

## دستگاه‌های ارتباطی

### سیمای فصل ۴

- الف - غدد درون‌ریز (داخلی)
- دستگاه ارتباطی
- ۱- معرفی هورمون
  - ۲- خلاصه‌ای از غدد داخلی
  - ۳- هیپوتالاموس
    - محل
    - نقش رابط بین سیستم عصبی و هورمونی
    - مولد هورمون‌های زایمان و ضد ادرار
    - کنترل هیپوفیز پیشین با تولید عوامل آزادکننده
  - ۴- هورمون‌های هیپوفیز پیشین
    - هورمون رشد
    - هورمون محرک تولید شیر
    - هورمون‌های محرک
    - غده تیروئید
    - غدد جنسی
    - قشر غده فوق کلیه
  - ۵- هیپوفیز پسین (محل تجمع هورمون‌های هیپوتالاموس)
    - هورمون ضد ادرار - باز جذب آب از کلیه
    - هورمون زایمان - تسهیل زایمان
  - ۶- غده تیروئید
    - محل
    - ساختمان
    - مولد هورمون تیروکسین، نقش تیروکسین در تنظیم متابولیسم
    - عوارض پرکاری و کم کاری آن
    - ارتباط با هیپوتالاموس
  - ۷- غده پاراتیروئید
    - محل
    - مولد هورمون پاراتورمون، نقش پاراتورمون در تنظیم کلسیم خون
    - عوارض کمبود پاراتورمون
  - ۸- غده فوق کلیه (آدرنال)
    - محل
    - ساختمان و نقش
    - بخش قشری
      - بخش مرکزی مولد آدرنالین ← جدول اثر آدرنالین بر اندامها
      - آلدوسترون (تنظیم نمک و فشار اسمزی خون)
      - کورتیزول (سازش با شرایط سخت محیط)
    - ارتباط با هیپوتالاموس

دستگاه ارتباطی

الف - غدد درون‌ریز (داخلی)

- ۹- غده پانکراس } محل
- غده برون‌ریز - مولد آنزیمهای گوارشی
- ساختمان و نقش } غده درون‌ریز
- هورمون : افزایشدهنده قند خون
- هورمون انسولین : کاهشدهنده قند خون
- دیابت - عارضه ناشی از کمبود یا فقدان انسولین

ب - دستگاه عصبی

- ۱- معرفی کلی دستگاه عصبی
- ۲- سلول عصبی نورونها } بار آرامش
- بار عمل - سیر آن در طول عصب با پیام عصبی
- پیام عصبی حسی
- پیام عصبی حرکتی
- انتقال پیام عصبی در سیناپس
- ۳- دستگاه عصبی مرکزی } عمل کلی مغز
- ساختمان : معرفی ساختمان به کمک شکل
- ۱- مغز } مخ - عمل
- بخشهای اصلی مغز } مخچه - عمل
- بصل النخاع - عمل
- ۲- نخاع - ساختمان و عمل
- ۴- دستگاه عصبی خودمختار } عمل : کنترل اعمال خودکار و غیرارادی
- قسمتهای مختلف این دستگاه } سمپاتیک : آماده‌سازی بدن برای حالت فعالیت و هیجان
- پاراسمپاتیک : آماده‌سازی بدن برای حالت آرامش
- اثر دستگاه سمپاتیک و پاراسمپاتیک برای فعالیت اندامهای درونی

در بدن جانداران پرسلولی، کارهای مختلف بین دستگاههای متفاوت تقسیم شده است اما کار این دستگاهها با یکدیگر هماهنگ است تا جاندار سالم باشد.

برای ایجاد هماهنگی، به دستگاهی نیاز است که نه تنها با همه دستگاههای درون بدن بلکه با محیط بیرون نیز ارتباط داشته باشد و کار دستگاههای درونی را نسبت به هم و نسبت به محیط بیرون هماهنگ سازد. این دستگاه، دستگاه ارتباطی نام دارد و در جانوران شامل دستگاه عصبی و غدد درون ریز و در گیاهان شامل بافت‌هایست که مواد شیمیایی تنظیم کننده، تولید می کنند.

وقتی جانور خطر یا بوی غذایی را حس می‌کند، پا به فرار می‌گذارد و یا به سمت غذا می‌دود. در این حالت، باید غذا و اکسیژن بیشتری به ماهیچه‌ها برسد. از این رو حرکات قلب و تنفس هم شدیدتر می‌شود.

دستگاه ارتباطی، کار دستگاه‌های بدن موجود را نسبت به تغییرات مختلف درونی و بیرونی تنظیم می‌کند. دستگاه عصبی، جانوران را در برابر تغییرات محیطی و درونی به سرعت آماده می‌کند و غدد درون ریز، جانور را در برابر تغییرات محیطی و درونی بکندی آماده می‌سازد و به مدت طولانی این آمادگی را حفظ می‌کند. این دو دستگاه با هم در ارتباط اند و برخی تنظیمها نیز تحت تأثیر دستگاه عصبی و غدد درون ریز است. در این بخش به بررسی این دو دستگاه می‌پردازیم.

### غدد درون ریز (غدد داخلی)

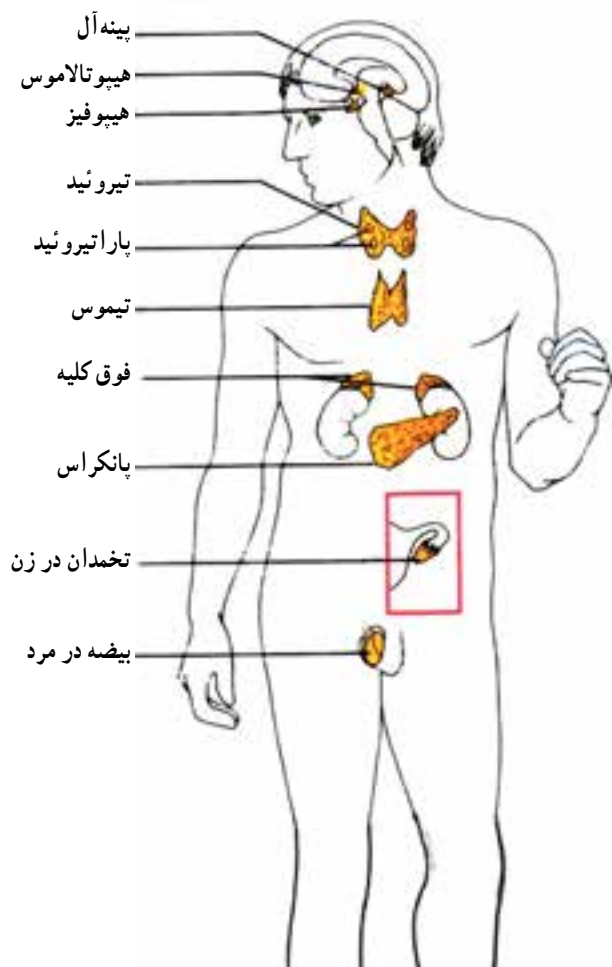
هورمونها، تنظیم کننده‌هایی هستند که ثبات محیط داخلی را در شرایط متغیر حفظ می‌کنند. این مواد به مقدار کم، به وسیله سلولهای ویژه‌ای که اغلب در غدد درون ریز قرار دارند به خون می‌ریزند و همراه خون توزیع می‌شوند و به اندام هدف می‌رسند و میزان فعالیت آن اندام را تغییر می‌دهند. این مواد را پیام رسانهای شیمیایی نیز می‌نامند.

هورمونها پس از ترشح به طور دائم در خون، باقی نمی‌مانند، بلکه به وسیله کبد به ترکیبات غیرفعال تبدیل و به وسیله کلیه دفع می‌شوند. غدد درون ریز، برخلاف غدد برون ریز (مثل غدد بزاقی) فاقد مجرای ترشحي هستند و ترشحات خود را به طور مستقیم به خون می‌ریزند. واکنش بدن در برابر هورمونها بسیار کندتر از پیامهای عصبی است. سرعت واکنش در برابر پیامهای شیمیایی بستگی به سرعت جریان خون و زمان لازم برای تغییر میزان فعالیت سلولهای اندام هدف دارد. پیامهای عصبی موجب پاسخ سریع و اختصاصی می‌شوند.

تأثیر هورمونها جنبه عمومی تری دارد و آنها بر کل یک یا چند اندام اثر می‌گذارند.

کمبود یا فزونی میزان هر هورمون، اغلب عوارضی را موجب می‌شود. گاه در شکل ظاهری، شخصیت و رفتار افراد نیز اثر می‌گذارد.

شکل ۱-۴ محل غدد داخلی اصلی را در بدن ما نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴- محل غدد داخلی اصلی در بدن



## خلاصه‌ای از کارهای غدد داخلی

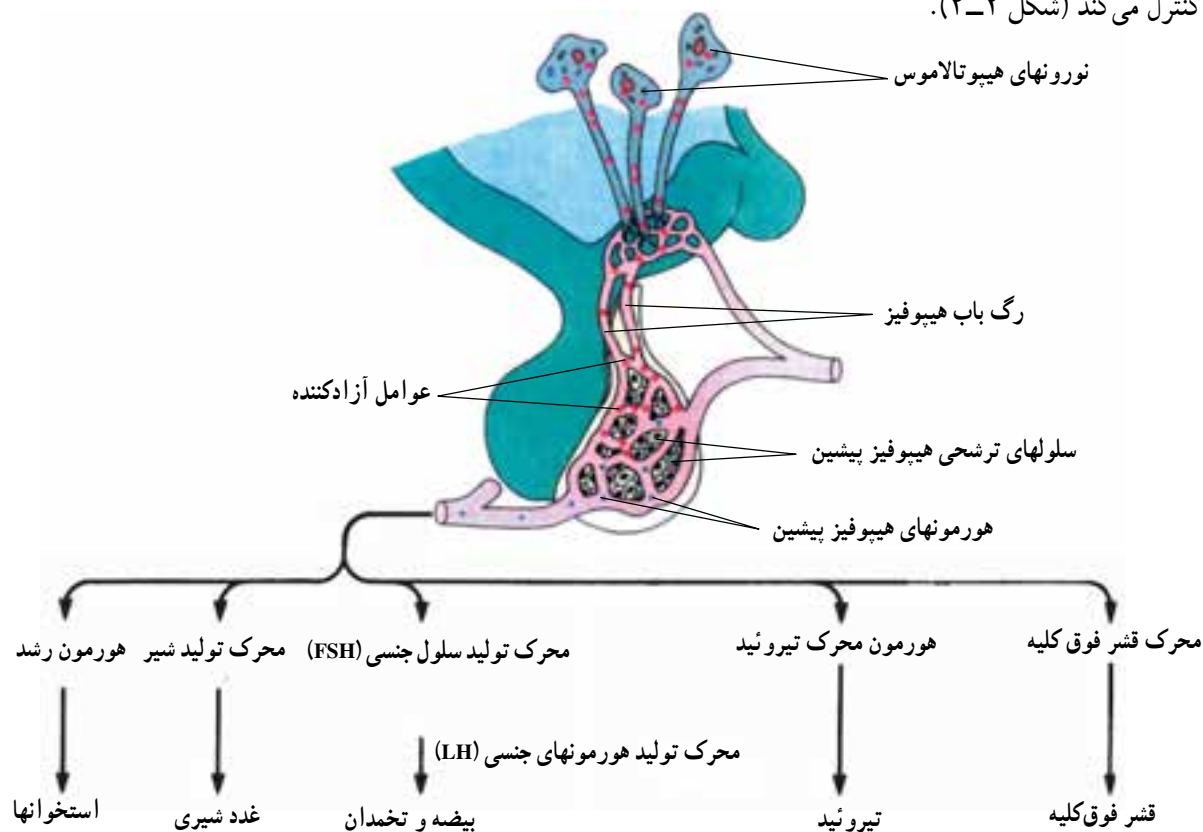
کنترل بخش پیشین غده هیپوفیز به کمک عوامل آزادکننده، تولید هورمون ضد آدرال، کنترل کننده حجم آدرال، تولید هورمون زایمان، منقبض کننده ماهیچه‌های صاف، در نتیجه تسهیل خروج شیر و زایمان	— هیپوتالاموس	} غدد داخلی
[تولید هورمون رشد]	— هیپوفیز	
بخش پیشین: تولید هورمون تنظیم کننده فعالیت غدد جنسی تولید هورمون تنظیم کننده غده تیروئید و بخش قشری فوق کلیه		
بخش پسین: محل تجمع هورمون ضد آدرال و هورمون زایمان	— تیروئید: تنظیم متابولیسم — پاراتیروئید: تنظیم میزان کلسیم خون — پانکراس: تنظیم میزان قند دریافتی سلولها	
آماده سازی بدن در حالت‌های اضطراری	— فوق کلیه:	
تنظیم میزان نمک خون مقابله با سختیها		
تنظیم فعالیت‌های جنسی	— تخمدانها و بیضه‌ها:	
تولید سلولهای جنسی		
ایجاد صفات ثانویه جنسی		

**هیپوتالاموس:** هیپوتالاموس در پایین و دو طرف مغز قرار دارد. این اندام ساختمان نورونی دارد و واسطه‌ای بین سیستم عصبی و هورمونی است. از یک طرف تحت تأثیر قشر مخ است و از طرف دیگر با تولید عوامل آزادکننده، کنترل بیشتر غدد داخلی را برعهده دارد. هیپوتالاموس دو هورمون ضد آدرال و زایمان را تولید می‌کند که عملکرد آنها را در شرح اعمال هیپوفیز پسین می‌خوانید.

**غده هیپوفیز:** این غده به شکل و اندازه فندق کوچکی است که به وسیله ساقه‌ای کوتاه به زیر مغز متصل شده است. این غده سه بخش مختلف دارد که فقط به بررسی بخشهای پیشین و پسین آن می‌پردازیم.

**هیپوفیز پیشین:** این بخش از هیپوفیز، ساختمان غده‌ای دارد و از شش نوع سلول ساخته شده که شش نوع هورمون متفاوت تولید می‌کنند. دو هورمون اصلی آن هورمون رشد و هورمون محرک تولید شیر است و چهار نوع هورمون دیگر آن

محرک سایر غدد داخلی هستند. از این جهت، این غده نقش رهبری بیشتر غدد داخلی را به عهده دارد. این غده خود تحت کنترل هورمون‌هایی است که در بخشی از مغز که بالای غده هیپوفیز قرار دارد و هیپوتالاموس نامیده می‌شود آزاد می‌گردد. هیپوتالاموس با موادی به نام عوامل آزادکننده که به طور مستقیم از طریق جریان خون به هیپوفیز پیشین می‌رسند، فعالیت آن را کنترل می‌کند (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴- ارتباط هیپوفیز پیشین با هیپوتالاموس و سایر غدد

### هورمونهای هیپوفیز پیشین

- ۱- هورمون رشد با تأثیر بر روی بافت غضروفی استخوانها، سنتز پروتئین را در استخوان زیاد کرده، موجب تکثیر سلولهای استخوان ساز و رشد بدن می‌شود. افزایش غیرعادی این هورمون، در دوران قبل از بلوغ، موجب غول‌آسایی<sup>۱</sup> و کمبود آن در دوران کودکی باعث کوتولگی<sup>۲</sup> می‌شود.
- ۲- هورمون محرک تولید شیر<sup>۳</sup> موجب تولید و ترشح شیر از غدد شیری به درون کیسه‌های شیری می‌شود. لاکتوزن در پستانداران ماده، در دوران شیردهی ترشح می‌شود.
- ۳- هورمون محرک تیروئید می‌تواند به طور غیرمستقیم، متابولیسم درون سلولی را افزایش دهد.
- ۴- هورمون FSH تولید سلولهای جنسی در زن و مرد را تسریع می‌کند.
- ۵- LH هورمون محرک غدد جنسی در جهت افزایش میزان هورمونهای جنسی در زن و مرد است.
- ۶- هورمون محرک بخش قشری غده فوق کلیه می‌تواند با تنظیم نمک به طور غیرمستقیم در تنظیم فشار اسمزی خون عمل کند.

