المعلومات الدقيقة اللازمة للعثور على الفريسة. بل يتمكن العقرب الرملي من العثور على الفريسة المختبئة تحت سطح الأرض.

ومع حلول الليل يهجر العقرب جحره وينتظر في مكانه إلى أن تقترب فريسة ما بشكل كافٍ فيهاجمها. وإذا لم ينجح العقرب يظل ساكناً لساعات عديدة قبل عودته إلى جحره.

عندما تدخل الفريسة في منطقة الاصطياد يتخذ العقرب وضع الاستعداد فيقوم بفتح قدميه اللامستين، ويمدهما للأمام، بينما يرفع باقي جسده منتصباً على الرمل. ثم يحرك قدميه اللامستين بسرعة ويتقدم عدة بوصات، وإذا لم تنجح القدمان اللامستان في لمس الفريسة يظل العقرب ساكناً حتى تتحرك الفريسة مرة أخرى.

بمقدور العقرب الرملي اكتشاف الضرصور وهو يحفر على بعد ثلاثة أقدام. يقترب العقرب ببطء رافعاً الجزء الخلفي من جسده، واخراً الرمل مرة تلو الأخرى بقدميه اللامستين حتى يلمس الضرصور ويقبض عليه.

تملك  
يرقات حشرة  
الدعسوقة قدرة  
ضعيفة للغاية على  
الرؤية، لذلك لكي  
تصطاد تتحرك من  
سكّات لآخر لا مسة  
كل جزء فيه حتى تعثر  
على فرائسها، مثل  
قمل النبات هذا.

