

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## زیست شناسی (۲)

رشته علوم تجربی

راهنمای معلم

پایه یازدهم  
دوره دوم متوسطه



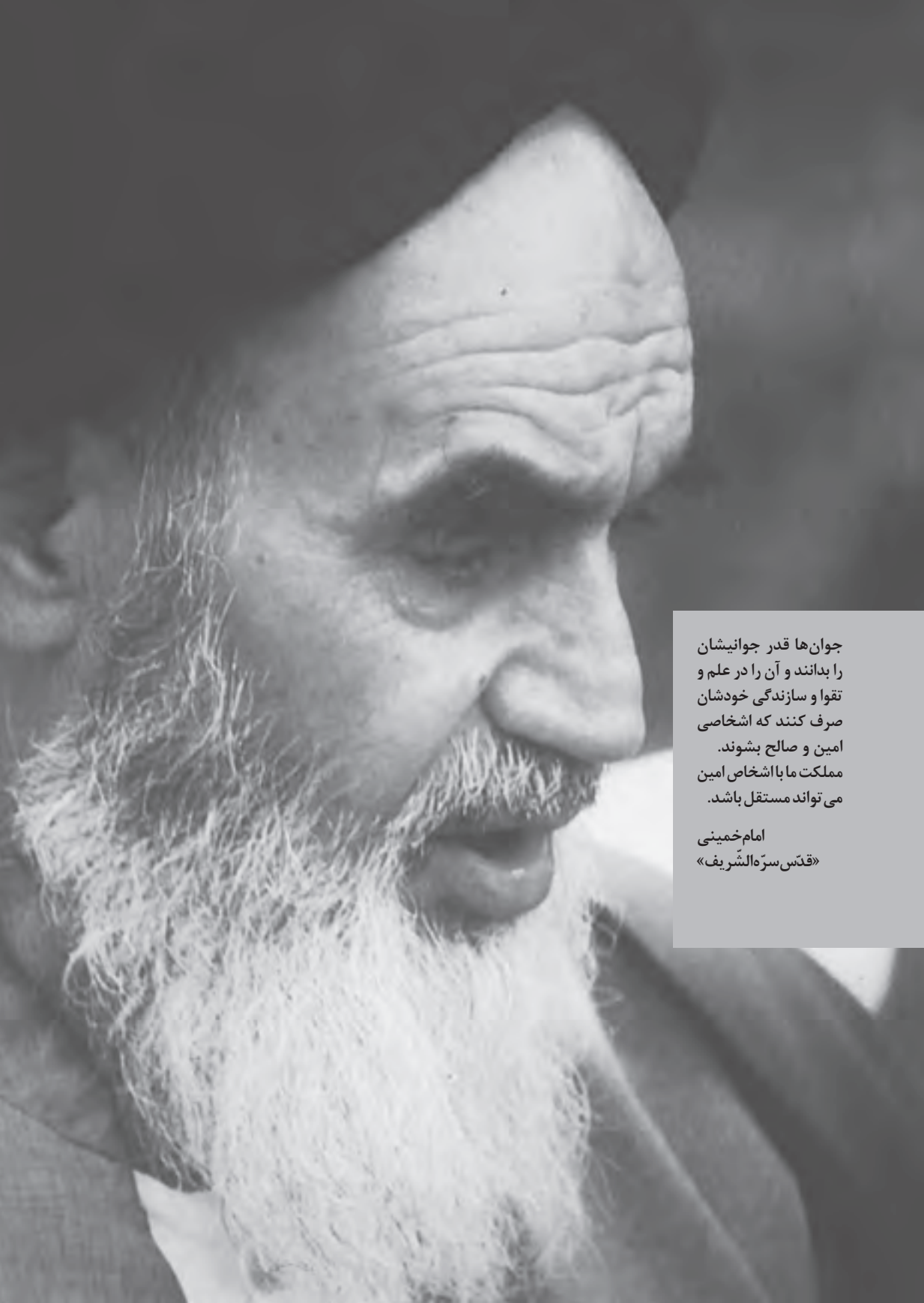
وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

- نام کتاب: راهنمای معلم زیست‌شناسی (۲) پایه یازدهم - دوره دوم متوسطه - ۱۱۱۳۶۱
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: سیدعلی آل محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، الهه علوی و بهمن فخریان (اعضای گروه تألیف) - سیداکبر میرجعفری (ویراستار)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- شناسه افزوده آماده‌سازی: لیدا نیک‌روش (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری) - مهلا مرتضوی (صفحه‌آرا) - زهره برهانی، فاطمه طباطبایی، وجیهه برادران سادات، زهرا خیرخواه، کبری اجابتی و ناهید خیام‌باشی (امور آماده‌سازی)
- نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹  
وبگاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir
- ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۶

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۳۰۱۷-۷

ISBN: 978-964-05-3017-7



جوان‌ها قدر جوانیشان  
را بدانند و آن را در علم و  
تقوا و سازندگی خودشان  
صرف کنند که اشخاصی  
امین و صالح بشوند.  
مملکت ما با اشخاص امین  
می‌تواند مستقل باشد.

امام خمینی  
«قدس سره الشریف»

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

# فهرست

۱	کلیات
۴۷	فصل ۱: تنظیم عصبی
۶۵	فصل ۲: حواس
۷۷	فصل ۳: دستگاه حرکتی
۸۵	فصل ۴: تنظیم شیمیایی
۹۵	فصل ۵: ایمنی
۱۰۹	فصل ۶: تقسیم یاخته
۱۱۹	فصل ۷: تولیدمثل
۱۳۹	فصل ۸: تولیدمثل نهاندانگان
۱۶۱	فصل ۹: پاسخ گیاهان به محرک‌ها
۱۷۵	پیوست (توضیح واژگان فرهنگستان)
۱۹۵	منابع

# پیش‌گفتار

## مقدمه

کتاب زیست‌شناسی ۲، دومین کتاب زیست‌شناسی دانش‌آموزان رشته علوم تجربی دوره دوم متوسطه است که برای ۴ جلسه آموزش در هفته طراحی شده است. این کتاب همانند کتاب زیست‌شناسی ۱ براساس اسناد بالادستی برنامه‌درسی ملی، سند تحول بنیادین، راهنمای برنامه‌درسی حوزه علوم تجربی و راهنمای برنامه‌درسی زیست‌شناسی نگاشته شده است. محتوای کتاب براساس چارچوب مصوب سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی سازماندهی شده است. در کتاب راهنمای معلم زیست‌شناسی ۲ ابتدا کلیاتی از بخش زیست‌شناسی برنامه حوزه یادگیری علوم تجربی به ویژه شایستگی‌ها و اهداف این برنامه ارائه می‌شود. سپس در هر فصل ایده‌های کلیدی، پیامدهای شایستگی محور، پرسش‌های اساسی و مفاهیم و مهارت‌های کلیدی و نقشه مفهومی درس بیان شده‌اند. علاوه بر آن در هر فصل فعالیت‌های یادگیری و روش‌های پیشنهادی آموزش به همراه دانستنی‌های لازم برای معلم و تکالیف عملکردی مربوط توضیح داده شده، در انتهای فصل نیز راهنمای فعالیت‌های یادگیری ارائه شده است. در بخش ضمیمه کتاب، توضیحات فرهنگستان ادب فارسی درباره برخی اصطلاحات جایگزین در کتاب درسی ارائه شده است.

دبیران و صاحب‌نظران محترم نظرات اصلاحی خود درباره این کتاب را به دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی ارسال کنند (talif@talif.sch.ir).

گروه زیست‌شناسی

# كليات

علوم تجربی یکی از حوزه‌های یادگیری در برنامهٔ درسی ملی است. در بیانیهٔ این حوزه، تعریف کارکرد، قلمرو و جهت‌گیری‌های کلی به شرح زیر است:

## تعریف علوم تجربی

علوم تجربی، حاصل کوشش انسان برای درک واقعیت‌های هستی و کشف فعل خداوند است.

### کارکرد حوزهٔ علوم تجربی

- ۱ برخورداری متریبیان از سواد علمی فناورانه در بُعد شخصی و اجتماعی
- ۲ رشد و ارتقای شایستگی‌های عقلانی، ایمانی، دانشی، مهارتی و اخلاقی
- ۳ شناخت و استفادهٔ مسئولانه از طبیعت به مثابهٔ بخشی از خلقت الهی
- ۴ ایفای نقش سازنده در ارتقای سطح زندگی فردی، خانوادگی، ملی و جهانی
- ۵ زمینه‌سازی برای تعظیم نسبت به خالق متعال از طریق درک عظمت خلقت
- ۶ تعمیق و تعادل در نگرش توحیدی و دستیابی به درک غایت‌مند از خلقت

### قلمرو حوزهٔ علوم تجربی

- ۱ دانش: شامل زندگی و موجودات، زمین و پیرامون آن، ماده و تغییرات آن، انرژی و تغییرات آن، طبیعت و مواد فراوری شده، علوم در اجتماع، علوم در زندگی روزانه، تاریخ علم در ایران و اسلام و ...
- ۲ فرایندهای علمی: شامل مهارت‌های فرایندی مانند مشاهده، جمع‌آوری اطلاعات، اندازه‌گیری، تفسیر یافته‌ها، فرضیه و الگوسازی، پیش‌بینی، طراحی تحقیق، برقراری ارتباط و مهارت‌های پیچیدهٔ تفکر
- ۳ فناوری: بیوتکنولوژی، نانو تکنولوژی، انرژی‌های نو، نجوم.



## جهت‌گیری‌های کلی

- در سازماندهی محتوا و آموزش باید به موارد زیر توجه کرد:
- ۱ پذیرش اصل همه‌جانبه‌نگری براساس پذیرش رویکرد تلفیقی
  - ۲ تلفیق نظر و عمل جهت پرورش مهارت‌های فرایندی علمی
  - ۳ آموختن روش و مسیر کسب علم، آگاهی و توانایی
  - ۴ پرورش انواع تفکر جهت نیل به خودیادگیری، ژرف‌اندیشی و تعالی‌جویی
  - ۵ ایجاد ارتباط بین آموزه‌های علمی و زندگی واقعی (علم مفید، سودمند، هدف‌دار و...)
  - ۶ مرتبط ساختن محتوای یادگیری با کاربردهای واقعی (یادگیری معنادار)
  - ۷ پرورش انسان‌هایی مسئولیت‌پذیر، متفکر و خلاق.

## فلسفه آموزش علوم تجربی

یکی از ویژگی‌های بارز انسان «کنجکاوی» است. این ویژگی از دوران کودکی تا پایان عمر، انسان را به «دانستن» و کشف حقایق و پرده‌برداری از مجهولات سوق می‌دهد. این نیروی درونی، تکاپوی انسان را برای کسب «علم» و گریز از «جهل» افزون می‌کند. آنچه امروزه از دانش بشری، در شاخه‌های مختلف و رشته‌های گوناگون، در دسترس ماست، حاصل تلاش انسان‌ها و همین نیروی خدادادی، یعنی کنجکاوی است. بی‌تردید نسل‌های کنجکاو آینده بسیاری از مطالبی را که اکنون برای ما مجهول است، کشف خواهند کرد. بخشی از دانش امروز بشر که حاصل مطالعه و جست‌وجوی او در جهت شناخت جهان مادی و نظام‌ها و قوانین آن است، «علوم تجربی» نام دارد.

بشر برای کشف و شناخت اسرار این جهان مادی، عمدتاً از ابزارهای حسی خود استفاده می‌کند. به همین دلیل، نقش «تجربه» در این حوزه بسیار اساسی است و تکیه بر آن بسیار ضروری است. براین اساس، انسان برای توسعه و تقویت حوزه عمل خود، دستگاه‌های گوناگون و دقیقی ساخته است.

ساخت و تولید ابزارهای گوناگون، توانایی انسان را برای کشف رازهای جهان و طبیعت بالا می‌برد و زندگی او را متحول می‌سازد.

استفاده از دستاوردهای علمی و فناوری، در بعضی جهات، رفاه نسبی به همراه می‌آورد و به انسان کمک می‌کند تا کارهایی را که در گذشته با رنج و سختی و صرف وقت زیاد انجام می‌داده است، امروزه بسیار آسان و سریع‌تر انجام دهد. دانش‌آموزی که به مدرسه وارد می‌شود، دارای نیروی خدادادی کنجکاو است؛ نیرویی که هر لحظه او را به سوی دانشی تازه و پاسخی برای پرسش‌های بی‌شمار می‌کشاند. از سوی دیگر، او باید برای زندگی در دنیای علم و فناوری آماده شود. به این ترتیب، نظام آموزشی باید به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که هم قوهٔ جست‌وجوگری را در دانش‌آموزان شکوفا کند و دانستن و کشف مجهولات را برای آنها لذت‌بخش و نشاط‌آور سازد و هم آنچه را برای زندگی در دنیای امروز و فردا به آن نیازمندند، به آنها بیاموزد.

درس زیست‌شناسی که یکی از درس‌های اصلی رشته علوم تجربی است، به نوبهٔ خود باید بتواند به هر دو هدف یاد شده دست یابد. در این درس، محتوا و روش باید به گونه‌ای طراحی شود که از یک سو به نیازهای فطری دانش‌آموزان در زمینهٔ شناخت محیط پاسخ گوید؛ به آنان در پی بردن به شگفتی‌های جهان خلقت کمک کند و معرفت آنان را نسبت به خالق جهان افزایش دهد و از سوی دیگر، آنها را با دانش و بینش مورد نیاز زندگی حال و آینده آشنا سازد. بر همین اساس، کارشناسان گروه علوم تجربی «دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی» به‌ویژه گروه زیست‌شناسی درصدد برآمدند که با مطالعهٔ برنامهٔ آموزش علوم کشورهای دیگر و تشخیص نیازها و شرایط کشورمان، برای آموزش طرح جدیدی را پی‌ریزی کنند که مبتنی بر برنامه درسی ملی باشد و در جهت اجرایی کردن بیانیه حوزهٔ یادگیری علوم عمل کند.

## فلسفه وجودی، ماهیت و ساختار مادهٔ درسی (زیست‌شناسی)

فلسفه تعلیم و تربیت در کشور ما، برگرفته از دین مبین اسلام و فرهنگ ایرانی - اسلامی است. از نظر دین مبین اسلام، جهان تجلی ارادهٔ خداوند است و پدیده‌های جهان، آیات و نشانه‌های وجود آفریننده یکتا هستند. جهان هستی در حال تغییر و غایت این تغییر، خداوند متعال است. نظام هستی از عالم غیب و شهادت تشکیل شده است و از یک سلسله قوانین پیروی می‌کند. انسان عصارهٔ هستی است و از روح الهی در او دمیده شده است. با توجه به مبانی تعلیم و تربیت اسلامی، فلسفهٔ تعلیم و تربیت در دورهٔ متوسطه را می‌توان رشد استعداد‌های فردی در جهت تربیت انسان‌هایی با ایمان و خداپرست،

برخوردار از تعالی و ارزش‌های مذهبی و مجهز به دانش و مهارت‌های ضروری برای ورود به جامعه برای داشتن زندگی رضایت‌بخش و مسئولانه و همچنین ادامه تحصیل دانست. زیست‌شناسی می‌تواند با معرفی پدیده‌های زیستی، جزئیات و نظم حاکم بر آنها، آیات و نشانه‌های حکمت و قدرت خداوندی را آشکار سازد و از این طریق پیوند بین خالق و مخلوق را مستحکم‌تر کند.

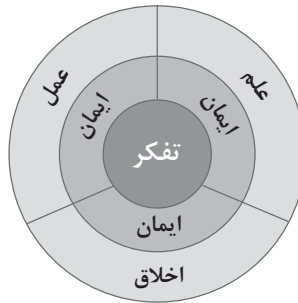
با پیشرفت سریع علم و فناوری در جهان امروز، توجه به سواد علمی - فناورانه یکی از ارکان اساسی در آموزش شده است. سواد علمی - فناورانه شرایط بهره‌مندی از آنچه را که دانش امروز در اختیار بشر قرار داده است، فراهم می‌سازد. به این ترتیب، داشتن سواد علمی - فناورانه افراد جامعه را در حل مسائل و مشکلات جامعه توانمند می‌کند؛ از این رو می‌توان گفت دانش‌آموزی که مجهز به سواد علمی - فناورانه است، آسان‌تر و مؤثرتر می‌تواند از دستاوردهای علمی روز بهره‌گیرد و به شیوه مؤثرتری نقش خود را به‌عنوان شهروند امروز و فردای جامعه‌ای مسلمان و موحد ایفا کند.

زیست‌شناسی که به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخه‌های علوم تجربی، حوزه بسیار وسیعی از دانش بشری را دربرمی‌گیرد، می‌تواند نقش بسیار مهمی در تحقق و گسترش سواد علمی - فناورانه (مجموعه‌ای از اطلاعات در زمینه علم و فناوری که انسان‌ها برای زندگی روزمره به آن نیاز دارند) و مهارت‌ها داشته باشد.

زیست‌شناسی به‌عنوان درس پایه، در بهبود و گسترش کشاورزی، پرداختن به مسائل زیست‌محیطی و سلامت و بهداشت نقش مهمی را به‌عهده دارد؛ از این رو زیست‌شناسی با پرداختن به موضوعاتی مثل جانورشناسی، گیاه‌شناسی، فیزیولوژی، ژنتیک و... زمینه را برای گسترش فعالیت در زمینه‌هایی که به آنها اشاره شد، فراهم می‌کند.

## اهداف کلی برنامه درسی آموزش زیست‌شناسی

اهداف کلی برنامه درسی زیست‌شناسی در جهت انطباق با عناصر برنامه درسی ملی در پنج قلمرو تفکر و تعقل، ایمان، باور و علایق، علم و آگاهی، عمل، اخلاق به شرح زیر است:



### تفکر و تعقل

- کسب مهارت‌های تفکر (تفکر حل مسئله، تفکر تحلیلی، تفکر خلاق، تفکر نقاد)
- پرورش مهارت‌های فرایند تفکر (مفهوم‌سازی، درک معنا، درک روابط، طبقه‌بندی، فرضیه‌سازی، تجزیه و تحلیل، استدلال، قضاوت و داوری، دقت و تمرکز، نتیجه‌گیری، تعمیم)
- درک روابط علت و معلولی، تشخیص حقیقت از کذب، کشف راه‌حل، درک رابطه کل با جزء، درک سیستمی (ورودی، فرایند، خروجی، بازخورد) و ارتباط با سیستم‌های دیگر
- تفکر در پدیده‌های خلقت و روابط بین آنها به‌عنوان آثار قدرت خداوند
- تفکر در نحوه برخورد مناسب با حوادث زندگی پند و عبرت‌آموزی از آنها

### ایمان: باور و علایق

- تقویت ایمان به خداوند و احساس نیاز همیشگی به‌عنوان بنده خدا
- تقویت بینش آیه‌ای از طریق مشاهده پدیده‌های خلقت و نظام هستی
- علاقه به علم و فناوری و یادگیری مادام‌العمر
- باور به ارزشمندی مقام انسان و مخلوقات دیگر
- علاقه‌مندی به آداب، سنن، مفاخر و شخصیت‌های علمی ایرانی و اسلامی
- باور به هدف‌دار بودن آفرینش انسان
- باور به هدف‌دار بودن عالم خلقت و زیبایی‌های آن به‌عنوان مظاهر فعل و جمال خداوند

## علم و آگاهی

- آشنایی با ساختار، عملکرد و شیوه زندگی موجودات زنده و یادگیری درباره نحوه برقراری ارتباط منطقی با آنها
- آگاهی از نقش دین، علم و فناوری در حل مشکلات فردی و اجتماعی
- آگاهی از توانایی‌ها و استعدادها و نیازهای زیستی و روانی خود
- آشنایی با مفاهیم پایه زیست‌شناسی و منابع یادگیری آن
- آگاهی از جنبه‌های کاربردی زیست‌شناسی و فناوری اطلاعات و ارتباطات و توانایی بهره‌گیری از آنها
- درک زیبایی‌ها، رویدادها و قوانین جهان آفرینش به‌عنوان آیات الهی
- آشنایی با مخاطرات محیطی و راه‌های حفاظت از سیاره زمین
- آگاهی از روابط انسان و محیط و درک یکپارچگی جهان هستی

## عمل (مهارت‌ها)

- توانایی به‌کارگیری مهارت‌های روش علمی (مشاهده علمی، جمع‌آوری اطلاعات، طبقه‌بندی، فرضیه‌سازی، طراحی آزمایش، انجام آزمایش، تجزیه و تحلیل، تغییر یافته‌ها و ...) را در برخورد با پدیده‌های طبیعی و محیط به‌دست آورد.
- توانایی انجام کار عملی و تولید اطلاعات علمی را به‌دست آورد.
- توانایی ارائه یافته‌های علمی را با استفاده از روش‌های مختلف مانند گزارش‌نویسی، استفاده از IT و ICT (اطلاعات، بازیافت اطلاعات، ذخیره‌سازی و انتقال اطلاعات) به‌دست آورد.
- مهارت‌های علمی و روحیه تحقیق و اکتشاف را کسب کند و به کتاب‌خوانی و مطالعه توجه عملی داشته باشد.
- برای حفظ سلامت و بهداشت فردی و اجتماعی تلاش کند.
- توانایی انجام کارهای فردی را به‌طور مستقل به‌دست آورد و با مشکلات فردی و زندگی روزمره برخوردی عاقلانه داشته باشد.
- الگوی مصرف بهینه را در استفاده از منابع خدادادی رعایت کند.
- در برابر خداوند متعال و انجام اعمال احساس مسئولیت کند.
- توانایی برقراری ارتباط مناسب با دیگران را به‌دست آورد. روحیه کار جمعی و گروهی را به‌دست آورد.
- با پرهیز از تخریب طبیعت و هدر دادن منابع برای پاکیزه نگه‌داشتن محیط زندگی تلاش کند.

## اخلاق

- از منابع طبیعی به طور صحیح و عاقلانه استفاده کند.
- در برابر محیط زیست و تلاش در جهت حفظ گیاهان و جانوران مسئولیت اخلاقی از خود نشان دهد.
- به معلم، والدین، هم کلاسی‌ها و سایر افراد جامعه احترام بگذارد و حقوق آنها را رعایت کند.
- در کسب روزی حلال و سخت کوشی در زندگی، احساس مسئولیت کند و از خود تعهد نشان دهد.

## اهداف درس زیست‌شناسی و هماهنگی آن با اهداف

### سایر موضوعات درسی

بسیاری از مهارت‌ها، نگرش‌ها و عقایدی که دانش‌آموزان در درس زیست‌شناسی از طریق فعالیت‌های علمی کسب می‌کنند، به گونه‌ای است که می‌توانند آنها را در بقیه موضوعات درسی نیز بیاموزند و به کار گیرند. کلیه مهارت‌هایی که فرایند آموزش علوم به‌ویژه زیست‌شناسی به آنها وابسته است، مثل مشاهده کردن، پیش‌بینی، استنباط و... به‌عنوان مهارت‌های یادگیری در سطوح وسیعی از موضوعات درسی تلقی می‌شود. طبقه‌بندی یک فعالیت به‌عنوان فعالیت علوم تجربی یا ریاضی چندان تغییری در نحوه فعالیت نمی‌دهد؛ با این حال اگرچه بسیاری از اهداف با اهداف موضوعات آموزشی دیگر یکسان است؛ اما باید دقت کرد که این یکسانی شامل همه اهداف نمی‌شود. مثلاً در تاریخ، زمانی که با استناد به شواهد تاریخی یک تعریف پیشنهاد می‌شود، امکان تکرار تاریخ برای اثبات صحت یا عدم صحت آن وجود ندارد، اما در زیست‌شناسی وقتی گفته می‌شود که «نور در رشد گیاهان نقش اساسی دارد»، می‌توان گیاهان را تحت شرایط کنترل‌شده‌ای پرورش داد و تأثیر نور را بر آنها مشاهده کرد. یا وقتی به دانش‌آموز گفته می‌شود «درخت یک موجود زنده است» وی باید تجارب کافی از درخت و موجود زنده کسب کرده باشد تا با ارتباط آنها با یکدیگر این واقعیت را بپذیرد. بنابراین آن دسته از فعالیت‌ها که دانش‌آموزان طی انجام آن با روش علمی و مشاهده اشیا اطراف عقایدی را کسب می‌کنند، به منزله آموزش علوم تجربی قلمداد می‌شود. این وجه تمایز اصلی علوم تجربی با بسیاری از موضوعات درسی است.

بسیاری از نگرش‌هایی که ما از آنها به‌عنوان نگرش‌های علمی نام می‌بریم، مانند کنجکاوی، پشتکار، انعطاف‌پذیری، عدم تعصب، در هر نوع آموزشی مهم است. بنابراین وقتی دانش‌آموز در فعالیتی مهارت‌ها و نگرش‌ها را به‌کار می‌برد، می‌توان گفت وی در حال یادگیری علوم تجربی است و این وابستگی شدید علوم با دیگر موضوعات درسی را می‌رساند. در برنامه درسی جدید اهداف آموزشی در سه حیطه کسب دانستنی‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌های ضروری به‌صورت یکپارچه در قالب شایستگی‌ها تبیین شده است. این شکل از بیان اهداف نیازمند آن است تا دانش‌آموزان قادر باشند آموخته‌های خود را به‌صورت معنادار به‌کار گیرند و آن را به موقعیت جدید انتقال دهند. این مفهوم ناظر به بافت و زمینه‌ای که یادگیری در آن رخ می‌دهد و نیز پیامدهای حاصل از یادگیری است.

## شایستگی‌ها (اهداف) پوشش‌دهنده از ساحت‌های تربیت

- ۱ با کشف و درک مفاهیم، الگوها و روابط حاکم بر پدیده‌های طبیعی (آیات الهی)، مسائل واقعی زندگی را بررسی کند و با به‌کارگیری معیارهای علمی برای آنها راه‌حلی ارائه دهد. (مستقیم)
- ۲ با ارزیابی روش به‌کارگیری قوانین و اصول علمی در تولید محصولات و فرایندهای مورد استفاده در زندگی، اندیشه‌هایی مبتنی بر معیارهای ارزشی برای بهبود این فرایندها و محصولات ارائه کند. (مستقیم)
- ۳ با مطالعه اندیشه‌ها و یافته‌های علمی - فناورانه در سطح ملی و بین‌المللی، یافته‌های خود را طی فرایندی مشارکتی با رعایت اخلاق علمی ارائه کند. (مستقیم)
- ۴ عوامل تأثیرگذار بر سلامت و توانایی جسمانی و روانی خود را شناسایی کند و با راهکارهایی آن را ارتقا دهد و الگوی رفتاری خود را بهبود بخشد. (پشتیبان - از ساحت زیستی بدنی)

## شایستگی‌ها (اهداف) پوشش دهنده از حوزه‌های

### تربیت و یادگیری

- ۱ نظام‌مندی طبیعت را براساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده‌های طبیعی کشف و گزارش می‌کند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب اندیشه یا ابزار ارائه می‌دهد/ به کار می‌گیرد.
- ۲ با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط با خود و دیگران در موقعیت‌های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب می‌کند/ گزارش می‌کند/ به کار می‌گیرد.
- ۳ با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به‌کارگیری این علم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده)، تحلیل و محدودیت‌ها و توانمندی‌های علوم تجربی در حل این مسائل گزارش می‌کند.
- ۴ با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، می‌تواند اندیشه‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهد و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کند.

## محتوای کتاب

### الف) مفاهیم اساسی / خرده مفاهیم

- تنظیم عصبی (یاخته‌های بافت عصبی - ساختار دستگاه عصبی)
- حواس (گیرنده‌های حسی - حواس ویژه - گیرنده‌های حسی جانوران)
- دستگاه حرکتی (استخوان‌ها و اسکلت - ماهیچه‌ها و حرکت)
- تنظیم شیمیایی (ارتباط شیمیایی - غدد درون ریز)
- ایمنی (نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع - دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی، اما سریع - سومین خط دفاعی: دفاع اختصاصی)
- تقسیم یاخته (کروموزوم - میتوز - میوز و تولیدمثل جنسی)
- تولیدمثل (دستگاه تولید مثل در مرد - دستگاه تولید مثل در زن - رشد و نمو جنین - تولید مثل در جانوران)
- تولیدمثل نهان‌انگان (تولیدمثل غیرجنسی - تولیدمثل جنسی - از یاخته تخم تا گیاه)
- پاسخ گیاهان به محرک‌ها (تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان - پاسخ به محیط)



## ب) مهارت‌های اساسی / خرده‌مهارت‌ها

مهارت اساسی: به‌کارگیری روش علمی

خرده‌مهارت‌ها: حل مسئله - طراحی آزمایش - مشاهده - گزارش - اندازه‌گیری

## پ) استانداردهای محتوا و عملکرد

دوره چهارم (پایه‌های ۱۰ تا ۱۲) زیست‌شناسی			
اندیشه کلیدی	مفهوم اساسی	استاندارد محتوا	استاندارد عملکرد
ساختار و عملکرد	واکنش زیستی	<p>■ یاخته‌ها از مولکول‌های زیستی ساخته شده‌اند و با اندامک‌هایی که دارند مولکول‌های زیستی تولید می‌کنند.</p> <p>■ پیکر گیاهان و جانوران از انواع متفاوتی یاخته ساخته می‌شود.</p>	<p>■ ساختار مولکول‌های زیستی را مقایسه و عملکرد اندامک‌ها را در ارتباط با ساخته شدن این مولکول‌ها توصیف و تحلیل می‌کند.</p> <p>■ با مطالعه و مقایسه انواع یاخته‌های تشکیل‌دهنده پیکر گیاهان، جانوران و ویژگی‌های آنها، ارتباط بین ساختار و عملکرد این یاخته‌ها را تحلیل می‌کند.</p>
		<p>■ فرایندهای کلان (جذب و گوارش، دفع، گردش مواد، تنفس) و فرایندهای خرد (تبادل فعال و غیرفعال، ترابری، واکنش‌های آنزیمی، تنفس سلولی) در کسب ماده و انرژی در جانداران نقش دارند.</p> <p>■ سامانه‌های مرتبط با فرایندهای کلان در کسب ماده و انرژی، متناسب با نوع جاندار سازش‌هایی دارند.</p> <p>■ تولیدکنندگان، ماده و انرژی مورد نیاز مصرف‌کنندگان را فراهم می‌کنند.</p>	<p>■ تنوع فرایندها و ساختارهای مرتبط با کسب ماده و انرژی را در جانداران با تأکید بر سازگاری‌ها مقایسه، تحلیل و موقعیت‌هایی برای بررسی آنها طراحی و اجرا می‌کند.</p> <p>■ اندیشه‌هایی برای ارتقای منابع زیستی ماده و انرژی به‌منظور تأمین نیازهای جامعه ایرانی ارائه می‌دهد.</p>
		<p>■ سامانه‌هایی برای تنظیم فعالیت‌های زیستی در بدن جانداران متناسب با نیازهای آنها شکل گرفته است.</p> <p>■ یاخته دربارهٔ زمانی مشخص با طی کردن چرخه‌ای برای تقسیم میتوز یا میوز آماده می‌شود.</p> <p>■ نتیجهٔ تولید مثل جنسی، گوناگونی افراد است و رفتارهای تولید مثلی، محل رشد و نمو تخم و رویان در جانوران متفاوت فرق می‌کند.</p> <p>■ پیکر گیاهان در سه سامانهٔ بافتی مرتبط با هم شکل گرفته است. سامانه‌ها متناسب با نوع گیاه و شرایط محیط تغییراتی دارند.</p>	<p>■ با مطالعهٔ تنوع فرایندها و سامانه‌های تنظیم‌کنندهٔ فعالیت‌های زیستی، عملکرد آنها را در حفظ سلامت خود/ جانداران با تأکید بر ویژگی‌ها و سازگاری‌ها توصیف و تحلیل می‌کند.</p> <p>■ با مطالعهٔ چرخه یاخته‌ای، اهمیت نظم دقیق این چرخه را در حفظ سلامت و بقای خود/ جانداران توصیف و تحلیل می‌کند.</p> <p>■ با مقایسه سازوکارهای مربوط به تولید مثل جنسی در جانداران، نتیجهٔ هر یک از این سازوکارها را در اندازه جمعیت‌ها و بقای گونه تحلیل می‌کند.</p> <p>■ موقعیت‌هایی برای بررسی سیستم‌های بافتی و سازش این سامانه‌ها در پیکر گیاهان طراحی و اجرا می‌کند و یافته‌های آن را برای ارائه اندیشه‌هایی به‌منظور گسترش فضای سبز متناسب با شرایط بومی به کار می‌گیرد.</p>

روابط و الگوها	<p>بهم‌کنش‌ها</p>	<p>■ اجتماعات زیستی از جمعیت‌های گونه‌های متفاوت شکل می‌گیرند و حاصل روابط بین گونه‌ها هستند.</p> <p>■ تنوع زیستی سبب حفظ و پایداری حیات در کره زمین می‌شود.</p>	<p>■ با مطالعه یک اجتماع زیستی آن را توصیف و تحلیل می‌کند.</p> <p>■ با مطالعه اهمیت تنوع زیستی و تأثیر آن بر حفظ حیات راهکارهایی برای کاهش آثار منفی فعالیت‌های انسانی بر آن ارائه می‌دهد و به کار می‌گیرد.</p>
بایداری، تغییر و اندازه‌گیری	<p>الگوها</p>	<p>■ گیاهان دارای الگوی تناوب نسل‌اند.</p> <p>■ وراثت صفات ارثی براساس الگوهای متفاوتی انجام می‌شود.</p> <p>■ رشد جمعیت دارای انواعی از الگوهاست.</p> <p>■ تغییر و توزیع گونه‌ها دارای الگوهای مشخصی است.</p> <p>■ رفتارهای غریزی و یادگیری الگوهای متفاوتی دارند.</p>	<p>■ با مطالعه و تحلیل الگوی تناوب نسل در گیاهان دلالت‌هایی برای پوشش گیاهی در کره زمین ارائه می‌دهد.</p> <p>■ با استفاده از داده‌ها الگوی وراثت صفات ارثی، رشد جمعیت، تغییر و توزیع گونه‌ها را گزارش می‌کند.</p> <p>■ با مطالعه رفتارهای جانوری، الگوهای متفاوت رفتار در جانوران را همراه با تحلیل کارکرد آنها گزارش می‌کند.</p>
تغییر بایداری و زمان	<p>تغییر بایداری و زمان</p>	<p>■ احتمال بروز صفات ارثی قابل محاسبه است.</p> <p>■ مولکول‌های وراثتی عامل تغییر و ثبات صفات‌اند.</p> <p>■ گونه‌ها در گذر زمان تغییر می‌کنند و سازوکارهایی برای تغییر و ماندگاری آنها وجود دارد.</p> <p>■ عواملی سبب تغییر خزانه ژنی جمعیت‌ها می‌شود.</p> <p>■ تخم در جانداران بعد از طی مراحل به جاننداری کامل تبدیل می‌شود.</p> <p>■ سازوکارهای ایمنی در جانداران در حفظ حالت پایدار نقش دارند.</p>	<p>■ اصول احتمالات و قوانین مرتبط با وراثت صفات ارثی را در حل مسائل ژنتیک به کار می‌گیرد.</p> <p>■ ضمن گزارش ساختار مولکول‌های وراثتی عملکرد آنها را در ارتباط با فرد و گونه تحلیل می‌کند.</p> <p>■ سازوکارهای تغییر و حفظ گونه‌ها را در طول زمان، تحلیل و گزارش می‌کند.</p> <p>■ اثر بعضی عوامل را در تغییر خزانه ژنی در یک جمعیت پیش‌بینی و گزارش می‌کند.</p> <p>■ با مطالعه یک بیماری، سازوکارهای مقابله با عوامل بیماری‌زا و ضرورت شکل‌گیری آنها را پیش‌بینی و گزارش می‌کند.</p> <p>■ نتایج مراحل رشد و نمو تخم در جانداران را تحلیل می‌کند.</p>
تغییر و اندازه‌گیری	<p>تغییر و اندازه‌گیری</p>	<p>■ احتمال انتقال صفات ارثی از والدین به فرزندان قابل محاسبه است.</p> <p>■ رشد جمعیت اندازه‌گیری می‌شود.</p> <p>■ تغییر فراوانی الل‌ها در جمعیت را می‌توان محاسبه کرد.</p>	<p>■ احتمال انتقال صفتی ارثی را محاسبه و گزارش می‌کند.</p> <p>■ رشد جمعیتی را با استفاده از داده‌ها اندازه‌گیری و گزارش می‌کند.</p> <p>■ تغییر فراوانی الل‌های یک ژن را در جمعیت محاسبه و نتایج آن را گزارش می‌کند.</p>

## اجزای بسته آموزشی مرتبط با کتاب

- ۱ راهنمای معلم
  - ۲ فیلم‌های آموزشی و کمک‌آموزشی بارگذاری شده برای دوره ضمن خدمت مجازی
  - ۳ کتاب کار
  - ۴ محتوای پشتیبان تحت وب در سایت گروه زیست‌شناسی
- معلمان گرامی جهت آشنایی بیشتر با مباحث کتاب درسی و روش‌های آموزشی آنها می‌توانید از توضیحات هر یک از مؤلفان که در دوره ضمن خدمت مجازی ارائه شده است استفاده کنید. در عین حال در کنار این فیلم‌ها بخش‌های کوچک کمک آموزشی نیز قرار داده شده است که می‌تواند به‌عنوان ابزارهای کمک آموزشی در کنار بقیه اجزای بسته به شما کمک کند. کتاب کار تألیف و چاپ شده در انتشارات مدرسه حاوی انواع و اقسام پرسش‌هایی است که با آنها می‌توانید دانش‌آموزان را بیشتر با درس درگیر کنید و از آزمون‌های آن و نمونه سؤالات آن الگو بگیرید.

## رویکردهای آموزشی مدنظر در برنامه زیست‌شناسی

در طراحی آموزشی و سازمان‌دهی محتوای کتاب دو رویکرد مهم مدنظر بوده است:

- رویکرد زمینه‌محور
- رویکرد پژوهش‌محور

### آموزش رویکرد زمینه‌محور

زمینه‌محور بودن ویژگی‌ای است که در همه انواع آموزش باید به‌دنبال آن باشیم. وقتی در رادیو، پزشکی از یک بیماری حرف می‌زند که ما یا یکی از عزیزانمان درگیر آن بیماری است، تمام هوش و حواسمان را به رادیو می‌دهیم تا از گفته‌های این پزشک چیزی بیاموزیم که به کارمان بیاید و شدیداً در زمان حال و آینده به آن نیاز داریم. چون گفته‌های پزشک در آن زمینه‌ای است که با زندگی ما در ارتباط است. این قاعده در تمام آموزش‌های رسمی هم جاری است.

هنگامی که می‌خواهیم مفهومی را در یک موضوع درسی آموزش دهیم، تأثیر تلاشمان دوچندان می‌شود. این امر زمانی تحقق می‌یابد که دانش‌آموزان بتوانند برای آنچه

می‌آموزند، دلیل و معنایی در محیط اطرافشان بیابند یا در یک جمله احساس کنند آنچه می‌آموزند، به زندگی آنان ارتباط دارد. همان‌طور که گفته شد، این موضوع ویژه دانش‌آموز نیست، بلکه هر یادگیرنده‌ای اگر برای آنچه می‌آموزد، دلیلی در ارتباط با زندگی و محیط روزمره‌اش بیابد، بهتر خواهد آموخت. برای مثال آنچه آموخته است، مشکل او را حل کند و در عمل فایده‌آموختنش را در زندگی احساس کند. به زبان ساده احساس کند که آنچه می‌آموزد، در زندگی روزمره به کارش می‌آید.

هیچ نوع آموزشی نمی‌تواند در خلأ اتفاق بیفتد. هر آموزشی نیازمند بافت و زمینه خاص خود است تا برای یادگیرنده معنادار شود. درست مثل اینکه رانندگی، خیاطی، مکانیکی و آشپزی می‌آموزیم تا از آنها استفاده کنیم. درس علوم تجربی نیز شامل محتوا، موضوع‌ها و مفاهیمی است که می‌تواند به محیط زندگی یادگیرنده وصل شود. این شیوه کار از اندیشه‌هایی که مفاهیم و موضوعات را در موقعیت‌های اصلی و واقعی آنها به کار می‌گیرد، استفاده می‌کند و باعث می‌شود دانش‌آموزان حاصل یادگیری را به محیط واقعی زندگی بکشانند و از آن در عمل بهره بگیرند. شیوه یادگیری که به این ویژگی توجه خاص دارد؛ آموزش «زمینه‌محور» خوانده می‌شود و می‌تواند بستر آموزش همه موضوعات درسی قرار بگیرد.

**ویژگی رویکرد زمینه‌محور:** در رویکرد زمینه‌محور یا تماتیک، اصل این است که آموزش مفاهیم علمی در زمینه زندگی روزمره فراگیران اتفاق می‌افتد. این رویکرد از این بابت تماتیک نامیده می‌شود که تم‌ها (Themes) یا موضوع‌های مربوط به زندگی، زمینه آموزش قرار می‌گیرند و مفاهیم علمی در ارتباط با این موضوع‌ها طرح می‌شوند. در این فرایند فراگیران با موضوع احساس نزدیکی و آشنایی می‌کنند و انگیزه بیشتری برای یادگیری پیدا می‌کنند. زمانی که موضوع‌ها و زمینه‌های یادگیری دانش‌آموزان از بطن زندگی روزمره آنان اخذ می‌شود، آنان در فرایند یادگیری و در عمل با موضوع (Theme) درگیر می‌شوند و در ارتباط با آن موضوعات علمی آموخته‌های خود را به کار می‌گیرند و این به معنای به‌کارگیری و ارائه علوم و موضوعات و مفاهیم علمی در موقعیت و مکان‌های آشنا و مناسب کودک است. به این ترتیب یادگیری برای آنان مفید و معنادار و به اصطلاح به دردیخور می‌شود. برای مثال یادگیری مفاهیمی درباره اصطکاک زمانی مفید است که یادگیرنده مفاهیم را درباره کفش مناسب پیاده‌روی، تاثیر مناسب برف برای ماشین، رفع مشکل دری که در باز و بسته شدن صدا می‌کند و یا موارد مرتبطی که با آن درگیر است، بیاموزد.

این رویکرد بر این واقعیت تأکید دارد که یادگیری با شخصیت و احساساتی که مخاطب

(فراگیر) از خود نشان می‌دهد، ارتباط دارد. در این فرایند تجربه‌های یادگیری از تعامل با محیط یادگیری کسب می‌شود و ساخت و ساز شخصی دانش هنگامی به واقع اتفاق می‌افتد که بین آنچه دانش آموز در زمان حال می‌داند و آنچه درباره محیط کسب می‌کند، تعاملی روی دهد. (تأثیر زمینه و محیط بر یادگیری).

این رویکرد بسیاری از حوزه‌های برنامه درسی را به هم پیوند می‌زند و یکپارچه می‌کند. در صورتی که چنین چیزی اتفاق افتد، آموخته‌های فراگیر پراکنده نیستند و از یک انسجام درونی برخوردار می‌شوند. به این دلیل رویکرد زمینه محور؛ بستر خوبی برای پیشرفت تدریجی سواد علمی نوآموزان همراه با افزایش توانایی خواندن و نوشتن آنهاست. رویکرد زمینه‌محور، یادگیری را به فرایندی لذت‌بخش، نشاط‌آور و پرفایده تبدیل می‌کند. در رویکرد زمینه محور معلم به وجوه مختلف و محیط‌های مختلف یادگیری (کلاس - آزمایشگاه - خانه - مزرعه گندم، زمین ورزش، آشپزخانه و غذاهای روزانه و...) نظر دارد. این روش کار به وی اجازه می‌دهد تا از محیط‌های یادگیری متنوعی استفاده کند (اجتماعی، فرهنگی، فیزیکی و روحی) که دستیابی به پیامدهای یادگیری را ممکن می‌سازند.

آموزش زمینه محور اهمیت و لزوم یادگیری را به فراگیر می‌چشانند. معلم مفاهیم را با مثال‌ها و مصداق‌هایی که از محیط زندگی فراگیر می‌گیرد آموزش می‌دهد. برای مثال در علوم تجربی موضوع‌هایی مثل جانور، گیاه، آهن‌ربا، آب و خاک و سنگ و مثال‌های مربوطه از محیط زندگی کودک گرفته می‌شود و در همان فضا پرورش می‌یابد. به‌عنوان مثال وقتی از جانوران و یا گیاهان سخن می‌گویند تا دانش فراگیر را در این زمینه‌ها زیاده‌تر کند، جانور برای کودک آشناست و مثال‌ها از خود کودک و درباره محیط آشنای اوست.

در نهایت حاصل کار و تعامل دانش‌آموزان با یکدیگر و با معلم، فراگیر را به درک دانشی می‌رساند که خود در تعامل با محیط زندگی‌اش کسب کرده است و متناسب با نیازهای اوست و امری و از بالا به پایین نیست.

اعتقاد بر این است که این شیوه یادگیری باعث شود تا فراگیر آموزش را به محیط عادی و روزمره زندگی خود بکشد. بدیهی است زمانی که فراگیر بین آموخته‌ها و نیازهای روزمره ارتباط تنگاتنگی می‌بیند. انگیزه یادگیری او بیشتر شود، میزان مشارکت وی در فرایند یادگیری زیاده‌تر و دامنه آموخته‌های وی وسیع‌تر می‌شود.

رویکرد زمینه‌محور از مهارت‌هایی که در رویکرد فرایند محور مورد تأکید است، یا روش‌هایی که در رویکرد پژوهش‌محور استفاده می‌شود، بهره می‌جوید و نه تنها مغایرتی

با این روش‌ها ندارد؛ بلکه بر پرورش توانایی‌هایی که مورد تأکید رویکرد پژوهش محور یا مهارت محور است، نیز تمرکز دارد، و آنها را به کار می‌گیرد تا یادگیری را برای یادگیرنده معنادار، مرتبط با زندگی روزمره وی و کاربردی کند.

به‌طور خلاصه آموزش زمینه‌محور دارای ویژگی‌های زیر است:

- ارتباط فراوان با زندگی فراگیران دارد.
- انسجام درونی دارد؛ یکپارچه و مرتبط با هدف‌های آموزشی است؛ اهداف نگرشی، مهارتی و دانشی در محیطی اجتماعی و خلاق در یک زمینه آموزشی یکپارچه می‌شوند.
- قابلیت عمیق شدن دارد: در یک زمینه آموزشی به جای درگیر شدن با گستره یک موضوع، به عمق آن می‌پردازد تا یادگیری مؤثر و پربازده شود.
- نقاط اتصال خوبی با موضوع‌های مختلف دارد: این نقاط اتصال از یک سو حوزه محتوایی آموزش را در برمی‌گیرند و از سوی دیگر به خواست‌های برنامه درسی ملی و دیگر اسناد بالادستی و انتظارات سازمان‌ها و نهاد گوناگون توجه می‌کند و در عین حال لازم است به ظرفیت متقابل حوزه‌های یادگیری مثل زبان، مطالعات اجتماعی، خلاقیت و هنر، دین و اخلاق عنایت داشته باشد و با حوزه‌های یادگیری مشترک بین دروس اتصال داشته باشد.

### فعالیت‌های آموزش زمینه‌محور

با توجه به ویژگی آموزش زمینه‌محور هر فعالیتی که پیشنهاد می‌کنید، باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- درباره زندگی روزمره دانش‌آموز باشد (رویکرد مسئله محور) (مثال: مشکل کم‌آبی / محیط زیستی / انرژی / محاسبات روزمره در خرید / کارهای بانکی / ...)
- قابل تجربه و آزمایش باشد؛ به کودک کمک کند تا با بروز خلاقیت‌های خود کشف کند، اختراع کند و به اندیشه‌های نو بپردازد. این فعالیت‌ها قلب یادگیری مفهومی هستند (رویکرد پژوهش محور) (معرفی فعالیت‌های پژوهشی در ارتباط با مسئله طرح شده) (مثال: مسئله آلودگی محیط زیست / کم‌آبی / صرفه‌جویی در انرژی محاسبات روزمره؟ کارهای بانکی / ارتباطات روزمره با اجتماع / ...)
- کاربرد داشته باشد؛ مفاهیم و اطلاعاتی که نهادینه شده است، دانش‌آموز را به تصور یک آینده مجازی می‌کشاند (ارتباط بین تئوری و عمل). مثلاً حل مسئله کم‌آبی با ارائه

راه حل‌هایی برای حل آن از طریق برخورد مناسب با مسئله.

■ تا حد امکان دانش‌آموز را به کار گروهی تشویق کند. یادگیری مشارکتی و تعاملی مقدمه یادگیری مفهومی پایدار است (یادگیری مشارکتی) (انجام پژوهش‌ها یا جمع‌آوری اطلاعات به صورت گروهی و تعامل درباره یافته‌ها و تجزیه و تحلیل آنها)

■ از نتایج آموخته‌ها استفاده کند. به عبارت دیگر موقعیت‌های جدیدی فراهم کند که دانش‌آموز بتواند آموخته‌ها را در آن موقعیت‌ها نیز به کار گیرد (پژوهش علم در عمل) (مثال: انجام فعالیت‌هایی در مدرسه یا خانه برای حفاظت از آب/ جلوگیری از آلودگی آب/ صرفه‌جویی در مصرف آب/...).

### پرسش‌هایی که در آموزش زمینه‌محور باید به آن پاسخ داد

- هنگام برنامه‌ریزی برای تدریس پرسش‌های زیر می‌تواند میزان پابندی به هدف‌های آموزش زمینه‌محور را ارزیابی کند. بدیهی است هرچه تعداد پاسخ‌های مثبت بیشتر باشد، آموزش به رویکرد زمینه‌محور نزدیک‌تر است.
- آیا مفهیمی که آموزش می‌دهید، از محیط زندگی دانش‌آموز گرفته شده است؟ به عبارتی برای وی آشناست؟
- مثال‌ها از زندگی روزمره دانش‌آموز گرفته شده است؟
- مفاهیم براساس دانش فعلی دانش‌آموز بنا نهاده شده است؟
- مثال‌ها و تمرین‌ها شامل موقعیت‌های حل مسئله واقعی است که دانش‌آموز با آنها آشناست/ درگیر است؟
- مثال‌ها و تمرین‌ها نگرشی در دانش‌آموز برای اینکه بگوید؛ «من باید این را بیاموزم» ایجاد می‌کند؟
- آیا دانش‌آموزان خودشان اطلاعات را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل می‌کنند تا مفاهیم را بیاموزند؟
- آیا به دانش‌آموزان فرصت داده می‌شود تا اطلاعاتی را که جمع‌آوری کرده‌اند، تجزیه و تحلیل کنند؟
- آیا فعالیت‌های آموزشی، دانش‌آموزان را به کاربرد مفاهیم و اطلاعات در زمینه‌های مفید و مرتبط با زندگیشان مثل تصور آینده (مثل آینده شغلی) و مکان‌های ناآشنا (مثل محیط‌های کاری و کارگاه‌ها) تشویق می‌کند؟

- آیا دانش‌آموزان به کار در گروه‌های تعاملی که طی آن گفت‌وگوهای مهم صورت می‌گیرد و اندیشه‌ها رد و بدل می‌شوند و تصمیم‌گیری می‌شود، شرکت می‌کنند؟
- آیا درس‌ها، تمرین‌ها و آزمایش‌ها توان خواندن و نوشتن و مهارت‌های ارتباطی دیگر، به‌غیر از استدلال‌های علمی را پرورش می‌دهد؟

### آموزش با رویکرد پژوهش‌محور

آموزش پژوهش‌محور در علوم رویکردی است که از درک شیوه یادگیری دانش‌آموز، ماهیت پژوهش علم و تأکید بر مفاهیم مهمی که باید آموخته شود، نشئت می‌گیرد، و براین باور استوار است که دانش‌آموز به واقع آن چیزی را می‌آموزد که خود درک می‌کند، نه آنچه دیگران به او منتقل می‌کنند. این رویکرد قبل از اینکه یک فرایند یادگیری مصنوعی باشد که انگیزه آن براساس رضایت از پاداش است، به عمق یادگیری می‌پردازد و انگیزه آن رضایت از یادگیری و درک شخصی است، آموزش پژوهش‌محور به کمیت اطلاعات حفظ‌شده تأکید ندارد و اندیشه‌ها یا مفاهیم با رشد سنی یادگیرنده عمیق‌تر می‌شود.

آموزش پژوهش‌محور بر تجارب و پژوهش‌هایی که درک بسیار شفافی از چگونگی یادگیری دانش‌آموز ارائه می‌دهد، استوار است. این تجارب بیان می‌کند که کنجکاو طبیعی دانش‌آموزان، حداقل بخشی از آن، برای شناخت دنیای طبیعی اطراف آنان است که از طریق توجه به الگوها و ارتباطها در تجاربشان و در تعامل با دیگران ارضا می‌شود. دانش‌آموزان درک خود را از طریق انعکاس تجاربشان می‌سازند. این شیوه کار در بعضی مواقع باعث درک نادرست از واقعیات می‌شود؛ گرچه حاصل تفکر منطقی است. مثلاً بسیاری از دانش‌آموزان (و حتی بزرگسالان) هنوز گمان می‌کنند سایه زمین باعث پیدایش شکل‌های مختلف ماه می‌شود. تجربه روزمره دانش‌آموز نشان می‌دهد که وقتی چیزی تابش نور را سد کند، سایه درست می‌شود که این امر درباره زمین هم صدق می‌کند که نور خورشید به آن می‌تابد و زمین مسیر نور خورشید را سد می‌کند. این تفکر گرچه منطقی است؛ اما درست نیست و به دلیل کمبود تجارب و سابقه ذهنی در این موارد است. آموزش علوم به‌دنبال بسط تجارب دانش‌آموزان با هدف درک درست و علمی جهان اطراف است.