۳- لاکتوزن

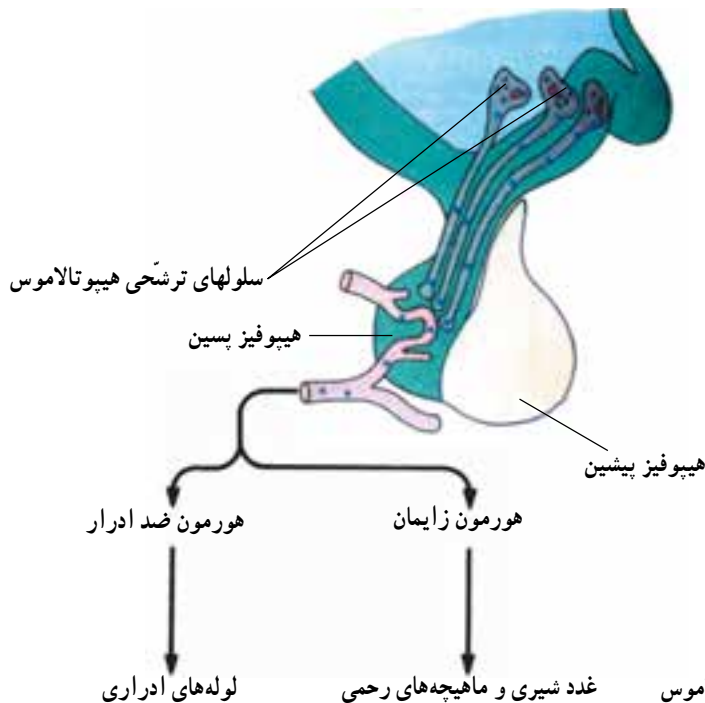
۲- نانیسم

۱- زیگان‌تیسیم

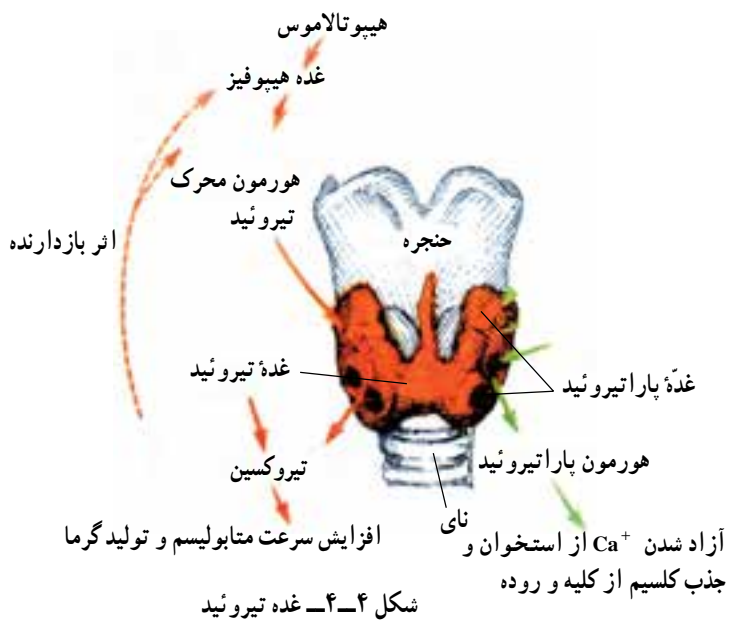
هیپوفیز پسین: این بخش از غده هیپوفیز، برخلاف هیپوفیز پیشین که ساختمان غده‌ای دارد، از آکسون و پایانه‌های نورونهایی بوجود آمده که جسم سلولی آنها در هیپوتالاموس قرار دارد. هورمونهای این غده در هیپوتالاموس تولید می‌شوند و در هیپوفیز پسین ذخیره و به مقدار مورد نیاز آزاد می‌گردند، این هورمونها عبارتند از:

۱- هورمون ضد‌ادراری<sup>۱</sup>: این هورمون با تأثیر بر لوله‌های ادراری بازجذب آب را از ادرار بالا می‌برد و بدین ترتیب از حجم ادرار می‌کاهد و از اتلاف آب بدن جلوگیری می‌کند. از این رو به ثبات ترکیب خون کمک می‌کند.

۲- هورمون زایمان<sup>۲</sup> هم، در هیپوتالاموس تولید و در هیپوفیز پسین ذخیره و از آنجا آزاد می‌شود. این هورمون با انقباض ماهیچه‌های صاف جدار رحم زایمان را آسان می‌کند و نیز موجب انقباض ماهیچه‌های لوله‌های شیری و خروج شیر می‌شود.



شکل ۳-۴- هیپوفیز پسین و ارتباط آن با هیپوتالاموس



شکل ۴-۴- غده تیروئید

غده تیروئید: این غده جلوی گردن قرار دارد و دو لب سازنده آن در طرفین غضروف حنجره قرار گرفته‌اند. بخش رابط، دو لب تیروئید را به هم متصل می‌کند. شاید تا به حال متوجه افراد مبتلا به گواتر شده باشید که به علت نارسایی و یا پرکاری، غده تیروئید آنها بزرگ و مشخص شده است.

کار این غده تولید هورمون کوچک مولکولی به نام تیروکسین است. این هورمون کوچک نقش گسترده و مهمی در بدن ما ایفا می‌کند. تیروکسین تقریباً سرعت متابولیسم یا سوخت و ساز همه سلولهای بدن و میزان

۱- هورمون آنتی دیورتیک (ADH)

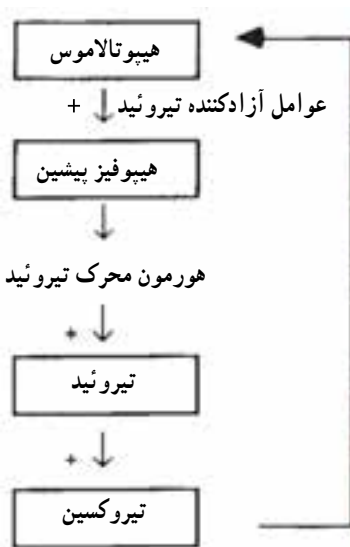
۲- هورمون اکسی توسین

مصرف اکسیژن را در آنها می‌افزاید.

تیروکسین برای رشد و نمو جسمی، تکامل سیستم عصبی و بالغ شدن فرد، ضرورت دارد. کمبود تیروکسین در کودکان نه تنها سبب کوتاهی قد و عقب ماندگی ذهنی می‌شود، بلکه این کودکان بالغ هم نمی‌شوند و همیشه خسته، خواب‌آلود و کم انرژی هستند.

برعکس در پرکاری این غده میزان متابولیسم به قدری بالاست که فرد، احساس گرما و کلافگی می‌کند؛ حساس، لاغر و عصبانی است.

ترشح تیروکسین توسط تیروئید، به وسیله هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین تنظیم می‌شود. شکل ۵-۴ نشان می‌دهد که افزایش تیروکسین بر میزان عامل آزادکننده هیپوتالاموس اثر می‌گذارد و مقدار آن را کاهش می‌دهد. کاهش عامل آزادکننده، میزان هورمون محرک تیروئید را نیز کم می‌کند. در نتیجه مقدار تیروکسین کاهش یافته، به حد متعادل می‌رسد.



شکل ۵-۴- کنترل میزان ترشح تیروکسین



گواتر - ناشی از کمبود ید در یک زن بنگلادشی

غده پاراتیروئید: این غده‌ها، درست پشت غده تیروئید به صورت چهار غده کوچک دیده می‌شوند که کار آنها با غده تیروئید کاملاً متفاوت است. این غده‌ها، هورمون پاراتورمون را تولید می‌کنند که نقش آن افزایش کلسیم خون است و با بالا بردن میزان جذب کلسیم از روده، بازجذب آن از لوله‌های ادراری و نیز تأمین کلسیم از استخوانها نقش خود را ایفا می‌کنند. کلسیم برای انجام عمل عصب و ماهیچه‌ها ضروریست.

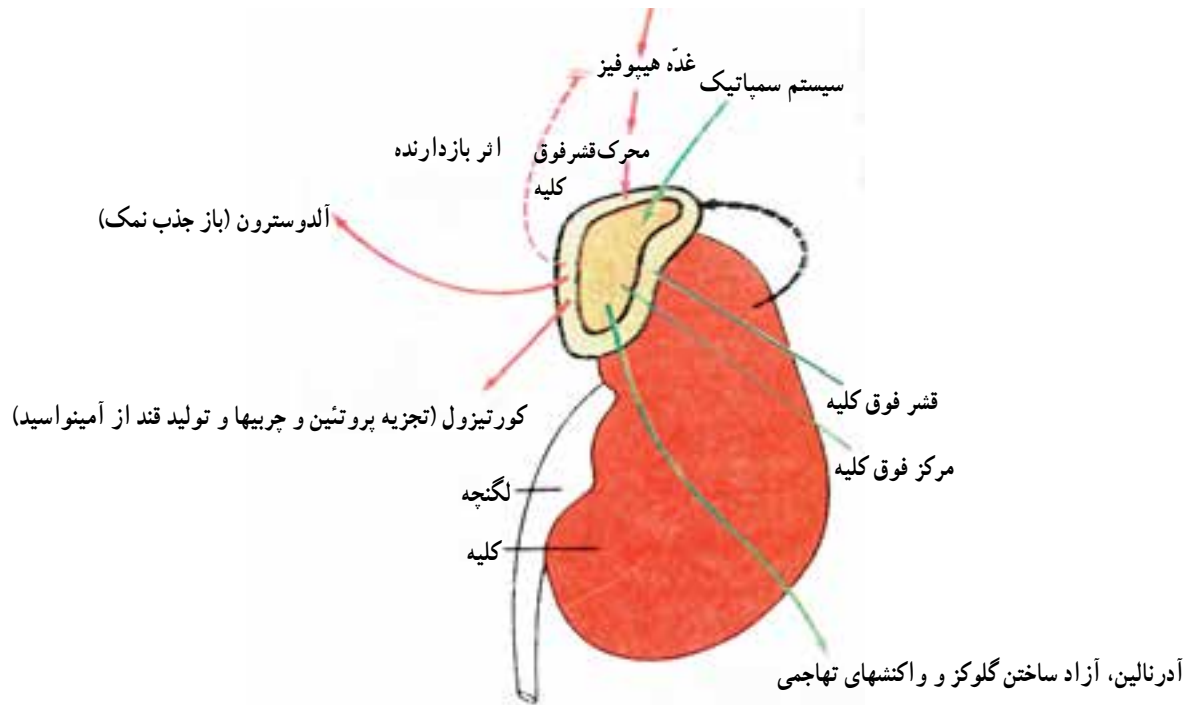
کمبود پاراتورمون، موجب کاهش کلسیم خون و برهم خوردن تنظیم عمل ماهیچه‌ها می‌شود. گرفتگی ماهیچه‌هایی مثل عضلات تنفسی که نقش حیاتی در بدن ما دارند ممکن است منجر به مرگ شود.

غده فوق کلیه یا آدرنال: این غده روی کلیه‌ها در پشت حفره شکمی قرار دارد. هر غده شامل دو بخش قشری و مرکزیست. ناحیه مرکزی آن به وسیله اعصاب سمپاتیک در مواقع اضطراری یا اضطراب تحریک می‌شود و هورمون آدرنالین را به درون خون آزاد می‌کند. نقش این هورمون در جدول ۱-۴ (بیشتر بدانید) خلاصه شده است و به طور کلی ما را تواناتر می‌سازد تا سریعتر و فعالتر در مواقع خطرناک عمل کنیم.

بخش قشری آن، خود از قسمت‌هایی تشکیل شده که هر قسمت‌هایی هورمون‌های ویژه‌ای تولید می‌کنند. بخش سطحی آن، هورمون آلدوسترون تولید می‌کند که میزان نمک و در نتیجه فشار اسمزی خون را در جهت افزایش آن کنترل می‌کند. بخش میانی آن، گروه‌هایی از هورمون‌ها را تولید می‌کند که مهمترین آنها کورتیزول است (شکل ۴-۶).

کورتیزول یا هورمون سختیها و مصائب، وقتی که بدن با کمبود غذایی یا سرما مواجه است قند خون را از تجزیه پروتئینها تأمین می‌کند و بدن را برای مقابله با شرایط ناگوار بدنی و محیطی آماده می‌سازد.

هیپوتالاموس عوامل آزادکننده



شکل ۴-۶ - غده فوق کلیه

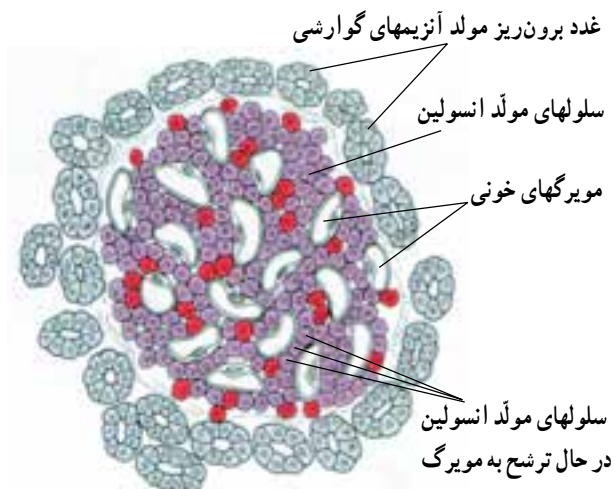


جدول ۱-۴ - نقش آدرنالین در بدن

احساس	مزیت زیستی	اثر آدرنالین	اندام
تپش سریع	افزایش خون‌رسانی و در نتیجه افزایش قند و اکسیژن در ماهیچه	افزایش ضربان	قلب
نفس زدن	افزایش اکسیژن خون	افزایش سرعت و عمق تنفس	تنفس
لرزش و آمادگی برای حرکت سریع	افزایش خون‌رسانی به ماهیچه	انبساط	سرخرگهای ماهیچه
خشک شدن دهان، کاهش اشتها	کاهش حرکت و ترشح لوله‌های گوارشی	انقباض	سرخرگهای گوارش
احساس ویژه‌ای به وجود نمی‌آورد.	افزایش گلوکز در خون برای تأمین سوخت ماهیچه	تبدیل گلیکوژن به گلوکز	کبد



**پانکراس:** این غده در سمت چپ و پشت معده قرار دارد. پانکراس، هم برون ریز و هم درون ریز است. از یک طرف آنزیمهای گوارشی خود را از طریق مجرایی به ابتدای روده باریک می ریزد و از طرف دیگر سلولهای مولد هورمون آن که در گروههای کوچکی به نام جزایر لانگرهانس گرد هم آمده اند انسولین (هورمون کاهنده قند) و هورمون فزاینده قند را در خون می ریزند. با کاهش قند خون، پانکراس، هورمونی در خون آزاد می کند. این هورمون با تأثیرگذاری بر سلولهای کبدی، موجب می شود که ذخایر گلیکوژن سلولهای کبدی به گلوکز تبدیل و وارد خون شود. در نتیجه قند خون بالا رود و به حد متعادل برسد. با افزایش قند خون، پانکراس، انسولین در خون آزاد می کند. این هورمون با تأثیرگذاری بر سلولهای کبدی موجب می شود که گلوکز اضافی به صورت ذخایر قندی در سلولهای کبدی ذخیره شود. در نتیجه قند خون کاهش یابد و به حد تعادل برسد. انسولین، تبدیل قندها را به چربی تسریع و تبدیل پروتئین را به قند کم می کند. هورمونهای تنظیم کننده قند، گلوکز خون را با دقت زیاد در حد ثابتی نگه می دارند. کاهش انسولین یا فقدان آن با افزایش قند خون همراه است که عارضه دیابت یا «مرض قند» را ایجاد می کند.



شکل ۷-۴- تصویر برش میکروسکوپی پانکراس



## بیشتر بدانید

### دیابت چیست؟

نوعی بیماری است که در آن، تنظیم قندخون به خوبی انجام نمی شود. این بیماری در افراد میانسال بیشتر دیده می شود و تا حدودی زمینه ارثی دارد. در این افراد انسولین (یعنی هورمون کاهش دهنده قندخون و افزایش دهنده نفوذپذیری سلولها نسبت به قند) یا کم تولید می شود و یا سلولها، بویژه سلولهای کبدی نمی توانند آن را جذب کنند.

در این افراد قندخون بالاست ولی وارد سلولها نمی شود. از این رو قند اضافی با آب دفع می شود یعنی اتلاف قند همراه با هدر رفتن آب صورت می گیرد. به همین دلیل این افراد اغلب احساس گرسنگی و

تشنگی می‌کنند. خوردن و نوشیدن، کار تثبیت قند خون را مشکلتر می‌کند. این افراد اغلب با مصرف چربی و پروتئین انرژی خود را تأمین می‌کنند و به همین دلیل، در معرض بیماریهای عفونی هستند. وجود چربی در خون به اسیدی شدن آن و سختی جدار رگها کمک می‌کند و فرد مبتلا در معرض خطر پارگی مویرگهای شبکه و سکتة قلبی و مغزی قرار دارد.

با وجود عوارض جانبی دیابت، افراد مبتلا می‌توانند با داشتن رژیم غذایی حساب شده و تزریق انسولین به مقدار دقیق، قندخون را متعادل نگه دارند و زندگی و عمر طبیعی داشته باشند.

