



شبکیه‌ی چشم

## ۳ حواس

درک محرک‌های محیطی مثل صدای معلم، بوی گل، رنگ برگ درخت، یا مزه‌ی شکر به وسیله‌ی حواس امکان‌پذیر می‌شود. حواس برای بقای انسان ضروری‌اند، و ما را قادر می‌کنند تا به وجود محرک‌ها پی ببریم و با تنظیم مداوم شرایط بدن در پاسخ به تغییرات محیطی، نظم و هماهنگی بدن حفظ شود.

بخش حسی دستگاه عصبی محیطی اطلاعاتی درباره‌ی محرک‌ها جمع‌آوری می‌کند. این اطلاعات به مغز فرستاده می‌شود. مغز این اطلاعات را پردازش می‌کند و اگر لازم باشد، پاسخ حرکتی مناسب را ایجاد می‌کند.

# ۱ اندام‌های حس

سلول‌های تمایز یافته‌ای که گیرنده‌های حس نام دارند، محرک‌ها را شناسایی می‌کنند و اثر آن‌ها را به پیام عصبی تبدیل می‌کنند. دستگاه عصبی مرکزی می‌تواند این پیام‌ها را تفسیر کند. اگرچه گیرنده‌های حس در سراسر بدن یافت می‌شوند، اما بیش‌تر آن‌ها در اندام‌های حس، یعنی پوست، چشم، گوش، بینی و زبان متمرکز شده‌اند. در جدول ۱-۳ انواع گیرنده‌های حس را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱-۳- انواع گیرنده‌های حس در انسان

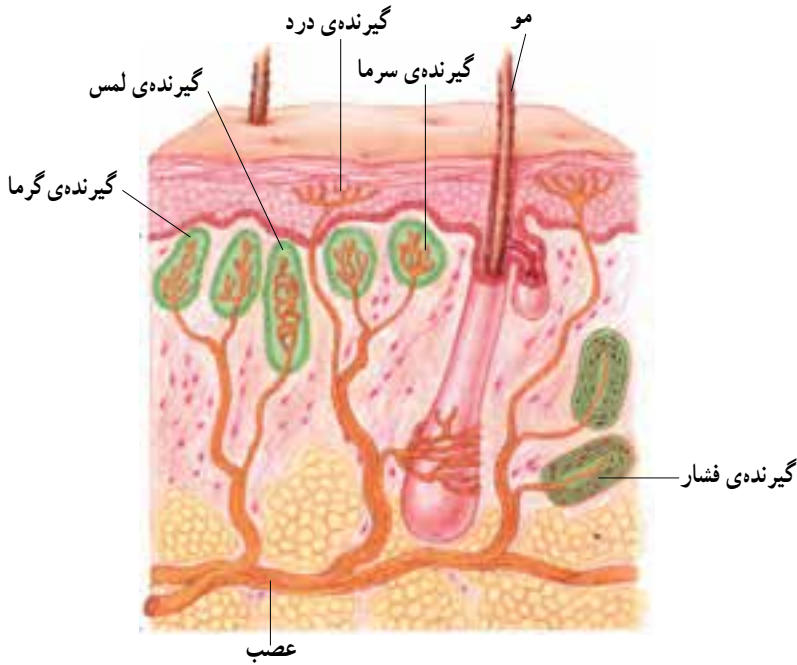
محل	محرک	نوع گیرنده
پوست	تغییر دمای محیط	گیرنده‌ی دما
بیش‌تر بافت‌ها و اندام‌ها	آسیب به بافت‌ها	گیرنده‌ی درد
پوست و گوش	حرکت، فشار، کشش و ارتعاش	گیرنده‌ی مکانیکی
چشم	نور	گیرنده‌ی نور
زبان و بینی	مواد شیمیایی	گیرنده‌ی شیمیایی

در ادامه با ساختار اندام‌های حس و نحوه‌ی عمل گیرنده‌های آن‌ها، آشنا می‌شویم.

## پوست

پوست ما، دارای گیرنده‌های درد، دما (سرما یا گرما) و گیرنده‌های مکانیکی (حساس به لمس و فشار) است. هریک از این گیرنده‌ها، دندریتهایی از یک یا چند نورون هستند که اثر محرک را به پیام عصبی تبدیل می‌کند. همان‌طور که در شکل ۱-۳ می‌بینید، اغلب دندریتهای این گیرنده‌ها را پوششی از بافت پیوندی احاطه کرده است.

اگر محرک‌های مختلف آن چنان شدید باشند که احتمال آسیب به بافت‌ها را ایجاد کنند، مثل گرما یا سرمای شدید، گیرنده‌های درد را نیز تحریک می‌کنند.



شکل ۱-۳- گیرنده‌های حسی پوست

درد، احساس بسیار مهمی است، زیرا ما را از خطر، جراحت یا بیماری آگاه می‌کند. بسیاری از پاسخ‌های محافظت‌کننده از بدن مثل انعکاس‌ها، پس از تحریک گیرنده‌های درد شروع به کار می‌کنند.

گیرنده‌های دما در پوست، سرما یا گرما را تشخیص می‌دهند. در درون بدن نیز، گیرنده‌های دما وجود دارند که به دمای خون حساس‌اند. هیپوتالاموس مغز، مرکز اصلی تنظیم دمای بدن است. گیرنده‌های مکانیکی در مقابل محرک‌هایی چون لمس، فشار و کشش واکنش نشان می‌دهند. این محرک‌ها فعالیت الکتریکی گیرنده‌های مکانیکی را تغییر می‌دهند و اگر محرک به اندازه‌ی کافی قوی باشد، انرژی مکانیکی محرک به وسیله‌ی سلول گیرنده به جریان عصبی تبدیل می‌شود.

در دیواره‌ی برخی از رگ‌های خونی گیرنده‌هایی مکانیکی وجود دارند که به فشار خون حساس‌اند. در ماهیچه‌های اسکلتی نیز، گیرنده‌های مکانیکی حساس به تغییرات طول ماهیچه قرار دارند که گیرنده‌های کششی نامیده می‌شوند و وضعیت قسمت‌های مختلف بدن را به دستگاه عصبی مرکزی اطلاع می‌دهند.



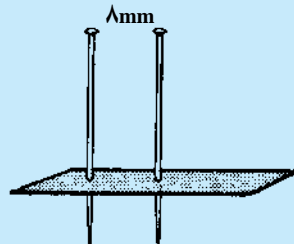
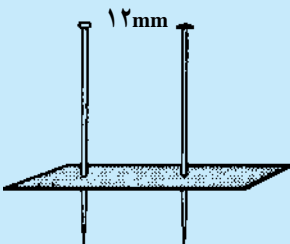
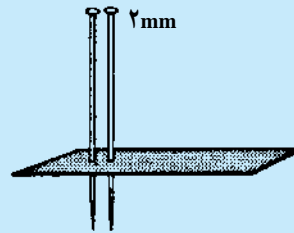
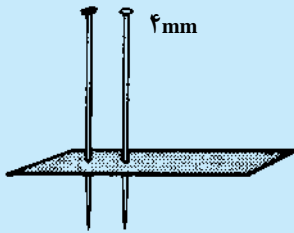
### فعالیت ۱-۳- تعیین حساسیت پوست

مواد لازم: مقوای محکم، سنجاق ته‌گرد، خط‌کش.

