

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کتاب درسی زیردربین

زیست‌شناسی (۲)

پایه یازدهم

تألیف:

مجید علی‌نوری



تقديم به نگاه دقيق و عميق شما ...

خیلی خیلی
کتاب درسی مهم است...





استاد مجید علی‌نوری

استاد مجید علی‌نوری دانش‌آموخته زیست‌شناسی دانشگاه تهران است. وی که از فوش‌نامان سال‌های اخیر در حوزه تألیف و تدریس زیست‌شناسی ممبر می‌شود، دارای رده‌های ماندگاری در این عرصه است. کتاب «گیاه‌شناسی برای المپیاد»، یکی از آثار مهم و اثرگذار او در فضای آموزش کشور است که در سال ۱۳۹۶ و به همت فانه زیست‌شناسی چاپ و در اختیار دانش‌پژوهان کشور قرار گرفته است.

بعد از تألیف این کتاب، ردپای ایشان را در گروه ترجمه «بیولوژی کمپیل» می‌بینیم که بسیار پرمعنا و مائز اهمیت است. اصولاً مدرسی که بر ممتوای بیولوژی کمپیل به‌عنوان مهم‌ترین منبع تألیف کتاب‌های درسی تکیه می‌کنند، دبیروانی به‌شدت مفهوم‌گرا و عمیق هستند که آگاهانه دانش‌آموزان را با چالش‌های بزرگ دنیای زیست‌شناسی و پزشکی آشنا می‌کنند.

مجید علی‌نوری از سال ۱۳۸۴ تا به امروز در مدارس ممتاز کشور، به‌ویژه در مقطع کنکور مشغول به تدریس بوده است. حاصل این اندوخته‌های ناب، مشارکت در خلق متفاوت‌ترین مجموعه مربوط به کنکور زیست‌شناسی نظام جدید، با عنوان «کتاب» می‌باشد؛ مجموعه بیست و چهار جلدی که به‌زودی با همکاری فانه زیست‌شناسی و انتشارات کاپ منتشر خواهد شد.

بازنویسی کتاب‌های درسی زیردربین، جدیدترین اثر مجید علی‌نوری است که تدوین، تألیف و گردآوری آن در فانه زیست‌شناسی به سرانجام رسیده است. در تألیف مجموعه زیردربین، نوع نگاه طرامان سازمان سنجش در کنکورهای نظام جدید بسیار مورد توجه قرار گرفته است. مهم‌ترین دلیل انتقاد این استاد برآمسته کنکور برای بازنویسی این کتاب‌ها، موفقیت‌های چشم‌گیر دانش‌آموزان ایشان در کنکورهای سال‌های اخیر بوده است.

مقدمه مؤلف

سلام به همه شما عزیزان؛

می‌دونم همه‌تون علاقه دارید ده صفحه جزوه بخونید ولی یک صفحه کتاب درسی رو نه! خود من هم اگرچه همیشه به بچه‌ها توصیه می‌کنم که در کنار جزوه کلاس، کتاب درسی رو هم بخوند ولی متأسفانه فقط بعضی از بچه‌ها گوش می‌کنن که اتفاقاً نتیجه بهتری هم می‌گیرن! واقعیت اینه که شما باید به متن و شکل‌های کتاب درسی‌تون تسلط کافی داشته باشین تا از پس سوالات ترکیبی و مفهومی کنکور بر بیایید. کنکورهای اخیر ثابت کردن که شکل‌ها هم به اندازه متن کتاب درسی‌تون مهم هستن! به پیشنهاد آقای پویان عزیز؛ بنا شد کاری کنیم، کارستون! کاری که دیگه نه تنها از خوندن کتاب درسی خسته نشین، بلکه لذت هم ببرین.

در مجموعه زیر ذره‌بین (نیو فیس):

- ۱- کج‌گویی‌های کتاب درسی رو براتون به‌طور کامل تشریح کردم!
- ۲- نکات ترکیبی با فصل‌های دیگه و پایه‌های دیگه رو با ذکر آدرس براتون آوردم توی حاشیه صفحات کتاب درسی!
- ۳- اهمیت بسیار زیاد برای شکل‌ها قائل شدم!
- ۴- جمع‌بندی‌های جذابی توی صفحات ضمیمه این مجموعه هست که احتمالاً مشابه‌شون رو جای دیگه پیدا نمی‌کنین!
- ۵- جاهایی که لازم بود، خودم دست به قلم شدم و طرح و نقاشی کشیدم که مطلب رو بهتر یاد بگیرید.
- ۶- می‌تونین کادرهای کنکور رو در صفحات مربوطه ببینید که از اون‌ها در کنکور نام‌برده، استفاده شده!
- ۷- به‌اندازه و در حد کنکور توضیح دادم؛ نه بیشتر بدانید! و نه کمتر!
- ۸- چند صفحه‌شو بخونین، خودتون متوجه میشین که به تغییرات چاپ جدید، بسیار اهمیت دادم و هیچ مطلبی از کنکورهای قبلی که از رده خارج بودند رو نیاوردم!

از آقای پویان، مدیر محترم خانه‌زیست‌شناسی بابت تمام لطف‌هاشون به بنده، صمیمانه سپاسگزارم و براشون آرزوی سلامتی دارم تا آموزش زیست‌شناسی کشور همچنان زیر سایه‌شون، پیشرفت‌های بیشتری داشته باشه.

از دوستان خوبم خانم دکتر سپیده سپهری و مهندس حمید حاجیان بابت نقطه نظرات ایشان در راستای بهبود مجموعه زیر ذره‌بین، صمیمانه سپاسگزارم.

همچنین جا داره از مدیر محترم انتشارات کاپ، جناب آقای موسوی تشکر ویژه داشته باشم که با قیمت‌گذاری بسیار مناسب برای این مجموعه، شرایط استفاده از کتاب‌های زیر ذره‌بین رو برای همه فرزندان سرزمینم فراهم نمودند.

در پایان از تیم فنی خانه زیست‌شناسی و انتشارات کاپ که برای هرچه بهتر شدن این مجموعه زحمات زیادی رو متحمل شدن، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

یادمون باشه که موفقیتو بهمون نمیدن؛ موفقیت رو باید به دستش بیاریم ...

به امید موفقیت همه شما عزیزان.