هورمونهای جنسی: این هورمونها را در بخش تولید مثل شرح می‌دهیم.

۱- برای جمع بندی نقش هورمونها، جدول زیر را پر کنید.

نام هورمون	نام غده مولد	اندام هدف	نوع اثر	اثرات ناشی از افزایش یا کمبود
۱- هورمون رشد				
۲- تیروکسین				
۳- آدرنالین				
۴- انسولین				

پرسش

۲- با کاهش قند و اکسیژن در مغز چه حالتی به فرد دست می‌دهد؟ چرا؟

۳- چرا غده پانکراس را درون ریز و برون ریز می‌نامند؟

۴- چرا باید در مصرف داروهای هورمونی احتیاط زیادی کرد؟

۵- مصرف هورمون رشد تا چه سن می‌تواند در برطرف کردن اثرات کوتولگی مؤثر باشد؟

۶- چرا هورمونها که خود نقش تنظیم کننده دارند، به وسیله هورمونهای دیگریا هیپوتالاموس کنترل

می‌شوند؟

۷- افراد چاقی که با رژیم غذایی و ورزش لاغر نمی‌شوند، باید کدام غده داخلی آنها مورد آزمایش

قرارگیرد؟

۸- چرا افراد دیابتی، انسولین را نمی‌خورند بلکه تزریق می‌کنند؟

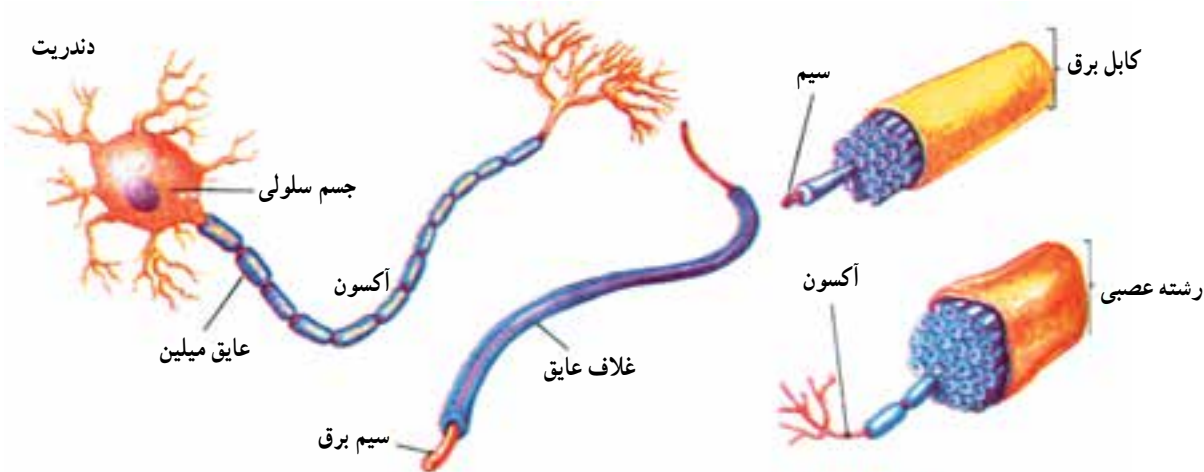
## دستگاه عصبی

دستگاه عصبی بدن انسان با وجود این که به صورت یک دستگاه واحد کار می‌کند ولی معمولاً آن را متشکل از دو دستگاه مرکزی و محیطی می‌دانند. دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که درون کاسه سر و ستون مهره‌ها جای گرفته است. کار دستگاه عصبی مرکزی، دریافت پیامها از اندامهای حسی و سایر نقاط بدن، درک و تفسیر آنها و نیز ارسال پیامهای عصبی به ماهیچه‌ها و غدد است.

دستگاه عصبی محیطی، شامل گره‌ها و رشته‌های عصبی است که مراکز عصبی را به اندامها متصل می‌کند. این رشته‌ها اگر جریانهای عصبی را از مراکز به اندامها ببرند، عصب حرکتی نامیده می‌شوند و اگر جریانهای عصبی را از اندامها به مراکز ببرند،

عصب حسی خوانده می‌شوند. بخشی از دستگاه عصبی که دستگاه‌های درون بدن را تنظیم می‌کنند، دستگاه عصبی خودمختار نامیده می‌شوند. این دستگاه شامل دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک است که عمل آنها در اندامها خلاف یکدیگر است و با کاهش یا افزایش فعالیت یک اندام کار آن را برحسب نیاز بدن تنظیم می‌کنند.

سلولهای اصلی دستگاه عصبی را نورون می‌نامیم. همان‌طور که در بافتها خوانده‌اید، نورون، از جسم سلولی و زواید سیتوپلاسمی درست شده است. عصب مجموعه‌ای از زواید سیتوپلاسمی است. رشته‌های حسی به مراکز عصبی می‌روند و گاهی در آنجا به وسیله نورون رابطی به رشته‌های حرکتی مربوط می‌شود. حال ببینیم پیام عصبی چیست و چگونه سیر می‌کند.



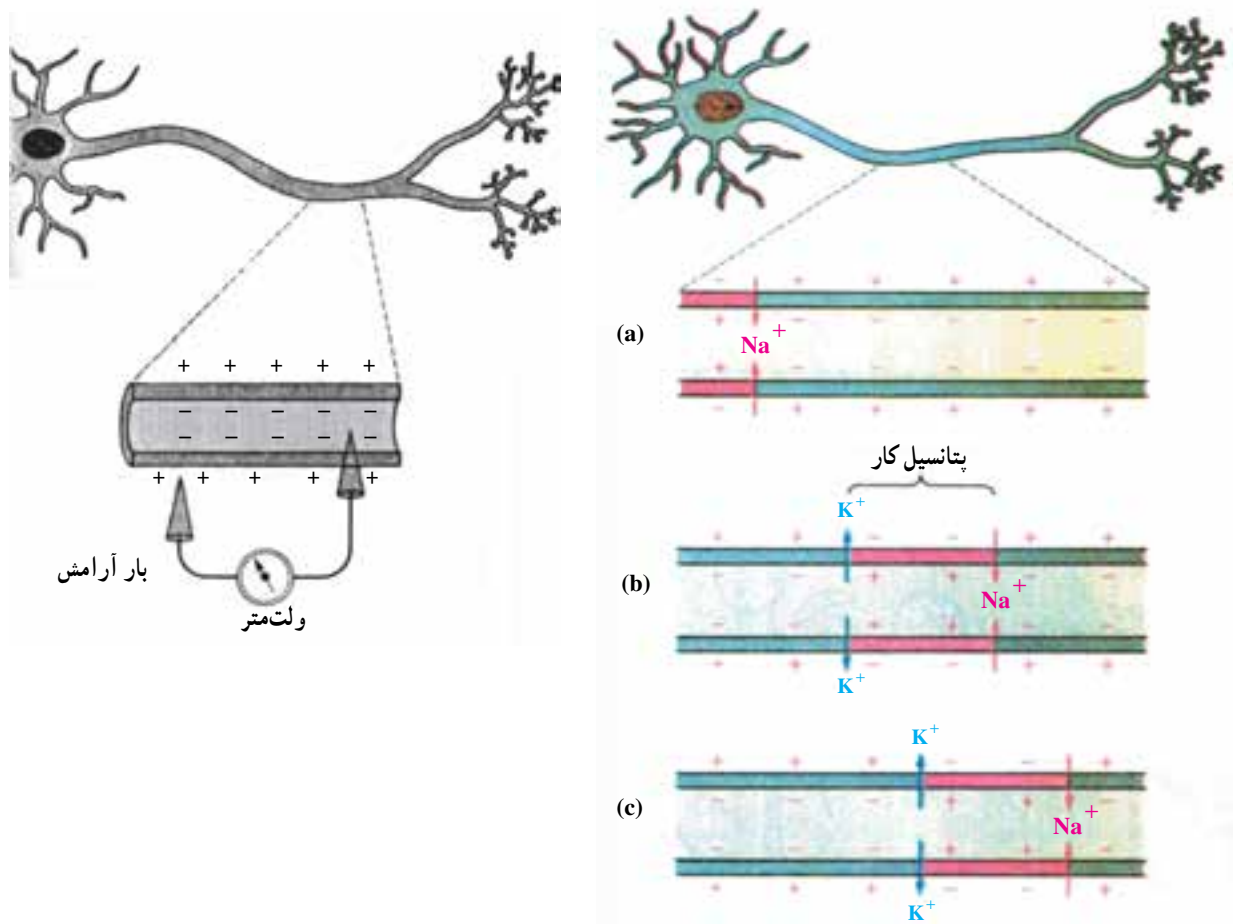
شکل ۸-۴- رشته‌های عصبی را می‌توان با سیم و کابل برق مقایسه کرد.



شکل ۹-۴- زواید نازک و بلند نورون می‌توانند پیام را منتقل کنند.

**پیام عصبی:** پیام عصبی تغییری است که در غشای نورون بوجود می‌آید و در ظاهر شبیه جریان برق است. اگر یکی از الکترودهای ولت‌متر حساسی را روی یک سلول عصبی و الکترود دیگر را درون آن قرار دهیم، ولت‌متر مقدار کمی جریان الکتریسیته نشان می‌دهد که نشان وجود بار الکتریکی در عصب است (شکل ۱۰-۴). این بار الکتریکی «بار آرامش» نام دارد که در اثر عدم

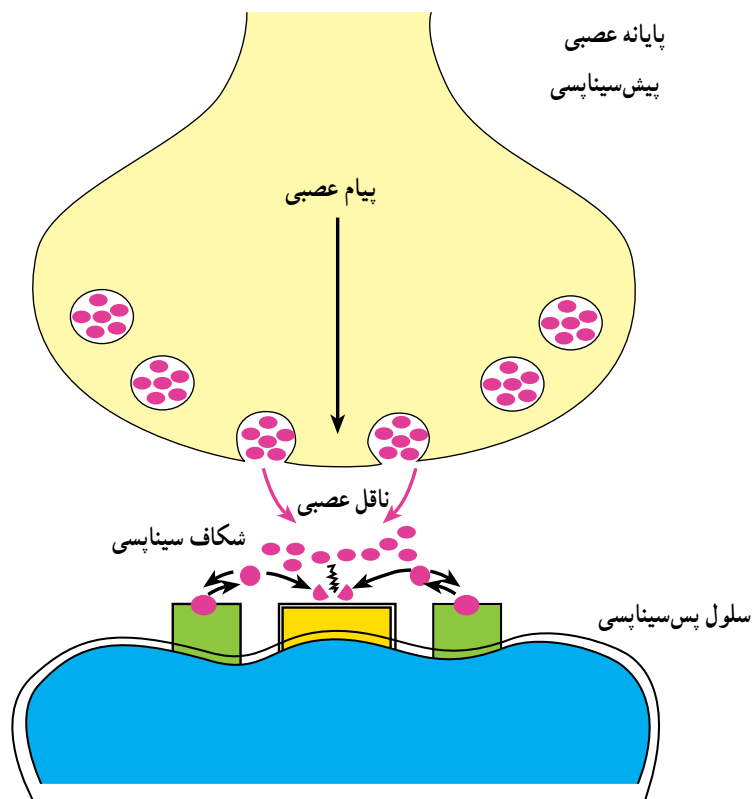
توازن یونهای مثبت مانند  $K^+$ ,  $Na^+$  و یونهای منفی در دو طرف غشا ایجاد می‌شود. اگر عصب را که بار آرامش دارد با محرکی مانند فشار، ضربه یا الکتریسیته تحریک کنیم، این تحریک، موجب تغییر بار الکتریکی عصب می‌شود. این تغییر در اثر ورود یونهای مثبت و از بین رفتن بار آرامش و معکوس شدن آن حاصل می‌گردد. در این حالت، عصب بار عمل یا پتانسیل کار (شکل ۱-۴) دارد. پتانسیل کار از نقطه تحریک شده به نقطه مجاور و سرانجام به پایانه عصب می‌رسد. سیر پتانسیل کار در طول عصب را «پیام عصبی» می‌گویند. سرعت سیر پیام عصبی حدود  $0.5$  تا  $100$  متر در ثانیه است.



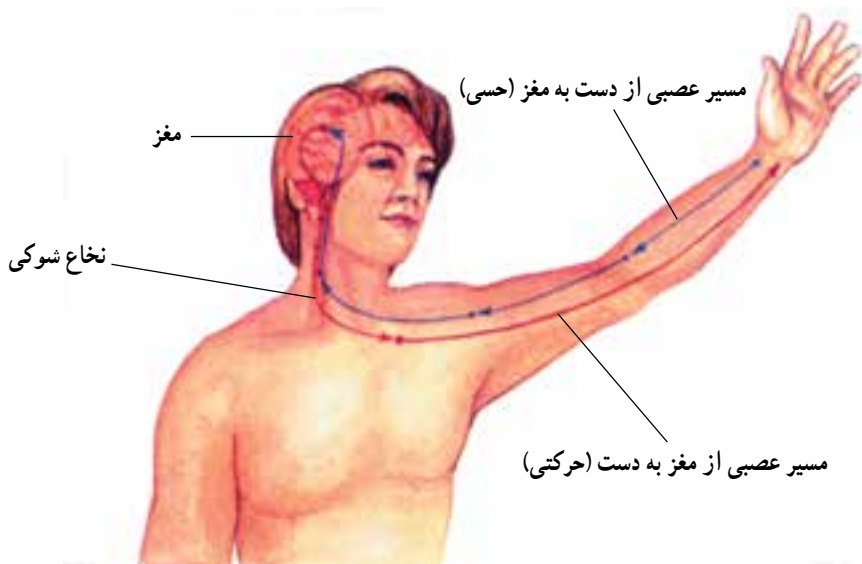
شکل ۱-۴- پتانسیل کار در طول عصب

ماهیت همه پیامهای عصبی، مشابه است. یعنی فرقی بین پیامهایی که از چشم، گوش یا بدن به مغز می‌رسد وجود ندارد. فقط وقتی که پیامها به نواحی مختلف مغز می‌رسند، مغز آنها را به‌عنوان نور، صوت یا عامل دیگری تفسیر می‌کند. سیناپس: پیام عصبی، پس از رسیدن به پایانه عصبی به‌دندریت یا جسم سلولی نورون بعدی منتقل می‌شود. محل انتقال پیام عصبی بین دو نورون را «سیناپس» می‌نامند که از کلمه یونانی به معنی «پیوندگاه» یا «نقطه تماس» گرفته شده است. درحالی که کامیولوگژی، بافت شناس ایتالیایی، نشان داد که در محل سیناپس، آکسون به‌دندریت یا جسم سلولی نورون بعدی متصل نیست بلکه فاصله‌ای بین آنها وجود دارد. پیام عصبی چگونه این فضای سیناپسی را طی می‌کند. هنگامی که پیام عصبی به پایانه آکسون می‌رسد، مقدار کمی ناقل شیمیایی در فاصله بین دو نورون آزاد می‌شود (شکل ۱-۴) که برای تحریک نورون بعدی کافی است این نوع سیناپسها را «تحریک کننده» می‌نامیم. گاهی آزاد شدن ناقل شیمیایی، سبب افزایش بار آرامش نورون بعدی می‌شود.

از این رو نورون بعدی تحریک نمی‌شود. چنین سیناپسهایی را «بازدارنده» می‌نامند. وجود این نوع سیناپس به ما کمک می‌کند تا در هنگام انجام کارهای مختلف، ماهیچه‌هایی که عکس هم کار می‌کنند، یکی در اثر ناقل شیمیایی پتانسیل کار را ادامه دهد و سبب تحریک عضله و انقباض آن گردد و سیناپس بازدارنده مانع عمل ماهیچه مخالف شود. نمونه‌ای از عمل ماهیچه‌های عکس هم را در مطالعه مرکز عصبی نخاع بررسی خواهیم کرد.



