

## :: به نام بی نام او ::

### مقدمه

درس روان‌شناسی فیزیولوژیک و انگیزش و هیجان، در آزمون سراسری کارشناسی ارشد روان‌شناسی ضریب ۱ دارد اما همواره در تعیین نتیجه نهایی داوطلبان از دروس تأثیرگذار بوده است. این درس از دو بخش روان‌شناسی فیزیولوژیک و همچنین روان‌شناسی انگیزش و هیجان تشکیل شده است که در سال‌های اخیر سوالات تقریباً به طور نصف - نصف از این دو بخش مطرح می‌شود. رسیدن به درصد رضایت بخش (بالای ۶۵) در این درس نیازمند مطالعه منابع متعددی است که برخی از آنها هم با نثری روان و قابل فهم نوشته نشده‌اند. جزوه روان‌شناسی فیزیولوژیک و انگیزش و هیجان که در سال‌های اخیر با حجمی بسیار کم به تعداد قابل توجهی از سوالات کنکور پاسخ داده و در آن تلاش شده تا مطالب به خوبی و به شکلی قابل فهم ارائه شود. این مجموعه امسال با آخرین به‌روزرسانی‌های ویرایش جدید، در اختیار داوطلبان گرامی کنکور ارشد قرار دارد.

### تغییرات آخرین ویرایش

در ویرایش آخر، برخی اصلاحات جزئی نیز مطابق با کنکور اخیر در متن صورت گرفته است. همچنین برای جلوگیری از افزایش قیمت جزوات، سعی کردیم بدون کاهش کیفیت جزوات، متون را کم‌حجم کنیم و از تعداد صفحات خالی جزوه بکاهیم.

### با اطمینان مطالعه کنید

برای آنکه این مجموعه را با اطمینان مطالعه کنید، به موارد زیر توجه نمایید:

۱. گزارشی که بلافاصله پس از کنکور تهیه شد، نشان داد که این مجموعه به تنهایی به ۸۰ درصد از سوالات آخرین کنکور ارشد روان‌شناسی پاسخ داده است در حالی که درصد رتبه‌های تک رقی در این درس به طور میانگین چیزی حدود ۶۵ درصد است. گزارش عینی و شفاف آن را در **وبسایت کهان** مطالعه نمایید.
۱. این مجموعه را رتبه‌های برتر روانشناسی دانشگاه‌های تهران، شهیدبهشتی و علامه طباطبایی تهیه و ویرایش کرده‌اند، از جمله خانم زینب نکومنتشی نژاد رتبه ۱۵ کنکور.
۲. این مجموعه، در سال‌های گذشته منبع اصلی مطالعاتی رتبه‌های برتر کنکور کارشناسی ارشد روانشناسی بوده است. از جمله خانم سمانه ابراهیم نژاد رتبه ۷، آقای امیر همایون حلاجیان رتبه ۲، خانم زهرا دایی رتبه ۶، خانم زینب نکومنتشی نژاد رتبه ۱۵ و خانم نرگس السادات سلیمی رتبه ۱۶ کنکورهای ارشد ۹۳ تا ۱۴۰۰. می‌توانید **مصاحبه** این دوستان را در **وبسایت کهان** بخوانید.
۳. این مجموعه در کنار دیگر مجموعه‌های کهان، با دقت بسیار زیادی تهیه شده و متناسب با سوالات کنکور اخیر مورد بازبینی قرار گرفته است و برای کنکور اخیر کاملاً به‌روزرسانی شده است.

در پایان ضمن دعوت از همه شما دوستان به استفاده از روش مطالعه علمی و دقیق و همچنین به کارگیری یک برنامه‌ریزی صحیح و قابل اطمینان برای رسیدن به هدف شایسته، آمادگی خود را برای شنیدن نظرات و پیشنهادات ارزشمند شما عزیزان برای هرچه بهتر کردن مجموعه‌هایی که متعلق به همه شماست، اعلام می‌کنیم.

" با آرزوی توفیق برای همه شما عزیزان "

گروه مشاوران کهان

مرکز خدمات روانشناسی و مشاوره کهان

به ما عطا کن

توانی؛

برای تغییر دادن آنچه که می‌توانیم تغییر دهیم

ظرفیتی؛

برای پذیرفتن آنچه که از کنترل ما خارج است

و

بینشی؛

برای درک تمایز میان این دو

## :. آشنایی با مجموعه کیهان .:

### درباره کیهان

- گروه آموزشی کیهان متشکل از تعدادی از رتبه‌های برتر روان‌شناسی و مشاوره ارشد و دکتری دانشگاه‌های تهران، شهیدبهبشتی، علامه و ... است که صرفاً در زمینه کنکور ارشد و دکتری مجموعه روانشناسی و مشاوره فعالیت دارد.
- فعالیت‌های کیهان شامل ارائه خدمات مشاوره و برنامه‌ریزی، مجموعه جزوات قابل اطمینان، فیلم‌های آموزشی با اساتید برتر روان‌شناسی، ارائه خدمات روانشناختی به دانشجویان و برگزاری کلاس‌های آموزشی با کیفیت است.
- گروه آموزشی کیهان تحت نظارت مستقیم مرکز خدمات روان‌شناسی و مشاوره کیهان فعالیت می‌کند.
- کیهان در هیچ کجای کشور شعبه‌ای ندارد و تمام خدمات و محصولات آن فقط از خود مرکز کیهان به شیوه اینترنتی، تلفنی و حضوری قابل دریافت است.
- به لطف به کارگیری از روش‌های علمی مشاوره و برنامه‌ریزی و همچنین جزوات قابل اطمینان، هر ساله تعداد قابل توجهی از رتبه‌های زیر ۱۰۰ کنکور ارشد روان‌شناسی از میان کیهانی‌ها بوده‌اند. به طور مثال در سال ۹۷ خانم سمانه ابراهیم نژاد رتبه ۷، آقای امیر همایون حلاجیان رتبه ۲، در سال ۹۸ خانم فائزه قدمی رتبه ۱ و خانم الهه مولایی رتبه ۶، در سال ۹۹ خانم زهرا دایی رتبه ۶ و در سال ۱۴۰۰ خانم شقایق حاذق رتبه ۳، خانم زینب نکومنشی نژاد رتبه ۱۵ و خانم نرگس السادات سلیلی رتبه ۱۶ به طور کامل کیهانی بوده‌اند.

### درباره جلسات مشاوره کیهان

- جلسات به دو شکل رایگان (فقط یک بار در سال) و تخصصی (با یک مشاور به انتخاب فرد) برگزار می‌شود.
- جلسات به دو شکل تلفنی و حضوری و صرفاً اختصاصی (یک مشاور و یک دانشجو در هر جلسه) برگزار می‌شود.
- هر دانشجوی کیهانی یک پرونده مربوط به اطلاعات خود نزد مشاور اختصاصی اش دارد.
- از سال ۹۲ تا کنون حدود ۲۰۰۰۰ جلسه مشاوره تخصصی در گروه آموزشی کیهان برگزار شده است.
- در کیهان، مشاور هر رشته (روانشناسی-مشاوره)، الزاماً رتبه برتر همان رشته است و بر آن آزمون کاملاً مسلط است.
- روش‌های برنامه‌ریزی و مشاوره کیهان، از یافته‌های علمی و تجربی استخراج می‌شود و سپس در دپارتمان مشاوران تصویب می‌شود. اینجا از آزمون و خطا خبری نیست.
- کیهان از حضور چندین مشاور تخصصی (رتبه‌های برتر) بهره می‌برد که این قدرت انتخاب دانشجو را بالا می‌برد.
- کیهان برای داوطلبان کنکور اخیر، دو طرح ویژه متفاوت با شرایط متفاوت ارائه کرده است.
- تمام جلسات مشاوره کیهان تحت نظارت سوپروایزرهای (آقایان دکتر فلاح و نیک منش) کیهان برگزار می‌شود.
- هزینه جلسات مشاوره در کیهان مطابق نرخ مصوب عمومی است.

:. کیهان متعلق به شماست، پس برای ارتقاء روزبه روز خدمات آن به ما بازخورد دهید .:

## مروری کلی بر عوامل موفقیت در کنکور ارشد و دکتری روان‌شناسی از نگاه رتبه‌های برتر کنکور، مشاوران کیهان

- هدف: تجربه ما نشان داده داوطلبانی که هدف مشخص و محکمی ندارند، معمولاً در دنبال کردن اهداف خود دچار مشکل شده و گاهی حتی به خط پایان نیز نمی‌رسند. پس پیشنهاد می‌کنیم اول از همه هدف‌تان را روشن کنید. چرا می‌خواهید ارشد روان‌شناسی شرکت کنید؟ چه رتبه‌ای را در این کنکور دنبال می‌کنید و چرا؟ حتماً می‌دانید که هدف باید SMART باشد. پس برای ۵ سال و یک سال آینده‌تان هدف‌گذاری SMART کنید. هدف‌گذاری SMART یعنی هدف‌گذاری‌ای که مشخص (Specific)، قابل اندازه‌گیری (Measurable)، قابل دستیابی (Attainable)، واقع بینانه (Realistic) و دارای محدوده زمانی مشخص (Time-bounded) باشد. در این راه یک دفتر برنامه‌ریزی + یک مشاور آگاه و متخصص می‌توانند به شما کمک زیادی در هدف‌گذاری صحیح ارائه دهند.
- برنامه‌ریزی: برای رسیدن به هدف‌تان برنامه ریزی کنید. یک برنامه ریزی صحیح نه خیلی سنگین است که زود خسته‌تان کند، نه خیلی سبک که شما را به هدف‌تان نرساند. بدانید از کجا باید شروع کنید. با کدام کتاب‌ها. کلاً چه منابعی را می‌خواهید مطالعه کنید. آماده خلاصه برداری هستید؟ یا می‌خواهید از خلاصه دیگران استفاده کنید؟ کدام خلاصه بیشتر جواب داده و به نسبت هزینه‌ای که می‌کنید، منفعت بیشتری را برای شما می‌آورد؟ اینجا از یک کاربلد، کسی که تازه در کنکور رشته شما شرکت کرده (کنکور سراسری ارشد روان‌شناسی بالینی یا عمومی) و رتبه عالی هم کسب کرده (زیر ۵۰)، اطلاعات لازم را بگیرید. ببینید می‌خواهید اول کدام درس‌ها را در چه بازه زمانی جمع کنید و بعد کدام درس‌ها را. کی می‌خواهید تست بزنید. از چه ابزارهای دیگری می‌خواهید استفاده کنید و ... ابتدا مسیر رسیدن به هدف را به اندازه کافی برای خود روشن کنید. طرح‌های مشاوره مختلف کیهان را نیز مدنظرتان داشته باشید.
- آمادگی ذهنی: حالا که وقت عمل کردن فرا رسیده، ذهنتان را از همه شکست‌ها و تلخی‌های گذشته رها کنید. نگرانی‌ها را دور بریزید و فقط به هدف‌تان و میزان تلاشی که برای عملی کردن برنامه‌تان به نحو احسن، لازم دارید فکر کنید. به این‌که موفقیت در این پروژه (کنکور کارشناسی ارشد یا دکتری) چه تأثیرات مثبتی در زندگی‌تان دارد و سایر نکات مثبت فکر کنید.
- ابزارهای کلرآمد: منظور، داشتن یک سری ابزار برای مقابله با خستگی، ناامیدی، و سایر موانع بیرونی و درونی برای رسیدن به هدف‌تان است. روش مطالعه صحیح را بدانید (در انتهای جزوات هست و در صورت نیاز مشاوران نیز به شما آموزش می‌دهند). با روش‌های مدیریت استرس و تمرکز آشنا باشید. بدانید کی باید مرور کنید تا مطالب از ذهنتان نرود.
- مطالعات منسجم: رشته ما منابع زیادی دارد. در صورتی که از همین مجموعه جزوات کیهان استفاده می‌کنید، هیچ جای نگرانی نیست. اما باز جهت تاکید عرض می‌کنیم که از مطالعه منابع پراکنده پرهیز کنید. مطالعه منسجم یکی دو منبع خیلی بهتر از مطالعه پراکنده ۶-۷ منبع است. به مسیرتان اعتماد کنید.
- نظرات و ارزیابی: مدام خودتان، منابعتان و دانشی را که اندوخته‌اید، بررسی و ارزیابی کنید. ببینید در جهت درستی حرکت می‌کنید؟ یا نیاز به تغییر روش کار در برخی موارد دارید؟ در صورت نیاز، برای این کار از یک راه‌بلد کمک بگیرید.

