جدول‌های آموزشی و شکل‌نامه‌ها

تعداد جدول‌های آموزشی	۱۹۴
تعداد شکل‌نامه‌ها	۲۲۳

زیست دهم — فصل اول

۱ زیست‌شناسی نوین

ویژگی		نکتهٔ مهم
کل‌نگری		بررسی بدن جانداران را در نمای **کلی** انجام می‌دهد – جانداران را نوعی سامانه می‌داند که اجزای آن با هم ارتباط دارند. – کل سامانه را بیشتر از مجموع اجزا می‌داند.
نگرش بین‌رشته‌ای		امروزه برای بررسی سامانه‌های **زنده** از رشته‌های دیگر هم کمک می‌گیرند (مثل بررسی ژن‌ها به کمک آمار و ریاضی).
فناوری نوین	اطلاعاتی و ارتباطی	اطلاعات را جمع‌آوری و بایگانی می‌کند. – امکان انجام محاسبات را در **کوتاه‌ترین** زمان ممکن فراهم کرده است (با کمک بیوانفورماتیک).
	مهندسی ژنتیک	شاخه‌ای از زیست‌فناوری نوین است. – انتقال ژن بین جانداران **مختلف** است به گونه‌ای که ژن در جاندار دیگر اثر خود را بروز دهد.
اخلاق زیستی		پیشرفت زیاد به ویژه در **مهندسی ژنتیک** زمینهٔ سوءاستفاده ایجاد کرده است. مهم‌انه بودن اطلاعات ژنی و پزشکی انسان و جانوران، تولید سلاح‌های زیستی (مثل عامل نارنجی از هورمون آکسین گیاهی) و مقاومت به داروهای رایج امروزی از این موارد هستند.

۲ زیست‌شناسی در خدمت انسان

	نکات
تأمین غذای سالم و کافی	غذای انسان‌ها به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از **گیاهان** به دست می‌آید. بهترین راه افزایش آن شناخت روابط **گیاهان و محیط** است. همهٔ جانداران در محیط **پیچیده** با عوامل زنده و غیرزنده زندگی می‌کنند. شناخت بیشتر تعامل‌های سودمند و مضر محیط و گیاه به افزایش محصول کمک می‌کند.
حفاظت و ترمیم بوم‌سازگان‌ها	منابع و سودهای آن را **خدمات** بوم‌سازگان می‌گویند. میزان خدمات به **تولیدکنندگان** بستگی دارد. پایداری بوم‌سازگان، حتی در شرایط **تغییر** اقلیم، سبب ارتقای کیفیت زندگی انسان می‌شود.
دریاچهٔ ارومیه	یکی از **بوم‌سازگان‌های** آسیب‌دیده در ایران است و در خطر خشک شدن نیز می‌باشد.
جنگل زدایی (مهم‌ترین مخاطرهٔ محیط‌زیستی دنیای امروز)	سبب تغییر آب و هوا، سیل، کاهش جانداران و فرسایش خاک می‌شود. هدف، استفاده از **زمین، چوب** (یا هر دو) است.
تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر	نسبت به سوخت‌های فسیلی، تولید CO_2، آلودگی و گرمایش زمین **بسیار کمتری** دارد (مانند انرژی‌های خورشیدی و بادی)
سلامت و درمان بیماری‌ها	پزشکی شخصی **به تازگی** با تشخیص و بررسی **دنای** هر فرد، به‌طور اختصاصی **علاوه‌بر** شرح حال افراد، روش‌های دارویی و درمانی خاص **هر** فرد را طراحی می‌کند.

۳ ویژگی‌های حیات (چه در سطح یاخته‌ای و چه در سطح چند یاخته‌ای)

نظم و ترتیب	**همهٔ** جانداران، سطحی از سازمان‌یابی دارند و دارای نظم هستند.
هم‌ایستایی	یعنی هر جاندار بتواند وضع درونی پیکر خود را در **محدودهٔ ثابتی** نگه دارد؛ مثلاً وقتی سدیم خون افزایش می‌یابد، افزایش دفع سدیم را از طریق ادرار شاهد خواهیم بود و یا تنظیم قند خون از طریق هورمون‌های انسولین و گلوکاگون.
رشد و نمو	**رشد**، یعنی افزایش تعداد یا ابعاد یاخته به صورت **برگشت‌ناپذیر**. پس بر این اساس، بزرگ شدن برگ یا ساقهٔ گیاه، رشد محسوب می‌شود ولی تورژسانس و افزایش حجم **موقتی** آن‌ها رشد محسوب نمی‌شود. **نمو** نیز، یعنی انجام تمایز و تشکیل بخش‌های جدید در جانداران برای **اولین بار!** مانند تشکیل **اولین** گل در گیاهان
فرایند جذب و استفاده از انرژی	همهٔ جانداران برای انجام فعالیت‌های زیستی خود، به انرژی (ریستی) نیاز دارند که **بخشی** از انرژی به صورت **گرما** از دست می‌رود. البته لازم به ذکر است که شکل **رایج** و مورد استفادهٔ انرژی در یاخته‌ها به شکل ATP است. اما فقط بخشی از انرژی مواد غذایی در طی تنفس یاخته‌ای به صورت ATP ذخیره می‌شود.
پاسخ به محیط	پاسخ به محرک‌های محیطی، از ویژگی‌های **همهٔ** جانداران می‌باشد؛ مانند خم شدن گیاه به سمت نور و عقب کشیدن دست هنگام برخورد با جسم داغ. در جانوران پاسخ به محرک‌های محیطی با کمک گیرنده‌های **حسی** انجام می‌شود. در اغلب جانوران، گیرندهٔ حسی، اثر محرک را دریافت نموده و با ارسال پیام به دستگاه عصبی مرکزی و پردازش پیام در آنجا، پاسخ مناسب در جانور ایجاد می‌شود. (زیست یازدهم – فصل ۲)
تولیدمثل	دو روش تولیدمثل جنسی و غیرجنسی وجود دارد که در تولیدمثل جنسی **معمولاً** دو والد وجود دارد (در بکزایی و خودباروری وجود یک والد کافی است که در یازدهم می‌خوانید) که جانداران موجوداتی کم و بیش شبیه خود ایجاد می‌کنند. در بسیاری از گیاهان هر دو روش جنسی و غیرجنسی مرسوم است. در تولیدمثل غیر جنسی زادهٔ حاصل از نظر ژنتیکی به‌طور کامل به والد خود شباهت دارد.
سازش با محیط	همهٔ جانداران، برای سازش و بقای خود در محیط، ویژگی‌هایی دارند. مانند موی سفید خرس قطبی. البته که این موضوع در چارچوب انتخاب طبیعی در فصل ۴ دوازدهم به‌طور کامل بررسی می‌شود.

۴ سطوح سازمان‌یابی حیات

سطوح	ویژگی
۱) یاخته	پایین‌ترین سطح سازمان‌یابی حیات است که همهٔ فعالیت‌های زیستی در آن انجام می‌شود. **همهٔ** جانداران از یاخته تشکیل شده‌اند.
۲) بافت	تعدادی یاخته، یک بافت را به وجود می‌آورند که این یاخته‌ها، می‌توانند مشابه بوده یا تفاوت‌هایی در عملکرد یا شکل‌شان داشته باشند.
۳) اندام	هر اندام، از چند بافت مختلف تشکیل می‌شود؛ مانند **استخوان** یا ماهیچه، اندام‌هایی هستند که از کنار هم قرار گرفتن بافت‌های متفاوتی تشکیل می‌شوند.
۴) دستگاه	هر دستگاه، از چند اندام تشکیل شده است؛ مثلاً دستگاه حرکتی از ماهیچه‌ها و استخوان‌ها و یا دستگاه گردش خون که از قلب، رگ‌های خونی و یاخته‌های خونی تشکیل شده‌اند.
۵) جاندار	از چند دستگاه که هماهنگ فعالیت می‌کنند، جاندارى مانند گوزن شکل می‌گیرد که این جاندار فردی از جمعیت گوزن‌هاست.
۶) جمعیت	افراد یک گونه که در زمان و مکانی خاص زندگی می‌کنند، یک جمعیت را به وجود می‌آورند. دقت کنید که در مورد جمعیت باید سه شاخصهٔ گونه، مکان و زمان ذکر شود.
۷) اجتماع	جمعیت‌های گوناگونی از گونه‌های مختلف که با هم تعامل دارند، یک اجتماع را به وجود می‌آورند.
۸) بوم‌سازگان	عوامل **زنده و غیرزندهٔ** محیط و تأثیرهایی که بر هم می‌گذارند، بوم‌سازگان را می‌سازند. دریاچهٔ ارومیه و جنگل‌های حرا، دو بوم‌سازگانی هستند که کتاب درسی از آن‌ها نام برده است (تأثیر عوامل غیرزنده اولین‌بار در این سطح بررسی می‌شود.).
۹) زیست‌بوم	زیست‌بوم، از چند بوم‌سازگان تشکیل می‌شود که از نظر اقلیم و پراکندگی جانداران **مشابه‌اند**
۱۰) زیست‌کره	زیست‌کره، شامل **همهٔ** زیست‌بوم‌های زمین است. یعنی بخشی از کرهٔ زمین که در آن‌ها حیات جریان دارد، زیست‌کره محسوب می‌شود.

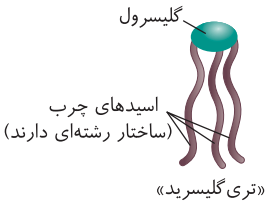
۵ مونو و دی‌ساکاریدهای معروف

تعداد کربن	نکات
۳تایی	مونوساکارید هستند – قند سه‌کربنی در قندکافت و چرخهٔ کالوین (T_{12})
۵تایی	مونوساکاریدهایی هستند که در ساختار مادهٔ وراثتی و فرایندهای متابولیسمی نقش دارند. ریبوز در نوکلئوتیدهای رنا – دئوکسی‌ریبوز در نوکلئوتیدهای دنا – ریبولوز در چرخهٔ کالوین و تنفس نوری
۶تایی	مونوساکارید هستند – گلوکز به عنوان سوخت رایج اولیه در تنفس یاخته‌ای – فروکتوز موجود در مایع منی برای تأمین انرژی زنش تازک اسپرم‌ها و محصول مرحلهٔ اول قندکافت که فسفاته شده است.
۱۲ تایی	دی‌ساکارید هستند – ساکارز (قند و شکر محلول است و در بزرشدن روزنه‌ها در گیاهان مؤثر است.) – مالتوز (قند جوانهٔ جو، مؤثر در تنظیم مثبت رونویسی پروکاریوت‌ها) و لاکتوز (قند شیر، مؤثر در تنظیم منفی رونویسی پروکاریوت‌ها) از آن‌ها می‌باشند.

۶ انواع پلی‌ساکاریدها

نوع / ویژگی	محل ساخت	نقش اصلی	زیرواحد	نکات
نشاسته	گیاهان	ذخیره‌ای	گلوکز	پلی‌ساکارید ذخیره‌ای گیاهان است. از محلول لوگول برای شناسایی آن استفاده می‌شود. در سیب‌زمینی و غلات درون نشاریسه ذخیره می‌شود. – تحت تأثیر آمیلاز هیدرولیز می‌شود.
گلیکوژن	جانوران و قارچ‌ها	ذخیره‌ای	گلوکز	در جانوران و قارچ‌ها ساخته می‌شود. گلیکوژن در جانوران در کبد و ماهیچه ذخیره می‌شود و منبع ذخیرهٔ گلوکز است.
سلولز	گیاهان	ساختاری	گلوکز	در ساختار دیوارهٔ یاخته‌های گیاهی (دیوارهٔ نخستین و پسین) حضور دارد. در تولید کاغذ و انواعی پارچه هم نقش دارد. (اغلب جانوران آنزیم تجزیه‌کنندهٔ آن را ندارند.)

۱ شکل‌نامهٔ تری‌گلیسریدها و فسفولیپیدها

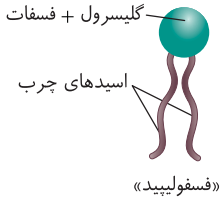


«تری‌گلیسرید»

تری‌گلیسریدها، از یک مولکول گلیسرول و سه مولکول اسید چرب تشکیل شده‌اند. **فراوان‌ترین** لیپید موجود در رژیم غذایی محسوب می‌شوند. روغن‌ها و چربی‌ها انواعی از تری‌گلیسریدها هستند. تری‌گلیسریدها در **ذخیرهٔ** انرژی نقش مهمی دارند. انرژی تولید شده از یک گرم تری‌گلیسرید، حدود دو برابر انرژی تولید شده از یک گرم **کربوهیدرات** است و این یعنی در فرایند تنفس یاخته‌ای می‌توانند مصرف شوند و به دنبال آن ATP فراوانی تولید شود.

تری‌گلیسریدها به صورت ذخیره‌ای در یاخته‌های بافت چربی و کبد دیده می‌شوند. ساختار سرمانند تری‌گلیسرید برخلاف فسفولیپید، حالت کروی ندارد و کشیده شده است.

در ماهیچه‌های اسکلتی، در صورت حضور اکسیژن کافی در یاخته، از تجزیهٔ گلوکز، تا چند **دقیقه** انرژی لازم برای ساخت ATP فراهم می‌شود و برای انقباضات طولانی‌تر، ماهیچه‌ها از اسید چرب استفاده می‌کنند. (فصل ۳ یازدهم)



«فسفولیپید»

فسفولیپیدها، از گلیسرول، فسفات و دو مولکول اسید چرب تشکیل شده‌اند. گروه دیگری از لیپیدها و بخش **اصلی** تشکیل دهندهٔ غشای یاخته‌ای هستند. ساختار فسفولیپیدها شبیه تری‌گلیسریدها است، با این تفاوت که مولکول گلیسرول در فسفولیپیدها به دو اسید چرب و یک گروه فسفات متصل می‌شود.

کلسترول در ساختار صفرا، LDL و HDL دیده می‌شود ولی در غشای یاخته‌های گیاهی مشاهده نمی‌شود.

۷ هشتم

ویژگی / نوع	C، H و O	فسفر	تفاوت نسبت عناصر با قندها	اسید چرب	گلیسرول	روغن و چربی	ذخیرهٔ انرژی	انرژی تقریباً دو برابر قندها	در غشای جانوری	مشارکت در هورمون‌سازی
تری‌گلیسریدها	دارند	ندارند	دارند	سه‌تا	دارند (یکی)	از آن‌هاست	دارند	دارند	نیستند	ندارند
فسفولیپیدها	دارند	دارند	دارند	دوتا	دارند (یکی)	ندارند	ندارند	ندارند	هستند	ندارند
کلسترول	دارند	ندارند	دارند	ندارند	ندارند	ندارند	ندارند	ندارند	هستند	دارند

۸ چیستا، دوم کوهه دهنده خ

ویژگی / نام مولکول	پیوند بین مونومرها	واحد سازنده	وجود در غشای یاخته	مثال
کربوهیدرات	اشتراکی	گلوکز و فروکتوز و ...	بله	مونوساکارید (گلوکز و فروکتوز و...) دی‌ساکارید (ماتوز و لاکتوز و ساکارز و...) پلی‌ساکارید (سلولز و نشاسته و گلیکوژن)
لیپید	اشتراکی	گلیسرول و اسیدچرب و ...	بله	فسفولیپید - تری‌گلیسرید - کلسترول
پروتئین	پپتیدی (اشتراکی) - هیدروژنی - یونی	آمینواسید	بله	بسیاری از آنزیم‌ها - هموگلوبین - آلبومین - گلوتن و ...
نوکلئیک‌اسید	فسفودی‌استر (اشتراکی) و هیدروژنی	نوکلئوتید	خیر	دنا و رنا

۹ ان دی‌هاجی‌ها و کوهه بیجه

اجزاء		نکات
هسته		هسته، شکل، اندازه و کار یاخته را مشخص و فعالیت‌های آن را کنترل می‌کند. درون هسته، دنا قرار دارد. دنا دارای اطلاعات لازم برای تعیین صفات است. هسته، پوششی دولایه و منفذدار دارد. در این پوشش منافذی وجود دارند که از طریق آن‌ها ارتباط بین هسته و سیتوپلاسم برقرار می‌شود. در هسته انواعی از آنزیم‌ها مثل رنابسپاراز و دنابسپاراز و هلیکاز دیده می‌شوند. هسته جزء سیتوپلاسم و اندامک‌های سیتوپلاسمی محسوب نمی‌شود.
سیتوپلاسم	مادهٔ زمینه‌ای	مادهٔ زمینه‌ای شامل آب و مواد دیگر است که اجزای درون یاخته را دربر می‌گیرد.
	رناتن	کار آن اتصال آمینواسیدها به یکدیگر و تشکیل پیوند پپتیدی و ساخت رشتهٔ پلی‌پپتیدی می‌باشد. رناتن از مولکول‌های رنا و پروتئین تشکیل شده است و به دو صورت آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و یا چسبیده به سطح شبکهٔ آندوپلاسمی زبر و پوشش خارجی هسته و نیز درون راکیزه حضور دارند. (در سال دوازدهم اغلب آن‌ها را مرور خواهید.)
	شبکهٔ آندوپلاسمی	شبکه‌ای از لوله‌ها و کیسه‌ها که در سراسر سیتوپلاسم گسترش دارند و بر دو نوع زبر و صاف است. شبکهٔ آندوپلاسمی زبر در ساختن پروتئین‌های ترشحی و شبکهٔ آندوپلاسمی صاف در ساختن لیپیدها نقش دارد. شبکهٔ آندوپلاسمی زبر به شکل کیسه‌هایی گسترش یافته است و این کیسه‌ها به یکدیگر راه دارند. شبکهٔ آندوپلاسمی صاف به شکل لوله‌ای قرار گرفته است و در سطح خود رناتن ندارد. (نوع زبر به طور مستقیم به غشای خارجی هسته اتصال دارد.)
	دستگاه گلژی	از کیسه‌هایی هلالی شکل تشکیل شده است که با اندازهٔ متفاوت روی هم قرار می‌گیرند و برخلاف شبکهٔ آندوپلاسمی زبر به یکدیگر راه ندارند و در بسته‌بندی مواد و ترشح آن‌ها به خارج از یاخته نقش دارند.
	راکیزه	دو غشا دارد و غشای بیرونی صاف و غشای درونی چین‌خورده می‌باشد. در راکیزه در حضور اکسیژن کافی، ATP فراوان تولید می‌شود و کار آن تأمین انرژی زیستی برای یاخته است. البته درون آن دنای حلقوی و رناتن نیز دیده می‌شود، پس پروتئین‌سازی را درون راکیزه شاهد هستیم. (مربوط به سال دوازدهم است)
	کافنده‌تن	کیسه‌ای است که انواعی از آنزیم‌ها برای تجزیهٔ مواد دارد. در پارامسی و بیگانه‌خوار این اندامک تأثیر بسزایی دارد.
	میانک	از یک جفت استوانهٔ عمود بر هم تشکیل شده است و در تقسیم یاخته‌ای نقش دارد. هر استوانه از ۲۷ ریزلوله و هر جفت سانتریول از ۵۴ ریزلولهٔ پروتئینی تشکیل شده است. سانتریول‌ها در مرحلهٔ G_2 اینترفاز یاخته، دو برابر می‌شوند. در اوایل میتوز و میوز، با دور شدن سانتریول‌ها از یکدیگر، دوک تقسیم سازماندهی می‌شود. (مربوط به سال یازدهم است.)
	ریزکیسه	کیسه‌ای است که در جابه‌جایی مواد در یاخته نقش دارد. ناقل‌های عصبی درون وزیکول‌ها در پایانهٔ آکسون یاختهٔ عصبی ذخیره می‌شوند.
غشا		اطراف یاخته را غشای یاخته‌ای احاطه کرده است. این غشا مرز بین درون یاخته و بیرون آن است. مواد گوناگون برای ورود به یاخته یا خروج از آن باید از این غشا عبور کنند. غشای یاخته، نفوذپذیری **انتخابی** یا تراوایی نسبی دارد؛ یعنی فقط **برخی** ازمواد می‌توانند از آن عبور کنند. غشای یاخته از دو لایهٔ مولکول‌های فسفولیپید تشکیل شده است که در آن مولکول‌های پروتئین و کلسترول قرار دارند. همچنین انواعی از کربوهیدرات‌ها به مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی متصل‌اند. البته براساس کتاب درسی، کلسترول فقط در غشای یاخته‌های جانوری قرار دارد. در جانداران تک‌یاخته‌ای غشا به تبادل مواد بین یاخته و محیط اطراف می‌پردازد ولی در جانداران پریاخته‌ای غشا در ارتباط با مایع بین‌یاخته‌ای می‌باشد.

۱۰ جمع‌بندی ساختار غشای یاختهٔ جانوری

ساختار غشای یاختهٔ جانوری	لیپیدها	فسفولیپید	• بخش **اعظم** غشای یافته‌ای را تشکیل می‌دهند. • دارای سر فسفات‌دار آبدوست و دم اسیدچرب آب‌گریز هستند. در هر لایه، سر فسفات‌دار آن‌ها به سمت بیرون و درون یافته و دم اسید چرب آن‌ها به سمت هم قرار دارند. • سر آن از گلیسرول و فسفات و دم آن متشکل از دو اسید چرب است. • در ساختار صفرا نیز فسفولیپید وجود دارد. (ترکیب فصل ۲ دهم)
		کلسترول	• نوعی لیپید که در ساخت غشای یاخته‌های جانوری و نیز انواعی از هورمون‌ها نقش دارد. • می‌تواند در لایهٔ خارجی و در لایهٔ داخلی غشای یاختهٔ جانوری قرار بگیرد؛ به صورت هم‌زمان هر کلسترول در هر دو لایهٔ هر غشا دیده نمی‌شود. • در ساختار صفرا نیز کلسترول وجود دارد. (ترکیب فصل ۲ دهم) • در صورت رسوب کلسترول در مجرای صفراوی، سنگ صفرا ایجاد می‌شود. (ترکیب فصل ۲ دهم) • کلسترول LDL، زیاد و کلسترول HDL، کم است. (ترکیب فصل ۲ دهم) • زیاد بودن لیپوپروتئین پرچگال نسبت به کم‌چگال، احتمال رسوب کلسترول در دیوارهٔ سرفرگ‌ها را کاهش می‌دهد. (ترکیب فصل ۲ دهم) • چاقی، کم تحرکی و مصرف بیش از حد کلسترول، میزان لیپوپروتئین‌های کم‌چگال را افزایش می‌دهد. (ترکیب فصل ۲ دهم)
	پروتئین‌ها	سراسری	بدون منفذ: • در هر دو لایهٔ غشا گسترش دارد. • در جابه‌جایی مواد نقش ندارند. کانال – نشتی: • در هر دو لایهٔ غشا گسترش دارد. • در جابه‌جایی مواد طی انتشار تسهیل شده نقش دارند. • هنگام جابه‌جایی مواد تغییر شکل **ندارند**. • **مثال**: کانال‌های نشتی سریمی و پتاسیمی که در پتانسیل آرامش و عمل همیشه نقش دارند. (ترکیب فصل ۱ یازدهم) • تعداد کانال‌های نشتی پتاسیمی بیشتر از سریمی است و در نتیجه نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر از سریم است. (ترکیب فصل ۱ یازدهم) • **نکته**: در فصل ۷ با انواعی از آن‌ها که مخصوص انتقال آب هستند آشنا می‌شوید. کانال – دریچه‌دار: • در هر دو لایهٔ غشا به صورت هم‌زمان دریچه می‌شوند. • در جابه‌جایی مواد طی انتشار تسهیل شده در جهت شیب غلظت نقش دارند. • هنگام جابه‌جایی مواد تغییر شکل **می‌دهند**. • **مثال**: کانال‌های دریچه‌دار سریمی و پتاسیمی که در پتانسیل عمل نقش دارند. (ترکیب فصل ۱ یازدهم) • طبق شکل ۷ فصل ۱ کتاب درسی سال یازدهم، دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار سریمی به سمت خارج یافته و دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی به سمت داخل یافته باز می‌شود. (ترکیب فصل ۱ یازدهم) پمپ: • در هر دو لایهٔ غشا به صورت هم‌زمان دریچه می‌شوند. • در جابه‌جایی مواد طی انتقال فعال در خلاف جهت شیب غلظت نقش دارند. • هنگام جابه‌جایی مواد تغییر شکل می‌دهند. • برای انجام عمل خود از انرژی زیستی یافته (مانند مولکول ATP) استفاده می‌کنند. مثال: • پمپ سریم – پتاسیم: ۱ در غشای یاخته‌های زنده قرار دارد. ۲ انرژی مورد نیاز آن از ATP تأمین می‌شود. ۳ به‌طور مشترک سه تا یون سریم و دو تا یون پتاسیم را در خلاف جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کند. (ترکیب فصل ۱ یازدهم) ۴ برای ۵ تا یون جایگاه اتصال دارد. (ترکیب فصل ۱ یازدهم) ۵ بعد از پایان پتانسیل عمل میزان فعالیت آن بیشتر می‌شود. (ترکیب فصل ۱ یازدهم) • پمپ‌های موجود در غشای درونی راکیزه: (ترکیب فصل ۵ دوازدهم) با مصرف انرژی الکترون‌های عبوری از آن‌ها، یون‌های پروتون را از بستره به فضای بین دو غشا طی انتقال فعال منتقل می‌کنند (برای این جابه‌جایی ATP مصرف نمی‌کنند). • پمپ‌های موجود در غشای تیلاکوئید: (ترکیب فصل ۶ دوازدهم) با مصرف انرژی الکترون‌های عبوری از آن‌ها، یون‌های پروتون را از بستره به فضای درون تیلاکوئید طی انتقال فعال منتقل می‌کنند (برای این جابه‌جایی ATP مصرف نمی‌کنند).
		سطحی	• یا در لایهٔ خارجی یا در لایهٔ داخلی قرار دارد؛ همانند کلسترول به صورت هم‌زمان در هر دو لایه دیده نمی‌شود. • بیشتر به عنوان گیرنده و اتصال دو یافته به یکدیگر نقش دارند.
	کربوهیدرات‌ها	متصل به	فسفولیپید: • فقط در لایهٔ **خارجی** غشا قرار دارند. • به گروهی از (نه همهٔ) فسفولیپیدها متصل هستند. پروتئین: • فقط در لایهٔ خارجی غشا قرار دارند. • به گروهی از (نه همهٔ) پروتئین‌ها (چه سطحی و چه سراسری) متصل هستند.

۱۱ ورود مواد به یاخته و خروج از آن

اندازهٔ مادهٔ عبوری / موارد مقایسه	روش عبور	منبع انرژی	جهت جابه‌جایی مولکول	نیاز به پروتئین غشایی	روش عبور	مثال
ریز	انتشار ساده	انرژی جنبشی ذرات	در جهت شیب غلظت	خیر	از لایه‌لای مولکول‌های فسفولیپیدی غشا	عبور اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید از غشا
	انتشار تسهیل‌شده	انرژی جنبشی ذرات	در جهت شیب غلظت	بله	توسط پروتئین‌های غشایی	عبور سدیم و پتاسیم از کانال‌ها
	اسمز	انرژی جنبشی ذرات	در جهت شیب غلظت	خیر و بله	از لایه‌لای فسفولیپیدهای غشا و کانال بعضی پروتئین‌ها	فقط عبور آب
	انتقال فعال	انرژی زیستی مثل ATP و ...	در خلاف جهت شیب غلظت	بله	توسط پمپ پروتئینی	فعالیت پمپ سدیم – پتاسیم
درشت	درون‌بری	انرژی زیستی ATP	در جهت یا خلاف جهت شیب غلظت	نه	از طریق تشکیل ریزکیسه	ورود ذرات بزرگ مثل پروتئین‌ها (آنزیم، ناقل عصبی، هورمون و ...)
	برون‌رانی	انرژی زیستی ATP	در جهت یا خلاف جهت شیب غلظت	نه	از طریق تشکیل ریزکیسه	خروج ذرات بزرگ مثل پروتئین‌ها (آنزیم، ناقل عصبی، هورمون و ...)

۱۲ بافت‌های جانوری

ویژگی / بافت	انواع بافت	یاخته‌ها	محل هسته	شکل هسته	کجاها قرار دارند	سایر نکات
بافت پوششی	سنگ‌فرشی تک‌لایه	همهٔ یاخته‌ها روی غشای پایه قرار دارند. همهٔ یاخته‌ها شبیه هم هستند. طول یاخته‌ها بیشتر از سایر ابعاد است.	در وسط یاخته قرار دارد.	به‌طور معمول به‌صورت کشیده و افقی است.	یاخته‌های نوع یک دیوارهٔ حبابک‌ها – لایهٔ داخلی قلب – دیوارهٔ مویرگ‌ها – لایهٔ خارجی دیوارهٔ کپسول بومن	معمولاً توسط بافت پیوندی سست پشتیبانی می‌شود.
	سنگ‌فرشی چندلایه	همهٔ یاخته‌ها روی غشای پایه قرار ندارند. یاخته‌ها شبیه هم نیستند و هرچه به غشای پایه نزدیک‌تر فشرده‌تر هستند	هرچه به غشای پایه نزدیک‌تر می‌شوند مرکزی‌تر هستند	معمولاً به صورت گرد است.	دهان – حلق – مری – ابتدای بینی – لایهٔ اپیدرم پوست	○ یاخته‌هایی که روی غشای پایه قرار دارند، به هم فشرده‌تر هستند. ○ بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایهٔ در مری، مادهٔ مخاطی ترشح می‌کند که دارای آنزیم لیزوزیم است.
	استوانهٔ تک‌لایه	همهٔ یاخته‌ها روی غشای پایه قرار دارند. همهٔ یاخته‌ها شبیه هم هستند. ارتفاع یاخته‌ها بیشتر از سایر ابعاد است.	به طور معمول در نزدیکی غشای پایه قرار دارد.	به صورت کشیده و عمودی است.	بیشترین سطح داخلی قسمت‌های بینی – نای – نایژه‌ها – نایژک‌ها – معده – روده‌ها	○ بافت پوششی قسمت ادامهٔ بینی، نای، نایژه و نایژک مژک‌دار است و جهت زنش مژک‌ها به سمت حلق است. ○ بافت پوششی استوانه‌ای مخاط ترشح می‌کند که دارای آنزیم لیزوزیم است. ○ بافت پوششی در رودهٔ باریک دارای ریزپرز است.
	مکعبی تک‌لایه	همهٔ یاخته‌ها روی غشای پایه قرار دارند. همهٔ یاخته‌ها شبیه هم هستند. ابعاد یاخته‌ها تقریباً یکسان است.	در مرکز یاخته قرار دارد.	به صورت گرد است.	نفرون‌ها	بافت پوششی نفرون در لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک دارای ریزپرز است که بیشترین بازجذب را در طول نفرون‌ها دارد
انواع پرکننده با شکل متفاوت	پودوسیت‌ها	یک لایه یاختهٔ دراز با پاهای کوتاه و رشته‌ای فراوان	وسط یاخته	گرد و کمی کشیده	لایهٔ درونی کپسول بومن هستند.	فرایند **اول** تشکیل ادرار یعنی تراوش از بین شکاف‌های تراوشی آن‌ها در بین پاهای هر یاخته رخ می‌دهد.
	نوع دوم حبابک‌ها	یک لایه با اندازه و شکل متفاوت	غشای چین‌خورده دارند و به غشای پایه متصل‌اند	مرکزی	اندازه و شکل متفاوت	تعداد کمی از یاخته‌های دیوارهٔ حبابک‌ها هستند.	عامل سطح فعال (سورفاکتانت) را از اواخر دوران جنینی ترشح می‌کنند.

۱۳ بافت پیوندی

انواع بافت پیوندی	نکات
سست	یافته‌های این بافت شکل نامنظم و هستهٔ کشیده یا مرکزی دارند. مادهٔ زمینه‌ای شفاف، بی‌رنگ، چسبنده و مخلوطی از انواع مولکول‌های درشت، مانند گلیکوپروتئین است. این بافت **معمولاً** بافت پوششی را پشتیبانی می‌کند. رشته‌های کلاژن **کم** و رشته‌های کشسان **زیادی** دارد. در همهٔ لایه‌های لولهٔ گوارش و زیر مخاط مجاری تنفسی و ادراری – تناسلی وجود دارد. انعطاف‌پذیری زیاد و مقاومت کمی در برابر کشش دارد. تعداد یاخته و مادهٔ زمینه‌ای بیشتری از بافت پیوندی متراکم را داراست. در آن رگ خونی وجود دارد.
متراکم	یاخته‌های این بافت، دوکی‌شکل پهن هستند و هستهٔ مرکزی دارند. میزان رشته‌های کلاژن از بافت پیوندی سست بیشتر، تعداد یاخته‌های آن کمتر و مادهٔ زمینه‌ای آن نیز اندک است؛ بنابراین مقاومت این بافت از بافت پیوندی سست بیشتر است. در لایهٔ درم پوست، قلب، کپسول کلیه، کپسول مفصلی، زردپی و رباط بافت پیوندی متراکم وجود دارد.
چربی	نوعی بافت پیوندی است که در آن یاخته‌های سرشار از چربی فراوان است و هسته و اندامک‌ها به گوشه‌ای رانده شده‌اند. این بافت بزرگ‌ترین ذخیرهٔ انرژی دربدن است. بافت چربی در کف دست و پا نقش ضربه‌گیری دارد و به عنوان عایق حرارتی نیز عمل می‌کند. این بافت در هنگام ذخیرهٔ چربی، کمترین فضای بین‌یاخته‌ای را در میان انواع بافت‌های پیوندی داراست. چربی در زیر درم پوست و اطراف کلیه و قلب نیز قرار دارد. بافت چربی روی کرهٔ چشم از چشم محافظت می‌کند.
خون	در این بافت، بخش یاخته‌ای (گویچه‌های سفید، قرمز و پلاکت‌ها) در مادهٔ زمینه‌ای مایع (خونابه) قرار دارند. این بافت در انتقال گازهای تنفسی، ایمنی، تنظیم دمای بدن و ... نقش دارد و درون قلب و رگ‌های خونی جریان دارد.
غضروف	در این بافت انواعی از یاخته‌ها در مادهٔ زمینه‌ای قرار دارند و در صفحهٔ رشد استخوان‌ها و در دوران جنینی قابلیت تمایز به یاخته‌های استخوانی را دارا می‌باشند. در صفحات رشد، مفاصل متحرک، ساختار نای (غضروف C شکل) – حنجره – نایژه – لالهٔ گوش و نوک بینی و ... قرار دارد.
استخوان	در این بافت نیز یاخته‌هایی در مادهٔ زمینه‌ای قرار دارند و از طریق زوائدی با یکدیگر ارتباط دارند. هر استخوان از دو نوع بافت اسفنجی و متراکم تشکیل شده است. درون این بافت رشته‌های کلاژن و کشسان در اطراف یاخته‌ها وجود دارند. بافت استخوانی به شکل‌دهی بدن و حرکت و حفاظت و ذخیرهٔ مواد معدنی کمک می‌کند. استخوان در اسکلت محوری و جانبی حضور دارد.

۱۴ ماهیچه‌ها

ویژگی / انواع ماهیچه	مخطط	شکل	عمل	رنگ	تعداد هسته	محل هسته	تنظیم عصبی	کجاها دیده می‌شود
اسکلتی	+	استوانه‌ای بدون انشعاب	اکثرا ارادی و گاهی غیرارادی	قرمز	چندهسته‌ای	حاشیه	پیکری	اغلب ماهیچه‌های سطح بدن، دیوارهٔ دهان، حلق و ابتدای مری، بندارهٔ خارجی مخرج و میزراه، ماهیچه‌های حرکت‌دهندهٔ کرهٔ چشم.
قلبی		استوانه‌ای منشعب			بسیاری یک و برخی دوهسته‌ای			فقط در قلب
صاف	–	دوکی‌شکل	همواره غیرارادی	سفید – صورتی	تک‌هسته‌ای	مرکز	خودمختار	بخش اعظم دیوارهٔ مری، معده، روده، بندارهٔ انتهای مری، بندارهٔ پیلور، بندارهٔ داخلی مخرج و میزراه، لایهٔ میانی دیوارهٔ سرفرگ‌ها و سیاهرگ‌ها، بندارهٔ مویرگی، دیوارهٔ میزنای، ماهیچه‌های عنبیه، ماهیچه‌های مژگانی، غدد شیری و رحم

سایر نکات

- در ماهیچه‌های اسکلتی سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی آن‌ها میلین‌دار است.
- خون‌رسانی به ماهیچه‌های اسکلتی طی فعالیت بخش سمپاتیک دستگاه عصبی خودمختار زیاد می‌شود.
- ماهیچهٔ اسکلتی دارای گیرنده‌های حس وضعیت است که باعث می‌شود **مغز** از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم، هنگام **سکون و حرکت** اطلاع یابد.
- بعضی از ماهیچه‌های اسکلتی مثل بندارهٔ خارجی میزراه و مخرج به استخوان متصل نیستند.
- یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب از طریق صفحات بینابینی (درهم رفته) با هم ارتباط دارند. ارتباط یاخته‌ای در این صفحات به گونه‌ای است که باعث می‌شود پیام **انقباض و استراحت** به **سرعت** بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلب منتشر شود و قلب در انقباض و استراحت مانند یک تودهٔ یاخته‌ای واحد عمل کند.
- در سرفرگ‌های کوچک‌تر میزان ماهیچه‌های صاف، بیشتر است که این ساختار باعث می‌شود با ورود خون، قطر این رگ‌ها تغییر زیادی نکند و در برابر جریان خون مقاومت کنند.
- ماهیچه‌های صاف در لولهٔ گوارش و میزنای در تشکیل حرکات کرمی مؤثر هستند.
- هورمون اکسی‌توسین با اثر بر ماهیچه‌های صاف رحم باعث تسهیل زایمان و در پستان باعث خروج شیر می‌شود.

۱۵ یاختهٔ بافت عصبی

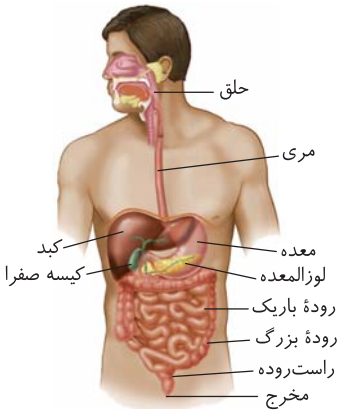
ویژگی / نوع یافته	تحریک‌پذیری و هدایت و انتقال پیام عصبی	زوائد سیتوپلاسمی	تعداد	وجود در غلاف میلین	اندازه	محل هسته	تقسیم شدن
نورون	بله	بله	کمتر	خیر	بزرگ‌تر	جسم یاخته‌ای	به ندرت
نوروگلیا (پشتیبان)	خیر	خیر	بیشتر	بله	کوچک‌تر	مجاورت غشا (در میلین‌ساز)	به وفور

زیست دهم — فصل دوم

۱۶ اندام‌های مرتبط با لولهٔ گوارش

لولهٔ گوارش	دهان	حلق	مری	معده	روده‌ٔ باریک	روده‌ٔ بزرگ	راست‌روده
اندام مرتبط با لوله	سه‌جفت غدهٔ اصلی و تعدادی غدد کوچک بزاقی	ندارد	ندارد	ندارد	لوزالمعده – کبد – کیسهٔ صفرا	ندارد	ندارد

۲ شکل‌نامهٔ اجزای دستگاه گوارش و محل قرارگیری آن‌ها



«لولهٔ گوارش و اندام‌های مرتبط با آن»

- معده و کبد با دیافراگم که نوعی ماهیچهٔ مخطط اسکلتی است، در تماس هستند.
- بخش کوچکی از مری در زیر دیافراگم و در حفرهٔ شکمی دیده می‌شود؛ پس قسمتی از کبد، مری و معده در بالاترین سطح حفرهٔ شکمی قرار دارند.
- حواستان باشد که رودهٔ بزرگ از رودهٔ کور، کولون بالارو، افقی و پایین‌رو تشکیل شده است و راست‌روده جزئی از رودهٔ بزرگ نیست.
- کولون افقی و بخش‌هایی از رودهٔ باریک در یک سطح قرار دارند. (*شکل را بنگر ای کنکوری!*)
- قسمتی از پانکراس (*بخشی که در سمت راست بدن قرار دارد*) از نمای جلوی شکم قابل مشاهده است.
- قسمت اتصال معده و مری که بین آن‌ها بندارهٔ انتهای مری وجود دارد، توسط بخش کوچکی از کبد در سمت چپ بدن پوشانده شده است.
- اگر به شکل ۸ همین فصل نیز نگاه کنید متوجه می‌شوید که بخش برآمدهٔ معده و کبد بالاتر از بندارهٔ انتهای مری قرار دارد.
- با توجه به شکل ۱۰ نیز می‌توانیم بگوییم که کیسهٔ صفرا بالاتر از پیلور و پایین‌تر از بندارهٔ انتهای مری قرار دارد.
- رودهٔ بزرگ ضخامت بیشتری از رودهٔ باریک دارد و بالاترین قسمت آن در سمت چپ می‌باشد.
- قسمت انتهایی کولون پایین‌رو که به راست‌روده متصل می‌شود در سطحی پایین‌تر از محل اتصال رودهٔ باریک به رودهٔ بزرگ قرار دارد.
- بیشتر بندارهها در خط میانی بدن قرار دارند. (*بندارهٔ انتهای معده و رودهٔ باریک کاملاً در سمت راست شکم هستند.*)
- در سراسر طول نای، مری در پشت آن قرار دارد ولی نای رفیق نیمه راه است و در قفسهٔ سینه دو شاخه می‌شود.
- مری، سرخرگ آئورت، بزرگ‌سیاهرگ زیرین و مجرای لنفی سمت چپ از دیافراگم عبور می‌کنند.
- حجیم‌ترین قسمت لولهٔ گوارش معده است ولی حجیم‌ترین اندام مرتبط با لولهٔ گوارش، کبد است.
- محل اتصال رودهٔ باریک به معده (*ابتدای دوازدهم*) بالاتر از لوزالمعده قرار داشته و بقیهٔ قسمت‌های آن پایین‌تر از لوزالمعده قرار دارند؛ در نتیجه بیشتر قسمت‌های رودهٔ باریک پایین‌تر از لوزالمعده هستند.
- کیسهٔ صفرا بالاتر از لوزالمعده قرار دارد و از پایین به دوازدهه اتصال دارد.
- به علت قرار گرفتن کبد در سمت راست بدن، نیمهٔ راست دیافراگم بالاتر از نیمهٔ چپ آن است ولی کلیه و فوق‌کلیهٔ سمت راست پایین‌تر از کلیهٔ سمت چپ قرار دارند.
- انحنای سمت چپ معده از انحنای سمت راست آن بزرگ‌تر است که از شکل ۸ نیز خیلی راحت قابل برداشت می‌باشد.
- کولون پایین‌رو مقدار کمی خمیدگی دارد و تحدب انحنای آن به سمت پایین بدن است. قسمت اولیهٔ آن از انتهای کولون پایین‌رو، بالاتر است.
- انتهای ضخیم‌تر لوزالمعده برخلاف انتهای دیگر آن، در پشت معده قرار ندارد بلکه در سمت راست قرار گرفته است.
- بخشی از دوازدهه، پشت کولون افقی و بخش اعظم پانکراس پشت معده قرار دارد.

۱۷ مکان قرارگیری اندام‌های بدن

سمت چپ بدن	سمت راست بدن
قلب – شش کوچک‌تر – رأس یا بخش کوچک‌تر کبد (بخش بزرگ‌تر کبد) – بندارهٔ انتهای مری – بخش عمدهٔ معده – رأس لوزالمعده (بخش بزرگ‌تر لوزالمعده) – بخش انتهایی کولون افقی که بالاتر است – کولون پایین‌رو – طحال – نایژهٔ اصلی دراز‌تر و باریک‌تر – میزنای دراز‌تر – کلیه بالاتر	بخش ضخیم‌تر و بخش عمدهٔ کبد – شش بزرگ‌تر – کیسهٔ صفرا – پیلور – دوازدهه – بخش ضخیم‌تر با حجم کمی از لوزالمعده – بخش ابتدایی کولون افقی – کولون بالارو – رودهٔ کور – بندارهٔ انتهای رودهٔ باریک (محل اتصال رودهٔ باریک و رودهٔ بزرگ) – آپاندیس – نیمهٔ بالاتر دیافراگم – سیاهرگ باب – نایژهٔ اصلی کوتاه‌تر و قطور‌تر – میزنای کوتاه‌تر – سیاهرگ فوق‌کبدی – کلیهٔ پایین‌تر

۱۸ ساختار لولهٔ گوارش

لایه‌های لولهٔ گوارش	اجزای قابل مشاهده	نکات
لایهٔ بیرونی	بافت پیوندی سست دارد. رگ‌های خونی (یاختهٔ پوششی، ماهیچه‌ای و عصبی متصل به‌رگ)	لایهٔ بیرونی در شکم **بخشی** از صفاق است. صفاق اندام‌های درون شکم (نه‌فقط اندام‌های لولهٔ گوارش!) را به هم متصل می‌نماید. البته لایهٔ بیرونی در دهان، حلق و بیشتر قسمت‌های مری جزء صفاق نمی‌باشند.
لایهٔ ماهیچه‌ای	بافت پیوندی سست دارد. ماهیچهٔ اسکلتی (از دهان تا بخش ابتدایی مری) + بندارهٔ خارجی راست‌روده) ماهیچهٔ صاف (از بخش وسط مری تا بندارهٔ داخلی راست‌روده) رگ‌های خونی (یاختهٔ پوششی و ماهیچه‌ای صاف و پیوندی موجود در رگ) دارای شبکهٔ یافته‌های عصبی می‌باشد.	این لایه در ایجاد حرکات لولهٔ گوارش (کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده) نقش دارد و سبب گوارش مکانیکی مواد غذایی و خرد شدن و مخلوط شدن آن‌ها با شیرهٔ گوارشی می‌شود. دو لایهٔ طولی و حلقوی ماهیچهٔ صاف و در معده یک لایهٔ اضافی مورب داخلی هم دارد.
لایهٔ زیرمخاطی	بافت پیوندی سست دارد. به سمت خارج خود شبکه‌ای از یافته‌های عصبی دارد. رگ‌های خونی (یاختهٔ پوششی و ماهیچه‌ای و عصبی موجود در رگ)	لایهٔ زیرمخاطی باعث می‌شود که مخاط به لایهٔ ماهیچه‌ای بچسبد و به راحتی روی آن بلغزد یا چین بخورد. در تولید چین‌های روده مؤثر است.
لایهٔ مخاطی	بافت پیوندی سست دارد. بافت پوششی ← مادهٔ مخاطی حاوی آنزیم دفاعی لیزوزیم ترشح می‌کند. رگ‌های خونی (یاختهٔ پوششی و ماهیچه‌ای و عصبی موجود در رگ)	این لایه کارهای متفاوتی از جمله جذب و ترشح را انجام می‌دهد. در تولید پرز و چین روده مؤثر است.

۳ شکل‌نامهٔ صفاق

صفاق پر از رگ‌های خونی است که وظیفهٔ خون‌رسانی را برعهده دارد.

اندام‌های زیر با صفاق در ارتباط‌اند:

- **اندام‌های دستگاه گوارش**: انتهای مری، معده، رودهٔ باریک، رودهٔ بزرگ، کبد، پانکراس، کیسهٔ صفرا
- **اندام‌های لنفی**: طحال، آپاندیس
- **دستگاه تولیدمثل زن**: تخمدان‌ها، رحم، لوله‌های رحم

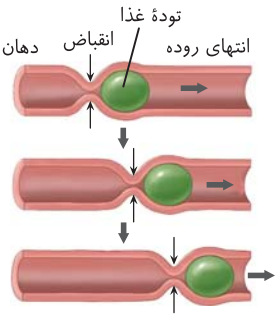
اندام دارای بیشترین تماس با صفاق، **رودهٔ باریک** است.

با توجه به شکل، بخش انتهایی راست‌روده، در درون حفرهٔ **لگنی** قرار دارد و به پردهٔ صفاق متصل نیست.

تقریباً همهٔ اندام‌هایی که خون آن‌ها به سیاهرگ باب می‌ریزد درون حفرهٔ شکم قرار دارند. صفاق نیز اندام‌های درون شکم را از خارج به هم وصل می‌کند؛ بنابراین همهٔ رگ‌هایی که به سیاهرگ باب می‌ریزند، خون را از اندام‌های متصل به صفاق می‌آوردند. (می‌توان راست روده را از آن جدا کرد!)

ترکیب فصل ۷ یازدهم: بیضه‌ها برخلاف تخمدان‌ها درون حفرهٔ شکمی قرار ندارند و صفاق ندارند!

۴ شکل‌نامهٔ حرکات لولهٔ گوارش



«حرکات کرمی»

حرکات لولهٔ گوارش درنتیجهٔ انقباض یاخته‌های **ماهیچه‌ای** دیوارهٔ لولهٔ گوارش ایجاد می‌شوند.

در حرکات کرمی، ورود غذا لولهٔ گوارش را گشاد و یاخته‌های عصبی دیوارهٔ لوله را تحریک می‌کند و ماهیچه‌های دیوارهٔ لوله منقبض می‌شوند. در نتیجه، یک حلقهٔ انقباضی در لوله در پشت تودهٔ غذا ظاهر می‌شود که از دهان به سمت مخرج حرکت می‌کند و غذا را در طول لوله می‌راند.

در حرکات قطعه‌قطعه‌کننده بخش‌هایی از لوله به صورت **یک در میان** منقبض می‌شوند. سپس این بخش‌ها از حالت انقباض خارج و بخش‌های دیگر منقبض می‌شوند. تداوم این حرکات باعث می‌شود که محتویات لوله، ریزتر شده و بیشتر با شیره‌های گوارشی مخلوط شوند.

حواستان باشد که با ورود غذا لولهٔ گوارش گشاد شده و گیرنده‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش تحریک می‌شوند (نه اینکه ابتدا گیرنده تحریک و سپس اتساع لولهٔ گوارش را داشته باشیم) و در نتیجه حرکات کرمی‌شکل ایجاد می‌شوند.

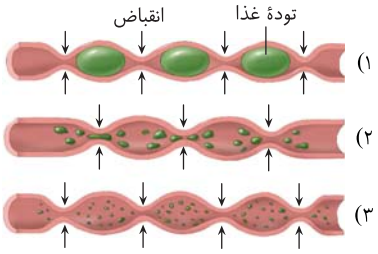
حرکات کرمی از **حلق** و حرکات قطعه‌قطعه‌کننده از **رودهٔ باریک** شروع می‌شوند. در ایجاد حرکات کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده، که **هر دو منظم** هستند، هر دو نوع **ماهیچهٔ طولی و حلقوی** نقش دارند.

حرکات کرمی‌شکل فقط در جلو بردن مواد نقش ندارند، ولی هنگام برخورد به یک بندارهٔ بسته، **فقط** نقش مخلوط‌کنندگی دارند. (*لقمهٔ معلومه دیگه راه بسته جلوتر نمی‌بره!*)

لایهٔ ماهیچه‌ای در دهان، حلق و ابتدای مری از جنس مخطط اسکلتی و در سایر قسمت‌ها از جنس ماهیچهٔ صاف است پس با توجه با اینکه حرکات کرمی از حلق و حرکات قطعه‌قطعه‌کننده از رودهٔ باریک شروع می‌شوند می‌توان گفت که حرکات کرمی تحت تأثیر دو نوع ماهیچهٔ اسکلتی و صاف و حرکات قطعه‌قطعه‌کننده توسط یک نوع ماهیچه (*صاف*) تشکیل می‌شوند.

نمی‌توان گفت که هر ماهیچه در دیوارهٔ لولهٔ گوارش در ایجاد حرکات نقش دارد؛ زیرا با توجه به شکل اول گفتار ۳ این فصل، ماهیچهٔ صاف کمی در لایهٔ مخاطی نیز وجود دارد و نقشی در حرکات کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده ندارد. در حقیقت ماهیچه‌های لایهٔ ماهیچه‌ای لولهٔ گوارش در گوارش مواد غذایی نقش دارند.

حرکات قطعه‌قطعه‌کننده سطح تماس توده‌های غذایی را با مخاط لولهٔ گوارش افزایش می‌دهند و در نتیجه میزان جذب در رودهٔ باریک افزایش می‌یابد.



«حرکت‌های قطعه‌قطعه کننده»

بررسی شکل

۱) در حرکات کرمی‌شکل، یک حلقهٔ انقباضی در پشت تودهٔ غذا تشکیل می‌شود و مستقیماً سبب خرد شدن غذا نمی‌شود.

۲) هنگام انجام حرکات قطعه‌قطعه‌کننده در یک لحظه ماهیچه‌های چندین نقطه از رودهٔ باریک هم‌زمان در حال انقباض و ماهیچه‌های سایر قسمت‌ها در حال استراحت می‌باشند. این حرکات مستقیماً غذا را خرد می‌کنند.

۳) هرچه زمان انجام حرکات قطعه‌قطعه‌کننده بیشتر می‌شود، تعداد انقباضات ممکن است زیاد یا کم شود (*یعنی قانونی نداره!*).

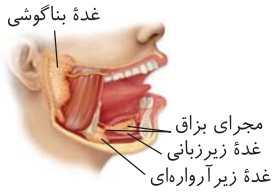
نکتهٔ ترکیبی

ترکیب فصل ۵ دهم: ادرار در طول **میزنای** به واسطهٔ انجام حرکات **کرمی** ایجاد شده توسط ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ میزنای حرکت می‌کند (*نه میزراه!*).

۵ شکل‌نامهٔ دهان

دهان، اولین قسمت لولهٔ گوارش بوده، گوارش مکانیکی و شیمیایی دارد و حاوی ماهیچهٔ اسکلتی است.

غدهٔ زیرزبانی جلویی‌ترین غده و غدهٔ بناگوشی بالاترین، بزرگ‌ترین و همچنین عقبی‌ترین غده است که در کنار عضلهٔ اسکلتیِ صورت و همچنین در مجاورت با هر دو آروارهٔ دهان قرار دارد.



ترشحات غدهٔ بناگوشی به علت اندازهٔ بزرگ‌تر نسبت به سایر غدد ترشح‌کنندهٔ بزاق، بیشتر است.

مجرای غدهٔ بناگوشی با خروج از بالای غده و عبور از روی ماهیچهٔ ردیف دندان‌های بالا ختم می‌شود.

غدهٔ بناگوشی در سطح خارجی عضلهٔ متصل به استخوان آرواره است که بالای آن پهن‌تر است.

غدهٔ زیرزبانی نسبت به زیرآرواره‌ای در سطح بالاتری قرار دارد. (*با توجه به شکل اول فصل، غدهٔ زیرآرواره‌ای کوچک‌تر از زیرزبانی‌ها هستند.*)

با توجه به شکل می‌توان گفت که غدهٔ بناگوشی تنها دارای یک مجرای بزاقی عرضی و غدهٔ زیرزبانی دارای بیشترین تعداد مجرای بزاقی می‌باشد که این غده توسط یک مجرای دیگر به غدهٔ آرواره‌ای متصل است.

بزاق، هم شروع گوارش نشاسته و هم شروع دفاع بدن در لولهٔ گوارش را با آنزیم لیزوزیم دارد.

در بزاق مواد آلی و معدنی وجود دارند که پروتئین آنزیمی آن لیزوزیم و آمیلاز و غیرآنزیمی آن موسین است.

موسین بزاق، گلیکوپروتئینی است که به همراه آب، مادهٔ مخاطی را می‌سازد. لیزوزیم بزاق فقط ضد **باکتری** بیماری‌زا است.

ترشح بزاق، تحت کنترل اعصاب **خودمختار خارج شده از پل‌مغزی** است (*نه شبکهٔ یاختهٔ عصبی!*).

نکات ترکیبی

ترکیب با سایر کتاب‌ها: ترشح بزاق با فکر کردن به غذا، دیدن غذا (*حس بینایی*)، بوی غذا (*حس بویایی با گیرندهٔ شیمیایی*) و مزهٔ غذا (*حس چشایی*) و حتی با یادگیری شرطی شدن کلاسیک (*فصل ۸ دوازدهم*) همواره به صورت انعکاس **غیرارادی** انجام می‌شود.

ترکیب با فصل ۱ زیست یازدهم: تنظیم ترشح بزاق توسط **پل‌مغزی** صورت می‌گیرد **پل‌مغزی** جزئی از ساقهٔ مغز بوده و می‌توان گفت که زیر مغز میانی، جلوی مخچه و بالای بصل‌النخاع قرار دارد.

ترکیب با فصل ۲ زیست یازدهم: در سطح زبان برجستگی‌هایی وجود دارد که در قسمت عمقی این برجستگی‌ها جوانه‌های چشایی زیادی وجود دارد. گیرنده‌های موجود در جوانه‌های چشایی قادر به شناسایی ۵ مزهٔ **اصلی** هستند.

ترکیب با فصل ۳ زیست یازدهم: با توجه به شکل ۶ فصل ۳ زیست یازدهم می‌توان گفت که مفصل بین فک پایین و فک بالا نوعی مفصل متحرک و مفصل بین فک بالا و استخوانی از جمجمه از نوع مفصل ثابت است.

ترکیب با فصل ۳ زیست یازدهم: زبان به کمک نوعی زردپی به آروارهٔ پایین اتصال دارد.

ترکیب با فصل ۵ زیست یازدهم: آنزیم لیزوزیم جزءِ خط اول ایمنی است و در از بین بردن باکتری‌های بیماری‌زا نقش دارد.

۱۹ گوارش در دهان و بلع غذا

موارد مقایسه / غدد بزاقی بزرگ	زیرآرواره‌ای	زیرزبانی	بناگوشی
تعداد	۲ عدد مفروطی‌شکل	۲ عدد	۲ عدد
محل ورود ترشحات	کف حفرهٔ دهانی	کف حفرهٔ دهانی	سقف حفرهٔ دهانی مجاور دندان ردیف بالا
بیشترین تعداد مجرا	−	+	−
کوچک‌ترین	−	+	−
بزرگ‌ترین	−	−	+
پایین‌ترین	+	−	−
بالاترین	−	−	+
جلویی‌ترین	−	+	−
عقبی‌ترین	−	−	+
تشکیل شده از بخش‌های کوچک‌تر	+	+	+
بیشترین فاصله بین یک جفت غدهٔ بزاقی متناظر	−	−	+
دورترین غدهٔ بزاقی از حلق	−	+	−
تنها غدهٔ بزاقی بالاتر از حلق	−	−	+

۲۰ پروتئین‌های بزاق

ویژگی / پروتئین بزاق	محل تولید	مرکز مغزی	نقش آنزیمی	جایگاه فعال	اثر بر فعال‌سازی	هدف
آمیلاز	ریبوزوم شبکهٔ آندوپلاسمی	پل‌مغزی	+	برای نشاسته	کم می‌کند.	تولید مالتوز از نشاسته
لیزوزیم	ریبوزوم شبکهٔ آندوپلاسمی	پل‌مغزی	+	برای باکتری بیماری‌زا	کم می‌کند.	دفاع در برابر باکتری بیماری‌زا
موسین	ریبوزوم شبکهٔ آندوپلاسمی	پل‌مغزی	−	ندارد	اثر ندارد.	ترکیب با آب و بلع آسان

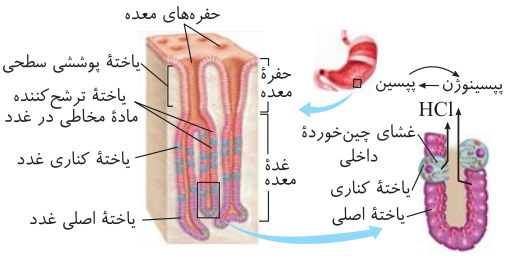
۶ شکل‌نامهٔ معده

ترتیب لایه‌های ماهیچه‌ای در معده از خارج به داخل: طولی، حلقوی و مورب.
چین‌خوردگی‌های معده حاصل چین‌خوردگی لایهٔ زیرمخاط و مخاط هستند.
چین‌خوردگی‌های معده برخلاف چین‌خوردگی‌های رودهٔ باریک موقتی می‌باشند.
در لایهٔ ماهیچه‌ای دیوارهٔ معده، شبکهٔ عصبی علاوه‌بر بین ماهیچهٔ طولی و حلقوی در بین حلقوی و مورب هم قرار دارد.
فوقانی‌ترین بخش معده بالاتر از بندارهٔ انتهای مری قرار دارد.
در ساختار معدهٔ انسان، عضلات موجود در ناحیهٔ پیلور نسبت به نواحی بالاتر از آن قطر بیشتر و توانایی انقباض بیشتری دارند.
بندارهٔ پیلور و بندارهٔ انتهای مری، بالاتر از پایین‌ترین قسمت معده می‌باشند.

نکتهٔ ترکیبی

ترکیب فصل ۱ دهم: با توجه به شکل ۱۶ فصل قبلی بافت پوششی مخاط معده از نوع استوانهٔ تک‌لایه است که در این یاخته‌ها هسته در نزدیکی غشای پایه قرار دارد.

۷ شکل‌نامهٔ دیوارهٔ معده



معده محل آغاز گوارش شیمیایی پروتئین‌ها است. پپسینوژن‌ها غیرفعال هستند و توسط اسید معده به پپسین که شکل فعال پروتئازهای معده است تبدیل می‌شوند؛ خود پپسین نیز در تبدیل پپسینوژن به پپسین نقش دارد. پروتئازهای معده هیدرولیز ناقص دارند و توانایی تبدیل پروتئین به آمینواسید را ندارند.
میزان ترشح مادهٔ مخاطی توسط یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مخاط در غدهٔ معده بیشتر از یاخته‌های پوششی سطحی حفرات می‌باشد.
انواع آنزیم‌های **گوارشی قابل مشاهده** در معده: آمیلاز بزاق و پروتئاز معده (*البته فقط پروتئاز فعال است.*)
انواع آنزیم‌های قابل مشاهده در معده: آمیلاز، پروتئاز و لیزوزیم (*در مخاط*)
هورمون گاسترین با اثر بر یاخته‌های اصلی و کناری در افزایش تولید پپسینوژن و اسید معده نقش دارد.
تبدیل پپسینوژن اولیه به پپسین نیاز به آنزیم ندارد و توسط مادهٔ معدنی HCl انجام می‌شود.
در صورت برداشتن قسمتی از دیوارهٔ معده یا ابتلای فرد به زخم معده، تعداد یاخته‌های کناری و مقدار عامل داخلی معده کاهش می‌یابد؛ در نتیجه فرد به نوعی کم‌خونی مبتلا می‌شود. در این حالت، هم مغز زرد استخوان‌های دراز به مغز قرمز تبدیل می‌شود و هم تولید اریتروپویتین از کبد و کلیه‌ها زیاد می‌شود.
اگر انقباض بندارهٔ انتهای مری کافی نباشد، اسید معده به مری برمی‌گردد و فرد دچار ریفلاکس مری می‌شود؛ در پی ریفلاکس به تدریج دیوارهٔ داخلی مری به دلیل نداشتن عوامل حفاظتی کافی به اندازهٔ معده و روده، امکان آسیب یاخته‌های دیوارهٔ آن زیاد است.
pH خون سیاهرگی معده نسبت به خون سرخرگی معده بیشتر می‌باشد؛ زیرا به هنگام ساخت اسید معده در یاخته‌های کناری یون‌های هیدروژن خون سرخرگی مصرف می‌شوند.
به هنگام تبدیل پپسینوژن به پپسین از تعداد پیوندهای پپتیدی پپسینوژن کاسته می‌شود؛ در نتیجه پپسین از پپسینوژن کوچک‌تر است.

- هر مجرای غدهٔ معده به یک حفره متصل است اما هر حفرهٔ معده لزوماً به یک مجرا متصل نیست.
- اندازهٔ غدد با هم متفاوت است و همگی توسط یاخته‌های مخاط‌ساز به حفرهٔ معده متصل می‌باشند.
- عامل داخلی معده در جذب ویتامین B_{12} در رودهٔ باریک نقش دارد.
- یاخته‌های کناری می‌توانند در تماس با یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مخاط و یاخته‌های اصلی قرار بگیرند.
- یاخته‌های کناری، بزرگ‌ترین یاخته‌های دیوارهٔ غدهٔ معده هستند که تعدادی چین درونی دارند که بین چین‌ها اندامک‌ها هم دیده می‌شوند.
- بیشترین تعداد یاخته در قسمت‌های بالایی غدهٔ معده مربوط به یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مخاط و در قسمت‌های پایین غدهٔ معده مربوط به یاخته‌های اصلی است.
- یاخته‌های اصلی، پایین‌ترین یاخته‌های قرار گرفته در ساختار غده معده‌اند؛ در نتیجه این یاخته‌ها کمترین فاصله را با لایهٔ زیرین یا همان لایهٔ زیرمخاط دارند.
- یاخته‌های پوششی سطحیّ فراوان‌ترین یاخته‌های معده هستند.
- یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی، فراوان‌ترین یاخته‌های غدهٔ معده و فراوان‌ترین یاخته‌های بخش سطحی‌تر در غدهٔ معده هستند.
- کم‌تعدادترین یاخته‌های غدهٔ معده یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ گاسترین به صورت **پراکنده** در غدد معده هستند. *(البته در شکل مشخص نیست.)*
- یاخته‌های کناری کم‌تعدادترین یاخته‌های **برون‌ریز** غدهٔ معده هستند.
- هیچ‌گاه دو یاختهٔ کناری معده در کنار هم نیستند.
- هستهٔ همهٔ یاخته‌های غدهٔ معده در نزدیکی غشای پایه و در یک سمت یاختهٔ دورتر از مجرا قرار دارند.
- یاخته‌های پوششی سطحی حفرهٔ معده استوانه‌ای‌شکل بوده و هستهٔ آن‌ها در نزدیکی غشای پایه قرار دارد.
- یاخته‌های کناری بیشتر در قسمت‌های میانی غدهٔ معده دیده می‌شوند.

نکات ترکیبی

ترکیب فصل ۴ دهم:

۱ ویتامین B_{12} در ساخت گویچه‌های قرمز در مغز استخوان نقش دارد. کارکرد فولیک‌اسید نیز به وجود ویتامین B_{12} نیاز دارد.

۲ در کم‌خونی‌ها میزان ترشح هورمون اریتروپویتین از یاخته‌های درون‌ریز کبد و کلیه افزایش می‌یابد و فعالیت مغز استخوان زیاد می‌شود.

ترکیب فصل ۵ یازدهم: آنزیم لیزوزیم در خط اول ایمنی بدن نقش دارد و باعث تخریب دیوارهٔ باکتری‌های میکروب‌زا می‌شود که بیشتر میکروب‌های مجاری تنفسی نیز پس از بلع در معده از بین می‌روند.

طراح بیشتر به چی توجه می‌کنه؟ ۱ ویژگی‌های ظاهری یاخته‌ها ۲ مواد ترشحی و کار یاخته‌ها ۳ تعداد یاخته‌ها

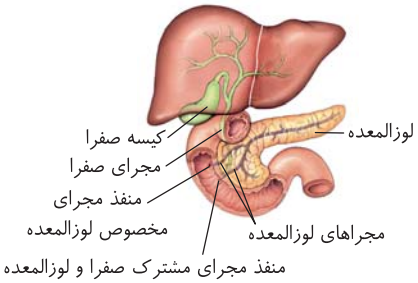
۲۱ معده و ابتدای روده باریک

معده				*قسمت کیسه‌ای‌شکل لولهٔ گوارش است.* *دیوارهٔ معده دارای چین‌خوردگی‌هایی است که هنگام پر شدن معده باز می‌شوند. (برخلاف چین‌خوردگی‌های دیوارهٔ رودهٔ باریک، دائمی نیستند.)*
	انواع گوارش	مکانیکی		توسط حرکات کرمی‌شکل لولهٔ گوارش انجام می‌شود.
		شیمیایی		شروع گوارش شیمیایی پروتئین‌ها است.
	شیرهٔ معده	حفرهٔ معده	یاخته‌های پوششی سطحی	*یاخته‌های پوششی مخاط معده در بافت پیوندی زیرین فرورفته‌اند و حفره‌های معده را به وجود آورده‌اند و مجاری غده‌های معده به این حفره‌ها راه دارد.*
				ویژگی ظاهری: تنها یاخته‌های بخش حفرهٔ معده هستند. در تماس با یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی غدد معده قرار دارند
				وظیفه: ترشح بیکربنات که لایهٔ ژله‌ای حفاظتی را قلیایی می‌کند. ترشح مادهٔ مخاطی
		غدد معده	یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی	ویژگی ظاهری: فراوان‌ترین یاخته در غدد معده هستند. فراوان‌ترین یاخته در بخش بالایی غدد معده هستند. در تماس با یاخته‌های کناری و یاخته‌های پوششی سطحی هستند.
				وظیفه: ترشح مادهٔ مخاطی
			یاخته‌های اصلی	ویژگی ظاهری: فراوان‌ترین یاخته در بخش پایینی غدد معده هستند. در تماس با یاخته‌های کناری هستند.
				وظیفه: ترشح گروهی از پروتئازها که نام عمومی آن‌ها پپسینوژن و پیش‌ساز پروتئازهای معده است و توسط اسید معده در محیط اسیدی فعال می‌شوند. پروتئازهای معده نمی‌توانند پروتئین‌ها را به مونومر آن‌ها یعنی آمینواسیدها تجزیه کنند.
			یاخته‌های کناری	ویژگی ظاهری: بزرگ‌ترین یاخته‌های غدد معده هستند. دارای غشای داخلی چین‌خورده می‌باشند. کمترین یاخته‌های برون‌ریز غدد معده هستند. در تماس با یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی و اصلی هستند
				وظیفه: ترشح اسید معده که باعث فعال شدن پروتئازهای معده می‌شود. ترشح عامل داخلی معده که وجود آن برای جذب ویتامین B_{12} در رودهٔ باریک ضروری است.
			یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ گاسترین	ویژگی ظاهری: به صورت پراکندهٔ درون‌ریز هستند.
				وظیفه: افزایش ترشح اسید معده ← با اثر بر یاختهٔ کناری معده افزایش ترشح پپسینوژن ← با اثر بر یاختهٔ اصلی معده
				ریفلاکس معده: در صورت برگشت اسید معده بخاطر **کافی نبودن** انقباض بندارهٔ انتهای مری، **به تدریج** مخاط مری آسیب می‌بیند؛ زیرا حفاظت دیوارهٔ آن به اندازهٔ معده و رودهٔ باریک، نیست. سیگار کشیدن، الکل، رژیم غذایی نامناسب و استفادهٔ بیش از اندازه از غذاهای آماده، تنش و اضطراب، از علت‌های برگشت اسید معده‌اند.

۲۲ وضعیت اجزای دهان

عضو / فرایند	زبان بزرگ	زبان کوچک	اپی‌گلوت	حنجره
بلع	بالا	بالا	پایین	بالا
سرفه	پایین	بالا	بالا	پایین
عطسه و نفس کشیدن	پایین	پایین	بالا	پایین

۸ شکل‌نامه و نکات کبد

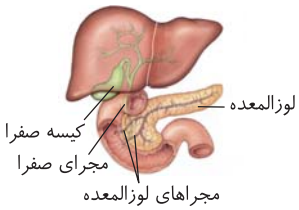


- بخش اعظم کبد در سمت راست بدن قرار دارد. به‌طور کلی کبد از دو بخش تشکیل شده است که بخش راست آن بزرگ‌تر از بخش چپ می‌باشد.
- بخاطر محل قرارگیری کبد در سمت راست:
  - کلیه و فوق کلیهٔ راست پایین‌تر از کلیهٔ چپ قرار دارند و میزنای متصل به آن کلیه کوتاه‌تر از سمت دیگر است.
  - سمت راست دیافراگم، بالاتر از سمت چپ قرار دارد.
- کیسهٔ صفرا در پشت کبد و زیر بخش **راست** آن قرار گرفته است.
- مسیر انتقال صفرا از کبد به کیسهٔ صفرا ابتدا نزولی و سپس صعودی و در نهایت مجدداً طی مسیر نزولی از کیسهٔ صفرا خارج می‌شود.
- انشعابات مجاری کبدی در لوب راست کبد بیشتر از لوب چپ است.
- مجرای صفرا که شیرهٔ صفرا را به دوازدهه وارد می‌کند، از پشت دوازدهه عبور می‌کند.
- پایین‌ترین قسمت کیسهٔ صفرا در پشت کبد قرار ندارد.
- هیچ بخش از کیسهٔ صفرا در سطح بالاتری از کبد قرار ندارد.
- ابتدای مجرای صفرا که به کیسهٔ صفرا متصل است اجازهٔ عبور دوطرفهٔ صفرا را برای ورود و خروج در کیسهٔ صفرا می‌دهد.

۹ شکل‌نامهٔ لوزالمعده

- اندامی مرتبط با لولهٔ گوارش در دستگاه گوارش است که بیشتر قسمت‌های **آن موازی و زیرمعده** در سمت **چپ** حفرهٔ شکمی قرار دارند.
- لوزالمعده دو بخش برون‌ریز و درون‌ریز دارد که بخش درون‌ریز آن به‌صورت متمرکز درون بخش برون‌ریز است.
- گوارش بیشتر لیپیدها توسط لیپازهای لوزالمعده انجام می‌شود.
- آمیلاز لوزالمعده همانند آمیلاز دهان، توانایی گوارش شیمیایی و آبکافت کامل کربوهیدرات‌ها به مونومر آن‌ها یعنی گلوکز را ندارد چون محصول آن‌ها مالتوز است.
- یکی از مجراهای لوزالمعده که به دوازدهه می‌ریزد با مجرای صفراوی مشترک است. در ترکیبات صفرا فسفولیپید و کلسترول، نمک‌های صفراوی و بیکربنات وجود دارند؛ پس می‌توان گفت که شیرهٔ لوزالمعده می‌تواند به همراه نوعی فسفولیپید وارد دوازدهه شود.

نکات شکل



- محتویات پانکراس توسط دو مجرا به سمت چپ قوس دوازدهه وارد می‌شوند.
- مجرای بالایی (*باریک‌تر*) پانکراس به صورت مستقل و مجرای پایینی (*ضخیم‌تر*) آن به صورت مشترک با مجرای صفرا به دوازدهه متصل است.
- طول مجرای بالایی پانکراس بیشتر از مجرای پایینی آن است. از طرفی بخش قطورتر لوزالمعده در سمت **راست** می‌باشد.
- از مجرای پایینی پانکراس، دو مجرا منشعب می‌شود که انشعاب بالاتر آن با مجرای صفرا یکی می‌شود.
- غیر از معده، اولین مجرایی که به دوازدهه متصل است، مجرای لوزالمعده می‌باشد که مستقل از مجرای صفرا است.
- مجرایی که از به هم پیوستن مجرای صفرا و لوزالمعده ایجاد می‌شود، دومین مجرای متصل به دوازدهه است.
- مجرای صفرا از مجرای بالایی پانکراس عبور کرده تا به مجرای پایینی متصل شود.
- مجرای صفرا از پشت دوازدهه و سپس مجرای بالایی پانکراس عبور می‌کند.
- لوزالمعده برخلاف کبد پایین‌تر از پیلور قرار دارد و دقت کنید که لوزالمعده به هر دو کلیه متصل است. (*فصل ۴ یازدهم*)
- آنزیم‌های روده و لوزالمعده به بخش میانی دوازدهه می‌ریزند ولی شیرهٔ معده وارد ابتدای دوازدهه می‌شود.

نکات ترکیبی

ترکیب فصل ۴ یازدهم:

۱ بخش درون‌ریز لوزالمعده به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌ها در بین بخش برون‌ریز است که **جزایر لانگرهانس** نام دارند. این بخش دو هورمون انسولین و گلوکاگون را ترشح می‌کند. انسولین کاهندهٔ قند خون و گلوکاگون افزایندهٔ قند خون است.

۲ دیابت نوع یک، یک بیماری خودایمنی است که در آن دستگاه ایمنی یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می‌برد.

۲۳ جمع‌بندی اندام‌های لولهٔ گوارش

ویژگی / نام بخش	گوارش		ترشحات	جذب	محل قرارگیری
	مکانیکی	شیمیایی			
دهان (غدد بزاقی)	آغاز گوارش مکانیکی توسط دندان‌ها و ماهیچه‌های اسکلتی و فک و ...	آغاز گوارش شیمیایی نشاسته (کربوهیدرات) توسط آنزیم آمیلاز	ترکیبی از آب، یون‌ها، موسین و انواعی از آنزیم‌ها (آمیلاز و لیزوزیم)	اندک	ابتدای لولهٔ گوارش که به حلق منتهی می‌شود.
مری	ندارد	ندارد	مادهٔ مخاطی (موسین و آب و لیزوزیم)	ندارد	قسمت عمدهٔ آن در وسط و انتهای آن (بنداره انتهای مری) در سمت چپ
معده	ادامهٔ گوارش مکانیکی توسط حرکات کرمی‌شکل	آغاز گوارش شیمیایی پروتئین‌ها	مادهٔ مخاطی، بیکربنات، عامل داخلی و HCl، پپسینوژن و هورمون گاسترین	اندک	قسمت عمدهٔ آن در سمت چپ و انتهای آن در سمت راست
رودهٔ باریک	ادامهٔ گوارش مکانیکی توسط حرکات کرمی‌شکل و آغاز حرکات قطعه‌قطعه‌کننده	آغاز گوارش شیمیایی نوکلئیک‌اسیدها و لیپیدها، ادامه و پایان گوارش شیمیایی کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و نوکلئیک‌اسیدها	مادهٔ مخاطی، بیکربنات، آب و آنزیم‌های گوارشی	محل اصلی جذب مواد غذایی	حدود ۵، ۶ متر طولشه، مگه میشه یک طرف بدن جا بشه
رودهٔ بزرگ	حرکات آهسته دارد.	گوارش سلولز توسط باکتری‌ها	مادهٔ مخاطی (موسین و آب و لیزوزیم)	آب، یون‌ها و ویتامین B_{12}	کولون بالارو و رودهٔ کور: راست کولون پایین‌رو: چپ کولون رودهٔ کور: راست
کبد	با تولید صفرا در گوارش مکانیکی چربی‌ها نقش دارد.	ندارد، البته گلیکوژن ذخیره‌ای را درون یافته هپاتوسیت‌ها می‌کند.	فیلی زیاده، تو مبحث مربوط به کبد نکاتشو آوردم	ندارد	قسمت اعظم آن سمت راست و بخش کوچکی از آن در سمت چپ
لوزالمعده	ندارد	گوارش شیمیایی انواع مواد غذایی	بخش درون‌ریز: انسولین و گلوکاگون. (یازدهم) بخش برون‌ریز: آنزیم‌های گوارشی (فقط پروتئازهاش غیرفعال و قوی و متنوعه)، بیکربنات	ندارد	قسمت عمدهٔ آن در چپ و کمی در سمت راست زیر معده و موازی با اونه!