شکل ۴-۱۱- ساختمان سیناپس و چگونگی انتقال پیام عصبی

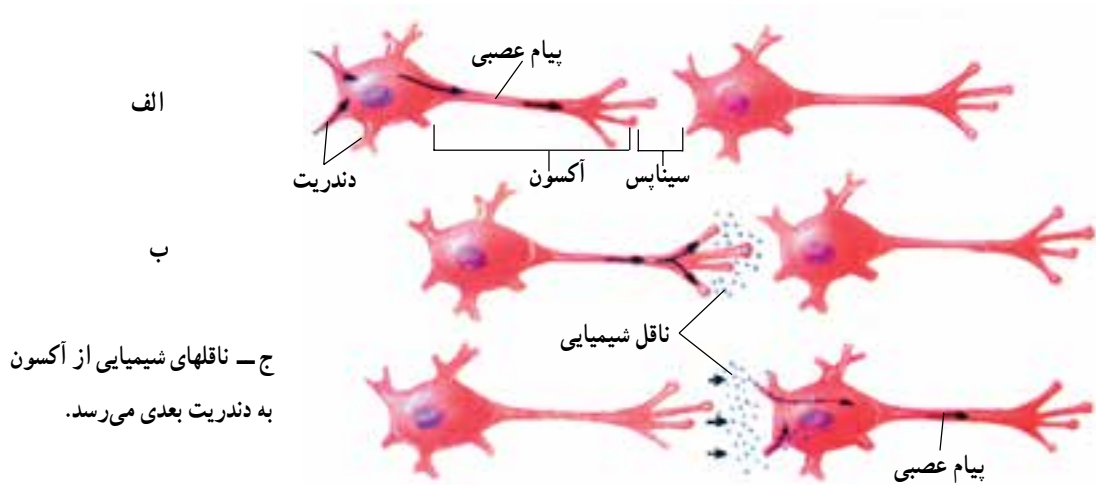


شکل ۴-۱۲

سه نکته مهم در بررسی مسیر پیام عصبی در نورون، قابل توجه است که در بررسی شکل‌های ۴-۱۰ و ۴-۱۱ مشاهده می‌شود.

۱- مسیر پیامهایی که از مغز به دست می‌رسد یعنی مسیر حرکتی از مسیر پیامهایی که از دست به مغز می‌رسد؛ یعنی مسیر حسّی جداست.

شکل ۴-۱۲ مسیر عصبی که پیام را از مغز می‌برد از مسیری که پیام را به مغز می‌آورد، متفاوت است.



الف  
ب  
ج - ناقلهای شیمیایی از آکسون به دندریت بعدی می‌رسد.

شکل ۱۳-۴ پیامهای عصبی با کمک ناقلهای شیمیایی از فضای سیناپس عبور کرده، از یک نورون به نورون بعدی می‌رسد.

- ۲- نورونهایی که با هم یک مسیر طولانی را می‌سازند، در هیچ نقطه به یکدیگر متصل نیستند بلکه فضاهای بسیار کوچک به نام فضای سیناپسی بین انتهای آکسون یک نورون و جسم سلولی یا دندریت نورون بعدی وجود دارد.
- ۳- اغلب پایانه‌های آکسونی هر نورون، مجاور دندریت نورون بعدی قرار دارد.



- ۱- تفاوت بین تار عصبی و عصب چیست؟
- ۲- رشته‌های عصبی حسی و حرکتی چه شباهت و یا تفاوتی از نظر ساختمان و عمل دارند؟
- ۳- آیا یک عصب، می‌تواند همه پیامهای حسی و همه پیامهای حرکتی را هدایت کند؟ یک تار عصبی چه طور؟
- ۴- به شکل ۱۳-۴ نگاه کنید در سه شکل الف، ب و ج آن :
- الف : چند جسم سلولی در شکل می‌بینید؟
- ب : چند سیناپس در شکل می‌بینید؟

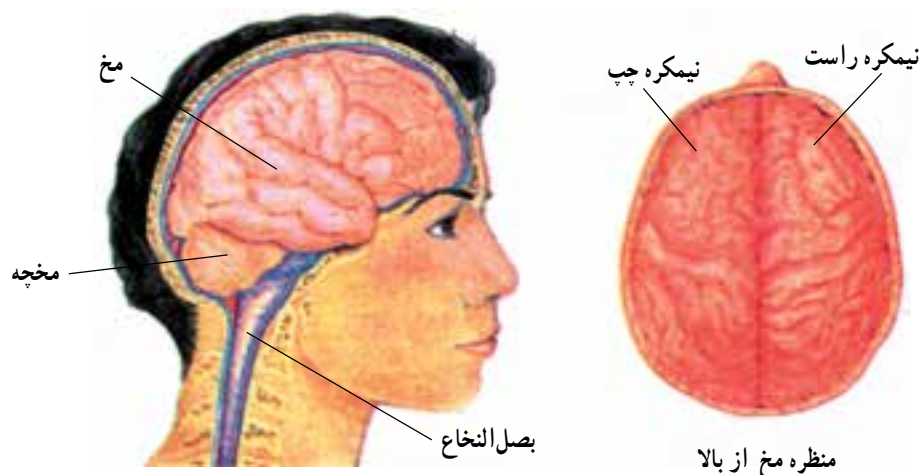
### دستگاه عصبی مرکزی

این دستگاه، شامل مغز و نخاع است که هر یک بخشهای مختلف و کارهای متفاوتی دارند. ببینیم این بخشها کدامند و چه کارهایی انجام می‌دهند.

**مغز:** مغز شامل نیمکره‌های مخ، مخچه و بصل النخاع است. نیمکره‌های مخ، بزرگترین بخش مغزاند و یک شیار عمیق عمودی، این دو نیمکره را مشخص می‌کند. سطح خارجی هر دو نیمکره، چینهای کم عمق و عمیق بسیاری دارد که ظاهری شبیه مغز گردو به آن داده است (شکل ۱۴-۴). کدام بخش مغز، کارهای غیر ارادی را کنترل می‌کند؟

مخ کارهای مختلفی را انجام می‌دهد. همه پیامهای حسی به مخ می‌رسند. برخی پیامها ذخیره می‌شوند و حافظه ما را تشکیل می‌دهند. به کمک حافظه، پیامهای حسی، شناسایی، درک و تفسیر می‌شوند. بدون مخ تفکر، استدلال و قدرت یادگیری

ما از بین می‌رود. همچنین مخ مرکز کنترل ماهیچه‌ها و صدور پیامهایی برای انجام حرکات ارادیست. مخ: مطابق شکل ۱۴-۴، تصویری که آن را از بالا نشان می‌دهد، دو قسمت قرینه‌چپ و راست دارد. حرکات ارادی قسمت راست بدن به وسیله نیمکره چپ مخ کنترل می‌شود و حرکات ارادی قسمت چپ بدن را هم نیمکره راست مخ کنترل می‌کند.



شکل ۱۴-۴ سه بخش اصلی مغز: مخ، مخچه و بصل النخاع

**مخچه:** مخچه قسمتی از مغز است که در حفظ تعادل بدن و هماهنگی کارهای ارادی کمک می‌کند. اعصابی که از مغز به ماهیچه‌ها می‌رسند در سر راه خود، قبل از ورود به نخاع، از مخچه می‌گذرند. مخچه به‌طور غیرارادی کار ماهیچه‌ها را هماهنگ می‌کند.

**بصل النخاع:** این سومین قسمت مغز است. بصل النخاع در بالا و ابتدای نخاع قرار گرفته است و ضربان قلب، حرکات تنفسی، فشار خون و اعمال گوارشی را به‌طور غیرارادی کنترل می‌کند.

**نخاع شوکی و بازتابها:** برخی از پیامها به مغز نمی‌رسند؛ زیرا نخاع خود به عنوان مرکزی عصبی خیلی سریع فرمان حرکت را به ماهیچه می‌فرستد و بدن در مدت بسیار کوتاهی به محرک پاسخ می‌دهد. پاسخهایی که بدون دخالت مخ و به‌سرعت از نخاع یا بصل النخاع فرستاده می‌شوند، اعمال انعکاسی یا «بازتاب» نام دارند. اغلب بازتابهای نخاعی، حفاظتی هستند و سرعت عمل آنها برای ما نقش حیاتی دارد.

مسیری را که بازتاب طی می‌کند، قوس بازتابی (انعکاسی) می‌نامند. در اعمال بازتابی، چهار مورد عمومیت دارد.

۱- همه غیرارادی هستند.

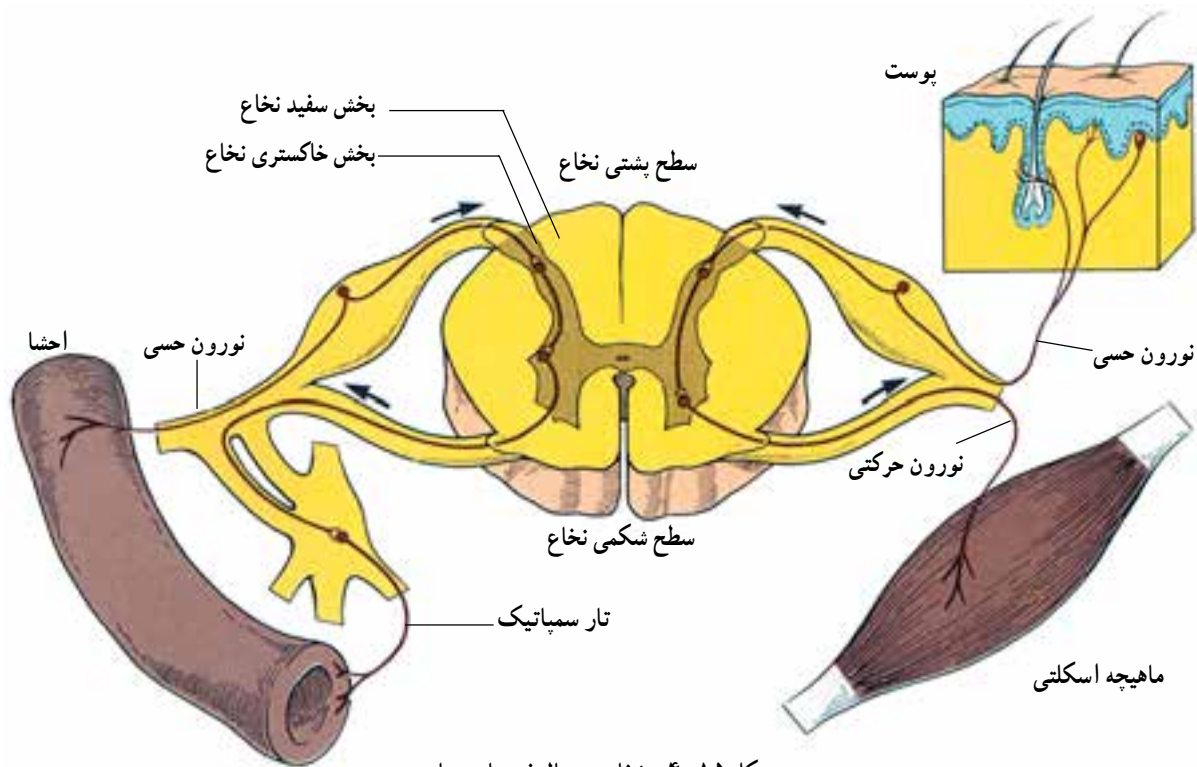
۲- پاسخها سریع‌اند.

۳- ممکن است پیام حسّی به مغز برسد یا نرسد. به هر حال، وقتی مغز پیام را دریافت می‌کند که شما پایتان را عقب کشیده‌اید. در نتیجه جراحات کمتری برداشته‌اید.

۴- بیشتر بازتابها واکنشهای محافظتی و مفیداند.

سرفه، عطسه، پلک زدن و بلع، همه اعمال بازتابی هستند. فکر کنید هر یک از این کارها چگونه از شما حفاظت می‌کنند. عصبهای نخاعی در جایی که به نخاع می‌رسند به دو ریشه تقسیم می‌شوند. همه رشته‌های حسّی، ریشه پشتی و همه

رشته‌های حرکتی، ریشه شکمی را می‌سازند. این دو با هم عصب نخاعی را می‌سازند (مانند رشته سیم‌های درون کابل برق). قوس بازتابی، همیشه به سادگی شرحی که ارائه کرده‌ایم نیست، بلکه پیچیدگی بیشتری دارد.



شکل ۱۵-۴. نخاع در حال فرستادن پیام

### دستگاه عصبی خودمختار یا اتونومیک

این دستگاه، بخشی از دستگاه عصبی است که کنترل اعمال دستگاه‌های درونی بدن را به عهده دارد. وجود این دستگاه، سبب می‌شود که وقتی ما مشغول انجام کارهای ارادی، تفکر، یادگیری و شناخت محیط اطرافمان هستیم، اعمالی مثل گوارش یا حرکات قلب و تنفس، به صورت خودکار و بی‌آنکه از آنها با خبر باشیم انجام شود. همان‌طور که در شکل ۱۶-۴ می‌بینید این بخش از دستگاه عصبی، شامل دو قسمت سمپاتیک و پاراسمپاتیک است.

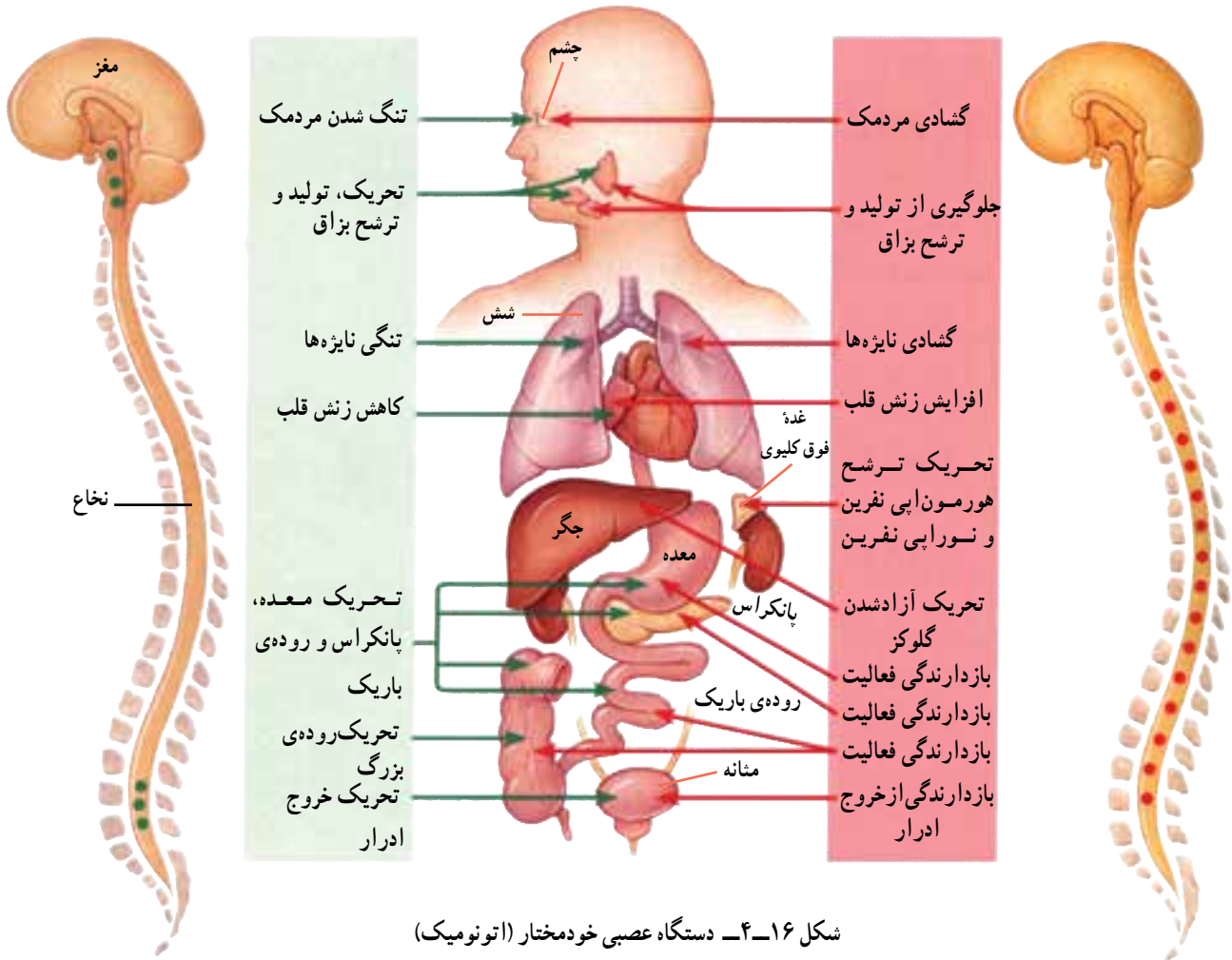
مهمترین مرکز سیستم پاراسمپاتیک، بصل‌النخاع است و مرکز کنترل اعمال تغذیه‌ای مثل تنفس، حرکات قلب و گوارش می‌باشد. این دستگاه، سبب می‌شود که بدن حالت آرامش داشته باشد؛ یعنی ضربان قلب و حرکات تنفس کند شود و در عوض خون به ماهیچه‌های جدار لوله گوارش برسد و اعمال گوارشی بهتر انجام شود. برای همین حالت است که پس از غذا خوردن احساس سستی می‌کنیم.