**ماهیت پژوهش در علوم:** مبنای دیگر آموزش پژوهش‌محور، درک فرایند پژوهش علمی است. این مراحل به‌صورت مرحله‌ای که دانشمندان در کارهایشان دنبال می‌کنند، ارائه می‌شود، اما باید توجه داشت که این مراحل گام‌هایی نیست که باید دنبال شود، بلکه



مراحل است که فرایند را هدایت می‌کند. این مراحل برای دانش‌آموزان با مرحله اکتشاف آغاز می‌شود که در آن دانش‌آموزان با پدیده‌ای که باید مطالعه کنند، آشنا می‌شوند. به دنبال آن مرحله تحقیق آغاز می‌شود که ممکن است خود از چندین بخش تشکیل شود. مراحل رفت و برگشتی این مرحله نشان می‌دهد که این، یک فرایند خطی نیست. در پژوهش علمی، چه دانش‌آموز پژوهشگر باشد و چه یک دانشمند، مراحل کار بسیار پیچیده است و مرتب رفت و برگشت دارد و کارها باید مجدداً بررسی شوند. برای مثال اگر حاصل آزمایش‌ها فرضیه دانش‌آموزان را تأیید نکند، لازم است آنان پیش‌بینی یا پرسش خود را تغییر دهند و دوباره از ابتدا تجربه جدیدی را شروع کنند. اگر طراحی آزمایش‌ها جواب ندهد، باید آزمایش مجددی طرح شود. اگر به نتیجه‌ای متفاوت از نتیجه گروه دیگر رسیدند لازم است هر دو گروه کار خود را بازبینی کنند. در مرحله سوم نتایج آزمایش‌ها در کلاس باید تجزیه و تحلیل شود و به یک نتیجه‌گیری نهایی برسد. در مرحله چهارم دانش‌آموزان نتایج کار خود (یافته‌ها و درک جدید) را به گروه وسیع‌تری از مخاطبان اعلام می‌کنند.

در اینجا دو نتیجه نهایی وجود دارد: نخست اینکه براساس موضوع مورد نظر و ماهیت پژوهشی که طرح شده، معلم ممکن است مراحل متفاوت دیگری پیشنهاد کند. دوم اینکه یک مرحله هیچگاه همه مراحل را شامل نمی‌شود؛ یعنی در این روش با یک گام نمی‌توان مسیر چندگام را پیمود.

یک چارچوب برای آموزش پژوهش محور می‌تواند به صورت مراحل پی‌در پی زیر باشد: طرح پرسش، مناظره، مشارکت، ثبت، بازتاب دادن، به اشتراک گذاشتن، درگیر کردن یا طرح پرسش‌هایی مثل: مشکل من کجاست؟ پرسش من چیست؟ دانش من در این باره چیست؟ چه چیز جالب است؟

## طراحی و هدایت پژوهش در علوم

### ۱ نقشه و طراحی

پرسش من چیست؟ چه می‌خواهم بدانم؟ چگونه خواهم فهمید؟

### ۲ اجرا

چه مشاهده می‌کنم؟ آیا از ابزار درستی استفاده می‌کنم؟ تا چه اندازه جزئیات کار را ثبت می‌کنم؟

## ۲ سازماندهی و تحلیل اطلاعات

اطلاعات را چگونه سازماندهی کنم؟ چه الگویی می‌بینم؟ چه ارتباطی وجود دارد؟ این چه معنایی دارد؟

## ۴ نتیجه‌گیری

چه ادعایی می‌توانم ارائه کنم؟ چه شواهدی دارم؟ چه چیز دیگری باید بدانم؟

## ۵ فرموله کردن یک پرسش جدید

چه پرسشی از قبل هنوز بدون پاسخ مانده؟ چه پرسش تازه‌ای برایم طرح شده؟ چگونه می‌توانم بفهمم؟

## ۶ نتیجه‌گیری نهایی

از تمام پژوهش‌ها چه آموختیم؟

چه شواهدی برای پشتیبانی اندیشه‌هایمان داریم؟

## ۷ تبادل نظر با مخاطبان دیگر

من می‌خواهم به دیگران چه بگویم؟ چگونه بگویم؟ چه مواردی را باید حتماً بگویم؟

### تذکر

یک واحد یادگیری یا بخشی از یک واحد یادگیری ممکن است قبل از رسیدن به نتیجه شامل چند مرحله آزمایش باشد. یک واحد یادگیری به ندرت ممکن است شامل همه اجزای طراحی و انجام مراحل این نمودار باشد.

**محتوای پایه علوم:** پرسشی که همواره مطرح است این است که: در پایه‌های مختلف دانش‌آموزان چه مفاهیم معینی را باید بیاموزند؟ انتظار چه سطحی از یادگیری منطقی است؟ چه اطلاعاتی اساسی است؟ پاسخ معمول به این پرسش‌ها به استانداردهای منطقه یا کشور مربوط می‌شود؛ اما به‌طور مشخص به ویژگی‌ها و پس‌زمینه‌های منطقه و نیز علایق معلم و دانش‌آموز وابسته است. به‌طور مثال موضوعات زیست محیطی (اکوسیستم) مورد علاقه همه دانش‌آموزان است اما انتخاب نظام خاص بستگی به منطقه مورد علاقه و محیط زندگی دانش‌آموز دارد. آیا دانش‌آموز نزدیک اقیانوس زندگی می‌کند یا بوستانی در نزدیکی خانه و مدرسه او وجود دارد؟ در موضوعات اجتماعی این فرایند می‌تواند در

الگوی رویدادها/وقایع جاری در قالب مسئله‌های باز پاسخی که دانش‌آموزان قادر به بررسی و مطالعه آن در شرایط واقعی‌اند، صورت گیرد.

**اصول مهم رویکرد پژوهش محور چیست؟** آموزش پژوهش محور در کلاس‌های مختلف متفاوت است. موارد بسیار متعدد و متفاوتی برای سازگار کردن دانش، مهارت و علایق معلم و دانش‌آموزان وجود دارد؛ اما موارد مهمی در همه آموزش‌های پژوهش محور مهم است. این روش‌ها برای اولین بار در حوزه علوم تجربی مطرح شد، ولی بعداً با تعدیل‌هایی در موضوعات دیگر درسی نیز از آن استفاده شد. گفتنی است که آموزش پژوهش محور در حوزه‌های مختلف گام‌های متفاوتی دارد. برای مثال پژوهش در تاریخ یا برخی موضوعات اجتماعی گام تجربه مستقیم را ندارد یا در علوم تجربی تجربه مستقیم، هسته مرکزی آموزش علوم تجربی است.

در این رویکرد دانش‌آموز باید اولاً پرسش یا مسئله محوری کار را بداند و نسبت به آن احساس مالکیت کند؛ یعنی احساس کند پرسشی که طرح می‌کند پرسش خودش است. ثانیاً دانش‌آموزان نیازمندند که مهارت‌های مرتبط با حل مسئله در حوزه آموزشی ذی‌ربط را کسب کرده باشند. برای مثال در علوم تجربی برای اینکه دانش‌آموز بتواند پژوهش‌های علمی را انجام دهد، باید مهارت‌هایی مانند مهارت مشاهده، کار با ابزار، توانایی در استدلال، تعامل با دیگران، نوشتن برای خود و برای دیگران را کسب کند. این رویکرد در موضوعات تاریخی یا اجتماعی ناظر به مهارت کاوش تاریخی، تحلیل داده‌های تاریخی، درک الگوهای رفتاری، شناسایی شواهد معتبر، درک دیدگاه‌های دیگر، استنباط، مشاهده (مستقیم، غیرمستقیم، مشاهده مشارکتی) و ... است که در قالب پروژه‌های خدماتی، تولیدی، کاوشگری مشارکتی اجرا می‌شود. در اجرای پروژه‌ها استفاده از منابع دست دوم آموزش، تجارب دست اول را کامل می‌کند، علاوه بر آن یادگیری معمولاً حاصل یک فعالیت گروهی است.

**اهمیت ملاحظات آموزشی در آموزش پژوهش محور:** علاوه بر اصولی که در طراحی برنامه آموزش پژوهش محور لازم است در نظر گرفته شود، موارد مهمی نیز در روش‌های آموزش باید لحاظ شود که به شرح زیر است:

۱ سازماندهی کلاس (فضای فیزیکی کلاس)

۲ فرهنگ حاکم بر کلاس

۳ هنر بحث و گفت‌وگو

- ۴ استفاده از تجارب و اندیشه‌های قبلی دانش‌آموزان
- ۵ گفت‌وگوی گروهی
- ۶ هدایت دانش‌آموزان برای یادداشت‌برداری/یادداشت گروهی، یادداشت کلاسی یا یادداشت دفتر علوم

### استراتژی‌های خاص در آموزش پژوهش‌محور

- ۱ هدایت دانش‌آموزان هنگام طراحی تحقیق
- ۲ کمک به دانش‌آموزان در تحلیل حاصل کار برای رسیدن به یک نتیجه معتبر
- ۳ مقایسه و تقابل با «حقایق پذیرفته شده»
- ۴ سنجش تکوینی (رشددهنده)

## برخی از روش‌های آموزشی

در بررسی اسناد کشورهای دیگر برای تولید راهنمای معلم، بعد از دهه ۷۰ الگوهای متمایز آموزشی را می‌توان متناسب با فرضیات مطرح شده در آموزش موقعیت محور شناسایی کرد. در ذیل برخی از این الگوها معرفی می‌شود. معلمان گرامی می‌توانند با مطالعه این الگوها بسته به نیاز، شرایط و موضوع درسی از هر یک از اینها استفاده کنند

- ۱ آموزش به روش کلاس معکوس
- ۲ آموزش به مدل ۵E/۷E
- ۳ مدل آموزشی ۵ت

### آموزش به روش کلاس معکوس (Flipped Classroom)

تعریف سنتی از کلاس معکوس این‌گونه است:

■ کلاس معکوس جایی است که فیلم‌های ویدئویی جایگزین تدریس مستقیم می‌شوند.

■ این موضوع باعث می‌شود دانش‌آموزان زمان اختصاصی پیدا کنند تا با معلم خود روی فعالیت‌های کلیدی یادگیری به فعالیت بپردازند.

این‌گونه از کلاس، «معکوس» نامیده می‌شود، چون آنچه قبلاً کار کلاسی یا سخنرانی محسوب می‌شد، در خانه و از طریق ویدئوهای معلم ساخته می‌شود و آنچه پیش‌تر تکلیف منزل نامیده می‌شد؛ یعنی همان مسائل و تکالیف، در کلاس درس انجام می‌شوند. کلاس معکوس در منابع علمی و معتبر با تعاریف تقریباً مشابهی شناخته می‌شود. در وهله اول، این پدیده را یک راهبرد (استراتژی) آموزشی strategy insrtuctional یا یک الگو model برای تدریس و یادگیری می‌دانند که مبتنی بر یک گزاره کلی است:

در یادگیری معکوس، ساختارهای سنتی و متداول فرایند یادگیری وارونه می‌شود و در یک کلام آنچه بیشتر به‌صورت متداول در کلاس درس انجام می‌شد، به خانه محول می‌شود و فرایندهایی که بیشتر دانش‌آموزان در منزل انجام می‌دادند، به کلاس درس منتقل می‌شود. در یک کلاس معکوس، دانش‌آموزان محتوای آموزشی را بیش از آمدن به کلاس از طریق فیلم‌های آموزشی (معمولاً بر خط / آنلاین) ضبط شده توسط معلم مشاهده می‌کنند و با آمادگی و آشنایی نسبی از موضوع به کلاس درس می‌آیند. آنها زمان کلاس درس را به انجام فعالیت‌هایی که قبلاً با نام «تکلیف منزل» شناخته می‌شد اختصاص می‌دهند. با این کار معلم این مکان را دارد تا در زمان محدود کلاس درس، به جای ارائه سخنرانی و تدریس محتوا، به تعامل با دانش‌آموزان و انجام فعالیت‌های مشارکتی و تعاملی به‌ویژه در سطوح بالای هرم یادگیری بپردازد. به عبارت دیگر در الگوی کلاس معکوس علاوه بر شیوه ارائه محتوا، نقش‌های سنتی معلم، دانش‌آموز و محتوای آموزشی هم دستخوش تحول فراوان و بنیادی می‌شود.

### ویژگی‌های کلاس معکوس

- وسیله‌ای برای افزایش زمان تعامل و تماس فردی بین دانش‌آموز و معلم
- محیطی که در آن دانش‌آموز مسئولیت یادگیری خود را به‌عهده می‌گیرد.
- تلفیقی از تدریس مستقیم با یادگیری بر ساختی (ساخت‌گرایانه)
- کلاسی که در آن دانش‌آموزانی به دلیل بیماری یا فعالیت‌های فوق برنامه مانند شرکت در سفرهای ورزشی یا اردوها از درس عقب نمانند.
- کلاسی که در آن محتوا به‌طور مستمر به‌منظور بازبینی و اصلاح جمع‌آوری و نگهداری می‌شود.
- کلاسی که در آن تمام دانش‌آموزان در فرایند یادگیری، دخالت و مشارکت می‌کنند.
- محلی که تمام دانش‌آموزان می‌توانند آموزشی فردی (یعنی آموزش مبتنی بر نیازها و ویژگی‌های فردی خود) دریافت کنند.

## آموزش به مدل ۵E/۷E

مدل ۵E یا به عبارتی ۷E مدل آموزشی است که براساس رویکرد ساخت‌گرایانه در فرایند یادگیری طراحی شده است و معتقد است که فراگیران هر دانش جدیدی را بر پایه دانش فعلی خود می‌سازند. این مدل برای هر سنی و در هر موضوع درسی قابل استفاده است. هر مرحله در این مدل یک بخش یادگیری را شرح می‌دهد و به معلم و دانش‌آموز امکان می‌دهد با فعالیت‌های مشترک بر دانش فعلی خود دانش جدید را بنانهند. این مراحل عبارت‌اند از:

**درگیر کردن - ENGAGE:** تحریک کنجکاوی و علاقه، قرار دادن آموزش در یک زمینه معنادار، طرح پرسش برای تحقیق - آشکار ساختن اندیشه‌ها و باورهای فعلی دانش‌آموزان - فعالیت یا متون در الگوهای چندگانه برای پژوهش یا برانگیختن انگیزه‌ها، طرح پرسش، تحریک دانش‌آموزان به طرح پرسش‌هایشان به هر روش ممکن مثل نوشتن نمایش بازی کردن و... به گونه‌ای که معلم اندیشه‌های دانش‌آموزان را کشف کند و بتواند درباره جهت‌دادن‌ها تصمیم‌گیری کند؛ نوعی سنجش تشخیصی است.

**کشف کردن - Explore:** بسط تجارب از پدیده‌ها یا مفاهیمی که پاسخ پرسش‌های دانش‌آموز منجر به کشف آن می‌شود، اندیشه‌های آنان را بیان می‌کند. اندیشه‌های آنان را آزمایش می‌کند؛ مسائل را بررسی یا حل می‌کند. برای تجربه پدیده‌ها پژوهش‌هایی مطرح می‌کند؛ از طریق مشاهده و اندازه‌گیری اندیشه‌ها را آزمایش می‌کند و به پرسش‌ها پاسخ می‌دهد. پژوهش‌هایی در زمینه مواد نوشته شده مثل روزنامه‌ها و مقالات انجام می‌دهد که به قضاوت درباره اعتبار منابع می‌پردازد و نیز پایایی اندیشه‌های علمی را که در نوشته‌ها مطرح شده است، بررسی می‌کند.

**شرح دادن - Explain:** معرفی ابزار مفهومی که برای تفسیر شواهد و بیان پدیده‌ها و ساخت الگوهای چندگانه براساس توجیه ادعاهای طرح شده بر پایه شواهد جمع‌آوری شده، مقایسه توضیحاتی که دانش‌آموزان و گروه‌های مختلف ارائه می‌کنند/ در نظر گرفتن توضیحات علمی موجود، آنچه دانش‌آموزان می‌خوانند یا معلم شرح می‌دهد تا بتوان به مفاهیم جدید دسترسی پیدا کرد؛ گفت‌وگو در گروه‌های کوچک برای بیان توضیحات، مقایسه اندیشه‌ها که شواهد را به پدیده‌ها مربوط می‌سازد. نوشته‌ها و نقاشی‌های فردی و گروهی برای بیان شفاف اندیشه‌های کسب شده.

سنجش تکوینی برای بازخورد به معلم تا برنامه کاری‌اش را براساس میزان آموخته‌ها و

مهارت‌های کسب شده توسط دانش‌آموزان، طراحی کند (مثلاً تهیه یک پوستر، ارائه به صورت پاورپوینت، نقاشی، نوشته، درگیر کردن مخاطبان برای شفاف‌سازی یک اندیشه و...) به مشارکت گذاشتن – (Elaborate): استفاده و کاربرد مفاهیم و تشریح آن در زمینه جدید به بررسی کاربرد هدف عام آن. ثبت و توسعه توصیفات و درک استفاده و تلفیق کردن آن در فعالیتهای نوشتاری، نموداری، ریاضی؛ پژوهش‌های دانش‌آموزی، تمرین‌ها و تکالیف دانش‌آموزی؛ به مشارکت گذاشتن اندیشه‌ها به گونه‌های مختلف، به عبارتی آموخته‌ها را در زمینه‌های جدید به گونه‌های مختلف به کار گیرد.

ارزشیابی – Evaluate: فراهم آوردن فرصت‌هایی برای دانش‌آموزان تا اندیشه‌هایشان را بررسی کنند و در مهارت‌ها و آموخته‌ها بازتاب دهند. نشان دادن شواهدی برای اثبات تغییر اندیشه‌ها و باورهای دانش‌آموزان. پاسخ به پرسش‌هایی که احتمالاً در بخش اول کار «درگیری» هم طرح شده است. بازتاب تغییراتی که در بخش درگیری و توصیف (۲۰۱) پیش می‌آید و ارزشیابی برای کمک به دانش‌آموزان تا از آنچه در فرایند یادگیری آنها اتفاق می‌افتد، آگاه باشند و به فراشناخت برسند و بتوانند فرایند یادگیری خود را کنترل کنند.

به دلیل موفقیت این شیوه کار در عمل این مراحل به YE توسعه داده شده است. در این این الگو مرحله اول به دو بخش: استخراج (Elicit) درگیر کردن تقسیم شده‌اند. در این شیوه بر تجارب اولیه دانش‌آموزان تأکید بیشتری می‌شود و آن را زیربنای گام‌های بعدی آموزش می‌داند. تفاوت دیگر در اضافه کردن مرحله تعمیم دادن (Extend) است که در الگوی قبلی مرحله تعمیم فقط شرایط حال را در نظر می‌گیرد؛ در حالی که در الگوی جدید یادگیری به شرایط پیش‌بینی نشده نیز تعمیم داده می‌شود.

مشابه الگوی بالا الگوی ۵ت به صورت مقاله‌ای در مجله رشد زیست‌شناسی شماره ۵۵ در سال ۱۳۹۱ چاپ شده است که در زیر خلاصه آن آمده است.

### الگوی آموزشی ۵ت

«الگوی آموزشی ۵ت» از سال‌های دهه ۱۹۸۰ در تولید مواد درسی جدید و نیز در آموزش ضمن خدمت معلمان پیوسته از آن استفاده می‌شده است. این الگو به ترتیب از این مراحل تشکیل شده است: ترغیب، تحقیق، توضیح، تعمیم و تصحیح. هر مرحله، عملکرد خاص خود را دارد و به انسجام آموزش معلم و تنظیم درک بهتر دانش علمی فناوریانه، مهارت‌ها و نگرش‌ها، کمک می‌کند.

مراحل مختلف الگوی ۵: الگوی ۵ت، همان گونه که از نامش پیدا است، از پنج مرحله متوالی تشکیل شده است که همگی با حرف «ت» آغاز می‌شوند. اکنون به توضیح بیشتر دربارهٔ هر یک از مراحل الگوی ۵ت، می‌پردازیم. این مراحل را می‌توان در طراحی مواد درسی دوره‌های مختلف تحصیلی برای یک واحد درسی یا برای همهٔ فعالیت‌های طول سال تحصیلی به کار برد.

**۱ ترغیب:** در این مرحله، دانش‌آموز با فعالیتی آموزشی درگیر می‌شود؛ یعنی ذهن او بر شیء، مسئله، موقعیت یا رویداد، متمرکز می‌شود. او طی این فعالیت‌ها، بین دانسته‌های قبلی خود ارتباط برقرار می‌کند، بدفهمی‌های خود را آشکار می‌نماید و نقص‌های شناختی را کاهش می‌دهد. سؤال کردن، تعریف مسئله، نشان دادن رویدادی جالب و قرار دادن دانش‌آموز در موقعیت مسئله‌ای غامض، همه راه‌هایی برای جلب توجه دانش‌آموزان به این موضوع هستند. نقش معلم در این مرحله، ترغیب و شناسایی دانسته‌های پیشین دانش‌آموزان است. نتیجهٔ مرحلهٔ «ترغیب»، درگیر کردن دانش‌آموزان با فعالیت(های) هدف‌دار آموزشی است. در اینجا منظور از «فعالیت»، هم فعالیت ذهنی و هم فعالیت بدنی است.

**۲ تحقیق:** پس از آنکه دانش‌آموزان در مرحلهٔ «ترغیب»، درگیر فعالیت‌هایی شدند، باید در اندیشه‌های خود به جست‌وجو پردازند. در این مرحله، فعالیت‌هایی تحقیقی برای آنان طراحی می‌شود تا دانش‌آموزان درون کلاس تجربه‌هایی مشترک و واقعی داشته باشند و براساس آنها به مفاهیم، فرایندها و مهارت‌ها برسند. در این مرحله می‌توان از نرم‌افزارهای آموزشی استفاده کرد، اما این نرم‌افزارها باید با دقت طراحی شده باشند، به طوری که بتوانند به گونه‌ای نظام‌مند، مفاهیم علمی دقیق را ارائه کنند. دانش‌آموزان طی این مرحله، وقت دارند تا به بررسی اشیاء، رویدادها یا موقعیت‌ها پردازند. دانش‌آموزان در نتیجهٔ درگیری ذهنی و جسمی در فعالیت‌ها، روابطی برقرار می‌کنند، الگوهای را مشاهده، متغیرهایی را شناسایی و همچنین دربارهٔ رویدادها، سؤال می‌کنند. نقش معلم در این مرحله، تسهیل‌کننده یا راهنمایی‌کننده است. معلم فعالیت را شروع می‌کند و به دانش‌آموزان وقت و فرصت می‌دهد تا هر دانش‌آموز براساس اندیشهٔ خود به بررسی اشیاء، مواد و موقعیت‌ها پردازد. معلم ممکن است دانش‌آموزان را هنگامی که به بازسازی توضیحات خود می‌پردازند، راهنمایی کند.

**۳ توضیح:** منظور از «توضیح» آشکار کردن، قابل درک کردن و روشن کردن مفاهیم، فرایندها یا مهارت‌ها است. در این مرحله، معلم توجه دانش‌آموزان را به جنبه‌های ویژهٔ



مرحله «ترغیب» و تجربه‌های «تحقیق» جلب می‌کند. نخست، معلم از دانش‌آموزان می‌خواهد که توضیحات خود را ارائه دهند. سپس معلم توضیحات علمی را به روش مستقیم، صریح و رسمی ارائه می‌کند. کلید این مرحله ارائه مفاهیم، فرایندها یا مهارت‌ها به صورت خلاصه، ساده، روشن و مستقیم و رفتن به مرحله بعدی است. معلمان انواعی از فنون و راهبردها را برای توضیح در اختیار دارند. آنان معمولاً زبانی توضیح می‌دهند؛ ولی تعدادی از راهبردهای دیگر هم مانند ویدئو، فیلم و درس‌افزار وجود دارند و به کمک آنها می‌آیند. در پایان، دانش‌آموزان باید بتوانند تجربه‌های تحقیقی خود را با اصطلاحات عمومی، توضیح دهند.

**۴ تعمیق:** پس از آنکه دانش‌آموزان مرحله «تحقیق» را پشت‌سر گذاشتند و در مرحله «توضیح» با اصطلاحات آشنا شدند، باید برای تحکیم یادگیری، آنان را در تجربه‌های بیشتر درگیر کرد تا مفاهیم، فرایندها و مهارت‌ها را عمیق‌تر درک کنند. این مرحله، انتقال مفاهیم را به موقعیت‌های مشابه و جدید، تسهیل می‌کند. در برخی موارد، در این مرحله دانش‌آموزان، هنوز دچار بدفهمی‌اند. مرحله «تعمیق»، فرصتی برای تعمیق یادگیری فراهم می‌کند. آدري شامپین (۱۹۸۷) توضیح روشنی از این مرحله دارد:

دانش‌آموزان طی مرحله «تعمیق»، برای جست‌وجوی اطلاعات در بحث‌ها و فعالیت‌هایی درگیر می‌شوند. هدف گروه، شناسایی و اجرای تعداد اندکی رویکرد محتمل در تکلیف است. دانش‌آموزان طی بحث گروهی رویکردهای خود را نسبت به مفاهیمی که آموخته‌اند، ارائه می‌دهند و از آنها دفاع می‌کنند. نتیجه این بحث، شناسایی بهتر مفهوم و نیز شناسایی و جمع‌آوری اطلاعات لازم برای تکمیل آن مفهوم است. چرخه یادگیری روبه اطلاعات خارج از دایره کلاس، بسته نیست. دانش‌آموزان از یکدیگر، از معلم، از مواد چاپی، متخصصان و پایگاه‌های داده‌های الکترونیک و نیز از آزمایش‌هایی که انجام می‌دهند، اطلاعاتی به دست می‌آورند، این، پایگاه اطلاعات نامیده می‌شود. هریک از دانش‌آموزان در نتیجه شرکت در بحث‌های گروهی، می‌توانند براساس مفهوم مورد بررسی، پایگاه اطلاعات و راهبردهای ممکن برای رقابت را عمق بدهند (ص ۸۲).

توجه داشته باشید که تعامل بین دانش‌آموزان، فقط قسمتی از فرایند «تعمیق» است. بحث گروهی و یادگیری مشارکتی برای دانش‌آموزان، موقعیت‌هایی را فراهم می‌کنند تا آنها درک خود را از موضوع بیان کنند و بازخورد دیگران را که به سطح درکشان بسیار نزدیک است، دریافت کنند.

**۵ تصحیح:** این موقعیتی مهم برای دانش‌آموزان است تا از مهارت‌هایی که به دست آورده‌اند، در ارزیابی درک خود استفاده کنند. به علاوه، باید از توضیحات خود، بازخورد داشته باشند. ارزیابی غیررسمی را می‌توان در آغاز یا در طول مراحل ۵، انجام داد. معلم می‌تواند ارزیابی رسمی را پس از مرحلهٔ تعمیق، انجام دهد. معلم باید به‌عنوان مواد آموزشی عملی، به برون‌ده آموزش نیز دست یابد. در این مرحله، معلم ارزشیابی را مدیریت می‌کند تا به میزان درک هریک از دانش‌آموزان دست یابد.

از سال‌های آخر دههٔ ۱۹۸۰ بدین سو، سازمان مطالعات برنامه‌های درسی علوم زیستی برای تولید مواد درسی خود و نیز آموزش معلمان، فقط از الگوی آموزشی ۵، استفاده کرده است. این الگو دارای ترکیبی از برنامه‌ها، واحدها و درس‌هاست.

**یادگیری، دغدغه مشترک!** شاید بتوان گفت مسئلهٔ یادگیری یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مشترک آموزشگران در سراسر جهان است. به‌عبارت دیگر گرچه نظام‌های آموزشی در انتخاب اهداف، اولویت‌ها و محتوای آموزشی ممکن است با هم تفاوت‌های چشمگیر داشته باشند، اما همگی در این نقطه اشتراک نظر دارند که در هر حال باید فرایند یاددهی - یادگیری به‌گونه‌ای شکل گیرد که برای دانش‌آموزان فضایی پراکنگیزه و آکنده از احساس لذت، احساس موفقیت، و احساس مفید بودن به‌وجود آورد. معمولاً از چنین یادگیری مطلوبی با توصیفاتى همچون یادگیری مؤثر، یادگیری فعال و یادگیری رشددهنده یاد می‌شود. بسیاری از مشکلات به‌ظاهر فردی دانش‌آموزان در عرصهٔ یادگیری که موجب افت تحصیلی آنها می‌شود، ریشه در عدم شکل‌گیری یک فرایند صحیح یاددهی - یادگیری در سطح مدرسه و کلاس درس دارد. به‌عبارت دیگر، هدایت صحیح دانش‌آموزان دارای استعدادهاى برتر از یک سو و جبران نقاط ضعف دانش‌آموزان نیازمند ترمیم از سوی دیگر، هردو در بستر یک فضای یاددهی - یادگیری مطلوب و با دقت طراحی شده امکان‌پذیر است. چنین فضایی می‌تواند به رشد و پیشرفت تمامی دانش‌آموزان، در هر موقعیتی که قرار دارند، بینجامد.

توجه به احیای کارکردهای آموزشی کلاس درس از جنبهٔ دیگری هم حائز اهمیت فراوان است. واقعیت این است که امروز بسیاری از مدرسه‌ها تنها به کلاس درس تقلیل پیدا کرده‌اند؛ یعنی دانش‌آموزان وقتی به مدرسه می‌آیند، تقریباً مستقیماً به کلاس درس می‌روند و سپس به خانه بازمی‌گردند. به‌عبارت دیگر چون بیشتر مدارس فاقد برنامه‌های

غیررسمی و غیرکلاسی، از قبیل فعالیت‌های آزاد، پرورشی، ورزشی، نمایش، سرود و دیگر فعالیت‌هایی که به جوّ مدرسه هویت خاصی می‌دهد، هستند؛ بنابراین حضور در کلاس، تقریباً همهٔ زمان حضور دانش‌آموزان در مدرسه را به خود اختصاص می‌دهد. حال که چنین است، باید راه‌هایی را جست‌وجو کرد که کلاس درس، بیش از پیش سبب رشد و ارتقای بیشتر دانش‌آموزان شود؛ اما پژوهش‌های مرتبط با فضای حاکم بر کلاس‌های درس چنین چشم‌اندازی را آشکار نمی‌سازد. نتایج پژوهشی که در کلاس‌های درسی پنج استان ایران انجام شده، نشان می‌دهد که نحوهٔ ادارهٔ کلاس‌های درسی ایران، مشخصه‌هایی دارد که کاملاً تکرار می‌شوند. این مشخصه‌ها عبارت‌اند از:

- ۱ دانش‌آموزان در کلاس‌ها، معمولاً ساکت می‌نشینند؛
- ۲ ادارهٔ کلاس، بیشتر به عهدهٔ معلم است و او تسلط کاملی بر کلیهٔ فعالیت‌های کلاسی دارد؛
- ۳ بسیاری از برنامه‌های کلاس به برنامه‌های حافظه‌مدار معطوف می‌شود و در عمل، به‌خاطر سپردن آنچه که معلم در فرایند یادگیری روی آن تأکید می‌کند، بسیار اهمیت دارد؛
- ۴ معلمان عمدتاً از روش‌های دستوری استفاده می‌کنند؛ یعنی خیلی وقت‌ها از دانش‌آموزان می‌خواهند کارهای معینی را انجام دهند و این خواستهٔ خود را به‌طور مستقیم ابراز و بیان می‌کنند!
- ۵ معمولاً از دانش‌آموزان خواسته نمی‌شود آنچه را که یاد گرفته‌اند در موقعیت‌های جدیدی به کار ببرند یا تعمیم دهند.
- ۶ معلمان، اغلب، فرایند یاددهی - یادگیری را براساس شیوه‌ای که کتاب درسی ارائه کرده است، اجرا می‌کنند.

اگر مجموعه نتایج فوق و نیز نتایج پژوهش‌های دیگر را مدنظر قرار دهیم، به‌نظر می‌رسد نیازمند راه‌حلی هستیم که از طریق آن فرایند یاددهی - یادگیری را چه در کلاس درس و چه بیرون از آن احیا کنیم و فضای مدرسه‌ای موجود را به فضایی پویا و رشددهنده ارتقا دهیم تا نتایج بهتری را به‌دست آوریم.

این موضوع در سه سند تحولی مهم نظام آموزشی ایران که در سال‌های اخیر تولید شده‌اند؛ یعنی کتاب مبانی نظری تحول بنیادین در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی جمهوری اسلامی ایران، سند تحول بنیادی آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران و برنامهٔ درسی ملی جمهوری اسلامی ایران به آن توجه شده است.

در کتاب مبانی نظری تحول بنیادین در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی جمهوری اسلامی ایران بر اهمیت «درک و اصلاح مداوم موقعیت خود توسط یادگیرنده» تأکید

شده است و «تدارک موقعیت‌های یادگیری و فرصت‌های تربیتی که امکان به‌کارگیری و پرورش ظرفیت شناختی را از طریق فعالیت و تلاش متربی فراهم کند»، از ویژگی‌های مهم نظام تربیتی مطلوب ذکر شده است (ص ۳۵۱ و ۳۷۶). در این کتاب تأکید شده است که مدرسه باید فرصت‌های یادگیری ساده و رشددهنده‌ای را در چارچوب اهداف متعالی خود برای دانش‌آموزان تدارک ببیند: «ایجاد فضایی هدفمند از تجربیات و اشکال واقعی حیات طیبه با تدارک مجموعه‌ای از موقعیت‌ها، فرصت حرکت رشد یابنده و تعالی بخش برای متربیان، به این معنا که تجربیات مدرسه‌ای باید شکل ساده شده (و نه پیچیده‌ای) از تجربه حیات طیبه باشد» (ص ۳۶۰)

در سند تحول بنیادین آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران نیز «ارتقای اثربخشی و افزایش کارایی در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی» از اهداف کلان آموزش و پرورش برشمرده شده است (هدف کلان شماره ۷- در این سند همچنین به «بهره‌مندی فزون‌تر از روش‌های فعال، خلاق و تعالی بخش» در طراحی، تدوین و اجرای برنامه‌ی درسی به‌عنوان یک راهکار اساسی اشاره شده است. (فصل ۷، راهکار ۱-۱).

در برنامه‌ی درسی ملی جمهوری اسلامی ایران به‌طور مبسوط‌تر به موضوع یادگیری و کیفیت آن پرداخته شده است. در فصل سوم این سند با عنوان کلی «اصول ناظر بر برنامه‌های درسی و تربیتی» دو اصل به‌طور مستقیم به چگونگی شکل‌گیری فرایند یاددهی یادگیری اشاره می‌کند.

اصل ۳-۳: اعتبار نقش یادگیرنده: برنامه‌های درسی و تربیتی باید به نقش فعال، داوطلبانه و آگاهانه دانش‌آموز در فرایند یاددهی - یادگیری و تربیت‌پذیری توجه کند و زمینه تقویت و توسعه روحیه پرسشگری، پژوهشگری، خلاقیت و کارآفرینی را در وی فراهم سازد. (ص ۹)

اصل ۳-۹: یادگیری مادام‌العمر: برنامه‌های درسی و تربیتی باید زمینه کسب شایستگی‌ها و مهارت‌های لازم برای استمرار و معنادار شدن یادگیری و پیوستگی تجارب یادگیری در زندگی برای دانش‌آموزان تأمین کند. (ص ۱۰)

در بخش ۴-۴ این سند نیز ذیل عنوان «رویکرد و جهت‌گیری کلی یاددهی - یادگیری» چنین ذکر شده است.

۱ یاددهی - یادگیری فرایندی زمینه‌ساز برای ابراز گرایش‌های فطری، شناخت موقعیت یادگیرنده و اصلاح مداوم آن است.

۲ یادگیری حاصل تعامل خلاق، هدفمند و فعال یادگیرنده با محیط‌های متنوع است.

۲ دیدگاه دانش‌آموزان را به‌طور معنادار نسبت به ارتباط با خود، خداوند، دیگران و مخلوقات، تحت تأثیر قرار دهد.

در قسمت ۴-۶ همین بخش تأکید شده است که محیط یادگیری باید از صفاتی مانند منعطف، پویا، برانگیزاننده و غنی برای پاسخگویی به نیازها، علایق و ویژگی‌های دانش‌آموزان برخوردار باشد و زمینه بهبود موقعیت آنها و ارتقای کیفیت فرایند یاددهی-یادگیری را فراهم آورد. (ص ۱۳)

برنامه درسی ملی همچنین در الگوی هدف‌گذاری به ماتریسی اشاره می‌کند که از یک‌سو دربرگیرنده پنج عنصر: تعقل، ایمان، علم و عمل و اخلاق است و از سوی دیگر چهار عرصه رابطه با خویشتن، رابطه با خداوند متعال، رابطه با خلق خدا (یعنی سایر انسان‌ها) رابطه با خلقت الهی (یعنی سایر مخلوقات و طبیعت) است و تأکید می‌کند که در طراحی و تدوین برنامه‌ها باید از این الگو استفاده کرد.

فراتر از همه مطالب فوق، برنامه درسی ملی ایران در فصل نهم با تأکید بر این موضوع که راهبردهای یاددهی - یادگیری باید بتواند بستر لازم را برای تحقق اهداف برنامه درسی و تربیتی در جهت شکوفایی فطرت و دستیابی به مراتبی از حیات طیبه تدارک ببیند. برای تحقق این مهم علاوه بر اصول ناظر به برنامه‌های درسی و تربیتی، «اصول حاکم بر راهبردهای یاددهی - یادگیری» را به شرح زیر در ۹ بند ارائه می‌کند.

۱ امکان درک و تفسیر پدیده‌ها، وقایع و روابط را در موقعیت‌های واقعی زندگی تدارک ببیند، به‌گونه‌ای که شرایط را برای درک و تصمیم‌گیری درباره مسائلی که دانش‌آموزان در موقعیت‌های مختلف با آن مواجه می‌شوند، با رعایت نظام معیار اسلامی فراهم کند.

۲ انگیزه دانش‌آموزان را از طریق کاوشگری در تلاش مداوم برای یافتن پاسخ پرسش‌هایی درباره پدیده‌ها، وقایع و روابط آن شکوفا و تقویت کند.

۳ امکان درک و تفسیر قوانین کلی حاکم بر هستی و رابطه‌های علت و معلولی یا وابستگی پدیده‌ها را همراه با افزایش بصیرت در دانش‌آموزان فراهم کند.

۴ فرصت‌هایی را تدارک ببیند که شایستگی‌های کسب شده در فواصل زمانی توسط دانش‌آموز مرور و تصمیماتی برای تعدیل، بازنگری یا ادامه مسیر یادگیری توسط او اخذ شود.

۵ فرصت لازم برای پیوند نظر و عمل، تلفیق دانش و تجربیات پیشین با یادگیری‌های جدید را به‌صورت یکپارچه و معنادار جهت تحقق ظرفیت‌های وجودی دانش‌آموزان و توسعه شایستگی‌ها فراهم کند.

۶ با بهره‌مندی فزون‌تر از روش‌های فعال، خلاق و تعالی‌بخش و با سازمان‌دهی نوآورانه و خلاق فرایند جمع‌آوری و انباشت حقایق، زمینه‌ساختن علم و معرفت را فراهم کند.

۷ صرفاً به انتقال دانش محدود نشود؛ بلکه زمینه‌ساز تولید علم از سوی دانش‌آموزان را با تأکید بر مشارکت آنان در مفهوم، تدارک ببیند.

۸ زمینه‌ساز تعامل مؤثر دانش‌آموزان را با معلم، همسالان و انواع محیط‌های یادگیری فراهم کند.

۹ زمینه‌ساز بهره‌گیری هوشمندانه از فناوری‌های نوین آموزشی را فراهم کند و استفاده از آنها را با نگاه تقویتی و تکمیلی با توانمندسازی (نه نگاه جایگزینی و واگذاری) دنبال کند.

در کنار تأکیدات بالا که کم و بیش در اسناد آموزش و پرورش کشورهای مختلف با تفاوت‌هایی اندک تکرار شده است، رشته‌های تخصصی ذیل عنوان کلی علوم تربیتی مانند برنامه‌ریزی درسی، فناوری آموزشی، روان‌شناسی تربیتی، پداگوژی و حتی فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز در زمینه موضوع یاددهی - یادگیری مباحث مبسوطی را مطرح کرده‌اند و هر یک فهرستی بلند بالا از یافته‌های خود را به شکل توصیفی یا تجویزی و توصیه‌ای در اختیار آموزشگران قرار داده‌اند و از آنها انتظار دارند که هنگام تدریس آنها را سرلوحه کار خود قرار دهند. گروهی بر لزوم توجه به نظریه‌های یادگیری هنگام تدریس پای می‌فشارند و گروهی دیگر بر اهمیت به‌کارگیری الگوهای تدریس هنگام نوشتن طرح درس تأکید می‌کنند. تأکید بر سطوح رشد شناختی، اهمیت عنصر ارزشیابی، توجه به تفاوت‌های فردی و بسیاری تأکیدات دیگر در همین جهت انجام می‌شود.

بدیهی است جامعه عمل پوشاندن به تمامی تأکیدات فوق در فضایی پراکنده و غیرمنسجم امکان‌پذیر نیست و نتیجه‌ای جز سردرگمی در پی ندارد. به نظر می‌رسد ما امروز بیش از هر زمان دیگر نیازمند الگویی هستیم که امکان در کنار هم نشستن و توجه هم‌زمان به یافته‌های فوق را فراهم کند و بدین ترتیب برای آموزشگران آرامش به ارمغان آورد.

الگوی سه‌ضلعی (مثلثی) ارتقای یادگیری، با چنین دیدگاهی و براساس تجربه زیسته ارائه‌کننده در طی سه دهه تدریس، مطالعه، پژوهش و آموزش معلمان تدوین شده است و می‌کوشد که با ارائه یک ترسیم هندسی، عناصر گوناگون مؤثر در تدریس را در فضایی هماهنگ و نظام‌مند در کنار بنشانند و امکان توجه هم‌زمان به آنها را بدون غفلت از دیگری فراهم سازد. این الگو از سویی یک راهنمای عمل برای معلمان در اختیار آنان می‌گذارد و از سوی دیگر یک فهرست برای سنجش کیفیت تدریس برای کنشگران عرصه تعلیم و تربیت به‌دست می‌دهد.

## الگوی سه ضلعی ارتقای یادگیری<sup>۱</sup>

این الگو همان‌طور که از نام آن برمی‌آید، دارای سه ضلع اصلی است. اولین و مهم‌ترین ضلع الگو که قاعدهٔ مثلث را تشکیل می‌دهد، طراحی آموزشی است. این ضلع دربرگیرندهٔ مهم‌ترین اقدامات و مراقبت‌هایی است که به شکل‌گیری فرایند مؤثر یادگیری منجر می‌شوند. دومین ضلع تأکید بر استفاده از رسانه‌های پرشمار در فرایند یادگیری و سومین ضلع تأکید بر اهمیت ارائهٔ آموخته‌ها به‌عنوان برون‌داد یادگیری توسط دانش‌آموزان است.



### ضلع اول، طراحی آموزشی

برای هر واحد یادگیری نیازمند یک طراحی آموزشی هستیم. اگر یادگیری را سیر و سفری از مبدأ به مقصدی معین تصور کنیم، اولین گام در به‌کارگیری این الگو ترسیم نقشهٔ حرکت یا طراحی مسیری است که یادگیرنده در فرایند یادگیری باید بپیماید. به عبارت دیگر طراحی آموزشی به منزلهٔ تعیین فعالیت‌های یادگیری است که در مجموع به رشد دانش‌آموز می‌انجامد. گاهی این فعالیت یادگیری را می‌توان براساس روشی که کتاب درسی پیشنهاد می‌کند، شروع کرد و پیش رفت. این روش، در صورتی که کتاب درسی با رعایت اصول یاددهی یادگیری تدوین شده باشد و با شرایط و فضای محیط سازگار باشد، تصمیم خوبی است، ولی لزوماً بهترین راه نیست. تفاوت طراحی آموزشی

با تهیه طرح درس این است که در طراحی آموزشی یک واحد یادگیری که ممکن است تدریس آن چندین جلسه آموزشی را به خود اختصاص دهد، موضوع کار است در حالی که تهیه طرح درس معمولاً اقدامی محدودتر است و برای یک جلسه درس تنظیم می‌شود. مهم‌ترین اقدامات و مراقبت‌هایی که در یک طراحی آموزشی باید طراحان به آن توجه کنند، عبارت است از:

**۱ هدف از جنس شایستگی:** اولین گام برای اینکه بتوان فرایند یاددهی - یادگیری رشددهنده‌ای به وجود آورد، باید از انتها شروع کرد؛ یعنی پایان یادگیری را دید و مشخص کرد که دانش آموز پس از پشت سر گذاشتن این واحد یادگیری باید به چه شایستگی‌هایی برسد. به عبارت دیگر قرار است چه صلاحیت‌ها، صفات و توانمندی‌هایی در او به وجود آید و انتظار می‌رود به چه نوع تولید ذهنی یا فکری برسد و چه توانمندی‌هایی را از خودش نشان دهد؛ اینها باید آشکار باشند. پس از تعیین هدف واحد یادگیری، یک طراحی آموزشی خوب دارای ملاک‌ها و مشخصه‌هایی است که در ادامه آنها را مرور می‌کنیم:

**۲ طراحی دقیق، رشددهنده، تدریجی، سیر منطقی، پله‌های ارزشمند و قابل دستیابی:** باید تصویری از مسیری که قرار است دانش آموز بپیماید، رسم کنیم؛ یعنی مشخص کنیم وقتی دانش آموزی درسی را می‌آموزد، قرار است چه پله‌هایی را بپیماید. این پله‌ها، راهکار یادگیری یا طراحی آموزشی هستند که معلم می‌خواهد به اجرا درآورد. منظور از پله‌ها مجموعه فعالیت‌هایی است که برای کلاس درس پیش‌بینی می‌شود. این پله‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که نه آنقدر زیاد و بلند باشند که دانش آموز در پیمودن آنها احساس ناتوانی کند و نه آنقدر کوتاه و کم‌تعداد باشند که دانش آموز احساس کند با بالا رفتن از آنها کار مهمی انجام نداده است و آنها را پیش پا افتاده تلقی کند. بدین ترتیب، تعداد این پله‌ها و توالی آنها بسیار مهم است.

**۳ یک شروع خوب:** اینکه یک درس چگونه شروع شود و در این شروع، چه کاری باید کرد که فعالیت یادگیری بسیار جذاب باشد، بسیار مهم است؛ زیرا، اولین قدم در یادگیری این است که دانش آموز به موضوع جذب شود؛ یک چشم‌انداز در پیش رویش گشوده شود تا بداند دارد چه چیزی را می‌آموزد؛ قرار است به کجا برسد و این یادگیری در زندگی، به چه کار او می‌آید. بنابراین، باید مسئله ارتباط مطالب درسی با زندگی و مفید بودنشان، برای دانش‌آموزان ترسیم شود. بدین ترتیب، اولین پله این است که مشخص کنیم



دانش‌آموزان را با چه نوع فعالیتی می‌توان با مسئله درگیر کرد و هوش و حواسشان را به مسئله جلب کرد تا احساس کنند می‌خواهند این مسیر را ادامه دهند.

**۴ توجه به پیش‌دانسته‌ها:** دومین پله توجه به پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان است. اگر به پیش‌دانسته‌ها توجه شود، وقت دوباره‌ای صرف تولید آنها نمی‌شود که هم برای دانش‌آموزان کسالت‌آور باشد و هم بخشی از زمان یادگیری را به خود اختصاص دهد. معلم می‌تواند پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان را در کلاس احصا کند تا ببیند اگر آنها در این پیش‌دانسته‌ها باهم اشتراک ندارند؛ با فعالیتی که تدارک می‌بیند، آنها را به اشتراک بگذارد و نقطه شروعشان در یادگیری را باهم یکی کند.

**۵ انتخاب الگوی تدریس:** الگوهای تدریس در واقع حاصل تجربیات موفق معلمان‌اند که به صورتی قابل تعمیم درمی‌آیند و از آنها می‌توان برای تدریس موضوعات مختلف درسی استفاده کرد. گاهی انتخاب درست یک الگو در موفقیت تدریس بسیار مؤثر است؛ مثلاً وقتی می‌خواهیم به دانش‌آموزان مفاهیم اخلاقی را با تأکید بر شفاف‌سازی ارزش‌ها آموزش دهیم، ممکن است انتخاب الگویی مانند محاکم قضایی، به تدریس جذابیت و کارایی خاصی ببخشد و روند یادگیری را تسهیل کند. در یک طراحی آموزشی طولانی و چندمرحله‌ای، گاهی لازم است از چند الگوی تدریس در موقعیت‌های مختلف استفاده نمود. بسیاری از معلمان به دلیل عدم آشنایی کامل با الگوهای تدریس متنوع، از الگوهای کم‌شماری استفاده می‌کنند و فضای تدریس، آنها تکراری و کسالت‌آور می‌شود. گاهی هم به دلیل آشنایی سطحی با الگوهای تدریس، آنها را به صورت ناقص و غیرحرفه‌ای اجرا می‌کنند. در حالی که اجرای حرفه‌ای الگوهای متنوع تدریس بر جذابیت کار و مؤثر بودن تدریس می‌افزاید.

**۶ یادگیری فعال، تولید مفهوم توسط یادگیرنده:** نکته دیگری که در طراحی آموزشی باید به آن توجه شود، این است که مشخص شود فعالیت‌ها چگونه به «تولید مفهوم» توسط دانش‌آموزان می‌انجامند. آیا معلم، در انجام فعالیت‌ها، دانش‌آموزان را در نقش دریافت‌کننده مفهوم قرار می‌دهد یا تولیدکننده مفهوم؟ زیرا ممکن است معلم مفهومی را مستقیماً توضیح دهد و دانش‌آموزان دریافت‌کننده آن باشند؛ اما ممکن است معلم همین مفهوم را به گونه‌ای ارائه کند که آنها با انجام فعالیت‌های ذهنی، فعالیت‌های عملی و مطالعه منابع مناسب یادگیری، خود به مفهوم‌سازی و تولید مفهوم بپردازند. حتی خواندن یک متن علمی و گفت‌وگو درباره آن یک یادگیری فعال به‌شمار می‌آید. چون دانش‌آموز به واسطه

درک و فهم خودش در مسیر آموزش حرکت و از متن، مفهوم‌سازی می‌کند و بدین ترتیب یک یادگیرنده فعال به‌شمار می‌آید. شاید بتوان گفت مهم‌ترین دستاورد نظریه‌ها یادگیری ساختن‌گرایی، همین تأکید بر تولید مفهوم و یادگیری فعال توسط یادگیرنده است.

**۷ یادگیری مشارکتی، اجتماعی و گروهی:** یادگیری مشارکتی هم بخشی از یک برنامه یادگیری خوب است. در این طراحی آموزشی متعادل، حجم فعالیت‌های گروهی همچون بحث و گفت‌وگو، انجام فعالیت‌های عملی گروهی، و حتی امتحان گروهی در کنار فعالیت‌های انفرادی قابل توجه و در اولویت است. یادگیری مشارکتی نیز از تأکیدات اصلی نظریه ساختن‌گرایی به‌شمار می‌آید.

**۸ سطوح بالای عملکرد یادگیری:** یک تحقیق نشان داده است که عموماً سطح فعالیت‌هایی که معلمان از دانش‌آموزان می‌خواهند که انجام دهند، در سطوح پایین یادگیری انجام می‌شود. مثلاً وقتی معلمی از دانش‌آموزان می‌خواهد درباره موضوعی اطلاعات جمع‌آوری کنند؛ آنها معمولاً این اطلاعات را در سطح اولیه و صرفاً از یک منبع به‌دست می‌آورند و ارائه می‌دهند. حتی گاهی فعالیت‌ها در همین حد هم انجام نمی‌شود و کار سطحی‌تری انجام می‌شود؛ مثلاً دانش‌آموزان بدون آنکه حتی در اینترنت هم جست‌وجوی دقیقی انجام دهند، فقط با گرفتن یک پرینت کارشان را ارائه می‌دهند. گو اینکه اگر دانش‌آموزان جمع‌آوری اطلاعات را به‌خوبی هم انجام دهند. باز هم در صورت ارائه عینی اطلاعات، در سطح اول و کف یادگیری قرار دارند. توجه به سطوح بالاتر یادگیری به این معناست که معلم، مثلاً وقتی دانش‌آموزان مشغول جمع‌آوری اطلاعات هستند، از آنها بخواهد تحلیلی روی اطلاعات، از نظر طبقه‌بندی اطلاعات و توصیف و تبیین آنها به شیوه‌های خلاقانه و نوآورانه ارائه کنند و اعتبار منابعی را که به آنها استناد کرده‌اند، ارزیابی کنند. این‌گونه اقدامات توجه به سطوح بالاتر یادگیری را نشان می‌دهد که در فعالیت‌های دیگر یادگیری و موضوعات و مسائل مختلف باید به آنها توجه شود. نکته مهمی که باید به آن توجه کرد، این است که گاهی معلم در تمریناتی که به دانش‌آموزان می‌دهد مسئله‌ای را پیچیده‌تر مطرح می‌کند. این کار، لزوماً دانش‌آموز را به سطوح بالاتر یادگیری نمی‌برد، بلکه صرفاً سطح دشواری مطلب را بیشتر می‌کند و این روش مطلوبی نیست، چون بر احساس موفقیت دانش‌آموزان تأثیر منفی می‌گذارد. مثلاً معلم ریاضی، کسر مرکبی را به دانش‌آموزان می‌دهد و از آنها می‌خواهد که آن را ساده کنند. این سطح اول یادگیری است. حال اگر این معلم طبقات کسر را بیشتر

کند، دانش‌آموزانش را به سطوح بالاتر یادگیری نبرده است، بلکه فقط مسئله را برای آنان دشوارتر کرده است. درحالی که او می‌توانست از دانش‌آموزان بخواهد برای یک مسئله، یک کسر بنویسند و از این طریق آنها را به سطح بالاتری ارتقا دهد. همچنین می‌توانست، در یک سطح بالاتر، یک عدد کسری به آنها بدهد و بخواهد که برای این کسر، یک مسئله بنویسند. بنابراین، بالا بردن سطح یادگیری جزء هدف‌های مهم آموزش است و نباید آن را با دشوار کردن یادگیری یکی تصور کرد.