۲۴ ترشحات لوزالمعده

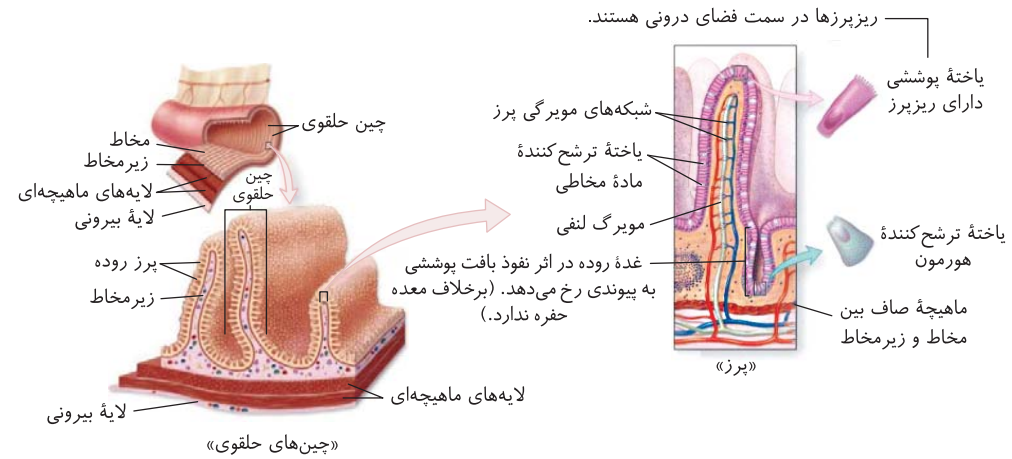
بخش برون‌ریز لوزالمعده		
ترشحات	**مکان ورود ترشحات**	**ویژگی**
بیکربنات	بخش ابتدایی رودهٔ باریک (دوازدهم)	خنثی‌سازی اثر اسیدی کیموس
آمیلاز و سایر کربوهیدرازها		آبکافت انواع کربوهیدرات‌ها
انواع پروتئازهای قوی		تجزیهٔ نهایی پروتئین
لیپاز		تجزیهٔ نهایی لیپید
نوکلئاز		تجزیهٔ دنا و رنا

بخش درون‌ریز لوزالمعده		
ترشحات	**مکان ورود ترشحات**	**ویژگی**
گلوکاگون ← مربوط به کتاب یازدهم است	خون	تجزیهٔ گلیکوژن و افزایش قند خون
انسولین		ورود گلوکز به یاخته‌ها و کاهش قند خون

۲۵ گوارش شیمیایی

گوارش شیمیایی	
شروع گوارش شیمیایی پروتئین‌ها ← معده	تکمیل گوارش شیمیایی پروتئین‌ها ← رودهٔ باریک
شروع و پایان گوارش شیمیایی نوکلئوتیدها ← رودهٔ باریک	تکمیل گوارش شیمیایی چربی‌ها ← رودهٔ باریک
شروع گوارش شیمیایی نشاسته ← دهان	تکمیل گوارش شیمیایی کربوهیدرات‌ها ← رودهٔ باریک و بزرگ (برای سلولز)

۱۰ شکل‌نامهٔ رودهٔ باریک



- رودهٔ باریک دارای چین‌های حلقوی دائمی است که اندازهٔ یکسانی ندارند. در ساختار چین‌ها، لایهٔ زیرمخاط و مخاط مشاهده می‌شوند.
- چین‌های حلقوی طوری قرار گرفته‌اند که لایهٔ زیرمخاط در مرکز آن‌ها و لایهٔ مخاط در اطراف قرار می‌گیرد.
- پرزها، حاصل برآمدگی لایهٔ مخاطی چین‌ها در رودهٔ باریک هستند که دارای سه نوع رگ خونی سیاهرگ، سرخرگ و مویرگ در بخش پیوندی خود می‌باشند.
- مویرگ لنفی پرز در بین شبکهٔ مویرگی بین سرخرگ و سیاهرگ قرار دارد و انتهای آن بسته است.
- اندازهٔ پرزها و چین‌های روده با هم متفاوت می‌باشد.
- ریزپرزها، چین‌خوردگی‌های غشای یاخته‌های مخاطی هستند، در نتیجه در ساختار آن‌ها: فسفولیپید، کلسترول، کربوهیدرات و پروتئین مشاهده می‌شود.
- ریزپرزها کوچک‌ترین ساختار برای افزایش سطح جذب در رودهٔ باریک هستند.
- در یاختهٔ پوششی پرز، فقط سطحی که در مجاورت فضای درونی رودهٔ باریک می‌باشد، دارای چین‌خوردگی است.
- انواعی از یاخته‌های پوششی در ساختار پرز روده وجود دارند. یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی، در کنار هم قرار نگرفته‌اند.
- مویرگ لنفی خارج شده از روده به کبد نمی‌رود. ابتدا به خون می‌ریزد و سپس از طریق خون به کبد می‌رود.
- فراوان‌ترین یاخته‌های پرز، یاخته‌های ریزپرزدار هستند.
- یاخته‌های پوششی ریزپرزدار، یاخته‌های استوانه‌ای‌شکل بلندی هستند که در انتهای آن‌ها یک هستهٔ بیضی‌شکل وجود دارد.
- ریزپرزها در یاخته‌های پوششی ریزپرزدار در ناحیهٔ **پهن‌تر** این یاخته قرار دارند.
- یاخته‌های درون‌ریز در رودهٔ باریک، یاخته‌های استوانه‌ای‌شکل و کوتاه‌تر از سایر یاخته‌های ریزپرزدار که سیتوپلاسم شفافی دارند و هستهٔ بیضی‌شکل آن‌ها در انتهای یاخته قرار دارد.

یاختهٔ پوششی دارای ریزپرز

- یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی، هم در ساختار پرز و هم در ساختار غدهٔ روده‌ای (ساختاری ضروری در میان دو پرز) قرار دارند.
- پرز رودهٔ باریک از یاخته‌های پوششی جذب‌کننده، پیوندی و یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی تشکیل شده است که یاخته‌های پوششی جذب‌کنندهٔ مواد مغذی بیشترین تعداد را دارند.
- هستهٔ اغلب یاخته‌های پوششی دارای ریزپرز در سمت فضای روده قرار ندارند. (ریزپرزها در سمت فضای روده هستند در صورتی که هسته در سمت مخالف ریزپرزها قرار گرفته است)

نکتهٔ ترکیبی

ترکیب فصل ۵ دهم: ریزپرزها علاوه‌بر یاخته‌های رودهٔ باریک، در یاخته‌های مکعبی لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک نفرون‌ها هم دیده می‌شوند.

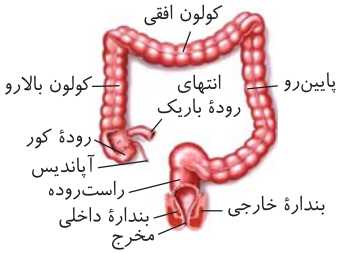
مقایسهٔ چین، پرزها و ریزپرزهای معده و رودهٔ باریک

چین‌های معده	○ موقتی هستند. ○ موقع پر شدن معده از غذا باز شده و از بین می‌روند و هنگام خالی شدن دوباره تشکیل می‌شوند.
چین‌های رودهٔ باریک	○ حاصل چین‌خوردگی زیر مخاط و مخاط هستند. ○ دائمی هستند. ○ حلقوی‌شکل می‌باشند.
پرزهای رودهٔ باریک	○ برآمدگی کوتاه مخاط که روی چین حلقوی قرار دارند. ○ حاوی بافت پوششی و آستری پیوندی ○ دارای شبکهٔ مویرگی خونی + مویرگ لنفی ○ انتهای مویرگ لنفی بسته است. ○ در انتهای مخاط رودهٔ باریک ماهیچه‌هایی وجود دارد (تخلیهٔ کتاب).
ریزپرزهای رودهٔ باریک	○ چین‌خوردگی غشای یاخته‌های پوششی مخاط در سمت فضای درون رودهٔ باریک ○ مجموعهٔ چین‌ها، پرزها و ریزپرزها سطح تماس را افزایش می‌دهند. ○ در بیماری سلیاک یا حساسیت به پروتئین گلوتن (در گندم یا جو وجود دارد) یاخته‌های روده تخریب می‌شوند و ریزپرزها و حتی پرزها از بین می‌روند؛ در نتیجه جذب مواد کاهش شدیدی پیدا می‌کند.

۲۷ هم‌اندیشی و گفت‌وگو

موارد مقایسه	لیپوپروتئین کم‌چگال	لیپوپروتئین پرچگال
جنس	لیپید (کلسترول) + پروتئین	لیپید (کلسترول) + پروتئین
میزان کلسترول	زیاد	کم
میزان پروتئین	کم	زیاد
امکان انسداد رگ	زیاد می‌کند	کم می‌کند
وظیفه	حمل لیپید در خون که سبب رسوب آن در جدار سرخرگ‌ها می‌شود	حمل لیپید در خون و کم کردن کلسترول از جدار سرخرگ‌ها

۱۱ شکل‌نامهٔ رودهٔ بزرگ و راست‌روده



«بخش‌های انتهایی لولهٔ گوارش»

مواد موجود در قسمت ابتدایی رودهٔ بزرگ نسبت به سایر قسمت‌های آن، آب بیشتری در خود دارند؛ در نتیجه می‌توان گفت که رودهٔ کور در مقایسه با سایر بخش‌های رودهٔ بزرگ با مواد دارای آب بیشتری در تماس است.

به دلیل جذب آب در رودهٔ بزرگ غلظت مواد درون سیاهرگ خروجی از آن کمتر از غلظت مواد درون سرخرگ ورودی به آن است. (پس خون خروجی از روده بزرگ رقیق‌تر از خون ورودی به آن است.)

در رودهٔ بزرگ، آب و مواد گوارش‌نیافته جذب می‌شوند و با جذب آب فشار اسمزی محتویات موجود در فضای آن افزایش می‌یابد.

محل اتصال آپاندیس به رودهٔ بزرگ، پایین‌تر از محل اتصال رودهٔ باریک به آن است.

خیلی دقت کنید که انتهای رودهٔ باریک به انتهای رودهٔ کور وصل است. نه به ابتدای رودهٔ کور که همان ابتدای رودهٔ بزرگ است!

رودهٔ کور در ابتدای رودهٔ بزرگ قرار گرفته است (نه در انتهای روده باریک).

کوتاه‌ترین بخش رودهٔ بزرگ، رودهٔ کور است که درون سمت راست حفرهٔ شکمی قرار دارد و به پردهٔ صفاق متصل است.

طول کولون پایین‌رو بیشتر از کولون بالارو است البته طول کولون افقی نیز بیشتر از کولون بالارو است.

آپاندیس در سطح پایین‌تری نسبت به انتهای رودهٔ باریک قرار دارد و از آن باریک‌تر نیز می‌باشد.

بخش ابتدایی رودهٔ بزرگ در سطحی بالاتر نسبت به بخش انتهایی آن قرار گرفته است.

در سطح خارجی کولون بالارو، افقی و پایین‌رو برآمدگی‌های حلقوی‌شکل وجود دارند.

بخش انتهایی کولون بالارو نسبت به بخش ابتدایی کولون پایین‌رو در سطح پایین‌تری قرار دارد.

رودهٔ کور و کولون بالارو مواد را به سمت بالا، کولون افقی از سمت راست شکم به سمت چپ و کولون پایین‌رو به سمت پایین و در انتها به سمت مرکز بدن جابه‌جا می‌کند.

بخش ابتدایی راست‌روده نسبت به انتهای رودهٔ باریک در سطح پایین‌تری قرار دارد.

بندارهٔ خارجی مخرج بزرگ‌تر از بندارهٔ داخلی آن است این بنداره به سمت مخرج، قطورتر است.

هنگام اتصال کولون پایین‌رو به راست‌روده، محتویات ابتدا در خلاف جهت جاذبهٔ زمین حرکت می‌کنند.

بین بخش‌های مختلف رودهٔ بزرگ، و در محل اتصال رودهٔ بزرگ به راست روده، بنداره وجود ندارد.

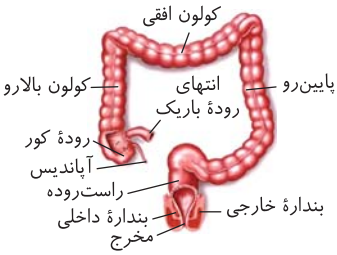
میزان اتساع راست‌روده نسبت به بخش‌های مختلف رودهٔ بزرگ بیشتر می‌باشد.

به علت قرارگیری کبد در سمت راست بدن انتهای کولون بالارو پایین‌تر از ابتدای کولون پایین‌رو قرار دارد.

بندارهٔ داخلی مخرج دوکی‌شکل دیده می‌شود که همانند بندارهٔ خارجی آن، از بالا به پایین ضخامت آن افزایش می‌یابد.

۱۲ شکل‌نامهٔ بندارهها

بندارهٔ انتهای مری
(ماهیچه صاف)



«بخش‌های انتهایی لولهٔ گوارش»

بندارهها ماهیچهٔ حلقوی‌شکل هستند و می‌توانند از جنس ماهیچهٔ صاف (تحت کنترل اعصاب خودمختار) یا مخطط (اسکلتی) (تحت کنترل اعصاب پیکری) باشند. بندارههای لولهٔ گوارش عبارت‌اند از:

- بندارهٔ انتهای مری که از جنس ماهیچهٔ **صاف** است و در سمت چپ بدن زیر دیافراگم قرار دارد. (هواستون باشه که این بنداره برای انتهای مری هست و نه ابتدای معده)
- بندارهٔ پیلور که بین معده و رودهٔ باریک در سمت **راست** بدن قرار دارد و از جنس ماهیچهٔ صاف است.
- بندارهٔ انتهای رودهٔ باریک در اتصال با رودهٔ بزرگ (رودهٔ کور) در سمت راست شکم که منفذ آن بالاتر و بزرگ‌تر از منفذ آپاندیس است.
- بندارههای مخرج که بندارهٔ داخلی از جنس ماهیچهٔ صاف و بندارهٔ خارجی از جنس ماهیچهٔ مخطط اسکلتی است و هر دو در وسط بدن قرار دارند.

بندارهٔ داخلی انتهای راست‌روده هرچه به مخرج نزدیک می‌شود، قطورتر می‌شود. از طرفی بندارهٔ خارجی انتهای راست‌روده که ارادی است، دو قسمت L یا ⅃ مانند دارد که به سمت بالا روبه‌روی قسمتی از بندارهٔ داخلی است ولی قسمت پایین‌تر آن که مجاور سوراخ مخرج است، قطورتر می‌باشد.

آرایش ماهیچهٔ همهٔ بندارهها به صورت **حلقوی** اسـت، در نتیجه در دسـتگاه گوارش، ماهیچهٔ مخطط اسـکلتی نیز همانند ماهیچهٔ صاف در محل بندارهٔ خارجی (مخرج) می‌تواند به شکل حلقوی دیده می‌شود. *البته هواستون باشه که هر یافتهٔ ماهیچهٔ اسکلتی، استوانه‌ای (نه حلقوی!) هست*

در ساختار **دریچه‌های** دستگاه گردش خون و دفع ادرار، **ماهیچه** به کار نرفته است؛ **بنابراین دریچه‌ها برخلاف بندارهها قابلیت انقباض ندارند.**

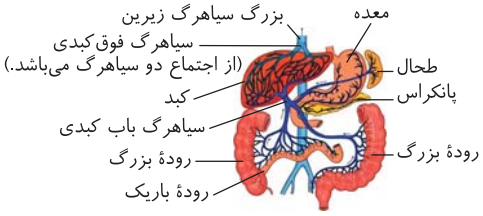
نکات ترکیبی

- ترکیب فصل ۴ دهم: در ابتدای **بعضی** از مویرگ‌ها بندارهایی به‌صورت حلقه‌های ماهیچه‌ای صاف وجود دارند که میزان جریان خون در آن رگ را کنترل می‌کنند.
- ترکیب فصل ۵ دهم: در محل اتصال مثانه به میزراه، بندارهٔ داخلی میزراه قرار دارد و در ادامهٔ مسیر خروج ادرار از بدن بندارهٔ دیگری به نام بندارهٔ **خارجی** میزراه وجود دارد. بندارهٔ داخلی از نوع ماهیچهٔ صاف و غیرارادی و بندارهٔ خارجی از نوع ماهیچهٔ اسکلتی و ارادی است.
- ترکیب فصل ۱ یازدهم: بندارهٔ انتهای مری، پیلور و بندارهٔ داخلی مخرج و ابتدای میزراه، از جنس ماهیچهٔ صاف و تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار هستند اما بندارهٔ خارجی مخرج و انتهای میزراه از جنس ماهیچهٔ اسکلتی و تحت تأثیر دستگاه عصبی پیکری است.
- در مردان بندارهٔ خارجی میزراه محل خروج ادرار و اسپرم می‌باشد.

۲۸ ابتدای روده بزرگ

موارد مقایسه	رودهٔ کور	کولون بالارو	کولون افقی	کولون پایین‌رو
مکان قرارگیری	سمت راست بدن	سمت راست بدن	زیر معده	سمت چپ بدن
مسیر حرکت مواد	بالا	بالا	از راست به چپ	پایین
اندازه (از کوچک به بزرگ)	۱	۲	۳	۴
نکات	آپاندیس به سطح پایین‌تر و انتهای رودهٔ باریک به بالاتر آن متصل است.	انتهای آن در تماس با کبد است.	انتهای سمت چپ آن بالاتر است.	از زیر لوزالمعده و طحال شروع می‌شود.

۱۳ شکل‌نامهٔ گردش خون دستگاه گوارش



خون سـیاهرگ خارج شـده از طحال، معده، پانکراس، رودهٔ باریک و بزرگ وارد سـیاهرگ باب می‌شود.

سـیاهرگ خارج شـده از **طحال** با سـیاهرگ بخش **بالایی** معده یکی می‌شـود تا به سیاهرگ باب بریزد.

سیاهرگ **پایینی** معده با سیاهرگ **لوزالمعده** یکی می‌شود تا به سیاهرگ باب بریزد.

سیاهرگ خارج شده از کولون پایین‌رو با سیاهرگ مشترک معده، طحال و لوزالمعده یکی می‌شود.

سیاهرگ رودهٔ باریک و کولون بالارو یکی می‌شود تابه سیاهرگ باب بریزند.

اندام‌هایی که خون‌شان مرتبط با شاخهٔ راست سیاهرگی است: رودهٔ کور، کولون بالارو، بخش ابتدایی کولون افقی و رودهٔ باریک (*دوازدهه*)

اندام‌هایی که خون‌شان مرتبط با شاخهٔ سمت چپ است: ادامهٔ کولون افقی، کولون پایین‌رو، راست‌روده، معده، لوزالمعده و طحال

دو طرف یک شبکهٔ مویرگی در کبد، سیاهرگ است. البته کبد دارای یک شبکهٔ مویرگی عادی با دو طرف سرخرگی و سیاهرگی هم می‌باشد.

بزرگ‌سیاهرگ زیرین در سطح عقبی‌تری از کبد و معده قرار دارد.

بزرگ‌سیاهرگ زیرین از پشت کبد، دوازدهه و روده‌ها عبور می‌کند و سمت راست مری قرار دارد.

لوزالمعده در جلوی آئورت و بزرگ‌سیاهرگ زیرین قرار دارد ولی خون خود را به بزرگ سیاهرگ نمی‌دهد.

سیاهرگ باب کبدی نسبت به بزرگ‌سیاهرگ زیرین جلوتر است و سیاهرگ خروجی از طحال، از پشت معده عبور می‌کند.

سیاهرگ فوق‌کبدی از به هم پیوستن دو سیاهرگ کوچک در خارج از کبد تشکیل می‌شود.

سیاهرگ خارج شده از رودهٔ باریک بیشترین حجم خون را به سیاهرگ باب وارد می‌کند.

خون سیاهرگ خروجی از معده قلیایی می‌باشد و سیاهرگ خروجی از لوزالمعده اسیدی است در نتیجه pH سیاهرگ باب نسبتاً متعادل است.

راست‌روده زیر محل یکی شدن دو سیاهرگ خروجی از پاها می‌باشد.

نکات ترکیبی

- ترکیب فصل ۴ دهم:
  1. طحال و آپاندیس جزء اندام‌های **لنفی** هستند و از اجزای دستگاه گوارش محسوب نمی‌شوند.
  2. طحال و کبد در دوران جنینی، محل **تولید** یاخته‌های خونی و در بزرگسالی محل تخریب یاخته‌های خونی قرمز هستند.
  3. طحال و آپاندیس هر دو در سیستم ایمنی بدن نقش دارند ولی کبد یک اندام لنفی نیست.
- ترکیب فصل ۴ و ۵ دهم: دو طرف شبکهٔ مویرگی در کپسول بومن و آبشش ماهی، سرخرگ است.
- ترکیب فصل ۴ زیست یازدهم: آهن حاصل از تخریب گویچهٔ قرمز توسط عمل طحال، هورمون‌های انسولین، گلوکاگون، سکرتین و گاسترین، از راه سیاهرگ باب وارد کبد می‌شوند.

۲۹ خاموشی نسبی و فعالیت شدید دستگاه گوارش

موارد مقایسه	خاموشی نسبی	فعالیت شدید
جریان خون لولهٔ گوارش	کم	زیاد
ترشحات لولهٔ گوارش	کم	زیاد
حرکات لولهٔ گوارش	کم	زیاد
بنداره‌ها	منقبض (بسته)	استراحت (باز)

پاراسمپاتیک فعال است!

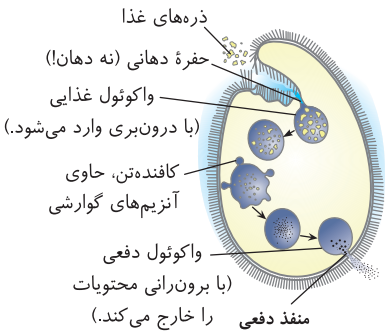
۳۰ جمع‌بندی تنظیم گوارش

تنظیم گوارش		ویژگی‌ها	مکان
دستگاه عصبی خودمختار		فعالیت‌های گوارشی را شروع و تقویت می‌کند؛ دیدن و بوییدن و فکر کردن به غذا و ... محرک فعالیت‌های این بخش است و در ترشح بزاق نقش دارد.	کل لولهٔ گوارش
شبکهٔ عصبی روده‌ای		در ایجاد حرکات لولهٔ گوارش (کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده) و ترشحات آن نقش دارد.	از مری تا مخرج
هورمون‌ها	گاسترین	بر یافتهٔ اصلی (افزایش ترشح پپسینوژن) و بر یافتهٔ کناری (افزایش ترشح اسید معده) اثر می‌گذارد.	یافته‌های درون‌ریز معده
	سکرتین	بر یافته‌های برون‌ریز لوزالمعده اثر می‌گذارد و ترشح **بیکربنات** را افزایش می‌دهد.	یافته‌های درون‌ریز دوازدهه
	اریتروپویتین	بر یافته‌های مغز قرمز استخوان (نه استخوان) اثر کرده و مقدار RBC را تنظیم می‌کند.	یافته‌های پراکندهٔ درون‌ریز کبد و کلیه‌ها
	انسولین	ورود گلوکز به یافته‌های بدن را آسان می‌کند.	جزایر لانگرهانس پانکراس
	گلوکاگون	در موقع لزوم، گلیکوژن ذخیره‌ای کبد را به گلوکز تبدیل می‌کند.	جزایر لانگرهانس پانکراس

۱۴ شکل‌نامهٔ کرم کدو

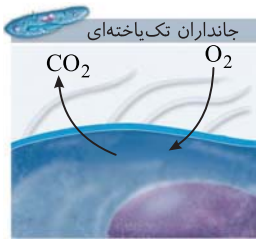
- اندازهٔ قطعات بدن کرم کدو از قسمت سر به دم در حال کاهش است.
- این جانور دهان و دستگاه گوارش ندارد و مواد را از سطح بدن دریافت می‌کند.
- این جانور انگل است و میزان ائوزینوفیل را در انسان زیاد می‌کند.

۱۵ شکل‌نامهٔ پارامسی



«گوارش درون‌یاخته‌ای در پارامسی از آغازیان»

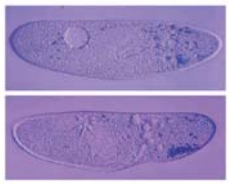
- پارامسی یک آغازی، یوکاریوت و تک‌یاخته‌ای می‌باشد که ۶ سطح سازمان‌یابی حیات دارد.
- واکوئول غذایی در انتهای حفرهٔ دهانی آن طی فرایند درون‌بری تشکیل می‌شود.
- به‌خاطر اتصال کافنده‌تن به واکوئل غذایی، اندازهٔ واکوئل گوارشی بزرگ‌تر از سایر واکوئل‌ها است.
- بزرگ‌ترین واکوئل تشکیل شده در پارامسی به خاطر اتصال کافنده‌تن‌ها، واکوئل گوارشی است.
- واکوئل دفعی فقط از راه منفذ دفعی دفع می‌شود، نه هر قسمتی!
- در محل حفرهٔ دهانی برخلاف منفذ دفعی، مژک و به صورت غیرهم‌اندازه وجود دارد.
- طول مژک‌های پارامسی در بخش‌های مختلف یکسان نیست و بلندترین مژک‌ها در سطح بیرونی‌تر حفرهٔ دهانی وجود دارند.
- پارامسی به وسیلهٔ مژک حرکت می‌کند؛ در نتیجه این مژک‌ها در همهٔ سطوح پارامسی به‌جز حفرهٔ دهانی دیده می‌شوند. مژک‌های موجود در حفرهٔ دهانی در انتقال ذرات غذایی نقش دارند.
- مژک‌های ابتدای حفرهٔ دهانی که طول بیشتری دارند و نسبت به مژک‌های انتهای حفرهٔ دهانی بلندتر می‌باشند.
- آب به صورت اسمز وارد پارامسی شده، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فشار اسمزی درون بدن از بیرون بدن بیشتر است (رگ‌ها آب شیرین).
- واکوئول دفعی و گوارشی و غذایی از بدن خارج نمی‌شوند بلکه مواد از درون آن خارج می‌شوند.
- حفرهٔ دهانی در قسمت باریک پارامسی و منفذ دفعی در قسمت پهن‌تر پارامسی قرار دارد.
- گازهای تنفسی مستقیماً بین یاخته و محیط مبادله می‌شوند و سامانهٔ تنفسی در این جاندار وجود ندارد.
- چون در پارامسی آب از طریق اسمز وارد می‌شود، می‌توان گفت که فشار اسمزی محیط کمتر از پارامسی می‌باشد.
- این جاندار دو نوع واکوئول دفعی دارد
  - دفع مواد زائد غذایی ← بدون انقباض با اگزوسیتوز مواد
  - دفع آب و یون اضافی ← با انقباض درون‌یاخته‌ای



«تنفس از طریق انتشار در تک‌یاخته‌ای‌ها مثل پارامسی»

انواع واکوئول

انواع واکوئول	واکوئول غذایی	واکوئول گوارشی	واکوئول دفعی	واکوئول ضربان‌دار
ویژگی	ورود مواد غذایی از حفرهٔ دهانی به درون یافته (با آندوسیتوز و تشکیل آن)	از پیوستن لیزوزوم‌ها به واکوئول غذایی تشکیل می‌شود و بنابراین از واکوئول غذایی بزرگ‌تر است.	مواد گوارش‌نیافته درون واکوئول گوارشی، واکوئول دفعی را می‌سازد.	در دفع آب اضافی و مواد دفعی از یافته نقش دارد.
محل ساخت	در انتهای حفرهٔ دهانی	درون سیتوپلاسم	درون سیتوپلاسم	درون سیتوپلاسم
نکات	واکوئول غذایی با درون‌بری و مصرف انرژی زیستی و کاهش سطح غشای پلاسمایی ساخته می‌شود.	آنزیم‌های گوارشی درون لیزوزوم در گوارش درون یافته‌ای مواد غذایی نقش دارند و مواد غذایی گوارش‌یافته از واکوئول گوارشی خارج می‌شوند و مواد گوارش‌نیافته درون آن باقی می‌مانند.	مواد دفعی از محل منفذ دفعی و به روش برون رانی از یافته خارج می‌شوند و دفع این مواد با مصرف ATP و افزایش سطح غشای پلاسمایی پارامسی همراه است.	خروج آب از این واکوئول با مصرف انرژی زیستی همراه‌می‌باشد.

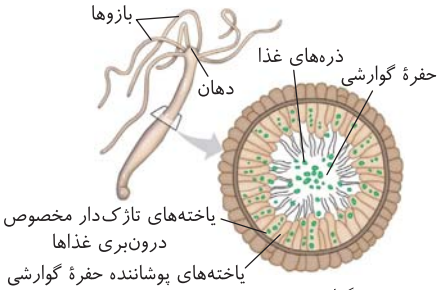


«واکوئول انقباضی در پارامسی»

۱۶ شکل‌نامهٔ هیدر

• الف) گوارش و گردش مواد در حفرهٔ گوارشی

در هیدر، حفرهٔ گوارشی در مرکز بدن قرار دارد.
حفرهٔ گوارشی و انشعابات آن، در سراسر بدن به‌جز در بازوها پراکنده شده‌اند.
در هیدر دورترین بخش کیسهٔ گوارشی از دهان در مقایسه با برخی قسمت‌های این کیسه قطر کمتری دارد و به صورت قلاب‌مانند می‌باشد.
حفرهٔ گوارشی هیدر فاقد مخرج مجزا است در نتیجه جهت حرکت مواد در کیسه دوطرفه است.
در ساختار بدن هیدر فقط دو لایهٔ یاخته‌ای وجود دارد.
یاخته‌های لایهٔ خارجی بدن آن از نوع مکعبی و یاخته‌های لایهٔ داخلی آن از نوع استوانه‌ای هستند.
یاخته‌های سطح درونی حفرهٔ گوارشی نسبت به یاخته‌های پوشانندهٔ بدن هیدر، کشیده‌تر و اندازه‌ای بزرگ‌تر دارند.
بین لایهٔ خارجی و داخلی آن، ساختاری مثل غشای پایه قرار گرفته است.
بیشتر یاخته‌های پوشانندهٔ حفرهٔ گوارشی در هیدر **دو تاژک** دارند و در مخلوط کردن مواد غذایی با آنزیم‌های گوارشی نقش دارند.
بعضی از یاخته‌های لایهٔ داخلی حفرهٔ گوارشی فاقد تاژک هستند.
اندازهٔ طول تاژک‌ها در همه‌جا باهم برابر نمی‌باشند.
مواد گوارش‌نیافته و مواد زائد از منفذ مشترک دهان و مخرج جانور خارج می‌شوند.
همهٔ یاخته‌های آندوسیتوزکننده تاژک‌دار (دونگر) هستند.
گوارش موادغذایی این جانور ابتدا برون‌یاخته‌ای است ولی گوارش نهایی موادغذایی در یاخته‌های تاژک‌دار درونی به صورت درون‌یاخته‌ای است.



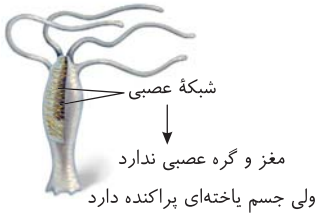
«حفرهٔ گوارشی در هیدر»

نکتهٔ ترکیبی

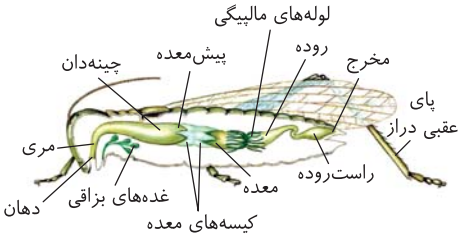
ترکیب فصل ۴ دهم: حفرهٔ گوارشی در هیدر پر از مایعات است و علاوه‌بر گوارش وظیفهٔ دستگاه گردش مواد به‌طور غیراختصاصی را نیز برعهده دارد.

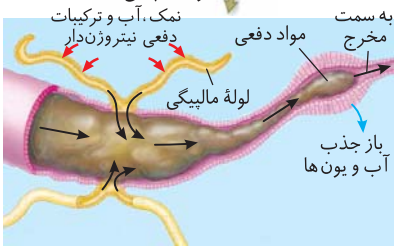
• ب) ساختار سادهٔ عصبی هیدر و تنفس

ساختار عصبی هیدر شامل شبکهٔ عصبی که مجموعه‌ای از نورون‌های پراکنده و مرتبط در دیواره بدن جانور است و تحریک هر نقطه از بدن جانور در همهٔ سطح آن منتشر می‌شود.
در بازوهای هیدر، شبکهٔ عصبی قابل مشاهده است.
هیدر بافت ماهیچه‌ای ندارد ولی یاختهٔ ماهیچه‌ای دارد.
هیدر توسط هر یاختهٔ خود همانند تک‌یاخته‌ای‌ها، مستقیماً با محیط به تبادل گاز می‌پردازد و سامانهٔ تنفسی ویژه‌ای ندارد.



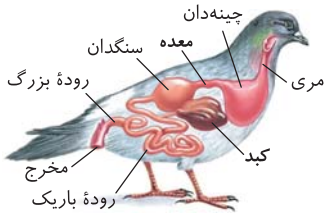
۱۷ شکل‌نامهٔ دستگاه گوارش (ملخ)





- **لولهٔ گوارشی**: دهان – مری – چینه‌دان – پیش معده – کیسه‌های معده – معده – روده – راست‌روده – مخرج (*مجرا از دهان*)
- جهت حرکت غذا از دهان به چینه‌دان در خلاف جهت جاذبهٔ زمین در طول مری می‌باشد.
- غدد بزاقی آن‌ها در سطح پایین‌تری نسبت به چینه‌دان قرار دارد که مجرای آن‌ها با هم یکی می‌شوند تا به دهان بریزند.
- چینه‌دان بخش انتهایی مری است و حجیم‌ترین و اولین بخش متورم و برآمده‌ترین بخش لولهٔ گوارش است. بخش برآمده‌تر چینه‌دان به سمت پیش معده است.
- اگه بخواییم فضای درونی بخش‌های لولهٔ گوارش را باهم مقایسه کنیم به این ترتیب می‌باشد: چینه‌دان > معده > بخش ابتدایی روده > راست‌روده > پیش معده > مری > بخش انتهایی روده
- راست‌روده در مقایسه با معده طول کمتری دارد ولی هر دو توانایی جذب مواد را دارند.
- راست‌روده، آخرین برآمدگی لولهٔ گوارش ملخ است که آب و یون بازجذب می‌کند.
- با توجه به شکل مقابل می‌توان گفت که اندازهٔ یاخته‌های پوششی راست‌روده بزرگ‌تر از اندازهٔ یاخته‌های رودهٔ باریک است و همچنین یاخته‌های راست‌روده استوانه‌ای‌شکل و یاخته‌های رودهٔ باریک مکعبی‌شکل است.
- ضخامت مری در طول آن از پایین به بالا افزایش می‌یابد.
- قوی‌ترین ماهیچه‌های مربوط به لولهٔ گوارش را پیش‌معده دارد.
- حواستان باشد بخش‌هایی که در جذب مواد نقش دارند، **معده و راست‌روده** هستند.
- طویل‌ترین پای ملخ، پای عقبی آن است که از سمت روده آغاز شده و انتهای آن عقبی‌ترین بخش جانور است.
- شاخک ملخ تا چینه‌دان کشیده شده است.
- محل اتصال روده به راست‌روده، نازک‌ترین بخش لولهٔ گوارش است. لوله‌های مالپیگی به ابتدای روده متصل می‌شوند.
- معده در بالای بخش ابتدایی پاهای میانی ملخ قرار دارد. بخش حجیم‌تر معده به سمت روده می‌باشد.
- شروع گوارش شیمیایی در دهان و پایان آن در پیش‌معده است.
- شروع گوارش مکانیکی در آروارهٔ اطراف دهان و پایان آن در پیش‌معده است.

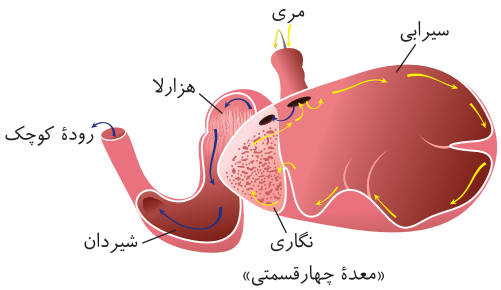
۱۸ شکل‌نامهٔ پرندگان



«لولهٔ گوارش پرندهٔ دانه‌خوار»

- **لولهٔ گوارشی**: دهان – مری – چینه‌دان – معده – سنگدان – رودهٔ باریک (*کبد به آن متصل می‌شود*) – روده بزرگ
- چینه‌دان بخش حجیم لولهٔ گوارش است که بین دو بخش لوله‌ای مری و معده قرار دارد.
- معدهٔ لوله‌ای بین سنگدان و چینه‌دان قرار گرفته است که بالای کبد می‌باشد.
- کبد به صورت مستقیم به زیر سنگدان اتصال دارد و توسط مجرای کوتاه به رودهٔ باریک نیز مواد وارد می‌کند.
- سنگدان نسبت به بقیهٔ اجزا به سطح پشتی بدن و روده به سطح پایینی بدن نزدیک است. سنگدان مواد خود را به ابتدای روده می‌ریزد.
- پرپیچ‌وخم‌ترین قسمت لولهٔ گوارش، رودهٔ باریک است که بخشی از آن پایین‌ترین قسمت لولهٔ گوارش است.
- در این‌پرندگان، چینه‌دان نخستین برآمدگی ساختار لولهٔ گوارش البته به سمت شکم است.
- اولین محل گوارش مکانیکی و شیمیایی در **معده** صورت می‌گیرد.
- دومین محل گوارش مکانیکی در سنگدان انجام می‌شود.
- دومین محل گوارش شیمیایی در رودهٔ باریک اتفاق می‌افتد.
- پرندگان دانه‌خوار چهار انگشت دارند که سه انگشت به سمت جلو و انگشت دیگر به سمت عقب قرار دارد.

۱۹ شکل‌نامهٔ دستگاه گوارش نشخوارکنندگان



«معدهٔ چهارقسمتی»

ترتیب حرکت محتویات در نشخوارکنندگان
دهان - مری (۱) - سیرابی (*نیمه‌جویده شده*) - نگاری (*نیمه‌جویده شده*) - مری (۲) - دهان - مری (۳) - سیرابی (*جویده شدهٔ کامل*) - نگاری (*جویده شدهٔ کامل*) - هزارلا - شیردان - رودهٔ باریک - رودهٔ بزرگ

غذا ۳ بار از مری عبور می‌کند.

میکروب‌های تجزیه‌کنندهٔ سلولز در سیرابی حضور دارند. قطورترین قسمت سیرابی در بخش مخالف نگاری قرار دارد.

در هزارلا و شیردان فقط غذای کاملاً جویده شده دیده می‌شود اما در سیرابی، نگاری، مری و دهان غذای نیمه‌جویده شده و جویدهٔ شدهٔ کامل دیده می‌شود.

وقتی غذا برای بار دوم از سیرابی عبور می‌کند، حالت مایع پیدا می‌کند؛ در نتیجه غلظت مواد غذایی کم می‌شود.

در هزارلا تا حدودی جذب آب صورت می‌گیرد، در نتیجه غلظت و فشار اسمزی غذا افزایش می‌یابد. جریان مواد در هزارلا در جهت نیروی جاذبه است.

شیردان آخرین بخش دریافت کنندهٔ غذا در معده است.

سیرابی نخستین بخش معده است که غذای نیمه جویده شده را دریافت می‌کند. قسمت پایینی آن چین‌خوردگی دارد.

نگاری نیز بخشی از معده است که غذای نیمه جویده شده را دریافت می‌کند. مخروط‌مانند است که رأس آن به سمت هزارلا و بخش پهن آن به سمت سیرابی است.

در معدهٔ نشخوارکنندگان ابتدا گوارش میکروبی و سپس گوارش آنزیمی صورت می‌گیرد اما در لولهٔ گوارش آن‌ها به ترتیب گوارش آنزیمی در دهان و سپس گوارش میکروبی و آنزیمی صورت می‌گیرد. (*البته در کتاب درسی در مورد گوارش آنزیمی دهان حرفی نزده است.*)

امکان مشاهدهٔ میکروب‌های تجزیه کنندهٔ سلولز به همراه مواد غذایی نیمه‌جویده شده در دهان نیز وجود دارد.

محل‌هایی که آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کنند اما گوارش دارند (*گوارش شیمیایی با آنزیم اندام دیگر صورت می‌گیرد*): سیرابی، پیش‌معدهٔ ملخ، رودهٔ بزرگ انسان، سنگدان پرندهٔ دانه‌خوار

جهت حرکت غذا از شیردان به رودهٔ باریک و از نگاری به سیرابی (*بر اول*) خلاف جهت جاذبهٔ زمین است.

میزان چین‌خوردگی دیواره در هزارلا بیشتر از سایر نقاط است.

شیردان محل تولید آنزیم‌های گوارشی است که ابتدای آن قطر بیشتری دارد.

۳۱ جمع‌بندی بخش‌های معدهٔ گاو

موارد مقایسه	سیرابی	نگاری	هزارلا	شیردان
دریافت غذای نیمه‌جویده	بله	بله	خیر	خیر
دریافت غذای نشخوار شده	بله	بله	بله	بله
حرکت غذا	دوطرفه	دوطرفه	یک‌طرفه	یک‌طرفه
دریافت مستقیم غذا از مری	بله	خیر	خیر	خیر
انتقال مستقیم غذا به مری	بله	خیر	خیر	خیر
جهت جریان غذا	دور تا دور سیرابی می‌رود.	اغلب برخلاف نیروی جاذبه می‌رود.	ابتدا کمی به سمت بالا و سپس پایین می‌رود.	ابتدا کمی به سمت پایین و سپس به سمت روده بالا می‌رود.

زیست دهم — فصل سوم

گفتار ۱

۳۲ دیدگاه ارسطو و زیست‌شناسان امروزی

موارد مقایسه	ارسطو	زیست‌شناسان امروزی
دلیل نفس کشیدن	نفس کشیدن باعث خنک شدن **قلب** می‌شود.	نفس کشیدن برای تأمین اکسیژن تنفس یاخته‌ای هوازی نیاز است.
ترکیب هوا	نمی‌دانست هوا ترکیبی از گازهای مختلف است.	از وجود گازهای **مختلف** در هوا خبر دارند.
تفاوت هوای دمی و بازدمی	هوای بازدمی به دلیل خنک کردن قلب، دمای بیشتری از هوای دمی دارد، اما از نظر ترکیب شیمیایی یکسان هستند.	هوای دمی، اکسیژن بیشتری دارد اما در هوای بازدمی، کربن‌دی‌اکسید نسبت به هوای دمی بیشتر شده است ولی در هر دو هوا، مقدار O_2 از CO_2 بیشتر است.
ارتباط بین دستگاه تنفس و دستگاه گردش مواد	هردو از ارتباط بین دستگاه تنفس و گردش مواد خبر داشتند که نوعی **گل‌نگری** است البته ارسطو به نادرستی از این ارتباط خبر داشت.	

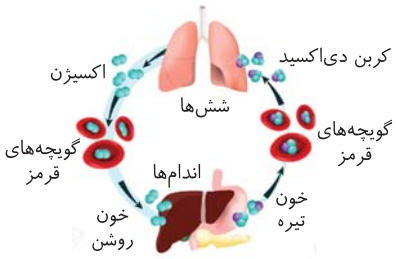
۳۳ CO_2 نسبت به O_2

موارد مقایسه	مقدار O_2 نسبت به مقدار CO_2	نکته
هوای دمی	زیادتر است.	**نسبت** O_2 به CO_2 در هوای دمی، از هوای بازدمی بیشتر است ولی همواره در هر هوایی مقدار O_2 از CO_2 بیشتر است.
هوای بازدمی	زیادتر است.	
خون روشن	زیادتر است.	خون پراکسیژن انتقالی، از دستگاه گردش خون (قلب) به اندام‌هاست.
خون تیره	کمتر است.	خون خارج شده از اندام‌های بدن است که توسط قلب به دستگاه تنفس می‌رود.

۳۴ تنفس هوازی

تنفس هوازی	مولکول	نوع	ویژگی
مولکول‌های مصرف شده	گلوکز	آلی	نوعی مونوساکارید شش‌کربنه که دارای انرژی شیمیایی است و در سیتوپلاسم تجزیه می‌شود.
	اکسیژن	معدنی	نوعی گاز دواتمی که در سرفرگ آئورت و سیاهرگ‌های ششی که خون روشن دارند به فراوانی یافت می‌شود.
	فسفات	معدنی	نوعی یون که در سافتار نوکلئوتیدها و فسفولیپیدها یافت می‌شود.
	ADP	آلی	نوعی مولکول دوفسفاته که دارای یک پیوند پرانرژی بین فسفات‌ها است.
مولکول‌های تولید شده	کربن‌دی‌اکسید	معدنی	نوعی گاز سه‌اتمی که در خون تیره مثل سرفرگ‌های ششی و بزرگ سیاهرگ‌های زیرین، زبرین و سیاهرگ کرونری به فراوانی یافت می‌شود.
	آب	معدنی	نوعی مولکول اکسیژن‌دار که از طریق اسمز به یاخته وارد یا از آن خارج می‌شود.
	ATP	آلی	نوعی مولکول آلی سه‌فسفاته که دارای دو پیوند پرانرژی بین فسفات‌ها است.

۲۰ شکل‌نامه و نکات مهم از تبادل گاز تنفسی



- با توجه به شکل مشخص است که شش **راست** توسط یک شیار افقی و یک شیار مایل به سه لوب و شش چپ توسط یک شیار مایل به دو لوب تقسیم شده است و همچنین شش چپ به علت قرارگیری قلب دارای فرورفتگی است و مقداری از شش راست کوچک‌تر است.
- با توجه به این شکل و شکل شمارهٔ ۱۰ در فصل ۲ می‌توان گفت که کبد همانند شش چپ از دو لوب تشکیل شده است که لوب راست کبد بزرگ‌تر از لوب چپ می‌باشد و زیر آن کیسهٔ صفرا قرار دارد. (*در شش چپ نیز نیمهٔ راست بزرگ‌تر است.*)
- در بخش‌های جلوتر خواهیم خواند که گویچه‌های قرمز در انتقال بخش **اعظم** اکسیژن خون نقش دارند.

نکات ترکیبی

- ترکیب فصل ۴ دهم: گویچه‌های قرمز در **بسیاری** از پستانداران و انسان، هسته و **بسیاری** از اندامک‌های خود را از دست داده‌اند.
- ترکیب فصل ۴ یازدهم: میزان سوخت و ساز یاخته‌ها و مصرف ATP در صورت افزایش ترشح هورمون‌های **تیروئیدی** (*انواع یددار* T_3 و T_4) بیشتر خواهد شد.
- ترکیب فصل ۵ دوازدهم:
  1. همواره تولید ATP وابسته به حضور اکسیژن نمی‌باشد؛ زیرا قندکافت فرایندی است که در تولید ATP بدون حضور اکسیژن نقش دارد.
  2. مولکول اکسیژن در تنفس یاخته‌ای هوازی، آخرین پذیرندهٔ الکترون در زنجیرهٔ انتقال الکترون است.
  3. مولکول اکسیژن با گرفتن الکترون در زنجیرهٔ انتقال الکترون، ابتدا به یون اکسید تبدیل می‌شود و در ادامه طی واکنش با یون هیدروژن به تولید آب، می‌پردازد. (*اتم اکسیژن نوعی رادیکال آزاد برای تخریب مولکول‌های زیستی است.*)
  4. مولکول **کربن‌دی‌اکسید** در تنفس یاخته‌ای، در فرایندهایی مثل اکسایش پیروات و چرخهٔ کربس (*در راکیزه*) و همچنین در فرایند تخمیر الکلی در سیتوپلاسم یاخته‌های یوکاریوتی تولید می‌شود.

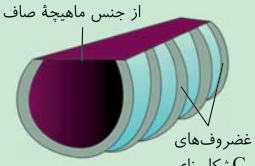
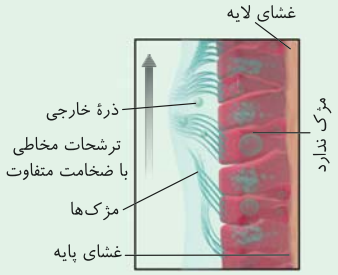
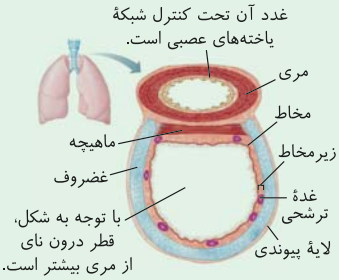
۳۵ معرف‌های کربن‌دی‌اکسید

معرف‌های کربن‌دی‌اکسید	آب آهک	برم تیمول بلو
رنگ در حالت عادی	بی‌رنگ	آبی‌رنگ
رنگ در حضور کربن‌دی‌اکسید	شیری‌رنگ	زرد رنگ
تغییر رنگ با هوای دمی	بله (دیرتر)	بله (دیرتر)
تغییر رنگ با هوای بازدمی	دارد (زودتر)	دارد (زودتر)

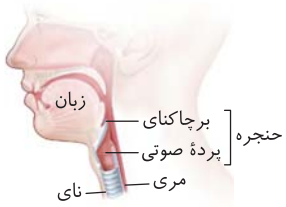
۳۶ ویژگی‌های بینی

بینی	نکات
ابتدای آن	پوست نازک سنگ‌فرشی چندلایه، **موهایی** دارد که مانع از ورود ناخالصی‌های هوا می‌شود.
بیشتر قسمت آن	مخاط **مژک‌دار** دارد – لایهٔ مخاطی، آنزیم لیزوزیم با فعالیت ضدمیکروبی ترشح می‌کند – مژک‌ها با حرکات ضربانی مادهٔ مخاطی و ناخالصی‌ها را به حلق (پایین) می‌رانند – مخاط، هوا را مرطوب می‌کند تا تبادل گاز در حبابک آسان شود – شبکهٔ وسیع **مویرگ** نزدیک پدار داخلی بینی قرار دارد و هوا را گرم می‌کند.

۳۷ نای

غضروف	دهانهٔ غضروف C‌شکل از جنس ماهیچهٔ صاف  غضروف‌های C‌شکل نای «حلقه‌های غضروفی نای»	• در مجرای تنفسی بعد از حنجره، نای قرار دارد. در دیوارهٔ نای، حلقه‌های غضروفی C‌شکل وجود دارند که مجرای نای را همیشه باز نگه می‌دارند. • دهانهٔ غضروف‌ها به سمت مری قرار دارد که فاقد غضروف و دارای ماهیچهٔ **صاف** است. در نتیجهٔ حرکت لقمه‌های بزرگ غذا در مری با مانع روبه‌رو نمی‌شود و در تسهیل حرکات کرمی نقش دارند. • بخش ماهیچه‌ای دو سر غضروف را به یکدیگر متصل می‌کند.
بافت پوششی	غشای لایه  ذرهٔ خارجی ترشحات مخاطی با ضخامت متفاوت مژک‌ها غشای پایه مژک ندارد	• هستهٔ یاخته‌های مژک‌دار، در وسط یاخته قرار دارد ولی اندازه و شکل هسته‌ها متفاوت است. • تعدادی یاخته‌های کوچک‌تر نیز، لابه‌لای یاخته‌های پوششی نای چسبیده به غشای پایه دیده می‌شوند. • در یک لحظه، الزاماً تمام مژک‌های یک منطقه از نای در یک جهت قرار نگرفته‌اند. • همهٔ مژک‌های یک یاخته، هماهنگ با هم در یک جهت قرار می‌گیرند. • در دستگاه تنفس، برخلاف رودهٔ باریک و بخش لوله‌ای نفرون‌ها، ریزپرز وجود ندارد. • با توجه به شکل می‌توان گفت که اندازهٔ یاخته‌های پوششی مخاط نای با یکدیگر برابر نیست و همچنین همهٔ یاخته‌ها مژک‌دار نیستند. • همهٔ یاخته‌ها روی غشای پایه که شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی است قرار دارند؛ چون یک‌لایه‌ای هستند. • اگر به شکل خوب دقت کنید متوجه می‌شوید که تعداد مژک‌ها در یاخته‌های مژک‌دار و همچنین اندازهٔ مژک‌ها با یکدیگر یکسان نیست. • بافت پوششی در مجاری تنفسی به‌جز ابتدای بینی، استوانهٔ تک‌لایه است. • جهت زنش مژک‌ها همواره به سمت حلق است اما اگر محل مژک‌ها در مجاری بالاتر از حلق باشد، جهت زنش مژک‌ها به سمت پایین (حلق) بوده و اگر پایین‌تر از حلق باشد، جهت زنش آن‌ها به سمت بالا (حلق) خواهد بود. • همهٔ مژک‌ها در مادهٔ مخاطی با ضخامت متفاوت قرار دارند.
ماهیچه		• ماهیچهٔ صاف تحت تأثیر اعصاب خودمختار
نکات ریز دیوارهٔ نای	غدد آن تحت کنترل شبکهٔ یاخته‌های عصبی است.  مری مخاط زیرمخاط غدهٔ ترشحی لایهٔ پیوندی ماهیچه غضروف با توجه به شکل، قطر درون نای از مری بیشتر است. «ساختار بافتی دیوارهٔ نای»	• دیوارهٔ نای از بیرون به درون شامل چهار لایهٔ پیوندی، غضروفی ماهیچه‌ای، زیرمخاط و مخاط است. • همانطور که در قسمت‌های قبل گفتیم بافت پوششی مخاط نای، از نوع استوانه‌ای تک‌لایه است. • لایهٔ خارجی نای همانند مری از بافت پیوندی سست تشکیل شده است. که هم نای و هم مری را می‌پوشاند و آن‌ها را به همدیگر متصل می‌کند. • دومین لایهٔ دیوارهٔ نای از خارج، دو بخش غضروف و ماهیچه تشکیل شده است که ضخیم‌ترین لایه در دیوارهٔ نای است. بخش ماهیچه‌ای نای اتساع آن را در سرفه و عطسه ممکن می‌سازد. • ضخامت غضروف در همهٔ قسمت‌های این لایه، برابر نیست. • ضخامت ماهیچهٔ دیوارهٔ مری بیشتر از دیوارهٔ نای است که بین آن‌ها بافت پیوندی مشترکی وجود دارد. • سومین لایهٔ دیوارهٔ نای از خارج، لایهٔ زیرمخاطی است که رگ‌ها، اعصاب و غدد ترشحی و بافت پیوندی سست تشکیل شده که در مری همانند نای دارای غدهٔ ترشحی است. • ضخامت زیرمخاط نیز همانند ضخامت غضروف در همهٔ قسمت‌های آن یکسان نیست و در مجاورت ماهیچه بیشتر از غضروف است. • داخلی‌ترین لایهٔ دیوارهٔ نای، لایهٔ مخاطی است که بافت پوششی آن استوانه‌ای بوده که اغلب یاخته‌های آن دارای مژک هستند. • مخاط نای برخلاف مخاط مری فاقد غدهٔ ترشحی است. • میزان چین‌خوردگی مخاط مری بیشتر از مخاط نای است. • در محل اتصال مری و نای، غضروف مشاهده نمی‌شود. • نای برخلاف مری، به تیروئید متصل است. مری برخلاف نای فاقد غضروف است. • پشت نای، مری قرار دارد ولی لزوماً همواره در جلوی مری، نای قرار ندارد. • مری برخلاف نای از دیافراگم عبور می‌کند.

۲۱ شکل‌نامهٔ حلق و نکات مرتبط



«حلق و حنجره»

حلق، یک گذرگاهی ماهیچه‌ای از جنس ماهیچهٔ مخطط **اسکلتی** است که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند. انتهای حلق به یک دوراهی ختم می‌شود که در این دوراهی حنجره در جلو و مری در پشت قرار دارد.

حنجره در بالای نای قرار گرفته و دو کار مهم را در تنفس انجام می‌دهد یکی این است که به خاطر داشتن دیوارهٔ **غضروفی**، مجرای هوا را باز نگه می‌دارد و دیگری به خاطر داشتن اپی‌گلوت (برچاکنای) است که به هنگام پایین رفتن مانع ورود غذا به مجرای تنفسی می‌شود و غذا به مری می‌رود. (حنجره بالاک تیروئید و پیراتیروئید بوده و فاقد غضروف C‌شکل است.)

بافت پوششی حلق، مژک‌دار با ترشح مادهٔ مخاطی است.

حلق شروع کنندهٔ حرکات **کرمی** در لولهٔ گوارش است که با ماهیچهٔ **اسکلتی** به صورت **غیرارادی** تحت کنترل اعصاب **پیکری** انجام می‌دهند. (راستی در ماهیچهٔ اسکلتی گیرندهٔ حس پیکری از نوع وضعیت هم وجود دارد. «فصل ۳ یازدهم»)

- با توجه به شکل، مشخص است که ضخامت استخوان سقف دهان در جلو بیشتر از عقب آن است.
- حلق فاقد شبکهٔ یاختهٔ عصبی بوده و با بلع غیرارادی و حرکات کرمی، غذا را وارد مری می‌کند.
- هنگامی که غذا وارد **حلق** می‌شود، مرکز **عصبی بلع** در بصل‌النخاع، فعالیت مرکز **عصبی تنفس** در بصل‌النخاع را مهار می‌کند.
- حلق محلی است که همهٔ مژک‌های سایر مجاری تنفسی، به سمت آن مواد را منتقل می‌کنند.
- حلق در قورباغه، می‌تواند به همراه دهان در ورود هوای پرفشار به شش‌ها نقش داشته باشد.

نکتهٔ ترکیبی

ترکیب فصل ۲ یازدهم: شیپور استاش، گوش میانی را به حلق وصل می‌کند و در تنظیم فشار هوای دو طرف پردهٔ صماخ نقش دارد.

۳۸ مقایسهٔ بخش هادی و مبادله‌ای

اجزا	خصوصیات	ساختار	وظیفه
بخش هادی	بینی	ساختار غضروفی و استخوانی دارد. در ابتدا دارای بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه است و در ادامه دارای مخاط مژک‌دار با یاخته‌های استوانه‌ای می‌باشد.	انتقال و تصفیه هوا، گرم و مرطوب کردن هوا، حس بویایی
	نای	ساختار غضروفی- ماهیچه‌ای دارد و سطح آن از بافت استوانه‌ای مژک‌دار تشکیل شده است.	انتقال و تصفیه هوا، جلوگیری از نفوذ میکروب
	نایژه	ساختار غضروفی- ماهیچه‌ای دارد و سطح آن از بافت استوانه‌ای مژک‌دار تشکیل شده است.	انتقال و تصفیه هوا، جلوگیری از نفوذ میکروب
	نایژک (تا نایژک انتهایی)	دارای ماهیچه می‌باشد اما فاقد غضروف است و سطح آن از مخاط مژک‌دار تشکیل شده است.	انتقال و تصفیه هوا، جلوگیری از نفوذ میکروب
بخش مبادله‌ای	نایژک مبادله‌ای	دارای ماهیچه اما فاقد غضروف است. سطح آن با مخاط مژک‌دار پوشیده شده است، که البته این مخاط در طول آن به پایان می‌رسد.	انتقال و تصفیه هوا، جلوگیری از نفوذ میکروب
	حبابک	از یک لایهٔ بافت پوششی تشکیل شده است و در دیوارهٔ خود واجد دو نوع یاخته می‌باشد. (حواستان باشد که رشته‌خوار جزو یاختهٔ دیوارهٔ حبابک محسوب نمی‌شود.)	تبادل گاز با خون (یاخته‌های نوع ۱)، ترشح سورفاکتانت (یاخته‌های نوع ۲)

۳۹ مجاری تنفسی بعد از نای

موارد مقایسه	بافت پوششی	غضروف	ماهیچه	شکل	نکات شکل
نایژهٔ اصلی	استوانهٔ مژک‌دار مخاطی	دارای غضروف	ماهیچهٔ صاف		○ طول نایژهٔ اصلی سمت راست، کوتاه‌تر از نایژهٔ اصلی سمت چپ است و سریع‌تر از نایژهٔ اصلی سمت چپ منشعب می‌شود. ○ محل ورود نایژهٔ اصلی سمت راست به شش راست پایین‌تر از محل ورود نایژهٔ اصلی سمت چپ به شش چپ است. ○ نایژهٔ اصلی سمت راست ابتدا به دو انشعاب بزرگ و سپس انشعابات کوچک‌تر تقسیم می‌شود اما نایژهٔ اصلی سمت چپ از ابتدا به انشعابات کوچک‌تر تقسیم می‌شود. ○ کل نای و بخش اولیهٔ نایژه‌های اصلی، خارج از شش‌ها قرار دارند. ○ برفی نایژه‌ها در سمت بالایی شش هستند و حرکت مژک‌هایشان رو به پایین می‌باشد.
نایژهٔ فرعی					همهٔ نایژه‌ها حاصل انشعاب نای نیستند؛ زیرا نایژه‌های فرعی از نایژه‌های اصلی منشعب شده‌اند. در این مجرا غضروف‌ها به صورت قطعات ناپیوسته هستند.
نایژک انتهایی					○ نایژک‌ها به علت نداشتن **غضروف**، می‌توانند تنگ و گشاد شوند که این ویژگی به دستگاه تنفس این امکان را می‌دهد که بتواند مقدار هوای ورودی و خروجی را تنظیم کند. ○ محل شروع انشعاب نایژک‌ها از محلی از نایژه است که فاقد غضروف می‌باشد. ○ همهٔ نایژک‌ها حاصل انشعاب نایژه نیستند؛ زیرا نایژک‌های انتهایی از نایژک‌های باریک و نایژک مبادله‌ای از نایژک انتهایی منشعب شده هستند. ○ محل تقسیم شدن نایژک انتهایی، مرز بین بخش هادی و مبادله‌ای است.
نایژک مبادله‌ای		فاقد غضروف			○ پس از بخش هادی، انتهایی‌ترین بخش نایژک‌ها، نایژک‌های مبادله‌ای هستند که آخرین بخش دارای مخاط مژک‌دار می‌باشند. ○ آخرین انشعاب نایژک در بخش هادی، نایژک انتهایی و آخرین انشعاب نایژک در دستگاه تنفس، نایژک مبادله‌ای است. ○ بخشی از انشعابات داخل شش‌ها مانند نایژک‌های مبادله‌ای را می‌توان بالاتر از نایژه‌های اصلی در محل منشعب شدن نای به نایژه‌های اصلی مشاهده کرد. ○ روی نایژک‌های مبادله‌ای، حبابک‌های **مجزا** وجود دارند، در نتیجه می‌توان گفت که بعضی از حبابک‌ها در کیسهٔ حبابکی قرار ندارند. چون کیسه‌ها در انتهای نایژک مبادله‌ای هستند.

۴۰ تعبیرهای مهم در طراحی سؤالات کنکور (بسیار مهم)

مجرای طویل بخش هادی دستگاه تنفس	نای
اولین مجرایی که درون شش‌ها منشعب می‌شود	نایژهٔ اصلی
اولین مجرای لوله‌ای شکل تنفسی دارای غضروف	نای
اولین مجرای تنفسی فاقد غضروف	نایژک در بخش هادی
اولین بخشی که هوای دمی به آن وارد می‌شود	بینی
اولین بخشی که هوای بازدمی به آن وارد می‌شود	نایژک مبادله‌ای
آخرین مجرای بخش هادی دستگاه تنفس	نایژک انتهایی
تنها مجرای واجد حبابک	نایژک مبادله‌ای
قسمتی از بخش هادی که مخاط مژک‌دار ندارد	ابتدای بینی
قسمتی از بخش مبادله‌ای که مخاط مژک‌دار ندارد	انتهای نایژک مبادله‌ای و حبابک‌ها
قسمت‌های فاقد غضروف در دستگاه تنفس	حلق، نایژک‌ها، حبابک‌ها
قسمتی از دستگاه تنفس که در انتهای خود به یک دوراهی ختم می‌شود	حلق + نای
قسمتی از مجراهای تنفسی که فقط دارای حلقهٔ غضروفی کامل می‌باشد	نایژهٔ اصلی
عاملی که موجب جلوگیری از ورود ناخالصی و ذرات به درون شش‌ها می‌شود	مخاط مژک‌دار و موهای بینی
عاملی که موجب انتقال ترشحات مخاطی و ذرات خارجی از حلق به معده می‌شود	حرکت کرمی لولهٔ گوارش
عاملی که موجب انحلال گازهای تنفسی در آب و تسهیل تبادل گازها در شش‌ها می‌شود	ترشحات مخاطی و آب درون حبابک‌ها
عاملی که موجب حرکت ترشحات مخاطی و ذرات خارجی همراه با آن به سمت حلق می‌شود	حرکت ضربانی مژک‌ها
عاملی که موجب گرم شدن هوای ورودی می‌شود	شبکهٔ رگ‌های نزدیک به سطح درونی بینی
عاملی که موجب نابودی میکروب‌ها می‌شود	لیزوزیم موجود در ترشحات مخاطی و درشت‌خوارهای موجود درون حبابک
عاملی که موجب کاهش مسافت انتشار گازهای تنفسی می‌شود	غشای پایهٔ مشترک بین یاخته‌های حبابک و مویرگ

۲۲ شکل‌نامهٔ درشت‌خوارها

درشت‌خوارها
«یاخته‌های درشت‌خوار در حبابک‌ها»

در حبابک‌ها، گروهی از یاخته‌های دستگاه **ایمنی** بدن به نام درشت‌خوارها قرار دارند که این یاخته‌ها با بیگانه‌خواری باکتری‌ها و ذرات گرد و غباری که از مخاط مژک‌دار جان سالم به در برده‌اند، در ایمنی بدن نقش دارند.

حواستان باشد که درشت‌خوارها جزء یاخته‌های دیوارهٔ حبابک‌ها نیستند و آخرین خط دفاع دستگاه تنفسی محسوب می‌شوند. ولی در حبابک‌ها مثل جای‌جای بدن دیده می‌شوند.

نکات ترکیبی

ترکیب فصل ۵ یازدهم:

۱ درشت‌خوارها حاصل دیاپدز و تغییر شکل مونوسیت‌ها هستند که با توجه به شکل ۱۹ فصل ۴ دهم می‌توان گفت دارای رشته‌های سیتوپلاسمی بیرون زدهٔ دراز هستند.

۲ درشت‌خوارها جزء یاخته‌های بیگانه‌خوار دومین خط دفاع غیراختصاصی سیستم ایمنی بدن هستند.

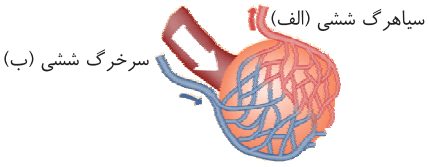
۳ در التهاب به همراه یاخته‌های سنگ‌فرشی مویرگ‌ها به تولید پیک شیمیایی برای جلب توجه یاخته‌های دفاعی می‌پردازند.

۴ پس از فعالیت اینترفرون نوع ۲، پروتئین مکمل، پادتن و پرفورین به فعالیت می‌پردازد.

یکی دیگر از وظایف درشت‌خوار، از بین بردن یاخته‌های مردهٔ بافت‌ها یا بقایای آن‌هاست. کبد و طحال، گویچه‌های قرمز مرده را پاکسازی می‌کنند. این کار به وسیلهٔ درشت‌خوارهای این اندام‌ها انجام می‌شود و فعالیت لیزوزوم در آن‌ها زیاد می‌شود.

مونوسیت‌ها از خون خارج می‌شوند و پس از خروج تغییر می‌کنند و به درشت‌خوار یا یاخته‌های دندریتی تبدیل می‌شوند. (*نه اینکه تقسیم مرخ شوند.*)

۲۳ شکل‌نامهٔ مویرگ‌های دور حبابک

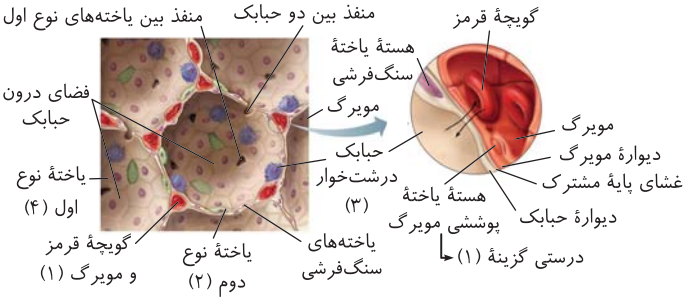


- جهت حرکت هوا در مجرای تنفسی دو طرفه است.
- قطر نایژک مبادله‌ای از قطر رگ‌های مجاور آن بیشتر است.
- همواره سیاهرگ‌ها خون تیره ندارند (مثل سیاهرگ‌های ششی).
- همواره سرخرگ‌ها خون روشن ندارند (مثل سرخرگ‌های ششی).

نکات ترکیبی

- ترکیب فصل ۴ دهم:
- از بطن راست قلب، یک سرخرگ ششی خارج می‌شود و بعد به دو سرخرگ منشعب می‌شود.
- خون روشن توسط ۴ سیاهرگ ششی از ششها خارج شده و وارد دهلیز چپ قلب می‌شود.

۲۴ شکل‌نامهٔ حبابک



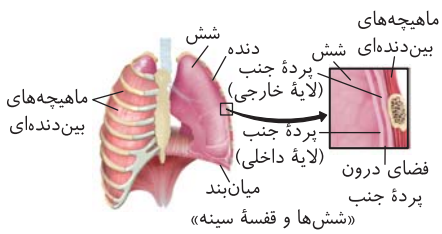
- ظاهر یاخته‌های نوع اول چندضلعی (شش) است و یاخته‌های نوع دوم ظاهری پهن و کشیده‌تر دارند.
- **فراوان‌ترین** یاخته‌های موجود در دیوارهٔ حبابک‌ها، یاخته‌های نوع **اول** هستند، سپس درشت‌خوارها و **کمترین** آن‌ها یاخته‌های نوع **دوم** هستند.
- **بزرگ‌ترین** یاخته‌های موجود در دیوارهٔ حبابک‌ها، یاخته‌های نوع **اول** هستند سپس درشت‌خوارها و در آخر یاخته‌های نوع دوم.
- مویرگ‌های خونی می‌توانند بین چند تا حبابک مشترک باشند و هم‌زمان با چند تا حبابک تبادل گازها را انجام دهند.
- هستهٔ یاختهٔ سنگ‌فرشی بزرگ‌تر از هستهٔ یاختهٔ پوششی دیوارهٔ مویرگ‌هاست.
- در سطح یاخته‌های نوع دوم، زوائد ریزی وجود دارد. (کنکور ۱۴۰۰)
- بین یاخته‌های نوع اول و بین برخی حبابک‌ها، منافذی جهت عبور گازها وجود دارد.

۴۱ حمل گازها در خون

موارد مقایسه	O_2	CO_2	CO
بیشترین حالت در خون	با اتصال **ناپایدار** به گروه هِم هموگلوبین	به صورت یون بیکربنات در گویچهٔ قرمز تولید می‌شود ولی در پلاسما عبور می‌کند.	با اتصال **پایدار** به گروه هِم در جایگاه اکسیژن
کمترین حالت در خون	محلول در پلاسما	محلول در پلاسما	–
انواع انتقال	اتصال با هموگلوبین / محلول در پلاسما	به صورت بیکربنات / اتصال به هموگلوبین / محلول در پلاسما	متصل به هموگلوبین
در مجاورت شش	به هموگلوبین وصل می‌شود.	از هموگلوبین و بیکربنات جدا می‌شود.	به هموگلوبین وصل می‌شود. (گازگرفتگی)
در مجاورت بافت	از هموگلوبین جدا می‌شود.	به هموگلوبین و یا کربنیک انیدراز وصل می‌شود.	وارد زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه می‌شود یا در مجاورتش قرار می‌گیرد
عامل اتصال و جدا شدن آن‌ها به هموگلوبین	غلظت O_2 و CO	غلظت CO_2	غلظت CO
تبادل بین خون و بافت	فقط به صورت محلول	فقط به صورت محلول	–

گفتار ۲

۲۵ شکل‌نامهٔ ششها و عوامل محافظ آن



- ششها به واسطهٔ پردهٔ جنب به‌طور غیرمستقیم در دو طرف خود با دنده‌ها و ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای و در سطح عقبی خود با دنده‌ها و ستون مهره‌ها و ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای تماس پیدا می‌کنند.
- ضخامت ماهیچهٔ بین‌دنده‌ای از هر لایهٔ جنب و فضای بین آن بیشتر است.
- لایهٔ داخلی همانند لایهٔ خارجی پردهٔ جنب به ماهیچه‌های بین دنده‌ای متصل نیست.

هرچه فاصلهٔ بین دو پردهٔ جنب بیشتر می‌شود، فشار مایع جنب نسبت به جوّ منفی‌تر می‌شود در نتیجه بیشترین فشار منفی فضای پردهٔ جنب در **دم عمیق** و کمترین فشار منفی در **بازدم عمیق** است.

قفسهٔ سینهٔ انسان سالم، از ۱۲ جفت دنده تشکیل شده است. هر کدام از دنده‌های ۱ تا ۵ توسط غضروف مستقل به جناغ متصل هستند و غضروف دنده‌های ۶ تا ۱۰ ابتدا یکی شده و سپس دو شاخه می‌شوند و به جناغ متصل می‌شوند. دنده‌های ۱۱ و ۱۲ از جلو آزاد هستند و به استخوان جناغ متصل نیستند اما از پشت مثل بقیهٔ دنده‌ها به استخوان‌های ستون مهره‌ها متصل‌اند. در نتیجه به استخوان جناغ، ۶ جفت غضروف متصل است که ششمی با دو انشعاب به جناغ وصل است!

دنده‌های اول دارای کوچک‌ترین غضروف هستند.

در هر سمت از قفسهٔ سینه ۱۲ دنده وجود دارد که بین هر دو دنده، دو نوع ماهیچهٔ بین‌دنده‌ای داخلی و خارجی وجود دارد. در نتیجه در کل ۲۲ تا ماهیچهٔ بین‌دنده‌ای خارجی و ۲۲ تا ماهیچهٔ بین دنده‌ای داخلی در قفسهٔ سینه وجود دارد.

ترکیب با فصل ۳ یازدهم: باتوجه به شکل ۱ فصل ۳ یازدهم می‌توان گفت که محل اتصال استخوان ترقوه به جناغ، بالاتر از محل اتصال دندهٔ اول به جناغ است.

رأس شش‌ها از دندهٔ اول بالاتر است؛ در نتیجه همهٔ قسمت‌های شش‌ها توسط دنده‌ها محافظت نمی‌شود.

اگه خوب روی شکل زوم زوم کنید می‌بینید که محل منشعب شدن نای به نایژه‌های اصلی، پایین‌تر از دنده‌های اول است.

بخش میانی استخوان دنده‌ها از بافت اسفنجی و اطراف آن توسط بافت متراکم احاطه شده است.

ترکیب فصل ۴ دهم: ماهیچهٔ دیافراگم را، بزرگ‌سیاهرگ زیرین، مری، آئورت و مجرای لنفی سمت چپ سوراخ کرده و عبور می‌کنند.

۴۲ مقایسهٔ دم و بازدم

نوع فرایند	حجم فضای درونی مبابک‌ها	فاصلهٔ بین جناغ تا ستون مهره‌ها	فاصلهٔ بین لایهٔ داخلی و خارجی پردهٔ جنب	فاصلهٔ بین جناغ تا دیافراگم	فاصلهٔ بین جناغ تا نای	فشار وارد بر سیاهرگ‌های اطراف قلب	فشار وارد بر انزام‌های حفرهٔ شکمی	عامل مهم در ویژگی شش‌ها
دم	افزایش	افزایش	افزایش	افزایش	افزایش	کاهش	افزایش	پیروی از حرکات قفسهٔ سینه
بازدم	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	افزایش	کاهش	خاصیت کشسانی شش‌ها

۴۳ مقایسهٔ عمل ماهیچه و استخوان در دم و بازدم

نام ساختار		فعالیت ماهیچه	وضعیت در دم	تأثیر در دم	وضعیت در بازدم	تأثیر در بازدم
ماهیچه	دیافراگم	دم عادی و عمیق	انقباض (مسطح)	افزایش قطر عمودی قفسهٔ سینه	استراحت (گنبدی شکل)	کاهش قطر عمودی قفسهٔ سینه
	بین‌دنده‌ای خارجی	دم عادی و عمیق	انقباض	حرکت دنده‌ها به بالا و جلو و حرکت جناغ به جلو	استراحت	کمک به حرکت دنده‌ها به پایین و عقب و حرکت جناغ به عقب
	گردنی	دم عمیق	انقباض (در دم عمیق)	کمک به افزایش حجم قفسهٔ سینه	استراحت	تأثیری ندارد
	بین‌دنده‌ای داخلی	بازدم عمیق	استراحت	تأثیری ندارد	انقباض (بازدم عمیق)	کمک به کاهش حجم قفسهٔ سینه
	شکمی	بازدم عمیق	استراحت	تأثیری ندارد	انقباض (بازدم عمیق)	کمک به کاهش حجم قفسهٔ سینه
استخوان	جناغ	.....	حرکت به جلو	افزایش حجم قفسهٔ سینه	حرکت به عقب	کمک به کاهش حجم قفسهٔ سینه
	قفسهٔ سینه	.....	حرکت به بالا و جلو	افزایش حجم قفسهٔ سینه	حرکت به عقب و پایین	کمک به کاهش حجم قفسهٔ سینه

۴۴ حجم‌ها و ظرفیت‌های تنفسی

ظرفیت تنفسی		حجم تنفسی		مقدار (میلی‌لیتر)	فرایند تنفس	ماهیچه‌های مؤثر
ظرفیت تام	ظرفیت حیاتی	هوای ذخیرهٔ دمی		۳۰۰۰	دم عمیق	دیافراگم، بین‌دنده‌ای‌های خارجی، **گردنی**
		هوای جاری	هوایی که تبادل گاز انجام می‌دهد.	۳۵۰	دم عادی، بازدم عادی	انقباض و رفع انقباض دیافراگم، بین‌دنده‌ای‌های خارجی
			هوای مرده	۱۵۰		
		هوای ذخیرهٔ بازدمی		حدود **۱۳۰۰**	بازدم **عمیق**	بین‌دنده‌ای‌های **داخلی**، **شکمی**
		هوای باقی‌مانده		حدود ۱۲۰۰	همیشه در حبابک‌ها وجود دارد.	

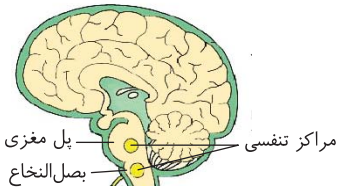
۴۵ چین‌خوردگی‌ها

حاصل چین‌خوردگی ...	چه چیزی می‌باشد
مخاط و زیرمخاط	چین‌های طولی رودهٔ باریک
مخاط	پرز روده – چین نای و مری
غشای یافته‌ها	ریزپرزها در رودهٔ باریک، بخش لوله‌ای نفرون و یافتهٔ کناری معده
مخاط دهنده	پرده‌های صوتی زیر اپی‌گلوت
بافت پوششی قلب	دریچه‌های قلب
مخاط مثانه	دریچهٔ محل اتصال رهندهٔ میزنای به مثانه

۴۶ تنظیم عصبی تنفس

مرکز عصبی / ویژگی	محل	نقش تنفس	نقش دیگر
پل‌مغزی	جلویی‌ترین در ساقهٔ مغز و بزرگ‌تر و بالاتر از بصل‌النخاع است.	با اثر بر بصل‌النخاع (مرکز پایین‌تر و کوچک‌تر) مدت زمان دم را تنظیم می‌کند (دم را ختم می‌دهد).	تنظیم ترشح اشک (دفاعی) و بزاق (گوارشی) و تنظیم گردش خون دارد.
بصل‌النخاع	پایین‌ترین قسمت مغز در ساقهٔ مغز	ارسال دستور **انقباض** ماهیچه‌های دمی دیافراگم و بین‌دنده‌ای خارجی، توقف دم با **عدم** ارسال پیام که البته در پی تحریک با پل‌مغزی، انجام می‌دهد. افزایش CO_2 و کاهش O_2 فعالیت آن را زیاد می‌کند.	در هنگام بلع، مرکز تنفسی آن متوقف می‌شود. مرکز عطسه – سرفه – مرکز اصلی تنظیم تنفس و تنظیم ضربان قلب و فشار خون می‌باشد. ↘ ↙ مشترک با هیپوتالاموس

۲۶ شکل‌نامهٔ تنظیم عصبی تنفس



«مراکز عصبی تنفس»

محل ارسال یا عدم ارسال پیام‌های عصبی مربوط به شروع و خاتمهٔ دم به ماهیچه‌های تنفسی، فقط **بصل‌النخاع** است (پل‌مغزی از طریق ارسال پیام عصبی به بصل‌النخاع در خاتمهٔ دم نقش دارد).

در صورت افزایش میزان CO_2 خون، از طریق رگ‌ها به **بصل‌النخاع** پیام فرستاده می‌شود و با تحریک گیرنده‌های CO_2 در بصل‌النخاع، آهنگ تنفس افزایش می‌یابد. همچنین اگر میزان O_2 خون کم شود، گیرنده‌های سرخرگی مثل آئورت تحریک می‌شوند و با ارسال پیام به بصل‌النخاع، آهنگ تنفس افزایش می‌یابد.

نکات ترکیبی

ترکیب با فصل ۱ زیست یازدهم: تنظیم ترشح بزاق، توسط **پل‌مغزی** صورت می‌گیرد؛ پل‌مغزی جزئی از ساقهٔ مغز بوده که زیر مغز میانی و جلوی مخچه قرار دارد و یادتان باشد که بصل‌النخاع پایین‌ترین بخش ساقهٔ مغز و کل مغز است.

طراح بیشتر برای ترکیب نکات به چی توجه می‌کنه؟ نکات پایین:

ترکیب فصل ۱ یازدهم: پل‌مغزی در ترشح اشک و بزاق و بصل‌النخاع در تنظیم ضربان قلب و فشار خون نقش دارد و همچنین مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، سرفه است.

ترکیب فصل ۵ یازدهم:

۱ پل‌مغزی با تنظیم ترشح بزاق که دارای آنزیم لیزوزیم است، در **اولین** خط ایمنی نقش دارد.

۲ بصل‌النخاع توسط انعکاس‌هایی مانند عطسه و سرفه در **اولین** خط ایمنی بدن نقش دارد.

۴۷ مضرات سیگار در کتاب درسی

گوارش	افتلال در بندارهٔ انتهای مری – بیماری ریفلاکس ایجاد می‌کند.
گردش خون	افزایش فشار خون – افزایش اریتروپویتین با کاهش O_2 بدن
دستگاه عصبی	نیکوتین آن اعتیادآور است. – تغییر دائمی در **مغز** ایجاد می‌کند. – بر **سامانهٔ کناری** اثر کرده و ترشح **دوپامین** را زیاد می‌کند.
حرکت	از رسوب کلسیم در استخوان جلوگیری می‌کند ← پوکی استخوان
تولیدمثل	ایجاد کامت غیرعادی در مرد و زن
تنفس	از بین بردن یافته‌های مژک‌دار مخاط تنفسی – مادهٔ چهش‌زای شیمیایی بنزوپیرن سرطان‌زا دارد. – کربن‌مونوکسید آن سبب کاهش ظرفیت حمل O_2 و افتلال در عوامل درون غشای راکیزه می‌شود.

