

### دستگاه عصبی

هدف کلی: آشنایی بیش‌تر با ساختار کار دستگاه عصبی و واحدهای تشکیل‌دهنده‌ی آن  
هدف‌های جزئی: از دانش‌آموزان انتظار می‌رود در پایان این فصل بتوانند به اهداف زیر دست

یابند:

#### الف - دانستنی‌ها

- ۱- ساختار نورون‌ها را شرح دهند.
- ۲- مکانیسم عمل نورون را توضیح دهند.
- ۳- چگونگی ایجاد پتانسیل آرامش و پتانسیل عمل را در نورون توضیح دهند.
- ۴- سرعت انتقال پیام عصبی را در نورون‌های مختلف مقایسه کنند.
- ۵- چگونگی انتقال پیام عصبی را شرح دهند.
- ۶- اثرات مواد مخدر را بر دستگاه عصبی مرکزی توضیح دهند.
- ۷- بخش‌های مختلف دستگاه عصبی انسان را نام ببرند.
- ۸- چگونگی حفاظت از مراکز عصبی را شرح دهند.
- ۹- اجزای دستگاه عصبی محیطی را نام ببرند و عمل آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنند.
- ۱۰- انعکاس را تعریف کنند و انعکاس زردپی زیر زانو را با رسم یک شکل ساده شرح دهند.
- ۱۱- چگونگی آماده‌سازی بدن را برای انجام فعالیت‌هایی چون ورزش و مسابقه توضیح دهند.

دهند.

- ۱۲- نحوه‌ی تکامل دستگاه عصبی را به‌طور ساده توضیح دهند.

#### ب - مهارت‌ها

- ۱- مدل‌هایی از پدیده‌های زیستی بسازند.
- ۲- برخی از ابزارهای آموزشی مورد نیاز را بسازند.
- ۳- از دستاوردهای جزئی، یک نظام کلی فکری را سازمان دهند.
- ۴- مشاهدات خود را به درستی انجام دهند.

۵- عقاید و نظریات خود را به روشنی با دیگران در میان بگذارند.

پ- نگرش‌ها

۱- به پدیده‌های زیستی به عنوان نشانه‌ها و شواهد حاکمیت تدبیر الهی در جهان بنگرند.

۲- نسبت به پدیده‌های زیستی کنجکاو شوند.

۳- نسبت به حل مسائل مربوط به پدیده‌های زیستی علاقه‌مند شوند.

## فصل دوم در یک نگاه

اجزای نورون	جسم سلولی زوائد دندریت اکسون	حسی حرکتی رابط	انواع نورون از نظر عملکرد
ویژگی‌های نورون‌ها	۱- تحریک پذیری ← ایجاد پتانسیل عمل ۲- هدایت پیام عصبی ۳- انتقال پیام عصبی در محل سیناپس توسط انتقال دهنده‌های عصبی	استیل کولین در ماهیچه و مغز مشابهت نیکوتین با استیل کولین ← اعتیاد انکفالین در نخاع پیوستن به نورون‌های نخاع ← جلوگیری از انتقال پیام درد به مغز	
دستگاه عصبی	مرکزی محیطی	مخ : ۲ نیمکره مخچه : ۲ نیمکره و کرینه ساقه مغز : مغز میانی - پل و بصل النخاع نخاع حسی ← انتقال پیام به دستگاه عصبی مرکزی پیکری حرکتی سمپاتیک (فعالیت هنگام فعالیت بدن) پاراسمپاتیک (فعالیت هنگام آرامش بدن)	

استخوان‌ها	جمجمه ستون مهره‌ها	عوامل حفاظت از دستگاه عصبی مرکزی
پرده مننژ	سخت شامه عنکبوتیه نرم شامه	
مایع مغزی — نخاعی		روند تکامل دستگاه عصبی
سد خونی — مغزی		
شبکه‌ی عصبی در هیدر مغز و دو طناب عصبی شکمی در پلاناریا مغز و یک طناب عصبی شکمی در حشرات مغز و یک طناب عصبی پشتی در مهره‌داران		تغییرات مغز مهره‌داران در روند تکامل
افزایش اندازه نسبت به وزن بدن افزایش رشد نیمکره‌های مخ افزایش چین خوردگی‌های سطح مخ کاهش وسعت مراکز مربوط به گیرنده‌های شیمیایی		

## روش پیشنهادی آموزش فصل دوم

### جلسه پنجم

الف - بررسی نتایج تکالیف و آزمون کتبی فصل اول

ب - تدریس درس جدید

هدف کلی: آشنایی با تنظیم عصبی و ساختار و کار نورون‌ها (صفحات ۲۶ تا ۳۱)

هدف‌های جزئی: در پایان این جلسه‌ی آموزشی دانش‌آموزان باید بتوانند:

- ۱- خواص ویژه‌ی دستگاه عصبی را نام برده و توضیح دهند.
- ۲- انواع تنظیم عصبی را نام برده و هریک را شرح دهند.
- ۳- ساختار نورون‌های مختلف را با هم مقایسه کنند.
- ۴- انواع نورون‌ها را از روی شکل شناسایی کنند.
- ۵- شکل کلی از یک نورون رسم نمایند.
- ۶- علت اختلاف سرعت هدایت پیام را در نورون‌های مختلف توضیح دهند.

### مقدمه

پرسش معلم: اگر گربه‌ای که در حال استراحت است، صدای ناهنجار و بلندی بشنود، چه

می‌کند؟

پاسخ دانش‌آموزان: از جا می‌پرد و با سرعت فرار می‌کند.

از جا پریدن گربه و فرار او نقش حیاتی دارد. در این حالت، تغییر وضعیت بدن نسبت به یک

محرک خارجی صورت گرفته که با تغییرات درونی نیز همراه است.

### تدریس

ابتدا لازم است به اختصار در مورد ساختمان غشای سلول، راه‌های عبور مواد از غشا، بافت

عصبی و مفهوم اختلاف پتانسیل اطلاعات دانش‌آموزان را یادآوری نمایم.

دستگاه عصبی اعمال بدن را از طریق انتقال اطلاعات ماهیچه‌ها، اندام‌ها و گیرنده‌های حسی به

مغز، کنترل می‌کند. این اطلاعات در مغز هماهنگ می‌شوند و در نهایت پیام‌هایی به ماهیچه‌ها و غده‌ها

فرستاده می‌شود. این عملکرد بخش مهمی از هوموستازی است. اعمال دستگاه عصبی سریع انجام

می‌شود اما مدت تأثیر پیام‌های عصبی کوتاه‌تر از پیام‌های شیمیایی نظیر هورمون‌هاست. جانداران از

طریق انتقال پیام عصبی به محرک‌های درون و بیرون از خود، سریع پاسخ می‌دهند. در ادامه ویژگی‌های

دستگاه عصبی و انواع تنظیم عصبی را توضیح می‌دهیم.

پرسش معلم: با توجه به این که تنظیم عصبی نیازمند انتقال پیام از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر

است، سلول‌های این دستگاه چه ویژگی‌هایی دارند؟  
پاسخ دانش‌آموزان: باریک و طویل هستند.

سپس ساختار نورون‌ها تشریح می‌شود و علت تفاوت سرعت هدایت پیام‌ها در تارهای مختلف عصبی بیان می‌گردد. در ادامه، انواع نورون‌ها از نظر شکل و عملی که انجام می‌دهند بررسی می‌شوند.

### دانستنی‌های معلم

فنیل کتونوری یا PKU، بیماری‌ای است که در اثر کمبود آنزیم سازنده‌ی فنیل پیروویک اسید در بدن، ایجاد و منجر به تخریب غلاف میلین نورون‌ها می‌شود. اگر این بیماری به موقع تشخیص داده نشود، باعث عقب‌ماندگی ذهنی شدید و حتی مرگ می‌شود. برای نوزادان مبتلا به این بیماری، رژیم غذایی فاقد فنیل آلانین تجویز می‌شود.  
غلاف میلین مانند روکش پلاستیکی سیم‌های جریان برق عمل می‌کند. چون از ایجاد مدارهای کوتاه در دستگاه عصبی جلوگیری می‌کند.

### نتیجه‌ی جلسه‌ی پنجم

به دانش‌آموزان اسلاید آماده‌ی نورون یا تصویر میکروسکوپی آن را نشان دهید و از آن‌ها بخواهید که بخش‌های مختلف آن را نام‌گذاری کنند. هم‌چنین شکلی از نورون کشیده و آن را نام‌گذاری نمایند. سپس شکل ترسیمی خود را با شکل نورون در کتاب مقایسه نمایند و فعالیت ۲-۲ را انجام دهند.

### ارائۀ تکلیف

### انجام فعالیت ۱-۲

### جلسه‌ی ششم

الف - بررسی نتایج تکالیف و پرسش مستمر

ب - تدریس درس جدید

هدف کلی: آشنایی با چگونگی فعالیت نورون‌ها (آموزش صفحات ۳۱ تا ۳۵)

هدف‌های جزئی: دانش‌آموزان در پایان این جلسه‌ی آموزشی باید بتوانند:

۱- چگونگی ایجاد پتانسیل آرامش و عمل را توضیح دهند.

۲- پتانسیل آرامش و عمل را با هم مقایسه نمایند.

۳- نقش پمپ سدیم - پتاسیم را در نورون‌ها توضیح دهند.

۴- سیناپس و انواع آن را شرح دهند.

۵- چگونگی انتقال پیام عصبی را در سیناپس ها توضیح دهند.

#### مقدمه

با رسم شکل ساده‌ای از سلول و مشخص کردن محیط داخل و خارج سلول، از دانش‌آموزان بخواهید موادی را که در این محیط‌ها وجود دارند و با سلول مبادله می‌شوند، نام ببرند تا به یون‌ها برسند. در صورت لزوم در مورد ساختمان یون‌ها برایشان توضیح دهید.

#### تدریس

ضمن تدریس، توجه دانش‌آموزان را به این نکته جلب کنید که اگر چه در مورد نورون اصطلاح پتانسیل آرامش به کار می‌رود، ولی نورون همواره در حال هدایت پیام عصبی است و یون‌ها به‌طور دائم در حال عبور از عرض غشا هستند. علاوه بر این، جهت جریان عصبی همیشه از جسم سلولی به انتهای اکسون است.

### دانستنی‌های معلم

یکی از اولین جاندارانی که پتانسیل آرامش نورون‌های آن اندازه‌گیری شد، نوعی نرم‌تن به نام لوللیگو است. اکسون‌های طویل و قطور این جانور، ماهیچه‌های مسئول خروج آب از حفره‌ی بدن را تحریک می‌کنند. بعضی از این اکسون‌ها یک میلی‌متر قطر دارند و کار با آن‌ها بسیار آسان است. در نتیجه این جانور برای مطالعات نوروفیزیولوژی سلولی بسیار مناسب است.

#### نتیجه‌ی جلسه‌ی ششم

از دانش‌آموزان بخواهید شکل‌ها و منحنی‌های صفحه‌ی ۳۲ و شکل صفحه‌ی ۳۴ کتاب را تفسیر کنند.

#### ارائه‌ی تکلیف

پاسخ به خودآزمایی ۱-۲- مشخص کردن میزان و حدود تغییرات پتانسیل غشا براساس منحنی‌های صفحه‌ی ۳۲ کتاب.