مجید علی‌نوری

عضو کوچک و مدیر آموزش‌های دانش‌آموزی خانه زیست‌شناسی

@Zist_fahmidani_ast

با کتابهای زیر ذره بین چه اهدافی را دنبال می کنیم؟

چندسالی است که رویکرد آزمون‌های سراسری با تغییراتی بنیادی روبه‌رو شده است. درکنکورهای نظام جدید با شیوه‌ای جدید از طرح سؤالات روبرو شدیم که لازمه پاسخ دادن به آنها، تسلط کامل و بدون نقص کتاب‌های درسی را می‌طلبد! میزان این تغییرات به حدی بوده است که تقریباً همه کتاب‌های کمک‌آموزشی موجود در بازار را با چالش بزرگی روبرو کرده است! ناشران مختلف در صدور اعمال تغییرات در کتاب‌های چاپ شده گذشته برآمدند، اما واقعیت این است که باز هم دانش‌آموز قادر نیست با کمک این کتاب‌ها به اکثر سؤالات کنکور پاسخ دهد! آنچه در این میان بیش از همه جلب توجه می‌کند حجم شدن کتاب‌های کمک‌آموزشی به دلیل توضیحات مفصل به‌منظور پوشش حداکثری سؤالات کنکور است. اما واقعیت در جای دیگری نهفته است؛ کتاب درسی! بله، کتاب درسی همان حلقه گمشده‌ای است که به آن توجه کمتری می‌شود و متأسفانه دانش‌آموزان، در بسیاری از اوقات، کتاب درسی را کنار می‌گذارند!

زیر ذره‌بین بردن متن کتاب درسی، حاوی این پیام ساده است که:

کتاب درسی خیلی خیلی مهم است!

ما در این پروژه‌ای که تعریف کرده‌ایم اهداف زیر را دنبال می‌کنیم:

۱. تأکید بیشتر و بیشتر بر متن کتاب درسی

در حقیقت ذره‌بین مؤلف روی متن کتاب درسی قرار می‌گیرد تا با نگاهی عمیق، دقیق و موشکافانه توجه دانش‌آموز را به نکات مورد نظر نویسندگان کتاب درسی، مدرسین و طراحان کنکور جلب نماید. ذره‌بین مورد نظر توسط دبیری حرفه‌ای، که خود تجربه تألیف، تدریس و طراحی آزمون‌های مختلف را داشته است، روی متن کتاب درسی به حرکت درآمده است.

۲. بررسی بسیار دقیق تر شکل‌ها

تصاویر کتاب‌های درسی همواره از اهمیت بالایی در طرح تست‌های خاص و متفاوت برخوردار بوده‌اند؛ اما زاویه دید طراحان کنکور، به‌ویژه در سال‌های اخیر، این پیام بسیار مهم را به داوطلبان شرکت در کنکور منتقل کرده است که به هیچ وجه نباید از کنار تصاویر کتاب به سادگی عبور کرد!

۳. احترام گذاشتن به گروه مؤلفین کتاب‌های درسی

گروه تألیف کتاب‌های درسی معمولاً از بین اساتید حرفه‌ای و دبیران با تجربه‌ای تشکیل می‌شوند که سال‌های سال در این حوزه فعالیت کرده‌اند. استراتژی حاکم بر تألیف کتاب درسی توسط شورای عالی برنامه‌ریزی تدوین و ابلاغ می‌شود. سیاست‌های کلی این شورا باید به‌طور کامل توسط گروه تألیف در نظر گرفته شود. ممکن است ما با خیلی از این سیاست‌گذاری‌ها موافق نباشیم ولی باید واقعیت موجود را بپذیریم! در هر صورت این کتاب، کتاب درسی فرزندان ماست و در خاطره‌های درازمدت آنها ماندگار خواهد شد. رجوع موشکافانه به مطالب کتاب درسی، دقیقاً احترام گذاشتن به همه اینهاست.

۴. به راحتی نقاط ضعف کتاب درسی در مواجهه با مثال‌های کنکوری مشخص می‌شود

قطعاً یکی از نکات مهمی که در هنگام مطالعه کتاب‌های زیر ذره‌بین مشخص می‌شود کاستی‌های کتاب درسی است. ما تلاش کرده‌ایم مثال‌های کنکور را در جایگاه مناسب و مرتبط با متن کتاب قرار دهیم. دانش‌آموز با مقایسه این دو متوجه می‌شود که آیا می‌تواند با اطلاعات کتاب درسی از پس تست‌های مطرح‌شده در کنکورهای گذشته بر بیاید یا خیر! با توجه به این موضوع کلیدی، تألیف کتاب‌های جدید با حجم کم که فقط نقاط ضعف کتاب را پوشش دهند نیاز جدیدی است که ناشران مختلف با آن روبه‌رو خواهند بود. ناشران باید در این حوزه کتاب‌های جدیدی را طراحی و تألیف نمایند.

۵. جلوگیری از سردرگمی دانش‌آموزان در میان انبوهی از کتاب‌های کمک‌آموزشی موجود در بازار

کاملاً با شما موافقیم. اولین سؤالی که برای شروع مطالعه یک درس یا در آغاز سال تحصیلی در ذهن همه دانش‌آموزان نقش می‌بندد این است: «کدام کتاب کمک آموزشی پاسخ‌گوی نیاز من در آزمون‌هاست؟» و برای پاسخ به این پرسش هر دبیری کتاب مورد نظر خود را پیشنهاد می‌دهد و اینجاست که دانش‌آموزان با انبوهی از توصیه‌ها روبه‌رو می‌شوند که قطعاً موجب سردرگمی خواهد شد. ما با قاطعیت توصیه و تأکید می‌کنیم که مطالعه دقیق کتاب درسی، آن‌هم با رویکرد زیرذره‌بینی، از همان ابتدا دانش‌آموز را در مسیر واقعی مورد نظر سیستم آموزشی و طراحان کنکور قرار می‌دهد. کتاب درسی زیرذره‌بین کتابی است که مکمل هر یک از کتاب‌های کمک‌آموزشی موجود در بازار است و موجب می‌شود دانش‌آموز با تسلط بیشتری به تجزیه و تحلیل سؤالات کنکور بپردازد.

۶. هم در ابتدای مسیر و هم در انتهای راه

در حقیقت رویکرد تدوین این کتاب، کاربرد دوگانه‌ای را در ذهن تداعی می‌کند. رویکرد اول قبل از مراجعه به سایر کتاب‌های کمک‌آموزشی است. در این حالت دانش‌آموز با نگاهی متفاوت‌تر و عمیق‌تر به سراغ این کتاب‌ها رفته و بیشترین استفاده را در زمان کوتاهی خواهد داشت. رویکرد دوم، پس از مطالعه کتاب‌های کمک‌آموزشی است. در این حالت نیز یک دوره جمع‌بندی شیرین را با کتاب‌های زیر ذره‌بین تجربه خواهد کرد. در هر دو حالت، کتاب درسی زیرذره‌بین، یک دوست قابل اعتماد برای شما خواهد بود.

