
بسم الله الرحمن الرحيم

شرح جامع

فیزیولوژی جانوری

«زیست شناسی»

مولف: زهرا نظری

انتشارات ارشد

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس(منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشـــــر

www.arshadbook. ir

تقدیم به:

پدرم که فروزش مهرش زندگی ام را روشنی بخشیده است

و

مادرم که فروغ محبتش نشاط آور و شور انگیز است.

تقدیم به:

روان پاک آموزگارانی که مـرا الفبـا آموختنـد و مـشعل دار واقعی شکوفایی دانش، فرهنـگ و تمـدن در پهنـه‌ی ایـران عزیزمان می‌باشند.

پیشگفتار مولف

فیزیولوژی جانوری یکی از ارکان اصلی دانش زیست شناسی و یکی از مهمترین دروس کنکور کارشناسی ارشد زیست‌سناسی می‌باشد. کتاب حاضر شامل موضوعات اصلی فیزیولوژی از قبیل فیزیولوژی غشا، عصب و عضله، گردش خون، اعصاب، هرمونها، تنفس، گوارش و دستگاه ادراری می‌باشد.

در این کتاب سعی شده است تمامی سرفصلها و مطلب مهم کنکور کارشناسی ارشد زیست شناسی (علوم جانوری) گنجانده شود در پایان هر بخش نکات کلیدی ذکر شده است. همچنین تست‌های تألیفی ارائه شده به یادگیری هر چه بیشتر داوطلبان عزیز کمک خواهد کرد.

کوشش فراوانی نمودم تا کتاب حاضر در حد امکان عاری از ایراد باشد که البته امری محال است. به هر حال آمادگی خود را برای پذیرش انتقادات و نظرات اصلاحی صاحب نظران و خوانندگان ارجمند اعلام می‌دارم.

بر خود لازم می‌دارم از توجهات معلم گرامی سر کار خانم نوریه هواسی و برادر عزیزم جناب آقای مهدی نظری صمیمانه سپاسگذاری نمایم در پایان از کادر زحمت‌کش انتشارات ارشد تشکر می‌نمایم.

زهرا نظری

زمستان ۸۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ناشر ۳
پیشگفتار مؤلف ۵

بخش اول: فیزیولوژی غشاء عصب و عضله

فصل اول: انتقال مواد از غشای سلول ۱۱
فصل دوم: پتانسیلهای غشاء و پتانسیلهای عمل ۱۷
فصل سوم: تحریک و انقباض عضله ی اسکلتی ۲۴
فصل چهارم: تحریک و انقباض عضلهٔ صاف ۳۲

بخش دوم: قلب و گردش خون

فصل اول:عضلهٔ قلبی، اکستاسیون ریتمیک قلب و الکتروکاردیوگرام طبیعی قلب ۴۰
فصل دوم: کلیات گردش خون، گردش خون در مویرگها و سیستم لنفاوی، کنترل جریان خون ۴۸
فصل سوم: تنظیم عصبی گردش خون، کنترل فشار شریانی، برون ده قلبی و بازگشت وریدی، گردش خون کورونر ۵۶

بخش سوم: تنفس

فصل اول: تهویه‌ی ریوی، گردش خون ریوی و تبادلات گازی از غشای تنفسی ۷۳
فصل دوم: انتقال گازهای تنفسی در خون، تنظیم تنفس ۷۸

بخش چهارم: کلیه‌ها و مایعات بدن

فصل اول: فیلتراسیون گلومرولی، جریان خون کلیوی و کنترل آنها ۸۷
فصل دوم: پردازش توبولی فیلترای گلومرولی، تنظیم تعادل اسیدی – بازی و رفلکس ادرار کردن ۹۰

بخش پنجم: گوارش

فصل اول: اصول کلی عمل دستگاه گوارش و کنترل عصبی آن ۱۰۶
فصل دوم: اعمال ترشحی لوله گوارش، هضم و جذب در لوله گوارش ۱۱۰

بخش ششم: غدد درون ریز

فصل اول: مقدمات اندوکرینولوژی، هورمونهای هیپوفیزی و کنترل آنها توسط هیپوتالاموس ۱۱۸
فصل دوم: هورمون های تیروئید، هورمونهای کورتکس فوق کلیه ۱۲۷
فصل سوم: انسولین و گلوکاگون، هورمون پاراتیروئید، کلسی تونین ۱۳۴
فصل چهارم: اعمال تولید مثلی و هورمونی مرد و زن: عمل غده پینه آل ۱۴۰