توجه به این نکته که دانش‌آموزان باید رشد کنند و از سطح اولیه یادگیری تکنیک‌ها و دانش به سطوح بالاتر یادگیری، از جمله تجزیه و تحلیل اطلاعات و همچنین ترکیب کردن آنها بروند، در تمام دروس لازم است و از اهمیت بسیاری برخوردار است. برای طبقه‌بندی سطوح رشد شناختی، روش‌های مختلفی به رسمیت شناخته می‌شود و معلمان با انتخاب‌های گوناگونی روبه‌رو هستند. این طبقه‌بندی ممکن است، مانند آنچه که در الگوی مطالعه «تیمز» به کار می‌رود، دارای سه سطح دانش مروری، دانش کاربردی و دانش ترکیبی باشد. یا ممکن است سطوح پنج‌گانه بلوم در نظر گرفته شود. همچنین ممکن است سطوح بلوم جدید که شاگردان او در سال ۲۰۰۰ برای هزاره سوم ارائه کردند، مورد توجه قرار گیرد. بدین ترتیب این مهم نیست که از چه نوع طبقه‌بندی‌ای استفاده می‌شود بلکه مهم این است که توجه کنیم دانش‌آموزان در کف یادگیری باقی نمانند و فعالیت‌های معلم سطوح بالاتر یادگیری را نشانه‌روی کرده باشد. به عبارت دیگر، معلم هرگز نباید به سطوح پایین یادگیری راضی باشد و تنها خشنود باشد که دانش‌آموزان او توانسته‌اند مطلبی را حفظ و آن را بیان کنند.

**۹ کاربردست آموخته‌ها در موقعیت جدید:** ارتباط با زندگی، یعنی استفاده از فعالیت‌هایی در طراحی آموزشی که موضوع درس را به زندگی ارتباط می‌دهند. کاربردست آموخته‌ها در موقعیت جدید، توجه به وجه کاربردی و مفیدبودن یادگیری است. ایجاد این توانایی در دانش‌آموزان که بتوانند چند دقیقه درباره اهمیت موضوع درس سخن بگویند یا برای کاربردهای آن مثال‌هایی بزنند و دیگران را نسبت به مفید و ضروری بودن آموختن این واحد یادگیری متقاعد کنند، نشانه‌ای از تحقق این امر به‌شمار می‌آید.

**۱۰ توجه به تفاوت‌های فردی در یادگیری:** وجود تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان با یکدیگر در زمینه انواع هوش، سبک یادگیری، استعداد تحصیلی، بستر فرهنگی و اجتماعی خانواده، زبان مادری، میزان دانسته‌های قبلی، بدفهمی‌ها و به‌ویژه علایق و توانمندی‌های گوناگون

سبب می شود که یک نسخه واحد برای همگان بهترین نتیجه را به همراه نداشته باشد از این رو لازم است در طراحی آموزشی وجود فعالیت های موازی و انعطاف پذیر پیش بینی شود. برای دستیابی به یک هدف آموزشی همیشه راه های متنوعی در پیش روی ماست و در یک طراحی آموزشی مطلوب به این امر توجه می شود. ارائه بازنمایی های مختلف یک مطلب و مطرح کردن مسائل باز پاسخ که امکان ورود به یک موضوع از جوانب گوناگون را فراهم می کند، نمونه هایی از توجه به تفاوت های یادگیری به شمار می آید.

**۱۱** **رویکرد تلفیقی:** برای استفاده از رویکرد تلفیقی دلایل بی شماری وجود دارد و مزایای این رویکرد در بهبود کیفیت، سرعت و گستره یادگیری و پاسخ گویی به نیاز فراگیران محل مناقشه نیست. در طراحی آموزشی با بهره گیری از رویکرد تلفیقی مرزهای بین ساحت های شش گانه رشد و تربیت؛ یعنی ساحت دینی و اخلاقی، ساحت علمی و فناوری، ساحت اجتماعی و سیاسی، ساحت زیستی و بدنی، ساحت اقتصادی و حرفه ای و ساحت زیبایی شناسی و هنری کم رنگ می شود و امکان پوشش دادن به دو یا چند حوزه تربیت و یادگیری در یک زمان فراهم می گردد. از بین روش های مختلف تلفیق، استفاده از یادگیری زمینه محور و رویکرد تماتیک در سازماندهی محتوای یادگیری از روش های پیشرفته برنامه ریزی درسی به شمار می آید. در این نوع طراحی آموزشی یک موضوع مناسب و دارای قابلیت کافی به عنوان تم یا زمینه یادگیری در مرکز قرار می گیرد و پیرامون آن مباحث مختلف مرتبط با آن بسط داده می شود. موضوعی که به عنوان تم انتخاب می شود، باید دارای اجزای منسجم مفهومی درونی و بازوهای ارتباطی بیرونی کافی و قابلیت عمق بخشی باشد. مثلاً در زمینه آموزش محیط زیست، آب یک تم مناسب است. همچنین در ساحت آموزش های اخلاقی، حق الناس قابلیت ارائه به صورت تماتیک را دارد.

**۱۲** **جلوه ارائه و ارزشیابی:** ترسیم برون داده های مورد انتظار در قالب جملاتی از جنس شایستگی و روشنگری درباره جایگاه مطلوبی که یادگیرنده در پایان فرایند یادگیری باید بدان دست یابد، از دیگر مشخصه های یک طراحی آموزشی کامل است و به دانش آموزان احساس آرامش می دهد. این کار در دوره غلبه و تسلط اهداف رفتاری بر فضای یادگیری هم انجام می شد، اما تفاوت آن در نوع بینشی بود که بر تدوین اهداف آموزشی به صورت محدودکننده و مکانیکی در آن زمان حاکم بود.

**۱۳** **فعالیت های خارج از کلاس، کلاس معکوس:** آخرین نکته ای که در این باب خیلی مهم

است، توجه به فعالیت‌های بیرون از کلاس است. معلم نباید در طراحی خوط فقط به درون کلاس بیندیشد، بلکه باید مسیری را برای ادامه یادگیری در بیرون کلاس ترسیم کند؛ در عین حال که دقیقاً به برنامه داخل کلاس مربوط می‌شود. این موضوع با عنوان کلاس معکوس در سال‌های اخیر مورد توجه عمیق متخصصان فناوری آموزشی قرار گرفته است و ضمن مدیریت زمان یادگیری، زمینه تحقق اهدافی مانند یادگیری مادام‌العمر را فراهم می‌کند. کلاس معکوس در ضلع سوم الگو نیز مجدداً مورد تأکید قرار می‌گیرد.

**۱۴** **فراشناخت:** در پایان فرایند یادگیری مناسب است که یادگیرندگان نگاهی از فراز به سیر و سفر خود در مسیر یادگیری این درس بیندازند و چگونگی حرکت خود را در این مسیر بازشناسی و تحلیل کنند. سپس راهی را به سوی ادامه یادگیری در آینده پیشنهاد کنند. اگر هدف از یادگیری، تبدیل دانش آموز به یادگیرنده مادام‌العمر است؛ چنین امری ضرورت تام دارد.

### ضلع دوم، رسانه‌های آموزشی پرشمار (بسته آموزشی به جای کتاب درسی)

در گذشته، گفتار شفاهی معلم، جزوه‌های آموزشی و گاهی کتاب درسی تنها رسانه‌های آموزشی در هر کلاس درس بودند و دانش آموز و معلم رسانه دیگری در اختیار نداشتند؛ اما، در سال‌های اخیر امکاناتی فراهم شده است که با استفاده از آنها می‌توان کلاس‌های درس را بسیار متنوع‌تر اداره کرد. امروزه این امری بدیهی انگاشته می‌شود که اولین قدم برای داشتن یک کلاس فعال و پرتأثیر آن است که از سمت یادگیری تک‌رسانه‌ای به سوی رسانه‌های یادگیری پرشمارتر حرکت کنیم.

**۱** **سبک‌های یادگیری:** تمامی دانش‌آموزان از نظر سبک‌های یادگیری یکسان نیستند؛ بنابراین توجه به سبک‌های یادگیری دیداری، شنیداری و جنبشی در کلاس درس لازم است. استفاده از رسانه‌های آموزشی گوناگون این امکان را فراهم می‌سازد که هر دانش‌آموز از هر رسانه‌ای بیشترین بهره را ببرد که با آن سازگاری بیشتری دارد. اصولاً پشتیبانی متقابل رسانه‌های یادگیری از یکدیگر به هم‌افزایی و سینرژی منجر می‌شود. مثلاً اگر در کنار یک متن علمی، یک فیلم آموزشی هم نمایش داده شود، تأثیرگذاری آن بسیار بیشتر از به کارگیری هر یک از این دو به تنهایی خواهد بود.

**۲** **تنوع حداکثری:** رسانه‌هایی مثل فیلم‌های آموزشی، پاورپوینت‌های فعال، فایل‌های تصویری و صوتی، متن‌های آموزشی گوناگون، صفحات گرافیک اطلاع‌رسان (اینفوگرافیک)

و... همه و همه از رسانه‌های پشتیبان کلاس و مدرسه محسوب می‌شوند و ما همه آنها را جزء رسانه‌های یادگیری به‌شمار می‌آوریم. رسانه‌های مکتوب همچون دایرةالمعارف‌ها، مجلات، کتاب‌های موضوعی، کتاب‌های مرجع، پوسترها و چارت‌ها و رسانه‌های غیرمکتوب مانند فایل‌های صوتی، تصاویر، برنامه‌های تلویزیونی، فیلم‌های آموزشی، نرم‌افزارهای رایانه‌ای، و اخیراً اپلیکیشن‌های تلفن همراه، همگی رسانه‌های یادگیری‌اند. خوشبختانه در سال‌های اخیر برای پشتیبانی از کلاس درس ابزارها، امکانات و تجهیزات بسیاری به بازار آمده است. برای مثال فیلم‌های فراوانی برای آموزش درس تولید شده؛ به‌طوری که حتی گاهی تدریس یک درس منوط به داشتن فیلم آموزشی است. یا در بعضی از دروس، طرح درس بر مبنای نمایش فیلم گذاشته شده و بعضی از پایگاه‌های اینترنتی مشخصاً برای پشتیبانی از آموزش و کلاس درس طراحی شده‌اند. وزارت آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران برای این کار به‌ویژه تولید فیلم‌های آموزشی اقدامات خوبی انجام داده است و اکنون، قطعه‌های فراوانی وجود دارند که معلمان برای بهبود کیفیت فرایند تدریس می‌توانند از آنها استفاده کنند.

**۳ مهارت‌های جست‌وجو:** در چنین فضایی، معلمانی که مهارتشان ارتقا یافته است، می‌توانند نه تنها خود از رایانه و فضای اینترنت برای جست‌وجوهای هدفدار استفاده کنند، بلکه با آموزش دانش‌آموزان نیز می‌توانند کمک کنند که آنها نقش فعالی در ارتقای یادگیری ایفا کنند. به این موضوع در ضلع سوم نیز اشاره می‌شود.

**۴ تولید رسانه‌های خودساخته:** استفاده از این امکانات، نباید نقش معلمان را در تولید رسانه‌های یادگیری کم‌رنگ کند؛ بلکه معلم خودش هم می‌تواند موضوعی را انتخاب کند و درباره آن دست به تولید بزند. یعنی در عین اینکه انتخاب رسانه‌های یادگیری امری مطلوب است؛ اما دستکاری این قطعات و تولید قطعات آموزشی خود ساخته نیز ضرورت دارد. این کار مستلزم کسب توانمندی‌هایی است که قبلاً برای معلمان مطرح نبوده است. توانایی کار با نرم‌افزارهای صوتی و تصویری مختلف و تولید کارهای ساده با شرکت در یک دوره فشرده آموزشی و انداختن خود به عرصه عمل امکان‌پذیر است. تولید رسانه‌ها هم به‌صورت فردی و هم به‌صورت کار گروهی قابل انجام است.

**۵ به اشتراک گذاشتن:** معلمان می‌توانند تولیداتی را که برای کلاس‌های درس خود داشته‌اند، از طریق شبکه‌هایی که در اختیار دارند، اشاعه دهند و به اشتراک بگذارند تا دیگران نیز از آن استفاده کنند برای مثال وقتی معلمی یک نقشه مفهومی جالب و

جذاب یا یک گرافیک اطلاع‌رسان را تهیه می‌کند، یا از انجام یک آزمایش فیلم می‌گیرد، می‌تواند آن را در فضای مجازی بارگذاری کند تا معلمان دیگر از آن استفاده کنند.

### ضلع سوم، ارائه آموخته‌ها توسط دانش‌آموزان

ضلع سوم مثلث ارتقای یادگیری، تأکید بر عرضه حاصل و برون‌داد یادگیری و ایجاد فرصت ارائه آموخته‌ها (Presentation) توسط دانش‌آموزان است. منظور از ارائه این است که دانش‌آموز دستاوردهای میانی یا نهانی خود را از سیر و سفر یادگیری نمایش دهد و به مؤثرترین شکل ممکن در اختیار دیگران بگذارد.

**۱** ارائه به منزله هدف و روش: اگر یک فرایند یادگیری به دستیابی به مطلبی قابل ارائه منجر شد، می‌توان آن را یک یادگیری موفقیت‌آمیز تلقی کرد. باید تأکید کرد که ارائه آموخته‌های دانش‌آموز در سطح مدرسه، هم از نظر روشی و هم از نظر هدفی دارای اهمیت ویژه است و موجب احیای فرایند آموزش و عینیت بخشی به هدف یادگیری می‌شود. از این رو، باید بر ارائه بسیار تأکید کرد. اگر در فضای مدرسه، به ارائه دانش‌آموزان اهمیت داده شود، دانش‌آموزان به این فضا دلبسته و علاقه‌مند می‌شوند و احساس آزادی عمل می‌کنند.

دانش‌آموزانی که در مدرسه با فرصت‌های متعدد برای ارائه روبه‌رو می‌شوند، رشد می‌کنند؛ به خودباوری و اعتماد به نفس می‌رسند؛ نسبت به آموخته‌ها احساس مالکیت پیدا می‌کنند و این امر موجب انگیزه مضاعف آنها در جهت یادگیری می‌شود. یک ارائه موفق، در یک کلام موجب احساس موفقیت در یادگیرنده می‌شود و براساس یک ضرب‌المثل انگلیسی، هیچ چیز مانند موفقیت، موفقیت بعدی را نمی‌آفریند.

**۲** سیمای مدرسه حامی ارائه: در محیط یادگیری باید از جنبه‌های مختلف به فضای حامی ارائه یاری رساند. اختصاص زمان به ارائه دانش‌آموزان، از ارائه یک دقیقه‌ای تا ارائه یک ساعته، توجه به ارائه فردی، گروهی، و حتی کلاسی (مانند سرودی که کل دانش‌آموزان یک کلاس یا مدرسه آن را اجرا می‌کنند) تنوع در قالب ارائه (مثلاً متنی که دانش‌آموزی می‌نویسد و به دیوار کلاس یا راهروی مدرسه می‌زند یا بین دانش‌آموزان مدرسه آن را توزیع می‌کند، یا انشا و شعری که دانش‌آموزی در کلاس آن را می‌خواند، یا یک قطعه نمایشی که دانش‌آموزان آن را اجرا می‌کنند، یا فیلمی که با امکانات اولیه تولید شده است و به نمایش درمی‌آید و غیره) از جمله اقدامات یک مدرسه حامی ارائه است اگر

مدرسه‌ای درست روی ارائه دانش‌آموزی کار کند، فضای آن مدرسه با گذشته تفاوت چشمگیری پیدا خواهد کرد؛ به‌طوری که هنگام ورود به آن، جلوه‌های گوناگون ارائه در جاهای مختلف دیده می‌شود. بدین ترتیب هم دیوار کلاس‌ها و راهروهای مدرسه و هم فضای آنها، از قالب‌های مختلف ارائه دانش‌آموزی، پرمی‌شود.

**۳ ترکیب فکورانه مهارت‌ها:** به‌طور کلی، ارائه فعالیت‌ها است که از ترکیب مهارت‌های مختلف دانش‌آموزان (مهارت‌های مکتوب، مهارت‌های هنری و مهارت‌های خلاقانه) به‌وجود می‌آید و بستری است برای اینکه آنها بتوانند استعدادهای نهفته خود را آشکار سازند. بنابراین ارائه ماهیتی کاملاً تلفیقی و بسیار سازنده و رشددهنده دارد. جنبه هدفی ارائه از همین ماهیت نشئت می‌گیرد. نوع ارائه دانش‌آموز باید فکورانه باشد؛ یعنی عناصری مانند خلاقیت، هنر، استفاده از رسانه‌های متنوع و استفاده از فنون سواد رسانه‌ای را دربرگیرد. هنگام ارائه همیشه از دانش‌آموزان پرسیده می‌شود که چگونه می‌توانند یک مطلب یا موضوع را به‌صورتی جدید به دوستانشان عرضه کنند و این عرصه نوآوری و خلاقیت است.

**۴ تضمین یادگیری:** پژوهشی با عنوان (Visible Learning) نشان می‌دهد چگونه فعالیت‌های مختلف، می‌توانند به ارتقای سطح عملکرد دانش‌آموزان، منجر شوند. در این پژوهش، تأثیر عوامل مختلف بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان تحلیل شده است. از بین بیش از صد عاملی که در این پژوهش نقش آنها مورد تحلیل قرار گرفته، «ارائه» یا قرارگرفتن دانش‌آموز در موقعیتی که بتواند کار خود را به دیگران عرضه کند، از بالاترین ضریب تأثیر در پیشرفت تحصیلی آنها برخوردار بوده است. بدین ترتیب هر طراحی آموزشی که به نوعی ارائه دانش‌آموز در آن وجود داشته باشد، تضمینی است بر اینکه دانش‌آموز به پیشرفت قابل قبولی دست می‌یابد. جمله مشهوری در حوزه‌های علمی ما وجود دارد که «اگر می‌خواهید چیزی را خوب یاد بگیرید باید آن را تدریس کنید». ارائه هم در واقع یک نوع تدریس دانش‌آموز و در اختیار گذاشتن یافته‌های خود برای دیگران است.

**۵ کلاس معکوس:** ارائه به شکل جالبی هم به کلاس معکوس (وارون) نیز ربط پیدا می‌کند؛ چون در کلاس معکوس، چرخه‌ای از یادگیری توسط معلم در کلاس درس سازماندهی می‌شود و در بیرون از کلاس تا مرحله دستیابی به نتایج توسط دانش‌آموز دنبال می‌شود، سپس مجموعه آموخته‌های هر دانش‌آموز (انفرادی یا گروهی) به



ارائه‌ای منجر می‌شود که او یافته‌های خود را با دیگران به اشتراک می‌گذارد. بدین ترتیب، هر ارائه‌ای خود یک رسانه یادگیری برای دانش‌آموزان دیگر محسوب می‌شود.

۶ **ارزشیابی:** باید تأکید کرد که «ارائه» معتبرترین ابزار ارزشیابی یادگیری محسوب می‌شود و با رویکردهای ارزشیابی در خدمت یادگیری سازگاری فراوان دارد. هنگامی که دانش‌آموزی یافته‌های خود را ارائه می‌کند، در واقع سطح کیفی فرایندی که پیموده و فراورده‌هایی را که به دست آورده است در معرض قضاوت دیگران قرار می‌دهد. از این طریق ادامه مسیر او، جنبه‌هایی که نیازمند بهبود یا ترمیم هستند و عرصه‌هایی که قابلیت سرمایه‌گذاری و شکوفایی دارند، آشکار می‌شود و بازخوردهای رشددهنده‌ای فراهم می‌شود.

بدین ترتیب اضلاع این مثلث؛ یعنی طراحی آموزشی کارآمد، رسانه‌های یادگیری پرشمار و ارائه، فضایی به وجود می‌آورند که همه دانش‌آموزان می‌توانند در آن به خوبی رشد کنند.

## ارزشیابی از آموخته‌های دانش‌آموزان

از آنجا که ارزشیابی از درس، جزئی از مراحل آموزش و یادگیری است، روش‌های ارزشیابی پیشنهادی زیر که توسط بیشتر معلمان در کلاس نیز اجرا می‌شود، می‌تواند در ارزشیابی آنچه که دانش‌آموزان در هر جلسه و کل جلسات درس در طول سال آموخته‌اند، مفید واقع شود.

۱ **ارائه آموخته‌ها و گزارش فعالیت‌ها:** دانش‌آموزان با برنامه‌ریزی معلم می‌توانند بعضی آموخته‌های خود را به صورت سمینار در کلاس ارائه دهند یا نتایج انجام فعالیت‌های کتاب را که قرار است گزارش آن را تهیه کنند، به صورت‌های مختلف در کلاس ارائه دهند. این ارائه می‌تواند به صورت پرده‌نگار، پوستر، روزنامه دیواری یا مقاله نوشته شده باشد. معلم با در نظر گرفتن موارد مختلف ارزیابی خود را از ارائه دانش‌آموز به صورت فهرست واری تهیه و جمع‌بندی آن را در دفتر ثبت نمرات وارد می‌کند.

۲ **مشاهده کارهای عملی دانش‌آموزان:** هنگام برگزاری آزمایشگاه یا انجام فعالیت‌ها به صورت فردی یا گروهی ضمن در نظر داشتن میزان فعالیت دانش‌آموزان، فهرست‌هایی نیز تهیه می‌شود که در حین برگزاری آزمایش و پس از آن پر شده و مطابق آنها نمراتی به دانش‌آموز تعلق می‌گیرد و در دفتر ثبت نمرات ثبت می‌شود.

۳ **پرسش کلاسی:** در هر جلسه بخشی از وقت کلاس به پرسش کلاسی اختصاص داده

شود و در آن از مباحث تدریس شده یا ارائه شده توسط دانش‌آموزان در جلسه گذشته، سؤالاتی به صورت شفاهی طرح شود.

با توجه به پاسخ و میزان آمادگی و آشنایی دانش‌آموز، نمره‌ای به آن داده می‌شود که توسط معلم در دفتر ثبت نمرات ثبت می‌شود.

**۴ کوئیز:** بدون اطلاع دانش‌آموزان، می‌توان آزمون کتبی کوتاهی را برگزار کرد که در آن به دو یا سه سؤال مطرح شده، پاسخ دهند. نمره کسب شده در این آزمون نیز در دفتر ثبت نمرات ثبت می‌شود.

**۵ آزمون پایان فصل:** پس از اتمام هریک از فصل‌های کتاب با هماهنگی دانش‌آموزان می‌توان آزمون پایان فصل را برگزار کرد که به صورت کتبی طراحی و در مدت زمان مشخص شده‌ای برگزار می‌شود. این نمره نیز در دفتر ثبت می‌گردد.

**۶ نمره مستمر دانش‌آموزان:** با جمع‌بندی نمرات شفاهی، کوئیز، پایان فصل، مشاهده کار عملی، ارائه دانش‌آموز و... همراه با نظر دبیر درباره دانش‌آموز که در طول سال تحصیلی به دست آمده است، نمره‌ای به عنوان مستمر اول و دوم در کارنامه، ثبت می‌شود که حداکثر آن ۲۰ نمره است.

**۷ امتحان میان سال و پایان سال:** مطابق با رزم‌بندی پیشنهادی دفتر تألیف کتاب‌های درسی از بخش‌هایی از کتاب، آزمونی ۲۰ نمره‌ای طراحی و طبق برنامه و زمان مشخص شده، اجرا می‌شود که پس از تصحیح اوراق، نمره کسب شده دانش‌آموز به عنوان نمره میان سال و پایان سال در کارنامه، ثبت می‌شود.

**۸ جمع‌بندی ارزشیابی در کارنامه دانش‌آموز:** با توجه به دستورالعمل معاونت آموزش دوره دوم متوسطه مبنی بر اعمال ضریب (۱-۲-۴) به ترتیب برای (مستمر اول - آزمون نیم‌سال - مستمر دوم - آزمون پایان سال) نمرات مختلف ثبت شده، توسط دبیر برای هر دانش‌آموز در این ضرایب ضرب و سپس تقسیم بر ۸ می‌شود که در صورت کسب نمره ۱۰ در این درس قبول محسوب می‌شود.

## بارمبندی پیشنهادی زیست‌شناسی یازدهم

زیست‌شناسی یازدهم – نوبت اول و دوم		
نیم‌سال دوم	نیم‌سال اول	فصل
۱	۴	۱- تنظیم عصبی
۱	۴	۲- حواس
۱	۳/۵	۳- دستگاه حرکتی
۱	۲/۵	۴- تنظیم هورمونی
۱	۴	۵- ایمنی
-	۲	فعالیت‌ها
۳		۶- تقسیم سلولی
۴		۷- تولید مثل در انسان
۳		۸- تولید مثل در نهان‌دانگان
۳		۹- پاسخ‌های گیاهی
۲		فعالیت‌ها
۲۰ نمره	۲۰	جمع

زیست‌شناسی یازدهم - شهر یورماه	
فصل	(۲۰ نمره از کل کتاب)
۱- تنظیم عصبی	۲
۲- حواس	۲
۳- دستگاه حرکتی	۲
۴- تنظیم هورمونی	۱/۵
۵- ایمنی	۲
۶- تقسیم سلولی	۲
۷- تولید مثل در انسان	۲/۵
۸- تولید مثل در نهان‌دانگان	۲
۹- پاسخ‌های گیاهی	۲
فعالیت‌ها	۲
جمع	۲۰

در کلیه امتحانات، نمرات هر فصل می‌تواند نیم‌نمره نسبت به بارم فوق تغییر کند.

# فصل ۱

تنظیم عصبی

## تعیین پیامدهای مطلوب

## ایده‌های کلیدی

- ساختار و عملکرد دستگاه عصبی و بخش‌های تشکیل دهنده آن، عملکرد ناقل‌های عصبی
- روابط و الگوهای موجود در یاخته‌های بافت عصبی و مولکول‌های تشکیل دهنده غشای یاخته‌های عصبی
- پایداری تنظیم عصبی در انسان و تغییرات حاصل از عملکردهای نادرست آن

## پیامدهای شایستگی محور

دانش آموز می‌تواند:

- ساختار و عملکرد انواع یاخته‌های عصبی را مقایسه کند.
- کار انواع مولکول‌های پروتئینی (کانال‌های نشستی، کانال‌های دریچه‌دار و پمپ سدیم-پتاسیم) را در یاخته‌های عصبی مقایسه کند.
- چگونگی ایجاد، هدایت و انتقال پیام عصبی را در یاخته‌های عصبی گزارش کند.
- هدایت جهشی و غیر جهشی (پیوسته) را در یاخته‌های عصبی مقایسه کند.
- ساختارهای تشکیل دهنده دستگاه عصبی انسان و عملکرد آنها را بررسی کند.
- با بررسی اثر برخی مواد اعتیادآور بر بدن انسان، به حفظ سلامت خود توجه کند.
- ساختار و عملکرد دستگاه عصبی برخی جانوران را با یکدیگر مقایسه کند.

## پرسش‌های اساسی

- چگونه در یاخته‌های عصبی، پیام عصبی ایجاد می‌شود؟
- چگونه پیام عصبی بین یاخته‌های عصبی منتقل می‌شود؟
- یاخته‌های پشتیبان در دستگاه عصبی چه نقش‌هایی دارند؟
- دستگاه عصبی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

- بخش‌های تشکیل‌دهنده مغز چه نقش‌هایی دارند؟
- خاطرات چگونه ایجاد می‌شود؟
- چگونه مواد اعتیادآور بر مغز اثر می‌گذارند؟
- الکل چه اثرهایی بر بدن دارد؟
- چرا و چگونه پس از برخورد با جسم داغ، دست خود را عقب می‌کشیم؟
- دستگاه عصبی جانوران از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

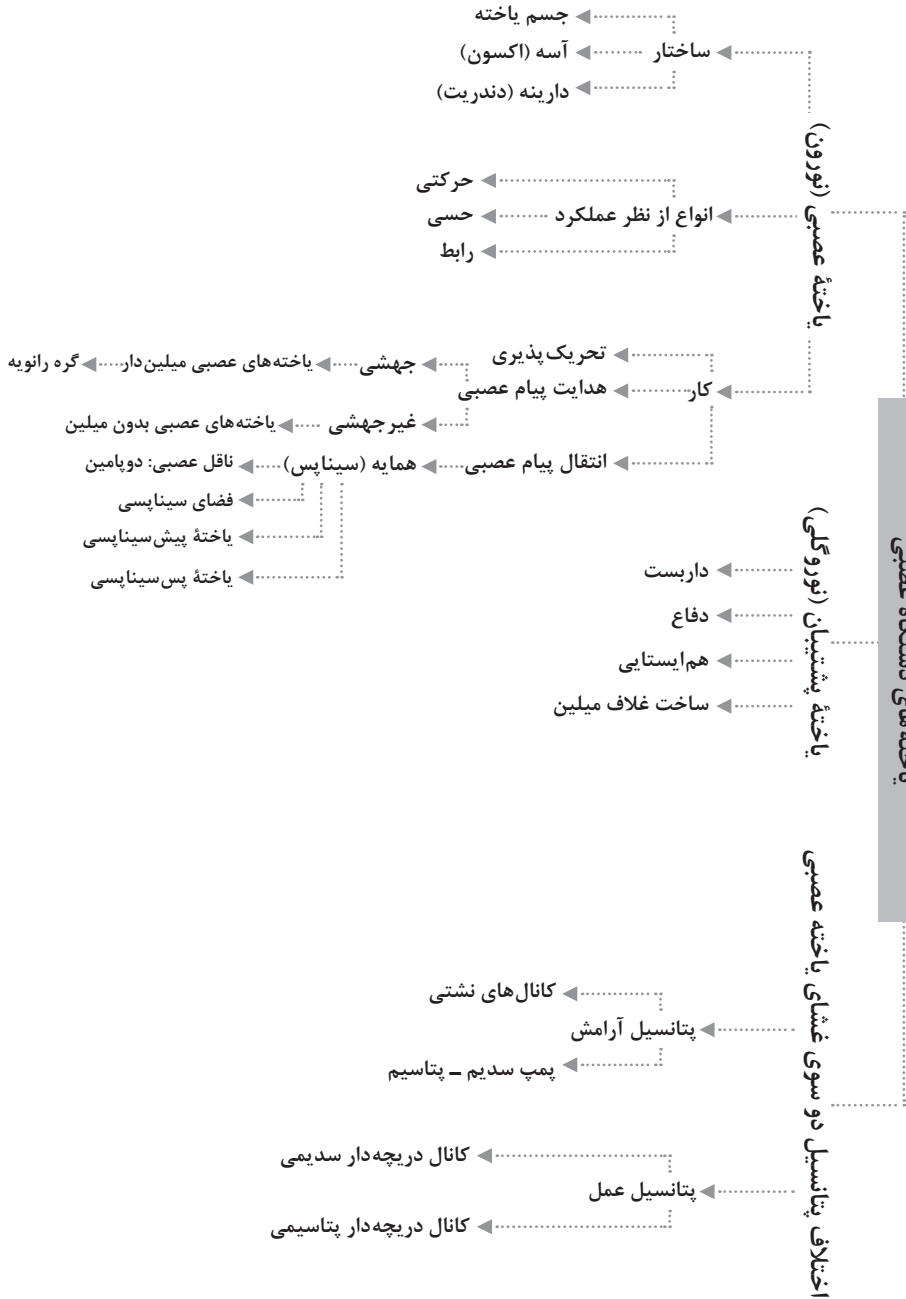
## مفاهیم کلیدی

یاخته عصبی (نورون)، غلاف میلین، گره رانویه، یاخته عصبی حسی، یاخته عصبی حرکتی، یاخته عصبی رابط، پیام عصبی، پتانسیل آرامش، کانال‌های نشتی، کانال‌های دریچه‌دار، هدایت جهشی، هدایت غیرجهشی، سیناپس، ناقل عصبی، یاخته پیش‌سیناپسی، یاخته پس‌سیناپسی، ماده خاکستری، ماده سفید، پرده‌های منژ، مایع مغزی - نخاعی، رابط‌های نیم‌کره‌های مخ، بخش‌های حسی - حرکتی و ارتباطی قشر مخ، برجستگی‌های چهارگانه مغز میانی، تالاموس و هیپوتالاموس، سامانه کناره‌ای (لیمبیک)، اسبک مغز (هیپو کامپ)، اعتیاد ریشه پستی و شکمی عصب نخاعی، دستگاه عصبی پیکری و خودمختار، بخش هم‌حس و پاد هم‌حس دستگاه خودمختار.

## مهارت‌های کلیدی

- انجام گفت‌وگو و نتیجه‌گیری از بحث برای پاسخ به پرسش
- انجام تشریح مغز و تهیه گزارش آن
- بررسی مقایسه تصویرها و بیان نتیجه
- جمع‌آوری اطلاعات و ارائه گزارش
- تهیه نقشه مفهومی از درس

## نقشه مفهومی







## روش تدریس

موضوع محوری کتاب؛ تنظیم و پایداری است و این فصل به تنظیم عصبی در جانوران؛ به‌ویژه انسان می‌پردازد. مطالب فصل در قالب دو گفتار سازمان‌یافته است. گفتار نخست به ساختار و کار یاخته‌های عصبی و گفتار دوم به ساختار و عملکرد دستگاه عصبی می‌پردازد. پرسش‌های آغاز درس، پرسش‌هایی اساسی‌اند که دانش‌آموزان با انجام فعالیت‌ها، پاسخ آنها و دیگر پرسش‌های مربوط به موضوع را خواهند دانست.

برای آغاز آموزش می‌توانید از موضوع نوار مغزی استفاده کنید. اگر دانش‌آموزان تجربه‌ای در ثبت نوار مغزی دارند، از آنها بخواهید آن را بیان کنند. در صورت امکان، نوار مغزی ثبت شده‌ای را به کلاس بیاورید و به دانش‌آموزان نشان دهید. البته منظور بررسی امواج مختلف مغز نیست؛ ولی در صورت امکان می‌توانید در یکی از جلسات آموزش، یک متخصص در ثبت امواج مغزی را دعوت کنید تا برای دانش‌آموزان دربارهٔ آنها توضیح دهد و کاربردهای آن را بیان کند.

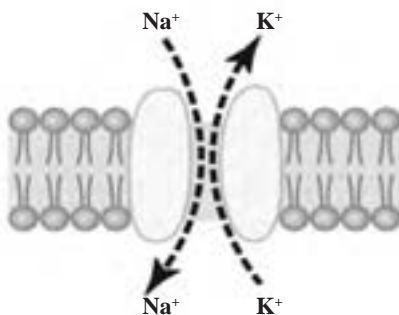
■ پیشنهاد می‌شود قبل از شروع آموزش، فصل‌های مربوط در کتاب علوم تجربی پایهٔ هشتم را بررسی کنید و پیش از نخستین جلسهٔ آموزش درس، از دانش‌آموزان بخواهید آن مطالب را بخوانند تا برایشان یادآوری شود. در بخش مختلف این فصل، بر این آموخته‌های قبلی دانش‌آموزان اشاره شده است.

در کتاب هشتم به بخش‌های اصلی تشکیل‌دهندهٔ مغز، نخاع، ساختار نورو، کار اعصاب حسی و حرکتی، انعکاس و پیام‌های عصبی به شکل مقدماتی پرداخته شده است.

■ از دانش‌آموزان بخواهید مطالب هر جلسهٔ آموزش را از قبل بخوانند و در جلسهٔ آموزش بیشتر روی مطالب دشوار و اشکالات دانش‌آموزان تمرکز کنید. بدین ترتیب به آنها کمک می‌کنید که در درک مطالب علمی، مستقل‌تر عمل کنند.

■ می‌توانید از دانش‌آموزان بخواهید بخش‌هایی از درس را در کلاس در گروه‌های چند نفری مطالعه و دربارهٔ آن گفت‌وگو کنند؛ مانند مطلب انواع یاخته‌های عصبی و فعالیت ۱ صفحه ۳.

- در هر جلسه آموزشی مدت زمان کوتاهی را به مرور اصطلاح‌های خارجی، مانند میلین، گره رانویه و... اختصاص دهید. از دانش‌آموزان بخواهید توضیح کوتاهی درباره آنها ارائه و این اصطلاح را در یک مجموعه، فهرست کنند.
- برای آموزش ساختارها و بخش‌های تشکیل‌دهنده یک یاخته یا اندام، از دانش‌آموزان بخواهید به کمک تصویر کتاب، خودشان تصویری را ترسیم و نام‌گذاری کنند. با بررسی کارهای آنها نقاط قوت و ضعف آنها را یادآوری کنید.
- پیش از آغاز موضوع ایجاد پیام عصبی (صفحه ۳) لازم است مباحثی چون ساختار غشا، ورود و خروج مواد، مولکول‌های درگیر این کار و نمونه‌هایی از مواد درون و بیرون یاخته مانند یون‌های سدیم و پتاسیم برای دانش‌آموزان یادآوری شوند.
- در دوره متوسطه اول، دانش‌آموزان با ولت‌متر آشنا شده‌اند. برای نزدیک کردن موضوع به ذهن دانش‌آموزان می‌توانید اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سوی یاخته عصبی را با فعالیتی که دانش‌آموزان در گذشته انجام داده‌اند؛ یعنی، اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سر باتری، مشابه‌سازی کنید. البته توجه دارید یاخته عصبی یک باتری نیست (دانش‌آموزان در این باره در درس فیزیک در همین پایه مطالبی را می‌آموزند).
- درباره قراردادی بودن علامت منفی در پتانسیل آرامش غشا (میلی‌ولت  $-70$ ) توضیح کافی را به دانش‌آموزان ارائه کنید.
- یون‌های سدیم در بیرون ده برابر یون‌های سدیم مراحل یاخته و یون‌های پتاسیم داخل یاخته ۳۵ برابر بیشتر از بیرون آن است. البته در شکل ۵ کتاب درسی این نسبت رعایت نشده است؛ زیرا میزان دقیق اختلاف مقدار یون‌ها مورد نظر نبوده است.



کانال نشستی سدیم - پتاسیم

- در شکل ۶ الف کتاب درسی فقط کانال‌های نشتی پتاسیمی نشان داده شده‌اند؛ زیرا از راه کانال‌های نشتی، بیشتر یون‌های پتاسیم از یاختهٔ عصبی خارج می‌شوند.
- فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم را در شش مرحله می‌توان توضیح داد. البته در تصویر ۶، این فرایند خلاصه شده است.
- برای آموزش پتانسیل عمل، ابتدا از دانش‌آموزان بخواهید پیش‌بینی کنند اگر به علتی یون‌های سدیم به درون یاخته وارد شوند و یون‌های پتاسیم از آن خارج شوند، وضعیت پتانسیل غشای یاختهٔ عصبی چه تغییری می‌کند. به این ترتیب ذهن آنها را برای درک پتانسیل عمل آماده کنید.
- نکته‌ای که بهتر است بر آن تأکید کنید، این است که گاهی منفی‌تر بودن به معنای وجود یون منفی نیست؛ بلکه منظور کم شدن بار مثبت در یاختهٔ عصبی است.
- برای فعال کردن دانش‌آموزان پس از معرفی کانال‌های دریچه‌دار، از خود آنها بخواهید مراحل ایجاد پتانسیل عمل را با استفاده از شکل ۷ توضیح دهند و شما مطالب آنها را کامل‌تر کنید. پس از این توضیح‌ها فعالیت ۳ می‌تواند جمع‌بندی مناسبی برای موضوع باشد.
- پیشنهاد می‌شود آموزش پتانسیل آرامش و پتانسیل عمل را در دو جلسهٔ جداگانه انجام دهید تا تثبیت لازم در ذهن دانش‌آموز بهتر انجام شود.
- پرداختن به تاریخ علم در بخش‌هایی از درس کمک می‌کند تا درس برای دانش‌آموزان جذاب‌تر باشد (مانند بیشتر بدانید صفحهٔ ۵).
- می‌توانید نمونه‌های دیگری را برای دانش‌آموزان بیان کنید یا از آنها بخواهید به عنوان فعالیت کلاسی دربارهٔ تاریخ علم فیزیولوژی، مثل فعالیت‌های علمی رامون کاخال، اطلاعاتی جمع‌آوری کنند.
- در این درس دانش‌آموزان فقط باید نام ناقل عصبی دوپامین را به خاطر بسپارند. در بیشتر بدانید با دیگر ناقل‌های عصبی آشنا می‌شوند. اشاره به این بیشتر بدانید توجه دانش‌آموزان را به تنوع ناقل‌های عصبی جلب می‌کند.
- بیماری‌های آلزایمر و پارکینسون دربارهٔ فعالیت‌های ناقل عصبی مطرح شده‌اند. نکتهٔ مهم در پیشگیری از آلزایمر؛ یعنی انجام فعالیت‌های فکری، بدنی و تغذیهٔ مناسب و اجتماعی بودن باید در گفت‌وگوهای کلاس درس به آن توجه شود.
- سؤال آغاز گفتار ۲ در صفحهٔ ۹ را می‌توانید پرسش آغاز این درس قرار دهید تا دانش‌آموزان با استفاده از تصویر این صفحه و اطلاعات قبلی خود به آن پاسخ دهند.

■ مقایسهٔ برش عرضی مغز و نخاع و قرارگیری بخش سفید و خاکستری نسبت به هم را از دانش‌آموزان بخواهید که در گروه‌های خود شرح دهند. سپس هنگام تشریح مغز، این مقایسه را در نمونهٔ واقعی تکرار کنند.

■ در این درس به ویژگی‌های سه پردهٔ مننژ پرداخته نشده و فقط نقش حفاظتی آن مورد نظر است.

■ دانش‌آموزان در گذشته با بخش‌های اصلی مغز آشنا شدند. در این درس تقسیم‌بندی‌های دقیق‌تری ارائه می‌شود که در نمونهٔ واقعی هنگام تشریح مغز، دانش‌آموزان آن را می‌بینند.

■ هدف از فعالیت صفحهٔ ۱۳ توجه دادن دانش‌آموزان به موضوع‌های مطرح شده دربارهٔ اعتیاد است. لازم است دانش‌آموزان اطلاعات جمع‌آوری شدهٔ خود را در کلاس مطرح و دربارهٔ آن گفت‌وگو کنند تا زمینه‌ای برای کنجکاوی شدن آنها به موضوع فراهم شود. ■ در «بیشتر بدانید»های صفحه ۱۳ به آثار منفی الکل اشاره شده است. هنگام آموزش توجه دانش‌آموزان را به این موارد جلب کنید.

■ برای تشریح مغز، مغز سالم گوسفند را ۴۸ تا ۷۲ ساعت قبل از تشریح در محلول فرمالین ۵ تا ۱۰ درصد قرار دهید. چند ساعت قبل از تشریح، مغز را از محلول خارج کنید و در آب قرار دهید تا اثر فرمالین آن کم شود. در صورت لزوم از دستکش استفاده کنید. اگر فرمالین در دسترس نبود، مغز را مدت کوتاهی در آب جوش قرار دهید تا سفت شود.

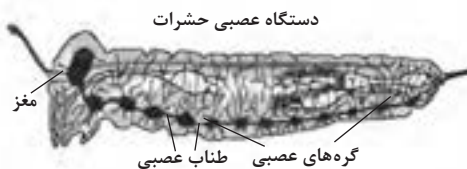
■ در صورت امکان فیلم تشریح را ضبط کنید یا از فیلم‌ها و تصویرهای آماده در اینترنت استفاده کنید تا امکان تکرار برای دانش‌آموزان وجود داشته باشد.

انعکاس عقب کشیدن دست، پدیده‌ای است که در زندگی دانش‌آموز به‌طور معمول رخ می‌دهد و به همین علت انتخاب شده است. حرکت دست هنگام عقب کشیدن، با انقباض ماهیچهٔ دوسر روی بازو و استراحت ماهیچهٔ سه‌سر پشت بازو انجام می‌شود.

■ استفاده از تصاویر مکمل تصاویر کتاب: به کمک دانش‌آموزان تصاویر مناسب را از اینترنت

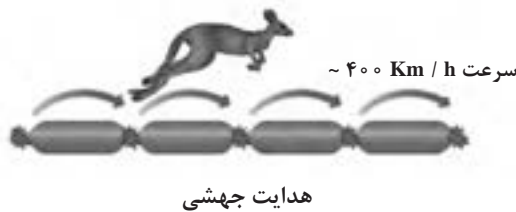
جمع‌آوری و در کلاس درس ارائه کنید تا ابعاد موضوع برای دانش‌آموزان به خوبی تفهیم شود. همین‌طور می‌توانید فیلم‌هایی را که به این موضوع مربوط است، نیز در اختیار دانش‌آموزان قرار

دهید.



تصویر مکمل پیشنهادی

- در صورت امکان ایجاد یک گروه در شبکه‌های اجتماعی می‌تواند به افزایش زمان تعامل معلم و دانش‌آموزان کمک کند.
- تصاویر تمثیلی نیز به درک دانش‌آموزان کمک زیادی می‌کند. در زیر، یکی از تصاویر را می‌بینید.



## دانستنی‌هایی برای معلم

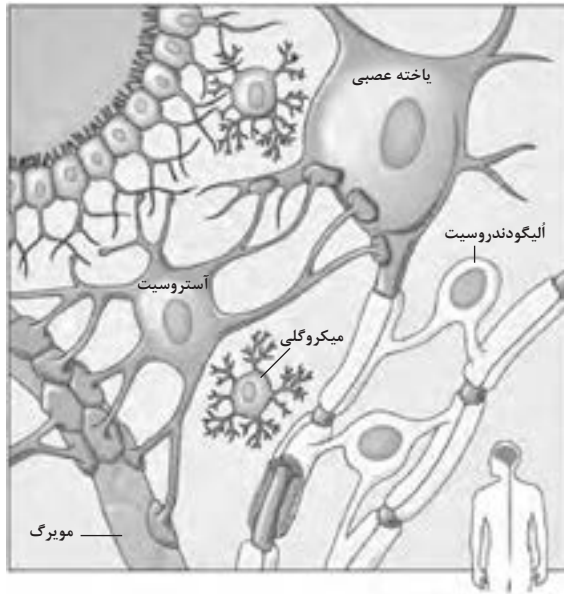
### یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها)

همان‌طور که در کتاب درسی آمده، یاخته‌های پشتیبان کارهای متنوعی را انجام می‌دهند. این یاخته‌ها می‌توانند تقسیم شوند، در حالی که یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) معمولاً تقسیم نمی‌شوند. گاهی تقسیم یاخته‌های پشتیبان از تنظیم خارج می‌شود و تومور مغزی به‌وجود می‌آید. در دستگاه عصبی مرکزی انواع یاخته‌های عصبی وجود دارند؛ مانند:

**میکروگلیاها:** این یاخته‌ها، باکتری‌ها و خرده‌های یاخته‌ای را فاگوسیتوز می‌کنند و در محل آسیب، جوشگاه ایجاد می‌کنند.

**الیگودندروسیت:** این یاخته‌ها در دستگاه عصبی مرکزی برای یاخته‌های عصبی میلین می‌سازند.

**آستروسیت‌ها:** یاخته‌هایی با زوائد متعددند که یاخته‌های عصبی را به نرم‌شامه و مویرگ‌ها متصل می‌کنند. این یاخته‌ها مولکول‌های ناقل عصبی مازاد را جذب می‌کنند. اگر دستگاه عصبی مرکزی آسیب ببیند، این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و جوشگاه یاخته‌ای تشکیل می‌دهند. در دستگاه عصبی محیطی یاخته‌های شوان کار ساخت میلین را انجام می‌دهند.

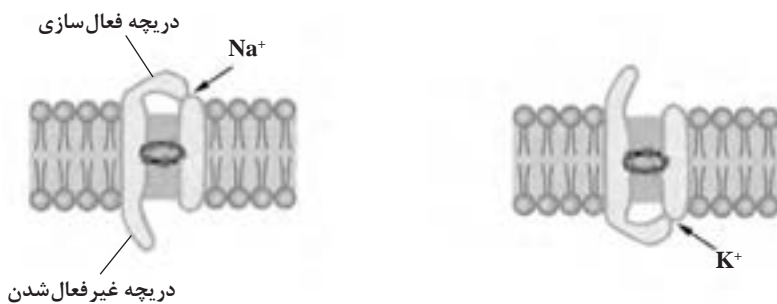


انواع یاخته‌های پشتیبان

بخش‌های تشکیل‌دهنده مغز: هنگام تکوین جنین، در بخش بالایی لوله عصبی سه وزیکول (حباب) اولیه پدید می‌آید. وزیکول رومانسفال (مغز عصبی) در ادامه نخاع است و بصل‌النخاع، مخچه و پل مغزی را به وجود می‌آورد. از مزانسفال، مغز میانی و از پروزانسفال (مغز جلویی)، تالاموس و هیپوتالاموس و نیم‌کره‌های مخ به وجود می‌آید. فضاهای موجود در این وزیکول‌ها، بطن‌ها و مجراهای مغز را تشکیل می‌دهند. مننژها: سه پرده پیوندی مننژ از مغز و نخاع حفاظت می‌کنند. سخت‌شامه بافت پیوندی متراکم و خارجی‌ترین لایه مننژ است. عنکبوتیه، لایه دوم است که در آن حفره‌هایی وجود دارد که با مایع مغزی - نخاعی پر شده است. این حفره‌ها فضای زیر عنکبوتیه نام دارند. این فضا یک بالش تک‌هیدرولیک ضربه‌گیر ایجاد می‌کند. پرده داخلی یا نرم‌شامه بافت پیوندی شل و دارای رگ‌های خونی فراوان است. بین نرم‌شامه و یاخته‌های عصبی لایه نازکی از زائده‌های یاخته‌های پشتیبان قرار دارد. این لایه سد فیزیکی است که دستگاه عصبی مرکزی را مایع مغزی - نخاعی جدا می‌کند.

شبکه کوروئید و مایع مغزی - نخاعی: چین خوردگی های نرم شامه، مویرگ هایی با منفذهای گشاد دارد که درون بطن های مغز نفوذ کرده اند. در این شبکه مایع مغزی - نخاعی تشکیل می شود. این مایع درون بطن های مغز، کانال مرکزی طناب نخاعی و فضای زیر عنكبوتیه را پر می کند.

**کانال های دریچه دار:** هنگام واقطبش (دپلاریزاسیون)، پتانسیل غشا به سوی مثبت میل می کند تا به مقدار آستانه برسد. پس از آن از مرحله افزایش، به سرعت در جهت مثبت تر شدن تغییر می کند تا به قله برسد و سپس قطبش (رپلاریزاسیون) روی می دهد. کانال سدیم سه حالت آرامش، فعالیت و عدم فعالیت دارد. در حالت آرامش، دریچه های آن بسته اند و در پتانسیل آستانه از حالت آرامش به حالت فعالیت در می آید و دریچه آن باز می شود. به این ترتیب، آن قدر یون سدیم وارد سلول می شود تا اینکه دریچه های عدم فعالیت، کانال سدیم را ببندند. بسته شدن دریچه عدم فعالیت وابسته به زمان است. این دریچه برای مدتی بسته می ماند. سپس هر دو دریچه به حالت آرامش بازمی گردند. بنابراین، کانال سدیم وابسته به ولتاژ و زمان است. رسیدن به پتانسیل آستانه، کانال های دریچه دار پتاسیمی را که به پتانسیل حساس اند باز می کند. این کانال ها دریچه عدم فعالیت ندارند و کندتر از کانال های سدیمی باز می شوند و بسته شدن آنها به پتانسیل غشا وابسته است. وقتی غشا دپلاریزه می شود این کانال ها باز و هنگامی که غشا رپلاریزه می شود، کانال های پتاسیمی بسته می شوند.



کانال های دریچه دار



جهت حرکت جریان عصبی: پتانسیل عمل می تواند در وسط اکسون تولید شود و همزمان در هر دو جهت هدایت شود. در دستگاه عصبی، پتانسیل عمل در بخش ابتدایی اکسون (محل اتصال اکسون به جسم یاخته‌ای) تولید و به پایانه اکسون هدایت می شود. در این بخش، کانال‌های سدیمی درجه‌دار زیاد و آستانه آن نیز کمترین است. دوره تحریک‌ناپذیری در بخش ابتدایی اکسون، موجب یک‌طرفه شدن هدایت پتانسیل عمل می شود.

بیماری تی - ساکس (Tay - Sachs): تی - ساکس بیماری نادر ژنتیکی است. فرد مبتلا به این بیماری، دچار کمبود آنزیم هگزوزآمینیداز A است. در فرد بیمار، کاتابولیسم گانگلیوزیدها به درستی انجام نمی شود. برای اطلاعات بیشتر می توانید به سایت دانش‌نامه رشد به نشانی «[daneshnameh.roshd.ir](http://daneshnameh.roshd.ir)» مراجعه کنید. این موضوع را می توانید عنوانی برای جمع‌آوری اطلاعات و ارائه گزارش به دانش‌آموزان معرفی کنید.

بخش‌های ارتباطی قشر مخ: بخش‌های حسی قشر مخ شامل نواحی اصلی حسی اولیه و ثانویه مربوط به حس پیکری، بینایی و شنوایی است. در پشت شیار مرکزی، منطقه حسی پیکری اولیه و پس از آن، منطقه ارتباطی پیکری قرار دارد. این بخش پیام‌هایی از منطقه حسی پیکری اولیه، تالاموس، قشر بینایی و شنوایی دریافت، ترکیب و تفسیر می کند.

قشر شنوایی اولیه و قشر ارتباطی شنوایی در لوب گیجگاهی قرار دارند. دیگر نواحی ارتباطی عبارتند از: ناحیه آهیانه‌ای، پس سری و گیجگاهی که کارهایی مانند تجزیه و تحلیل

مختصات فضایی بدن و درک کلام در آن انجام می شود. ناحیه جلوی پیشانی که برای برنامه‌ریزی طرح‌ها و توالی پیچیده اعمال حرکتی در ارتباط نزدیکی با قشر حرکتی عمل می کند. ناحیه ارتباطی لیمبیک که بیشتر با رفتار، هیجان و انگیزش سروکار دارد. قشر لیمبیک بخشی از سامانه لیمبیک است.