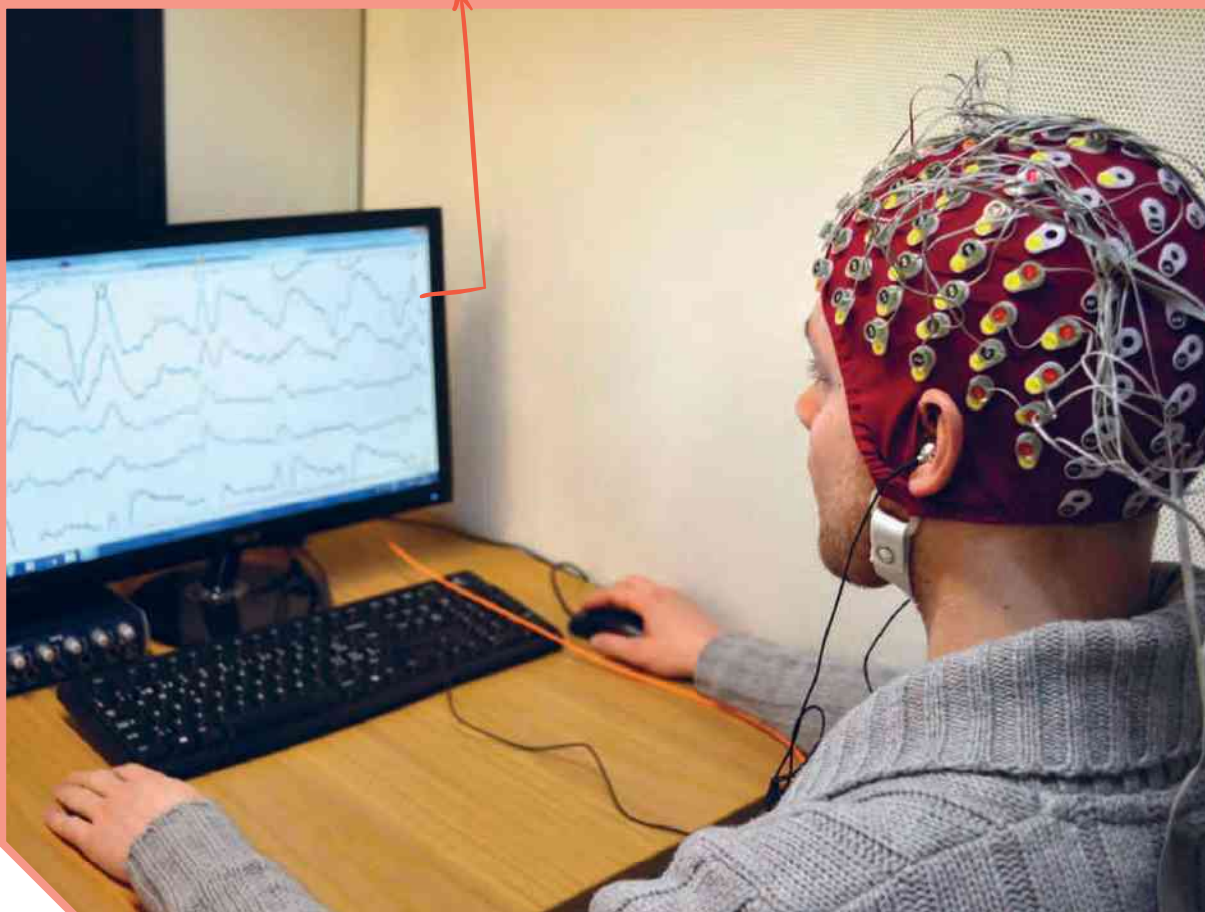
صمیمانه آرزو می‌کنیم موفقیت در کنکور سراسری، یکی از بهترین اتفاق‌های زندگی‌تان باشد.

مصطفی پویان
مدیر خانه زیست‌شناسی

فهرست

فصل اول (تنظیم عصبی)	۱
گفتار ۱: یاخته‌های بافت عصبی	۲
گفتار ۲: ساختار دستگاه عصبی	۹
فصل اول در آئینه کنکور سراسری	۱۸-۲
فصل دوم (حواس)	۱۹
گفتار ۱: گیرنده‌های حسی	۲۰
گفتار ۲: حواس ویژه	۲۳
گفتار ۳: گیرنده‌های حسی جانوران	۳۳
فصل دوم در آئینه کنکور سراسری	۳۶-۲
فصل سوم (دستگاه حرکتی)	۳۷
گفتار ۱: استخوان‌ها و اسکلت	۳۸
گفتار ۲: ماهیچه و حرکت	۴۵
فصل سوم در آئینه کنکور سراسری	۵۲-۱
فصل چهارم (تنظیم شیمیایی)	۵۳
گفتار ۱: ارتباط شیمیایی	۵۴
گفتار ۲: غده‌های درون‌ریز	۵۶
فصل چهارم در آئینه کنکور سراسری	۶۲-۲
فصل پنجم (ایمنی)	۶۳
گفتار ۱: نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع	۶۴
گفتار ۲: دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع	۶۶
گفتار ۳: سومین خط دفاعی: دفاع اختصاصی	۷۲
فصل پنجم در آئینه کنکور سراسری	۷۸-۲
فصل ششم (تقسیم یاخته)	۷۹
گفتار ۱: کروموزوم	۸۰
گفتار ۲: میتوز	۸۴
گفتار ۳: میوز و تولید مثل جنسی	۹۲
فصل ششم در آئینه کنکور سراسری	۹۶-۱
فصل هفتم (تولیدمثل)	۹۷
گفتار ۱: دستگاه تولید مثل جنسی	۹۸
گفتار ۲: دستگاه تولیدمثل در زن	۱۰۲
گفتار ۳: رشد و نمو جنین	۱۰۸
گفتار ۴: تولیدمثل در جانوران	۱۱۵
فصل هفتم در آئینه کنکور سراسری	۱۱۸-۱
فصل هشتم (تولیدمثل نهاندانگان)	۱۱۹
گفتار ۱: تولیدمثل غیرجنسی	۱۲۰
گفتار ۲: تولیدمثل جنسی	۱۲۴
گفتار ۳: از یاخته تخم تا گیاه	۱۳۰
فصل هشتم در آئینه کنکور سراسری	۱۳۶-۱
فصل نهم (پاسخ گیاهان به محرک‌ها)	۱۳۷
گفتار ۱: تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان	۱۳۸
گفتار ۲: پاسخ به محیط	۱۴۶
فصل نهم در آئینه کنکور سراسری	۱۵۲-۱
پاسخنامه تشریحی تست‌های کنکور	۱۵۲-۲
سؤالات کنکور سراسری ۱۴۰۲	۱۷۲
پاسخنامه تشریحی تست‌های کنکور ۱۴۰۲	۱۷۶

نوار مغزی بر فلاپ نوار قلب، الگوی ثابت و تکراری ندارد.