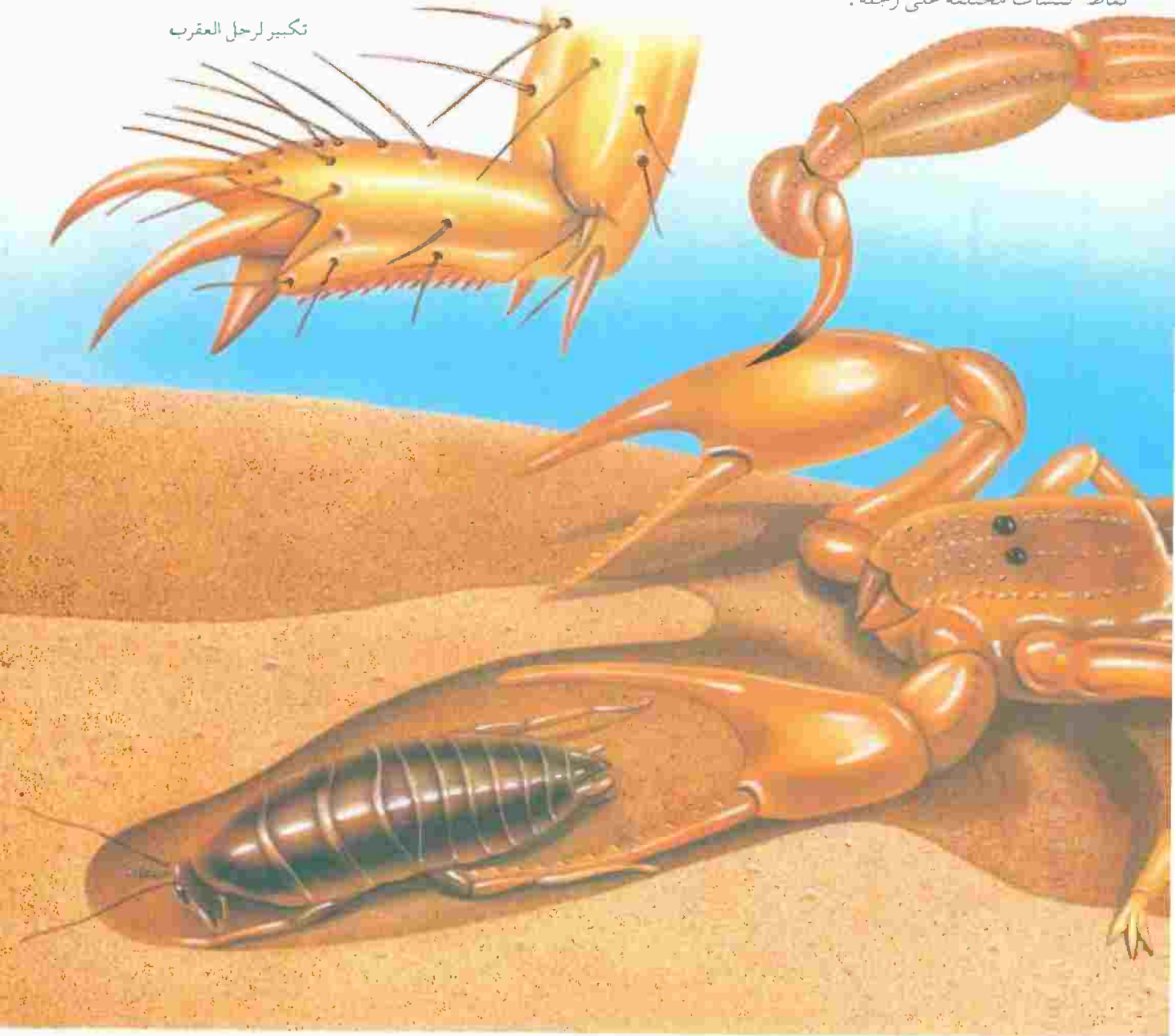


الشعيرات الموجودة على  
رجل العقرب تقوم باكتشاف  
الذبذبات .

الفريسة تحدث ذبذبات أثناء  
حركتها على الرمل

تحتل لشعيرات الحساسة الموجودة على رجل العقرب أهمية قصوى في تقنية  
الاكتشاف . فلكي يعثر على فريسته يقوم بمقارنة الإشارات التي يستقبلها من  
نقاط اكتشاف مختلفة على رجله .

تكبير لرجل العقرب





## الإحساس بقوة الجاذبية الأرضية

إن الإحساس بقوة الجاذبية الأرضية أمر شائع بين الحيوانات؛ لأنه يمنحها معلومات بالغة الأهمية حول كل ما فوقها وما تحتها.

تملك الحيوانات الأكثر تعقيداً مستقبلات للجاذبية الأرضية يطلق عليها أكياس الموازنة. وتتكون تلك المستقبلات من نوع من الجزيء أو الحجر الصغير من كربونات الكالسيوم، ويوجد في مواجهة العديد من الشعيرات اللمسية. وعندما يتحرك الحيوان تتسبب كل حركة لجسده بالنسبة للجاذبية الأرضية في إثارة أهداب خلايا حسية أخرى، سرعان ما تقوم بدورها بإرسال المعلومات للجهاز العصبي المركزي.

كما يتم اكتشاف السرعة بالأسلوب نفسه، ولكن في هذه الحالة يتحرك السائل، ونتيجة لحركته تتحرك الشعيرات الصغيرة في الاتجاه نفسه الذي يتحرك الحيوان إليه. وبالنسبة للحيوانات الفقارية تكون الأذن الداخلية هي العضو المسئول عن هذا؛ إذ تتكون من ثلاث قنوات شبه دائرية موضوعة على ثلاثة مستويات مختلفة، كل منها متعامدة على الأخرى. تمتلئ تلك القنوات بمسائل يتحرك مع أية حركة للجسد، مما ينتج عنه إثارة الخلايا الحسية.

تمثل معلومات (الانقلاب رأساً على عقب) أهمية كبرى للعديد من الحيوانات. فـ **فلقطة** على سبيل مثال قادرة على قلب أجسادها في الهواء، بينما تهبط دائماً على أقدامها. **يا** لها من استجابات سريعة!

لدى الطيور يكتسب التحكم المستمر في وضعه بالنسبة للأرض الصلبة تحتها أهمية خاصة.