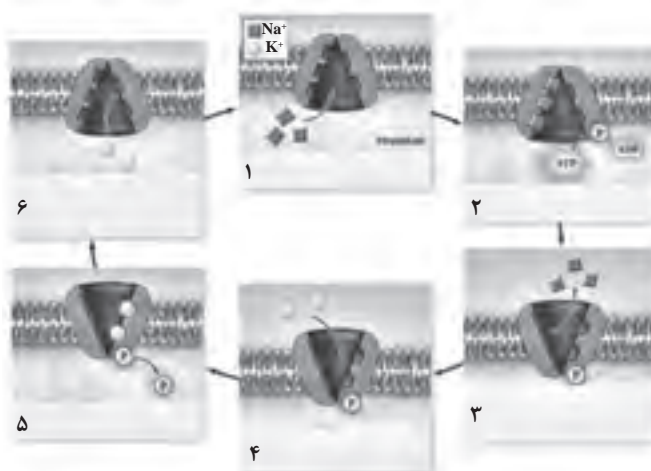


مناطق ارتباطی قشر مغز

برجستگی‌های چهارگانه: در سطح پشتی مغز میانی، چهار برجستگی بالایی و پایینی وجود دارد. برجستگی‌های بالایی به مراکز بینایی و برجستگی‌های پایینی به مراکز شنوایی مربوطند. برجستگی‌های فوقانی در تثبیت ارادی و غیرارادی چشم‌ها، کنترل حرکات چشم‌ها و هماهنگی بینایی با حس شنوایی و پیکری نقش دارند. برجستگی‌های پایینی با برجستگی‌های بالایی در ارتباط‌اند. این ارتباط موجب هماهنگی چشم‌ها و گوش‌ها می‌شود. در نتیجه، وقتی صدایی را می‌شنویم، سر، گردن و چشم‌ها متوجه منبع صدا می‌شوند.

**جسم مخطط:** مجموعه‌ای از توده‌های ماده خاکستری در عمق هر نیم‌کره مغز در میان ماده سفید قرار دارند که به آنها هسته‌های قاعده‌ای می‌گویند. هسته دم‌دار و هسته عدسی از این مجموعه را با هم جسم مخطط می‌نامند. جسم مخطط در سازماندهی حرکات بدن نقش اساسی دارد و فعالیت آن با قشر مخ و بخش‌های دیگر دستگاه عصبی در ارتباط است.

**فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم:** هنگام فعالیت پمپ، ابتدا سه یون سدیم به پمپ متصل می‌شود. در مرحله بعد ATP آن را فسفریلد می‌کند. فسفریلد شدن موجب تغییر شکل فضایی و کاهش میل ترکیبی پروتئین پمپ به یون سدیم می‌شود. در مرحله سوم، دو یون پتاسیم به پروتئین پمپ متصل می‌شود؛ زیرا در شکل فضایی جدید، این پروتئین میل ترکیبی بیشتری برای اتصال به یون‌های پتاسیم دارد. اتصال یون‌های پتاسیم، موجب دفسفریلد شدن پروتئینی می‌شود. در این حالت، پروتئین به شکل فضایی اصلی باز می‌گردد؛ وضعیتی که در آن میل ترکیبی پروتئین با یون پتاسیم کم است و دو یون پتاسیم به درون یاخته وارد می‌شوند.



چگونگی کار پمپ سدیم - پتاسیم

نهنج (تالاموس): مادهٔ خاکستری تالاموس از هسته‌های متعدد تشکیل شده است. هسته‌های جلویی آن بخشی از سامانهٔ کناره‌ای (لیمبیک) و با احساسات، هیجانات، رفتارهای عاطفی و حافظه در ارتباط است. بیشتر داده‌های حسی (به جز بخش‌هایی از پیام‌های بویایی) قبل از قشر مخ به تالاموس می‌روند. بعد از برداشتن قشر مخ، تالاموس می‌تواند حس‌ها را به شکل خام درک کند. تفسیر حس‌ها را فقط قشر حسی مخ با استفاده از تجارب قبلی انجام می‌دهد؛ مثلاً اگر قشر حسی تخریب شود، فرد تماس دست را با جسم داغ به شکل خام درک می‌کند؛ اما درک دقیق شکل و وزن جسم را نمی‌تواند درک کند.

### حافظه

بسیاری از جانوران می‌توانند تجربیات خود را به یاد آورند و بر اساس آنها، رفتار خود را اصلاح کنند. حافظه و یادگیری، مفاهیم مرتبطی هستند؛ ولی یادگیری، فرایند دریافت اطلاعات جدید و حافظه، ذخیره و یادآوری اطلاعات آموخته شده است. حافظه و یادگیری به علت انعطاف‌پذیری (پلاستیسیته) یافته‌های عصبی امکان‌پذیر است. انعطاف‌پذیری به معنای توانایی تغییر در ارتباط‌های همایه‌ای (سیناپسی) و عملکرد یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) در پاسخ به تحریکات است. خاطره‌ها با تغییر در حساسیت پایه‌ها انتقال سیناپسی بین نورون‌ها و در نتیجه فعالیت عصبی قبلی ذخیره می‌شوند. این تغییرات مسیرهای جدیدی برای انتقال پیام‌ها ایجاد می‌کنند. این مسیرهای جدید ردهای حافظه‌اند و پس از ایجاد، با فکر کردن فعال می‌شوند و خاطره‌ها را دوباره تولید می‌کنند. **ایجاد حافظهٔ بلندمدت:** برخی خاطره‌ها فقط برای چند ثانیه و برخی برای چند ساعت، چند روز یا چند سال باقی می‌مانند. برای اینکه خاطرات برای مدت طولانی باقی بمانند، ردهای حافظه باید به اندازهٔ کافی فعال شوند. در جریان تشکیل ردهای حافظهٔ درازمدت در سیناپس‌ها تغییرات ساختاری رخ می‌دهد؛ مانند: افزایش تعداد مکان‌های آزادسازی وزیکول‌های ناقل عصبی، افزایش تعداد وزیکول‌های ترشح شده و افزایش پایانه‌های پیش‌سیناپسی. این تغییرات که در اثر فعال شدن مکرر حافظهٔ کوتاه مدت رخ می‌دهند، موجب تثبیت حافظه و تبدیل حافظهٔ کوتاه‌مدت به حافظهٔ بلندمدت می‌شود. هیپوکامپ پیام‌هایی را به ذهن ارسال و آن را وادار می‌کند، آن قدر اطلاعات جدید را تکرار کند تا تثبیت حافظه انجام شود. تکرار هرچه بیشتر اطلاعات، تثبیت حافظه را تقویت می‌کند. در جریان تثبیت، اطلاعات رمزگذاری می‌شوند تا فرد بتواند مخزن

حافظه را برای یافتن اطلاعات مورد نظر جست‌وجو کند. مراکز پاداش و تنبیه در سامانه‌ی کناره‌ای، در انتخاب اطلاعاتی که یاد می‌گیریم، نقش تعیین‌کننده‌ای دارند و به‌صورت ناخودآگاه تصمیم می‌گیرند که رد حافظه ذخیره شود یا نه.

**اثر الکل بر مغز:** الکل بر ناقل‌های عصبی متعدد اثر می‌گذارد. الکل، گیرنده‌ی گلوتامات را مهار می‌کند که در نتیجه، ماهیچه‌ها در حالت استراحت قرار می‌گیرند. بدین ترتیب، ناهماهنگی در فعالیت‌های ماهیچه‌ها، تلوتلو خوردن، گفتار بریده بریده، تخریب حافظه و از دست دادن هشیاری ایجاد می‌شود. الکل، فعالیت گیرنده‌ی گابا (گاما‌آمینوبوتیریک‌اسید) را افزایش می‌دهد و در نتیجه، آرام‌بخش است و موجب خواب و کاهش اضطراب می‌شود. الکل، میزان اندروفرین را نیز افزایش می‌دهد و در نتیجه، مانند مورفین و هروئین موجب تسکین درد می‌شود. رها شدن دوپامین در مسیر دوپامینی مزوکورتیکولیمبیک، هنگام فعالیت‌هایی مثل خوردن غذا، نوشیدنی‌ها موجب احساس لذت می‌شود. اتانول، رهایی دوپامین را افزایش می‌دهد و برانگیختگی و هیجان ایجاد می‌کند.

## پاسخ فعالیت‌های فصل ۱

### فعالیت ۱

یاخته‌های عصبی حسی، معمولاً دندریت بلند و اکسون کوتاه دارند. در یاخته‌های حرکتی، اکسون، بلند و دندریت، کوتاه است. اکسون یاخته‌های عصبی رابط، معمولاً کوتاه است و این سلول‌ها پرانشعاب‌اند.

### فعالیت ۲

۱ پمپ سدیم - پتاسیم با مصرف ATP، سه یون سدیم را از سلول خارج و دو یون پتاسیم را به آن وارد می‌کند. یون‌های پتاسیم، بدون مصرف ATP و به علت شیب غلظت از راه کانال‌های نشتی سلول خارج می‌شوند و یون‌های سدیم با همین روش به سلول وارد می‌شوند.

۲ در حالت آرامش، یون‌های پتاسیم از راه کانال‌های نشتی سلول خارج می‌شوند و نفوذپذیری غشا به این یون‌ها زیاد است.

### فعالیت ۳

با توجه به شکل ۷، در مرحله الف، کانال‌های دریچه‌دار بسته می‌شوند و چون کانال‌های نشستی و پمپ سدیم - پتاسیم در حال فعالیت‌اند، پتانسیل غشا ۷- میلی‌ولت است. در حالت ب، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز و یون‌های سدیم وارد می‌شوند و پتانسیل غشا مثبت‌تر می‌شود. در حالت پ، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و پتانسیل غشا دوباره منفی می‌شود. در حالت ت، هر دو کانال دریچه‌دار بسته و پتانسیل آرامش برقرار می‌شود. در این حالت پمپ سدیم - پتاسیم شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم را برقرار می‌کند.

### فعالیت ۴

وجود این کانال‌ها موجب حرکت یون‌ها (ورود و خروج آنها) فقط در این گره‌ها می‌شود. در نتیجه پتانسیل عمل در این گره‌ها ایجاد و جریان عصبی سریع‌تر منتقل می‌شود.

### فعالیت ۵

- ۱ هنگام ورزش اندام‌هایی مانند چشم، گوش، پوست، پیام‌هایی برای مراکز عصبی به‌ویژه مخچه ارسال می‌کنند. مخچه با بررسی این اطلاعات پیام حرکتی را برای ماهیچه‌ها می‌فرستد تا با انقباض آنها، تعادل بدن در هر حالتی حفظ شود.
- ۲ چون چشم‌ها بسته‌اند، اطلاعاتی از آنها به مراکز عصبی مثل مخچه ارسال نمی‌شود؛ در نتیجه فرد نمی‌تواند به‌طور طبیعی راه برود.
- ۳ آسیب دیدن بخش‌هایی از مغز و راه‌های عصبی که به بینایی مربوط‌اند، موجب می‌شود با وجود سلامت چشم، فرد قادر به دیدن نباشد.

### فعالیت ۶

فقط جمله سوم درست است و بقیه نادرست‌اند. دانش‌آموزان با جمع‌آوری اطلاعات می‌توانند درباره هر جمله، اطلاعات بیشتری را بیابند و به کلاس ارائه کنند.

## فعالیت ۸

- ۱ نورون حسی پیام گیرنده حسی را به نخاع می‌برد و نورون‌های رابط، این پیام را دریافت می‌کنند. یکی از این نورون‌ها ماهیچه دو سر را منقبض و دیگری ماهیچه سه سر را به استراحت وادار می‌کند؛ در نتیجه دست عقب کشیده می‌شود.
- ۲ سیناپس نورون حسی به نورون‌های رابط ۱ و ۲ تحریکی، سیناپس نورون رابط ۱ به نورون تحریک‌کننده ماهیچه دو سر، تحریکی و سیناپس نورون رابط ۲ به ماهیچه سه سر بازدارنده است.

## تکالیف عملکردی

دانش آموز می‌تواند:

- مقاله کوتاهی تهیه کند و در آن علت ایجاد و نتیجه وجود جریان الکتریکی در یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) را توضیح دهد و آن را به شکل پاورپوینت ارائه کند.
- درباره اثرهای منفی مواد اعتیادآور، پاورپوینت تهیه و ارائه کند.
- یک مغز سالم گوسفند را تشریح و نام بخش‌های مختلف آن را با برچسب مشخص کند.
- جدولی از بخش‌های مختلف مغز انسان و عملکرد آنها تهیه کند.

## فصل ٢

حواس

## تعیین پیامدهای مطلوب

## ایده‌های کلیدی

- ساختار و عملکرد اندام‌ها و گیرنده‌های حسی در انسان و جانوران
- رابطه محرک و گیرنده حسی دریافت‌کننده آن و الگوی مشابه در ساختار و عملکرد گیرنده‌های حسی در انسان و جانوران
- پایداری سلامت ساختار و عملکرد گیرنده‌های حسی انسان و تغییر در آنها در اثر بیماری و یا رفتارهای نادرست

## پیامدهای شایستگی محور

- با بررسی ساختار یک گیرنده، چگونگی تحریک یک گیرنده حسی را گزارش کند.
- انواع گیرنده‌های بدن انسان را از نظر نوع محرک بررسی و گیرنده‌های بدن را از این نظر طبقه‌بندی کند.
- انواع گیرنده‌های حس پیکری و ویژه را بررسی کند.
- ساختار اندام‌های حسی (چشم، گوش، بینی و زبان) و چگونگی تحریک گیرنده‌های آنها را بررسی کند.
- برخی بیماری‌های چشم در انسان و درمان آنها را گزارش کند.
- مسیر ارسال یکی از پیام‌های حسی (بینایی) تا محل پردازش نهایی را گزارش کند.
- با بررسی اثر صدای بلند بر شنوایی، به حفظ سلامت خود حساس شود.
- برخی گیرنده‌های حسی در جانوران را با گیرنده‌های همانند در انسان مقایسه کند.

## پرسش‌های اساسی

- چگونه محرک‌های محیطی مختلف در بدن انسان به پیام عصبی تبدیل می‌شوند؟
- چرا گاهی با وجود محرک محیطی (مانند عینک و لباس)، وجود آن را احساس نمی‌کنیم؟



- چگونه مشکلات انکساری چشم، ایجاد و اصلاح می‌شوند؟
- اندام‌های حسی مانند چشم و گوش چه ساختاری دارند؟
- چگونه محرک‌های محیطی مانند صدا و نور به گیرنده‌های حسی درون اندام‌های حسی گوش و چشم می‌رسند؟
- گیرنده‌های حسی جانوران و انسان چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟

## مفاهیم کلیدی

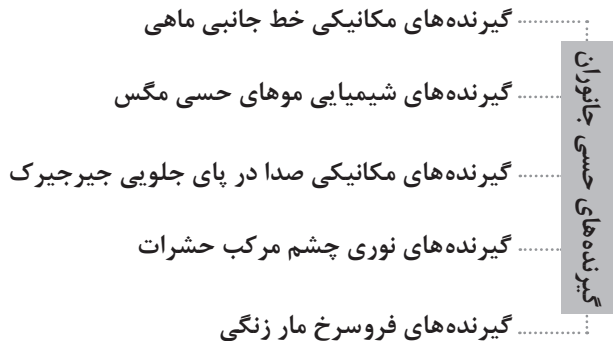
گیرنده حسی، سازش گیرنده حسی، حواس پیکری، حواس ویژه، انواع گیرنده‌ها براساس محرک (مکانیکی، شیمیایی، دمایی، نوری و درد)، گیرنده‌های تماسی، حس وضعیت، صلبیه، قرنیه، مشیمیه، جسم مژگانی، عنبیه، تارهای آویزی، زجاجیه، زلالیه، نقطه کور، لکه زرد، تطابق، نزدیک‌بینی، دوربینی، آستیگماتیسم، پیرچشمی، پرده صماخ، استخوان‌های کوچک گوش، شیپور استاش، بخش حلزونی گوش، بخش دهلیزی، دریچه بیضی، مجرای نیم‌دایره، گیرنده‌های بویایی، جوانه چشایی، کیاسمای بینایی، لوب مغز، خط جانبی، چشم مرکب، گیرنده فروسرخ.

## مهارت‌های کلیدی

- انجام گفت‌وگو و نتیجه‌گیری از بحث برای پاسخ به پرسش
- انجام تشریح چشم و تهیه گزارش از آن
- بررسی و مقایسه تصویرها و بیان نتیجه
- جمع‌آوری اطلاعات و ارائه گزارش
- تهیه نقشه مفهومی از درس
- دسته‌بندی و مقایسه

## نقشه مفهومی





## فعالیت‌های یادگیری

## روش تدریس

- درس را با فراخوانی پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان درباره‌ی گیرنده‌های حسی که در سال‌های گذشته آموخته‌اند، آغاز کنید. همین‌طور در فصل قبل دانش‌آموزان درباره‌ی چگونگی ایجاد پیام عصبی در نورون‌ها و نیز انعکاس عقب کشیدن دست بر اثر محرک آسیب‌رسان، مطالبی آموخته‌اند. می‌توانید از تصویر صفحه ۱۶ استفاده کنید و با این پرسش که چگونه گیرنده‌ی پوست محرک را دریافت می‌کند، درس را آغاز کنید.
- پرسش‌های ابتدایی فصل نیز جهت جلب توجه دانش‌آموزان طراحی شده‌اند پس از پایان فصل می‌توانید از دانش‌آموزان بخواهید، پاسخ آنها را مرور کنند. همچنین می‌توانید این پرسش‌ها را موضوع کار گروهی دانش‌آموزان برای کلاس وارونه قرار دهید.
- درباره‌ی مفهوم گیرنده و تفاوت مولکول غشای گیرنده و یاخته‌ی گیرنده باید به دانش‌آموزان تذکر داده شود. در ضمن درس، دانش‌آموزان با انواع گیرنده‌های حسی از نظر نوع ساختار یاخته‌ای آشنا می‌شوند. گیرنده‌های فشار در پوست، بخشی از یاخته‌ی عصبی و گیرنده‌های نوری نمونه‌ای از یاخته‌های عصبی تمایز یافته‌اند.
- دانش‌آموزان با مفهوم محرک آشنا هستند؛ بنابراین در فعالیت صفحه ۲۱ انواع گیرنده‌ها را از نظر نوع محرک می‌توانند دسته‌بندی کنند. علاوه بر آن، با فعالیت گروهی و راهنمایی شما می‌توانند در صورت لزوم کار خود را اصلاح کنند.
- در آموزش، تصویرها در خدمت یادگیری متن هستند و نباید به‌طور جداگانه بررسی شوند. شکل ۲ (گیرنده‌های پوست) و شکل‌های دیگر مانند شکل ۵ ب و شکل ۱۴، جزئیاتی دارند که در متن درس به آنها اشاره‌ای نشده است؛ زیرا هدف از ارائه‌ی آنها نشان دادن جزء مورد نظر از کل موضوع بوده است. بنابراین نباید از اجزای نام‌گذاری نشده، سؤالی طرح یا اطلاعاتی علاوه بر مطالب کتاب درباره‌ی آنها به دانش‌آموزان ارائه شود.
- فعالیت‌هایی مانند فعالیت ۲ و ۳، لازم است جزئی از فرایند آموزش باشد تا بازده یادگیری دانش‌آموز افزایش یابد.

■ گوش دادن نوجوانان و جوانان به موسیقی با صدای بلند به یاخته‌های گیرنده‌ی شنوایی آسیب جبران‌ناپذیری وارد می‌کند. از این رو، پرداختن به این موضوع اهمیت زیادی دارد تا اطلاع دانش‌آموزان، برای حساس شدن آنها به حفظ سلامت خود، زمینه‌سازی کند.

## دانستنی‌هایی برای معلم

**حواس پیکری:** حواس پیکری، اطلاعات همه‌ی بدن را دریافت می‌کنند. این حس‌ها دقت حواس ویژه را ندارند. حس‌های پیکری را در سه گروه، حواس پیکری مکانیکی شامل حس تماسی و وضعیت که با جابه‌جایی مکانیکی برخی بافت‌های بدن تحریک می‌شوند و حس دمایی و حس درد، دسته‌بندی می‌کنند. حس تماسی شامل لمس، فشار، ارتعاش و قلقلک است. حس وضعیت شامل وضعیت ایستا و سرعت حرکت است. حواس پیکری را به شکل‌های دیگری نیز تقسیم‌بندی می‌کنند، مثل حس‌های بیرونی (حس‌هایی که در سطح بدن قرار دارند) و حواس داخلی که با وضعیت فیزیکی بدن ارتباط دارند؛ مانند حس وضعیت، حس ماهیچه‌ها و زردپی‌ها.

**حس ارتعاش:** این حس از تغییر مکرر سیگنال‌های حسی ایجاد می‌شود. برخی از انواع گیرنده‌های دریافت‌کننده‌ی ارتعاش با گیرنده‌های لمسی و فشار یکسان‌اند؛ مثلاً اجسام پاجینی سیگنال‌های ارتعاش مربوط به تغییر شکل‌های ظریف و سریع بافت‌ها را درک می‌کنند. **حس قلقلک و خارش:** انتهای آزاد عصبی که در لایه‌های سطحی پوست وجود دارند، حس قلقلک و خارش را منتقل می‌کنند. هدف از خارش، جلب توجه فرد به محرک‌های خفیف در سطح بدن مانند حرکت پشه‌ی آماده‌ی گزیدن است. این محرک‌ها انعکاس خارااندن را به راه می‌اندازند تا مزاحم دور شود.

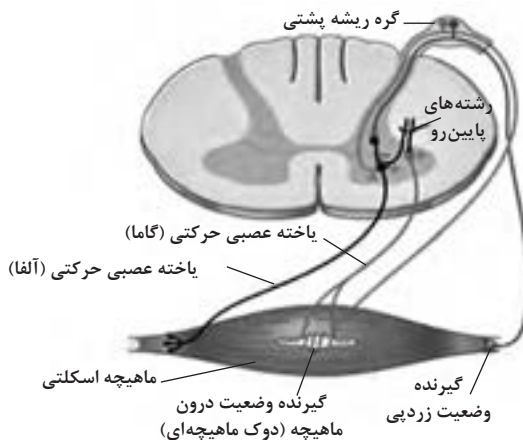
**گیرنده‌های درد:** گیرنده‌های درد، انتهای عصبی آزادند. این گیرنده‌ها در لایه‌های سطحی پوست و برخی بافت‌های داخلی مانند پرده‌ی ضریع استخوان، دیواره‌ی سرخرگ‌ها قرار دارند. انواع محرک‌های مکانیکی، حرارتی و شیمیایی، می‌توانند درد ایجاد کنند. برخی مواد شیمیایی مانند برادی‌کینین، هیستامین، یون، پتاسیم، اسیدها و آنزیم‌های پروتئولیتیک، درد ایجاد می‌کنند و برخی مواد مثل پروستاگلانترین‌ها، حساسیت گیرنده‌های درد را افزایش می‌دهند. آنزیم‌های پروتئولیتیک با افزایش نفوذپذیری غشاها به یون‌ها، حس درد را برمی‌انگیزانند. وقتی جریان خون یک بافت مسدود شود؛ مثلاً هنگام اسپاسم

ماهپچه‌ای، بافت در عرض چند دقیقه بسیار دردناک می‌شود که علت آن را تجمع مقدار زیاد لاکتیک اسید در بافت می‌دانند که در اثر متابولیسم بی‌هوازی ایجاد می‌شود. برادی‌کینین و آنزیم‌های پروتئولیتیک را که در اثر تخریب سلولی ایجاد می‌شوند، نیز در ایجاد این درد، مؤثر می‌دانند.

**گیرنده‌های دمایی:** گیرنده‌های سرما و گرما زیر سطح پوست به‌طور جداگانه قرار گرفته‌اند. تعداد گیرنده‌های سرما بیشتر از تعداد گیرنده‌های گرماست. به نظر می‌رسد گیرنده‌های گرما انتهای عصبی آزادند. گیرنده‌های سرما انتهای عصبی کوچک میلین‌دار و برخی نیز انتهای عصبی آزادند.

**گیرنده‌های وضعیت:** گیرنده‌های حسی ماهیچه‌ها، دوک‌های ماهیچه‌ای و اجسام وتری گلژی هستند که در تنظیم فعالیت ماهیچه‌ها نقش دارند. این گیرنده‌ها وضعیت عملکرد ماهیچه‌ها را به نخاع ارسال می‌کنند. این وضعیت شامل طول ماهیچه، کشش (تانسیون) لحظه‌ای آن و چگونگی تغییر آنهاست. پیام‌های این گیرنده‌های حسی علاوه بر نخاع به مخچه و قشر مخ ارسال می‌شود.

هر دوک ماهیچه‌ای از تعدادی فیبر ماهیچه‌ای داخل دوکی بسیار کوچک تشکیل شده است. بخش گیرنده دوک، بخش مرکزی آن است که فاقد فیلاماتی‌های انقباضی اکتین و میوزین است. فیبرهای حسی که از بخش میانی دوک منشأ می‌گیرند، با کشیده شدن آن تحریک می‌شوند.



شکل گیرنده دوک ماهیچه‌ای

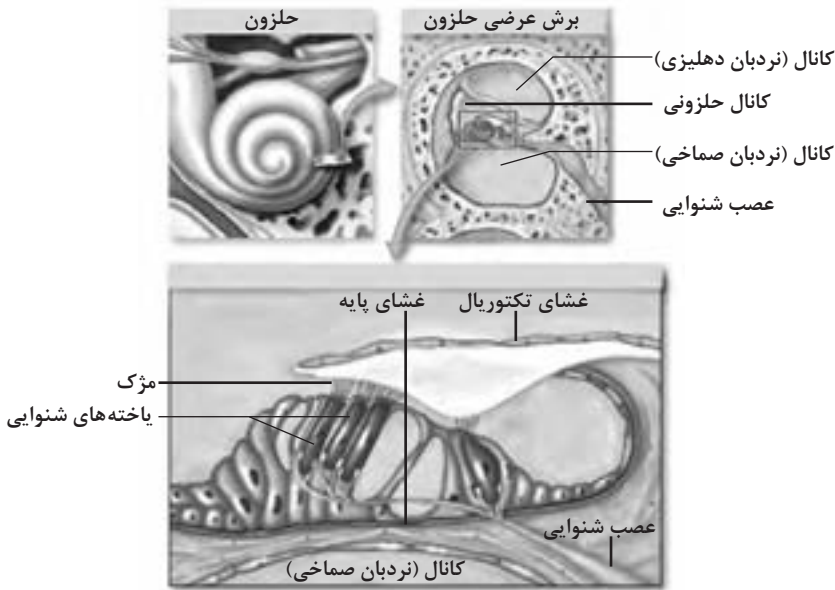
گیرنده‌های حسی تارهای درون دوکی، انتهای تارهای عصبی‌اند که جسم یاخته‌ای آنها در گره شوکی ریشه پشتی نخاع قرار دارند.

گیرنده‌های نوری و شبکیه چشم: شبکیه، دوسوم عقبی کره چشم را می‌پوشاند و در آن، سه منطقه مشخص وجود دارد. بخش میانی لکه زرد (macula lutea)، فووا (fovea centralis) نام دارد. لکه زرد تقریباً فاقد یاخته‌های استوانه‌ای است. در انسان و در بعضی میمون‌ها، لکه زرد و اطراف آن، زرد رنگ است. بخش دیگر شبکیه، باعث احساس بینایی با دقت کمتر می‌شود. این بخش به طرف جلوی چشم باریک می‌شود و در نزدیکی جسم مژگانی دیگر وجود ندارد. شبکیه کور، بخش سوم شبکیه و همان نقطه کور است. گیرنده‌های نوری شبکیه از چند بخش تشکیل شده‌اند. قطعه بیرونی گیرنده نوری، مژه یا دندربیت تغییر شکل یافته است و ماده شیمیایی حساس به نور در آن قرار دارد. قطعه درونی دارای میتوکندری‌های فراوانی است و هسته یاخته در آن قرار دارد. بخش آخر، منطقه سیناپسی است که با یاخته‌های عصبی سیناپس برقرار می‌کند. در لایه یاخته‌های عصبی، انواعی از نورون‌ها وجود دارند که اکسون‌های گروهی از آنها عصب چشم را تشکیل می‌دهند.

پرتوهای فرابنفش و چشم انسان: انسان به‌طور معمول نمی‌تواند پرتوهای فرابنفش را ببیند؛ ولی کسانی که جراحی آب مروارید چشم انجام داده‌اند و در چشم خود عدسی مصنوعی دارند، ممکن است بتوانند بخشی از گستره فرابنفش را ببینند؛ زیرا قرنیه و عدسی چشم طبیعی پرتوهای فرابنفش را جذب می‌کنند.

لایه درخشان چشم: در پشت گیرنده‌های نوری شبکیه برخی جانوران، لایه‌ای درخشان قرار دارد. در چشم انسان لایه پشت گیرنده‌های نوری این بازتابش را ندارد و هنگامی که چراغ قوه در تاریکی، چشم انسان را روشن می‌کند، درخشندگی خاصی ظاهر نمی‌شود. ولی اگر فرد به‌طور مستقیم به دوربین فلاش‌داری نگاه کند، بخشی از نور بازتابیده را می‌توان به‌صورت قرمز شدن قرنیه مشاهده کرد.

گیرنده‌های شنوایی و درونی گوش: در مقطع حلزون گوش درونی (حلزون غشایی درون حلزون استخوانی) سه مجرا دیده می‌شود که نردبان‌های دهلیزی، صماخی و میانی نام دارند. نردبان‌های دهلیزی و صماخی از پری‌لنف و نردبان میانی از آندولنف، پر شده‌اند. نردبان صماخی و نردبان میانی را غشای پایه از هم جدا می‌کند. روی سطح غشای پایه، اندام کورتی و در آن، یاخته‌های مؤک‌دار شنوایی قرار دارند. غشای پایه از تعداد زیادی تار تشکیل شده است که به ارتعاش درمی‌آیند.



ساختار گوش درونی (حلزون)

مژک‌های سلول‌های مژک‌دار، داربست‌های پروتئینی غیرقابل انعطافی هستند. با خم شدن این مژک‌ها، کانال‌های کایتونی آنها باز می‌شود و یون‌های پتاسیم وارد یاخته و عمل در یاخته ایجاد می‌شود. حرکت غشای پایه به سمت خارج و داخل، باعث حرکت جلو و عقب گیرنده‌ها در مقابل غشای پوشاننده (تکتوریال) و خم شدن مژک‌های آنها می‌شود.

**عصب بویایی (زوج اول اعصاب بویایی):** مبدأ این عصب نورون‌های دوقطبی است که در مخاط بویایی قرار دارند. دندریت این نورون‌ها در مخاط پراکنده شده‌اند و بو را دریافت می‌کنند. اکسون این نورون‌ها اعصاب بویایی نام دارند که از سوراخ‌های صفحه غربالی استخوان اتموئید (پرویزنی) عبور می‌کند و وارد حفره جمجمه می‌شود و به پیاز بویایی ختم می‌گردد.

**مسیر بویایی:** تارهای عصبی که پیاز بویایی را ترک می‌کنند، به بخشی از قشر مخ در ناحیه (پیشین میانی) لوب گیجگاهی به نام منطقه انتورینال وارد می‌شود. این منطقه، تنها بخشی از قشر مخ است که پیام‌های حسی را مستقیم و بدون عبور از تالاموس دریافت می‌کند. مسیر دیگری از (هسته پستی میانی) تالاموس عبور می‌کند و به قشر اربیتوفرونتال می‌رود. علاوه بر آن، بخشی از تارهای عصبی بویایی به هیپوتالاموس و سایر بخش‌های دستگاه لیمبیک از جمله هیپوکامپ و هسته‌های تیغه‌ای (سپتال) می‌روند که به نظر می‌رسد در یادگیری خوشایند بودن یا خوشایند نبودن غذا براساس تجربه قبلی دخالت دارند.



## پاسخ فعالیت‌های فصل ۲

### فعالیت ۱

- ۱ گیرنده‌های شیمیایی: گیرنده‌های چشایی، گیرنده میزان اکسیژن آئورت، گیرنده بویایی بینی
- ۲ گیرنده‌های دمای: گیرنده دما
- ۳ گیرنده‌های نوری: گیرنده‌های شبکیه چشم
- ۴ گیرنده‌های مکانیکی: گیرنده فشار پوست، گیرنده فشار خون دیواره رگ‌ها

### فعالیت ۲

دانش‌آموزان می‌توانند با استفاده از شکل ۶، وضعیت ماهیچه‌های مژگانی، تارهای آویزی و عدسی را در دو حالت بررسی کنند.

### فعالیت ۳

- با استفاده از شکل ۷، عدسی واگرا نزدیک بینی و عدسی هم‌گرا، دوربینی را اصلاح می‌کنند.
- هم‌گرا بودن بیش از حد عدسی، موجب نزدیک بینی و کم بودن تحدب آن به دوربینی منجر می‌شود.

### فعالیت ۴

الف) دانش‌آموزان با استفاده از متن کتاب درسی می‌توانند این ویژگی‌ها را فهرست کنند.  
ب) به مایع بودن زلالید و ژله‌ای بودن زجاجیه می‌توانند اشاره کنند.

### فعالیت ۵

- پرده صماخ
- گوش میانی
- گوش درونی

## فعالیت ۶

جرم یا موم گوش مخلوطی از چربی‌ها و موم‌هاست که مجرای گوش را نرم می‌کند. اسیدی بودن موم گوش از رشد میکروب‌ها در مجرای شنوایی پیشگیری می‌کند. موهای درون گوش و موم گوش از ورود گرد و غبار، حشرات و دیگر جانوران ریز به درون مجرای گوش جلوگیری می‌کنند.

## فعالیت ۷

این گزارش‌ها باید شامل محدوده فعالیت این متخصصان و میزان تحصیلات لازم برای ورود به این شغل‌ها باشد.

## فعالیت ۸

- ۱ حس بویایی ماهی قوی‌تر از حس بویایی انسان است.
- ۲ دانش‌آموزان می‌توانند به واحدهای بینایی و عدسی‌های متعدد در چشم حشرات، تصویر موزاییکی حاصل در مقایسه با وجود یک عدسی در چشم انسان و تصویر یکپارچه اشاره کنند.
- ۳ گیرنده‌های تعادلی در مجاری نیم‌دایره

## تکالیف عملکردی

- دانش‌آموز می‌تواند:
- جدولی از گیرنده‌های حواس پیکری انسان و ویژگی‌های آنها تهیه کند.
  - درباره بیماری‌های انکساری چشم و چگونگی برطرف کردن آنها گزارشی تهیه و به کلاس ارائه کند.
  - یک چشم سالم گوسفند یا گاو را تشریح و بخش‌های مختلف آن را با برچسب مشخص و به کلاس ارائه کند.
  - درباره چگونگی حفظ سلامت گوش در برابر صداهای آسیب‌رسان، گزارشی تهیه و ارائه کند.
  - درباره شغل‌های شنوایی‌سنجی و بینایی‌سنجی شامل میزان تحصیلات لازم برای این شغل و محدوده فعالیت آن گزارشی تهیه و به کلاس ارائه کند.
  - جدولی از انواع گیرنده‌های حسی جانوران، محرک آنها و ویژگی‌های هر یک تهیه کند.

## فصل ۳

دستگاه حرکتی

## ایده‌های کلیدی

- ساختار و عملکرد
- روابط و الگوها
- پایداری، تغییر و زمان
- اندازه‌گیری

## پیامدهای شایستگی محور

## ساختار و عملکرد

- بتواند اجزای استخوان‌ها و اسکلت را شناسایی کند.
- بتواند انواع بافت و استخوان را تشخیص دهد.
- بتواند آسیب‌های استخوان و مفاصل را بشناسد.
- بتواند برای پیشگیری از آسیب و بیماری‌های اسکلت بدن انسان، راهکار ارائه دهد.
- بتواند ساختار ماهیچه‌های اسکلتی بدن و اعمال آنها را بشناسد.
- بتواند واحدهای تکراری ماهیچه اسکلتی و نحوه ارتباط آن با دیگر اجزای تارچه ماهیچه‌ای را بشناسد.
- بتواند انواع مولکول‌های مؤثر در تأمین انرژی انقباض ماهیچه را نام ببرد.
- بتواند انواع یافته‌های بافت ماهیچه‌ای را مقایسه کند.

## روابط و الگوها

- بتواند ارتباط بین بخش‌های مختلف دستگاه حرکتی را تشخیص دهد.
- بتواند اهمیت ساختار و شکل استخوان‌ها و ماهیچه‌ها در حرکت و شکل‌گیری اندام‌ها را توصیف کند.

## پایداری، تغییر و زمان

- بتواند تغییرات ساختار استخوان را در طی تکوین جنین و رشد بعد از تولد تشخیص دهد.
- بتواند نحوه انقباض ماهیچه اسکلتی را نشان دهد.
- بتواند تأثیر اسکلت و ماهیچه‌های اسکلتی را بر پایداری شکل و ثبات اندام‌های درونی توضیح دهد.

## اندازه‌گیری

- بتواند اطلاعاتی را در مورد اندازه‌گیری تراکم توده استخوانی، در زنان و مردان ارائه کند و آنها را با هم مقایسه کند.

## پرسش‌های اساسی

- دستگاه حرکتی از چه اجزایی تشکیل شده است؟
- ساختار و اجزای دستگاه اسکلتی چیست؟
- بیماری‌های مربوط به دستگاه اسکلتی و حرکتی کدام‌اند؟
- شیوه حرکت اندام‌ها و اجزای مؤثر بر این حرکت چگونه است؟
- تأمین انرژی و انقباض ماهیچه‌ها چگونه است؟

## مهارت‌های کلیدی

- مقایسه
- تحلیل نمودار
- برقراری ارتباط
- تحقیق کتابخانه‌ای

## نقشه مفهومی



## فعالیت‌های یادگیری

کام  
دوم

## روش تدریس

## مثلث ارتقای یادگیری

## ۱ طراحی آموزشی

الف) موضوع درس: موضوع اصلی این فصل حرکت است. حرکت یکی از ویژگی‌های بارز در جانداران است. بنابراین، مناسب است که دربارهٔ انواع حرکت و تفاوت آن در موجودات زنده و غیرزنده تا حدی بحث شود؛ مثلاً می‌توان درس را با آوردن انواع مثال‌های حرکت در جانداران آغاز کرد. همچنین می‌توان به اهمیت لزوم وجود اجزای لازم برای حرکت مانند تکیه‌گاه و عامل حرکت اشاره کرد.

ب) سطح علمی کلاس: دربارهٔ مبانی این فصل در کتاب علوم هشتم بحث شده است؛ بنابراین، با ارجاع دانش‌آموزان به این فصل (پیش از شروع کلاس) می‌توان مباحث این قسمت را یادآوری کرد.

ج) زمان تدریس: گفتار ۱ نسبت به گفتار ۲ حجم بیشتری دارد و برای دانش‌آموزان نامأنوس‌تر است. در گفتار ۲ نیز بخش مکانیسم انقباض و نحوهٔ تأمین انرژی آن به دلیل بحث در سطح مولکولی دشوارتر است و لازم است مدت زمان بیشتری صرف آن شود.

د) امکانات در اختیار: از اسکلت و مولاژهای ماهیچهٔ موجود در آزمایشگاه (که معمولاً در آزمایشگاه مدارس وجود دارند) استفاده کنید. از دانش‌آموزان بخواهید اگر فیلم یا انیمیشنی دربارهٔ این مباحث دارند به شما ارائه کنند تا پس از بررسی به دانش‌آموزان نشان داده شوند.

## ۲ رسانه‌های پرشمار آموزشی

برای توصیف این فصل می‌توان از انواع امکانات آموزشی مانند پوستر، وب‌گاه‌ها، فیلم و ... استفاده کرد.

## ۲. ارائه آموخته‌ها توسط دانش‌آموزان

چون مبانی این فصل در کتاب علوم پایه هشتم تدریس شده است، دانش‌آموزان می‌توانند درباره بخش‌های ابتدایی هر فصل گفت‌وگو کنند. مباحث پیچیده فصل را می‌توان با پیش‌مطالعه و به کمک دانش‌آموزان تدریس کرد. از ارائه‌ها، بازخورد بگیرید و دانش‌آموزان را ارزیابی کنید.

## ارتباط فصل با چهار ویژگی زیست‌شناسی نوین

### ۱. کل‌نگری

ارتباط بین اجزای دستگاه اسکلتی را که منجر به حرکت می‌شود، گوشزد کنید. می‌توانید فرایند انجام یک حرکت را به صورت تعامل اجزای مختلف دستگاه‌ها توضیح دهید و در صورت امکان با استفاده از رسانه‌های تصویری تفهیم کنید.

### ۲. نگرش بین رشته‌ای

فعالیت ورزشی مثالی از ارتباط بین فیزیولوژی و بیوشیمی است.

### ۳. فناوری‌های نوین

استفاده از اندام‌های مصنوعی که در ابتدای این فصل آمده است، نمونه‌ای از این فناوری‌هاست. با توجه به ماهیت این فصل مثال‌های متعددی در این باره وجود دارد.

### ۴. اخلاق زیستی

در این بخش می‌توان به کژروی‌های موجود در فعالیت‌های ورزشی از جمله دوپینگ اشاره کرد. در این باره باید به فلسفه وجودی ورزش تأکید کرد تا هدف و وسیله، جابه‌جا نشوند. از طرفی باید اشاره کرد که افرادی که فاقد کارایی جزئی یا کلی در دستگاه حرکتی هستند، افراد ناتوان محسوب نمی‌شوند و فقدان یک ساختار را می‌توان با تقویت ساختارهای دیگر جبران کرد.



## پاسخ فعالیت‌های فصل ۳

### فعالیت ۱

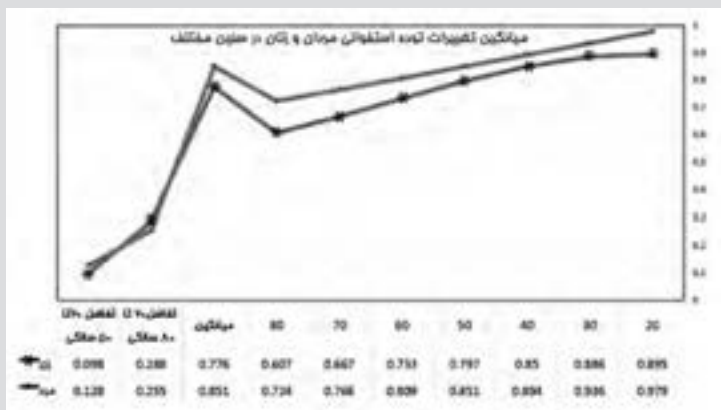
الف) سلول‌ها، رشته‌ها و ماده زمینه‌ای؛ ب) بخش سلولی

### فعالیت ۲

۱ رسم نمودار؛

۲ مردان؛

۳ مردان



### فعالیت ۳

بر عهده دانش‌آموز

### فعالیت ۴

الف) در دوندگان دوی صد متر درصد تارهای ماهیچه‌ای تند بیشتر و در دوندگان ماراتن درصد تارهای ماهیچه‌ای کند، بیشتر است؛ ب) دوندگان ماراتن پ) در دوندگان ماراتن مقدار میوگلوبین ماهیچه‌ها بیشتر است.

### فعالیت ۵

بر اساس منابع پاسخ‌ها می‌تواند متفاوت باشد. به‌طور کلی اسکلت بیرونی نقش حفاظتی بیشتری دارد؛ ولی این نوع اسکلت با افزایش اندازه جانور، وزن بیشتری پیدا می‌کند که باعث سنگین شدن جاندار می‌شود. این مسئله موجب محدودیت در افزایش اندازه جانور می‌شود.



## فصل ۴

تنظیم شیمیایی

## ایده‌های کلیدی

- ساختار و عملکرد
- روابط و الگوها
- پایداری، تغییر و زمان
- اندازه‌گیری

## پیامدهای شایستگی محور

## ساختار و عملکرد

- بین ساختار و عمل دستگاه غدد درون‌ریز ارتباط برقرار کند.
- بتواند الگویی از نحوه عمل غدد درون‌ریز بسازد.
- اجزای دستگاه درون‌ریز را در روی شکلی از اجزای درونی بدن انسان شناسایی کند و نشان دهد.
- بعضی از رویدادهای مرتبط با غدد درون‌ریز را در زندگی روزمره (مثل اندازه قد) از نظر علمی تحلیل کند.
- بتواند آثار نامطلوب رفتارهایی چون تغذیه ناسالم و کم‌حرکی در زندگی ماشینی را بر دستگاه درون‌ریز تحلیل کند.
- بتواند برای پیشگیری از بیماری‌هایی چون دیابت راهکارهایی ارائه دهد.

## روابط و الگوها

- روش‌های ارتباط بین یاخته‌ها را با رسانه‌های ارتباط جمعی در یک جمعیت فرضی انسانی مقایسه کند.
- وجوه مشترک نحوه اثر هورمون‌ها را استخراج و مدل‌سازی کند.

## پایداری، تغییر و زمان

- نحوه پاسخ بدن به تغییرات محیط درونی را تحلیل کند.
- نحوه پاسخ بدن به محرک‌ها را در دوره‌های مختلف زندگی (کودکی، بلوغ و سالمندی) در مواردی مقایسه کند.
- ساز و کارهایی را که علی‌رغم تغییرات محیط باعث پایداری محیط درونی بدن می‌شوند، در جدولی تخلص کند.

## اندازه‌گیری

- نشان دهد که تغییرات هر چند کوچک در ترشح هورمون‌ها چه آثار بزرگی می‌تواند بر جای بگذارد.
- نشان دهد مقدار هورمون‌ها چگونه می‌تواند عاملی برای تنظیم مقدار ترشح آنها باشد.

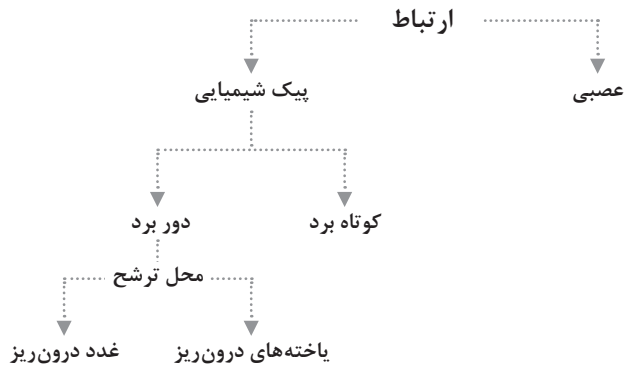
## پرسش‌های اساسی

- ارتباط بین بخش‌های مختلف بدن در تراز یاخته، بافت و اندام چگونه صورت می‌گیرد؟
- عملکرد بدن چگونه توسط هورمون‌ها تنظیم می‌شود؟
- مقدار ترشح هورمون‌ها چگونه تنظیم می‌شود؟

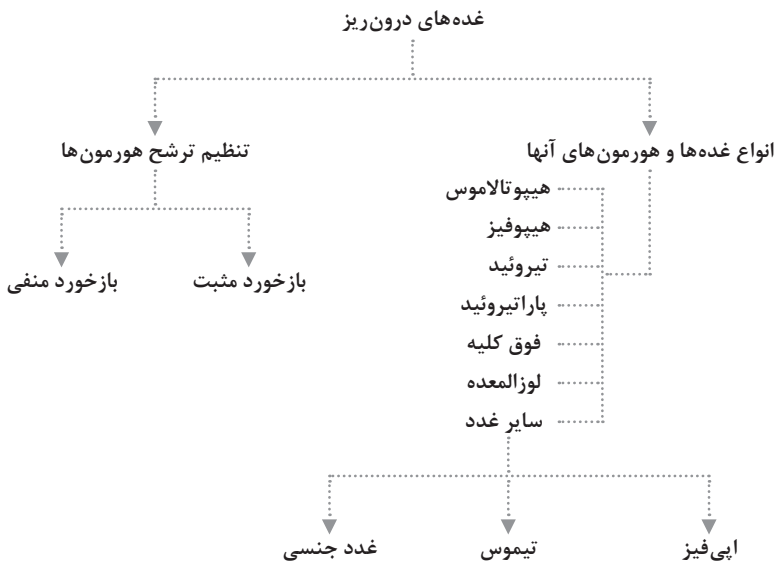
## مهارت‌های کلیدی

- برقراری ارتباط
- تحلیل نمودار
- تحقیق کتابخانه‌ای (کاغذی و دیجیتال)

## گفتار ۱



## گفتار ۲



## روش تدریس

## مثلث ارتقای یادگیری

همان‌گونه که می‌دانیم اضلاع مثلث ارتقای یادگیری عبارت‌اند از طراحی آموزشی، رسانه‌های پرشمار آموزشی، ارائهٔ آموخته‌ها توسط دانش‌آموزان. در ادامه، اضلاع این مثلث را با هم مرور می‌کنیم.

## ۱ طراحی آموزشی

طراحی آموزشی خود به عوامل متعددی وابسته است که از میان آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

**الف) موضوع درس:** تأکید این فصل بر ارتباطات شیمیایی بوده است. ارتباطات یکی از اجزای کل‌نگری است که در زیست‌شناسی نوین به آن توجه شده است. بنابراین طراحی آموزشی خود را با تأکید بر ارتباطات و نقش آنها در تداوم یک نظام (سیستم) انجام دهید. برای ایجاد انگیزه می‌توانید از این موارد استفاده کنید:

■ از بیماری‌های هورمونی مثال بیاورید؛ مثل نانیسم (کوتاه قدی زیاد) یا ژیگانتیسم (غول‌پیکری)

■ دربارهٔ سرطان (که در آن ارتباطات سلولی دچار اشکال می‌شود) گفت‌وگو کنید.

■ دیابت (که بیماری شایع است) را به دانش‌آموزان معرفی کنید.

**ب) سطح علمی کلاس:** دانش‌آموزان دربارهٔ این فصل اطلاعات جامعی از پایهٔ هشتم به یاد دارند. ممکن است بعضی‌ها فراموش کرده باشند و بعضی دیگر آموخته‌های خود را همچنان در ذهن داشته باشند. کتاب هشتم را نگاه کنید. می‌توانید تدریس مباحثی از درس را که ساده‌تر و آشنا‌ترند به دانش‌آموزانی که مسلط‌اند واگذار کنید.

**ج) تعداد دانش‌آموزان:** لزوماً تعداد دانش‌آموزان زیاد، مشکل‌ساز نیست؛ بلکه همگن نبودن آنها در کلاس کار را مشکل می‌کند. از گروه‌بندی استفاده کنید. در هر گروه دانش‌آموزانی را که مطالب کتاب سال هشتم را به خاطر دارند و آنانی را که ندارند؛ در

کنار هم قرار دهید و فعالیت‌هایی را به آنها واگذار کنید. این فصل در موارد متعددی قابلیت کلاس معکوس را دارد.

د) زمان تدریس: گرچه گفتار ۲ خیلی مفصل‌تر از گفتار ۱ است؛ اما محتوای گفتار ۱ برای دانش‌آموزان جدیدتر است. گفتار ۲ به تکمیل آموخته‌های قبلی می‌پردازد. برای گفتار ۱ زمان کافی بگذارید. می‌توانید در گفتار ۲ زمان را صرفه‌جویی کنید.

ه) امکانات در اختیار: این فصل در مقایسه با فصل‌های دیگر به امکانات کمتری نیاز دارد (چون به ساز و کارهای پیچیده و جزئیات اشاره نشده است). از جدول‌بندی و دسته‌بندی استفاده کنید، یک بار براساس غدد یک بار براساس هورمون‌ها.

## ۲ رسانه‌های پرشمار آموزشی

در میان انواع رسانه‌ها، تابلوی کلاسی را فراموش نکنید. ارائه درس فقط با پاورپوینت و ابزارهای نوین همیشه خوب نیست ...

## ۳ ارائه آموخته‌ها توسط دانش‌آموزان

با توجه به زمینه مناسب دانش‌آموزان از دوره اول، می‌توانید اجازه دهید یک یا چند هورمون را دانش‌آموزان به صورت درس ارائه کنند. فرصت‌های ارائه را به دور از اضطراب ارزشیابی شدن فراهم کنید. از این ارائه‌ها بازخورد بگیرید و روند کار «خود» را ارزشیابی کنید.

## دانستنی‌هایی برای معلم

### دیدگاه‌های نوین در این فصل

پیک‌های شیمیایی کوتاه‌برد و هورمون‌ها: این پیک‌ها آنهایی هستند که به خون وارد نمی‌شوند؛ مثل ناقلان عصبی. اگر هورمونی در سر راه خود برای ورود به خون، بر یاخته‌ای اثر کند، در آن حالت پیک کوتاه‌برد نامیده می‌شود.

### مدل‌های جدید اثر هورمون‌ها

یکی از تغییرات مهم در این فصل حذف الگوی اثر هورمون‌های استروئیدی، آمینواسیدی



و پلی پیتیدی است. در کتاب‌های قبل گفته می‌شد که هورمون‌های استروئیدی به علت محلول بودن در چربی و تیروئید به علت کوچکی، از دو لایه لیپیدی غشا عبور می‌کنند. اما اکنون الگوهای دیگری ارائه شده است که به وجود نوعی ناقل پروتئینی در غشا اعتقاد دارند. به همین علت با کم‌رنگ شدن اعتبار الگوی قبلی، تصمیم بر آن شد تا الگوهای جدید بعد از کسب پیش‌نیازهای لازم توسط دانش‌آموز در فرصت‌های دیگر ارائه شود.

### کار جدید هورمون‌ها

دربارۀ شیوۀ عمل هورمون‌های پرولاکتین و کلسی‌تونین نیز براساس یافته‌های جدید بازنگری صورت گرفته است. امروزه نقش پرولاکتین در حفظ تعادل آب و دستگاه ایمنی مشخص شده است. همچنین معلوم شده که کلسی‌تونین در انسان نقشی در کاهش کلسیم ندارد؛ بلکه زمانی که کلسیم به اندازه کافی موجود است؛ از برداشت کلسیم استخوان‌ها جلوگیری می‌کند.

### ارتباط فصل با چهار ویژگی زیست‌شناسی نوین

در این فصل نیز مانند سایر فصل‌ها، ارتباط با زیست‌شناسی نوین را می‌توان یافت.

#### ۱ کل‌نگری

- توجه به ارتباطات بین اجزاء، یکی از ابعاد کل‌نگری است.
- یکی از روش‌های برقراری ارتباط، استفاده از مولکول‌ها یا پیک‌های شیمیایی است.
- هورمون‌ها، به عنوان مثالی از پیک‌های شیمیایی مطرح شده‌اند.