عنوان **صفحه**

بخش هفتم: فیزیولوژی حواس

فصل اول: اعمال پایه ی سیناپس ها و مواد میانجی، گیرنده های حسی ۱۶۱
فصل دوم: حس های پیکری (تماسی، وضعی، حرارتی، درد) ۱۶۹
فصل سوم: حس های ویژه (بینایی، بویایی، شنوایی و چشایی) ۱۷۵

بخش هشتم: سیستم عصبی مرکزی

فصل اول: اعمال حرکتی نخاع و رفلکس های نخاعی، کنترل اعمال حرکتی توسط قشر و تنه ی مغز ۱۸۹
فصل دوم: قشر مغز، یادگیری، سیستم لمبیک، نقش مخچه و عقده های قاعده ای در کنترل حرکت ۱۹۷
فصل سوم: خواب، سیستم عصبی خود مختار، جریان خون مغز ۲۰۷

منابع و مآخذ ۲۱۸

بخش اول

فیزیولوژی غشاء عصب و عضله

عناوین اصلی

- انتقال مواد از غشای سلول
- پتانسیل‌های غشاء و پتانسیل‌ها عمل
- تحریک و انقباض عضله‌ی اسکلتی
- تحریک و انقباض عضله‌ی صاف

فصل اول

انتقال مواد از غشای سلول

غشای سلول از دو لایه چربی تشکیل شده است که مولکولهای پروتئینی در خلال آن قرار گرفته اند. غشای سلول سدی در برابر حرکت مولکولهای آب و مواد محلول در آب، بین مایع داخل سلولی و مایع خارج سلولی است. اما معدودی مواد می‌توانند در بین دو لایه چربی نفوذ کرده و مستقیماً از خود ماده ای چربی انتشار یابند. همچنین در غشاء پروتئنیهای مختلفی قرار دارند که دارای اعمال مختلفی هستند شامل:

۱- برخی پروتئینها به نام پروتئینهای کانال دارchannel proteins سرتاسر عرض غشاء را طی می کنند. این کانالها در داخل خود دارای فضای پرآبی هستند که حرکت آزاد آب، یونها و برخی مولکولهای انتخابی را امکان پذیر می سازند.

۲- نوع دوم پروتئینهای انتقال دهندۀ غشاء، پروتئینهای حامل یا carrier proteins هستند که با مولکولهایی که باید انتقال داده شوند ترکیب شده و آنگاه در ساختار این پروتئینها تغییر ایجاد می‌شود و مواد از طریق فضای داخل پروتئین حامل به طرف دیگر غشاء منتقل می‌شوند.

📖 **نکته:** پروتئینهای حامل و کانال دار از نظر نوع یونها و مولکولهایی که انتقال می‌دهند بسیار انتخابی عمل می کنند.

به طورکلی مواد به دو روش از غشای سلول منتقل می‌شود:

۱- انتشار (دیفوزیون) ۲- انتقال فعال

دیفوزیون

به حرکت مداوم مولکولها در میان یکدیگر، در مایعات و گازها را انتشار می گوییم. روند انتشار نیازی به مصرف انرژی ندارد و انرژی لازم برای انجام آن از انرژی حرکت جنبشی طبیعی ماده حاصل می‌شود. انتشار در جهت شیب الکتروشیمیایی ماده انجام می‌شود. به طورکلی انتشار به دو صورت انتشار ساده و انتشار تسهیل شده قابل انجام است.

دیفوزیون ساده

انتشار ساده از طریق منافذ غشاء و یا فضای بین مولکولی در غشاء انجام می‌شود. انتشار ساده بدون ترکیب شدن ماده با مولکول حامل انجام می‌شود. انتشار ساده ی مواد در غشاء از دو مسیر انجام می‌شود:

الف) انتشار سادۀ مواد از طریق فضاهای بین مولکولهای دو لایه لیپیدی: اگر مادۀ انتشاریابنده محلول در چربی باشد از این مسیر انتشار می‌یابد. سرعت این نوع انتشار به قابلیت انتشار ماده در چربی بستگی دارد. برای مثال قابلیت انتشار نیتروژن و الکلها در چربی زیاد است بنابراین این مواد مستقیماً از دو لایۀ لیپیدی انتشار می‌یابند.