#### جلسه‌ی هفتم

الف - بررسی نتایج تکالیف و پرسش مستمر

ب - تدریس درس جدید

هدف کلی: آشنایی با اعتیاد و چگونگی اثر مواد مخدر بر دستگاه عصبی مرکزی (آموزش

هدف‌های جزئی: دانش‌آموزان در پایان این جلسه‌ی آموزشی باید بتوانند:

- ۱- مواد روان‌گردان و اعتیاد آور را تعریف کنند.
- ۲- چگونگی اعتیاد یک فرد را توضیح دهند.
- ۳- چگونگی اثر نیکوتین را بر بدن توضیح دهند.
- ۴- عوارض ناشی از کشیدن سیگار را بر بدن نام ببرند.
- ۵- اهمیت وجود احساس درد را توضیح دهند.
- ۶- چگونگی تسکین درد توسط مخدرها را توضیح دهند.

#### مقدمه

پرسش معلم: منظور از موادّ مخدر چیست؟

پاسخ دانش‌آموزان: موادی که مصرف آن‌ها اعتیاد به دنبال دارد.

در ادامه به خصوصیات افراد معتاد و انواع مواد مخدر اشاره می‌شود.

#### تدریس

ضمن آموزش مواد روان‌گردان و اثرات آن‌ها بر دستگاه عصبی و چگونگی بروز اعتیاد، اشاره به عوارض فردی و اجتماعی اعتیاد ضروری به نظر می‌رسد. در ادامه اثرات نیکوتین و تنباکو بر بدن شرح داده شود و سپس مختصری در مورد احساس درد و عوامل متوقف کننده‌ی آن و چگونگی اثر موادّ مخدر بر درد توضیح داده شود.

#### نتیجه‌ی جلسه‌ی هفتم

از دانش‌آموزان بخواهید اثرات مواد مخدر را بر بدن به طور خلاصه توضیح دهند.

#### ارائه‌ی تکلیف

– تهیه‌ی گزارش از مواد روان‌گردان موجود در غذاها و عوارض دود سیگار بر افراد غیرسیگاری، به صورت گروهی.

– مطالعه‌ی بیشتر بدانید صفحه‌ی ۳۷

#### جلسه‌ی هشتم

الف – بررسی نتایج تکالیف و پرسش مستمر

ب – تدریس درس جدید

هدف کلی: آشنایی با ساختار و کار دستگاه عصبی به‌ویژه مرکزی در انسان (آموزش صفحات



هدف‌های جزئی: دانش‌آموزان در پایان این جلسه‌ی آموزشی باید بتوانند:

- ۱- دو بخش اصلی دستگاه عصبی انسان را نام ببرند.
- ۲- بخش‌های مختلف دستگاه عصبی مرکزی را شرح دهند.
- ۳- چگونگی حفاظت از دستگاه عصبی مرکزی را توضیح دهند.

#### مقدمه

پرسش معلم: دستگاه عصبی نقش تنظیمی خود را از چه طریقی اعمال می‌کند؟

پاسخ دانش‌آموزان: با برقراری ارتباطات متقابل بین نورون‌ها.

سپس به شبکه نورون‌ها و سازمان‌دهی آن‌ها در دستگاه عصبی اشاره می‌شود.

#### تدریس

پرسش معلم: دستگاه عصبی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

پاسخ دانش‌آموزان: مغز، نخاع و اعصاب محیطی

ضمن پرسش و پاسخ، ساختار تار عصبی، عصب و انواع آن توضیح داده می‌شود و سپس به بررسی اجزای مغز و نقش هریک از آن‌ها پرداخته می‌شود. در ادامه ساختار نخاع و اعصاب نخاعی توضیح داده می‌شود.

پرسش معلم: با شنیدن صدای انفجار چه تغییراتی در وضعیت بدن ما رخ می‌دهد؟

پاسخ دانش‌آموزان: جمع کردن بدن - گرفتن دست‌ها روی سر - بسته شدن پلک‌ها

این موارد نمونه‌هایی از انعکاس‌های بدن هستند که در پاسخ به محرک‌ها با انقباض ناگهانی و غیرارادی ماهیچه‌ها رخ می‌دهند و موجب افزایش شانس بقا می‌شوند.

پرسش معلم: با توجه به اهمیت مغز و نخاع در حیات آدمی، حفاظت از این اندام‌ها چگونه

صورت می‌گیرد؟

پاسخ دانش‌آموزان: به وسیله‌ی جمجمه و ستون مهره‌ها

سپس توضیح داده می‌شود که عوامل دیگری نیز در حفاظت از دستگاه عصبی مرکزی نقش

دارند.

### دانستنی‌های معلم

بزرگان تصور می‌کنند که برخی از بیماری‌های روان - تنی ممکن است به واسطه‌ی هیپوتالاموس و از طریق ارتباطات آن با سیستم خودمختار و غدد داخلی ایجاد شود. بسیاری از بیماری‌های مربوط به استرس مثل زخم‌های لوله‌ی گوارش، آسم و فشار خون بالا، آشکارا به

اعمال هیپوتالاموس مربوط می‌شوند.

**مرگ مغزی:** وقتی هیچ فعالیتی از مغز در دستگاه الکتروانسفالوگراف ثبت نمی‌شود، می‌گوییم فرد دچار مرگ مغزی شده است. در برخی از افراد، اعمال حیاتی بدن به وسیله‌ی ساقه‌ی مغز و به‌طور ناهشیار کنترل می‌شود. گاهی به کمک دستگاه‌های خاص، این اعمال تا مدت‌های طولانی می‌تواند ادامه پیدا کند. می‌توانید از دانش‌آموزان بخواهید در مورد قوانین موجود در مورد بیماری‌هایی که دچار مرگ مغزی شده‌اند، تحقیق انجام داده و به کلاس ارائه نمایند.

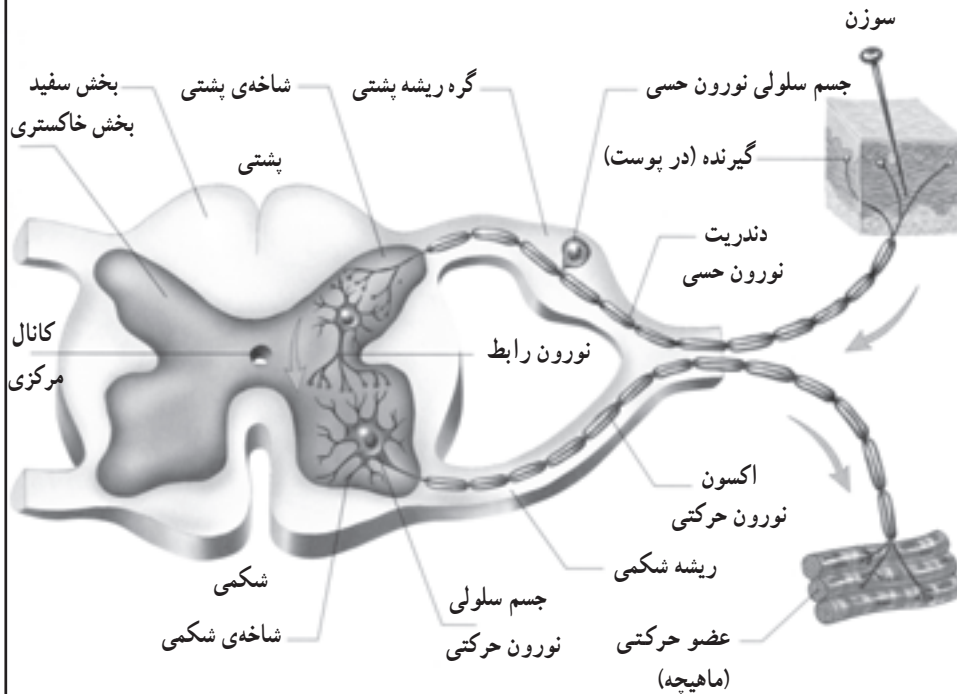
**تومور مغزی:** از آن‌جا که نورون‌های مغز در افراد بالغ، میتوز انجام نمی‌دهند، ممکن است دانش‌آموزان تصور کنند که در مغز تومور به وجود نمی‌آید. تومورهای مغز در اثر میتوز بیش از حد سلول‌های پشتیبان (گلیا) مغز، به وجود می‌آید.

### نخاع (مغز تیره)

**ساختمان:** نخاع درون مجرای ستون مهره‌ها از مجاورت اولین مهره‌ی گردن تا دومین مهره‌ی کمر قرار دارد. قطر نخاع در حدود ۱ سانتی‌متر، طول آن حدود ۴۵ سانتی‌متر و رنگ آن از خارج سفید است. در برش عرضی نخاع در وسط ماده‌ی سفید، بخش خاکستری رنگ نخاع دیده می‌شود. در وسط نخاع، مجرای وجود دارد که درون آن مایع مغزی نخاعی پر می‌کند. این مایع در همه‌ی بطن‌ها و مجاری درون دستگاه عصبی جاری است. بخش سفید نخاع راه‌های عصبی بالارونده و پایین‌رونده‌ی نخاع را در خود جا داده است که به صورت دسته‌های عصبی مختلف در کنار یکدیگر قرار دارند. این راه‌ها پیام‌های حسی دست‌ها، پاها، تنه و گردن را به مغز می‌برند و پیام‌های حرکتی مغز را به عضلات آن‌ها منتقل می‌سازند. دسته‌تارهایی که پیام‌های عصبی را از اندام‌ها به نخاع می‌آورند و در بخش پشتی نخاع، به صورت قرینه، در نواحی راست و چپ آن وارد نخاع می‌شوند و ریشه‌های پشتی نخاع نام دارند. دسته‌تارهایی که امواج عصبی را از نخاع به اندام‌ها می‌برند، به صورت قرینه، در دو طرف راست و چپ سطح شکمی نخاع خارج شده و ریشه‌های شکمی نخاع خوانده می‌شوند (شکل ۱).

ریشه‌های پشتی و شکمی که در هر سطح از یک طرف نخاع بیرون می‌آیند به یکدیگر متصل شده، یک عصب نخاعی به وجود می‌آورند که از سوراخ بین مهره‌ای خارج شده به شاخه‌هایی تقسیم می‌شود و هر شاخه به اندام‌های مربوط به خود می‌رود. با توجه به آن که ریشه‌های پشتی نخاع از تارهای عصبی حسی و ریشه‌های شکمی آن از تارهای حرکتی ساخته شده است، هر عصب نخاعی دارای هر دو نوع تارهای حسی و حرکتی است. در هر کدام از ریشه‌های پشتی در مجاورت نخاع یک برجستگی به نام عقده‌ی شوکی وجود دارد که محل تجمع جسم سلولی

نورون‌های حسی است.