## فهرست

### صفحه

### عنوان

۳	بخش اول:
۴	فصل اول: کلیات روان‌شناسی فیزیولوژیک
۹	فصل دوم: ساختار و کنش سلول‌های دستگاه عصبی
۱۷	فصل سوم: سیناپس‌های تحریکی و بازداری
۲۴	فصل چهارم: ساخت دستگاه عصبی
۳۰	فصل پنجم: دستگاه دیداری
۳۷	فصل ششم: دستگاه شنیداری، تعادل و حساسیت تنی - احشایی
۴۶	فصل هفتم: دستگاه چشایی و بویایی
۴۹	فصل هشتم: دستگاه حرکتی
۵۴	فصل نهم: مکانیزم بیداری و هشیاری
۵۷	فصل دهم: چرخه‌های زیستی و مکانیزم خواب
۶۵	فصل یازدهم: انگیزش
۶۸	فصل دوازدهم: هیجان
۷۵	فصل سیزدهم: یادگیری و حافظه
۸۰	فصل چهاردهم: گفتار و فرایند شناختی تفکر
۸۸	فصل پانزدهم: غدد درون‌ریز و هورمون‌ها
۹۴	بخش دوم:
۹۵	فصل شانزدهم: کلیات روان‌شناسی انگیزش و هیجان
۱۰۱	فصل هفدهم: اساس فیزیولوژیکی انگیزش
۱۰۴	فصل هجدهم: نظریه روان تحلیلگری
۱۱۵	فصل نوزدهم: نظریه کشاننده‌ای هال
۱۲۱	فصل بیستم: نظریه‌های انتظار - ارزش
۱۳۲	فصل بیست و یکم: نظریه‌های شناختی (نظریه اسنادی و نظریه انسان‌نگری)
۱۳۹	فصل بیست و دوم: انگیزش رشد و روان‌شناسی مثبت نگر
۱۴۳	بخش دوم:
۱۴۴	فصل بیست و سوم: ماهیت هیجان
۱۴۸	فصل بیست و چهارم: ابعاد هیجان
۱۵۲	فصل بیست و پنجم: مبانی فیزیولوژیکی هیجان

۱۵۷.....	فصل بیست و ششم: نظریه‌های شناختی هیجان .....
۱۶۴.....	فصل بیست و هفتم: نظریه‌های اختصاصی هیجان .....
۱۶۹.....	فصل بیست و هشتم: نظریه تحولی هیجان .....
۱۷۳.....	فصل بیست و نهم: نظریه‌های اجتماعی و نقش فرهنگ در هیجان .....
۱۷۵.....	فصل سی‌ام: نظریه‌های بالینی هیجان .....
۱۸۳.....	فصل سی و یکم: مغز با انگیزه و هیجانی .....
۱۸۵.....	فصل سی و دوم: نیازها .....
۱۹۷.....	فصل سی و سوم: هدفها .....
۲۰۱.....	فصل سی و چهارم: عقاید کنترل شخصی .....
۲۰۶.....	فصل سی و پنجم: خود و تلاش‌های آن .....
۲۱۰.....	فصل سی و ششم: ویژگی‌های شخصیت .....
۲۱۵.....	سوالات کنکور سراسری کارشناسی ارشد ۱۴۰۱.....
۲۱۷.....	پاسخ تشریحی سوالات کنکور سراسری کارشناسی ارشد ۱۴۰۱.....
۲۱۹.....	منابع .....
۲۲۰.....	منابع بیشتر برای رسیدن به حداکثر تسلط ممکن .....

# بخش اول:

## روان‌شناسی فیزیولوژیک

## فصل اول: کلیات روان‌شناسی فیزیولوژیک



### تعریف روان‌شناسی فیزیولوژیک

هدف دانش فیزیولوژی عبارت است از توصیف عوامل فیزیکی و شیمیایی که مسئول منشأ، تکامل و ادامه حیات هستند. هر نوع از حیات، از ویروس ساده تا بزرگترین درخت یا انسان پیچیده، مشخصات عملکردی خاص خود را دارند. بنابراین قلمرو گسترده فیزیولوژی را می‌توان به فیزیولوژی ویروسی، فیزیولوژی سلولی، فیزیولوژی گیاهی، فیزیولوژی انسانی و بسیاری شاخه‌های دیگر تقسیم کرد. در فیزیولوژی انسانی، ما درگیر توصیف ویژگی‌ها و مکانیسم‌های خاص بدن انسان هستیم که آن را یک موجود زنده ساخته است.

روان‌شناسی فیزیولوژیک به عنوان علم میان‌رشته‌ای، به بررسی رابطه بین مغز و رفتار می‌پردازد؛ آن را همچنین می‌توان از زاویه ای دیگر، به عنوان روان‌شناسی زیست‌شناختی<sup>۱</sup> و علوم اعصاب رفتاری<sup>۲</sup> توصیف کرد. در این تعریف، واژه‌های "میان‌رشته‌ای"، "مغز" و "رفتار" واژه‌های کلیدی به شمار می‌آیند و کاربرد واژه میان‌رشته‌ای نیز به دلیل بررسی فرایندهای الکتریکی، مغناطیسی، شیمیایی و مولکولی در مغز است که به تنهایی با یکی از شاخه‌های علوم امکان‌پذیر نیست. برای توصیف چگونگی فعالیت سلول‌های عصبی نیاز به اطلاعاتی در کالبدشناسی، بافت‌شناسی، شیمی اعصاب و الکتروفیزیکی است. بدین ترتیب استفاده از روش‌های مختلف علوم برای توصیف روان‌شناسی فیزیولوژیک ضرورت دارد. اطلاعات فیزیکی-زیستی تشکیلات و ساخت مغز و ارتباط متقابل آنها، با علوم رفتاری تبیین می‌شوند.

روان‌شناسی فیزیولوژیک با تحریک مستقیم، ثبت یا تخریب فعالیت‌های مغز، فرایندهای زیستی و ساخت‌های عصبی را بررسی می‌کند. در این چارچوب، رفتار به عنوان متغیر مستقل و وابسته اندازه‌گیری می‌شود. روان‌شناسی زیست‌شناختی و فیزیولوژیکی به پژوهش‌های حیوانی روی می‌آورند، زیرا فهم رفتار انسان و جلوگیری یا درمان اختلال‌ها و بیماری‌ها بدون این آزمایش‌های حیوانی امکان‌پذیر نیست.

روان‌شناسی عصب‌شناختی از روش‌های مشابهی (تخریب و تحریک) استفاده می‌کند ولی بیشتر درباره انسان به تحقیق می‌پردازد. از آنجا که آزمایش بر روی مغز انسان جایز نیست، لذا روان‌شناسی عصب‌شناختی مطالعات خود را بر روی بیماران مبتلا به اختلال‌های مغزی متمرکز می‌کند. از تغییر رفتار چنین بیمارانی می‌توان به اهمیت ساخت‌ها و روابط آنها برای رفتار معین پی‌برد. در چارچوب این بررسی‌ها، تکامل آزمون‌های روان‌شناختی نیز از اهمیت خاصی برخوردار است. چرا که با این قبیل آزمون‌ها می‌توان به طور غیرمستقیم قابلیت کنش فرایند معینی را در مغز افراد بیمار و سالم بررسی کرد. روش تشخیص روان‌شناسی عصب‌شناختی<sup>۳</sup>، اساس طرح توان‌بخشی<sup>۴</sup> روان‌شناختی را برای بیماران مغزی مختلف فراهم می‌کند. تعمیم نتایج پژوهش‌های روان‌شناسی فیزیولوژیک بر روی انسان به وسیله روان‌شناسی عصب‌شناختی واری می‌شود.

فیزیولوژی روانی<sup>۵</sup> بیشتر ارتباط بین فرایندهای زیستی در ارگانیزم انسان را با ثبت فعالیت مغز بررسی می‌کند. اگرچه روان‌شناسی فیزیولوژیک، روان‌شناسی عصب‌شناختی و فیزیولوژی روانی مکمل یکدیگر هستند، هر سه آنها بخشی از روان‌شناسی زیست‌شناختی به شمار می‌آیند.