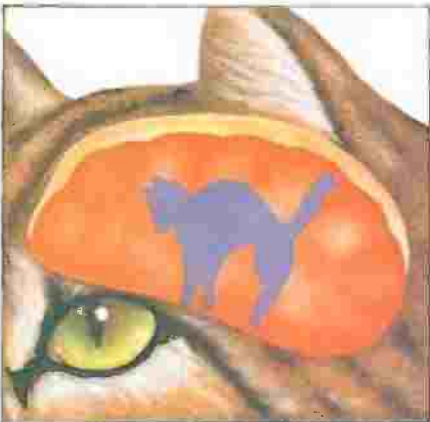


تقوم المستقبلات بإخبار المخ عن  
الوضع غير الملائم أثناء السقوط .



تمكن المعلومات التي يتلقاها المخ  
الحيوان من استعادة الوضع الصحيح .

يستعد الجسد للهبوط على الأرض  
دون تعرضه للإصابة .





## حواس خاصة أخرى

يوجد في عالم الحيوان العديد من أنواع الحواس الأخرى من العسير ضمها ضمن الحواس الخمس المعروفة لدينا.

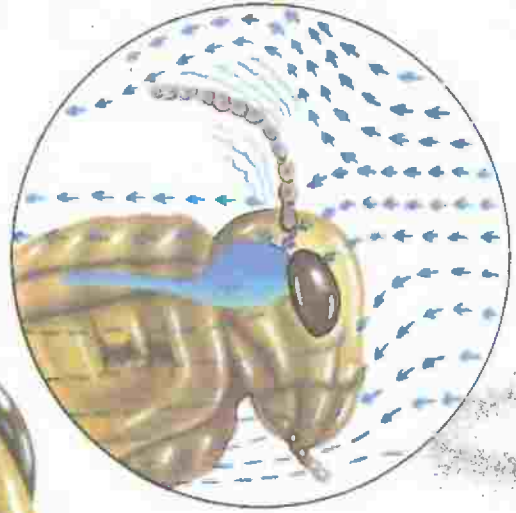
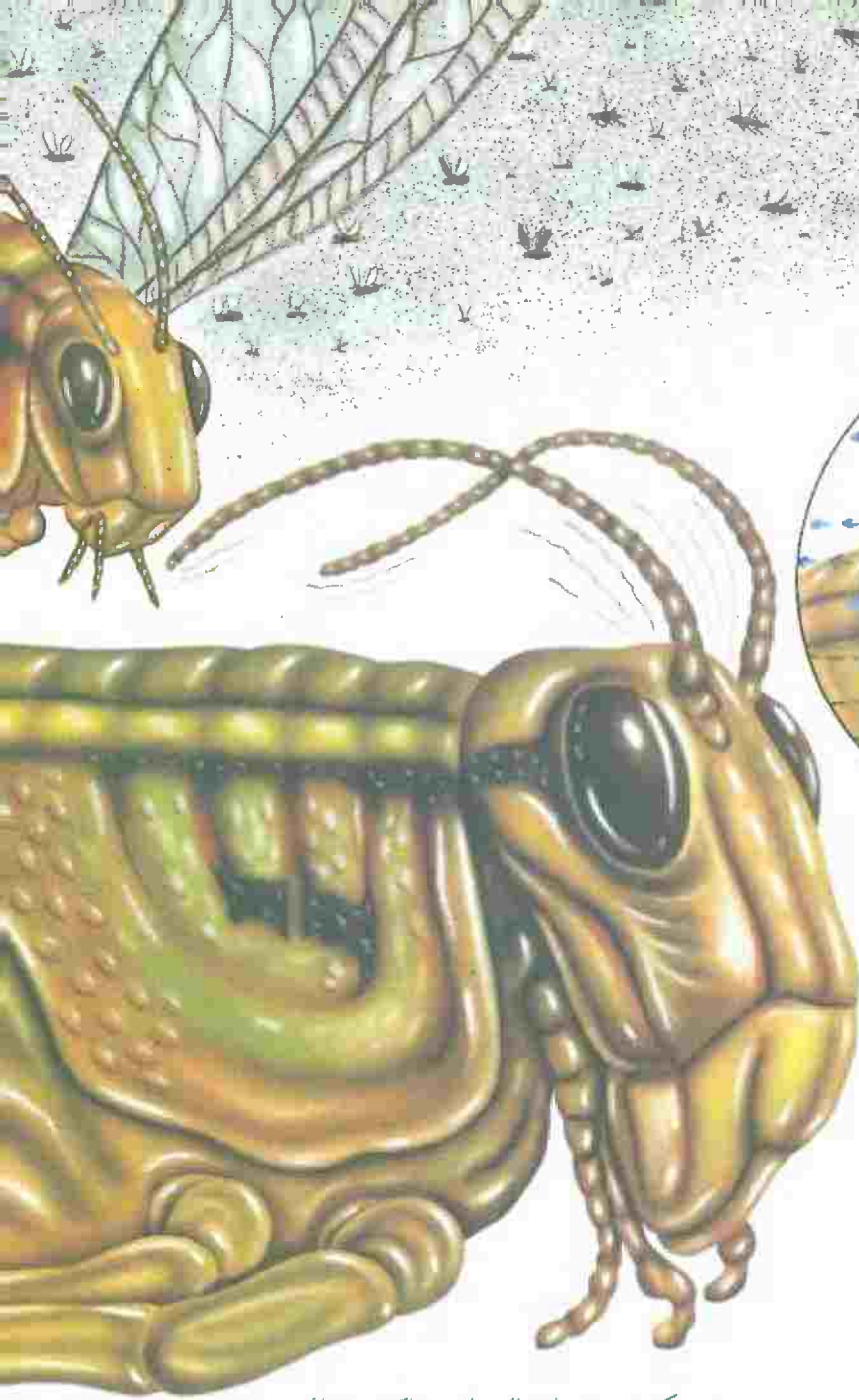
هل تعلم أنه يوجد عدد ضخم من البكتريا القادرة على التجوال مسترشدة بالمجال المغناطيسي الأرضي؟ يوجد داخل خلايا هذه البكتريا بلورات من المجنيت (أكسيد الحديد الأسود) وهو معدن مغناطيسي قوي يوجد تحت سطح الأرض. وتوجد تلك البلورات لدى بعض أنواع البكتريا مشكلة سلسلة من الخطوط تعمل كإبرة البوصلة. ويطلق على التوجه المغناطيسي للبكتريا (التاكسي المغناطيسي). وهناك حيوانات أخرى مثل أسماك القرش تتمتع أيضاً بقدرة على اكتشاف التغيرات الطفيفة في المجال المغناطيسي.