#### ۲ نگرش بین‌رشته‌ای

- پیک‌های شیمیایی و هورمون‌ها مثال‌هایی هستند که بیوشیمی و فیزیولوژی را به هم پیوند می‌دهند.

#### ۳ فناوری‌های نوین

- تا جایی که ممکن بوده، به نقش فناوری‌های نوین در زیست‌شناسی اشاره شده است.
- تصویر ابتدای فصل بر همین اساس انتخاب شده است.

## ۴ اخلاق زیستی

می‌توانید ملاحظات اخلاقی را در استفاده از هورمون رشد برای کودکانی که قد کوتاه دارند، بیان کنید. کودکی که هیچ مشکل فیزیولوژیک ندارد؛ اما قد کوتاهی دارد آیا باید برای او هورمون رشد تجویز شود؟ شاید او زمانی که بزرگ شد، از قد کوتاه خود راضی باشد و نخواسته باشد قد بلندتری داشته باشد. وقتی شخصی واقعاً بیمار نیست؛ آیا انجام تغییرات این چینی در ساختمان بدن او درست است؟ اینها موضوعاتی است که در اخلاق زیستی بررسی می‌شود. در زیست‌شناسی امروز هیچ کاری بدون در نظر گرفتن قوانین اخلاق زیستی انجام نمی‌شود.

## پاسخ فعالیت‌های فصل ۴

### فعالیت ۱

#### شرایط حفظ نمک یددار

نمک یددار را باید دور از نور، هوا و رطوبت نگه داشت. بسته‌بندی اولیه نمک یددار دارای چنین شرایطی است. جنس ظرفی که نمک یددار در آن نگهداری می‌شود، باید پلاستیکی، چوبی، سفالی یا شیشه‌های تیره باشد. زمان اضافه کردن آن به غذا باید در انتهای زمان پخت باشد تا حداکثر مقدار ید در آن حفظ شود.

نمک یددار را نباید بیش از یک سال نگهداری کرد؛ چون بخشی از ید آن از بین می‌رود. غذاهایی که مانع جذب ید می‌شوند: خانواده کلم، ذرت و سویا از مهم‌ترین موادی هستند که مانع جذب ید می‌شوند.

### فعالیت ۲

مهم‌ترین کارهایی که برای پیشگیری از دیابت نوع II باید انجام داد، عبارت‌اند از:

۱ بر خورداری از رژیم غذایی متوازن

۲ جلوگیری از افزایش وزن و تجمع بافت چربی

۳ ورزش

۴ اندازه‌گیری قند خون

همچنین به روز نگه داشتن دانش شخصی دربارهٔ بیماری و دانستن توصیه‌های به روز برای پیشگیری از آن ضروری است.

### تکالیف عملکردی

تکالیف عملکردی را براساس اهدافی که در ابتدای فصل بیان شده، طرح کنید. نمونه‌هایی از این تکالیف در اینجا آمده است.

از دانش‌آموز بخواهید:

- با ذکر مثال، لزوم وجود پیک‌های شیمیایی را نشان دهد.
  - جایگاه غدد مختلف را روی تصویری از بدن انسان مشخص کند.
  - الگویی از نحوهٔ عمل غدد درون‌ریز بسازد.
  - یکی از آگهی‌های مربوط به افزایش قد را از روزنامه انتخاب کند و دربارهٔ درستی یا نادرستی آن به روش علمی تحقیق و گزارشی به کلاس ارائه کند.
  - یک برنامهٔ غذایی فرضی را از نظر اثر بر دیابت و پوکی استخوان تحلیل کند.
  - دربارهٔ روش‌های پیشگیری از دیابت تحقیق کند و گزارش آن را در یک روزنامهٔ دیواری یا با استفاده از روش‌های دیگر ارائه کند.
  - در مورد آثار سوء هورمون‌هایی که به صورت دارو برای پرورش اندام به‌طور ناصحیح استفاده می‌شود، تحقیق کند و توضیح دهد.
  - مثالی از چرخهٔ بازخوردی یک هورمون جدید را تحلیل و نوع آن را مشخص کند.
- مثال‌های جدیدی از چند نوع پیک شیمیایی را بررسی و به کوتاه‌برد و دوربرد تقسیم کند. همچنین الگویی را برای شیوهٔ تأثیر آنها پیشنهاد دهد.



# فصل ۵

ایمنی

## ایده‌های کلیدی

- ساختار و عملکرد
- روابط و الگوها
- پایداری، تغییر و زمان
- اندازه‌گیری

## پیامدهای شایستگی محور

### ساختار و عملکرد

- بین ساختار و عمل دستگاه ایمنی ارتباط برقرار کند.
- بتواند الگویی از نحوه عمل دستگاه ایمنی بسازد.
- اجزای دستگاه ایمنی را در روی شکلی از اجزای درونی بدن انسان شناسایی کند و نشان دهد.
- بعضی از رویدادهای مرتبط با دستگاه ایمنی را در زندگی روزمره، (مثل واکسیناسیون) از نظر علمی تحلیل کند.
- بتواند آثار نامطلوب رفتارهایی چون عدم رعایت بهداشت فردی و جمعی را بر بدن انسان تحلیل کند.
- بتواند برای پیشگیری از بیماری‌های میکروبی - از جمله ایدز - راهکارهایی را ارائه دهد.

### روابط و الگوها

- روش‌های ارتباط بین یاخته‌های ایمنی را با یاخته‌های دیگر بدن مقایسه کند.
- نشان دهد که روش‌های مبارزه با یک عامل خارجی مفروض را می‌تواند براساس الگوهای مشترک در ساز و کارهای دفاعی استنتاج و پیش‌بینی کند.
- روابط بین دستگاه ایمنی و دستگاه‌های دیگر بدن را تحلیل کند.

## پایداری، تغییر و زمان

- تفاوت بین پاسخ‌های ایمنی را در برخورد اول با عامل خارجی و برخوردهای بعدی با ذکر شواهدی از زندگی روزمره نشان دهد.
- تغییرات دستگاه ایمنی را در کودکان و بزرگسالان تحلیل کند.

## اندازه‌گیری

- رابطه بین مقدار غلظت مولکول‌های دستگاه ایمنی را با میزان مقاومت بدن برقرار کند.
- تفاوت شدت پاسخ‌ها را در برخورد اول و برخوردهای بعدی تحلیل کند.

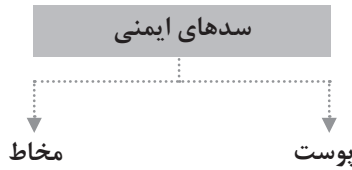
## پرسش‌های اساسی

- بدن انسان چگونه از خود دفاع می‌کند؟
- چرا با وجود دستگاه ایمنی، بیمار می‌شویم؟
- چرا با وجود دستگاه ایمنی به واکسیناسیون نیاز داریم؟
- بیماری‌های مرتبط با دستگاه ایمنی که شایسته توجه‌اند، کدام‌اند؟

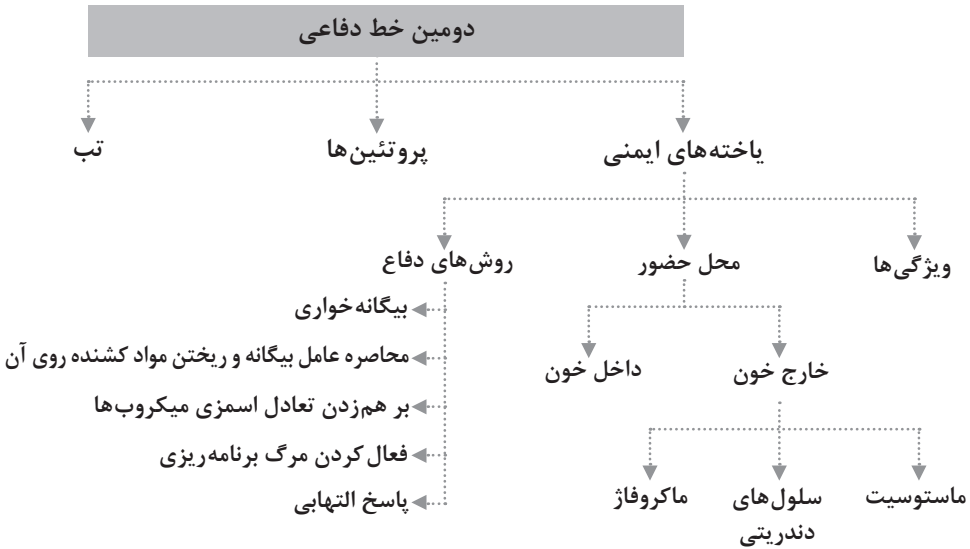
## مهارت‌های کلیدی

- مقایسه
- استنتاج
- برقراری ارتباط
- تحلیل نمودار
- تحلیل داده‌ها و جدول‌ها
- تحقیق کتابخانه‌ای (کاغذی و دیجیتال)
- حل مسئله
- طراحی آزمایش

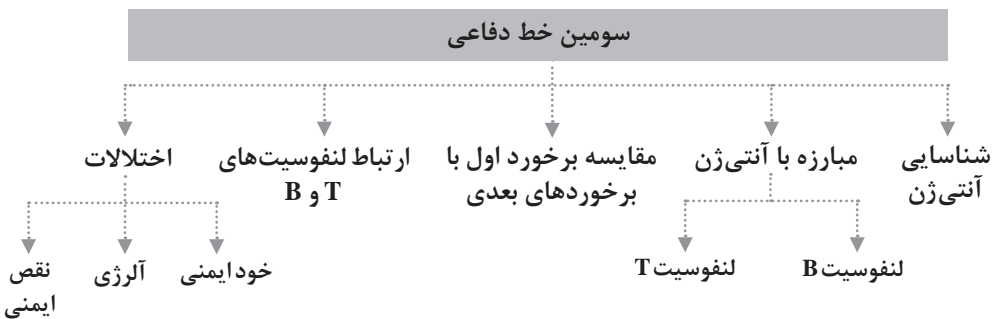
گفتار ۱



گفتار ۲



گفتار ۳





## روش تدریس

## مثلث ارتقای یادگیری

همان‌گونه که می‌دانیم، اضلاع مثلث ارتقای یادگیری عبارت‌اند از: طراحی آموزشی، رسانه‌های پرشمار آموزشی، و ارائهٔ آموخته‌ها توسط دانش‌آموزان. در ادامه، اضلاع این مثلث را با هم مرور می‌کنیم.

## ۱ طراحی آموزشی

طراحی آموزشی به عوامل متعددی بستگی دارد که در فصل قبل به آنها اشاره شد. در اینجا پیشنهادهایی برای هر یک از این عوامل ارائه خواهد شد.

## الف) موضوع درس: نبایدها در طراحی آموزشی این فصل

■ دستگاه ایمنی بیش از هر دستگاه دیگر بدن جزئیات دارد. به هیچ وجه از همان ابتدا وارد جزئیات نشوید، چون باعث ابهام می‌شود و بیرون آمدن از آن آسان نیست.

■ دستگاه ایمنی یاخته‌ها و مولکول‌های فراوانی دارد که هر کدام اسامی خاص خود را دارند. هر اسمی که لازم بوده، در کتاب آمده است. اسامی بیشتر ضرورت ندارد، حتی اگر به دقیق‌تر گفتن موضوع کمک کند.

■ سیر تاریخی را فدای جمع‌بندی نکنید. در این فصل از الگوی «مشاهده - فرضیه‌سازی» استفاده شده است. به همین علت سیر ارائهٔ مطالب تدریجی است. بعد از پایان فصل می‌توانید به جمع‌بندی آموخته‌ها پردازید.

■ قوانین کلی را فدای استثناها نکنید. این فصل استثنائات زیادی دارد. ابتدا فصل را با قوانین کلی پیش ببرید و در خاتمه اگر لازم بود، استثنائات را مطرح کنید.

■ بیش از حد دسته‌بندی نکنید. دسته‌بندی مفاهیم برای آموزش مفید است؛ اما در زیست‌شناسی غالباً مرز مشخصی بین رویدادها وجود ندارد؛ به ویژه در این فصل. بنابراین به دسته‌بندی کلی اکتفا کنید.

**ب) سطح علمی کلاس:**

■ محتوای این فصل کاملاً برای دانش‌آموزان جدید است. کتاب‌های علوم دوره اول، این مباحث را به دلیل پیچیدگی پوشش نداده‌اند. پس تمام دانش‌آموزان از نظر نقطه شروع، در وضعیت یکسانی قرار دارند.

**ج) تعداد دانش‌آموزان:**

■ لزوماً تعداد دانش‌آموزان زیاد، مشکل ساز نیست؛ بلکه همگن نبودن آنها در کلاس، کار را مشکل می‌کند.  
■ از گروه‌بندی استفاده کنید.

**د) زمان تدریس:**

■ برای این فصل وقت کافی اختصاص دهید. معمولاً سؤالات متعددی برای دانش‌آموزان از روی کنجکاوی پیش می‌آید. آنها در اقوام و نزدیکان خود بیماری‌هایی دارند که درباره آنها سؤال می‌کنند. در صورت امکان، بین این بیماری‌ها و محتوای کتاب ارتباط برقرار کنید. زمان لازم را برای پرسش‌های دانش‌آموزان پیش‌بینی کنید.  
■ در پایان تدریس محتوای کتاب، حتماً باید جمع‌بندی کنید! سیر تقدم و تأخر مفاهیم کتاب براساس رویدادهای تاریخی است. مثلاً انواع لنفوسیت‌های T در یک بند معرفی نشده‌اند، بلکه هر یک در جای خود براساس مشاهدات دانشمندان ذکر شده‌اند. لازم است یک بار به صورت فهرست‌وار انواع آنها را بیان کنید. وقت این کار را پیش‌بینی کنید.

**هـ) امکانات در دسترس:**

■ در این فصل تحقیقات کتابخانه‌ای زیادتری گنجانده شده است. از کتابخانه مدرسه بخواهید منابع لازم را برایتان تهیه کند. یا به طریق دیگری منابع لازم را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهید.

**۲) رسانه‌های پرشمار آموزشی**

■ در انتخاب رسانه‌ها دقت کنید که سطح علمی آنها با سطح کتاب همخوانی داشته باشد.  
■ در صورت لزوم، شکل‌ها را ساده کنید. شکل‌هایی که در کتاب آمده است، تا حد امکان ساده‌سازی شده‌اند. کار خود را با آنها شروع کنید.  
■ از رسم شکل روی تابلوی کلاسی، غافل نشوید. تکمیل تدریجی یک شکل و توضیح

مرحله به مرحله آن، امکانی است که در کلاس درس فراهم می‌شود، نه در کتاب. این امکان را از دست ندهید.

■ دستگاه ایمنی بدن کاملاً قابلیت تشبیه به یک ارتش را دارد. از این شبیه‌سازی استفاده کنید.

### ۳ ارائهٔ آموخته‌ها توسط دانش‌آموزان

■ فرصت‌هایی برای دانش‌آموزان فراهم کنید تا آموخته‌های خود را به دور از نگرانی‌های ارزشیابی شدن نشان دهند. دانش‌آموزان باید نشان دهند به یک تصویر کلی از فصل ایمنی رسیده‌اند. هر جا لازم است بدفهمی‌ها را تصحیح و ابهامات آنها را برطرف کنید. ■ دانش‌آموزان مختلف به روش‌های متفاوتی می‌توانند آموخته‌های خود را نشان دهند. تنوع فرصت‌های ارائه را فراموش نکنید (فقط به پرسش و پاسخ اکتفا نکنید...).

■ از پرسش‌های بی‌موقع دانش‌آموزان که برای اطمینان از یادگیری فراهم می‌شود؛ به‌ویژه در این فصل جلوگیری کنید تا روند آموزش دیگران دچار اختلال نشود. به‌ویژه آن دسته از پرسش‌هایی که دربارهٔ سؤالات کنکور است. این گونه سؤالات را - چون جزئی نگردد - به انتهای فصل موکول کنید.

## دانستنی‌هایی برای معلم

### دیدگاه‌های نوین در این فصل

ایمنی‌شناسی رشته‌ای پویاست و سرعت تغییرات آن در مقایسه با رشته‌های دیگر بیشتر است. به همین علت این فصل به جزئیات ریز وارد نشده است و تأکید آن بر کلیاتی است که امکان تغییر آنها در کوتاه مدت، کمتر است. در این فصل، به نقش بیگانه‌خواری ماستوسیت‌ها پرداخته شده است. همچنین سلول‌های دندریتی، کشندهٔ طبیعی و T کمک‌کننده معرفی شده‌اند.

### سلول‌های دندریتی

این سلول‌ها دو نوع‌اند. بعضی‌ها در گره‌های لنفاوی مستقر می‌شوند و بعضی‌ها در زیر پوست و اندام‌های دیگر که در معرض نفوذ میکروبان‌اند. میکروب در صورت ورود با سلول‌های

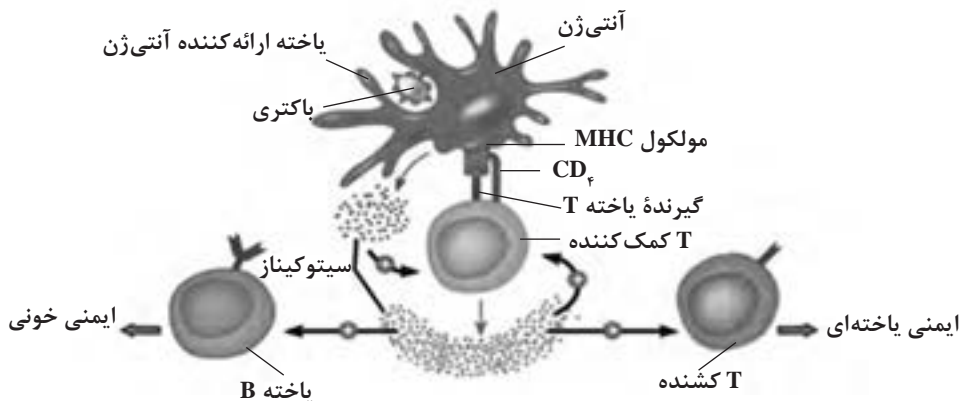
دندریتی بر خورد می‌کند. این سلول‌ها میکروب را بیگانه‌خواری می‌کنند و آنتی‌ژن‌های آن را به لنفوسیت‌های T معرفی می‌کنند. سلول‌های دندریتی مستقر می‌توانند به لنفوسیت‌های B نیز آنتی‌ژن را عرضه کنند. به این ترتیب ایمنی سلولی و همورال به راه می‌افتند.

### سلول‌های کشنده طبیعی

حدود ۱۰ درصد لنفوسیت‌ها نه B هستند، نه T. این لنفوسیت‌ها را سلول‌های کشنده طبیعی می‌نامند. کار این سلول‌ها مبارزه با سلول‌های سرطانی و آلوده به ویروس است. برخلاف تصور رایج که لنفوسیت‌ها فقط در دفاع اختصاصی نقش دارند، این لنفوسیت‌ها در دفاع غیر اختصاصی نیز نقش ایفا می‌کنند. شیوه عملشان مانند لنفوسیت T کشنده است و بنابراین از پرفورین و آنزیم مخصوصی به نام گرانزیم (granzyme) استفاده می‌کنند. گرانزیم یک پروتئاز است. این پروتئاز با فعال کردن آنزیم‌هایی موسوم به کاسپاز (caspase)، مرگ برنامه‌ریزی شده سلول را به راه می‌اندازد.

### لنفوسیت T کمک‌کننده

لنفوسیت T کمک‌کننده برای فعال شدن لنفوسیت B و T کشنده ضرورت دارد. در واقع این لنفوسیت است که پس از دریافت آنتی‌ژن، مسیرهای همورال یا ایمنی سلولی (یا هر دو) را فعال می‌کند. در این مسیر، ماکروفاژها و سلول‌های دندریتی نقش مهمی دارند. ماکروفاژها (درشت‌خوارها) علاوه بر خوردن میکروب‌ها یک کار دیگر هم انجام می‌دهند. درشت‌خوارها پس از گوارش میکروب، آنتی‌ژن‌های آن را در سطح خود قرار می‌دهند و این آنتی‌ژن‌ها را به لنفوسیت‌های T کمک‌کننده ارائه می‌کنند. به همین علت، درشت‌خوار را یک یاخته‌ارائه‌کننده آنتی‌ژن می‌نامند. یاخته‌های دندریتی نیز چنین خاصیتی دارند. این یاخته‌ها پس از بیگانه‌خواری میکروب در بافت، به سوی گره‌های لنفاوی حرکت می‌کنند تا در آنجا آنتی‌ژن را به لنفوسیت T کمک‌کننده عرضه کنند. لنفوسیت T کمک‌کننده با گیرنده خود به آنتی‌ژن متصل می‌شود و بعد با ترشح مولکول‌های پیام‌رسان مخصوص دستگاه ایمنی لنفوسیت‌های B و T کشنده را به فعالیت وا می‌دارد. در واقع بدون لنفوسیت T کمک‌کننده، لنفوسیت‌های B و T کشنده فعال نخواهند بود.



## چهار ویژگی زیست‌شناسی نوین

مانند فصل‌های دیگر، دیدگاه‌های زیست‌شناسی نوین را در این فصل می‌توان یافت.

### ۱ کل‌نگری

در این فصل، فرایندها نه به صورت جدا از هم بلکه به صورت مرتبط با هم معرفی شده‌اند.

به ارتباطات بین اجزا توجه ویژه‌ای شده است. دلیل معرفی T کمک‌کننده و سلول دندردیتی همین است.

### ۲ نگرش بین‌رشته‌ای

در بیان دیدگاه تاریخی در این فصل، مشاهده‌های مختلفی از رشته‌های مختلف آمده است که با کنار هم قرار گرفتن آنها دانش ایمنی‌شناسی شکل گرفته است.

### ۳ فناوری‌های نوین

ایمنی‌شناسی رشته‌ای پویاست و همانند ژنتیک، رشته‌ای جوان است. برای تولید واکسن‌ها، تحقیقات درباره سرطان، بیماری‌های خودایمنی، آلرژی و نظایر آن دانشمندان از فناوری‌های مدرن بهره می‌گیرند.

به دانش‌آموزان بگویید که کشف ارتباط میان اجزای ایمنی و مولکول‌های ارتباطی کار آسانی نیست و به نقش فناوری دائماً اشاره کنید.

■ مثال‌های مختلفی را می‌توان ذکر کرد که در کتاب به آن اشاره شده است. مثال: اگر کسی نخواهد به هر دلیلی واکسن بزند، تکلیف چیست؟ آیا می‌توان او را وادار به واکسن زدن کرد؟ اگر شخصی به یک بیماری واگیر مبتلا شد و قرار شد او را قرنطینه کنند، آیا جامعه در قبال این سختی که به او و خانواده‌اش تحمیل می‌کند، ملزم به پرداخت خسارت است؟

## پاسخ فعالیت‌های فصل ۵

### فعالیت ۱

الف) فواید دیگر چربی سطح پوست

مانع از دست رفتن آب از یاخته‌های بدن می‌شود.

مانع ورود بیش از حد آب به یاخته‌های بدن می‌شود.

خشکی سطح پوست را برطرف می‌کند.

ب) جوش پوستی

گاهی منافذ غددی که ماده چرب ترشح می‌کنند، مسدود می‌شوند. به این ترتیب ماده چرب در آنها جمع می‌شود. باکتری‌هایی که این محیط برای آنها مناسب است، در این غده‌ها رشد می‌کنند. در نتیجه جمع شدن ماده چرب و فعالیت باکتری‌ها نقطه متورمی به صورت جوش پوستی ظاهر می‌شود.

**شوره سر:** یاخته‌های پوست سر نیز مانند پوست سایر نقاط بدن در حال ریزش‌اند. این ریزش با سرعت مشخصی رخ می‌دهد؟ اما ممکن است گاهی سرعت آن چنان زیاد شود که یاخته‌های مرده به هم بچسبند و به صورت پوسته‌های سفید یا شوره سر آشکار شوند. یکی از علل شوره سر ترشح زیاد ماده چرب از غدد پوستی است. وقتی این ماده زیاد ترشح شود، قارچ‌هایی که می‌توانند از مواد چرب به عنوان غذا استفاده کنند، رشد می‌کنند. برای استفاده از ماده چرب، این قارچ‌ها آنزیم مخصوصی ترشح می‌کنند که یکی از فراورده‌های آن آنزیمی است که به پوست سر نفوذ می‌کند و ریزش یاخته‌های سطحی پوست را تحریک و تسریع می‌کند.

## فعالیت ۲

- ۱ ترشحات مخاط حاوی ماده‌ای چسبناک است که میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از نفوذ آنها به قسمت‌های درونی تر جلوگیری می‌کند.
- ۲ ترشحات مخاط دارای مواد ضد میکروبی است.
- ۳ حرکت مژک‌ها مخاط و میکروب‌های به دام افتاده در آن را به سوی حلق می‌رانند. در آنجا یا به خارج از بدن هدایت می‌شوند یا با ورود به معده توسط اسید معده نابود می‌شوند. عواملی که به این بخش آسیب می‌زنند عبارت‌اند از:  
دود سیگار، قلیان و برخی آلاینده‌های هوا

## فعالیت ۳

- الف) ائوزینوفیل - لنفوسیت - بازوفیل - مونوسیت - نوتروفیل  
ب) دانه‌دار: ائوزینوفیل - بازوفیل - نوتروفیل بدون دانه: لنفوسیت - مونوسیت  
ج) ریزکیسه‌های حاوی مولکول‌های دفاعی

## فعالیت ۴

دانش‌آموزان بهتر است از یاخته‌هایی که می‌بینند، شکل رسم کنند.

## فعالیت ۵

- الف) قرمزی و گرم‌شدگی: جریان بیشتر خون  
تورم: خروج خوناب  
ب) پروتئین‌های موجود در خوناب (پادتن‌ها و مکمل) به مقدار بیشتری در محل آسیب حضور پیدا می‌کنند.  
چرک مایعی است که در محل التهاب و در عفونت‌های باکتریایی و قارچی پدید می‌آید.  
چرک شامل گویچه‌های سفید مرده، میکروب‌های مرده و بقایای سلولی است.

## فعالیت ۶

الف) افزایش دما مانع کار آنزیم‌های میکروب‌ها می‌شود.  
 ب) چون ممکن است آنزیم‌های خود بدن (از جمله آنزیم‌های تنفسی) هم نتوانند به درستی کار کنند و در کار یاخته‌ها اختلال ایجاد شده، مرگ رخ دهد. سیالیت غشا تحت تأثیر قرار می‌گیرد (بیشتر می‌شود) و غشا نفوذپذیری بیشتری پیدا می‌کند.

## فعالیت ۷

الف) افزایش غیرطبیعی یاخته‌های T (به علت تولید بیش از حد آنها) باعث نابودی سلول‌های خودی و در نتیجه مرگ می‌شود.  
 ب) ممانعت از انتشار بیماری از فرد آلوده به فرد سالم با رعایت بهداشت فردی و عمومی، افزایش آگاهی جامعه و اطلاع‌رسانی.

## فعالیت ۸

وجود یاخته‌های خاطره باعث می‌شود در مدت زمان کوتاه‌تری تعداد بیشتری لنفوسیت ایجاد شود که به افزایش پاسخ ایمنی می‌انجامد.

## فعالیت ۹

الف) براساس دستورالعمل «برنامه و راهنمای ایمن‌سازی» مصوب ۱۳۹۴ واکسن پنج‌گانه به برنامه واکسیناسیون کشوری وارد شده است. واکسن‌هایی که کودکان ایرانی دریافت می‌کنند، طبق این دستورالعمل به شرح زیر است:

### جدول ۱- برنامه ایمن‌سازی کودکان

سن	نوع واکسن
بدو تولد	ب.ث.ژ - هپاتیت ب - فلج اطفال خوراکی
۲ ماهگی	پنج‌گانه - فلج اطفال خوراکی
۴ ماهگی	پنج‌گانه - فلج اطفال خوراکی و فلج اطفال تزریقی
۶ ماهگی	پنج‌گانه - فلج اطفال خوراکی



MMR	۱۲ ماهگی
سه گانه - فلج اطفال خوراکی - MMR	۱۸ ماهگی
سه گانه - فلج اطفال خوراکی	۶ سالگی

### جدول ۲- واکسن های برنامه گسترش ایمن سازی کشوری

علامت اختصاری	نام انگلیسی واکسن	نام واکسن		بیماری
BCG	Bacille Calmette - Guerin	ب.ث.ژ		سل (توبرکلوزیس)
DT	Diphtheria, Tetanus	دوگانه خردسالان		دیفتری - کزاز
Td	Tetanus, Reduced diphtheria	دوگانه بزرگسالان		
TT	Tetanus Toxoid	توکسوئید کزاز		کزاز
tOPV	Trivalent Oral Polio Vaccine	سه ظرفیتی	فلج اطفال خوراکی	فلج اطفال
bOPV	Bivalent Oral Polio Vaccine	دو ظرفیتی		
IPV	Inactivated Polio Vaccine	فلج اطفال تزریقی		
MMR	Measles, Mumps, Rubella	سرخک - سرخچه - اوریون		سرخک - سرخچه - اوریون
HepB	Hepatitis B	هپاتیت ب		هپاتیت ب
DTP	Diphtheria, Tetanus, Whole cell Pertussis	سه گانه (ثلاث)		دیفتری - کزاز - سیاه سرفه
Pentavalent (DTP + Hib + HepB)	Diphtheria, Tetanus, pertussis (DTP) + Hepatitis B + Haemophilus Influenzae type b	پنج گانه		دیفتری - کزاز - سیاه سرفه - هپاتیت ب - هموفیلوس آنفلوآنزای تیپ ب
Hib	Haemophilus Influenzae type b	هموفیلوس آنفلوآنزای تیپ ب		هموفیلوس آنفلوآنزای تیپ ب

ب) چون در بار نخست تزریق، پادتن به مقدار کافی تولید نمی شود.

## تکالیف عملکردی

تکالیف را براساس اهدافی که در ابتدای فصل بیان شده طرح کنید. نمونه‌هایی از این تکالیف در اینجا آورده شده است.

از دانش‌آموز بخواهید:

■ مدلی از نحوه عملکرد دستگاه ایمنی بسازد.  
 ■ اجزای دستگاه ایمنی را در روی شکلی از اجزای درونی بدن انسان شناسایی کند و نشان دهد.

■ بخش‌هایی از چند اندام را که برای محافظت از آن اندام تجهیز شده است را تحقیق کند و ارتباط آن را با دستگاه ایمنی نشان دهد (مثل گوش، که مجرای آن نقش محافظتی نیز دارد، یا چشم که لایه محافظت‌کننده دارد).

■ علت اینکه بعد از ابتلا به یک بیماری دیگر به آن مبتلا نمی‌شویم را تحلیل کند.

■ پی‌آمدهای فقدان برنامه واکسیناسیون را از نظر فردی و اجتماعی تحلیل کند.

■ علت شیوع بعضی بیماری‌ها را در کشورهای کمتر توسعه‌یافته را توضیح دهد.

■ روش‌های پیشگیری از آنفلوآنزا را تحقیق و گزارش کند.

■ روش‌های پیشگیری از ایدز را تحقیق و گزارش کند.

■ علت بزرگ بودن تیموس در نوزادان را تحلیل کند.

■ علت ایمن شدن پس از واکسیناسیون را تحلیل کند.

# فصل ٦

تقسیم یاخته

## تعیین پیامدهای مطلوب

کام  
اول

### ایده‌های کلیدی

- ساختار و عملکرد
- روابط و الگوها
- پایداری، تغییر و زمان
- اندازه‌گیری

### پیامدهای شایستگی محور

#### ساختار و عملکرد

- بتواند کروموزوم و اجزای آن را بشناسد.
- بتواند مراحل مختلف تقسیم سلولی را تشخیص دهد.
- بتواند فشرده شدن ماده وراثتی در طی تقسیم را تشخیص دهد.
- بتواند بعضی تغییرات ساختاری در کروموزوم‌ها و نیز تغییرات عددی آنها را بشناسد.
- بتواند تفاوت بین تومور بدخیم و خوش خیم را درک کند.

#### روابط و الگوها

- بتواند ارتباط بین اجزای مؤثر در تقسیم را بشناسد.
- بتواند نحوه قرارگیری کروموزوم‌ها روی رشته‌های دوکی شکل و الگوی این رشته‌ها را درک کند.
- بتواند اشکال مختلف ماده وراثتی در طی مراحل مختلف چرخه سلولی را بشناسد و ارتباط این ساختارها را با هم درک کند.
- بتواند شباهت‌ها و تفاوت‌های تقسیم سلولی میتوز و میوز را توصیف کند.

#### پایداری، تغییر و زمان

- بتواند اهمیت ثابت ماندن تعداد کروموزوم‌ها را در تقسیم میتوز درک کند.

- بتواند عدد کروموزومی و ثبات آن را در گونه تشخیص دهد.
- بتواند اهمیت تقسیم میوز را در تغییر عدد کروموزومی و ثبات آن را در نسل‌های متوالی درک کند.
- بتواند تفاوت بین تقسیم عادی و تقسیم سلول‌های توموری را توضیح دهد.
- بتواند تغییر تعداد کروموزوم‌ها را در طی تقسیم میوز تشخیص دهد.

### اندازه‌گیری

- بتواند با استفاده از شکل و اندازه کروموزوم‌ها در یک کاریوتیپ، آنها را مرتب کند.
- بتواند تغییر در تعداد کروموزوم‌های یک کاریوتیپ را تشخیص دهد.
- بتواند بین افزایش سن و تغییر در عدد کروموزومی ارتباط ایجاد کند.

## پرسش‌های اساسی

- ساختار ماده وراثتی چیست و از چه اجزایی تشکیل شده است؟
- چرخه یاخته‌ای از چه مراحل تشکیل شده است و یاخته در این مراحل چه تغییراتی پیدا می‌کند؟
- به چه روش‌هایی یاخته‌ها می‌توانند تقسیم شوند؟
- چگونه تقسیم یاخته‌ای میتوز انجام می‌شود؟
- تنظیم فرایندهای تقسیم یاخته‌ای به چه صورت انجام می‌گیرد؟
- اختلالات در تقسیم یاخته چه عوارضی می‌تواند داشته باشد؟
- مراحل تقسیم یاخته‌ای میوز چیست و چگونه انجام می‌شود؟

## مهارت‌های کلیدی

- مقایسه
- استنتاج
- تحلیل نمودارها و جداول
- حل مسئله
- تحقیق کتابخانه‌ای و دیجیتال

## تقسیم یاخته

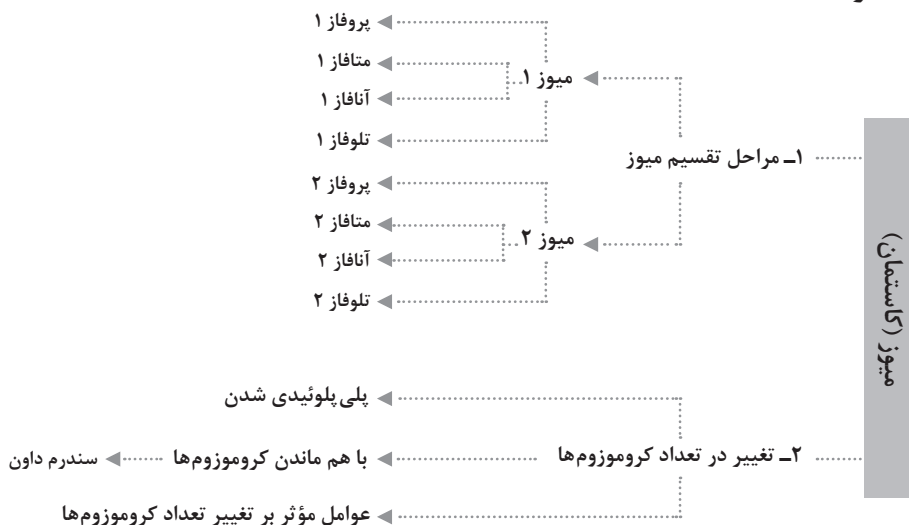
## گفتار ۱



## گفتار ۲



## گفتار ۳



### مثلث ارتقای یادگیری

- ۱ طراحی آموزشی
- ۲ رسانه‌های پرشمار آموزشی
- ۳ ارائه آموخته‌ها توسط دانش آموز

#### ۱ طراحی آموزشی

الف) موضوع درس: اهمیت این درس براساس مهم‌ترین ویژگی موجودات زنده؛ یعنی تولید مثل است. این فصل را با تأکید بر این موضوع شروع کنید که اگر در پیدایش اشکال اولیه زندگی، تولید مثل و تکثیر وجود نداشت، حیات و بقای آن تا به امروز امکان‌پذیر نمی‌شد. همچنین تقسیم سلولی مبنای تولید مثل و تکثیر در جانداران محسوب می‌شود. برای ایجاد انگیزه می‌توان از جاندارانی مثال زد که مدت زندگی فعال آنها چند روز است و در تمام مدت دیگر سال را به صورت نهفته یا غیر فعال به سر می‌برند و سال بعد مجدداً این چرخه تکرار می‌شود.

ب) سطح علمی کلاس: دانش آموزان مطالب مقدماتی مرتبط با این فصل را در کتاب علوم تجربی پایه هشتم فراگرفته‌اند. مناسب است پیش از ورود به این فصل از

دانش‌آموزان خواسته شود تا مطالب کتاب پایه هشتم را مرور کنند. در صورت لزوم می‌توانید بعضی از بخش‌های کتاب پایه هشتم را به همراه دانش‌آموزان مرور کنید. (ج) تعداد دانش‌آموزان: می‌توان دانش‌آموزان را در گروه‌هایی تقسیم کرد و در هر گروه یک یا چند دانش‌آموز مسلط‌تر به موضوع را قرار داد تا با معلم در تبیین موضوع و نیز فعالیت‌های این فصل مشارکت کند.

(د) زمان تدریس: فصل ۶، فصل نسبتاً همگن و تا حد زیادی ملموس برای دانش‌آموزان است؛ به ویژه مباحث سرطان، کروموزوم‌ها و تغییر عدد کروموزومی از مباحث جذاب به‌شمار می‌آید. می‌توان زمان تدریس را بین سه گفتار به نسبت ۱:۲:۱ تقسیم کرد.

(ه) امکانات در اختیار: در این فصل از امکانات ساده‌ای مانند رنگ‌های مختلف خودکار یا ماژیک به عنوان کروموزوم‌ها می‌توان استفاده کرد و به کمک آنها ویژگی‌های کروموزوم‌های همتا و غیر همتا را به دانش‌آموزان تفهیم کرد. همچنین مطابق متن فعالیت‌ها می‌توان برای نشان دادن کروموزوم و تقسیم‌ها از وسایل مختلفی استفاده کرد.

## ۲ رسانه‌های پرشمار آموزشی

استفاده از فیلم‌های آموزشی مناسب برای توصیف این فصل توصیه می‌شود. همچنین استفاده از کشیدن شکل‌های مناسب روی تابلوی کلاس و بررسی حالات مختلف آن می‌تواند به یادگیری دانش‌آموزان کمک فراوانی کند. کتاب‌های علمی، انیمیشن و تصویرهای وب‌سایت‌ها نیز در این کار به دانش‌آموزان بسیار کمک می‌کند.

## ۲ ارائه آموخته‌ها توسط دانش‌آموزان

در آغاز بحث از دانش‌آموزان مستعد بخواهید آنچه را که درباره مفاهیم این فصل به یاد دارند، بیان کنند. در صورت فراهم بودن شرایط و بدون نیاز به ارزشیابی از آنان بخواهید اطلاعات به روز خود و نیز مشکلات احتمالی در خانواده خود را نیز به عنوان تجربه در اختیار دیگر دانش‌آموزان قرار دهند. بسیاری از دانش‌آموزان در خانواده یا اقوام خود درگیر بیماری‌های مرتبط با موضوع درس هستند یا با آن آشنا شده‌اند. این فرصت برای بیان موضوع، باعث افزایش اعتماد به نفس دانش‌آموزان و ملموس‌تر شدن آن می‌شود.



## چهار ویژگی زیست‌شناسی نوین

کل‌نگری: در این فصل باید دانش‌آموز به مفهوم تقسیم در یک نگرش کلی برسد و حتی دو نوع تقسیم متفاوت و در مواردی متناقض را در یک چارچوب؛ یعنی نقش تولید مثلی آن ببیند. نگرش بین‌رشته‌ای: در این فصل ارتباطاتی بین علم زیست‌شناسی نوین با علوم‌ی مانند پزشکی هسته‌ای، فیزیک و شیمی برقرار شده است و لازم است تا حدی به آنها پردازیم؛ مثل اثر تابش‌ها بر بروز سرطان، اثر مواد شیمیایی بر تقسیم سلولی و جدا شدن کروموزوم‌ها و ...

فناوری‌های نوین: تقسیم‌یافته فرایندی است که با پیشرفت فناوری دائماً به زوایای پنهان بیشتری می‌رسد و به تبع آن موضوعات جدیدی کشف می‌شود. باید به دانش‌آموزان یادآوری کرد که این یافته‌ها و مطالب عنوان شده کتاب بخش کوچکی از اسرار این فرایند است و بخش‌های دیگر آن در مقاطع بالاتر و با کمک فناوری‌های بیشتر و جدیدتر بررسی می‌شود. استفاده از روش‌های گوناگون رنگ‌آمیزی و پرتوها و نیز ابزارهای پیشرفته لازمه فعالیت در این زمینه‌اند.

## اخلاق زیستی

در این باره می‌توان از بیماری‌هایی مانند نشانگان داون و سرطان‌ها نام برد. دانش‌آموزان باید بدانند این بیماری‌ها مسری نیستند. بیماری نشانگان داون را می‌توان به درجات مختلفی بهبود بخشید. آموزش افرادی که به این بیماری مبتلا هستند، به سادگی دیگر افراد نیست؛ ولی امکان‌پذیر است و اجازه می‌دهد تا بتوانند به جامعه بازگردند و مسئولیت‌هایی را بپذیرند.

## پاسخ فعالیت‌های فصل ۶

### فعالیت ۱

نمونه این سلول‌ها، سلول ماهیچه مخطط است که از به هم پیوستن چند سلول در دوران جنینی ایجاد می‌شود. بعضی از سلول‌های چند هسته‌ای نیز از تقسیم هسته بدون تقسیم سیتوپلاسم حاصل می‌شوند؛ مانند بعضی قارچ‌ها و آغازیان.

### فعالیت ۲

به ترتیب و از راست به چپ: تلوفاز، پروفاز، متافاز، اینترفاز، آنافاز

### فعالیت ۳

بر عهده دانش‌آموز است.

### فعالیت ۴

الف) به صورت مستقل و جداگانه؛ ب) تعداد کروموزوم‌ها و کروماتیدها بعد از میتوز با هم برابرند؛ ولی قبل از میتوز تعداد کروماتیدها، دو برابر تعداد کروموزوم‌ها هستند.

### فعالیت ۵

۱ کروموزوم‌های همتا در میوز ۱ تشکیل تتراد می‌دهند؛ ولی در میتوز چنین نیست. کروموزوم‌های همتا در میوز ۱ روی یک رشته دوک قرار می‌گیرند؛ ولی در میتوز روی رشته‌های جداگانه دوک قرار می‌گیرند. در آنافاز ۱ میوز کروموزوم‌های همتا از هم جدا می‌شوند؛ ولی در آنافاز میتوز کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند. در پایان تقسیم میوز ۱، عدد کروموزومی نصف می‌شود؛ ولی در میتوز عدد کروموزومی ثابت می‌ماند.

۲ این دو فرایند از نظر نحوه آرایش کروموزوم‌ها در مراحل مختلف مشابه‌اند؛ ولی عدد کروموزومی سلول‌های میوز ۲ نصف تعداد کروموزوم‌های سلول‌های مادری قبل از میوز است.

### فعالیت ۶

بر عهده دانش آموز است.

### فعالیت ۷

بر عهده دانش آموز است.

### فعالیت ۸

الف) وقتی مادران در سن بالا باردار می شوند، احتمال اینکه فرزندشان مبتلا به داون باشد، بیشتر است. این افزایش احتمال در سنین بالای ۴۰ سال بسیار بیشتر خواهد بود؛ ب) ۸ درصد؛ پ) حدود ۱۰ برابر (اگر درصد متولدین مبتلا به داون در مادران ۳۵ ساله را حدوداً  $\frac{۵}{۳}$  درصد در نظر بگیریم).



## فصل ۷

تولید مثل

## تعیین پیامدهای مطلوب

کام  
اول

### ایده‌های کلیدی

ساختار و عملکرد، روابط و الگوها، پایداری تغییر و اندازه‌گیری

### پیامدهای شایستگی محور

- با درکی که از دستگاه تولیدمثل پیدا می‌کنند، از آن برای شناخت بیشتر خود و اجزای درونی بدنشان استفاده خواهند کرد.
- با آگاهی نسبت به اجزای دستگاه تولیدمثل، با توجه به شرایط مختلف در سالم نگه داشتن و رعایت بهداشت آن کوشا باشند.
- با آگاهی نسبت به مراحل تولید سلول‌های جنسی در زن و مرد، با شرایط مفید و مضر برای تولید آنها آشنا شوند.
- ضمن آشنایی با مراحل رشد و نمو جنینی و روش‌های سنجش سلامت جنین، از آموخته‌های خود در زندگی خانوادگی در آینده استفاده می‌کنند.
- با مقایسه تولیدمثل انسان و بعضی جانوران، شباهت‌ها و تفاوت‌های آنها را در فهرستی بنویسند و دلیل تفاوت‌ها و شباهت‌های آنها را گزارش کنند.

### پرسش‌های اساسی

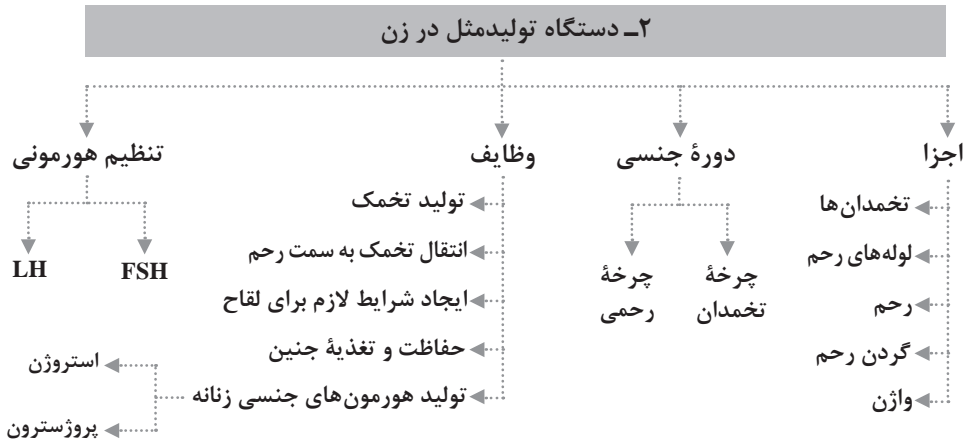
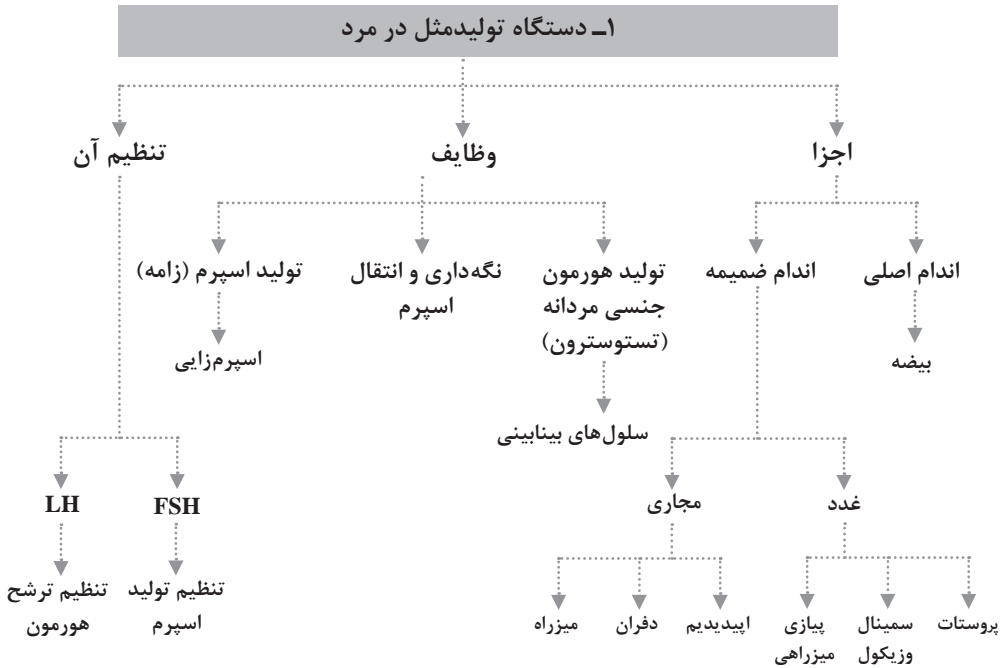
- دستگاه تولیدمثل مرد چه اجزایی دارد؟ هر کدام چه وظایفی را برعهده دارند؟
- فرایند تولید اسپرم در کجا و چگونه انجام می‌شود؟ چه عواملی روی آن اثر می‌گذارد؟
- دستگاه تولیدمثل زن چه اجزایی دارد؟ هر کدام چه وظایفی برعهده دارند؟
- فرایند تولید تخمک در کجا و در چه دوره زمانی انجام می‌شود؟ چه عواملی روی آن اثر می‌گذارد؟
- در طول یک دوره جنسی چه وقایعی در دستگاه‌های بدن اتفاق می‌افتد؟

- تنظیم فرایند تولیدمثل در زن و مرد با چه سازوکارهایی انجام می‌شود؟
- بیشتر بیماری‌های مرتبط با دستگاه تولیدمثل ناشی از چیست؟
- در مراحل رشد و نمو جنینی بیشترین تغییرات را در چه زمانی شاهد هستیم؟
- چه عواملی بر رشد و نمو جنین اثر می‌گذارند؟ برای سالم ماندن جنین چه پیشنهادهایی دارید؟
- روش تولیدمثل در انسان با بقیه جانوران چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی دارد؟

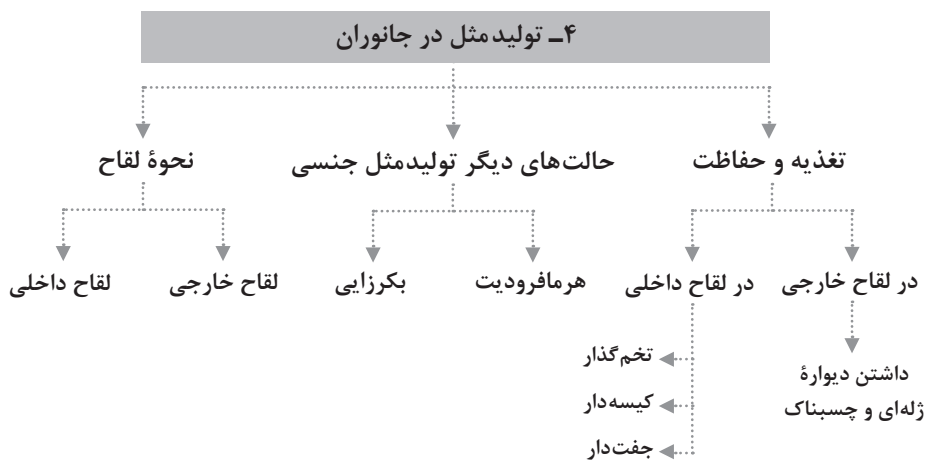
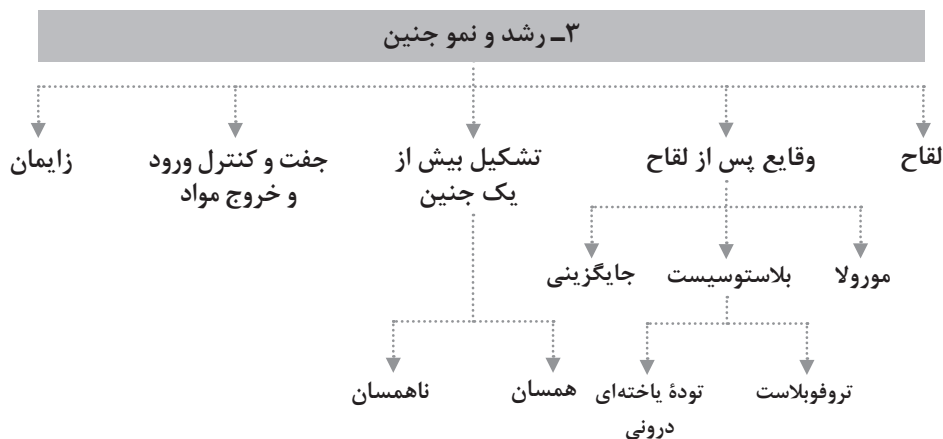
## مفاهیم کلیدی

یاخته جنسی نر (اسپرم)، بیضه، کیسه بیضه، اسپرم‌زایی، اسپرم‌بر، سمینال وزیکول، هورمون جنسی نر (تستوسترون)، پروستات، اپیدیدیم، یافته‌های سرتولی، LH، FSH، بازخورد منفی، تخمدان، فولیکول، رحم، لوله‌های رحم، واژن، دوره جنسی، یائسگی، تخمک‌زایی، تخمک‌گذاری، جسم زرد، جسم سفید، جایگزینی، استروژن، پروژسترون، لقاح، جدار لقاحی، بلاستوسیست، تروخوبلاست، توده یافته‌ای درونی، HCG، آمینون، کوریون، دوقلو، چندقلو، همسان و ناهمسان، جفت، سونوگرافی، زایمان، اکسی‌توسین، لقاح خارجی، هرمافرودیت، بکرزایی، تغذیه و حفاظت از جنین.

## تولید مثل







## فعالیت‌های یادگیری

## گفتار ۱- دستگاه تولیدمثل در مرد

## روش آموزش

استفاده از روش آموزشی کلاس معکوس مناسب است برای اجرای آن می‌توان از داده‌ها و ابزارهای زیر استفاده کرد.