### تاریخچه روان‌شناسی فیزیولوژیک

از آغاز پدیدآیی رشته روان‌شناسی، روان‌شناسی فیزیولوژیک نقش مهمی داشته است. روان‌شناسی علمی فعالیت خود را با طرح "اصول روان‌شناسی فیزیولوژیک" توسط وونت (Wundt) در سال ۱۸۷۴ آغاز کرد. یافته‌های مگون (Magoun) و موروزی (Moruzzi) در سال ۱۹۴۹ نشان داد که

<sup>۱</sup>-psychobiology

<sup>۲</sup>- behavioral neuroscience

<sup>۳</sup>-neuropsychological diagnosis

<sup>۴</sup>-rehabilitation

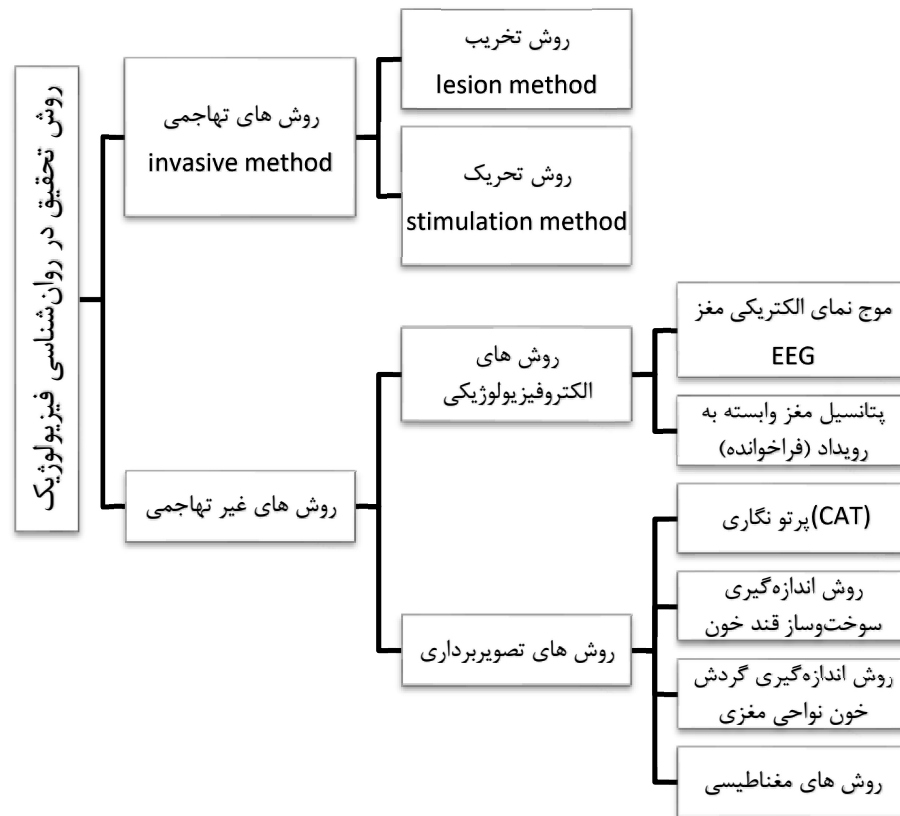
<sup>۵</sup>-psychophysiology



دستگاه شبکه‌ای موجود در ساقه مغز، نظام انرژی‌دهنده و هشجاری است. افزون بر ارتباطات حسی- حرکتی، انرژی روانی و دقت و توجه کشف شد که پیش از آن در روان‌شناسی آن را فعالیت و هیجان می‌نامیدند. ال‌دز (Olds) و میلنر (Milner) نیز به وجود ساخت‌هایی در مغز پی بردند که جهت رفتار را مشخص می‌کردند؛ آنها این ساخت‌ها را "مراکز لذت" نامیدند. مبانی تشریحی فیزیولوژی که اهمیت بسیاری در نتایج رفتار مثبت و منفی دارند، توسط روان‌شناسان یادگیری، مانند اسکینر (Skinner) تبیین شد.

بخش پایانی این گستره، شیمی اعصاب<sup>۶</sup> است که از سال ۱۹۲۱ با انتقال سیناپس شیمیایی مطرح شد؛ این بخش پس از جنگ جهانی دوم، به ویژه در اثر پژوهش‌های اکلز (Eccles) و همکاران، توانست چگونگی سیناپس شیمیایی و اثر ناقل‌ها را تشریح کند. در سال‌های اخیر، با توسعه روش‌های تجزیه، پژوهش‌های زیادی در این زمینه انجام شد و نتایج مفیدی به دست آمد. داروشناسی روانی<sup>۷</sup> نیز امکانات جدیدی را فراهم کرده است. بدین ترتیب نظام‌های انتقال‌دهنده و تعدیل‌کننده عصبی با توصیف مشروح، چگونگی اثر شیمیایی مغز را در شیوه‌های رفتار تعیین می‌کنند و بالاخره اندازه‌گیری‌های غیرتهاجمی فعالیت‌های مغز با روش تصویربرداری، امکان مشاهده کارکرد مغز فرد زنده را به هنگام تفکر، احساس و ادراک بدون عمل جراحی و بر روی کامپیوتر فراهم کرد؛ این روش در دهه‌های اخیر پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای داشته است.

### روش‌های تحقیق در روان‌شناسی فیزیولوژیک



- ۱- در یک روش مواد مؤثر در فیزیولوژی را به عنوان متغیر مستقل دستکاری می‌کنند و به اندازه‌گیری متغیر وابسته (رفتار) می‌پردازند.
  - ۲- در روش دیگر، رفتار به عنوان متغیر مستقل دستکاری می‌شود و تغییرات فیزیولوژی را به عنوان متغیر وابسته اندازه می‌گیرند.
- در روان‌شناسی زیست‌شناختی و روان‌شناسی عصب‌شناختی روش اول و در روان‌شناسی فیزیولوژیک روش دوم به کار می‌رود.

<sup>۶</sup> -neurochemistry

<sup>۷</sup> -psychopharmacology

## روش‌های تهاجمی

روان‌شناسی زیست‌شناختی توانسته است با روش تحریک الکتریکی مغز به یکی از یافته‌های مهم یعنی خودتحریک‌شدگی درون‌مجمه‌ای در فرایند تقویت دست یابد. وقتی یک جریان مستقیم الکتریکی (۰/۲ میلی آمپر) بین دو الکترود بر مناطق مذکور در زمان محدودی (۶ ثانیه) برقرار می‌شود، می‌توان انتظار داشت که در قطب مثبت بافت عصبی دپلاریزه شده و نیروی الکتریکی در منطقه مغزی نزدیک به الکترود، رفتار را تحت تأثیر قرار دهد. در این روش می‌توان به جای تحریک الکتریکی از تحریک شیمیایی استفاده کرد. از لحاظ روش‌شناختی، روان‌شناسی عصب‌شناختی (نوروسیکولوژی)- که بین روان‌شناسی زیست‌شناختی و روان‌شناسی فیزیولوژیک قرار دارد - اختلال رفتار و تفکر را پس از آسیب یا تحریک مغز انسان بررسی می‌کند.

## روش‌های غیر تهاجمی

**موج نمای الکتریکی مغز (الکتروانسفالوگرافی، EEG):** ثبت فعالیت الکتریکی مغز انسان یکی از روش‌های مهم تحقیق ارتباط بین مغز و رفتار به حساب می‌آید. ضعف این روش در تعیین گستره‌ی تشریحی و منشأ دقیق تغییر پتانسیل است. اگرچه موج نمای الکتریکی مغز، امواج پتانسیل کرتکس مغز را نشان می‌دهد، اما فرستادن پتانسیل الکتریکی مناطق زیرقشری به کرتکس، در پدیداری آن مؤثر است و به هر حال EEG اطلاعات زیرقشری را به وضوح نشان نمی‌دهد و صرفاً امواج سطح قشر مغز که بین دندریتها و اجسام سلولی ایجاد می‌شوند را نشان می‌دهد. برای تفسیر اهمیت فیزیولوژیک موج‌نمای الکتریکی، باید به ساخت‌های زیرقشری، به ویژه **تالاموس**، به عنوان **راه‌انداز قشر تازه مخ** توجه کرد. دندریتها امروزه عامل اصلی تشکیل امواج مغزی شناخته می‌شوند، به عبارت دیگر تغییرات پتانسیل کرتکس مغز به دلیل جریان الکتریکی بین دندریت و جسم سلولی یاخته‌های عصبی بوجود می‌آیند. پتانسیل سلول‌های عصبی بسیار پایین است، بنابراین باید چند بخش (هر بخش، تقریباً از ده هزار سلول عصبی هر می شکل تشکیل شده است) همزمان فعال شوند تا بتوان امواج الکتریکی مغز را ثبت کرد. بنابراین امواج ثبت شده به صورت کلی هستند و جزئیات مناطق مختلف قشری را نشان نمی‌دهند. هرچند در عصب‌شناسی، پس از کشف روش تصویربرداری از اهمیت موج‌نمای الکتریکی مغز (EEG) به عنوان ابزار تشخیص گستره آسیب‌ها و غده‌های مغزی کاسته شده است، ولی موج‌نمای الکتریکی مغز (EEG) همچنان به عنوان یک روش تشخیص مطلوب برای طبقه‌بندی انواع صرع‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در موارد بالینی از موج‌نمای الکتریکی مغز (EEG) برای تشخیص و تعیین مراحل خواب، گستره ابتلای بیماری، تشخیص انواع صرع، تشخیص مرگ مغزی، ارزیابی مسمومیت مغزی، ارزیابی عمق بی‌حسی در بیهوشی، بررسی اثر داروها در دارودرمانی و ارزیابی آسیب‌های مغزی در عصب‌شناسی استفاده می‌کنند.

نکته: به هنگام تمرکز بینایی و دقت و توجه فوراً در امواج آلفا وقفه ایجاد می‌شود، در بیشتر افراد امواج بتا با فرکانس بالا قابل ثبت هستند. این پدیده را وقفه آلفا می‌نامند.

**پتانسیل مغز وابسته به رویداد یا پتانسیل فراخوانده (ERP):** پتانسیل الکتریکی مغز که در جریان یک رویداد حسی، حرکتی و روان‌شناختی و یا قبل و بعد از آن رویداد در موج‌نمای الکتریکی مغز قابل اندازه‌گیری است. امروزه پتانسیل وابسته به رویداد در تشخیص بیماری‌های چشم و بیماری‌های گوش و دیگر اختلال‌های مناطق مغزی و نخاعی استفاده می‌شود.

## ۲ نکته مهم:

۱- **مؤلفه‌های درون زاد و برون زاد:** اساساً بین مؤلفه‌های پتانسیل با تعداد سلول‌های عصبی مناطق مغزی زیر الکترود، همبستگی وجود دارد. به همین دلیل می‌توان از نقصان و کاهش دامنه معینی به چگونگی کنش بافت عصبی پی برد. این وضعیت بیشتر برای مؤلفه‌هایی مشهود است که تا ۱۰۰ میلی ثانیه پس از تحریک حسی ظاهر می‌شوند (مؤلفه‌های برون زاد)، تمام مؤلفه‌هایی که پس از ۱۰۰ میلی ثانیه ظاهر می‌شوند، تغییرات ناشی از تغییرات روانی را نشان می‌دهند که تنها به شرایط محرک-پاسخ بستگی ندارند. این مؤلفه‌ها را مؤلفه‌های درون زاد می‌نامند؛ زیرا پیش بینی می‌شود منشأ این تغییرات در درون ارگانیزم است.