كما أن هناك حيوانات بالغة الحساسية للتيارات الهوائية. ومن المنطقي أن تفترض أن الطيور والحشرات الطائرة قادرة على رصد التغيرات في التيارات الهوائية نظراً لتأثيرها في قدرتها على الطيران. اكتشف العلماء أن قرني استشعار حشرة الجراد يمثلان محرك السرعة لديها، فعندما تزيد حشرة الجراد من سرعتها تزداد مقاومة الهواء، مما ينتج عنه انثناء قرني الاستشعار للخلف أكثر وأكثر. أما العقرب فيعد من أكثر الحيوانات حساسية للتيارات الهوائية؛ إذ بمقدور الشعيرات الدقيقة المنتشرة على مخالبه اكتشاف أقل الذبذبات الهوائية الناجمة عن حركة حشرة ما بالقرب منه.

تتمكن كل جرادة من حساب سرعتها نتيجة للهواء العابر فوق قرني استشعارها. وبذلك تتمكن من تعديل طيرانها لكي تتحرك ما بأقل جهد ممكن.

يظل جسد الثعبان ملاصقاً للأرض طوال الوقت، حيث يتمتع بحساسية شديدة لأقل الذبذبات بما في ذلك الذبذبات المنبثقة عن الزلازل. ومنذ زمن طويل ساد اعتقاد بأن الثعابين مخلوقات صحيرية لأنها تستطيع معرفة متى تحدث الزلازل.