یک انعکاس نخاعی و قوس آن

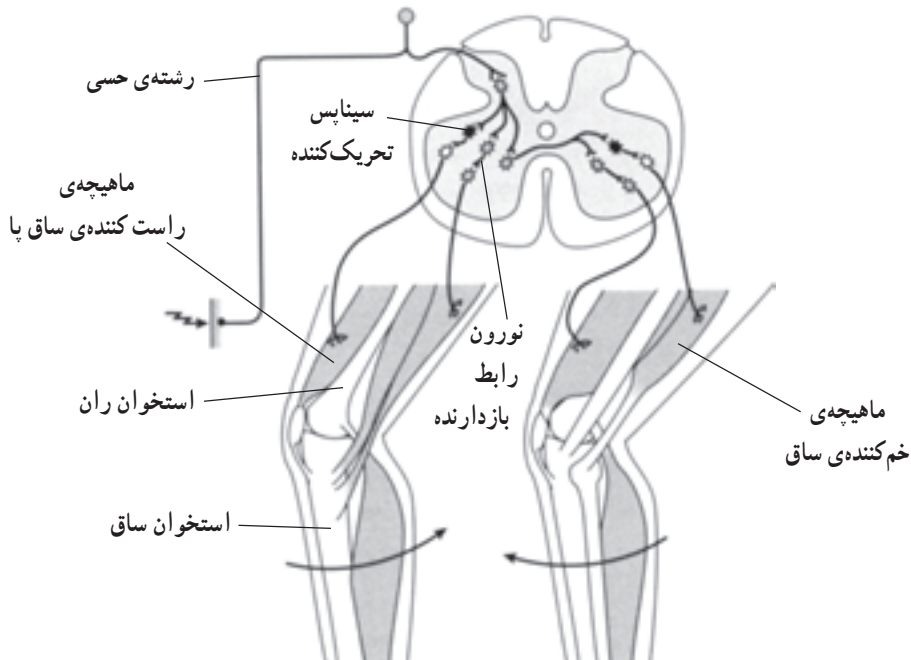
شکل ۱- رشته‌ی اعصاب حسی و حرکتی نخاع و طرز ارتباط آن‌ها با نخاع

انتهای نخاع که در کنار مهره‌های اول و دوم کمر قرار دارد باریک و مخروطی شکل است و به وسیله‌ی یک رشته‌ی پیوندی به استخوان دنبالچه چسبیده است. ماده‌ی خاکستری که در وسط ماده‌ی سفید نخاع قرار دارد تقریباً به شکل حروف H یا X به نظر می‌رسد و دارای دو برجستگی به طرف پشت و دو برجستگی به سوی سطح شکمی است. این بخش‌ها را شاخ‌های پشتی و شکمی می‌خوانند. رنگ خاکستری این قسمت به علت وجود اجسام سلولی نورون‌ها در آن و فقدان رشته‌های میلین‌دار در آن است. بخش جلویی ماده‌ی خاکستری نخاع عمل حرکتی دارد و در آن نورون‌های حرکتی عضلات صاف و مخطط بدن قرار دارند.

عمل: نخاع از یک سو ارتباط عصبی بین مغز و اندام‌ها را برقرار می‌سازد و از سوی دیگر خود، مرکز برخی اعمال عصبی است که انعکاس‌های نخاعی خوانده می‌شود. انعکاس یا

بازتاب به پاسخ‌هایی گفته می‌شود که به صورت غیرارادی و سریع بر اثر یک محرک پدیدار می‌شوند. مرکز بعضی از انعکاس‌ها در نخاع و مرکز برخی دیگر در نواحی عصبی بالاتر است. هر انعکاس، از گیرنده تا اندام عمل‌کننده، دارای یک مسیر عصبی به نام قوس انعکاس است. ساده‌ترین قوس انعکاس شامل یک نورون حسی و یک نورون حرکتی است. این مسیر که در آن نورون‌های حسی مستقیماً با نورون‌های حرکتی سیناپس می‌سازند، تک سیناپسی خوانده می‌شود. مسیرهایی که در آن‌ها بین نورون‌های حسی و حرکتی یک یا چند نورون رابط وجود دارد چند سیناپسی هستند. در انعکاس‌های نخاعی، تحریکی که بر تار عصبی حسی وارد می‌آید، موجب ایجاد امواج عصبی در آن می‌شود. این پیام‌ها از راه ریشه‌ی پشتی به نخاع آمده، در این‌جا مستقیماً یا به واسطه‌ی نورون‌های رابط به عصب حرکتی منتقل می‌شوند. در انسان و جانوران سالم، نخاع تحت تأثیر پیام‌هایی است که از مغز بر آن وارد می‌شود، به همین جهت بررسی انعکاس‌های نخاعی به صورت خالص معمولاً در جانوران نخاعی، یعنی حیواناتی که نخاع آن‌ها را در زیر بصل‌النخاع قطع کرده‌اند، صورت می‌گیرد. در این‌جا به شرح مهم‌ترین انعکاس‌های نخاعی می‌پردازیم:

**انعکاس‌های کششی عضلات اسکلتی:** یک نمونه از این انعکاس را می‌توان با زدن ضربه‌ای به زردپی زیر زانو مشاهده کرد. در این حالت عضله‌ی جلوی ران که در اثر وارد آمدن ضربه به زردپی آن کشیده شده است منقبض شده ساق پا را به طرف جلو حرکت می‌دهد. سایر عضلات اسکلتی نیز به همین ترتیب در اثر کشیده شدن یا وارد شدن ضربه به زردپی آن‌ها به انقباض درمی‌آیند. عضلات و زردپی‌ها دارای گیرنده‌های حسی هستند که در اثر کشیدگی و انقباض عضله تحریک می‌شوند. کشیدگی عضله گیرنده‌های درون عضلات را تحریک کرده از طریق عصب حسی عضله پیام‌هایی را به نخاع می‌فرستد و با واسطه‌ی یک انعکاس تک‌سیناپسی موجب انقباض همان عضله می‌شود. در انعکاس زردپی زیر زانو، اثر ضربه باعث کشیدگی عضله‌ی چهار سر ران می‌شود و گیرنده‌های حسی خاصی را که درون بخش‌هایی به نام دوک عضلانی در داخل عضله قرار دارند تحریک می‌کند. این تحریک از یک سو با واسطه‌ی یک قوس انعکاسی تک‌سیناپسی عضله‌ی مذکور را به انقباض درمی‌آورد و ساق پا را به جلو می‌راند و از سوی دیگر با واسطه‌ی یک مسیر چندسیناپسی دیگر انقباض عضله‌ی خم‌کننده‌ی ساق پا را که عضله‌ی دوسر ران نام دارد از بین می‌برد. به این ترتیب هنگام انقباض یک عضله، انقباض عضلات مخالف آن با واسطه‌ی یک مسیر چندسیناپسی که در آن نورون‌های رابط بازدارنده وجود دارند از بین می‌رود (شکل ۲).

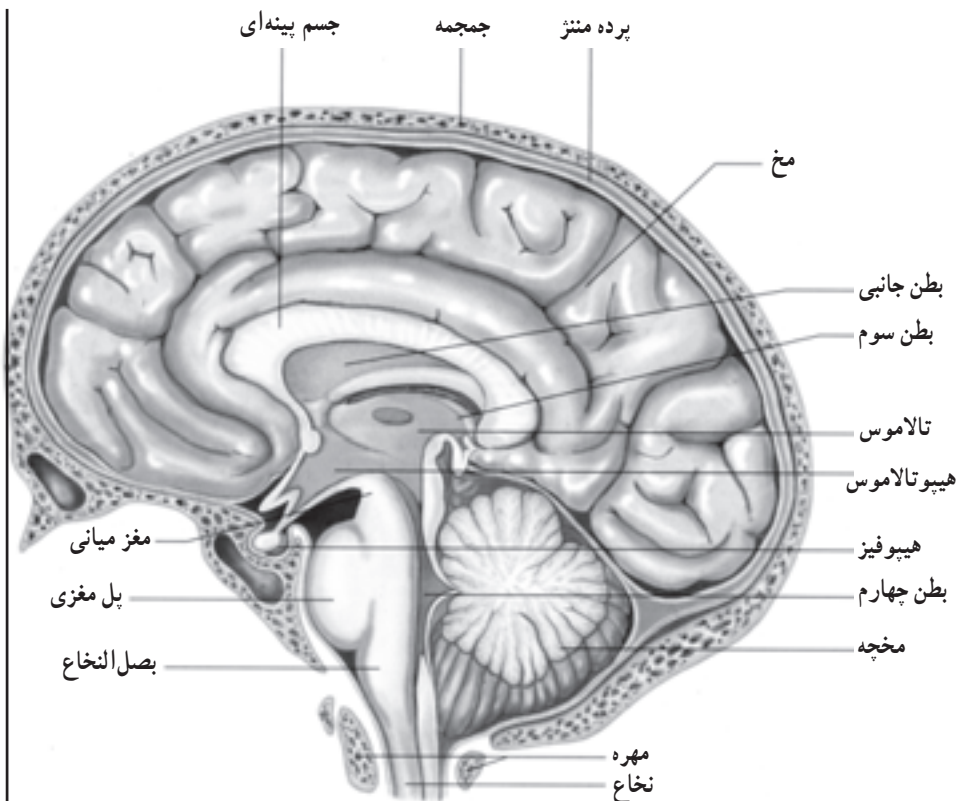


شکل ۲- نحوه‌ی ارتباطات عصبی و تنظیمات عصبی مربوط به انعکاس جهش زانو. فلش‌های کوتاه سیر جریان عصبی را نشان می‌دهند.

### بصل النخاع (پیاز مغز تیره)

بصل النخاع در بالای نخاع قرار گرفته است و پایین‌ترین بخش مغز را تشکیل می‌دهد. در ساختمان بصل النخاع چند هسته‌ی خاکستری پراکنده در درون ماده‌ی سفید دیده می‌شود. در وسط سطح جلویی بصل النخاع شیار و وجود دارد که ادامه‌ی شیار جلویی نخاع است و بصل النخاع را به دو بخش قرینه تقسیم می‌کند. درون بخش پشتی بصل النخاع حفره‌ی بطن چهارم قرار دارد. این حفره به وسیله‌ی سوراخ‌هایی به فضای زیر عنکبوتیه راه دارد. از طرفین بصل النخاع چهار زوج از اعصاب مغز و از شیار بین بصل النخاع و پل مغز سه زوج دیگر از این اعصاب بیرون می‌آیند.

پیاز مغز تیره دارای نقش ارتباطی مهمی بین مغز و نخاع است. تعداد زیادی از تارهای عصبی حسی و حرکتی در بصل النخاع متقاطع شده از یک سمت به سمت دیگر می‌روند. مراکز عصبی مهمی مانند نورون‌های تنظیم کننده‌ی اعمال دستگاه‌های گوارش و گردش خون و تنفس، در بصل النخاع قرار دارند. مرکز اصلی تنفس در کف بطن چهارم است و آسیب دیدن آن



شکل ۳- مغز انسان

باعث توقف فوری حرکات تنفس می‌شود. مراکز تنظیم فشار خون، قطر رگ‌ها، بلع، عطسه، سرفه، استفراغ و مرکز کندکننده ضربان قلب از مراکز مهم بصل النخاع به‌شمار می‌روند.

### پل مغز

در بالای بصل النخاع و در جلوی مخچه یک برجستگی حلقوی سفید رنگ به نام پل مغز قرار دارد. در برش پل، بخش‌های سفید و خاکستری دیده می‌شوند. در پل مغز راه‌های عصبی بالا رونده و پایین‌رونده متعدّد و هسته‌های بعضی از اعصاب مغزی دیده می‌شود. آسیب دیدن پل مغز، باعث اختلالات حسّی و حرکتی مختلف می‌شود.