۲- تأثیر شدت و کیفیت تحریک در ظهور پتانسیل وابسته به رویداد: فعالیت سلول‌های مغزی به شدت تحریک الگو بستگی دارد. پتانسیل وابسته به رویداد هنگامی قابل تشخیص است که شدت تحریک به اندازه شدت تحریک آستانه باشد. شدت تحریک فقط در میزان دامنه نوسان امواج با اهمیت است و در زمان نهان امواج هیچگونه تأثیری ندارد.

**اندازه گیری گردش خون نواحی مغزی:** برتری این روش [تزریق محلول رادیواکتیو مثل اگزونون ۱۳۳] این است که می‌توان بوسیله آن اطلاعاتی درباره فعالیت مغز و کنش نواحی آن در افراد سالم کسب کرد. اینگوار برای اندازه‌گیری گردش خون نواحی مغزی روشی را ارائه می‌دهد که در آن مقدار کمی محلول رادیواکتیو، مانند اگزونون تزریق می‌شود یا گاز آن استنشاق می‌شود. هر قدر خون در ناحیه معینی از مغز بیشتر جریان یابد، میزان غلظت ایزوتوپ (ناشی از اگزونون) در آن ناحیه بیشتر است و در نتیجه پرتوافشانی اشعه X آن ناحیه قوی‌تر می‌شود.

**اندازه‌گیری سوخت و ساز قند خون یا نشر پوزیترون:** می‌تواند نوع فعالیت سلول‌های عصبی مناطق معین مغز را در رابطه با سوخت و ساز گلوکز توصیف کند. در این روش به کمک دستگاه (PET) می‌توان به صورت کمی سوخت و ساز گلوکز ناحیه‌ای و تصاویر سه بعدی مغز را نشان داد. در این روش نیز مانند روش اندازه‌گیری گردش خون نواحی مغزی، ماده شبه‌قند آغشته به رادیواکتیو تزریق می‌شود و سپس غلظت ماده تزریقی سنجش می‌شود. اهمیت روش PET در این است که از طریق آن می‌توان به چگونگی کنش و آسیب سلول‌های عصبی پی برد. این روش غالباً برای توضیح موارد تشخیص غیرممکن بیماری بر اساس اطلاعات موجود از آسیب موضعی بیمار کاربرد پیدا می‌کند.

**روش مغناطیسی (MRI):** فعالیت الکتریکی سلول‌های مغز انسان میدان مغناطیسی ضعیفی ایجاد می‌کند که با کشف‌کننده‌های حساس قابل ثبت است. مزیت روش تصویرسازی توموگرافی مغناطیسی در این است که ارگانیزم در معرض پرتوافشانی اشعه رونتگن قرار نمی‌گیرد و به جای آن از امواج مغناطیسی و رادیویی استفاده می‌شود. تا کنون هیچ‌گونه شواهدی مبنی بر آثار سوء ناشی از کاربرد روش تصویرسازی توموگرافی مغناطیسی (MRI) وجود نداشته است.

**روش عملکردی رزونانس مغناطیسی (fMRI):** این روش که مشتق شده از MRI است، میزان اکسیژنی که توسط مولکول‌های هموگلوبین موجود در خون آزاد می‌شود را اندازه‌گیری می‌کند. هرچه ناحیه‌ای فعال‌تر باشد، برای تامین انرژی خود به اکسیژن بیشتری نیاز دارد و اکسیژن بیشتری از مولکول‌های هموگلوبین آزاد می‌شود. fMRI نواحی فعال و غیر فعال مغز را مشخص می‌کند. این روش، در مقایسه با روش‌های دیگر تصویربرداری بی‌خطر به شمار می‌آید.

نکته: در بررسی همزمان مناطق مختلف مغز از دستگاه چندنگار (همان دروغ سنج) یا Polygraph استفاده می‌شود. نکته: تعمیم نتایج پژوهش‌های روان‌شناسی فیزیولوژیک بر روی انسان، به وسیله روان‌شناسی عصب‌شناختی انجام می‌شود.

## سوالات طبقه بندی شده فصل اول:

- ۱- کدام از برآیند پتانسیل پس سیناپسی تحریکی و بازداری پدید می‌آید؟ (سراسری ۸۷)
- ۱) الکتروانسفالوگرام (۲) الکترومیوگرام (۳) الکترودرموگرام (۴) الکتروکاردیوگرام
- ۲- در کدام روش، فعالیت سوخت و ساز مغز ارزیابی می‌شود؟ (سراسری ۸۹)
- ۱) PET (۲) اشعه ایکس (۳) MRI (۴) سی تی اسکن
- ۳- برای ثبت کدام موج نمای الکتریکی فعالیت همزمان دهها هزار سلول عصبی هر می ضرورت دارد؟ (سراسری ۹۰)
- ۱) ماهیچه چشم EOG (۲) قلب EKG (۳) شبکه ERG (۴) مغز EEG
- ۴- دندریت کدام سلولها، در پدیدآیی امواج مغزی نقش اساسی دارد؟ (سراسری ۹۵)
- ۱) ستاره ای (۲) هر می (۳) دانه‌ای کوچک (۴) دانه ای بزرگ

## پاسخ سوالات طبقه بندی شده فصل اول:

۱. گزینه ۴ صحیح است. به برآیند فعالیت الکتریکی سلول‌های مغزی از سطح جمجمه الکتروانسفالوگرافی یا EEG گفته می‌شود. سلول‌های قشر مخ به ویژه سلول‌های هر می قشر مخ که در لایه سوم قرار دارند بیشترین تاثیر را روی EEG دارند. در واقع می‌توان گفت برآیند جریان الکتریکی بین دندریت و جسم سلولی هزاران سلول هر می باعث بروز EEG می‌شود.
۲. گزینه ۱ صحیح است. در الکتروانسفالوگرافی برآیند فعالیت الکتریکی سلول‌های مغز از سطح جمجمه ثبت می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان بیان داشت که ما در طی الکتروانسفالوگرافی برآیند پتانسیل‌های پس سیناپسی تحریکی و مهارتی سلول‌های مغزی را از سطح جمجمه ثبت می‌نماییم.
۳. گزینه ۱ صحیح است.
- PET می‌تواند نوع فعالیت سلول‌های عصبی مناطق معین مغز را در رابطه با سوخت و ساز گلوکز توصیف کند. در این روش به کمک دستگاه (PET) می‌توان به صورت کمی سوخت و ساز گلوکز ناحیه ای و تصاویر سه بعدی مغز را نشان داد. در این روش نیز مانند روش اندازه گیری گردش خون نواحی مغزی، ماده شبه قند آغشته به رادیواکتیو تزریق می‌شود و سپس غلظت ماده تزریقی سنجش می‌شود.
۴. گزینه ۲ صحیح است. دندریت سلول‌های هر می شکل در لایه‌های بالایی قشر مخ (لایه اول و دوم) و جسم سلولی آن‌ها در لایه‌های پایین تر (لایه سوم، چهارم و پنجم) هستند. صرف‌نظر از سلول‌های گلیال دیگر سلول‌ها (سلول‌های دانه ای و ستاره ای شکل) در ایجاد امواج پتانسیل از جمجمه نقش مهمی ندارند. بنابراین دندریت‌ها را امروزه عامل اصلی تشکیل امواج مغزی می‌دانند.
- برای ثبت پتانسیل الکتریکی مغز باید بیش از ۱۰ هزار سلول هر می همزمان فعال شود تا بتوان پتانسیل الکتریکی مغز را ثبت کرد.



## فصل دوم: ساختار و کنش سلول‌های دستگاه عصبی

### مبنای زیست-شیمی فیزیولوژی سلول

مشاهدات میکروسکوپی سلول نشان می‌دهند که هر سلول از غشاء، سیتوپلاسم و هسته تشکیل شده است. سیتوپلاسم و هسته‌ی سلول را محتوای سلول یا **پروتوپلاسم** می‌نامند. به تمامی موادی که درون غشاء پلاسم وجود دارند، **سیتوپلاسم** اطلاق

می‌شود. درون سیتوپلاسم، جسمک‌های سیتوپلاسمی وجود دارند، که سلول‌ها برای ادامه حیات و عملکرد خود به آنها نیاز دارند. این جسمک‌ها شامل میتوکندری، میکروتوبول‌ها، شبکه اندوپلاسمی، ریبوزوم‌ها و لیزوزوم هستند. میتوکندری‌ها از راه تبدیل قند و اکسیژن به مولکول‌های فراهم آورنده انرژی، انرژی مورد نیاز سلول برای انجام فعالیت‌هایش را فراهم می‌سازند. میکروتوبول‌ها «داربست‌های» بسیار ظریفی هستند که به نگه داشتن ساختار سلول کمک می‌کند. نقش اصلی ریبوزوم‌ها پروتئین سازی است. لیزوزوم نیز در گوارش درون سلولی نقش دارد.

### ترکیب شیمیایی سلول

**قندها** مهم‌ترین تولیدکننده انرژی سلول به شمار می‌آیند. ساده‌ترین قند، گلوکز (قند خون) است که در چند مرحله به کمک اکسیژن می‌سوزد و به انیدرید کربنیک و آب تبدیل می‌شود و بدین ترتیب انرژی لازم را برای تجزیه و ترکیب سلول (از جمله ساخت آدنوزین تری فسفات (ATP) فراهم می‌آورد. سلول نمی‌تواند بدون اکسیژن، ماده انرژی‌دهنده (آدنوزین تری فسفات) را تولید کند. **اسیدهای چرب** (لیپیدها) مهم‌ترین مؤلفه‌های غشای سلول به شمار می‌آیند. از ترکیب سه مولکول اسید چرب با گلیسرین، چربی بدن ساخته می‌شود که بعد از مواد قندی مهم‌ترین منبع انرژی سلول تلقی می‌شوند. در درون سلول غلظت یون‌های پتاسیم و در بیرون سلول غلظت یون‌های سدیم بیشتر است.