گفتار ۳

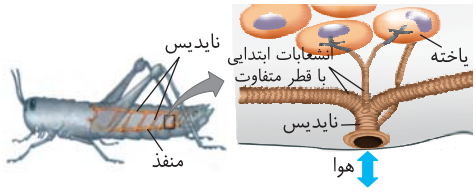
۴۸ تنوع تبادلات گازی

موارد مقایسه	جاندار	مثال	نکات
انتشار ساده از غشا	تک‌یاخته‌ای	پارامسی	گازهای تنفسی مستقیماً بین یاخته و محیط مبادله می‌شوند.
	برخی بی‌مهرهٔ پریاخته‌ای	هیدر	یاخته‌های آن دیوارهٔ نازک دارند. (همهٔ یاخته‌های بدن می‌توانند با محیط تبادلات گازی داشته باشند.)
تنفس نایدیسی	حشرات	ملخ	لوله‌های منشعب و مرتبط به هم – منافذ تنفسی در ابتدای نایدیس – قرارگیری انشعابات نایدیس‌ها در کنار همهٔ یاخته‌های بدن – همولنف دارند.
تنفس پوستی	فقط تنفس پوستی	کرم خاکی	مویرگ‌های زیرپوستی فراوان وجود دارد.
	تنفس پوستی + تنفس ششی	قورباغهٔ بالغ	خون بطن ابتدا با فشار کم به سمت پوست و ششها می‌رود.

۴۸ تنوع تبادلات گازی

موارد مقایسه	جاندار	مثال	نکات
تنفس آبششی	آبشش‌های پراکنده به کمک پوست	ستارهٔ دریایی	آبشش‌های پراکندهٔ برجستهٔ پوستی دارند.
	آبشش‌های کارآمد	سفت‌پوستان	در تبادل گاز تنفسی و خروج مادهٔ زائد نیتروژن‌دار با انتشار مؤثر است.
		ماهیان بالغ، نوزاد دوزیستان	کمان، رشته و تیغه‌های آبششی دارند.
تنفس شُشی	برفی از بی‌مهرگان	حلزون	شش دارند ولی سازوکار تهویه‌ای ندارند.
	پمپ فشار مثبت	دوزیستان	با پمپ فشار مثبت هوا را به درون شش‌ها هدایت می‌کنند.
	پمپ فشار منفی	انسان	با پمپ فشار منفی، هوا را به درون شش‌ها هدایت می‌کند.
		پرندگان	چون سوخت‌وساز بالایی دارد، انرژی بیشتری مصرف می‌کند و مصرف اکسیژن بالاتری نیز دارد و کارایی شش‌های آن نسبت به سایر پستانداران بالاتر می‌باشد.

۲۷ شکل‌نامهٔ تنفس نایدیسی حشرات



انشعابات پایانی آن‌ها در کنار همهٔ یاخته‌های بدن قرار می‌گیرند و انتهای آن‌ها بسته است و دارای مایعی است که تبادلات گازی را ممکن می‌سازد. ابتدای آن منشعب و قطورتر می‌شود.

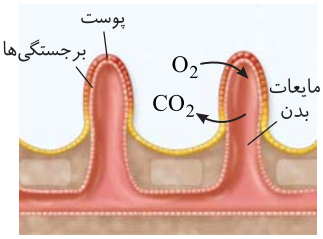
نکته

- در حشرات دستگاه گردش مواد، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد.
- در ملخ، نایدیس‌ها از قسمت میانی بدن (*از بالا پهلوی میانی*) شروع و تا نزدیکی انتهای بدن کشیده شده است اما به انتهای بدن نرسیده است.
- منافذ تنفسی حشرات در سطح شکمی - جانبی قرار دارند که به صورت نردبانی قرار دارند.
- جهت حرکت هوا در نایدیس‌ها دوطرفه است.
- هستهٔ یاخته‌های مرتبط با نایدیس‌ها، در حاشیهٔ یاخته قرار دارد.

هر چه از سمت منافذ تنفسی (*که در سطح شکمی حشرات قرار دارند*) به سمت انشعابات بیشتر حرکت کنیم، هوا و اکسیژن کمتری به هر انشعاب می‌رسد چون قطر انشعابات در حال کاهش است. به عبارتی دیگر، هرچه قطر نایدیس‌ها کاهش یابد، انشعابات آن‌ها بیشتر می‌شود.

به منافذ نایدیس‌ها، مجاری متعدد با قطر متفاوت متصل می‌باشد.

۲۸ شکل‌نامهٔ ستارهٔ دریایی



«ساده‌ترین آبشش در ستارهٔ دریایی»

دارای ساده‌ترین آبشش که برجستگی‌های کوچک و پراکندهٔ پوستی هستند.

تبادل گازها در محل برجستگی‌ها صورت می‌گیرد که گازهای تنفسی برای تبادل، از دو لایهٔ یاخته عبور می‌کنند.

هر برجستگی، دارای پوستی است که یک لایه یاختهٔ پوششی دارد.

فضای درون برجستگی‌های پوستی، توسط مایعات بدن پر شده است.

در نزدیکی سطح بدن ستارهٔ دریایی، نوعی مجرای افقی وجود دارد که مایعات بدن ستارهٔ دریایی در آن جریان دارند.

از این مجرای افقی، انشعاباتی وارد هر برجستگی پوستی ستارهٔ دریایی می‌شود.

نکتهٔ ترکیبی

- ترکیب با فصل ۵ یازدهم: لارو ستارهٔ دریایی جاندار مورد مطالعهٔ ایلیا مچنیکف است که حرکات آمیبی‌مانند دارد و خرده‌ریزهای خارهای گل رز را می‌بلعید.

پوست فقط در برخی قسمت‌ها با برجستگی‌های آبششی در تماس می‌باشد.

مایعات درون برجستگی‌های آبششی از زیر در کانالی به هم راه دارند.

مویرگ خونی ندارد و به کمک پوست تنفس می‌کند ولی تنفس آبششی دارد (*نه پوستی!*).

ستارهٔ دریایی، کرم خاکی و دوزیستان گازهای تنفسی را از طریق پوست خود به محیط درونی وارد می‌کنند.

درون بدن ستارهٔ دریایی، مجراهایی زیرپوست وجود دارند که با هم در ارتباط هستند و این مجاری توسط یک لایه یاخته پوشیده شده‌اند.

در ستارهٔ دریایی، گازها پس از عبور از دو لایهٔ یاخته‌ای، مبادله می‌شود. قسمتی که گازها از آن طریق تبادل دارند، کمترین فاصلهٔ مایعات و سطح بدن را مشاهده می‌کنیم.

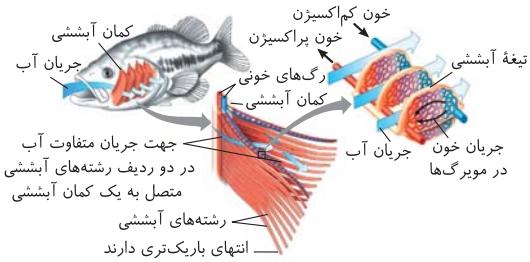
یاخته‌های پوست از یاخته‌های برجستگی بزرگ‌تر هستند؛ ولی هر دو نوع یاخته به شکل مکعبی می‌باشند.

ستارهٔ دریایی بالغ، نارنجی رنگ ولی لارو آن شفاف می‌باشد.

در سخت‌پوستان (*مثل سمارهٔ دریایی*)، مواد دفعی نیتروژن‌دار با انتشار ساده، از آبشش‌ها دفع می‌شوند.

در سایر بخش‌های پوست که برجستگی‌های آبششی حضور ندارند، پوست و دیوارهٔ گردش مواد به یکدیگر متصل نیستند.

۲۹ شکل‌نامهٔ دستگاه تنفس (آبشش‌ها)



به صورت کارآمد در دو طرف سر جانور وجود دارد که بسیار تمایزیافته است که تبادل گازها را انجام می‌دهند.

هر کمان آبششی از دو ردیف رشته‌های آبششی هم‌اندازه و هر رشته از چندین تیغهٔ آبششی تشکیل شده است؛ در نتیجه می‌توان گفت که:

تعداد تیغه‌های آبششی > رشته‌ای آبششی > کمان آبششی است و رشته‌های آبششی از سمت عقبی قطور خود به کمان آبششی اتصال دارند.

همچنین با توجه به شکل می‌توان گفت که جهت حرکت خون در مویرگ‌های تیغه‌ها، و عبور آب در طرفین (*نه از درون*!) تیغه‌های آبششی، برخلاف یکدیگر هستند.

آب از دهان وارد می‌شود و از سمت کمان آبششی به لابه‌لای رشته‌ها می‌رود و از سمت رشته‌های آبششی خارج می‌شود.

جهت عبور خون سرخرگ‌های ورودی و خروجی به آبشش‌ها، عمود بر جهت قرارگیری تیغه‌های آبششی و مویرگ‌ها است.

شبکه‌های مویرگی درون تیغه‌های آبششی تشکیل می‌شوند و دقت کنید که کمان‌های آبششی نسبت به رشته‌ها درونی‌تر هستند.

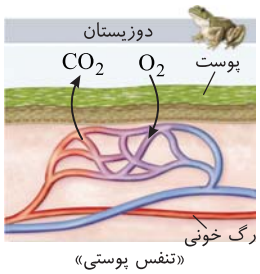
تیغه‌های آبششی محل تبادل گازهای تنفسی هستند و دقت کنید که در هر کمان آبششی دو سرخرگ با خون تیره و روشن (*درونی‌تر*) وجود دارد.

آب از بین تیغه‌های آبششی در جهات متفاوت عبور می‌کند.

نکات ترکیبی

- ترکیب فصل ۲ دهم: دو طرف شبکهٔ مویرگی در کبد انسان، سیاهرگ است.
- ترکیب با فصل ۴ زیست دهم: دو طرف شبکهٔ مویرگی در آبشش‌های ماهی، سرخرگ است.
- ترکیب فصل ۵ دهم: دو طرف شبکهٔ مویرگی در کپسول بومن، سرخرگ است.

۳۰ شکل‌نامهٔ تنفس دوزیستان



«تنفس پوستی»

در دوران نوزادی از آبشش‌هایی مانند ماهی‌ها در تنفس استفاده می‌کنند.

پوست قورباغهٔ بالغ از چند لایه یاخته تشکیل شده است و گازها برای تبادل از چند لایه یاخته عبور می‌کنند. مویرگ‌های خونی در زیر پوست وجود دارند که خون با فشار کمتر خروجی از بطن را تصفیه می‌کنند.

قورباغهٔ بالغ علاوه‌بر پوست سطحی، تنفس درونی ششی هم دارد.

در قورباغه هوا از طریق بینی باز وارد حفرهٔ دهانی می‌شود و سپس با انقباض ماهیچه‌های دهان و حلق هوا را وارد ششها می‌کند، وقتی ششها خالی هستند حفرهٔ دهانی پر از هواست و بالعکس و در یک لحظه یا حفرهٔ دهانی آن پر از هوا است یا ششهای آن.

هوا در دستگاه تنفس قورباغه در دو محل بدون حرکت باقی می‌ماند.

«پمپ فشار مثبت در قورباغه»

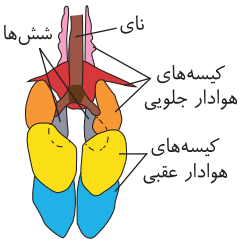
دو شش قورباغه در سطح شکمی بدن آن به حفرهٔ دهانی متصل هستند و دو طرف خط وسط سطح شکمی قرار دارد. ششها با پمپ فشار مثبت هوا می‌گیرند (*نه با مکش*!).

هوای دمی از طریق دو منفذ در پایین قسمت انتهایی حفرهٔ دهانی، وارد ششها می‌شود.

در قورباغه حفرهٔ دهانی در زیر بینی قرار دارد.

در زمان انقباض ماهیچه‌های حلق و دهان و ورود هوای دمی به شش، بینی بسته است و امکان ورود هوا به درون بدن وجود ندارد.

۳۱ شکل‌نامهٔ دستگاه تنفس و سایر نکات مرتبط با پرنده



پرندگان به علت پرواز، نسبت به سایر مهره‌داران انرژی بیشتری مصرف می‌کنند و بنابراین به اکسیژن بیشتری نیاز دارند. پرندگان علاوه‌بر شُش، دارای ساختارهایی به نام کیسه‌های هوادار هستند که کارایی تنفس آن‌ها را نسبت به پستانداران افزایش می‌دهد.

کیسه‌های هوادار عقبی بزرگ‌تر از کیسه‌های هوادار جلویی هستند. البته **بزرگ‌ترین** کیسهٔ هوادار **جلویی**، به صورت **تکی** بین دو شش قرار دارد. کوچک‌ترین کیسه‌های هوادار نیز، کیسه‌های اطراف **نای** هستند. ۴ کیسهٔ هوادار در سمت راست و ۴ کیسهٔ هوادار در سمت چپ و ۱ کیسهٔ هوادار به صورت مشترک بین دو سمت بدن قرار دارد.

کیسه‌های هوادار اطراف نای، در سطح خارجی خود چین‌خوردگی دارند ولی سطح داخلی صاف دارند.

جدایی کامل بطن‌ها در **پرندگان** و پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد. این حالت، حفظ فشار در سامانهٔ گردشی مضاعف را آسان می‌کند. فشار خون بالا برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها، در جانورانی با نیاز زیاد به انرژی مهم است.

کلیه در خزندگان و **پرندگان** توانمندی زیادی در بازجذب آب دارد. **برخی** خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، می‌توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند. (*فصل ۵ دهم*)

در بین مهره‌داران، اندازهٔ نسبی مغز پستانداران و **پرندگان** نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتر است. (*فصل ۱ یازدهم*)

پرندگان روی تخم‌ها می‌خوابند و پستاندار تخم‌گذاری مثل پلاتی‌پوس، تخم را در بدن خود نگه می‌دارد و چندروز مانده به تولد نوزاد، تخم‌گذاری می‌کند و روی آن‌ها می‌خوابد تا مراحل نهایی رشد و نمو طی شود. (*فصل ۷ یازدهم*)

پرندگان (*به‌جز طاووس*) سیستم تولیدمثلی جفت‌گیری تک‌همسری دارند و نر و ماده در پرورش نوزاد نقش تقریباً مساوی دارند و هر دو به انتخاب جفت می‌پردازند. (*فصل ۸ دوازدهم*)

۳۲ شکل‌نامهٔ تشریح شش گوسفند

شش به علت دارا بودن کیسه‌های حبابکی فراوان، حالت اسفنـــج‌گونه دارد.
شش راست، دارای ۳ لوب و شش چپ دارای ۲ لوب است و شش راست از شش چـــپ بزرگ‌تر است.
در نای گوسفند، قبل از دو نایژهٔ اصلی، یک انشعاب سوم هم به شش راست می‌رود.
غضـــروف‌های نایژه ابتـــدا به صورت حلقهٔ کامل و بعد به صورت قطعه‌قطعه است.

- **تشریح قلب گوسفند: تمام نکات آن مثل قلب انسان است.**

سطح پشتی حالت برآمده (*محدب*) دارد و بیشتر دارای سرخرگ است.
سطح شکمی حالت صاف (*تخت*) و بیشتر شامل سیاهرگ است.
سرخرگ‌ها برخلاف سیاهرگ‌ها حتی در نبود خون نیز دهانهٔ باز دارند.

«سطح پشتی قلب»

«سطح شکمی قلب»

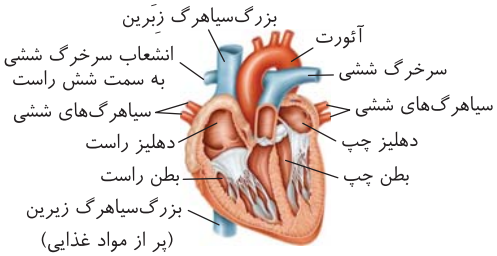
نکات ترکیبی

- ترکیب با فصل ۷ زیست دوازدهم: امروزه مرغ، ماهی، گاو و گوسفند، انواع میوه‌ها و حتی گندم، برنج و ذرتی که می‌خوریم، اصلاح شده‌اند و محصولات بهتر و بیشتر تولید می‌کنند.
- ترکیب با فصل ۸ زیست دوازدهم: نقش‌پذیری (*بره‌هایی که مادر خود را از دست داده‌اند و انسان آن‌ها را پرورش داده است، دنبال او راه می‌افتند و تمایلی برای ارتباط با گوسفندهای دیگر نشان نمی‌دهند.*)

زیست دهم — فصل چهارم

گفتار ۱

۳۳ شکل‌نامهٔ رگ‌های متصل به قلب و ساختار ورودی قلب



دستگاه گردش مواد در انسان از قلب و رگ‌های متصل به آن و خون تشکیل شده است. قلب انسان دارای چهار حفره است که دو حفرهٔ بالایی آن کوچک‌تر (*به نام دهلیز*) و دو حفرهٔ پایینی آن بزرگ‌تر (*به نام بطن*) است. نیمهٔ راست قلب دارای خون تیره و نیمهٔ چپ دارای خون روشن است. دهلیزها ورودی و بطن‌ها حفراتی برای خروج خون از قلب هستند. سرخرگ‌ها خون را از قلب دور و سیاهرگ‌ها خون را وارد قلب می‌کنند در نتیجه می‌توان گفت که به حفرات قلب رگ‌های زیر متصل هستند:

- دهلیز راســت: بزرگ‌سیاهرگ‌های زیرین و زبرین و سیاهرگ کرونری / دهلیز چپ: ۴ عدد سیاهرگ ششی / بطن راست: یک سرخرگ ششی / بطن چپ: یک سرخرگ آئورت

بیشترین **تعداد** رگ به دهلیز چپ متصل است که **چهار** سیاهرگ ششی است.
بیشترین حفرهٔ قلب با **تنوع** رگی متصل به آن، مربوط به **دهلیز راست** است که دو بزرگ‌سیاهرگ و یک سیاهرگ کرونری است. (*با این فرض که مویرگ‌ها همجا هستند*)
از قوس آئورت ۳ رگ منشعب می‌شود که به قسمت‌های بالایی بدن خون‌رسانی می‌کنند و دو تا از آن‌ها به سمت دست‌ها و یکی به سمت سر می‌رود.
دو سیاهرگ ششی (*نه همهٔ آن‌ها*) که از سمت شش راست می‌آیند از مجاورت بزرگ‌سیاهرگ زبرین و دهلیز راست عبور می‌کنند.
ســرخرگ ششــی پس از خروج از بطن راســت، دو شاخه می‌شود که انشعاب راست آن از **زیر** قوس آئورت و سپس از **پشت** بزرگ‌سیاهرگ زبرین عبور می‌کند. انشعاب چپ آن از **جلوی** آئورت نزولی عبور می‌کند.
به علت قرارگیری قلب در سمت چپ بدن، سرخرگ ششی سمت راست مسافت بیشتری را نسبت به سرخرگ ششی سمت چپ طی می‌کند.
جلویی‌ترین رگ اصلی براساس شکل کتاب درسی، سرخرگ ششی می‌باشد.
آئورت، پس از خروج از بطن چپ ابتدا به سمت راست بدن و سپس به سمت چپ متمایل می‌شود. در حفرهٔ شکم آئورت سمت چپ بزرگ‌سیاهرگ زیرین می‌باشد.
بخش راست قلب، بخش عمده‌ای از نمای جلویی را به خود اختصاص می‌دهد.
محل منشعب شدن سرخرگ ششی **پایین‌تر** از قوس آئورت است.
با توجه به شــکل اگر بخواهیم ترتیب محل اتصال ســیاهرگ‌ها به قلب را از بالا به پایین مشــخص کنیم عبارت اســت از : بزرگ‌ســیاهرگ زبرین - ســیاهرگ ششــی - سیاهرگ کرونری - بزرگ‌سیاهرگ زیرین
منفذ بزرگ‌سیاهرگ زبرین نسبت به سایر رگ‌های متصل به قلب از نوک قلب دورتر است.
ضخامت دیوارهٔ قلب در سراســر آن یکســان نیســت. ضخامت دیوارهٔ حفرات سمت چپ قلب بیشتر از ضخامت دیوارهٔ حفرات سمت راست قلب می‌باشد و همچنین بیشترین ضخامت در دیوارهٔ بطن چپ و کمترین ضخامت در دهلیز راست دیده می‌شود.
اگر به شکل با دقت نگاه کنیم می‌توان گفت که ضخامت ابتدای دیوارهٔ بطن راست و دیوارهٔ بین دو بطن از ضخامت ابتدای دیوارهٔ بطن چپ بیشتر است.
میزان چین‌خوردگی درونی و رشته‌های ارتجاعی متصل به دریچهٔ قلبی در دیوارهٔ بطن راست بیشتر از بطن چپ است.
برحسب شکل کتاب برجستگی‌ها در دهلیزها وجود ندارند و دقت کنید که دریچه‌های سینی به رشته‌های ارتجاعی متصل نیستند.
دو سرخرگ خون را مستقیماً از قلب خارج می‌کنند و هفت سیاهرگ خون را مستقیماً به قلب وارد می‌کنند.

۳۴ شکل‌نامهٔ گردش خون در انسان

در گردش خون ششی، خون تیرهٔ بزرگ‌سیاهرگ‌های زبرین و زیرین و سیاهرگ کرونری وارد دهلیز و سپس بطن راست می‌شود و از آن‌جا توسط سرخرگ ششی به شش‌ها جهت تصفیه فرستاده می‌شود. خون تیره بعد از تصفیه و تبدیل به خون روشن، توسط ۴تا سیاهرگ ششی وارد دهلیز چپ و از آن‌جا وارد بطن چپ می‌شود و سپس طی گردش خون عمومی بدن، توسط سرخرگ آئورت جهت تغذیهٔ یاخته‌های بدن به اندام‌ها فرستاده می‌شود.

چهار سیاهرگ ششی به همراه سرخرگ آئورت، دارای خون روشن و پراکسیژن بوده ولی دو انشعاب از سرخرگ ششی و بزرگ‌سیاهرگ‌های زبرین، زیرین و سیاهرگ کرونری دارای خون تیره و کم‌اکسیژن هستند.

دقت کنید که خون بدون اکسیژن نداریم!! ولی در خون تیره مقدار اکسیژن از دی‌اکسیدکربن کمتر است.

مسیر گردش خون عمومی: بطن **چپ** (*خون روشن*) ← سرخرگ آئورت (*خون روشن*) ← سایر سرخرگ‌ها و شبکهٔ مویرگی همهٔ اندام‌ها ← تبادل گازها و سایر سیاهرگ‌ها ← بزرگ‌سیاهرگ زیرین، زبرین و سیاهرگ کرونری (*خون تیره*) ← دهلیز **راست** (*خون تیره*)

مسیر گردش خون ششی: بطن **راست** (*خون تیره*) ← سرخرگ ششی (*خون تیره*) ← شبکهٔ مویرگی حبابک‌ها و تبادل گازها ← سیاهرگ ششی (*خون روشن*) ← دهلیز **چپ** (*خون روشن*)

۳۵ شکل‌نامهٔ اکسیژن‌رسانی به قلب

«رگ‌های اکلیلی قلب»

خون عبوری از حفرات قلب، **نمی‌تواند** نیازهای تنفسی و غذایی یاخته‌های قلب را برطرف کند. برای همین ماهیچهٔ قلب توسط سرخرگ**های** کرونری منشعب شده از ابتدای سرخرگ آئورت تغذیه می‌شوند. پس از تغذیهٔ یاخته‌های قلبی، خون تیرهٔ آن‌ها توسط یک سیاهرگ کرونری به دهلیز راست وارد می‌شود.

ضخامت دیوارهٔ حفرات سمت چپ قلب بیشتر از سمت راست می‌باشد؛ برای همین مصرف انرژی در سمت چپ قلب بیشتر از سمت راست است، در نتیجه تعداد و تراکم رگ‌های کرونری در سمت چپ قلب بیشتر از سمت راست است.

تعداد انشعابات اولیهٔ سرخرگ کرونری در سمت چپ قلب سه‌تا و در سمت راست دوتا است؛ در نتیجه گسترش شبکهٔ مویرگی تغذیه‌کنندهٔ قلب در سمت چپ بیشتر از سایر قسمت‌هاست.

در شکل مشخص است که در اطراف عروق کرونری، بافت **چربی** وجود دارد و به عنوان ذخیرهٔ غذایی عمل می‌کند.

انشعابات رگ‌های کرونری در کنار هم در بین دهلیز و بطن نیز دیده می‌شوند.

نکتهٔ ترکیبی

ترکیب فصل ۱ دهم: بافت چربی بزرگ‌ترین بافت ذخیره‌کنندهٔ انرژی است که هستهٔ یاخته‌های آن در حاشیهٔ یاخته قرار دارد.

۳۶ شکل‌نامهٔ دریچه‌های قلب و رگ‌های کرونر

«دریچه‌های قلب»

دریچه‌ها منجر به یک‌طرفه شدن جریان خون در آن قسمت می‌شوند که حاصل چین‌خوردگی بافت پوششی سنگ‌فرشی تک‌لایه هستند و بافت پیوندی در استحکام آن‌ها نقش دارد.

دریچه‌های دهلیزی بطنی در هنگام انقباض بطن از بازگشت خون به دهلیزها جلوگیری می‌کنند که دریچهٔ دولختی بین دهلیز و بطن چپ و دریچهٔ سه‌لختی بین دهلیز و بطن راست قرار دارد. همچنین دریچه‌های سینی که در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها قرار دارند از بازگشت خون سرخرگ‌ها به بطن‌ها هنگام استراحت بطن جلوگیری می‌کنند که دریچهٔ سینی سرخرگ ششی در ابتدای سرخرگ ششی و دریچهٔ سینی آئورتی در ابتدای سرخرگ آئورت قرار دارند.

ترتیب بزرگی دریچه‌های قلبی عبارت است از: سه‌لختی > دولختی > سینی آئورتی > سینی ششی

دریچهٔ سینی ششی جلویی‌ترین دریچه است. دریچهٔ سه‌لختی، عقبی‌ترین و پایین‌ترین دریچه است. دریچهٔ دولختی در سمت چپ‌ترین دریچهٔ قلبی است. کوچک‌ترین و وسطی‌ترین دریچهٔ قلبی هم دریچهٔ سینی ششی است.

بسته **شدن** دریچه‌های دهلیزی بطنی باعث ایجاد صدای **اول** و بسته **شدن** دریچه‌های سینی باعث ایجاد صدای **دوم** قلب می‌شوند.

باز شدن دریچه‌ها صدا تولید نمی‌کنند و از طرفی در هنگام شروع انقباض دهلیزها، صدای قلبی عادی شنیده نمی‌شود.

دریچه‌های سه‌لختی، سینی آئورتی و ششی از ۳ قطعه تشکیل شده‌اند. فقط دریچهٔ دولختی از دو قطعه تشکیل و آویخته شده است.

در هنگام بسته شدن دریچه‌ها، با حرکت قطعه‌های دریچهٔ دهلیزی بطنی به سمت بالا و قطعه‌های دریچهٔ سینی به سمت پایین، صورت می‌گیرد.

به‌خاطر ضخامت بیشتر دیوارهٔ بطن چپ از ماهیچهٔ بطن راست، فشار یا نیروی خون برخوردکننده بر دریچهٔ دولختی بیشتر از دریچهٔ سه‌لختی است.

درصورت بیشتر شدن فشار خون بطن‌ها از دهلیزها، دریچه‌های دهلیزی - بطنی با حرکت بخش‌های دریچه‌ها به سمت بالا، بسته می‌شوند.

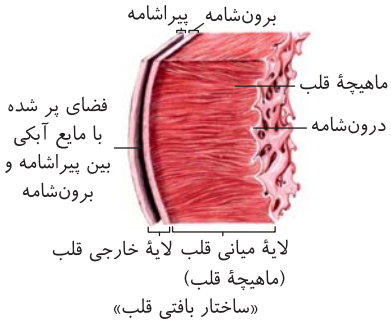
در صورت بیشتر بودن فشار خون سرخرگ‌ها از فشار خون بطن‌ها، بخش‌های دریچه‌های سینی از کنار رگ به سمت هم آمده و دریچه بسته می‌شوند.

لبهٔ قطعه‌های دریچه‌های دهلیزی - بطنی برخلاف قطعهٔ دریچه‌های سینی‌شکل به کمک طناب‌های ارتجاعی به برجستگی‌های **ماهیچه‌ای** دیوارهٔ داخلی بطن‌ها متصل هستند.

به دریچهٔ درون بطن چپ (*دولختی*) برجستگی‌های ماهیچه‌ای بلندتر و کمتری نسبت به دریچهٔ سه‌لختی متصل است.
به هنگام انقباض بطن‌ها، طناب‌های ارتجاعی با انقباض برجستگی‌های ماهیچه‌ای داخل بطن‌ها، کشیده می‌شوند و از باز شدن دریچه‌ها به طرف دهلیزها جلوگیری می‌کنند ولی در هنگام استراحت بطن‌ها، این طناب‌ها نیز شل می‌شوند و دریچه به سمت بطن‌ها پایین آمده و باز می‌شود.
سرخرگ کرونری سمت چپ، ابتدا یک انشعاب به سمت عقب دریچهٔ سینی ششی دارد و سپس دو انشعاب **از یک نقطه** دارد که یکی از آن‌ها از نزدیک دریچهٔ دولختی عبور می‌کند.
سرخرگ کرونر سمت راست، ابتدا دو انشعاب **از یک نقطه** دارد که یکی از آن‌ها از نزدیک دریچهٔ سه‌لختی عبور می‌کند.
انشعابات اولیهٔ سرخرگ‌های کرونری از بین دریچه‌های دولختی و سه‌لختی عبور نمی‌کنند.

۳۷ شکل‌نامهٔ ساختار بافتی قلب انسان

قلب یک اندام ماهیچه‌ای توخالی است که دیوارهٔ آن از سه لایه تشکیل شده است. درون‌شامه **داخلی‌ترین** لایهٔ آن است که از یک لایهٔ نازک بافت پوششی تشکیل شده است و در تشکیل دریچه‌های قلبی نقش دارد. بافت پیوندی زیرین درون‌شامه، آن را به لایهٔ میانی قلب یا همان ماهیچهٔ قلب متصل می‌کند.
لایهٔ میانی قلب، به نام ماهیچهٔ قلبی، **ضخیم‌ترین** لایه است که بیشتر از یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای قلب تشکیل شده است. بین یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب بافت پیوندی **متراکم** وجود دارد که در **استحکام** دریچه‌های قلبی نقش دارد و **بسیاری** از یاخته‌های ماهیچهٔ قلب به رشته‌های کلاژن این بافت متصل هستند.
برون‌شامه، **خارجی‌ترین** لایهٔ قلب است که بر روی خود برمی‌گردد و پیراشامه را به وجود می‌آورد. پس جنس پیراشامه همان جنس برون‌شامه است. در هر دو قسمت، بافت پوششی سنگ‌فرشی و بافت پیوندی **متراکم** وجود دارند. فضایی که بین برون‌شامه و پیراشامه وجود دارد با مایعی پر شده است که این مایع در محافظت از قلب و کمک به **حرکت** روان آن نقش دارد.
ترتیب ضخامت لایه‌های قلب: ماهیچهٔ قلب > برون‌شامه > درون‌شامه



«ساختار بافتی قلب»

نکات ترکیبی فصل ۱ دهم

۱ طبق شکل ۱۶ کتاب درسی فصل ۱، یاخته‌های بافت پوششی سنگ‌فرشی تک‌لایه همگی روی غشای پایه هستند و هستهٔ آن‌ها به صورت کشیده و افقی در مرکز یاخته قرار دارند.
۲ یاخته‌های بافت پیوندی **متراکم** با توجه به شکل ۱۷ کتاب درسی فصل ۱، **دوکی‌شکل** می‌باشند که کلاژن‌های موازی بین آن‌هاست.
۳ یاخته‌های بافت ماهیچهٔ قلبی مخطط، استوانه‌ای‌شکل، منشعب و قرمزرنگ هستند که هستهٔ یاخته‌های آن‌ها در مرکز یاخته قرار دارند.

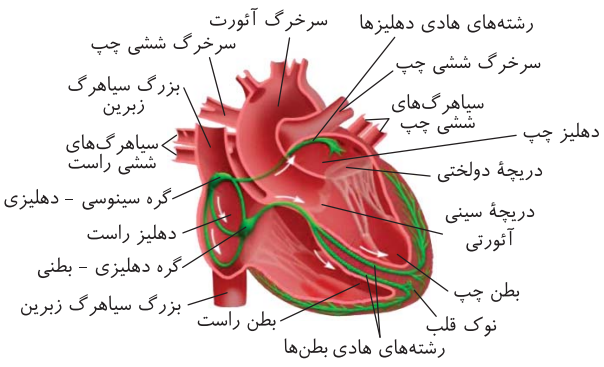
۳۸ شکل‌نامهٔ ساختار ماهیچه‌ای قلب انسان

ماهیچهٔ قلب، اغلب از یاخته‌های ماهیچه‌ای رشته‌ای‌شکل و مخطط تشکیل شده است که **منشعب** هستند و از طریق صفحات بینابینی (*درهم‌رفته*) به یکدیگر متصل می‌باشند. این اتصالات باعث می‌شود که پیام **انقباض و استراحت** به سرعت بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلب منتشر شوند و قلب در هنگام فعالیت خود مانند یک **تودهٔ یاخته‌ای** واحد عمل کند. از آن‌جا که باید دهلیزها با هم و بطن‌ها با هم منقبض شوند در محل ارتباط یاخته‌های ماهیچه‌ای دهلیزها به بطن‌ها بافت **پیوندی** عایقی وجود دارد که این بافت مانع از انقباض هم‌زمان دهلیزها و بطن‌ها می‌شود.
صفحات بینابینی در عرض یاخته‌های قلبی قرار دارند.
اغلب یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی تک‌هسته‌ای و گروهی از یاخته‌های آن دوهسته‌ای است.
تحریک یک یاختهٔ دهلیزی قلب می‌تواند به تحریک و انقباض کل قلب بیانجامد.

«ساختار ماهیچهٔ قلب و ارتباط‌های یاخته‌ای آن»

۳۹ شکل‌نامهٔ شبکهٔ هادی قلب

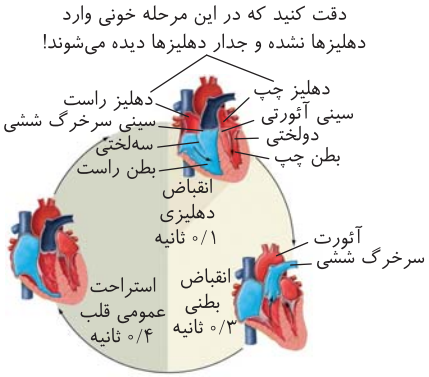
از گرهٔ اول ۴ دسته تار خارج می‌شود که پیام الکتریکی توسط یکی از تارها به دهلیز چپ منتقل می‌گردد و ۳ تار دیگر پیام را به گره دوم می‌برند. از گره دوم ابتدا یک دسته تار خارج می‌شود. این دسته تار با عبور از بافت پیوندی عایق بین دهلیز و بطن و بعد از ورود به دیوارهٔ بین بطن‌ها، پس از طی مسیری کوتاه به دو قسمت منشعب شده و پیام را به پایین یا نوک بطن‌ها منتقل می‌کند.
برای پخش شدن هم‌زمان پیام‌های الکتریکی در بطن‌ها و انقباض هم‌زمان آن‌ها، سرعت هدایت پیام در دیوارهٔ بین دو بطن کمتر از دیوارهٔ خارجی بطن‌هاست. چون در کناره‌ها انشعابات ریز وجود دارند و سریع پیام را به داخل بطن‌ها می‌برند.
به دلیل وجود گره‌ها و اکثر تارها در دهلیز راست، تراکم بافت گرهی در دهلیز راست بیشتر از بقیهٔ حفرات قلبی است.
قطر دسته تار هدایت‌کنندهٔ پیام به سوی دهلیز چپ، در انتها بیشتر از ابتدا می‌باشد.



هر دسته تار متصل به گره ضربان‌ساز از جمله طویل‌ترین دسته تار متصل به آن که به سمت دهلیز چپ می‌رود، پیام انقباض را از بافت پیوندی عایق عبور نمی‌دهد.
اولین انشعاب دسته تار خروجی از گره دهلیزی - بطنی، در دیوارهٔ بین دو بطن قرار دارد و این بدان معناست که دسته تار خروجی از گره دوم، پس از عبور از لایهٔ پیوندی عایق بین دهلیزها و بطن‌ها، در دیوارهٔ بین دو بطن دوشاخه می‌شود.
از بین تارهای موجود دو گره، تار سمت راست، بلندترین تار و تار سمت چپ، کوتاه‌ترین تار محسوب می‌شود.
گره سینوسی - دهلیزی بین منفذ بزرگ‌سیاهرگ زبرین و منفذ سیاهرگ کرونری قرار دارد.
رشته‌های ورودی به دهلیز چپ از عرض آئورت عبور کرده و در انتهای خود در مجاورت منفذ سیاهرگ‌های ششی به چند انشعاب تقسیم می‌شوند.
دریچهٔ سینی ابتدای آئورت بین گره دهلیزی - بطنی و دریچهٔ دولختی قرار دارد.
حفرهٔ قلبی که کمترین میزان شبکهٔ هادی قلب در آن وجود دارد، دهلیز چپ می‌باشد.
حفرهٔ قلبی که گره‌های شبکهٔ هادی قلب در آن وجود دارد، دهلیز راست می‌باشد.
حفرهٔ قلبی که رشته‌های بین‌گرهی در آن وجود دارد، دهلیز راست می‌باشد.
حفرهٔ قلبی که نخستین پیام الکتریکی در آن ایجاد می‌شود، دهلیز راست می‌باشد.
انقباض و تحریک بطن‌ها از بخش پایین آن‌ها شروع می‌شود و به طرف بالا ادامه پیدا می‌کند چون رشته‌های منتقل‌کنندهٔ گره دوم به بطن‌ها ابتدا به نوک بطن‌ها و سپس به قسمت‌های بالاتر، پیام‌های الکتریکی را ارسال می‌کنند.

۴۰ شکل‌نامهٔ چرخهٔ ضربان قلب

طولانی‌ترین مرحلهٔ قلبی، مرحلهٔ اول طی ۰/۴ ثانیه در مرحلهٔ استراحت عمومی و کوتاه‌ترین آن در مرحلهٔ دوم با مدت ۰/۱ ثانیه‌ای انقباض دهلیزی است.
مدت زمانی که دهلیزها در حال انقباض هستند، ۰/۱ ثانیه است، با توجه به اینکه کل دورهٔ قلب ۰/۸ ثانیه است، در نتیجه دهلیزها ۰/۷ ثانیه در حال **استراحت** هستند.
با توجه به شکل مقابل در مرحلهٔ انقباض دهلیزها، خونی وارد دهلیزها نمی‌شود و محفظهٔ درون هر دو حفرهٔ دهلیز را بدون خون نشان داده است. (*در شکل نشان داده‌ام.*)
مدت زمانی که بطن‌ها در حال انقباض هستند، ۰/۳ ثانیه است، با توجه به اینکه کل دورهٔ قلب ۰/۸ ثانیه است، در نتیجه بطن‌ها ۰/۵ ثانیه در حال استراحت هستند.
در طی مرحلهٔ انقباض دهلیزی، به علت ورود خون از دهلیزها به بطن‌ها دریچه‌های دهلیزی بطنی باز باقی می‌مانند. در مرحلهٔ انقباض بطنی به علت خروج خون از بطن‌ها و ورود آن‌ها به سرخرگ‌ها، دریچه‌های سینی‌شکل باز می‌شوند.

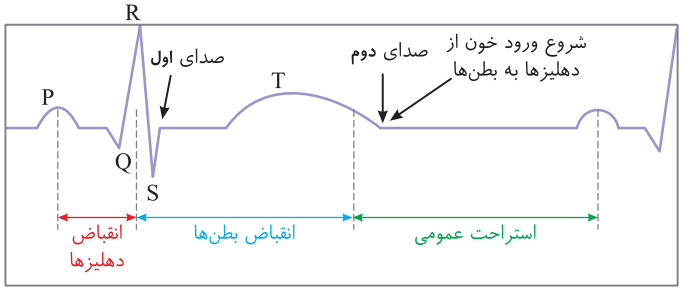


«مراحل چرخهٔ ضربان قلب»

دریچه‌های سینی، در مرحلهٔ انقباض دهلیزی بسته باقی می‌مانند تا از خروج خون از بطن‌ها جلوگیری کنند. در مرحلهٔ انقباض بطنی دریچه‌های دهلیزی بطنی بسته می‌شوند تا از برگشت خون بطن‌ها به دهلیزها جلوگیری کنند.
در مرحلهٔ انقباض دهلیزی به علت بسته ماندن دریچه‌های سینی و عدم خروج خون از بطن‌ها، حجم و فشار خون داخل بطن‌ها در حال افزایش است.
در مرحلهٔ انقباض بطنی به علت بسته شدن دریچه‌های دهلیزی بطنی، خون در دهلیزها جمع می‌شود و در نتیجه حجم و فشار خون دهلیزها کمی در حال افزایش است.

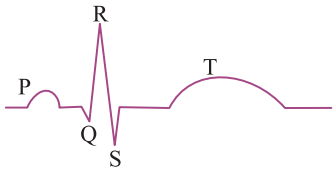
۴۱ شکل‌نامهٔ نوار قلب طبیعی انسان

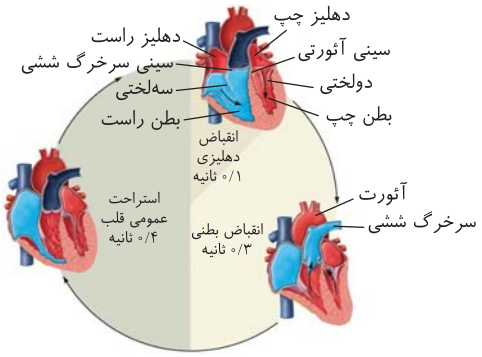
شکل پی میگه: نوار قلب شامل سه موج *P*، *QRS* و *T* است.
پیش نیاز: قلب دارای دو فعالیت مکانیکی و الکتریکی است که جریان الکتریکی حاصل از فعالیت قلب را می‌توان از سطح پوست دریافت و به صورت نوار قلب که به آن منحنی الکتروکاردیوگرام گفته می‌شود، ثبت کرد.



موج *P*: مربوط به فعالیت الکتریکی دهلیزهاست.
موج *QRS*: مربوط به فعالیت الکتریکی بطن‌هاست.
انقباض حفرات قلبی، اندکی پس از شروع فعالیت الکتریکی آن‌هاست.
نیمهٔ اولیهٔ موج *P*: در آخر مرحلهٔ استراحت عمومی و نیمهٔ دوم آن در ابتدای مرحلهٔ انقباض دهلیزی ثبت می‌شود، قسمت *QR* از موج *QRS* در آخر مرحلهٔ انقباض دهلیزی و قسمت *RS* در ابتدای مرحلهٔ انقباض بطنی ثبت می‌شود. قسمت زیادی از ثبت موج *T* در مرحلهٔ انقباض بطنی و قسمت آخر آن در شروع مرحلهٔ استراحت عمومی ثبت می‌شود.
زمانی که نمودار به سمت بالا حرکت می‌کند، پتانسیل الکتریکی قلب در حال افزایش و زمانی که به سمت پایین حرکت می‌کند، پتانسیل الکتریکی قلب در حال کاهش است.
بالاترین محل ثبت موج‌ها در قسمت *R* و پایین‌ترین در قسمت *S* می‌باشد (*کلاً دو قسمت ثبت Q و S در زیر نمودار افقی نوار قلب می‌باشد*).
موج *P* یک موج **متقارن** است که انقباض دهلیزها، در هنگام ثبت قلهٔ آن رخ می‌دهد.
موج *T* یک موج **نامتقارن** است که بیشتر قسمت‌های آن در مرحلهٔ انقباض بطن‌ها با به استراحت درآمدن بطن‌ها ثبت می‌شود.

۴۲ شکل‌نامهٔ نوار قلب و مراحل کار قلب





- مرحلهٔ انقباض دهلیزی، از حدود قلهٔ موج P تا حدود قلهٔ موج R است.
- مرحلهٔ انقباض بطنی، از حدود قلهٔ موج R تا اندکی پیش از پایان موج T است.
- مرحلهٔ استراحت عمومی از اندکی پیش از پایان موج T تا حدود قلهٔ موج P بعدی است.
- حدوداً در محل شروع رسم موج P، شروع فعالیت گره اول قابل مشاهده است.
- از ابتدا تا قلهٔ موج P، تحریک الکتریکی در حال پخش شدن در دهلیزهاست.
- از ابتـدای ثبت موج P تا انتهای انقباض دهلیزهـا، تحریک الکتریکی در حال انتقال از گره اول به گره دوم از طریق مسیرهای بین گرهی و ماهیچهٔ دهلیزهاست.
- بین Q و قلهٔ R، تحریک الکتریکی در حال پخش شدن در بطن‌هاست.
- صدای اول قلب (*ناشی از بسته شدن دریچه‌های دهلیزی - بطنی*)، در ابتدای انقباض بطن‌ها بوده و به ثبت نزولی RS نزدیک است.
- با شـروع انقباض بطنی، ابتدا دریچه‌های دهلیزی - بطنی بسـته می‌شوند و سپس دریچه‌های سـینی بـاز می‌شـوند کـه در نتیجـهٔ ایـن کار صـدای گنـگ طولانی‌تـر پـوم ماننـد اول قلبی شنیده می‌شود.
- در شروع استراحت عمومی، ابتدا دریچه‌های سینی بسته می‌شوند و سپس دریچه‌های دهلیزی - بطنی باز می‌شوند که در نتیجهٔ این عمل صدای کوتاه و واضح‌تر تاک مانند یعنی صدای دوم قلب شنیده می‌شود.
- در یک چرخهٔ ضربان قلب طبیعی، مدت زمان باز بودن دریچه‌های دهلیزی بطنی ۰/۲ ثانیه از مدت زمان باز بودن دریچه‌های سینی بیشتر است.
- شروع استراحت عمومی، به معنی شروع استراحت همهٔ حفرات قلب نیست! بلکه استراحت دهلیزها با شروع انقباض بطن‌ها آغاز می‌شود.
- ورود خون از دهلیزها به بطن‌ها، در مراحل انقباض دهلیزی و استراحت عمومی دیده می‌شود.
- **افزایش** ضربان قلب، سبب **کاهش** فاصلهٔ بین موج‌های نوار قلب می‌شود. این عمل می‌تواند تحت تأثیر هورمون‌های **تیروئیدی**، **اپی‌نفرین** و **نوراپی‌نفرین** تشدید یابد.

۴۹ قلب

موارد مقایسه	تعداد قسمت	اتصال به تارهای ارتجاعی	به چه سمتی باز می‌شوند؟	رنگ خون عبوری و جهت عبور خون	نکته	چه زمانی از چرخهٔ انقباض قلب باز است؟	چه زمانی بسته می‌شود؟	صدای قلبی مرتبط	محل
دولختی	۲	به بطن چپ دارد	پایین به سمت بطن چپ	روشن به سمت پایین	مانع برگشت خون از بطن چپ به دهلیز چپ	انقباض دهلیز + استراحت عمومی (۰/۵ ثانیه)	شروع انقباض بطن	بسته شدن این دو دریچه صدای **اول** قلب را ایجاد می‌کند. (پوم)	چپ‌ترین دریچه و نزدیک آئورت
سه‌لختی	۳	به بطن راست و مقدار زیاد دارد	پایین به سمت بطن راست	تیره به سمت پایین	مانع برگشت خون از بطن راست به دهلیز راست	انقباض دهلیز + استراحت عمومی (۰/۵ ثانیه)	شروع انقباض بطن		بزرگ‌ترین، پایین‌ترین، عقبی‌ترین و راست‌ترین
سینی سرخرگ ششی	۳	ندارد	بالا به سمت دیوارهٔ سرخرگ ششی	تیره به سمت بالا	مانع برگشت خون از سرخرگ ششی به بطن راست	انقباض بطن (۰/۳ ثانیه)	شروع استراحت عمومی	بسته شدن این دو دریچه صدای **دوم** قلب را ایجاد می‌کند. (تاک)	جلوئی‌ترین سه‌قسمتی
سینی سرخرگ آئورت	۳	ندارد	بالا به سمت دیوارهٔ سرخرگ آئورت	روشن به سمت بالا	مانع برگشت خون از سرخرگ آئورت به بطن چپ	انقباض بطن (۰/۳ ثانیه)	شروع استراحت عمومی		بالاترین سه‌قسمتی

۵۰ صداهای قلبی

موارد مقایسه / صداهای قلبی	نوع صدا	علت ایجاد	محل شنیدن در چرخهٔ قلب	نزدیک به کدام موج	پس از شنیدن آن ...
اول	پوم	بسته شدن دریچه‌های **دهلیزی - بطنی**	ابتدای **انقباض** بطن‌ها	آغاز **QRS**	خون از بطن‌ها وارد **سرخرگ‌ها** می‌شود.
دوم	تاک	بسته شدن دریچه‌های **سرخرگی سینی**	ابتدای استراحت عمومی (ابتدای استراحت بطن‌ها)	آغاز ثبت **T**	خون از دهلیزها وارد **بطن‌ها** می‌شود.

موارد مقایسه		انقباض دهلیزها	در هنگام صدای اول (پوم)	انقباض بطن‌ها	در هنگام صدای دوم (تک)	استراحت عمومی
موج مربوطه		P	—	QRS	—	T
حفرهٔ در حال انقباض		دهلیزها	بطن‌ها	بطن‌ها	—	—
حفرهٔ در حال استراحت		بطن‌ها	دهلیزها	دهلیزها	همهٔ حفرات	بطن‌ها و دهلیزها (همهٔ حفرات)
مدت زمان		۰/۱ ثانیه	—	۰/۳ ثانیه	—	۰/۴ ثانیه
مدت زمان استراحت		۰/۷ ثانیه	—	۰/۵ ثانیه	—	۰/۴ ثانیه
انتقال فون		از دهلیزها به بطن‌ها	—	از بطن‌ها به سرخرگ‌ها و از سیاهرگ‌ها به دهلیزها	—	از سیاهرگ‌ها به دهلیزها و سپس از دهلیزها به بطن‌ها
دریچه‌های دهلیزی بطنی		باز می‌مانند	بسته می‌شوند	بسته	—	باز
دریچه‌های سینی شکل		بسته می‌مانند	—	باز	بسته می‌شوند	بسته
فون‌گیری حفرات	دهلیزها	—	—	در حال فون‌گیری	—	در حال فون‌گیری
	بطن‌ها	در حال فون‌گیری	—	تخلیهٔ فون	—	در حال فون‌گیری
نقطهٔ شروع در نمودار		قلهٔ موج P	نزدیک QRS	قلهٔ موج R	اوافر ثبت موج T	اوافر موج T
نقطه پایان در نمودار		قلهٔ موج R		اوافر موج T		قلهٔ موج P
موج P		ثبت نصف دوم موج	—	—	—	ثبت نصف اول موج
موج QRS		ثبت QR	نزدیک به آن	از RS به بعد	—	—
موج T		—	—	اکثر ثبت موج	نزدیک به آن	ثبت قسمت کمی از آخر آن

گفتار ۲

۴۳ شکل‌نامهٔ رگ‌های خونی

ضخامت لایهٔ ماهیچه‌ای و پیوندی در سرخرگ‌ها بیشتر است تا بتوانند فشار زیاد وارد شده از سوی قلب را تحمل و هدایت کنند. به همین دلیل سرخرگ‌ها در برش عرضی، **بیشتر گرد** دیده می‌شوند.

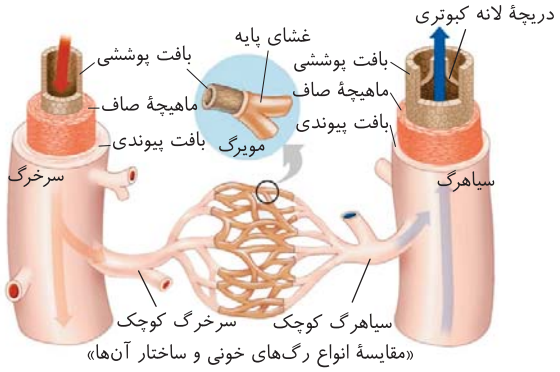
حجم خون سرخرگ‌ها به دلیل بیشتر بودن ضخامت لایه‌های ماهیچه‌ای و پیوندی نسبت به سیاهرگ‌ها، **کمتر** است.

اندازهٔ یاخته‌های بافت پوششی دیوارهٔ سیاهرگ‌ها بزرگ‌تر از اندازهٔ یاخته‌های بافت پوششی دیوارهٔ سرخرگ‌هاست.

در دیوارهٔ هر سه نوع رگ خونی به دلیل وجود غشای پایه، رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی وجود دارند.

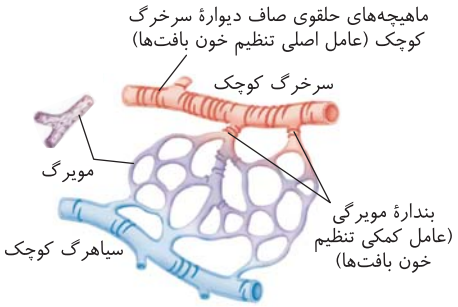
یاخته‌های ماهیچهٔ صاف دیوارهٔ سیاهرگ‌ها کشیده‌تر از یاخته‌های ماهیچهٔ صاف سرخرگ‌ها هستند.

سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها هر دو دارای دریچه هستند؛ ابتدای سرخرگ آئورت و ششی دارای دریچهٔ سینی و سیاهرگ‌های زیر قلب و دست‌ها در طول خود دارای دریچه‌های لانه کبوتری می‌باشند.



«مقایسهٔ انواع رگ‌های خونی و ساختار آن‌ها»

۴۴ شکل‌نامهٔ ساختار مویرگ، بندارهٔ آن و سرخرگ کوچک



«ساختار مویرگ و بندارهٔ مویرگی»

مویرگ‌ها کوچک‌ترین رگ‌های بدن هستند و تبادل مواد بین خون و یاخته‌های بدن در این رگ‌ها انجام می‌شود. دیوارهٔ مویرگ‌ها فقط از یک لایه یاخته‌های سنگ‌فرشی تک‌لایه ساخته شده است. البته سطح بیرونی مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند که قسمتی از ساختار مویرگ به حساب می‌آید. مویرگ‌ها ماهیچهٔ صاف ندارند. در ابتدای بعضی از آن‌ها حلقه‌ای ماهیچه‌ای وجود دارد که میزان جریان خون در آن‌ها را تنظیم می‌کند و به آن بندارهٔ مویرگی می‌گویند و نقش کمکی در خون‌رسانی به بافت‌ها دارد چون تنظیم **اصلی** جریان خون در مویرگ‌ها با تنگ و گشاد شدن **سرخرگ‌های کوچک** و براساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی انجام می‌شود.

بندارهٔ مویرگی فقط در سمت ابتدای مویرگ است که معمولاً سرخرگ‌های کوچک قرار دارند و از جنس ماهیچهٔ صاف با شکل حلقوی و یاخته‌های دوکی‌شکل است.

در سرخرگ‌های کوچک‌تر نسبت به سرخرگ‌های بزرگ، میزان رشته‌های کشسان کمتر و میزان ماهیچهٔ صاف بیشتر است که همین دلیل باعث می‌شود با ورود خون، قطر رگ‌ها **زیاد** تغییر نکند و در برابر جریان خون مقاومت کنند.

با توجه به شکل به هر سرخرگ کوچک ممکن است چند مویرگ با بندارهٔ مویرگی متصل شود.

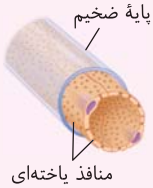
۵۲ انواع رگ‌ها

موارد مقایسه	سرخرگ	مویرگ	سیاهرگ
بافت پوششی	+	+	+ (با یاخته‌های حجیم‌تر)
غشای پایه	+	+	+
ماهیچهٔ صاف	+	–	+ (کمتر از سرخرگ)
بافت پیوندی	+	–	+ (کمتر از سرخرگ)
ساختار دیواره از داخل به خارج	بافت پوششی + ماهیچهٔ صاف + بافت پیوندی	بافت پوششی	بافت پوششی + ماهیچهٔ صاف + بافت پیوندی
دریچه	+ (دریچهٔ سینی در ابتدای سرخرگ آئورت و ششی)	–	+ (دریچهٔ لانه کبوتری در بسیاری از آن‌ها)
سرعت حرکت خون	زیاد	کم	متوسط
قطر داخلی	متوسط	کم	زیاد
ضخامت دیواره	ضخیم	نازک	متوسط
نقش در ایجاد نبض و فشار کمینه و بیشینه	+	–	–
ویژگی	تحمل و هدایت فشار خون زیاد از قلب	مناسب برای تبادل مواد بین خون و مایع بین‌یاخته‌ای	بازگرداندن خون به دهلیزها
حجم خون موجود در آن	متوسط	کم	زیاد
مقاومت دیواره	زیاد (مخصوصاً سرخرگ بزرگ‌تر)	کم	متوسط

۵۳ مقایسهٔ سرخرگ‌های بزرگ و کوچک

موارد مقایسه	سرخرگ‌های بزرگ	سرخرگ‌های کوچک
میزان لایهٔ کشسان نسبت به قطر رگ	بیشتر	کمتر
نسبت ماهیچه‌های دیواره به قطر رگ	کمتر	بیشتر
نقش در ایجاد نبض	بیشتر	کمتر
مقاومت در برابر جریان خون	کمتر	بیشتر
میزان نقش در تنظیم جریان مویرگ‌ها	کمتر	بیشتر

۵۴ جمع‌بندی انواع مویرگ‌ها

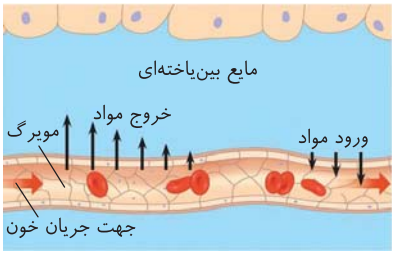
ویژگی / انواع مویرگ‌ها	مویرگ پیوسته	مویرگ منفذدار	مویرگ ناپیوسته
میزان نفوذپذیری	کم	متوسط	زیاد
فضای بین یاخته‌ای	بسیار کم	بسیار کم	زیاد
منفذ در غشای یاخته‌های پوششی	کم دارد	بسیار زیاد دارد	کم دارد
حفرهٔ بین‌یاخته‌ای	ندارد	ندارد	دارد
فشار تراوشی در طول مویرگ	به تدریج در حال کاهش	به تدریج در حال کاهش	به تدریج در حال کاهش
کتاب در چه اندامی گفته	دستگاه عصبی مرکزی (مخ و نخاع)	کلیه	کبد
نوع غشای پایه	غشای پایهٔ کامل	غشای پایهٔ کامل ضخیم	غشای پایهٔ ناقص
تنظیم تبادل مواد	ورود و خروج مواد به شدت تنظیم می‌شود.	غشای پایهٔ ضخیم آن‌ها عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند.	مولکول‌های درشت می‌توانند از منافذ بسیار بزرگ آن‌ها بگذرند.
شکل			

۴۵ شکل‌نامهٔ تبادل مواد در مویرگ‌ها و خیز

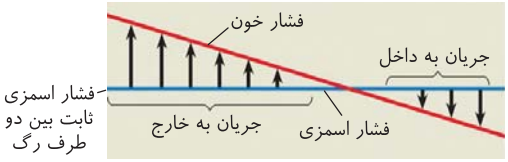
تبادل مواد بین خون و بافت‌ها در مویرگ‌ها انجام می‌شود. مولکول‌های مواد ممکن است از غشای یاخته‌های پوششی مویرگ و یا از فاصله‌های بین این یاخته‌ها عبور کنند. در سمت سرخرگی مویرگ، فشار خون بیشتر از فشار اسمزی است و در نتیجه مواد از خوناب خارج می‌شوند اما در سمت سیاهرگی فشار خون از فشار اسمزی کمتر است و اکثر مواد خارج شده از خوناب دوباره به رگ برمی‌گردند.

مقدار اختلاف فشار اسمزی درون و بیرون رگ، در طول شبکهٔ مویرگی **ثابت** است و این فشار خون است که در طول مویرگ کاهش می‌یابد.

در سمت سیاهرگی مقدار فشار اسمزی نسبت به فشار خون بیشتر شده است نه اینکه مقدار خود فشار اسمزی در طول رگ زیاد شود که در نمودار زیر می‌بینید.



با توجه به نمودار قسمتی که فشار خون و فشار اسمزی برابر می‌شود و $\frac{۱}{۳}$ انتهای مویرگ واقع شده است (*نه دقیقاً در وسط آن‌ها!*).



«تبادل مواد در مویرگ‌ها»

به تجمع غیرعادی آب میان‌بافتی در اندام‌های تحتانی بدن خیز (ادم) می‌گویند.

کمبود پروتئین‌های خون و افزایش فشار خون درون سیاهرگ‌ها می‌تواند سرعت بازگشت مایعات از بافت به خون در انتهای رگ را کاهش دهد و در نتیجه تجمع آب میان‌بافتی منجر به خیز یا ادم شود.

با کاهش پروتئین‌های خون، فشار اسمزی داخل رگ کمتر می‌شود در نتیجه تمایل مواد برای بازگشت به داخل رگ در سمت سیاهرگی کم می‌شود و با جمع شدن خوناب در مایع بین‌یاخته‌ای، احتمال ایجاد خیز یا ادم بیشتر می‌شود.

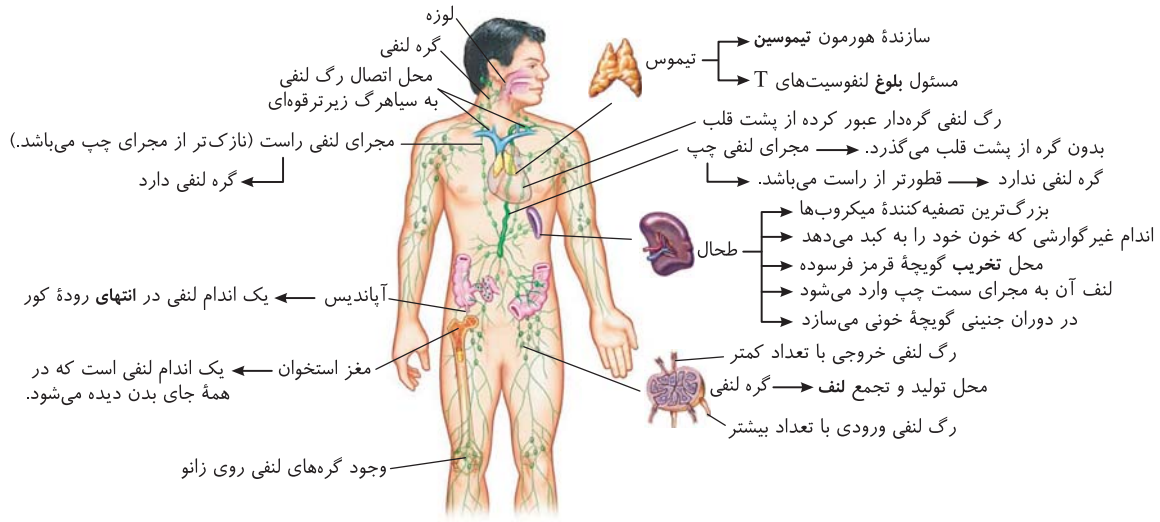
در صورت کاهش مصرف مایعات، یاخته‌ها برای رفع تشنگی از خوناب استفاده می‌کنند و خروج خوناب بیشتر و برگشت آن کم می‌شود و در نتیجه احتمال ایجاد خیز یا ادم بیشتر می‌شود.

در صورت بسته بودن رگ‌های لنفی یا تخریب جدار رگ‌های خونی نیز می‌توان خیز یا ادم را مشاهده کرد.

نکات ترکیبی

- ترکیب فصل ۵ دهم: با افزایش ترشح بیش از حد هورمون ضدادراری، بازجذب آب از ادرار بیشتر می‌شود و در نتیجه با افزایش حجم و فشار خون سرخرگی مقدار خوناب خروجی بیشتر شده و احتمال ایجاد خیز نیز افزایش می‌یابد.
- ترکیب فصل ۴ یازدهم: افزایش ترشح بیش از حد هورمون آلدوسترون باعث افزایش بازجذب سدیم و آب شده و همانند هورمون ضدادراری احتمال ایجاد خیز یا ادم را بیشتر می‌کند.

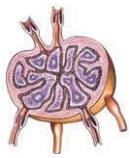
۴۶ شکل‌نامهٔ دستگاه لنفی



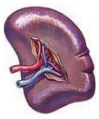
«اجزای دستگاه لنفی، مسیر لنف و چگونگی اتصال آن به دستگاه گردش خون»

- رگ‌های لنفی همانند سیاهرگ‌های خونی، دریچه‌هایی دو قطعه‌ای برای یک‌طرفه کردن جریان محتویات درون خود دارند.
- ضخامت مجرای لنفی سمت چپ از مجرای سمت راست بیشتر بوده و از پشت قلب عبور می‌کند.
- در مسیر مجرای لنفی چپ برخلاف مجرای لنفی راست، گره لنفی وجود ندارد.
- محل اتصال مجرای لنفی چپ به سیاهرگ زیرترقوه‌ای چپ نسبت به محل اتصال مجرای لنفی راست به سیاهرگ زیرترقوه‌ای راست، فاصلهٔ بیشتری تا بزرگ‌سیاهرگ زبرین و قلب دارد و هر دو بالای قلب هستند.
- سیاهرگ‌های خروجی از ناحیهٔ سر و گردن به سیاهرگ‌های زیرترقوه‌ای می‌ریزند.
- محل اتصال مجاری لنفی راست و چپ بدن به سیاهرگ‌های زیرترقوه‌ای بالاتر از سطح تیموس بدن است.
- رگ‌های لنفی سمت راست و چپ اندام‌های تحتانی و اندام‌های سمت چپ بالایی بدن به مجرای لنفی سمت چپ می‌ریزند.
- مجرای لنفی سمت راست، محتویات لنفی دست راست و سمت راست گردن را دریافت می‌کند.

۴۷ شکل‌نامهٔ اندام و گره لنفی



- طبق شکل تعداد رگ‌های لنفی ورودی به یک گره لنفی، بیشتر از تعداد رگ‌های لنفی خروجی است.
- در محل ورود و خروج رگ‌های لنفی به گره‌های لنفی، دریچه‌های یک‌طرفه‌کنندهٔ مایع لنف وجود دارند.
- همواره رگ‌های لنفی بین دو گره لنفی قرار نگرفته‌اند، مثل انتهای دست و پا.
- تعداد گره‌های لنفی در محل کشالهٔ ران، زیربغل و گردن بیشتر از بقیهٔ جاهاست.
- مویرگ‌های لنفی از یک طرف بسته هستند.



- طحال از اغلب اندام‌های لولهٔ گوارش که در زیر دیافراگم قرار دارند بالاتر می‌باشد.
- مجرای لنفی سمت راست در حفرهٔ شکمی از مجرای لنفی سمت چپ منشأ می‌گیرد و به سمت بالا حرکت می‌کند.
- سیاهرگ زیرترقوه‌ای سمت راست ضخیم‌تر از سمت چپ است.
- ضخامت مجرای لنفی چپ به‌طور پیوسته از پایین به بالا کاهش پیدا می‌کند.
- به هر سیاهرگ زیرترقوه‌ای، یک انشعاب از سمت بالا متصل می‌شود.
- گسترش رگ‌های لنفی و گره‌های آن **در کف دست‌ها** مقدار کمی دارد.

- مجرای لنفی سمت چپ از بیشترین اندام‌های تحتانی بدن و نیمهٔ چپ اندام‌های بالای دیافراگم لنف می‌گیرد، پس از عبور از سطح پشتی قلب و تیموس از بالا به سیاهرگ زیرترقوه‌ای چپ وارد می‌شود.
- هر دو مجرای لنفی، لنف خود را از **بالای** سیاهرگ زیرترقوه ای، به آن وارد می‌کنند.
- هر پرز روده نیز یک مویرگ لنفی با انتهای بسته دارد که چربی‌ها را وارد مجرای قطورتر سمت چپ می‌کند.
- با توجه به شکل، لنف طحال به مجرای لنفی سمت چپ وارد می‌شود ولی خون آن که پر از آهن است، از راه سیاهرگ‌باب به کبد می‌ریزد.
- گره‌های لنفی در محل اتصال خود به رگ‌های آورندهٔ لنف به آن‌ها، دارای دریچه می‌باشند ولی این دریچه‌ها در رگ‌های لنفی خروجی نیز وجود دارند.
- لوزه، در بخش بالایی حلق، پشت حفرهٔ بینی و دهان دیده می‌شود.
- تیموس، جلوی دهلیزهای قلب پشت و جناغ قرار دارد و دارای دو لوب است.
- از پشت قلب، علاوه‌بر مجرای لنفی چپ که بدون گره است، یک رگ لنفی گره‌دار نیز عبور می‌کند.

۵۵ اجزای خون

اجزا			ویژگی
بخش یافته‌ای خون (۴۵ درصد)	گویچهٔ قرمز (بیش از ۹۹ درصد)		نقش اصلی آن‌ها انتقال گازهای تنفسی می‌باشد.
	گویچهٔ سفید		نقش اصلی آن‌ها دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی می‌باشد.
	پلاکت		قطعات یافته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته‌ای هستند که در انعقاد خون نقش دارند.
خوناب (۵۵ درصد)	آب		بیش از ۹۰ درصد حجم خوناب را تشکیل می‌دهد.
	مواد محلول	پروتئین‌ها	در حفظ فشار اسمزی خون، تنظیم pH، انعقاد خون و ایمنی نقش دارند.
		مواد دفعی	می‌توان به CO_2، اوره، لاکتیک اسید، اوریک اسید و ... اشاره کرد.
		یون‌ها	یون‌های سدیم و پتاسیم در بدن نقش کلیدی دارند. یون کلسیم در انقباض ماهیچه، انعقاد خون و تراکم استخوان نقش دارد. یون آهن نیز در ساختار گروه هِم در هموگلوبین قرار دارد.
		مواد مغذی	می‌توان به کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، ویتامین‌ها و اکسیژن اشاره کرد.

۵۶ نمونه‌هایی از پروتئین‌های محلول در خوناب

آلبومین	نقش در حفظ فشار اسمزی خون + انتقال بعضی داروها مثل پنی‌سیلین
پروتئین‌های مکمل	به صورت **غیرفعال** در خون مشاهده می‌شوند و پس از برخورد با میکروب‌ها **یا** برخورد به بخش غیر گیرندهٔ پادتن **یا** به پروتئین مکمل دیگری که فعال باشد، فعال می‌شوند و باعث ایجاد منفذ در غشای یافتهٔ بیگانه می‌شوند.
پادتن	نوعی پروتئین دفاعی می‌باشد که در پی فعالیت ترشحی پلاسموسیت‌ها ایجاد می‌شود و ظاهری Y مانند دارد.
هورمون‌ها	بسیاری از هورمون‌ها پروتئینی هستند و برای اثرگذاری باید وارد خون شوند.
پروتئین‌های انعقادی	مثل پروترومبین، فیبرینوژن و فاکتورهای انعقادی خون و ...
آنزیم پلاسمین	نوعی آنزیم با عمر **کوتاه** در خون می‌باشد که لخته‌های خونی تشکیل شده را تجزیه می‌کند و از بروز سکتهٔ مغزی و قلبی ممانعت به عمل می‌آورد. (نوع تولیدی آن توسط مهندسی پروتئین عمر بیشتر و اثرات درمانی بهتری دارد.)

۵۷ مقایسهٔ یاختهٔ بنیادی میلوئیدی و لنفوئیدی

یاختهٔ بنیادی	گویچهٔ سفید	ویژگی	شکل هسته	عملکرد
میلوئیدی	مونوسیت	سیتوپلاسم برون دانه با دراز‌ترین زائده‌های غشایی	تکی خمیده یا لوبیایی	منشأ درشت‌خوار و یاختهٔ دندریتی است.
	نوتروفیل	سیتوپلاسم با دانه‌های روشن ریز	چندقسمتی	نیروی واکنش سریع و بیگانه‌خواری – با حمل مواد دفاعی کم
	ائوزینوفیل	سیتوپلاسم با دانه‌های روشن درشت	دوقسمتی دمبلی	مبارزه با انگل‌ها بدون بیگانه‌خواری
	بازوفیل	سیتوپلاسم با دانه‌های تیره	دوقسمتی روی هم افتاده	ترشح هیستامین و هپارین
لنفوئیدی	لنفوسیت	سیتوپلاسم برون دانه با نسبت بالای هسته به سیتوپلاسم	تکی گرد یا بیضی	شرکت در خط دوم دفاعی (یاختهٔ کشندهٔ طبیعی) + شرکت در خط سوم دفاعی (لنفوسیت B و T) – نوع اختصاصی آن به‌جز انواع عمل‌کنندهٔ آن‌ها قدرت تقسیم دارد.

۵۸ خون‌ریزی

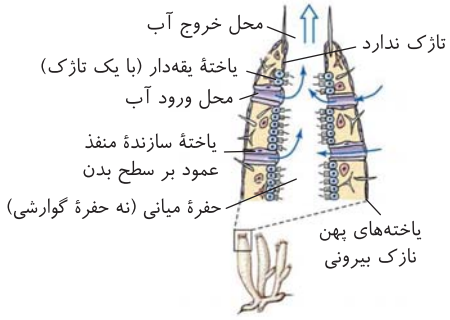
موارد مقایسه	خون‌ریزی مصدوم	خون‌ریزی شدید
تولید آنزیم پروترومبیناز در خون	+	+
ترشح آنزیم پروترومبیناز از بافت و گرده‌های آسیب‌دیده	–	+
الزام وجود ویتامین K	–	+
الزام وجود یون کلسیم	–	+
نیاز به پروتئین‌های خوناب	–	+
ایجاد درپوش	+	–
ایجاد لخته	–	+
دفالت یافته‌های خونی	–	+
دفالت بخش یافته‌ای خون	+	+
جمع شدن گرده‌ها	+	+

۵۹ مقایسهٔ مغز قرمز استخوان، کبد و طحال

موارد مقایسه	مغز قرمز استخوان	کبد	طحال
اندام لنفی است؟	+	–	+
محل مرگ گویچه‌های قرمز است؟	–	+	+
خون آن به سیاهرگ باب می‌ریزد؟	–	–	+
ربطش به آهن؟	آهن را مصرف می‌کند	آهن را آزاد و ذخیره می‌کند	آهن را آزاد می‌کند
در دوران جنینی محل تولید یاخته‌های خونی است؟	+	+	+
تولید اریتروپویتین دارد؟	–	+	–
کروم سمت بدن؟	هر دو سمت!	بیشتر در سمت راست	چپ

گفتار ۴

۴۸ شکل‌نامهٔ اسفنج



«گردش آب در بدن نوعی اسفنج»

ساده‌ترین جانوری است که فقط سامانهٔ گردش مواد آن در کتاب درسی بررسی شده است (*مانند هر جانوری پریاخته‌ای است*).

سامانهٔ گردش آب: در اسفنج‌ها، آب از محیط بیرون از طریق سوراخ‌های دیواره به حفره یا حفره‌هایی وارد و پس از آن از سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تری خارج می‌شود. عامل حرکت آب، یاخته‌های یقه‌دار هستند که تاژک دارند.

جهت حرکت آب در حفره یا حفره‌های میانی آن، یک‌طرفه به سمت بالا است.

یاخته‌های سازندهٔ منفذ، از نوع **پهن** و دراز به صورت یک استوانهٔ توخالی هستند که **یک** هسته دارند و به شکل یک کانال قرار می‌گیرند.

هر یاختهٔ یقه‌دار، یک یقه و یک تاژک دارد که از یقه به سمت حفرهٔ میانی بیرون زده است و در سطح داخلی بدن اسفنج قرار گرفته است. قسمت گرد هسته‌دار در سطح درونی‌تری از یقه و تاژک قرار دارد.

یاخته‌های یقه‌دار فضای بین‌یاخته‌ای اندک دارند و همگی در سطح درونی حفرهٔ میانی (*نه گوارشی!*) هستند.

در مجاورت یاخته‌های یقه‌دار، انواعی از یاخته‌ها با شکل‌های متفاوت دیده می‌شوند که برخی از آن‌ها که دراز و تیز هستند، از سطح خارجی بدن اسفنج بیرون زده‌اند.

دو ساختار شاخک‌مانند در مجاورت محل خروج آب در قسمت بالایی بدن جانور دیده می‌شوند.

تعداد یاخته‌های یقه‌دار، در بخش بالایی بدن اسفنج کمتر از بخش پایینی آن است.

در سطح بیرونی اسفنج، یاخته‌های سازندهٔ منفذ که به صورت عمودی قرار دارند، در مجاورت یاخته‌های پهن نازک فاقد تاژک و در سطح درونی اسفنج، یاخته‌های سازندهٔ منفذ در مجاورت یاخته‌های دارای تاژک (*یاخته‌های یقه‌دار*) قرار دارند.

با توجه به شکل، در اسفنج، یاخته‌های محل خروج آب همانند یاخته‌های سطح بیرونی و یاخته‌های سازندهٔ منفذهای ورودی آب، فاقد تاژک می‌باشند.

یاخته‌های یقه‌دار، حالت کروی شکل دارند ولی از یاخته‌های سازندهٔ منفذ کوچک‌تر هستند.

۴۹ شکل‌نامهٔ کرم خاکی

ساده‌ترین گردش خون بسته را دارد ولی دهلیز و بطن ندارد.

به قلب کرم‌خاکی یک سیاهرگ وارد و از آن یک سرخرگ خارج می‌شود.

قلب جانور پشتی است.

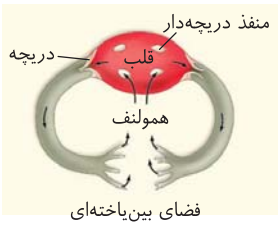
در محل ورود سیاهرگ به قلب و خروج سرخرگ از قلب، دریچه وجود دارد.

دریچهٔ موجود در محل ورودی خون به قلب به سمت داخل قلب و دریچهٔ موجود در محل خروجی خون از قلب به سمت داخل سرخرگ باز می‌شود (*در یک سمت باز می‌شوند*).

تنفس کرم خاکی از نوع پوستی بوده که زیرپوست آن مویرگ خونی زیادی وجود دارد (*سطح پوست مرطوب است*).

کرم خاکی جانوری نرماده دگرباروری می‌باشد و هم اسپرم و هم تخمک ایجاد می‌کند.

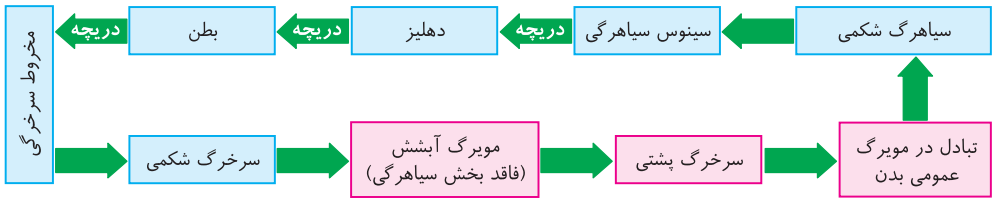
۵۰ شکل‌نامهٔ سامانهٔ گردشی باز



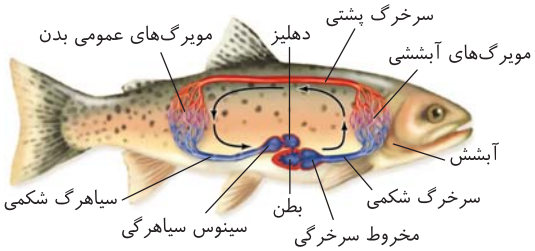
- قلب پشتی آن‌ها ملخ دارای ۴ منفذ دریچه‌دار است که به صورت قرینه قرار گرفته‌اند.
- در ابتدای رگ‌های خروجی از قلب (*سرخرگ‌ها از دو طرف*) نیز دریچه وجود دارد.
- دریچهٔ رگ‌ها به سمت بیرون قلب باز می‌شوند.
- پاهای عقبی ملخ بلندترند و کوتاه‌ترین پا مربوط به پاهای جلویی حشرات می‌باشد.
- انتهای رگ‌های خارج شده از دو طرف قلب، منشعب می‌باشد و همولنف را به حفرات بدن وارد می‌کنند.
- تعداد منافذ دریچه‌دار از تعداد رگ‌های متصل به قلب بیشتر است.
- فاقد سیاهرگ و مویرگ می‌باشد.
- قلب لوله‌ای آن‌ها در سطح بالاتری نسبت به لولهٔ گوارش و لوله‌های مالپیگی و طناب عصبی قرار گرفته است.
- تعداد منافذ دریچه‌دار قلبی گیرندهٔ خون از تعداد منافذ دریچه‌دار ابتدای رگ‌های خروجی بیشتر است.