روش کار:

- ۱- از مقوای محکم، چهار نوار به ابعاد  $3 \times 1$  تهیه کنید.
- ۲- در هر نوار دو سنجاق ته‌گرد فرو ببرید، به طوری که فاصله‌ی دو سنجاق در نوارها به ترتیب ۲، ۴، ۸، و ۱۲ میلی‌متر باشد (طبق شکل زیر) هنگام کار با سنجاق احتیاط‌های لازم را به کار ببندید. چشم‌های یکی از هم‌کلاسی‌ها را ببندید و به‌طور تصادفی نوک یک سنجاق و یا نوک دو سنجاق هر نوار را به پشت دست او تماس دهید و هر بار سؤال کنید، تماس چند نقطه را حس می‌کند (دو نقطه یا یک نقطه)؟ این آزمایش را روی نوک انگشتان، روی بازو، پشت گردن و کف دست با هر چهار نوار مقوایی تکرار کنید و نتایج به‌دست‌آمده را در جدولی خلاصه کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

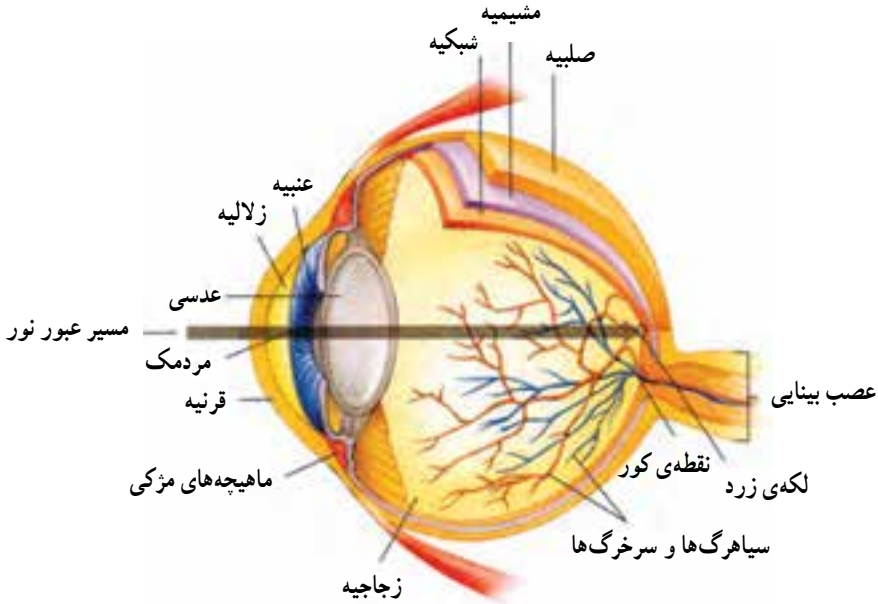
- ۱- بین نقاط مورد آزمایش پوست کدام قسمت در مقابل تماس حساسیت بیش‌تری دارد؟
- ۲- آیا می‌توانید دلیل این حساسیت بیش‌تر را توضیح دهید؟



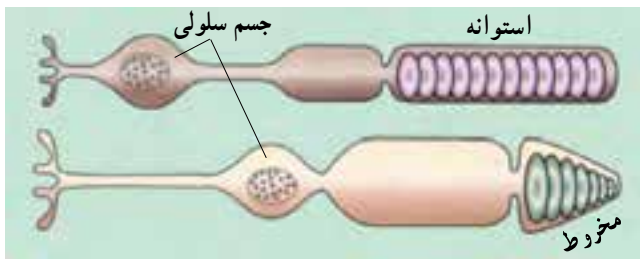
ابزار ساده‌ای که برای تعیین میزان حساسیت پوست به‌کار می‌روند.

## چشم

بینایی انسان در مقایسه با سایر حواس بسیار کارآمد است. ما به کمک چشم‌هایمان می‌توانیم رنگ‌ها را ببینیم، فاصله‌ها را تشخیص دهیم و جزئیات اشیا و حرکات ظریف را تمیز دهیم. ساختار چشم انسان در شکل ۲-۳ نشان داده شده است:



شکل ۲-۳- ساختار چشم انسان



شکل ۳-۳- سلول‌های گیرنده نور (سلول‌های مخروطی و سلول‌های استوانه‌ای)

کره‌ی چشم سه لایه دارد که از خارج به داخل به ترتیب عبارت‌اند از: صلبیه، مشیمیه و شبکیه.

صلبیه: لایه‌ای محکم و سفید رنگ از بافت پیوندی است که کره‌ی چشم را می‌پوشاند. این

پوشش در جلو چشم شفاف است و قرنیه نام دارد. دومین لایه که نازک و رنگدانه دار است، مشیمیه نام دارد. مشیمیه در جلو چشم بخش رنگین آن یعنی عنبیه را به وجود می آورد. ماهیچه های موجود در عنبیه باعث تنگ و گشاد شدن سوراخ مردمک که در وسط عنبیه قرار دارد، می شود. این عمل در اثر تحریک اعصاب پاراسمپاتیک و سمپاتیک انجام می شود.

### بیش تر بدانید



ابن هیثم که اروپاییان او را الحازن (Alhazan) می نامند، دانشمند مسلمان قرن چهارم هجری است. او در کتاب خود «المناظر» برای اولین بار بخش های چشم را با نام های صلیبیه، زجاجیه و... نام گذاری کرد. او همچنین چگونگی دیدن اشیا را توضیح داد. تا قبل از آن بر طبق نظر اقلیدس، تصور می کردند که نور از چشم بیننده به اشیا می تابد و باعث دیدن آن ها می شود؛ ولی او با دلایل علمی و تجربی برای نخستین بار ثابت کرد که نور پس از تابیدن بر اجسام و بازتاب از آن ها وارد عدسی چشم می شود و عدسی، تصویر اشیا را روی پرده ی شبکیه می اندازد. ابن هیثم دریافت که پرده ی شبکیه از راه عصب بینایی با مغز ارتباط دارد. بعدها ابن سینا، ابوریحان بیرونی و دیگران نظر او را پذیرفتند. ترجمه ی کتاب او تا اواخر قرن هفتم هجری قمری، یکی از کتاب های درسی دانشگاه های اروپا بود.