### مولکول‌های بزرگ و انتقال اطلاعات زیستی

مهم‌ترین مولکول‌های بزرگ سه‌گانه سلول عبارتند از: **پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئید**. این مولکول‌ها مبنای کنش زیستی را تشکیل می‌دهند و در ساخت اجزای سلول و فعالیت سلول، به‌ویژه فرآیند وراثت نقش مهمی دارند. مهم‌ترین پلی‌ساکارید حیوانی، گلیکوژن است که مشابه آن به صورت نشاسته در گیاهان وجود دارد. وظیفه اصلی نوکلئوتیدها انتقال اطلاعات زیستی و تأمین انرژی شیمیایی است زیرا فرآیندهایی از قبیل انتقال مواد به واسطه غشای سلول، تولید مواد سفیده‌ای و فعالیت‌های مکانیکی سلول، به مصرف انرژی وابسته است. نکته: مواد تشکیل دهنده **DNA** و **RNA** تقریباً مشابه هستند، به جز در یک مورد: تیمین در اسید دزاکسی ریبونوکلئیک (**DNA**) و اوراسیل در اسیدریبونوکلئیک (**RNA**) وجود دارد. اسیدریبونوکلئیک به صورت زنجیره منفرد است و پنج تا ده بار بیشتر از اسید دزاکسی ریبونوکلئیک است، که به صورت زنجیره مضاعف می‌باشد. در انسان و دیگر موجودات زنده اطلاعات ژنتیکی در مولکول اسید دزاکسی ریبونوکلئیک رمز گردانی می‌شود.

### انواع یاخته‌های عصبی

دستگاه عصبی دو نوع یاخته دارد: سلول عصبی یا نورون و گلیا.

**ساختمان نورون:** سلول عصبی یا نورون واحد ساختمانی و عملی دستگاه عصبی است که تکانه‌ها را انتقال می‌دهد. سلول‌های عصبی از نظر اندازه و شکل با یکدیگر متفاوت هستند ولی همه آنها از سه قسمت جسم سلولی، یک آکسون و چند دندریت ساخته شده‌اند. جسم سلولی یا سوما: اصلی‌ترین بخش سلول است. حاوی هسته سلول عصبی بوده و همچنین تولیدکننده ماده ناقل عصبی در بیشتر نورون‌ها می‌باشد.

دندریت: در یک سلول عصبی دندریت بیشتر نقش گیرنده (دریافت اطلاعات) را دارد ولی گاهی در بعضی سلول‌های عصبی، جسم سلولی وظیفه گیرنده را ایفا می‌کند.

آکسون: نقش انتقال دهنده تحریک عصبی را بر عهده دارد. آکسون لوله بلند و باریکی است که اطلاعات را از تنه سلول به طرف تکمه‌های پایانی هدایت می‌کند. انتشار اطلاعات دریافتی بوسیله آکسون و انتقال اطلاعات بین نورون‌ها بوسیله ارتباط سیناپسی انجام می‌شود. تکمه‌های پایانی: در انتهای شاخه‌های متعدد آکسون، برآمدگی‌های کوچکی به نام تکمه‌های پایانی یافت می‌شود. هنگامی که پیام از آکسون عبور کرده و به تکمه‌های پایانی می‌رسد، در آنجا نوروترانسمیتر ترشح شده و در سیناپس بر سلول گیرنده تأثیر گذاشته و موجب فعالسازی و یا بازداری سلول گیرنده می‌شود.

سیناپس: بین دو نورون شکاف فرضی ظریفی وجود دارد که به آن سیناپس می‌گویند. بیشتر سیناپس‌ها از نوع شیمیایی هستند و ناقل شیمیایی که توسط نورون پیش سیناپسی ترشح شده، بر نورون پس سیناپسی اثر می‌گذارد. سیناپس‌های الکتریکی هم وجود دارند که تعدادشان از سیناپس‌های شیمیایی خیلی کمتر است. در سیناپس‌های الکتریکی نوروترانسمیتر ترشح نمی‌شود.

انواع ارتباط سیناپسی عبارتند از: سیناپس آکسون-جسم سلولی، آکسون-دندریتی، آکسون-آکسونی و صفحه محرک عصبی - ماهیچه‌ای.

آکسون‌ها و دندریت‌ها در محل خروج از جسم سلولی دارای انشعابات متفاوتی می‌باشند. انشعاب آکسون‌ها را اصطلاحاً انشعاب موازی می‌نامند. اساس تفاوت شکل سلول‌های عصبی، مربوط به انشعاب دندریتی آن‌هاست که بعضی از آن‌ها اصلاً دندریت ندارند و یک یا دو آکسون دارند. گیرنده، سلول عصبی اختصاص یافته‌ای است که به تغییرات معین درون ارگانیزمی و محیطی حساسیت نشان می‌دهد.

غلاف میلین: یک لایه لیپوپروتئینی است که بر روی بسیاری از دندریت‌های بلند و آکسون‌ها، تشکیل می‌شود. پوشش میلین تارهای عصبی در فاصله معینی (۱ تا ۲ میلیمتر) قطع می‌شود که این محل را به نام کاشف آن، گره رانویه می‌نامند. تارهای عصبی که از پوشش میلین برخوردار نیستند به تارهای عصبی بدون پوشش (بدون میلین) شناخته می‌شوند. تارهای عصبی پوشش دار و بدون پوشش از لحاظ سرعت هدایت جریان عصبی متفاوت هستند. سرعت جریان عصبی به قطر تار و قطر پوشش بستگی دارد. هر چقدر تار عصبی قطورتر باشد، سرعت هدایت جریان عصبی بیشتر است. بنابراین سرعت هدایت جریان عصبی در تارهای پوشش دار (میلین دار) بیشتر از تارهای بدون پوشش است. در دستگاه عصبی محیطی (پیرامونی) سلول‌های شوان وظیفه ساختن غلاف میلین را بر عهده دارند.

مغز و نخاع شوکی را دستگاه اعصاب مرکزی و بقیه بافت عصبی را دستگاه اعصاب پیرامونی می‌نامند. اعصاب پیرامونی ارگانیزم، دسته‌ای از آکسون‌ها هستند که توسط بافت‌های دیگر احاطه شده‌اند. تارهای عصبی که اطلاعات گیرندگان حسی و تغییرات محیطی و درون ارگانیزمی را به دستگاه اعصاب مرکزی می‌رسانند، تارهای عصبی **مرکز رسان** می‌نامند. تارهای عصبی که فرمان‌ها را از دستگاه اعصاب مرکزی به پیرامون می‌رسانند، تارهای عصبی **پیرامون رسان** می‌نامند. اعصاب پوست، ماهیچه و مفاصل را اعصاب بدنی و اعصاب احشاء را اعصاب احشایی، نباتی یا غیرارادی می‌نامند.

**گلیا (نوروگلیا - بافت همبند عصبی)**: مجموعه سلول‌هایی که کار واحدی را انجام می‌دهند، بافت می‌نامند. نسبت تعداد یاخته‌های گلیایی ۹ برابر تعداد یاخته‌های عصبی است و علت همه تومورهای مغزی، تکثیر بیش از اندازه‌ی یاخته‌های گلیایی است. اعمال اصلی نوروگلیاها مقابله با میکروب‌ها و ذرات خارجی، بیگانه خواری، کمک به مبادله مواد و گازها، داربست استحکامی، شرکت در سد بین خون و مغز و میلین سازی است:

۱- ماکروگلیاها: سلول‌های ذخیره‌ساز یون‌های پتاسیم که در جریان تحریک سلول، پتاسیم را در اختیار سلول قرار می‌دهند. این یاخته‌ها بزرگ و ستاره‌ای شکل با هسته‌ی درشت کروی یا بیضوی بوده و آستروگلیا (آستروسیت) نیز خوانده می‌شوند. از دیگر وظایف مهم آن، کمک به تغذیه‌ی نورون‌ها، تشکیل پوشش گلیال در اطراف جسم سلولی و پر کردن جای خالی نورون‌های مرده است.

۲- اولیگودندروگلیاها: مهمترین وظیفه آن‌ها ساختن غلاف میلین در اطراف بعضی از آکسون‌ها در مراکز عصبی است. اولیگودندروگلیا میلین نورون‌های مغز و نخاع شوکی و یاخته‌های شوان میلین نورون‌های پیرامونی و بدنی را می‌سازند.

۳- میکروگلیاها: این یاخته‌ها در بخش‌های خاکستری و سفید مغز یافت می‌شوند. میکروگلیاها برخلاف سایر نوروگلیاهای مرکزی که منشأ اکتودرمی دارند، از لایه مزودرم جنین به وجود می‌آیند. میکروگلیاها تحرک زیاد و فعالیت شدید بیگانه خواری دارند و مواد زائد درون مغز را از بین می‌برند و در زمان آسیب فعال ترند.

۴- نوروگلیای اپاندیمی (اپاندیما): مرزی بین طناب نخاعی و بطن‌های مغز ایجاد می‌کنند.

۵- نوروگلیاهای محیطی (یاخته‌های ماهواره‌ای): مهمترین آن‌ها سلول‌های شوان هستند.

۶- گلیای پرتویی: این یاخته دارای تارهای طولی است که جابجایی نورون‌ها و رشد آکسون‌ها و دندریت‌های آن‌ها را طی مرحله رشد جنینی، هدایت می‌کند.

### فضای برون سلولی، نفوذپذیری و فشار اسمزی

تمام سلول‌های بدن توسط شکاف ظریفی از یکدیگر جدا هستند. این شکاف ظریف بین سلولی را **فضای برون سلولی** می‌نامند. مایع فضای برون سلولی حاوی تمامی انواع نمک‌ها و مواد مورد نیاز برای حمایت سلول‌هاست، که با گردش، دائماً در حال حرکت است و غلظت آن همیشه و در همه جا یکسان نگه‌داشته می‌شود.

از برخورد ذرات مولکول‌ها، تغییر جهت حرکت پدید می‌آید. که این نوع حرکت مولکول‌ها و یون‌ها را **نفوذپذیری** می‌نامند. برای مولکول‌های موجود در آب نفوذپذیری **مهم‌ترین فرآیند تبادل** به شمار می‌آید. نفوذپذیری برای سلول‌ها تا جایی که برای غشاء سلول ممانعت ایجاد نکند، سبب انتشار مواد می‌شود. بنابراین نفوذپذیری مهمترین مکانیزم تبادل بدن نیز تلقی می‌گردد. فرآیند نفوذپذیری (به استثنای انرژی حاصل از حرکت مولکولی) به انرژی نیازمند نیست و به این دلیل آن را **انتقال غیرفعال** می‌نامند.