برعکس، سیستم سمپاتیک، بدن را برای حالت فعالیت و هیجان آماده می‌کند. ضربان قلب و حرکات تنفسی سریع‌تر شده، خون بیشتری متوجه ماهیچه‌های بدن و دست و پا می‌شود و فرد برای فرار یا حمله و هیجان آماده می‌شود. سمپاتیک، چنانچه در شکل ۱۶-۴ می‌بینید، ارتباط نزدیکی با نخاع دارد. کار دستگاه سمپاتیک و پاراسمپاتیک در جهت حفظ تعادل اعمال درونی بدن است.



اعصاب سمپاتیک

اعصاب پاراسمپاتیک



شکل ۱۶-۴- دستگاه عصبی خودمختار (اتونومیک)

پرسش

- ۱- بخشهای اصلی دستگاه عصبی مرکزی و خودمختار کدامند؟
- ۲- سه بخش اصلی مغز کدامند و هر یک چه نقشی دارند؟
- ۳- آیا می‌توانید نوع پیامهایی را که از نخاع به مغز می‌روند قبل از رسیدن به مغز، تشخیص دهید که از کدام گیرنده‌های پوستی (درد، سرما و ...) می‌آیند؟ توضیح دهید.
- ۴- با پرکردن جدول زیر، دستگاه عصبی و هورمونی را مقایسه کنید.

سیستم هورمونی	سیستم عصبی	طرز عمل
بیشتر درون	بیشتر بیرون	۱- هماهنگی اغلب با محیط بیرون یا درون
		۲- مسیر انتقال
		۳- مدت اثر
		۴- سرعت بروز پاسخ

## تشریح مغز گوسفند

هدفهای رفتاری: از دانش آموز انتظار می رود پس از پایان این آزمایش بتواند:

- ۱- بخشهای مختلف مراکز عصبی را تمیز دهد.
- ۲- رشد زیاد نیمکره های مخ و مخچه نسبت به سایر قسمت های مغز را تشخیص دهد.
- ۳- مجاری و بطن های مراکز عصبی و نحوه ارتباط آنها را با یکدیگر تمیز دهد.
- ۴- به مهارتهای خود در مورد انجام آزمایشهای زیست شناسی بیفزاید.

وسایل و مواد لازم

- ۱- تشتک تشریح
  - ۲- ست تشریح (قیچی - سوند - اسکالپل - پنس)
  - ۳- مغز گوسفند
  - ۴- محلول فرمل پنج درصد
- چون بافت مغز خیلی نرم است، تشریح آن مشکل است، بنابراین لازم است بیست و چهار ساعت قبل از تشریح، آن را در محلول ۵٪ فرمل قرار دهید تا بافت مغز قدری سفت شود.

### روش تشریح

مطالعه شکل خارجی مغز و تشخیص سطح پشتی آن از سطح شکمی

- ۱- سطح پشتی مغز: تقریباً محدب و شیاردار است. قسمت اعظم آن را مخ و مخچه تشکیل می دهد. مخ، شامل دو نیمکره است که به وسیله شیاری طولی به نام شیار بین دو نیمکره از یکدیگر جدا شده اند و بین آنها قسمتی از پرده های پیوندی نفوذ کرده است. مخچه شامل دو نیمکره و بخش میانی به نام کرینه می باشد.
- ۲- سطح شکمی مغز: تقریباً مسطح است و در قسمت جلو هر نیمکره مخ، زبانه سفید رنگی به نام لوب بویایی مشاهده می شود.

در زیر لوبهای بویایی، ضربدر بینایی که از تقاطع اعصاب بینایی حاصل شده، مشاهده می گردد.

در زیر ضربدر بینایی، محل قرار گرفتن غده هیپوفیز دیده می شود. اتصال غده مزبور با مغز، در موقع بیرون آوردن مغز از مجموعه قطع می شود و هیپوفیز در حفره استخوانی زین ترکی واقع در روی استخوان پروانه ای باقی می ماند.

کمی پایین تر از محل هیپوفیز، زبانه خاکستری دیده می شود. پایین تر از زبانه خاکستری، پایکهای مغزی قرار دارند که مسیر عبور تارهای حسی و حرکتی می باشند. در زیر پایکهای مغزی، قسمت برآمده ای به صورت عرضی قرار دارد که برجستگی حلقوی نامیده می شود. در پایین برجستگی مزبور، بصل النخاع قرار دارد که به نخاع شوکی مربوط می شود.

### مراحل تشریح

تشریح مغز گوسفند در طی سه تا چهار مرحله انجام می شود.

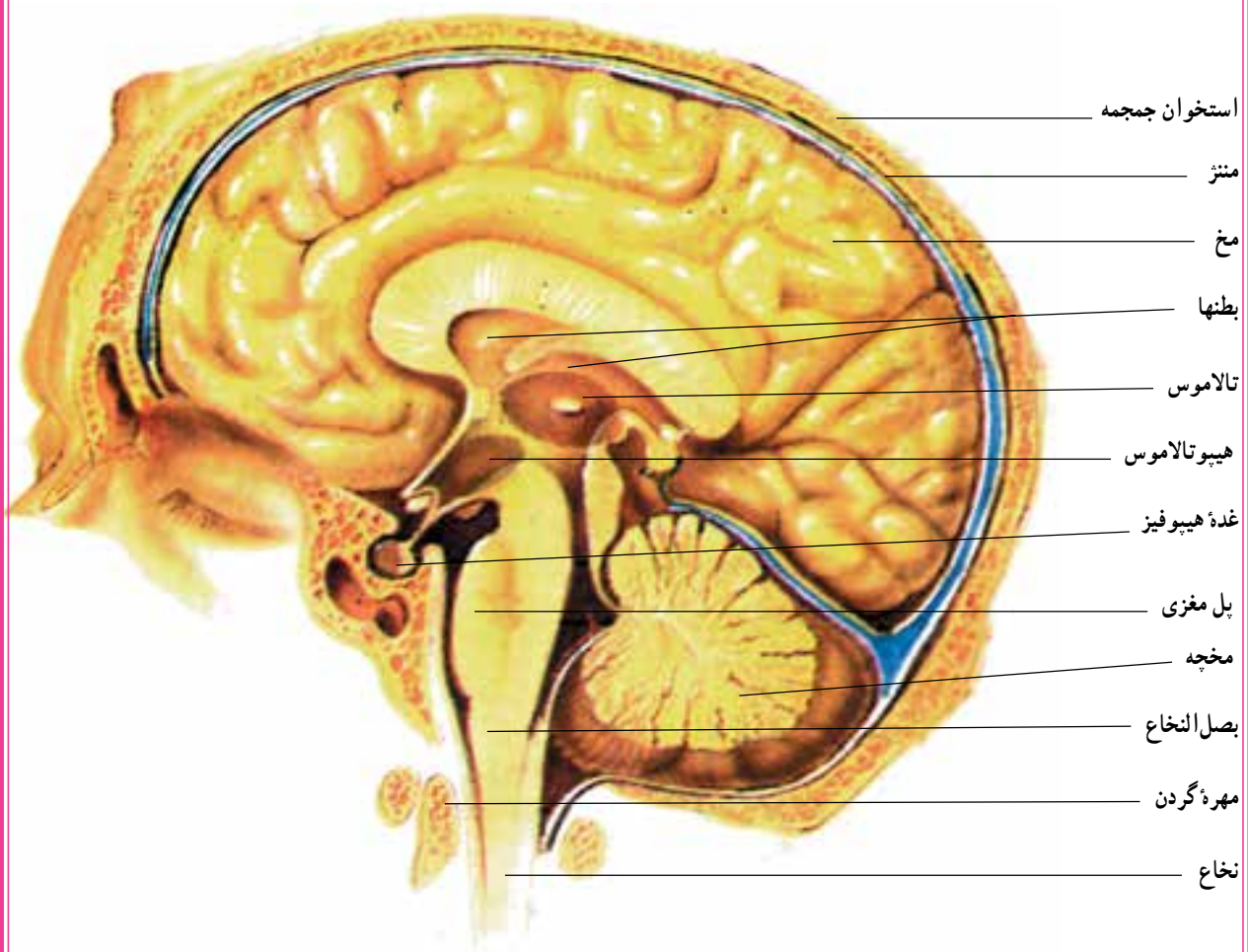
برش اول: مغز را از سطح شکمی در کف تشتک قرار می دهیم و از سطح پشتی تشریح می کنیم.

به کمک قیچی نوک تیز، لیاف پرده نرم شامه بین دو نیمکره را با دقت از یکدیگر جدا می‌کنیم و با کمک انگشتان دست و پشت اسکالپل، شیار بین دو نیمکره را باز می‌کنیم. در عمق دو سانتیمتری، به لایه سفید رنگی به نام جسم پینه‌ای می‌رسیم که اولین رابط بین دو نیمکره مخ است و در سقف بطنهای ۱ و ۲ قرار دارد.

برش دوم: در زیر جسم پینه‌ای، در امتداد خط میانی، پرده‌ای شفاف و عمودی وجود دارد که بطنهای ۱ و ۲ واقع در نیمکره‌های مخ را از هم جدا کرده است. برای دیدن این پرده و سالم ماندن آن، جسم پینه‌ای را از یک طرف برش می‌دهیم و وارد یکی از بطنهای جانبی می‌شویم. آنگاه با برداشتن پرده شفاف، بطنهای ۱ و ۲ نمایان می‌شوند و در کف بطنهای جانبی، شبکه مویرگی دیده خواهد شد.

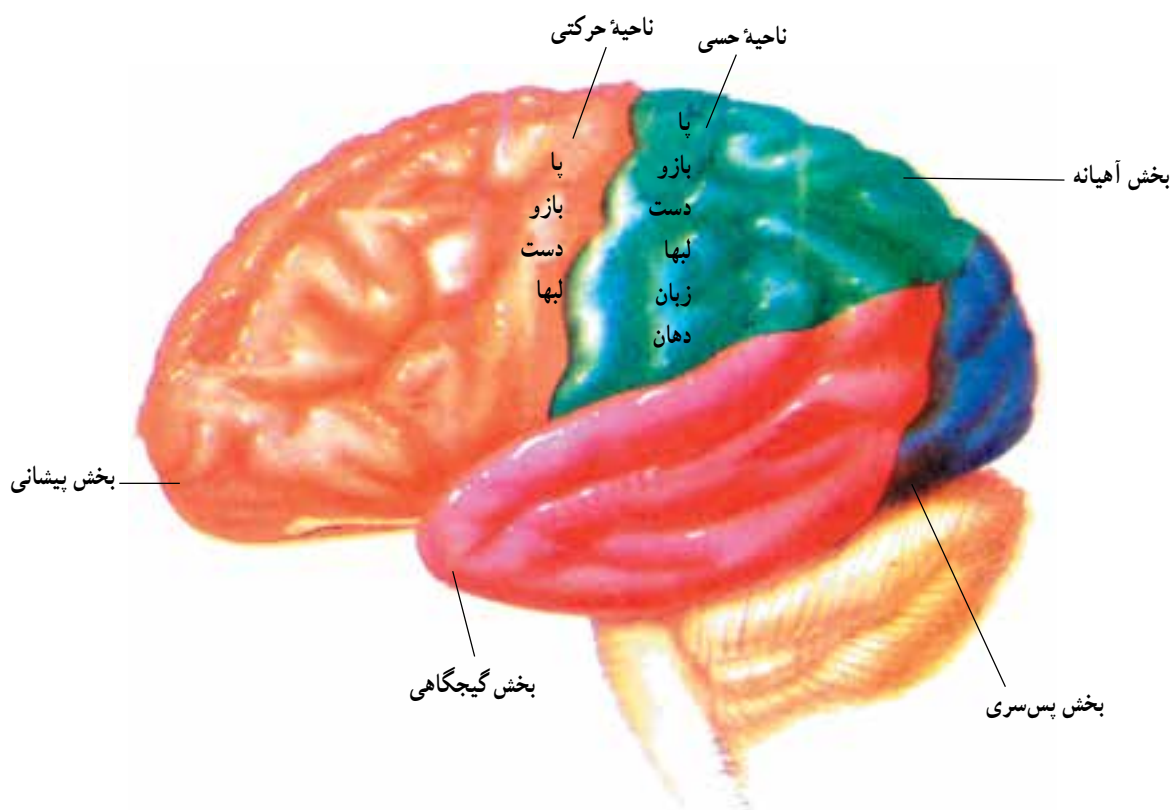
مایع مغزی نخاعی به وسیله این شبکه به داخل بطنها ترشح می‌شود.

برش سوم: مخچه را نیز با چاقو برش می‌دهیم. در مقطع آن، ماده سفید را به صورت شاخه‌های درخت پراکنده در ماده خاکستری ملاحظه می‌کنیم که به آن درخت زندگی می‌گویند. در زیر مخچه، حفره لوزی شکل بطن چهارم دیده خواهد شد.



شکل ۱۷-۴. بخشهای مختلف مغز آدمی در برش طولی

با برداشتن مثلث مغزی، حُفره قیفی شکل بطن سوم نیز، نمایان خواهد شد. لایه‌های دیدگانی (تالاموسها) در طرفین به صورت دو برجستگی تخم‌مرغی شکل چسبیده به هم دیده می‌شوند. بُرش چهارم: در این حالت مغز را در کف تشتک قرار دهید و به وسیله چاقوی تشریح از جلو به عقب، آن را در تمام طول، بُرش دهید و قسمتهایی را که مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، مجدداً بررسی و مشاهده کنید.



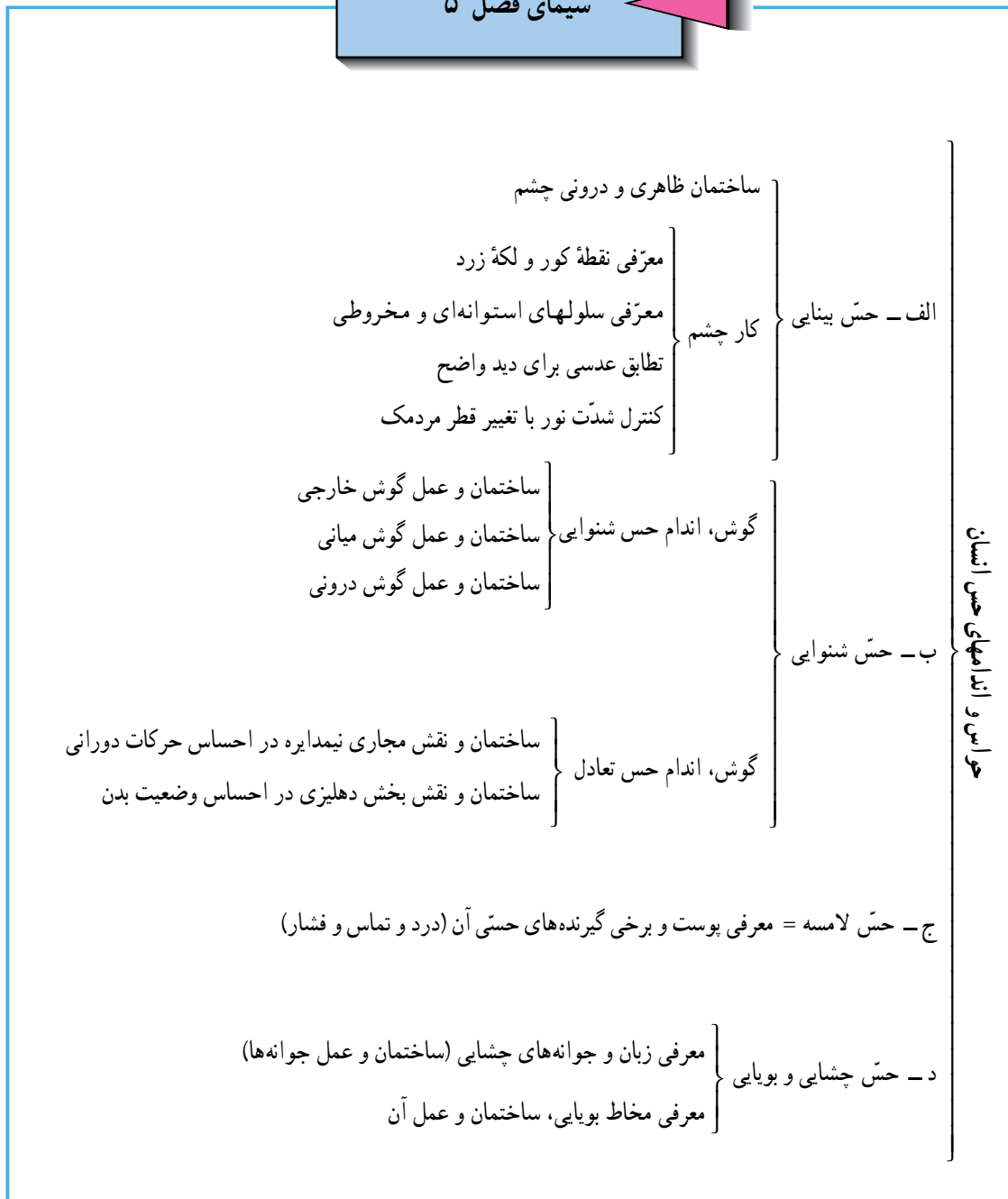
شکل ۱۸-۴- مراکز قشر مخ

### پرسش

- ۱- چرا مغز را قبل از تشریح، در محلول رقیق فرم‌آلدئید قرار می‌دهیم؟
- ۲- در سطح شکمی مغز چه قسمتهایی را مشاهده کردید؟
- ۳- در روی مجرای سیلویوس، چه قسمتهایی از مغز دیده خواهند شد؟
- ۴- تالاموسها را در چه بخشی از مغز مشاهده کردید؟

حواس و اندامهای حس

سیمای فصل ۵



## اندامهای حس انسان

بدن انسان اندامهای حس گوناگون دارد. هر اندام برای محرکی ویژه، ساختمانی ویژه دارد. چشم برای تشخیص نور، بینی و زبان برای مولکولهای شیمیایی، گوش برای امواج صوتی و پوست برای احساس گرما، سرما، درد، تماس و فشار اختصاص دارد.