فصل ۱

تنظیم عصبی ← فقط در جانوران

متخصصان برای بررسی فعالیت‌های مغز از نوار مغزی استفاده می‌کنند. نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت شده یاخته‌های عصبی (نورون‌های) مغز است. چگونه در یاخته‌های عصبی، جریان الکتریکی ایجاد می‌شود؟ جریان الکتریکی در فعالیت این یاخته‌ها چه نقشی دارد؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها باید با ساختار یاخته‌های عصبی و دستگاه عصبی بیشتر آشنا شویم.

بافت عصبی { یافته‌های عصبی (نورون‌ها) ← یافته‌های اصلی بافت عصبی
یافته‌های پشتیبان (نوروگلیاها) ← فاقد جریان الکتریکی

* مصرف الکل و آکالوئیدها موجب بروز تغییراتی در نوار مغز خواهد شد.

هدایت پیام عصبی؛	در طول غشای نورون	الکتريکی	جابه‌یابی یون‌های K^+ و Na^+
انتقال پیام عصبی؛	از پایانه آکسون به یافته بصری	شیمیایی	به واسطهٔ مولکول‌هایی به نام ناقلین عصبی

یاخته‌های بافت عصبی

گفتار ۱

می‌دانید بافت عصبی از **یاخته‌های عصبی** و **یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها)** تشکیل شده است. شکل ۱، یک یاخته عصبی را نشان می‌دهد. این یاخته عصبی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

یاخته‌های عصبی سه عملکرد دارند: این یاخته‌ها **تحریک** پذیرند و **پیام عصبی** تولید

می‌کنند؛ آنها این پیام را **هدایت** و به یاخته‌های دیگر **منتقل** می‌کنند. به کمک ناقلین عصبی در محل سیناپس

دارینه (دندريت) رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم

یاخته عصبی وارد می‌کند. **آسه (آکسون)** رشته‌ای است که پیام

عصبی را از جسم یاخته عصبی تا انتهای خود که **پایانه آسه** نام دارد،

هدایت می‌کند. پیام عصبی از محل پایانه آسه یک یاخته عصبی به یاخته

دیگر **منتقل** می‌شود. جسم یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام

سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی است و می‌تواند پیام نیز دریافت کند.

یاخته عصبی که در شکل ۱ می‌بینید، پوششی به نام **غلاف میلین** دارد.

غلاف میلین، رشته‌های آسه و دارینه بسیاری از یاخته‌های عصبی را

می‌پوشاند و آنها را عایق‌بندی می‌کند. غلاف میلین پیوسته نیست و در

بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را **گره رانویه** می‌نامند

که با نقش آنها در ادامهٔ درس، آشنا خواهید شد.

غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی می‌سازند. شکل ۲ را ببینید، یاخته پشتیبان به

دور رشته عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد.

تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند. این یاخته‌ها

داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند؛ آنها در دفاع از یاخته‌های عصبی و

حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آنها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نیز نقش دارند.

همونوستازی و سافت غلاف میلین (ب) هسته (در قاره‌ی ترین) لایه غلاف میلین قرار می‌گیرد.

* غلاف میلین بیشتر از جنس فسفولیپید و کلسترول است.

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

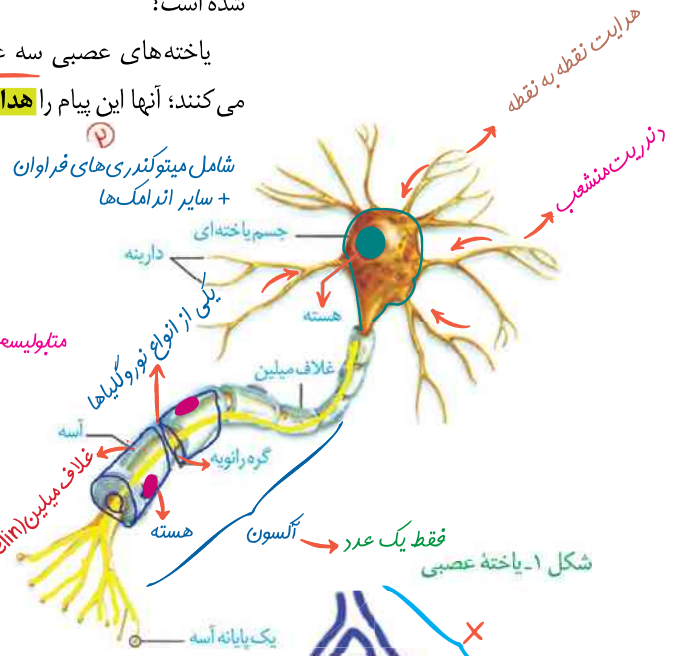
یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

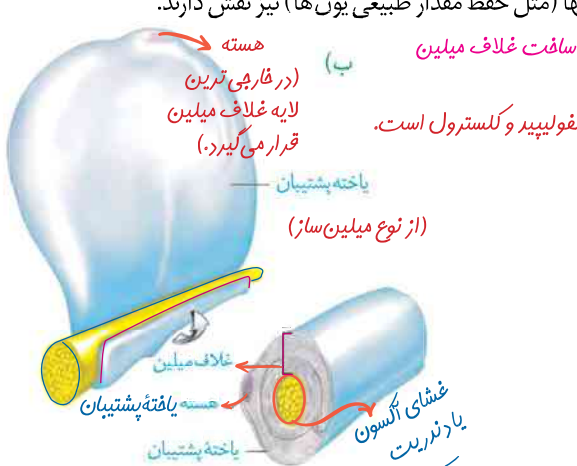
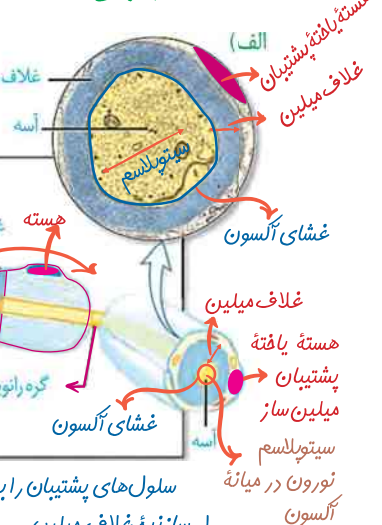
یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان