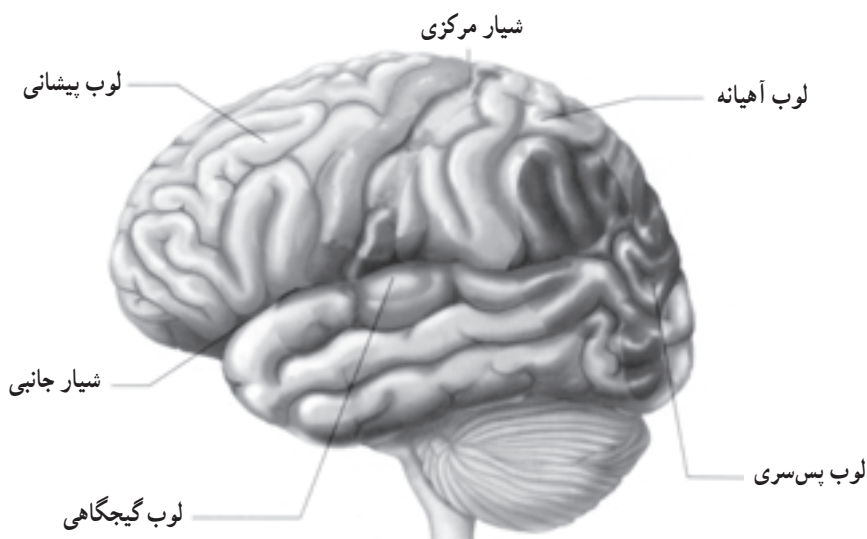
### مخچه

مخچه در عقب پل مغز و بالای بصل النخاع قرار دارد و با سه جفت پایک به تنه‌ی مغز اتّصال دارد. مخچه از یک بخش میانی به نام گرمینه و دو نیمکره که در دو طرف گرمینه قرار دارند، تشکیل شده است. در بین مخچه و نیمکره‌های مخ، پرده‌ی مخچه قرار گرفته که از پرده‌های مننژ

ساخته شده است. بخش بیرونی مخچه از ماده‌ی خاکستری و بخش درونی آن از ماده‌ی سفید است و در داخل ماده‌ی سفید نیز تعدادی هسته‌های خاکستری یافت می‌شود. از ماده‌ی خاکستری قشر مخچه انشعابات باریکی به درون ماده‌ی سفید نفوذ می‌کنند که به علت شباهت آن‌ها به شاخ و برگ درخت به درخت زندگی شهرت دارند. مخچه با راه‌های عصبی که از گوش داخلی و عضلات اسکلتی و زردپی‌ها به مغز می‌رسند مربوط است و با استفاده از اطلاعاتی که از گیرنده‌های تعادلی گوش و از سایر اندام‌ها دریافت می‌دارد، تعادل بدن را حفظ و تنظیم می‌کند. مخچه در تنظیم انقباض عضلات اسکلتی و هماهنگ کردن انقباض و تونوس آن‌ها نقش بسیار مهمی دارد. یکی از علل ناتوانی نوزاد انسان در ایستادن و راه رفتن، نارس بودن مخچه است. آسیب دیدن مخچه باعث ناهماهنگی حرکات عضلانی، اختلال در حرکات ارادی و لرزش دست‌ها می‌گردد.

### مخ

ساختمان: بزرگ‌ترین و مشخص‌ترین قسمت مغز را مخ تشکیل می‌دهد. بیشتر حجم مجسمه را مخ فرامی‌گیرد. تعداد نورون‌های مخ را حدود ۱۵ میلیارد تخمین می‌زنند. بدیهی است که تعداد سلول‌های نوروگلی مخ، از این رقم بسیار زیادتر است. مخ در وسط با شیارهای عمیق و قائم، به دو نیمکره‌ی چپ و راست تقسیم شده است. سطح خارجی هر دو نیمکره را یک پوسته‌ی خاکستری (به نام کورتکس) پوشانده است که در ظاهر، به مغز گردو می‌ماند؛ زیرا چین‌های کم‌عمق و عمیق بسیاری دارد (البته، وجود این چین‌ها اختصاص به پستانداران عالی دارد و نظیر آن را در هیچ‌کدام از گروه‌های مهره‌داران نمی‌یابیم). وجود این چین‌ها، بر وسعت سطح مغز می‌افزاید و شکل و الگوی آن‌ها در افراد مختلف متفاوت است.



شکل ۴- لوب‌های اصلی کورتکس

هر نیمکره‌ی مخ را به چهار منطقه یا لوب تقسیم می‌کنند. مبنای تقسیم‌بندی هم، نام استخوان جمجمه‌ی نزدیک به آن است (مناطق پیشانی، آهیانه، گیجگاهی و پس‌سری). این مناطق، با سه شیار نسبتاً عمیق از همدیگر جدا می‌مانند. مثلاً شیار مرکزی (رولاندو)، لوب‌های پیشانی و آهیانه و شیار جانبی (سیلوپوس) لوب پیشانی را از لوب گیجگاهی جدا می‌کند. شیار آهیانه — پس‌سری هم باعث جداسازی لوب‌های آهیانه از پس‌سری است.

**کورتکس:** قشر خاکستری مخ، خود دارای چند بخش فرعی است. مثلاً، قسمتی از آن در جلو و زیر نیمکره‌ها به سمت جلو پیش‌آمدگی می‌یابد و به پیاز بویایی مبدل می‌شود. این ساختار، با حس بویایی ما ارتباط دارد. قسمت دیگر کورتکس، به سمت داخل هر نیمکره می‌رود و بخشی حلقه مانند را در اطراف هر بطن (۱ و ۲) پدید می‌آورد که آن را دستگاه لیمبیک می‌نامند. در عین حال، بخشی دیگر از ماده خاکستری، تشکیل عقده‌های قاعده‌ای یا هسته‌های مغزی را می‌دهند که با فعالیت‌های حرکتی ما در ارتباط‌اند. البته، در حدود ۹۰ درصد کورتکس، سطح خارجی مخ را می‌پوشاند و ضخامت آن بین ۲ تا ۵ میلی‌متر متفاوت است.

قسمت بیشتر حجم مخ را تارهای عصبی میلین‌دار و سفید تشکیل می‌دهند. این تارها، یا نورون‌های واقع در قسمت‌های مختلف کورتکس یک نیمکره را به هم ارتباط می‌دهند، یا آن‌که نورون‌های قسمت‌های مشابه دو نیمکره را در نقاط قرینه به هم مربوط می‌کنند. تعدادی از تارها هم مربوط به نورون‌های حسی و حرکتی هستند که از اندام‌ها و مراکز عصبی پایین‌تر می‌آیند، یا آن‌که به اندام‌های مختلف می‌روند.

### مراکز دیگر مغزی

به‌جز مراکز گفته شده، چند مرکز مستقل دیگر هم در مغز وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از تالاموس و هیپوتالاموس.

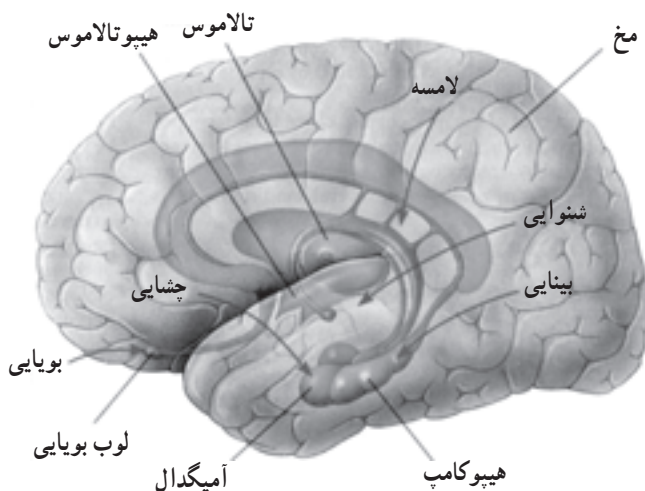
**تالاموس‌ها و عقده‌های قاعده‌ای مغز:** تالاموس‌ها به صورت دو هسته‌ی عصبی خاکستری رنگ تخم‌مرغی شکل و قرینه‌ی یکدیگر در درون نیمکره‌های مخ و در دوطرف بطن سوم قرار دارند (شکل ۵). در تالاموس توده‌های نورونی متعدّد وجود دارد که هسته‌های تالاموس را می‌سازند. هر گروه از پیام‌های حسی به استثنای پیام‌های بویایی قبل از آن‌که به قشر مخ برسند به یکی از هسته‌های تالاموس می‌روند بنابراین، تالاموس را می‌توان یک مرکز دریافت، تقویت و انتقال پیام‌های حسی دانست. به همین جهت آسیب تالاموس باعث کاهش یا از بین رفتن احساس‌های مختلف می‌شود. در این موارد برخی اختلالات حرکتی نیز پدیدار می‌شوند که علت آن‌ها رابطه‌ی نزدیکی است که بین تالاموس و عقده‌های قاعده‌ای مغز وجود دارد.



عقددهای قاعده‌ای مغز شامل توده‌های خاکستری رنگ در درون نیمکره‌های مخ است. این بخش‌ها با تالاموس‌ها و قشر حرکتی مخ ارتباط عصبی فراوان دارند و نقش اصلی آن‌ها در سازمان دادن حرکات و تنظیم تونوس ماهیچه‌های اسکلتی است.

**هیپوتالاموس و دستگاه حاشیه‌ای (لیمبیک):** نواحی کف بطن سوم که در سمت داخلی تالاموس‌ها و بالای غده‌ی هیپوفیز قرار دارند، هیپوتالاموس نامیده می‌شوند.

هیپوتالاموس هسته‌های خاکستری متعدّد دارد که نورون‌های آن‌ها تعداد زیادی از اعمال حیاتی نباتی و ارتباطی را تنظیم می‌کنند. اعمال اصلی هیپوتالاموس شامل تنظیم ترشح هورمون‌های بخش پیشین هیپوفیز، ترشح هورمون، تنظیم گرمای بدن، تنظیم رفتارهای مربوط به گرسنگی و تشنگی و سوخت و ساز موادغذایی است. تنظیم گرمای بدن را نورون‌های نواحی پیشین هیپوتالاموس به‌عهده دارند که بر اثر تغییرات حرارت بدن و تحریک گیرنده‌های حسّی واکنش نشان داده با کاهش یا افزایش غیرطبیعی حرارت بدن مقابله می‌کنند.