۵۱ شکل‌نامهٔ گردش خون ماهی

- گردش خون ساده دارد که ضمن یک‌بار گردش در بدن، یک‌بار هم از قلب می‌گذرد.
- مسیر حرکت خون:



- قلب ماهی دو حفره‌ای با خون تیره در سطح شکمی و بین بالهٔ سینه‌ای و بالهٔ شکمی قرار دارد.
- خون روشن از آبشش‌ها مستقیماً به همهٔ اندام‌های بدن می‌رود (*خون به دیوارهٔ حلب*).
- دیوارهٔ بطن ضخیم‌تر از دیوارهٔ دهلیز است و از طرفی بطن از دهلیز حجیم‌تر است.
- ضخامت دیوارهٔ سینوس سیاهرگی، دهلیز و مخروط سرخرگی، تقریباً برابر و کمتر از بطن است. دیواره همگی آن‌ها از خون روشن سرخرگ پشتی O_2 می‌گیرند.
- سینوس سیاهرگی بالاتر از بطن مخروط سرخرگی قرار دارد و به سیاهرگ شکمی متصل است.
- در گردش خون ماهی مخروط سرخرگی بزرگ‌تر از سینوس سیاهرگی است و به سرخرگ شکمی متصل است.



- در گردش خون ماهی، سه دریچه دیده می‌شود:
- بین سینوس سیاهرگی و دهلیز که به سمت دهلیز باز می‌شود.
- بین دهلیز و بطن که به سمت پایین باز می‌شود.
- بین بطن و مخروط سرخرگی که به سمت مخروط باز می‌شود.
- قلب ماهی به سر نزدیک‌تر از دم می‌باشد. از طرفی مخروط سرخرگی به سمت سر و سینوس سیاهرگی به سمت دم می‌باشد.
- جهت جریان خون در سطح شکمی بدن ماهی از عقب (*انتهای بدن*) به سمت جلو (*سر*) است.
- جهت کلی جریان خون در سطح پشتی بدن ماهی هم در سیاهرگ شکمی و هم در سرخرگ شکمی از جلو (*سر*) به سمت عقب (*انتهای بدن*) است. (*خون از آبشش به سمت سر و مغز نیز فرستاده می‌شود و در این قسمت، جهت جریان خون از عقب به جلو است*).
- فشار خون سرخرگ شکمی از بقیهٔ رگ‌ها بیشتر و فشار خون سیاهرگ شکمی از بقیهٔ رگ‌ها کمتر است به این دلیل که خون پس از بطن، ابتدا از سرخرگ شکمی عبور می‌کند و بیشترین فشار را دارد و در پایان به سیاهرگ شکمی می‌رسد و در سیاهرگ شکمی دارای کمترین فشار است.
- طول سرخرگ پشتی از سرخرگ شکمی و سیاهرگ شکمی درازتر است.
- رأس مخروط سرخرگی به سمت سرخرگ شکمی و قسمت پهن مخروط به سمت بطن است.

رگ‌های خونی

شبکهٔ رگ‌های ماهی	جهت حرکت مایع	میزان اکسیژن	میزان کربن‌دی‌اکسید
سرخرگ پشتی	از جلو به عقب	زیاد	کم
سیاهرگ شکمی	از عقب به جلو	کم	زیاد
سرخرگ شکمی	از عقب به جلو	کم	زیاد
شبکهٔ مویرگی آبشش‌ها	پایین به بالا	در حال زیاد شدن	در حال کم شدن
شبکهٔ مویرگی عمومی	بالا به پایین	در حال کم شدن	در حال زیاد شدن

۵۲ شکل‌نامهٔ گردش خون دوزیستان و نکات دیگر

در حالت نوزاد یک دهلیز و یک بطن با سامانه‌ای مثل ماهی به صورت ساده دارند که فقط خون تیره درون آن‌هاست.
جانور بالغ قلب سه‌حفره‌ای با گردش خون مضاعف دارد. دو دهلیز جدا از هم با خون تیره (راست) و روشن (چپ) دارد.
این جانور در طول عمر همواره یک بطن دارد.
در حالت بلوغ خون تیره یا روشن دهلیزها در یک بطن با هم مخلوط می‌شوند.
از بطن آن، یک سرخرگ خارج شده که ابتدا دو شاخه می‌شود تا به سمت پوست و شش‌ها با فشار کمتر و به سمت سایر قسمت‌های بدن با فشار بیشتر برود.

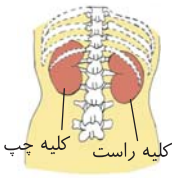
نکات ترکیبی

- ترکیب فصل ۵ دهم: مثانهٔ دوزیستان محل ذخیرهٔ آب و یون‌هاست. به هنگام خشک شدن محیط، دفع ادرار کم، مثانه برای ذخیرهٔ **بیشتر** آب بزرگ**تر** می‌شود و سپس بازجذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند (*تنها جانوری است که مثانهٔ آن بازجذب آب دارد*).
- ترکیب با فصل ۱ زیست یازدهم: سیستم عصبی شامل طناب پشتی که در جلو برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد و تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی دارد.
- ترکیب با فصل ۷ زیست یازدهم: ۱ لقاح خارجی دارند و تخمک‌شان دارای دیواره‌های چسبناک و ژله‌ای است.
  ۲ به علت دورهٔ جنینی کوتاه، میزان اندوختهٔ غذایی اندک است.

زیست دهم — فصل پنجم

گفتار ۱

۵۳ شکل‌نامهٔ محافظت از کلیه‌ها



«موقعیت کلیه‌ها در انسان از نمای پشت»

کلیهٔ راست به‌خاطر محل قرارگیری کبد پایین‌تر از کلیهٔ چپ است؛ در نتیجه می‌توان گفت که طول **میزنای** متصل به کلیهٔ راست تا مثانه کوتاه‌تر از طول میزنای متصل به کلیهٔ چپ تا مثانه است.
اندازهٔ هر مهره در ستون مهره‌ها از بالا به پایین بزرگ می‌شود.
دنده‌های ۱۱ و ۱۲ از کلیهٔ چپ محافظت می‌کنند که کلیهٔ راست بخاطر پایین‌تر بودن، فقط توسط دندهٔ ۱۲ محافظت می‌شود.

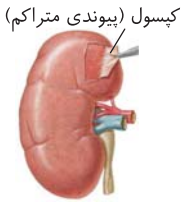
نکات ترکیبی

- ترکیب با فصل ۳ دهم: دنده‌های ۱۱ و ۱۲ از جلو به استخوان جناغ متصل نیستند.
- در محل اتصال دنده‌ها به ستون مهره‌ها، غضروف مشاهده نمی‌شود که نکته از شکل ۱ فصل ۳ کتاب درسی یازدهم استخراج شده است.
- ترکیب با شکل ۱ فصل ۲ دهم: بخشی از پانکراس و کولون پایین‌رو، در سطح جلویی کلیهٔ چپ واقع شده‌اند ولی در سطح جلویی کلیهٔ راست، قسمتی از کبد و کولون بالارو قرار دارد.
- هر دو غدهٔ فوق‌کلیه، کاملاً توسط دنده(ها)ی محافظ کلیه محافظت می‌شوند.
- اگر به شکل استخوان‌های ستون مهره‌ها دقت کنید متوجه می‌شوید که دو زائدهٔ استخوانی از استخوان ستون مهره به دو طرف بدن و یک زائده به سمت پشت بدن درآمده است.
- ترکیب با فصل ۳ یازدهم:
  ۱ استخوان‌های ستون مهره‌ها از نوع استخوان‌های **نامنظم** هستند و مفصل بین آن‌ها **لغزنده** است.
  ۲ مفصل بین ستون مهره و استخوان نیم‌لگن باعث اتصال بخش جانبی به بخش محوری اسکلت می‌شود.

۶۰ حفاظت از کلیه

نوع عامل محافظ کلیه	کپسول کلیه	بافت چربی	دنده‌های ۱۱ و ۱۲
نوع بافت پیوندی	بافت پیوندی متراکم	بافت پیوندی چربی	بافت پیوندی استخوانی
ویژگی بافت تشکیل دهنده	دارای رشته‌های کلاژن موازی	یافته‌های دارای هستهٔ کناری	واجد بافت استخوانی متراکم و اسفنجی
تحلیل آن موجب افتادگی نسبی کلیه می‌شود؟	−	+	−
آیا قابلیت محافظت از غدد فوق‌کلیه را دارد؟	−	−	+
ضربه‌گیری	−	+	+

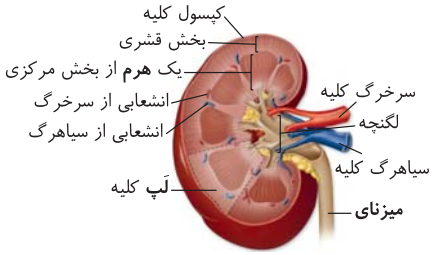
۵۴ شکل‌نامهٔ کلیه



«کپسول کلیه»

- کپسول کلیه از جنس بافت **پیوندی** است که در حقیقت پرده‌ای است که اطراف هر کلیه را احاطه کرده است و **به راحتی** از آن جدا می‌شود.
- در وسط کلیه از بالا به پایین به ترتیب، سرخرگ، سیاهرگ و میزنای قرار دارند.
- میزنای برخلاف سیاهرگ و سرخرگ به سمت پایین خم می‌شود.
- قطر سیاهرگ کلیه از قطر سرخرگ بیشتر است.
- در بیرون کلیه از روی کپسول آن تعدادی چین به صورت غیرپیوسته و نامنظم دیده می‌شود.
- اولین انشعابات سرخرگ و سیاهرگ در خارج لگنچه هم دیده می‌شوند.

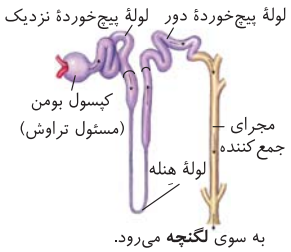
۵۵ شکل‌نامهٔ برش طولی کلیه



«برش طولی کلیه»

- در برش طولی کلیه، از خارج به داخل ۳ بخش قشری (*نازک‌ترین*)، مرکزی (*ضخیم‌ترین*) و لگنچه (*به شکل قیف*) مشاهده می‌شود.
- بخش مرکزی از هرم‌های تیره و قسمت‌های بین هرم‌های روشن‌تر تشکیل شده است.
- به هرم و بخش قشری بالای هرم، یک لپ کلیه گفته می‌شود.
- بخش اعظم لپ کلیه را بخش مرکزی تشکیل داده است که هرم می‌باشد.
- هر هرم به یک انشعاب کوچکی از لگنچه متصل است و به آن مستقیماً راه دارد.
- اندازهٔ هرم‌ها با یکدیگر یکسان نیست و از بخش قشری و اطراف خود تیره‌ترند.
- رأس هرم (*بخش برجسته‌تر*) به سمت لگنچه و قاعدهٔ آن (*بخش پهن‌تر*) به سمت بخش قشری کلیه است.
- در بخش مرکزی و قشری، انشعابات سرخرگ و سیاهرگ کلیه مشاهده می‌شوند.
- بخش قشری برخلاف بخش مرکزی در مجاورت کپسول کلیه قرار دارد.
- لگنچه ساختار قیف‌مانند است که در وسط آن میزنای قرار دارد و با هیچکدام از بخش‌های نفرون مجاورت ندارد.
- سرخرگ کلیه قبل از ورود به لگنچه، به سرخرگ‌های کوچک منشعب و انشعابات سیاهرگ‌ها بیرون از محل لگنچه به یکدیگر متصل و سیاهرگ کلیه را تشکیل می‌دهند.

۵۶ شکل‌نامهٔ نفرون



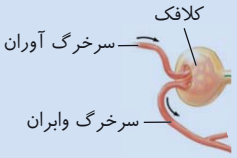
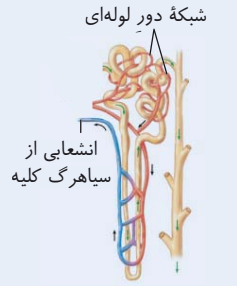
«گردیزه و مجرای جمع کننده»

- هر کلیه از حدود یک میلیون گردیزه تشکیل شده است. ابتدای گردیزه شبیه قیف است که کپسول بومن نامیده می‌شود. ادامهٔ گردیزه بخش لوله‌ای‌شکل است و براساس پیچ‌خوردگی‌هایی که در طول آن می‌باشد به ترتیب لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، قوس هنله (*U شکل*) و لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور نامگذاری می‌شود. لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور، گردیزه را به مجرای جمع کنندهٔ ادرار متصل می‌کند.
- کپسول بومن تنها بخش **غیرلوله‌ای** نفرون است که البته حجیم‌ترین، قطورترین و گشادترین بخش نیز می‌باشد.
- لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، پیچ‌خورده‌تر از لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور است که بیشترین مقدار بازجذب مواد در آن به دلیل داشتن یاخته‌های **ریزپرزدار** فراوان انجام می‌شود.
- لولهٔ هنله همانند کپسول بومن فاقد پیچ‌خوردگی (*به‌جز بخش پایینی U شکل*) می‌باشد که از دو بخش یکی صعودی و یکی نزولی تشکیل شده است.
- در ارتباط با لولهٔ هنله می‌توان گفت که:
  - طول بخش قطور در سمت **نزولی** هنله کمتر از طول بخش نازک است.
  - طول بخش قطور در سمت **صعودی** هنله بیشتر از طول بخش نازک است.
  - طول بخش قطور در بخش صعودی بیشتر از بخش نزولی هنله است.
  - قطر بخش ضخیم نزولی هنله بیشتر از قطر بخش ضخیم صعودی هنله است.
  - انتهای بخش نزولی هنله، نازک‌ترین قسمت نفرون است.
- قطر مجرای جمع کنندهٔ ادرار از ابتدا به انتها در حال افزایش است.
- از نظر تعداد: تعداد نفرون = تعداد کپسول بومن = تعداد لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک = تعداد لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور = تعداد لولهٔ هنله > تعداد مجرای جمع کنندهٔ ادرار

۵۷ شکل‌نامهٔ شبکه‌های مویرگی

در کلیه دو شبکهٔ مویرگی وجود دارد که اولی به نام کلافک یا گلومرول که درون کپسول بومن است و دومی شبکهٔ مویرگی دور لوله‌ای که اطراف بخش‌های دیگر نفرون است. هر دو شبکه حاوی مویرگ‌های منفذدار با غشای پایهٔ ضخیم می‌باشند که منافذ غشایی زیادی دارند.

انواع شبکهٔ مویرگی

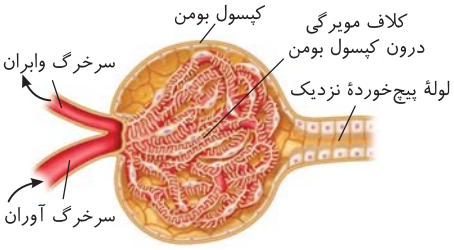
شکل	نکات شکل
	○ فقط فرایند اول تشکیل ادرار یعنی تراوش را انجام می‌دهد. ○ یاخته‌های لایهٔ درونی کپسول بومن آن را احاطه کرده‌اند. ○ سرخرگ آوران و وابران جزء سرخرگ‌های کوچک هستند. ○ ترکیب با فصل ۴ زیست دهم: سرخرگ‌های کوچک در دیوارهٔ خود ماهیچهٔ صاف فراوان و رشته‌های کشسان کمتری دارند. ○ سرخرگ آوران آخرین انشعاب سرخرگ کلیه در بخش قشری است. ○ قطر سرخرگ آوران بیشتر از سرخرگ وابران است. ○ دو طرف شبکهٔ مویرگی کلافک، سرخرگ با خون روشن است. ○ ترکیب با فصل ۴ زیست دهم: دو طرف شبکهٔ مویرگی در آبشش‌های ماهی نیز سرخرگ است ولی ابتدا خون تیره و انتها خون روشن دارد.
	○ در اطراف بخش‌های لوله‌ای نفرون برای دو فرایند بازجذب و ترشح می‌باشند. ○ اطراف مجرای جمع‌کنندهٔ ادرار، شبکهٔ مویرگی وجود ندارد. ○ یک طرف شبکهٔ مویرگی دور لوله‌ای سرخرگ وابران و طرف دیگر آن سیاهرگ است. ○ سرخرگ وابران بعد از خروج از کپسول بومن، به دو سرخرگ منشعب شده یکی از آن‌ها ابتدا سمت لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک و سپس دور و دیگری سمت لولهٔ هنله می‌رود. ○ رگ‌های اطراف لوله‌های پیچ‌خورده و داخل کپسول بومن دارای خون روشن ولی اطراف لولهٔ هنله هم خون روشن و هم خون تیره مشاهده می‌شود. ○ در مجاورت هنلهٔ نزولی، سیاهرگ وجود دارد ولی در مجاورت هنلهٔ صعودی، سرخرگ قرار دارد. ○ جهت حرکت خون داخل رگ با محتویات لولهٔ هنلهٔ مجاور آن، عکس یکدیگر است. ○ محل اتصال دو سرخرگ منشعب شده از سرخرگ وابران به یکدیگر، بالاتر از محل اتصال لولهٔ هنلهٔ صعودی به لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور است.

ساختار درونی کلیه‌ها ۶۱

ویژگی‌ها / ساختار	اتصال به کپسول	قطر (حجم)	رنگ	نقش در ادرارسازی	هرم	شرکت در لپ	قسمت‌های نفرونی	رگ خونی
قشری	دارد	کمترین	روشن	دارد	ندارد	دارد	بومن – لوله‌های پیچ‌خورده – قطور هنله	سرخرگ کوچک – دو شبکهٔ مویرگی – سیاهرگ کوچک
مرکزی	ندارد	بیشترین	تیره و روشن	دارد	کامل دارد	دارد	معمولاً بخش نازک هنله	مویرگ دور لوله‌ای – سیاهرگ – سرخرگ
لگنچه	ندارد	متوسط	روشن‌ترین	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	انشعابات اولیهٔ سرخرگ و سیاهرگ

گفتار ۲

۵۸ شکل‌نامهٔ کپسول بومن



«کلافک درون کپسول بومن»

دیوارهٔ کپسول بومن از دو لایه تشکیل شده است که لایهٔ داخلی آن یاخته‌های پوششی پودوسیت‌ها هستند و لایهٔ خارجی آن از جنس بافت سنگ‌فرشی تک‌لایه است.

محل خروج سرخرگ وابران از کپسول بومن و ورود سرخرگ آوران به کپسول بومن، مشترک است.

غشای پایه در لایهٔ خارجی دیوارهٔ کپسول بومن در سطح خارجی‌تری نسبت به یاخته‌ها و شبکهٔ مویرگی قرار گرفته است.

یاخته‌های پوششی لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک از نوع بافت پوششی مکعبی یک‌لایه‌ای ریزپرزدار است.

ترکیب با فصل ۲ زیست دهم: در رودهٔ باریک نیز یاخته‌های پوششی استوانه‌ای یک‌لایه‌ای ریزپرزدار مشاهده می‌شود.

هستهٔ یاخته‌های بافت پوششی مکعبی به صورت گرد بوده و با توجه به شکل بعدی کتاب بیشتر به سمت قاعدهٔ یاخته قرار دارند ولی در اینجا مرکزی مشخص‌اند.

هستهٔ یاخته‌های بافت پوششی سنگ‌فرشی سادهٔ لایهٔ خارجی دیوارهٔ کپسول بومن به صورت کشیده و افقی قرار دارد.

ضخامت غشای پایهٔ لایهٔ خارجی دیوارهٔ کپسول بومن بیشتر از ضخامت غشای پایهٔ مویرگ‌های شبکهٔ مویرگی است.

تعداد یاخته‌های پوششی دیوارهٔ کپسول بومن بیشتر از تعداد یاخته‌های پودوسیت‌هاست چون پودوسیت قسمتی از آن‌هاست.

در همهٔ شبکه‌های مویرگی بدن، مواد تراوش شده وارد مایع بین‌یاخته‌ای محیط داخلی می‌شوند به‌جز شبکهٔ مویرگی گلومرول که وارد گردیزه‌ها می‌شوند.

۶۲ مقایسهٔ دیوارهٔ لوله‌های پیچ‌خوردهٔ نزدیک و کپسول بومن

انواع لایه	نام یافته	تعداد	ضخامت غشای پایه	تماس با غشای پایه	شکل هسته	اندازهٔ هسته	رشته‌های پا مانند	نسبت سطح به حجم
لایهٔ بیرونی	سنگ‌فرشی ساده	زیادتر	زیاد	دارد	کشیده	کوچک‌تر	ندارد	مناسب
لایهٔ درونی	پودوسیت (پوششی غیرسنگفرشی)	کمتر	کم			بزرگ‌تر	دارد	بسیار زیاد

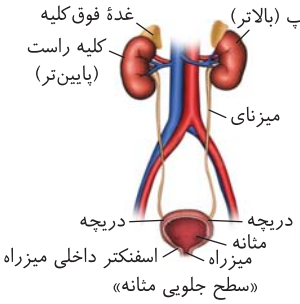
۵۹ شکل‌نامهٔ یاختهٔ ریزپرزدار

بافت پوششی دیوارهٔ لوله‌های پیچ‌خوردهٔ نزدیک، پوششی مکعبی تک‌لایه است که غشای این یاخته‌ها چین‌خورده و ریزپرزها را ایجاد کرده است. مقدار بازجذب در این بخش از نفرون به دلیل وجود یاخته‌های ریزپرزدار بیشتر از سایر قسمت‌هاست.
ریزپرزها در بخشی از یاخته که به سمت فضای درون نفرون است، قرار دارند.
عرض این یاخته‌ها در سمت قاعده بیشتر از رأس آن‌هاست و تراکم میتوکندری و وجود هستهٔ گرد در آن قسمت است.
تعداد زیادی میتوکندری برای تأمین ATP مورد نیاز فرایند بازجذب به صورت عمود بر غشا در این یاخته‌ها قرار گرفته‌اند.
ترکیب با فصل ۵ زیست دوازدهم: میتوکندری دارای دو غشای فسفولیپیدی است که غشای داخلی آن چین‌خورده است.
اندازهٔ میتوکندری‌ها یکسان نیست و به‌طور موازی با چین‌ها و هسته قرار دارند.
هستهٔ گرد نزدیک غشا و اکثر میتوکندری در این یاخته‌ها در نزدیکی قاعدهٔ یاخته قرار گرفته‌اند.
تعداد زیادی ریزکیسه در نزدیکی ریزپرزها قرار گرفته‌اند. در ضمن با توجه به شکل تعداد زیادی ریبوزوم در یاختهٔ ذوزنقه‌ای‌شکل آن دیده می‌شود.

۶۳ تشکیل ادرار

تراوش	تعریف				آب و مواد محلول در خون‌اب به‌جز پروتئین‌ها، در نتیجهٔ فشار خون از کلافک خارج شده به فضای بین دو لایهٔ کپسول بومن وارد می‌شوند.
	سازگاری کلافک				هم سافتار کلافک و هم سافتار کپسول بومن برای **تراوش** متناسب شده است.
		مویرگ			مویرگ‌های کلافک از نوع **منفذدار** هستند و بنابراین امکان خروج مواد از آن‌ها به خوبی فراهم است. پروتئین‌ها به علت اندازهٔ بزرگی که دارند به‌طور معمول نمی‌توانند از این منافذ و غشای پایهٔ ضخیم آن عبور کنند.
	سازوکار ویژه				قطر سرفرگ آوران بیشتر از قطر سرفرگ وابران است و این، فشار تراوشی را در مویرگ‌های کلافک افزایش می‌دهد تا نیروی لازم برای خروج مواد از فشار خون به اندازهٔ کافی تأمین شود.
	کپسول بومن	۲ دیواره	درونی		با کلافک در تماس است، شکاف‌های فراوانی برای ورود مواد به گردیزه دارد.
					یاخته‌های دیوارهٔ درونی آن، به سمت کلافک از نوع خاصی یاخته‌های پوششی به نام پودوسیت ساخته شده‌اند.
			پودوسیت	سافتار	هریک از پودوسیت‌ها رشته‌های کوتاه و پامانند فراوانی دارد.
				نقش	پودوسیت‌ها با پاهای خود اطراف مویرگ‌های کلافک را احاطه کرده‌اند. فاصلهٔ بین دیوارهٔ گردیزه و کلافک تقریباً از بین رفته است. شکاف‌های باریک متعددی که در فواصل بین پاها وجود دارند به خوبی امکان نفوذ مواد را به گردیزه فراهم می‌کنند.
			بیرونی		یاخته‌های دیوارهٔ بیرونی کپسول بومن از نوع پوششی سنگ‌فرشی ساده‌اند که یک غشای پایهٔ ضخیم هم دارند.
	انتخاب مواد				مواد فقط براساس **اندازه** وارد گردیزه می‌شوند و هیچ انتخاب دیگری صورت نمی‌گیرد.
	مواد ورودی به گردیزه				هم مواد دفعی مثل اوره و هم مواد مفید مثل گلوکز و آمینواسیدها به گردیزه وارد می‌شوند.
بازجذب					به محض ورود مواد تراوش شده به لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک شروع می‌شود.
	مکانیسم				یاخته‌های دیوارهٔ گردیزه و مویرگ‌های جمع‌کنندهٔ ادرار، مواد مفید را از مواد تراوش شده می‌گیرند و آن‌ها را در سمت دیگر خود (به سمت خارج گردیزه) رها می‌کنند. این مواد توسط مویرگ‌های دورلوله‌ای دوباره جذب و به این ترتیب به خون وارد می‌شوند.
	دیوارهٔ لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک				از یک لایه بافت پوششی مکعبی ریزپرزدار تشکیل شده است. ریزپرزها سطح بازجذب را افزایش می‌دهند. به علت وجود ریزپرزهای فراوان در لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده در این قسمت از گردیزه، بیش از سایر قسمت‌هاست.
	فعال				در بیشتر موارد و با صرف انرژی انجام می‌گیرد.
	غیرفعال				ممکن است غیرفعال باشد مثل بازجذب آب که با اسمز انجام می‌شود.
ترشح	تعریف				ترشح در جهت مخالف بازجذب رخ می‌دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ‌های دورلوله‌ای یا خود یاخته‌های گردیزه به درون گردیزه ترشح می‌شوند.
	نوع ترشح				در بیشتر موارد به صورت فعال و با صرف انرژی زیستی صورت می‌گیرد و در برخی موارد غیرفعال و بدون صرف انرژی هست.
	تنظیم pH				بعضی از سموم، داروها و یون‌های هیدروژن و پتاسیم اضافی به وسیلهٔ ترشح دفع می‌شوند. ترشح در تنظیم میزان pH خون، نقش مهمی دارد. اگر pH خون کاهش یابد، کلیه‌ها یون هیدروژن را ترشح می‌کنند. اگر pH خون افزایش یابد، کلیه بیکربنات بیشتری با تراوش **دفع** می‌کند و به این ترتیب pH خون را در محدودهٔ ثابتی نگه می‌دارد. (هیچگاه کلیهٔ سالم بازجذب H^+ و ترشح بیکربنات ندارد.)

۶۰ شکل‌نامهٔ رگ‌های خونی مرتبط با کلیه



- کلیهٔ راست به خاطر محل قرارگیری کبد، کمی پایین‌تر از کلیهٔ چپ است.
- بزرگ‌سیاهرگ زیرین به کلیهٔ راست و سرخرگ آئورت به کلیهٔ چپ نزدیک‌تر است، بنابراین:
  - طول سرخرگ کلیهٔ راست بلندتر از سیاهرگ آن است چون کلیهٔ راست به بزرگ‌سیاهرگ نزدیک‌تر از آئورت است.
  - طول سرخرگ کلیهٔ چپ کوتاه‌تر از سیاهرگ آن است چون کلیهٔ چپ به آئورت نزدیک‌تر از بزرگ‌سیاهرگ است.
  - طول سیاهرگ کلیهٔ راست کوتاه‌تر از طول سیاهرگ کلیهٔ چپ است چون بزرگ‌سیاهرگ متمایل به سمت راست است.
  - طول سرخرگ کلیهٔ چپ کوتاه‌تر از طول سرخرگ کلیهٔ راست است چون آئورت متمایل به سمت چپ شکم است.
- سیاهرگ خروجی از کلیهٔ چپ از جلوی سرخرگ آئورت عبور می‌کند.
- سرخرگ ورودی به کلیهٔ راست از پشت بزرگ‌سیاهرگ زیرین رد می‌شود تا وارد کلیه می‌شود.
- میزنای‌ها از جلوی انشعابات سرخرگ آئورت و بزرگ‌سیاهرگ زیرین عبور می‌کنند تا به سطح پشتی مثانه برسند.
- ضخامت میزنای از ابتدا به سمت انتهای آن در حال کاهش است (*برخلاف مجرای جمع‌کنندهٔ ادرار*).
- میزنای‌ها از پشت وارد مثانه می‌شوند که در انتهای آن‌ها دریچه‌ای (*نه‌بنداره‌ای*) مربوط به مخاط مثانه وجود دارد.
- در محل انشعاب سرخرگ آئورت و بزرگ‌سیاهرگ زیرین، انشعابات سرخرگ در سطح عقب‌تری نسبت به انشعابات سیاهرگ هستند.
- در دیوارهٔ **میزنای** ماهیچهٔ صاف وجود دارد که با ایجاد حرکات کرمی خود، ادرار را به سمت مثانه هدایت می‌کند.

نکات ترکیبی

- ترکیب با فصل ۲ زیست دهم: در دیوارهٔ لولهٔ گوارش نیز ماهیچهٔ صاف و اسکلتی در تشکیل حرکات کرمی نقش دارد.
- مثانه بخش کیسه‌ای‌شکل از جنس ماهیچهٔ صاف است که در حفرهٔ لگنی قرار دارد و توسط استخوان‌های نیم‌لگن محافظت می‌شود.
- بخش‌های کیسه‌ای‌شکل در مردان: ۱ معده ۲ کیسهٔ صفرا ۳ مثانه ۴ کیسهٔ بیضه
- بخش‌های کیسه‌ای‌شکل در زنان: ۱ معده ۲ کیسهٔ صفرا ۳ مثانه ۴ رحم
- ترکیب نکتهٔ مثانه با فصل ۷ زیست یازدهم:
  ۱ دو مجرای اسپرم‌بر با عبور از کنار و پشت مثانه، محتویات غدد وزیکول سمینال را دریافت می‌کنند.
  ۲ با توجه به شکل کتاب درسی، در پشت مثانه، غدد وزیکول سمینال و در زیر مثانه، غدهٔ پروستات و پیازی میزراهی قرار دارند.
- ترکیب میزنای با فصل ۷ زیست یازدهم: با توجه به شکل کتاب درسی، مجرای اسپرم برای دریافت محتویات وزیکول سمینال، از جلوی میزنای عبور می‌کند.

۶۴ ترکیب شیمیایی ادرار

		نکات
مواد معدنی	آب	فراوان‌ترین مادهٔ موجود در ادرار است و حدود ۹۵ درصد ادرار را تشکیل می‌دهد.
	یون‌ها	بخش مهمی از ادرار است که دفع آن‌ها در جهت حفظ تعادل یون‌ها مانند سدیم و پتاسیم و... می‌باشد.
مواد آلی	اوره	فراوان‌ترین مادهٔ **آلی** ادرار است. کبد آمونیاک را از طریق ترکیب با کربن‌دی‌اکسید به اوره تبدیل می‌کند – توسط کبد در خون زیاد و توسط کلیه‌ها کم می‌شود.
	اوریک اسید	انحلال‌پذیری زیادی در آب ندارد؛ بنابراین تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است و رسوب بلورهای اوریک‌اسید در کلیه‌ها باعث ایجاد سنگ کلیه و در مفاصل باعث بیماری نقرس می‌شود.

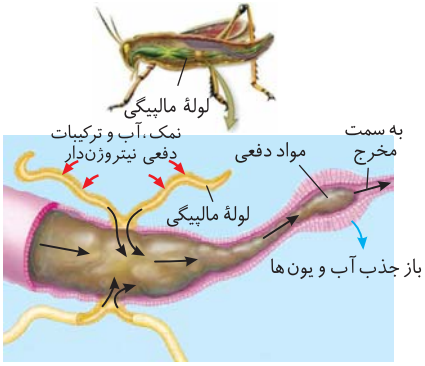
۶۵ مقایسهٔ انواع دیابت

موارد مقایسه	دیابت نوع ۱	دیابت نوع ۲	دیابت بی‌مزه
حجم ادرار	زیاد	زیاد	زیاد
حجم و فشار خون	کم	کم	کم
میزان دفع ادرار و حرکات کرمی میزنای	زیاد	زیاد	زیاد
هورمون ضدادراری	زیاد	زیاد	کم (برای ما متن کتاب درسی ترشح ندارد!)
هورمون انسولین	کم	عادی	عادی
استفاده از پروتئین و چربی و تولید محصولات اسیدی و احتمال افتادگی کلیه و تافورد‌گی میزنای	زیاد	زیاد	—
مقاومت بدن و pH خون	کم	کم	—

۶۶ سازوکار دفعی جانداران

جاندار	سازوکار دفعی	نکات
تعدادی از بی‌مهرگان	نفریدی	بیشتر بی‌مهرگان دارای ساختار مشخصی برای دفع هستند. یکی از این ساختارها نفریدی است که برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به کار می‌رود. نفریدی لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز و دفع از طریق آن انجام می‌شود.
سفت‌پوستان	آبشش‌ها	در سفت‌پوستان، مواد دفعی نیتروژن‌دار با **انتشار ساده**، از **آبشش‌ها** به همراه CO_2 دفع می‌شوند.
حشرات	لوله‌های مالپیگی	حشرات، سامانهٔ دفعی متصل به روده به نام لوله‌های مالپیگی دارند. مادهٔ دفعی در حشرات، اوریک اسید است. اوریک‌اسید همراه با آب و نمک از همولنف به لوله‌های مالپیگی وارد می‌شود. محتوای لوله‌های مالپیگی به روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون‌ها بازجذب می‌شوند. اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می‌شود.

۶۱ شکل‌نامهٔ لوله‌های مالپیگی



- هر کدام از لوله‌های مالپیگی متصل به سطح پشتی و شکمی از یک قسمت و منفذ متصل هستند.
- انـدازهٔ یاخته‌های بافت پوششـی راسـت رودهٔ ملـخ، بزرگ‌تر از یاخته‌های بافت پوششـی رودهٔ باریک است.
- یاخته‌هـای بافـت پوششـی راسـت‌روده، استوانه‌ای‌شـکل و یاخته‌هـای پوششـی رودهٔ باریک، مکعبی‌شکل هستند.
- لوله‌های مالپیگی آب، نمک و اوریک‌اسید را از همولنف وارد روده می‌کند.
- قطر راست‌روده بیشتر از قطر بخش انتهایی رودهٔ باریک است.
- با توجه به شـکل دسـتگاه گوارش ملخ، لوله‌های مالپیگی در بالای پاهای میانی قرار دارند. این لوله‌ها به ابتدای روده متصل‌اند.
- لوله‌های مالپیگی ابتدا بسـته و انتهای باز دارند ولی مواد را از عرض خود و در سراسـر خود از همولنف می‌گیرد.
- بافـت پوششـی به کار رفته در دیـوارهٔ روده و لوله‌های مالپیگی، از نوع مکعبی تک لایه اسـت. همچنین در دیوارهٔ راسـت روده اندازهٔ یاخته‌ها بزرگ‌تر شـده و بافت پوششی به کار رفته از نوع استوانه‌ای است.
- ابتدای لوله‌های مالپیگی بن‌بست هستند و فقط در سمت روده دارای منفذ هستند.
- همهٔ لوله‌های مالپیگی از طریق یک مدخل به روده ملحق نمی‌شوند. حداقل دو مدخل در روده محل اتصال لوله‌های مالپیگی بالایی و پایینی به روده است.
- ممکـن اسـت تعـداد یکسـانی از لوله‌های مالپیگی از سـمت بـالا و پایین، به روده متصل شـوند مثلاً دو لولـه مالپیگی از بالا بـه روده متصل شـوند و ۲ لوله از پایین متصل شوند.

۶۷ سامانه‌های تنظیم اسمزی مهره‌داران

جانور	سکنی	دفع ادرار کلیوی	نکته
ماهی غضروفی	معمولاً آب **شور**	**غلیظ**	غدد **راست‌روده‌ای** محلول NaCl بسیار غلیظ را برای دفع وارد روده می‌کند.
ماهی آب شیرین	آب **شیرین**	بسیار **رقیق**	آب زیاد **نمی‌نوشند** – نمک و یون‌ها از آبشش و کلیه‌ها جذب می‌شوند.
ماهی دریازی	آب **شور**	**غلیظ**	آب زیاد **می‌نوشند** – یون‌های اضافی را از **آبشش** یا **کلیه** دفع می‌کنند.
دوزیست	آب و محیط مرطوب	بسیار **رقیق**	**مثانه** با قدرت بازجذب آب دارد – در محیط خشک دفع ادرار آن‌ها کم و مثانه **بزرگ‌تر** می‌شود.
خزنده و پرنده	برفی دریازی یا بیابانی	بسیار **غلیظ**	برفی غدد **نمکی** در نزدیکی چشم یا زبان برای دفع قطره‌های **غلیظ** دارند. – کلیه با بازجذب آب زیاد دارند.

۶۲ شکل‌نامهٔ پرندگان دریایی و بیابانی

- سوراخ پرنده برای خروج قطره‌های غلیظ، براساس شکل کتاب درسی در منقار بالایی قرار دارد.
- غدهٔ نمکی بالای چشم قرار دارد که قطر آن از قطر مجرای آن قطورتر است.
- ترشحات نمکی از نوک منقار خارج می‌شوند.

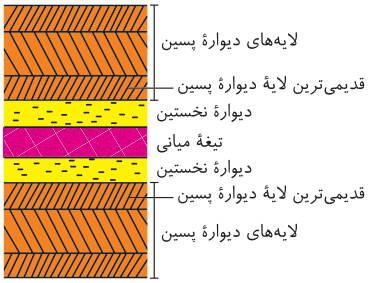
زیست دهم — فصل ششم

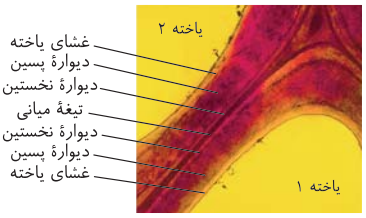
گفتار ۱

۶۸ مقایسهٔ تیغهٔ میانی و دیوارهای نخستین و پسین

موارد مقایسه	تیغهٔ میانی	دیوارهٔ نخستین	دیوارهٔ پسین
محل ساخته شدن	درون پروتوپلاست (سیتوپلاسم) یاخته بعد از تقسیم هسته کامل می‌شود.	خارج از پروتوپلاست	خارج از پروتوپلاست
زمان ساخته شدن	بلافاصله بعد از تقسیم هسته (مرحلهٔ تلوفاز) و همزمان با تقسیم سیتوپلاسم	بلافاصله پس از تقسیم سیتوپلاسم و همزمان با شروع رشد یاخته	در برخی یاخته‌ها بعد از تشکیل دیوارهٔ نخستین
محل حضور	بین دو یاختهٔ گیاهی زندهٔ متصل به یکدیگر	در همهٔ یاخته‌های گیاهی به‌جز آوند چوبی وجود دارد.	در برخی یاخته‌های زنده، بین دیوارهٔ نخستین و غشا ایجاد می‌شود و سپس با چوبی یا چوب‌پنبه‌ای شدن، یاخته‌های مردهٔ استحکامی می‌سازد.
اجزای سازنده	پکتین	سلولز – پکتین	سلولز – در برخی یاخته‌های گیاهی دارای لیگنین و چوب‌پنبه است.
محل ساخت اجزای سازنده	پروتوپلاست	پروتوپلاست	پروتوپلاست
تعداد لایه	یک‌لایه	یک‌لایه	چندلایه
ضخامت	کم	فقط در کلانشیم زیاد است.	زیاد
در بافت‌های گیاهی	زنده وجود دارد.	فقط آوند چوبی وجود ندارد.	در برخی مثل اسکلرانشیم و آوند چوبی وجود دارد.
قابلیت کشش و گسترش	دارد.	دارد.	ندارد.
نقش	مانند چسب عمل می‌کند و موجب چسبیدن دو یاخته به یکدیگر می‌شود.	در حفظ شکل یاخته‌ها (جذب در برگیرندهٔ پرتوپلاست)	موجب توقف رشد پروتوپلاست می‌شود و در افزایش استحکام گیاه نقش دارد.

۶۳ شکل‌نامهٔ دیوارهٔ یاخته‌ای گیاهان





ضخامت دیوارهٔ نخستین می‌تواند برابر با ضخامت تیغهٔ میانی و یا از آن بیشتر باشد و همچنین ضخامت این دیواره از ضخامت هر لایهٔ دیوارهٔ پسین کمتر است.

مقدار پکتین در تیغهٔ میانی بیشتر از دیوارهٔ نخستین است.

در محل لان، فقط قطعاً می‌توانیم بگوییم که دیوارهٔ پسین مشاهده نمی‌شود.

رشته‌های سلولز دو لایهٔ مجاور دیوارهٔ پسین، در جهت **مخالف** هم هستند اما این لایه‌ها به صورت یکی در میان، هم‌جهت و موازی با هم می‌توانند قرار بگیرند.

تراکم رشته‌های سلولز در لایه‌های مختلف دیوارهٔ پسین الزاماً یکسان نیست مثلاً با توجه به شکل، لایهٔ نزدیک به دیوارهٔ نخستین تراکم سلولز بیشتری دارد.

رشته‌های سلولز در هر لایهٔ دیوارهٔ پسین با یکدیگر در همان لایه موازی هستند ولی رشته‌های سلولزی دیوارهٔ نخستین پراکنده نامنظم می‌باشند.

تیغهٔ میانی پیرترین و خارجی‌ترین (*دورترین نسبت به یاخته*) لایهٔ دیوارهٔ یاخته است و دیوارهٔ پسین در یاخته‌ای که آن را دارد، جوان‌ترین و داخلی‌ترین (*نزدیک‌ترین نسبت به یاخته*) لایهٔ دیوارهٔ یاخته است.

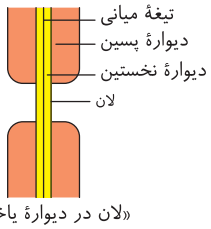
هنگامی که دیوارهٔ پسین در حال تشکیل است، ممکن است در مرحله‌ای ضخامت آن با ضخامت دیوارهٔ نخستین یکسان باشد.

تیغهٔ میانی می‌تواند بین سه تا یاختهٔ مشترک باشد که ضخامت آن در قسمت‌های متفاوت، مختلف است.

در قسمتی که دیوارهٔ یاخته‌ای بین ۳ تا یاخته مشترک است، ضخامت دیواره‌ها بیشتر از سایر قسمت‌هاست.

دیوارهٔ پسین در یاخته‌های اسکلرانشیمی، آوند چوبی و بافت چوب‌پنبه مشاهده می‌شود.

۶۴ شکل‌نامهٔ لان و پلاسمودسم



«لان در دیوارهٔ یاخته‌ای»

«تصویر پلاسمودسم با میکروسکوپ الکترونی»

لان بخشی از دیوارهٔ یاخته است که دیواره در آن قسمت نازک مانده است.

در محل لان، دیوارهٔ پسین مشاهده نمی‌شود و در نتیجه در این بخش‌ها چوبی شدن رخ نمی‌دهد.

ضخامت دیوارهٔ نخستین و تیغهٔ میانی در محل لان، تغییر نمی‌کند و ثابت است (*البته در آوند چوبی محل لان‌ها دیوارهٔ نخستین و پسین هم ندارد*).

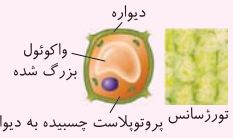
پلاسمودسم کانال‌های سیتوپلاسمی هستند که از یاختهٔ زنده‌ای به یاختهٔ زندهٔ دیگر کشیده شده‌اند.

در محل پلاسمودسم، دیوارهٔ یاخته‌ای مشاهده نمی‌شود.

لان در یاخته‌های مرده و زنده اما پلاسمودسم فقط در یاخته‌های زنده، وجود دارد.

در یک یاختهٔ دارای دیوارهٔ پسین، در محل لان‌ها، تماس غشای یاخته با دیوارهٔ نخستین و در بخشی با تیغهٔ میانی قابل مشاهده است.

۶۹ مقایسهٔ پلاسمولیز و تورژسانس

موارد مقایسه	تورژسانس	پلاسمولیز
فشار اسمزی	با انجام آن درون یاخته کاهش می‌یابد و در اطراف یاخته افزایش می‌یابد.	با انجام آن درون یاخته افزایش می‌یابد و در اطراف یاخته کاهش می‌یابد.
تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم	درون یاخته افزایش می‌یابد و در اطراف یاخته کاهش می‌یابد.	درون یاخته کاهش می‌یابد و در اطراف یاخته افزایش می‌یابد.
مقدار حجم و اندازهٔ پروتوپلاست	افزایش	کاهش
اثر بر دیواره	افزایش کشیدگی و خمیدگی	حالت عادی
توضیحات	نسبت مقدار آب اطراف یاخته بیشتر از آب درون یاخته است؛ در نتیجه آب وارد واکوئول شده و موجب تورم یافته می‌شود.	نسبت آب اطراف یاخته کمتر از آب درون یاخته است؛ در نتیجه آب از واکوئول خارج می‌شود و موجب پژمرده شدن یاخته می‌شود.
نتایج	افزایش **حجم واکوئول** و **شیرهٔ واکوئولی** و در نتیجه پر **آب شدن** آن چسبیدن **پروتوپلاست** به **دیوارهٔ یاخته‌ای**	کاهش حجم واکوئول و شیرهٔ واکوئولی و در نتیجه کم آب شدن آن جدا شدن پروتوپلاست از دیوارهٔ یاخته‌ای
نقش	استوار ماندن اندام‌های **غیرچوبی** مانند برگ‌ها و ساقه‌های جوان باز شدن روزنه‌های **هوایی** توسط یاخته‌های نگهبان	پژمرده شدن یاخته و خم شدن اندام‌های غیرچوبی مانند برگ‌ها و ساقه‌های جوان بسته شدن روزنه‌های هوایی توسط یاخته‌های نگهبان روزنه
شکل		

۷۰ بستهٔ انواع دیسه‌ها

انواع دیسه	دارای رنگیزه		بدون رنگیزه
	سبزدیسه	رنگ‌دیسه	نشادیسه
نوع رنگیزه	سبزینه به مقدار زیاد و به مقدار کمتر کاروتنوئید	کاروتنوئید به مقدار زیاد و فاقد سبزینه	فاقد رنگیزه و انگیزهٔ جذب نور
محل حضور	بخش‌های سبز رنگ گیاه مانند برگ و ساقه‌های جوان، یاخته‌های پارانشیمی سبزینه‌دار (غلاف کوندی برگ تک‌لپه‌ها و میانبرگ نرده‌ای و اسفنجی)، یاخته‌های نگهبان روزنه، برخی میوه‌های سبز	بخش‌های رنگی گیاه مانند میوه‌ها، برگ‌های پایینی و گلبرگ گل‌ها	در ساقهٔ زیرزمینی (سیب‌زمینی)
وظیفه	انجام فرایند فتوسنتز به کمک انرژی دریافتی از نور خورشید توسط رنگیزه‌ها، تغییر شکل انرژی و تولید قند (گلوکز)، سبز رنگ دیده شدن بخش‌هایی از گیاه	خاصیت ضدسرطانی به کمک ترکیبات رنگی، جذب جانوران گرده‌افشان	ذخیرهٔ نشاسته برای رویش بخش‌هایی از گیاهان مانند رشد ساقهٔ زیرزمینی گیاه سیب‌زمینی

گفتار ۲

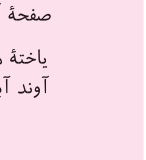
۷۱ یاخته‌های گیاهان

	نوع یاخته		وظیفه	شکل	نکات شکل
	یاخته‌های تمایزنیافته		پوستک را می‌سازند که از جنس لیپید است و از نیش حشرات و عوامل بیماری‌زا به گیاه، نیز جلوگیری می‌کند و در حفظ گیاه در برابر سرما نیز نقش دارد؛ همچنین به علت لیپیدی بودن به کاهش تبخیر آب از سطح برگ کمک می‌کند. ترکیب با شکل ۲۴؛ بعضی گیاهان مثل فرزهره پوستک ضخیم در روپوست فوقانی بزرگ دارند.		ضخامت **پوستک** یکسان نیست. اندازهٔ یاخته‌های روپوست **یکسان نیست**. در بالا و پایین یاخته‌های نگهبان روزنه، یاخته‌ای وجود ندارد. اندازهٔ یاخته‌های نگهبان روزنه کوچک‌تر از اندازهٔ یاخته‌های روپوستی مجاور آن است. پوستک در سطح همهٔ یاخته‌های روپوستی قرار دارد (به‌جز منفذ روزنه‌ها).
	یاخته‌های تمایزیافته	نگهبان روزنه	فتوسنتز، کنترل ورود و خروج گازها، تعرق		یاخته‌های نگهبان روزنه، لوبیایی شکل هستند. اندازهٔ یاخته‌های نگهبان روزنه کوچک‌تر از اندازهٔ یاخته‌های روپوستی اطرافش است.
		کرک	کرک‌ها با به دام انداختن رطوبت هوا، اتمسفر مرطوبی در اطراف روزنه‌ها ایجاد می‌کنند. ترکیب با فصل ۹ زیست یازدهم: برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار کرک‌هایی دارد که با برخورد حشره به آن‌ها تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازند که سبب بسته شدن برگ و در نتیجه به دام افتادن حشره می‌شود. دفاع از گیاهان		مانند تیغ در اطراف یاختهٔ ترشحی قرار دارند و برخی انشعاب هم دارند.
		یاختهٔ ترشحی	اشاره نشده است.		به صورت گرد و کروی در بین کرک‌ها قرار دارد.
		تار کشنده	جذب آب و مواد مغذی دیگر		بالاتر از کلاهک قرار گرفته است.

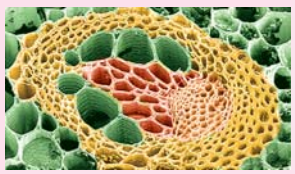
۷۲ انواع بافت موجود در سامانهٔ بافت زمینه‌ای

موارد مقایسه در سامانهٔ زمینه‌ای	پارانشیمی		کلانشیمی	اسکلرانشیمی	
انواع یافته	سبزینه‌دار	بدون سبزینه	یافتهٔ کلانشیمی	اسکلرئید	فیبر
طول یافته	کوتاه		دراز	کوتاه	دراز
مرده یا زنده	زنده		زنده	بالغ مرده و در بدو ایجاد زنده هستند.	
محل حضور	اندام‌های هوایی	همهٔ اندام‌ها	معمولاً در زیر روپوست	درون میوه‌هایی مانند گلابی	در اطراف آوندها و سامانهٔ زمینه‌ای
نوع دیواره و ویژگی آن	دیوارهٔ نخستین نازک و پوبی نشده		دیوارهٔ نخستین ضخیم پوبی نشده	دارای دیوارهٔ نخستین نازک و دیوارهٔ پسین ضخیم پوبی شده	
وجود کلروپلاست و توانایی انجام فتوسنتز و تولید نوری ATP و NADPH	در برخی از آن‌ها (میانبرگ نردهای و اسفنجی)		ندارد!	ندارد!	
توانایی تقسیم شدن	برخی از آن‌ها (مثلاً برای ترمیم یا میوریکن آریاختهای بافت پیراشیم خوشه)		ندارد!	ندارد!	
توانایی ساخت تیغهٔ میانی	در برخی از آن‌ها موقع تقسیم دارد		ندارد!	ندارد!	
دیوارهٔ نخستین	دارد (نازک)		دارد (ضخیم)	دارد (غیرچوبی و نازک)	
دیوارهٔ پسین	ندارد!		ندارد!	دارد و پوبی شده	
توانایی تولید لیگنین	ندارد!		ندارد!	فقط در یافته‌های زنده آن	
حضور در بافت آوندی	دارد		ندارد!	ندارد!	دارد
وظایف	ذخیرهٔ مواد، فتوسنتز، ترمیم بافت، تأمین اکسیژن در گیاهان آبزی		استحکام گیاه، انعطاف‌پذیری اندام‌های گیاهی	استحکام گیاه، تولید طناب و پارچه از فیبر، احاطه کردن آوندها (توسط فیبر)	
حضور در سامانه	پیراپوست (پوششی)، زمینه‌ای و آوندی		فقط زمینه‌ای	فقط زمینه‌ای	زمینه‌ای و آوندی

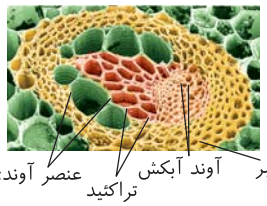
۷۳ بررسی آوندهای چوبی و آبکشی در یک دستهٔ آوندی

شکل			
نکات شکل	۱ کوتاه با دهانهٔ بزرگ ۲ با فیبرها و تراکئیدها در تماس مستقیم است. ۳ دارای انشعابات لان‌های متعدد در دیوارهٔ پسین خود نیستند.	۱ طویل با دهانهٔ باریک مفروطی ۲ با فیبرها و آوندهای آبکش و عناصر آوندی در تماس مستقیم است.	۱ طویل و باریک‌تر از تراکئیدها ۲ با فیبرها و تراکئیدها در تماس مستقیم است.

- فیبرها دستجات آوندی را احاطه کرده‌اند.
- بخش اعظم دستجات آوندی را آوندهای چوب در برگرفته‌اند.
- آوندهای چوب قطر بیشتری نسبت به آوندهای آبکشی دارند.
- در یک دستهٔ آوندی از خارج به داخل: آوند آبکش، تراکئید و عناصر آوندی را داریم.
- قطر عناصر آوندی بیشتر از تراکئیدها است.
- تعداد لوله‌های تراکئید بیشتر از تعداد لوله‌های عناصر آوندی است.



۶۵ شکل‌نامهٔ آوندها



ترتیب آوندها بر اساس قطر آن‌ها (به‌طور معمول): آوند آبکش < تراکئیدها < عناصر آوندی.

از مقایسه بالا می‌توان نتیجه گرفت که سرعت حرکت شیرهٔ گیاهی در عناصر آوندی بیشتر از تراکئیدها و آوند آبکشی است.

بیشتر حجم دستهٔ آوندی را بافت آوند چوبی اشغال می‌کند. در یک دستهٔ آوندی از خارج به داخل، آوند آبکش، تراکئید و عنصر آوندی وجود دارد.

در یک دستهٔ آوندی، تعداد یاختهٔ فیبر بیشتر از بقیه یاخته‌ها می‌باشد.

برخی آوندهای آبکشی با فیبر در تماس هستند و برخی آوندهای آبکشی با تراکئید در تماس هستند، ولی تعدادی از آوندهای آبکشی که در وسط مجموعه قرار دارند، فقط با آوندهای آبکشی دیگر در تماس هستند.

برخی از تراکئیدها فقط با تراکئیدهای دیگر در تماس هستند، برخی از تراکئیدها با عناصر آوندی و تراکئیدهای دیگر در تماس هستند، برخی از تراکئیدها با آوندهای آبکشی و تراکئیدهای دیگر در تماس هستند، برخی از تراکئیدها نیز با عناصر آوندی، یاخته‌های آوند آبکشی و با تراکئیدهای دیگر در تماس می‌باشند.

بیشتر عناصر آوندی با عناصر آوندی دیگر و تراکئیدها و فیبرها در تماس هستند ولی برخی نیز ممکن است فقط با فیبرها و عناصر آوندی دیگر در تماس باشند.

همهٔ یاخته‌های اصلی آوندی فاقد هسته می‌باشند اما در آوند آبکشی سیتوپلاسم داریم.

قطورترین تراکئید از باریک‌ترین عنصر آوندی، قطر بیشتری دارد.

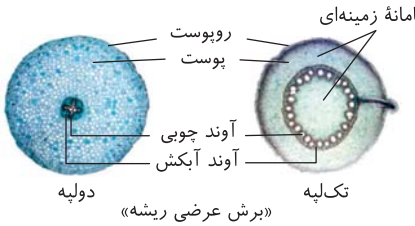
محیطی‌ترین قسمت هر دستهٔ آوندی را فیبرها تشکیل می‌دهند. فیبرها می‌توانند هم با آوندهای چوبی و هم با آوندهای آبکشی در تماس باشند.

به‌طور کلی، قطر عناصر آوندی بیشتر از تراکئیدها و قطر تراکئیدها بیشتر از آوندهای آبکش است اما طبق شکل کتاب درسی ممکن است یک تراکئید از یک عنصر آوندی قطورتر باشد یا یک آوند آبکش از یک تراکئید قطورتر باشد.

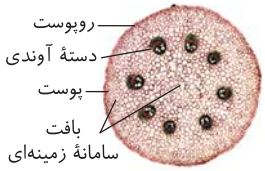
۷۴ جدول مربوط به بافت‌های مریستمی

مریستم	نخستین	افزایش طول و تا حدودی عرض ساقه، شاخه، ریشه و تشکیل برگ و انشعابات جدید در ساقه و ریشه	ریشه		نزدیک به انتهای ریشه قرار دارد و با بخش انگشتانه‌مانندی به نام **کلاهک** پوشیده است. کلاهک ترکیبات **پلی‌ساکاریدی** ترشح می‌کند که سبب نفوذ آسان ریشه به خاک می‌شود.
			ساقه	جوانه	جانبی: مجموعه‌ای از یاختهٔ مریستمی و برگ‌های بسیار جوان انتهایی
				میان‌گره	مریستم که در فاصلهٔ میان دو گره (محل اتصال برگ به ساقه یا شاخه) قرار دارد.
	پسین	تشکیل ساقه و ریشه‌هایی با قطر زیاد در نهان‌دانگان دولپه	آوندساز		منشأ بافت‌های آوندی چوب و آبکش؛ آوند چوب پسین را به سمت داخل و به مقدار بیشتر تولید می‌کند و آوند آبکش پسین را به سمت بیرون و به مقدار کمتر تولید می‌کند.
			چوب‌پنبه‌ساز		در سامانهٔ بافت زمینه‌ای به سمت درون، یاخته‌های پارانشیمی و به سمت بیرون، یاخته‌هایی را می‌سازد که دیوارهٔ آن‌ها **به تدریج** چوب‌پنبه‌ای می‌شود و در نتیجه بافتی مرده به نام چوب‌پنبه را می‌سازد.

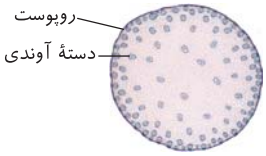
۶۶ شکل‌نامهٔ برش عرضی ریشه و ساقهٔ تک‌لپه و دولپه



«برش عرضی ریشه»



«برش عرضی ساقهٔ دولپه»



«برش عرضی ساقهٔ تک‌لپه»

در ریشهٔ دولپه، بیشترین سطح را پوست به خود اختصاص داده است و مرز بین پوست و استوانهٔ آوندی مشخص است. آوندهای ریشهٔ آن‌ها درونی‌ترین قسمت هستند که دسته‌های آوندی چوبی و آبکشی، به صورت متناوب (*یک در میان*) قرار دارند و در مرکز استوانهٔ آوندی، آوندهای چوبی ستاره‌ای با سطح مقطع بزرگ‌تر دیده می‌شوند.

در ریشهٔ تک‌لپه، مرز بین پوست و استوانهٔ آوندی مشخص است و درونی‌ترین بافت، بخشی محصور شده بین یک لایهٔ آوند چوبی و آبکش می‌باشد.

در ریشهٔ این گیاهان، آوندهای آبکش در سمت خارج آوندهای چوبی قرار گرفته‌اند و سطح مقطع کوچک‌تری نسبت به آوندهای چوبی دارند. هر دو آوند به صورت دایره‌ای کنار هم قرار گرفته‌اند که آبکش‌ها خارجی‌ترند.

در ساقهٔ دولپه، مرز بین پوست و استوانهٔ آوندی مشخص است و استوانهٔ آوندی مساحت بیشتری را به خود اختصاص داده است. در ساقهٔ این گیاهان فاصلهٔ روپوست تا هر دستهٔ آوندی **یکسان** است و آوندهای هم‌اندازه در محیط یک دایره و با فاصله از هم قرار دارند. دو طرف آوندهای ساقهٔ آن‌ها سامانهٔ زمینه‌ای وجود دارد.

در ساقهٔ تک‌لپه، مرز بین پوست و استوانهٔ آوندی مشخص نیست و دستجات آوندی روی دوایر متعدد با اندازه‌های متفاوت وجود دارند که از خارج به داخل بزرگ‌تر و با تعداد کمتر هستند.

در ساقهٔ تک‌لپه، تراکم دستجات آوندی از سمت داخل به خارج، افزایش می‌یابد.

نکات شکل زیر در ریشهٔ دولپه‌ها:

هر دو یاختهٔ گیاهی مجاور هم، الزاماً توسط پلاسمودسم با یکدیگر مرتبط نیستند. چون ممکن است مرده باشند.

در ریشهٔ دولپه، سطح مقطع آوندهای چوبی می‌تواند از آوندهای آبکش بزرگ‌تر یا کوچک‌تر باشد (*آوندهای چوبی مرکزی، بزرگ‌ترین‌اند*).

یاخته‌های پوست ریشهٔ دولپه، اغلب کروی شکل‌اند (*یاخته‌های درون‌پوست مانند اغلب یاخته‌های روپوست، مکعبی‌اند*).

لایهٔ ریشه‌زا، یاخته‌های کوچک‌تری نسبت به درون‌پوست دارد و جزء پوست محسوب نمی‌شود.

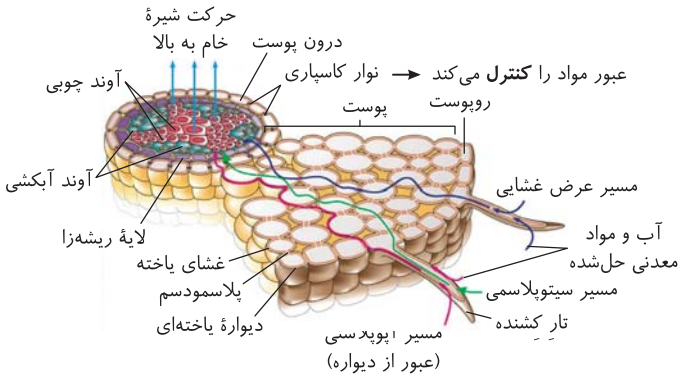
آوندهای چوبی که مستقیماً آب و مواد معدنی حل‌شده را از لایهٔ ریشه‌زا دریافت می‌کنند، سطح کوچک‌تری دارند.

لایهٔ ریشه‌زا، با آوندهای چوبی همانند آبکش در تماس است.

فضای بین یاخته‌های کروی پوست، زیاد است.

نوار کاسپاری در دیوارهٔ جانبی یاخته‌های درون‌پوستِ ریشهٔ دولپه قابل مشاهده است.

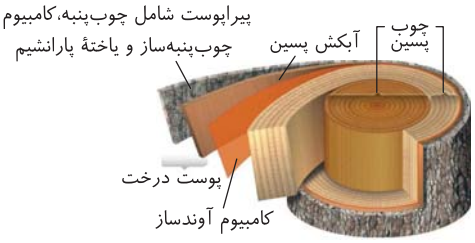
عبور آب و املاح به لایهٔ درون‌پوست دارای نوار کاسپاری از مسیر آپوپلاستی مقدور نمی‌باشد.



۷۵ مروری بر گیاهان تک‌لپه و دولپه

موارد مقایسه		تک‌لپه	دولپه
گروه‌بندی گیاهان گل‌دار		نهان‌دانگان	نهان‌دانگان
برگ	یاخته‌های فتوسنتزکننده	نگهبان روزنه – میانبرگ اسفنجی و یاخته‌های بیرونی رگبرگ (غلاف آوندی)	نگهبان روزنه – میانبرگ نرده‌ای و اسفنجی
	تعداد روزنه‌ها	در روپوست پایینی بیشتر از روپوست بالایی	در روپوست پایینی بیشتر از روپوست بالایی
	شکل برگ	نواری و رگبرگ‌های موازی	پهن و رگبرگ‌های منشعب
	اجزای برگ	دراز و بدون دمبرگ	پهنک و دمبرگ
گلبرگ	تعداد	مضربی از ۳	مضربی از ۲ یا ۵
ساقه	پوست	به‌طور مشخص ندارد	دارد
	نحوهٔ آرایش آوندها	پراکنده در حلقه‌های متعدد	منظم روی یک حلقه
	استوانهٔ آوندی	به صورت واحد وجود ندارد	دارد و درون آوندها بافتی زنده وجود دارد.
ریشه	پوست ضخامت	دارد	دارد و ضخیم‌ترین است.
		کمتر	بیشتر
	نحوهٔ آرایش آوندها	منظم روی دو حلقه، آبکش خارجی و چوبی داخلی	آوندهای چوبی در وسط و آبکش در اطراف آن‌ها
	استوانهٔ آوندی	بزرگ دارد که درون آن بافت غیرآوندی است.	دارد و درونی‌ترین بخش آن آوند است.
	لایهٔ ریشه‌زا	دارد	دارد
	نوار کاسپاری	در ۵ سطح درون پوست دارد و یاختهٔ معبر دارد.	در ۴ سطح درونی پوست دارد و یاختهٔ معبر ندارد.
	شکل ریشه	منشعب	مستقیم
	رشد پسین	ندارد	نوع درفتی دارد.
دانه	ذخیرهٔ غذایی دانهٔ رسیده	آندوسپرم	لپه‌ها
	سایر نکات	نقش **لپه** انتقال مواد غذایی از آندوسپرم به رویان است.	از بین رفتن توسط عامل نارنجی

۶۷ شکل‌نامهٔ برشی از ساقهٔ درخت



کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز برخلاف کامبیوم آوندساز، بخشی از **پوست** درخت است.
آبکش پسین برخلاف چوب پسین، بخشی از پوست درخت است.
وسیع‌ترین بخش درخت، چوب پسین است که شامل یاخته‌های تراکئید و عناصر آوندی است.
یاخته‌های پارانشیمی و فیبر نیز در آن دیده می‌شوند.
هر چه چوب پسین قدیمی‌تر باشد، رنگ آن تیره‌تر می‌شود. ضخامت بخش تیره‌تر بیشتر است.
کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز، خود بخشی از پیراپوست و پوست محسوب می‌شود.
آبکش پسین، دارای یاخته‌های همراه، یاخته‌های پارانشیمی و فیبر نیز می‌باشد. در آوندهای آبکشی صفحات آبکشی یافت می‌شوند.
عدسک‌ها در پیراپوست، با کمک به تعرق به صعود شیرهٔ خام در آوند چوبی کمک می‌کنند.
دقت کنید که چوب و آبکش پسین، فاقد چوب‌پنبه‌اند. آوندهای چوبی دارای لیگنین به شکل‌های متفاوتی در دیوارهٔ چوبی به جای ماندهٔ خود هستند و آوندهای آبکش نیز، دیوارهٔ نخستین سلولزی دارند.
با توجه به شکل آوندهای چوبی قدیمی‌تر که مرکزی‌ترند و از کامبیوم دورترند، تیره‌تر با قطر کمتر هستند.

زیست دهم — فصل هفتم

گفتار ۱

۷۶ معرفی اجزای خاک

اجزای خاک	منشأ	نکات
گیاخاک (هوموس)	گیاخاک، لایه **سطحی** خاک است و به‌طور عمده از بقایای جانداران و به ویژه اجزای در حال تجزیهٔ آن‌ها تشکیل شده است	گیاخاک، با داشتن بارهای **منفی**، یون‌های مثبت را در سطح خود نگه می‌دارند و در نتیجه مانع از شست وشوی این یون‌ها می‌شوند. گیاخاک همچنین باعث **اسفنجی** شدن حالت خاک می‌شود که برای نفوذ ریشه مناسب است.
بخش غیرآلی خاک	تفریب سنگ‌ها در اثر هوازدگی فیزیکی	تغییرات متناوب یخ‌زدگی و ذوب شدن نمونه‌ای از هوازدگی فیزیکی می‌باشد.
	تفریب سنگ‌ها در اثر هوازدگی شیمیایی	تفریب به واسطه اسیدهای تولید شده توسط جانداران و ریشه گیاهان نمونه‌ای از هوازدگی شیمیایی می‌باشد.
	عناصر معدنی که پس از مرگ جانداران و تجزیه بدن آن‌ها وارد خاک می‌شود.	پس از مرگ جانداران، طی تجزیه پیکر آن‌ها، علاوه‌بر مواد آلی و مواد معدنی وارد خاک می‌شود.
ریزاندامگان	در خاک، انواعی از میکروارگانیسم‌ها مثل باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و باکتری‌های آمونیاک‌ساز و نیترات‌ساز و ... فعّالیت می‌کنند.	برخی از ریزاندامگان در تامین نیتروژن گیاهان و مواد معدنی و آلی خاک نقش دارند.

۷۷ مروری بر باکتری‌های خاک

موارد مقایسه	تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن	آمونیاک‌ساز	نیترات‌ساز
مکان	خاک یا بر روی بخشی از گیاهان	در اطراف مواد آلی و گیاخاک	خاک اطراف ریشه
مادهٔ مصرفی	نیتروژن جوّ	مواد آلی	آمونیوم
مادهٔ تولیدی	آمونیوم	آمونیوم (برای سلول‌های دیگر)	نیترات
نقش	تثبیت نیتروژن جوّ به صورت آمونیوم	تبدیل مواد آلی خاک به آمونیوم	تبدیل آمونیوم به نیترات
نکته	در تأمین آمونیوم باکتری‌های نیترات‌ساز نقش دارند.	در تأمین آمونیوم باکتری‌های نیترات‌ساز نقش دارند.	نوعی باکتری شیمیوسنتزکننده است و به فعّالیت دو نوع باکتری دیگر وابسته است.
متابولیسم	ریزوبیوم مصرف‌کننده و سیانوباکتری فتوسنتزکننده	مصرف‌کننده و تجزیه‌کنندهٔ مواد آلی	شیمیوسنتزکنندهٔ مواد آلی

۶۸ شکل‌نامهٔ چرخهٔ نیتروژن در طبیعت

یون آمونیوم نوعی یون مثبت است که توسط باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن از N_2 جوّ و آمونیاک‌ساز غیرتثبیت‌کننده از N مواد آلی تولید می‌شود.

یون آمونیوم یا به صورت مستقیم جذب گیاه شده یا توسط باکتری‌های نیترات‌ساز طی اکسایش تبدیل به نیترات شده و توسط گیاه جذب می‌شود.

نیترات جذب شده به گیاه، در ریشه تبدیل به آمونیوم شده و سپس به سمت اندام‌های هوایی فرستاده می‌شود.

باکتری‌های نیترات‌ساز واکنش اکسایش ترکیب نیتروژن‌دار را انجام می‌دهند.

این باکتری‌ها شیمیوسنتزکننده و تثبیت‌کنندهٔ کربن (نه نیتروژن) هستند و نور بر فعالیت آن‌ها تأثیری ندارد.

«تغییرات مواد نیتروژن‌دار و چگونگی جذب آن‌ها از خاک»

فقط یون آمونیوم به اندام‌های هوایی گیاه منتقل می‌شود و نیترات به اندام‌های هوایی منتقل نمی‌شود. (یون نیکرنات هم از ریشه به اندام هوایی می‌رود.)

برخی سیانوباکتری‌ها در هوا و با همزیستی با بخش هوایی گیاهان به تثبیت نیتروژن می‌پردازند.

گیاهان می‌توانند نیتروژن خاک را به صورت یون مثبت و یون منفی جذب کنند ولی در گیاهان فقط نیتروژن به صورت یون مثبت استفاده و به اندام‌های هوایی منتقل می‌شود (گیاه در ریشهٔ خود می‌تواند نیترات را به آمونیوم تبدیل کند).

فعالیت این باکتری‌ها در زیر گیاخاک در مجاور ذرات معدنی می‌باشد.

اندازهٔ تارهای کشنده یکسان نیست.

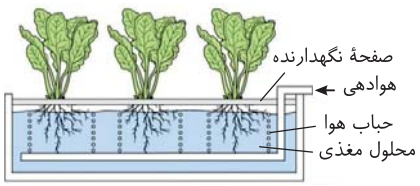
ضخامت ریشه در بخش‌های مختلف، متفاوت است.

۶۹ شکل‌نامهٔ کشت گیاه در محلول‌های مغذی

این شکل به بررسی نیازهای غذایی گیاهان و کودهای لازم و اثر کاهش یا افزایش مواد در رشد گیاهان می‌پردازد.

در صورتی که در محلول مغذی گل ادریسی، آلومینیوم وجود داشته باشد، با جذب آن، رنگ گلبرگ‌های گل ادریسی به آبی تغییر می‌یابد.

اندام‌های هوایی گیاه در محلول مغذی قرار ندارند و بالاترین قسمت ریشه توسط صفحهٔ نگهدارنده، نگه داشته می‌شود و هوادهی گیاه نیز از سمت پایین انجام می‌شود.



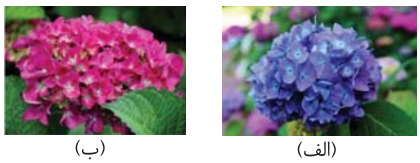
۷۰ شکل‌نامهٔ گل ادریسی

گیاه گل ادریسی در خاک‌های خنثی و قلیایی صورتی‌رنگ اما در خاک‌های اسیدی، آبی رنگ است.

تجمع آلومینیوم در واکوئل‌ها علت تغییر رنگ گلبرگ‌هاست.

گل ادریسی در انتهای ساقهٔ خود دارای مریستم زایشی است که تعدادی گل را به وجود آورده است.

گل‌های ادریسی، با وجود ژن‌نمود مشابه به علت تغییر میزان آلومینیوم خاک، رخ‌نمود متفاوتی نشان می‌دهند و بنابراین در این گیاهان تنوع رخ‌نمود به علت شرایط محیطی از تنوع ژن‌نمود بیشتر خواهد شد.

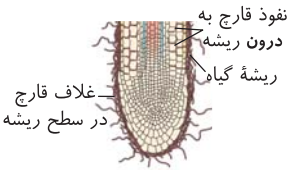

(ب) (الف)
«رنگ گل گیاه ادریسی در خاک‌های اسیدی (الف) و قلیایی و خنثی (ب)»

کودهای شیمیایی ۷۸

ویژگی / نوع کود	اجزا	نحوهٔ رهاسازی مواد معدنی	مزایا	معایب
آلی	بقایای جانداران	به‌آهستگی	آسیب کمتر به گیاهان و شباهت بیشتر به نیازهای جانداران	احتمال آلودگی به عوامل بیماری‌زا
شیمیایی	عناصر معدنی	به سرعت	جبران سریع کمبود مواد مغذی خاک و دسترسی سریع و راحت گیاهان به عناصر معدنی	آسیب به خاک و محیط زیست و تخریب بافت خاک + با رشد سریع باکتری‌ها، جلبک‌ها و گیاهان آب‌زی باعث مرگ و میر **جانوران** آب‌زی می‌شوند.
زیستی	باکتری‌های مفید	تکثیر و فعالیت آن‌ها، مواد معدنی را افزایش می‌دهد.	استفاده راحت و کم هزینه	معایب دو نوع کود دیگر را ندارد.

گفتار ۲

۷۱ شکل‌نامهٔ قارچ ریشه‌ای



رشته‌های قارچ از بافت پوششی و پوست ریشهٔ گیاه عبور می‌کند تا به نزدیکی سامانهٔ بافت آوندی برسد.
رشته‌های ظریف قارچی، علاوه‌بر عبور از فضاهای بین‌یاخته‌ای، هم می‌توانند وارد یاخته‌های روپوستی شوند و هم یاخته‌های پارانشیمی.
نفوذ قارچ به درون ریشه تا نزدیکی یاخته‌های سامانهٔ بافت آوندی دیده می‌شود، در نتیجه می‌توان گفت که تبادل مواد بین قارچ و گیاه می‌تواند در نزدیکی یاخته‌های آوندی انجام شود.
رشته‌های ظریف قارچ به درون آوندهای آبکش که آبی‌رنگ نشان داده شده است، وارد نشده‌اند.
قارچ ریشه‌ای با بخش پوستی ریشهٔ گیاه میزبان در تبادل است؛ بنابراین می‌تواند تا لایهٔ درون‌پوست ریشه نفوذ کند.
در نزدیکی یاخته‌های مریستمی نزدیک نوک ریشه، رشته‌های ظریف قارچ وجود ندارند.
نفوذ قارچ به درون ریشه در محل قرارگیری کلاهک مشاهده نمی‌شود، ولی در اطراف بخش خارجی پلی‌ساکاریدی آن دیده می‌شود.
در قسمت‌های بالاتر از کلاهک و مریستم که تمایز آوندی داریم، قارچ به درون ریشه نفوذ می‌کند و به تبادل مواد می‌پردازد.
بخش عمدهٔ قارچ به درون گیاه وارد نمی‌شود و اطراف ریشه را احاطه کرده است.

۷۲ شکل‌نامهٔ همزیستی گیاهان با باکتری‌ها

قارچ ریشه‌ای، ریزوبیوم و گل جالیز، جاندارانی هستند که با **ریشهٔ** گیاهان ارتباط زیستی دارند.
تناوب کشت در گذشته از روش‌های تقویت خاک بود که در آن گیاهان زراعی مختلف را پی‌درپی کشت و برداشت می‌کردند.
یکی از این گیاهان تیرهٔ پروانه‌واران است که گل‌های شبیه پروانه دارد.
دقت کنید که ریزوبیوم هم نیتروژن مورد نیاز گیاه پروانه‌وار را تأمین می‌کند و هم غیرمستقیم در دورهٔ بعدی کشت، نیتروژن مورد نیاز گیاه بعدی را تأمین می‌کند. در حقیقت در گرهک یاخته‌های ریشه رشد کرده و بیشتر و بزرگ‌تر شده و در آن باکتری همزیست ریزوبیوم دیده می‌شود.
ریزوبیوم‌ها نمی‌توانند فتوسنتز کنند و در خاک به صورت آزاد و با مواد آلی خاک رشد می‌کنند ولی پس از ورود به ریشهٔ پروانه‌واران به سرعت تکثیر می‌شوند.
گرهک ریشه را در تست‌ها با گره روی ساقه و شاخه که برگ از آن ایجاد می‌شود، اشتباه نگیرید.
در صورت مرگ گیاه یا برداشتن اندام هوایی، گرهک‌های پر از ریزوبیوم در خاک باقی می‌مانند.
از آن‌جایی که گیاه آزولا، نوعی گیاه آبزی به شمار می‌رود، بنابراین دارای پارانشیم هوادار می‌باشد.
ریشهٔ گیاه آزولا به دلیل در معرض نور بودن قادر به فتوسنتز است. این گیاه از ناخن انگشت کوچک‌تر است.
گیاه آزولا فاقد شُش‌ریشه است؛ در نتیجه می‌توان گفت که شُش‌ریشه فقط در بعضی از گیاهان آبزی وجود دارد.
گیاه دیگر گونرا است که در نواحی فقیر از نیتروژن زندگی می‌کند ولی رشد زیادی دارد که به دلیل سیانوباکتری‌های دمبرگ، ساقه و شاخه این گیاه است. این سیانوباکتری‌ها، فتوسنتز و تثبیت نیتروژن داشته و بخشی از انرژی خود را از فتوسنتز و بخش دیگر را از گیاه دریافت می‌کنند.
رگبرگ‌های گیاه گونرا منشعب هستند و این موضوع و همچنین داشتن دمبرگ نشان می‌دهد که یک گیاه دولپه است.
سیانوباکتری‌هایِ همزیستی‌کننده با گیاهان، همگی توانایی تثبیت کربن و نیتروژن را دارند.
گیاه آزولا نوعی سرخس آوندی بی‌دانه است که همانند قارچ جیبرلا در رشد برنج مؤثر می‌باشد.

«گونرا»

«آزولا»

۷۳ شکل‌نامهٔ گیاهان گوشت‌خوار (حشره‌خوار)

«چند نوع گیاه حشره‌خوار»

در گیاه توبره‌واش فقط برخی برگ‌ها برای شکار و گوارش خارج یاخته‌ای جانوران کوچک نقش و تمایز دارند که کوزه‌مانند است و به سرعت حشرات و لارو آن‌ها را شکار می‌کنند.
این گیاهان همگی فتوسنتزکننده و تثبیت‌کنندهٔ کربن CO_2 می‌باشند و همانند گیاه گونرا در مناطقی وجود دارند که از نظر برخی مواد همچون نیتروژن فقیر هستند.
این گیاهان برخلاف گونرا، نیتروژن را از شکار جانوران و منبع آلی به‌دست می‌آورند نه نیتروژن تثبیت شده در مواد معدنی!
توبره‌واش همانند آزولا، آبزی در تالاب‌های شمال ایران است.

نکتهٔ ترکیبی

ترکیب با فصل ۹ زیست یازدهم: برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار **کرک‌هایی** دارد که با برخورد حشره به آن‌ها تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازند که سبب بسته شدن برگ و در نتیجه به دام افتادن حشره می‌شود.