تتمكن حشرات النحل من اكتشاف  
الموجات الكهرومغناطيسية والتغيرات في  
البيئة الكهربية الاستاتيكية المحيطة.



يتمتع ذكر سرطان الكمان بمخالب أطول  
بكثير من الأنثى، حيث يعمل  
كصندوق مرنين بالغ الحساسية للذبذبات.





## كيف تكتشف العناكب فرائسها؟

تتمتع العناكب بحاسة لمس فائقة القدرة.

كما يفعل العقرب الرملي تماماً يقود العنكبوت نفسه تجاه ضحيته من خلال (سماع) حركاتها مستخدماً أرجله.

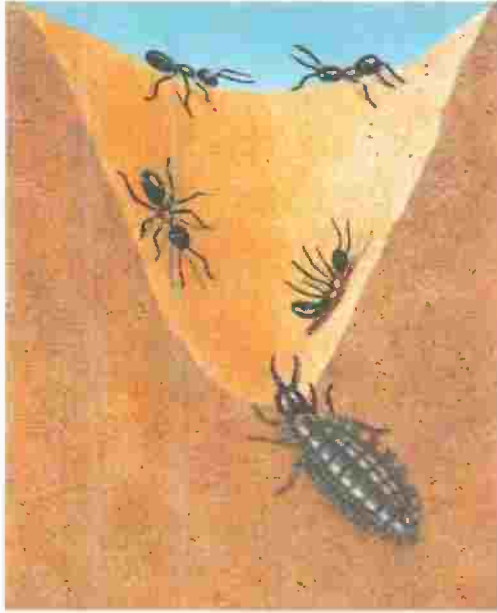
وتعد العناكب من الحيوانات القليلة القادرة على نسج الفخاخ من أجل صيد الفرائس. وهو نسيج العنكبوت الشهير الذي يشكل فخاخاً قاتلة للحشرات الأخرى رغم مظهره الرقيق. يعتمد سلوك العديد من العناكب على قدرتها على صنع الخيوط الحريرية ذات الاستخدامات المتعددة، مثل بناء بيت العنكبوت، ونسج أكياس حمل البيض أيضاً.

يتعين على العنكبوت أن يكون يقظاً لكي يتمكن من اكتشاف الضحية فور سقوطها في فخه، إذ إنه إن لم يكن منبهاً فقد تتمكن الفريسة من الهرب، بل وإتلاف الفخ الذي يستغرق مجهوداً ضخماً في بنائه.

وعادة ما ينتظر العنكبوت وسط نسيجه مستعداً للهجوم، ولكن في بعض الحالات يقوم العنكبوت بتعليق خيط من مركز النسيج إلى مخبئه، ويُبقي إحدى أرجله فوق الخيط حتى يتمكن من اكتشاف الذبذبات الناجمة عن سقوط الحشرة في الفخ بشكل فوري.

وعادة ما يتلقى العنكبوت أهم المعلومات من نسيجه. ويعتقد بعض العلماء أنه بمقدور العنكبوت تفسير ومعرفة سبب الحركة فوق الخيوط الحريرية بكل دقة حتى قبل أن يتقدم متجهاً للفريسة.

تدفن يرقات حشرة (كثير عفرين) المرعبة نفسها تحت سطح الأرض وتبني فخاً على شكل قمع وتكمن في أسفل القمع بارزة فكيها للخارج في انتظار الضحية التي يقودها قدرها للسقوط أسفل هذا المنحد، بل أحياناً تقوم بنشر الرمل على الفريسة حتى تسقط.



١- يختبئ العنكبوت في النفق الخاص به مبرزاً أقدامه فقط من أجل اكتشاف ذبذبات الفريسة المقترية.

٢- عندما تشعر الشعيرات المنتشرة على أرجله بذبذبات الحشرة يبادر العنكبوت بفتح باب النفق ويهاجم ضحيته.

٣- يقوم بعد ذلك بسحب جسد الحشرة الساكن تجل النفق حيث يختبئ ثانية؛ لكي يستمتع بتمامه هذه المرة.