### حس بینایی

بینایی مهمترین حس آدمی است، زیرا بیش از ۸۰ درصد اطلاعاتی که از محیط اطراف حاصل می‌آوریم، از راه چشم است.

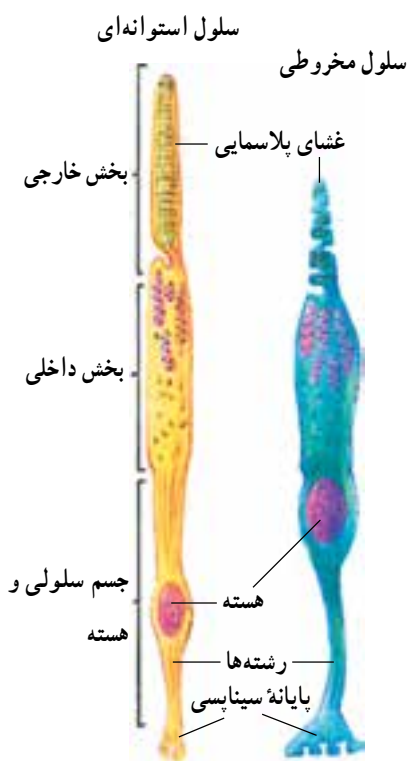
**ساختمان چشم:** چشم، شکل تقریباً کروی دارد. دیواره این کره را سه لایه به این ترتیب تشکیل داده است: لایه خارجی یا صلبیه که پرده‌ای سخت، ضخیم و سفید رنگ است. این پرده وظیفه محافظت از بخشهای داخلی چشم را عهده‌دار است. صلبیه در قسمت جلو، برجسته‌تر و شفاف می‌شود و قرنیه را به وجود می‌آورد. نور از راه قرنیه وارد چشم می‌شود. در زیر پرده صلبیه، لایه‌ای تیره رنگ به نام مشیمیه وجود دارد. تیرگی این لایه سبب می‌شود که نور در داخل کره چشم منعکس نشود. در عین حال، تعداد زیادی رگ خونی هم در مشیمیه وجود دارد که وظیفه آنها، غذا دادن به قسمت‌های مختلف دیواره کره چشم است. مشیمیه، در قسمت جلو، تقریباً مسطح شده و عنبیه را به وجود می‌آورد که رنگ آن در چشم افراد مختلف، متفاوت است. در وسط عنبیه، سوراخ مردمک قرار دارد. مردمک در مقابل نور زیاد، کوچک و در برابر نور کم، بزرگ می‌شود. کوچک و بزرگ شدن سوراخ مردمک را ماهیچه‌های حلقوی و شعاعی موجود در عنبیه برعهده دارند. میزان باز و بسته شدن مردمک را دستگاه عصبی مرکزی تنظیم می‌کند.

در پشت مردمک و پرده عنبیه، عدسی چشم واقع است که نور را بر روی پرده داخلی چشم، یعنی پرده شبکیه می‌تاباند. در این حال، مانند دوربین عکاسی، تصویری از اجسام جلوی چشم در روی پرده شبکیه تشکیل می‌شود. ماهیچه‌هایی به نام ماهیچه‌های مژکی که به پرده مشیمیه متصلند، عدسی را از هر طرف نگاه داشته‌اند. این ماهیچه‌ها می‌توانند عدسی را قطورتر (برای دیدن اشیای نزدیک) یا نازکتر (برای مشاهده اجسام دور) کنند.

پرده شبکیه چشم، دارای سلول‌هایی است که در برابر نور حس‌آسند. این سلولها، پیام خود را به نورون‌هایی منتقل می‌کنند که از اجتماع آکسون‌های آنها عصب بینایی در پشت چشم تشکیل می‌شود. این عصب، به قشر خاکستری مخ در پشت سر می‌رود تا چیزهای دیده شده مورد تعبیر و تفسیر قرار گیرند. جایی که عصب بینایی خارج می‌شود، نقطه کور نام دارد. بالای نقطه کور، حساس‌ترین نقطه شبکیه به نام لکه زرد قرار دارد.

در کره چشم، دو محفظه، یکی در جلوی عنبیه و دیگری در پشت عدسی قرار دارد که اولی از مایعی به نام زلالیه و دومی از مایعی به نام زجاجیه پر شده است.

**بینایی:** نوری که به چشم می‌رسد از قرنیه، زلالیه، مردمک، عدسی و زجاجیه می‌گذرد تا به پرده شبکیه بتابد. پرده شبکیه از چند لایه سلول متفاوت تشکیل شده است. داخلی‌ترین این لایه‌ها، سلولهای حساس به نور هستند که به دو شکل استوانه‌ای و مخروطی وجود دارند. تعداد سلولهای استوانه‌ای



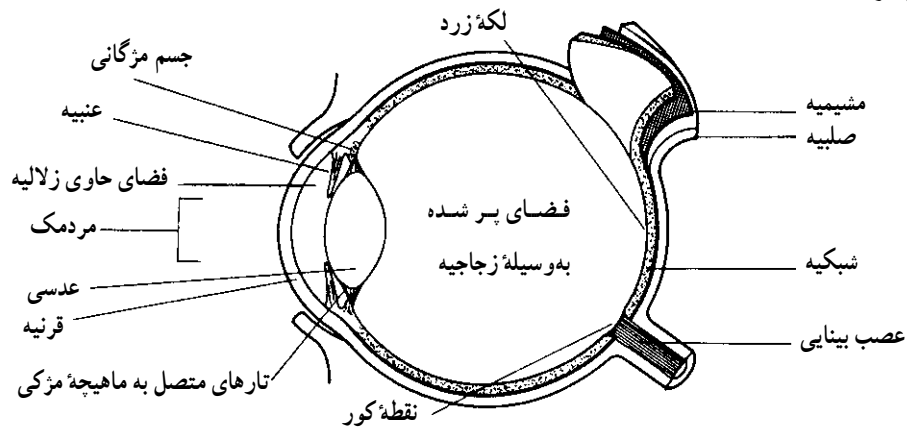
شکل ۱-۵ - در شبکیه چشم دو نوع سلول مخروطی و استوانه‌ای برای دیدن رنگ و نور وجود دارد.

بسیار بیشتر از تعداد سلولهای مخروطی است. سلولهای استوانه‌ای نسبت به نور کم حساسند. این سلولها همه چیز را سیاه یا سفید می‌بینند (مانند دید اشیاء در اوایل سپیده‌دم و اواخر غروب).

سلولهای مخروطی، رنگها را دریافت می‌کنند و برای تحریک شدن به نور زیاد نیاز دارند. در شبکیه، سه نوع سلول مخروطی حساس در برابر نورهای قرمز، سبز و آبی وجود دارد.

هر دو نوع سلول استوانه‌ای و مخروطی، برای دریافت پیام به نوعی ماده شیمیایی به نام رتینال نیاز دارند که از ویتامین A ساخته می‌شود. رتینال با پروتئینی که در سلولهای مخروطی و استوانه‌ای وجود دارد، ترکیب می‌شود. نوع این پروتئین در سلولهای مختلف مخروطی و استوانه‌ای متفاوت است.

وقتی که نور به چشم می‌رسد، پیوند میان پروتئین و رتینال را می‌شکنند و با این کار، نوعی پیام عصبی پدید می‌آید که به سوی مغز هدایت می‌شود.

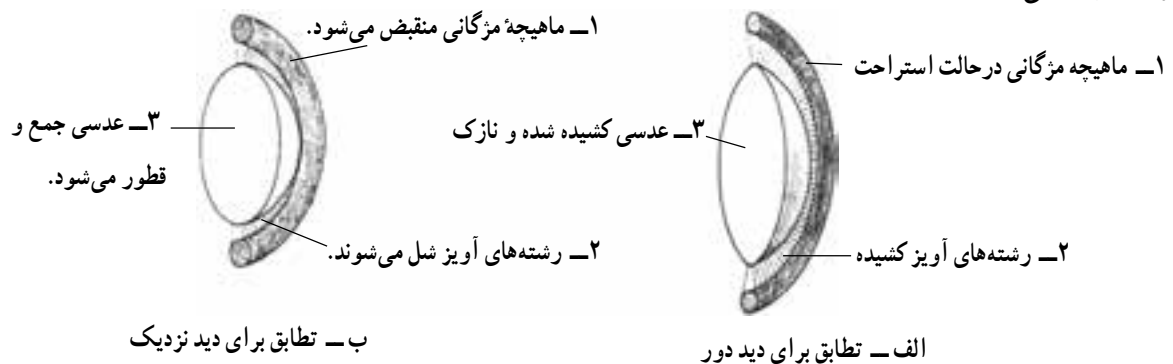


شکل ۲-۵ - ساختمان چشم آدمی

**تطابق:** چشم می‌تواند از اشیای دور و نزدیک، تصویر واضح تشکیل دهد و برای این کار، عدسی، تغییر تحدب می‌دهد. به این ترتیب که برای دیدن اشیای دور، تحدب آن کاهش یافته، نازک می‌شود و برای دیدن اشیای نزدیک تحدب آن افزایش یافته، قطور می‌شود.

تغییر تحدب عدسی با انقباض و انبساط ماهیچه مژگانی صورت می‌گیرد. ماهیچه مژگانی جزو جسم مژگانیست و مانند حلقه‌ای دور عدسی قرار گرفته است.

وقتی ماهیچه مژگانی در حال استراحت است، فشار مایعات درون چشم روی صلبیه، سبب می‌شود که رشته‌های آویز عدسی و خود عدسی کشیده شده، در نتیجه عدسی نازک شود و تحدب آن کاهش یابد. در این حالت، تصویر واضح اشیای دور روی شبکیه می‌افتد.



شکل ۳-۵ - چگونگی انجام تطابق (تغییر تحدب عدسی)

برای تشکیل تصویر از یک جسم نزدیک، ماهیچهٔ مژگانی دور عدسی منقبض شده، فشار از روی رشته‌های آویز عدسی برداشته می‌شود. به همین سبب، شکل عدسی تغییر کرده، تحدب آن افزایش می‌یابد. این حالت عدسی برای شکستن و نزدیک ساختن شعاع‌های نورانی یک جسم نزدیک و تشکیل تصویر واضح از آن لازم است (شکل ۳-۵).

کنترل شدت نور: مردمک با تغییر اندازهٔ خود، مقدار نوری را که وارد چشم می‌شود کنترل می‌کند. در نور شدید، تارهای ماهیچه‌ای حلقوی منقبض شده، قطر مردمک کاهش می‌یابد. با این عمل، مقدار نور کمتری وارد چشم می‌شود، زیرا نور شدید به شبکیه آسیب می‌رساند. اگر شدت نور کم باشد، تارهای ماهیچه‌های شعاعی منقبض شده، قطر مردمک را افزایش می‌دهند تا نور بیشتری وارد چشم شده، تشکیل تصویر و دیدن جسم ممکن شود.

باید توجه داشت که فعالیت ماهیچه‌های مژگانی برای تطابق و ماهیچه‌های حلقوی و شعاعی عنبیه برای کنترل شدت نور، توسط واکنش‌های عصبی و به‌طور انعکاسی صورت می‌گیرد.

### پرسش

- ۱- تصویر در کدام بخش شبکیه قابل دیدن نیست، چرا؟ حساسترین بخش شبکیه کدام است، چرا؟
- ۲- هنگامی که ماهیچه‌های مژگانی شما در حال استراحت باشند شما اشیای دور را به‌طور واضح می‌بینید یا اشیای نزدیک را؟ توضیح دهید.
- ۳- در حیواناتی که شبها شکار می‌کنند (مثل جغد) نسبت به حیوانات روز شکار (مثل عقاب) سلولهای استوانه‌ای بیشتر است یا مخروطی، چرا؟

### حس شنوایی

گوش عضو حس شنوایی است. ساختمان گوش طوری است که امواج صدا را به گیرنده‌های تخصص یافته‌ای می‌رساند. گوش دارای سه قسمت جدا از هم است.

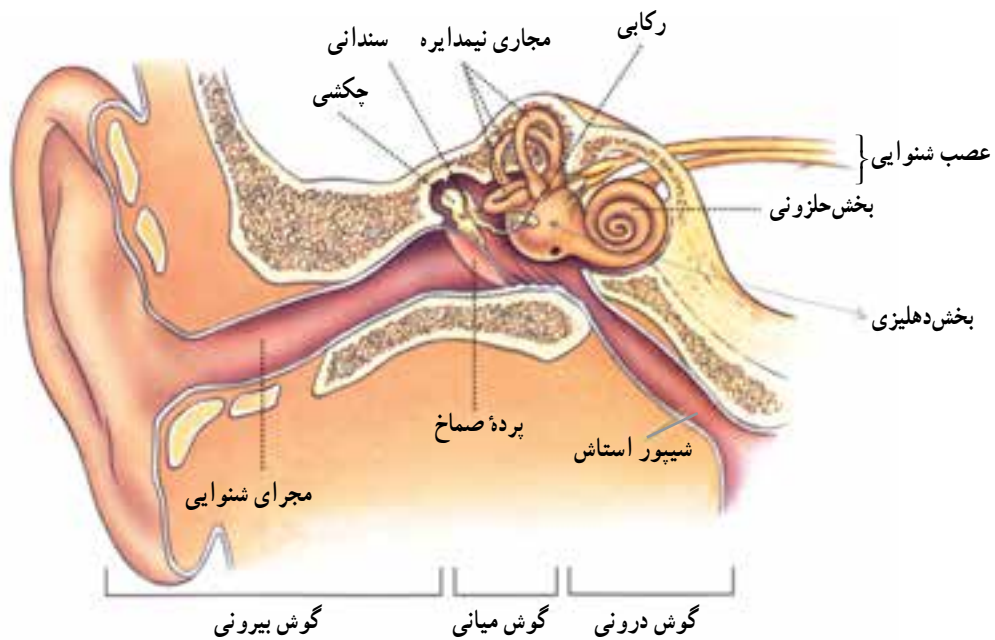
گوش خارجی: شامل لالهٔ گوش و مجرای شنوایی است. لالهٔ گوش، جهت صدا را مشخص می‌کند و مجرای گوش، امواج صدا را به سوی گوش میانی هدایت می‌کند. در انتهای مجرای گوش، پردهٔ صماخ قرار دارد. این پرده در هنگام برخورد با امواج صدا به لرزه درمی‌آید.

در مجرای گوش ماده‌ای چسبنده، قهوه‌ای رنگ و تلخ مزه ترشح می‌شود که مانع ورود حشرات و گرد و غبار به درون مجرا می‌شود.

گوش میانی: شامل یک حفرهٔ استخوانی است که در آن سه قطعه استخوان کوچک به نامهای چکشی، سندان و رکابی قرار دارد. این استخوانها رابط بین پردهٔ صماخ و پردهٔ دیگری به نام پردهٔ بیضی هستند. پردهٔ بیضی بین گوش میانی و گوش داخلی واقع است. این استخوانها نه تنها ارتعاشات صوتی را به گوش درونی انتقال می‌دهند بلکه شدت آنها را نیز تنظیم می‌کنند.

از گوش میانی، لوله‌ای به سوی حلق کشیده شده است که آن را شیپور اُستاش می‌نامند. از راه این لوله، هوا به داخل گوش میانی (پشت پردهٔ صماخ) راه می‌یابد. اگر این کار انجام نگیرد پردهٔ صماخ نمی‌تواند به درستی مرتعش شود و به اصطلاح، گوش «می‌گیرد».