یاخته پشتیبان (از نوع میلین‌ساز) غلاف میلین غشای آکسون یاخته پشتیبان



شکل ۲- الف) غلاف میلین ب) چگونگی ساخت آن



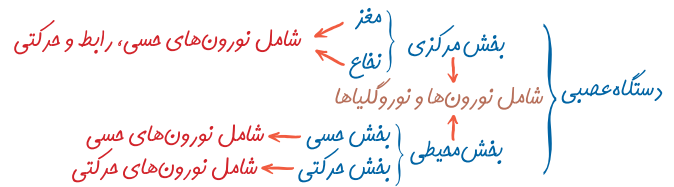
کنکور

ژن سازنده پروتئین‌های غلاف میلین، توسط نورون‌های انسانی بیان نمی‌شود. (قارچ از کشور - ۸۷)

۵- حفظ کنندهٔ همونوستازی (مثلاً حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) در مایع بین سلولی بافت عصبی

نکته

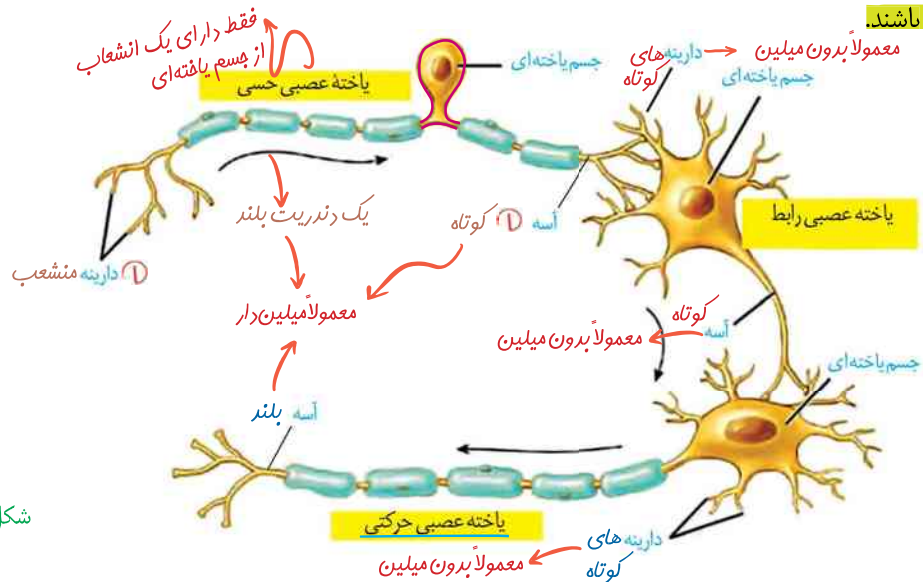
* دقت کنید که در همه انواع نورون‌ها، جسم یافته‌ای، نوک دندریت‌ها، انشعابات انتهایی آکسون‌ها و همچنین پایانه‌های آکسونی فاقد غلاف میلین و گره رانویه‌اند.



انواع یاخته‌های عصبی

شکل ۳، انواع یاخته‌های عصبی را نشان می‌دهد. یاخته‌های عصبی پیام‌ها را به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند. یاخته‌های عصبی حرکتی پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها) می‌برند. نوع سوم یاخته‌های عصبی شکل ۳، یاخته‌های عصبی رابط‌اند که در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی را فراهم می‌کنند. هر سه نوع یاخته عصبی می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند.

* در نورون‌های رابط و حرکتی، طول آکسون هر نورون، بلندتر از طول دندریت‌های خودش می‌باشد. اما در نورون حسی، طول دندریت، بلندتر از طول آکسون خودش است.



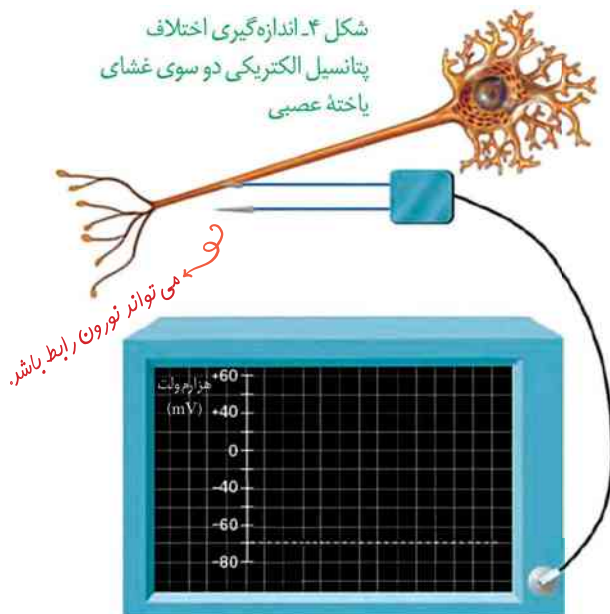
شکل ۳. انواع یاخته‌های عصبی

ساختار و کار سه نوع یاخته عصبی را که در شکل ۳ می‌بینید، مقایسه کنید.

فعالیت ۱

پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟

پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاخته عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا، یکسان نیستند، بار الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی، متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. شکل ۴، اندازه‌گیری این اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد.



پتانسیل آرامش: وقتی یاخته عصبی فعالیت عصبی ندارد (حالت آرامش)، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است (شکل ۵). این اختلاف پتانسیل را پتانسیل آرامش می‌نامند. چگونه این اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش، درباره یاخته‌های عصبی باید بیشتر بدانیم.

در جدول زیر مقایسه کلی از سه نوع نورون را مشاهده می‌کنید.