عادة ما يُبقي العنكبوت إحدى رجليه الحساسة على نسيجه ليتمكن من الإحساس بالذبذبات الناجمة عن سقوط فريسة ما في الفخ. فإنه من الأهمية بمكان بالنسبة للعنكبوت أن يقوم بشل حركة صحيحته سريعاً؛ لأنه لو لم يفسر ذلك فقد تمزق النسيج، وتلوذ بالفرار.

يعتبر مجسما العنكبوت مسئولين عن حواس الشم والتذوق واللمس.

الجسمان



## الحاسة الكهربائية

هل تعلم أن هناك حيوانات قادرة على توليد كهرباء حيوانية؟

توجد الأعضاء الكهربائية لدى المئات من أنواع الأسماك المستوطنة كلاً من المياه المالحة والعذبة، ولكن القليل منها فقط يتمكن من توليد شحنة قوية. وتتكون الأعضاء من خلايا عصبية وعضلية.

تعد القدرة على إصدار شحنات كهربية قوية آلية دفاعية مذهلة، وآلة قوية لاصطياد الفرائس دون أدنى حركة. ويتمتع كل من أسماك الطوربيد والثعبان الكهربائي من أمريكا الجنوبية بأقوى أعضاء كهربية على الإطلاق؛ إذ بمقدور كلا النوعين توليد شحنات كهربية تتراوح بين ٥٠ وما يزيد على ٢٠٠ فولت.

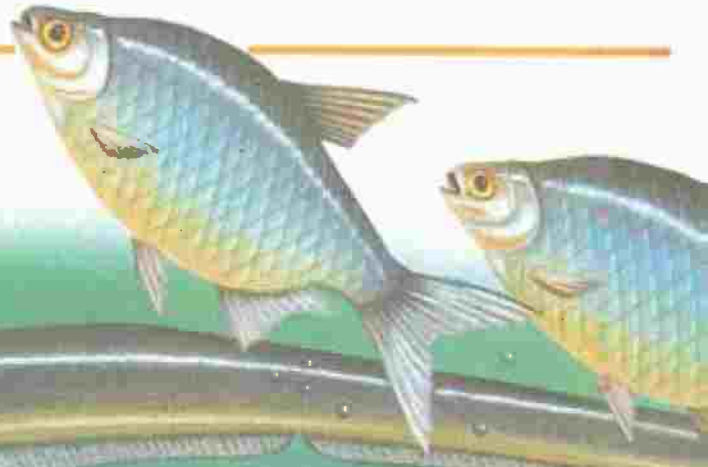
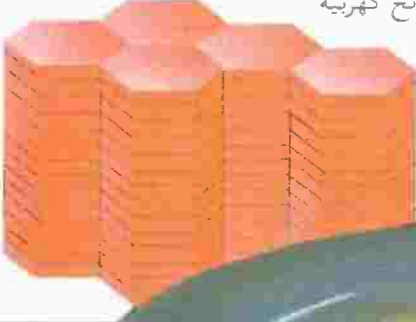
تتكون الأعضاء الكهربائية لدى الحيوانات من صفائح كهربية صغيرة تتراكم بعضها فوق البعض مكونة أعمدة. وتحتوي كل صفيحة على عدة طبقات من الخلايا المتخصصة القادرة على شحن نفسها فور تلقيها الأمر بذلك عبر الأعصاب لكي تقوم بإفراغ الشحن الكهربائية.

وهناك أيضاً العديد من أنواع الأسماك القادرة على اكتشاف أدق الاختلافات في المجال الكهربائي المحيط بها. فأسماك الشفنين البحري (الراي) على سبيل المثال تعد أكثر الأسماك حساسية للكهرباء؛ إذ تستفيد من الشحنات الصغيرة التي يصدرها ضحاياها في العثور على الفريسة، حيث تشن هجوماً الأخير المرعب.