نور با گذشتن از قرنیه به علت انحنای آن همگرایی پیدا می کند، از سوراخ مردمک عبور و به عدسی برخورد می کند. عدسی، نور را روی شبکیه متمرکز می کند. شبکیه داخلی ترین لایه ی چشم و بسیار نازک و شامل گیرنده های نوری و نورون هاست. گیرنده های نوری شبکیه بر دو نوع اند: سلول های مخروطی و سلول های استوانه ای که انرژی نورانی را به پیام های عصبی تبدیل می کنند. مغز می تواند این پیام ها را تفسیر کند. سلول های استوانه ای در نور ضعیف و سلول های مخروطی در نور قوی بیش تر تحریک می شوند. سلول های مخروطی به ما توانایی دیدن رنگ و جزئیات ظریف اشیا را نیز می دهند و در نتیجه ی تحریک آن ها، تصاویر دقیقی تولید می شود. پیام عصبی که در سلول های گیرنده ی نوری ایجاد می شود به وسیله ی عصب بینایی به مغز فرستاده می شود. جایی را که عصب بینایی از شبکیه خارج می شود نقطه ی کور گویند. بخش دیگری از شبکیه که لکه ی زرد نام دارد در امتداد محور نوری کره ی چشم قرار دارد و در دقت و تیزبینی چشم اهمیت دارد. فضای پشت عدسی چشم را ماده ی ژله ای و شفافی پُر کرده است که زجاجیه نام دارد و باعث حفظ شکل کروی چشم می شود. فضای جلوی عدسی چشم نیز با مایع شفاف به نام زلالیه پُر شده است که از مویرگ ها ترشح می شود و مواد غذایی و اکسیژن را برای عدسی و قرنیه فراهم

می‌کند و مواد دفعی آن‌ها را نیز جمع‌آوری می‌کند تا از طریق خون دفع شوند.  
**تطابق:** عدسی چشم به وسیله‌ی رشته‌هایی به ماهیچه‌ی مژکی، متصل شده است. وقتی به اشیای دور نگاه می‌کنیم قطر عدسی کم می‌شود و هنگام دیدن اشیای نزدیک، عدسی کروی‌تر و قطورتر می‌شود تا تصویر در هر حالت روی شبکیه تشکیل شود (شکل ۳-۴). این اعمال **تطابق** نام دارد.

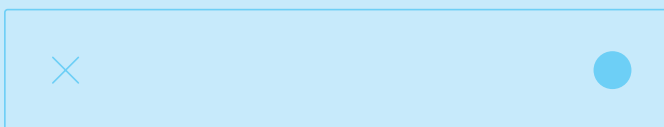


شکل ۳-۴- دیدن اشیای دور و نزدیک

## فعالیت ۲-۳- چگونه می‌توان به وجود نقطه‌ی کور پی برد؟



نقطه‌ی کور، جایی است که عصب بینایی از درون شبکیه در پشت چشم خارج می‌شود. در این قسمت هیچ گیرنده‌ی نوری وجود ندارد. به روش زیر می‌توانید، وجود نقطه‌ی کور چشم خود را امتحان کنید.



۱- کتاب را در یک دست خود بگیرید و آن را مقابل صورت خود بیاورید، طوری که دست شما به حالت مستقیم و افقی قرار گرفته باشد. چشم چپ خود را ببندید و با چشم راست به علامت ضربدر خیره شوید.

۲- کتاب را به آرامی جلو بیاورید و همچنان به علامت ضربدر نگاه کنید تا شکل دایره ناپدید شود. پس از انجام این فعالیت به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف - چه ارتباطی بین ساختار شبکیه و محوشدن علامت دایره روی مقوا وجود دارد؟

ب - چرا نمی‌توانید تصاویری را که روی نقطه‌ی کور شما افتاده‌اند، ببینید؟



### فعالیت ۳-۳- تشریح چشم

مواد و وسایل لازم: چشم گاو و وسایل تشریح  
روش کار:

۱- قسمت‌های خارجی چشم را بررسی و سعی کنید ماهیچه‌های روی کره‌ی چشم را پس از جدا کردن چربی‌های آن‌ها، ببینید. همچنین صلیبه، قرنیه و عصب بینایی را مشاهده کنید. با اسکالیل (یا تیغ تیز) کمی عقب‌تر از محل اتصال صلیبه به قرنیه را به‌آهستگی سوراخ کنید و دور تا دور بگردید. مایعی که در این حالت خارج می‌شود، زلالیه است.

۲- وقتی دور تا دور کره‌ی چشم را برش زدید، عدسی به همراه زجاجیه‌ی ژله‌ای خارج می‌شود.

۳- در این حالت داخل کره‌ی چشم را مشاهده کنید و نیز می‌توانید آن را پشت و رو کنید و داخل آن را بررسی کنید.

۴- پس از انجام تشریح به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف - مشخصات هر یک از پرده‌های چشم را بیان کنید.

ب - زجاجیه و زلالیه را با یکدیگر مقایسه کنید.

۵- از فعالیت خود گزارش کار تهیه کنید و به معلّتان ارایه دهید.

بیماری‌های چشم: با افزایش سن، ممکن است عدسی چشم سفت و انعطاف آن کم‌تر شود و قدرت تطابق آن کاهش یابد. این بیماری پیرچشمی نام دارد و با عینک‌های مخصوص درمان می‌شود. همچنین ممکن است با افزایش سن، عدسی کدر شود و به تدریج بینایی کاهش یابد. این بیماری آب مروارید نام دارد. عدسی کدر شده را با جراحی خارج می‌کنند و به جای آن یک عدسی مصنوعی قرار می‌دهند، یا به کمک عینک، قدرت بینایی بیمار را تا حدود زیادی به حالت اولیه باز می‌گردانند.

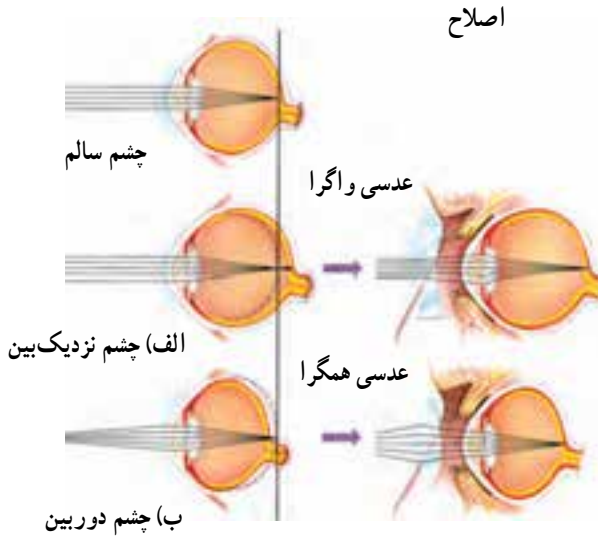
قطر کره‌ی چشم یکی از عواملی است که تعیین می‌کند که شعاع‌های نور در کجا یک‌دیگر را قطع کنند و تصویر اجسام را به وجود آورند. اگر کره‌ی چشم بیش از اندازه بزرگ باشد، تصویر اشیای دور، در جلو شبکیه تشکیل می‌شود. در این حالت فرد نمی‌تواند اشیای دور را واضح ببیند