**اسمز (Osmose) یا گذرندگی**، فرآیندی است که طی آن، حلال از طریق غشای نیمه تراوا از جایی که محلول رقیق‌تر است به جایی که محلول غلیظ‌تر است، نفوذ می‌کند. چنانچه آب خالص (حلال) در ارتباط با محلول آب و نمک قرار گیرد، سلول‌های آب به سمت محلول غلیظ‌تر (آب و نمک) می‌روند. در اسمز انرژی ای مصرف نمی‌شود. حال چنانچه بخواهیم از نفوذ آب به محلول نمک جلوگیری به عمل آوریم، باید از محیط محلول نمک به صورت مکانیکی فشاری ایجاد کنیم تا به همان اندازه که با اسمز، محلول آب به محلول آب نمک نفوذ پیدا می‌کند، از محیط محلول نمک، مولکول‌های آب به محیط محلول آب نیز نفوذ یابد؛ این فشار را معمولاً **فشار اسمزی** می‌نامند. میزان فشار اسمزی فقط به تعداد ذرات محلول در یک حجم معین وابسته است و اندازه و بار الکتریکی ذرات در فشار اسمزی تاثیری ندارد.

### تبادل اطلاعات و مواد مورد نیاز درون سلول

شیب غلظت به معنای تغییر در غلظت املاح از یک منطقه به منطقه ای دیگر، در محلول است. انتشار مولکولی از غلظت بالاتر به غلظت پایین‌تر است. بیشترین شیب غلظت برای یون‌های کلسیم وجود دارد. به طوری که غلظت یون‌های کلسیم فضای درون سلولی ده هزار بار کمتر از فضای برون سلولی است. بیشترین مواد سفیده‌ای سیتوزیل، آنزیم‌ها هستند. که به کمک آنها بخش عمده‌ای از تجزیه و ترکیب سلول، مانند تجزیه و ترکیب اسیدهای آمینه و مواد سفیده‌ای ریبوزوم‌ها انجام می‌شود. آنزیم‌ها مولکول‌های سفیده‌ای هستند که جریان کنش‌های شیمیایی بدن را بدون تغییر ساخت خود تسهیل و تسریع می‌کنند. تبدیل گلوکز به گلیکوژن در جریان ذخیره سازی و فرآیند معکوس آن، در سیتوزیل صورت می‌گیرد.

### تبادل سلول با محیط اطراف خودش

**نفوذپذیری غیرفعال یا نفوذپذیری تسهیل شده:** نفوذپذیری از دو طریق، غشاء سلول یا منافذ موجود در آن، امکان‌پذیر است. غشاء سلول می‌تواند به دلیل وجود لایه چربی آب‌گریز، تنها به موادی اجازه عبور دهد که نه تنها در آب، بلکه در چربی محلول است. بنابراین مواد موجود در سطح بیرونی غشاء توسط یک مولکول حاصل در چربی محلول می‌شود و سپس از طریق لایه چربی وارد سلول می‌گردد و بدین ترتیب از طریق نفوذپذیری

تسهیل شده، سلول می‌تواند مواد قندی را به درون خود انتقال دهد. غشاء سلول نه تنها برای موادی که توسط لایه چربی انتشار می‌یابد، بلکه برای بسیاری از یون‌ها، قندها، اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها قابلیت نفوذپذیری دارد.

راه دوم این است که مواد از منافذ غشاء توسط **پروتئین ناقل** عبور کنند. بین پروتئین غشاء یک مجرای باریک مملو از آب وجود دارد که از این طریق مولکول‌های کوچک انتشار می‌یابند. افزون بر این در هر سلول از این مجرای باریک صدها ملکول آب در ثانیه تبادل می‌شوند، تا میزان ورود و خروج ملکول‌های آب تعادل یابند، به طوری که سلول متورم و چروکیده نشود. مواد قابل نفوذ بر اساس شیب غلظت (و چنانچه بار الکتریکی داشته باشند به دلیل پتانسیل غشاء) در مجرای غشاء حرکت می‌کنند. بنابراین مجرای غشاء بر اساس نوع مولکول‌های جاری در آن، حالت نسبتاً انتخابی دارد؛ مانند این که مجاری سدیم، پتاسیم و کلسیم فقط اجازه عبور به این نوع یون‌ها را می‌دهند. به عبارت دیگر سلول با دادن بار الکتریکی به دیواره منافذ، عبور مولکول‌های قابل نفوذ را تسهیل می‌کند و از انتشار دیگر مواد ممانعت به عمل می‌آورد.

**انتقال فعال:** برخی از مواد مانند اسیدهای آمینه یا یون‌های پتاسیم که غلظت آن‌ها در فضای بیرون سلولی کم و در فضای درون سلولی زیاد است، نمی‌توانند از طریق انتشار در درون سلول جمع شوند، زیرا انتشار و نفوذپذیری همیشه از غلظت زیاد به غلظت کم انجام می‌شود. بدین ترتیب انتقال آنها به وسیله غشای سلول به انرژی نیاز دارد.

**پمپ سدیم - پتاسیم:** بوسیله پمپ سدیم - پتاسیم، یون‌های سدیم از سلول خارج و یون‌های پتاسیم به درون سلول راه می‌یابند. این انتقال تا به آنجا ادامه دارد که غلظت یون‌های سدیم در فضای درون سلولی کاهش و غلظت یون‌های پتاسیم افزایش می‌یابد.

### کنش عمومی سلول‌های عصبی

سلول‌های عصبی مانند دیگر سلول‌های بدن غشاء دارند، از طریق غشاء اختلاف پتانسیل موجود بین فضای بیرون سلولی و درون سلولی قابل اندازه‌گیری است که آن را پتانسیل غشاء نیز می‌نامند. پتانسیل غشاء در بیشتر سلول‌ها مادامی که تحریکی از بیرون به آن وارد نشود برای مدت طولانی ثابت می‌ماند. وقتی سلول در چنین وضعیت آرامی به سر می‌برد، پتانسیل غشاء را **پتانسیل آرامش** (یا استراحت) نیز می‌نامند. در این حالت غلظت پتاسیم درون سلول و غلظت سدیم در خارج از سلول بیشتر است. پتانسیل آرامش سلول‌های عصبی و ماهیچه‌ای همیشه منفی است (**مرحله پولاریزه**). هنگامی که سلول فعال می‌شود تغییرات مثبتی در این پتانسیل ایجاد می‌شود که آن را **پتانسیل فعالیت** می‌نامند. به این دلیل که در این مرحله سلول بار منفی در حال آرامش خود را از دست می‌دهد، آن را **مرحله دپولاریزاسیون** می‌نامند. بخش مثبت مرحله دپولاریزاسیون بین صفر تا ۲۰ میلی‌ولت و به نام **مقدار اضافی** معروف است. سپس پتانسیل فعالیت از نقطه اوج به آرامی به سوی پتانسیل آرامش باز می‌گردد، که آن را **مرحله ریپولاریزاسیون** می‌نامند، چرا که سلول مجدداً بار اولیه خود را به دست می‌آورد.

با توجه به اینکه وجود بار الکتریکی در فضای درون و بیرون سلول به یون‌ها بستگی دارد، بنابراین فزونی بار الکتریکی منفی در درون سلول به معنای فزونی آنیون در درون سلول است. در مقابل این فزونی آنیون، بایستی در فضای بیرون سلولی به همان میزان نیز کاتیون وجود داشته باشد. در چنین موقعیتی بار الکتریکی مثبت از درون سلول به بیرون انتقال یافته ولی بار الکتریکی منفی (آنیون‌ها) در درون سلول باقی می‌ماند و به همین دلیل می‌توان پتانسیل آرامش را پتانسیل انتشار پتاسیم نیز نامید.

چنانچه غشاء سلول در حالت آرامش فقط برای یون‌های پتاسیم نفوذپذیر باشد، در این صورت باید پتانسیل آرامش بر اساس پتانسیل پتاسیم ثابت بماند، اما غشاء سلول در این حالت به میزان کمی نیز برای یون‌های سدیم نفوذپذیر است و بر اساس فشار اسمزی یون‌های سدیم به درون سلول وارد می‌شوند و به همین دلیل پتانسیل آرامش نیز کاهش می‌یابد.

هنگامی که سلول عصبی تحریک می‌شود، نفوذپذیری غشاء در ابتدا برای یون‌های سدیم و بعد برای یون‌های پتاسیم تغییر می‌کند و پتانسیل آرامش تا حد آستانه تحریک (۵۰- میلی‌ولت) افزایش می‌یابد و وقتی بدین حد رسید، پتانسیل فعالیت به مدت ۰/۲ تا ۰/۵ میلی‌ثانیه ایجاد می‌شود. نظر به اینکه در این مرحله، سلول بار منفی در حال آرامش خود را از دست می‌دهد، آن را **مرحله دپولاریزاسیون** (ناقطبی شدن) می‌نامند. سپس پتانسیل فعالیت



از نقطه نوک به آرامی به سوی پتانسیل آرامش بازمی‌گردد که آن را مرحله ریپلاریزاسیون می‌نامند، چرا که سلول مجدداً بار اولیه خود را بدست می‌آورد (بازقطبی شدن).

چنانچه از محلی از سلول عصبی، پتانسیل غشاء تا حد آستانه دپلاریزه شود، انتشار جریان عصبی از طریق سیناپس‌ها به صورت یک طرفه و فقط در یک جهت امکان‌پذیر است. این نوع انتشار را **هدایت مستقیم** و عکس آن را **هدایت معکوس** می‌نامند.

کنش تهویه‌ای: جریان الکتریکی در نورون برعکس جریان الکتریکی برق به صورت یکسویه است و علت آن عملکردی است که به آن کنش تهویه‌ای می‌گویند. به این صورت که وقتی جریان الکتریکی از هر پمپ یا مجرای یونی عبور می‌کند، پمپ‌ها و مجراهای یونی دوباره به حالت قبلی یا حالت استراحت برمی‌گردند و امکان برگشت جریان عصبی را نمی‌دهند و جریان عصبی در یک نورون تنها از سمت دندریت به سمت آکسون است.

سرعت جریان عصبی: دامنه سرعت بین یک متر در ثانیه برای تارهای نازک عصبی و صد متر در ثانیه برای تارهای قطور است. در تارهای عصبی میلین‌دار (که قطر بیشتری دارند) غشاء سلول فقط در محل گره رانویه دپلاریزه می‌شود، بدین ترتیب انتشار تحریک از گره رانویه به گره رانویه انجام می‌شود، این نوع انتشار را **هدایت جهشی** می‌نامند.