- سفارش به دانش‌آموزان برای خواندن درس قبل از کلاس.
  - تهیه فیلم آموزش مباحث توسط معلم و از جلسات قبل آن را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهیم.
  - تهیه تصاویر متعدد از دستگاه تولید مثل و فرایندهای آن که قبلاً در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌گیرد.
  - دانش‌آموزان پس از مشاهده و مطالعه موارد فوق در کلاس حاضر می‌شوند و در کلاس فقط به رفع اشکال و تکمیل یادگیری می‌پردازند.
  - سعی شود مثلث ارتقای یادگیری مد نظر قرار گیرد:
- طراحی آموزشی مطلوب / رسانه‌های پرشمار / ارائه مطلوب آموخته‌ها (برونداد)

## دانستنی‌هایی برای معلم

## درباره زامه‌زایی (اسپرمتوژنز)

از سنین کودکی لایه زاینده در لوله‌های اسپرم‌ساز وجود دارد؛ ولی فعالیت ندارد و عملاً این لایه از سن بلوغ شروع به فعالیت می‌کند و این عمل تا سنین پیری ادامه می‌یابد. فرایند اسپرماتوژنز بین ۷۰ تا ۸۰ روز طول می‌کشد و دائم در حال تکرار است. از این رو، همه مراحل آن را به‌طور هم‌زمان می‌توان در لوله‌های اسپرم‌ساز مشاهده کرد. سلول‌های زاینده اولیه و نابالغ را در امتداد حاشیه بیرونی هر کدام از لوله‌های اسپرم‌ساز و در تماس با غشای پایه می‌توان یافت. هنگام بلوغ، سلول‌های اولیه نوعی تقسیم میتوزی می‌یابند و پس از تمایز به اسپرماتوگونی‌ها مبدل می‌شوند. بعضی از آنها وارد میوز می‌شوند و مراحل اسپرماتوژنز را طی می‌کنند. اسپرماتوگونی‌های باقی‌مانده به تقسیمات

میتوزی ادامه می‌دهند و منبعی همیشگی از سلول‌های زاینده را پدید می‌آورند که هر کدام توانایی تبدیلی شدن به اسپرماتوسیت اولیه را دارند.

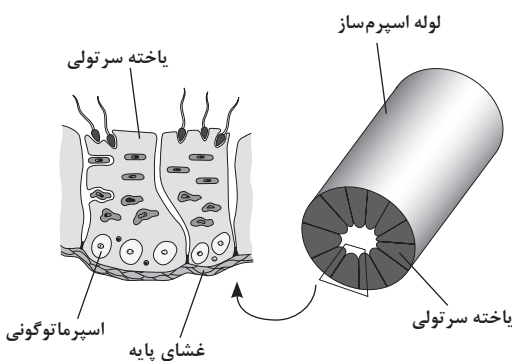
میوز در اسپرماتوژنز: سلول‌های اسپرماتوسیت اولیه (زاده یافته ۱)، دو تقسیم متوالی میوزی را طی می‌کنند و در ضمن آن نیمی از کروموزوم‌ها به سلول‌های حاصل می‌رسند. توزیع کروموزوم‌ها در میان سلول‌های حاصل، حالت اتفاقی دارد؛ در عین حال احتمال بروز کراسینگ اور (تبادل قطعه بین کروماتیدها) هم وجود دارد و همه اینها احتمال بروز گوناگونی ژنتیکی را زیاد می‌کند.

در طی تقسیم اول میوزی که در اسپرماتوسیت اولیه رخ می‌دهد، کروموزوم‌های مضاعف در کنار هم قرار می‌گیرند و تتراد را تشکیل می‌دهند. طرز قرار گرفتن تتراد در سطح استوایی سلول باعث ایجاد گوناگونی می‌شود؛ یعنی، براساس اینکه کدام کروموزوم (مادری یا پدری) را دریافت کند، حالت‌های متفاوتی در ترکیب ژنتیکی اسپرم‌ها به وجود می‌آید که همین باعث می‌شود تنوع اسپرم خیلی زیاد باشد (۲۳).

### سلول‌های سرتولی

این سلول‌ها داخل لوله‌های اسپرم‌ساز قرار دارند و خیلی بزرگ‌اند؛ به طوری که هر سلول از غشای پایه تا وسط لوله امتداد دارد.

این سلول‌ها با پیوندی محکم به هم متصل‌اند و در نتیجه حلقه‌ای را در لوله‌های اسپرم‌ساز تشکیل می‌دهند و همه سلول‌ها در مراحل مختلف اسپرم‌زایی را احاطه می‌کنند. (شکل)



### وظایف سلول‌های سرتولی

۱ ایجاد سد خونی: مانع ورود و خروج مواد به لوله‌های اسپرم‌ساز می‌شوند. بعضی داروها، هورمون‌ها، پروتئین‌ها و یون‌ها مانع تشکیل اسپرم می‌شوند و از ورود آنها جلوگیری می‌کنند. همچنین مانع ورود اسپرم‌ها به خون می‌شوند. اسپرم‌ها با داشتن پروتئین‌های خاص دستگاه ایمنی را تحریک می‌کنند؛ بنابراین اگر وارد خون شوند باعث ساخته شدن پادتن‌های ویژه‌ای در خون می‌شوند.

- ۲ تغذیه سلول‌های ژرمینال در حال رشد
- ۳ تولید مایع درون لوله‌های اسپرم‌ساز که حاوی پروتئین، آنزیم و یون‌های مختلف است.
- ۴ از بین بردن سلول‌های ژرمینال آسیب‌دیده
- ۵ سنتز پروتئین‌های مختلف تنظیم‌کننده میزان تستوسترون و FSH

## اسپرم‌ها در اپیدیدیم

وقتی اسپرم‌ها به اپیدیدیم می‌رسند، ناکامل و بی‌تحرک‌اند. اپیدیدیم حاوی مایعی مغذی است و آنزیم‌ها و هورمون‌های ویژه‌ای را ترشح می‌کند که به تغذیه اسپرم‌ها کمک می‌کند. حدود دو هفته طول می‌کشد تا اسپرم از اپیدیدیم عبور کند و در این مدت بالغ و متحرک می‌شود.

## محل ذخیره اسپرم‌های بالغ

بیشتر اسپرم‌های بالغ، وارد واس‌دفران (مجرای اسپرم‌بر) می‌شوند و اگر لازم نباشد از بدن دفع شوند، می‌توانند چندین ماه در این محل بمانند. دیواره مجرای دارای ماهیچه‌های صاف است که اعصاب سمپاتیک به آنها متصل است. وجود این اعصاب در دفع به موقع اسپرم‌ها از بدن اهمیت دارد.

## سمینال و زیکول و مایع منی

به صورت دو کیسه در دو طرف مثانه قرار دارند. این کیسه‌ها مایعی چسبناک و سرشار از پروستاگلاندین‌ها، فروکتوز و مواد غذایی دیگر را ترشح می‌کنند. این مایع ۶۰ درصد از حجم منی دفع شده را تشکیل می‌دهد. پروستاگلاندین‌ها باعث انقباض ماهیچه‌های رحم در جنس ماده می‌شوند که این انقباض به انتقال اسپرم به داخل دستگاه تولیدمثلی ماده کمک می‌کند.

## پروستات و مایع منی

ترشحات قلیایی پروستات محتوی اسیدسیتریک، کلسیم و آنزیم‌های مختلف است. قلیایی بودن آن در حفظ باروری اسپرم‌ها اهمیت دارد. چون ترشحات اندام تناسلی ماده اسیدی است و از حرکت اسپرم‌ها می‌کاهد؛ این مایع، اسیدی بودن محیط را خنثی و بر تحرک و باروری اسپرم می‌افزاید.

مسیر خروج منی و ادرار مشترک است؛ ولی وجود دریچه‌هایی در پروستات مانع عبور هم‌زمان این دو مایع و مخلوط شدن آنها می‌شود.

### غدد کوپر - پیازی میزراهی

این غدد در دو طرف میزراه قرار دارند و مایعی شفاف و چسبنده ترشح می‌کنند که به منی می‌افزایند. این مایع در حین تحریک جنسی و اندکی قبل از خروج منی، از بدن خارج می‌شود و نقش آن لغزنده کردن مجرای تناسلی جنس ماده است. تحریک اعصاب سمپاتیک، اپیدیدیم، واس‌دفران، پروستات و سمینال وزیکول را در حین آمیزش منقبض می‌کند که باعث خروج مایع منی می‌شود. اسپرم‌ها پس از خروج از بدن در دمای  $37^{\circ}$  بین ۲۴ تا ۷۲ ساعت زنده می‌مانند.

### هورمون‌های بیضه

بیضه‌ها دو هورمون ترشح می‌کنند: تستوسترون و این‌هیبین. تستوسترون که سلول‌های لایدیگ (بینابینی) آن را می‌سازند، از تغییر شکل کلسترول حاصل می‌شوند. تستوسترون هم وارد لوله‌های اسپرم‌ساز می‌شود تا روی تولید اسپرم اثر موضعی بگذارد و هم جذب خون می‌شود تا آثار ویژه خود را ظاهر کند. این‌هیبین توسط سلول‌های سرتولی ترشح می‌شود که با باز خورد منفی از ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین جلوگیری می‌کند.

### تغییرات وابسته به تستوسترون بعد از بلوغ

- ۱ بزرگ شدن آلت تناسلی و بیضه‌ها
- ۲ رویش مو در صورت، اطراف دستگاه تناسلی، سینه، دست‌ها و پاها
- ۳ بلندتر شدن پیشانی، دراز شدن استخوان‌ها و قوی شدن آنها
- ۴ وسیع شدن حنجره و بم شدن صدا
- ۵ ضخیم شدن پوست و تیره شدن آن و افزایش ترشح چربی و گاهی همراه با جوش
- ۶ افزایش حجم ماهیچه‌ها
- ۷ انجام اسپرماتوژنز به وجود مقدار زیادی تستوسترون در لوله‌های اسپرم‌ساز بستگی دارد به طوری که کاهش آن می‌تواند به عقیمی بینجامد.

## گفتار ۲- دستگاه تولیدمثل در زن

### روش آموزش

- استفاده از روش آموزشی کلاس معکوس مناسب است برای اجرای آن می‌توان از داده‌ها و ابزارهای زیر استفاده کرد.
  - سفارش به دانش‌آموزان برای خواندن درس قبل از کلاس.
  - تهیه فیلم آموزش مباحث توسط معلم و از جلسات قبل آن را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهیم.
  - با توجه به فراوانی قطعات کوچک در مورد مباحث این فصل به راحتی می‌توان از انواع رسانه‌ها برای ارائه این درس استفاده کرد یا آنها را در اختیار دانش‌آموزان قرار داد.
  - دانش‌آموزان پس از مشاهده و مطالعه موارد فوق در کلاس حاضر می‌شوند و در کلاس فقط به رفع اشکال و تکمیل یادگیری می‌پردازند.
  - سعی شود مثلث ارتقای یادگیری مد نظر قرار گیرد:
- طراحی آموزشی مطلوب / رسانه‌های پرشمار / ارائه مطلوب آموخته‌ها (برونداد)

### دانستنی‌هایی برای معلم

در کتاب درسی بخش‌های درونی دستگاه تولیدمثل زن توضیح داده شده؛ ولی اشاره‌ای به بخش‌های خارجی نشده است. این بخش‌ها شامل لبه‌های بزرگ و کوچک، کلیتوریس و مدخل مهبل است. لبه‌های بزرگ و کوچک چین‌خوردگی‌های پوستی هستند که وظیفه حفاظتی دارند و از کلیتوریس، مدخل مهبل و مدخل خروج ادرار محافظت می‌کنند. لبه کوچک رگ‌های خونی بیشتری دارد. کلیتوریس بخشی برآمده در بین لبه‌های کوچک و بزرگ است که پایانه عصبی فراوانی دارد و به همین دلیل در برابر تماس، فشار و دما بسیار حساس است. منشأ آلت تناسلی مرد و کلیتوریس مشابه است و تنها بافتی است که عمل مشخصی در تولیدمثل برای آن نمی‌شناسیم.

### آثار استروژن

- 1 محرک رشد اندام‌های داخلی دستگاه تولید مثل و پستان‌ها

- ۲ محرک رویش مو در سطح بدن، به ویژه اطراف دستگاه تولید مثل
- ۲ محرک رشد استخوان‌های دراز و استخوانی شدن زودرس اپی‌فیزها، که نتیجه آن رشد بیشتر زنان در ابتدا و به دنبال آن کاهش رشد و باعث کوتاه شدن قد زنان نسبت به مردان می‌شود.
- ۴ محرک الگوی زنانه توزیع چربی در بدن، تجمع در اطراف لگن، ران، سینه و شکم
- ۵ کاهش دهنده حساسیت بافت‌های بدن به انسولین
- ۶ افزایش دهنده مقدار رنین و آنژیوتاسین II در خون
- ۷ جلوگیری از تخریب و پوکی استخوان

## آثار پروژسترون

این هورمون علیه آندروژن‌ها (تستوسترون - دی‌هیدروتستوسترون) عمل می‌کند و این کار را با رقابت با جایگاه‌های پیوند آندروژن به انجام می‌رساند. پروژسترون برای درمان رویش فراوان و غیرطبیعی مو در بدن زنان که تصور می‌شود، حاصل ترشح زیاد آندروژن‌ها باشد، بسیار مؤثر است. همچنین این هورمون در حفظ آب و نمک بدن می‌تواند مؤثر باشد.

## کم شدن توده استخوانی در یائسگی

یکی از آثار درازمدت و متابولیکی کاهش استروژن، کم شدن توده استخوانی است. زنان بعد از یائسگی هر سال حدود ۱ تا ۲ درصد از توده استخوانی خود را از دست می‌دهند. این کاهش حاصل افزوده شدن تخریب استخوانی بر تشکیل آن است و در نتیجه استخوان‌ها نازک و شکننده می‌شوند. بروز درد استخوانی نخستین علائم شروع استئوپروز است که گاهی ناشی از ترک خوردن مهره‌ها یا استخوان‌های دراز است.

با توجه به اینکه برای پوکی استخوان درمان مؤثری پیشنهاد نشده است، پیشگیری از آن بسیار مهم است و برای این کار باید با شروع یائسگی مقدار استروژن را ثابت نگه داشت تا از تخریب استخوان جلوگیری شود. در مصرف استروژن باید نهایت دقت انجام شود؛ چون عوارض جانبی زیادی دارد و استفاده از مقدار زیاد آن، باعث انواع سرطان‌ها می‌شود.

## گفتار ۳- رشد و نمو جنین

### روش پیشنهادی آموزش: کلاس معکوس

با توجه به فراوانی تصاویر، فیلم، انیمیشن و ... در این زمینه بهتر است ضمن جمع‌آوری، آنها را چند روز قبل از کلاس در اختیار دانش‌آموزان قرار داده تا مشاهده و مطالعه کنند و پس از حضور در کلاس به رفع اشکالات آنها در مورد مفاهیم گفتار بپردازیم (صرفه‌جویی در وقت و...).

## دانستنی‌هایی برای معلم

لقاح در صورتی انجام می‌گیرد که وقتی اسپرم درون مهبل قرار می‌گیرد، هنگام تخمک‌گذاری باشد. معمولاً اسپرم‌ها، پس از رها شدن بین ۲۴ تا ۷۲ ساعت می‌توانند قدرت بارورسازی خود را در بدن زن حفظ کنند؛ البته برای این کار زمان‌های طولانی‌تری هم گزارش شده است. تخمک نیز پس از رها شدن ۱۰ تا ۱۵ ساعت توان لقاح یافتن را حفظ می‌کند.

### آیا همه تخمک‌ها وارد لوله‌های فالوپ می‌شوند؟

اگرچه تخمک پس از خروج از تخمدان وارد حفره صفاقی می‌شود؛ ولی انتهای زائده‌دار هر یک از لوله‌های فالوپ در حالت طبیعی در اطراف یکی از تخمدان‌ها قرار می‌گیرد. سطح داخلی استتاله‌ها و لوله با اپی‌تلیوم مژک‌دار پوشیده شده است و این مژک‌ها به وسیله استروژن تخمدانی فعال می‌شوند و به سمت مدخل لوله زنش پیدا می‌کنند. در واقع می‌توان جریانی از مایع را که به سمت مدخل لوله در جریان است، مشاهده کرد. براساس مطالعاتی که انجام شده است، احتمالاً ۹۸ درصد از تخمک‌ها وارد لوله فالوپ می‌شوند. تخمک‌ها حتی می‌توانند وارد فالوپ سمت مقابل شوند.

### حرکت اسپرم‌ها در رحم و لوله‌های فالوپ

اسپرم‌ها با حرکت موجی دم خود و انقباضات ماهیچه‌ای دیواره رحم و لوله‌های فالوپ در اندام تناسلی ماده به پیش رانده می‌شوند. تحریک مجرای مهبل و دهانه رحم در حین آمیزش جنسی سبب می‌شود که مقداری هورمون اکسی‌توسین از غده هیپوفیز ترشح



شود که انقباضات رحمی را تشدید می‌کند. علاوه بر آن مقدار زیادی پروستاگلاندین در مایع منی وجود دارد که در انقباضات رحمی تأثیر دارد.

### جلوگیری از ورود بیش از یک اسپرم (پلی اسپرم)

لقاح تخمک با بیش از یک اسپرم، برای تخمک کشنده است. برای جلوگیری از ورود اسپرم‌های متعدد به تخمک چندین راه کارآمد وجود دارد:

- ۱ ایجاد سد الکتریکی در سطح تخمک که به مدت ۳۰ ثانیه پایدار است.
- ۲ ایجاد تغییر ساختاری بعد از اختلاط اسپرم و تخمک در اوول؛ به طوری که نفوذ هر اسپرم، نفوذ دیگری را به داخل تخمک مشکل می‌کند. خروج دانه‌های قشری به طریق برون‌رانی از سطح تخمک به فضای بین غشایی پلاسمایی و زوناپلوسیدا. این دانه‌ها جایگاه اتصال اسپرم در سطح غشای پلاسمایی و زوناپلوسیدا را تغییر می‌دهد.

### مراحل و وقایع بعد از لقاح

تخم یا تخمک لقاح یافته، سلولی ۴۶ کروموزومی است که حدود ۳۰ ساعت بعد از لقاح تقسیمات خود را آغاز می‌کند. سلول‌های جنینی تنها سلول‌های سالمی هستند که خودبه‌خود تقسیم را شروع می‌کنند. بقیه سلول‌ها در پاسخ به نیاز ترمیم بافتی این کار را انجام می‌دهند. پیام شروع تقسیم سلول‌های جنینی در ماده وراثتی سلول تخم قرار دارد. «مورولا» به مرحله ۸ تا ۱۶ سلولی گفته می‌شود که حالت توده سلولی توپر دارد. در ادامه فضایی خالی در وسط مورولا پدید می‌آید که با مایعی پر می‌شود. این توده را بلاستوسیست می‌گویند. همه این تقسیمات در لوله فالوپ صورت می‌گیرد.

بلاستوسیست دو نوع سلول دارد: ۱ ترفوبلاست؛ ۲ امبریوبلاست. ترفوبلاست سلول‌های بیرونی هستند که محفظه مایع را احاطه می‌کنند و از طریق غشای محکمی به هم چسبیده‌اند. این سلول‌ها محرک لانه‌گزینی هستند. این سلول‌ها چون خاصیت چسبندگی دارند، به آندومتر رحم می‌چسبند. پس از جایگزینی، ترفوبلاست به جفت تمایز می‌یابد. امبریوبلاست یا توده داخلی، ابتدا لایه‌های زاینده جنینی و سپس جنین را به وجود می‌آورد.

### ترشحات ترفوبلاست

■ هورمون استروژن که باعث تغییرات موضعی در آندومتر می‌شود، نفوذپذیری آن را

زیاد می‌کند. این هورمون همچنین محرک ترشح پروستاگلاندین از آندومتر رحم است. این مواد هم نفوذپذیری رگ‌ها و قطر آندومتر را افزایش می‌دهند. ■ آنزیم‌های تجزیه‌کننده که سبب تخریب قسمتی از آندومتر می‌شوند و در آنجا محفظه‌های کوچک خونی تشکیل می‌دهند.

### جایگزینی خارج رحمی

جایگزینی به هیچ صورتی توسط زن احساس نمی‌شود. گاهی ممکن است مسیر عبور تخمک لقاح‌یافته به سوی رحم سد شود یا به تأخیر افتد و این سلول در لوله فالوپ مستقر می‌شود. موانع ایجاد شده ممکن است نتیجه ناهنجاری ساختمانی، زخم یا خراشیدگی، عفونت یا تومورهایی باشد که در مسیر به وجود می‌آیند. در همه این موارد، وضع حاصل را آبستنی خارج از رحم می‌گویند. آبستنی‌های لوله‌ای به مرحله وضع حمل نمی‌رسند، زیرا جای کافی برای رشد جنین وجود ندارد و جنین در مراحل اولیه سقط می‌شود. در بعضی موارد هم لوله فالوپ باید جراحی شود تا از پاره شدن آن و خون‌ریزی جلوگیری شود. گاهی جایگزینی داخل محوطه شکمی صورت می‌گیرد که ممکن است به وضع حمل هم برسد، اما در این حالت هم نیاز به جراحی وجود دارد.

### اندامی با عمر کمتر از یک سال

نیازهای جنین را در تمام مراحل رشد، «جفت» تأمین می‌کند. این اندام، اکسیژن و مواد غذایی را به جنین تحویل می‌دهد و مواد غذایی زائد را پس از جذب، از جنین دور می‌کند. همچنین آن را در برابر بیماری‌های گوناگون ایمن می‌سازد و هورمون‌هایی را ترشح می‌کند که برای حفظ حالت بارداری و وضع حمل در زمان معین، لازم است. با وجود وابستگی کامل جنین به جفت، این اندام برای زنده ماندن متکی به جنین نیست؛ یعنی، حتی پس از مرگ جنین یا سقط هم می‌تواند به کار خود ادامه دهد. اما معمولاً در جریان وضع حمل، جفت هم دفع می‌شود و این اندام تنها اندامی در بدن به شمار می‌آید که عمری کمتر از یک سال دارد.

### اعمال جفت

■ تبادل گازها میان جنین و مادر

- تحویل مواد غذایی از مادر به جنین
- تحویل آنتی کورها از مادر به جنین
- دفع مواد زائد به درون خون مادر
- ترشح هورمون‌هایی مانند گنادوتروپین کوریونی (HCG)، پروژسترون، استروژن و سوماتوتروپین کوریونی (HCS).

### دوران بارداری و تغییرات فیزیکی

دوران بارداری معمولاً نه ماه به درازا می‌کشد و به سه دوره سه‌ماهه تقسیم می‌شود. تغییرات اساسی فیزیکی در سه‌ماهه دوم و سوم رخ می‌دهد. در سه‌ماهه دوم مایعات بیشتری در بدن می‌ماند و دفع ادرار، اشتها و برون‌ده قلبی زیاد می‌شود. رحم و پستان‌ها رشد زیادی می‌کنند. در سه‌ماهه سوم بیشترین اضافه‌وزن حاصل می‌شود که این وزن مربوط به جنین، جفت و مایع آمنیوتیک است.

### مراحل رشد و نمو

برای آن سه مرحله ذکر می‌شود:

**مرحله ژرمینال:** این مرحله هنگام تشکیل بلاستوسیست و جایگزینی آن در دیواره داخلی رحم است. پرده‌های آمینون که جنین را احاطه می‌کنند، در همین زمان تشکیل می‌شوند و مایع آمینونی درون آنها را پر می‌کند که محافظ جنین در برابر ضربه‌های فیزیکی است.

**مرحله آمبریونی:** در این مرحله، اندام‌های داخلی مانند قلب، دستگاه گوارش، اندام عصبی و اندام‌های خارجی مثل چشم و گوش، شروع به تشکیل می‌کنند.

**مرحله فتال:** در این مرحله، جنین رشد خود را کامل می‌کند و آماده می‌شود تا مستقل از مادر به زیستن ادامه دهد. همه اندام‌های داخلی و خارجی به سرعت رشد می‌کنند و تمایز می‌یابند.

### وضع حمل – زایمان

در حین آن، رحم منقبض می‌شود و جنین را از دهانه منبسط شده به خارج از بدن می‌راند. با شروع وضع حمل، اکسی‌توسین از هیپوفیز پسین و پروستاگلاندین ترشح شده از رحم، محرک انقباض رحم و باز شدن دهانه آن می‌شوند. رلاکسین ترشح شده از آندومتر رحم، دهانه این اندام را نرم و رباط‌های منطقه لگن را شل می‌کند.

## گفتار ۴- تولیدمثل در جانوران

### روش آموزش

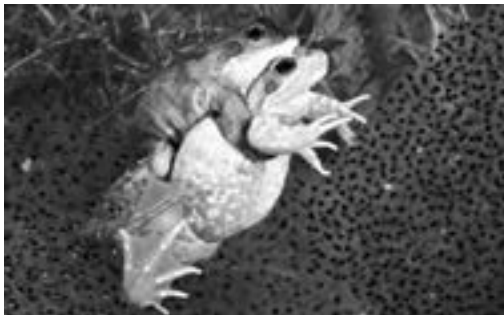
با توجه به فراوانی منابع تصاویر، فیلم، انیمیشن و ... در این زمینه از دانش‌آموزان بخواهیم در مورد این گفتار مراحل زیر را اجرا نمایند:

- ۱ قبل از کلاس، درس را مطالعه کنند.
- ۲ از متن درس کلمات کلیدی را استخراج نمایند.
- ۳ با استفاده از کلمات کلیدی در منابع مختلف جست‌وجو کرده و اطلاعاتی را جمع‌آوری کنند.
- ۴ ضمن دسته‌بندی و خلاصه کردن مطالب گزارشی را تهیه و در کلاس ارائه نمایند.
- ۵ معلم در حین ارائه اشکالات ارائه‌کننده و بقیه را تصحیح می‌نماید.

## دانستنی‌هایی برای معلم

### درباره لقاح خارجی

در این روش والدین، گامت‌های خود را در آب می‌ریزند و اغلب بدون تماس فیزیکی بین نر و ماده، این گامت‌ها درون آب لقاح می‌یابند. در این نوع لقاح، زمان نقش اساسی دارد؛ زیرا وقتی اسپرم در کنار تخمک قرار می‌گیرد، تخمک باید برای لقاح آماده باشد. در بسیاری از بی‌مهرگان مثل دو کفه‌ای‌های رودخانه و دریاچه‌های آب شیرین، ویژگی‌های محیطی مانند دما و طول روز عاملی است که باعث می‌شود دو جنس نر و ماده در یک زمان گامت‌های خود را در آب رها کنند.



(شکل قورباغه‌ها)

جنس ماده بعضی مواد شیمیایی را در آب رها می‌کند که جفت مخالف را نیز به گامت‌ریزی تحریک می‌کند. در بسیاری از دوزیستان و ماهیان یک نوع رقص عروسی یا در بغل‌گیری همدیگر اتفاق می‌افتد تا فرد نر و ماده در یک مکان و زمان گامت‌ریزی کنند.

## درباره لقاح داخلی



این نوع لقاح در جانوران خشکی زی دیده می‌شود و نوعی سازش برای حفاظت از زیگوت در حال تکوین در برابر دمای بالا و خشک شدن است. در این حالت اسپرم درون یا در نزدیکی مجرای تناسلی ماده ریخته می‌شود و الحاق گامت‌ها در درون بدن موجود ماده انجام می‌شود.

در اسبک‌ماهی جانور ماده تخمک را به درون حفره‌ای در بدن جنس نر منتقل می‌کند و لقاح، بارداری و وضع حمل در جنس نر انجام می‌شود. (شکل)

## تولیدمثل در کرم خاکی

کرم خاکی جانوری نرماده است؛ ولی امکان خود لقاحی برای آن وجود ندارد. لقاح این موجود به صورت متقاطع است؛ یعنی، دو کرم در کنار هم قرار می‌گیرند و اسپرم‌های خود را مبادله می‌کنند. اندام‌های تولیدمثلی؛ یعنی بیضه‌ها و تخمدان‌ها در فاصله قطعات ۹ تا ۱۵ قرار دارند. اسپرم‌ها را دو جفت بیضه کوچک می‌سازند و به کیسه سمینال وزیکول وارد می‌شوند تا بالغ شوند؛ سپس به داخل اندامی قیف‌مانند وارد می‌شوند تا به سوراخ تناسلی نر در قطعه ۱۵ برسند و از بدن خارج شوند. تخمک‌ها در داخل یک جفت تخمدان کوچک ساخته می‌شوند و به درون حفره عمومی رها می‌شوند و در آنجا رشد خود را کامل می‌کنند. اندام قیف‌مانند و مژک‌داری تخمک‌ها را جمع می‌کند. دهانه این اندام در قطعه شماره ۱۴ به خارج باز می‌شود.

هنگام جفت‌گیری، دو کرم پهلو به پهلو قرار می‌گیرند. دو جفت رسپتاکل (پذیرنده اسپرم) در قطعات ۹ و ۱۰ قرار دارند. اسپرم‌ها از قطعه ۱۵ خارج و از طریق شیاری که روی بدن ایجاد می‌شود، خود را به مقابل قطعه‌های ۹ و ۱۰ می‌رسانند تا وارد رسپتاکل شوند و در آنجا ذخیره گردند.

جفت‌گیری در شب‌های گرم و مرطوب و بیرون از خاک انجام می‌شود. مادهٔ مخاطی ترشح‌شده از کمر بند تناسلی (قطعات ۳۲ تا ۳۷) کرم‌ها را از سطح شکمی به هم می‌چسباند. البته خارهای شکمی نیز به این کار کمک می‌کند؛ زیرا این خارها در نقطهٔ تماس در بدن فرد مقابل فرو می‌رود. در این حالت اسپرم‌ها از طریق شیار به درون رسپتاکل (پذیرنده) کرم مقابل هدایت می‌شوند.

بعد از جفت‌گیری اطراف کمر بند تناسلی ابتدا پيله‌ای مخاطی ترشح می‌شود که در آن مواد کیتینی نیز به کار رفته است.

با حرکت پيله به سمت جلو، ابتدا تخمک و سپس مایع ترشح شده از غدد پوستی به آن وارد می‌شود و در نهایت اسپرم‌ها را دریافت می‌کند.

عمل لقاح درون پيله صورت می‌گیرد. پيله از قسمت سر خارج می‌شود؛ سپس دو سر آن بسته می‌شود و حالت دوکی شکل پیدا می‌کند. پس از طی مراحل جنینی، نوزاد کرم خاکی که شبیه بالغ است، از پيله خارج می‌شود.

## بکرزایی

در منابع مختلف، بکرزایی را نوعی تولید مثل جنسی یا غیر جنسی محسوب می‌کنند؛ ولی به چند دلیل بکرزایی را نوعی تولید مثل جنسی می‌دانند:

۱ در آن گامت تشکیل می‌شود.

۲ در آن موضوع نر و ماده مطرح است و جنس ماده در بکرزایی شرکت می‌کند. فرد حاصل معمولاً نر است. مثلاً در زنبور، ملکه یا زنبورهای کارگر ماده اقدام به بکرزایی می‌کنند و تخمک‌های حاصل از تقسیم میوز در آنها بدون انجام لقاح، تقسیمات میتوزی را شروع می‌کنند و از آن موجود جدید به وجود می‌آید که این زنبور حاصل هاپلوئید نر است. در مارها که الگوی تعیین جنسیت ZW دارند، مار ماده ZW است و با تقسیم میوز تخمک Z یا W را به وجود می‌آورد. هستهٔ تخمک‌های هاپلوئیدی ممکن است به همراه همدیگر با هستهٔ گویچهٔ قطبی ثانویه ترکیب شوند یا در اثر عدم انجام میوز کامل تخمک دیپلوئید در آنها حاصل شود.

اگر در جریان بکرزایی تخمک و گویچهٔ همراه آن هر کدام دارای یک کروموزوم Z باشند، از لقاح آنها جانور نر حاصل می‌شود (ZZ) و اگر هر دو W داشته باشند، سلول تخم حاصل WW است که زیستا نخواهد بود.

در بعضی مارها مثل مار پیتون ZW ابتدا کروموزوم‌هایش را مضاعف می‌کند (ZWZW) و سپس با استفاده از تقسیم سلولی جنین‌هایی که ماده‌اند و کلون‌هایی را که مشابه خودشان هستند، به‌وجود می‌آورند.





## فصل ۸

تولیدمثل نهانانگان

## تعیین پیامدهای مطلوب

کام  
اول

### ایده‌های کلیدی

- ساختار و عملکرد
- روابط و الگوها
- تغییر، پایداری و اندازه‌گیری

### پیامدهای شایستگی محور

- دانش آموزان با درک مفاهیم و فرایندهای مربوط به تولیدمثل گیاهان می‌توانند ساختارها و بعضی ویژگی‌های مربوط به تولیدمثل را در گیاهان پیرامون خود گزارش کنند.
- اندیشه‌هایی برای پژوهش دربارهٔ تولید مثل گیاهان و به‌کارگیری نتایج آن در زندگی ارائه و انجام دهند.

### پرسش‌های اساسی

#### پرسش‌های اساسی

- چه انواعی از تولیدمثل در گیاهان وجود دارد و در هر یک از آنها چه ساختارهایی نقش دارند و چگونه انجام می‌شوند؟
- گامت‌های نر و ماده در گیاهان چگونه تشکیل می‌شوند و نقش هر یک از تقسیم‌های میتوز و میوز در آنها چیست؟
- چگونه دانه‌رست از یاخته تخم تشکیل می‌شود؟
- جانوران چه نقشی در بقای گیاهان دارند و گیاهان در کدام تولیدمثل به جانوران وابسته‌اند؟
- گل‌ها چه ویژگی‌هایی برای جلب جانوران دارند؟

■ دانه و میوه چگونه تشکیل می‌شوند و چه ویژگی‌هایی دارند که به پراکنش آنها کمک می‌کند؟

■ طول عمر گیاهان به چه مفهومی است و از این جهت، چه انواعی از گیاهان وجود دارند؟

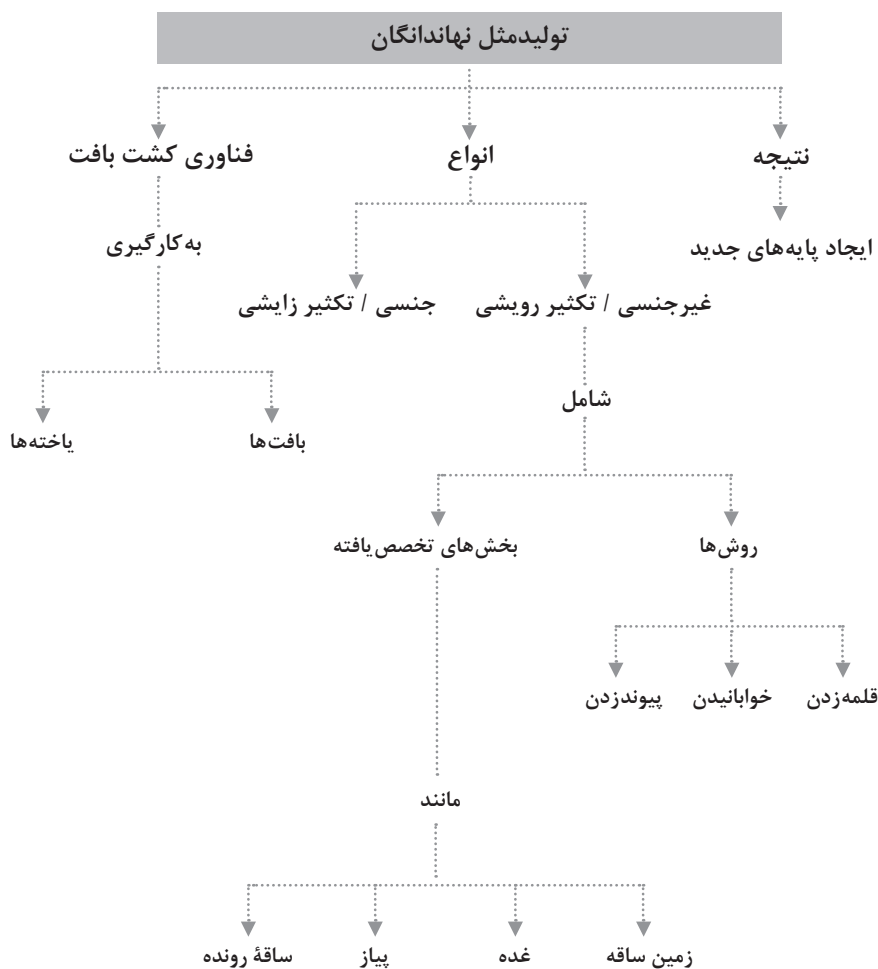
## مفاهیم کلیدی

تکثیر رویشی، بخش‌های تخصص‌یافته، فناوری تکثیر گیاهان، تولیدمثل جنسی، گل، یاخته‌های جنسی، گرده‌افشانی، گرده‌افشان، لقاح، تخم، رویان، دانه، رویش دانه، میوه پراکنش میوه‌ها، عمر گیاهان.

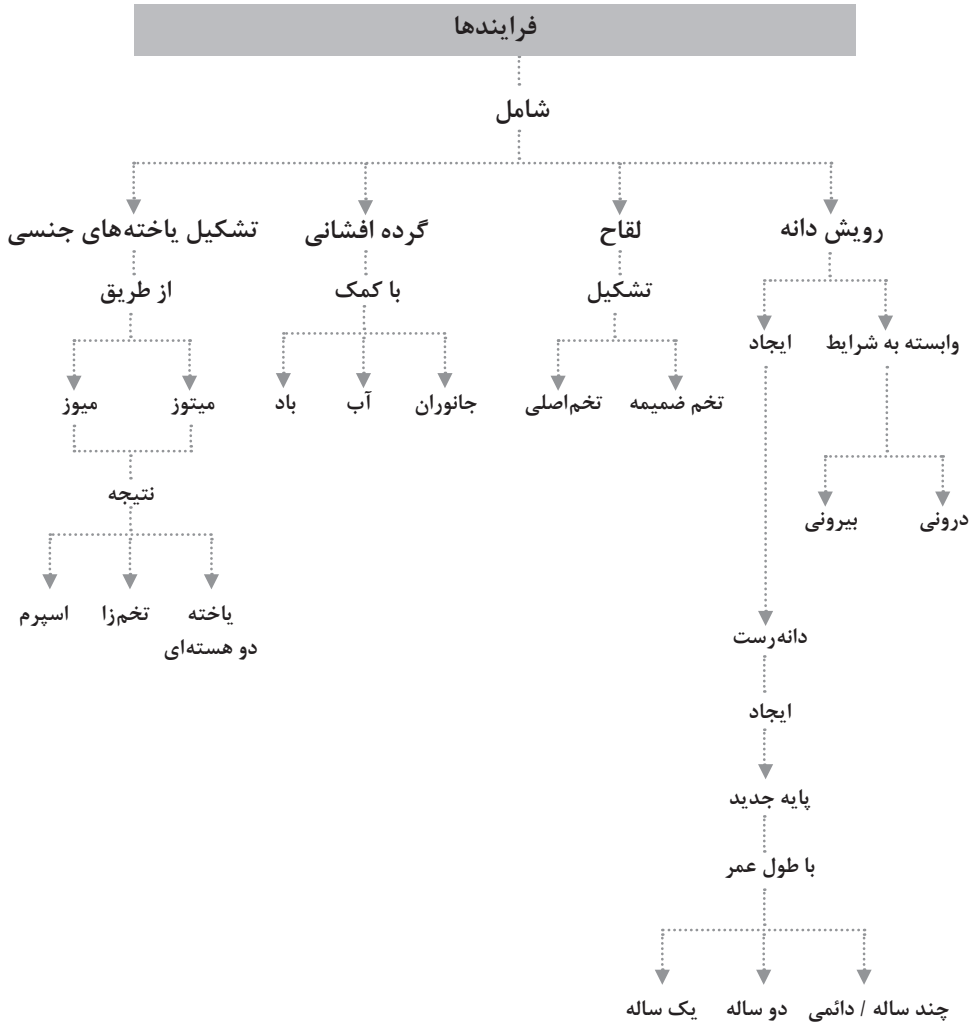
## مهارت‌های کلیدی

مهارت‌های تفکر مانند پیش‌بینی، استدلال، مقایسه، گزارش نویسی، برش‌گیری، طراحی آزمایش و پژوهش علمی، کار با میکروسکوپ.

## تولیدمثل نهاندانگان







## فعالیت‌های یادگیری

- به عنوان معلم زیست‌شناسی لازم است بدانیم که در پایه‌های قبل چه مفاهیمی دربارهٔ موضوع درس آمده است. به این ترتیب فرایند یادگیری از آموخته‌های دانش‌آموزان شروع می‌شود.
- برای مشارکت دانش‌آموزان در فرایند آموزش، گاهی لازم است از آنها بخواهید متن درس را بخوانند و درک خود از آن را بیان کنند.
- نقشه‌های مفهومی در همهٔ مراحل آموزش نقش مثبت دارند، شما از این نقشه‌ها می‌توانید برای شروع، جمع‌بندی یا ارزیابی و ارزشیابی بهره ببرید. توجه داشته باشید ارزش آموزشی این نقشه‌ها هنگامی بیشتر است که دانش‌آموزان آنها را تولید کنند؛ زیرا دانش‌آموزان هنگام ترسیم نقشه‌های مفهومی، با تشخیص روابط بین مفاهیم، به اولویت آنها پی می‌برند.
- از دانش‌آموزان بخواهید تا فرایندها و مفاهیم درس را بازنمایی کنند. این کار می‌تواند به شکل‌های متفاوتی مانند ترسیم شکل و نقاشی، نقشه‌های مفهومی، نوشتن داستان یا نمایش‌نامه انجام شود.
- همراه داشتن نمونه‌هایی از گیاهان و بخش‌های متفاوت آنها در ایجاد علاقه و رغبت برای یادگیری نقش مثبتی دارد.
- فرصت‌هایی برای بازدید از مشاغل و مراکز مرتبط با موضوع درسی فراهم کنید. چنین مراکزی می‌تواند شامل گلخانه‌ها، گل‌فروشی‌ها و مزرعه باشد.

## گفتار ۱ – تولیدمثل غیرجنسی

آغاز آموزش از پیش دانسته‌ها و تجارب دانش‌آموزان تا این پایه آموخته‌اند که: جانداران به دو شکل غیرجنسی و جنسی تولیدمثل می‌کنند. در تولیدمثل جنسی دو فرد یا دو یاخته نقش دارند. گل، اندام تولیدمثلی در گیاهان گلدار است. گل شامل کاسبرگ، گلبرگ، پرچم و مادگی است.

پرسش‌هایی مانند زیر مطرح کنید:

درباره تولیدمثل یا تکثیر گیاهان چه می‌دانید؟

چه گیاهانی را تکثیر کرده‌اید؟ این کار را چگونه انجام داده‌اید و از چه بخش‌هایی از گیاه استفاده کرده‌اید؟

واژه‌های کلیدی و مرتبط با موضوع را که دانش‌آموزان هنگام ارائه توضیحات خود می‌گویند، روی تابلو بنویسید.

از دانش‌آموزان بخواهید تا متن مربوط به **روش‌های تکثیر با بخش‌های رویشی** را مطالعه و مثال‌های دیگری ارائه دهند.

به آنها فرصت دهید با استفاده از واژه‌های کلیدی درس، خلاصه‌ای از آن را بنویسند. می‌دانید که پیوند زدن انواع متفاوتی دارد. شکل ۲-ب یک نوع از این انواع را نشان می‌دهد. دانش‌آموزان در پایه نهم با رده‌بندی گیاهان آشنا شده‌اند و می‌دانند که گیاهان را براساس صفات کلی گروه‌بندی می‌کنند؛ اما جدول ساده‌ای از رده‌بندی گیاهان برای یادآوری ارائه شده است.

دانش‌آموزان از سال قبل می‌دانند که در محل گره، یاخته‌های سرلادی وجود دارد؛ بنابراین باید قطعه‌ای را برای قلمه زدن انتخاب کنند که دارای گره است. آنها می‌توانند با انتخاب قطعه‌های گره‌دار و بدون گره، توانایی هر قطعه را در ایجاد پایه جدید بررسی کنند.

**اهمیت مثال درخت آلبالو:** تکثیر گیاهان با استفاده از ساقه یا برگ متداول است؛ اما دانش‌آموزان با مصداق‌هایی از نقش ریشه در تکثیر رویشی آشنایی کمتری دارند.

**تخصص یافته‌ها:** در اینجا بخش‌هایی معرفی می‌شوند که برای تکثیر رویشی، تخصص یافته‌اند. برای شروع می‌توانید پیاز خوراکی را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهید تا آن را تشریح و مطابق شکل ۳ بخش‌های متفاوت آن را مشخص کنند.

در پیاز خوراکی که در مزرعه کاشته شده است، ممکن است یک یا دو عدد پیاز کوچک در اطراف آن ایجاد شود. در بازار گاهی پیازهای چسبیده به هم، مشاهده می‌شود. در گیاهانی مانند نرگس و لاله پیازهای بیشتری تولید می‌شوند.

توجه داشته باشید که این بخش‌ها به عنوان نمونه مطرح شده‌اند و نمونه‌های دیگری نیز وجود دارند. مثلاً دانش‌آموزان در دوره اول متوسطه (پایه هشتم) تصویر گیاه کالانکوه و جوانه‌های تشکیل شده در حاشیه برگ آن را دیده‌اند (این گیاه در گل‌فروشی‌ها به نام اشک عروس به فروش می‌رسد). جوانه‌های ریشه‌داری در حاشیه برگ آن تشکیل



می‌شود - که با افتادن در خاک - رشد و پایه‌های جدیدی ایجاد می‌کنند. بُنه (Corm) یکی دیگر از ساختارهای تخصص‌یافته برای تکثیر رویشی است. این ساختار و تفاوت آن با پیاز در «بیشتر بدانید» مربوط به زعفران آمده است.

### پرسش‌های احتمالی؟

آیا سیر ساختار پیاز دارد؟ سیر در واقع از نظر تشریح گیاهی نوعی پیاز است. به عبارتی سیر از تعدادی پیازچه تشکیل شده است. توجه داشته باشید منظور از پیازچه، چیزی نیست که در سبزی خوردن استفاده می‌شود!

### کج فهمی

کاربرد واژه پیاز، برای آنچه می‌خوریم و پیاز به عنوان یک ساختار در علم «تشریح گیاهی» که مصداق‌های فراوانی دارد، ممکن است دانش‌آموزان را با مشکل مواجه کند. مثلاً با مشاهده تک بودن پیاز خوراکی در درک نقش پیاز به عنوان ساختاری تخصص‌یافته برای تکثیر رویشی دچار مشکل شوند.

پیاز خوراکی در زبان انگلیسی Onion و پیازی که ساختار تخصص‌یافته، برای تکثیر رویشی است، Bulb نام دارد. شاید لازم باشد برای رفع این کج‌فهمی به تفاوت این دو واژه در زبان انگلیسی اشاره کنید. یا اینکه همیشه واژه «خوراکی» را درباره پیازی که همراه با غذا می‌خوریم، به کار برید. همچنین می‌توانید تصاویر یا نمونه‌هایی از پیازهای به هم چسبیده را به دانش‌آموزان نشان دهید.

## گفتار ۲ - تولیدمثل جنسی

### هر گلی کامل نیست

پیشنهاد می‌شود آموزش این گفتار را با انجام قسمت «ب» فعالیت ۴ آغاز کنید. از آنها بخواهید تا اجزای هر گل را مشخص کنند. به این ترتیب دانش‌آموزان آموخته‌های خود را بازآوری می‌کنند.

از آنها بخواهید گل‌ها را به‌طور دقیق و در صورت لزوم با ذره‌بین مشاهده کنند و هر

آنچه درباره شکل یا تعداد اجزای آن می‌بینند، یادداشت کنند. از آنها بخواهید شکل گل و هر یک از اجزای آن را نقاشی کنند.

از آنها بخواهید با رعایت نکات ایمنی با استفاده از تیغ برش‌های عرضی از بساک و تخمدان و نیز برش طولی تخمدان تهیه، با میکروسکوپ تشریح آنها را مشاهده و آنچه را می‌بینند، ترسیم کنند.

آنها تفاوت بین تک لپه‌ای‌ها و دو لپه‌ای‌ها را در مواردی مانند تعداد گلبرگ‌ها، موازی بودن یا نبودن رگبرگ‌ها و تعداد لپه، در سال‌های قبل آموخته‌اند. توجه به تک لپه یا دو لپه بودن گیاه، پیش زمینه‌ای برای ارائه دانش بیشتر درباره این بخش از دانه در گفتار سوم است. پس از آن به دانش‌آموزان بگویید گل‌هایی وجود دارند که بعضی اجزا را ندارند. با توجه به درک دانش‌آموزان از واژه‌های کامل، ناکامل، دوجنسی و تک‌جنسی می‌توانند تعاریفی برای چنین گل‌هایی ارائه دهند و مطابق با متن درس در صورت لزوم آن را اصلاح کنند.

### اصلاح کج فهمی

معمولاً کاسبرگ‌ها را به سبز بودن می‌شناسیم؛ اما در بعضی گل‌ها کاسبرگ‌ها همانند گل‌ها رنگی‌اند و تفکیک کاسبرگ از گلبرگ امکان‌پذیر نیست. در این حالت واژه گلپوش به کار می‌رود. مثلاً در گل گفته می‌شود که گلپوش شش قسمتی و رنگین است.

### تشکیل یاخته‌های جنسی

دانش‌آموزان می‌دانند که در تولیدمثل جنسی، یاخته‌های جنسی نر و ماده تشکیل می‌شوند. آنها تقسیم رشتمان (میتوز) و کاستمان (میوز) و کارکرد آنها را می‌شناسند. همچنین با کلیات فرایند تولیدمثل جنسی در گیاهان گلدار در متوسطه اول آشنا شده‌اند. در اینجا جزئیات بیشتری درباره چگونگی تشکیل گرده و یاخته زایشی نر (زامه) و نیز تشکیل تخمک و تخم‌زا می‌آموزند. توجه داشته باشید که یاخته‌های دیگر در کیسه رویانی نام‌گذاری نشده است، و فقط یاخته تخم‌زا و دو هسته‌ای به دلیل نقشی که دارند، مشخص شده است.

از روش‌های مناسب برای آموزش فرایندهایی مانند تشکیل یاخته‌های جنسی و لقاح، استفاده از نقشه‌های مفهومی است. از دانش‌آموزان بخواهید متن را بخوانند و واژه‌های کلیدی در ارتباط با تولیدمثل را روی برگه‌ای یادداشت و ارتباط این واژه‌ها را با هم

توضیح دهند. معلم می‌تواند این واژه‌ها را از قبل استخراج و به شیوه مناسب در معرض دید دانش‌آموزان قرار دهد و از آنها بخواهد تا با مطالعه درس ارتباط واژه‌ها را با هم مشخص کنند. هنگام ارائه از دانش‌آموزان بخواهید تا با استفاده از شکل ۷ و متن توضیحات خود را کامل کنند.

شکل ۸ کتاب درسی بساک و شکوفایی آن را نشان می‌دهد. دانش‌آموزان می‌توانند بساک نارس تا رسیده (شکופا یا باز شده) را در گل‌هایی با سن متفاوت در گیاهی مانند گلابول مشاهده کنند. با برش عرضی از بساک‌ها می‌توانند دانه‌های گرده را مشاهده کنند. در قسمت «ب» دانه‌های گرده‌ای از گیاهان متفاوت گذاشته شده است. این تصاویر با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره تهیه شده و از راست به چپ مربوط به گیاه ابروسیا (Ambrosia)، ستاره‌ای (Stellaria) و گیاهی از گندمیان است. توجه داشته باشید که اسامی گیاهان در این باره اهمیتی ندارد و هدف از این تصویر آشنایی دانش‌آموزان با تنوع شکل گرده در گیاهان است.

این محتوا را می‌توانید با محتوایی که در فصل ایمنی درباره آلرژی آموخته‌اند، ارتباط دهید. ذرات آلاینده در هوا روی دیوار دانه‌های گرده قرار می‌گیرند. بنابراین هرچه تزئینات دیواره گرده بیشتر باشد انتظار داریم که آلاینده‌های بیشتری با خود حمل کند و اثر سوء دانه‌های گرده بر سلامت افراد بیشتر می‌شود.

تخم ضمیمه با تقسیمات متوالی بافت ۳n کروموزومی به نام درون دانه یا آندوسپرم را تشکیل می‌دهد. در کتاب‌های قدیمی، واژه آلبومن برای بافت ذخیره‌ای در دانه به کار می‌رفت.

## دانستنی‌هایی برای معلم

تقسیم یاخته تخم و مهاجرت یاخته‌های حاصل از آن به نقاط متفاوت در کیسه رویانی در تیره‌های متفاوت، یکسان نیست. آنچه در اینجا آمده، کیسه رویانی هشت یاخته‌ای و شکل رایجی است که در کتاب‌های آموزشی با استفاده از آن فرایند لقاح در نهان‌دانگان را توضیح می‌دهند. همچنین گاهی اتفاق می‌افتد که گامت نر به جای تخم‌زا با یکی از یاخته‌های همراه لقاح می‌یابد. یاخته‌های همراه با ترشح ترکیباتی در هدایت گامت نر به سمت تخم‌زا و نیز تغذیه آن نقش دارند.