و به نزدیک بینی مبتلاست. به شکل ۳-۵ نگاه کنید و بگویید چشم نزدیک بین به وسیله‌ی چه نوع عدسی‌ای اصلاح می‌شود؟

در حالتی که کره‌ی چشم بیش از حد کوچک باشد، تصویر اشیای نزدیک در پشت شبکیه تشکیل می‌شود و فرد به دور بینی مبتلاست. با توجه به شکل ۳-۵ بگویید این بیماری به وسیله‌ی چه نوع عدسی‌ای اصلاح می‌شود؟

اگر سطح عدسی و یا قرنیه کاملاً کروی و صاف نباشد، پرتوهای نور به طور نامنظم به همدیگر می‌رسند، روی یک نقطه‌ی شبکیه متمرکز نمی‌شوند و تصویر واضحی را به وجود نمی‌آورند. در این حالت می‌گوییم فرد به آستیگماتیسم<sup>۱</sup> مبتلاست و باید از عینکی استفاده کند که عدسی آن، عدم یکنواختی انحنای قرنیه یا عدسی چشم را جبران کند.



شکل ۳-۵- عیوب انکساری چشم و راه‌های اصلاح آن‌ها الف- نزدیک بینی و ب- دور بینی

بیش تر بدانید



زیستن در تاریکی

چشمان خود را ببینید و یک دقیقه آن‌ها را بسته نگه دارید. در این حالت یکی از مهم‌ترین حواس شما از کار باز می‌ایستد، حسی که دانایی و توانایی ما بسیار به آن وابسته است. در لحظاتی

<sup>۱</sup> - astigmatism



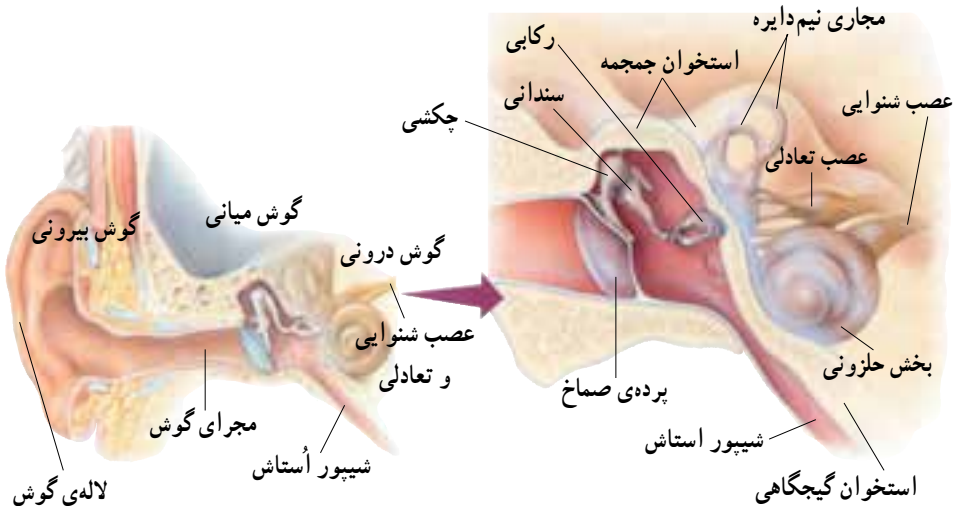
که چشمان خود را بسته نگه داشته‌اید، سعی کنید دنیای افراد نابینا را به تصور آورید.

نابینایان، از این حس محروم‌اند، اما بسیاری از آنان کارهای خود را به خوبی انجام می‌دهند. یکی از دلایل این امر آن است که آنان از حواس شنوایی و لامسه‌ی خود، بهتر استفاده می‌کنند. این دو حس به‌ویژه در افراد نابینا بیش از افراد بینا تقویت می‌شوند.

در حالی که چشمان خود را بسته نگه داشته‌اید، سعی کنید چیزی را لمس کنید و بالمس کردن به ویژگی‌های آن پی ببرید. لامسه، به‌ویژه به‌وسیله‌ی نوک انگشتان در افراد نابینا بسیار حساس است. آنان با همین توانایی، می‌توانند حروف بریل<sup>۱</sup> را بخوانند. حروف بریل نوعی الفبای برجسته است که در آن هر حرف از شش نقطه تشکیل شده است.

## گوش

در گوش‌های شما امواج صوتی به پیام عصبی تبدیل و به مغز ارسال می‌شوند. علاوه بر آن بخش‌هایی از گوش در حفظ تعادل نقش دارند. شکل ۳-۶ ساختار گوش انسان را نشان می‌دهد:



شکل ۳-۶- ساختار گوش انسان

چنان‌که در شکل مشخص است، گوش از سه بخش بیرونی، میانی و درونی تشکیل شده است. گوش بیرونی شامل لاله‌ی گوش و مجرای گوش است که کار جمع‌آوری صداها و انتقال آن‌ها را به گوش میانی انجام می‌دهند. درون مجرای گوش موهای ظریفی وجود دارد که هوا را تصفیه می‌کنند. همچنین غده‌های عرق تغییرشکل یافته‌ی درون مجرا، ماده‌ی موم‌مانندی ترشح می‌کنند که از ورود مواد خارجی به گوش، جلوگیری می‌کند. بخش انتهایی مجرا و نیز گوش میانی و درونی توسط استخوان گیجگاهی محافظت می‌شوند.

شیبور استاش هوا را بین گوش میانی و حلق انتقال می‌دهد تا فشار آن در دو طرف پرده‌ی صماخ یکسان شود (شکل ۶-۳). امواج صوتی به پرده‌ی صماخ که در انتهای مجرای گوش قرار دارد، برخورد می‌کنند و آن را به ارتعاش درمی‌آورند. در پشت پرده‌ی صماخ، سه استخوان کوچک گوش میانی به نام‌های چکشی، سندانی و رکابی قرار دارند که ارتعاشات را به مایعی که محفظه‌ی داخل گوش درونی را پر کرده است، منتقل می‌کنند. بخشی از محفظه‌ی گوش درونی حلزون گوش نام دارد، زیرا مثل صدف حلزون پیچ خورده است و در آن نوعی گیرنده‌ی مکانیکی، به نام سلول‌های مژکدار، قرار دارند. ارتعاش مایع در نهایت باعث تحریک سلول‌های مژکدار می‌شود. این تحریک به صورت پیام عصبی از طریق عصب شنوایی به مغز می‌رود.

**حفظ تعادل:** گوش علاوه بر شنیدن به حفظ تعادل بدن نیز کمک می‌کند. یک‌بار دیگر به شکل ۳-۶ نگاه کنید. در بخش دیگر گوش درونی، سه مجرای نیم‌دایره‌ای وجود دارند که بر یک‌دیگر عمودند و درون آن‌ها پر از مایع است. در این مجراها سلول‌های مژکداری وجود دارد که در اثر تغییر موقعیت سر تحریک می‌شوند. وقتی که شخص جابه‌جا می‌شود، مایع درون این مجراهای نیم‌دایره به حرکت درمی‌آید و در پی آن مژک‌های سلول‌های مژکدار خم می‌شوند و به دنبال آن پیام عصبی تولید و به مغز ارسال می‌شود. به این ترتیب، مغز می‌تواند جهت و موقعیت سر را تعیین کند. چون گوش اندام حس شنوایی و نیز تعادلی است، بنابراین عصبی که از گوش به مغز می‌رود، از دو جزء تشکیل شده است: بخش شنوایی و بخش تعادلی (شکل ۶-۳).