سوالات طبقه بندی شده فصل دوم:

- ۱- کدام دسته، سلول‌های پشتیبان سلول‌های عصبی است؟ (سراسری ۸۹)
- (۱) شوان‌ها (۲) کلینرژیک (ترشح کننده استیل کولین)  
(۳) آستروسیت‌ها (۴) اولیگودندروگلیاها (اولیگودندروسیت‌ها)
- ۲- کدام یک در جریان تحریک سلول، پتاسیم در اختیار سلول عصبی قرار می‌دهد؟ (سراسری ۹۰)
- (۱) اولیگودندروگلیا (۲) میکروگلیا (۳) آستروگلیا (۴) نوروگلیا
- ۳- وظیفه سلول‌های گلیال کدام است؟ (سراسری ۹۱)
- (۱) اطلاعات را پردازش می‌کنند. (۲) سلول‌های عصبی را حمایت و تغذیه می‌کنند.  
(۳) تأثیر ناقل عصبی را افزایش می‌دهد. (۴) سرعت پردازش اطلاعات را افزایش می‌دهند.
- ۴- کدام یک از سلول‌های گلیال عمل فاگوسیتوزی انجام می‌دهند؟ (سراسری ۹۳)
- (۱) ماکروگلی (۲) میکروگلی (۳) آستروسیت (۴) الیگودندروسیت
- ۵- لایه درونی و بیرونی غشاء سلول عصبی، از کدام زنجیره تشکیل شده است؟ (سراسری ۹۴)
- (۱) کاربوکسیل (COOH) (۲) هیدروکربن (CH) (۳) نیتروژن (N) (۴) آب (O<sub>2</sub>H)
- ۶- «دروازه بان‌های مولکولی» در کدام ناحیه یافت می‌شوند؟ (سراسری ۹۶)
- (۱) سیتوپلاسم سلول (۲) غشا سلول (۳) کانال یونی (۴) هسته سلول
- ۷- فرآیند همانندسازی در کدام اسید آغاز می‌گردد؟ (سراسری ۹۶)
- (۱) ریبونوکلیک (۲) ریبونوکلیک پیک (۳) ریبونوکلیک ریوزومی (۴) دزاکسی ریبونوکلیک

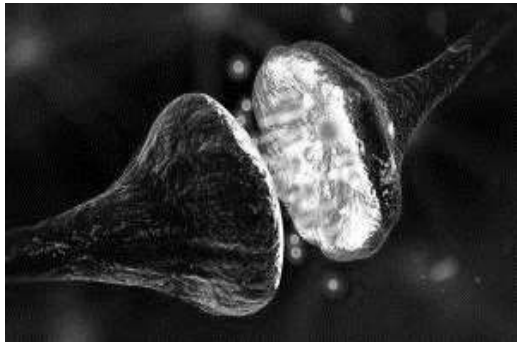
## پاسخ سوالات طبقه بندی شده فصل دوم:

۱. **گزینه ۳ صحیح است.** ماکروگلیاها، یاخته‌های بزرگ و ستاره‌ای شکل با هسته‌ای درشت کروی یا بیضوی بوده و آستروگلیا خوانده می‌شوند. این سلول‌ها وظایف متنوعی دارند که مهمترین آن‌ها عبارتند از: کمک به ایجاد سد خونی - مغزی، کمک به تغذیه نورونها، کمک به تعادل یون پتاسیم، تشکیل پوشش گلیال در اطراف جسم سلولی (پریکاریون یا سوما) و دندریت می‌باشد. همچنین آستروگلیاها می‌توانند جای خالی ایجاد شده در اثر مرگ نورون‌ها را پر نمایند.
۲. **گزینه ۳ صحیح است.** ماکروگلیاها، یاخته‌های بزرگ و ستاره‌ای شکل با هسته‌ای درشت کروی یا بیضوی بوده و آستروگلیا خوانده می‌شوند. این سلول‌ها وظایف متنوعی دارند که مهمترین آن‌ها عبارتند از: کمک به ایجاد سد خونی - مغزی، کمک به تغذیه نورون‌ها، کمک به تعادل یون پتاسیم، تشکیل پوشش گلیال در اطراف جسم سلولی (پریکاریون یا سوما) و دندریت می‌باشد. همچنین آستروگلیاها می‌توانند جای خالی ایجاد شده در اثر مرگ نورون‌ها را پر نمایند.
۳. **گزینه ۲ صحیح است.** اعمال اصلی نوروگلیاها مقابله با میکروبها و ذرات خارجی، بیگانه‌خواری، کمک به مبادله مواد و گازها، داربست استحکامی، شرکت در سد بین خون و مغز و میلین سازی است.
۴. **گزینه ۲ صحیح است.** میکروگلیاها، این یاخته‌ها در بخش‌های خاکستری و سفید مغز یافت می‌شوند. میکروگلیاها برخلاف سایر نوروگلیاهای مرکزی که منشأ کودر می‌دارند از لایه مزودرم جنین به وجود می‌آیند. میکروگلیاها تحرک زیاد و فعالیت شدید بیگانه‌خواری (فاگوسیتوزی) دارند و مواد زائد درون مغز را از بین می‌برند. استروسیت‌ها یا آستروگلیاها یا ماکروگلیا یا گلیای پرتوی، سلول‌های گلیای ستاره شکل در مغز و نخاع می‌باشند. استروسیت‌ها بیشترین نوع سلول‌های گلیا هستند. استروسیت یعنی سلول ستاره‌های و این نام به درستی شکل این سلول را توصیف می‌کند. آستروسیتها از اندازه بزرگی برخوردارند و نورون‌ها را تغذیه کرده و از آنها حمایت می‌کنند و به همراه میکروگلیاها مواد زائد درون مغز را از بین می‌برند. و در نهایت به صورت مواد شیمیایی از مایع احاطه کننده نورون‌ها حفاظت می‌کنند. گاهی اوقات با نورون‌ها به دلایل ناشناخته‌ای از بین می‌روند و یا در اثر ضربه‌ی مغزی عفونت و یا سکتی مغزی می‌میرند. در این هنگام استروسیت‌ها به همراه میکروگلیا وظیفه‌ی پاکسازی و از بین بردن مواد زائد باقی مانده را به عهده می‌گیرند. این سلولها قادرند در سیستم عصبی مرکزی حرکت کرده، به هنگام برخورد با یک ماده زائد آن را بلعیده و هضم کنند. به این فرایند فاگوسیتوز یا بیگانه‌خواری می‌گویند. پس هم ماکروگلیاها (آستروسیت‌ها) و هم میکروگلیاها (مزوگلیاها) فعالیت بیگانه‌خواری یا فاگوسیتوز دارند و چون گزینه ۱ و ۲ یکی است پس گزینه ۲ صحیح می‌باشد
۵. **گزینه ۱ صحیح است.** بر اساس کلید اولیه سازمان سنجش گزینه اول یعنی گروه کربوکسیل جواب صحیح می‌باشد ولی این جواب صحیح به نظر نمی‌رسد. در کتاب خدایانه‌ی نوشته شده که بخش آبدوست اسیدهای چرب گروه کربوکسیل می‌باشد و طراح سوال احتمالاً با این تصور که سمت داخل و خارج غشاء می‌بایست آبدوست باشد، بیان داشته که گروه کربوکسیل در سمت داخل و خارج غشاء قرار دارد. در حالی که وقتی اسید چرب با گلیسرول واکنش می‌دهد تا فسفولیپیدهای غشاء را ایجاد نماید، ویژگی آبدوست خود را از دست می‌دهد و می‌بایست در قسمت داخلی غشاء که آب گریز است قرار گیرد. به نظر بهترین گزینه آب باشد چون سطح داخلی و خارجی غشاء آبدوست است توسط یک لایه آب پوشانده شده است.
۶. **گزینه ۳ صحیح است.** نفوذپذیری غیرفعال یا نفوذپذیری تسهیل شده: نفوذپذیری از دو طریق، غشاء سلول یا منافذ موجود در آن امکان پذیر است. غشاء سلول می‌تواند به دلیل وجود لایه چربی آب‌گریز، تنها به موادی اجازه عبور دهد که نه تنها در آب، بلکه در چربی محلول است. بنابراین مواد موجود در سطح بیرونی غشاء توسط یک مولکول حاصل در چربی محلول می‌شود و سپس از طریق لایه چربی وارد سلول می‌گردد و بدین ترتیب از طریق نفوذپذیری تسهیل شده، سلول می‌تواند مواد قندی را به درون خود انتقال دهد. غشاء سلول نه تنها برای موادی که توسط لایه چربی انتشار می‌یابد، بلکه برای بسیاری از یون‌ها، قندها، اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها قابلیت نفوذپذیری دارد. راه دوم این که از منافذ غشاء توسط پروتئین ناقل می‌تواند عبور کنند. بین پروتئین غشاء یک مجرای باریک مملو از آب وجود دارد که از این طریق مولکول‌های کوچک انتشار می‌یابند. افزون بر این در هر سلول از این مجرای باریک صدها ملکول آب در ثانیه تبادل می‌شوند تا میزان ورود و خروج ملکول‌های آب تعادل یابند، به طوری که سلول

متورم و چروکیده نشود. مواد قابل نفوذ بر اساس شیب غلظت و چنانچه بار الکتریکی داشته باشند به دلیل پتانسیل غشاء در مجرای غشاء حرکت می‌کنند. بنابراین مجرای غشاء بر اساس نوع مولکول‌های جاری در آن، حالت نسبتاً انتخابی دارد؛ مانند این که مجاری سدیم، پتاسیم و کلسیم فقط اجازه عبور به این نوع یونها را می‌دهند. به عبارت دیگر سلول با دادن بار الکتریکی به دیواره منافذ، عبور مولکول‌های قابل نفوذ را تسهیل می‌کند و از انتشار دیگر مواد ممانعت به عمل می‌آورد.

**۷. گزینه ۴ صحیح است.** تیمین در اسید دزاکسی ریبونوکلیئیک (DNA) و اوراسیل در اسید ریبونوکلیئیک (RNA) وجود دارد و بقیه مواد تشکیل دهنده DNA و RNA مشابه هستند. اسیدریبونوکلیئیک به صورت زنجیره منفرد است و پنج تا ده بار بیشتر از اسید دزاکسی ریبونوکلیئیک است، که به صورت زنجیره مضاعف می‌باشد. در انسان و دیگر موجودات و خاطرات زنده اطلاعات ژنتیکی در مولکول اسید دزاکسی ریبونوکلیئیک رمز گردانی می‌شود.