۷۴ شکل‌نامهٔ گیاهان انگل

«گیاه انگل سس»

«رابطه انگلی گیاه گل جالیز با بوتهٔ گوجه‌فرنگی»

گیاه سس، نوعی گیاه انگل است که برگ و ریشه ندارد و فقط **ساقهٔ نارنجی** یا **زرد**رنگ دارد.
گیاه سس به دور **ساقهٔ** گیاه میزبان خود می‌پیچد و اندام‌های مکنده را وارد آوندهای ساقهٔ گیاه می‌کند.
گیاه گوجه‌فرنگی، نوعی گیاه جالیزی غیرانگل است که به صورت بوته رشد می‌کند و در ابتدا میوهٔ نارس **سبز** رنگ دارد.
گل جالیز همانند گیاه سس، رنگ **زرد** و **نارنجی** دارد.
اندام مکندهٔ گل جالیز انگل وارد **ریشهٔ** گیاهان جالیزی میزبان می‌شود.
گیاه سس کلروپلاست و ریشه ندارد.
دقت کنید که گیاه سس چون ریشه ندارد پس در تشکیل قارچ‌ریشه‌ای شرکت نمی‌کند.
یک جاندار انگلی که اندام مکنده داشته باشد و گیاهان را آلوده کند، می‌تواند قارچ باشد یا می‌تواند گیاهی انگل باشد.
در گیاه سس پاسخ به تماس دیده می‌شود چون دور گیاهان می‌پیچد (*مانند ساقهٔ درخت مو*).
گل جالیز، گل خود را در رأس ساقهٔ زردرنگ (*غیرفتوسنتزکننده*) تولید می‌کند.

نکتهٔ ترکیبی

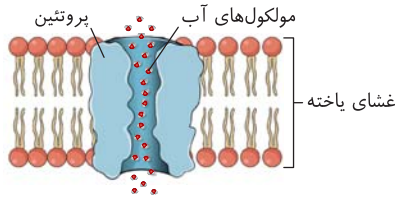
ترکیب با فصل ۹ زیست یازدهم: پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن ایجاد می‌شود؛ به‌طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد.

۷۹ جانداران مؤثر در تغذیهٔ گیاهی

جاندار	نوع رابطه	نوع و قسمت گیاه	طرف دوم رابطه	نکتهٔ خاص
قارچ ریشه‌ای (*میکوریزا*)	همزیستی	**ریشهٔ** گیاه **آوندی**	انواع مختلف **قارچ‌ها**	بیشترین همزیستی در گیاهان **دانه‌دار** می‌باشد. بیشتر برای گرفتن **فسفات** است.
ریزوبیوم با گیاه	همزیستی	**ریشهٔ** گیاه **تیرهٔ پروانه‌واران**	باکتری مصرف‌کنندهٔ ریزوبیوم	برای تقویت خاک و تناوب کشت و جذب **نیتروژن** بیشتر می‌باشد.
سیانوباکتری با آزولا	همزیستی	گیاه آبزی **کوچک** آزولا	باکتری فتوسنتزکننده (*سیانوباکتری*)	سبب **کاهش** ورود نور و O_2 به آب شده است.
سیانوباکتری با گونرا	همزیستی	**ساقه و دمبرگ گونرا**	باکتری فتوسنتزکننده (*سیانوباکتری*)	در نواحی **فقیر** از نظر **نیتروژن** می‌باشد.
گیاه گوشت‌خوار – حشرات	صیادی – شکارچی	**برخی** از **برگ‌های** گیاه	جانوران کوچک (*حشرات*)	مانند **توبره‌واش** با اندام کوزه‌مانند – گوارش **برون**یاخته‌ای دارد.
سس و گل جالیز با گیاهان	انگلی (*همزیستی*)	گیاه انگل **سس** یا **گل جالیز**	گیاه‌فتوسنتزکننده	سس **ریشه** ندارد – اندام مکنده برای گرفتن شیرهٔ **پرورده** دارد.

گفتار ۳

۷۵ شکل‌نامهٔ پروتئین تسهیل‌کنندهٔ عبور آب

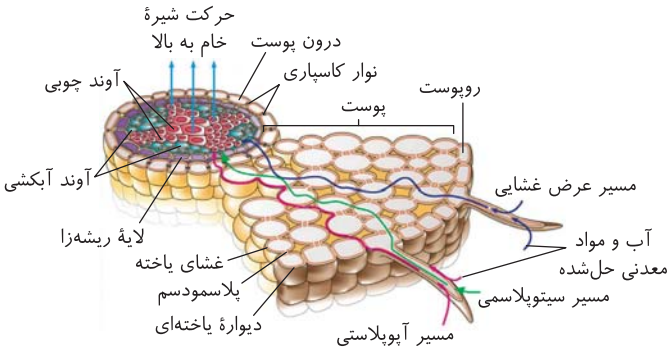


درعرض غشای بعضی یاخته‌های گیاهی و جانوری و غشای واکوئل بعضی یاخته‌های گیاهی، پروتئین‌هایی دخالت دارند که سرعت جریان آب را افزایش می‌دهند.
این پروتئین‌ها جزء کانال‌های سراسری در عرض غشا هستند که مولکول‌های آب را طی فرایند انتشار تسهیل‌شده عبور می‌دهند.
این پروتئین‌ها نوعی کانال نشتی و بدون دریچه هستند و فقط به‌طور اختصاصی طبق اسمز آب را منتقل می‌کند.
پروتئین‌های سراسری در هر دو لایهٔ غشا حضور دارند و دو سطح جانبی هر سمت آن‌ها چین‌خورده است.
تولید این پروتئین‌ها در ریبوزوم روی شبکهٔ آندوپلاسمی صورت می‌گیرد که در هنگام کم‌آبی (*همزمان با افزایش آبسیزیک اسید*) مقدار ساخت آن‌ها نیز زیاد می‌شود.

۸۰ مقایسهٔ مسیرهای کوتاه

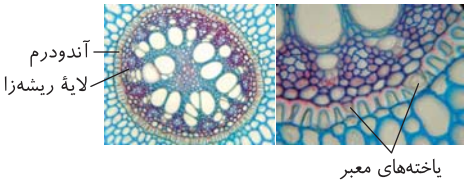
نوع مسیر		آپوپلاستی	سیمپلاستی	عرض غشایی
حرکت آب و املاح مواد معدنی از	دیوارهٔ یافته	+	−	+
	پروتوپلاست	−	+	+
	غشای یافته	−	−	+
	سیتوپلاسم و واکوئول	−	+	+
	پلاسمودسم	−	+	−
	تا رکشنده تا درون‌پوست	+	+	+
	درون‌پوست	−	+	+
	به یافته‌های U شکل	−	+	−
	یافته‌های معبر	+	+	+
	لایهٔ ریشه‌زا	+	+	+
	استوانهٔ آوندی	+	+	+
اسمز		−	+	+
پروتئین‌های تسهیل‌کنندهٔ عبور آب		−	+	+

۷۶ شکل‌نامهٔ برش عرضی ریشهٔ دولپه



- قطورترین بخش ریشهٔ گیاه دولپه براساس شکل کتاب درسی، پوست می‌باشد.
- کوچک‌ترین یاخته‌های پوست ریشه، یاخته‌های درون پوست هستند.
- فقط در مسیر آپوپلاستی، مواد به درون سیتوپلاسم یاخته‌های تارکشنده وارد نمی‌شوند.
- مسیر عرض غشایی همانند مسیر سیمپلاستی، فقط قادر به جابه‌جایی مواد از طریق یاخته‌های زنده می‌باشد.
- آوندهای چوبی با قطر بیشتر در مرکز ریشه قرار دارند.
- لایهٔ ریشه‌زا در مجاورت با یاخته‌های آوند آبکشی و یاخته‌های آوند چوبی باریک‌تر قرار می‌گیرد و این بدان معناست که یاخته‌های آوند چوب و آبکش در تماس مستقیم با درون پوست نیستند.
- یاخته‌های لایهٔ ریشه‌زا کوچک‌تر از یاخته‌های درون پوست هستند.
- یاخته‌های روپوست و درون پوست برخلاف اکثر یاخته‌های پوست حالت کروی ندارند.
- یاختهٔ درون‌پوست همانند یاختهٔ چوب‌پنبه‌ای دارای سوبرین (سِبِرک) می‌باشد.
- به‌طور معمول اندازهٔ یاخته‌های بیرونی پوست بزرگ‌تر از یاخته‌های روپوست و درون‌پوست است.
- آوندهای چوبی به‌طور معمول بزرگ‌تر از آوندهای آبکش هستند.
- اندازهٔ آوندهای چوبی در مرکز ریشه بزرگ‌تر از سایر آوندهاست.
- یاخته‌های لایهٔ ریشه‌زا با هر دو نوع آوند در تماس هستند.
- فقط گروهی از آوندهای چوب و آبکش در تماس با یاخته‌های لایهٔ ریشه‌زا هستند.
- قطورترین بخش ریشهٔ گیاه دولپه براساس شکل کتاب درسی، پوست است.
- یاخته‌های ریشه‌زا کوچک‌تر از یاخته‌های درون‌پوست هستند.
- یاخته‌های روپوست و درون‌پوست برخلاف اکثر یاخته‌های پوست حالت کروی ندارند.
- لایهٔ ریشه‌زا خارجی‌ترین لایهٔ بخش استوانهٔ آوندی است.

۷۷ شکل‌نامهٔ یاخته‌های معبر



- در ریشهٔ **بعضی** گیاهان، نوار کاسپاری علاوه‌بر دیواره‌های جانبی درون پوست، دیوارهٔ **پشتی** را نیز می‌پوشاند و انتقال مواد از این یاخته‌ها را غیرممکن می‌کند. در برش عرضی و زیر میکروسکوپ **نوری** این یاخته‌ها ظاهر نعلی یا U شکل دارند. در این گیاهان یاخته‌های **درون‌پوستی ویژه‌ای**، به نام **یاختهٔ معبر** وجود دارند که فاقد نوار کاسپاری در اطراف خود هستند و انتقال مواد به آوندها از طریق این یاخته‌ها در هر سه مسیر انجام می‌شود.
- با توجه به شکل کتاب درسی و آرایش آوندها، می‌توان گفت که یاخته‌های نعلی‌شکل (U شکل) و معبر، در گیاهان **تک‌لپه‌ای** دیده می‌شوند.

۷۸ شکل‌نامهٔ فشار ریشه‌ای

مراحل ایجاد فشار ریشه‌ای: منتقل شدن یون‌های معدنی با انتقال فعال از یاخته‌های درون‌پوست و یاخته‌های زندهٔ پیرامون آوندهای ریشه به درون آوندهای چوبی ← افزایش این یون باعث افزایش فشار اسمزی در آوندهای چوبی می‌شود ← ورود آب به درون آوندهای چوبی ← ایجاد فشار ریشه‌ای در اثر تجمع آب و یون‌ها ← هل دادن شیرهٔ خام به سمت بالا

در آزمایش اندازه‌گیری فشار ریشه‌ای، از جیوه استفاده می‌شود و این لوله حالت سینوسی‌شکل دارد.

افزایش فشار ریشه‌ای و صعود جیوه
- نشانگر فعالیت زیاد یاخته‌های زندهٔ درون پوست و لایهٔ ریشه‌زاست.
- سبب ایجاد شرایط لازم برای تعریق می‌شود.
- در بهترین حالت، چند متر شیرهٔ خام را در آوند چوبی بالا می‌برد.

«آزمایشی برای اندازه‌گیری فشار ریشه‌ای»

۷۹ شکل‌نامهٔ باز و بسته شدن روزنهٔ هوایی

علت باز و بسته شدن روزنه‌ها دو عامل می‌باشد، یکی **ساختار خاص** یاخته‌های نگهبان روزنه و دیگری **تغییر فشار تورژسانس** آن‌هاست. ساختار خاص یاختهٔ نگهبان هم به دلیل قطر بیشتر دیوارهٔ شکمی نسبت به پشتی و هم به دلیل وجود آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی می‌باشد.

عوامل **محیطی و درونی** مؤثر در **باز شدن** روزنه‌ها با تحریک **انباشته شدن فعال** برخی **یون‌ها** مثل **کلر و پتاسیم** و مواد **آلی** مثل ساکارز در **یاخته‌های نگهبان**، سبب افزایش فشار اسمزی نگهبان‌ها شده و به دنبال آن **جذب آب** و باز شدن روزنه صورت می‌گیرد. مثلاً نور یکی از عواملی است که با انباشته کردن این مواد در یاختهٔ نگهبان، سبب شروع مکانیسم باز کردن روزنه‌های هوایی می‌شود.

در هنگام باز شدن روزنهٔ هوایی دو چیز ثابت می‌ماند
- **قطر** هر یاختهٔ نگهبان به دلیل آرایش کمربندی رشته‌های شعاعی **سلولزی**
- مقدار سطح تماس بالا و پایین دو لایهٔ **شکمی** دو یاختهٔ نگهبان مجاور

وقتی روزنهٔ هوایی **باز** می‌شود، بخار آب از **بین دو یاختهٔ نگهبان** و از منفذ روزنه خارج می‌شود که منشأ این بخار آب، از بخار آب **فضای اشباع شده بین یاخته‌های میانبرگ** می‌باشد. یعنی این بخار آبی که از روزنه خارج شده است، در حقیقت از آبی نبوده که یاختهٔ نگهبان از یاختهٔ مجاور خود گرفته است. این بخار آب از فضای بین یاخته‌های میانبرگ موجود در بین دو روپوست برگ خارج شده است.

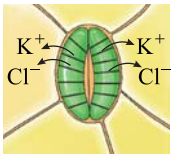
هر وقت یاختهٔ نگهبان، آب خود را از دست داد، یعنی روزنه می‌خواهد **بسته** شود. در این حالت یاختهٔ نگهبان با قطر ثابت، **کوتاه‌تر** می‌شود ولی هر وقت آب **از بین دو یاختهٔ نگهبان** (یعنی روزنهٔ هوایی) خارج شد، یعنی روزنه باید **باز** باشد و یاخته‌های نگهبان با قطر ثابت، طولش **زیاد** شده است و تورژسانس یافته است.

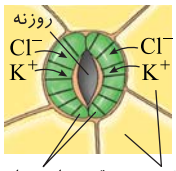
روپوست برگ لایه‌ای **بی‌رنگ** می‌باشد که فقط یاخته‌های **نگهبان** آن سبزدیسه و سبزینه دارند.

تعرق در گیاهان از روزنه‌های هوایی (بخش عمدهٔ تعرق و همچنین نه‌فقط در برگ) و پوستک و عدسک (در اندام‌های پیرگیاه) انجام می‌شود.

یاخته‌های مجاور یاخته‌های نگهبان، نوعی یاختهٔ روپوستی بزرگ‌تر هستند که فاقد کلروپلاست و توانایی فتوسنتز می‌باشند.

در یاخته‌های نگهبان روزنه، دیوارهٔ شکمی ضخیم‌تر است و بنابراین، این دیواره نسبت به دیوارهٔ پشتی، بیشتر رنگ می‌گیرد و کمتر به آن فشار وارد می‌شود.





یاخته‌های نگهبان روزنه — یاخته‌های روپوست

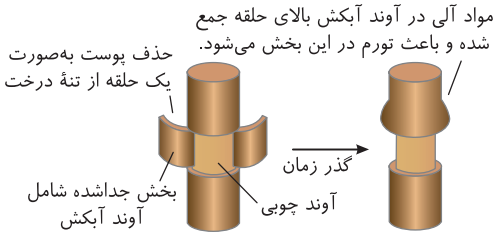
۸۱ عوامل مؤثر در تعرق

عوامل درونی مؤثر در تعرق	میزان آب در گیاه	در صورت کمبود شدید آب محیط، میزان تعرق کاهش می‌یابد تا آب گیاه حفظ شود.
	هورمون‌های گیاهی	بعضی از هورمون‌های گیاهی منجر به باز و بسته شدن روزنه‌های گیاه می‌شوند؛ مثل هورمون آبسیزیک‌اسید که باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود.
عوامل محیطی مؤثر در تعرق	نور	افزایش نور تا حد معین باعث باز شدن روزنه‌های گیاه می‌شود و افزایش شدید نور باعث بسته شدن روزنه‌های گیاه می‌شود.
	دما	افزایش دما تا حد معین باعث باز شدن روزنه‌های گیاه می‌شود و افزایش شدید دما باعث بسته شدن روزنه‌های گیاه می‌شود.
	رطوبت	کاهش و افزایش شدید رطوبت منجر به بسته شدن روزنه‌های هوایی می‌شود.
	کربن‌دی‌اکسید	**کاهش** کربن‌دی‌اکسید تا حد معین باعث **باز** شدن روزنه‌های گیاه می‌شود و کاهش شدید کربن‌دی‌اکسید باعث بسته شدن روزنه‌های گیاه می‌شود.

۸۲ الگوی مونش

مراحل الگوی مونش	ویژگی	نوع فرایند	جابه‌جایی آب	فشار اسمزی آوند آبکش
مرحلهٔ ۱	انتقال مواد آلی از محل منبع به آوند آبکش	فعّال	مهم جابه‌جایی مواد آلی است.	افزایش می‌یابد.
مرحلهٔ ۲	انتقال آب از یاخته‌های مجاور به آوند آبکش	**غیرفعّال**	از یاختهٔ منبع و آوند چوبی به آوند آبکش است.	کاهش می‌یابد.
مرحلهٔ ۳	جابه‌جایی شیرهٔ پرورده در آوند آبکش از طریق صفحات آبکشی	**فعّال**	همراه با مواد آلی به صورت جریان توده‌ای در آوند آبکش به سمت فشار کمتر ولی مهم فشار مواد است.	در حال تغییر کمی می‌باشد.
مرحلهٔ ۴	انتقال مواد آلی از آوند آبکش به محل مصرف	فعّال	خروج از یاختهٔ آبکشی و ورود آن به آوند چوبی است.	ابتدا کاهش سپس افزایش می‌یابد

۸۰ شکل‌نامهٔ محل آوند آبکش



با حذف پوست به صورت یک حلقه از درخت و تورم شیرهٔ پرورده در بالای حلقه، می‌توان فهمید که شیرهٔ پرورده در آوندهای چوبی جریان ندارد و آوندهای آبکشی در پوست درخت قرار دارند.
پوست درخت حاوی پیراپوست و آوندهای آبکش، برداشته شده است و در این قسمت، کامبیوم آوندساز در معرض هوا قرار دارد.
شکل مربوط به یک گیاه دولپه‌ای دارای رشد پسین است.
در شکل، جهت حرکت شیرهٔ پرورده از بالا به سمت پایین است.
در صورت برداشتن پوست، شیرهٔ خام به راحتی صعود می‌کند ولی شیرهٔ پرورده در آوندهای آبکش بالای محل برش جمع می‌شود.

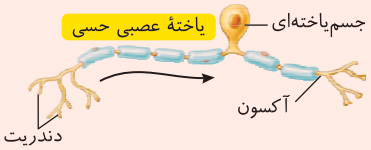
زیست یازدهم — فصل اول

گفتار ۱

۸۳ انواع یاخته‌های عصبی

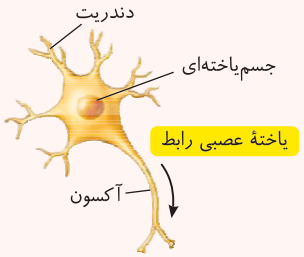
یاختهٔ عصبی حسی

این یاخته معمولاً اینطوریه که پیام رو از گیرنده(ها ک) حسی می‌گیره و می‌بره با خودش توی دستگاه عصبی مرکزی. جسم‌یاخته‌ای اون در دستگاه عصبی محیطیه و معمولاً دندریت بلند و آکسون کوتاه داره! (البته مثال نقضش رو توی گفتار ۲ فصل ۲ می‌خونیم گیرندهٔ بویایی که اتفاقاً آکسون بلندتر و دندریت کوتاه‌تر داره). آکسون و دندریتش هم معمولاً میلین‌داره چرا که کتاب درسی فرموده همهٔ یاخته‌های مورد بحث ما توی این بخش می‌تونن دارای میلین و بدون میلین باشند. یک دندریت و یک جسم‌یاخته‌ای و یک آکسون دارد. که انتهای آکسون و دندریتش می‌شه انشعاباتی رو دید. البته دقت کنید که فقط در برخی از آن‌ها که اغلب هم در نخاع دیده میشن آکسون و دندریت از یک جای جسم‌یاخته‌ای خارج می‌شود. (کوچک‌ترین جسم‌یاخته‌ای و هسته در آن وجود داره. این نورون‌ها تو اعصاب حس مغز و اعصاب مخلط مغز نخاع دیده می‌شن!)



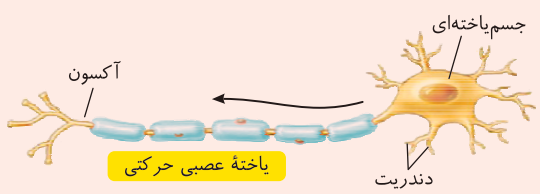
یاختهٔ عصبی رابط

این یاخته‌ها در دستگاه عصبی مرکزی یعنی مغز و نخاع یافت می‌شن. همونطور که از اسمشون می‌شه فهمید رابط بین یاختهٔ عصبی حسی و حرکتی هستن. یه دونه آکسون و یه‌دونه جسم‌یاخته‌ای و البته کلی دندریت دارن. وقتی تو مادهٔ خاکستری باشن هم آکسون و دندریتشون فاقد میلین هست که دلیلش رو هم در بالا گفتم و البته می‌توان این را نیز دریافت که چون معمولاً میلین ندارند پس سرعت هدایتشان پایین است. کلاً هم از نورون حسی و حرکتی، کوتاه‌ترن اما در خود یاخته، آکسون بلندتر و دندریت کوتاه‌تره. اگر نگاه کنی نسبت به یاخته‌های حسی و حرکتی، آکسون و دندریت کوتاه‌تری دارن و اینکه دندریت‌ها و پایانهٔ آکسونی انشعاب‌دار داره که میاد و از یه طرف با نورون‌های حسی و از طرف دیگر با نورون‌های حرکتی سیناپس می‌دن! هستهٔ گرد مرکزی و جسم‌یاخته‌ای ستاره‌ای شکل هم دارن!

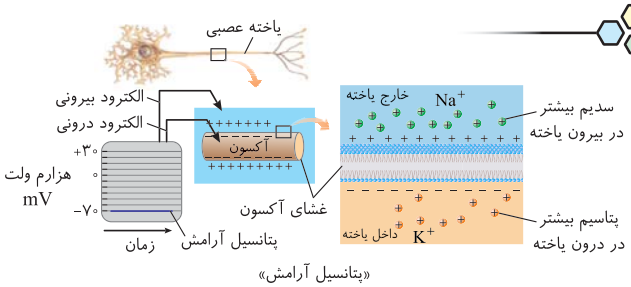


یاختهٔ عصبی حرکتی

این یاخته‌ها پیام عصبی را از دستگاه عصبی مرکزی به ماهیچه، غدد و ... می‌برن. جسم‌یاخته‌ای اون‌ها در دستگاه عصبی مرکزی قرار داره و همانند نورون رابط کلی دندریت و یک جسم‌یاخته‌ای و یک آکسون دارن. آکسون اون‌ها بسیار بلندتر از دندریت‌هاست اما، آکسون آن معمولاً برخلاف دندریت میلین‌داره. این نورون‌ها در اعصاب حرکتی و اعصاب نخاعی مختلط قرار دارن (هر دو رشته می‌توانند میلین داشته‌باشند یا نداشته‌باشند) بازم میگم که فقط آکسون در انتقال پیام عصبی نقش دارد ولی در هدایت، هم جسم‌یاخته‌ای، هم آکسون و هم دندریت. (هستهٔ آن از بقیهٔ انواع نورون‌ها بزرگ‌تر است.)



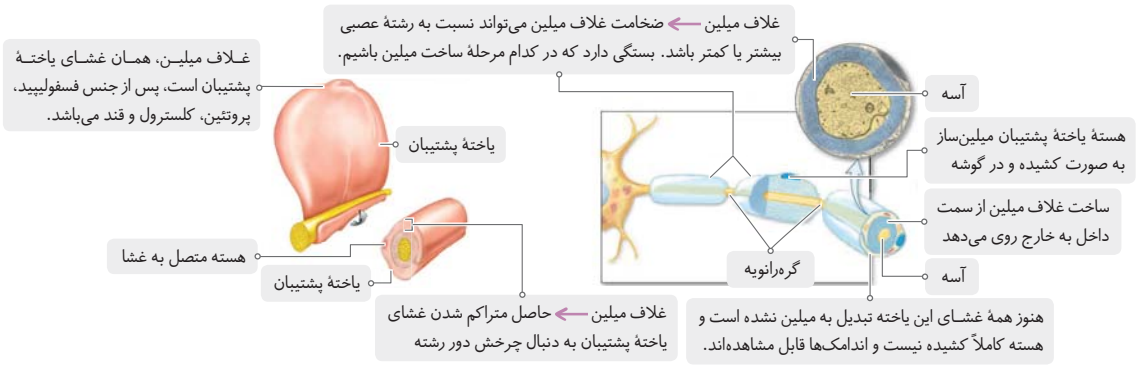
۸۱ شکل‌نامهٔ اندازه‌گیری پتانسیل‌های غشایی (آرامش)



«پتانسیل آرامش»

برای تعیین اختلاف پتانسیل الکتریکی نورون، یک الکترود به سمت درون غشای یاخته‌ای (سیتوپلاسم) و الکترود دیگر در بیرون غشای یاخته‌ای (فضای بین یاخته‌ای) قرار می‌گیرد.
در شکل می‌بینید که همیشه یون‌های سدیم بیرون یاخته بیشتر و یون‌های پتاسیم درون کمتر هستند و شایان ذکر است که یون‌های سدیم و پتاسیم به ترتیب درون و بیرون نشان داده نشده‌اند تا تصویر شلوغ‌تر از این که هست نشود. راستی اینجا هم الکترودها رو میشه دید. پس طبق قانون انتشار، سدیم‌ها تمایل به ورود و پتاسیم تمایل به خروج دارد.
این شکل پتانسیل آرامش را در حالت استراحت یاخته نشان می‌دهد که مجموع یون‌های سدیم و پتاسیم درون یاخته، ۷۰ تا از مجموع این دو یون در بیرون یاخته کمتر است و نمودار اختلاف پتانسیل ۷۰− را نشان می‌دهد.
همواره در طول پتانسیل‌های غشایی اعدادی که نشان داده می‌شوند، تفاوت اختلاف سدیم و پتاسیم **درون نورون نسبت به بیرون** می‌باشند. مثلاً وقتی این اختلاف وجود ندارد، با عدد صفر نشان داده می‌شود.

۸۲ شکل‌نامهٔ یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی



یاخته‌های **غیرعصبی** (*پشتیبان*) موجود در بافت عصبی، وظایف مختلفی دارند از قبیل ایجاد داربست برای استقرار یاختهٔ عصبی، دفاع از یاخته‌های عصبی (*نورون‌ها*)، حفظ هم‌ایستایی مایع **اطراف** یاخته‌های عصبی، ساختن غلاف میلین به دور بعضی یاخته‌های عصبی. *در پایان باید بهتون بگم که فکر نکنید هر یافتهٔ پشتیبان در همهٔ این وظایف نقش دارد چرا که این یافته‌ها انواع گوناگونی دارند. مثلاً بعضیا میرن برای دفاع و بعضیا میرن برای ایجاد داربست و بعضیا برای هومئوستازی مایع اطراف یافته‌های عصبی (هومئوستازی مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسمی خودشون رو هم که همه دارن) و بعضیا هم میپیچن دور آکسون و دندریت و میشن غلاف میلین!*

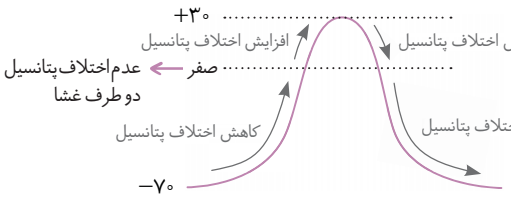
یاخته‌های پشتیبان، **چند** دور (*نه یک دور*)، اطراف رشتهٔ عصبی (*آکسون یا دندریت و به‌هیچ‌وجه نمیشه که جسم یاخته‌ای باشه*) می‌پیچند و غلاف میلین را تشکیل می‌دهند، *یعنی مثل لواشک دور رشتهٔ عصبی رو می‌گیرند و سیتوپلاسمشون مثل نواری میاد و دور رشتهٔ عصبی رو می‌گیره! همان‌طور که می‌بینید هسته در این یاخته‌ها همانند یاختهٔ ماهیچهٔ اسکلتی و یاختهٔ چربی در بخش متصل به غشا قرار گرفته. راستی یه نکتهٔ خوب! از اونجایی که در غلاف میلین* **غشا** داریم، پس **کلسترول** و فسفولیپید و کربوهیدرات در غلاف میلین دیده می‌شوند.

در بین دو قسمت دارای میلین، غشای نورون با مایع بین‌یاخته‌ای در تماس است که گره‌رانویه گفته می‌شود!

در مقطع عرضی، قطر رشتهٔ عصبی از قطر میلین می‌تواند بیشتر باشد.

دقت کنید که هر یاختهٔ عصبی در اطراف خود، انواعی یاختهٔ پشتیبان دارد که همه باید برای آن بافت عصبی نیز هم‌ایستایی انجام بدهند. **پس فکر نکنید که یاخته‌های عصبی فاقد میلین، یاختهٔ پشتیبان در کنار خود ندارند.**

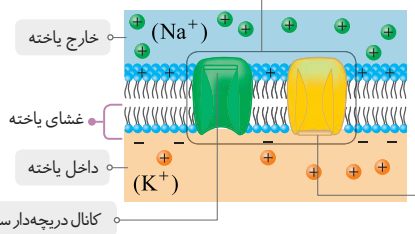
۸۳ شکل‌نامهٔ بررسی کانال‌های دریچه‌دار در پتانسیل عمل



- همواره ورود و خروج سدیم و پتاسیم در تمامی مراحل پتانسیل عمل دیده می‌شود (*توسط کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم*)
- همواره غلظت سدیم در خارج یاخته و پتاسیم در داخل یاخته بیشتر است.
- در هیچ نقطه‌ای از غشای نورون یا نمودار پتانسیل عمل، کانال‌های **دریچه‌دار** سدیمی و پتاسیمی هم‌زمان باز نیستند.

کانال‌های دریچه‌دار
- انتشار تسهیل‌شده را در جهت شیب غلظت انجام می‌دهند.
- فاقد توانایی مصرف انرژی زیستی هستند.
- دارای تغییر شکل سه‌بعدی می‌باشد.
- پروتئین سراسری در تماس با سر آبدوست و دم آب‌گریز فسفولیپیدها هستند.

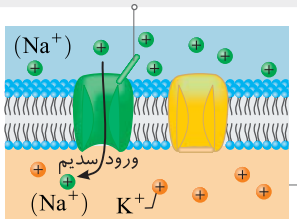
۱ پتانسیل آرامش (−۷۰):



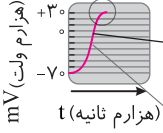
نام مرحله	افتلاف پتانسیل	دریچه‌دار سدیمی	دریچه‌دار پتاسیمی
پتانسیل آرامش	حرکات حالت −۷۰ است.	بسته‌هستند.	بسته‌هستند.

۲ شروع پتانسیل عمل (−۷۰ تا +۳۰):

دریچهٔ کانال سدیمی در سمت خارجی غشا (*سمت گلیکوکالیکس*) و باز شدن به سمت خارج (*بالا*)



همچنان غلظت سدیم بیرون یاخته بیشتر است.



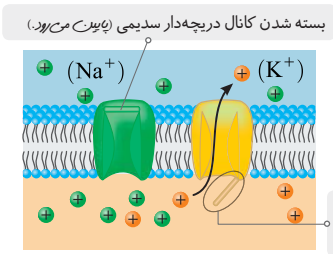
عامل آن ورود سدیم است.

کانال دریچه‌دار پتاسیمی بسته **می‌ماند!**

نام مرحله	افتلاف پتانسیل	دریچه‌دار سدیمی	دریچه‌دار پتاسیمی
بالاروی پتانسیل عمل	از −۷۰ تا صفر کم شده و سپس از صفر تا +۳۰ زیاد می‌شود.	دریچه به سمت فضای بین‌یافته‌ای باز می‌شود.	بسته می‌ماند.

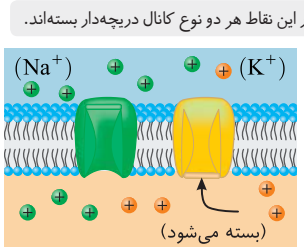
۳ مرحلهٔ پایین‌رو پتانسیل عمل (۳۰+ تا ۷۰−):

نام مرحله	افتلاف پتانسیل	دریچه‌دار سریمی	دریچه‌دار پتاسیمی
پایین‌روی پتانسیل عمل	ابتدا از ۳۰+ تا صفر کم می‌شود و سپس از صفر تا ۷۰− زیاد می‌شود.	دریچهٔ آن به سمت غشا بسته می‌شود.	دریچهٔ آن به سمت سیتوپلاسم باز می‌شود.



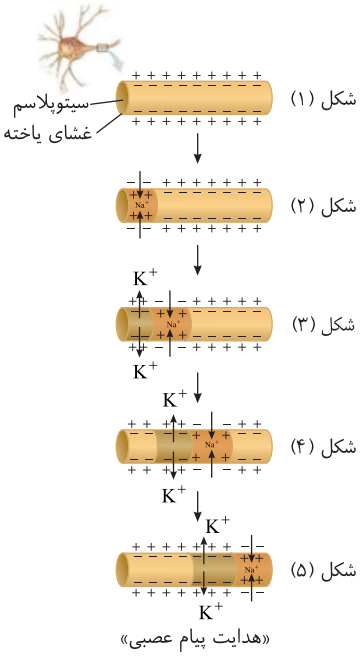
نام مرحله	افتلاف پتانسیل	دریچه‌دار سریمی	دریچه‌دار پتاسیمی
بازگشت پتانسیل عمل به آرامش	به ۷۰− یعنی به حد آرامش می‌رسد.	بسته می‌مانند.	به سمت غشای یافته‌بسته می‌شوند.

۴ برگشتن پتانسیل عمل به آرامش:



فعالیت بیشتر پمپ سدیم - پتاسیم، تراکم یون‌ها را به حالت آرامش می‌رساند.
ولی همچنان غلظت پتاسیم درون یاخته بیشتر است.
در این حالت فقط کانال دریچه‌دار پتاسیمی تغییر وضعیت می‌دهد.

۸۴ شکل‌نامهٔ هدایت نقطه به نقطهٔ پیام عصبی



با توجه به شکل (۱) می‌بینید که این یافته عصبی، در حالت پتانسیل آرامش به سر می‌برد از تحریک خبری نیست و هر چی هست پتانسیل آرامش! در تمام حالت‌های این شکل هواسمون هست که یون سریم درون کمتر از بیرون یافته و یافتهٔ پتاسیم درون یافته بیشتر از بیرون یافته هست و از طرفی پمپ سریم - پتاسیم و کانال‌های نشتی سریمی و پتاسیمی کلاً همیشه فعالن!

با توجه به شکل (۲)، می‌بینیم که پتانسیل عمل (الف) به علت تحریک در ابتدای یافتهٔ عصبی ایجاد شده و کانال دریچه‌دار سریمی باز شده و باعث میشه در جهت پتانسیل عمل و برون مصرف انرژی، یون‌های سریم رو به داخل یافته بفرسته و درون یافته برای لحظه‌ای کوتاه دارای پتانسیل مثبت نسبت به بیرون شده است.

با توجه به شکل (۳)، وقتی در یک نورون بیرون منفی بوده و کانال دریچه‌دار سریمی باز است (ب)، می‌توان در نقطهٔ قبلی آن (الف) دریچهٔ باز کانال دریچه‌دار پتاسیمی را مشاهده کرد پس میشه در یک لحظه کانال دریچه‌دار سریمی و پتاسیمی رو در یک رشته عصبی باز دید (البته در نقاط متفاوت).

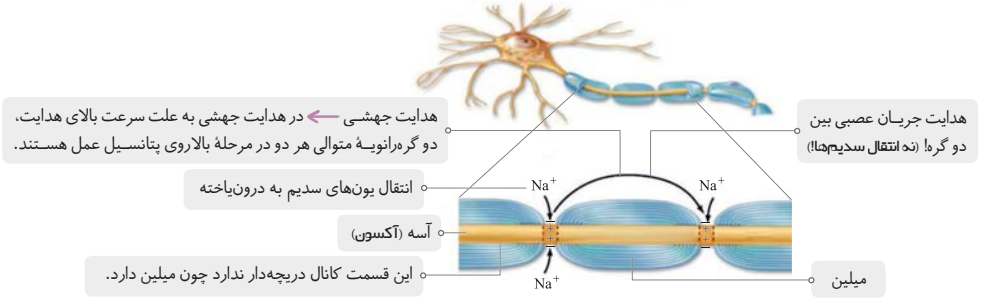
با توجه به شکل (۴)، در قسمت سوم این عکس میشه دید که پتانسیل عمل در نقطهٔ جلوتر (الف) از نقطهٔ قبلی ایجاد شده و همون بخش بالارو نمودار پتانسیل عمل رو در بخش بعد میشه دید و البته هواسمون هست که در نقطهٔ قبلی (ب) که در قسمت سه در مرحله بالارو بود، الان دیگه کشیده پایین پتانسیلو و در مرحلهٔ پایین‌رو به سر می‌برد و این یعنی کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی‌اش در حال خروج یون‌های پتاسیم در جهت شیب غلظت یعنی بیرون یافته هستند.

وقتی در یک نورون کانال دریچه‌دار پتاسیمی بسته است (الف)، می‌توان در نقطهٔ بعدی آن، (ب) دریچهٔ بستهٔ کانال دریچه‌دار سریمی را مشاهده کرد پس میشه در یک لحظه کانال دریچه‌دار سریمی و پتاسیمی رو در یک رشتهٔ عصبی بسته دید (هم در نقاط متعدد هم در حالت نمودار و پتانسیل آرامش).

در قسمت چهارم بسیار واضحه که چی میشه. چراکه در نقطهٔ اولی به پتانسیل آرامش رسیدیم (ج) و در نقطهٔ دوم هم که در مرحله پایین‌رو و خروج پتاسیم (ب) رو داریم و در نقطهٔ سوم که جدیدن به جمع‌مون اضافه شده، مرحله بالارو و باز شدن کانال دریچه‌دار سریمی (الف) رو به تماشا می‌نشینیم.

در شکل (۵)، واضح است که پتانسیل عمل به انتهای رشتهٔ عصبی رسیده است و حالا باید به یافتهٔ بعد منتقل شود.

۸۵ شکل‌نامهٔ هدایت جهش پیام عصبی



در محل گره‌های رانویه، میلین وجود ندارد و رشتهٔ عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. بنابراین، در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی در رشته عصبی از یک گره به گرهٔ دیگر، هدایت می‌شود. در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گرهٔ دیگر میجهد. به همین علت، این هدایت را هدایت **جهشی** می‌نامند.

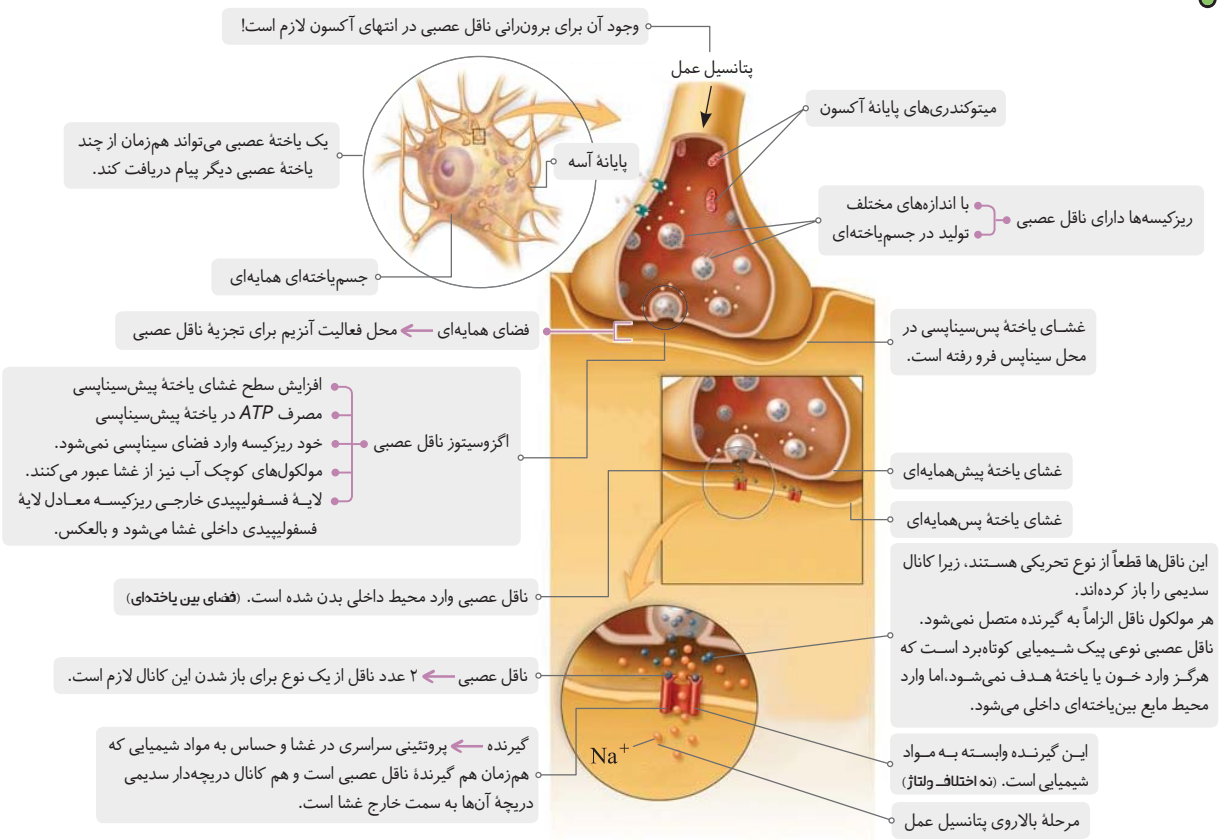
سـرعت هدایت پیام عصبی در رشـته‌های عصبی با دو عامل، **قطر و وجود میلین**، رابطهٔ مسـتقیم دارد؛ یعنی سـرعت هدایت پیام عصبی در رشته‌های میلین‌دار و قطور بیشتر از رشته‌های بدون میلین و باریک است.

در گره‌های رانویه تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد اما در فاصلهٔ بین گره‌ها این کانال‌ها وجود ندارند.

در این شـکل دقت کنید که اولاً در گره‌های رانویه سـدیم‌ها وارد نورون می‌شـوند و بین دو گره، جریان عصبی (پ‌ه‌م) هدایت می‌یابد و ثانیاً اینکه در محل گره‌ها فقط یاختهٔ پشتیبان **میلین‌ساز** وجود ندارد ولی نوع دیگر یاختهٔ پشتیبان وجود دارد.

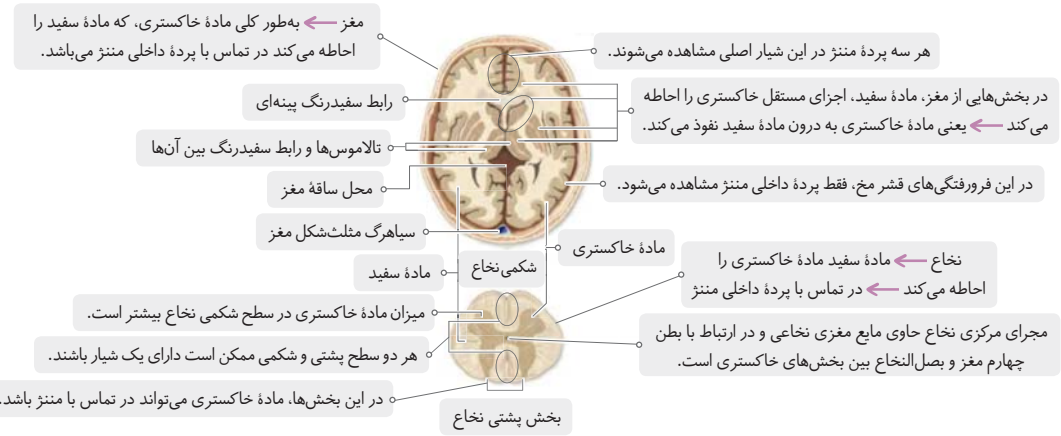
وجود غلاف میلین و گره‌رانویه برای نورون‌هایی که بخش‌های مربوط به حرکات سریع بدن را کنترل می‌کنند مثل انعکاس‌ها ضروری است.

۸۶ شکل‌نامهٔ سیناپس

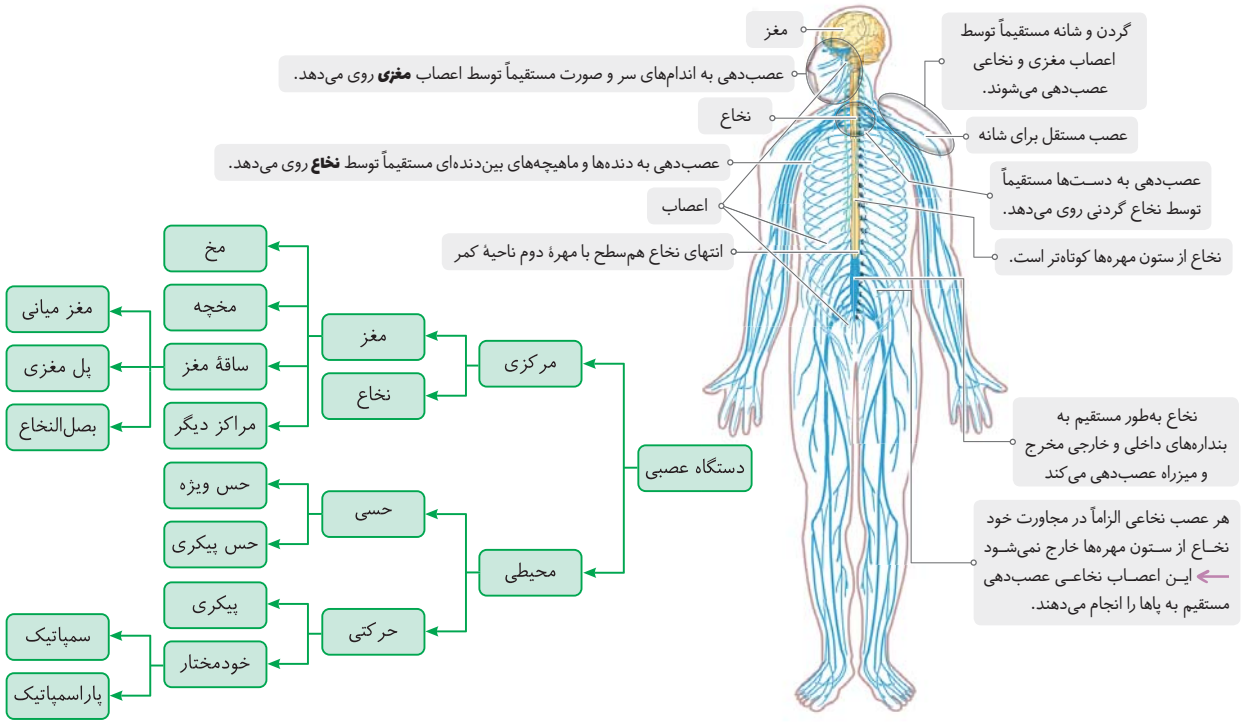


گفتار ۲

۸۷ شکل‌نامهٔ بخش سفید و خاکستری دستگاه عصبی و مرکزی

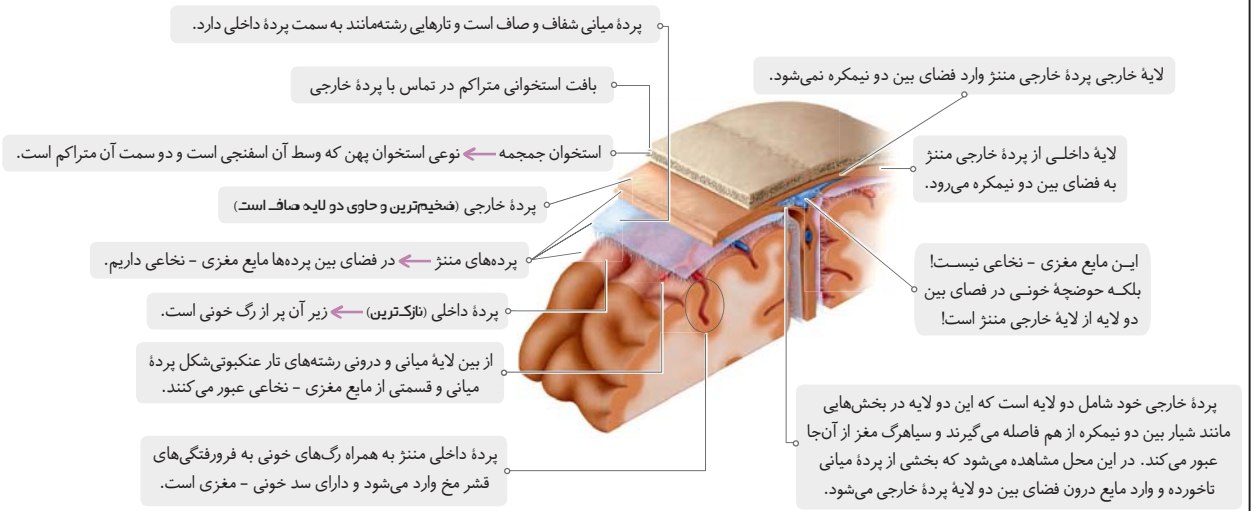


۸۸ شکل‌نامهٔ بخش مرکزی و محیطی دستگاه عصبی

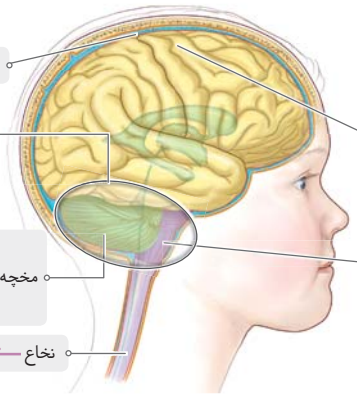


۱ در مغز، عمدتاً بخش‌های خاکستری به استخوان جمجمه نزدیک‌تر هستند، ولی در نخاع، عمدتاً بخش‌های سفید به استخوان‌های مهره نزدیک‌تر می‌باشند.
۲ ضخامت مادهٔ خاکستری در سطح شکمی نخاع بیشتر از بخش پشتی آن می‌باشد.
۳ بین داخلی‌ترین پردهٔ مننژ با نخاع و مغز هیچ مایع مغزی- نخاعی دیده نمی‌شود.
۴ بلندترین عصب پیکر انسان (*مربوط به پا*) از پایین‌ترین بخش نخاع خارج نمی‌شود.
۵ اعصاب مربوط به چشم و بیشتر بخش‌های صورت مستقیماً به مغز وارد می‌شوند.
۶ برخلاف مغز بخش خارجی نخاع دارای چین‌خوردگی نیست.
۷ ضخامت نخاع در بخش ابتدایی و انتهایی بیشتر از بخش میانی آن می‌باشد.
۸ اعصاب محیطی دست انسان به نخاع در ناحیهٔ گردنی متصل می‌شوند.
۹ اعصابی از ناحیهٔ سر نیز به نخاع وارد می‌شوند! تا فرمان ارادی صادر کنند.

۸۹ شکل‌نامهٔ مننژ (البته شکل کمی کامل‌تر از کتاب است.)

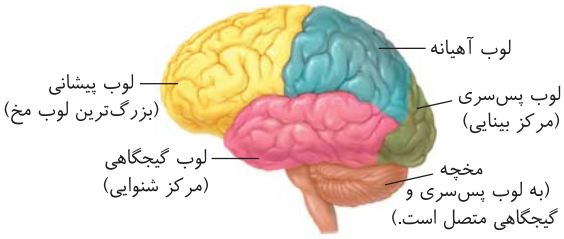


۹۰ شکل‌نامهٔ سه بخش اصلی مغز



- رگ‌های خونی و مننژ در تمام اطراف مخ و کل مغز دیده می‌شوند.
- نیمهٔ بالایی مخچه و ساقهٔ مغز توسط نیمکره‌های گیجگاهی و پس‌سری مخ پوشانده می‌شود.
- مخ
  - حجیم‌ترین بخش مغز است ← از پایین به ساقهٔ مغز و مخچه متصل است.
  - لوب پیشانی جلویی‌ترین و حجیم‌ترین و لوب پس‌سری عقبی‌ترین و کوچک‌ترین بخش مخ هستند.
- ساقهٔ مغز
  - باریک‌ترین قسمت مغز است.
  - از پشت با مخچه در تماس است.
  - مغزمیانی آن از بالا با لوب گیجگاهی مخ در ارتباط است.
  - بصل‌النخاع آن از پایین با نخاع در ارتباط است.
- مخچه
  - از بالا به لوب گیجگاهی و پس‌سری مخ و از جلو به ساقهٔ مغز متصل است.
  - همانند مخ بیرون آن خاکستری و درون آن سفید است.
- نخاع ← از بالا فقط با ساقهٔ مغز (بصل‌النخاع) اتصال دارد.

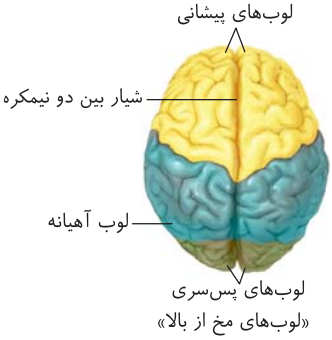
۹۱ شکل‌نامهٔ نمای مخ از نیمرخ



«لوب‌های مخ از نیمرخ» ← در این نما، چهار لوب هر نیمکرهٔ مخ به همراه مخچه دیده می‌شود.

- تنها لوبی که با ساقهٔ مغز ارتباط مستقیم دارد، لوب گیجگاهی می‌باشد.
- در مشاهدهٔ لوب‌های مخ از بالا به لوب گیجگاهی برخلاف سایر لوب‌های مخ دیده نمی‌شود.
- لوب پیشانی بزرگ‌تر از لوب آهیانه و لوب آهیانه بزرگ‌تر از لوب گیجگاهی و لوب گیجگاهی بزرگ‌تر از لوب پس‌سری می‌باشد (*پیشانی بزرگ‌ترین و پس‌سری کوچک‌ترین است*).
- لوب پس‌سری به مقدار کمتر و لوب گیجگاهی به مقدار بیشتر از پایین در تماس با مخچه می‌باشند.
- لوب پیشانی و لوب پس‌سری با هم تماسی ندارند.
- در حالت عادی، مغز میانی، توسط لوب‌های گیجگاهی نیمکره‌های مخ پوشانده می‌شوند.
- در هر نیمکره، هر لوب مخ به تعداد لوبی که با آن‌ها در تماس است، با شیار تماس دارد. (*مثلاً لوب گیجگاهی توسط ۳ شیار با ۳ لوب دیگر در تماس می‌باشد!*)
- تعداد شیارهای عمیق در هر نیمکرهٔ مخ، ۳ عدد می‌باشد ولی تعداد شیارهای عمیق در کل مخ ۷ عدد است. (*۶ شیار در دو نیمکره و یک شیار بین دو نیمکره!*)
- قشر مخ چین‌خورده است و شیارهای متعددی دارد ولی شیارهای عمیق (*نه هر شیاری!*) هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب پس‌سری، گیجگاهی، آهیانه و پیشانی تقسیم می‌کنند.
- لوب‌های پیشانی و پس‌سری هرکدام در هر نیمکره با دو لوب دیگر مخ و لوب‌های گیجگاهی و آهیانه هرکدام در هر نیمکره با سه لوب دیگر مخ در تماس‌اند. دقت کنید که لوب پیشانی با لوب بویایی نیز در تماس است اما لوب بویایی جزء لوب‌های مخ نیست.
- جلوترین و بزرگ‌ترین بخش ساقهٔ مغز، پل‌مغزی است که به صورت یک برآمدگی دیده می‌شود.

۹۲ شکل‌نامهٔ نمای مخ از بالا

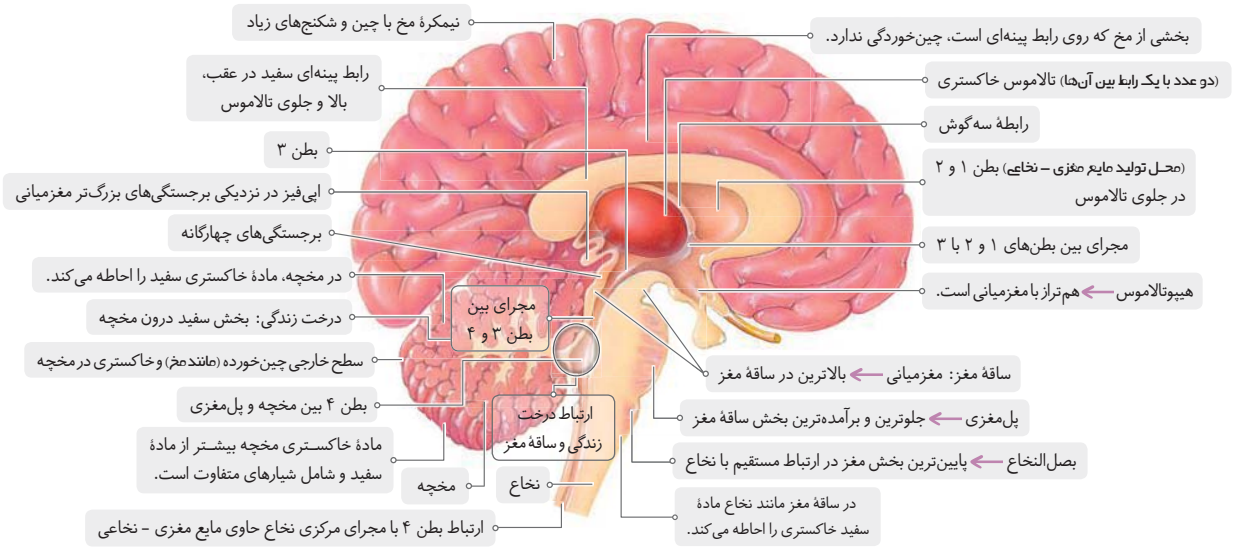


«لوب‌های مخ از بالا»

- شیار بین دو نیمکره، بین لوب‌های پیشانی، آهیانه و پس‌سری در دو نیمکرهٔ چپ و راست قرار دارد و از نمای بالا دیده می‌شود ولی بین لوب‌های گیجگاهی قرار ندارد و در نمای جانبی هم دیده نمی‌شود.
- شیار بین دو نیمکره، طولانی‌ترین شیار مغز است.
- همهٔ لوب‌های هر قسمت نیمکرهٔ مخ با لوب همتای خود در نیمکرهٔ دیگر مخ در تماس هستند.
- جلویی‌ترین و عقبی‌ترین قسمت مغز، مربوط به مخ می‌باشد.
- در این نما، ساقهٔ مغز، مخچه و لوب گیجگاهی دیده نمی‌شود.
- در هر نیمکره دو شیار اصلی دیده می‌شود
  - بین لوب پیشانی و آهیانه
  - بین لوب آهیانه وپس‌سری

۹۳ شکل‌نامهٔ قسمت‌های مختلف مغز (نیمکرهٔ چپ)

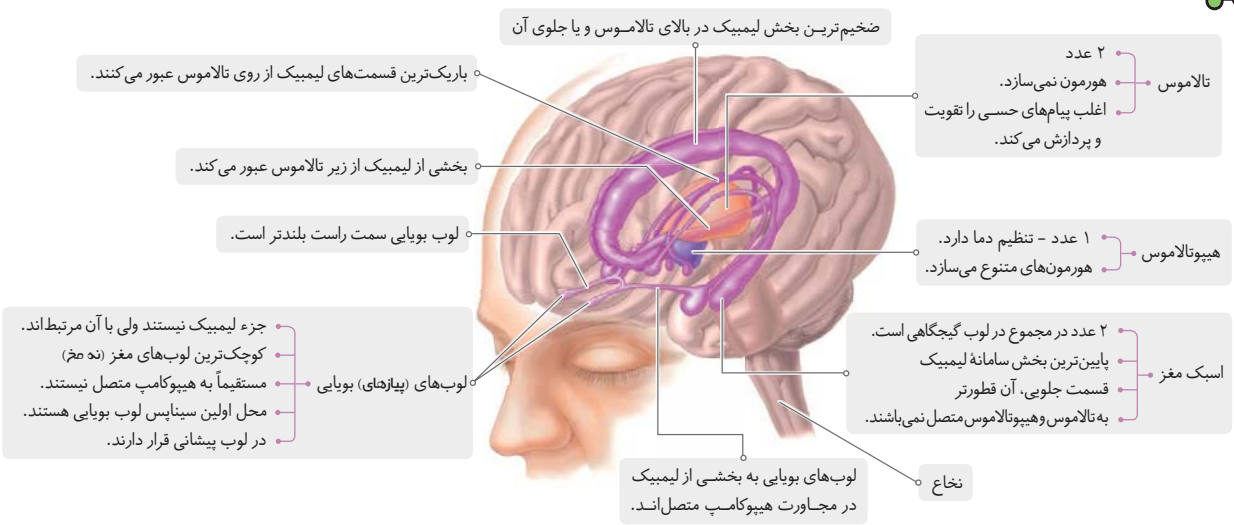
به‌طور کلی شاخه‌های ابتدایی درخت زندگی مخچه بلندتر از شاخه‌های پایانی درونی آن هستند.
مخچه از طریق درخت زندگی با سایر بخش‌های مغز ارتباط دارد.
تراکم مادهٔ خاکستری بصل‌النخاع و پل‌مغزی در بخش‌های جلویی آن‌هاست.
در مخچه برخلاف مخ، ضخامت بخش خاکستری از سفید بیشتر است.



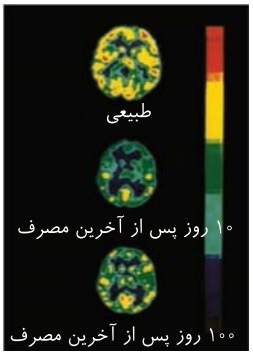
بررسی ساقهٔ مغز و مخچه از برش درونی:

مادهٔ خاکستری در مخچه برخلاف مخ نسبت به مادهٔ سفید، ضخیم‌تر می‌باشد.
هیپوتالاموس با اندازهٔ کوچک‌تر، زیر و جلوی تالاموس و هم‌عرض مغز میانی قرار دارد. نخاع نیز از طریق بصل‌النخاع و مجرایی با بطن ۴ مغزی مرتبط می‌باشد.
تالاموس بالای ساقهٔ مغز و زیر جسم پینه‌ای می‌باشد و جسم سفید به حساب نمی‌آید.
مغز میانی براساس شکل کتاب درسی، دارای دو قسمت است که مجرای ارتباطی بطن ۳ و ۴ از بین آن‌ها عبور می‌کند.
عقبی‌ترین و جلویی‌ترین بخش مغز، مخ می‌باشد. پل‌مغزی نسبت به بصل‌النخاع به هیپوفیز نزدیک‌تر است.
پل‌مغزی بالاتر از بصل‌النخاع است و نیز بزرگ‌تر و قطورتر می‌باشد اما نکتهٔ جالب توجه این است که اندازهٔ مرکز تنفسی موجود در بصل‌النخاع با مرکز تنفس پل‌مغزی تقریباً برابر می‌باشد (*فصل ۳ دهم*).
مخ در انسان بزرگ‌ترین بخش مغز می‌باشد اما در ماهی بزرگ‌ترین بخش مغز، لوب بینایی است.
مخچه از بالا با لوب‌های پس‌سری و گیجگاهی در تماس است و از جلو در مجاورت با بطن چهارم مغزی می‌باشد.
بخشی از مادهٔ سفید مغز میانی با مادهٔ سفید مخچه (*درخت زندگی*) در ارتباط است.
درخت زندگی بخش سفید درون مخچه است که به سمت ساقهٔ مغز حجیم‌تر است. راستی کرمینه بین دو نیمکرهٔ مخچه، رنگ خاکستری دارد.

۹۴ شکل‌نامهٔ بخش‌های غیراصلی مغز انسان

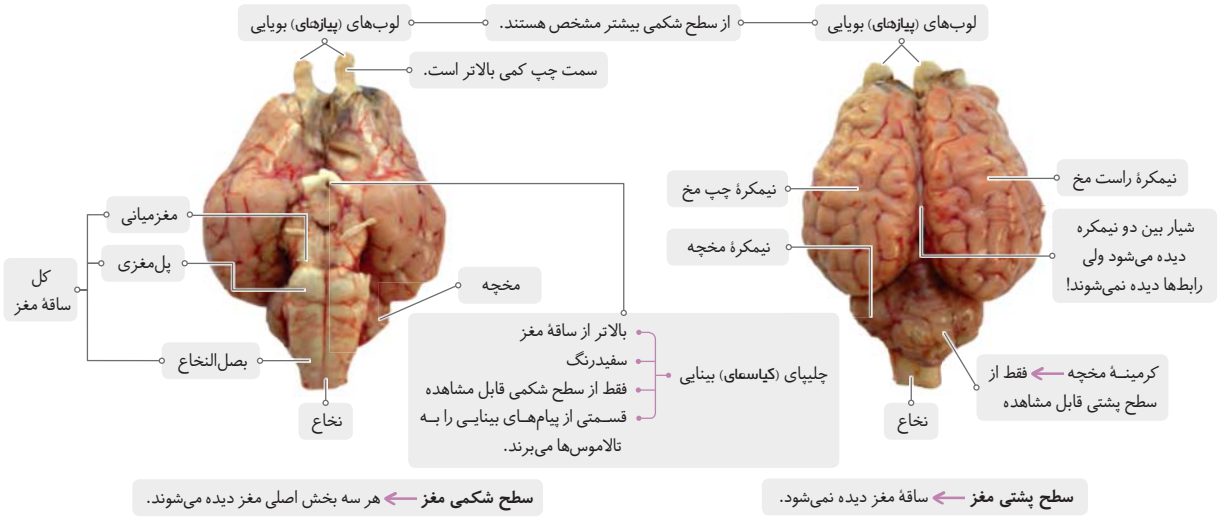


۹۵ شکل‌نامهٔ بررسی مصرف کوکائین و ترک آن در مغز



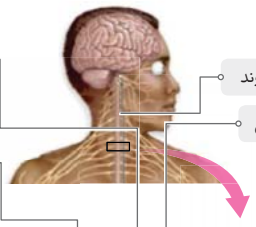
- کمتریـن آسـیب مغز در اعتیاد با آن، مربوط به لوب **پس‌سری** و بیشـترین آسـیب در اعتیاد در مغـز، مربوط به لوب **پیشانی** می‌باشد.
- مصرف گلوکز در بخش‌های میانی مغز کمتر از بقیهٔ مناطق آن می‌باشد.
- در ۱۰ روز پس از آخرین مصرف، هیچ بخش قرمزرنگی برای مصرف زیاد گلوکز دیده نمی‌شود.
- رنگ آبی تیره و روشن، مصرف پایین گلوکز و رنگ زرد و قرمز، مصرف بالای گلوکز را نشان می‌دهد.
- کمترین مصرف گلوکز در هر شرایطی در بخش‌های **میانی** مغز قابل مشاهده می‌باشد.
- ده روز پـس از آخرین مصرف کوکائین، اصلاً هیچ قسـمت بخش پیشـین مخ حاوی بخـش نرمال برای مصرف گلوکز نشده است (*خاکستری زرد می‌باشد*).
- ۱۰۰ روز پس از ترک کوکائین، بخش پیشین مغز بهبود کمتری را نشان می‌دهد.

۹۶ شکل‌نامهٔ تشریح مغز گوسفند



- قسمتی از لوب‌های بویایی، مخچه، مخ و نخاع به‌طور مشترک در هر دو سطح پشتی و شکمی دیده می‌شوند.
- از سطح پشتی مغز، ساقهٔ مغز و کیاسما (*چلیپ*) دیده نمی‌شوند.
- در سـطح شـکمی مغز، شـیاری دیده می‌شـود که بخش‌های مختلف سـاقه را به صورت متقارن به دو بخش مساوی تقسیم می‌کند ولی شـیار عمیق بین دو نیمکره و کرمینه دیده نمی‌شود.
- بطن‌های ۱و۲ مغز، درون نیمکره‌های مخ و در دو طرف رابط‌های پینه‌ای و سـه‌گوش قرار دارند. بطن ۳ مغز، در عقب تالاموس‌ها و بالای اپی‌فیز قرار می‌گیرد. بطن ۴ مغز نیز در جلوی مخچه و پشت بصل‌النخاع قرار دارد.
- در سطح شکمی مغز نسبت به سطح پشتی آن، لوب‌های بویایی **بهتر** دیده می‌شوند که این لوب‌ها اندازهٔ **نابرابری** دارند.
- رابط پینه‌ای به سطح **پشتی** مغز و رابط سه‌گوش به سطح شکمی مغز نزدیک‌تر می‌باشند.
- برجستگی‌های چهارگانه از سطح پشتی مغز، بدون برش دیده نمی‌شوند.
- رابط پینه‌ای برخلاف رابط سه‌گوش، بدون ایجاد برش در بین دو نیمکره فقط با فاصله دادن دو نیمکره قابل مشاهده است.
- بطن‌های ۱و۲ در دو طرف رابط پینه‌ای و رابط سه‌گوش قرار دارند. بطن ۳ در عقب تالاموس‌ها قرار دارد و بطن ۴ در بین مخچه و ساقه مغز قرار دارند.
- بطن چهارم مغز از نمای کناری، زیر مخچه قرار می‌گیرد که از راه بصل‌النخاع به نخاع ارتباط دارد.
- قاعدهٔ رابط سه‌گوش به برجستگی‌های بزرگ‌تر چهارگانه، نزدیک‌تر است.
- لوب‌های بویایی، کوچک‌ترین لوب‌های مغزی هستند.
- در سطح شکمی، چلیپای بینایی بالای ساقهٔ مغز در وسط دو نیمکرهٔ مخ دیده می‌شود.

۹۷ شکل‌نامهٔ نخاع

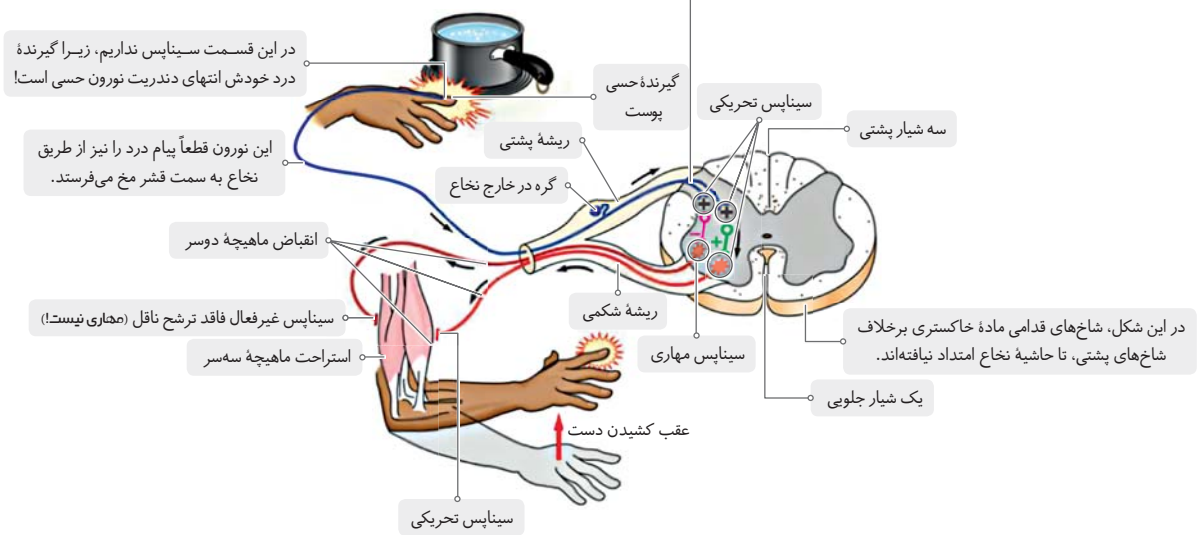


- ریشهٔ پشتی ← بخشی از دندریت (میلین‌دار)، جسم‌یاخته‌ای (فاقد میلین) و بخشی از آکسون نورون حسی (میلین‌دار) در این قسمت قرار دارد.
- گره عصبی (تجمع جسم‌یاخته‌ای) ریشهٔ پشتی به عصب نخاعی نزدیک‌تر است تا به نخاع ← انسان دارای گره عصبی در بخش محیطی است.
- اعصابی که مستقیماً از راه بصل‌النخاع مغز به سمت پایین (نخاع) می‌روند
- آکسون حسی
- در این شکل مادهٔ خاکستری در چهار سمت تا حاشیهٔ نخاع امتداد دارد.
- سه شیار پشتی
- مادهٔ سفید
- کانال مرکزی نخاع ← حاوی مایع مغزی - نخاعی
- انتهای آکسون نورون حسی در مادهٔ خاکستری قرار دارد و فاقد میلین است.
- این نورون رابط کاملاً در مادهٔ خاکستری نخاع قرار دارد و فاقد میلین است.
- جسم‌یاخته‌ای نورون‌های حسی
- یاختهٔ عصبی رابط
- بخش اعظم دندریت نورون حسی در عصب نخاعی قرار داشته و میلین دارد.
- عصب نخاعی نوعی عصب مختلط شامل آکسون‌های نورون‌های حرکتی و دندریت‌های نورون‌های حسی
- دندریت
- عصب نخاعی
- ریشهٔ شکمی
- مادهٔ خاکستری
- در هر ریشه، چندین رشتهٔ عصبی دیده می‌شود.
- یک شیار جلویی
- دندریت، جسم‌یاخته‌ای و ابتدای آکسون نورون حرکتی در مادهٔ خاکستری قرار دارد و فاقد میلین است.
- جسم‌یاخته‌ای حرکتی
- بخشی از آکسون نورون حرکتی در ریشهٔ شکمی قرار می‌گیرد و میلین دارد.
- بخش اعظم آکسون نورون حرکتی در ریشهٔ شکمی قرار می‌گیرد و میلین دارد.

۸۴ بطن‌های مغزی

بطن	نکات
۱و۲	دو طرف رابط سه‌گوش و پینه‌ای می‌باشند. اجسام مخطط راخل آن‌هاست. شبکه‌های مویرگی ترشح کنندهٔ مایع مغزی - نخاعی در آن‌هاست.
۳	در عقب تالاموس است. در لبهٔ پایین آن اپی‌فیز است.
۴	بعد از برش کرمینه در امتداد شیار بین دو نیمکره در نزدیک مخچه مشاهده می‌شود.

۹۸ شکل‌نامهٔ انعکاس عقب کشیدن دست



- دوشاخه شدن آکسون نورون حسی
  - شاخهٔ بلندتر به سمت نورون رابط مربوط به ماهیچهٔ دوسر می‌رود.
  - از محل دوشاخه شدن، آکسون در مادهٔ خاکستری قرار گرفته است و فاقد میلین است.
- در این قسمت سیناپس نداریم، زیرا گیرندهٔ درد خودش انتهای دندریت نورون حسی است!
- گیرندهٔ حسی پوست
- سیناپس تحریکی
- سه شیار پشتی
- این نورون قطعاً پیام درد را نیز از طریق نخاع به سمت قشر مخ می‌فرستد.
- ریشهٔ پشتی
- گره در خارج نخاع
- انقباض ماهیچهٔ دوسر
- سیناپس غیرفعال فاقد ترشح ناقل (محاری نیست!)
- استراحت ماهیچهٔ سه‌سر
- ریشهٔ شکمی
- سیناپس مهاری
- در این شکل، شاخ‌های قدامی مادهٔ خاکستری برخلاف شاخ‌های پشتی، تا حاشیهٔ نخاع امتداد نیافته‌اند.
- یک شیار جلویی
- عقب کشیدن دست
- سیناپس تحریکی

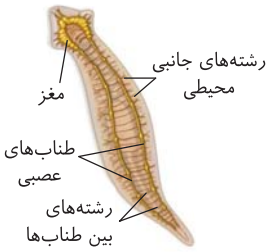
۸۵ سیناپس‌های مسیر انعکاسی دست

سیناپس	مکان	نوع ناقل	نوع سیناپس	یاختهٔ پیش‌سیناپسی	یاختهٔ پس‌سیناپسی
۱	نقاع (مادهٔ خاکستری)	تحریکی	فعال تحریکی	نورون حسی	نورون رابط
۲	نقاع (مادهٔ خاکستری)	تحریکی	فعال تحریکی	نورون حسی	نورون رابط
۳	نقاع (مادهٔ خاکستری)	تحریکی	فعال تحریکی	نورون رابط	نورون حرکتی ماهیچهٔ دوسر
۴	نقاع (مادهٔ خاکستری)	مهاری	**فعال** مهاری	نورون رابط	نورون حرکتی ماهیچهٔ سه‌سر
۵	ماهیچهٔ دوسر بازو	تحریکی	فعال تحریکی	نورون حرکتی	ماهیچهٔ دوسر بازو
۶	ماهیچهٔ سه‌سر بازو	**ترشح ناقل ندارد**	**غیرفعال**	نورون **حرکتی**	ماهیچهٔ **سه‌سر** بازو

۸۶ مروری بر فعالیت‌های دستگاه عصبی خود مختار

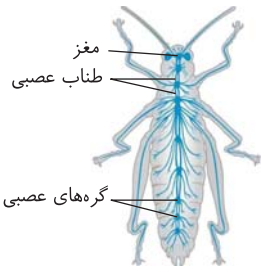
موارد مقایسه	سمپاتیک	پاراسمپاتیک
قطر مردمک	زیاد	کم
خون‌رسانی به ماهیچهٔ اسکلتی و قلبی	زیاد	کم
تعداد ضربان قلب	زیاد	کم
زمان دورهٔ قلبی	کم	زیاد
قطر نایژک	زیاد	کم
تعداد تنفس	زیاد	کم
فعالیت دستگاه گوارش	کم	زیاد
قدرت انقباض قلب	زیاد	کم

۹۹ شکل‌نامهٔ پلاناریا (نوعی کرم پهن)



- ساده‌ترین دستگاه عصبی با تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی و گره عصبی را دارد.
- فاصلهٔ بین دو طناب عصبی در سراسر بدن پلاناریا یکسان نیست.
- فاصلهٔ بین دو طناب عصبی در قسمت میانی بدن کرم، بیشترین فاصله را از یکدیگر دارد.
- در انتهایی‌ترین قسمت دم کرم، رشته و طناب عصبی مشاهده نمی‌شود.
- در نزدیکی سر پلاناریا در بخش جلویی، دو رشته از مغز منشعب شده است.
- رشته‌های ریزی که به یک طناب عصبی متصل‌اند، بخش محیطی هستند.
- طناب‌های عصبی آن فاقد گره عصبی می‌باشند یعنی اجتماع جسم‌یاخته‌ای ندارد.
- حفرهٔ گوارشی با انشعابات در سراسر بدن دارد که فاصلهٔ یاخته‌ها با حفرهٔ گوارشی اندک است.
- جانوری نرماده می‌باشد.

۱۰۰ شکل‌نامهٔ دستگاه عصبی حشرات



- مغزی از جوش‌خوردن چند گره و یک طناب عصبی شکمی با گره‌های مجزا و دو رشتهٔ عصبی دارد.
- هر پیام عصبی در حشرات لزوماً ابتدا به طناب عصبی شکمی نمی‌آید مثل پیام بینایی.
- بلندترین رشتهٔ عصبی در ملخ به پاهای عقبی وی می‌روند و با گره عصبی موجود در بخش میانی بدن مرتبط است.
- فعالیت ماهیچه‌های هر قسمت از بدن، علاوه‌بر کنترل از طریق مغز، از طریق گره عصبی آن بند نیز کنترل می‌شود.
- عصب‌دهی به پاهای جلویی، وسطی و پشتی، توسط گره‌های عصبی بالایی در طناب عصبی انجام می‌شود.
- پاهای عقبی ملخ و اعصاب آن‌ها، بلندترین هستند.
- فرمان‌های مغز به پاهای حشرات، به واسطهٔ طناب عصبی شکمی منتقل می‌شوند.
- رشته‌های عصبی شاخک‌ها با طناب عصبی ارتباطی ندارند و مستقیماً با مغز در ارتباط هستند.
- در ملخ جلویی‌ترین رشتهٔ عصبی مرتبط با کوتاه‌ترین پا نمی‌باشد. طناب عصبی شکمی ملخ، دورشته‌ای می‌باشد.
- هر جفت پا در ملخ توسط یک گره مخصوص کنترل می‌شود.
- اعصاب مرتبط با پاهای ملخ، به گره‌های نیمهٔ بالایی ابتدایی بدن ملخ وارد می‌شوند.