ب) انتشار ساده از طریق کانالهای پروتئینی پر از آب: انتشار ساده ی آب و سایر مولکولهای نامحلول در چربی به این روش انجام می‌شود. اگرچه آب در چربی بسیار نفوذناپذیر است اما از طریق کانالهای پروتئینی به راحتی و با سرعت بالا انتشار می‌یابد. دیگر مواد غیرمحلول در چربی نیز در صورت محلول بودن و داشتن اندازه ی کوچک به سرعت از کانالها انتشار می‌یابند، در صورتی که با بزرگتر شدن اندازهٔ آنها قدرت نفوذشان کاهش می‌یابد.

ویژگیهای اصلی کانالهای پروتئینی

۱- نفوذپذیری انتخابی
۲- دریچه دار بودن

نفوذپذیری انتخابی کانالها

این امر ناشی از ویژگیهای کانال مثل قطر، شکل و ماهیت الکتریکی در طول سطح درونی کانال است. برای مثال اختصاصی بودن کانالهای سدیم به علت وجود بار منفی در سطح داخلی کانال می‌باشد در حالی که اختصاصی بودن کانالهای پتاسیمی به علت کوچک بودن اندازهٔ کانال می‌باشد.

دریچه دار بودن کانال

دریچه ها استطاله های کانال ها می‌باشند که با ایجاد تغییرشکل در کانالها موجب باز و یا بسته شدن آنها می‌شوند. این باز و بسته شدن به دو روش کنترل می‌شود:

۱- باز و بسته شدن ولتاژی: در این روش، دریچه ها به پتانسیل الکتریکی بین دو سوی غشاء پاسخ داده و موجب تغییرشکل در کانال می‌شوند. مثال: تولید سیگنالهای عصبی.

۲- بازوبسته شدن شیمیایی (لیگاندی): در این حالت، یک مادهٔ شیمیایی (لیگاند) به وسیلهٔ ترکیب شدن با پروتئین گیرنده باعث بازشدن دریچه می‌شود.

مثال: بازشدن کانالهای استیل کولینی توسط استیل کولین (لیگاند)، که در انتقال سیگنال عصبی از یک سلول عصبی به سلول دیگر و از سلولهای عصبی به عضلانی نقش عمده ای دارد.

انتشار تسهیل شده

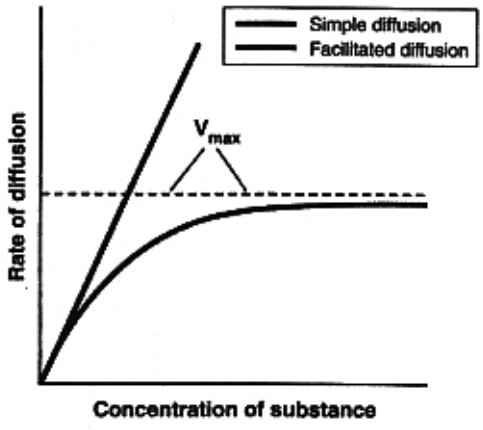
این نوع انتشار توسط پروتئینهای حامل انجام می‌شود، یعنی یک پروتئین حامل اختصاصی به ماده کمک می‌کند که از غشاء انتشار یابد. گلوکز و بیشتر اسیدهای آمینه توسط روند انتشار تسهیل شده از غشاء می‌گذرند.

📖 **نکته:** انتشار ساده و انتشار تسهیل شده هر دو بدون مصرف انرژی صورت می‌گیرند و هر دو در جهت شیب الکتروشیمیایی انجام می‌شوند،یعنی مواد از جای با تراکم و غلظت بیشتر به جای با تراکم کمتر انتشار می‌یابند.

تفاوتهای عمدهٔ انتشار ساده و تسهیل شده

۱- انتشار تسهیل شده توسط پروتئین حامل و انتشار ساده بدون استفاده از پروتئین حامل انجام می‌شود.

۲- سرعت انتشار ساده متناسب با غلظت مادهٔ انتشار یابنده افزایش می‌یابد و در نمودار سرعت- غلظت ماده، انتشار ساده به صورت تابع خطی سیر می‌کند، اما در انتشار تسهیل شده به تدریج که غلظت ماده افزایش می‌یابد، سرعت دیفوزیون به یک حداکثر موسوم به سرعت ماکسیموم V_{max} نزدیک می‌شود. به عبارتی سرعت در انتشار تسهیل شده نمی‌تواند از حد max بالاتر رود.



عوامل مؤثر بر سرعت انتشار

۱- هرچه اختلاف غلظت دو طرف غشاء بیشتر باشد سرعت انتشار بیشتر است و بر عکس.
۲- هرچه اختلاف پتانسیل الکتریکی دو طرف غشاء بیشتر باشد سرعت انتشار بیشتر است و بر عکس.
۳- هرچه اختلاف فشار دو طرف غشاء بیشتر باشد سرعت انتشار بیشتر است و بر عکس.
۴- هرچه سطحی که انتشار از طریق آن صورت می گیرد وسیعتر باشد انتشار ماده بیشتر است و بر عکس.