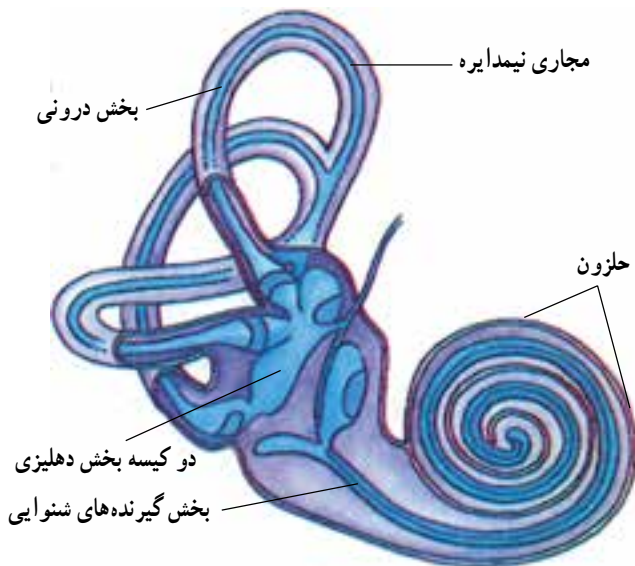




شکل ۴-۵ - ساختمان عمومی گوش انسان

**گوش داخلی:** گوش داخلی شامل بخش دهلیزی، مجاری نیمدایره و بخش حلزونی است. درون همه بخشهای گوش داخلی را مایعی پر می‌کند. گوش داخلی در جایگاهی که در استخوان گیجگاهی قرار دارد جای گرفته است. بین گوش داخلی و استخوان گیجگاهی نیز مایعی وجود دارد.

بخش دهلیزی از دو کیسه تشکیل شده است. مجاری نیمدایره در هر گوش سه عدد و عمود برهم‌اند. در درون کیسه‌ها و مجاری یاد شده، سلولهای مژکداری وجود دارند. مژکهای این سلولها در مایع ژلاتینی نسبتاً محکمی قرار دارند. وقتی سرتان را حرکت می‌دهید قسمت ژلاتینی به حرکت درمی‌آید و سلولهای مژکدار را تحریک می‌کند و در آنها پیام عصبی به وجود می‌آورد، پیام عصبی به وسیله عصب مخصوص به منچه می‌رود و سبب می‌شود که از بهم خوردن تعادل خود باخبر شوید و نسبت به آن واکنش مناسب را نشان دهید. بنابراین مجاری



نیمدایره و بخش دهلیزی در حفظ تعادل شما مؤثرند. بخش حلزونی مانند صدف حلزون پیچ خورده است. در درون این بخش گیرنده‌های شنوایی جای دارند. گیرنده‌های شنوایی نیز سلولهای مژکدارند. وقتی امواج صوتی به پرده بیضی می‌رسد و آن را به ارتعاش درمی‌آورد، ارتعاش این پرده در جای خود، مایع درون حلزون را به ارتعاش درمی‌آورد. سرانجام ارتعاش این مایع باعث تحریک سلولهای مژکدار می‌شود. پیام عصبی از طریق عصب شنوایی به مرکز حس شنوایی در مخ فرستاده می‌شود تا در آنجا احساس و سپس ادراک شود.

شکل ۵-۵ - قسمتهای مختلف گوش داخلی، گیرنده‌های تعادلی و شنوایی در کدام قسمتها قرار دارند؟

ب - استخوانهای گوش  
د - بخش حلزونی

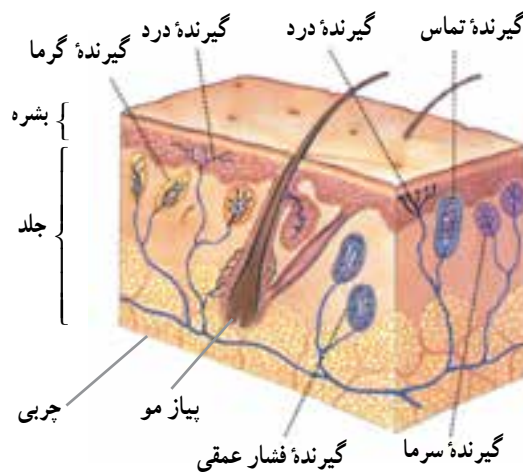
۱- عمل الف - پرده صماخ  
ج - مایعات گوش داخلی

چیست؟

- ۲- شباهت عمل یک گیرنده حسی شبکیه با یک گیرنده حسی حلزون چیست؟
- ۳- گاهی اوقات، در نتیجه سرماخوردگی، گوش میانی از مایع شفاف و چسبناکی پر می‌شود و به اصطلاح چرک می‌کند. به نظر شما، چرا این مایع ممکن است سبب کوری شود؟ (وقتی بیماری بهبود یابد، این مایع معمولاً از راه مجرای استاش تخلیه می‌شود.)
- ۴- به صداهای صحبت کردن، نفس کشیدن و جویدن خودتان گوش فرا دهید. حالا گوشهای خود را با انگشتان بگیرید و دوباره همین صداها را بشنوید. آیا در صداها تفاوتی ایجاد می‌شود؟ می‌توانید علت آن را توضیح دهید؟

### حس لامسه (بساوایی)

اندام حس لامسه، پوست است. انشعابات انتهایی اعصاب حسی، به طور گسترده‌ای در پوست وجود دارند. احساس لمس (تماس)، فشار، گرما، سرما و درد به کمک آنها صورت می‌گیرد. انتهای عصبی این رشته‌ها بسیار کوچک‌اند و فقط در بُرش پوست و با میکروسکوپ دیده می‌شوند. برخی از آنها هنوز هم شناخته نشده‌اند. بعضی از انتهای عصبی در پوشش چند لایه‌ای قرار گرفته، و به صورت کپسولهای کوچکی درآمده‌اند که به آنها بُنهای لامسه می‌گوییم. مانند بن گیرنده تماس و بن گیرنده فشار (شکل ۶ - ۵).



شکل ۶ - ۵ - گیرنده‌های حسی پوست

برخی دیگر از انتهای عصبی، بدون پوشش هستند و انشعابات و شاخه‌های ظریفی را تشکیل می‌دهند و به آنها انتهای عصبی آزاد گفته می‌شود مانند گیرنده‌های درد و سرما و شبکه عصبی اطراف مو. انتشار گیرنده‌های حسی، در پوست، یکنواخت نیست. برخی جاها مانند نوک انگشتان، دارای گیرنده‌های بیشترین و بدین سبب نسبت به لمس بسیار حساسند. همچنین قسمت جلو بازو، که نسبت به گرما و سرما حساستر است. در بعضی جاهای پوست، مانند پشت گردن گیرنده‌های حسی بسیار کم است.

گیرنده‌های مختلف پوست، اثر محرکها را به شکل پیام عصبی به مغز می‌فرستند و با عمل مراکز حسی مغز است که ما، درد،

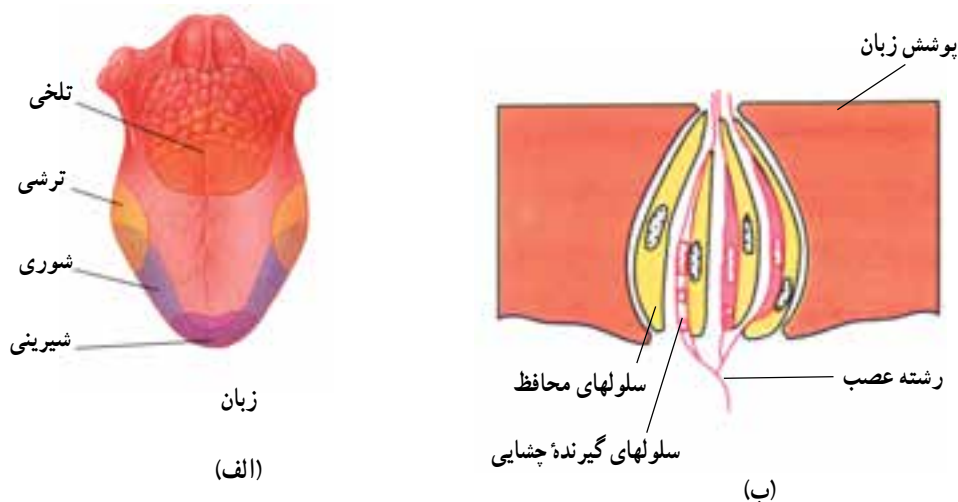
سرما و غیره را حس می‌کنیم. معمولاً انتهای هر رشته عصبی مخصوص یک نوع محرک است. به عنوان مثال، یک گیرنده گرما فقط با زیاد شدن دما تحریک می‌شود و محرک دیگر مانند لمس در آن بی‌تأثیر است.

## پرسش

- ۱- اگر سریک سنجاق گرم را روی بن لمس در پوست شما فشار دهند، چه احساسی خواهید داشت؟ شرح دهید.
- ۲- اگر یک تکه یخ را روی پوست شما فشار دهند، احتمالاً کدام گیرنده‌ها تحریک می‌شوند و پیام خود را به مغز می‌فرستند؟

## حس چشایی و بویایی

**چشایی:** گیرنده‌های چشایی، در مجموعه‌های کوچکی به نام جوانه‌های چشایی قرار دارند. جوانه‌های چشایی به تعداد کم، در حفره دهانی و به تعداد زیاد، در روی زبان و شیپارهای سطح آن پراکنده‌اند (شکل ۷-۵). سلولهای حسی چشایی نسبت به محرکهای شیمیایی حساس‌اند و بدین سبب، آنها را گیرنده‌های شیمیایی می‌نامیم. این گیرنده‌ها، چهار نوع مواد شیمیایی که احساسهای ترشی، شیرینی، شوری و تلخی را ایجاد می‌کنند، تشخیص می‌دهند.

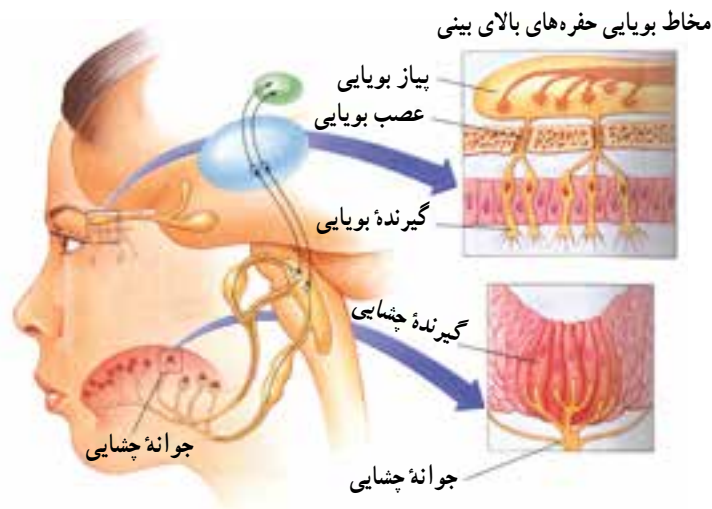


شکل ۷-۵ - قسمت‌های مختلف زبان نسبت به مزه‌ها حساسیت یکسان ندارد (الف). یک جوانه چشایی (ب).

به عنوان مثال، تقریباً همه اسیدها، مزه ترش دارند، در صورتی که ترکیبات شیمیایی کاملاً متفاوت و زیادی وجود دارند که مزه آنها شیرین است. معمولاً سلولهای حسی چشایی فقط نسبت به یک و گاهی دو گروه از این ترکیبات شیمیایی حساس هستند. شرط احساس مزه آن است که مواد، در بزاق دهان حل شود، از مواد غیر محلول مزه‌ای حس نمی‌شود. بویایی: گیرنده‌های بویایی، در مخاط بالای بینی جای دارند. سطح داخلی این مخاط را مایع مخاطی می‌پوشاند و زائده‌های ظریف و مزکدار انتهای گیرنده‌های بویایی در آن قرار دارند (شکل ۸-۵). ترکیبات شیمیایی فرار همراه هوا وارد حفره‌های بینی شده، گیرنده‌های بویایی را تحریک می‌کنند. تحریک حاصل به صورت پیام عصبی به مغز فرستاده می‌شود. حس بویایی، نسبت به حس چشایی قویتر است و ترکیبات شیمیایی را که به وسیله حس بویایی می‌توانیم تشخیص دهیم، نسبت به چشایی خیلی زیادتر می‌باشد. گرچه تاکنون طبقه‌بندی قابل قبولی از انواع بوها ارائه نشده و چگونگی تشخیص آنها هم بخوبی روشن نگردیده است.

احساسی که ما آن را طعم می‌نامیم (به وسیله حس چشایی هم تشخیص می‌دهیم) در نتیجه بخاراتی است که به وسیله غذا در دهان پراکنده شده، به گیرنده‌های بویایی در بینی می‌رسند. بنابراین طعم غذا، به مقدار زیاد به بوی آن بستگی دارد. به همین علت وقتی بینی در مواقع سرماخوردگی گرفته باشد، طعم غذا بخوبی احساس نمی‌شود.

سازش پذیری حس بویایی زیاد است. یعنی، بویی که در یک زمان طولانی احساس شود، دیگر روی گیرنده بویایی بی‌اثر می‌گردد و ما آن بو را حس نمی‌کنیم. در صورتی که یک شخص تازه وارد به آن محل، فوری آن بو را تشخیص می‌دهد.



شکل ۸ - ۵ - گیرنده‌های بویایی و چشایی و مسیر بویایی و چشایی به مغز

### پرسش

- ۱- کدام جوانه‌های چشایی هنگام نوشیدن شربت آلبیمو تحریک می‌شوند؟
- ۲- علاوه بر سلولهایی که نسبت به مواد شیمیایی حساس‌اند، چه نوع گیرنده‌های دیگری در زبان وجود دارند؟
- ۳- تفاوت بین مزه، بو و طعم (غذای خوش طعم یا بد طعم) چیست؟



### بیشتر بدانید

#### نواقص و نارساییهای اندامهای حس

بسیاری از مردم حس شنوایی و بینایی خود را از دست داده‌اند. شمار کسانی که نقایص و نارسایی در این دو حس دارند بیشتر است. علل برخی از این نارساییها چیست و چگونه می‌توان در رفع آنها اقدام کرد؟ اصلاح معایب انکساری چشم: روش معمول برای تعیین قدرت بینایی، استفاده از تابلوهایست که روی آن حروفی در جهات مختلف نوشته شده است. شخصی که بتواند از فاصله ۶ متری، حروف تابلوها را

تشخیص دهد دارای دید طبیعی است که با اعداد  $\frac{6}{6}$  یا  $\frac{1}{1}$  نشان می‌دهند (شکل ۹ - ۵ - الف).

همه مردم دید  $\frac{1}{1}$  ندارند. به شکل ۹ - ۵ - ب نگاه کنید. تصویر حرف E، درست در روی شبکیه

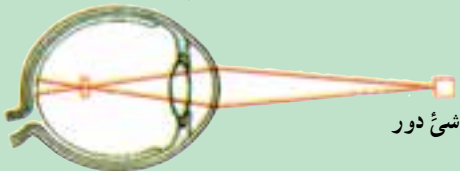


الف

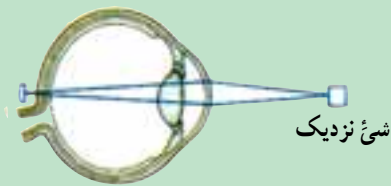


ب

کره چشم بیش از حد بلند است



ج - فرد نزدیک بین



د - فرد دور بین

شکل ۹-۵

تشکیل می‌شود. این چشم دارای دید طبیعی است. چشم شکل ۹-۵-ج، نزدیک بین است. چشمی نزدیک بین است که اشیای نزدیک را درست می‌بیند اما برای اشیای دور رویت واضح ندارد، زیرا تصویر جلو شبکیه تشکیل می‌شود و علت این است که قطر کره چشم، از جلو به عقب، بیشتر از چشم سالم است. برای اصلاح اینگونه چشمها از عینک مقعر استفاده می‌شود، تا شعاعهای نورانی را قبل از رسیدن به چشم از هم دور سازد و تصویر روی شبکیه تشکیل گردد.

شکل ۹-۵-د تشکیل تصویر در یک چشم دور بین را نشان می‌دهد. چشمی را دور بین می‌گوییم که اشیای دور را می‌بیند، اما نزدیک را خوب نمی‌بیند، زیرا تصویر به جای روی شبکیه، در پشت آن تشکیل می‌شود. علت این است که قطر کره چشم، از جلو به عقب، از اندازه سالم کمتر است. برای اصلاح چشم دور بین از عینک محدب استفاده می‌شود تا شعاعهای نورانی را قبل از رسیدن به چشم به هم نزدیک کند و تصویر روی شبکیه تشکیل شود.