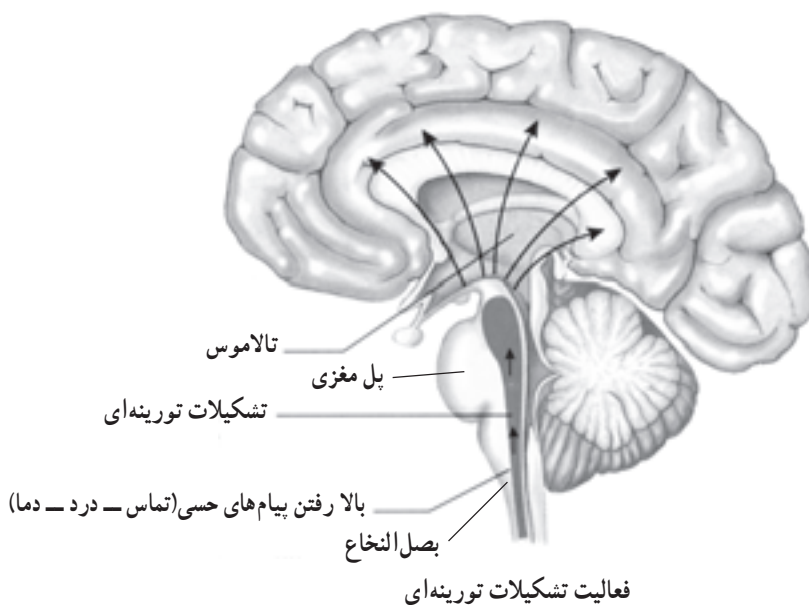


شکل ۵- موقعیت دستگاه لیمبیک

در اطراف هیپوتالاموس در هر نیمکره، دستگاه کناری یا حاشیه‌ای (لیمبیک) مغز است که بخش‌های مختلف آن، با هیپوتالاموس در ارتباط نزدیک بوده و مجموعاً در تنظیم رفتارهای هیجانی و عاطفی شرکت دارند. دستگاه لیمبیک به‌صورت حلقه‌ای اطراف هیپوتالاموس قرار گرفته و مهم‌ترین بخش‌های آن، دیواره (سپتوم)، هیپوکامپ و آمیگدال نام دارند (شکل ۵). این بخش‌ها در تنظیم رفتارهای غریزی و عاطفی مانند پرخاشگری، درد و رنج، لذت و شادی، گریه و

خنده و همچنین ارزیابی پیام‌های بویایی نقش مهم دارند. هیپوکامپ که در قاعده‌ی پیاز بویایی قرار دارد، در یادگیری و تبدیل حافظه‌ی فوری به حافظه‌ی درازمدت نیز شرکت می‌کند و آسیب آن ایجاد یادگیری جدید درازمدت را غیرممکن می‌سازد.

از قسمت وسط بصل النخاع و پل، مجموعه‌ای پیچیده از راه‌های عصبی می‌گذرد که تا هیپوتالاموس امتداد دارد. به این مجموعه، تشکیلات تورینه‌ای گفته می‌شود و در آن توده‌های کوچکی از ماده‌ی خاکستری و نورون‌های متعدد در اندازه‌های مختلف وجود دارد که به سوی قشر خاکستری مخ و هیپوتالاموس می‌روند، یا از این مراکز فرمان می‌گیرند. نقش اصلی تشکیلات تورینه‌ای، تنظیم سطح هوشیاری و خواب است. وقتی که این قسمت بسیار فعال باشد و پیام‌های زیادی را به سوی مخ بفرستد، شخص کاملاً از لحاظ جسمی و روحی بیدار است. با کم شدن فعالیت این شبکه، حالت خواب‌آلودگی پیش می‌آید. در صورت آسیب دیدن این شبکه، شخص به حالت غش دائمی (کوما) می‌افتد.



شکل ۶ - فعالیت تشکیلات تورینه‌ای، مجموعه نورون‌هایی است که در بصل النخاع و پل مغزی قرار دارند، اما در قسمت‌های بالاتر مغز نفوذ می‌کنند. در این قسمت، تحریکات رسیده تجزیه و تحلیل شده، سپس به قسمت‌های دیگر مغزی منتقل می‌شوند (پیکان‌ها نشان دهنده‌ی جهت عبور پیام‌ها هستند).

کار مخ: شواهد آزمایشی (به ویژه در مورد بیماران)، نشان داده است که در مخ، مراکز متعددی وجود دارد. جراحان نیز در حین عمل، مناطق کوچکی از مخ را با الکتروسیسته تحریک

کرده و دریافته‌اند که در نتیجه‌ی این کار، کدام ماهیچه‌های بدن منقبض شده‌اند. از آن‌جا که جراحی مغز به روش بی‌حسی موضعی میسر است، بعد از تحریک یک قسمت از مغز، می‌توانند از بیمار بپرسند که چه چیزی را حس می‌کند. جالب آن است که مخ، وسیله‌ی احساس درد ندارد، به همین سبب، تحریک کورتکس آن دردناک نیست. درعین حال، امروزه با رسم امواج مغزی، امکان مطالعه در قسمت‌های مختلف مغز فراهم آمده است. پس از انجام چنین مطالعاتی، محققان، مراکز و کارهای زیر را برای مخ پیشنهاد کرده‌اند:

**بخش‌های حسّی قشر مخ:** مناطق حسّی قشر مخ به‌صورت جدا از یکدیگر در چند بخش کورتکس قرار دارند (شکل ۴). مراکز حسّی بینایی در لوب پس‌سری، شنوایی در لوب گیجگاهی، حس‌های پیکری مانند لامسه و گرما و سرما، و همچنین حس چشایی در لوب آهیانه و حس بویایی در سیستم حاشیه‌ای مغز و لوب گیجگاهی قرار گرفته‌اند. مرکز حس‌های پیکری که پیام‌های لامسه و فشار و سرما و گرما و برخی پیام‌های درد را دریافت می‌کند در پشت شیار مرکزی قرار دارد و بخش وسیعی از لوب آهیانه را تشکیل می‌دهد. پیام‌های حسّی هر بخش از پوست پس از عبور از تالاموس به ناحیه‌ی معینی از این مرکز در نیمکره‌ی مقابل مخ وارد می‌شود. در جانوران با تحریک هر ناحیه از پوست می‌توان جریان عصبی مربوط به آن را در نورون‌های خاصّی از مراکز حسّی قشر مخ ثبت کرد.

بخش‌هایی از بدن مانند لب‌ها و زبان و نوک انگشتان دست که دارای گیرنده‌های حسّی بیشتر است ناحیه‌ی وسیع‌تری را در قشر مخ به خود اختصاص داده‌اند.

هریک از مراکز حسّی قشر مخ را به دو منطقه‌ی حسّی اولیه (اصلی) و ثانویه (ارتباطی) که در کنار یکدیگر قرار دارند، تقسیم می‌کنند. تحریک نواحی حسّی اولیه باعث ایجاد احساس‌های ساده‌ی مربوط به آن حسّ و تخریب آن‌ها موجب از بین رفتن احساس می‌شود. مناطق ثانویه یا ارتباطی در تجزیه و تحلیل و ادراک پدیده‌های حسّی شرکت می‌کنند و آسیب این نواحی باعث اختلال در درک و شناسایی پدیده‌های حسّی می‌شود. مثلاً آسیب شدید نواحی حسّی اولیه‌ی بینایی در لوب پس‌سری موجب کوری می‌شود، در حالی که اگر فقط نواحی ارتباطی بینایی که کمی جلوتر از بخش قبلی قرار دارند آسیب ببینند، بدون آن که نابینایی ایجاد کنند باعث ناتوانی در تشخیص و درک پدیده‌های بینایی می‌شود (کوری روانی). به همین ترتیب، در مورد سایر حواس نیز آسیب مناطق ارتباطی آن‌ها شناسایی و ادراک پیام‌های مربوط به آن‌ها را مختل می‌سازد. پیام‌های حسّی ابتدا به مراکز اولیه‌ی خود می‌رسند و سپس به مراکز ثانویه منتقل شده، تجزیه و تحلیل و شناسایی می‌شوند.

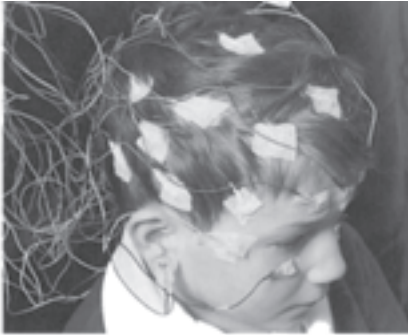
در بخش پشتی لوب گیجگاهی ناحیه‌ای وجود دارد که در آن اطلاعات و خاطرات حس‌های بینایی و شنوایی و پیکری با یکدیگر ترکیب می‌شوند. این ناحیه در هماهنگی سه حس مذکور و درک کلی پیام‌های حسی نقش مهم دارد و آسیب آن باعث اختلالاتی نظیر ناتوانی در درک مفهوم کلمات نوشته شده و اختلال در تکلم می‌شود.

**بخش‌های حرکتی قشر مخ:** مهم‌ترین بخش‌های حرکتی قشر مخ شامل ناحیه‌ی حرکتی اولیه (اصلی) و ناحیه‌ی پیش حرکتی (ارتباطی حرکتی) در لوب پیشانی و جلوی شیار مرکزی قرار دارند. این بخش‌ها با مرکز حس‌های پیکری در پشت شیار مرکزی در ارتباط نزدیک بوده و مجموعاً قشر حسی - حرکتی خوانده می‌شوند. ناحیه‌ی حرکتی اولیه یا اصلی بلافاصله در جلوی شیار مرکزی است و ناحیه‌ی هر می نیز نامیده می‌شود. از این ناحیه راه‌های حرکتی مخ که به راه‌های هر می شهرت دارند، آغاز می‌شوند. در این بخش هزاران نورون درشت هر می شکل وجود دارد که تحریک هر کدام باعث حرکت در یکی از عضلات اسکلتی نیمه‌ی مقابل بدن می‌شود. اکسون‌های این نورون‌های حرکتی از کورتکس هر نیمکره به پایین می‌آیند و اکثراً در بصل النخاع با یکدیگر متقاطع می‌شوند. تعداد کمی از آنها نیز که در بصل النخاع متقاطع نمی‌شوند، در نخاع به سمت دیگر می‌روند. در نتیجه، می‌توان گفت که مراکز حرکتی عضلات اسکلتی هر نیمه‌ی بدن در نیمکره‌ی مقابل مغز قرار دارند. آن دسته از عضلات بدن که تحرک بیشتر دارند و دقت حرکات آنها زیاده‌تر است، بخش وسیع‌تری از قشر حرکتی مغز را به خود اختصاص داده‌اند. به‌عنوان مثال مراکز حرکتی عضلات انگشتان دست، زبان و تارهای صوتی منطقه‌ی وسیعی را در قشر مخ اشغال می‌کنند. ناحیه‌ی پیش حرکتی (ارتباطی حرکتی) که در جلوی ناحیه‌ی حرکتی اولیه قرار گرفته است، با بخش مذکور و تالاموس‌ها و عقده‌های قاعده‌ای مغز ارتباط زیاد دارد. از این ناحیه بخشی از راه‌های حرکتی مغز که راه‌های غیرهرمی خوانده می‌شوند آغاز می‌شود. این مسیر در حرکات پیچیده و گروهی عضلات در هنگام راه رفتن و دویدن و بازسازی حرکات یادگرفته شده‌ی قبلی شرکت دارند. آسیب ناحیه‌ی ارتباطی حرکتی، تکرار مهارت‌های حرکتی، از جمله حرکات ماهرانه‌ی دست را مختل می‌سازد و موجب ناتوانی در گفتار می‌شود.

**سایر نواحی قشر مخ:** در قشر مخ علاوه بر مراکز حسی اولیه و ثانویه و مراکز حرکتی، بخش‌های وسیع دیگری وجود دارد که مستقیماً در بدیده‌های حسی و حرکتی نقش ندارند ولی در ایجاد ارتباط بین بخش‌های مختلف مغز و ارزیابی کلی پیام‌های عصبی و یادگیری‌هایی پیچیده و تفکر و سازمان دادن واکنش‌های متناسب شرکت دارند. آسیب دیدن بخشی از این نواحی که در جلوی کورتکس پیشانی قرار دارند باعث کاهش قدرت تمرکز فکری و ناتوانی در یادگیری و

تغییرات رفتاری غیرطبیعی می‌شود.