اسمز

فراوان ترین ماده ای که بین دو سوی غشاء انتشار می‌یابد آب است. حرکت خالص آب بر اثر یک اختلاف غلظت برای آب، اسمز نامیده می‌شود. یعنی جهت اسمز از جای با غلظت بالا برای آب به جای با غلظت کم آب می‌باشد.

انتقال فعال Active Transport

قبلاً توضیح داده شد که هرگاه پروتئینهای حامل، مواد را در جهت گرادیان شیمیایی، الکتریکی و یا فشاری حرکت دهند انتشار تسهیل شده صورت گرفته است که این روند نیازی بر مصرف انرژی ندارد مانند انتقال گلوکز توسط پروتئینهای حامل از مایع خارج سلولی به سیتوپلاسم سلول در جهت شیب الکتروشیمیایی. حال اگر پروتئینهای حامل مواد را در خلاف جهت شیب الکتروشیمیایی یا فشاری جابجا کنند انتقال فعال صورت گرفته است که این فرآیند انرژی خواه بوده و این انرژی در سلولهای حیوانی تقریباً به طور کامل توسط هیدرولیز ATP تأمین می‌شود. انتقال فعال هنگامی صورت می گیرد که غلظت بالای یک ماده در داخل یا خارج سلول نیاز است. به عنوان مثال در مورد یونهای k^+ نیاز است که غلظت این یونها در داخل سلول بالا باشد و برعکس در مورد یونهای Na^+ نیاز است که غلظت این یونها در خارج سلول بیشتر باشد که این نیاز توسط پمپ $Na^+ - k^+$ ATPase تأمین می‌شود.

انتقال فعال به دو روش انتقال فعال اولیه و انتقال ثانویه صورت می گیرد. این تقسیم بندی براساس منبع انرژی مورد نیاز برای انتقال فعال صورت می گیرد. در انتقال فعال اولیه انرژی مورد نیاز مستقیماً از ATP و یا دیگر ترکیبات فسفاتی پرانرژی دیگر حاصل می‌شود. در حالی که در انتقال فعال ثانویه از انرژی ذخیره شده به صورت اختلاف غلظت یونها در دو سوی غشاء استفاده می‌شود که این اختلاف غلظت خود از انتقال فعال اولیه حاصل شده است.

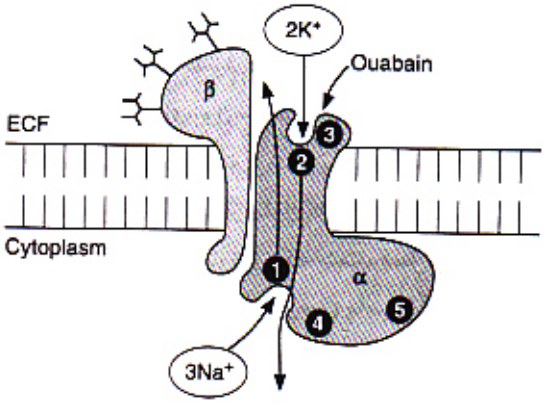
فرآیند انتقال فعال اولیه و انتقال فعال ثانویه هر دو به وسیلهٔ پروتئینهای حامل انجام می‌گیرند.

مهمترین سیستمهای انتقال فعال اولیه

۱- پمپ سدیم- پتاسیم: پمپ سدیم پتاسیم نوعی سیستم انتقال فعال اولیه است که برخلاف جهت شیب الکتریکی و شیمیایی سدیم را به خارج سلول و پتاسیم را به داخل سلول انتقال می‌دهد.

بطوریکه دارای ۳ محل گیرنده برای یون Na^+ در داخل سلول و ۲ محل گیرنده برای k^+ در خارج سلول می‌باشد.

بخش داخلی سلولی گیرنده در محلی نزدیک به جایگاه Na^+ دارای فعالیت آدنوزین تری فسفاتازی است که انرژی حاصل از هیدرولیز ATP موجب تغییرشکل فضایی در پروتئین و جابجایی $۲k^+$ به داخل سلول و $۳Na^+$ به خارج سلول می‌شود.