بیش‌تر بدانید



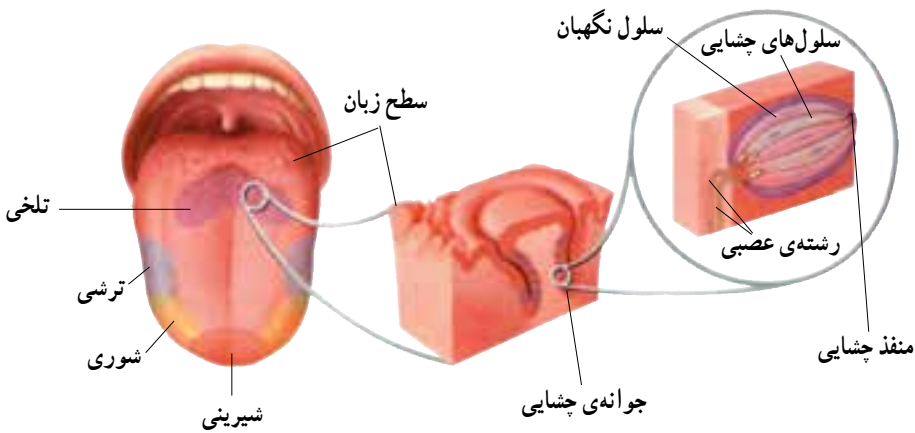
بالا یا پایین؟

در فضا به سبب حذف اثر گرانش بر بدن، بالا و پایینی که در زمین می‌شناسیم، وجود ندارد. نیروی گرانش زمین بر درک ما از موقعیت قرارگیری بدن مؤثر است. اثر نیروی گرانش

همراه با اطلاعاتی که مغز از اندام‌هایی مانند چشم، گوش و پوست دریافت می‌کند، بر شناخت ما از جهت و موقعیت تأثیر دارد. بنابراین نبودن گرانش در فضا، فضانوردان را تا مدتی با مشکل درک موقعیت بدن و اندام‌ها مواجه می‌کند.

## زبان

روی زبان هزاران جوانه‌ی چشایی وجود دارد. یک جوانه‌ی چشایی شامل پنجاه تا صد سلول چشایی است (شکل ۷-۳).



شکل ۷-۳- ساختار زبان

سلول‌های چشایی، گیرنده‌های شیمیایی اند و چهار مزه‌ی اصلی یعنی شیرینی، ترشی، تلخی و شوری را تشخیص می‌دهند. نوک زبان به مزه‌ی شیرین، کناره‌های آن به شوری و ترشی و عقب آن نسبت به تلخی، بیش‌ترین حساسیت را نشان می‌دهند. با حل شدن مولکول‌های غذا در بزاق، این مولکول‌ها به پروتئین‌های غشای سلول‌های گیرنده متصل می‌شوند، در نتیجه در این سلول‌ها، پیام عصبی تولید و به مغز فرستاده می‌شود.



## فعالیت ۴-۳- تعیین مناطق چشایی زبان

مواد لازم: میله‌ی شیشه‌ای، سرکه (یا اسید استیک یک درصد)، نمک، شکر، آسپیرین، بشر کوچک (چهار عدد)، کاغذ و خودکار.

روش کار: ابتدا محلول ترش مزه را با استفاده از یک قسمت سرکه و دو قسمت آب یا محلول یک درصد اسیداستیک، تهیه کنید. چشم دوستان را ببندید و با آغشته کردن نوک یک میله‌ی شیشه‌ای استریل، محلول را روی مناطق مختلف زبان (نوک، کناره‌ها، مرکز و عقب) دوستان بچکانید. در این حالت دوستان با حرکت سر، احساس مزه یا عدم آن را اعلام می‌کند. برای تعیین مناطقی که نسبت به مزه‌ی شوری حساس‌اند، از محلول ده درصد نمک طعام استفاده کنید. با حل کردن آسپیرین در آب، مزه‌ی تلخ درست کنید و محلول پنج درصد شکر را به‌عنوان مزه‌ی شیرین به کار برید. پس از هر آزمایش میله‌ی شیشه‌ای را بشویید و دوباره از آن استفاده کنید.

۱- شکلی از مناطق مختلف احساس مزه‌ها رسم کنید. آیا مناطق احساس مزه‌ها، همان‌هایی هستند که در شکل کتاب دیده‌اید؟

۲- چرا پس از هر آزمایش، باید میله‌ی شیشه‌ای را بشویم؟

## بینی

گیرنده‌های شیمیایی که بوها را تشخیص می‌دهند، گیرنده‌های بویایی نام دارند و در سقف حفره‌ی بینی قرار دارند. ترکیبات شیمیایی موجود در هوا، گیرنده‌های بویایی را تحریک می‌کنند. این سلول‌ها پس از تحریک شدن پیام عصبی را تولید و به مغز ارسال می‌کنند. حس بویایی بر درک مزه‌ی غذا تأثیر دارد. مثلاً وقتی به‌سختی سرما خورده‌ایم و دچار گرفتگی بینی شده‌ایم، به نظر می‌آید که غذاها اغلب بی‌مزه‌اند.

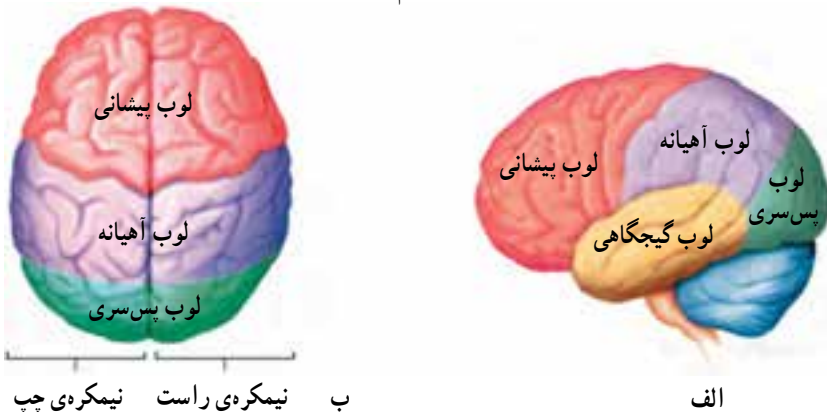
## خودآزمایی ۱-۳



- ۱- انواع گیرنده‌های حسی و محرک‌های مؤثر بر آن‌ها را نام ببرید.
- ۲- وقایعی را که پس از ورود نور به چشم رخ می‌دهد، توضیح دهید.
- ۳- چگونه امواج صوتی درون گوش منتقل می‌شوند؟
- ۴- بیماری کوررنگی بیماری‌ای است که شخص نمی‌تواند برخی از رنگ‌ها را به‌درستی تشخیص دهد، با توجه به آنچه در مورد گیرنده‌های نوری آموخته‌اید، توضیح دهید در این اشخاص چه نقصی ممکن است وجود داشته باشد؟