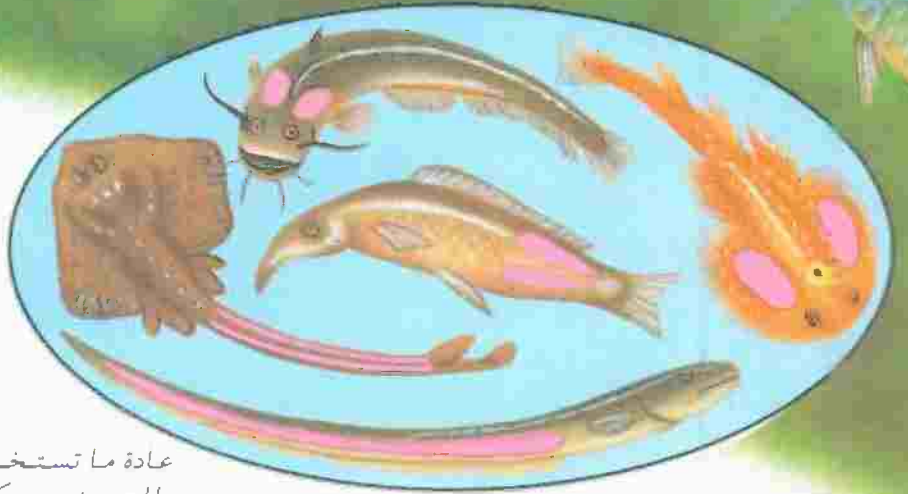
تقوم الأسماك الكهربائية بإصدار شحنات كهربية صغيرة في الماء المحيط بها بشكل مستمر. وبفضل الموجات التي تحدثها تلك الشحنات تتمكن من اكتشاف أي هدف يخترق مجالها الكهربائي. وتكتسب هذه العملية أهمية خاصة ليلاً وفي المياه العكرة.



شرايح كهربية



توجد الأعضاء الكهربية على أماكن  
مختلفة من جسد السمكة تبعاً  
لنوعها .



عادة ما تستخدم الأعضاء الكهربية لأغراض دفاعية  
وللصيد . ويمكنك أن ترى هنا كيف تقتنص سمكة  
الطوربيد غذاءها ، إذ تصنع فريستها بشحنة كهربية مما  
يتيح لها مهاجمتها والنهالها .



## المفردات الصعبة

**الحيوانات الفقارية:** هي الحيوانات التي تملك عيكلأ عظمياً مدعوماً بالعمود الفقري.

**الحيوانات المفصلية:** هي حيوانات لا فقارة لها أجساد مجزأة وأطراف، مثل الحشرات والعاكب والقشريات.

**السرب:** مجموعة من الأنواع الصغيرة من الأسماك تتحرك معاً في أعداد ضخمة.

**الكريات:** خلايا حية لا تشكل جزءاً من نسيج معمل.  
**المجال المغناطيسي:** جزء من الفياغ يقع حول جسم مغناطيسي توجد فيه القوة المغناطيسية نتيجة وجود الجسم المغناطيسي.

**الأقدام اللامسة:** هي مخالب العقرب التي يمسك بها فريسته، وهي عبارة عن زوائد صغيرة توجد بالقرب من القدم لدى العناكب، وتقوم بمهام حسية.

**الأهداب:** شعيرات صغيرة تغطي معظم أجزاء الجسم لدى بعض الكائنات الحية، وقادرة على اكتشاف الذبذبات في البيئة المحيطة.

**باطن الأرض:** الطبقة الموجودة تحت سطح التربة.  
**البشرة المتصلبة:** هي الجلد المقاوم لدى الحيوانات المفصلية، وتغطي أجزاء خارجية محددة من جسم بعض الكائنات الحية، مثل الحشرات.

**جريبات الشعر:** غدد صغيرة على شكل كيس أو جراب، توجد في نقاط التقاء الجلد مع الشعر.

**الحبل الشوكي:** هو حبل من نسيج عصبي، ويمتد من المخ بطول الظهر، ويحمل النبضات من المخ وإليه، ويعمل كمركز لبدء وتنسيق العديد من الأفعال المنعكسة.