امواج مغزی: حاصل فعالیت‌های الکتریکی مغز را با کمک دستگاهی به نام الکتروانسفالوگراف ثبت می‌کنند. برای این کار، الکترودهایی را در نقاط مختلف پوست سر نصب می‌کنند و از این راه، فعالیت قسمت‌های مختلف کورتکس را معلوم می‌دارند. امواج مغزی رسم شده، نشان می‌دهند که مغز در همه حال فعال است. بهترین دلیل این ادعا، امواج آلفا هستند که از منطقه‌ی بینایی در پشت سر و زمانی که شخص چشم‌ها را بسته و در حالت استراحت کامل است، رسم می‌شوند. وقتی که چشم‌ها باز شوند، امواج آلفا ناپدید شده، امواج نامنظم‌تری جای آن‌ها را می‌گیرند. با قرار دادن محرک‌های بینایی مختلف، یا استفاده از محرک‌های گوناگون، می‌توان الگوی امواج مغزی را تغییر داد. امروزه از امواج مغزی، برای مطالعه‌ی بیماری‌هایی چون صرع و غیره استفاده می‌شود.



بیدار اما آرام (امواج آلفا)



بیدار و در حال فعالیت



خواب

شکل ۷- ثبت امواج الکتریکی مغز (الکتروانسفالوگرافی) در حالات مختلف مشخص

**خواب:** هر انسانی در طول شبانه‌روز، ساعاتی را باید در خواب بگذراند. خواب به معنای قطع فعالیت‌های ارادی است. هنوز دلیل فیزیولوژیکی لزوم خواب روشن نشده است. افرادی که از خواب محروم می‌شوند، کارایی خود را از دست می‌دهند و تمرکز ندارند، ممکن است بسیار زودرنج و خسته شوند (ضمناً، فقط مهره‌داران عالی دارای قشر مغزی پیشرفته می‌خوابند). تصور می‌رود که مرکز خواب، در ساقه‌ی مغز باشد. نورون‌های این قسمت، بعد از تحریک، ماده‌ای به نام سروتونین آزاد می‌کنند. این ماده احتمالاً جلوی عبور پیام‌های عصبی را به تشکیلات تورینه‌ای می‌گیرد.

خواب دارای دو مرحله‌ی اصلی است. در مرحله‌ی خواب طبیعی، میزان متابولیسم کاهش می‌یابد، تنفس آرام می‌شود و فشار خون کاهش می‌یابد اما تقریباً هر یک ساعت و نیم یک‌بار، شخص وارد مرحله‌ی دوم خواب می‌شود که مدت آن در مجموع، یک چهارم مدت خواب شبانه‌روزی است. در این مرحله چشم‌ها، حرکات سریعی را در زیر پلک‌های بسته انجام می‌دهند. محققان عقیده دارند که خواب دیدن در این مرحله صورت می‌گیرد (خواب دیدن، شاید حاصل آزاد شدن نورایی نفرین از تشکیلات تورینه‌ای و در نتیجه، ایجاد محرک‌هایی از این قسمت باشد که به قشر خاکستری مخ می‌روند).

**یادگیری و حافظه:** یادگیری عبارت از نوعی تغییر سازشی پایدار در رفتار است که بر اثر تجربه حاصل آمده باشد. آزمایش نشان داده است که در همه‌ی جانوران استعداد یادگیری وجود دارد. مشاهدات مختلف هم ثابت کرده است که یادگیری، برای زنده ماندن در محیط زیست اهمیت دارد. حتی بعضی از جانداران تک‌سلولی که هیچ‌گونه دستگاه عصبی ندارند، چیزهای ساده‌ای را یاد می‌گیرند.

یادگیری شامل انباشته کردن اطلاعات در دستگاه عصبی است که در هنگام لزوم به کار می‌آیند. تحقیقات زیادی امروزه در جریان است که طی آن‌ها محققان می‌خواهند نوعی اساس فیزیکی یا شیمیایی برای حافظه و یادگیری بیابند. قاعدتاً باید جایی از مغز برای نگه‌داری و یادآوری آنچه که یاد گرفته شده، اختصاص یافته باشد. به این محل، اصطلاحاً **حافظه گفته می‌شود.**

تحریک الکتریکی قشر خاکستری مخ در بیمارانی که تحت جراحی مغز قرار گرفته‌اند، نشان داده است که این افراد چیزهای کاملاً فراموش شده‌ای را مجدداً به یادآورده‌اند. در عین حال، آزمایش‌های مختلف نشان داده است که وسعت حافظه بستگی به مقدار قشر خاکستری مخ دارد نه جایگاه‌های ویژه‌ی آن.

براساس آزمایش‌های اخیر، چندین سطح برای حافظه وجود دارد. **حافظه‌ی کوتاه‌مدت،**

مسئول یادآوری چیزها برای مدتی کوتاه است. مثلاً، وقتی شماره تلفنی را از دفترچه‌ی تلفن می‌یابید، آن را فقط تا لحظه‌ی ارتباط تلفنی به خاطر می‌سپارید. حتی اگر خط اشغال باشد و شما به کار دیگری بپردازید، در بار دوم، احتمالاً لازم است مجدداً به شماره‌ی مذکور نگاه کنید.

وقتی که تصمیم می‌گیرید چیزی را در حافظه‌ی درازمدت جای بدهید، قاعدتاً مغز، آن را بارها مرور می‌کند و در جایی مرتبط با مواد مشابه جای می‌دهد. عده‌ای از محققان عقیده دارند که تغییراتی پایدار در گره‌های پیش‌سیناپسی یا نورون‌های پس‌سیناپسی اتفاق می‌افتد و کار انتقال پیامی معین را در راه جدید خود آسان می‌کند. شاید هم نورون‌های تازه‌ای نسبت به ناقلان شیمیایی - عصبی، حساس‌تر می‌شوند. براساس این اعتقاد، هر خاطره‌ای که در مغز ذخیره می‌شود، راه عصبی تازه‌ای را پدید می‌آورد. البته نظریه‌های دیگری در مورد دخالت سلول‌های نوروگلی، ماده‌ی RNA یا پروتئین‌های ویژه به عنوان مولکول‌های حافظه هم پیشنهاد شده‌اند.

### دستگاه عصبی محیطی

دستگاه عصبی محیطی شامل گیرنده‌های حسی، در اندام‌های حسی، اعصابی که آن گیرنده‌ها را به دستگاه عصبی مرکزی مرتبط می‌کنند و اعصابی است که مغز و نخاع را به ماهیچه‌ها و غده‌ها (دستگاه‌های اجراکننده‌ی فرمان‌ها) ارتباط می‌دهند.

### اعصاب مغزی

از قسمت‌های مختلف مغز، ۱۲ جفت عصب منشأ می‌گیرند که به اندام‌های حسی واقع در سر (چشم و گوش و ...) و بسیاری از اندام‌های داخلی (سینه و شکم) می‌روند. بعضی از اعصاب مغزی فقط حسی هستند (۱، ۲، ۸)، بعضی فقط حرکتی اند (۳، ۴، ۶، ۱۱، ۱۲) و بقیه مختلط‌اند. نام این ۱۲ جفت عصب و اندام‌هایی که با آن اعصاب مرتبط‌اند، در جدول صفحه‌ی بعد آمده است. شاید مهم‌ترین این اعصاب، عصب دهم یا واگ باشد که به اندام‌های داخل سینه و قسمت بالای شکم می‌رود.

### اعصاب نخاعی

از نخاع ۳۱ جفت عصب به‌طور قرینه خارج می‌شود. همه‌ی عصب‌های نخاعی مختلط‌اند و هرکدام، به اجزای حسی و حرکتی قسمتی از بدن مربوط می‌شوند. هر عصب نخاعی دارای دو ریشه است، ریشه‌ی پشتی که حسی است و ریشه‌ی شکمی که حرکتی است. در جایی که ریشه‌ی پشتی با نخاع پیوند می‌یابد، یک برجستگی به نام گره شوکی وجود دارد، که محل تجمع جسم

## اعصاب مغزی در پستانداران

شماره	نام	منشأ رشته‌ی حسی	اندام هدف رشته‌ی حرکتی
۱	بویایی	مخاط بویایی	-
۲	بینایی	شبکیه‌ی چشم	-
۳	حرکتی عمومی چشم	ماهیچه‌های کره‌ی چشم	ماهیچه‌های کره‌ی چشم
۴	اشتیاقی	ماهیچه‌های کره‌ی چشم	ماهیچه‌های کره‌ی چشم
۵	سه شاخه	دندان و پوست صورت	بعضی ماهیچه‌های جویدن
۶	حرکتی خارجی چشم	ماهیچه‌های چشم	ماهیچه‌های چشم
۷	چهره‌ای	جلوی زبان	ماهیچه‌های صورت و غدد بزاقی
۸	شنوایی	گوش داخلی	-
۹	زبان حلقی	عقب زبان و حلق	غدد بزاقی، ماهیچه‌های اطراف حلق
۱۰	واگ	اندام‌های داخل سینه و شکم	قلب، معده، روده کوچک، حنجره، مری و سایر اندام‌ها
۱۱	شوکی	ماهیچه‌های شانه	ماهیچه‌های شانه
۱۲	زیرزبانی	ماهیچه‌های زبان	ماهیچه‌های زبان

سلولی نورون‌های یک قطبی حسی است. جسم سلولی نورون‌های حرکتی در داخل ماده‌ی خاکستری نخاع قرار دارد.

عصب نخاعی، پس از خارج شدن از نخاع، رشته رشته می‌شود. رشته‌ی پشتی به ماهیچه‌ها و پوست پشت بدن می‌رود، رشته‌ی شکمی به پهلوها و قسمت جلویی بدن می‌رود. یک رشته‌ی خودمختار هم در این میان وجود دارد که به اندام‌های داخلی می‌رود.