## ۲ پردازش اطلاعات حسی

مراکز پردازش اطلاعاتی که از اندام‌های حس می‌آیند، در مناطق خاصی از مخ قرار گرفته‌اند. چنان‌که در شکل ۸-۳ نشان داده شده است، شیارهای عمیق هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار ناحیه یا لوب تقسیم کرده است: لوب پس‌سری، لوب آهیانه، لوب گیجگاهی و لوب پیشانی. پردازش اطلاعات بینایی در لوب پس‌سری انجام می‌شود که در عقب جمجمه قرار دارد و پردازش اطلاعات شنوایی در لوب گیجگاهی انجام می‌شود.



شکل ۸-۳- لوب‌های مغز انسان الف- از نیم‌رخ و ب- از بالا

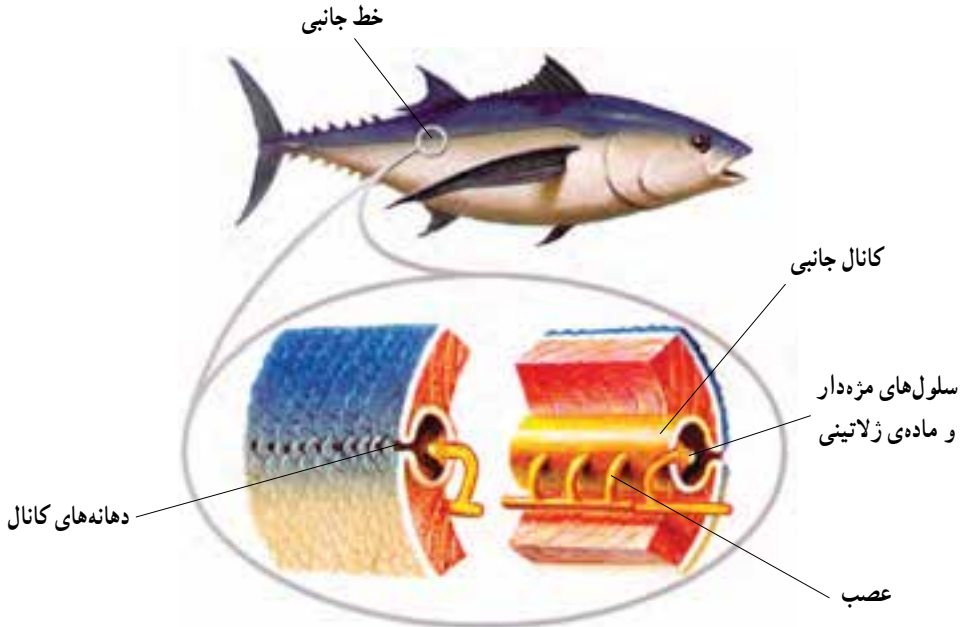
### گیرنده‌های حسی جانوران

در این بخش به آرایه‌ی نمونه‌هایی از گیرنده‌های حسی در جانوران مختلف می‌پردازیم: احتمالاً همه‌ی جانوران گیرنده‌ی درد دارند، اما چگونگی عمل آن‌ها هنوز مشخص نیست. موهای سبیل گربه و خرس، در قاعده‌ی خود، دارای گیرنده‌های لمس هستند که بسیار حساس‌اند و به این جانوران امکان می‌دهد که در تاریکی نیز اشیای نزدیک را تشخیص دهند.

یکی از سازگاری‌هایی که در ماهیان پدید آمده است، خط جانبی است که در دو سوی بدن ماهی امتداد یافته است. این ساختار حاوی گیرنده‌هایی مکانیکی است که نسبت به ارتعاش‌های امواج آب حساس‌اند. جانور به کمک خط جانبی، قادر است از حرکت ماهی‌های دیگر (صیاد یا

صید) در پیرامون خود آگاه شود.

خط جانبی در واقع کانالی است که در زیر پوست ماهی قرار دارد. این کانال به وسیله‌ی سوراخ‌های متعددی که در سطح بدن ماهی وجود دارد، با محیط بیرون ارتباط پیدا می‌کند. درون کانال سلول‌های مژه‌داری وجود دارند که مژه‌های آن‌ها با ماده‌ای ژلاتینی در تماس هستند. جریان آب در خط جانبی سبب حرکت ماده‌ی ژلاتینی می‌شود و سلول‌های مژه‌دار را تحریک می‌کند. در نتیجه‌ی وجود هر نوع جسم متحرک در اطراف ماهی، امواج حاصل از حرکت آن توسط خط جانبی تشخیص داده می‌شود و جانور به وجود آن پی می‌برد. علاوه بر تشخیص اجسام متحرک، خط جانبی قادر به تشخیص اجسام ساکن نیز هست. این تشخیص بر مبنای بازتاب حاصل از برخورد لرزش‌ها به جسم ساکن صورت می‌گیرد.

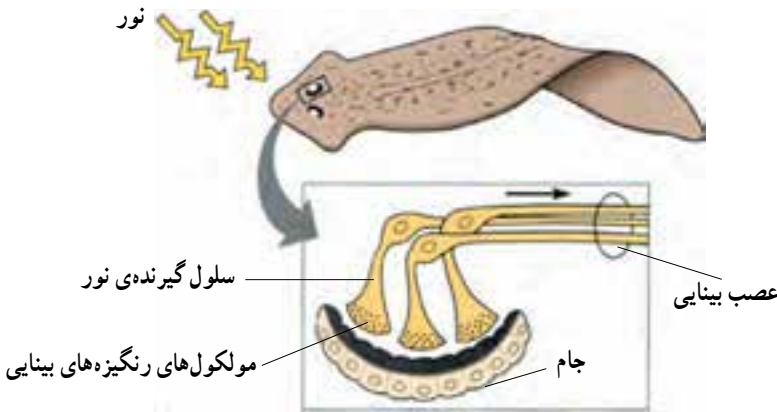


شکل ۹-۳- خط جانبی ماهی

یکی از حساس‌ترین انواع گیرنده‌های شیمیایی، روی شاخک جنس نر نوعی پروانه‌ی ابریشم قرار دارد. شاخک این جانور را هزاران جسم مو مانند ظریف می‌پوشاند. اغلب این اجسام دارای گیرنده‌های شیمیایی قوی هستند و به بوی بدن جانور ماده حساس‌اند. وقتی تعداد کمی از این اجسام مو مانند ظریف با مولکول‌های بوی بدن جاندار ماده برخورد می‌کنند، تحریک می‌شوند و حضور جانور

ماده را تشخیص می‌دهند.