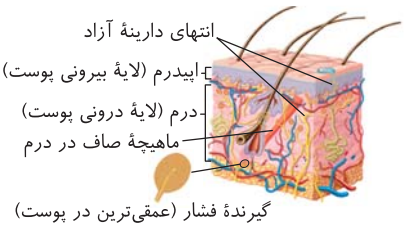
زیست یازدهم — فصل دوم

گفتار ۱

جمع‌بندی ویژگی‌های حواس پیکری و حواس ویژه ۸۷

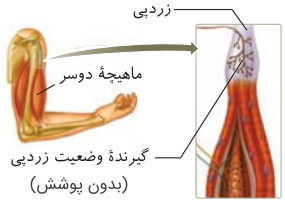
ویژگی‌ها / نوع حواس	نوع گیرنده	سافتار گیرنده	محل گیرنده	نوع محرک	مراکز پردازش کنندهٔ اطلاعات
حواس پیکری	تماس	انتهای دندریت درون پوشش	پوست و بخش‌های دیگر بدن	تماس و فشار و ارتعاش	دستگاه عصبی مرکزی
	دما	انتهای دندریت درون پوشش	پوست و بخش‌هایی از بدن مانند برفی سیاهرگ‌های بزرگ	گرما یا سرما	دستگاه عصبی مرکزی به ویژه هیپوتالاموس
	حس وضعیت	انتهای دندریت آزاد	ماهیچه اسکلتی و زردپی و کپسول مفصلی	کشش و تغییر طول ماهیچه	دستگاه عصبی مرکزی به ویژه مخچه
	درد	انتهای دندریت آزاد	پوست و بخش‌های دیگر مثل سرفرگ‌ها	گرما و سرمای شدید همراه با آسیب‌های بافتی و مواد شیمیایی (لاکتیک اسید)	دستگاه عصبی مرکزی
حواس ویژه	بینایی	یاختهٔ تمایزیافته	شبکیه چشم	نور مرئی	تالاموس و مغز میانی و لوب‌های پس سری قشر مخ
	شنوایی	یاختهٔ غیرعصبی تمایزیافته	بخش حلزونی گوش	صوت	لوب گیجگاهی قشر مخ و تالاموس و مغز میانی
	تعادل	یاختهٔ غیرعصبی تمایزیافته	بخش دهلیزی گوش	حرکت سر	مخچه و قشر مخ
	بویایی	یاختهٔ عصبی تمایزیافته	سقف حفرهٔ بینی	مولکول‌های بودار	پیاز بویایی و قشر مخ
	چشایی	یاختهٔ غیرعصبی تمایزیافته	دهان و زبان	مولکول غذا	تالاموس و قشر مخ

۱۰۱ شکل‌نامهٔ گیرنده‌ها در پوست



در گیرندهٔ فشار، تغییر شکل علاوه‌بر پوشش پیوندی در دارینه هم صورت می‌گیرد و حتی با برداشت فشار هم، هدایت پیام عصبی انجام می‌گیرد.
گیرندهٔ فشار، عمقی‌ترین گیرندهٔ موجود در قسمت دوم پوست محسوب می‌شود و نزدیک بافت چربی می‌باشد.
گیرندهٔ فشار برخلاف گیرندهٔ درد، از غشای پایهٔ لایه اپیدرم عبور نمی‌کند. غشای پایهٔ اپیدرم، حالت **چین‌خورده** دارد.
گیرندهٔ قاعدهٔ مو همانند گیرندهٔ درد، پوشش چندلایه از نوع بافت پیوندی ندارد.
عصب حسی خارج شده از پوست از اجتماع **دندریت‌های** چند نوع گیرنده می‌باشد.
اپیدرم اطراف قاعدهٔ مو را فراگرفته و به درم نفوذ می‌کند.
هر چه به سطح پوست نزدیک‌تر شویم، قطر رگ‌ها و مجرای عرق، کمتر می‌شود. این رگ‌ها و اعصاب در چربی زیر درم هم وجود دارند.
یاخته‌های پوششی اپیدرم به همراه مو به لایهٔ درم نفوذ می‌کنند.
ماهیچهٔ صاف در لایهٔ درم در نزدیک انتهای فولیکول مو وجود دارد.
پوست انسان براساس کتاب درسی، **واجد گیرندهٔ شیمیایی نمی‌باشد.**
انشعابات رگ خونی در اپیدرم وجود ندارد ولی دندریت حسی **درد** در آن وجود دارد.
در پوست ضخامت درم از چربی زیر آن بیشتر است و اپیدرم از همه نازک‌تر است.

۱۰۲ شکل‌نامهٔ گیرندهٔ وضعیت

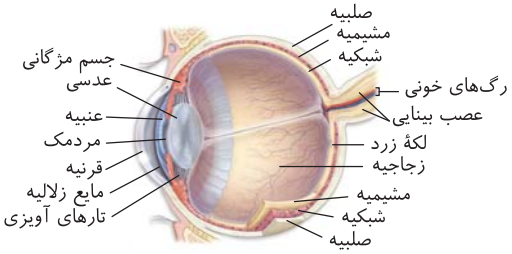


«گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچهٔ اسکلتی و زردپی»

گیرندهٔ حس وضعیت برخلاف گیرندهٔ فشار، حالت منشعبی دارد ولی همانند گیرندهٔ درد در اطراف آن پوشش پیوندی وجود ندارد.
ماهیچهٔ صاف و قلبی برخلاف ماهیچهٔ اسکلتی، فاقد گیرندهٔ حس وضعیت می‌باشند.
در بین حواس پیکری (*تماس* + *دما* + *وضعیت* + *درد*)، فقط گیرندهٔ حس وضعیت درون پوست وجود ندارد.
گیرندهٔ بویایی همانند گیرندهٔ حس وضعیت در بخش انتهایی خود دارای برآمدگی می‌باشد و توسط دندریت آزاد پیام محرک را دریافت می‌کند.
تحریک اعصاب پیکری و به دنبال آن تغییر کشش ماهیچهٔ اسکلتی، باعث تحریک گیرندهٔ حس پیکری وضعیت می‌شود.
در مفاصل استخوان جمجمه به علت نبود کپسول مفصلی، گیرندهٔ حس وضعیت مشاهده نمی‌شود.
این گیرنده در ماهیچهٔ اسکلتی، زردپی و کپسول مفصلی وجود دارد. (*ولی در پوست و رباط وجود ندارد.*)
این گیرنده در گوش درونی وجود ندارد ولی **وضعیت بدن** توسط گوش درونی به کمک گیرندهٔ تعادلی و گیرندهٔ وضعیتی بدن در مخچه تنظیم می‌شود.

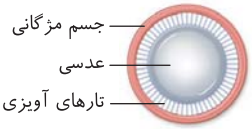
کرهٔ چشم	اجزا	نکات	وظیفه	رگ خونی	تغذیه از
لایهٔ بیرونی	صلبیه	پرده‌ای سفید و محکم	حفاظت از کرهٔ چشم	دارد	مویرگ خونی
	قرنیه	پرده‌ای شفاف	ورود نور به کرهٔ چشم و اولین همگرایی آن	ندارد	زلالیه
لایهٔ میانی	مشیمیه	لایه‌ای رنگدانه‌دار (ملانین) و پر از **مویرگ‌های** خونی	غذارسانی به همه‌جا به واسطهٔ رگ‌های خونی آن	دارد	مویرگ خونی
	عنبیه	بخش رنگین غیر شفاف پشت قرنیه و دارای سوراخ مردمک در وسط و دارای ماهیچه‌های صاف، حلقوی و شعاعی	تنظیم میزان نور ورودی به چشم از طریق تنگ و گشاد کردن مردمک	دارد	مویرگ خونی
	جسم‌مژگانی	به صورت حلقه‌ای ضخیم به دور عدسی است و دارای ماهیچهٔ صاف می‌باشد.	انجام تطابق از طریق افزایش و کاهش تحدب عدسی	دارد	مویرگ خونی
لایهٔ داخلی	شبکیه	بسیار نازک و دارای گیرنده‌های نوری و یافته‌های عصبی	تولید پیام بینایی و محل خروج عصب بینایی (نقطهٔ کور)	دارد	مویرگ خونی
سایر اجزا	زلالیه	مایعی شفاف و حضور در جلوی عدسی	غذارسانی به قرنیه و عدسی و دفع مواد دفعی آن‌ها به درون خون و همگرایی نور	ندارد	سافتار یافته‌ای ندارد
	عدسی	شفاف و انعطاف‌پذیر و محدب	همگرایی و متمرکز کردن نور روی شبکیه	ندارد	زلالیه – ساختار یافته‌ای دارد.
	زجاجیه	ماده‌ای **ژله‌ای**، شفاف و حجیم و حضور در فضای پشت عدسی	حفظ شکل کروی کرهٔ چشم و همگرایی نور	ندارد	سافتار یافته‌ای ندارد

۱۰۳ شکل‌نامهٔ چشم انسان

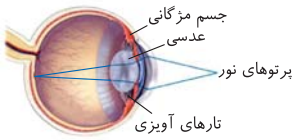


- قرنیه و عدسی برخلاف عنبیه، فاقد مویرگ خونی هستند.
- زلالیه با دو طرف عنبیه در تماس است ولی با آن به تبادل مواد نمی‌پردازد.
- تحدب سطح پشتی عدسی، بیشتر از سطح جلویی آن است.
- جسم‌مژگانی با عنبیه، صلبیه، مشیمیه، زجاجیه، زلالیه و تارهای آویزی در تماس است.
- با توجه به شکل، مشیمیه در بخشی از جلوی خود، با زجاجیه در تماس است.
- شبکیه در بخش جلویی سطح داخلی کرهٔ چشم دیده نمی‌شود و قبل از رسیدن به عدسی، پایان می‌یابد.
- صلبیه، در امتداد بافت پیوندی احاطه‌کنندهٔ عصب بینایی قرار دارد. در محل اتصال صلبیه به قرنیه، دو سوراخ وجود دارد.
- ماهیچه‌های **درون** کرهٔ چشم شامل ماهیچه‌های مژگانی، ماهیچه‌های حلقوی و شعاعی عنبیه و ماهیچه‌های دیوارهٔ رگ‌های خونی است که همگی از جنس ماهیچه‌های **صاف** و تحت کنترل اعصاب خودمختار هستند.
- ماهیچه‌های درون کاسهٔ چشم، شامل ماهیچه‌های درون کرهٔ چشم به اضافهٔ ماهیچه‌های اسکلتی حرکت دهندهٔ کرهٔ چشم هستند.
- زردپیِ ماهیچه‌های اسکلتیِ حرکت دهندهٔ کرهٔ چشم، به **صلبیه** متصل است. (پس هر زردپی ماهیچه‌را به استخوان متصل نمی‌کند!)
- رگ‌های خونی، از محل نقطهٔ کور در مجاورت شبکیه منشعب می‌شوند که عصب بینایی در اطراف رگ‌های خونی قرار دارد.
- حجم زجاجیه از زلالیه بیشتر است و حالت ژله‌ای دارد ولی هر دو شفاف هستند و در شکست نور و همگرایی پرتوها مؤثرند.
- لکهٔ زرد به صورت یک فرورفتگی در نازک‌ترین قسمت شبکیه دیده می‌شود که در امتداد محور نوری چشم قرار دارد.
- در بالا و پایین قرنیه، دو سوراخ در محل اتصال با صلبیه دیده می‌شود.
- در چشم چپ، لکهٔ زرد، سمت چپ نقطهٔ کور و در چشم راست، لکهٔ زرد سمت راست نقطهٔ کور قرار دارد. (در هر چشم نقطهٔ کور به بینی نزدیک‌تر است.)
- در کرهٔ چشم انسان، لکهٔ زرد و نقطهٔ کور تقریباً در یک ارتفاع قرار دارند.

۱۰۴ شکل‌نامهٔ عدسی چشم و تطابق

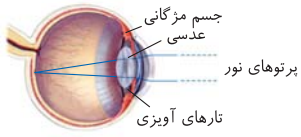


در هر چشم یک عدسی **شفاف همگرا** با خاصیت **انعطاف‌پذیری** وجود دارد که توسط رشته‌هایی پیوندی به نام تارهای آویزی به ماهیچه‌های حلقوی جسم‌مژگانی متصل می‌باشد. عدسی چشم از پشت با زجاجیه و از جلو با زلالیه در ارتباط است و اتصال دارد. لازم به ذکر است که عدسی از دو انتهای خود (*پایین و بالا*) توسط تارهای آویزی به جسم‌مژگانی متصل است.



«تطابق برای دیدن اجسام نزدیک»

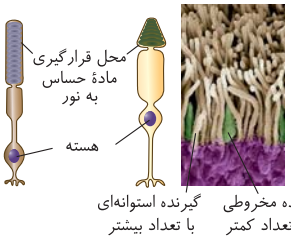
هنگام دیدن اجسام نزدیک، با ارسال پیام اعصاب خودمختار، ماهیچهٔ حلقوی مژگانی منقبض می‌شود و در نتیجه حجم آن افزایش می‌یابد و تارهای آویزی متصل به آن شل می‌شوند و عدسی ضخیم می‌شود تا تصویر اجسام نزدیک به درستی روی شبکیه قرار بگیرد.



«تطابق برای دیدن اجسام دور»

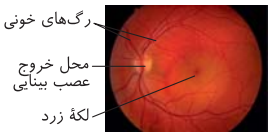
هنگام دیدن اجسام دور، با عدم ارسال پیام اعصاب خودمختار، ماهیچهٔ حلقوی مژگانی به استراحت درمی‌آید و در نتیجه حجم آن کاهش می‌یابد و تارهای آویزی متصل به آن کشیده می‌شوند و عدسی باریک می‌شود تا تصویر این اجسام نیز روی شبکیه قرار بگیرد.

۱۰۵ شکل‌نامهٔ گیرندهٔ مخروطی و استوانه‌ای



تعداد گیرندهٔ استوانه‌ای از مخروطی خیلی بیشتر است. این گیرنده‌ها در بخش خارجی نزدیک مشیمیه، مادهٔ حساس به نور دارند.
پایانهٔ داخلی گیرندهٔ مخروطی نسبت به گیرندهٔ استوانه‌ای، پهن‌تر می‌باشد.
در گیرندهٔ استوانه‌ای برخلاف گیرندهٔ مخروطی، اندازهٔ ماده‌های حساس به نور یکسان می‌باشد.
هستهٔ هر دو گیرندهٔ مخروطی و استوانه‌ای، در نیمهٔ پایینی گیرنده قرار دارد.
در گیرندهٔ استوانه‌ای، هسته به بخش منشعب انتهای گیرنده نزدیک‌تر است.
در گیرندهٔ مخروطی نوک، قسمت خارجی مخروطی آن، به سمت مشیمیه با مادهٔ حساس به نور کوچک‌تر و قسمت پهن آن به سمت دیگر با مادهٔ حساس به نور بزرگ‌تر است.
قسمت خارج‌کنندهٔ پیام از بخش هسته‌دار در یاختهٔ مخروطی بلندتر از استوانه‌ای و قسمت رنگدانه‌دار استوانه‌ای بلندتر از مخروطی است.
در هر دو نوع گیرنده، هستهٔ گرد در مرکز بخش برآمده‌مانند یاخته قرار دارد.
میزان مادهٔ حساس به نور در گیرندهٔ استوانه‌ای بیشتر از مخروطی است. در نتیجه یاختهٔ استوانه‌ای گیرندهٔ قوی‌تر و حساس‌تری است.
صفحات حاوی مادهٔ حساس به نور در گیرندهٔ استوانه‌ای برخلاف مخروطی، هم‌اندازه‌اند. این صفحات در یاختهٔ مخروطی به ترتیب اندازه قرار گرفته‌اند و کوچک‌ترین آن‌ها، در خارجی‌ترین قسمت رأس مخروط قرار دارد که به مشیمیه نزدیک‌ترند.
قسمت برجستهٔ رنگدانه‌دار یاختهٔ مخروطی، قطورتر از قسمت برجستهٔ رنگدانه‌دار یاختهٔ استوانه‌ای است.
در گیرندهٔ مخروطی بین بخش هسته‌دار و بخش رنگدانه‌دار، یک قسمت با حجم یکسان وجود دارد.
در گیرندهٔ استوانه‌ای، بین بخش هسته‌دار و بخش رنگدانه‌دار، دو قسمت با حجم باریک و قطورتر وجود دارد.
برای ساخت کامل مادهٔ حساس به نور در گیرندهٔ استوانه‌ای، چون مقدار بیشتری دارد، به ویتامین A بیشتری هم نیاز است.

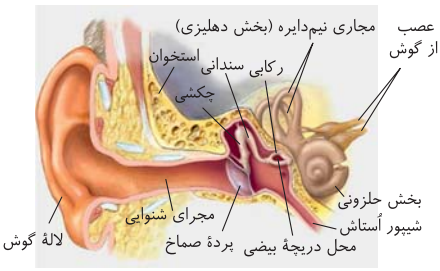
۱۰۶ شکل‌نامهٔ مشاهدهٔ شبکیه با دستگاه ویژه از مردمک



لکهٔ زرد از نقطهٔ کور در این دستگاه تیره‌تر می‌باشد و برخلاف آن، انشعابات رگ‌های خونی در آن دیده نمی‌شود.
نقطهٔ کور هر چشم نسبت به لکهٔ زرد به بینی نزدیک‌تر است و ضخامت شبکیهٔ اطراف آن زیاد است.
عصب بینایی مجموعهٔ آکسون آخرین و درونی‌ترین یاخته‌های عصبی شبکیه می‌باشد که این یاخته‌ها با گیرندهٔ بینایی در تماس نبوده‌اند. زیر عصب بینایی رگ خونی وجود دارد.
در تست‌ها دقت کنید که این شکل برای مشاهدهٔ **شبکیه** از طریق **مردمک** است که ممکن است از این دو کلمه سؤال طرح شود.

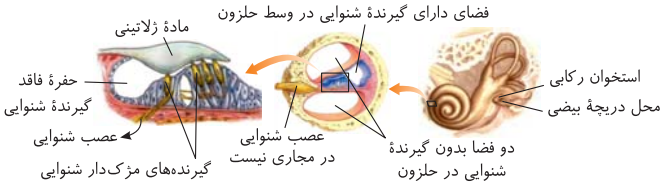
بیماری / ویژگی‌ها	علت	علائم	عینک برای درمان
نزدیک‌بینی	بزرگ بودن بیش از اندازهٔ کرهٔ چشم یا همگرایی بیش از حد عدسی چشم	ناواضح دیدن اجسام دور	استفاده از عینک با عدسی مقعر
دوربینی	کوچک بودن اندازهٔ کرهٔ چشم یا همگرایی خیلی کم عدسی چشم	ناواضح دیدن اجسام نزدیک	استفاده از عینک با عدسی محدب
آستیگماتیسم	سطح عدسی یا قرنیه کاملاً صاف یا کروی نمی‌باشد.	ناواضح دیدن اجسام	استفاده از عینکی که عدم یکنواختی انحنای عدسی یا قرنیه را جبران کند.
پیرچشمی	کاهش انعطاف‌پذیری عدسی با افزایش سن	دشوارشدن تطابق	استفاده از عینک ویژه

۱۰۷ شکل‌نامهٔ ساختار گوش



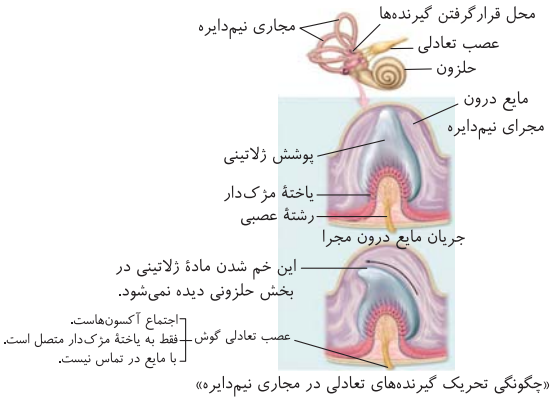
- استخوان چکشی، رکابی و سندانی بالاتر از پردهٔ صماخ قرار دارند.
- استخوان چکشی از استخوان‌های رکابی و سندانی بزرگ‌تر است و استخوان رکابی از استخوان‌های چکشی و سندانی کوچک‌تر و پایین‌تر است.
- بخشی از شیپور استاش که به سمت گوش قرار دارد، دارای اطراف استخوانی می‌باشد. ضخامت این بخش استخوانی، در سمت درونی (*به سمت حلزون گوش*) از بیرونی بیشتر است.
- سقف محفظهٔ گوش میانی کوچک‌تر از کف مجرای آن است ولی کاملاً توسط استخوان محافظت می‌شود.
- استخوان رکابی پایین‌تر از عصب شنوایی قرار دارد. دریچهٔ بیضی نیز بالاتر از پردهٔ صماخ قرار دارد.
- قطر مجرای شنوایی در دو انتهای آن بیشتر از میانهٔ آن می‌باشد. بیشترین قطر آن در نزدیکی با لالهٔ گوش می‌باشد.
- مجرای گوش توسط انواعی از بافت پیوندی محافظت می‌شود؛ ابتدا توسط بافت چربی و سپس توسط استخوان گیجگاهی.
- بخش دهلیزی گوش، در مقایسه با بخش حلزونی به استخوان سندانی نزدیک‌تر است.
- هر انسان در گوش‌های خود ۴ مفصل متحرک بین استخوان‌های کوچک دارد؛ در هر گوش ۲تا.
- قطر استخوان گیجگاهی در گوش خارجی بیشتر از میانی می‌باشد.
- در گوش درونی، بخش حلزونی پایین‌تر از مجاری نیم‌دایره قرار دارد. استخوان چکشی نیز با ۲ رباط به جمجمه متصل است.
- استخوان گیجگاهی از انتهای مجرای شنوایی و بخش‌های میانی و درونی گوش حفاظت می‌کند.
- دستهٔ استخوان چکشی روی پردهٔ صماخ، و سر آن متصل به استخوان سندانی است.
- کف استخوان رکابی روی دریچهٔ بیضی و سر آن متصل به استخوان سندانی است.
- مفاصل بین استخوان‌های کوچک گوش میانی، جزء مفاصل متحرک جمجمه طبقه‌بندی می‌شوند.
- استخوان گیجگاهی از بخشی از شیپور استاش حفاظت می‌کند.
- استخوان چکشی، از طریق زوائدی به بافت پوشانندهٔ سطح داخلی گوش میانی متصل است.
- پردهٔ صماخ، در انتهای مجرای گوش است و جزء گوش خارجی است. این پرده نسبت به مجرای گوش عمود نیست.
- بافت پوشانندهٔ سطح داخلی گوش میانی، در محل دریچهٔ بیضی مشاهده نمی‌شود.
- پردهٔ صماخ و استخوان‌های کوچک و دریچهٔ بیضی، ارتعاش را منتقل می‌کنند. (*نه پیام عصبی را!*)
- استخوان سندانی از طریق بخش ضخیم خود با استخوان چکشی و از طریق بخش نازک با استخوان رکابی مفصل تشکیل می‌دهد.
- استخوان‌های گوش میانی بالاتر از شیپور استاش و بخش حلزونی گوش درونی واقع شده‌اند.

۱۰۸ شکل‌نامهٔ بخش حلزونی گوش درونی



- در حلزون شنوایی، مقطع عرضی دارای ۳ حفرهٔ مایع‌دار است که فقط قسمت میانی آن با کمترین قطر دارای یاخته‌های گیرنده و محافظ‌های آن می‌باشد.
- در بخش حلزونی گوش، بافت پوششی در بعضی نقاط چندلایه و در بعضی نقاط تک‌لایه است. این یاخته‌ها اندازه و شکل متفاوتی دارند و فقط برخی به غشای پایه متصل‌اند (*شکل چپ*).
- مژک‌های گیرندهٔ شنوایی برخلاف گیرندهٔ تعادلی با مایع پیرامونی در تماس مستقیم هستند.
- قطورترین بخش مادهٔ ژلاتینی در وسط آن می‌باشد.
- یاخته‌های گیرندهٔ تعادلی و شنوایی در گوش، در هر دو سمت خود دارای اجزای رشته‌مانند هستند. (*مژک و رشتهٔ عصبی*)
- در بخش حلزونی گوش، زیر مادهٔ ژلاتینی، حفره‌ای بزرگ فاقد گیرندهٔ شنوایی دیده می‌شود (*شکل چپ*).
- فاصلهٔ همهٔ گیرنده‌های مژک‌دار شنوایی با غشای پایه در حلزون گوش الزاماً یکسان نیست.
- گیرنده‌های شنوایی، یاختهٔ عصبی نیستند و همگی مژک‌دار هستند و با فاصله از هم قرار دارند. این یاخته‌ها به غشای پایه اتصال ندارند.
- مژک‌های گیرنده‌های شنوایی، هم‌اندازه هستند و با پوشش ژلاتینی در تماس‌اند ولی درون مادهٔ ژلاتینی فرونرفته‌اند.
- مژک‌های گیرندهٔ شنوایی با مایع درون حلزون گوش در تماس‌اند و با لرزش آن تحریک می‌شوند.
- بخشی از پوشش ژلاتینی می‌تواند در تماس با بافت پوششی و بافت پیوندی زیرین باشد.
- هستهٔ یاخته‌های گیرندهٔ شنوایی به صورت کشیده در وسط یاخته قرار گرفته است.
- دریچهٔ بیضی، مستقیماً به بخش مارپیچی حلزون گوش مرتبط نیست!
- بخش ابتدایی عصب شنوایی، برآمده است که با توجه به شکل وسط در حفرات بخش حلزونی نیست و از روی بخش استخوانی رد می‌شود.
- هر چه به انتهای مجرای حلزون نزدیک‌تر بشویم، قطر آن کمتر می‌شود.

۱۰۹ شکل‌نامهٔ بخش دهلیزی (تعادلی) گوش درونی



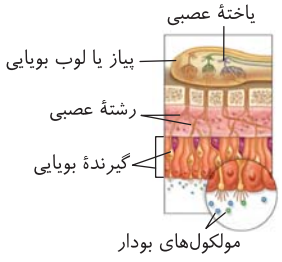
«چگونگی تحریک گیرنده‌های تعادلی در مجاری نیم‌دایره»

گیرنده‌های مژک‌دار مجاری نیم‌دایره در دو انتهای این مجاری نیم‌دایره‌ای در قسمت قاعدهٔ مجاری قرار دارند.
در هنگام حرکت مایع پیرامونی، مادهٔ ژلاتینی از دیوارهٔ مجرا جدا می‌شود. (*تخلیهٔ پایین*)
عصب تعادلی گوش از ۵ پایک اتصالی به مجاری نیم‌دایره‌ای منشأ می‌گیرد.
گیرنده‌های تعادلی گوش، یاخته‌های مژک‌دار غیرعصبی‌اند که با رشته‌های عصبی در ارتباط‌اند (*از دو طرف با زائده در تماس هستند که مژک و دندریت می‌باشند*).
گیرنده‌هـای تعادلی، در محل‌هـای برآمده در قاعدهٔ مجاری نیم‌دایره واقع شـده‌اند و همگی به غشای پایه متصل‌اند.
جهـت حرکت مایع درون مجرای نیم‌دایره و جهت خم شـدن مادهٔ ژلاتینی یکسـان و برخلاف جهت حرکت سـر می‌باشـد. حرکت مایع سبب حرکت مادهٔ ژلاتینی و خمش مژک‌ها برای تعیین وضعیت بدن می‌شود.
ابتدای عصب تعادلی، برآمده است که آکسون‌ها از جسم‌های یاخته‌ای خارج می‌شوند.
بخش دهلیزی گوش، به‌طور کلی بالاتر از بخش حلزونی قرار گرفته است.
فقط در بخش دهلیزی گوش برخلاف بخش حلزونی آن، مادهٔ ژلاتینی خم می‌شود ولی در هر دو بخش مژک گیرنده‌ها خم می‌شوند (*نه خود گیرنده‌ها!*).
بیشتر یاخته‌های بخش حلزونی و دهلیزی گوش، یاخته‌های پوششی هستند.
در بخش نیم‌دایره برخلاف حلزونی، گیرنده‌ها در سراسر مجرا قرار نگرفته‌اند بلکه مطابق شکل در محل‌های حاوی مادهٔ ژلاتینی واقع هستند.
در مجاری نیم‌دایره، حرکت جهت‌دار مایع در نهایت موجب تحریک گیرنده‌ها می‌شود اما در بخش حلزونی، لرزش مایع موجب خم شدن گیرنده‌ها و تحریک می‌شود.
در بخش حلزونی، پوشش ژلاتینی با بخشی از سطح مژک‌ها تماس دارد ولی در مجاری نیم‌دایره، تمام بخش‌های مژک با مادهٔ ژلاتینی در تماس می‌باشد.
یاخته‌های مژک‌دار تعادلی برخلاف یاخته‌های مژک‌دار حلزونی، توسط یک لایهٔ پوششی احاطه شده‌اند.

۱۱۰ شکل‌نامهٔ بویایی

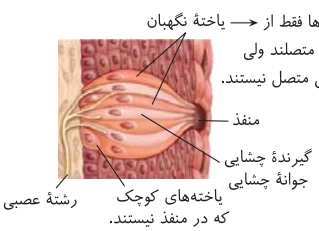
هم پشت و هم جلوی لوب بویایی، با حجم متفاوت حفره‌ای دیده می‌شود.
بخش عمدهٔ استخوان دنده همانند استخوان حفرهٔ بینی، بافت استخوانی اسفنجی می‌باشد چون از نوع پهن هستند.
(*در شکل باید این‌ها را ببینید!*)
زائده‌های گیرندهٔ بویایی همانند مژک‌های گیرندهٔ خط جانبی ماهی، اندازهٔ نابرابری دارند.
همهٔ یاخته‌های سقف حفرهٔ بینی، با مولکول‌های هوا در تماس مستقیم نمی‌باشند مثل یاخته‌های کوچک قاعده‌ای.
یاخته‌های پوششی که در اطراف گیرنده‌های بویایی قرار دارند، زائده‌دار نمی‌باشند.
تعدادی یاختهٔ کوچک بدون اتصال با مولکول‌های بودار در قسمت بالایی، سقف حفرهٔ بینی در بین سایر یاخته‌ها و در تماس با غشای پایه وجود دارند.
هر نورون لوب بویایی می‌تواند پیام چندین گیرندهٔ بویایی را دریافت کنند. لوب بویایی بالاتر از استخوانی منفذدار قرار دارد که آکسون گیرندهٔ بویایی از آن می‌گذرد.
جسم‌یاخته‌ای گیرنده‌های بویایی در یک سطح نیستند ولی هستهٔ همهٔ آن‌ها از هستهٔ یاختهٔ پشتیبان قطور کناری آن بالاتر است.
در دیوارهٔ هر حفرهٔ بینی، سه برآمدگی بزرگ دیده می‌شود و از طرفی ساقهٔ هیپوفیز و پیاز بویایی، در یک سطح قرار دارند.
در استخوان سقف حفرهٔ بینی در جمجمه، سوراخ‌هایی برای عبور آکسون یاخته‌های گیرندهٔ بویایی دیده می‌شود که از هر سوراخ، دو آکسون در حال عبورند.
یاخته‌های گیرندهٔ بویایی همانند شنوایی و چشایی به هم متصل نیستند.

۱۱۱ شکل‌نامهٔ بویایی و نکات مهم آن



آکسون‌های گیرنده‌های بویایی، عصب بویایی را تشکیل می‌دهند.
آکسون گیرنده‌های بویایی در پیاز بویایی، با دندریت یاخته‌های عصبی پیاز بویایی سیناپس می‌دهند.
در پیاز بویایی، قطعاً بیش از یک نوع یاختهٔ عصبی یافت می‌شود. بخش جلویی پیاز بویایی از عقب آن قطورتر است.
دندریت گیرنده‌های بویایی زائده‌هایی دارد اما دقت کنید که این زائده‌ها ثابت‌اند و در غشای خود، گیرنده‌هایی پروتئینی برای مولکول‌های بودار دارند.
به‌طور معمول همهٔ یاخته‌های پوششی استوانه‌ای سقف حفرهٔ بینی، در تماس با غشای پایه‌اند.
گیرندهٔ بویایی نوعی نورون حسی تمایز یافته است که آکسون و دندریت آن از دو نقطهٔ مقابل هم از جسم‌یاخته‌ای منشأ می‌گیرند. آکسون گیرنده‌های بویایی بلندتر و نازک‌تر از دندریت آن‌هاست.
جسم‌یاخته‌ای نورون‌های گیرندهٔ بویایی نسبت به هستهٔ یاخته‌های پوششی بالاتر می‌باشد.
هستهٔ یاخته‌های پشتیبان به مولکول بودار نزدیک‌تر است و هستهٔ یاخته‌های کوچک قاعده‌ای به غشای پایه نزدیک‌تر است.
هر یاختهٔ گیرندهٔ بویایی فقط با یک نورون در لوب بویایی ارتباط دارد.
ضخامت استخوان سقف دهان در قسمت جلویی دهان بیشتر از قسمت پشتی دهان می‌باشد.
هستهٔ یاخته‌های پوششی سقف حفرهٔ بینی نسبت به هستهٔ یاخته‌های گیرندهٔ بویایی به فضای داخلی بینی نزدیک‌تر است.
طول آکسون نورون‌های بویایی که از لوب بویایی دورترند، بیشتر می‌باشد.
در میان گیرنده‌های حس ویژه، تنها گیرنده‌های بویایی به عنوان نورون معرفی شـده‌اند و به‌طور مسـتقیم با یاخته‌های عصبی دسـتگاه عصبی مرکزی (*لوب بویایی*) سیناپس تشکیل می‌دهند.

۱۱۲ شکل‌نامهٔ گیرندهٔ چشایی زبان و نکات مهم آن

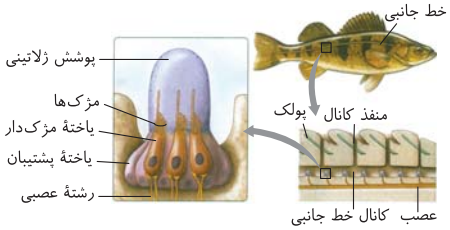


همهٔ یاخته‌های موجود در یک جوانهٔ چشایی به غشای پایه متصل هستند که سه نوع مختلف می‌باشند.
جوانه‌های چشایی در هر برجستگی روی زبان در دو قسمت جانبی متراکم‌تر و قسمت بالاتر برآمده با فاصلهٔ بیشتر قرار گرفته‌اند.
رشتهٔ عصبی در تماس با بافت سنگ‌فرشی چندلایه نیست و در مجاورت گیرنده‌های چشایی، دارای انشعاباتی می‌باشد.
گیرنده‌های چشایی **زبان** با منفذ چشایی در ارتباط هستند نه همهٔ گیرنده‌های چشایی! (*به عبارتی دیگر گیرنده‌های چشایی دهان با منفذ چشایی زبان در ارتباط نیستند.*)
در یک جوانهٔ چشایی، یاخته‌های پشتیبان نسبت به یاخته‌های گیرندهٔ چشایی، تیره‌تر و بیشتر می‌باشند ولی هر دو به منفذ چشایی متصل‌اند.
بعضی از یاخته‌های پشتیبان با دو گیرنده و برخی از یاخته‌های پشتیبان با یک گیرنده در تماس هستند.
همهٔ نورون‌هایی که پیام را به سوی مغز و نخاع می‌آورند، لزوماً دندریت بزرگ‌تر از آکسون ندارند مثل نورون حسی شنوایی، تعادل، بینایی و بویایی
براساس شکل کتاب درسی، برخی از گیرنده‌های چشایی زبان با دو رشتهٔ عصبی مرتبط هستند.
یاخته‌های مژک‌دار براساس کتاب درسی؛ گیرنده‌های شنوایی، گیرنده‌های تعادلی، یاخته‌های لولهٔ فالوپ و یاخته‌های مجاری تنفسی هستند.
در میان گیرنده‌های حس ویژه، تنها گیرنده‌های بویایی هستند که به‌طور مستقیم با یاخته‌های عصبی دستگاه عصبی مرکزی سیناپس تشکیل می‌دهند.
یاخته‌های قاعده‌ای (*کوچک*) هم در بخش بویایی و هم در بخش چشایی، کمترین یاخته‌ها را تشکیل می‌دهند که به غشای پایه متصل‌اند.
هر گیرندهٔ حسی بویایی و چشایی به دو یاختهٔ پشتیبان متصل‌اند ولی برعکس آن همیشه صادق نیست.

گفتار ۳

۱۱۳ شکل‌نامهٔ خط جانبی ماهی‌ها

در دو سوی بدن ساختاری به نام خط جانبی وجود دارد و ماهی به کمک خط جانبی، از وجود اجسام و جانوران دیگر (*شکار و شکارچی*) در پیرامون خود آگاه می‌شود.
اندازه مژک‌های متصل به هر یاختهٔ گیرنده یکسان نیست، درازترین مژک‌ها همواره در سمت دم جانور است.
فقط مژک‌ها با پوشش ژلاتینی در تماس هستند.
مژک‌ها خم می‌شوند نه یاخته‌های مژک‌دار.
تعداد یاخته‌های پشتیبان بیشتر از تعداد گیرنده‌هاست.
به هر گیرنده ۲ رشتهٔ عصبی متصل است.
هستهٔ یاخته‌های پشتیبان پایین‌تر از هستهٔ گیرنده‌ها و کل یاختهٔ گیرنده‌هاست.
هستهٔ گیرنده‌ها بزرگ‌تر از هستهٔ یاخته‌های پشتیبان است.
خط جانبی بالاتر از باله‌های سینه‌ای قرار دارد.



«ساختار خط جانبی در ماهی»

در مقابل هر منفذ کانال لزوماً یک مادهٔ ژلاتینی قرار ندارد و فاصلهٔ کانال‌ها از فاصلهٔ ماده‌های ژلاتینی بیشتر است.
خط جانبی ماهی برخلاف قلب آن به سطح پشتی بدن نزدیک‌تر است.
آب می‌تواند به پوشش ژلاتینی و یاخته‌های پشتیبان برخورد کند.
همهٔ گیرنده‌ها، الزاماً دقیقاً زیر منافذ کانال قرار نگرفته‌اند.
عصب در زیر خط جانبی و موازی با آن قرار دارد که پیام خود را به طناب عصبی پشتی جانور می‌دهند.
پولک‌ها نسبت به منفذ کانال، به صورت مایل قرار گرفته‌اند.
خط جانبی در نواحی سر، آبشش‌ها و دم ماهی کشیده نشده است. این دو خط جانبی موازی و بالای عصب خود و عمود به منافذ هستند.
گیرنده‌ها، در **فرورفتگی**هایی در کانال خط جانبی مستقرند.
خط جانبی ماهی انتهای دم ادامه پیدا نمی‌کند و هرچه به سمت سر ماهی برویم، عصب قطورتر می‌شود.
یاخته‌های پشتیبان هم در جوانه‌های چشایی و هم در ساختار خط جانبی به حفاظت از یاخته‌های گیرنده می‌پردازند و بیشتر از یاختهٔ گیرنده هستند و فاقد مژک می‌باشند.

۱۱۴ شکل‌نامهٔ مگس

«گیرندهٔ شیمیایی در مگس»

در مگس، گیرنده‌های شیمیایی در موهای حسی روی پاهای آن قرار دارند. مگس‌ها به کمک این گیرنده‌ها **انواع** مولکول‌ها را تشخیص می‌دهند.
هر موی حسی دارای ۴ دندریت است. این موها در سمت پایین یا منفذ باریک‌تر می‌باشند.
جسم یاخته‌ای و آکسون گیرنده‌ها خارج از موی حسی قرار دارد.
آکسون گیرنده‌ها، رشته‌های عصبی را تشکیل می‌دهند.
گیرنده‌های شیمیایی در انتها یا نوک پای مگس قرار دارند.
دندریت و آکسون گیرندهٔ شیمیایی مگس، در دو نقطهٔ متفاوت و روبه‌روی هم به جسم یاخته‌ای متصل می‌شوند.
هستهٔ هر یاختهٔ گیرنده، گرد است و در وسط جسم‌یاخته‌ای قرار گرفته است.
هر پا، چهار بند دارد که بند دوم از بقیه بزرگ‌تر است. بند اول نیز کوچک‌ترین است.

۱۱۵ شکل‌نامهٔ نکات اختصاصی حشرات در جیرجیرک‌ها

«گیرندهٔ امواج صوتی در جیرجیرک»

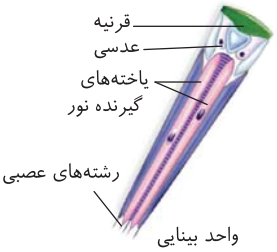
- روی هر یک از پاهای **جلویی** (*کوتاه‌ترین پا*) جیرجیرک یک محفظهٔ هوا وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی را که در پشت پردهٔ صماخ قرار دارند، تحریک و جانور صدا را دریافت می‌کند.
- گیرنده‌های مکانیکی صدا پشت پردهٔ صماخ قرار دارند و پیام خود را از راه طناب عصبی به مغز می‌دهند.
- گیرنده‌ها در مفصل بین بند اول و دوم پا قرار دارند.
- بند اول پا، از بقیهٔ بندهای پا بزرگ‌تر است.
- در اطراف پردهٔ صماخ تعدادی اجسام مومانند وجود دارد.
- از لحاظ اندازهٔ بندهای پا، از بزرگ به کوچک به ترتیب بند اول، دوم، سوم و چهارم قرار می‌گیرند.

نکتهٔ ترکیبی

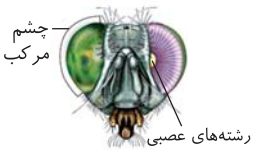
فصل ۸ زیست دوازدهم: در نوعی از جیرجیرک‌ها، جانور نر زامه‌های خود را درون کیسه‌ای به همراه مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند. جانور ماده هنگام تشکیل تخم و برای رشد و نمو جنین به مواد مغذی درون کیسه نیاز دارد. این کیسه بخش قابل توجهی از وزن بدن جانور نر را تشکیل می‌دهد. جانور نر، ماده‌ای را انتخاب می‌کند که بزرگ‌تر باشد، زیرا بزرگ‌تر بودن جانور ماده نشانهٔ آن است که تخمک‌های زیادی دارد و می‌تواند زاده‌های بیشتری تولید کند. در این جانوران جیرجیرک‌های ماده برای انتخاب شدن رقابت می‌کنند.

- برخی از آن‌ها از راه صوتی با هم ارتباط برقرار می‌کنند که در پیدا کردن جفت هم مؤثر است.

۱۱۶ شکل‌نامهٔ چشم مرکب حشرات



- تعداد زیادی واحد بینایی مستقل دارد که هر واحد یک قرنیه (*خارجی‌ترین*)، یک عدسی مخروطی و تعدادی گیرندهٔ استوانه‌ای دارد (۲ *عدد*).
- ضخامت یاخته‌های گیرندهٔ نور، در سراسر طول خود یکسان نیست و به سمت درون باریک‌تر می‌شوند.
- هستهٔ یاخته‌های گیرندهٔ نور در یک سطح قرار نگرفته است. هستهٔ آن‌ها بیضی‌شکل است.
- عدسی واحد بینایی، مخروطی‌شکل است که از خارج به قسمتی از قرنیه متصل است.
- قرنیه با قطر متفاوت بزرگ‌تر از عدسی است و از داخل به سطح پهن عدسی و چهار یاختهٔ مجاور آن متصل است.
- سمت پهن عدسی به سمت قرنیه و سمت باریک آن، به سمت گیرنده‌های نور قرار دارد ولی عدسی به گیرنده‌ها متصل نمی‌باشد.
- دو طرف و بین گیرنده‌ها فاصله وجود دارد که توسط یاخته پر شده است.



- در ساختار کرهٔ چشم حشرات، سطح خارجی کره توسط قرنیهٔ باریک پوشیده شده است و زیر هر قرنیه، یک عدسی قرار دارد و گیرنده‌های نور به شکل شعاعی درون کره قرار دارند و در مرکز به هم می‌رسند. رشته‌های عصبی به گیرنده‌ها متصل‌اند.
- اعصاب مربوط به چشم‌های مرکب و اعصاب مربوط به شاخک‌ها، مستقیماً به مغز و از طناب عصبی نمی‌گذرند.
- هر واحد چشم مرکب تصویر کوچکی از میدان ایجاد می‌کند ولی دستگاه عصبی جانور تصویر موزائیکی ایجاد می‌کند.

نکات ترکیبی

- ترکیب با فصل ۴ یازدهم: حشرات نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفهٔ حفاظتی هم دارد. با افزایش اندازهٔ جانور، اسکلت خارجی آن هم باید بزرگ‌تر و ضخیم‌تر شود. بزرگ بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌کند. به همین دلیل اندازهٔ بدن آن‌ها بیش از حد خاصی نمی‌شود.
- ترکیب با فصل ۷ زیست یازدهم: لقاح داخلی دارند و تخم‌گذار! البته برخی مثل زنبور ماده لقاح هم دارد (*البته زنبور ماده لقاح هم دارد*).
- ترکیب با فصل ۸ زیست یازدهم: اکثر گرده‌افشان‌ها، حشره‌اند و گرده‌افشانی بسیاری از گیاهان کشاورزی و درختان میوه به کمک آن‌ها انجام می‌شود.
- ترکیب با فصل ۹ زیست یازدهم:

۱ برگ تله‌مانند گیاه گوشت‌خوار کرک‌هایی دارد که با برخورد حشره به آن‌ها تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازند که سبب بسته شدن برگ و در نتیجه به دام افتادن حشره می‌شود.

۲ حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک‌دار به راحتی حرکت کنند؛ همچنین اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گاه غیرممکن می‌شود.

۳ بعضی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می‌کنند که در محافظت از آن‌ها نقش دارند. گاه حجم این ترکیبات آن‌قدر زیاد است که حشره در آن به دام می‌افتد. با سخت شدن این ترکیبات، سنگواره‌هایی ایجاد می‌شود که حشره در آن حفظ شده است. برخی مانند زنبورعسل گیرندهٔ نوری حساس به پرتوهای فرابنفش دارند.

۴ گرده‌افشانی درخت آکاسیا وابسته به زنبورهاست.

۵ نوزاد کرمی‌شکل حشره برگ تنباکو می‌خورد.

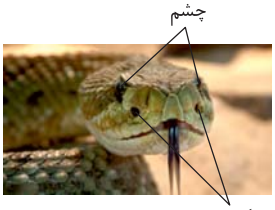
۱۱۷ شکل‌نامهٔ خزندگان

حواستان باشد که فقط در مار زنگی سوراخ‌های دارای گیرنده‌های فروسرخ در زیر چشم‌ها قرار دارند.
فاصلهٔ دو سوراخ گیرندهٔ فروسرخ از هم کمتر از دو چشم می‌باشد.
دمای موش از بدن انسان کمتر است. دمای بدن مار نیز کمتر از موش است.
بیشترین دما در سر موش و کمترین دما در دم موش می‌باشد.

نکتهٔ ترکیبی

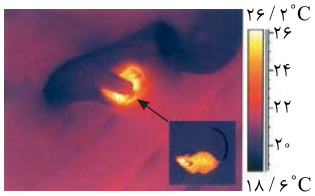
ترکیب با فصل ۷ زیست یازدهم: بکرزایی نوعی دیگر از تولیدمثل جنسی است و برای مثال، در زنبور عسل و بعضی مارها دیده می‌شود.

مار حاصل از بکرزایی در همهٔ صفات خود خالص است که می‌تواند در آینده بکرزایی یا لقاح کند.
لاک‌پشت نمونه‌ای از آن‌هاست که رکود تابستانی غریزی دارد و از طرفی به کمک گیرنده‌های میدان مغناطیسی زمین، جهت حرکت خود به سوی ساحل را پیدا می‌کند.
لقاح داخلی دارند. تخم‌گذارند ولی روی تخم خود نمی‌خوابند. پوستهٔ تخم آهکی دارند.



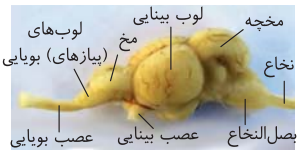
محل گیرندهٔ فروسرخ (زیر چشم)

«محل گیرندهٔ فروسرخ در مارزنگی»



«تصویر مار در حال شکار که با دوربین حساس به پرتوهای فروسرخ گرفته شده است»

۱۱۸ شکل‌نامهٔ دستگاه عصبی مرکزی ماهی



اجزای دستگاه عصبی مرکزی از جلو به عقب: عصب بویایی - لوب بویایی - مخ - عصب بینایی - لوب بینایی - مخچه - بصل‌النخاع - نخاع.

مغز ماهی

در مغز ماهی	
بزرگ‌ترین بخش: لوب‌های بینایی بین مخ و مخچه است (لوب بینایی برخلاف انسان، متصل از مخ نیست).	کوچک‌ترین و جلویی‌ترین بخش: لوب‌های بویایی از عقب به مخ متصل است و از جلو از عصب بویایی پیام می‌گیرد.
عقبی‌ترین و پایینی‌ترین بخش: بصل‌النخاع (از بالا به مخچه و از عقب به نخاع و از جلو به لوب بینایی متصل است).	بالاترین بخش: مخچه
عصب بینایی از زیر مخ و لوب بینایی وارد لوب بینایی می‌شود.	مخچه عقب‌تر از لوب بینایی و مخ قرار دارد.
لوب‌های بویایی در بین مخ و عصب بویایی قرار دارند.	بخشی از مغز ماهی که بین عصب بویایی و مخ قرار دارد: لوب‌های بویایی
بخشی از مغز ماهی که بین مخچه و مخ قرار دارد: لوب‌های بینایی	بخشی از مغز ماهی که در مجاورت پایینی مخچه قرار دارد: بصل‌النخاع

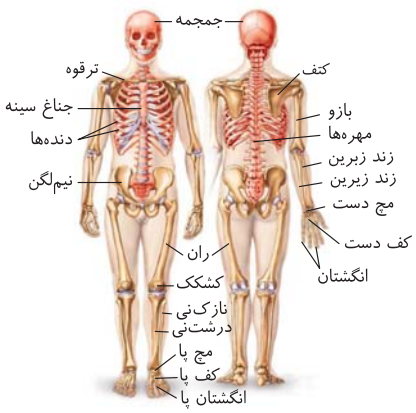
اندازه از بیشتر به کمتر: لوب بینایی - مخچه - بصل النخاع - مخ - لوب بویایی
جلویی‌ترین بخش مغز انسان لوب پیشانی ولی در ماهی، لوب بویایی می‌باشد.
در مغز ماهی برخلاف مغز انسان، مخچه در سطحی بالاتر از مخ قرار گرفته است.

زیست یازدهم — فصل سوم

گفتار ۱

۱۱۹ شکل‌نامهٔ ستون مهره‌ها، جناغ و دنده‌ها

غضروف دنده‌های ۱ تا ۵، مستقلاً به استخوان جناغ متصل می‌شوند اما غضروف دنده‌های ۶ تا ۱۰، ابتدا به یکدیگر و مشترکاً به جناغ متصل می‌شوند.
دنده‌های ۱۱ و ۱۲ در جلو آزادند و غضروف دنده‌ای ندارند.
کلیهٔ راست از کلیهٔ چپ پایین‌تر است در نتیجه دندهٔ ۱۲ از کلیهٔ راست و دنده‌های ۱۱ و ۱۲ از کلیهٔ چپ به‌طور فیزیکی محافظت می‌کنند.
کشکک و جناغ فقط از نمای جلو دیده می‌شوند و طول مهره‌ها در کمر از بالا به پایین افزایش می‌یابد.
دهانهٔ بالایی قفسهٔ سینه نسبت به دهانهٔ پایینی آن، قطر کمتری دارد.
دنده‌ها نسبت به ستون مهره‌ها، عمود نیستند بلکه به صورت مایل قرار گرفته‌اند.
مهره‌های ناحیهٔ کمر از مهره‌های ناحیه قفسهٔ سینه بزرگ‌ترند و زوائد بلندتری نیز دارند. غضروف بین‌دنده‌ای آن‌ها نیز بزرگ‌تر است.
غضروف‌های مفاصل دنده‌ها با ستون مهره‌ها، اندازه متفاوتی دارند. کوچک‌ترین غضروف دنده‌ای مربوط به دندهٔ اول است.
زائده‌های جانبی هر مهره از نمای پشتی و جلویی قابل مشاهده هستند. زائدهٔ پشتی از پشت و بخش نیم‌دایرهٔ مهره‌ها از نمای جلویی دیده می‌شوند.



«اسکلت انسان»

۱۲۰ شکل‌نامهٔ استخوان‌های دست

در مفصل آرنج، استخوان‌های بازو، زند زیرین و مقدار اندکی هم زند زبرین شرکت دارند. دقت کنید که آرنج، بخشی از استخوان زند زیرین است.

در مفصل مچ دست، استخوان زند زبرین و استخوان‌های مچ دست شرکت دارند و زند زیرین اتصال اندکی دارد.

استخوان‌های مچ دست در دو ردیف قرار گرفته‌اند که ردیف بالایی آن‌ها با استخوان‌های ساعد و ردیف پایینی آن‌ها با استخوان‌های کف دست مفصل تشکیل می‌دهند.

کوچک‌ترین استخوان انگشت، استخوان انتهایی بند هر انگشت می‌باشد.

زند زیرین در راستای کوچک‌ترین انگشت دست و زند زبرین در راستای انگشت شست دست می‌باشد.

زند زیرین از بالا سطح مفصلی زیادی دارد و آرنج را می‌سازد ولی زند زبرین از پایین سطح مفصلی زیادی دارد و با مچ دست اتصال دارد.

در حالت ایستادهٔ بدن اگر کف دست رو به جلو باشد، در ساعد زند زبرین نسبت به زند زیرین و در پا، نازک‌نی نسبت به درشت‌نی خارجی‌تر می‌باشد.

سر پهن‌تر و تحتانی استخوان بازو با دو استخوان ساعد دست مفصل می‌شود.

انتهای بالایی زند زیرین ضخیم‌تر از پایین آن است و انتهای پایینی زند زبرین ضخیم‌تر از بالای آن است.

زند زیرین و زند زبرین از ابتدا و انتها به یکدیگر متصل‌اند.

۱۲۱ شکل‌نامهٔ استخوان‌های پا

استخوان درشت‌نی و نازک‌نی هر دو در تشکیل مچ پا شرکت می‌کنند. (*حورک داخلی پا را استخوان درشت‌نی و حورک خارجی را استخوان نازک‌نی تشکیل می‌دهد.*)

استخوان درشت‌نی نسبت به استخوان نازک‌نی به محور بدن نزدیک‌تر و داخلی‌تر است.

سر بالایی استخوان ران، در امتداد تنهٔ استخوان قرار نگرفته است و با تنهٔ استخوان زاویه‌ای باز تشکیل داده است. (*ران درازترین استخوان بدن است.*)

استخوان نیم‌لگن، به استخوان پهن انتهای ستون مهره‌ها، استخوان ران و استخوان نیم‌لگن سمت دیگر متصل است.

در محل اتصال دو نیم‌لگن، یک غضروف مشاهده می‌شود. در هر نیم‌لگن یک قسمت دایره‌ای نیز مشاهده می‌شود.

کشکک، در ساختار زانو شرکت دارد و با استخوان ران اتصال دارد.

مفصل زانو بین استخوان‌های ران و درشت‌نی تشکیل می‌شود. دقت کنید که نازک‌نی از بالا به درشت‌نی متصل است. (*نه به ران*)

در حقیقت مفصل زانو شامل ۳ استخوان می‌باشد: ۱ ران ۲ درشت‌نی ۳ کشکک (*استخوان نازک‌نی در آن شرکت نمی‌کند!*)

نازک‌نی در سمت خارج درشت‌نی قرار می‌گیرد.

در مفصل مچ پا، استخوان‌های درشت‌نی، نازک‌نی و استخوان‌های مچ پا شرکت دارند.

کشکک به انتهای ران متصل است و به درشت‌نی و نازک‌نی متصل نیست.

دو استخوان نیم‌لگن در قسمت میانی بدن با هم مفصل تشکیل می‌دهند. هر نیم‌لگن با بخش محوری و جانبی اسکلت، مفصل دارد.

انتهای پایینی استخوان ران در هر سمت پا، به سمت مقابل خود تمایل می‌یابد.

بخش محوری اسکلت شامل استخوان پهن (*جمجمه*)، نامنظم (*ستون مهره*) و کوچک (*استخوان‌های گوش میانی*) می‌باشد.

دو استخوان نیم‌لگن و ترقوه، هم با بخش محوری و هم با بخش جانبی اسکلت مفصل می‌شوند.

۱۲۲ شکل‌نامهٔ انواع استخوان‌ها

«استخوان جمجمه»

«استخوان‌های مچ دست»

«استخوان ران»

«استخوان مهره»

استخوان‌ها به چهار شکل کوتاه، دراز، پهن و نامنظم هستند.

به غیر از استخوان‌های دست، پا، ترقوه، لگن و کتف، بقیهٔ استخوان‌های دیگر جزء بخش محوری اسکلت محسوب می‌شوند.

استخوان ران، بزرگ‌ترین استخوان بدن و استخوان رکابی، کوچک‌ترین استخوان بدن می‌باشد.

بین استخوان‌های ستون مهره مفصل لغزنده وجود دارد که نوعی از مفاصل متحرک بدن محسوب می‌گردد. غضروف بین مهره‌ها از نمای جلویی قابل مشاهده است.

۱۲ جفت دنده که در انسان در تشکیل قفسهٔ سینه نقش دارند از پشت به استخوان مهره هم‌ترازشان متصل می‌شوند. بنابراین ۱۲ مهره در ستون مهره دارای اتصال با دو دنده می‌باشند. سایر مهره‌ها با دنده‌ها مفصلی ندارند.

قسمتی از ستون مهره‌ها مسئول حفاظت از کل نخاع می‌باشد. نخاع از اولین مهرهٔ گردن تا دومین مهرهٔ کمر امتداد یافته است. بنابراین بخش انتهایی ستون مهره در حفاظت از نخاع نقشی ندارد.

ستون مهره علاوه‌بر نقش محافظتی خود برای نخاع، دارای نقش در حرکت بدن نیز می‌باشد.

استخوان‌های مهره معمولاً دارای سه زائده می‌باشند دوتا از آن‌ها به سمت طرفین و یکی از آن‌ها به سمت عقب قرار گرفته است.

هم‌چنین استخوان مهره دارای یک بدنهٔ نیم‌دایره‌شکل است که به سمت جلو یا اندام‌های داخلی بدن قرار گرفته است.

سوراخ مشاهده شده در وسط مهره‌ها برای قرارگیری نخاع تعبیه شده است.

با توجه به شکل ابتدای فصل، اندازهٔ مهره‌ها از بالا به پایین افزایش می‌یابد.

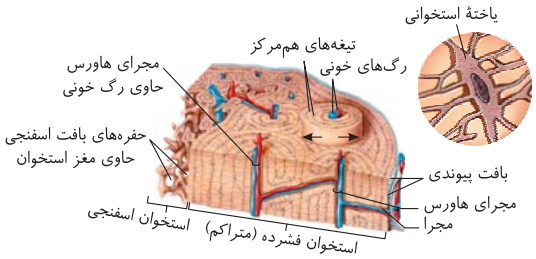
۱۲۳ شکل‌نامهٔ برش عرضی تنهٔ استخوان دراز با ۲۰ نکتهٔ خوب در طراحی تست‌ها

۱ از خارج به داخل تنهٔ استخوان دراز، بافت پیوندی، سامانهٔ استخوانی متراکم، سامانهٔ اسفنجی و مجرای مرکزی مغز استخوان دارد.

۲ بافت پیوندی احاطه‌کنندهٔ استخوان، دو لایه‌ای است و دارای منافذی برای عبور رگ‌های خونی و اعصاب است؛ البته لایهٔ داخلی بافت پیوندی احاطه‌کنندهٔ استخوان، دارای یاخته‌هایی پهن و نزدیک به هم است.

۳ در سمت خارج لایهٔ پیوندی خارجی احاطه‌کنندهٔ استخوان، رگ‌های خونی قابل مشاهده‌اند.

۴ هر یاختهٔ استخوانی، هستهٔ بیضی‌شکل و زوائد سیتوپلاسمی مرتبط با هم متعددی دارد که زائده‌های یاخته‌های استخوانی می‌توانند با هم در تماس باشند.



«ساختار بخشی از تنهٔ یک استخوان دراز و اجزای آن»

۵ با توجه به شکل یاخته‌های استخوانی دارای زوائد سیتوپلاسمی هستند و از این نظر بسیار مشابه نورون‌ها، درشت‌خوارها و یاخته‌های دندریتی می‌باشند.

۶ بافت استخوانی متراکم که بیشتر حجم تنهٔ استخوان دراز را تشکیل می‌دهد، فاقد هرگونه مغز قرمز یا زرد می‌باشد.

۷ یاخته‌های استخوانی برای هورمون اریتروپویتین گیرنده ندارند.

۸ سامانه‌های هاورس با بافت پیوندی خارجی بخش تنهٔ استخوان دراز و خارجی‌ترین یاخته‌های بخش متراکم، تماس ندارند.

۹ هر سامانهٔ هاورس، یک مجرای مرکزی و تعدادی مجرای عرضی دارد. هر سامانه، تعدادی استوانهٔ هم‌مرکز از تیغه‌ها و یاخته‌های استخوانی و رشته‌های پیوندی دارد.

۱۰ مجرای هاورس و بافت پیوندی متراکم، فاقد مغز استخوان و یاخته‌های بنیادی می‌باشند و برای هورمون اریتروپویتین گیرنده ندارد.

۱۱ در بافت استخوانی متراکم، بیرونی‌ترین و درونی‌ترین یاخته‌ها، در تشکیل سامانهٔ هاورس نقشی ندارند.

۱۲ دوایر متحدالمرکز در یک سامانهٔ هاورس، می‌توانند به گونه‌ای، ادامهٔ یکدیگر باشند.

۱۳ سیاهرگ موجود در هر مجرای هاورس، فضای داخلی بیشتری نسبت به سرخرگ موجود در همان مجرا دارد.

۱۴ داخلی‌ترین لایهٔ بافت فشردهٔ استخوانی همانند خارجی‌ترین لایهٔ آن، جزء سامانهٔ هاورس نمی‌باشد.

۱۵ قطر سامانه‌های هاورس مجاور، می‌تواند متفاوت باشد. این سامانه‌ها توسط مجاری عرضی پر از رگ خونی با هم ارتباط دارند.

۱۶ زیر دو لایهٔ پیوندی خارجی، بافت استخوانی فشرده دیده می‌شود که یاخته‌های چندلایهٔ داخلی‌تر آن‌ها در سیستم هاورس سازمان‌یابی پیدا کرده‌اند. لایهٔ داخلی‌تر نسبت به بافت فشرده، بافت استخوانی اسفنجی است که اطراف مجرای مرکزی استخوان را می‌پوشاند.

۱۷ درون بافت اسفنجی صفحات و میله‌هایی وجود دارند که بین آن‌ها حفره‌هایی است که با مغز قرمز استخوان و رگ‌های خونی پر می‌شود.

۱۸ همان‌طور که در شکل می‌بینید برخی از یاخته‌های استخوانی خارج از سیستم هاورس قرار گرفته‌اند بنابراین می‌توان اینگونه گفت که لزوماً هر یاخته بافت فشرده در سامانهٔ هاورس سازمان‌دهی نشده است.

۱۹ حفره‌های موجود در بافت اسفنجی استخوان‌ها، پر از مغز قرمز می‌باشند که ادامهٔ آن‌ها با مجرای میانی استخوان دراز در اتصال است.

۲۰ ادامهٔ رگ‌های خونی وارد شده به استخوان دراز، تا بخش متراکم و اسفنجی استخوان وارد می‌شوند.

۱۲۴ شکل‌نامهٔ انواع شکستگی استخوان‌های بدن

«شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران (راست) و تصویر رادیوگرافی از استخوان شکستهٔ ران (چپ)»

الف) شکستگی میکروسکوپی

استخوان‌های بدن به‌طور **پیوسته** در اثر **حرکات معمول** بدن دچار شکستگی **میکروسکوپی** می‌شوند که ما از آن‌ها بی‌خبر هستیم و زود ترمیم می‌شوند.

ب) شکستگی ماکروسکوپی

برخی شکستگی‌ها در اثر **ضربه یا برخورد** ایجاد می‌شوند که در این حالت **یاخته‌های نزدیک** محل شکستگی با تقسیم شدن و ساخت یاخته‌های جدید سبب بهبودی استخوان پس از **چند هفته** می‌شوند.

۱۲۵ شکل‌نامهٔ پوکی استخوان

استخوان طبیعی — استخوان مبتلا به پوکی

در پوکی استخوان، تعداد حفرات مخصوصاً بافت اسفنجی کمتر شده ولی اندازهٔ آن‌ها بزرگ‌تر می‌شود.

در تصویر رادیوگرافی، بافت فشرده سفیدتر از بافت اسفنجی دیده می‌شود.

در پوکی استخوان، بافت اسفنجی بیشتر از بافت متراکم آسیب دیده و مادهٔ زمینه‌ای آن کاهش می‌یابد.

در هر سنی تراکم استخوان مرد سالم بیشتر از زن سالم می‌باشد.

در پوکی استخوان، تعداد حفرات بافت اسفنجی **کمتر** شده ولی اندازهٔ آن‌ها **بزرگ‌تر** می‌شود و فضای بین آن‌ها حجیم‌تر می‌شود.

در پوکی استخوان، بافت اسفنجی بیشتر از بافت متراکم آسیب می‌بیند و مادهٔ زمینه‌ای بافت اسفنجی کاهش می‌یابد.

۱۲۶ شکل‌نامهٔ مفصل متحرک

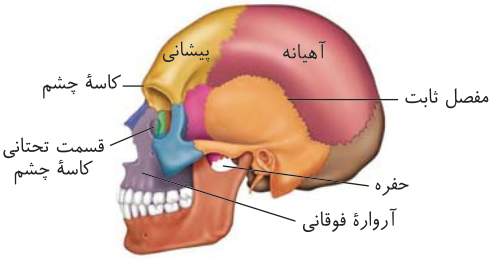
«بخش‌های تشکیل دهنده مفصل»

- مفصل متحرک از نظر ضخامت، از بیشتر به کمتر: کپسول مفصلی - غضروف مفصلی - پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی.
- کپسـول مفصلـی، در تماس با مایع مفصلی نیسـت. در واقع مایـع مفصلی فقط در تماس با پردهٔ سـازندهٔ خود و غضروف مفصلی است.
- مایع مفصلی، بخشی از محیط داخلی است و می‌تواند دارای پادتن باشد. ولی فاقد یاخته است.
- صفحهٔ رشد غضروفی، پس از پایان سن رشد، یعنی چند سال پس از بلوغ، به بافت استخوانی متراکم تبدیل شده است.
- در سر استخوان‌های دراز، بافت اسفنجی حجم زیادی دارد و توسط لایهٔ نازکی از بافت متراکم احاطه شده است.
- کپسـول مفصلـی، ادامهٔ لایهٔ پیونـدی خارجی احاطه‌کنندهٔ اسـتخوان و پردهٔ سـازندهٔ مایع مفصلی، ادامهٔ لایهٔ پیوندی داخلی احاطه‌کنندهٔ استخوان است.
- کپسـول مفصلی به دوسر اسـتخوان مختلف در محل متصل است و از طرفی پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی از بالا و پایین به غضروف مفصل متصل است.
- هر غضروف مفصلی دوسرِ دو استخوانِ مختلف از دو سمت جانبی خود به دو پردهٔ مختلف سـازندهٔ مایع مفصلـی، متصل‌اند و از داخل به مایع مفصلی و از خارج به بافت اسـتخوانی متراکم متصل است.
- مفصل لغزنده در قسمت استوانه‌ای ستون مهره وجود ندارد.
- در مفصل لولایی، حرکت در دو جهت و در مفصل لغزنده، حرکت در ۴ جهت رخ می‌دهد.
- این سه نوع از مفاصل متحرک، فقط انواعی از مفاصل متحرک هستند (*نه همهٔ آن‌ها!*).
- مفصل ران با نیم‌لگن همانند بازو با کتف از نوع گوی - کاسه است که در همهٔ جهات حرکت می‌کند.

«ران با لگن»

«بازو با زند زیرین»

۱۲۷ جمجمه



۱) استخوان پیشانی
- بزرگ‌ترین استخوان جمجمه است.
- از پشت با دو آهیانه سطح مفصلی زیادی دارد.
- مستقیم با استخوان گیجگاهی مفصل ندارد.
- نیمهٔ بالایی کاسهٔ چشم را می‌سازد.
- در کاسهٔ چشم با چند نوع استخوان جمجمه در چهره مفصل دارد.
- با استخوان بینی سطح مفصلی کمی دارد.

۲) هر استخوان آهیانه
- از جلو با پیشانی از پشت با پس‌سری مفصل دارد.
- از زیر با گیجگاهی و یک استخوان دیگر مفصل دارد.

۳) گیجگاهی
- از بالا با آهیانه و از پشت با پس‌سری مفصل دارد.
- گوش را محافظت می‌کند.
- با آروارهٔ تحتانی مفصل دارد و حفره‌ای بین آن‌ها است.
- از جلو با تعدادی از استخوان‌های صورت مفصل دارد.

۴) آروارهٔ فوقانی
- بزرگ‌ترین استخوان سطح تحتانی کاسهٔ چشم است.

کاسهٔ چشم
- قسمت اعظم آن که بخش بالایی است از استخوان پیشانی می‌باشد!
- قسمت تحتانی کاسهٔ چشم از تعداد استخوان بیشتری ایجاد شده است که همگی با پیشانی مفصل دارند.

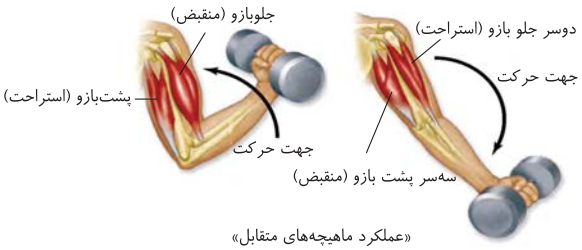
گفتار ۲

۱۲۸ شکل‌نامهٔ محل ماهیچه‌های اسکلتی مهم بدن و نکات مختلف

- ماهیچهٔ ذوزنقه‌ای، سـینه‌ای و دلتایی به اسـتخوان ترقوه متصل هستند که ذوزنقه‌ای در پشت گردن است و در عمل دم عمیق مؤثر است.
- ماهیچه‌های اسکلتی سطح پشتی بدن عبارت‌اند از: ماهیچه‌های دوسر ران، توأم، سرینی‌ها، سه‌سر بازو.
- ماهیچه‌هـای اسـکلتی سـطح جلویی بـدن عبارت‌انـد از: ماهیچه‌های چهارسـر ران، صورت، دوسـر بازو، سینه‌ای، شکمی.
- ماهیچهٔ سـینه‌ای توسـط بافت پیوندی به دو نیمه تقسـیم شـده اسـت و ماهیچهٔ مورب نیز توسـط بافت پیوندی، تکه‌تکه شده است.

علت چندهسته‌ای بودن ماهیچهٔ اسکلتی، به هم پیوستن چند یاختهٔ تک‌هسته‌ای در دوران جنینی است نه عدم انجام تقسیم سیتوپلاسم در آن‌ها!
استخوان‌های دارای مفصل ثابت نیز می‌توانند به زردپی متصل شوند مثل استخوان‌های جمجمه با برخی ماهیچه‌ها!
ماهیچهٔ دلتایی در سطح جانبی دست‌ها قرار دارد و به ترقوه و بازو متصل است ولی ماهیچهٔ شکمی به جناغ اتصال دارد.
در مچ دست و پا، زردپی ماهیچه‌ها برای ورود به دست و پا، از زیر نوارهایی پیوندی عبور می‌کنند.
بندارهٔ خارجی مخرج و میزراه همانند ماهیچهٔ اسکلتی ابتدای مری، به استخوان متصل نیستند.
ماهیچـهٔ دیافراگـم و بین‌دنـده‌ای خارجی (*فعال در دم عادی و عمیق*) و ماهیچه‌های گردنی (*فعال در دم عمیق*) و شـکمی و بین‌دنده‌ای داخلی (*فعال در بازدم عمیق*) همگی از نوع ماهیچهٔ اسکلتی هستند.
یاخته‌های تمایزیافته‌ای مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می‌شوند و یا اصلاً تکثیر نمی‌شوند.

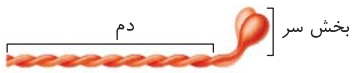
۱۲۹ شکل‌نامهٔ ماهیچهٔ دوسر و سه‌سر بازو



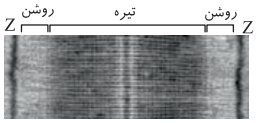
«عملکرد ماهیچه‌های متقابل»

دو زردپی بالایی ماهیچهٔ دوسر به کتف متصل می‌شوند و یک زردپی پایینی آن به زند **زبرین** متصل می‌شود.
از سـه زردپی بالایی ماهیچهٔ سه‌سـر، دو زردپی بالایی با کتف و یک زردپی با بازو مرتبط می‌شوند، یک زردپی پایینی آن نیز به زند **زبرین** متصل می‌شود.
ماهیچهٔ دوسـر بـازو، به زائدهٔ اسـتخوان کتـف و همچنین به یـک برآمدگی روی استخوان زند زبرین متصل است.
بخش اعظم ماهیچهٔ سه‌سـر، در طول اسـتخوان بازو کشـیده شده است و به آن متصل اسـت. بخش دیگری از ماهیچهٔ سه‌سر بازو، به زائدهٔ آرنج استخوان زند زیرین متصل است.
مفصل شانه از بالا، به وسیلهٔ تعداد زردپی بیشتری پشتیبانی می‌شود در نتیجه احتمال در رفتن مفصل به سمت بالا، کمتر است.
زنـد زیریـن و کمـی هم زند زبرین، هر دو در مفصل آرنج با اسـتخوان بازو شـرکت دارند و هر دو با انقباض خود در باز شـدن دریچه‌های لانـه کبوتری و جریان خون سیاهرگی مؤثرند.

۱۳۰ شکل‌نامهٔ پروتئین‌های انقباضی یک تار



«بخش‌های مختلف مولکول میوزین»



«تصویر میکروسکوپی از ساختار ماهیچه مخطط (الف) و سارکومر (ب)»

هر مولکول میوزین دو جایگاه (ـــر) برای اتصال به اکتین دارد ولی یک رشـتهٔ میوزین که حاوی تعدادی میوزین است دارای تعداد زیادی جایگاه اتصال به اکتین می‌باشند.
رشته‌های اکتین، متشکل از اجزایی کروی‌شکل هستند که در کنار هم به صورت دو رشته‌ای قرار می‌گیرند.
اکتین‌ها به نوک دندانهٔ خطوط Z متصل هستند و در انقباض ماهیچه، طول اکتین و میوزین تغییری نمی‌کند.
در یک سارکومر، یک نوار تیره در وسط و دو نوار روشن نزدیک خط Z دیده می‌شود.
در وسط هر نوار تیره، یک بخش روشن‌تر وجود دارد که فقط شامل دم‌های میوزین می‌شوند.
هر میوزین دو رشـتهٔ پلی‌پپتید مارپیچ (ـــ*خارج حفاری*) دارد که دو سر رشـته‌ها در یک سمت بوده و دم آن‌ها به سمت وسط سارکومر است.
نوار روشن فقط پروتئین نازک اکتین را دارد ولی نوار تیره حاوی پروتئین‌های نازک اکتین و قطور میوزین می‌باشد.
در یک سارکومر هیچ‌گاه میوزین به خط Z متصل نمی‌شود و از طرفی همواره فاصلهٔ رشته‌های اکتین متصل به یک خط Z با هم برابر است.

۹۰ تأمین انرژی

منبع تأمین انرژی		زمان تأمین	نکات	واکنش
گلوکز (بیشتر انرژی از سوخت آن تأمین می‌شود.)	هوازی	تا چند دقیقه در صورت O_2 کافی	گلوکز، کامل تجزیه شده و می‌سوزد و بازدهٔ واکنش بالاست. بخشی از وقایع در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و بخشی در راکیزه انجام می‌شود.	پیش‌ماده: گلوکز + اکسیژن + ADP + فسفات محصولات: کربن‌دی‌اکسید + آب + ATP (زیاد)
	بی‌هوازی (لاکتیکی)	در صورت عدم O_2 کافی	گلوکز به‌طور کامل تجزیه نمی‌شود و بازده واکنش پایین است و همهٔ مراحل در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم انجام می‌شوند. (تخمیر)	گلوکز ← لاکتیک‌اسید + ATP (اندک) ↓ تجمع آن سبب درد ماهیچه‌ای می‌شود. ↓ اضافی آن به تدریج تجزیه شده و درد کم می‌شود.
اسید چرب		بیشتر از چند دقیقه (طولانی)	ماهیچه برای انقباض طولانی‌مدت از اسیدهای چرب استفاده می‌کند.	در مسیر تنفس یافته‌ای، ATP تولید می‌کند.
کراتین‌فسفات		برای چند لحظه (کوتاه)	می‌تواند به سرعت به تولید ATP بپردازد.	کراتین فسفات + ADP ← کراتین + ATP

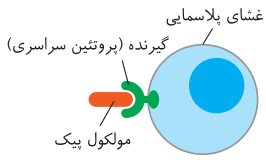
۹۱ مقایسهٔ تارهای کند و تند

انواع تار	کند	تند
رنگ	قرمز	سفید
بیشتر روش تأمین انرژی	هوازی	بی‌هوازی
میزان میوگلوبین	زیاد	کم
اختصاصی برای حرکات	استقامتی	سریع
اکسیژن ذخیره‌ای	زیاد	کم
زمان نگهداری	زیاد	کم
زمان خسته شدن	دیر	زود
مقاومت به خستگی	زیاد	کم
تعداد میتوکندری	زیاد	کم
تعداد هسته	چندهسته‌ای	چندهسته‌ای
بیشتر در افراد	ورزشکار	کم تحرک
سرعت انقباض	کم	زیاد
مدت انقباض	زیاد	کم
تولید لاکتیک‌اسید	کم	زیاد
تولید ATP	زیاد	کم
مصرف ADP	زیاد	کم
مصرف اکسیژن	زیاد	کم
مویرگ‌های خونی اطراف	زیاد	کم
تولید کربن‌دی‌اکسید و آب	زیاد	کم
سرعت کوتاه شدن تار و تارچه و ...	کم	زیاد

زیست یازدهم — فصل چهارم

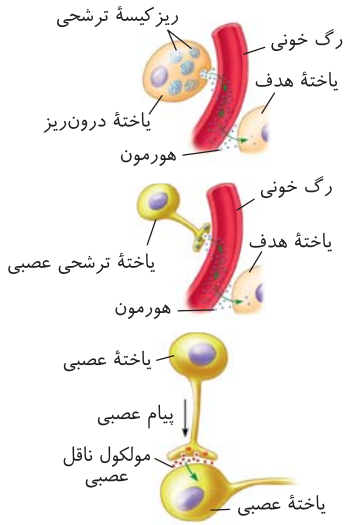
گفتار ۱

۱۳۱ شکل‌نامهٔ گیرنده و پیک



- گیرندهٔ غشایی مولکول پیک، از طریق بخش بزرگ‌تر خود با مولکول پیک در تماس است.
- قسمتی از گیرنده، شکل مکمل برای قسمتی از مولکول پیک دارد.
- مولکول پیک فقط در برخی هورمون‌ها وارد یاختهٔ گیرنده‌دار می‌شود.
- پیک شیمیایی با اثر بر گیرنده، سبب تغییر در یاختهٔ گیرنده‌دار می‌شود.

۱۳۲ شکل‌نامهٔ مقایسهٔ هورمون و ناقل عصبی



- ناقل عصبی، هرگز وارد یاختهٔ هدف یا خون نمی‌شود. (در تحلیل مشخص است.)
- ناقل عصبی همانند هورمون، پیش از اثر بر یاختهٔ هدف، ابتدا وارد محیط داخلی می‌شود (دقت کنید که مایع بین یاخته‌ای نیز جزء محیط داخلی است).
- ناقل عصبی همانند هورمون، با اگزوسیتوز از یاختهٔ سازندهٔ خود ترشح می‌شود.
- پیک شیمیایی که از آکسون ترشح می‌شود، می‌تواند ناقل عصبی، هورمون و یا اینترفرون نوع ۱ (در صورت آلودگی به ویروس) باشد.
- هورمون برای رسیدن به یاختهٔ هدف، حتماً باید وارد خون شود.
- هورمون ترشح شده از یاختهٔ ترشحی عصبی یا یاختهٔ درون‌ریز، در صورتی که گیرندهٔ آن درون یاختهٔ هدف باشد، می‌تواند وارد یاختهٔ هدف شود. (در تحلیل مشخص است.)
- دقت کنید که هنگام اگزوسیتوز، ریزکیسه خارج نمی‌شود! بلکه محتویات آن خارج شده و اندازهٔ غشای یاخته زیاد می‌شود.
- یاختهٔ درون‌ریز، تعدادی ریزکیسه حاوی هورمون آمادهٔ ترشح دارد.