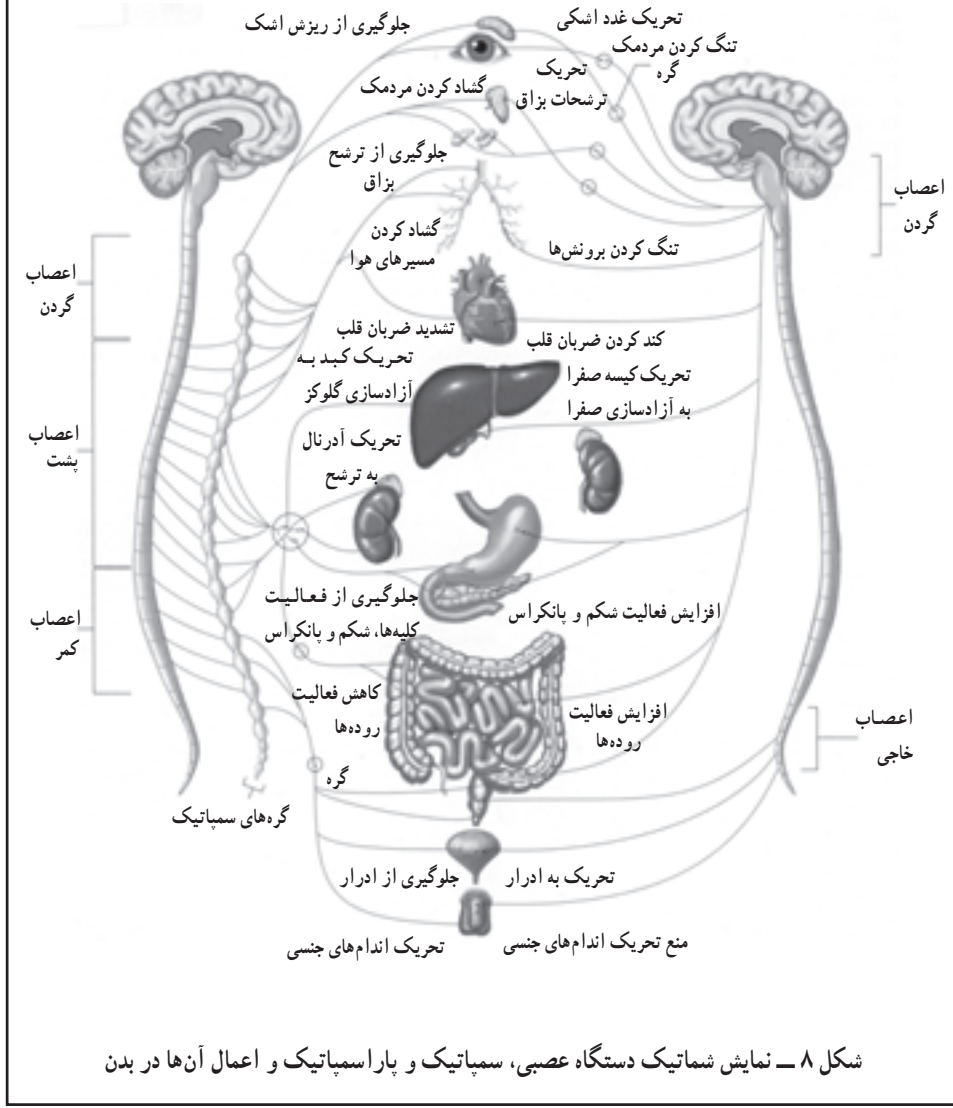
### تحقیق در مورد مشاغل

می‌توانید از دانش‌آموزان بخواهید در مورد شغل تکنیسین‌هایی که کار تصویربرداری از فعالیت مغز را انجام می‌دهند، تحقیق کرده و به کلاس ارائه نمایند. گزارش آن‌ها می‌تواند شامل مدت زمان لازم برای تحصیل در این رشته و نیز نحوه‌ی انجام کار آن‌ها باشد.



قسمت پاراسمپاتیک

قسمت سمپاتیک



نتیجه‌ی جلسه‌ی هشتم

از دانش‌آموزان بخواهید از روی پوستری یا مولژ مغز، بخش‌های مختلف دستگاه عصبی و مغز را نام برده، وظایف بخش‌های مختلف را به اختصار توضیح دهند.

ارائه‌ی تکلیف

تهیه‌ی نقشه‌ی مفهومی برای نشان دادن ساختار و عملکرد بخش‌های مختلف دستگاه عصبی

مرکزی - مطالعه‌ی بیشتر بدانید صفحه ۴۳.

### جلسه‌ی نهم

الف - بررسی نتایج تکالیف و پرسش مستمر

ب - تدریس درس جدید

هدف کلی: آشنایی با دستگاه عصبی محیطی (آموزش صفحات ۴۵ تا ۵۰)

هدف‌های جزئی: دانش‌آموزان در پایان این جلسه‌ی آموزشی باید بتوانند:

۱- بخش‌های مختلف دستگاه عصبی محیطی را نام ببرند.

۲- ساختار و کار دستگاه عصبی پیکری را شرح دهند.

۳- انعکاس زردپی زیرزانو را توضیح دهند.

۴- انعکاس زردپی زیرزانو را مورد مشاهده و آزمون قرار دهند.

۵- بخش‌ها و کار دستگاه عصبی خود مختار را شرح دهند.

### مقدمه

پرسش معلم: ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با اندام‌های مختلف از چه طریقی برقرار می‌شود؟

پاسخ دانش‌آموزان: اعصاب محیطی

پرسش معلم: اعصاب محیطی چند نوع‌اند و هر یک چه ساختاری دارند؟

پاسخ دانش‌آموزان: ۳ نوع - حسی (مجموعه‌ی دندریت‌های نورون‌های حسی) - حرکتی

(مجموعه‌ی اکسون‌های نورون‌های حرکتی) - مختلط (مجموعه‌ی دندریت‌ها و اکسون‌های نورون‌های

حسی و حرکتی)

### تدریس

پرسش معلم: ارسال پیام عصبی از اندام‌های حسی به مراکز عصبی و از مراکز عصبی به

اندام‌های حرکتی، برعهده‌ی کدام یک از اعصاب حرکتی است؟

پاسخ دانش‌آموزان: اعصاب حسی - اعصاب حرکتی

در ادامه، بخش‌های حسی و حرکتی دستگاه عصبی محیطی توضیح داده می‌شود. در بررسی

دستگاه عصبی پیکری اشاره می‌شود که عمده‌ی عمل آن ارادی است اما انعکاس‌ها که اعمال غیرارادی

هستند، نیز توسط این دستگاه کنترل می‌شوند. سپس به انعکاس زردپی زیرزانو پرداخته می‌شود و در

صورت امکان با کمک یکی از دانش‌آموزان، این انعکاس نمایش داده می‌شود.

پرسش معلم: با توجه به عملکرد متقابل ماهیچه‌ها در حرکت یک اندام، ماهیچه‌های ران در

این انعکاس چه وضعیتی دارند؟

پاسخ دانش آموزان: ماهیچه‌ی روی ران منقبض و ماهیچه‌ی پشت ران کشیده. سپس مسیر عصبی انعکاس و سیناپس‌های این مسیر توضیح داده می‌شود. در ادامه، عملکرد اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک بررسی و با یکدیگر مقایسه می‌شود.

## دانستنی‌های معلم

مبحث دستگاه عصبی محیطی (از صفحه‌ی ۵۴ تا پایان صفحه ۵۶) از کتاب زیست‌شناسی

جانوری سال چهارم نظام قدیم

### نتیجه‌ی جلسه نهم

انجام انعکاس زردپی زیر زانو (فعالیت ۳-۲) و توضیح مختصر این انعکاس براساس شکل صفحه‌ی ۴۶- تهیه‌ی نقشه‌ی مفهومی از دستگاه عصبی محیطی به صورت کار گروهی.

### ارائه‌ی تکلیف

پاسخ به خودآزمایی ۲-۲، انجام فعالیت ۴-۲، مطالعه‌ی بیشتر بدانید صفحات ۴۷ و ۴۸ و ۴۹- تهیه‌ی مغز گوسفند برای جلسه‌ی بعد

### جلسه‌ی دهم

الف - بررسی نتایج تکالیف، پرسش مستمر و تشریح مغز گوسفند

ب - تدریس درس جدید

هدف کلی: آشنایی با طرح کلی ساختارهای عصبی جانوران مختلف (آموزش صفحات ۵۰ تا

(۵۵)

هدف‌های جزئی: دانش آموزان در پایان این جلسه‌ی آموزشی باید بتوانند:

- ۱- روند تکاملی تغییرات دستگاه عصبی را توضیح دهند.
- ۲- دستگاه‌های عصبی جانوران بی‌مهره را باهم مقایسه کنند.
- ۳- مغز چند نوع جانور مهره‌دار را باهم مقایسه کنند.
- ۴- مغز بعضی از جانوران مثل گوسفند و ماهی را تشریح کرده و بعضی از بخش‌های آن را نام

ببرند.

### مقدمه

پرسش معلم: فرار کردن سوسک از نور یا حشره‌کش نشان‌دهنده‌ی چیست؟

پاسخ دانش آموزان: پاسخ به نور یا ماده‌ی شیمیایی که محرک محیطی هستند.

پرسش معلم: هماهنگی اندام‌ها برای بروز این پاسخ برعهده‌ی چیست؟  
پاسخ دانش‌آموزان: دستگاه عصبی  
پرسش معلم: سوسک متعلق به کدام گروه از جانوران است؟  
پاسخ دانش‌آموزان: حشرات از بندپایان از جانوران بی‌مهره  
به این ترتیب مشخص می‌شود که جانوران بی‌مهره نیز دارای دستگاه عصبی هستند.

### تدریس

ساده‌ترین دستگاه عصبی متعلق به کیسه‌تنان است. این دستگاه فاقد مغز و طناب عصبی و شامل شبکه‌ای از نورون‌ها است. در ادامه، تشکیل مغز از گره‌های عصبی و تشکیل طناب‌های عصبی شکمی در پلاناریا از کرم‌های پهن و سپس تشکیل مغز از جوش خوردن گره‌های عصبی و تشکیل یک طناب عصبی شکمی در حشرات و در نهایت، مغز پیچیده و طناب عصبی پشتی در مهره‌داران شرح داده می‌شود. سپس مغز مهره‌داران مختلف از نظر اندازه نسبت به وزن بدن، چین‌خوردگی‌های سطحی و تغییر وسعت مناطق مربوط به پردازش حواس مختلف در مغز، مقایسه می‌شوند.

### دانستنی‌های معلم

اندازه‌ی نسبی مغز در مقایسه با اندازه یا سطح بدن، شاخص خوبی برای مقایسه‌ی هوش گونه‌های مختلف است. برای مثال مغز وال‌ها و آب‌بازان از مغز انسان بزرگ‌تر است، اما اندازه‌ی نسبی مغز انسان (در مقایسه با بقیه‌ی بدن) بزرگتر است.

براساس فعالیت ۵-۲ کتاب در صورت امکان، تشریح مغز گوسفند انجام می‌شود که با توجه به بخش‌های مختلف مغز انسان، می‌توان بخش‌های مختلف آن را شناسایی کرد. در صورتی که مغز گوسفند در اختیار نباشد می‌توان از مغز جانوران دیگر مثل ماهی و مرغ استفاده کرد. در صورت عدم وجود امکانات مناسب، کافی است هدف این فعالیت که آشنایی با بخش‌های مختلف مغز است، به شکل‌های دیگر مانند نشان دادن تصویر برآورده شود.

### نتیجه‌ی جلسه دهم

مرور دستگاه عصبی جانوران مختلف بر اساس اشکال صفحات ۵۲ و ۵۳ - شناسایی بعضی از بخش‌های مغز گوسفند براساس فعالیت ۵-۲.

### ارائه‌ی تکلیف

پاسخ به خودآزمایی ۳-۲ - تهیه‌ی ابزار لازم برای انجام فعالیت ۱-۳ - آزمون کتبی

## پاسخ خودآزمایی‌های فصل دوم

### خودآزمایی ۱-۲، صفحه‌ی ۳۵

۱- از دانش‌آموزان انتظار می‌رود با استفاده از مطالبی که در ابتدای فصل، درباره‌ی ساختار نورون نوشته شده و با یادآوری مطالب مربوط به ساختار نورون در کتاب زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱۸ و نیز با استفاده از مدلی که از نورون ساخته‌اند، ساختار کلی نورون را به‌طور کامل شرح دهند.

۲- با رسیدن پیام عصبی به انتهای اکسون، انتقال‌دهنده‌های عصبی از طریق آگزوسیتوز به فضای سیناپس ترشح شده و روی کانال‌های یونی غشا پس سیناپسی قرار گرفته، کانال‌ها را باز کرده موجب تغییر پتانسیل سلول پس سیناپسی و در نتیجه فعال کردن یا مهار کردن فعالیت سلول پس سیناپسی می‌شود.