### جلوگیری از ضعیف شدن شنوایی

گوش دادن به صداهای بلند، برای مدت طولانی، سبب ضعف دائمی شنوایی می‌شود. به عنوان مثال اگر مدت زیادی به صدای بلند موسیقی گوش دهیم صداهای بلند، به بخش حلزونی آسیب می‌رساند.

همان‌طور که قبلاً گفته شد، در بخش حلزونی، هزاران سلول حسی مژکدار وجود دارد که اطراف آنها را مایع درون گوش فرا گرفته است. وقتی امواج صوتی، مایع درون حلزون را به حرکت درمی‌آورد، سلولهای حسی مژکدار نیز مرتعش می‌شوند. حرکت این سلولها سبب ایجاد پیام عصبی و ارسال آن به مغز می‌شود. حال، وقتی گوش در معرض صداهای بلند قرار گیرد، بعضی از سلولهای مژکدار از کار می‌افتند. هرگاه شنیدن صدای بلند ادامه یابد، تعداد بیشتری از سلولهای حسی از کار می‌افتد و نتیجه آن از دست دادن شنوایی است. از طرفی، این سلولها قادر به ترمیم خود نیستند. به همین علت، شنوایی که به این ترتیب از دست برود، دیگر برگشت پذیر نیست.

## ۱- تشریح چشم گاو

هدفهای رفتاری: از دانش آموز انتظار می رود پس از انجام این آزمایش بتواند:

- ۱- محیطهای شفاف کره چشم را به ترتیب معرفی کند.
- ۲- بخشهای مختلف کره چشم را تمیز دهد.

وسایل و مواد لازم

۱- تشتک تشریح

۲- قیچی

۳- سوند

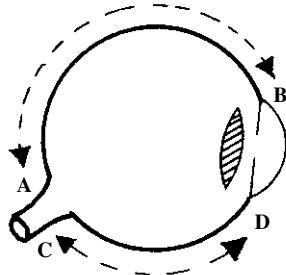
۴- پنس

۵- اسکالپل

۶- محلول فرمُل

۷- چشم گاو

### تشخیص چشم چپ و راست



شکل ۱۰-۵

قرنیه چشم را که پرده ای شفاف است، در نظر می گیریم. این پرده به شکل بیضی است. یک طرف آن نسبت به طرف دیگر، تحدب بیشتری دارد. این طرف، همان گوشه خارجی چشم است. در طرف مقابل قرنیه یعنی پشت کره چشم، عصب بینایی قرار دارد. حال اگر دقت کنید، بین عصب بینایی و قرنیه دو فاصله وجود دارد. باید توجه داشت که فاصله  $AB > CD$  است، پس چشم را طوری در دست می گیریم که عصب چشم به طرف خودمان باشد، و فاصله زیاد یعنی  $AB$  نیز به طرف بالا باشد. در این حالت، چنانچه انحناي زیاد قرنیه به طرف دست راست باشد، چشم راست است و چنانچه به طرف دست چپ باشد، چشم چپ است (شکل ۱۰-۵).

ماهیچه های گرداننده کره چشم: کره چشم گاو را هفت ماهیچه به جهات مختلف می چرخانند. (کره چشم انسان دارای شش ماهیچه است.) این ماهیچه ها عبارتند از:

مستقیم بالایی - مستقیم پایینی - مستقیم داخلی - مستقیم خارجی - مستقیم پشتی که در انسان وجود ندارد.  
 ماهیچه مورب بزرگ: در پشت و بالای کره چشم قرار دارد، کره چشم راست را در جهت حرکت عقربه های ساعت و کره چشم چپ را در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت به حرکت درمی آورد.  
 ماهیچه مورب کوچک: در پشت و پایین کره چشم قرار دارد و کره چشم چپ را در جهت حرکت عقربه های ساعت و کره چشم راست را در خلاف جهت آن به حرکت درمی آورد.

## طرز تشریح چشم

چشم را قبل از تشریح، به مدت دو روز در محلول فرمل ۵ درصد قرار می‌دهیم تا بهتر بتوان آن را تشریح نمود. پس از مطالعه ماهیچه‌های گرداننده آن، تمام ماهیچه‌ها را به کمک قیچی برمی‌داریم به طوری که فقط عصب چشم باقی بماند. آنگاه به مرکز عصب بینایی و به شعاع یک سانتیمتر، دایره‌ای در پشت چشم رسم می‌کنیم و بعد به کمک نوک تیز قیچی، سوراخی بر روی یک نقطه از این دایره ایجاد نموده، از همین نقطه، دایره‌ای را که رسم کرده‌ایم، به کمک قیچی می‌بریم. در نتیجه قسمت عقب کره چشم به صورت دایره همراه با عصب بینایی جدا می‌شود. قسمت اصلی کره چشم را در کنار تشتک قرار می‌دهیم و در این قسمت جدا شده، از خارج به داخل سه پرده صلیبیه، مشیمیّه و شبکیه را همراه با نقطه کور مطالعه می‌کنیم. سپس بخش دیگر کره چشم را برداشته، ابتدا نواری به عرض تقریبی یک سانتیمتر، از لبه بریده شده آن برمی‌داریم تا سوراخ دایره‌ای شکل که در پشت کره چشم به وجود آورده‌ایم گشادتر شود. آنگاه از پشت به درون کره چشم نگاه می‌کنیم، سوراخی در پشت عدسی دیده می‌شود که همان مردمک چشم است.

**مایع زجاجیه:** مایعی ژلاتینی، شفاف و بی‌رنگ، اتاق عقبی کره چشم یعنی فضای پشت عدسی را پر کرده است. زجاجیه در اطراف خود متراکم‌تر شده، غشایی شفاف را به وجود آورده است که به وسیله پنبه می‌توان آن را به آرامی بلند کرد و مشاهده نمود. سپس مایع زجاجیه درون کره چشم را به آرامی خالی می‌کنیم و به مطالعه قسمت‌های درونی آن می‌پردازیم. در این حالت، علاوه بر پرده‌های کره چشم، اجسام مژکی، عدسی چشم و اجزای مربوط به آنها را مورد بررسی قرار می‌دهیم. سپس برش جلویی - عقبی چشم را بوجود می‌آوریم؛ برای این کار از پشت، عمود بر مردمک چشم از دو طرف، کره چشم را تا قرنیه برش می‌دهیم، آنگاه چشم را در تشتک می‌گذاریم و به کمک اسکالپل عدسی را نیز در امتداد برشی که داده‌ایم عمود بر سوراخ مردمک نصف می‌کنیم و برش فوق را در قرنیه نیز ادامه می‌دهیم تا نیمه جلوی چشم بدست آید. در این حالت وضعیت و شکل عدسی، عنبیه، مردمک، قرنیه، و اتاق جلوی چشم را بهتر بررسی می‌کنیم. پس از پایان تشریح، یک شکل از نیم‌رخ چشم رسم نموده، قسمت‌های مشاهده شده را روی شکل نشان دهید.

### پرسش

- ۱- محیط‌های شفاف کره چشم، به ترتیب کدامند؟
- ۲- قرنیه جزء کدام پرده چشم است؟
- ۳- چشم چپ و راست را چگونه از یکدیگر تمیز می‌دهید؟

### تمرینهای آزمایشگاهی

## ۲ - آزمایش تغییر قطر مردمک

هدف رفتاری: از دانش‌آموز انتظار می‌رود پس از انجام آزمایش بتواند:  
- تنگ و گشاد شدن مردمک چشم را در اثر زیاد و کم شدن نور عملاً نشان دهد.

## وسایل لازم

- ۱- چراغ قوه یا چراغ مطالعه رومیزی
- ۲- آینه

## طرز انجام آزمایش

برای انجام این آزمایش، باید اتاق نسبتاً تاریک باشد.

الف - اگر آزمایش دو نفری انجام می‌شود، روبروی هم بنشینید و هرکدام به نوبت، یک چراغ مطالعه رومیزی و یا چراغ قوه، در فاصله ده سانتیمتری و کنار چشم نفر مقابل خود نگاه دارید. چراغ را روشن نموده، با دقت به مردمک چشم نگاه کنید، سعی کنید چراغ را به فاصله ۳ تا ۴ ثانیه خاموش و روشن کنید.

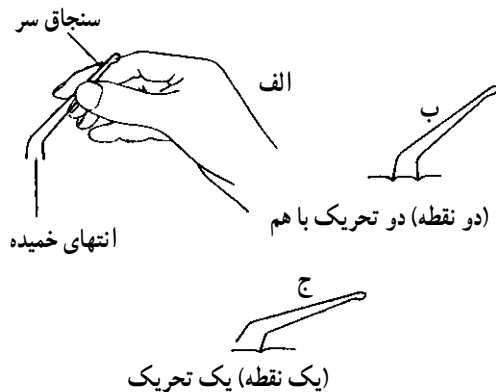
ب - اگر به تنهایی می‌خواهید آزمایش کنید، باید نزدیک یک آینه بایستید و هنگام خاموش و روشن کردن چراغ به آینه نگاه کنید.

## پرسش

- ۱- هنگام خاموش و روشن کردن چراغ، چه تغییری در مردمک چشم ملاحظه می‌کنید؟
- ۲- آیا می‌توانید بگویید، چشم پزشکان چگونه با نور قوی می‌توانند داخل چشم را ببینند؟

## تمرینهای آزمایشگاهی

### ۳- توانایی تشخیص دو نقطه تحریک



شکل ۱۱-۵ - تحریک یک نقطه و دو نقطه

- ۱- یک تکه سیم را مانند سنجاق سر یا پنس، مطابق شکل ۱۱-۵-الف، خم می‌کنیم، به جای سیم می‌توان از پرگار نیز استفاده کرد.
- ۲- فاصله دو شاخه سنجاق سر را به اندازه ۵ میلیمتر میزان می‌کنیم.
- ۳- پشت دست شخص مورد آزمایش را با نوک یک شاخه سنجاق و یا هر دو شاخه سنجاق تحریک می‌کنیم (شکل ب و ج). فشار باید کم و به اندازه‌ای باشد که در پوست، فقط یک فرورفتگی ایجاد کند.

- ۴- شخص مورد آزمایش نباید نگاه کند. فقط بگوید، یک نقطه حس می‌کند یا دو نقطه.
- ۵ - ثبت کننده، تعداد دفعاتی را که پاسخ صحیح است، یادداشت می‌کند.

- ۶ - آزمایش کننده باید تحریکات، با یک نوک سنجاق و یا دو نوک سنجاق با هم را طوری وارد کند که شخص مورد آزمایش ترتیب آنها را نداند. مثلاً در تحریک در نظر بگیرند، که ۵ تحریک یک نقطه‌ای و ۵ تحریک دو نقطه‌ای و مطابق طرحی باشد که شخص ثبت کننده روی کاغذ گزارش، رسم کرده است (۲، ۱، ۲، ۲، ۱، ۲، ۱، ۱، ۲، ۱، ۱).
- ۷- مطابق طرح مزبور، تحریکات انجام می‌گیرد و جوابهای صحیح یادداشت می‌شوند.



- ۸- هرگاه تمام جوابهای مورد آزمایش صحیح باشند، باید آزمایش کننده فاصله دو نوک سنجاق را کمتر کرده، آزمایش را تکرار کند و چنانچه تمام و یا بیشتر جوابها غلط باشد، باید فاصله دو سر سنجاق را تا حدود ۱۰ میلیمتر افزایش دهد.
- ۹- در این آزمایش هدف این است که حداقل فاصله ای که دو نقطه تحریک پوست، درک می شود مشخص گردد.
- ۱۰- این آزمایش را یک بار برای نوک انگشتان و یک بار برای پشت گردن تکرار کنید.

پرسش

حداقل فاصله قابل تشخیص دو نقطه تحریک پوست در آزمایشهای بالا، در کدام مورد بیشتر و در کدام مورد کمتر است؟

تمرینهای  
آزمایشگاهی

#### ۴- تعیین حساسیت زبان نسبت به مزه های مختلف

هدفهای رفتاری: از دانش آموز انتظار می رود پس از انجام آزمایش بتواند:

مناطق مختلف زبان را برای چهار مزه اصلی بشناسد و این مناطق را تعیین کند.

وسایل و مواد لازم

۱- نی نوشابه یا قطره چکان بلند.

۲- چهار محلول شیرین، شور، ترش و تلخ.

توجه: معمولاً چشیدن مواد شیمیایی در آزمایشگاه ممنوع است. موادی که در این آزمایش به کار می روند بی خطرند و

مطابق دستور زیر تهیه می شوند:

الف - محلول شیرین - محلول ۵٪ ساکارز

ب - محلول ترش - محلول ۵٪ اسید سیتریک (از آب لیموی رقیق هم می توانیم استفاده کنیم).

ج - محلول شور - محلول ۲٪ نمک طعام

د - محلول تلخ - یک سانتیمتر مکعب کینین (quinine) در ۱۰۰ سانتی متر مکعب آب یا ۳ گرم میوه رازک را در ۲۰۰

سانتیمتر مکعب آب، به مدت نیم ساعت بجوشانید، سپس مخلوط را صاف کنید و با آب حجم آن را تا ۲۰۰ سانتیمتر مکعب

برسانید. (می توان از محلول قهوه استفاده کرد).

این آزمایش، مانند آزمایش حس لامسه، حداقل باید با سه نفر انجام شود.

روش انجام آزمایش: شخص مورد آزمایش، زبانش را از دهان خارج می کند و آزمایش کننده با نی یا قطره چکان، یک

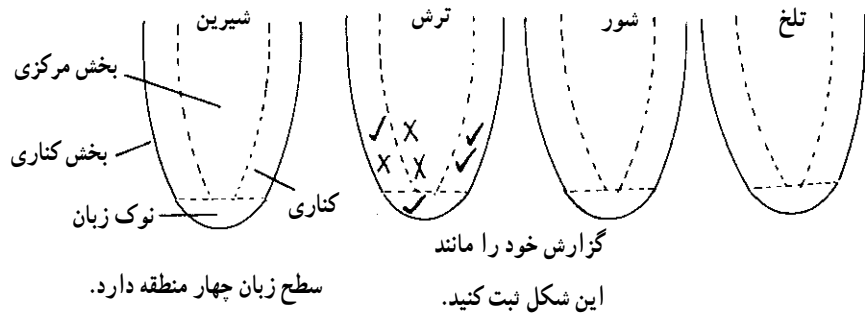
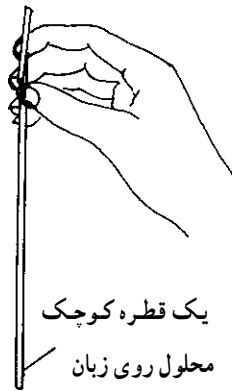
قطره از یکی از محلولها را روی زبان او می چکاند. آزمایش شونده نباید قبلاً از مزه محلول مورد استفاده، با خبر باشد. او باید

درحالی که زبانش بیرون است با حرکت سر نشان دهد که مزه محلول را حس کرده است یا نه؟ در صورتی که مزه محلول را نشناخته

باشد، آزمایش کننده یک قطره دیگر از همان محلول را در جای دیگر زبان می چکاند و نواحی مختلف زبان را به همین ترتیب مورد

آزمایش قرار می دهد، تا وقتی که آزمایش شونده مزه محلول را بشناسد. در این هنگام او می تواند زبانش را داخل ببرد و مزه ای را

انتهای نی را با انگشت ببندید



شکل ۱۲-۵ - حساسیت زبان به مزه‌ها

که حس کرده است بیان کند. فرد ثبت‌کننده آزمایش، مناطق سطح زبان را مطابق شکل ۱۲-۵ روی کاغذ رسم و نقاط مورد آزمایش زبان را روی شکل، مشخص می‌کند. به این ترتیب، هر نقطه‌ای که مزه را حس کرده است، با علامت (✓) و نقاطی که مزه را حس نکرده‌اند با علامت (+) علامتگذاری می‌کند. اکنون آزمایش‌کننده، نوع محلول را تغییر می‌دهد و با نی دیگری آزمایش را به ترتیب فوق تکرار می‌کند. او باید سعی کند تمام سطح هر منطقه زبان را، با چهار نوع محلول مورد آزمایش قرار دهد.

پرسش

۱- با توجه به شکل ۱۲-۵ که آن را با آزمایش کامل می‌کنید، مناطق مختلف زبان را برای چهار مزه اصلی نام

ببرید.

۲- منطقه کدامیک از مزه‌های چهارگانه، وسیعتر است؟

۳- آیا در آزمایشهای فوق، می‌توان مناطقی از زبان را پیدا کرد که نسبت به تمام مزه‌ها حساس و یا غیرحساس

باشد؟