ساده‌ترین گیرنده‌ی نوری در پلاناریا وجود دارد و چشم جامی شکل نامیده می‌شود. چشم جامی شکل از گروهی سلول تیره‌رنگ تشکیل شده است که بخش‌هایی از سلول‌های گیرنده‌ی نور را می‌پوشانند.

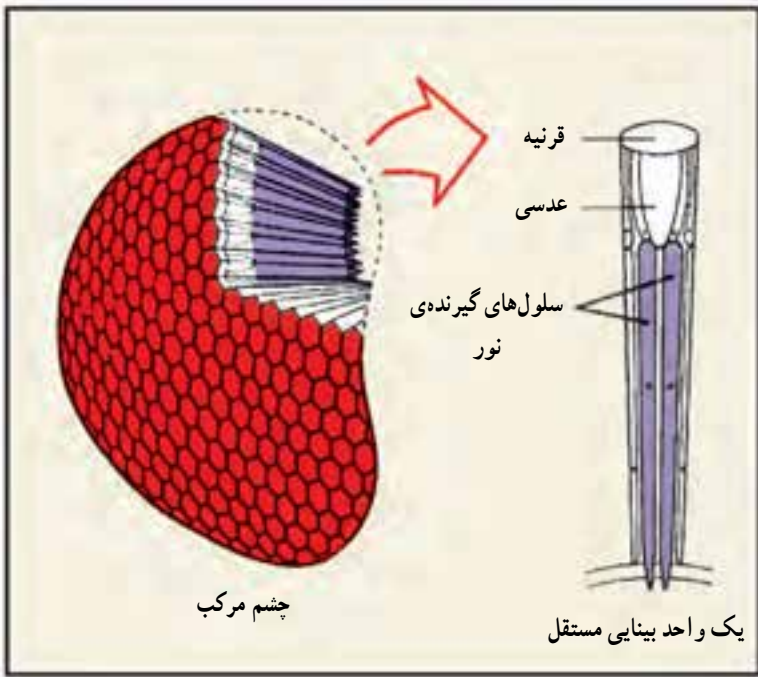


شکل ۹-۳- چشم جامی شکل پلاناریا.

سلول‌های گیرنده‌ی نور، مولکول‌هایی به نام رنگی‌دهنده‌ی بینایی دارند که نور را جذب و به پیام عصبی تبدیل می‌کنند و به مغز جانور می‌فرستند. براساس موقعیت جانور و این که کدام قسمت سلول‌های گیرنده، نور دریافت کنند، این سلول‌ها شدت نور و جهت آن را تعیین می‌کنند و به این وسیله مغز می‌تواند دستور فرار از نور و پیدا کردن جایی برای پنهان شدن را صادر کند.

خرچنگ‌ها و حشرات، چشم مرکب دارند. چشم مرکب از تعداد زیادی واحد مستقل بینایی تشکیل شده که هرکدام یک قرینه و یک عدسی دارد و نور را روی تعدادی سلول گیرنده متمرکز می‌کند. هر یک از این واحدها نور را از بخش کوچکی از میدان بینایی دریافت می‌کنند و در نتیجه تصویری که ایجاد می‌شود موزاییکی از بخش‌های مختلف است. جانور به وسیله‌ی این نوع چشم، قادر است جزئی‌ترین حرکات را در محیط تشخیص دهد و وجود شکارچی را به موقع احساس کند. بعضی از حشرات، مانند زنبور عسل، با استفاده از چشم مرکب، قادر به دیدن رنگ‌ها و حتی پرتوهای فرابنفش هستند که برای انسان قابل رؤیت نیست. این مسأله به جانور امکان می‌دهد که گل‌های تولیدکننده‌ی شهد را بهتر ردیابی کند.





شکل ۱۰-۳- ساختمان چشم مرکب

گیرنده‌های حسی در آدمی فقط قادر به دریافت بخش کوچکی از اطلاعات موجود در محیط هستند. اما در دنیای زنده گیرنده‌های حسی دیگری نیز وجود دارند که جاندار را به درک اطلاعات بیش‌تری از محیط‌زیست خود، قادر می‌سازند.

**تشخیص تابش‌های فرابنفش و فرورسرخ:** وقتی از نور مرئی سخن می‌گوییم، در واقع منظورمان نوری است که برای «ما» مرئی است. نور مرئی بخش بسیار کوچکی از طیف تابش‌های الکترومغناطیسی است که محدوده‌ی بین طول موج‌های بنفش و قرمز را شامل می‌شود. امواجی با طول موج‌های کوتاه‌تر یا بلندتر از این دو، برای ما قابل رؤیت نیستند، حال آن‌که برای بعضی از جانداران، قابل درک‌اند. مثلاً ما نمی‌توانیم پرتوهای فرابنفش را ببینیم، اما بسیاری از حشرات می‌توانند این پرتوها را ببینند. این توانایی، در گرده‌افشانی توسط حشرات نقش مهمی ایفا می‌کند. بعضی از گل‌ها، الگوهایی دارند که برای ما قابل رؤیت نیستند؛ اما اگر با یک فیلم حساس به پرتوهای فرابنفش از آن عکس بگیریم، آن الگوها را در عکس خواهیم دید (شکل ۱۱-۳). این الگوها، حاوی اطلاعاتی برای حشرات گرده‌افشان هستند که ما قادر به درک آن‌ها نیستیم.

در آن سوی طیف مرئی، پرتوهای فرورسرخ قرار دارند که ما آن‌ها را به‌صورت گرما حس

می‌کنیم؛ اما بعضی دیگر از جانداران، اطلاعات بیش‌تری از تابش‌های فرسرخ درک می‌کنند؛ به‌خصوص هنگام شکار، که به کمک پرتوهای فرسرخ تابش شده از طعمه، موقعیت آن را تشخیص می‌دهند. مثلاً بعضی از مارها، مثل مار زنگی، در جلوی چشمان خود دو سوراخ دارد که به کمک آن‌ها امواج فرسرخ را حس می‌کند و براساس اطلاعاتی که از این تابش‌ها دریافت می‌کند، موقعیت شکار را تشخیص می‌دهد؛ به همین سبب این مارها در تاریکی مطلق می‌توانند با نهایت دقت، طعمه را شکار کنند.