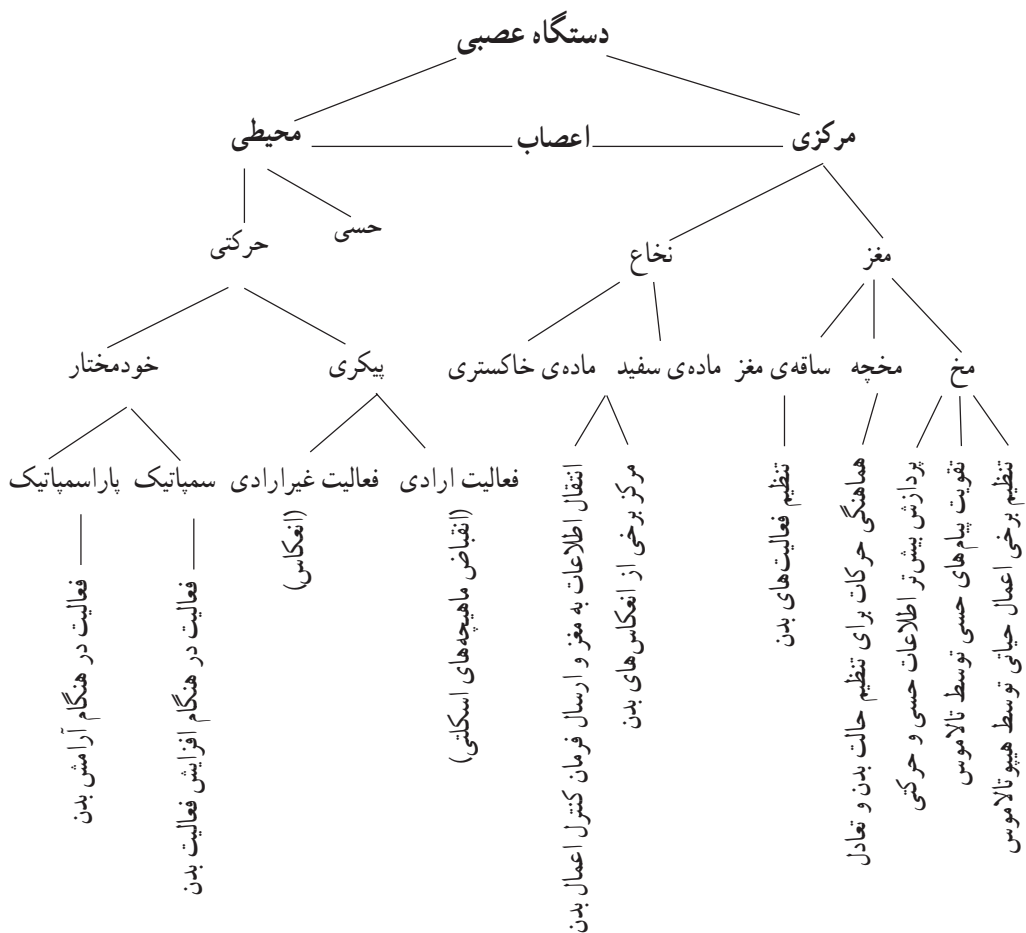
### خودآزمایی ۲-۲، صفحه‌ی ۴۸

۱- دستگاه عصبی مرکزی و دستگاه عصبی محیطی. دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که مراکز نظارت بر اعمال بدن بوده و اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را تفسیر کرده و به آن‌ها پاسخ می‌دهند. دستگاه عصبی محیطی شامل بخش حسی و حرکتی است که بخش حرکتی آن شامل دستگاه پیکری و دستگاه خودمختار است. این دستگاه، ارتباط مغز و نخاع را با سایر اندام‌های بدن برقرار می‌کند.

۲- مخچه با اطلاعاتی که از ماهیچه‌ها، مفاصل، پوست، چشم‌ها، گوش‌ها و بخش‌هایی از مغز که مربوط به حرکات بدن هستند، دریافت می‌کند، وضعیت بدن را در لحظه‌ی بعد پیش‌بینی کرده و با فرستادن پیام‌هایی به مغز و نخاع موجب تصحیح یا تغییر حرکت بدن می‌شود و به این ترتیب مرکز هماهنگی و یادگیری حرکات لازم برای تنظیم حالت بدن و تعادل است.

ساقه‌ی مغز با انتقال اطلاعات درون دستگاه عصبی مرکزی (توسط مغز میانی، پل و بصل النخاع)، در تنظیم فعالیت‌های بدن، نقش مهمی دارد.

۳- ریشه‌ی پشتی محتوی نورون‌های حسی است و برآمدگی موجود در مسیر آن مربوط به جسم سلولی نورون‌های حسی سازنده‌ی آن است. این ریشه، اطلاعات را از گیرنده‌های حسی به دستگاه عصبی مرکزی وارد می‌کند. ریشه‌ی شکمی محتوی نورون‌های حرکتی است که پاسخ حرکتی را از دستگاه عصبی مرکزی به ماهیچه‌ها و غده‌ها منتقل می‌کند.



### خودآزمایی ۲-۳، صفحه‌ی ۵۴

- ۱- پایانه‌ی اکسون - انتقال پیام عصبی در محل سیناپس
- ۲- غلاف میلین - افزایش سرعت هدایت پیام عصبی
- ۳- گره رانویه - نقاط فاقد پوشش که محل جهش پیام عصبی است.
- ۴- اکسون - انتقال پیام عصبی از جسم سلولی

### پاسخ فعالیت‌های فصل دوم

#### فعالیت ۱-۲، صفحه‌ی ۲۹

در مورد چگونگی انجام این فعالیت، دانش‌آموزان را راهنمایی کنید.

### فعالیت ۲-۲، صفحه‌ی ۳۰

نورون‌های حسی دندریت بلند دارند و معمولاً یک قطبی هستند (خروج اکسون و دندریت از یک نقطه‌ی جسم سلولی).

نورون‌های حرکتی، اکسون دراز دارند و معمولاً چندقطبی هستند (خروج دندریت‌ها و اکسون از چند نقطه‌ی جسم سلولی). براساس شکل ۲-۲ معمولاً نورون‌های رابط کوتاه‌تر، اما پرانشعاب‌تر هستند. ساختار نورون‌ها با کاری که انجام می‌دهند، متناسب است.

### فعالیت ۲-۳، صفحه‌ی ۴۶

دانش‌آموزان باید بتوانند با استفاده از مطالبی که از متن درس فراگرفته‌اند، این فعالیت را انجام دهند. ممکن است، در دفعات نخست، در پیدا کردن محل ضربه، مشکل داشته باشند یا به آزاد بودن پا هنگام انجام این آزمون دقت کافی نداشته باشند؛ ولی با تمرین و راهنمایی‌های معلم به تدریج، از عهده‌ی انجام این فعالیت برخوردار خواهند آمد.

### فعالیت ۲-۴، صفحه‌ی ۴۸

۱- مرکز انعکاس نخاعی، نخاع است، درحالی که مرکز حرکات ارادی، مغز است؛ بنابراین پیام‌های عصبی در انعکاس نخاعی، مسیر کوتاه‌تری را طی می‌کنند. از سوی دیگر تعداد نورون‌های دخیل در انعکاس نخاعی از حرکات ارادی کم‌تر است.

۲- انعکاس‌ها معمولاً پیش از آن که مغز از خطر آگاه شود رخ می‌دهند، بنابراین با پاسخ بسیار سریع به محرک‌هایی که می‌توانند بالقوه آسیب‌رسان باشند، موجب حفظ بقای موجود زنده و جلوگیری از رسیدن آسیب به او می‌شوند.

۳- نیمکره‌های مخ ماهی نسبت به سایر بخش‌های مغز کوچک بوده و فاقد چین‌خوردگی هستند؛ در حالی که در انسان نیمکره‌های مخ بیش‌ترین بخش مغز را تشکیل داده و واجد چین‌خوردگی‌های فراوان هستند.

بزرگ‌تر بودن لوب‌های بویایی ماهی در مقایسه با انسان، اهمیت زیاد حس بویایی را در ماهی نشان می‌دهد. ماهی‌ها برای یافتن غذا، جفت و حتی فرار از دشمنان از حس بویایی خود استفاده می‌کنند.

### فعالیت ۲-۵، صفحات ۵۰ و ۵۱

برای تشریح مغز، لازم است حداقل ۲۴ ساعت قبل از شروع کار، آن را در محلول ۲-۵ درصد فرم آلدئید قرار دهید (فرم آلدئید تجارتمی معمولاً ۴۰ درصد است و باید ۵ قسمت آن را با ۳۵ قسمت آب مقطر مخلوط کنید تا محلول ۵ درصد حاصل شود). سپس مغز را با آب معمولی شست‌و‌شو داده و کار تشریح را آغاز کنید.

## مراحل تشریح

- ۱- مشاهده‌ی سطح پشتی مغز - در این سطح بخش‌های مشخص شده در شکل الف، دیده می‌شوند.
- ۲- مشاهده‌ی سطح شکمی مغز - در این سطح بخش‌های مشخص شده در شکل ب، دیده می‌شوند.
- ۳- با بازکردن شیار بین دونیمکره، ابتدا جسم پینه‌ای (شکل ج) و با بریدن آن، مثلث مغزی مشاهده می‌شود که رابط دوّم نیمکره‌های مغز است (شکل د). در این حالت، بطن‌های ۱ و ۲ مغز، اجسام مخطّط (عقدده‌های قاعده‌ای مغز که در کنترل اعمال حرکتی نقش دارند) در درون بطن‌ها و برجستگی‌های چهارگانه مشاهده می‌شوند.
- ۴- با شکاف طولی مثلث مغزی، تالاموس‌ها و اپی‌فیز ظاهر می‌شوند. با برش طولی کر مینه‌ی مخچه، دونیمکره‌ی آن از هم جدا شده و به این ترتیب در زیر مخچه، بطن چهارم مشخص می‌شود. اگر سوند باریکی را از این قسمت به مجرای سیلویوس در زیر برجستگی‌های چهارگانه وارد کنیم، نوک آن از بطن سوّم خارج می‌شود که تالاموس‌ها در دوطرف آن قرار دارند. اگر سوند را به سمت نخاع برانید، جایی که نوک آن ظاهر می‌شود مجرای وسط نخاع است.
- ۵- حال مغز را در تشتک تشریح قرار داده و با چاقوی تشریح، آن را از طول برش دهید به نحوی که تمام بخش‌های قرینه در هر دو قسمت حاصل از برش واقع شوند (جز اپی‌فیز که فقط در یک بخش باقی می‌ماند). در این حالت، دوباره بخش‌های مختلف مغز را بررسی کنید.
- ۶- تهیه‌ی مقطع از بخش‌های مختلف مغز و نخاع؛ بخش‌های سفید و خاکستری آن‌ها را مشخص می‌کند. در نخاع، بخش خاکستری در وسط بخش سفید قرار دارد. در بصل‌النخاع، چند هسته‌ی خاکستری پراکنده در بخش سفید دیده می‌شود. در مخچه بخش سفید (درخت زندگی) در میان بخش خاکستری قرار دارد و در نیمکره‌های مخ همانند مخچه، بخش خاکستری، بخش سفید را دربرگرفته است.