## فصل سوم: سیناپس‌های تحریکی و بازداری



حل ارتباط شاخه‌های انتهایی تار عصبی با سلول عصبی دیگر (یا سلول ماهیچه‌ای و یا سلول ترشحی (غدد) را **سیناپس** می‌نامند. در محل سیناپس پیام عصبی از نورون به سلول بعدی که می‌تواند سلول عصبی و یا غیرعصبی باشد، انتقال می‌یابد. به سلولی که پیام عصبی را به سمت سیناپس می‌آورد سلول پیش‌سیناپسی و به سلولی که پیام عصبی را در محل سیناپس دریافت می‌کند، سلول پس‌سیناپسی گفته می‌شود. بین

سلول پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی فاصله‌ای وجود دارد که به آن فضا (شیار) سیناپسی گفته می‌شود. سیناپس‌ها از لحاظ عملکرد به دو نوع شیمیایی و الکتریکی تقسیم می‌شوند:

**سیناپس الکتریکی:** در مناطقی از دستگاه اعصاب مرکزی - با شیار سیناپسی بین سلول‌های عصبی به قطر ۲ میلی میکرون - علاوه بر سیناپس‌های شیمیایی، سلول‌های عصبی بدون اتصال به یکدیگر با هم ارتباط تنگاتنگ دارند. این گونه ارتباط را سیناپس الکتریکی می‌نامند. به عبارت دیگر در سیناپس‌های الکتریکی سلول‌های عصبی از طریق یک اتصال دریچه‌دار به هم متصل می‌شوند که اجازه عبور یون‌ها را از یک سلول به سلول دیگر می‌دهد و بدین ترتیب پیوستگی الکتریکی آنها را میسر می‌سازد. انتقال جریان عصبی، مستقیماً و بدون واسطه مواد شیمیایی صورت می‌گیرد. تعداد سیناپس‌های الکتریکی به فراوانی سیناپس‌های شیمیایی نمی‌باشد. تحقیقات الکتروفیزیولوژی و میکروسکوپی نشان می‌دهد که سیناپس الکتریکی به ندرت در پستانداران مشاهده می‌شود و تقریباً تمام سیناپس‌های بدن انسان، از نوع **سیناپس شیمیایی** هستند.

**سیناپس شیمیایی:** در جریان انتقال تکانه عصبی، شاخه‌های انتهایی تار عصبی از خود ناقلی (ماده شیمیایی) آزاد می‌کنند که می‌تواند بر روی غشاء سلول گیرنده اثر تحریکی یا بازداری داشته باشد؛ این نوع سیناپس را سیناپس شیمیایی می‌نامند. سیناپس‌ها به چند دلیل برای دستگاه عصبی اهمیت دارند؛ از جمله این که در سیناپس الکتریکی یا شیمیایی همواره تکانه‌های عصبی از طرف پیش‌سیناپسی (آکسون) به طرف پس‌سیناپسی انتقال می‌یابند. در انواع سیناپس‌های شیمیایی، شاخه‌های انتهایی نورون پیش‌سیناپسی کمی قطورتر شده که **تکمه انتهایی** یا **تکمه سیناپسی** نام می‌گیرد و بر روی نورون پس‌سیناپسی ختم می‌شود. آن بخش از غشاء سلول را که در مقابل پایانه پیش‌سیناپسی و در طرف پس‌سیناپسی و مجاور شیار سیناپسی قرار دارد، **غشاء زیرسیناپسی** می‌نامند. در پایانه پیش‌سیناپسی ساخت‌های دایره‌ای شکلی به نام حباب سیناپسی (وزیکول) وجود دارند. در پیش‌سیناپس حباب‌های سیناپسی به صورت ردیف‌های دوتایی، به ویژه در مناطق قطور غشاء پیش‌سیناپس، مرسوم به منطقه فعال وجود دارند. این حباب‌ها ناقل‌های عصبی دارند، که به هنگام تحریک از حباب‌های سیناپسی آزاد شده و بر روی غشاء زیر سیناپسی اثر تحریکی یا بازداری اعمال می‌کنند.

### صفحه محرکه عصبی - ماهیچه‌ای

آکسون سلول حرکتی موجود در نخاع شوکی را که با تار ماهیچه‌ای ارتباط برقرار می‌کند و از ویژگی سیناپس شیمیایی برخوردار است، **صفحه محرکه عصبی - ماهیچه‌ای** می‌نامند. هر چه فاصله محل ثبت از صفحه محرکه (طول تار ماهیچه‌ای) بیشتر باشد، دامنه پتانسیل کمتر و افزایش یا کاهش آن کندتر انجام می‌شود. پیدایش پتانسیل صفحه محرکه، ناشی از تاثیر استیل کولین آزاد شده از غشاء پیش‌سیناپسی بر غشاء زیرسیناپسی است که حدود ۱ تا ۲ میلی‌ثانیه طول می‌کشد. در این مدت توانایی هدایت غشاء برای یون‌های (کاتیون) سدیم و پتاسیم افزایش می‌یابد. ماده ناقل صفحه محرکه عصبی - ماهیچه‌ای مهره‌داران و انسان **استیل کولین** است. دامنه امواج در پتانسیل صفحه محرکه به **تحریک تعداد تارهای مرکزسان**، و در تحریک الکتریکی به **شدت تحریک** بستگی دارد.

### سیناپس‌های شیمیایی تحریکی و بازداری

تحریکی یا مهاری بودن سیناپس علاوه بر نوع نوروترانسمیتر آزاد شده به نوع گیرنده موجود در غشای پس‌سیناپسی بستگی دارد. پتانسیل پس‌سیناپسی تحریکی به پتانسیل صفحه محرکه شباهت دارد، با این تفاوت که پتانسیل صفحه محرکه در اثر فعالیت یک سیناپس صفحه انتهایی ایجاد می‌شود و پتانسیل پس‌سیناپسی تحریکی با فعالیت همزمان چند سیناپس پدید می‌آید. پتانسیل‌های عمل همیشه باعث **ناقطبی شدن سلول (دپلاریزه)** می‌شوند. پتانسیل‌ها می‌توانند به دو صورت باشند: **ناقطبی (Depolarizing) (تحریکی)** یا **بیش‌قطبی (Hyperpolarizing)** (**بازدارندگی**).

ناقطبی شدن به عنوان **پتانسیل پس‌سیناپسی تحریکی** یا **(EPSP)** شناخته می‌شود. EPSPها زمانی رخ می‌دهند که یون‌های سدیم وارد سلول می‌شوند، به عبارت دیگر، اگر اتصال نوروترانسمیتر به گیرنده باعث باز شدن کانال‌های سدیمی و ورود سدیم گردد، در این حالت پتانسیل پس‌سیناپسی تحریکی **(EPSP)** ایجاد می‌گردد. اما **پتانسیل پس‌سیناپسی بازدارنده (IPSP)** زمانی رخ می‌دهد که درون‌دهای سیناپسی، به شکل انتخابی کانال‌های یون‌های پتاسیم را به منظور خروج آنها از درون سلول یا ورود یون‌های کلر به درون سلول، باز می‌کند. یعنی اگر اتصال نوروترانسمیتر به گیرنده باعث باز شدن کانال‌های پتاسیمی یا کلری شود، در این حالت به دلیل خروج یون مثبت پتاسیم یا ورود یون منفی کلر، پتانسیل غشاء منفی‌تر از حد استراحت می‌گردد که به این حالت‌های پرپولاریزاسیون یا قطبی‌تر شدن سلول پس‌سیناپسی اصطلاحاً پتانسیل پس‌سیناپسی مهاری **(IPSP)** گفته می‌شود. به عبارت دیگر سیناپس‌های تحریکی با اثر خود، پتانسیل آرامش پس‌سیناپسی را کاهش می‌دهند و سیناپس‌های مهاری با اثر خود پتانسیل آرامش پس‌سیناپسی را افزایش می‌دهند. وقتی پتانسیل پس‌سیناپسی تحریکی به آستانه تحریک رسید، در سلول پس‌سیناپسی پتانسیل عمل شکل گرفته و هدایت می‌گردد.

نکته: در پدیدایی پتانسیل پس‌سیناپسی تحریکی مانند پتانسیل صفحه محرکه، نفوذپذیری **کاتیون‌ها** افزایش می‌یابد؛ علاوه بر این نفوذپذیری **آنیون کلر** نیز مؤثر است. ناقل **گلو تامات** به جای استیل کولین در پتانسیل پس‌سیناپسی تحریکی نقش مهمی را ایفا می‌کند.

**پتانسیل پس‌سیناپسی بازداری:** علاوه بر انتشار فرآیندهای تحریکی، در سلول‌های عصبی فرایند دیگری نیز وجود دارد که فعالیت سلول‌های عصبی را کاهش می‌دهد. چنانچه این امر به صورت فعال انجام شود، آن را **بازداری** و در صورتی که به شکل غیرفعال انجام گیرد آن را **کاهش فعالیت** می‌گویند. جریان بازداری به دو شکل انجام می‌شود: بازداری پس‌سیناپسی (ترشح نوروترانسمیتر از غشای نورون پیش‌سیناپسی باعث بالا رفتن آستانه تحریک یعنی هایپرپلاریزه شدن سلول بعدی می‌شود) و بازداری پیش‌سیناپسی (آزادسازی نوروترانسمیتر در پیش‌سیناپس کاهش می‌یابد یا متوقف می‌شود). در دستگاه اعصاب مرکزی مهره‌داران، نقش بازداری پس‌سیناپسی مهم‌تر از بازداری پیش‌سیناپسی است. ناقل بازداری در سلول‌های عصبی حرکتی و اکثر سلول‌های عصبی دیگر **اسید آمینه گلیسین** است.

نکته: در پتانسیل پس‌سیناپسی بازداری، هر تحریک منجر به تغییر پتانسیل ناشی از هایپرپولاریزاسیون می‌شود و مدت جریان آن به دامنه موج بستگی ندارد. در نتیجه هایپرپولاریزاسیون‌های پدید آمده را پتانسیل پس‌سیناپسی بازداری می‌نامند.

بازداری پتانسیل پس‌سیناپسی تحریکی را که بدون تغییر در غشاء پس‌سیناپسی پدید می‌آید، **بازداری پیش‌سیناپسی** می‌نامند. در بازداری پیش‌سیناپسی تغییری در حالت تحریک غشاء پس‌سیناپسی به وجود نمی‌آید، بلکه فرآیند بازداری یا کاهش آزادسازی ناقل در پایانه پیش‌سیناپسی تحریکی امکان‌پذیر می‌شود.

گرچه سلول‌های عصبی تحریکی و بازداری ناقل‌های مشابهی دارند، ولی تأثیر آنها متفاوت است، برای مثال استیل کولین آزاد شده از آکسون حرکتی اثر تحریکی بر تارهای ماهیچه‌ای اسکلتی اعمال می‌کند، درحالی‌که استیل کولین آزاد شده از عصب دهم مغزی به بازداری ماهیچه قلب می‌انجامد. بنابراین اثر تحریکی و بازداری نه تنها به ناقل عصبی، بلکه به ویژگی غشاء زیرسیناپسی هم بستگی دارد.