اعمال پمپ $k^+ - Na^+$ ATpase

۱- ماهیت الکتروژنیک پمپ

۲- کنترل حجم سلول

پمپ سدم پتاسیم هربار ۲ یون مثبت را وارد سلول می‌کند در حالیکه ۳ یون مثبت را خارج می‌کند. بنابراین در هر دور یک بار مثبت را به بیرون از سلول می راند که موجب مثبت شدن پتانسیل در خارج و منفی تر شدن پتانسیل در داخل سلول می‌شود، که این اختلاف پتانسیل الکتریکی برای انتقال سیگنالهای عصبی و عضلانی نیاز است.

پمپ سدیم- پتاسیم موجب بیرون راندن یونهای مثبت بیشتری به خارج از سلول می‌شود و سپس آب نیز برطبق فرآیند اسمز به خارج هدایت می‌شود در نتیجه این پمپ از تورم و ترکیدن سلول جلوگیری می‌کند.

۲- $Ca^{۲+} - ATPse$: در سیتوپلاسم سلول نیاز است که غلظت $Ca^{۲+}$ در حد پایینی حفظ شود. هر سلول دارای ۲ نوع پمپ است که با انتقال فعال اولیه موجب کاهش $Ca^{۲+}$ سیتوزولی می‌شوند، یکی پمپ کلسیم در غشای سلول که کلسیم را به خارج سلول می راند و یکی پمپ کلسیم در غشای اندامکهایی مثل میتوکندری و رتیکولوم سارکوپلاسمیک که یون کلسیم را به داخل اندامکها انتقال می‌دهند.

۳- $H^+ - ATPse$: سیستمهای مهم انتقال فعال اولیه یون H^+ در قسمت های زیر موجود می‌باشند:

۱- انتهای توبولهای دیستال و مجاری جمع کننده ادرار در قشر کلیه

۲- غدد گاستریک معده که در فصول فیزیولوژی دستگاه گوارش و کلیه شرح داده خواهد شد.

انواع پروتئیهای انتقالی از نظر تعداد و جهت مادهٔ انتقالی

برخی از پروتئیهای حامل فقط یک ماده را انتقال می‌دهند که این پروتیئنها موسوم بـه Uniport هـستند و در رونـد انتقـال فعال اولیه نقش دارند. مثل پمپ کلسیم و پمپ هیدروژن.

برخی دیگر از پروتئینها برای انجام انتقال نیاز دارند که به دو ماده متصل شوند که ایـن ترانـسپورترها در انتقـال فعـال ثانویه (به دو روش هم انتقالی و انتقال در دو جهت مخالف) وارد عمل می‌شوند .

انتقال فعال ثانویه

انتقال فعال اولیهٔ سدیم باعث می‌شود که غلظت Na^+ در خارج از سلول بالا رود کـه ایـن یونهـای موجـود در خـارج سـلول تمایل دارند به داخل غشای پلاسمایی انتشار یابند، این شیب غلظت یونهای Na^+ یک منبع انرژی است که می تواند موجـب انتقال فعال ثانوهٔ مادهٔ دوم شود.

الف) هم انتقالی co-transport: اگر انرژی حاصل از انتشار سدیم به داخل موجب شود که دیگر مادهٔ انتقالی نیـز بـرخلاف شیب الکتروشیمیایی به داخل سلول انتقال یابد، این روند هم انتقالی گفته می‌شود که نوعی انتقال فعال ثانویه است.

مثال: هم انتقالی سدیم با گلوکز و یا اسیدهای آمینه که موجب انتقال آنها به داخل سلول می‌شود.

📖 **نکته:** هم انتقالی سدیم با گلوکز و اسیدهای آمینه در سلولهای اپیتلیالی روده و توبولهای کلیوی موجب جذب این مواد به داخل خون می‌شود.

ب) انتقال در دو جهت مخالفantiport (counter transport): در این روش انتشار سـدیم بـه داخـل سـلول موجـب انتقال مادهٔ دوم در ***خلاف جهت*** شیب الکتروشیمیایی به خارج سلول می‌شود.

مثال: آنتی پورت سدیم با یونهای کلسیم یا هیدروژن

📖 **نکته:** کلسیم و هیدروژن به دو روش به خارج سلول انتقال داده می‌شوند:

۱- انتقال فعال اولیه $Ca^{2+} - ATPase$

۲- انتقال فعال ثانویه به روش آنتی پورت با سدیم $H^+ - ATPase$

📖 **نکته:** پمپ $Na^+ - k^+$ ATPase که به روش انتقال فعـال اولیـه عمـل مـی‌کنـد نـوعی انتقـال فعـال Antiport اسـت.