نورون هسی	نورون رابط	نورون حرکتی	وظیفه
هدایت پیام به مغز و نفاذ	ارتباط بین سایر نورون‌ها	هدایت پیام از مغز و نفاذ به سایر اندام‌ها	
بفش ممیطی + مرکزی (بیشتر سفید)	مرکزی	بفش ممیطی + مرکزی (فاکستری)	محل قرارگیری
بلند	کوتاه	کوتاه	طول دندریت
کوتاه	کوتاه	بلند	طول آکسون
۱	چند	چند	تعداد دندریت
۱	۱	۱	تعداد آکسون
معمولاً دارد	معمولاً ندارد	معمولاً ندارد	غلاف میلین و گره رانویه در دندریت
معمولاً دارد	معمولاً ندارد	معمولاً دارد	غلاف میلین و گره رانویه در آکسون
 تک قطبی	چند قطبی (دو قطبی)	چند قطبی (دو قطبی)	تعداد انشعاب در جسم سلولی
معمولاً دارد	معمولاً ندارد	معمولاً در آکسون دارد	هدایت پهنی پیام عصبی

طول دندریت: رابط > حرکتی > هسی

طول آکسون: رابط > هسی > حرکتی

* در نورون‌های رابط و حرکتی طول آکسون بلندتر از طول دندریت‌های خودشان است.

خیلی خیلی
کتاب درسی مهم است...

کاپ
کتاب آموزشی پیشرفته



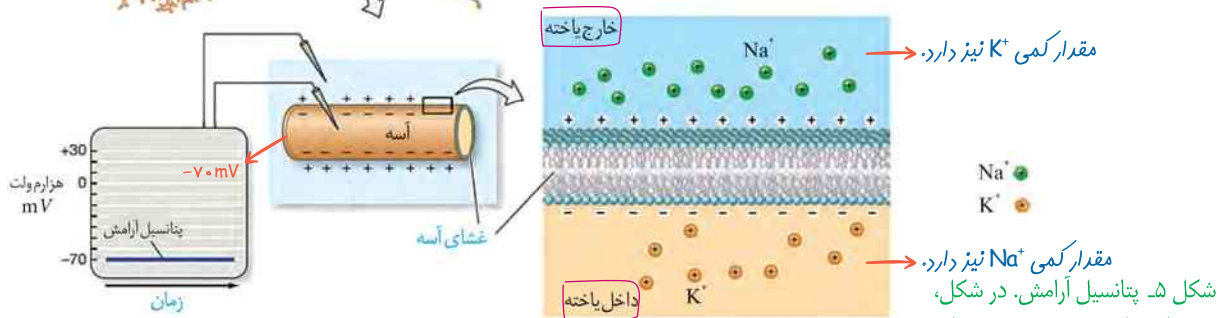
یادداشت:

نکته

غلظت یون‌های سدیم بیرون نورون (مایع بین‌یافته‌ای) همیشه بیشتر از درون نورون (سیتوپلاسم، میان یافته) است. احتمالاً نورون رابط است.

نکته

* غلظت پتاسیم درون نورون همیشه بیشتر از بیرون نورون است.

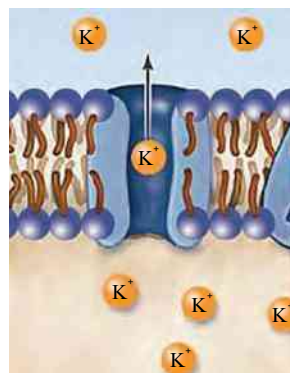


در حالت آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون یاخته عصبی زنده از داخل آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته، از بیرون آن بیشتر است. در غشای یاخته‌های عصبی، مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند. یکی از این پروتئین‌ها، **کانال‌های نشستی** هستند که یون‌ها می‌توانند به روش انتشار تسهیل شده از آنها عبور کنند (شکل ۶- الف). از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم، خارج و یون‌های سدیم به درون یاخته عصبی وارد می‌شوند. تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از یون‌های سدیم ورودی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد.

بیشتر بودن تعداد کانال‌های نشستی پتاسیمی **پمپ سدیم - پتاسیم**، پروتئین دیگری است که در سال گذشته با آن آشنا شدید. در هر بار فعالیت این پمپ، سه یون سدیم از یاخته عصبی خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می‌شوند. این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کند (شکل ۶- ب).

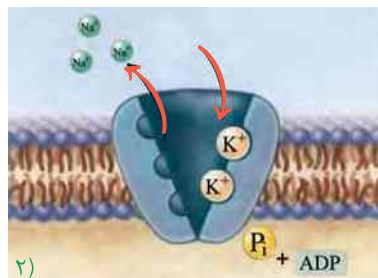
* کانال‌ها و پمپ‌ها، پروتئین‌های سرتاسری در عرض غشا هستند.

* دقت کنید که یک یون پتاسیم بزرگ‌تر از یک یون سدیم است.

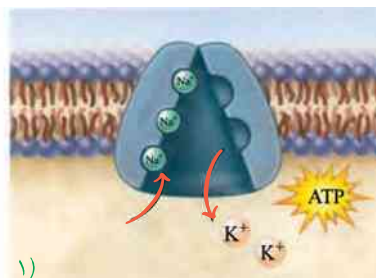


(الف)

* می‌توان گفت پمپ سدیم - پتاسیم فاشیت انرژی می‌دارد و در هر بار فعالیت خود، یک مولکول ATP را همراه با مصرف یک مولکول آب، هیدرولیز می‌کند.



(ب) وقتی رو به بیرون باز است، در سمت داخل، فسفات به آن پسبیده است.



وقتی به داخل باز است، ATP به آن می‌پسبد.

شکل ۶- الف) کانال نشستی که عبور یون‌های پتاسیم از آن نشان داده شده است. ب) چگونگی کار پمپ سدیم - پتاسیم

* پمپ بر خلاف کانال نشستی در غشای نورون، تغییر وضعیت مکانیکی دارد. البته دقت کنید که شل فصل یک دهم برای انتشار تسهیل شده، نوعی پروتئین فاص برای انتشار تسهیل شده است که می‌تواند تغییر وضعیت مکانیکی داشته باشد.

فعالیت ۲

در گروه خود درباره پرسش های زیر گفت و گو و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

۱- کار پمپ سدیم - پتاسیم و کانال های نشستی را با هم مقایسه کنید .