## گل‌ها و گرده‌افشان‌ها

ساختارهای رنگین یا تولیدکننده شهد و بو در جذب حشرات به گیاهان نقش دارند. گیاهانی که با باد گرده‌افشانی می‌شوند، مانند بید معمولاً فاقد ساختارهای لازم برای جذب جانوران‌اند. این گیاهان گل‌های کوچکی دارند و دانه‌های گرده فراوانی تولید می‌کنند تا احتمال لقاح را بالا ببرند. شکل ۱۳ گل‌های نر در درخت بلوط را نشان می‌دهد. حجم عظیم دانه‌های گرده که در هوا پخش می‌شوند، احتمال لقاح را افزایش می‌دهد. تخمین زده می‌شود که گرده‌افشانی در حدود ۷۰ درصد گیاهان گلدار را حشرات انجام می‌دهند؛ بنابراین با توجه به اهمیت حشرات و تأثیر منفی مواد شیمیایی و سموم بر آنها، این محتوا فرصتی برای پرداختن به اهمیت حفظ حشرات و استفاده هرچه کمتر از حشره‌کش‌ها و مواد شیمیایی است که سبب مرگ حشرات می‌شوند. همچنین تخمین زده می‌شود که ۳۰ درصد غذای انسان وابسته به گرده‌افشانی گیاهان به وسیله زنبور است.

## دانستنی‌هایی برای معلم

گل‌هایی به رنگ آبی یا زرد معمولاً به وسیله حشرات گرده‌افشانی می‌شوند. بسیاری از حشرات طیف رنگ‌های بنفش، آبی و زرد را به خوبی تشخیص می‌دهند؛ اما نمی‌توانند رنگ قرمز را تشخیص دهند. حشرات فرابنفش را نیز می‌بینند. بسیاری از گل‌ها علائمی دارند که ممکن است برای ما قابل دیدن نباشد؛ اما حشرات آن را می‌بینند. این علائم حشرات را به سمت محل شهد و گرده‌ها هدایت می‌کنند. حشرات حس بویایی قوی دارند و بر این اساس جذب گل‌ها می‌شوند.

پرنده‌گان گل‌هایی را گرده‌افشانی می‌کنند که معمولاً قرمز، نارنجی یا زرد هستند؛ چون این طیف از نور را به خوبی می‌بینند. پرنده‌گان حس بویایی قوی ندارند؛ به همین علت معمولاً گل‌هایی را که گرده‌افشانی می‌کنند، فاقد بوهای قوی هستند.

خفاش‌ها نیز از گرده‌افشان‌های مهم‌اند. آنها شب فعال‌اند و به خوبی نمی‌بینند. گل‌هایی را گرده‌افشانی می‌کنند که معمولاً در شب شکوفا می‌شوند و گلبرگ‌های سفید و بوی زیادی دارند.

## گفتار ۳ - از یاخته تخم تا گیاه

### تخم تقسیم می‌شود

یک هفته تا ده روز قبل از دانش‌آموزان بخواهید که تعدادی دانه گیاه را برای فعالیت ۶ آماده کنند. زمان رویش دانه در گیاهان گوناگون متفاوت است. دانه‌های درشت مانند باقلا و لوبیا برای این کار مناسب‌اند. از آنها بخواهید در فواصل زمانی دو روزه دانه‌ها را از وسط نصف و آنچه را می‌بینند، ترسیم کنند و برای صرفه‌جویی در زمان از دانه‌ها عکس بگیرند. مشاهدات خود را برای ارائه در کلاس به صورت گزارش تصویری و توضیحی ارائه دهند. به دانش‌آموزان بگویید که تعداد مناسبی دانه باید استفاده شود تا در هر مرحله مثلاً دو یا سه عدد از آنها را مشاهده کنند. همچنین از دانش‌آموزان بخواهید تعدادی از دانه‌ها را بعد از خیساندن در گلدان‌های کوچک بکارند. این نمونه‌ها برای مشاهده رویش روزمینی و زیرزمینی به کار می‌رود.

مشاهدات خود را با آنچه در تصاویر فعالیت ۶ و شکل ۱۴ آمده است، مقایسه کنند و تصاویری را که تهیه کرده‌اند، با استفاده از آنها نام‌گذاری کنند. به آنها یادآوری کنید که تشکیل یاخته‌های جدید به ماده و انرژی نیاز دارد. از آنها بپرسید منبع این ماده و انرژی کجاست. آنها باید بگویند که مواد مورد نیاز برای رشد و نمو دانه در دانه ذخیره شده است. سپس با همراهی دانش‌آموزان و مشارکت آنها محتوای مربوط به تقسیم تخم و تشکیل رویان را ارائه دهید.

### رویش دانه

درباره این مبحث توجه دانش‌آموزان را به مفاهیم کلیدی زیر جلب کنید.

- پوسته دانه مانعی بر سر رویش آن است.
  - پوسته، رویان را از آسیب‌های شیمیایی و فیزیکی حفظ می‌کند.
  - شرایط مناسب برای رویش دانه شامل شرایط درونی و بیرونی است.
- با توجه به دانه‌هایی که در خاک رویانده‌اند از دانش‌آموزان بخواهید تا رویش روزمینی و زیرزمینی را توصیف و تعریف کنند.

از دانش‌آموزان بپرسید در صورتی که بنا باشد، رویان به دانه‌رست تبدیل شود چه فرایندی باید در آن رخ دهد و چه یاخته‌هایی در این فرایند نقش دارند. آنها براساس آنچه در فصل از **یاخته تا گیاه** آموخته‌اند، باید به یاخته‌ها و مناطق سرلادی اشاره کنند.

## دانستنی‌هایی برای معلم

در صورتی که شرایط محیط مناسب باشد، اما دانه نروید اصطلاح خواب یا Dormancy را به کار می‌برند. خواب دانه می‌تواند منشأ فیزیکی (پوسته سخت و ضخیم دانه) یا شیمیایی داشته (ترکیبات مانع رویش دانه یا در پوسته آن) باشد. سرمای مرطوب و گرما می‌تواند در رفع حالت خواب در دانه‌ها نقش داشته باشد.

### پرسش‌های احتمالی

آیا رویش دانه به نور نیاز دارد؟ گیاهان زراعی نسبت به نور حساسیتی ندارند؛ یعنی نور تأثیر مثبت یا منفی بر رویش آنها ندارد.

نور در رویش بعضی دانه‌ها اثر مثبت و در رویش بعضی دیگر اثر منفی دارد. کشف تأثیر نور در رویش، حاصل پژوهش‌های آزمایشگاهی است. مطالعات نشان می‌دهد که دانه‌هایی که برای رویش به نور نیاز دارند، با از دست دادن پوسته این حساسیت را از دست می‌دهند و بدون نیاز به نور می‌رویند.

آیا دانه را می‌توان در هر عمقی کاشت؟ با توجه به اینکه دانه رست بعد از خروج از دانه باید نور کافی برای انجام فتوسنتز داشته باشد؛ بنابراین باید عمق کاشت متناسب با اندازه بذر باشد. آیا می‌توان گفت اگر دانه‌ای در شرایط مناسب محیط نروید، حتماً خراب شده است؟ عدم رویش دانه می‌تواند دلایل متفاوتی داشته باشد. مثلاً هنوز رویان یا اندوخته دانه به طور کامل شکل نگرفته باشد.

آیا دانه‌ها طول عمر دارند؟ بعضی دانه‌ها طول عمر کوتاه و بعضی عمری طولانی دارند. مثلاً دانه‌های روغنی به علت اینکه در معرض اکسایش هستند، سریع‌تر خراب می‌شوند و بنابراین قدرت رویش خود را از دست می‌دهند. دانه‌های نشاسته‌ای و پروتئینی معمولاً عمر طولانی‌تری دارند.

### میوه

میوه‌ها را به شکل‌های متفاوتی تقسیم‌بندی می‌کنند. در این فصل انواع کلی میوه‌ها مطرح شده است؛ گرچه فقط میوه حقیقی و میوه کاذب در متن اصلی درس و بقیه برای پیشگیری از طرح پرسش‌های صرفاً حافظه‌ای، «به بیشتر بدانید» منتقل شده است.

## دانستنی‌هایی برای معلم

گفتیم میوه‌های حقیقی حاصل رشد تخمدان‌اند. دیواره تخمدان از سه قسمت دیواره خارجی، میانی و داخلی تشکیل شده است که هنگام تبدیل به میوه، سه دیواره میوه، یعنی برون بر (Exocarp)، میان بر (Mesocarp) و درون بر (Endocarp) را می‌سازند و در بعضی میوه‌ها همه یا بعضی از آنها گوشتی و آبدار می‌شوند. از این رو به چنین میوه‌هایی، میوه‌های آبدار می‌گویند.

میوه‌ها را می‌توان در دو گروه کلی ساده و مرکب قرار داد. میوه ساده میوه‌ای است که از رشد یک برچه یا برچه‌های به هم پیوسته یک گل ایجاد شده باشد. سته (گوجه فرنگی و انگور)، شفت (آلو، گیلاس) و نیام (لوبیا، باقلا) انواعی از میوه‌های ساده‌اند. تفاوت میوه شفت و سته: در میوه شفت درون بر چوبی شده و پوسته دانه نازک است، مانند آنچه در زردآلو یا دیگر میوه‌های شفت دیده می‌شود. در میوه سته درون بر نازک اما پوسته دانه چوبی شده است. بخش ژله‌ای که در اطراف دانه‌های گوجه فرنگی وجود دارد، در واقع درون بر میوه است.

### اصلاح کج فهمی

به کارگیری واژه میوه در زندگی روزانه با معنای علمی آن متفاوت است، بنابراین گرچه ممکن است چیزهایی مانند گوجه فرنگی، فلفل دلمه‌ای و خیار را در زندگی روزانه میوه ننامیم؛ اما از نظر علمی چون حاصل رشد و نمو گل هستند؛ میوه نامیده می‌شوند.

### پراکنش میوه‌ها

توجه دانش‌آموزان را به شکل ۱۷ و شکل فعالیت ۸ جلب کنید. با توجه به شکل و آنچه در دوره‌های قبل (ابتدایی) آموخته‌اند، به سادگی می‌توانند درباره انواع پراکنش میوه‌ها گفت‌وگو کنند و نوع پراکنش را درباره میوه که در شکل فعالیت ۸ آمده است، بگویند و درباره پراکنش میوه‌هایی که در طبیعت می‌بینند، گفت‌وگو کنند. توجه داشته باشید که پراکنش دانه‌ها هم می‌تواند مانند میوه‌ها و با توجه به وجود زوائد بال مانند یا خار مانند به وسیله باد یا جانوران انجام شود. آب نیز در پراکنش میوه‌ها و دانه‌ها نقش دارد.

## میوه‌های بدون دانه

در اینجا توضیحی ساده با توجه به نیاز به پیش دانسته‌ها از مباحث یاخته‌ای برای درک این مفهوم، درباره میوه‌های بدون دانه ارائه شده است. انتظار داریم که با توجه به نقش دانه در تکثیر گیاهان، دانش‌آموزان توضیح دهند که میوه‌های بی‌دانه پدیده رایجی در طبیعت نیستند و در این صورت تکثیر گیاهان به روشی محدود می‌شود. با توجه به نقشی که تولیدمثل جنسی در ایجاد تفاوت‌های بین فردی و پایداری در شرایط محیطی متفاوت دارد، در صورتی که گیاهان نمی‌توانستند با دانه تکثیر شوند؛ احتمالاً شاهد چنین تنوع گیاهی و حتی جانوری در زمین نبودیم.

## دانشنی‌هایی برای معلم

یکی از راه‌های تولید میوه بدون دانه، ایجاد گیاه دورگه است. مثلاً هندوانه بدون دانه از آمیزش تخم‌زای گیاه معمولی  $2n$  با گرده گیاه  $4n$  که حاصل مهندسی ژنتیک است، ایجاد می‌شود. دانه‌های حاصل از این آمیزش گیاهان دورگه  $3n$  ایجاد می‌کنند که توانایی تشکیل دانه را ندارند.

موزها مثالی از تشکیل میوه‌های بدون دانه در طبیعت‌اند. موزهایی که انسان کشت می‌دهد، پلی‌پلوئیدهایی از ترکیب دو ژنوم  $A$  و  $B$  از دو گونه وحشی هستند. موزهای وحشی  $2n$  اند و دانه‌های بزرگ و سیاه اما میوه‌های کوچک تولید می‌کنند. اشتباه در تقسیم میوز و ایجاد تخم‌زای  $2n$  سبب تشکیل دورگه‌های  $3n$  از آمیزش چنین تخم‌زاهایی با گرده  $n$  می‌شوند. فرد بودن کروموزوم‌ها تقسیم میوز در نسل بعدی را با مشکل مواجه می‌کند. در نتیجه دورگه‌ها نازا هستند. انسان در طول نسل‌های متمادی این دورگه‌های نازا را به علت داشتن میوه‌های بزرگ‌تر انتخاب و از طریق روشی تکثیر کرده است.

## پرسش‌های احتمالی

نارگیل میوه است یا دانه؟ گندم و ذرت میوه‌اند یا دانه؟ این پرسش درباره فندق، پسته، بادام و گردو نیز احتمالاً مطرح می‌شود. بعضی مواقع به علت پیوستگی پوسته دانه با دیواره درونی تخمدان، تفکیک دانه و میوه از یکدیگر دشوار است؛ بنابراین بعد از لقاح و رشد مادگی، دانه از میوه قابل تفکیک نیست.



بذر چه فرقی با دانه دارد؟ بذر واژه‌ای است که بیشتر در کشاورزی به کار می‌رود و بخشی است که برای تکثیر یک گیاه به کار می‌رود. دربارهٔ گیاهان زراعی که دانه از میوه جدا نشده است، مانند گندم، ذرت و جو اصطلاح بذر را به کار می‌برند. اصطلاح بذر برای بخش‌های جوانه‌دار سیب‌زمینی که کاشته می‌شوند، نیز به کار می‌رود.

## عمر گیاهان

دانش‌آموزان، گیاهان با طول عمر متفاوت را در اطراف خود می‌بینند، توجه آنها را به این مسئله جلب کنید که اگر بنا باشد گیاهان عمر طولانی داشته باشند باید مناطق سرلادی در آنها حفظ شود تا بتوانند به طور دائم شاخه، برگ و ریشه‌های جدید تولید کنند. از آنها بپرسید اگر همهٔ مناطق سرلاد رویشی به سرلاد زایشی تبدیل شود، چه اتفاقی می‌افتد؟ آنها باید در پاسخ خود به این موضوع اشاره کنند که در این صورت سرلادی برای تولید اندام‌های رویشی باقی نمی‌ماند و این نتیجه را می‌گیرند که در گیاهان دائمی مانند درخت‌ها، همهٔ یاخته‌های سرلاد رویشی به سرلاد زایشی تبدیل نمی‌شوند؛ اما در گیاهان یک ساله و دو ساله به علت تبدیل همهٔ یاخته‌های سرلاد رویشی به زایشی عمر گیاهان محدود می‌شود.

توجه داشته باشید که دانه نسل جدید است؛ بنابراین وقتی گیاهی دانه تولید می‌کند و بعد از آن هیچ بخشی از اندام‌های رویشی برای تکثیر باقی نمی‌ماند، طول عمر آن محدود به همان یک یا دو فصل رویشی می‌شود.

## اصلاح کج‌فهمی

وقتی می‌گوییم گیاهی یک‌ساله است، به این منظور نیست که گیاه دقیقاً یک سال عمر می‌کند. بلکه منظور این است که چرخهٔ زندگی گیاه از رویش دانه تا تولید نسل بعد، یک دورهٔ رویشی طول می‌کشد که کمتر از یک سال است. مثلاً گندم گیاهی یک‌ساله است؛ اما چرخهٔ زندگی آن کمتر از شش ماه است. گیاهان دو ساله نیز الزاماً عمرشان دو سال کامل نیست. قسمت ب این فعالیت به منظور جمع‌بندی آنچه در فصل خوانده‌اند، ارائه شده است، شما می‌توانید با پرسش‌های دیگری از این روندنما، موفقیت دانش‌آموزان را در درک مفاهیم علمی این فصل ارزیابی کنید.

## تکالیف عملکردی

- دانش‌آموزان بخش‌های گل را از انواعی از گل‌ها جدا می‌کنند و روی صفحه‌ای همراه با نام‌گذاری می‌چسبانند. همچنین از بساک و تخمدان برش‌گیری و آن را با میکروسکوپ تشریح مشاهده و با استفاده از گوشی هوشمند از آن عکس تهیه می‌کنند. با استفاده از این عکس‌ها و توضیحات مربوط به گل‌ها که از منابع معتبر به دست آورده‌اند، فایل‌های رایانه‌ای، مانند نمایش داده‌ها را تولید و ارائه می‌کنند.
- با جست‌وجو در محیط طبیعی، گزارش تصویری از انواع گل‌ها و نوع گرده‌افشانی احتمالی آنها، در زیستگاه‌های طبیعی محل زندگی خود ارائه دهند. همچنین کاربردهای احتمالی این گل‌ها را در زندگی مردم معرفی می‌کنند. برای انجام این تکلیف، لازم است دانش‌آموزان مشاغل مرتبط با گیاهان را شناسایی کنند و با صاحبان این مشاغل گفت‌وگو کنند. همچنین برای بررسی درستی گزارش خود به مراکز و سازمان‌های مرتبط، کتاب‌های علمی و افراد متخصص مراجعه کنند.
- اندیشه‌هایی برای پژوهش دربارهٔ گل‌ها و گرده‌افشان‌ها و نقش گرده‌افشان‌ها در افزایش تولید میوه ارائه می‌دهند و بدین منظور آزمایش‌هایی نیز انجام می‌دهند.
- می‌توانند براساس تعریفی که از انواع میوه‌ها در درس ارائه شده است، نوع بعضی از میوه‌ها را در محیط پیرامون خود گزارش کنند.
- راه‌هایی برای تکثیر گیاهان پیشنهاد و به کار گیرند و روشی برای انجام کشت بافت در مدرسه ارائه دهند.
- نقشه‌های مفهومی برای مفاهیم و فرایندهایی که در این درس آموخته‌اند، ارائه دهند و خلاصه‌هایی به زبان خود ارائه دهند که نشان دهندهٔ درک آنها از مفاهیم علمی فصل باشد.

## راهنمای فعالیت‌های فصل ۸

### فعالیت ۱

به منظور جمع‌بندی آموخته‌ها و نیز گسترش یادگیری و برقراری ارتباط با زندگی طراحی شده است. دانش‌آموزان در چنین فعالیت‌هایی این فرصت را دارند تا از نزدیک با مشاغل و تجارب صاحبان مشاغل و نیز انواعی از فعالیت‌های اقتصادی مرتبط با موضوع مورد مطالعه آشنا شوند.

## فعالیت ۲

برای قسمت «الف» می‌توانید پیاز گل‌ها، ساقه زنجبیل و سیب‌زمینی را به کلاس ببرید. در صورت در اختیار نداشتن گیاه توت‌فرنگی، از تصویر آن استفاده کنید. در این فعالیت مواردی مانند شکل ظاهری، ذخیره‌ای یا ذخیره‌ای نبودن ساقه و محل ذخیره را مقایسه کنید.

یکی از پرسش‌های دانش‌آموزان ممکن است تشخیص ریشه‌ها و ساقه‌های غده‌ای از هم‌دیگر باشد. قسمت «ب» این فعالیت به همین موضوع می‌پردازد. سیب‌زمینی و شلغم نمونه‌های مناسبی برای تشخیص ظاهری ریشه و ساقه در اندام‌های غده‌ای‌اند؛ ساقه غده‌ای را براساس وجود جوانه، برگ یا گره روی بخش حجیم شده می‌توان از ریشه غده‌ای تشخیص داد. بر این اساس کلم قمری نیز ساقه غده‌ای است؛ گرچه زمین ساقه نیست. در صورت در دسترس نبودن شلغم هر ریشه غده‌ای دیگری مانند چغندر قابل استفاده است. در ادامه عنوان کنید که فن کشت بافت برای تکثیر غیرجنسی گیاهان به کار می‌رود. مثلاً می‌توان حتی با استفاده از یک یاخته، گیاهی را تکثیر کرد. فن کشت بافت نشان می‌دهد که یاخته‌های گیاهی پرتوان هستند و می‌توانند در شرایط مناسب به انواعی از یاخته‌ها تبدیل شوند.

## فعالیت ۳

انتظار داریم دانش‌آموزان با توجه به آنچه در پایه دهم آموخته‌اند، سامانه بافت زمینه‌ای را نام ببرند؛ زیرا این سامانه تعداد فراوانی یاخته نرم آکنه‌ای دارد. همچنین با توجه به آموخته‌های خود درباره اتصال یاخته‌های گیاهی، به ضرورت به کارگیری آنزیم‌ها برای جدا شدن یاخته‌ها از هم اشاره کنند.

## فعالیت ۴

طبق دستورالعمل اجرا می‌شود. منظور از گزارش ساختار گل، توصیف گل از جنبه تعداد، شکل، رنگ و... و به عبارتی همه صفاتی است که گل دارد.

## فعالیت ۵

رنگ برای گرده افشان‌هایی که در شب فعال‌اند، معنادار نیست. این گل‌ها سفید رنگ و دارای بوهای قوی هستند. در انجام قسمت «ب» فعالیت دانش‌آموزان با توجه به رنگی بودن یا نبودن گلبرگ‌ها، وجود شهد یا بو درباره نوع گرده افشانی گیاهان پیرامون خود قضاوت می‌کنند.

## فعالیت ۶

دانش‌آموزان در پایه‌های قبل می‌دانند که برای رویاندن دانه‌ها باید آنها را ابتدا یک یا دو روز در آب بخیسانند؛ سپس مرطوب نگه‌دارند تا رشد کنند. انتظار داریم که دانش‌آموزان با مشاهده رویش انواع دانه‌ها پی ببرند که ابتدا ریشه خارج می‌شود و نتایج مشاهده‌های خود را با چنین گزاره‌ای ارائه دهند: **هنگام رویش دانه، ریشه اولین اندامی است که خارج می‌شود.**

## فعالیت ۷

این فعالیت برای مشاهده برچه در میوه طراحی شده است. هر یک از پره‌های پرتقال یک برچه را نشان می‌دهد. همچنین در فلفل دلمه‌ای و خیار می‌توانیم مرز برچه‌ها را مشاهده کنیم. دانش‌آموزان با ایجاد برش عرضی در میوه‌ها مفهوم برچه را که در گفتار ۲ آمده است، بهتر درک می‌کنند. ممکن است در فلفل دلمه‌ای برچه‌ها کاملاً از هم جدا نشده باشند.

## فعالیت ۸

پاسخ دانش‌آموزان مبتنی بر ویژگی‌های ظاهری این میوه‌ها خواهد بود. میوه‌هایی که دارای بال یا کرک هستند، با باد و میوه‌هایی که دارای زوائد خار مانند هستند، با چسبیدن به پشم یا موی جانوران در محیط جابه‌جا می‌شوند.

## فعالیت ۹

در قسمت الف تحقیق دانش‌آموزان باید شامل آثار سوء به کارگیری حشره‌کش‌ها و

سموم دفع آفات بر حشراتی باشد که آفت گیاهان کشاورزی و محصولات باغی به شمار نمی‌روند و در عوض برای آنها مفیدند. از تهدیدهای دیگر می‌توان به امواج رادیویی که مثلاً شامل امواج تلفن‌های همراه می‌شود، اشاره کرد. قسمت ب این فعالیت به منظور جمع‌بندی آنچه در فصل خوانده‌اند، ارائه شده است. شما می‌توانید با پرسش‌های دیگری از این روندنما، موفقیت دانش‌آموزان را در درک مفاهیم علمی این فصل ارزیابی کنید.



## فصل ۹

پاسخ گیاهان به محرک‌ها

## تعیین پیامدهای مطلوب

کام  
اول

### ایده‌های کلیدی

- ساختار و عملکرد
- روابط و الگوها
- تغییر، پایداری و اندازه‌گیری

### پیامدهای شایستگی محور

■ دانش‌آموزان با درک مفاهیم، عوامل و فرایندهای مربوط به پاسخ گیاهان به محرک‌های درونی و بیرونی، می‌توانند چنین پاسخ‌هایی را در محیط گزارش تهیه کنند و توضیح دهند. ایده‌هایی برای پژوهش دربارهٔ تأثیر عوامل محیطی بر گیاهان و به کارگیری نتایج آن در زندگی ارائه و انجام دهند.

### پرسش‌های اساسی

- چه عوامل و ترکیباتی در گیاهان وجود دارد که رشد و نمو آنها را تنظیم می‌کند؟
- عوامل فیزیکی مانند نور چگونه باعث ایجاد پاسخ در گیاهان می‌شوند؟
- چه انواعی از پاسخ‌های گیاهی وجود دارد و در هر یک از آنها چه عواملی دخالت دارند؟

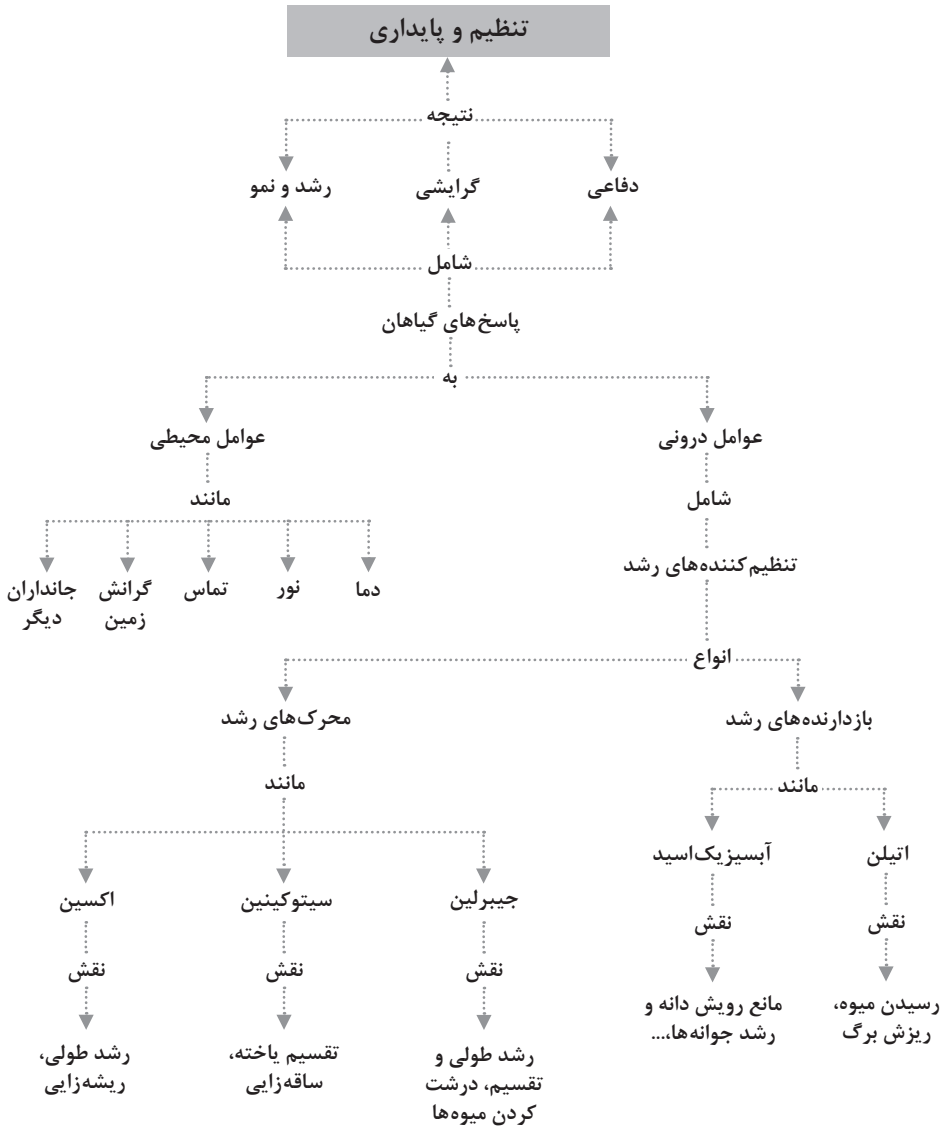
### مفاهیم کلیدی

تنظیم‌کننده‌های رشد، محرک‌های رشد، بازدارنده‌های رشد، نورگرایی، زمین‌گرایی، چیرگی راس، ریزش برگ، گل‌دهی، رسیدگی میوه، مرگ یاخته‌ای، پاسخ دفاعی، پاسخ به تماس، پاسخ به دما، رابطه جانوران و گیاهان.

### مهارت‌های کلیدی

مهارت‌های تفکر مانند پیش‌بینی، استدلال، مقایسه، گزارش‌نویسی، طراحی آزمایش و پژوهش علمی.





## گفتار ۱- تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان

آموزش از پیش دانسته‌ها و تجارب دانش‌آموزان آغاز می‌شود. دانش‌آموزان احتمالاً چرخش ساقه گیاهان و رشد گیاهان گلدانی را به سمت نور دیده‌اند. با پیش‌بینی لازم می‌توانید قبل از آغاز آموزش این فصل از دانش‌آموزان بخواهید دانه‌هایی مانند لوبیا را بکارند و در پشت پنجره قرار دهند؛ یا اینکه نور را به طور یک طرفه به آنها بتابانند. از آنها بخواهید مشاهدات خود را بنویسند. برای این منظور می‌توانید از دانه‌هایی که در فصل قبل رویانده‌اند، استفاده کنید.

در ساده‌ترین حالت می‌توانید توجه دانش‌آموزان را به شکل ۱ جلب کنید و از آنها بخواهید که این پدیده را توضیح دهند و علت یا علت‌های احتمالی آن را بیان کنند.

از آنها بخواهید که به شکل ۲ توجه کنند و درک خود از آن را توضیح دهند. آنها را هدایت کنید تا نتیجه این آزمایش را در یک یا دو جمله بنویسند. در صورتی که دانه رست‌های لوبیا را در اختیار داشته باشند، می‌توانند خم شدن را از نزدیک مشاهده کنند. اگر بنا باشد که دانه‌رست به طرفی خم شود، رشد سطح داخلی بیشتر از سطح بیرونی است. اکنون با این پرسش مواجه‌ایم که آیا ماده‌ای در حضور نور ساخته شده که طول ساقه را افزایش داده است؟ در اینجا از دانش‌آموزان بخواهید که شکل ۳ و ۴ را مطالعه و برداشت‌های خود را یادداشت کنند. با استفاده از این یادداشت‌ها، جمع‌بندی از فرایند نورگرایی ارائه دهید. این جمع‌بندی را به عنوان مقدمه‌ای برای ورود به بحث تنظیم‌کننده‌های رشد یا هورمون‌های گیاهی به کار ببرید.

از دانش‌آموزان بخواهید که مفهومی از تنظیم ارائه دهند. انتظار داریم که دانش‌آموزان در این پایه بتوانند با کلیدواژه‌هایی مانند افزایش، کاهش و همچنین تنظیم در جهت حفظ بقا، مفهوم و کارکرد تنظیم را بیان کنند.

از آنها پرسید وقتی گفته می‌شود ماده‌ای محرک رشد یا بازدارنده رشد است، انتظار دارند به کارگیری آن چه تأثیری بر رشد گیاه داشته باشد. تأثیراتی که پیش‌بینی می‌کنند، بنویسند. سپس از آنها بخواهید با استفاده از متن کتاب، واژه‌های کلیدی دربارهٔ محرک‌ها و بازدارنده‌های

رشد (تا سربازدارنده‌های رشد) و آنچه را می‌خواهند دربارهٔ آنها بدانند، یادداشت کنند. روش متن‌خوانی و استخراج واژه‌های کلیدی را برای هر یک از هورمون‌ها می‌توانید به کار برید. در این گفتار چیرگی راس و ریزش برگ به عنوان مثال‌هایی برای توضیح برهم‌کنش هورمون‌ها ارائه شده است.

بنا به تشخیص می‌توانید ابتدا عملکرد تک‌تک هورمون‌ها را آموزش دهید؛ سپس برای توجه دانش‌آموزان به این موضوع که فرایندها در گیاه حاصل و برابند عملکرد هورمون‌های متفاوت است، به این دو مثال بپردازید.

در این فصل، با طرح پرسش‌هایی دربارهٔ تصاویر از دانش‌آموزان بخواهید، آنچه را از آن درک می‌کنند، بنویسند و توضیح دهند.

دربارهٔ شکل ۸. توجه داشته باشید که خارجی‌ترین لایهٔ آندوسپرم در غلات آلورون نامیده می‌شود. که البته از ارائهٔ نام آن پرهیز شده است. دانش‌آموزان با این لایه با عنوان لایهٔ گلوتن‌دار در پایهٔ دهم آشنا شده‌اند. در یاخته‌های این لایه در بذر گندم و جو، پروتئین گلوتن ذخیره می‌شود.

توجه داشته باشید که سیتوکینین به دلیل تحریک تقسیم یاخته‌ای، به مقدار کم می‌تواند بر تشکیل ریشه اثر مثبت داشته باشد. اما با توجه به مخاطب در این پایه به چنین جزئیاتی نمی‌پردازیم و به طور کلی عنوان می‌شود که اکسین در تشکیل ریشه اثر مثبت و سیتوکینین در رشد ریشه اثر منفی دارد.

## جدول ۱- هورمون‌های گیاهی

هورمون	محل تولید یا تجمع در گیاه	عملکرد اصلی
اکسین (اندول استیک اسید)	سرلاد راس ساقه و برگ‌های جوان، جایگاه‌های اولیه ساخته شدن اکسین‌اند. سرلاد راس ریشه نیز اکسین می‌سازد، گرچه بیشتر اکسین در ریشه وابسته به ساقه است. دانه‌های در حال نمو و میوه‌ها نیز مقادیر فراوانی اکسین دارند؛ اما معلوم نیست که آیا به تازگی در همان‌جا ساخته شده‌اند یا اینکه منشأ آنها بافت‌های مادری است.	تحریک طویل شدن ساقه (در غلظت‌های کم)، تحریک تشکیل ریشه‌های فرعی و نابجا، تنظیم نمو میوه، تحریک چیرگی راس، نورگرایی و زمین‌گرایی، تحریک تمایز آوندها، به تأخیر انداختن ریزش برگ.
سیتوکینین‌ها	اساساً در ریشه تولید و به اندام‌های دیگر منتقل می‌شوند؛ گرچه در محل‌های جزئی دیگری نیز تولید می‌شوند.	تنظیم تقسیم یاخته‌ای در ریشه و ساقه، اصلاح چیرگی راس و ارتقای رشد جوانه‌های جانبی، ارتقای حرکت مواد مغذی به بافت‌های مصرف‌کننده، تحریک رویش دانه، تأخیری پیری برگ.
جیبرلین‌ها	سرلادهای جوانه‌های انتهایی ساقه و ریشه، برگ‌های جوان و دانه‌های در حال نمو جایگاه‌های اصلی تولیدند.	تحریک طویل شدن ساقه، نمو دانه گرده، رشد لوله گرده، رشد میوه، نمو دانه و رویش آن، تنظیم تعیین جنسیت و گذر از مرحله جوانی به بلوغ.
آبسیزیک اسید	تقریباً همهٔ یاخته‌های گیاه توانایی ساختن این هورمون را دارند و حضور آن در همهٔ اندام‌ها و بافت‌های اصلی گیاه مشخص شده است و می‌تواند به آوندهای آبکش یا چوب منتقل شود.	مهار رشد، افزایش بسته شدن روزنه‌ها در تنش خشکی، تحریک خواب دانه و مهار رویش دانه، تحریک پیری برگ، تحریک مقاومت به خشکی.
اتیلن	این هورمون گازی شکل به وسیلهٔ اکثر قسمت‌های گیاه تولید می‌شود. در طی پیری، ریزش برگ، رسیدگی انواعی از میوه‌ها به مقدار زیاد تولید می‌شود. همچنین تنش و زخم تولید آن را تحریک می‌کنند.	تحریک رسیدگی انواعی از میوه‌ها، ریزش برگ و پاسخ سه‌گانه در دانه‌رست‌ها (مهار طویل شدن ساقه، تحریک گسترش جانبی و رشد افقی)، افزایش نرخ پیری، افزایش ریشه و تارهای کشنده، تحریک گلدهی در بعضی گیاهان (گیاهان تیره آناناس).

این جدول فقط به منظور ارائهٔ اطلاعاتی با در نظر داشتن پرسش‌های احتمالی دانش‌آموزان آمده است؛ بنابراین از ارائهٔ آن به دانش‌آموزان خودداری شود.

چیرگی راسی: دربارهٔ چیرگی راس، سیتوکینین از پایین و اکسین از بالا به جوانه‌های جانبی می‌رسد؛ بنابراین حذف جوانه راسی باعث افزایش نسبت سیتوکینین به اکسین

می‌شود که نتیجه آن رفع چیرگی و رشد جوانه‌های جانبی است. چیرگی راس کم و بیش در همه گیاهان دیده می‌شود؛ اما رشد پیکانی به ویژه در بازدانه‌ای مانند سرو، غالب است. ریزش برگ: در ریزش برگ انتظار داریم که ارتباط یاخته‌ها قطع و در نتیجه یاخته‌ها از هم جدا شوند؛ یعنی آنزیم‌هایی فعال می‌شوند که تیغه میانی را تجزیه می‌کنند. در این هنگام واکنش تجزیه کلروفیل نیز به راه می‌افتد. همچنین علاوه بر ساخته شدن رنگ‌دیسسه‌ها، رنگ‌دانه‌های کاروتنوئیدی که تا آن هنگام با رنگ سبز کلروفیل پوشیده شده بودند، نمایان می‌شوند. همچنین در کرپچه‌ها رنگ‌دانه‌های آنتوسیانینی و بتاسیانینی تجمع می‌یابند و رنگ‌های متنوع برگ‌های پاییزی را ایجاد می‌کنند.

سیتوکینین ساخته شده در برگ‌های جوان مانع از تشکیل لایه جداکننده می‌شود؛ اما با افزایش سن برگ، تغییر هورمونی رخ می‌دهد و سرانجام با تشکیل لایه جداکننده، برگ از شاخه جدا می‌شود.

### پرسش‌های احتمالی

آیا همه میوه‌های درشت حاصل به کارگیری هورمون‌های گیاهی اند؟ خیر؛ زیرا بعضی میوه‌ها به دلیل اصلاح نژاد یا دست‌کاری‌های ژنی درشت شده‌اند.

## گفتار ۲- پاسخ به محیط

این گفتار را می‌توانید با نمایش فیلم کوتاهی از پدیده‌هایی مانند شکوفه دادن درخت‌ها یا ریزش برگ‌ها در فصل پاییز آغاز کنید. می‌توانید از دانش‌آموزان دربارهٔ چنین رویدادهایی که در محیط می‌بینند، بپرسید.

**پاسخ به نور:** از دانش‌آموزان پرسش‌هایی مانند این بپرسید که نور جدا از نقشی که در فتوسنتز دارد، چه نقش‌های دیگری در زندگی گیاهان دارد. وقتی آنها تأثیر نور را بر ساقه دیدند، از آنها بپرسید که ضرورت اینکه ساقه نسبت به نور چنین واکنشی نشان دهد، چیست؟ آنها باید به نقش نور در فتوسنتز و در نتیجه حفظ حیات گیاه اشاره کنند. از آنها بخواهید که فعالیت ۴ را انجام دهند. این فعالیت می‌تواند، موضوع جالبی برای انجام پروژه‌های دانش‌آموزی باشد. با توجه به زمانی که این فعالیت نیاز دارد، آن را قبل از شروع این فصل به دانش‌آموزان ارائه دهید و از آنها بخواهید که آن را به‌طور گروهی انجام دهند و از نتایج آن هنگام آموزش این درس بهره ببرید.

به دلیل اینکه دانه‌ها معمولاً در خاک می‌رویند، به طور طبیعی در شرایطی قرار ندارند که بتوان وضعیت نورگرایی آنها را بررسی کرد، اما معمولاً نورگرایی منفی از خود نشان می‌دهند. به هر حال در این فعالیت، دانش‌آموزان نتایج مشاهده شده را گزارش می‌دهند که در صورت طرح آزمایش درست و انجام دقیق آن، قابل اعتماد است.

**گل‌دهی در گیاهان:** گل‌دهی به عنوان یکی دیگر از پاسخ‌های گیاهان به نور مطرح شده است. دانش‌آموزان در محیط پیرامون خود دیده‌اند که گیاهان در فصل‌های متفاوت گل می‌دهند. از آنها بپرسید آیا شنیده‌اند که مثلاً یک گیاه گل نمی‌دهد، چون نور کافی دریافت نمی‌کند. سپس بپرسید چه عواملی ممکن است در زمان گل‌دهی گیاهان نقش داشته باشند؟ سپس جدولی مانند زیر رسم کنید.

نام گیاه	فصل یا فصل‌هایی که گل می‌دهند.

با استفاده از گیاهانی که دانش‌آموزان نام می‌برند، جدول را پر کنید. سپس با استفاده از تفاوت فصل‌ها در طول مدت روز، آنها را به نیاز نوری گیاهان در ارتباط با گل‌دهی هدایت و مفاهیم روز کوتاه، روز بلند و بی‌تفاوت را برای آنها ارائه دهید. از آنها بخواهید که متن مربوط به گل‌دهی را بخوانند و بعد از مطالعه شکل ۱۲ به فعالیت ۵ پاسخ دهند. توجه داشته باشید که در اینجا ضرورتی برای ارائه واژه نوردورگی (Photoperiodism) نیست.

## دانستنی‌هایی برای معلم

■ گل‌دهی وابسته به حداقل مدت زمانی از تابش نور است که مدت زمان بحرانی نامیده می‌شود. در گیاهان روز کوتاه اگر مدت زمان تابش نور از مدت زمان بحرانی بیشتر باشد، گل‌دهی رخ نمی‌دهد. در حالی که در گیاه روز بلند، مدت زمان تابش نور باید بیشتر از آن باشد. دانستن این مفهوم به درک مثال‌هایی کمک می‌کند که ظاهراً نیاز نوری یکسانی دارند؛ اما روز کوتاه یا روز بلند نامیده می‌شوند؛ مثلاً ممکن است مدت زمان بحرانی برای هر دو گیاه روز کوتاه و روز بلند، ده ساعت باشد؛ در این صورت گیاه روز کوتاه زمانی گل می‌دهد که مدت زمان تابش نور کمتر از ده ساعت باشد و گیاه روز بلند زمانی گل می‌دهد که مدت زمان تابش نور بیشتر از ده ساعت باشد.

■ پاسخ گل دهی گیاهان به تابش نور، صفر و یک نیست؛ بلکه میزان گل دهی کاهش یا افزایش می‌یابد و نهایتاً در فاصله‌ای از نیاز نوری گیاه به گل دهی، صفر می‌شود.

■ مشخص شده که در واقع طول شب در گل دهی مؤثر است. اگر شب طولانی را با جرقه‌های نوری برهم بزنییم، گیاه روزبلند گل می‌دهد؛ در صورتی که برهم زدن روز طولانی با فاصله‌هایی از تاریکی مانع گل دهی این گیاهان نمی‌شود. با وجود این همچنان واژه روزبلند و روز کوتاه به کار می‌رود، در حالی که واژه‌های دقیق در این باره **شب کوتاه و شب بلندند.**

■ رنگیزه‌های سبز-آبی به نام فیتوکروم در برگ‌ها وجود دارند که با دریافت اثر نور در گل دهی نقش دارند. فیتوکروم به دو شکل فعال (Pfr) و غیرفعال (Pr) وجود دارد. شکل فعال طول موج‌های بلندتر نور سرخ (۷۳۰ نانومتر) و شکل غیرفعال طول موج‌های نسبتاً کوتاه نور سرخ (۶۶۰ نانومتر) را جذب می‌کند. این دو شکل به یکدیگر تبدیل می‌شوند. شکل فعال با جذب نور سرخ دور، به شکل غیرفعال تبدیل می‌شود؛ همچنین در طول شب به آرامی تجزیه و به شکل غیرفعال درمی‌آید. تبدیل تدریجی شکل فعال به غیرفعال، علامتی برای پایان روز است. شکل غیرفعال بر اثر تابش نور خورشید و دریافت نور سرخ به شکل فعال درمی‌آید. در واقع شکل فعال فیتوکروم در به راه انداختن واکنش‌های مربوط به گل دهی نقش دارد.

■ طول شب و روز علاوه بر تأثیری که بر گل دهی دارد، در باز و بسته شدن بعضی گل‌ها نیز نقش دارد؛ مثلاً برگ بعضی گیاهان تیره باقلا با پایان روز روی هم تا می‌شوند، یا اینکه مثلاً گلبرگ گل‌ها باز یا بسته می‌شوند.

### اصلاح کج فهمی

ممکن است دانش‌آموزان انتظار داشته باشند که اگر گیاه در شرایط نوری مناسب قرار داشته باشد، حتماً گل بدهد. برای اینکه گیاهی گل بدهد، به مقدار مشخصی از ترکیبات و مواد مغذی نیاز دارد. اگر خاک یا آب و هوا مناسب نباشد، گیاه از هر نوعی که باشد (روز کوتاه، روز بلند، بی تفاوت) گل نمی‌دهد.

از دانش‌آموزان بخواهید تجارب احتمالی خود را درباره این پاسخ گیاهان به دما، گرانش و تماس ارائه دهند؛ همچنین می‌توانند آزمایش‌هایی برای بررسی این پاسخ‌ها پیشنهاد و انجام دهند؛ مثلاً اثر سرما بر رویش چند نوع دانه را با انجام آزمایش، بررسی کنند.

طرح چنین آزمایشی مبتنی بر انتخاب انواعی از دانه‌ها و تشکیل دو گروه شاهد و آزمودنی (تیمار) است. در این حالت باید یک گروه در شرایط معمول و گروه دیگر را در سرما قرار داد و میزان رویش دانه را براساس شمارش دانه‌های رشد یافته بررسی و دو گروه را با هم مقایسه کرد. دانش‌آموزان می‌توانند متغیر زمان قرار گرفتن در سرما را نیز به طرح آزمایش خود اضافه کنند.

دربارۀ پاسخ به سرما، می‌توانید به جوانه‌های روی شاخه اشاره کنید که برای جلوگیری از اثر سرما با برگ‌های پولک مانند، محافظت می‌شوند. همچنین این برگ‌ها ترکیبات موم مانند دارند که نقش عایق دمایی را برای این جوانه‌ها دارد.

## دانستی‌هایی برای معلم

برگ گیاه حساس از نوع مرکب است که در آن تعدادی برگچه به دمبرگ متصل‌اند. در این محل یاخته‌های بالشتکی (Pulvinus) وجود دارند. همان‌طور که در شکل می‌بینید، وقتی برگچه‌ها تحریک می‌شوند، یک علامت الکتریکی تولید می‌شود و

یون‌های پتاسیم از یاخته‌های بالشتکی یک نیمه به درون فضای بین یاخته‌ای نیمه دیگر پمپ و باعث اسمز سریع آب در یک نیمه می‌شوند. از دست دادن فشار تورژسانس در یک نیمه، باعث می‌شود برگ تا بخورد (شکل ۱).

در برگ گیاه گوشت‌خوار یا حشره‌خوار مگس‌گیر ونوس، کرک‌هایی وجود دارد که برخورد حشره با آنها پیامی را ایجاد می‌کند. یکی از نتایج این پیام بسته شدن برگ تله‌مانند است. حشره‌های کوچک شاید بتوانند از لابه‌لای دندان‌های لبه برگ خارج شوند؛ اما حشره‌های بزرگ‌تر به دام می‌افتند و گوارش می‌یابند.



شکل ۱- چگونگی تا خوردن برگ گیاه حساس



## پرسش‌های احتمالی دانش‌آموزان

آیا فقط تماس باعث تا شدن برگ گیاه حساس می‌شود؟ خیر. علاوه بر تماس و ضربه، باد، حرارت و نور شدید علامت الکتریکی را ایجاد می‌کنند.

برگ گیاه حساس با چه سرعتی تا می‌شود؟ برگ یک یا دو ثانیه بعد از تحریک تا می‌شود. چه مدت زمانی طول می‌کشد تا برگ گیاه دوباره به حالت عادی برگردد؟ بعد از ۱۵ تا ۲۰ دقیقه آب دوباره وارد یاخته‌هایی می‌شود که فشار تورژسانس خود را از دست داده‌اند؛ بنابراین برگ به حالت اولیه خود برمی‌گردد.

بسته شدن برگ‌ها چه فایده‌ای برای گیاه دارد؟ حشره‌ها معمولاً تمایلی به خوردن گیاهان پلاسیده ندارند. گیاه پلاسیده به معنای غذای بدون کیفیت است. از طرفی برگ تا شده، بستر نامناسبی برای نشستن این جانوران است.

آیا گیاهان گوشت‌خوار فتوسنتز نمی‌کنند؟ این گیاهان همانند گیاهان دیگر فتوسنتز نیز می‌کنند. شکار حشرات و گوشت‌خواری سازشی برای تأمین نیتروژن مورد نیاز است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد اگر کمبود نیتروژن در محیط نباشد، برگ‌های تله کمتری ساخته می‌شوند.

آیا گیاهان گوشت‌خوار انسان یا جانوران بزرگ را شکار می‌کنند؟ چنین پرسشی به علت تأثیرپذیری از فیلم‌های تخیلی است. گیاهان گوشت‌خوار اندازه‌های غول‌پیکر ندارند. از طرفی حتی دیده شده نوعی خفاش کوچک نیز در گیاه گوشت‌خوار با برگ‌های کوزه‌ای شکل زندگی می‌کند، بدون اینکه گیاه به آن آسیب برساند. خفاش از حشراتی که به سمت گیاه می‌آیند، تغذیه و گیاه از نیتروژن مواد دفعی خفاش استفاده می‌کند.

## پاسخ‌هایی از جنس دفاع

در این قسمت توجه دانش‌آموزان را به این موضوع جلب کنید که گیاهان نیز مانند جانوران از خود دفاع می‌کنند. در اینجا نیز دفاع به دو شکل جلوگیری از ورود و نیز فرایندهای از بین بردن بافت‌های آلوده و نابودی عوامل بیماری‌زا انجام می‌شود.

از دانش‌آموزان بخواهید تا با خواندن متن، دریافت خود را به طور خلاصه بنویسند. ارتباط گیاهان با جانوران از مباحث دیگری است که می‌تواند دانش‌آموزان را به مطالعه درباره گیاهان علاقه‌مند کند. از آنها بخواهید مثال‌هایی از ارتباط گیاهان و جانوران ارائه دهند. انتظار داریم که گرده‌افشانی، پراکنش دانه، استفاده غذایی و نیز لانه را بیان کنند. در

اینجا مثال خاصی از ارتباط گیاه و جانور ارائه شده است. توجه داشته باشید که ارتباط‌هایی وجود دارد که به سادگی در محیط قابل مشاهده‌اند. توجه دانش‌آموزان را به گنجشک‌هایی جلب کنید که روی درختان لانه می‌سازند. این گنجشک‌ها حشراتی را که ممکن است برای درخت مضر باشند، شکار می‌کنند.

### تکالیف عملکردی

- اندیشه‌هایی برای پژوهش دربارهٔ عوامل مؤثر در رشد و نمو گیاهان ارائه و برای بررسی درستی این اندیشه‌ها آزمایش‌های ساده‌ای را طراحی و اجرا می‌کنند.
- نقشه‌های مفهومی برای مفاهیم و فرایندهایی که در این فصل آموخته‌اند، ارائه و خلاصه‌هایی به زبان خود ارائه می‌دهند که نشان‌دهندهٔ درک آنها از مفاهیم علمی فصل باشد.
- گزارش‌هایی مبنی بر سازوکارهای دفاعی در گیاهان ارائه می‌دهند.
- برای پرورش گل در فصل‌های متفاوت روش‌های عملی به کار می‌برند.

## پاسخ فعالیت‌های فصل ۹

### فعالیت ۱

نتیجه‌ای که دانش‌آموزان از این فعالیت می‌گیرند، این است که سیتوکینین در ریشه‌زایی، به معنای ایجاد ریشه‌های فرعی، نقش بازدارنده یا منفی دارد.

### فعالیت ۲

انتظار داریم دانش‌آموزان در پاسخ به این پرسش بگویند که چنین اندیشه‌ای برای درختان میوه و به‌طور کلی گیاهانی که از میوه آنها استفاده می‌شود، مناسب نیست. در صورتی که با تغییر ژن بتوان یاخته‌های گیاه را نسبت به اتیلن غیرحساس کرد، به این معناست که در فرایند رسیدگی میوه اختلال ایجاد کرده‌ایم.

### فعالیت ۳

این ترکیبات می‌توانند به دلیل شباهت‌های ساختاری که ممکن است با بعضی ترکیبات در پیکر انسان و جانداران دیگر داشته باشند، در فرایندهای زیستی وارد و احتمالاً اثرهای نامطلوبی بر سلامت محیط زیست و انسان بگذارند؛ مثلاً سیتوکینین‌ها باعث تحریک تقسیم یاخته می‌شوند، حال اگر سیتوکینینی که به‌طور مصنوعی ساخته شده، وارد پیکر جانداران شود، ممکن است، سرعت تکثیر یاخته‌ها را افزایش دهد. توجه داشته باشید که این ترکیبات در گیاهان در حجم عظیم وجود ندارد؛ در حالی که ترکیبات مصنوعی معمولاً همراه با مواد دیگر که نقش حجم‌دهنده یا پایدارکننده دارند، در مقادیر فراوان و گاه بدون رعایت استانداردهای لازم به کار می‌روند.

### فعالیت ۴

در طراحی آزمایش باید متغیرهای مستقل و متغیرهای وابسته را مشخص کنند. متغیر مستقل در اینجا نور و متغیر وابسته پاسخ ریشه است؛ بنابراین پاسخ ریشه به متغیر مستقل در دو حالت وجود نور و نبود نور بررسی می‌شود. در این آزمایش برای کنترل بهتر شرایط باید پاسخ ریشه اولیه به نور یک‌جانبه بررسی شود. نتایج این آزمایش به صورت کیفی و در سه حالت ممکن ارائه می‌شود: گرایش مثبت به سمت نور، گرایش منفی به سمت نور، بی‌تفاوت (منظور از بی‌تفاوت در اینجا این است که ریشه خم نشود).

## فعالیت ۵

تصاویر نشان می‌دهد که شکستن شب با یک جرعه نوری سبب می‌شود که گیاه روز کوتاه داوودی گل ندهد.