۱۳۳ شکل‌نامهٔ غدهٔ درون‌ریز و برون‌ریز

هم یاخته‌های غدد برون‌ریز و هم یاخته‌های اغلب غدد درون‌ریز، فضای بین‌یاخته‌ای اندک دارند، چون بافت پوششی دارند. (*غدد درون‌ریزی که بافت عصبی دارند، استثنا هستند.*)

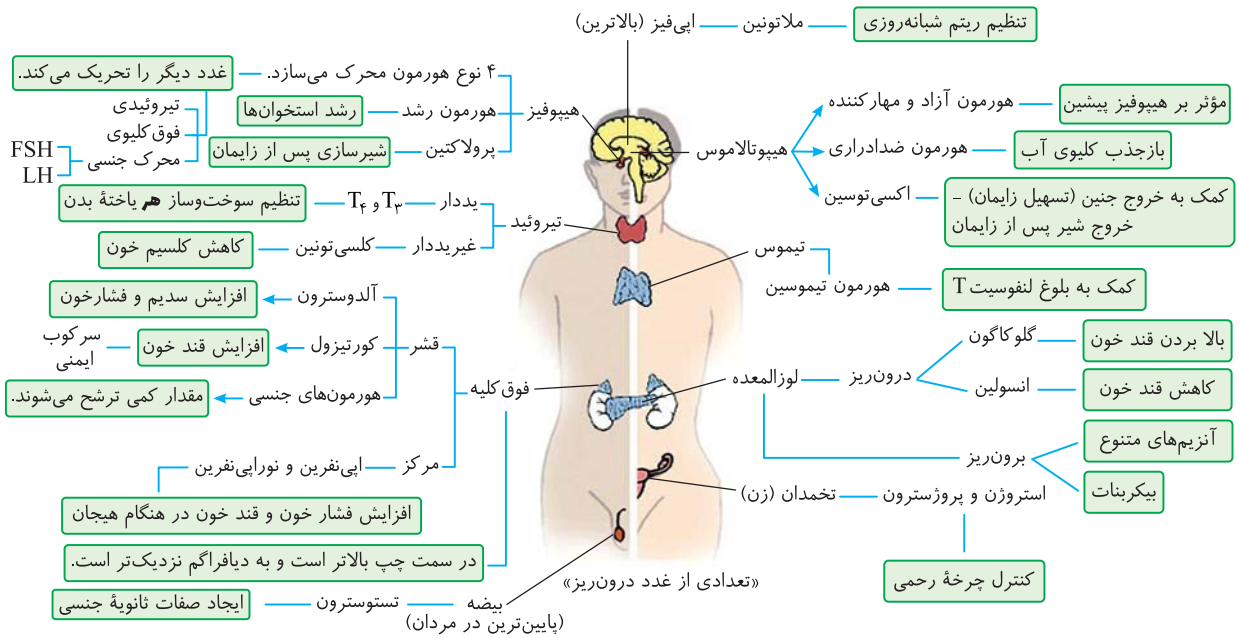
هرچه به سمت عمق غدهٔ برون‌ریز برویم، اندازهٔ یاخته‌ها بزرگ‌تر می‌شود.

هر دو نوع غده برای انتقال گاز تنفسی با خون رابطهٔ دوطرفه دارند.

یاخته‌های سطحی غدهٔ برون‌ریز، مکعبی‌تر و یاخته‌های عمقی غدهٔ برون‌ریز، استوانه‌ای‌تر هستند که همگی مانند غدهٔ درون‌ریز هستهٔ گرد مرکزی دارند.

رگ خونی در اطراف کل غدد درون‌ریز قرار گرفته است.

۱۳۴ شکل‌نامهٔ غدد درون‌ریز



فوق‌کلیهٔ راست از فوق‌کلیهٔ چپ کوچک‌تر و پایین‌تر است. تیموس هم از غدهٔ تیروئید بزرگ‌تر می‌باشد.

غدهٔ هیپوفیز از سه بخش پیشین، میانی و پسین تشکیل شده که بخش پسین آن دارای ساختار عصبی است.

غدد هیپوفیز و هیپوتالاموس در تنظیم فعالیت سایر غدد نقش دارند.

هیپوتالاموس با ترشح هورمون‌های مهارکننده و آزادکننده بر هیپوفیز اثر می‌گذارد و بخش پیشین هیپوفیز نیز در تنظیم فعالیت غدد تیروئید، فوق‌کلیه و جنسی نقش دارد.

غدد جنسی مردان برخلاف زنان در خارج از حفرهٔ شکمی بدن قرار دارد تا دمای آن‌ها حدود سه درجه پایین‌تر از دمای بدن باشد. این دما برای فعالیت صحیح بیضه‌ها ضروری است.

غده‌ای در حفرهٔ شکمی که به دیافراگم نزدیک‌تر است، فوق‌کلیهٔ **چپ** می‌باشد.

در مردان چهار غده (*بیضه‌ها و فوق‌کلیه‌ها*) به تولید تستوسترون و دو غده (*فوق‌کلیه‌ها*) به تولید استروژن و پروژسترون می‌پردازند.

۹۲ غدد درون‌ریز

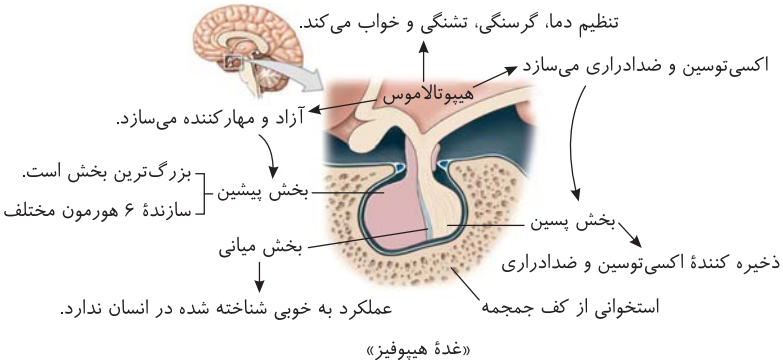
مکان	غدد درون‌ریز		نکات
مغز (۳ غدهٔ درون‌ریز)	هیپوتالاموس		تنظیم ترشحات بخش پیشین هیپوفیز و ساخت هورمون‌های ذخیره شده در هیپوفیز پسین (اکسی‌توسین و ضدادراری) و تنظیم دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب
	هیپوفیز	پیشین	ساخت ۶ نوع هورمون تحت کنترل هورمون‌های آزادکننده و مهارکنندهٔ هیپوتالاموس و دارای ارتباط خونی با هیپوتالاموس
		میانی	عملکرد آن به خوبی در انسان شناخته نشده است.
		پسین	دارای ارتباط عصبی با هیپوتالاموس و ذخیرهٔ هورمون‌های ساخته شده در هیپوتالاموس و نسبت به بخش پیشین، عقب‌تر و نزدیک‌تر به مخچه قرار گرفته است.
	اپی‌فیز		بالای برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد و مقدار ترشح هورمون ملاتونین در شب به حداکثر و در ظهر به حداقل می‌رسد و در تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی نقش دارد.
گردن (۵ غده)	تیروئید		ساخت هورمون‌های تیروئیدی و کلسی‌تونین و شکلی شبیه به سپر در زیر حنجره
	پاراتیروئید		به تعداد ۴ تا در پشت تیروئید و ساخت هورمون پاراتیروئیدی
پشت جناغ (۱ غده)	تیموس		با ترشح هورمون تیموسین، در تمایز لنفوسیت‌های T مؤثر است.

۹۲ برون‌ریز غدد درون‌ریز

مکان	غدد درون‌ریز		نکات
درون حفرهٔ شکمی (۳ یا ۵ غده)	پانکراس		متشکل از دو قسمت درون‌ریز و برون‌ریز و ساخت هورمون‌های تنظیم‌کنندهٔ قند خون (انسولین و گلوکاگون)
	فوق‌کلیه	بخش قشری	ساخت هورمون جنسی زنانه و مردانه در هر دو جنس و هورمون کورتیزول و آلدوسترون
		بخش مرکزی	ساختار عصبی دارد و ساخت هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین
	تخمدان‌ها		ساخت هورمون‌های جنسی (استروژن و پروژسترون) و تولید یاختهٔ جنسی
پایین حفره‌های شکمی (حضر یا ۲ غده)	بیضه‌ها		ساخت هورمون‌های جنسی (تستوسترون) و تولید یاختهٔ جنسی

گفتار ۲

۱۳۵ شکل‌نامهٔ هیپوفیز



«غدهٔ هیپوفیز»

هیپوفیز، غده‌ای به اندازهٔ نخود در گودی کف استخوانی از جمجمه قرار دارد و با ساقه‌ای به هیپوتالاموس وصل است.

بخش پیشین هیپوفیز بزرگ‌تر از بخش پسین و میانی می‌باشد و تنها بخش هورمون‌ساز است.

بخش پیشین هیپوفیز جلوتر از بخش پسین و میانی می‌باشد و نسبت به دو بخش دیگر، دورتر از برجستگی‌های چهارگانه می‌باشد.

بخش میانی هیپوفیز برخلاف بخش پیشین، به‌طور کامل توسط استخوان جمجمه احاطه شده است و از همه کوچک‌تر و باریک‌تر است.

بخش میانی هیپوفیز برخلاف دو بخش دیگر، در ساختار ساقهٔ بین هیپوفیز و هیپوتالاموس قرار ندارد.

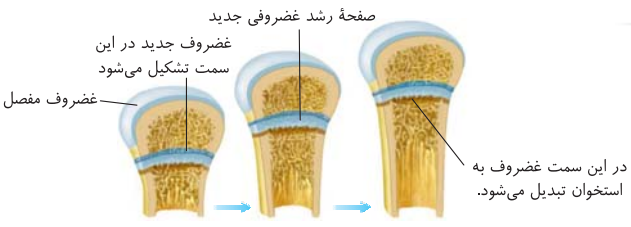
بخش پسین هیپوفیز هورمونی تولید نمی‌کند ولی ترشح هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین تولیدشده در هیپوتالاموس را انجام می‌دهد.

هیپوفیز و هیپوتالاموس با مغز میانی تقریباً در یک سطح قرار گرفته‌اند.

۹۳ جمع‌بندی هورمون‌های هیپوتالاموسی

هورمون‌های هیپوتالاموسی	محل تولید	یاخته هدف	نقش هورمون
آزادکننده‌ها	هیپوتالاموس	هیپوفیز پیشین	محرک ترشح ۶ هورمون مختلف از هیپوفیز پیشین می‌باشد.
مهارکننده‌ها	هیپوتالاموس	غدهٔ هیپوفیز پیشین	ترشح هورمون‌هایی از هیپوفیز پیشین را کم یا متوقف می‌کند.
ضدادراری	جسم‌یاخته‌ای یاخته‌های عصبی غدهٔ هیپوتالاموس	از طریق دسته‌های آکسونی ابتدا به غدهٔ هیپوفیز پسین می‌رود و ذخیره می‌شود تا از آنجا از طریق خون به کلیه‌ها برسد.	از هیپوفیز پسین وارد خون شده و سبب افزایش بازجذب آب از کلیه‌ها می‌شود.
اکسی‌توسین	جسم‌یاخته‌ای یاخته‌های عصبی غدهٔ هیپوتالاموس	از طریق دسته‌های آکسونی ابتدا به غدهٔ هیپوفیز پسین می‌رود و ذخیره می‌شود تا در موقع زایمان یا شیر دادن روی رحم یا غدد شیری اثر کند.	از هیپوفیز پسین وارد خون شده و سبب افزایش انقباضات رحم در زایمان و غدد شیری برای خروج شیر می‌شود.

۱۳۶ شکل‌نامهٔ صفحهٔ رشد استخوان



«صفحات رشد در استخوان‌های دراز و چگونگی رشد استخوان»

بیشتر مساحت صفحهٔ رشد در تماس با بافت استخوانی اسفنجی می‌باشد البته صفحهٔ رشد در تماس با بافت استخوان اسفنجی و متراکم می‌باشد. این صفحه در تنهٔ استخوان ولی نزدیک به سر استخوان به صورت عرضی قرار دارد.

صفحهٔ رشد توانایی ایجاد بافت استخوانی متراکم و اسفنجی را دارد؛ اما با توجه به شکل میزان بافت اسفنجی بیشتری نسبت به متراکم تولید می‌کند.

پس از پایان سن رشد، صفحهٔ رشد غضروفی بسته می‌شود و به بافت استخوانی متراکم تبدیل می‌شود.

سر استخوان‌های دراز، شامل بافت اسفنجی است که توسط لایه‌ای از بافت متراکم احاطه شده است.

برآمدگی (تحدب) صفحهٔ رشد به سمت سر استخوان است.

فاصلهٔ صفحهٔ رشد تا غضروف سر استخوان سمت خود ثابت می‌ماند.

صفحهٔ رشد غضروفی و غضروف مفصلی، در تماس با یکدیگر نیستند.

همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید در سر استخوان در محل مفصل، یک بافت غضروفی جهت کاهش اصطکاک مشاهده می‌شود که از ویژگی‌های مفاصل متحرک است.

این جمله نادرست است که هر غضروفی که در سطح استخوان دیده می‌شود، اگر ترمیم نشود باعث بیماری مفصلی می‌شود؛ چون صفحهٔ رشد نیز علاوه‌بر غضروف مفصلی در سطح استخوان دیده می‌شود.

چون غضروف‌های جدید در سمت سر استخوان ساخته می‌شوند پس فاصلهٔ صفحهٔ رشد با سر استخوان تقریباً ثابت است؛ ولی فاصلهٔ بین دو صفحهٔ رشد به تدریج در حال افزایش است.

صفحات رشد مخصوص استخوان‌های دراز است و ساختارهای مشابه در استخوان‌های پهن و کوتاه دیده نمی‌شوند.

یاخته‌های **غضروفی** صفحهٔ رشد دارای گیرنده‌هایی برای هورمون رشد هیپوفیزی هستند.

یاخته‌های صفحهٔ رشد، علاوه‌بر هورمون رشد برای هورمون‌های تیروئیدی و انسولین نیز گیرنده دارند.

فعالیت صفحات رشد غضروفی، سبب افزایش طول مجرای مرکزی حاوی مغز استخوان می‌شود.

صفحهٔ رشد از سر مخالف استخوان دور می‌شود ولی با سر نزدیک استخوان، فاصله‌اش ثابت است.

طول مجرای مرکزی استخوان برخلاف ضخامت صفحهٔ رشد افزایش می‌یابد.

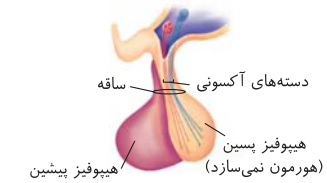
۱۳۷ شکل‌نامهٔ هیپوفیز پسین

دو دسته آکسون، بخش پسین هیپوفیز را به هیپوتالاموس مرتبط می‌کنند.

بیشتر حجم ساقهٔ اتصالی مربوط به بخش پسین می‌باشد.

اکسی‌توسین و ضدادراری دو هورمونی هستند که در جسم‌یاخته‌ای هیپوتالاموس ساخته می‌شوند.

آکسون نورون‌های هیپوتالاموس همانند آکسون نورون حرکتی و برخی نورون‌های حسی (*حس ویژهٔ بویایی و شنوایی*) دراز می‌باشد.



«ارتباط بخش پسین با هیپوتالاموس»

۱۳۸ شکل‌نامهٔ تیروئید

دو لوب (*بخش*) متقارن غدهٔ تیروئید، از پشت به یکدیگر متصل نمی‌شوند.

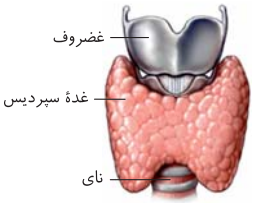
مانند سپر در جلوی نای در ناحیهٔ گردن قرار گرفته است.

هورمون‌های یددار آن برای هر یاختهٔ بدن گیرنده دارند.

قسمت‌های جانبی آن از مرکز آن طول بیشتری دارند.

زیر حنجره و جلوی غضروف‌های C‌شکل نعل‌اسبی نای در گردن می‌باشد.

زیر حنجره است و جلو و اطراف نای را در بر گرفته است.



«غدهٔ سپردیس»

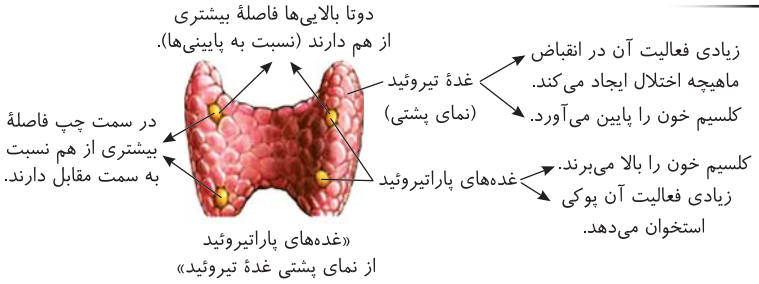
۱۳۹ شکل‌نامهٔ غدد پاراتیروئید

غده‌های پاراتیروئید به تعداد چهار عدد در پشت غدهٔ تیروئید قرار دارند. این غدد، هورمون پاراتیروئیدی ترشح می‌کنند.

دو غدهٔ پاراتیروئیدی سمت راست فاصلهٔ کمتری نسبت به سمت چپ دارند.

دو غدهٔ پاراتیروئیدی بالاتر فاصلهٔ بیشتری از هم نسبت به دو غدهٔ پاراتیروئیدی پایین‌تر دارند.

بالاترین و پایین‌ترین غدد پاراتیروئیدی، هر دو در سمت چپ قرار دارند.



«غده‌های پاراتیروئید
از نمای پشتی غدهٔ تیروئید»

۱۴۰ شکل‌نامهٔ غدد فوق‌کلیه

در بدن انسان در بالای هر کلیه، یک عدد غدهٔ فوق‌کلیه قرار گرفته است.

حل غدهٔ فوق‌کلیه بالاتر از غدهٔ لوزالمعده است. غدهٔ فوق‌کلیهٔ سمت راست از چپ پایین‌تر است.

کاملاً توسط دنده محافظت می‌شود.

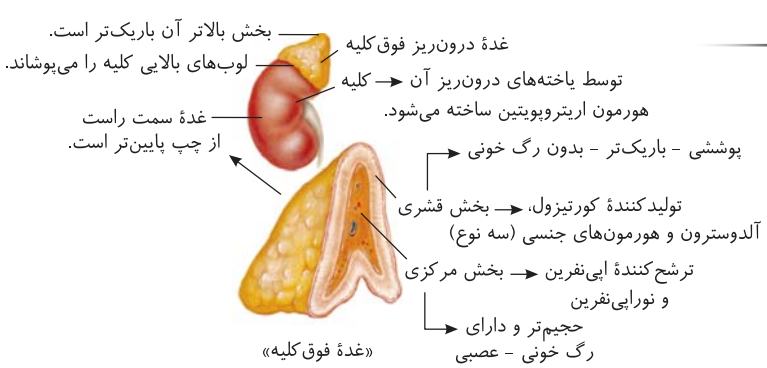
توجه کنید این غده از کلیهٔ زیر خود جدا بوده و بخشی از آن محسوب نمی‌شود و کپسول کلیه از آن محافظت نمی‌کند.

ساختار این غده دو بخش دارد ؛ یک بخش قشری نازک‌تر پوششی و یک بخش مرکزی قطورتر عصبی که بخش قشری آن پنج نوع هورمون ترشح می‌کند: آلدوسترون، کورتیزول و هورمون‌های جنسی زنانه دو نوع و مردانه (*تستوسترون*) در هر دو جنس و بخش مرکزی مسئول ترشح دو نوع هورمون اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین است.

درون بخش قشری برخلاف بخش مرکزی رگ خونی ندارد.

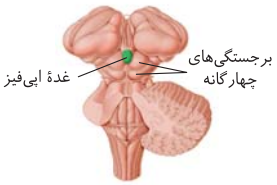
قطورترین قسمت آن به کلیه متصل است و نازک‌ترین قسمت آن بالاتر بوده و به دیافراگم نزدیک‌تر است.

هر دو بخش آن در افزایش قند و فشار خون مؤثر است.



«غدهٔ فوق‌کلیه»

۱۴۱ شکل‌نامهٔ اپی‌فیز

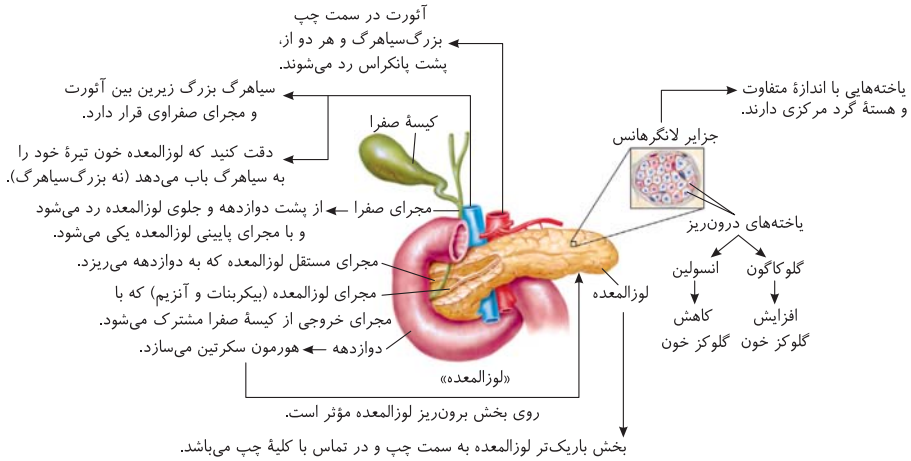


«جایگاه غدهٔ اپی‌فیز»

- دو برجستگی بالاتر از برجستگی‌های چهارگانه، بزرگ‌تر از دو برجستگی پایین‌تر هستند ولی همگی از اپی‌فیز بزرگ‌ترند.
- اپی‌فیز بالاترین غدهٔ درون‌ریز مغز است و بالاتر از برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد.
- اپی‌فیز در جلوی مخچه و بین دو نیم کرهٔ مخ بالاتر از ساقهٔ مغز قرار دارد.
- اپی‌فیز به بطن سوم نزدیک است و هورمون ملاتونین آن در تنظیم ریتم شبانه‌روزی مؤثر است.
- مقدار ترشح هورمون آن در شب در نور کم به حداکثر می‌رسد، یعنی زمانی که گیرنده‌های استوانه‌ای چشم بیشتر فعالیت می‌کنند.

۱۴۲ شکل‌نامه و نکات لوزالمعده (پانکراس)

همان‌طور که در زیست دهم خواندید غدهٔ لوزالمعده (*پانکراس*) در **پشت** و زیر معده قرار گرفته است. این غده دارای یک بخش برون‌ریز با مجاری مشخص برای خروج فراوردهٔ خود یعنی **آنزیم‌های گوارشی و بیکربنات می‌باشد. لوزالمعده** همچنین دارای یک بخش درون‌ریز به نام **جزایر لانگرهانس** می‌باشد. جزایر لانگرهانس به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌های **متمرکز درون‌ریز** در بین بخش‌های برون‌ریز لوزالمعده قرار دارد که هورمون‌های **گلوکاگون و انسولین** را برای تنظیم قند خون به درون خون ترشح می‌کند.



- بیشتر قسمت‌های لوزالمعده در سمت چپ شکم قرار دارند. رگ آئورت نزولی و بزرگ سیاهرگ زیرین از پشت آن عبور کرده و در مجاورت با دوازدهه است. در بالای آن شاخه‌های سرخرگی از آئورت جدا شده و نیز در پایین آن هم از آئورت شاخه‌ای جدا می‌شود.
- بخش درون‌ریز یا جزایر لانگرهانس در بین بخش برون‌ریز قرار دارند. دو نوع یاخته با اندازهٔ متفاوت و هستهٔ مرکزی دارد که رگ خونی اطراف آن‌هاست.
- قطر لوزالمعده از چپ به راست افزایش می‌یابد.
- سر قطورتر پانکراس در پشت دوازدهه و سر دیگر آن جلوی روده قرار دارد.
- لوزالمعده هم سطح با محل ورود سرخرگ به کلیه می‌باشد. لوزالمعده، پشت پیلور و جلوی سرخرگ و سیاهرگ اصلی شکم قرار می‌گیرد.
- لوزالمعده، دو مجرای برون‌ریز دارد که بالایی آن مستقلاً مواد خود (*آنزیم‌ها و بیکربنات*) را به دوازدهه وارد می‌کند ولی مجرای پایین‌تر با مجرای خارج شده از کیسهٔ صفرا مشترک شده تا به دوازدهه وارد شوند.
- کیسهٔ صفرا بالای لوزالمعده و دوازدهه در سمت راست آئورت و بزرگ‌سیاهرگ زیرین می‌باشد.
- آئورت در شکم در سمت چپ بزرگ سیاهرگ زیرین قرار دارد.
- مجرای خارج شده از کیسهٔ صفرا (*سیرزنگ*) از پشت دوازدهه و جلوی لوزالمعده رد می‌شود تا با مجرای لوزالمعده یکی شود.
- لوزالمعده همانند تیموس و پاراتیروئید تحت کنترل هورمون‌های هیپوفیز و هیپوتالاموس نمی‌باشد.

۹۴ مقایسهٔ انواع دیابت

موارد مقایسه	دیابت نوع ۱	دیابت نوع ۲	دیابت بی‌مزه
علت	*خودایمنی*	*باقی و ارثی و عدم تحرک*	*اشکال در تولید یا ترشح هورمون ضدادراری*
گلوکز در ادرار	+	+	–
میزان انسولین	*کمتر از حد عادی یا فقدان آن*	*به مقدار کافی*	*نرمال است.*
حجم ادرار	*زیاد*	*زیاد*	*خیلی زیاد است و رقیق می‌باشد*
بیماری خودایمنی	+	–	–
تضعیف سیستم ایمنی	+ (در دیابت ۱)	+	*به‌طور غیرمستقیم با کمبود آب بدن*
لاغری فرد در اثر مصرف چربی	+	+	–
تولید محصول اسیدی	+	+	–
توضیح	*مشکل کمبود انسولین در سنین کم است.*	*مشکل پاسخ ندادن گیرنده‌های انسولین است که از سن بالا شروع می‌شود.*	*همانند هر دیابتی پرادراری دارد*

۹۵ هورمون‌های ترشح شده از یاخته‌های درون‌ریز پراکنده

گاسترین	از یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون واقع در معده ترشح می‌گردد که محرک ترشح اسید معده از یاخته‌های کناری غدد معده و ترشح پپسینوژن از یاخته‌های اصلی غدد معده است.
سکرتین	از یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون واقع در دوازدهه در پاسخ به ورود کیموس اسیدی به دوازدهه ترشح می‌شود و با اثر بر بخش برون‌ریز پانکراس، ترشح **بیکربنات** را افزایش می‌دهد. (بر ترشح **آنزیم‌ها اثری ندارد** ولی در فعال کردن آن‌ها مؤثر است!)
اریتروپویتین	به‌طور طبیعی به مقدار **کم** توسط گروه ویژه‌ای از یاخته‌های کبد و کلیه به درون خون ترشح می‌شود و روی مغز استخوان اثر می‌گذارد تا با افزایش سرعت تولید گویچه‌های قرمز، کاهش معمولی روزانه یک درصد گویچه‌های قرمز را جبران کند. با کاهش اکسیژن محیط، میزان ساخت اریتروپویتین افزایش می‌یابد.
HCG	از کوریون جنین ترشح شده و بر تخمدان مادر برای ادامهٔ ترشح پروژسترون اثر دارد.

زیست یازدهم — فصل پنجم

گفتار ۱

۹۶ دفاع در بدن انسان

بخش در بدن ما	روش دفاعی در خط اول	چگونگی دفاع	توضیح
پوست	سدّ محکم در برابر بیگانگان	یاخته‌های مردهٔ سطح اپیدرم	می‌ریزند!!!
		لایهٔ درم	عملاً سدّ غیرقابل نفوذ
	نمک عرق	برای باکتری‌های بیماری‌زا نامناسب بود	اثر فقط بر باکتری!
	لیزوزیم عرق	نابودی باکتری‌های بیماری‌زا	اثر فقط بر باکتری!!
	چربی سطح پوست	نامناسب برای میکروب‌های بیماری‌زا	سازگاری میکروب‌های مفید با آن!!!
	میکروب‌های مفید	مانع تکثیر میکروب‌های بیماری‌زا	رقابت برای غذا و پیروزی
دستگاه گوارش	لایهٔ مخاطی (غشاء مژک‌دار)	به دام انداختن میکروب با مادهٔ مخاطی	دارای لیزوزیم (شیمیایی)
		بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی	فیزیکی
	لیزوزیم	آنزیم مادهٔ مخاطی	نابودی باکتری‌ها
	اسید معده	نابودی میکروب‌های غذا و ...	ترشح از یاخته‌های کناری
	استفراغ	بیرون راندن میکروب‌ها از بدن	به‌طور مستقیم نابود نمی‌کند
	مدفوع	بیرون راندن میکروب‌ها از بدن	به‌طور مستقیم نابود نمی‌کند
دستگاه تنفسی	عطسه	بیرون راندن میکروب‌ها از بدن	از دهان و بینی
	سرفه	بیرون راندن میکروب‌ها از بدن	از دهان
	مخاط (دارای مژک)	بعد از پوست بینی (هادی) تا نایژک‌های مبادله‌ای (مبادله‌ای)	دفاعیات عامل از بین رفتن یاخته‌های مژک‌دار
دستگاه ادراری	مجاری ادراری-تناسلی‌اش	با لایهٔ مخاطی و دفع ادرار	خروج میکروب از بدن
چشم	اشک	لیزوزیم	نابودی باکتری‌ها
		نمک	نامناسب برای باکتری‌ها
	پلک و مژه	محافظت از چشم	به‌طور فیزیکی
گوش	موهای کرک‌مانند و ترشحات آن	به دام انداختن میکروب	حفاظت و مانع ورود

۹۷ نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع

ساختار		ویژگی	نکات تکمیلی
پوست	لایهٔ بیرونی	لایهٔ بیرونی شامل چندین لایه یاختهٔ پوششی است که خارجی‌ترین یاخته‌های آن مرده‌اند. یاخته‌های مرده به تدریج می‌ریزند و به این ترتیب، میکروب‌هایی را که به آن چسبیده‌اند، از بدن دور می‌کنند.	◦ پوست فقط یک سدّ ساده نیست و ترشحاتی هم دارد: ۱ سطح پوست را ماده‌ای چرب می‌پوشاند که به علت داشتن اسیدهای چرب، خاصیت اسیدی دارد که برای زندگی میکروب‌ها مناسب نیست. ۲ عرق که دارای نمک و لیزوزیم است. ◦ در سطح پوست میکروب‌هایی سازش‌یافته و زندگی می‌کنند که شرایط را برای میکروب‌های بیماری‌زا سخت می‌کنند.
	لایهٔ درونی	در لایهٔ درونی، بافت پیوندی رشته‌ای وجود دارد که رشته‌ها در آن به طرز محکمی به هم تابیده‌اند. این لایه محکم و بادوام است و سدّی محکم و غیرقابل نفوذ را تشکیل می‌دهد.	
مخاط		سطح مجاری دستگاه‌های تنفسی، گوارشی، ادراری و تناسلی را مخاط پوشانده است که از یک بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی تشکیل شده است و مادهٔ مخاطی ترشح می‌کند. مادهٔ مخاطی چسبناک است و میکروب‌ها را به دام می‌اندازد.	◦ ترشحات مخاط با داشتن لیزوزیم میکروب‌ها را می‌کشند. ◦ سازوکارهای اختصاصی هر دستگاه: ۱ دستگاه تنفس: مخاط مژک‌دار، عطسه و سرفه ۲ دستگاه گوارش: لیزوزیم، بزاق، اسید معده، استفراغ و مدفوع ۳ دستگاه اداری تناسلی: ادرار
اشک هم با داشتن لیزوزیم و نمک (مثل عرق پوست) از چشم محافظت می‌کند.			

گفتار ۲

۱۴۳ شکل‌نامهٔ درشت‌خوار

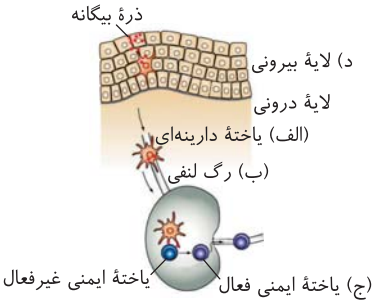
درشت‌خوار منشأ مونوسیتی از یاختهٔ خونی دارد که پس از خروج از خون تمایز یافته است.
درشت‌خوارها در همهٔ بافت‌ها یافت نمی‌شود مثل خون.
یاخته‌های دندریتی و درشت‌خوار و ماستوسیت توانایی ورود به رگ مثل رگ لنفی را دارند اما توانایی ورود به رگ خونی را ندارند.

درشت‌خوار		
	درشت‌خوار در دیوارهٔ حبابک‌ها به تصفیهٔ هوا کمک می‌کند.	درشت‌خوار در کبد و طحال گویچهٔ قرمز فرسوده و آسیب‌دیده را از بین می‌برد.
	بعد عمل پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی، یافتهٔ فوری مرده را تکه‌تکه کرده و بیگانه‌فواری می‌کند.	بعد از عمل پروتئین مکمل میکروب مرده را بیگانه‌فواری می‌کند.
	در التهاب پیک شیمیایی تولید می‌کند و بیگانه‌فواری می‌کند.	بعد از عمل اینترفرون نوع ۲ یافتهٔ سرطانی را بیگانه‌فواری می‌کند.
	بعد عمل پادتن، میکروب بی‌اثر شده را بیگانه‌فواری می‌کند.	بعد عمل پادتن و پروتئین مکمل، میکروب کشته شده را بیگانه‌فواری می‌کند.

۹۸ بیگانه‌خوارها

بیگانه‌فوارها	مشخصات ظاهری	منشأ	مکان	ویژگی‌ها
درشت‌فوار	درشت و دارای زوائد سیتوپلاسمی متغیر	مونوسیت	در جای جای بدن به‌جز خون حضور دارند.	بیگانه‌فواری و از بین بردن یافته‌های مرده و بقایای آن‌ها
دارینه‌ای (دندریتی)	درشت و دارای زوائد سیتوپلاسمی ثابت	مونوسیت	بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند و اندام‌ها و گره‌های لنفی	بیگانه‌فواری و ارائه آنتی‌ژن به یافته‌های ایمنی غیرفعال
ماستوسیت	سیتوپلاسم دانه‌دار واجد هیستامین	در کتاب نیست	بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند.	بیگانه‌فواری و آزادسازی هیستامین در التهاب و حساسیت
نوتروفیل	هسته چندقسمتی و سیتوپلاسم دانه‌های ریز و روشن	یاختهٔ بنیادی میلوئیدی	خون و سایر بافت‌ها و لنف	گویچهٔ سفید بیگانه‌فوار خونی است. در التهاب نقش دارد.
سرتولی	بزرگ و دارای هسته درشت	در کتاب نیست	دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز مردان	بیگانه‌فواری و تسهیل اسپرم‌زایی

۱۴۴ شکل‌نامهٔ یاختهٔ بیگانه‌خوار دارینه‌ای



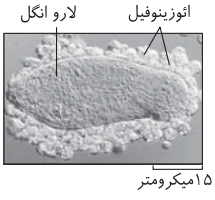
این یاخته‌ها، همانند درشت‌خوارها، بعد از خروج مونوسیت از خون طی تمایز (نه‌تقسیم!) ایجاد می‌شوند.
در اپیدرم بیگانه‌خواری و حرکت می‌کنند و قسمتی از میکروب را در سطح خود نگه می‌دارند.
در درم و زیر آن وارد رگ لنفی شده و در گره لنفی سبب فعال شدن برخی لنفوسیت‌ها می‌شوند.
یاختهٔ دندریتی از بخش فرورفتهٔ گره لنفی خارج می‌شود (دیگه اینم گیر الکی اگه طراح دادا).
یاختهٔ دندریتی برخلاف ماستوسیت می‌تواند باعث فعال شدن لنفوسیت‌های غیرفعال شود.
آنتی‌ژن در گره لنفی توسط انشعابات دندریت‌مانند نزدیک به هسته به یاختهٔ ایمنی تحویل داده می‌شود.
یاختهٔ دارینه‌ای هستهٔ گرد مرکزی و سیتوپلاسم بی‌دانه دارد و منشأ اصلی آن یاختهٔ میلوئیدی مغز استخوان است.

۱۴۵ شکل‌نامهٔ نوتروفیل

«بیگانه‌خواری نوتروفیل‌ها»

نوتروفیل دارای هستهٔ چندقسمتی و سیتوپلاسمی با دانه‌های روشن ریز می‌باشد. این دانه‌ها مواد دفاعی زیادی را حمل نمی‌کنند.
علاوه‌بر نوتروفیل، پلاکت هم دارای دانهٔ کوچک می‌باشد ولی پلاکت یاخته به حساب نمی‌آید.
نوتروفیل تنها بیگانه‌خوار خونی است. این یاخته در التهاب هم نقش دارد و پیک شیمیایی ترشح می‌کند.
تحت تأثیر هیستامین ترشح شده از ماستوسیت و پیک‌های ترشح شده از مویرگ‌ها و درشت‌خوارها، ورود نوتروفیل به بافت زیاد می‌شود.

۱۴۶ شکل‌نامهٔ ائوزینوفیل



«ائوزینوفیل‌ها لارو انگل را احاطه کرده‌اند.»

بازوفیل هستهٔ دوقسمتی روی هم افتاده و سیتوپلاسمی با دانه‌های تیره دارد و اندازهٔ دانه‌های سیتوپلاسمی آن از یاخته‌های ائوزینوفیل و نوتروفیل بزرگ‌تر است.
اندازهٔ ائوزینوفیل‌ها کوچک‌تر از ۱۵ میکرومتر می‌باشد.
بخش‌های میانی لارو انگل از بخش‌های کناری آن پهن‌تر است.
در افراد آلوده شده به کرم کبد، مالاریا و سایر انگل‌ها زیاد می‌شود.
هر انگلی بسیار بزرگ نیست برخی مثل عامل مالاریا حتی درون گویچهٔ قرمز هم جای می‌گیرند.

۱۴۷ شکل‌نامهٔ لنفوسیت کشندهٔ طبیعی

یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به یاختهٔ هدف که سرطانی یا آلوده به ویروس است متصل می‌شود. این اتصال از طریق گیرنده‌ها و ویژگی‌های **عمومی** این یاخته‌ها است. دقت کنید این موضوع از گیرندهٔ آنتی‌ژنی نیست و براساس ویژگی‌های عمومی می‌باشد و به این دلیل به آن دفاع غیراختصاصی می‌گویند.

همان‌طور که می‌بینید در یاختهٔ کشندهٔ طبیعی نسبت هسته به سیتوپلاسم بسیار بسیار بالا است. همچنین می‌بینید که یاختهٔ هدف این یاخته بزرگ‌تر از خودش است.

یاختهٔ کشندهٔ طبیعی
یاختهٔ هدف
یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به یاختهٔ هدف متصل می‌شود.

ریزکیسه‌هایی از یاختهٔ کشندهٔ طبیعی ترشح می‌یابند. البته دقت کنید این ترشح به مایع سیتوپلاسمی یا به خون نیست، بلکه مستقیم به روی یاختهٔ هدف است. همچنین دقت کنید در یک ریزکیسه هم پرفورین بدون نقش آنزیمی و هم آنزیم‌هایی برای مرگ برنامه‌ریزی شده وجود دارند.

ریزکیسه با غشای لنفوسیت کشندهٔ طبیعی ادغام می‌شود و دو نوع پروتئین با هم برون‌رانی شده و مقدار غشای لنفوسیت سازنده زیاد می‌شود.

ریزکیسه
پرفورین
آنزیم
ریزکیسه‌های حاوی پرفورین و مولکول‌های آنزیم، محتویات خود را با برون‌رانی ترشح می‌کنند.

پرفورین‌ها به‌طور منظم و یکی پس از دیگری به‌طور عمودی در عرض غشای یاختهٔ خودی هدف می‌نشینند و منفذی بر سطح یاختهٔ هدف می‌سازند. این منفذ هم کوچک‌تر از منفذ پروتئین مکمل است و هم کمتر است و هم نشت مواد به بیرون ندارد. پرفورین‌ها به صورت جدا جدا ترشح می‌شوند ولی در غشای یاخته کنار هم منفذی را می‌سازند. دقت کنید که پرفورین برخلاف پروتئین مکمل، یاختهٔ هدف را نمی‌کشد.

پرفورین‌ها، منافذی را در غشا ایجاد می‌کنند.

سپس آنزیم القا کنندهٔ مرگ برنامه‌ریزی شده بدون صرف انرژی وارد یاخته می‌شود. این آنزیم به بیرون نمی‌ریزد و پخش نمی‌شود. این آنزیم نوعی پیک شیمیایی است که از راه منفذ ایجاد شده توسط پرفورین، به درون یاختهٔ بعدی می‌رود و باعث مرگ برنامه‌ریزی درون‌یاخته‌ای در طی چند ثانیه می‌شود.

پس از مرگ برنامه‌ریزی شده، برجستگی‌هایی در سطح یاختهٔ مرده دیده می‌شوند که پلاسمولیز شده و توسط درشت‌خوار تکه‌تکه شده و سپس قطعات آن جدا جدا بیگانه‌خواری می‌شوند.

آنزیم از منافذ عبور کرده، به یاخته وارد می‌شود و باعث مرگ یاخته می‌شود.

یاختهٔ کشته شده چروکیده شده و به صورت وزیکول وزیکول درمی‌آید. یاختهٔ درشت‌خوار (*نمهر بیگانه‌خواری*!) آن را با ویژگی‌های عمومی یک یاختهٔ کشته‌شده شناسایی می‌کند و وزیکول‌های باقیمانده از مرگ برنامه‌ریزی شده را پاکسازی می‌کند.

پرفورین ساختار L مانند دارد و از آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده بزرگ‌تر است.

درون‌ریز کیسهٔ ترشحی، هم آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده هست و هم پرفورین، نه در ریزکیسه‌های جداگانه.

به یاختهٔ آلوده به ویروس یا سرطانی، ابتدا لنفوسیت کشندهٔ طبیعی متصل شده و سپس جدا می‌شود تا پس از مرگ این یاخته، درشت‌خوار به آن متصل شود.

یاختهٔ مرده توسط درشت‌خوار، بیگانه‌خواری می‌شود.

۱۴۸ شکل‌نامهٔ التهاب

در التهاب، از بین یاخته‌های بیگانه‌خوار، فقط دارینه‌ای‌ها و سرتولی نقش ندارند.

هیستامین آزاد شده از ماستوسیت‌ها وارد رگ خونی هم می‌شود.

ماستوسیت‌های آسیب دیده، در التهاب ابتدا هیستامین آزاد می‌کنند تا با گشاد کردن رگ‌ها، نفوذپذیری رگ خونی را زیاد کنند و خوناب و گویچهٔ سفید بیشتری به بیرون رگ برود.

در التهاب، هماتوکریت و پلاکت از رگ خارج نمی‌شوند.

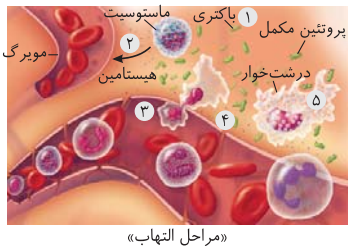
براساس شکل کتاب درسی، درشت‌خوار از مونوسیت بزرگ‌تر است و در التهاب پروتئین‌های مکمل هم نقش دارند.

درشت‌خوار می‌تواند به شکل هم‌زمان چندین باکتری بیگانه‌خواری کند. دقت کنید که پیک شیمیایی درشت‌خواران، سبب افزایش مقدار درشت‌خوار با دیاپدز مونوسیت‌ها می‌شود.

پس از عمل هیستامین، پیک شیمیایی درشت‌خوارها و یاخته‌های سنگ‌فرشی مویرگ سبب فراخواندن سایر گویچه‌های سفید به محل آسیب می‌شوند.

در التهاب، گویچه‌های سفید دانه‌دار نوتروفیل و بی‌دانهٔ ماستوسیت، بیگانه‌خوارهای درشت‌خوار و ماستوسیت و پروتئین مکمل مؤثرند.

چرک شامل لاشهٔ گویچه‌های سفید و میکروب‌هاست.



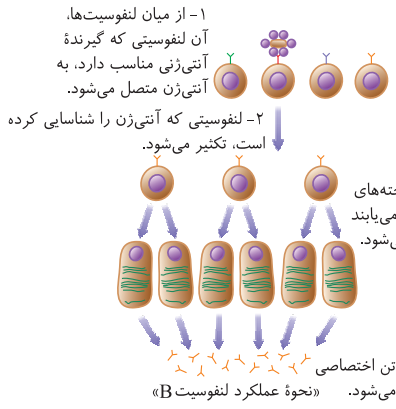
«مراحل التهاب»

۹۹ جمع‌بندی پروتئین‌های دفاع غیراختصاصی

پروتئین دفاع غیراختصاصی	منشأ	(یاخته) هدف	ویژگی	نکات
پرفورین	لنفوسیت کشندهٔ طبیعی	یافتهٔ خودی آلوده به ویروس یا سرطانی	به صورت فعال تولید می‌شوند و پس از برون‌رانی وارد یافتهٔ هدف نمی‌شوند (نقش آنزیمی ندارد).	ایجاد منفذ در غشای یافته هدف برای ورود آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده به یافتهٔ هدف
آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده	لنفوسیت کشندهٔ طبیعی	یافتهٔ خودی آلوده به ویروس یا سرطانی	به صورت فعال تولید می‌شوند و با کمک مناخذی که توسط پرفورین ایجاد شده وارد یافتهٔ هدف می‌شوند.	مرگ یافتهٔ هدف و افزایش فعالیت درشت‌خوارها
پروتئین مکمل	به صورت محلول در لنف، خون و مایع بین یاخته‌ای	غشای میکروب	به صورت غیرفعال تولید می‌شوند و در پاسخ به برخی میکروب‌ها فعال می‌شوند.	با ورود میکروب به بدن فعال می‌شوند و یکدیگر را فعال می‌کنند و با اختلال در ورود و خروج مواد، یافتهٔ هدف می‌میرد.
اینترفرون نوع یک	یافتهٔ آلوده به ویروس	یافتهٔ سالم و آلوده به ویروس	به صورت فعال تولید می‌شوند.	ایجاد مقاومت در برابر ویروس در یافته‌های آلوده به ویروس و یافته‌های سالم مجاور
اینترفرون نوع دو	یافتهٔ کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T	درشت‌خوار	به صورت فعال تولید می‌شوند.	فعال کردن درشت‌خوارها

گفتار ۳

۱۴۹ شکل‌نامهٔ لنفوسیت B



اندازهٔ هستهٔ لنفوسیت B اولیه، از هستهٔ پلاسموسیت حاصل از آن بزرگ‌تر می‌باشد.

لنفوسیت B می‌تواند چند عدد گیرندهٔ آنتی‌ژنی داشته باشد، اما همه از یک نوع‌اند.

لنفوسیت‌های B با شناسایی پادگن (آنتی‌ژن) سطح میکروب‌ها یا ذرات محلول بیگانه توسط گیرنده‌های اختصاصی آن‌ها کار خود را آغاز می‌کنند. سپس آن لنفوسیتی که گیرندهٔ پادگنی مناسبی داشته و عامل بیگانه را شناسایی کرده به سرعت تقسیم و تکثیر می‌شود. در مرحلهٔ بعدی یاخته‌های به وجود آمده از تکثیر، مجدداً تقسیم و باز هم لنفوسیت B مثل اولیه هستند و پس از چندبار تقسیم برخی از آن‌ها B خاطره هستند و برخی به یاخته‌های **پادتن‌ساز** تمایز پیدا می‌کنند. یاخته‌های پادتن‌ساز می‌توانند پادتن ترشح کنند و به‌طور اختصاصی به عنوان لنفوسیت عمل‌کننده با عوامل بیگانه به مبارزه بپردازند.

لنفوسیت‌هایی که به یک آنتی‌ژن **متصل** می‌شوند همگی از یک نوع نیستند. در واقع لنفوسیت با گیرنده‌های آنتی‌ژنی مختلفی به یک آنتی‌ژن متصل می‌شوند و در نهایت لنفوسیتی که گیرندهٔ آنتی‌ژنی مناسبی دارد **تکثیر** و تمایز می‌یابد.

پلاسموسیت گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد، اما گیرندهٔ هورمونی مثل هورمون تیروئیدی و ژن تولید گیرندهٔ آنتی‌ژنی را دارد.

پلاسموسیت، یک یاختهٔ لنفوسیت B عمل کننده کشیده است و هستهٔ گرد پلاسموسیت‌ها در یک طرف یاخته قرار گرفته است و وسط نیست.

پلاسموسیت‌ها تقسیم نمی‌شوند در نتیجه دوک تقسیم تشکیل نمی‌دهند (همواره در مرحلهٔ G_0 قرار می‌گیرد و تک‌کروماتیدی است).

پلاسموسیت‌ها مانند سایر گویچه‌های سفید، توانایی دیاپدز دارند و در خون و لنف و آب میان‌بافتی وجود دارند.

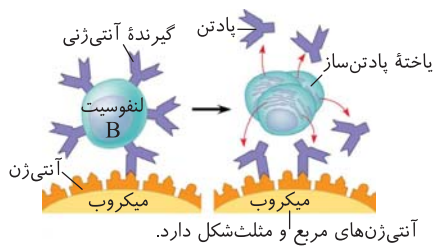
پلاسموسیت‌ها، در هر بخش بدن (درون بافت، مایع بین یاخته‌ای، لنف، خون و ...) می‌توانند تولید و مشاهده شوند.

یاخته‌های پادتن‌ساز نسبت به یاخته‌های لنفوسیت B بزرگ‌تر بوده و شبکهٔ آندوپلاسمی و جسم گلژی گسترده‌تری دارند. (به منظور آگزوسیتوز پادتن) هسته در این یاخته‌ها به کنار رانده می‌شود.

پادتن‌هایی که از یک یاختهٔ پادتن‌ساز ترشح می‌شوند مشابه گیرنده‌های آنتی‌ژنی سطحی روی لنفوسیت‌های B اولیه و خاطره می‌باشند.

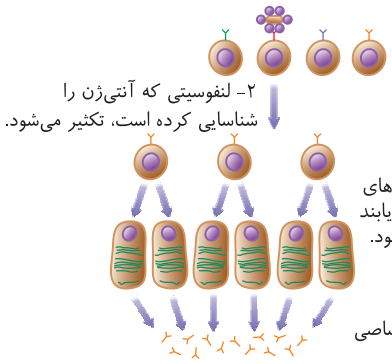
یک میکروب در هر پادگن خود زائده‌های متنوعی می‌تواند داشته باشد که هر گیرندهٔ آنتی‌ژنی یک لنفوسیت یا پادتن ترشحی، از هر جایگاه اتصال خود فقط به یک نوع از این زائده‌ها می‌تواند متصل شود.

یک جایگاه اتصال پادگن یا گیرندهٔ آنتی‌ژنی لنفوسیت B به یک نوع از زائده‌های یک آنتی‌ژن متصل می‌شود (نه هر زائدهٔ آن!).



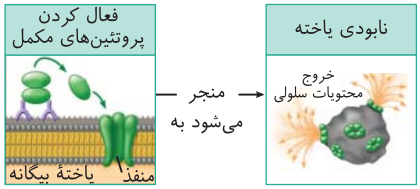
آنتی‌ژن‌های مربع و مثلث‌شکل دارد.

۱۵۰ شکل‌نامهٔ لنفوسیت B و پلاسموسیت



- در برخورد لنفوسیت *B* به آنتی‌ژن، ابتدا طی تکثیر فقط لنفوسیت *B* ایجاد می‌شود و سپس با تمایز پلاسموسیت ایجاد می‌شود.
- پادتن ترشح شده از هر پلاسموسیت، مشابه گیرندهٔ آنتی‌ژنی لنفوسیت *B* سازندهٔ آن پلاسموسیت است.
- پلاسموسیت یک یاختهٔ کشیده است و هستهٔ گرد پلاسموسیت‌ها در یک طرف یاخته قرار گرفته است و وسط نیست.
- پلاسموسیت‌ها، شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی گسترده دارند (*به‌منظور تولید و ترشح پادتن*) که بیشتر حجم یاخته را اشغال کرده است.
- پلاسموسیت‌ها و یاخته‌های کشندهٔ طبیعی، لنفوسیت‌های بالغی هستند که گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارند.
- دقت کنید که پلاسموسیت، گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد نه اینکه هیچ گیرندهٔ پروتئینی در غشای خود نداشته باشد!
- از تقسیم هر لنفوسیت *B*، الزاماً یاختهٔ خاطره تولید نمی‌شود.
- پلاسموسیت‌ها تقسیم نمی‌شوند در نتیجه دوک تقسیم تشکیل نمی‌دهند.
- پلاسموسیت‌ها مانند سایر گویچه‌های سفید، توانایی دیاپدز دارند.
- پلاسموسیت‌ها، در هر بخش بدن (*درون بافت، مایع میان‌بافتی، لنف، خون و ...*) می‌توانند تولید و مشاهده شوند.

۱۵۱ شکل‌نامهٔ مکانیسم عمل پادگن

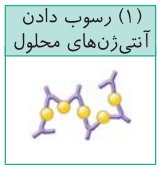


الف) فعال کردن پروتئین‌های مکمل و نابودی میکروب نیز نوعی غیرفعال کردن آنتی‌ژن‌ها می‌باشد.

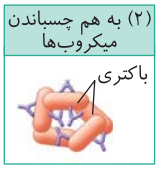
- پادتن از دو جایگاه اتصال به پادتن به دو آنتی‌ژن یکسان از غشای یک باکتری متصل می‌شود.
- با توجه به شکل دو پادتن از سمت غیرگیرندهٔ آنتی‌ژنی خود می‌توانند یک پروتئین مکمل را فعال کنند و با فعال شدن تعدادی پروتئین مکمل، ابتدا با ایجاد چند منفذ، میکروب را می‌کشند و سپس به کمک بیگانه‌خوارها به همراه پروتئین‌های مکمل، بیگانه‌خواری می‌شوند.
- پروتئین‌های مکمل، به بخشی از پادتن که جایگاه اتصال به آنتی‌ژن نیست متصل می‌شوند. در این حالت هر بیگانه‌خواری می‌تواند میکروب نابود شده را بیگانه‌خواری کند.

ب) بی‌اثر کردن آنتی‌ژن

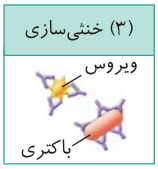
این سه روش هم آنتی‌ژن را غیرفعال می‌کند. سه مکانیسم خنثی‌سازی، به هم چسباندن و رسوب دادن.



رسوب دادنِ آنتی‌ژن‌های محلول روش خاصی است که این‌ها آنتی‌ژن‌های محلول سموم میکروب و یا سم میکروب و ...اند. همان‌طور که می‌بینید دو پادتن به دو آنتی‌ژن جدا از هم متصل شده و زنجیروار آن‌ها را به هم وصل کرده و از حالت محلول به نامحلول در می‌آورند. (*این آنتی‌ژن‌ها و پادتن هر دو محلول‌اند و وقتی زنجیرهای بزرگ به‌هم وصل شوند رسوب می‌کنند*) همچنین در دو سر این زنجیره، دو جایگاه اتصال آنتی‌ژن در دو سمت رشته ایجاد شده، به صورت آزاد است که اگر باز هم آنتی‌ژنی بود به آن بپیوندد. سپس با دم پادتن بر سطح درشت‌خوار بیگانه‌خواری افزایش می‌یابد.



به هم چسباندن میکروب‌ها که عملاً برای **باکتری‌ها** تعریف شده است. در رسوب آنتی‌ژن و به هم چسباندن میکروب‌ها؛ اتصالات متعددی بین میکروب یا سم با پادتن می‌بینیم. همانطور که می‌بینید در این حالت حتی ممکن است یک پادتن از هر دو جایگاه اتصال خود به **یک میکروب** یا به دو میکروب مجاور وصل شود. ولی در مجموع با در هم تنیدن میکروب‌ها و با اتصال بخش غیرگیرندهٔ پادتن بر سطح درشت‌خوارها، بیگانه‌خواری افزایش می‌یابد.

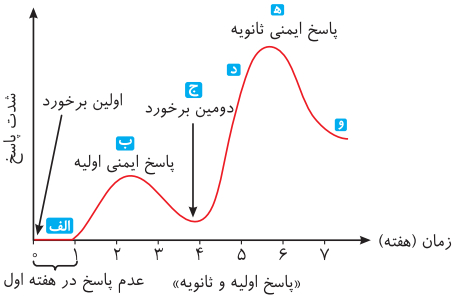


در روش‌های به هم چسباندن و رسوب دادن پادگن محلول، ممکن است دو جایگاه اتصال به آنتی‌ژن در یک پادتن، به دو عامل بیگانه مجزا متصل شده باشند.

خنثی سازی روش دیگری است. در این روش با چسبیدن پادتن به مولکول‌های میکروب؛ از اتصال آن به یاخته‌های خودی جلوگیری می‌شود، که هم مستقیماً برای ویروس است (*نه‌مثل پرفورین برای یاختهٔ آلوده به‌ویروس*!) و هم برای باکتری و سم. این موضوع هم سپس با اتصال پادتن بر سطح درشت‌خوارها موجب افزایش بیگانه‌خواری می‌شود.

پروتئین تولید شده توسط پلاسموسیت، می‌تواند به غشای یاختهٔ خودی نیز اتصال داشته باشد مثل درشت‌خوار.

۱۵۲ شکل‌نامهٔ پاسخ ایمنی اختصاصی اولیه و ثانویه



در اولین برخورد به مدت یک هفته پاسخ ایمنی دیده نمی‌شود و بعد از هفتهٔ اول این پاسخ شروع می‌شود (*الف*).

حدود دو هفته بعد از اولین برخورد، شدت پاسخ ایمنی اولیه به حداکثر خود می‌رسد (*ب*).

در پایان پاسخ ایمنی اولیه، به دلیل وجود یاختهٔ خاطره و لنفوسیت عمل‌کننده، شدت پاسخ بیشتر از زمانی است که اولین برخورد صورت گرفته است (*ج*).

در دومین برخورد پاسخ ایمنی ثانویه از همان ابتدا با سرعت زیاد آغاز می‌شود. (*برخلاف پاسخ ایمنی اولیه در اولین برخورد که به مدت یک هفته پاسخ ایمنی دیده نمی‌شود.*) (*د*)

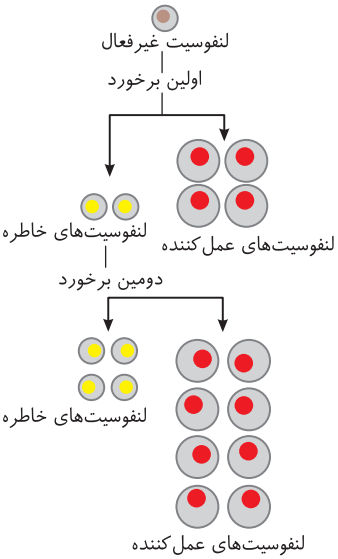
در دومین برخورد شدت پاسخ ایمنی ثانویه بعد از حدود دو هفته به حداکثر خود می‌رسد. (*همانند شدت پاسخ ایمنی اولیه که آن هم بعد از حدود دو هفته به حداکثر می‌رسد.*) (*ه*)

حداکثر پاسخ ایمنی اولیه بعد از ۲/۵ هفته از اولین برخورد و حداکثر پاسخ ایمنی ثانویه بعد از ۲ هفته از دومین برخورد می‌باشد.

در پایان پاسخ ایمنی ثانویه شدت پاسخ خیلی بیشتر از زمانی است که دومین برخورد صورت گرفته است (*و*).

حداکثر شدت پاسخ ایمنی ثانویه بیشتر از حداکثر شدت پاسخ ایمنی اولیه می‌باشد و یاخته‌های خاطرهٔ بیشتری دارد. (*و*)

۱۵۳ شکل‌نامهٔ لنفوسیت‌های خاطره و عمل‌کننده



در اولین برخورد با لنفوسیت غیرفعال، این یاخته تکثیر شده و در نهایت به لنفوسیت فعال و لنفوسیت خاطره تبدیل می‌شود

دقت کنید که این اولین برخورد می‌تواند ناشی از تماس مستقیم خود لنفوسیت غیرفعال با میکروب‌ها یا یاختهٔ خودیِ آلوده به ویروس یا سرطانی باشد یا ناشی از ارائهٔ قسمت‌هایی از میکروب به یاخته‌های لنفوسیت غیرفعال توسط یاخته‌های دارینه‌ای!

لنفوسیت‌های فعال، خود **تکثیر** می‌شوند و در نهایت به یاخته‌های لنفوسیت عمل‌کننده تبدیل می‌شوند پس لنفوسیت غیرفعال مستقیماً پادتن یا پرفورین تولید نمی‌کند!

لنفوسیت *T* کشنده همانند پلاسموسیت از نوع لنفوسیت‌های عمل‌کننده است و تقسیم و تکثیر ندارد.

لنفوسیت‌های خاطره کوچک‌تر از لنفوسیت‌های فعال می‌باشند پس تقسیم سیتوپلاسم نامساوی صورت گرفته است!

در دومین برخورد، یاخته‌های لنفوسیت خاطره‌ای که در اثر اولین برخورد تشکیل شده بودند، تکثیر شده و به یاخته‌های لنفوسیت فعال بیشتر و یاخته‌های لنفوسیت خاطرهٔ بیشتری تبدیل می‌شوند.

هم تعداد یاختهٔ لنفوسیت فعال و هم تعداد یاختهٔ لنفوسیت خاطره در اثر دومین برخورد بیشتر از تعداد یاخته‌های لنفوسیت فعال و لنفوسیت خاطره‌ای است که در اثر اولین برخورد ساخته می‌شوند!

دقت کنید که در دومین برخورد همانند اولین برخورد تعداد لنفوسیت‌های فعال دو برابر لنفوسیت‌های خاطره می‌باشد!

لنفوسیت‌های فعال نمی‌توانند لنفوسیت خاطره تولید کنند ولی لنفوسیت خاطره می‌تواند لنفوسیت فعال تولید کند!

لنفوسیت‌های غیرفعال و لنفوسیت‌های خاطره برخلاف لنفوسیت‌های فعال می‌توانند لنفوسیت فعال و لنفوسیت خاطره تولید کند!

دقت کنید که این فرایندها برای لنفوسیت‌های نوع *B* و نوع *T* صدق می‌کند نه همهٔ انواع لنفوسیت‌ها! (*یاختهٔ کشندهٔ طبیعی که نوعی لنفوسیت می‌باشد این فرایندها را ندارد!*)

تعداد لنفوسیت‌های فعال دو برابر تعداد لنفوسیت‌های خاطرهٔ تشکیل شده می‌باشد. راستی در شکل می‌بینید که هستهٔ همهٔ آن‌ها (*خاطره و عمل‌کننده‌ها*) در یک سمت یاخته است.

در اولین برخورد، یاخته‌های لنفوسیت خاطره‌ای که تولید شده‌اند فعالیت نمی‌کنند!

از بین لنفوسیت‌های دفاع اختصاصی، فقط یاختهٔ پادتن‌ساز گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد و فقط یاختهٔ پادتن‌ساز و *T* کشنده توانایی تقسیم شدن ندارند.

۱۰۰ مقایسهٔ واکسن و سرم

موارد مقایسه	واکسن	سرم
جنس	میکروب ضعیف شده، کشته شده، آنتی‌ژن میکروب یا سم خنثی شده آن	پادتن آماده
نوع ایمنی	فعال	غیرفعال
زنده یا غیرزنده	زنده یا غیرزنده	غیرزنده
میزان پادتن در خون	به‌طور طبیعی افزایش می‌دهد.	توسط سرم افزایش می‌دهد.
موجب تحریک ایمنی بدن	می‌شود	نمی‌شود
میزان یاختهٔ خاطره در خون	افزایش می‌دهد.	افزایش نمی‌دهد.
ایمنی آن	دائمی یا موقت	موقت

۱۰۱ بیماری‌ها

نام بیماری	عامل بیماری	خودایمنی	قابلیت انتقال	ترشح هیستامین	یاخته‌های درگیر
MS	ارثی	+	−	−	یاخته‌های پشتیبان میلین‌ساز دستگاه عصبی مرکزی
دیابت نوع ۱	ارثی	+	−	−	یاخته‌های تولیدکنندهٔ انسولین در لوزالمعده
حساسیت	مادهٔ هساسیت‌زا	−	−	+	بازوفیل و ماستوسیت
ایدز	ویروس	−	+	−	کل دستگاه ایمنی به ویژه لنفوسیت T کمک‌کننده
آنفلوانزای پرندگان	ویروس	−	+	−	بیشتر لنفوسیت T

زیست یازدهم — فصل ششم

گفتار ۱

۱۰۲ مراحل چرخهٔ سلولی

موارد مقایسه	G_1 (هفته اول)	S	G_2 (هفته دوم)
پروتئین‌سازی	+	+	+++
امکان همانندسازی دنا	+سیتوپلاسمی	+هسته و سیتوپلاسمی	+سیتوپلاسمی
مدت زمان از بیشتر به کمتر	۱ <	۲ <	۳
هر رشته در کروماتین به چه شکلی است؟	غیرمضاعف	ابتدا غیرمضاعف و سپس مضاعف	مضاعف
اعمال یاخته	افزایش ابعاد و رشد	همانندسازی دنای هسته‌ای	افزایش پروتئین‌سازی و آمادگی برای تقسیم
تعداد کروموزوم (سانترومر) در یاختهٔ پیکری انسان	۴۶	۴۶	۴۶
تعداد کروماتید (مولکول دنا) در یاختهٔ پیکری انسان	۴۶	ابتدا ۴۶ سپس ۹۲	۹۲
میزان فشردگی مادهٔ وراثتی	کم	کم	کم
تعداد سانتریول	یک دفت	یک دفت	یک دفت یا دو دفت
وجود نقطهٔ وارسی اصلی	بله	خیر	بله

۱۰۳ جدول بررسی کروموزوم‌یاخته $2n=46$ در اینترفاز

مرحله	شکل کروموزوم‌ها در یاخته	تعداد کروماتید هر رشتهٔ آن	نقطهٔ وارسی اصلی (معرفی شده در کتاب)	تعداد کروموزوم = سانترومر	تعداد کروماتید = مولکول DNA	رشتهٔ نوکلئوتیددار DNA
G_1	کروماتینی با فشردگی کم	تک‌کروماتیدی	دارد	۴۶	۴۶	۹۲
S	کروماتینی با فشردگی کم	دوکروماتیدی	ندارد	۴۶	۹۲	۱۸۴
G_2	کروماتینی با فشردگی کم	دوکروماتیدی	دارد	۴۶	۹۲	۱۸۴

گفتار ۲

۱۰۴ مراحل تقسیم میتوز

مراحل میتوز ($2n$)	پروفاز	پرومتافاز	متافاز	آنافاز	تلوفاز
عدد کروموزومی	$2n=46$	$2n=46$	$2n=46$	از $2n=46$ به $4n=92$	یاختهٔ $4n=92$ هر هسته: $2n=46$
وجود هسته در یاخته	وجود دارد.	غشای آن تخریب می‌شود.	وجود ندارد.	وجود ندارد.	تشکیل می‌شود.
مضاعف یا غیرمضاعف؟	مضاعف	مضاعف	مضاعف	از مضاعف به غیرمضاعف	غیرمضاعف
دارای نقطهٔ وارسی اصلی؟	خیر	خیر	بله	خیر	خیر
تعداد کروموزوم‌های جنسی یافته	۲	۲	۲	از ۲ به ۴	۴ هر هسته دو تا دارد.
تعداد مولکول دنای فطی	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲
تعداد سانترومر	۴۶	۴۶	۴۶	۹۲	۹۲
فشردگی کروموزوم	شروع به افزایش	در حال افزایش	به حداکثر در حالت مضاعف می‌رسد.	در حداکثر به صورت تک‌کروماتیدی می‌ماند.	شروع به کاهش
ویژگی	شروع فشردگی کروموزوم‌ها	اتصال سانترومر به دوک	قرارگیری کروموزوم‌ها در استوای یاخته	جداشدن کروماتیدهای خواهری	تشکیل پوشش هسته اطراف کروموزوم‌های غیرمضاعف
وضعیت دفت سانتریول‌ها	شروع به دورشدن از هم	در قطبین یاخته مستقرانند.	در قطبین یاخته می‌مانند.	از هم کمی دورتر می‌شوند.	مجاور هسته‌ها قابل مشاهده‌اند.

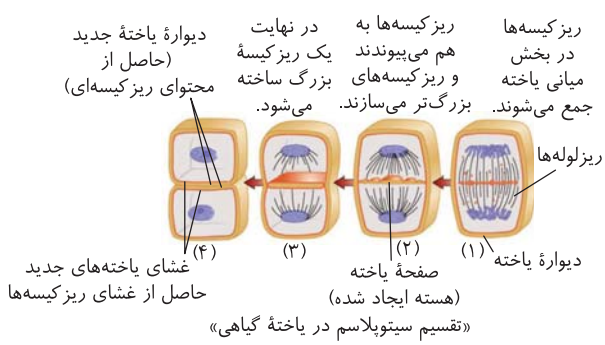
۱۰۵ مقایسهٔ تقسیم سیتوپلاسم در گیاهان و جانوران

موارد مقایسه	تقسیم سیتوپلاسم در گیاهان	تقسیم سیتوپلاسم در جانوران
ایجاد حلقهٔ انقباضی	−	+
ایجاد صفحهٔ یاخته‌ای	+	−
عامل انجام آن	تشکیل صفحهٔ یاخته‌ای و ادغام غشای آن با غشای یاختهٔ اولیه	ایجاد حلقهٔ انقباضی و تنگ شدن آن
در چه هنگامی آغاز می‌شود؟	هم‌زمان با مرحلهٔ آناتافاز	هم‌زمان با مرحلهٔ تلوفاز
در چه هنگامی کامل می‌شود؟	پس از پایان تقسیم میتوز	پس از پایان تقسیم میتوز
پروتئین مؤثر در آن	دوک تقسیم که به وسیله ریزلوله‌های پروتئینی ایجاد می‌شود.	پروتئین‌های رشته‌ای اکتین و میوزین
اندامک(های) مؤثر در آن	دستگاه گلژی با ایجاد ریزکیسه‌های حاوی پیش‌ساز تیغهٔ میانی و دیواره یاخته‌ای	شبکهٔ آندوپلاسمی برای آزادسازی یون کلسیم و میتوکندری با تأمین ATP مورد نیاز

۱۰۶ مقایسهٔ نقاط وارسی

نقاط وارسی اصلی	اول	دوم	سوم
مکان	در انتهای G_1 و پس از محل ورود یاخته‌ها به G_0 قرار دارد.	در اواسط به سوی انتهای G_2	در انتهای متافاز
وظیفه	یاخته را از سلامت دنا مطمئن می‌کند.	فراهم بودن پروتئین‌های دوک تقسیم و عوامل مورد نیاز میتوز را چک می‌کند.	برای اطمینان از این که کروموزوم‌ها به‌طور دقیق به رشته‌های دوک متصل‌اند و در وسط یاخته آرایش یافته‌اند.
نحوهٔ فعالیت	اگر دنای یاخته ناسالم باشد، موجب راه انداختن فرایند مرگ می‌شود.	اگر یاخته آمادهٔ ورود به میتوز نباشد، اجازهٔ ورود به میتوز را به آن نمی‌دهد.	اگر شرایط مهیا نباشد، اجازهٔ ورود به آناتافاز میتوز را نمی‌دهد.
نکات	بیشترین نقطهٔ وارسی‌ای است که یاخته‌ها از آن عبور می‌کنند و تنها نقطهٔ وارسی اصلی است که موجب مرگ یاخته‌ای می‌شود.	اگر یاخته آمادهٔ ورود به میتوز نباشد، اجازهٔ ورود به میتوز را به آن نمی‌دهد و به آن فرصت می‌دهد تا لوازم آن را فراهم کند.	تنها نقطهٔ وارسی اصلی است که در مرحلهٔ تقسیم است و در اینترفاز نیست و کروموزوم‌ها در آن دارای حداکثر فشردگی هستند.

۱۵۴ شکل‌نامهٔ تقسیم سیتوپلاسم در گیاهان



«تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی»

۱ در یاخته‌های گیاهی برخلاف یاخته‌های جانوری حلقهٔ انقباضی تشکیل نمی‌شود.

۲ تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی، از آنافاز (یعنی زمانی که هنوز پوشش هسته بازسازی نشده است و کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی قابل مشاهده‌اند) می‌تواند آغاز شود. در این حالت دوک وجود دارد ولی غشای هسته وجود ندارد. در این مرحله ابتدا تعدادی ریزکیسه در وسط یاخته قرار می‌گیرد و رشته‌های دوک از بین آن‌ها عبور می‌کند. (شکل (۱))

۳ در این یاخته نخست ساختاری به نام صفحهٔ یاخته‌ای در محل تشکیل دیوارهٔ جدید، ایجاد می‌شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی و به هم پیوستن آن‌ها تشکیل می‌شود. در این حالت دوک و غشای هسته وجود دارند. دوک‌ها از بین ریزکیسه‌ها عبور نکرده‌اند و بزرگ‌ترین ریزکیسه در وسط است. (شکل (۲))

۴ این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغهٔ میانی و دیوارهٔ یاخته (دیوارهٔ نخستین!)اند. با اتصال این صفحه به دیوارهٔ یاختهٔ مادری دو یاختهٔ جدید از هم جدا می‌شوند. در این حالت دوک و غشای هسته وجود دارند. یک ریزکیسهٔ بزرگ وجود دارد. (شکل (۳))

۵ می‌توان قبل از تشکیل ریزکیسهٔ بزرگ، صفحهٔ یاخته‌ای را دید.

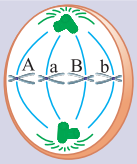
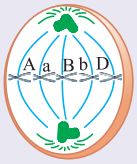
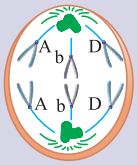
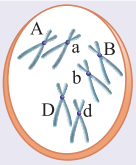
- کمی پس از شروع تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، پوشش هسته شروع به تشکیل می‌کند ولی دوک همچنان وجود دارد.
- پیش از تشکیل ریزکیسهٔ بزرگ، کوتاه شدن رشته‌های دوک از مرکز یاخته به سمت هسته‌ها آغاز شده است.
- هم در یاختهٔ گیاهی و هم در یاختهٔ جانوری، فرورفتگی در وسط یاخته را می‌توان مشاهده کرد.
- ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، به رشته‌های پروتئینی متصل‌اند و در مسیرهای مشخصی جابه‌جا می‌شوند.
- هنگامی که دیوارهٔ یاخته‌ای جدید تشکیل شده است، رشته‌های پروتئینی دوک حرکت دهندهٔ ریزکیسه‌ها ناپدید شده‌اند. (شکل (۴))
- هنگامی که ریزکیسه‌ها شروع به پیوستن به یکدیگر کرده‌اند، پوشش هسته تشکیل شده است. (شکل (۲))
- دستگاه گلژی برخلاف شبکهٔ آندوپلاسمی در مراحل تقسیم یاخته ناپدید نمی‌شود. (شکل (۲))
- ابتدا تشکیل صفحهٔ یاخته‌ای را داریم، سپس ایجاد یک ریزکیسهٔ بزرگ و در نهایت تخریب کامل دوک با تشکیل تیغهٔ میانی صورت می‌گیرد.
- ریزکیسه‌ها در گیاه قبل از تشکیل پوشش هسته نیز می‌توانند به یکدیگر بپیوندند و حتی رشته‌های دوک از بین ریزکیسه‌ها عبور کرده است.
- ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، از میانی‌ترین ریزکیسه شروع به پیوستن به یکدیگر می‌کنند (شکل (۲)).
- در یاخته‌های گیاهی تشکیل پوشش هسته قبل از تخریب کامل رشته‌های دوک انجام می‌شود (شکل (۲))!

۱۰۷ مقایسهٔ تومور بدخیم و خوش‌خیم

موارد مقایسه	تومور بدخیم	تومور خوش‌خیم
متاستاز	دارد	ندارد
میزان رشد	زیاد	معمولاً کم
جریان خون مورد نیاز	زیادتر	کمتر
آسیب‌رسانی به بافت‌های مجاور	دارد	معمولاً ندارد
برهم خوردن تعادل بین تقسیم و مرگ یاخته‌ها	دارد	دارد
تحریک فعالیت ایمنی	دارد	ندارد
مهم‌ترین مثال	لیپوما	ملانوما

گفتار ۳

۱۰۸ تقسیم یاخته

شکل یاخته	مربوط به گیاه یا جانور	عدد کروموزومی	ژنوتیپ (ضرورت ژنتیکی)	مرحلهٔ تقسیم	عدد کروموزومی یاخته مادر	انواع یاخته حاصل از آن
	جانور (سانتریول‌دار)	$2n=4$	$AaBb$	متافاز میتوز متافاز میوز ۲	$2n=4$ $4n=8$	۱ نوع (دو قطب مشابه) ۱ نوع
	جانور (سانتریول‌دار) (فرضی)	$2n=5$	$AaBbD$	متافاز میتوز متافاز میوز ۲	$2n=5$ $4n=10$	۱ نوع (دو قطب مشابه) ۱ نوع
	جانور (سانتریول‌دار)	$2n=6$ هر قطب $n=3$	هر قطب AbD کل یاخته: $(AAbbDD)$	آنافاز میتوز آنافاز میوز ۲	$n=3$ $2n=6$	۱ نوع (دو قطب مشابه) ۱ نوع
	گیاه (بدون سانتریول)	$2n=6$	$AaBbDd$	پروفاز میوز ۱ (تتراد دارد) ولی کروموزوم‌ها در وسط یاخته نیستند.	$2n=6$	توانایی ایجاد $2^3=8$ نوع یاختهٔ جنسی را دارد ولی در هر تقسیم ۲ نوع یاخته می‌دهد.

زیست یازدهم — فصل هفتم

گفتار ۱

۱۵۵ شکل‌نامهٔ بررسی کلی دستگاه تولیدمثل مرد

قسمت بالایی اپیدیدیم قطورتر و روی هر بیضه می‌باشد. مجرای اسپرم‌بر نیز در ابتدا قطورتر است.

بالاترین بخش دستگاه تولیدمثلی مرد، مجرای اسپرم‌بر می‌باشد.

مثانه دیوارهٔ ضخیم با سطح داخلی چین‌خورده دارد و بالاترین بخش مثانه، جلویی‌ترین بخش آن نمی‌باشد (البته مثانه جزئی از دستگاه تولیدمثل نیست). مخاط مثانه سبب ایجاد دریچه در انتهای میزنای می‌شود.

عقب‌ترین بخش دستگاه تولیدمثل مردان، غدد وزیکول سمینال می‌باشد.

ابتدای مجرای اسپرم‌بر از انتهای مجرای اپیدیدیم پایین‌تر است.

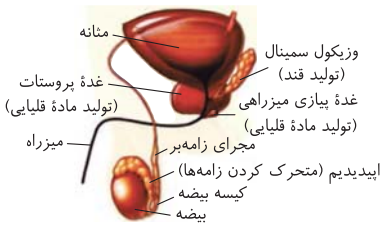
اسپرم‌ها از درون غدهٔ پروستات برخلاف غدد پیازی میزراهی و وزیکول سیمنال عبور می‌کنند.

نوک تیز مثانه، به سمت جلوی بدن قرار می‌گیرد.

همواره مجرای اسپرم‌بر جلوتر از غدهٔ وزیکول سمینال قرار دارد.

جلویی‌ترین بخش دستگاه تولیدمثلی مردان، **میزراه** می‌باشد که ادرار را از بدن خارج می‌کند.

مجرای اسپرم‌بر از روی محل اتصال میزنای به مثانه عبور می‌کند.