۲- چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته های عصبی از بیرون آنها کمتر است؟

پتانسیل عمل: دانستید که در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته عصبی از بیرون آن کمتر

است. وقتی یاخته عصبی تحریک می شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای

آن به طور ناگهانی تغییر می کند؛ داخل یاخته از بیرون آن، مثبت تر می شود و پس از زمان کوتاهی،

اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش بر می گردد. این تغییر را پتانسیل عمل می نامند.

هنگام پتانسیل عمل، در یاخته عصبی چه اتفاقی می افتد؟

در غشای یاخته های عصبی، پروتئین هایی به نام **کانال های دریچه دار** وجود دارند که با تحریک

یاخته عصبی باز می شوند و یون ها از آنها عبور می کنند. وقتی غشای یاخته تحریک می شود، ابتدا

کانال های دریچه دار سدیمی باز می شوند و یون های سدیم فراوانی وارد یاخته و بار الکتریکی

درون آن، مثبت تر می شود. پس از زمان کوتاهی این کانال ها بسته می شوند و **کانال های دریچه دار**

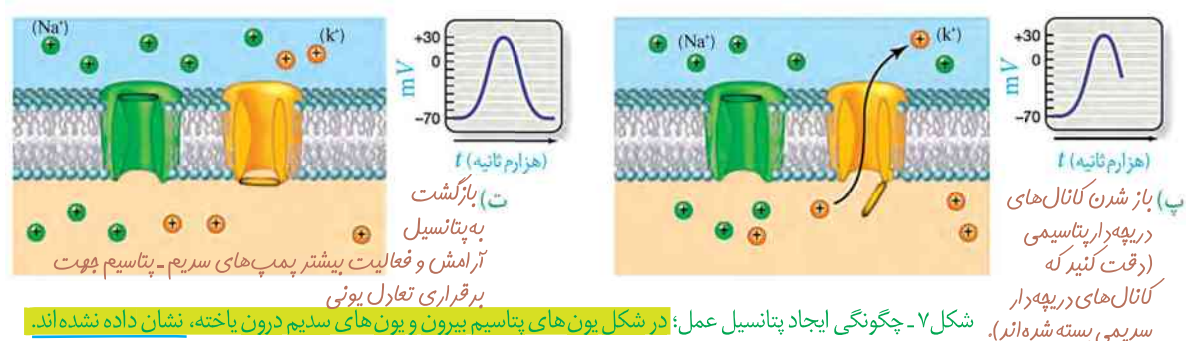
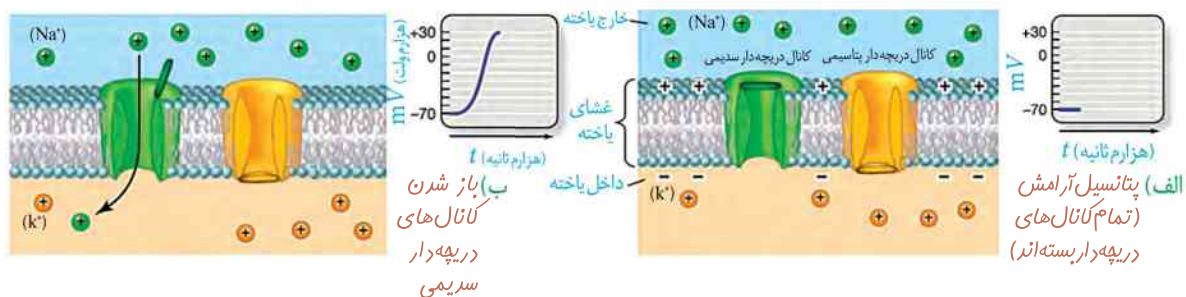
پتاسیمی باز و یون های پتاسیم خارج می شوند. این کانال ها هم پس از مدت کوتاهی بسته می شوند

(شکل ۷). به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به پتانسیل آرامش (-70) بر می گردد.

فعالیت بیشتر پمپ سدیم - پتاسیم موجب می شود غلظت یون های سدیم و پتاسیم در دو سوی

غشا دوباره به حالت آرامش باز گردد. **اما فعال است، اما پس از پتانسیل عمل، فعالیت بیشتری دارد.**

با تعادل یونی



شکل ۷- چگونگی ایجاد پتانسیل عمل؛ در شکل یون های پتاسیم بیرون و یون های سدیم درون یاخته، نشان داده نشده اند.

کنکور

در مورد پتانسیل عمل ایپار شده در غشای یک نورون هسی، در پی بسته شدن کانال های دریچه دار سدیمی، پتانسیل درون سلول نسبت به فارچ منفی می شود. (سراسری - ۹۲)

* دریچه کانال دریچه دار سدیمی رو به بیرون غشای نورون است.

* دریچه کانال دریچه دار پتاسیمی رو به درون غشای نورون است.



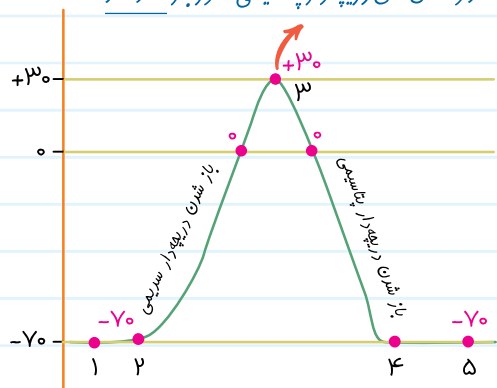
- پروتئین‌های اصلی غشای نورون (برای پتانسیل عمل و آرامش)
- ۱- کانال نشستی (برون دریچه) سریم ← انتشار تسهیل‌شده برای ورود سریم
 - ۲- کانال نشستی (برون دریچه) پتاسیم ← انتشار تسهیل‌شده برای خروج پتاسیم
 - ۳- کانال دریچه‌دار سریم ← انتشار تسهیل‌شده برای ورود سریم
 - ۴- کانال دریچه‌دار پتاسیم ← انتشار تسهیل‌شده برای خروج پتاسیم
 - ۵- پمپ سریم - پتاسیم ← انتقال فعال
- فروچ سه یون سریم
ورود دو یون پتاسیم
مصرف یک ATP در هر بار فعالیت

نکته

انتشار تسهیل‌شده
انتقال فعال
هم ورود و فروچ سریم و هم ورود و فروچ پتاسیم از عرض غشای یافته عصبی به‌طور دائم (هم در پتانسیل آرامش و هم در پتانسیل عمل) انجام می‌شود.

انتقال فعال
انتشار تسهیل‌شده

نوک قله: تمام کانال‌های دریچه‌دار سریمی بسته شده‌اند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی هنوز باز نشده‌اند.