## فعالیت ۶

دانش‌آموزان با پدیده رقابت آشنا هستند. پاسخ دانش‌آموزان باید در بردارنده مفهوم رقابت باشد و نیز این واژه را باید به کار ببرند. می‌دانیم که رقابت بین همه جانداران بر سر دستیابی به منابعی مانند مواد مغذی و همچنین جا وجود دارد. بنابراین گیاهی که بتواند مانع از رشد گیاهان دیگر در اطراف خود شود، به منابع بیشتری دست می‌یابد و احتمالاً در رقابت با گیاهان دیگر در ماندگاری، موفق‌تر عمل می‌کند. این پدیده آلوپاتی (Allelopathy) نامیده می‌شود.

## فعالیت ۷

قسمت الف) پاسخ دانش‌آموز هر چه باشد باید بتواند از آن دفاع کند. بنابراین طرح آزمایشی که دانش‌آموز ارائه می‌دهد، معیاری برای علمی بودن استدلال دانش‌آموزان است. طرح آموزش باید دارای فرضیه، مشخص کردن متغیرها و نیز روش کار باشد. چنین آزمایشی می‌تواند بین دانش‌زیستی و فیزیک دانش‌آموزان ارتباط برقرار کند. مثبت یا منفی بودن پاسخ دانش‌آموزان به این پرسش، تأثیر چندانی در طرح آزمایش ندارد، زیرا این طرح باید شامل یک گروه تیمار و حداقل یک گروه آزمودنی باشد. گروه تیمار باید در محیطی بدون صدا و گروه آزمودنی باید در محیطی با صدایی با ویژگی‌های مشخص و مهارشده قرار داشته باشد. عوامل دیگر نیز باید برای گروه تیمار و آزمودنی یکسان باشد. می‌توان اثر صوت را مثلاً روی رویش دانه بررسی کرد. قسمت ب) این بخش از فعالیت از فعالیت‌هایی است که باید قبل از شروع آموزش فصل از دانش‌آموزان بخواهید آن را انجام دهند و سپس با استفاده از ارائه دانش‌آموزان به مبحث ساز و کارهای دفاعی در گیاهان بپردازید. دانش‌آموزان با توجه به فصل ایمنی در جانوران و تجارب خود می‌توانند از این مفهوم در گیاهان، فعالیت را به صورت ساده ارائه کنند.

## پیوست (توضیح واژگان فرهنگستان)

### آسه (axon / آکسون)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر اول (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «آکسون» با تعریف «زایده یا رشته عصبی استوانه‌ای بلندی که تکانه عصبی را از جسم یاخته‌ای در یک جهت به بیرون هدایت می‌کند»، معادل «آسه» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم است. axon از ریشه axis به معنای محور گرفته شده و به همین دلیل در فارسی نیز برای آن «آسه» را که به معنی محور استفاده شده است، انتخاب کرده‌اند. معنای اصلی «آسه»، آن گونه که در فرهنگ نفیسی (ناظم‌الاطباء) به کار رفته، معادل «آس» یعنی سنگ آسیا بوده که مجازاً به محور سنگ آسیا و توسعاً مطلق محور نیز اطلاق شده است. در چند دهه اخیر برای نخستین بار در حوزه پزشکی از «آسه» در ترکیب «استخوان آسه» در برابر axis bone استفاده شده است. البته در برخی حوزه‌های دیگر از جمله فیزیک برخی از استادان، از جمله دکتر محمود حسابی، واژه (آسه) را با مفهوم محور در برابر axis استفاده کرده‌اند.

### دارینه (dendrite / دندریت)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر اول (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «دندریت»، با تعریف «هر یک از زایده‌های کوتاه رشته‌مانند میان یاخته‌ای در یاخته عصبی»، معادل «دارینه» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت واژه آن [اسم (دار) + پسوند (-ینه)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی اشتقاق استفاده شده است. زایده‌هایی که از یاخته عصبی بیرون زده‌اند بر دو دسته هستند. یک زایده منفرد طولانی در امتداد محور یاخته عصبی که به آن آسه می‌گویند که در بالا به آن اشاره شد و دیگر، زایده‌های کوچک و پُراشعایی که شبیه به شاخه‌های درخت هستند و در امتداد محور یاخته عصبی نیستند. پیشوند - dendro از ریشه یونانی dendron به معنی درخت و درخت‌وار است و به همین دلیل در فارسی نیز از واژه دار به معنی درخت استفاده شده و با افزودن پسوند نسبت (-ینه) معنی «آنچه شبیه درخت است» می‌دهد.

### همایه (synapse / سیناپس)

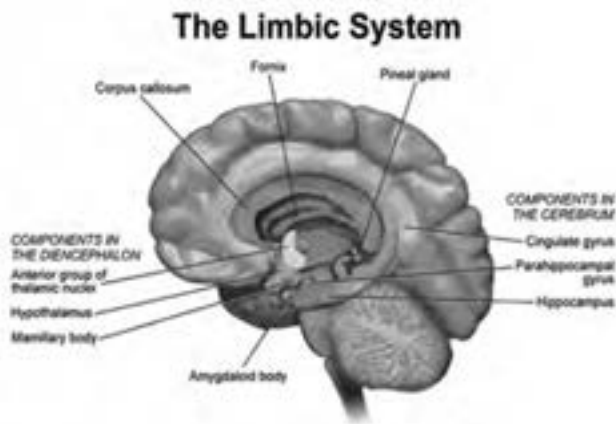
گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر دوم (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «سیناپس»، با تعریف «محل اتصال دو یا چند یاخته عصبی»، معادل «همایه» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت واژه آن [پیشوند (هم -) + ستاک حال (آی) + پسوند (-ه)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی اشتقاق استفاده شده است.

synapse از دو جزء syn به معنی هم و haptein که در یونانی به معنی بستن و محکم کردن به کار می‌رود تشکیل شده است که در مجموع معنای به هم پیوستن و به هم متصل شدن دارد که از نظر مفهومی با متصل شدن دندریت‌ها به آکسون متناسب است. معادل مصوب «همایه» که از فعل مرکب به هم آمدن در معنای به هم پیوستن ساخته شده است منطبق با تعریف این واژه و مفهوم آن است.

### دستگاه کناره‌ای (limbic system / لیمبیک سیستم)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر دوم (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «لیمبیک سیستم»، با تعریف «مجموعه‌ای از ساختارهای مغزی که در تمام پستانداران وجود دارد و در انجام عمل بویایی و فعالیت‌های دیگر مانند اعمال خودفرمان و بروز هیجان و سایر رفتارها دخالت دارد»، معادل «دستگاه کناره‌ای» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه، اسم و ساخت واژه آن [اسم (دستگاه) + صفت (کناره‌ای)] است. این اسم یک ترکیب وصفی است.

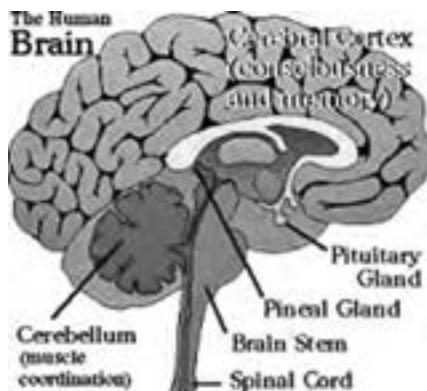
limbic از ریشه فرانسوی limbe به معنای حاشیه و کناره (edge) گرفته شده است. اولین بار شخصی به نام پُل بروکا در دهه ۴۰ میلادی این نام‌گذاری را انجام داده است و وجه تسمیه آن واقع شدن اجزای این دستگاه در محل اتصال ساقه مغز به نیمکره‌های مخ است. این دستگاه از مجموعه‌ای از ساختارهای مغزی به مرکزیت نهنج تشکیل شده است و سایر اجزاء، مانند اسبک مغز (hippocampus) و زیرنهنج (hypothalamus)، در پیرامون آن واقع شده‌اند.



غدهٔ رومغزی، رومغزی (epiphysis gland, epiphysis / غدهٔ اپیفیز، اپیفیز)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر اول (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژهٔ بیگانه «غدهٔ اپیفیز / اپیفیز»، با تعریف «تودهٔ بافتی مخروطی‌شکل کوچکی که به وسیلهٔ ساقه‌ای به دیوارهٔ پسین بطن سوم مغز متصل است»، معادل «غدهٔ رومغزی» را تصویب کرده است. مقولهٔ دستوری این واژه اسم و ساخت واژهٔ آن [اسم (غده) + صفت (رومغزی)] است. این اسم یک ترکیب وصفی است. «رومغزی» مترادف مصوب فرهنگستان برای این واژه است.

مترادف این واژه، غدهٔ صنوبری یا pineal gland است. pineal در زبان انگلیسی منسوب به pine (کاج) است و چون شکل این غده مبنای نام‌گذاری آن قرار گرفته، ترجمهٔ این اصطلاح کاجی‌شکل است. در اصطلاح فارسی غدهٔ صنوبری، شکل این غده به درخت صنوبر تشبیه شده است. اساس نام‌گذاری معادل دیگر آن یعنی «رومغزی» در برابر epiphysis، محل قرار گرفتن این غده است؛ چرا که اگر مغز میانی را نقطهٔ مرجع فرض کنیم، غدهٔ رومغزی نسبت به آن بالاتر و عقب‌تر قرار گرفته است؛ در حالی که غدهٔ زیرمغزی پایین‌تر و جلوتر از آن واقع است. منظور از مغز در معادل فارسی غدهٔ رومغزی همان مغز میانی است. به همین قیاس hypophysis غدهٔ زیرمغزی نامیده شده است. شایان ذکر است که pineal gland مترادف epiphysis gland و pituitary gland مترادف hypophysis gland است.

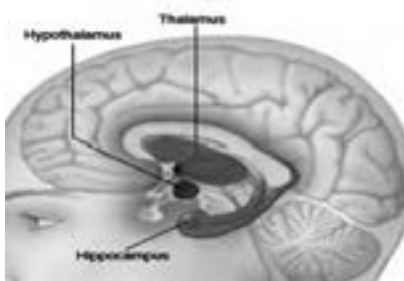


### نَهَنج (thalamus / تالاموس)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر اول (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «تالاموس»، با تعریف «هر یک از دو توده ماده خاکستری که در طرفین بطن سوم مغز قرار دارد و بخشی از دیواره جانبی حفره بطن سوم را تشکیل می‌دهد»، معادل «نَهَنج» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم است. thalamus واژه‌ای یونانی به معنای قبه و سقف قوسی است و علت اطلاق آن به این اسم، ساختار مغزی، شکل برجسته و بیضی‌مانند آن است؛ بنابراین به صورت استعاری از لفظ قبه (thalamus) برای آن استفاده شده است. در فارسی نیز این بافت به جوال یا کیسه گونی توپر شبیه شده است و معادل «نَهَنج» که به معنای جوال است، برای آن انتخاب شده است. نَهَنج در گیاه‌شناسی نیز به کار رفته که البته در آن حوزه معادل receptacle است. برخی از پیش‌کسوتان گیاه‌شناسی در ایران، مانند حسین گل‌گلاب، از این شباهت شکلی برای نام‌گذاری بافت گیاهی مذکور استفاده کرده و معادل نَهَنج را پیشنهاد داده‌اند که به تصویب فرهنگستان اول (۱۳۳۲-۱۳۱۴) نیز رسیده است. به دلیل مفهوم دوگانۀ thalamus (۱- بخشی از دستگاه عصبی انسان ۲- بخشی از ساختار گل)، فرهنگستان سوم (از ۱۳۶۹ تاکنون) تصمیم گرفت که معادل نَهَنج را برای مفهوم اول نیز به تصویب برساند. به این صورت نَهَنج در فارسی همچون thalamus در انگلیسی دارای دو مفهوم مجزا و متفاوت در زیست‌شناسی گیاهی و جانوری است و تنها دلیل این نام‌گذاری در دو حوزه مذکور شکل جوال‌مانند دو ساختار گیاهی و جانوری است.

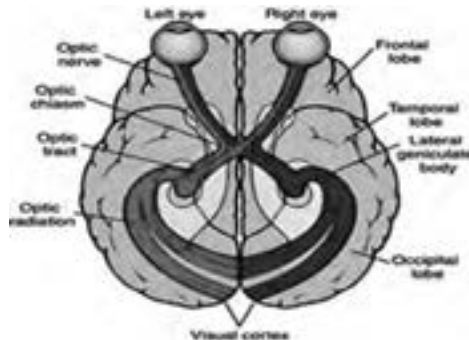


hippocampus واژه‌ای یونانی است که خود مرکب از دو جزء hippos به معنای اسب و campus به معنای ساختار بندبند است که در مجموع برای اسب دریایی به کار می‌رود. این واژه از سال ۱۷۰۶ میلادی در کالبدشناسی به کار رفته و علت انتخاب آن شباهت شکلی این بخش از دستگاه کناره‌ای مغز به اسب دریایی است. معادل فارسی «اسبک» نیز براساس همین ریشه‌شناسی [اسم (اسب) + پسوند شباهت (-ک)] ساخته شده است.



### چلیپا (chiasm, chiasma / کیاسم، کیاسما)

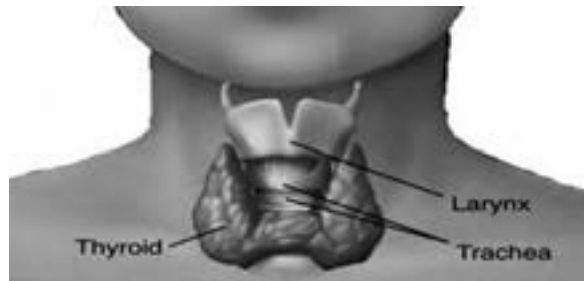
گروه واژه‌گزینی علوم پایه پزشکی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر هشتم (سال ۱۳۹۰) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه «کیاسم/ کیاسما»، با تعریف «حالت بخش‌ها یا ساختارهایی از بدن انسان که صلیب‌وار از روی یکدیگر یا از کنار یکدیگر عبور می‌کنند»، معادل «چلیپا» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم است. chiasma به معنای صلیب یا چلیپیاست و سابقه آن در زبان پزشکی به سال ۱۸۳۲ برمی‌گردد. با توجه به تعریف، شکل این ساختار سبب شده تا از استعاره صلیب استفاده شود. معادل فارسی «چلیپا» به معنای صلیب براساس همین قاعده برگزیده شده و به تصویب فرهنگستان رسیده است.



### سپردیس، تیروئید (thyroid / تیروئید)

گروه واژه‌گزینی پزشکی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر اول (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه «تیروئید»، با تعریف «غده درون‌ریز واقع در جلوی گردن»، معادل «سپردیس» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت‌واژه آن [اسم (سپر) + پسوند (- دیس)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی اشتقاق استفاده شده است.

thyroid نامی است که آن را توماس وارتون، کالبدشناس و پزشک انگلیسی (۱۶۷۳-۱۶۱۴)، ابداع کرد و از نظر ریشه‌شناسی به معنای سپرمانند است و در اصل برای نامیدن غضروفی که قسمت جلویی حنجره را تشکیل می‌دهد و در زبان عمومی «سیب آدم» نامیده می‌شود، به کار رفته است. علت نام‌گذاری آن، شباهت این غضروف به سپر جنگی است و غده‌ای با شکل مشابه که در زیر این غضروف قرار دارد نیز به همین نام نامیده شده است. معادل فارسی «سپردیس» نیز گرده‌برداری (ترجمه جزء به جزء) از واژه لاتین thyro : thyroid (سپر) + Oid- (پسوند شباهت) است.



### تراگذاری (diapedesis / دیاپدز)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر اول (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «دیاپدز» با دو تعریف «۱- عبور گویچه‌های سفید خون از دیواره مویرگ به محیط پیرامون ۲- مهاجرت یاخته به خارج در حالت لاروی برخی از اسفنج‌ها»، معادل «تراگذاری» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت‌واژه آن [پیشوند(ترا-) + ستاک حال (گذر) + پسوند (- ی)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی اشتقاق استفاده شده است.

diapedesis ریشه یونانی دارد و از دو جزء - dia به معنی /ز میان و pēdon به معنای

جهیدن تشکیل شده و در مجموع به معنای از میان چیزی گذاشتن است. معادل فارسی «تراگذاری» نیز مرکب از دو جزء «ترا-» و «گذری» است. «ترا-» پیشوندی است که در زبان فارسی باستان معنی آن سو و طرف دیگر را می‌دهد و در دوره معاصر در فارسی علمی این پیشوند بیشتر معادل پیشوند انگلیسی - trans در واژه‌سازی مورد استفاده قرار گرفته است. البته در مواردی به‌عنوان معادل پیشوند - dia از آن بهره گرفته شده که علاوه بر واژه فوق می‌توان به معادل «تراکافت» در برابر dialysis اشاره نمود.

### پادگن (antigen / آنتی‌ژن)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر اول (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «آنتی‌ژن» با تعریف «ماده‌ای که دستگاه ایمنی را وادار به تولید پادتن کند و با آن وارد واکنش شود»، معادل «پادگن» را تصویب کرده است. antigen نخستین بار در سال ۱۹۰۸ میلادی به کار رفته است و در حقیقت مختصر شده anti (body) gen به معنای تولیدکننده و زاینده پادتن (antibody) است. که از دو جزء - anti به معنای ضد یا پاد و gen که از ریشه یونانی genēs به معنی زادن است گرفته شده که خود به ریشه هندواروپایی gen با همین معنا برمی‌گردد. جالب است بدانیم که زادن فارسی نیز از همین ریشه هندواروپایی نشئت گرفته است. واژه زن در فارسی و ژن در گردی دو مشتقی هستند که از همین ریشه هندواروپایی gen از طریق زبان‌های ایرانی باستان و میانه به زبان فارسی امروز راه پیدا کرده‌اند. معادل فارسی «پادگن» گرده‌برداری کامل از اصطلاح antigen است، یعنی پاد در برابر - anti و گن در برابر gen. البته پسوند - gen در زبان علمی معاصر فارسی در برخی حوزه‌ها عمدتاً به جزء ترکیب‌ساز «زا» ترجمه شده است. اما واژه «پادگن» زمانی ساخته شده که هنوز این معیارسازی صورت نگرفته بود. ظاهراً کسانی که پسوند - gen را در فارسی وضع کرده‌اند، از طرفی نگاهی به ریشه هندواروپایی آن داشته‌اند و از طرف دیگر همانندسازی با معادل‌های اروپایی این واژه، به‌ویژه معادل آلمانی آن را مد نظر داشته‌اند.

واژه «پادتن» نیز که به معنی جسم پاد یا ماده مُضاد (ضد) است، در واقع ماده‌ای است که در دستگاه دفاعی بدن تولید می‌شود و علیه ماده بیگانه مهاجم، پادگن یا ماده پاد (تن) گن یا پادتن‌زا، عمل می‌کند. «پادتن» نیز مانند «پادگن» گرده‌برداری کامل از اصطلاح انگلیسی است، یعنی پاد در برابر - anti و تن در برابر body.

## فامینه (chromatin / کروماتین)، فامینک (chromatid / کروماتید)، فام‌تن (chromosome / کروموزوم)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر دوم (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «کروماتین»، با تعریف «مجموعه‌ای از اسیدهای هسته‌ای و پروتئین‌ها که به شدت رنگ‌پذیر است و در هنگام تقسیم یاخته‌ای، فام‌تن ایجاد می‌کند»، معادل «فامینه» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت واژه آن [اسم (فام) + پسوند (-ینه)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی اشتقاق استفاده شده است.

chromatin را والتر فلمینگ، کاشف کروماتین، در سال ۱۸۷۸ برای نخستین بار به کار برده است. وی در حین مطالعه تقسیم یاخته‌ای متوجه شد که هسته یاخته با ساختار یادشده در تعریف، در رنگ‌آمیزی یاخته با رنگ‌های بازی به شدت رنگ را جذب می‌کند. از این رو، از واژه chromatin که از دو جزء chrom به معنای رنگ و پسوند نسبت in - تشکیل شده است، استفاده کرد. بنابراین کروماتین در مجموع به معنی توده رنگی است. معادل فارسی «فامینه» نیز روش گرده‌برداری از واژه انگلیسی ساخته شده و دارای دو جزء فام به معنی رنگ و پسوند نسبت «-ین» است. از میان واژه‌های دیگری که در این شبکه مفهومی مطرح است می‌توان به کروموزوم و کروماتید اشاره کرد. این دو واژه بعدها با پیشرفت علم به مجموعه واژه‌های علمی افزوده شدند و به قیاس با کروماتین نام‌گذاری شدند.

والتر در سال ۱۸۸۸ chromosome را برای نامیدن رشته‌های نظم‌یافته کروماتینی در فرایند تقسیم یاخته‌ای به کار برد. این واژه از دو جز chrome و پسوند some - تشکیل شده که some - در لاتین به معنی تن است و در اینجا مجازاً به معنی جسم به کار رفته و روی هم رفته به معنای جسم رنگی است. پس از آن پسوند some - به‌عنوان یکی از پسوندها برای نامیدن برخی اندامک‌های یاخته‌ای با معادل «تن» تخصیص یافت. با کشف ساختار دورشته‌ای فام‌تن (کروموزوم)، هر یک از دو ساختار رشته‌ای حاصل از دو تا شدن فام‌تن در فرایند تقسیم یاخته‌ای را کروماتید نامیدند. chromatid از دو جزء chrom و پسوند اسم‌ساز id - تشکیل شده است. این پسوند در حوزه زیست‌شناسی در بسیاری موارد برای نام‌گذاری برخی ساختارها استفاده می‌شود. معادل فارسی «فامینک» از دو جزء فامینه و پسوند تصغیر «-ک» ساخته شده است. از آنجا که کروماتید یکی از دو رشته کروموزوم

است، ترجیح داده شد که برای نشان دادن رابطه جزء و کل بین آنها از ساختار تصغیری استفاده شود.

### هسته تن (nucleosome / نوکلئوزوم)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر دوم (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «نوکلئوزوم»، با تعریف «دانه‌های تسبیحی شکل تشکیل دهنده فام تن که از پروتئین‌های هسته‌ای و دنا تشکیل شده است»، معادل «هسته تن» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت واژه آن [اسم (هسته) + اسم (تن)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی ترکیب استفاده شده است.

nucleosome از دو جزء nucleous به معنی هسته و پسوند some - به معنای تن (جسم) تشکیل شده است. همان‌طور که در مبحث کروموزوم بیان شد پسوند some - در زبان انگلیسی و تن در زبان علمی فارسی برای نامیدن برخی اجزا و اندامک‌های یاخته‌ای تثبیت شده است. معادل فارسی «هسته تن» نیز دقیقاً گرده‌برداری از نوکلئوزوم است.

### رشتمان (mitosis / میتوز)، کاستمان (meiosis / میوز)

#### نام‌گذاری انواع تقسیم یاخته‌ای:

ویژگی مهمی که در نام‌گذاری انواع تقسیم یاخته‌ای در نظر گرفته شده این است که آیا تعداد فام تن‌هایی که از یاخته مادر به یاخته‌های دختر منتقل می‌شود، ثابت است یا کاهش یافته است؟ آنچه به عنوان تقسیم میوز (کاستمانی) شناخته شده نشان می‌دهد که تعداد فام تن‌های منتقل شده به یاخته دختر در مقایسه با یاخته مادر به نصف کاهش یافته است. شیوه تقسیم یاخته‌ها به شرح زیر است:

#### mitosis

این واژه در سال ۱۸۸۷ برای نخستین بار توسط والتر فلمینگ ابداع شد. این واژه از دو جزء mitos که در یونانی به معنای رشته است و پسوند -osis، که در لاتین پسوند اسم مصدر ساز است و فرایند را نشان می‌دهد، تشکیل شده است. علت این نام‌گذاری آشکار شدن رشته فامینه (کروماتین) در مراحل اولیه تقسیم یا تشکیل رشته‌های دوکی شکل هنگام جدا شدن ۴ تایی‌های فام تنی است. معادل فارسی «رشتمان» نیز از دو جزء ستاک حال رشت از مصدر رشتن به معنای رشته کردن و پسوند اسم مصدر ساز

«مان» که برای نشان دادن حالت و فرایند به کار می‌رود، تشکیل شده است.

## ۲ meiosis

تقسیم میوز (کاستمانی) در سال ۱۹۰۵ کشف شد. meiosis از دو جزء meion یونانی به معنای کاستن و پسوند OSIS - تشکیل شده است. معادل فارسی «کاستمان» نیز از دو جزء ستاک گذشته کاست از مصدر کاستن و پسوند «مان» تشکیل شده است.

**تک لاد (haploid / هاپلوئید)، دو لاد (diploid / دیپلوئید)، چند لاد (polyploidy / پلی پلوئید)**

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر دوم (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «هاپلوئید»، با تعریف «موجود یا یاخته دارای فقط یک دست فام‌تن»، معادل «تک‌لاد» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت‌واژه آن [صفت (تک) + اسم (لاد)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی ترکیب استفاده شده است.

ploidy یا لادمندی ویژگی دسته‌ای بودن یا مجموعه بودن فام‌تن‌های هم‌ساخت در یک یاخته یا موجود زنده است. انسان موجودی diploid است؛ یعنی در یاخته‌های بدن او دو دست فام‌تن هم‌ساخت موجود است. تعداد کل فام‌تن‌های هر یاخته بدن انسان ۴۶ است. از نظر ریشه‌شناسی ploidy از ploid لاتینی به معنای چین یا لایه یا تا گرفته شده و در اینجا مجازاً به معنای دست یا مجموعه است. با توجه به تعریف فوق، یاخته یا موجود زنده‌ای که دارای یک دست فام‌تن است haploid و آنهایی که دارای دو دست فام‌تن هستند diploid نام دارند. haploid از haplos یونانی به معنای تک و تنها و diploid از diplos به معنای دوتایی گرفته شده است. به همین قیاس poly در polyploid به معنای چند است. به عبارت دیگر haploid و diploid و polyploid به ترتیب به معنای تک‌دست / تک‌مجموعه و دودست / دو مجموعه و چنددست / چندمجموعه و به تعبیری «تک‌لاد» و «دولاد» و «چندلاد» هستند. لاد در حقیقت هم‌معنی لایه و گرده‌برداری از ploid است. در انتخاب لاد در معنای مجموعه و دست، نوعی همانندسازی آوایی - معنایی با واژه انگلیسی مد نظر بوده است.

پیش‌چهر (prophase/پروفاز)، پس‌چهر (metaphase/متافاز)، پسین‌چهر (anaphase/آنافاز)، واپسین‌چهر (telophase/تلوفاز)، میان‌چهر (interphase/اینترفاز)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر دوم (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «پروفاز» با تعریف «نخستین مرحله تقسیم یاخته‌ای که در طی آن فام‌تن‌ها با تقسیم طولی به فامینک‌ها تقسیم می‌شوند»، معادل «پیش‌چهر» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت‌واژه آن [صفت (پیش) + اسم (چهر)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی ترکیب استفاده شده است.

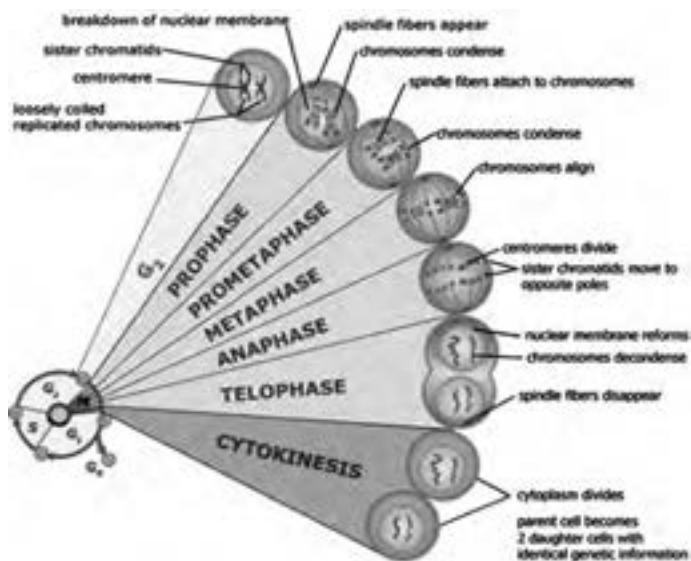
phase در انگلیسی امروز به معنی مرحله است. این در حالی است که از نظر ریشه‌شناسی به اهلۀ ماه (تظاهرات مختلف ماه از هلال به بدر) برمی‌گردد و در اصل به معنی ظاهر و نما و جلوه بوده و چون این تغییرات ظاهری ماه در روند زمانی خاصی صورت می‌گرفته، این واژه معنای مرحله پیدا کرده است. معادل فارسی «چهر» در واقع نوعی گرده‌برداری از ریشه اصلی phase است که از phasis یونانی به معنی ظاهر و نما گرفته شده است. از آنجا که تغییرات صورت گرفته در هر مرحله از تقسیم یاخته به ظهور نماهای متفاوتی در زیر ریزبین (میکروسکوپ) منجر می‌شود، معادل «چهر» که به معنای چهره و نما و ظاهر و نمود است، مجازاً، به معنای مرحله گرفته شده است. از پنج مرحله مختلف تقسیم رشتمانی (میتوز) یکی مرحله استراحت یاخته در بین دو مرحله تقسیم است. از این رو معادل «میان‌چهر» (به قیاس با میان‌پرده در نمایش) برای **interphase** انتخاب و تصویب شده است.

pro- در prometaphase به معنی پیش و metaphase به معنی «پس‌چهر» است و در مجموع معنای مرحله پیشین و مقدماتی پس‌چهر یا پیشاپس‌چهر را می‌دهد. به عبارتی دقیق‌تر این مرحله بین «پیش‌چهر» (پروفاز) و «پس‌چهر» (متافاز) قرار دارد. در ۴ مرحله بعدی به ترتیب از پیشوندهای «پیش-»، «پس-»، «پسین-» (به معنی پس‌تر) و «واپسین-» (به معنی آخرین) استفاده شده تا تقدم و تأخر مراحل نشان داده شود. این در حالی است که در معادل‌های انگلیسی یا به تقدم و تأخر اشاره شده، مانند pro- و telo- یا به ماهیت تغییر و شرح رخداد مانند meta- و ana-

pro- به معنای پیش و در نتیجه، prophase به معنی مرحله آغازین است. telo- به معنای آخر و در نتیجه telophase به معنای مرحله پایانی است. این مرحله در واقع «جداشوی کامل» یاخته‌های دختر از یکدیگر است.

پیشوند یونانی meta- دارای معانی بسیار متعددی است؛ اما در اینجا مشخص‌ترین

معنایی که می‌توان به آن اطلاق کرد معنای دگر است که در واقع به «دگرچینی» و آرایش دگرگونه فام‌تن‌ها و چیدمان منظم آنها در استوای یاخته اشاره دارد. پیشوند یونانی **ana-** به معنای بالاست و **anaphase** به «فراکوچی» فام‌تن‌ها که همان حرکت فام‌تن‌ها به سوی دو قطب یاخته است، اشاره دارد.



### دگرنشینی (metastasis / متاستاز)

گروه واژه‌گزینی علوم پایه پزشکی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر دهم (سال ۱۳۹۲) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «متاستاز»، با تعریف «انتقال بیماری، عموماً سرطان، از نقطه‌ای از بدن به نقطه‌ای دیگر در حالی که پیوند مستقیمی میان آنها وجود ندارد»، معادل «دگرنشینی» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت واژه آن [پیشوند (دگر-) + ستاک حال (نشین) + پسوند (-ی)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی ترکیب و اشتقاق استفاده شده است.

metastasis از دو جزء meta به معنی دگر و histanai به معنی ایستادن و تثبیت کردن گرفته شده که در مجموع به معنای تثبیت شدن و قرار گرفتن در بافت یا اندام دیگر است. «دگرنشینی» نیز گرده‌برداری نسبی از واژه لاتین به معنای برخاستن از یک بافت/ اندام و نشستن در بافت / اندام دیگر است.



کامه (gamete / گامت)، زامه (sperm / اسپرم)، زامه‌زایی (spermatogenesis / اسپرماتوجنسیس)، زامه‌زا (spermatogonium / اسپرماتوگونئیوم)، زام‌یاخته (spermatocyte / اسپرماتوسیت)، زام‌یاختک (spermatid / اسپرماتید)، مامه (ovule, ovum / اووم، اوول)، مام‌یاخته (oocyte / اووسیت)، مامه‌زا (oogonium / اووگونئیوم)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر سوم (سال ۱۳۸۵) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «گامت»، با تعریف «یاخته جنسی که در فرایند لقاح و تشکیل تخم شرکت می‌کند»، معادل «کامه» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت‌واژه آن [اسم (کام) + پسوند (-ه)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی اشتقاق استفاده شده است.

gamy- جزء ترکیب‌سازی است که در فرهنگستان دوم (۱۳۵۷-۱۳۴۹) معادل «زامی» و در فرهنگستان سوم (از ۱۳۶۹ تاکنون) معادل «-کامی» برای آن انتخاب شده است. gamete نیز همانند جزء ترکیبی gamy- از ریشه یونانی به معنی ازدواج کردن و مجازاً لقاح گرفته شده و به معنای یاخته جنسی نر یا ماده یا یاخته‌ای است که با لقاح با مکمل خود یاخته تخم را می‌سازد.

gamete در زبان‌های اروپایی، در سال ۱۸۷۸ به وسیله ادوارد استراس برگر آلمانی برای اولین بار برای اطلاق به یاخته جنسی ابداع شد. این واژه از واژه یونانی gamete به معنی زن و gametes به معنای شوهر که هردوی آنها در یونانی از ریشه gamein به معنی ازدواج کردن و همسر گزیدن هستند؛ گرفته شده است. در فارسی کوشش‌های زیادی برای معادل‌گزینی این واژه در زبان علم صورت گرفته است که از جمله می‌توان به معادل پیشنهادی فرهنگستان دوم (فرهنگستان زبان ایران ۱۳۴۹-۱۳۵۷) یعنی «زامه» اشاره کرد. زامه از ریشه zám ایرانی باستان به معنای ازدواج کردن است. به عبارتی، با واژه داماد که شکل ایرانی باستان آن dāmātar و پیش از آن zāmātar بوده است، هم‌ریشه است. فرهنگستان دوم برای male gamete و female gamete به ترتیب «زامه نر» و «زامه ماده» را پیشنهاد کرده است. فرهنگستان سوم (فرهنگستان کنونی) «کامه» را معادل gamete پیشنهاد کرد که از مصدر کامستن در پهلوی به معنای میل و خواهش، به‌ویژه میل جنسی داشتن گرفته شده، که مجازاً به معنای رابطه جنسی و لقاح است. برای male gamete و female gamete برخلاف فرهنگستان دوم که واژه‌های مرکبی

ساخته‌اند، در فرهنگستان سوم به ترتیب معادل‌های «زامه» و «مامه» در نظر گرفته شده است. زامه به دلیل شباهت با ریشه باستانی zāmātar و زاماد گردی برای نشان دادن نر ساخته شده و مامه به صورت استعاری از مام و مادر برای نشان دادن ماده است.

«مامه» یا «تخمک، تخمک جانوری» که معادل **ovum/ovule** است به یاخته زایشی ماده اطلاق می‌شود که پس از لقاح به تخم تبدیل می‌شود و موجودی مشابه همان گونه را به وجود می‌آورد. «مامه» با واژه مام و مادر هم‌ریشه است و در حقیقت به معنای کامه ماده است. از مام یا مادر در این واژه به صورت استعاری برای اشاره به جنس ماده استفاده شده است. «مام یاخته» در برابر **oocyte** به معنای یاخته‌ای است در تخمدان پستانداران که پس از تقسیم کاستمانی، مامه تولید می‌کند. واژه **oocyte** که در سال ۱۸۹۵ میلادی ابداع شد از دو جزء **oo-**/**oon-** در اینجا به معنای تخمک/ مامه و **-cyte** به معنای یاخته تشکیل شده است. «گیامامه» (تخمک یا تخمک گیاهی) یا «مامه» در برابر **ovule**، بنا به تعریف عبارت است از مجموعه کیسه رویانی و بافت‌های اطراف آن. **ovule** از نظر ریشه‌شناختی واژه فرانسوی است که آن نیز از **ovulum** لاتین به معنای تخم کوچک یا تخمک است. پسوند **-ule** پسوندی است که اسم مصغر می‌سازد و **ovule** در واقع ترکیبی از **ovum** و پسوند **-ule** است.

**oogonium** از دو جزء **oo-** به معنی تخمک و مامه و **gonium** از **gonos** یونانی به معنای دانه تشکیل شده است. در اصل این اندام از طرفی به خاطر شکل کروی آن و از طرفی به خاطر قابلیت رشد و تبدیل شدن به یاخته بالغ و یا مام یاخته (**oocyte**) به دانه تشبیه شده است. معادل فارسی «مامه‌زا» در حقیقت مختصر شده مام یاخته‌زا است چرا که بر اثر رشد و بلوغ آن مام یاخته تشکیل می‌شود.

**sperm** از ریشه لاتین **sperma** با معنای پاشیدن و پراکندن مرتبط است. چند واژه انگلیسی دیگری که از همین ریشه گرفته شده‌اند، عبارت‌اند از: **spore** (هاگ)، **spray** (افشاندن) و **spread** (گسترده و پخش کردن). معادل فارسی «زامه» در برابر **sperm** به معنی **male gamete** است که در بخش **gamete** و **gamy** - شرح داده شده است.

**spermatogenesis** از دو جزء **spermato** و **genesis** تشکیل شده است. جزء اول به معنی یاخته جنسی نر (زامه) و جزء دوم به معنی زادن و تولید کردن است که در مجموع این واژه به معنی فرایند تولید زامه به کار می‌رود و منطبق بر معادل مصوب «زامه‌زایی» است.

**spermatogonium** از دو جزء spermato به معنی زامه و gonium از ریشه یونانی gonos به معنی دانه تشکیل شده است که پیش تر در قسمت oogonium توضیح داده شد. معادل فارسی «زامه‌زا» در واقع همان زام یاخته‌زا است.

**spermatocyte** از دو جزء spermato به معنی زامه و cyte- به معنای یاخته تشکیل شده است. «زام یاخته» (spermatocyte) در واقع شکل بالغ و تکامل یافته زامه‌زا (spermatogonium) است. زام یاخته که یاخته‌ای دلولاد (۲n فام‌تنی) است، بر اثر تقسیم کاستمانی به ۴ یاخته تک‌لاد (n فام‌تنی) به نام «زام یاختک» (spermatid) تبدیل می‌شود. «ک-» در فارسی هم بر نسبت و شباهت دلالت دارد و هم بر تصغیر. در اینجا نیز پسوند «ک-» که در واژه زام یاختک به کار رفته از طرفی کم‌شدن تعداد فام‌تن‌ها در مقایسه با زام یاخته (از ۲n فام‌تن به n فام‌تن) را نشان می‌دهد و از طرف دیگر انتساب آن را به زام یاخته.

**spermatid** از دو جزء spermato به معنای زامه و پسوند id- که برگرفته از لاتین و سازنده صفت نسبی است، تشکیل شده است. spermatid به sperma (to/ta) منسوب شده چرا که حاصل نهایی تقسیم آن است.

### بربیضه، برخاگ (epididymis / اپیدیدیم)

گروه واژه‌گزینی علوم سلامت فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر دوازدهم (سال ۱۳۹۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانۀ «اپیدیدیم»، با تعریف «ساختاری رشته‌مانند در امتداد مرز قدامی بیضه که محل نگهداری، انتقال و به بلوغ رساندن زامه است»، معادل «بربیضه» را تصویب کرده است و «برخاگ» مترادف مصوب آن است.

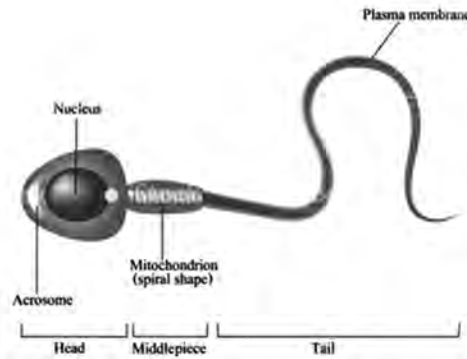
epididymis از دو جزء epi- به معنای روی و بر روی و بر و didymos به معنای بیضه تشکیل شده است. معادل «برخاگ» نوعی به‌واژه و حسن تعبیری برای احتراز از به‌کاربردن «بربیضه» است. خاگ برگرفته از خایگ پهلوی (xāyag) به معنای خایه و تخم‌مرغ است. چنانچه غذای خاگینه از لحاظ لغوی به معنی منسوب به خاگ است.

### تارک‌تن (acrosome / آکروزوم)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر سوم (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانۀ «آکروزوم»، با تعریف «پوشش کلاه‌مانندی که سر زامه را می‌پوشاند»، معادل «تارک‌تن» را تصویب کرده است. مقولۀ دستوری این

واژه اسم و ساخت واژه آن [اسم (تارک) + اسم (تن)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی ترکیب استفاده شده است. *perforatorium* و *apical body* مترادف‌های واژه انگلیسی هستند.

*acrosome* از دو جزء *acro-* که در لاتینی به معنای بالاترین نقطه چیزی است که خود از ریشه *ak* هندواروپایی به معنای تیزی و بلندی آمده است و پسوند *-some* به معنی تن یا جسم که پیش‌تر به تفصیل شرح داده شد، ساخته شده است. این واژه در مجموع به معنای جسمی است که در بالاترین نقطه قرار دارد و بر تعریف علمی منطبق است. مترادف انگلیسی *apical body* یا جسم نوکی نیز معنی مشابهی دارد.



معادل فارسی «تارک» براساس فرهنگ سخن به معنای قسمت بالا یا نوک هر چیز و همچنین قسمت بالا و میانی سر یا فرق سر آمده است. شکل زامه انسان به صورتی است که از سر و دم تشکیل شده و *acrosome* در قسمت نوک یا فرق این سر واقع شده است.

### نرماده (*hermaphrodite* / هرمافرودیت)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی شاخه ژن‌شناسی و زیست فناوری، فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر دوازدهم (سال ۱۳۹۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «هرمافرودیت»، با تعریف «موجودی که به طور طبیعی هر دو اندام تناسلی نر و ماده را داراست و می‌تواند هم زامه و هم تخمک پدید آورد»، معادل «نرماده» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت واژه آن [اسم (نر) + اسم (ماده)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی ترکیب استفاده شده است.

hermaphrodite از دو جزء Hermes و Aphrodite گرفته شده که هر دو از اساطیر یونانی هستند. Hermes مذکر است و ایزد تجارت و Aphrodite مؤنث و ایزدبانوی عشق و زیبایی. از نام این دو شخصیت اسطوره‌ای به صورت استعاری برای اشاره به مذکر و مؤنث استفاده شده است. معادل فارسی «نرماده» صورت صریح همین مفهوم است که با تعریف علمی فوق نیز مطابقت دارد.

### گُشناب‌دان (seminal vesicle / سمینال‌وزیکول)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب و فارسی در دفتر سوم (سال ۱۳۸۵) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «سمینال‌وزیکول»، با تعریف «اندامی در مهره‌داران و برخی از بی‌مهرگان که محل ذخیره گُشناب است»، معادل «گُشناب‌دان» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت‌واژه آن [اسم (گُشن) + اسم (آب) + پسوند (-دان)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی ترکیب و اشتقاق استفاده شده است. seminal vesicle از دو واژه seminal vesicle و vesicle تشکیل شده است. seminal صفتی است برگرفته از واژه لاتین semen که در اصل به معنای دانه و تخمه است؛ اما در زبان انگلیسی به معنای seminal fluid یا مایع منی نیز به کار رفته است. واژه semen با معنای دوم sperm مترادف است که در فرهنگستان سوم معادل «گُشناب» در برابر آن به تصویب رسیده است. این معادل از دو جزء گُشن (ستاک حال فعل گُشنیدن) که در لغت‌نامه دهخدا به معنی لقاح آمده و آب تشکیل شده که در مجموع به معنی آب‌لقاح است. شاید انتخاب آن از طرف واژه‌گزینان گروه تخصصی زیست‌شناسی نوعی به واژه‌سازی و تخصیص علمی بوده است.

vesicle از نظر ریشه‌شناسی به vesicular لاتینی برمی‌گردد که اسم تصغیر از vesica به معنی تاول و مثانه است. این واژه در پزشکی و زیست‌شناسی به بسیاری از ساختارهای کیسه‌مانند حاوی مایع اطلاق شده است. در اینجا نیز به معنای کیسه حاوی مایع منی است. «گُشناب‌دان» از طریق معادل‌سازی مفهومی ساخته شده و به معنای محل ذخیره گُشناب است.

### انبانک (follicle / فولیکول)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر سوم (سال ۱۳۸۵) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «فولیکول»، با تعریف «حفره کوچک و

گرد در میان بافت یا اندام»، معادل «انبانک» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت واژه آن [اسم (انبان) + پسوند تصغیر (-ک)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی اشتقاق استفاده شده است.

follicle از folliculus لاتینی به معنای کیسه کوچک پول یا توسعاً کیسه کوچک آمده است. واژه انبان نیز در فارسی به معنای کیسه و کیسه پول است. معادل فارسی «انبانک» گرفته‌برداری از ساخت انگلیسی است به این صورت که هر دو واژه فارسی و انگلیسی بر تعریف علمی آن منطبق هستند؛ به‌عنوان مثال می‌توان به انبانک مو و تخمدان نیز اشاره کرد.

### زهره، زهدان‌راه (vagina / واژن)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر سوم (سال ۱۳۸۵) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «واژن»، با تعریف «مجرای ماهیچه‌ای با پوشش مخاطی در پستانداران ماده که زهدان را به خارج متصل می‌کند»، معادل «زهره» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت واژه آن [اسم (زه) + اسم (راه)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی ترکیب استفاده شده است. «زهدان‌راه» مترادف مصوب این واژه است.

این واژه از اواخر قرن ۱۷ میلادی از زبان لاتین به انگلیسی راه یافته و در لاتین به معنای غلاف و پوشش آمده است. این واژه در پزشکی کلاسیک (یونان و رُم) سابقه ندارد و ظاهراً از سال ۱۹۰۲ میلادی در مفهوم امروزی پزشکی خود به کار رفته است.

معادل فارسی «زهره» از دو جزء «زه» به معنای زهیدن یا زادن و «راه» به معنی مجرا تشکیل شده است. «زه» در معنای زاییدن در عبارت درد زه به معنی درد زایمان باقی مانده است. معنی دوم «زه» نیز، که به معنای بچه و فرزند است، در واژه «زهدان» به معنای رَحِم یا بچه‌دان به چشم می‌خورد. واژه «زهره» را می‌توان به معنای مجرای زایمان یا مجرای خروج جنین تلقی کرد.

«مهبل» یا «نیامه» که قبلاً در فارسی برای این واژه به کار رفته است، به روش گرفته‌برداری از لاتین آن و «زهره» به صورت مفهومی ساخته شده است. از آنجا که این واژه ترکیبات بسیار دارد و زهره بیشتر از دو واژه قبلی اشتقاق پذیر است، فرهنگستان آن را انتخاب کرده است.

### صوت‌نگاری (sonography / سونوگرافی)

گروه واژه‌گزینی پزشکی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر اول (سال ۱۳۸۴)

مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «سونوگرافی»، با تعریف «تهیه تصویر از ساختارهای درونی بدن با استفاده از امواج فراصوتی»، معادل «صوت‌نگاری» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت‌واژه آن [اسم (صوت) + ستاک حال (نگار) + پسوند (-ی)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی ترکیب و اشتقاق استفاده شده است.

sonography که در دهه ۱۹۵۰ میلادی ابداع شد از دو جزء \_sono به معنای صوت و \_graphy به معنای نگاشتن و رسم کردن تشکیل شده است. معادل فارسی «صوت‌نگاری» از الگویی کلی برای نام‌گذاری روش‌های تصویربرداری در پزشکی گرفته شده است. به این صورت که در نام این روش‌ها جزء اول معمولاً به سازوکار یا شیوه تصویربرداری اشاره دارد مانند «پرتونگاری» که تصویربرداری با استفاده از پرتو است یا در «برش‌نگاری» که به سازوکار تصویربرداری از مقاطع و برش‌های بدن اشاره دارد.

### درون شامه رویان (amnion / آمنیون)، برون شامه رویان (chorion / کوریون)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر دوم (سال ۱۳۸۴) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژه بیگانه «آمنیون»، با تعریف «کیسه‌ای که رویان در آن قرار دارد»، معادل «درون شامه» را تصویب کرده است. مقوله دستوری این واژه اسم و ساخت‌واژه آن [اسم (درون شامه) + اسم (رویان)] است. این اسم یک ترکیب اضافی است. «درون شامه»، «کیسه آب» و «مشیمه درونی» مترادف‌های مصوب فرهنگستان در برابر این واژه هستند.

amnion در زیست‌شناسی به معنای غشا یا مشیمه درونی رویان به کار رفته است. در یونانی و لاتین نیز برای همین مفهوم با این معنی به کار می‌رفته است. ریشه اولیه آن مبهم است، اما برخی گفته‌اند که ممکن است از ame به معنی سطل گرفته شده باشد، چرا که معنی اولیه آن در زبان یونانی جام یا ظرفی بوده است که خون قربانیان را در آن می‌ریختند. واژه «شامه» در فارسی در اصل به معنای پرده و پوشش و غشا است. واژه‌سازان از چند دهه قبل توافق کرده‌اند که این لفظ را برای پرده‌ها و غشاهای نرم و مرطوب احاطه‌کننده برخی از بافت‌های بدن به کار ببرند، مانند شامه‌های مغز (سخت‌شامه و نرم‌شامه)، شامه‌های قلب (پیراشامه، درون شامه و برون شامه) و شامه‌های جنین (درون شامه و برون شامه).

جنین توسط دو لایه محافظت می‌شود که یکی درونی‌تر است و مستقیماً آن را در بر می‌گیرد

و دیگری که لایهٔ قلبی را می‌پوشاند، و به ترتیب «درون‌شامه» و «برون‌شامه» نامیده می‌شوند. **chorion** به معنای غشا یا مشیمهٔ بیرونی رویان است. در یونانی نیز با همین مفهوم به کار می‌رفته است. ریشهٔ هندواروپایی آن یعنی *ghere-* به معنی احشا و اندرونه (اندام‌های درونی بدن) است.

واژهٔ رویان در ترکیبات «درون‌شامهٔ رویان» و «برون‌شامهٔ رویان» برای ممانعت از خلط آنها با درون‌شامه و برون‌شامهٔ قلب اضافه شده است.

### درون دانه (endosperm / آندوسپرم)

گروه واژه‌گزینی زیست‌شناسی فرهنگستان زبان و ادب فارسی در دفتر هفتم (در سال ۱۳۸۹) مصوبات فرهنگستان، در برابر واژهٔ بیگانهٔ «آندوسپرم»، با تعریف «بافت ذخیره‌ای در دانهٔ اغلب نهان‌دانگان که از هم‌جوشی یکی از گیازامه‌ها با دو هستهٔ قطبی شکل تشکیل می‌شود»، معادل «درون‌دانه» را تصویب کرده است. مقولهٔ دستوری این واژه اسم و ساخت واژهٔ آن [اسم (درون) + اسم (دانه)] است. در ساخت این اسم از فرایند واژه‌سازی ترکیب استفاده شده است.

endo- از دو جزء *endo-* به معنی درون و *sperm* به معنی دانه تشکیل شده است. معادل فارسی «درون‌دانه» گرده‌برداری از معادل انگلیسی آن است و با تعریف علمی آن نیز مطابقت دارد.

پژوهشگران گروه واژه‌گزینی فرهنگستان: دکتر رضا عطاریان - شیما شریفی



- Raven Peter, Mason Kenneth, Losos Jonathan, Singer Susan, Biology, 11th Edition, McGraw Hill, 2017.
- John E. Hall, Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 13th Edition, Elsevier, 2016.
- Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, David Morgan, Martin Ra, Keith Roberts, and Peter Walter, Molecular Biology of The Cell, 6th Edition, Garland Science, 2015.
- Neil A.Campbell, Biology A Global Approach, 10th Edition, Pearson Education, 2015.
- Abul Abbas, Andrew H.Lichtman, Shiv Pillai, Basic Immunology, Functions and Disorders of the Immune System, 5th Edition, Elsevier, 2015.
- Solomon Eldera, Berg Linda, Martin Diana, Biology, 10th Edition, Thomson, 2015.
- Hoefnagels Marielle, Biology, Concepts and Investigations, 3th Edition, McGraw-Hill, 2015.
- Abul Abbas, Andrew H.Linchman, Shiv Pillai, Cellular and Molecular Immunology, 8th Edition, Elsevier, 2014.
- L.Mescher, Junqueira's Basic Histology, Anthony, 13th Edition, McGrawHill, 2013.
- Eric P.Widmaier, Vander's Human Physiology, 13th Edition Mc GrawHill, 2013.
- Cecie Starr, Biology Today and Tomorrow with Physiology, Brokes/ Cole, Cengage Learning, 4th Edition, 2013.
- Mader Sylvia & Windelspecht Michael, Biology, 11th Edition, McGraw-Hill, 2013.

- Russel Hertz Mcmillan, Biology The Dynamic Science, 2end Edition, Broks/Cole, Cengage Learning, 2011.
- Cleveland P. Hickman, Integrated Principles of Zoology, 14th Edition, M Graw-Hill, 2008.
- Linda Berg, Introductory Botany, Plants, People, and Environment, Thomson Brooks, 2008.
- فیزیولوژی بدن انسان - رادنی رودس و همکاران - ترجمه حمیده علمی غروی و حسین دانشفر - انتشارات مدرسه - ۱۳۸۹
- نورو آناتومی - دکتر محمد اکبری و همکاران - انتشارات حیدری - ۱۳۹۳
- نمایش هیجان انگیز فیزیک - جلد دوم - یرل واکر - ترجمه محمدرضا خوش بین خوش نظر - انتشارات آراکس - چاپ ۱۳۹۰



مطمان محترم، صاحب نظران، دانش آموزان عزیز و اولیای آمان می توانند نظر اصلاحی خود را در باره مطالب

این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۸۷۴ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار (Email)

ارسال نمایند. [talif@talif.sch.ir](mailto:talif@talif.sch.ir)

دفترتالیف کتاب های درسی متوسطه نظری