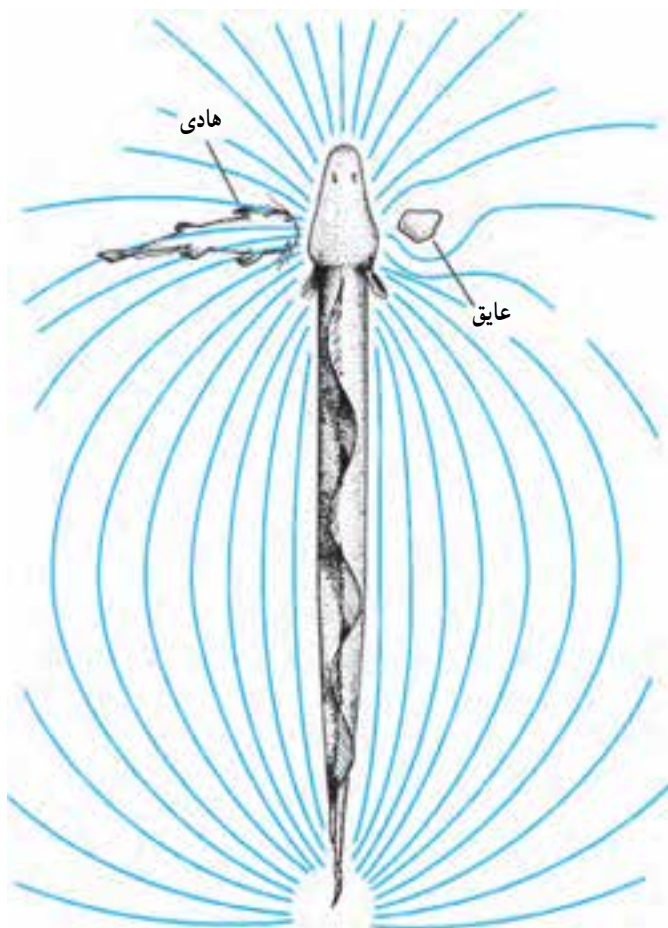
شکل ۱۱-۳- زنبور پرتوهای فرابنفش بازتابیده شده از گل را می‌بیند. تصویر سمت راست با فیلم حساس به پرتو فرابنفش گرفته شده است.

پژواک‌سازی: تعدادی از گونه‌ها با انتشار امواج صوتی در محیط و تجزیه و تحلیل پژواک حاصل از آن، تصویری از محیط را ایجاد می‌کنند. خفاش‌ها، دلفین‌ها و به مقدار کم‌تری وال‌ها، پژواک‌سازی می‌کنند. بعضی از گونه‌های خفاش‌ها امواجی تولید می‌کنند که از محدوده‌ی شنوایی ما خارج است. این امواج صوتی در مقایسه با پژواک حاصل از آن، صدایی بسیار بلند است. خفاش‌ها برای آن‌که کر نشوند، در گوش میانی خود ماهیچه‌هایی دارند که با انقباض آن‌ها حساسیت گوش را نسبت به شنیدن اصوات بلندی که تولید می‌کنند، کاهش می‌دهند. خفاش‌ها برای شنیدن پژواک‌ها، این ماهیچه‌ها را به سرعت به حال استراحت درمی‌آورند.

خفاش‌ها در «درک» محیط پیرامون خود به کمک پژواک‌سازی توانایی بسیار زیادی دارند، به طوری که در اتاقی کاملاً تاریک که در سراسر آن تارهای سیمی کشیده شده است می‌توانند به دقت، حشراتی را که در حال پروازند، شکار کنند و از لابه‌لای سیم‌ها بگذرند.

**تشخیص میدان‌های الکتریکی:** در خط جانبی ماهی‌ها، گیرنده‌هایی مکانیکی وجود دارد که جهت حرکت آب را تشخیص می‌دهند. بعضی ماهی‌ها مثل گربه‌ماهی در خط جانبی خود گیرنده‌های الکتریکی نیز دارند. این گیرنده‌ها، ماهی را قادر می‌سازند تا میدان‌های الکتریکی ضعیفی را که توسط

طعمه تولید می‌شود، تشخیص دهد. استفاده از گیرنده‌های الکتریکی در ماهیانی مانند مارماهی‌ها پیچیده‌تر است. این ماهی‌ها در دم خود اندامی دارند که به‌طور پیوسته، تکانه‌های الکتریکی تولید می‌کنند و به این وسیله میدان الکتریکی ضعیفی را در اطراف ماهی برقرار می‌کنند (شکل ۱۲-۳). هر شیئی که در اطراف ماهی قرار داشته باشد، مثل سنگ، گیاه یا ماهی دیگر، سبب آشفتگی‌های متفاوت در خطوط میدان الکتریکی می‌شود و در نتیجه گیرنده‌های الکتریکی موجود در خط جانبی را تحریک می‌کند.



شکل ۱۲-۳ حس کردن میدان‌های الکتریکی. در این شکل یک مارماهی در اطراف خود میدان الکتریکی تولید می‌کند و از روی انحراف خطوط این میدان به‌وجود اشیای زنده و غیر زنده در محیط پی می‌برد.



## بیش تر بدانید

### چرا خفاش‌ها با شنیدن صداهای بلند کر نمی‌شوند؟

امواج فراصوتی که خفاش‌ها برای پژواک‌سازی به کار می‌برند، شدت بالایی دارند. پیش از آن که ماهیچه‌های حنجره‌ی خفاش برای تولید این صداها منقبض شوند، ماهیچه‌های مخصوص در گوش میانی منقبض می‌شوند و استخوان‌های کوچک گوش میانی را از هم جدا می‌کنند. به این ترتیب خفاش برای لحظه‌ای دچار کری موقت می‌شود. پس از ایجاد صوت این ماهیچه‌ها استراحت می‌کنند و شنوایی خفاش دوباره برقرار می‌شود تا پژواک حاصل از اشیای پیرامون را بشنود.

## خودآزمایی ۲-۳



- ۱- وظیفه‌ی مجاری نیم‌دایره در گوش داخلی چیست؟ هنگام سرگیجه افراد نمی‌توانند موقعیت فضایی خود را تشخیص دهند، چه رابطه‌ای بین سرگیجه و مجاری نیم‌دایره وجود دارد؟
- ۲- در مورد نحوه‌ی عمل داروهای بیهوشی متداول تحقیق کنید و در مورد یکی از این داروها گزارشی تهیه کنید که شامل اثر دارو بر مغز، تأثیر وزن بدن بر مقدار مصرف آن و اثر گذشت زمان بر عمل دارو، باشد. این گزارش را به کلاس ارایه کنید.
- ۳- در مورد علائم، علل و راه‌های درمان بیماری‌های دستگاه عصبی که به نابودی نورون‌های مغز منجر می‌شود نظیر پارکینسون<sup>۱</sup>، آلزایمر<sup>۲</sup> همین‌طور در مورد افسردگی، گزارشی تهیه و به کلاس ارایه کنید.
- ۴- اپتومتریست‌ها (بینایی‌سنج‌ها)، متخصصینی هستند که در تشخیص عینک یا لنز مناسب برای افرادی که مشکل بینایی دارند، فعالیت می‌کنند. در مورد این شغل، محدوده‌ی عمل آن و میزان تحصیلات لازم برای این شغل، گزارشی تهیه کنید و به کلاس ارایه دهید.
- ۵- گیرنده‌های حسی جانورانی را که در این قسمت از کتاب خوانده‌اید، با یک‌دیگر مقایسه کنید.

۱- Parkinson's disease

۲- Alzheimer's disease