۱ تا ۲ ← (آرامش)

۲ ← باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سریمی

۲ تا ۳ ← کانال‌های دریچه‌دار سریمی بازند.

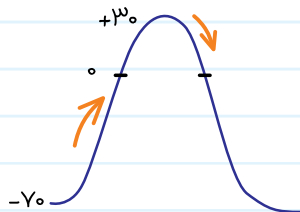
۳ ← دریچه‌دارهای سریمی بسته می‌شوند و دریچه‌دارهای پتاسیمی باز می‌شوند (پتانسیل عمل)

۳ تا ۴ ← کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بازند.

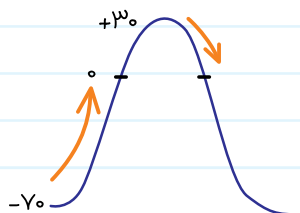
۴ ← دریچه‌دارهای پتاسیمی بسته می‌شوند (بازگشت به پتانسیل آرامش)

۴ تا ۵ ← فعالیت شدیدتر پمپ‌های سریم - پتاسیم ← برقراری تعادل یونی در نقطه ۵ شبیه به نقطه ۱ تا نقطه ۲

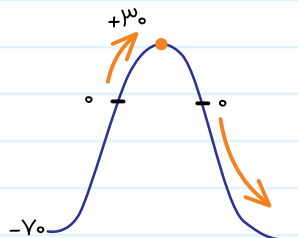
افتلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون در طی دو مرحله به صفر نزدیک می‌شود.



کجاها افتلاف پتانسیل بین دو سوی غشای نورون کاهش می‌یابد؟



کجاها افتلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون افزایش می‌یابد؟



* در جسم یافته‌ای، نوک دندریته‌ها و انتهای آکسون و پایانه‌های آکسونی، غلاف میلین نداریم!

فعالیت ۳

وضعیت کانال‌های غشای یاخته عصبی را در ۴ مرحله شکل ۷ مقایسه کنید.

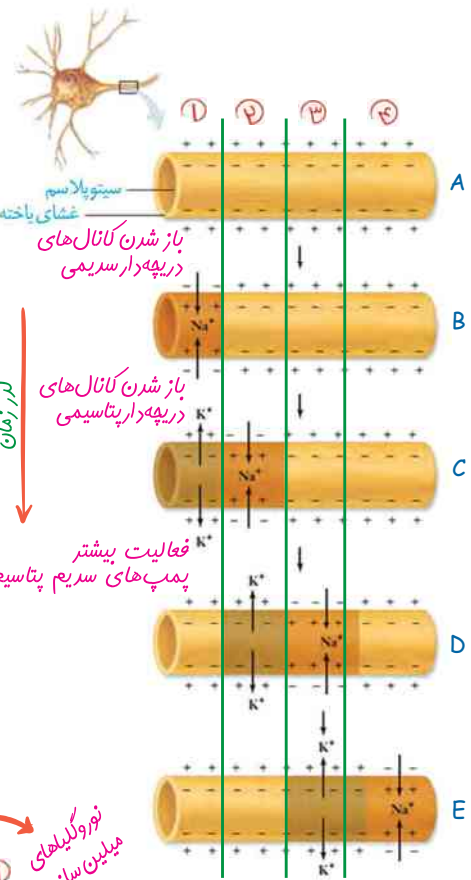
وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی برسد. این جریان را **پیام عصبی** می‌نامند (شکل ۸). رشته عصبی **آسه** یا **دارینه** بلند است. **الکتریکی حاصل جابه‌جایی یون‌ها نه ریشه عصبی!**

گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار از رشته‌های بدون میلین هم **قطر سریع‌تر** است؛ درحالی که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. دانستید در یاخته‌های عصبی میلین‌دار، **گره‌های رانویه** وجود دارد. در محل این گره‌ها، میلین وجود ندارد و رشته عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. بنابراین، در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی **درون** رشته عصبی از یک گره به گره دیگر **هدایت** می‌شود. در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌جهد. به همین علت، این هدایت را **هدایت جهشی** می‌نامند (شکل ۹). در ماهیچه‌های اسکلتی سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی آنها میلین‌دار است. کاهش یا افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً در بیماری ام.اس (مالتیلی اسکلروزیس) یاخته‌های پشیمانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود. **مغزو نفاق**

بیماری
فورا ایمنی

* دقت کنید که در بیماری MS، غشای نورون آسیب نمی‌بیند.



شکل ۸- هدایت پیام عصبی

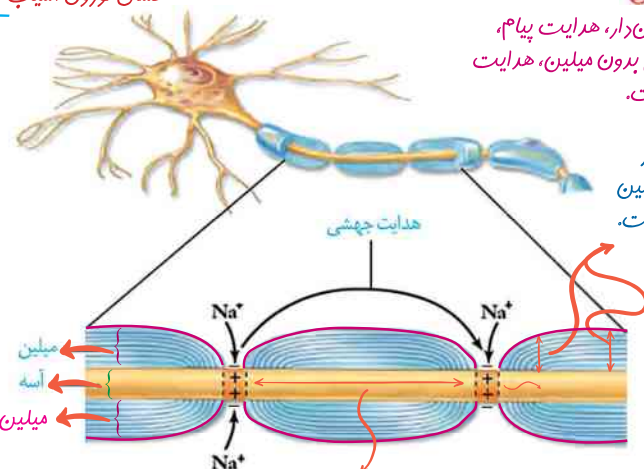
کنکور

عامل مولر بیماری مالتیلی اسکلروزیس هدایت پیران عصبی را در برخی نورون‌های سیستم عصبی مفل می‌سازد. (فارج از کشور - ۸۸)

کنکور

در دستگاه عصبی انسان، میلین، مانعی در مقابل تغییر پتانسیل غشای سلول عصبی است. (فارج از کشور - ۹۱)

شکل ۹- هدایت جهشی در نورون میلین‌دار



نمی‌توان گفت در پتانسیل آرمش است!

۱- Multiple Sclerosis

* طبق فعالیت صفحه بصری، ممبریم بگیم در محل غلاف میلین، غشای نورون فاقد کانال‌های دریچه‌دار است.

کنکور

در ارتباط با یک یافته عصبی فاقد میلین انسان، سرعت هدایت پیام عصبی در بین هر دو نقطه متوالی یک رشته عصبی (با قطر یکنواخت)، مقدار ثابتی است. (سراسری - ۹۹)