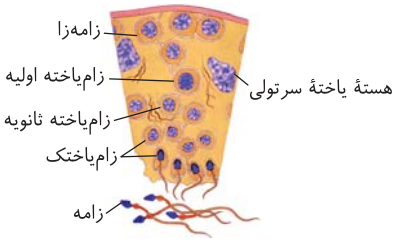


«اندام‌های دستگاه تولیدمثل در مرد (مثانه جزء آن نیست)»

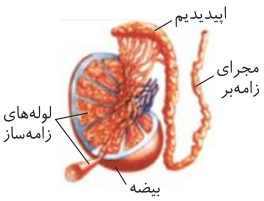
۱۰۹ بررسی اندام‌های تولیدمثلی مردان

موارد مقایسه	کیسهٔ بیضه	بیضه	اپیدیدیم	مجاری اسپرم‌بر	غدد وزیکول سمینال	غدهٔ پروستات	غدد پیازی میزراهی	میزراه
تعداد	یک عدد	۲ عدد	۲ عدد	۲ عدد	۲ عدد	یک عدد	۲ عدد	یک عدد
مکان	پایین و خارج از حفرهٔ شکمی قرار دارد.	درون کیسهٔ بیضه و در پایین و خارج حفرهٔ شکمی قرار دارند.	درون کیسهٔ بیضه قرار دارند و در بالا و کنار بیضه‌ها در یک سمت آن قرار دارند.	ابتدای آن درون کیسهٔ بیضه و خارج محوطهٔ شکمی قرار دارد و ادامهٔ آن درون محوطهٔ شکمی قرار می‌گیرد.	پشت مثانه و پایین‌تر از محل اتصال میزنای‌ها به مثانه قرار دارند.	زیر مثانه و غدد وزیکول سمینال و بالای غدد پیازی میزراهی قرار دارد.	زیر پروستات قرار دارند.	جلوترین بخش دستگاه تولیدمثلی مردان است.
ویژگی	بیضه‌ها و اپیدیدیم‌ها و ... درون آن قرار دارند.	غدد درون‌ریز اصلی هستند. از قسمت بالای خود با اپیدیدیم مرتبط‌اند.	پیچیده و طویل‌اند و از قسمت قطور خود با بیضه و از قسمت باریک خود با مجرای اسپرم‌بر مرتبط‌اند.	ابتدای آن پیچ‌خورده و سپس صاف می‌شود و از جلو، پشت و کنار بیضه عبور می‌کند.	اولین غدد برون‌ریز دستگاه تولیدمثلی مردان هستند و در مجاورت مجاری اسپرم‌بر هستند.	دومین غدهٔ برون‌ریز دستگاه تولیدمثلی مردان است و در مجاورت مجاری اسپرم‌بر هستند.	پایین‌ترین غدد برون‌ریز دستگاه تولیدمثلی مردان مسوب می‌شوند.	بین دستگاه ادراری و تولیدمثلی مشترک است.
نکات	با رمای ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد در تمایز صحیح اسپرم‌ها نقش دارد. (البته به کمک اپیدیدیم) شبکه‌ای از رگ‌های کوچک فونی دارد.	پایین‌ترین غدد درون‌ریز مردان هستند. کار آن‌ها تولید اسپرم و هورمون است.	اسپرم‌های غیرمتحرک به آنجا وارد می‌شوند و حداقل ۱۸ ساعت در آن باقی می‌مانند تا متحرک شوند. ترشحات پیک‌شیمیایی کوتاه‌برد دارند.	اسپرم بالغ و متحرک را از اپیدیدیم می‌گیرند و به سمت میزراه می‌برند و ترشحات وزیکول سمینال را از آن دریافت می‌کنند.	بالاترین غدد دستگاه تولیدمثلی مردان هستند و مایع غنی از **فروکتوز** را به درون مجاری اسپرم‌**بر** می‌ریزند و انرژی لازم برای فعالیت اسپرم‌ها را فراهم می‌کنند.	با ترشحات قلیایی خود، مواد اسیدی موجود در مسیر اسپرم‌ها را خنثی می‌کند.	ترشحات قلیایی و روان‌کننده‌ای دارند که موجب خنثی کردن مسیر اسپرم‌ها و حرکت راحت‌تر اسپرم‌ها می‌شوند.	دارای دو بندارهٔ است. بندارهٔ داخلی آن از نوع ماهیچهٔ صاف و بندارهٔ خارجی آن از نوع ماهیچهٔ اسکلتی است.

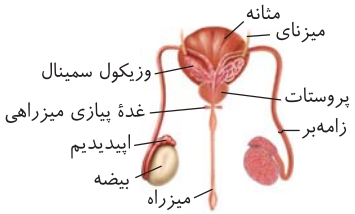
۱۵۶ شکل‌نامهٔ مراحل اسپرم‌زایی



- میزان اندازهٔ هستهٔ یاخته در دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز از بیشتر به کمتر:
  سرتولی ← اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه ← اسپرماتوسیت ثانویه ← اسپرماتید ← اسپرم
- اسپرماتوسیت ثانویه نسبت به اسپرماتوسیت اولیه، کوچک‌تر است.
- بزرگ‌ترین یاخته از میانِ یاخته‌های موجود در لولهٔ اسپرم‌ساز، یاختهٔ **سرتولی** می‌باشد.
- اسپرماتوسیت اولیه، دولایهٔ یاخته‌ای با سطح خارجی لولهٔ اسپرم‌ساز فاصله دارد.
- اسپرماتوگونی، نزدیک‌ترین یاختهٔ ردهٔ اسپرم‌زایی به یاخته‌های بینابینی است.
- اسپرماتوگونی‌ها به غشای پایه و دیوارهٔ خارجی لوله‌های اسپرم‌ساز متصل‌اند.
- فضای بین یاخته‌های اسپرماتوگونی می‌تواند زیاد یا کم باشد.
- هستهٔ یاختهٔ سرتولی، از هستهٔ همهٔ یاخته‌های مسیر اسپرم‌زایی بزرگ‌تر است و گرد نیست بلکه تقریباً گلابی‌شکل است.
- طی تمایز اسپرماتید، ابتدا هستهٔ آن فشرده‌تر می‌شود و تاژک پدیدار می‌گردد و سپس میزان سیتوپلاسم آن کاهش می‌یابد.
- هر یاخته‌ای که تاژک دارد، هستهٔ هاپلوئیدی تک‌کروماتیدی و فشرده دارد (*اسپرماتید و اسپرم*).
- سرتولی یاخته‌ای در مسیر اسپرم‌زائی نیست ولی در آن مؤثر است.
- سرتولی تنها یاختهٔ دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز است که برای هورمون محرک جنسی (FSH) گیرنده دارد.
- سرتولی فقط باکتری‌ها را بیگانه‌خواری می‌کند (*نه هر میکروبی*).
- در طول اسپرم‌زایی، یاخته‌ها توسط رشته‌های سیتوپلاسمی به یکدیگر اتصال دارند.
- هم در اسپرماتید و هم در اسپرم، می‌توان تاژک مشاهده کرد. میزان سیتوپلاسم اسپرم از بقیهٔ یاخته‌های مسیر اسپرم‌زایی کمتر است.
- اولین قسمتی از اسپرماتید که از دیوارهٔ لولهٔ اسپرم‌ساز خارج می‌شود، **تاژک** آن است (*نه تاژک‌های آن!*).
- به دلیل اینکه تعداد زیادی یاختهٔ زاینده در مسیر تولید اسپرم تقسیم می‌شوند، تعداد زامهٔ تولید شده در بدن یک مرد بالغ بسیار زیاد است.
- لوله‌های اسپرم‌ساز، بیشتر حجم بیضه را تشکیل داده‌اند. (*لطفاً با اسپرم‌بر اشتباه نگیرید!*)
- بخش باریک‌تر مجرای اسپرم‌بر درون حفرهٔ شکمی قرار دارد و بخش قطورتر آن درون کیسهٔ بیضه وجود دارد.
- یاخته‌های بینابینی به نسبت اسپرماتوگونی، اندازهٔ بزرگ‌تر و هستهٔ کوچک‌تری دارند.
- اسپرماتوسیت اولیه و اسپرماتوسیت ثانویه، از یک طرف به یاختهٔ دیپلوئید و از طرف دیگر به یاختهٔ هاپلوئید متصل‌اند.
- بیضه‌ها از بخش‌های مجزایی تشکیل شده‌اند که در محل خروج لوله‌ها از آن، سرخرگ و سیاهرگ‌هایی با آن در ارتباط‌اند.
- در اندام‌هایی مثل کلیه، طحال و بیضه، ورود و خروج رگ‌های خونی از یک محل می‌باشد که معمولاً سرخرگ در سطح بالاتری است.



۱۵۷ شکل‌نامهٔ غدد و مجاری ضمیمه



«مسیر عبور زامه (از نمای پشتی مثانه)»

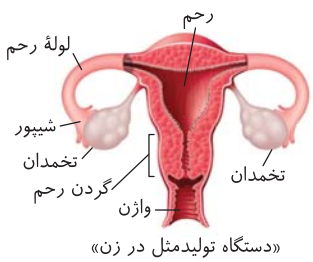
- پروستات، مسیر اسپرم‌ها را قلیایی نمی‌کند بلکه **خنثی** می‌کند.
- از بین ۳ نوع غدهٔ ضمیمه، غدهٔ پروستات **بزرگ‌ترین** غده می‌باشد.
- از بین ۳ نوع غدهٔ ضمیمه، غدد پیازی میزراهی **پایین‌ترین و کوچک‌ترین** غده می‌باشند.
- از بین ۳ نوع غدهٔ ضمیمه، غدد وزیکول سمینال **بالاترین و عقبی‌ترین** غده می‌باشند.
- غدد وزیکول سمینال قبل از رسیدن مجرای اسپرم‌بر به میزراه، ترشحات خود را وارد آن می‌کنند.
- میزراه دارای دو برآمدگی می‌باشد که غدد پیازی میزراهی قبل آن‌ها قرار دارند ولی بندارهٔ ابتدای میزراه در محل اتصال آن به مثانه است.
- غدد وزیکول سمینال با غدهٔ پروستات در تماس است ولی با غدد پیازی میزراهی نه.
- قطر مجرای اسپرم‌بر در تمام طول خود یکسان نمی‌باشد.
- مجرای اسپرم‌بر از کنار و پشت مثانه ولی از روی محل اتصال میزنای به مثانه عبور می‌کند.
- در پروستات دو مجرای اسپرم‌بر و یک میزراه با هم یکی می‌شوند که باریک‌ترین قسمت پروستات به سمت غدد پیازی میزراهی می‌باشد.
- میزراه در طول خود در دو منطقه اتساع می‌یابد و گشاد می‌شود، غدد پیازی میزراهی ترشحات خود را به قبل از اولین نقطهٔ اتساع میزراه می‌ریزند.
- از غدهٔ پروستات فقط یک مجرا خارج می‌شود (*میزراه*) که حاصل تجمیع دو مجرای اسپرم‌بر و ابتدای میزراه بوده است.
- غدهٔ پروستات، زیر مثانه و غدد پیازی میزراهی زیر غدهٔ پروستات قرار دارند.
- حجیم‌ترین قسمت پروستات، قسمت بالایی آن می‌باشد که به غدد وزیکول سمینال نزدیک است.
- غدد وزیکول سیمنال زیر میزنای و محل عبور مجرای اسپرم مجاور آن قرار دارند. این غده بخش‌های حفره‌حفرهٔ مجزا دارد.
- ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ مثانه که در هنگام فعال شدن فرایند تخلیهٔ مثانه دچار انقباض می‌شوند، از بالا به پایین قرار گرفته‌اند.
- مجرای اسپرم‌بر در نزدیکی پروستات دارای پیچ‌خوردگی فراوانی می‌باشد.
- غدهٔ پروستات در مجاورت بندارهٔ داخلی میزراه قرار دارد.

۱۱۰ مشخصات اسپرم

ویژگی‌ها / بخش‌های اسپرم	سر	تنه	دم (*تازک*)
غشا	دارد	دارد	دارد (در انتهای آن غشا وجود ندارد)
دنا	دارد (خطی)	دارد (حلقوی)	ندارد
سیتوپلاسم و آنزیم	دارد	دارد	دارد
طویل‌ترین یا قطورترین	قطورترین	هیچ‌کدام	باریک‌ترین
تشکیل شده از	هسته و آکروزوم و مقداری اندکی سیتوپلاسم	اندامک‌های سیتوپلاسمی از جمله میتوکندری‌های فراوان	یک تاژک بلند که دور آن را غشا احاطه کرده است (به‌جز بخش انتهایی آن).
نکات	تنها بخشی از اسپرم که در لقاح شرکت می‌کند، سر آن است.	با انرژی خود به‌طور غیرمستقیم باعث حرکت اسپرم می‌شود.	با زنش خود موجب حرکت اسپرم می‌شود.

گفتار ۲

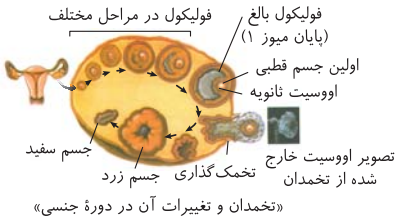
۱۵۸ شکل‌نامهٔ آناتومی دستگاه تولیدمثل زن



«دستگاه تولیدمثل در زن»

- لولـهٔ فالوپ (*لولهٔ رحم*) به‌طور مسـتقیم و ناپیوسـته به تخمدان متصل نیسـت ولی ابتـدای آن به بالای رحم متصل است.
- بالایی‌ترین قسمت واژن نسبت به سایر قسمت‌های آن، عریض‌تر است و یک قسمت گشاد شده دارد.
- ضخامت دیواره از بیشتر به کمتر: سقف رحم - گردن رحم - میانهٔ رحم - واژن - لوله‌های رحمی
- تخمدان به بخش پیوندی و رحم به بخش ماهیچه‌ای طناب متصل است.
- واژن چین‌خوردگی‌های عرضی دارد ولی در قاعدگی دیوارهٔ داخلی آن تخریب نمی‌شود.
- یاخته‌های مژک‌دار در لولهٔ فالوپ، مجاری تنفسی و گیرنده‌های شنوایی و تعادلی وجود دارند.
- طناب اتصال تخمدان به بخش بالای رحم در سمت تحتانی آن متصل می‌شود.
- قطر لولهٔ رحم در نزدیکی تخمدان بیشترین و در نزدیکی رحم، کمترین است.

۱۵۹ شکل‌نامهٔ تغییرات در تخمدان



«تخمدان و تغییرات آن در دورهٔ جنسی»

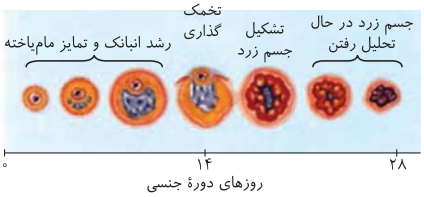
در هر دورهٔ جنسی یکی از فولیکول‌هایی که از همه رشد بیشتری پیدا کرده است، چرخهٔ تخمدانی را آغاز کرده و ادامه می‌دهد.
لایه‌های یاخته‌ای تغذیه‌کنندهٔ اووسیت اولیهٔ این فولیکول تکثیر و حجیم می‌شوند.
در فولیکول‌های نابالغ در ابتدا در مرکز فولیکول یاختهٔ اووسیت اولیه قرار دارد که فاقد حفره می‌باشد. با رشد لایه‌های یاخته‌ای اطراف آن، اووسیت اولیه به حاشیهٔ فولیکول رانده می‌شود و حفره‌ای دور آن قرار می‌گیرد.
در فولیکول‌های نابالغ در ابتدا درون فولیکول حفرهٔ حاوی مایع وجود ندارد! به تدریج این حفره‌های حاوی مایع تشکیل می‌شوند و به یکدیگر متصل می‌گردند، در همین زمان با رشد حفرهٔ حاوی مایع، یاختهٔ اووسیت اولیه از مرکز به حاشیهٔ فولیکول منتقل می‌شود.
حفرهٔ فولیکولی، قبل از فولیکول بالغ نیز دیده می‌شود ولی اووسیت با مایع موجود در حفرهٔ فولیکولی در تماس مستقیم نیست.
جسم‌های قطبی همانند اووسیت ثانویه توسط یاخته‌های فولیکولی احاطه شده‌اند.
فولیکول بالغ برخلاف فولیکول‌های نابالغ، در دیوارهٔ تخمدان برآمدگی ایجاد کرده است. دقت کنید که هم فولیکول بالغ و هم فولیکول نابالغ، می‌توانند حفرهٔ هلالی داشته باشند.
فولیکول بالغ برخلاف فولیکول‌های نابالغ دارای یاختهٔ اووسیت ثانویه به همراه اولین جسم‌قطبی می‌باشد!
یک فولیکول در تخمدان می‌تواند علاوه‌بر یاخته‌های پیکری، حاوی اووسیت اولیه یا حاوی اووسیت ثانویه به همراه اولین جسم‌قطبی باشد!
در فولیکول بالغ، حفرهٔ حاوی مایع دارای حداکثر اندازه می‌باشد و هلالی‌شکل است.
هم‌زمان با رشد فولیکول‌ها، فولیکول‌ها از منطقه‌ای از تخمدان که به طناب پیوندی ماهیچه‌ای اتصال دارد، به سمت منطقه‌ای از تخمدان که به زوائد انگشت‌مانند لوله‌های رحم نزدیک است حرکت می‌کنند!
حین تخمک‌گذاری، یاختهٔ اووسیت ثانویه (n) به همراه اولین جسم‌قطبی (n) همراه با برخی از یاخته‌های تغذیه‌کنندهٔ فولیکول ($2n$) و مایعی که درون حفرهٔ هلالی‌شکل فولیکول بالغ تجمع پیدا کرده بود، آزاد می‌شود و وارد حفرهٔ شکمی می‌شوند! تا با حرکات انتهای لولهٔ فالوپ به آن وارد شود.
باقی‌ماندهٔ فولیکول باقی‌مانده در تخمدان به صورت تودهٔ یاخته‌ای بدون اووسیت درمی‌آید که به آن جسم زرد می‌گویند.
در صورت عدم لقاح، جسم زرد از اواسط نیمهٔ دوم دورهٔ جنسی تحلیل می‌رود و به جسمی غیرفعال به نام جسم سفید تبدیل می‌شود. جسم زرد برخلاف جسم سفید، با دیوارهٔ تخمدان در تماس می‌باشد.
جسم زرد بزرگ‌تر از فولیکول بالغ می‌باشد ولی جسم سفید از فولیکول اولیهٔ نابالغ بزرگ‌تر است.
درون تخمدان‌های یک زن بالغ و سالم، اووگونی دیده نمی‌شود و همهٔ اووسیت‌های اولیه در مرحلهٔ پروفاز ۱ قرار دارند.
رشد فولیکول با رشد لایه‌های فولیکولی انجام می‌شود (*نه‌برعکس*). بزرگ‌ترین فولیکول تخمدان، حالت بالغ آن است که مام‌یاختهٔ ثانویه را داراست.

۱۶۰ شکل‌نامهٔ تخمک‌زایی

«مراحل تخمک‌زایی»

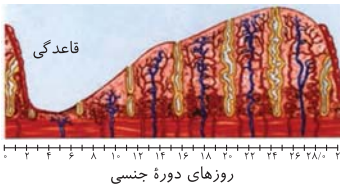
در دوران جنینی اووگونی (*مامه‌زا*) همواره ایجاد می‌شود ولی همهٔ آن‌ها در همان دوران جنینی هم از بین می‌روند.
اووسیت و جسم‌قطبی به علت وجود یاخته‌های فولیکولی اطرافشان در تماس مستقیم با مژک‌های لولهٔ رحمی قرار نمی‌گیرند.
تولید تخمک بالغ در زنان و اسپرم متحرک مردان، خارج از غدد جنسی به ترتیب در لولهٔ رحم و اپیدیدیم انجام می‌شود.
نوع آرایش کروموزوم‌ها در متافاز میوز ۱، می‌تواند بر تنوع گامتی مؤثر باشد. همچنین اگر در میوز ۱، کراسینگ‌اور روی داده باشد، نوع آرایش کروموزوم‌ها در متافاز میوز ۲ نیز بر تنوع گامتی می‌تواند مؤثر باشد.
دقت کنید که در زنان از هر میوز اووسیت اولیه، حداکثر یک گامت تولید می‌شود و بقیه جسم‌قطبی خواهند بود.
اووگونی برخلاف اووسیت اولیه، نمی‌تواند الل‌های متفاوت یک جایگاه ژنی را از هم جدا کند زیرا میوز انجام نمی‌دهد.
اووگونی همانند اووسیت اولیه، دیپلوئید است و کروموزوم‌های مضاعف دارد و هر دو تقسیمات خود را در دوران جنینی آغاز می‌کنند ولی تقسیم اووسیت اولیه در پروفاز ۱ متوقف می‌شود.
اووسیت ثانویه همانند اولین جسم‌قطبی، هاپلوئید است و کروموزوم‌های مضاعف دارد. البته هر دو توانایی لقاح با اسپرم و شروع میوز ۲ را دارند.
دومین جسم‌قطبی، هاپلوئید است و کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی دارد.
تتراد، فقط در اووسیت اولیه قابل مشاهده است که در مرحلهٔ پروفاز ۱ در دوران جنینی تشکیل می‌شوند.
در مردان بالغ و سالم، در فرایند اسپرم‌زایی طبیعی، ۴ اسپرم تولید می‌شود اما در فرایند تخمک‌زایی، حداقل صفر و حداکثر ۱ گامت از هر بار میوز تولید می‌شود.
در یک زن بالغ امکان تشکیل و تولید تتراد وجود ندارد ولی تتراد در بدن زن بالغ دیده می‌شود (*چون تشکیل تتراد در دورهٔ جنینی و قبل از تولد انجام می‌شود!*).
ممکن است یک اووسیت اولیه هیچ‌وقت میوز ۱ را کامل نکند پس هر اووسیت اولیه حتماً در نهایت به گامت تبدیل نمی‌شود و حتماً میوز ۱ خود را ادامه نمی‌دهد.
کامل شدن میوز ۱ در غدهٔ جنسی تخمدان ولی کامل شدن میوز ۲ در خارج غدهٔ جنسی در لولهٔ رحم (*لولهٔ فالوپ*) می‌باشد.
مدت زمان انجام شدن میوز ۱ طولانی‌تر از انجام شدن میوز ۲ می‌باشد. پس در زنان فرایند میوز، دارای دو توقف می‌باشد. یک توقف طولانی‌مدت از دوران جنینی در پروفاز میوز ۱ تا شروع دوره‌های جنسی و یک توقف کوتاه‌مدت از پایان میوز ۱ تا هنگامی که اووسیت ثانویه با اسپرم لقاح پیدا کند!
تکمیل میوز ۱ موجب تولید یک جسم‌قطبی می‌شود نه جسم**های** قطبی!
طی تخمک‌زایی **حداکثر** ۴ تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود: دو تقسیم مساوی (*میتوز اووگونی و تقسیم میوز ۲ اولین جسم‌قطبی و تبدیل شدن به دو جسم‌قطبی*) و دو تقسیم سیتوپلاسم نامساوی (*تقسیم میوز اووسیت اولیه و تقسیم میوز اووسیت ثانویه*).
در طی تخمک‌زایی **حداقل** یک تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود: تقسیم سیتوپلاسم میتوز اووگونی (*چون هر فولیکول بالغ نمی‌شود و تخمک‌گذاری روی آن انجام نمی‌شود!*)
در فرایند تخمک‌زایی همواره گامت‌های ایجاد شده، فاقد کروموزوم Y به شکل طبیعی هستند اما در اسپرم‌زایی نیمی از گامت‌ها فاقد کروموزوم Y می‌باشند.
از بین یاخته‌های مسیر تخمک‌زایی، فقط اووسیت اولیه توانایی انجام کراسینگ‌اور و جدا کردن کروموزوم‌های همتا در میوز ۱ را دارد.
آرایش تترادگونه تشکیل شده توسط کروموزوم‌های X و Y، از کروموزوم‌های غیرهمتا تشکیل شده است.
با رسیدن به سن بلوغ، هر ماه فقط یک اووسیت اولیه میوز را **ادامه** می‌دهد نه اینکه آغاز کند (*و این بدان معناست که تشکیل تتراد نداریم*).

۱۶۱ شکل‌نامهٔ چرخهٔ تخمدانی



در فاصلهٔ تبدیل جسم زرد به سفید (*روز ۲۱ تا ۲۸*)، سرعت رشد جدار رحم کاهش، فعالیت ترشحی رحم افزایش و فعالیت ترشحی تخمدان کاهش می‌یابد.
با توجه به شکل حفرهٔ درون جسم زرد ابتدا حجیم بوده و سپس کوچک می‌شود.
ابتدا جسم زرد به حداکثر اندازهٔ خود در روز ۲۱ می‌رسد و سپس رحم به حداکثر ضخامت خود در روز ۲۶ می‌رسد.
حفرهٔ حاوی مایع در هفتهٔ اول به صورت سه فضای جدا از هم است و سپس یکی می‌شود.
از شروع هفتهٔ چهارم دورهٔ جنسی در صورت عدم لقاح، جسم زرد شروع به تحلیل رفتن می‌کند.

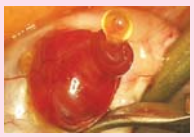
۱۶۲ شکل‌نامهٔ چرخهٔ رحمی



در روزهای اول تا هفتم چرخه، ترشح *LH* و *FSH*، سبب شروع تخمک‌گذاری می‌شود ولی مقدار کم استروژن و پروژسترون سبب ریزش جدار داخلی رحم می‌شود.
از روز ۷ الی ۱۲ چرخه، افزایش اندک ترشح استروژن با بازخورد **منفی**، مانع ترشح بیشتر *LH* و *FSH* می‌شود. افزایش ترشح استروژن سبب رشد با شیب **سرعت زیاد** در دیوارهٔ رحم می‌شود.
در روزهای ۱۲ الی ۱۴ چرخه، افزایش استروژن با بازخورد مثبت، سبب افزایش ناگهانی *LH* و *FSH* می‌شود. در این حین، فولیکول حداکثر اندازهٔ خود را دارد (*فولیکول بالغ*) و میوز ۱ اووسیت اولیه تکمیل می‌شود. سپس حداکثر میزان *LH* در روز ۱۴، سبب پاره شدن فولیکول و آزاد شدن اووسیت ثانویه و جسم‌قطبی اول می‌شود.
پس از روز ۱۴، ضمن کاهش *LH* و *FSH* که در حداکثر میزان خود بوده‌اند، جسم زرد تشکیل می‌شود و ترشح استروژن و پروژسترون را انجام می‌دهد. افزایش استروژن و پروژسترون، با بازخورد منفی مانع از ترشح *LH* و *FSH* می‌شود، تا فولیکول دیگری در تخمدان رشد نکند. استروژن و پروژسترون، سبب رشد دیوارهٔ رحم می‌شوند.
اگر بارداری رخ ندهد، جسم زرد از اواسط نیمهٔ لوتئال شروع به تحلیل می‌کند تا به جسم سفید تبدیل شود. در دو روز آخر چرخه، ترشح استروژن و پروژسترون بسیار کاهش می‌یابد و استحکام دیوارهٔ داخلی رحم کم می‌شود ولی شروع قاعدگی و مشاهدهٔ خونریزی از روز اول دورهٔ بعدی می‌باشد.
با کاهش استروژن و پروژسترون، ترشح هورمون‌های *LH* و *FSH* در روزهای ۲۶ تا ۲۸ چرخه مجدداً افزایش می‌یابد تا دورهٔ جنسی بعدی، آغاز شود.
هر زمان که دیوارهٔ رحم در حال کاهش ضخامت است، الزاماً خونریزی قاعدگی دیده نمی‌شود (*روزهای ۲۶ تا ۲۸*).
هر زمان که خونریزی قاعدگی دیده شود، الزاماً ضخامت دیوارهٔ رحم در حال کاهش نیست (*روزهای ۵ تا ۷*).
حداکثر ضخامت دیوارهٔ رحم، مربوط به روز ۲۶ است.
طول رگ‌ها و حفره‌های دیوارهٔ رحم به‌طور کلی در نیمهٔ لوتئالی بیشتر از نیمهٔ فولیکولی است.
ترشح استروژن، پروژسترون و تستوسترون در همهٔ روزهای دورهٔ جنسی توسط بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه انجام می‌شود.
سرخرگ‌ها نسبت به سیاهرگ‌ها در دیوارهٔ رحم، هم پیچیدگی و هم تعداد بیشتری دارند (*در هر سیاهرگ، دو تا سرخرگ است*).
فقط ضخامت دیوارهٔ داخل رحم طی دورهٔ جنسی تغییر می‌کند و ضخامت دیوارهٔ ماهیچه‌ای ثابت است.
بیشترین شدت کاهش ضخامت جدار داخل رحم در دو روز اول دوره قابل مشاهده است.
بیشترین نسبت لایهٔ میانی به لایهٔ درونی رحم، در انتهای هفتهٔ اول چرخهٔ جنسی مشاهده می‌شود.

بریم ترتیب مراحلشو خوب یاد بگیریم :

۱ *در هر دورهٔ جنسی یکی از فولیکول‌ها از همه رشد بیشتری پیدا کرده است.*
۲ *تحت تأثیر هورمون FSH فولیکول بزرگ و بالغ می‌شود.*
۳ *با بزرگ شدن فولیکول، شروع به ترشح استروژن می‌کند.*
- استروژن طی بازخورد منفی باعث کاهش ترشح هورمون‌های هیپوفیزی می‌شود.
- استروژن باعث افزایش ضخامت دیوارهٔ رحم می‌شود.
- استروژن با اثر بر فولیکولی که ازش تولید شده است، باعث بزرگ شدن و بالغ شدن آن می‌شود و درنتیجه مقدار ترشحی استروژن نیز بیشتر می‌شود.



۴ *با افزایش ناگهانی مقدار هورمون استروژن، طی بازخورد مثبت باعث افزایش ترشح هورمون‌های محرک جنسی هیپوفیزی می‌شود.*
۵ *در روز ۱۴ام، حداکثر مقدار هورمون LH، باعث تکمیل میوز یک و پاره شدن فولیکول می‌شود.*
۶ *اووسیت ثانویه به همراه تعدادی از یاخته‌های فولیکولی وارد لوله‌های رحم می‌شوند.*
۷ *یاخته‌های فولیکولی باقی‌مانده در تفمدان تودهٔ یاخته‌ای تشکیل می‌دهند.*
۸ *تودهٔ یاخته‌ای بزرگ شده و جسم زرد را تشکیل می‌دهد.*
۹ *جسم زرد با اثر هورمون LH دو هورمون جنسی استروژن و پروژسترون را ترشح می‌کند که این هورمون‌ها:*
- طی بازخورد منفی باعث کاهش ترشح هورمون‌های هیپوفیزی می‌شوند.
- با اثر بر دیوارهٔ رحم باعث افزایش قطر دیوارهٔ آن می‌شوند.

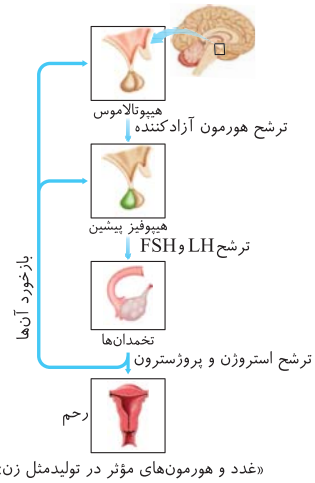
۱۰ *در صورت لقاح ترشحات جسم زرد با اثر هورمون HCG مترشحه از کوریون تا مدتی ادامه پیدا می‌کند.*

نکات مهم

- هورمون‌های هیپوفیزی تحت تأثیر هورمون آزادکنندهٔ مترشحه از هیپوتالاموس توسط هیپوفیز پیشین ترشح می‌شوند.
- هیپوتالاموس در تنظیم ضربان قلب، فشار خون و دمای بدن و تشنگی، گرسنگی و خواب نقش دارد.
- در زنان، هورمون استروژن از یاخته‌های فولیکولی، جسم زرد و بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه و هورمون پروژسترون از جسم زرد و بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه ترشح می‌شود.
- هورمون پروژسترون در چرخهٔ تخمدانی از جسم زرد در مرحلهٔ لوتئال ترشح می‌شود (*البته با اجازه از غدد فوق کلیه!*).

۱۶۳ شکل‌نامهٔ هورمون‌ها

- هورمون‌ها
  - آغاز چرخه ← کاهش هورمون‌های جنسی ← قاعدگی
    - بازخورد منفی ← *LH* و *FSH* افزایش
  - نیمهٔ اول چرخه تا حدود روز ۱۲ ← افزایش اندک استروژن
    - بازخورد منفی ← مانع ترشح *FSH* و *LH*
    - رشد زیاد رحم
  - حدود روز ۱۳ و ۱۴ ← استروژن زیاد ← بازخورد مثبت ← افزایش *FSH* و *LH* ← تخمک‌گذاری
  - نیمهٔ دوم چرخه ← افزایش استروژن و پروژسترون از جسم زرد ← بازخورد منفی ← کاهش *FSH* و *LH* ← مانع رشد فولیکول دیگر می‌شود.
  - پایان چرخه (روز ۲۶ تا ۲۸) ← کاهش استروژن و پروژسترون از جسم سفید
    - بازخورد منفی ← افزایش *FSH* و *LH*
    - شروع ناپایداری دیوارهٔ داخلی رحم

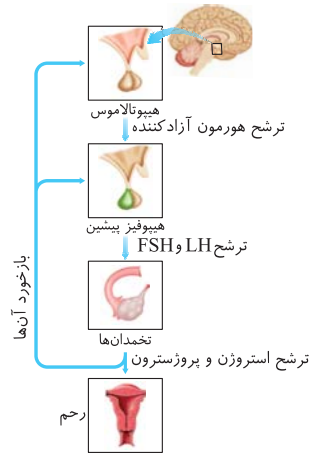


«غدد و هورمون‌های مؤثر در تولیدمثل زن»

- هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون تخمدان مستقیماً در رشد رحم مؤثرند.
- وجود تستوسترون در خون زنان یا استروژن و پروژسترون در خون مردان، حاصل فعالیت بخش قشری غدد فوق‌کلیوی می‌باشد (*نه غدد جنسی!*).
- مقدار ترشح استروژن و پروژسترون با اثر بازخوردی روی میزان ترشح هورمون‌های هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین اثر گذاشته و مقدار آن‌ها را تنظیم می‌کنند.

۱۶۴ شکل‌نامهٔ تنظیم هورمون جنسی زنانه

- هیپوتالاموس با ترشح هورمون آزادکننده **مستقیماً** سبب تنظیم ترشح هورمون *FSH* و *LH* از هیپوفیز پیشین می‌شود.
- هورمون‌های محرک جنسی *FSH* و *LH* **مستقیماً** در تنظیم ترشح مقدار هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون تخمدان مؤثرند.
- هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون تخمدان **مستقیماً** در رشد رحم مؤثرند.
- مقدار ترشح استروژن و پروژسترون با اثر بازخوردی روی هورمون‌های هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین اثر گذاشته و مقدار آن‌ها را تنظیم می‌کنند.
- استروژن و پروژسترون، روی رحم، هیپوفیز پیشین و هیپوتالاموس گیرندهٔ هورمونی اختصاصی دارند.
- وجود تستوسترون در خون زنان یا استروژن و پروژسترون در خون مردان، حاصل فعالیت غدد فوق‌کلیوی می‌باشد (*نه غدد جنسی!*).



«غدد و هورمون‌های مؤثر در تولیدمثل زن»

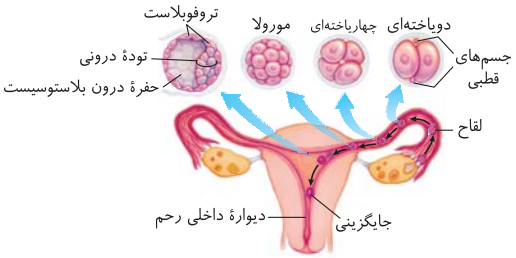
روزها		مقدار هورمون جنسی	اثر هورمون جنسی بر رحم	اثر هورمون جنسی بر هیپوفیز	رشد فولیکول تخمدان
۷ روز اول		کمبود استروژن و پروژسترون	کاهش و ریزش جدار رحم و خون‌ریزی قاعدگی	محرک بر ترشح *FSH* و *LH* با بازخوردی منفی	رشد فولیکول تخمدانی و ادامهٔ میوز ۱
هفتهٔ دوم از نیمهٔ اول دورهٔ جنسی (۷ تا ۱۴)		ابتدا ← افزایش **اندک** در مقدار استروژن	رشد سریع جدار رحم و پایان خون‌ریزی	ممانعت از ترشح *FSH* و *LH* با بازخوردی منفی	ادامهٔ رشد و میوز فولیکول در تخمدان
		نزدیک تخمک‌گذاری ← افزایش زیاد استروژن	رشد جدار رحم	زیادی ترشح *FSH* و *LH* با بازخوردی مثبت در حوالی روز ۱۲ تا ۱۴	پایان میوز ۱ و تولید فولیکول بالغ دارای مام‌یاختهٔ ثانویه و جسم قطبی اول
روز ۱۴		استروژن بالا	سرعت رشد دیوارهٔ رحم تقریباً ثابت است	حداکثر *LH* و *FSH*	پاره شدن فولیکول تخمدان و تخمک‌گذاری
نیمهٔ دوم دورهٔ جنسی (نوشتار)	هفتهٔ اول (۲۱ - ۱۴)	ترشح پروژسترون و استروژن از جسم زرد	رشد رحم و فعالیت ترشحی	کاهش *FSH* و *LH* و عدم رشد فولیکول دیگر تخمدانی	رشد جسم زرد و رسیده شدن آن
	هفتهٔ دوم (۲۸ - ۲۱)	در انتهای آن استروژن و پروژسترون کم می‌شود. (۲۶ تا ۲۸)	به حداکثر رسیدن قطر و رشد رحم در روز ۲۶ و سپس شروع ریزش جدار رحم از انتهای این هفته	افزایش *FSH* و *LH* با بازخوردی منفی در انتهای این هفته	جسم زرد در زن غیرباردار شروع به تحلیل رفتن کرده و به جسم سفید تبدیل می‌شود.
آخر دوره اگر لقاح صورت گرفته باشد		افزایش هورمون جنسی پروژسترون به دلیل عمل HCG کوریون جنین، ترشح HCG تقریباً از هفتهٔ چهارم دورهٔ جنینی مشاهده می‌شود.	رشد و حفظ دیوارهٔ رحم و جسم زرد تخمدانی	کاهش *FSH* و *LH*	فولیکول دیگری در تخمدان رشد نمی‌کند.

گفتار ۳

۱۱۳ اتفاقات حین جایگزینی

درون لوله‌های رحمی		تقسیمات میتوزی تخم ← ایجاد تودهٔ ۲ و ۴ و ۸ و ۱۶ یاخته‌ای ← مورولا
درون رحم	جایگزینی	مورولا ← تشکیل بلاستوسیست ترشح آنزیم‌های هضم‌کننده از تروفوبلاست ← تأمین مواد مغذی جنین و تسهیل فرایند جایگزینی
	تشکیل پرده‌های محافظت‌کننده	آمنیون ← تغذیه و حفاظت جنین
	کوریون	تشکیل جفت و بندناف ترشح HCG ← حفظ جسم زرد و تداوم ترشح پروژسترون و جلوگیری از تخمک‌گذاری و قاعدگی

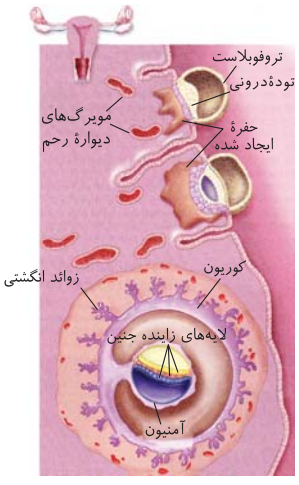
۱۶۵ شکل‌نامهٔ رشد جنین در لولهٔ رحم



«مراحل اولیهٔ رشد جنین»

در تخم تشکیل شده، دو یاختهٔ کوچک جسم‌قطبی هم درون جدار لقاحی دیده می‌شوند.
یاخته‌های مورولا در مقایسه با یاخته‌های بلاستوسیست، بزرگ‌ترند.
لولهٔ فالوپ در محل ارتباط با تخمدان، چین و قطر بیشتری نسبت به محل اتصال به رحم دارد.
محل انجام لقاح در لولهٔ فالوپ، به تخمدان (انتهای لولهٔ فالوپ) نزدیک‌تر است.
فرایند لقاح در بخش شیپورمانند لولهٔ فالوپ انجام نمی‌شود.
بعد از گذشتن از قوس لولهٔ فالوپ، شاهد تقسیم میتوز تخم هستیم.
در تودهٔ دویاخته‌ای، دو هستهٔ مربوط به جسم‌قطبی نیز مشاهده می‌شوند.
هرچه از تخم به مورولا نزدیک‌تر شویم، فضای خالی بین یاخته‌ها کمتر می‌شود.
پیش از اینکه جایگزینی آغاز شود، تقسیم‌بندی بلاستوسیست به دو بخش تودهٔ یاختهٔ درونی و تروفوبلاست انجام شده است.
بیشترین حجم بلاستوسیست را حفرهٔ درون آن تشکیل می‌دهد و تودهٔ یاختهٔ درونی، در یک سمت بلاستوسیست قرار می‌گیرد.
دقت کنید که مورولا در لولهٔ فالوپ قابل مشاهده است درحالی‌که بلاستوسیست در رحم قابل مشاهده است.
یاخته‌های تروفوبلاست، کشیده‌تر از یاخته‌های تودهٔ درونی هستند.
در مرحلهٔ مورولا و بلاستولا، تعداد نقاط شروع همانندسازی دنا و تعداد هلیکاز و دنابسپاراز بیشتری در یاخته ایجاد می‌شود.
تعداد یاختهٔ تروفوبلاست از تودهٔ درونی بیشتر است. از تخم تا مورولا، جدار لقاحی وجود دارد ولی در بلاستولا، بلاستوسیست این جداره پاره شده است.
نتیجهٔ تقسیمات اولیهٔ تخم در لولهٔ رحم، ایجاد تودهٔ یاخته‌ای است که تقریباً به اندازهٔ یاختهٔ تخم است؛ زیرا یاخته‌های حاصل از تقسیم، رشد نکرده‌اند.

۱۶۶ شکل‌نامهٔ جایگزینی در رحم



فقط **گروهی** از یاخته‌های تروفوبلاست، آنزیم‌های هضم کننده ترشح می‌کنند و همین یاخته‌ها با تکثیر خود به درون حفرهٔ دیوارهٔ رحم وارد می‌شوند و حفره را بزرگ و بزرگ‌تر می‌کنند.
در هنگام جایگزینی، تودهٔ درونی بلاستوسیست در مجاورت رحم قرار می‌گیرد.
جایگزینی نمی‌تواند در محل غدد دیوارهٔ رحم انجام شود بلکه بین غدد انجام می‌شود.
اتصال بلاستوسیست به دیوارهٔ رحم، از سمتی انجام می‌شود که در مجاورت تودهٔ درونی است.
مویرگ‌های دیوارهٔ رحم، سطح مقطع کاملاً گرد ندارند و اندازهٔ متفاوتی دارند.
غدد دیوارهٔ رحم، می‌توانند اندازهٔ متفاوتی داشته باشند.
در حین جایگزینی، بین یاخته‌های تودهٔ درونی، حفره‌ای ایجاد شده است.
پس از جایگزینی بلاستوسیست، تشکیل لایه‌های زایندهٔ جنین و زوائد انگشتی، مشاهده می‌شود که آن بخش دیوارهٔ رحم که محل جایگزینی بلاستوسیست و ایجاد حفره بود، ترمیم شده است.
سه لایهٔ زایندهٔ جنینی پس از جایگزینی ایجاد می‌شوند و منشأ اندام‌های مختلف جنین می‌باشند.
کوریون از یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ آنزیم یعنی از ترفوبلاست پس از جایگزینی به وجود می‌آید.
آمنیون برخلاف کوریون، به‌طور کامل دورتادور لایه‌های جنینی را احاطه نکرده است.
کوریون و آمنیون فقط مهم‌ترین پرده‌های محافظت‌کننده در اطراف جنین هستند که در حفاظت و تغذیه مؤثرند.
کوریون از سمت بندناف برخلاف آمنیون با هر سه لایهٔ جنینی در تماس است.
زوائد انگشتی کوریون، شکل‌های متفاوتی دارند و دورتادور کوریون یافت می‌شوند که به سمت خارج جنین می‌باشند.
هر حفرهٔ موجود در دیوارهٔ داخلی رحم توسط بلاستوسیست ایجاد نمی‌شود.
کوریون در تشکیل جفت و بندناف نقش بسیار مهمی دارد.
کوریون هورمونی به نام HCG می‌سازد که وارد خون مادر شده و سبب تحریک ترشح پروژسترون از جسم زرد می‌شود و ضمن حفظ جسم زرد، با بازخورد منفی و کم کردن LH و FSH در مادر، مانع قاعدگی جدید و تخمک‌گذاری جدید می‌شود.
تعداد و اندازهٔ زوائد انگشتی در سمت بندناف و جفت، بیشتر و بزرگ‌تر هستند.
پردهٔ آمنیون از طریق بخشی که محل تشکیل بندناف است با پردهٔ کوریون ارتباط دارد.
یاخته‌های سطحی دیوارهٔ رحم، از نوع پوششی مکعبی‌شکل هستند و فاقد مژک و تاژک می‌باشند.
تغذیهٔ جنین، پیش از جایگزینی، اندوختهٔ غذایی سیتوپلاسم تخمک است و حین جایگزینی تا تشکیل جفت، مواد حاصل از هضم دیوارهٔ رحم است و از تشکیل جفت تا تولد، دریافت مواد غذایی از خون مادر می‌باشد.

۱۶۷ شکل‌نامه و نکات دوقلوزایی

«دوقلوهای همسان»

«دوقلوهای ناهمسان»

اگر یاخته‌های بنیادی قبل از تشکیل بلاستوسیست از هم جدا شوند، طی تقسیمات آن‌ها چند بلاستوسیست و چند جنین همسان تشکیل می‌شود.

دقت کنید که جدا شدن هر قسمت از یاخته‌های بلاستوسیست باعث تشکیل بیش از یک جنین نمی‌شود! (*چون یاخته‌های تروفوبلاست در چندقلوزایی تأثیری ندارند!*)

دقت کنید یک خواهر و برادر دوقلو همواره دوقلوی ناهمسان می‌باشند ولی دو برادر یا دو خواهر دو قلو می‌توانند دوقلوی همسان یا ناهمسان باشند!

این جمله که همواره در اثر برخورد اسپرم با تخمک یاختهٔ تخم ایجاد می‌شود صحیح نیست چون ممکن است لقاح موفقی صورت نگیرد!

دقت کنید این جمله که همواره زنان جوان بالغ و سالم غیرحامله در وسط دورهٔ جنسی خود یک اووسیت ثانویه از تخمدان آزاد می‌کنند نادرست است چون ممکن است چند اووسیت آزاد شود!

دوقلوهای همسان همواره از نظر جنسیت مشابه هم هستند ولی دوقلوهای غیرهمسان از نظر جنسیت می‌توانند مشابه یا متفاوت باشند!

اگر در مرحلهٔ مورولا تودهٔ یاخته‌ای دوتا شود ← دوتا جفت و دوتا بندناف ایجاد می‌شود.

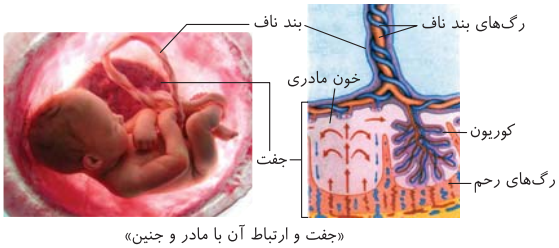
اگر در مرحلهٔ بلاستوسیست تودهٔ یاخته‌ای دوتا شود ← می‌تواند یک جفت و دو بندناف ایجاد شود.

همواره در دو یا چندقلوزائی، هر جنین یک بندناف اختصاصی خودش را دارد.

۱۱۴ اتفاقات در زمان رشد جنینی

زمان جنینی		اتفاقات
سه ماههٔ اول	ماه اول	*هم‌زمان با تشکیل جفت، یافته‌های تودهٔ درونی، لایه‌های زاینده را تشکیل می‌دهند که از رشد و تمایز آن‌ها بافت‌های مختلف جنین ساخته می‌شوند. در ماه اول، ابتدا رگ‌های خونی و روده شروع به نمو می‌کنند سپس جوانه‌های دست و پا ظاهر می‌شوند. در انتهای ماه اول، اندام‌های اصلی شروع به تشکیل شدن می‌کنند و ضربان قلب آغاز می‌شود.*
	ماه دوم	*در طی ماه دوم **همهٔ** اندام‌ها، شکل مشخص می‌گیرند.*
	ماه سوم	*اندام‌های جنسی مشخص شده و جنین دارای ویژگی‌های بدنی قابل تشخیص می‌شود. (هفتهٔ دهم، پایان ضرایند تمایز جفت می‌باشد.)*
سه ماههٔ دوم و سوم		*جنین به سرعت رشد می‌کند و اندام‌های آن شروع به عمل می‌کنند به‌طوری که در انتهای سه ماههٔ سوم قادر است در خارج از بدن مادر زندگی کند.*

۱۶۸ شکل‌نامهٔ جفت و بندناف



«جفت و ارتباط آن با مادر و جنین»

در اطراف بندناف، هم کوریون و هم آمنیون وجود دارند.

هر زائدهٔ انگشتی تنها یک رگ خونی روشن و یک رگ خونی تیره دارد.

سیاهرگ بندناف همانند سیاهرگ باب، دارای مواد مغذی فراوان است.

سیاهرگ بندناف در جفت، از دو شاخهٔ مجزا ایجاد شده است.

کوریون موجود در جفت، با بخش‌هایی از دیوارهٔ رحم اتصال دارد.

سیاهرگ بندناف از سرخرگ‌های بندناف قطورتر است.

دو سرخرگ بندناف از سیاهرگ آن نازک‌تر هستند و در اطراف سیاهرگ پیچیده‌اند.

با توجه به شکل در این فضا مویرگی وجود ندارد و خون مادر و جنین در حوضچهٔ خونی آزاد شده تا توسط کوریون مواد مورد نیاز و زائد تبادل می‌شوند.

گفتار ۴

۱۱۵ مقایسهٔ تولیدمثل در جانداران

جاندار	نوع لقاح	شیوهٔ محافظت از جنین	نوع تولد	مرحلهٔ نهایی رشد و نمو	تغذیهٔ جنین
قورباغه	خارجی	*تخم با لایهٔ ژله‌ای*	*تخم‌گذار*	*درون تخم*	*ذخیرهٔ غذایی و لایه ژله‌ای تخم*
خزندگان	داخلی	*تخم با پوستهٔ ضخیم و پوشاندن آن با ماسه و خاک*	*تخم‌گذار*	*درون تخم*	*اندوختهٔ غذایی تخمک*
پرندگان	داخلی	*تخم با پوستهٔ ضخیم و خوابیدن مادر بر روی تخم*	*تخم‌گذار*	*درون تخم*	*اندوختهٔ غذایی تخمک*
پلاتی‌پوس	داخلی	*تخم با پوستهٔ ضخیم و نگه داشتن آن درون شکم و خوابیدن روی تخم در مراحل پایانی رشد و نمو*	*تخم‌گذار*	*تخم از شکم مادر خارج شده و مادر بر روی آن می‌خوابد.*	*اندوختهٔ غذایی تخمک*
کانگورو	داخلی	*رحم ابتدایی و کیسه‌ای بر روی شکم*	*زنده‌زا*	*نوزاد از رحم ابتدایی خارج شده و در کیسهٔ روی شکم مادر قرار می‌گیرد.*	*شیر و رحم ابتدایی مادر*
جفت‌داران	داخلی	*درون رحم مادر*	*بچه‌زا*	*در رحم مادر و سپس بیرون از بدن مادر*	*از راه خونی با مادر*

۱۱۶ اندوختهٔ تخمک جانداران

اندوختهٔ تخمک	نکات	مثال
زیاد	ارتباط غذایی و خونی بین مادر و جنین وجود ندارد و دوران جنینی در تخمی با پوستهٔ ضخیم رخ می‌دهد.	خزندگان و پرندگان – پلاتی‌پوس
کم	دورهٔ جنینی کوتاه است و بیشتر مراحل رشد و نمو بعد از دوران جنینی طی می‌شود.	دوزیستان و بسیاری از ماهی‌ها
	بقشی از مراحل رشد و نمو در بدن مادر انجام می‌شود اما ارتباط خونی بین مادر و جنین وجود ندارد.	کانگورو
	ارتباط خونی بین مادر و جنین وجود دارد.	بقیهٔ پستانداران

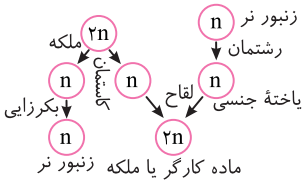
۱۱۷ مقایسهٔ پستانداران مختلف

ویژگی‌ها / پستانداران	تخم‌گذار	کیسه‌دار	جفت‌دار
زایمان	–	+	+
رحم	–	+ (ابتدایی)	+
شیردادن به نوزاد	+	+	+
جفت	–	–	+
مراقبت پس از تولد	+	+	+
بندناف	–	–	+
ارتباط خونی مادر با جنین	–	–	+
کوریون	–	–	+
اندوختهٔ غذایی تخمک	زیاد	کم	کم
آمنیون	–	–	+
مثال	پلاتی‌پوس	کانگورو	انسان

۱۶۹ شکل‌نامهٔ کرم کبد

- کرم خاکی و کرم کبد، تخمک‌ها را از بدن خود خارج نمی‌کنند ولی کرم خاکی برخلاف کرم کبد، اسپرم‌ها را از بدن خود خارج و اسپرم نیز دریافت می‌کند.
- جانوری نرماده خودبارور است که اسپرم و تخمک ایجاد می‌کند ولی هیچ‌کدام را از بدن خارج نمی‌کند.
- در طرفین رحم کرم کبد، دو ساختار لوله‌مانند طویل دیده می‌شود.
- تخمدان کرم کبد برخلاف رحم و بیضه‌های آن، منشعب نیست.
- رحم و تخمدان نسبت به تخمدان و بیضه‌ها، نزدیک‌ترند.
- در کرم کبد تخمدان بین رحم و بیضه‌ها قرار دارد و به ترتیب اندازه از بزرگ به کوچک: رحم – بیضه‌ها – تخمدان
- می‌توان جاندار غیرپستاندار ولی رحم‌دار مشاهده کرد مثل کرم کبد.
- هر زاده فقط یک والد دارد ولی بکرزایی نمی‌باشد.

۱۷۰ شکل‌نامهٔ نکات اختصاصی زنبورها



- هر زنبور عسل حاصل از لقاح، دیپلوئید و ماده بوده و هر زنبور حاصل از بکرزایی، هاپلوئید و نر است و هر مار حاصل از بکرزایی، دیپلوئید می‌باشد.
- گونهٔ زنبور عسل نشان می‌دهد که تعداد کروموزوم افراد یک گونه ممکن است در برخی موارد در دو جنس، متفاوت باشد.
- زنبور نر همانند گیاهان، یاختهٔ جنسی خود را با میتوز ایجاد می‌کند.
- همهٔ زنبورهای زادهٔ ملکه، توانایی میتوز را دارند.
- در بکرزایی و کرم کبد، جاندار می‌تواند بدون نیاز به جاندار دیگر تولیدمثل کند.
- زنبورهای کارگر، ماده‌هایی نازا هستند که توانایی تولید تخمک ندارند و فقط با رفتار گروهی **دگرخواهی** حفاظت از سایر افراد خانواده را بر عهده دارند.
- زنبور عسل نر هاپلوئید است و ۱۰۰٪ ژن‌های خود را از ۵۰٪ ژن‌های ملکه گرفته است.
- زنبورهای کارگر پس از پیدا کردن منبع غذا می‌توانند با حرکات مخصوص و صدای وزوز متفاوت موقعیت غذا را به سایر کارگرها نشان دهند.
- گیرندهٔ نوری حساس به اشعهٔ فرابنفش دارند.

۱۱۸ هورمون‌های ترشح شده از یاخته‌های درون‌ریز پراکنده

گاسترین	از یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون واقع در معده ترشح می‌گردد که محرک ترشح اسید معده از یاخته‌های کناری غدد معده و ترشح پپسینوژن از یاخته‌های اصلی غدد معده است.
سکرتین	از یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون واقع در دوازدهه در پاسخ به ورود کیموس اسیدی به دوازدهه ترشح می‌شود و با اثر بر بفش برون‌ریز پانکراس، ترشح **بیکربنات** را افزایش می‌دهد. (بر ترشح **آنزیم‌ها اثری ندارد** ولی در فعال کردن آن‌ها مؤثر است!)
اریتروپویتین	به‌طور طبیعی به مقدار **کم** توسط گروه ویژه‌ای از یاخته‌های کبد و کلیه به درون خون ترشح می‌شود و روی مغز استخوان اثر می‌گذارد تا با افزایش سرعت تولید گویچه‌های قرمز، کاهش معمولی روزانه یک درصد گویچه‌های قرمز را جبران کند. با کاهش اکسیژن محیط، میزان ساخت اریتروپویتین افزایش می‌یابد.
HCG	از کوریون جنین ترشح شده و بر تغذیه مادر برای ادامهٔ ترشح پروژسترون اثر دارد.

زیست یازدهم — فصل هشتم

گفتار ۱

۱۱۹ تولیدمثل غیرجنسی

موارد مقایسه	محل انجام	از چه قسمت‌هایی از گیاه استفاده می‌شود؟	نقش انسان	چه قسمت‌هایی تشکیل می‌شود؟ ریشه	ساقه	برگ	ساختار تخصص‌یافته تولیدمثل‌جوانه ریشه	نکات تکمیلی
درخت آلبالو	خاک	جوانه‌های روی **ریشهٔ** درخت آلبالو	−	+	+	+	−	گیاهی دولپه با گل کامل
قلمه زدن	آب و خاک	قطعه‌ای از ساقه که مریستم‌دار باشد.	+	+	+	+	−	هورمون اکسین در ریشه‌زایی آن مؤثر است.
پیوند زدن	هوا	قطعاتی مریستم‌دار مثل جوانه یا شاخه	+	−	+	+	−	بین دو گونهٔ مختلف است.
خوابانیدن	خاک	بخشی از ساقه یا شاخهٔ دارای گره	+	+	+	+	−	از گره زیرزمین یک گیاه ایجاد می‌شود.
زمین‌ساقه (ریزوم)	خاک	جوانه‌های انتهایی یا جانبی ساقهٔ زیرزمینی	−	+	+	+	+	جوانهٔ جانبی و انتهایی زمینی و هوایی دارد.
غده	خاک	جوانه‌های سطح غده	−	+	+	+	+	ساقهٔ زیرزمینی قطور غده‌ای باریک دارد.
پیاز	خاک	ساقهٔ زیرزمینی کوتاه و تکمه‌مانند	−		+	+	+	از هر پیاز تعدادی پیاز کوچک و برگ زیرزمینی می‌آید.
ساقهٔ رونده	روی خاک	ساقهٔ دارای گره	−	+	+	+	+	همانند روش خوابانیدن از گره گیاه می‌آید.
کشت بافت	آب − محیط سترون	یاخته یا قطعه‌ای بافت گیاهی	+	+	+	+	−	باید از بافت تمایز نیافته در محیط سترون استفاده شود.

۱۲۰ مقایسهٔ تک‌لپه و دولپه

موارد مقایسه	دانه	ریشه	آوند	شکل برگ	تعداد گلبرگ	ذخیره غذایی	گیاه نمونه
تک‌لپه‌ای	یک‌لپه	افشان	پراکنده	کشیده و بلند با رگبرگ موازی	۳ یا مضرب ۳	آندوسپرم	ذرت
دولپه‌ای	دولپه	راست	حلقوی	پهن با رگبرگ منشعب	۲ یا ۵ یا مضربی از این دو	لپه‌ها	لوبیا

۱۷۱ شکل‌نامهٔ رویش غیرجنسی آلبالو

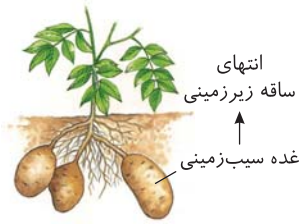
آلبالو همانند ساقهٔ رونده و ریزوم، رویش افقی دارد.

هر چه پایهٔ گیاه آلبالو از گیاه مادر دور می‌شود، نسبت به پایه‌های نزدیک‌تر، جوان‌تر و کوچک‌تر است.

آلبالو دارای جوانهٔ تخصصی برای تولیدمثل رویشی در ریشهٔ خود در زیر خاک می‌باشد.

«تشکیل درخت‌های جدید از جوانه‌های روی ریشه»

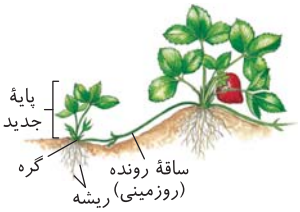
۱۷۲ شکل‌نامهٔ پیاز و سیب‌زمینی



- سیب‌زمینی دو نوع ساقهٔ زیرزمینی دارد و از ساقهٔ غیرغده‌ای آن، ریشهٔ افشان منشعب شده است.
- چند غدهٔ سیب‌زمینی در زیر زمین به وسیلهٔ انشعاباتی به یکدیگر متصل هستند.
- قطر ساقهٔ غده‌ای سیب‌زمینی از ساقهٔ غیرغده‌ای آن بیشتر است و قطر ساقهٔ غیرغده‌ای آن از ریشه بیشتر است.
- پیاز، برگ زیرزمینی دارد و ریشهٔ افشان از ساقهٔ تخصص‌یافتهٔ تکمه‌مانند آن منشعب شده است.
- پیاز ساقه‌ای زیرزمینی و کوتاه و تکمه‌مانندی است که برگ‌های خوراکی به آن متصل‌اند. پیاز خوراکی دارای چنین ساختاری است و نرگس و لاله هم پیاز دارند. از هر پیاز، پیازهای کوچک تشکیل می‌شود که هر کدام خواستگاه گیاهی جدید می‌شود. دقت کنید اندوختهٔ غذایی پیاز در برگ‌ها است و در ادامهٔ این برگ‌های خوراکی، برگ‌های سبز غیرخوراکی بر سطح زمین دیده می‌شوند.
- برگ‌های پیاز در میانه ضخامت بیشتری از دو انتها دارند.
- لزوماً همهٔ برگ‌ها توانایی فتوسنتز ندارند مانند برگ‌های پیاز.
- لزوماً همهٔ برگ‌ها روی خاک رشد نمی‌کنند مانند برگ پیاز.
- جهت رشد غده و پیاز برخلاف زمین ساقه و ساقهٔ رونده عمودی است.
- همهٔ ساقه‌های تخصص‌یافته به‌جز ساقهٔ رونده در زیر خاک قرار دارند.
- در پیاز، پیازهای جدیدی تشکیل می‌شود که محل پایه‌گذاری گیاهان جدید است.
- در گیاهانی چون سیب‌زمینی، غده‌ای حاوی جوانه در زیر خاک قرار گرفته و گیاهان جدید تولید می‌شوند.
- انشعابات ریشه در ریزوم و پیاز و ساقهٔ رونده برخلاف غده مستقیماً به ساقهٔ تخصص یافته متصل است.
- ذخیرهٔ نشاسته، هنگام رویش جوانه‌های سیب‌زمینی، برای رشد جوانه‌ها و تشکیل پایه‌های جدید از گیاه سیب‌زمینی مصرف می‌شود.

۱۷۳ شکل‌نامهٔ زنبق و توت‌فرنگی

«زمین‌ساقه زنبق»



- در زنبق، ریشه‌های افشان از جوانهٔ جانبی رشد کرده‌اند.
- ساقهٔ روندهٔ توت‌فرنگی واجد فتوسنتز است ولی ساقهٔ زیرزمینی سیب‌زمینی فتوسنتز نمی‌کند.
- زنبق، پایه‌ها ولی توت‌فرنگی از هر گره یک پایه ایجاد می‌کند.
- ساقهٔ تخصص‌یافتهٔ زمین‌ساقه همانند پیاز، به برگ‌ها متصل است.
- ریشه‌های ریزوم با دور شدن از برگ‌های آن، کوچک‌تر می‌شوند.
- ساقهٔ رونده به‌طور افقی روی خاک رشد می‌کند ولی زمین ساقه به‌طور افقی زیر خاک قرار دارد.
- جهش در یاخته‌های پیکری گیاهانی که تولیدمثل غیرجنسی دارند می‌تواند به نسل بعد منتقل شود.
- در زمین ساقه و ساقهٔ رونده پایه‌های جدید به ترتیب در محل جوانه‌ها و گره‌ها تولید می‌شوند.
- تنها ساقهٔ تخصص‌یافته برای تولیدمثل که دارای یاخته‌های کلروپلاست‌دار در سطح کتاب درسی است، **ساقهٔ رونده** می‌باشد.
- ساقهٔ تخصص‌یافته‌ای که افقی رشد نمی‌کند، براساس کتاب درسی زیرزمینی می‌باشد.

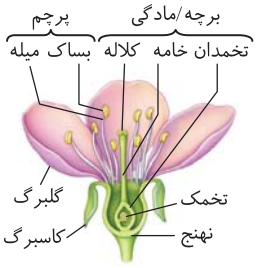
۱۷۴ شکل‌نامهٔ گل در کدو

«گل‌های تک‌جنسی در گیاه کدو»

- کدو همانند آلبالو، دارای نهنج فرورفته است.
- چون میوهٔ کدو از رشد تخمدان به وجود می‌آید، میوهٔ حقیقی به شمار می‌رود.
- گلبرگ‌های آلبالو برخلاف گلبرگ‌های کدو، گسسته است. گلبرگ کدو متصل به هم و زرد می‌باشد.
- طول بساک از طول میله بیشتر است و گل نر کدو واجد یک پرچم متصل به نهنج است.
- بساک و کلالهٔ نارنجی‌رنگ و خامهٔ زردرنگ به همراه تخمدان سبز دارد.
- در گل مادهٔ کدو که تک‌برچه‌ای است، تخمدان توسط گلبرگ‌ها احاطه نشده است و تخمدان کدو پایین‌تر از گلبرگ‌های پیوسته قرار دارد.
- بخش میله‌مانند پرچم، در بخشی به نهنج متصل است که گود نیست.
- گلبرگ گل گیاه کدو همانند بلوط و قاصد و داوودی، زردرنگ است.

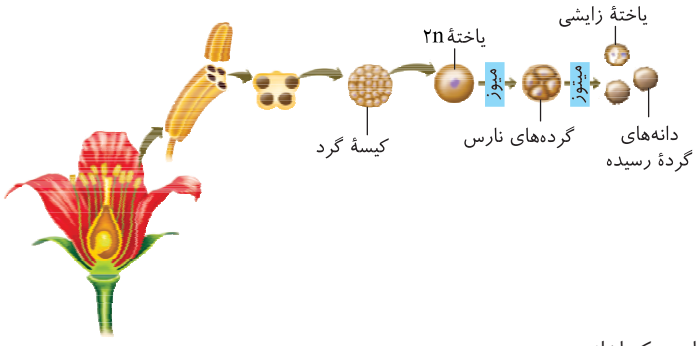
گفتار ۲

۱۷۵ شکل‌نامهٔ گل آلبالو



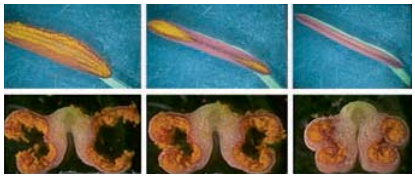
- گل علاوه‌بر حلقه‌های خود، دارای بخشی دیگر نیز می‌تواند باشد؛ مثل نهنج.
- گلی دوجنسی و تک‌برچه‌ای با گلبرگ صورتی است.
- نهنج آلبالو، پایین‌ترین بخش گل آن می‌باشد.
- فراوان‌ترین بخش گل، پرچم‌ها هستند که بالای نهنج می‌باشند.
- قطورترین حلقهٔ گل، مادگی است و کاسبرگ و مادگی، سبزرنگ هستند.
- گل آلبالو، تک‌برچه‌ای است و این گل، نهنج گود دارد. درون نهنج، تخمدان و بخشی از خامه وجود دارد.
- بساک آن می‌تواند بالاتر یا پایین‌تر از کلاله باشد.
- تولید هر نوع گامت در حلقهٔ چهارم گل (*مادگی*) رخ می‌دهد.
- میلهٔ پرچم به وسط بساک متصل است و تخمک نیز از طریق ساختاری به تخمدان اتصال دارد.

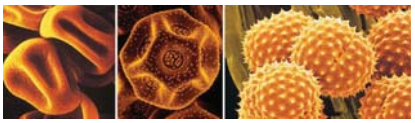
۱۷۶ شکل‌نامهٔ تشکیل دانهٔ گرده



- کیسه‌های گرده در بساک تشکیل می‌شوند و یاخته‌های دیپلوئیدی نرم آکنه یا پارانشیم دارند که از تقسیم میوز یا کاستمان آن‌ها، ۴ یاختهٔ هاپلوئید پدید می‌آید که به آن‌ها گرده‌های نارس می‌گویند.
- هستهٔ یاختهٔ گردهٔ نارس، در مرکز یاخته قرار دارد.
- دقت کنید پس از تقسیم میوز، ۴ یاختهٔ گردهٔ نارس ابتدا به هم چسبیده‌اند و هم‌زمان با بالغ شدن از هم جدا می‌شوند.
- دقت کنید دانهٔ گردهٔ نارس یک یاخته است و دانهٔ گردهٔ رسیده دو یاخته است. یاخته‌های گردهٔ نارس در کنار هم، معمولاً از نظر سایز یکی‌اند.
- ژن‌های موجود در هستهٔ گامت‌ها، یاختهٔ زایشی، یاختهٔ رویشی و گردهٔ نارس یکسان‌اند.
- امکان دارد که بساک بالاتر از تمام بخش‌های دیگر گیاه باشد.
- گرده‌های نارس نسبت به یاختهٔ مادر، اندازهٔ کوچک‌تر و هستهٔ کوچک‌تری نیز دارند.
- از هر یاختهٔ $2n$ درون کیسهٔ گرده ابتدا ۴ گردهٔ نارس و سپس ۴ گردهٔ رسیده و در انتها ۸ اسپرم ایجاد می‌شود.

۱۷۷ شکل‌نامهٔ شکفتن بساک


«شکوفایی بساک و رها شدن دانه‌های گرده»


«انواعی از دانه‌های گرده در مشاهده با میکروسکوپ الکترونی»

- بساک از دو انتها شروع به شکوفایی می‌کند.
- به رفتن گرده از بساک به کلاله گرده‌افشانی می‌گویند و ممکن است کلاله گرده را نپذیرد.
- حتی کمی پس از اتصال دانهٔ گرده به کلاله همچنان سلول خورش تقسیم خود را آغاز نکرده است.
- هستهٔ یاختهٔ رویشی کوچک‌تر از اسپرم‌هاست و لولهٔ گرده وارد کیسهٔ رویانی می‌شود.
- مدتی پس از تشکیل تخم اصلی و ضمیمه، اثری از لولهٔ گرده در کیسهٔ رویانی دیده نمی‌شود.
- لولهٔ گرده می‌تواند طولی بیشتر از برچه نیز براساس شکل کتاب درسی داشته باشد.
- گرده‌افشانی ← رشد یاختهٔ رویشی ← ایجاد لولهٔ گرده ← میتوز یاختهٔ زایشی و ایجاد دو اسپرم در لولهٔ گرده ← لولهٔ گرده دو اسپرم را به سمت کیسهٔ رویانی هدایت می‌کند ← لقاح اسپرم‌ها با تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای ← تشکیل تخم اصلی و ضمیمه ← تشکیل رویان و آندوسپرم ← تغییر پوشش دولایهٔ تخمک و تشکیل دانهٔ بالغ
- در لولهٔ گرده سه هستهٔ یکسان وجود دارد. یک هسته، یاختهٔ رویشی و دو هستهٔ مربوط به اسپرم‌هاست.

۱۲۱ عدد کروموزومی در نهان‌دانگان

گیاه	گردهٔ نارس	یاختهٔ تک‌هسته‌ای کیسهٔ رویانی از جمله تخم‌زا	دانهٔ گردهٔ رسیده	یاختهٔ دوهسته‌ای	یاختهٔ رویشی	یاخته‌های پارانشیمی اطراف کیسهٔ رویانی	یاختهٔ زایشی	پوشش تخمک	اسپرم
۲n	n نر	n ماده	n+n (مشابه)	n+n (مشابه)	n نر	۲n ماده	n نر	۲n ماده	n نر

۱۲۲ معادل‌های گیاهی

قسمت‌های گیاهی / معادل در نهان‌دانگان	قسمت تولیدمثلی	محل میوز	محل تولید یاختهٔ جنسی	قسمت‌هاپلوئید مولد یاختهٔ جنسی	یاختهٔ باقی‌ماندهٔ حاصل از میوز
در نهان‌دانهٔ نر	پرپیچ و بساک	کیسهٔ گرده	لولهٔ گرده (در گیاه ماده)	یاختهٔ زایشی دانهٔ گردهٔ رسیده	هر ۴ گردهٔ نارس
در نهان‌دانهٔ ماده	مادگی و برچه و تخمدان	تخمک جوان درون تخمدان	کیسهٔ رویانی	یاختهٔ باقی‌مانده از میوز فورش	یکی از چهار یاخته که بزرگ‌تر است

۱۷۸ شکل‌نامهٔ تقسیم سیتوپلاسم در گیاهان

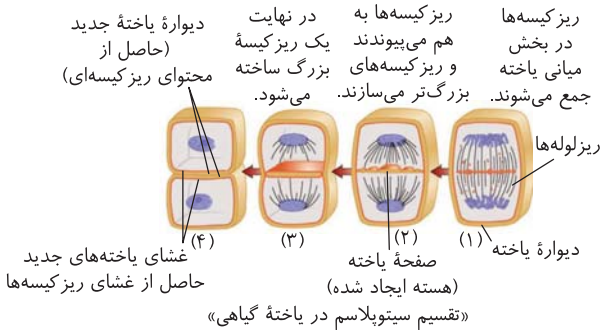
۱ در یاخته‌های گیاهی برخلاف یاخته‌های جانوری حلقهٔ انقباضی تشکیل نمی‌شود.

۲ تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی، از آنافاز (یعنی زمانی که هنوز پوشش هسته بازسازی نشده است و کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی قابل مشاهده‌اند) می‌تواند آغاز شود. در این حالت دوک وجود دارد ولی غشای هسته وجود ندارد. در این مرحله ابتدا تعدادی ریزکیسه در وسط یاخته قرار می‌گیرد و رشته‌های دوک از بین آن‌ها عبور می‌کند. (شکل (۱))

۳ در این یاخته نخست ساختاری به نام صفحهٔ یاخته‌ای در محل تشکیل دیوارهٔ جدید، ایجاد می‌شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی و به‌هم پیوستن آن‌ها تشکیل می‌شود. در این حالت دوک و غشای هسته وجود دارند. دوک‌ها از بین ریزکیسه‌ها عبور نکرده‌اند و بزرگ‌ترین ریزکیسه در وسط است. (شکل (۲))

۴ این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغهٔ میانی و دیوارهٔ یاخته (دیوارهٔ نخستین!)اند. با اتصال این صفحه به دیوارهٔ یاختهٔ مادری دو یاختهٔ جدید از هم جدا می‌شوند. در این حالت دوک و غشای هسته وجود دارند. یک ریزکیسهٔ بزرگ وجود دارد. (شکل (۳))

۵ می‌توان قبل از تشکیل ریزکیسهٔ بزرگ، صفحهٔ یاخته‌ای را دید.



«تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی»

کمی پس از شروع تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، پوشش هسته شروع به تشکیل می‌کند ولی دوک همچنان وجود دارد.

پیش از تشکیل ریزکیسهٔ بزرگ، کوتاه شدن رشته‌های دوک از مرکز یاخته به سمت هسته‌ها آغاز شده است.

هم در یاختهٔ گیاهی و هم در یاختهٔ جانوری، فرورفتگی در وسط یاخته را می‌توان مشاهده کرد.

ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، به رشته‌های پروتئینی متصل‌اند و در مسیرهای مشخصی جابه‌جا می‌شوند.

هنگامی که دیوارهٔ یاخته‌ای جدید تشکیل شده است، رشته‌های پروتئینی دوک حرکت دهندهٔ ریزکیسه‌ها ناپدید شده‌اند. (شکل (۴))

هنگامی که ریزکیسه‌ها شروع به پیوستن به یکدیگر کرده‌اند، پوشش هسته تشکیل شده است. (شکل (۲))

دستگاه گلژی برخلاف شبکهٔ آندوپلاسمی در مراحل تقسیم یاخته ناپدید نمی‌شود. (شکل (۲))

ابتدا تشکیل صفحهٔ یاخته‌ای را داریم، سپس ایجاد یک ریزکیسهٔ بزرگ و در نهایت تخریب کامل دوک با تشکیل تیغهٔ میانی صورت می‌گیرد.

ریزکیسه‌ها در گیاه قبل از تشکیل پوشش هسته نیز می‌توانند به یکدیگر بپیوندند و حتی رشته‌های دوک از بین ریزکیسه‌ها عبور کرده است.

ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، از میانی‌ترین ریزکیسه شروع به پیوستن به یکدیگر می‌کنند (شکل (۲)).

در یاخته‌های گیاهی تشکیل پوشش هسته قبل از تخریب کامل رشته‌های دوک انجام می‌شود (شکل (۲))!

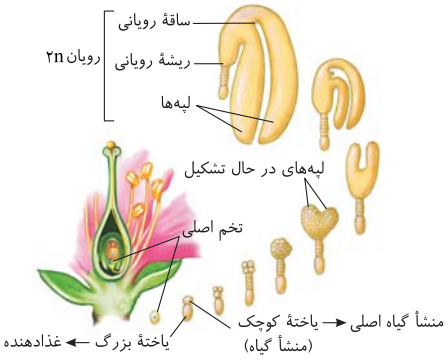
۱۲۳ مقایسهٔ انواع میوه‌ها

انواع میوه		ویژگی	مثال
بدون دانه	بدون هیچ دانه‌ای	اگر لقاح صورت نگیرد، چنین میوه‌ای ایجاد می‌شود. برای تشکیل چنین میوه‌ای به تنظیم‌کننده‌های رشد نیاز است.	پرتقال بدون دانه
	دارای دانه اما فاقد رویان	اگر لقاح صورت بگیرد اما رویان در حین تکمیل مراحل رشد و نمو از بین برود، چنین میوه‌هایی ایجاد می‌شود. در این میوه‌ها دانه وجود دارد اما این دانه‌ها کوچک‌اند و پوسته نازکی دارند.	موز بدون دانه
حقیقی		از رشد تخمدان ایجاد می‌شود.	میوهٔ هلو
کاذب		از رشد بقیه قسمت‌های گل مثل نهنج حاصل می‌شود.	میوهٔ سیب

گفتار ۳

۱۷۹ شکل‌نامهٔ تشکیل رویان تک‌لپه و دولپه

در گیاه تک‌لپه‌ای، ساختار قلبی‌شکل تشکیل نمی‌شود.
آندوسپرم در رویان وجود ندارد بلکه در دانه وجود دارد.
تعداد یاخته‌های ساخته شده توسط یاختهٔ کوچک‌تر حاصل از تقسیم تخم اصلی، بسیار بیشتر از تعداد یاخته‌های ساخته شده توسط یاخته‌های بزرگ‌تر است.
یاخته‌های حاصل از یاختهٔ بزرگ‌تر، جزء رویان نیستند.
در حین تشکیل رویان، پوستهٔ تخمک به پوستهٔ دانه تبدیل می‌شود.
با تقسیمات بیشتر تخم اصلی، اندازهٔ یاخته‌های حاصل کوچک‌تر می‌شود.
ساقهٔ رویانی بین دو لپه یا همان برگ رویانی قرار دارد.
یاختهٔ بزرگ حاصل از تخم اصلی، به‌طور کلی با سرعت کمتری تقسیم می‌شود.
یاختهٔ کوچک‌تر که به تخم ضمیمهٔ $3n$ نزدیک‌تر است، ابتدا ساختار کروی و سپس ساختار قلبی تشکیل می‌دهد.



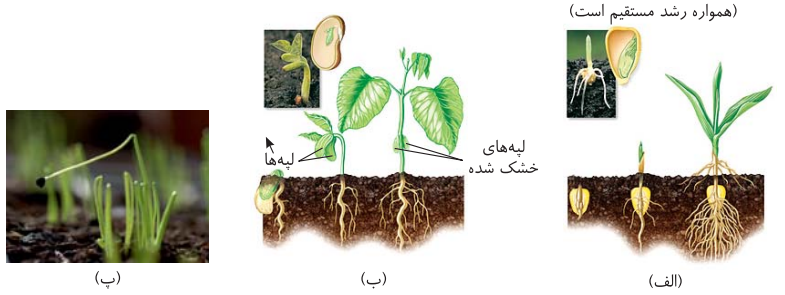
«تشکیل رویان در دانه»

۱۸۰ شکل‌نامهٔ دانهٔ لوبیا و ذرت

ضخامت پوسته دانهٔ بالغ ذرت نسبت به لوبیا بیشتر است.
در دانهٔ بالغ ذرت، آندوسپرم و رویان در تماس با پوستهٔ دانه هستند.
لپه برخلاف ساقه و ریشه در تماس با آندوسپرم قرار دارد.
در دولپه‌ای ها، ساقهٔ رویانی توسط لپه‌ها احاطه شده است.
ضخامت پوستهٔ دانهٔ لوبیا در بخش پایینی دانه بیشتر است.
بیشتر حجم دانهٔ بالغ لوبیا را لپه‌ها اشغال کرده‌اند و ساقه و ریشهٔ رویانی، در فرورفتگی قرار دارند.

۱۸۱ شکل‌نامهٔ رویش روزمینی و زیرزمینی

در ذرت ممکن است ریشه از چند جهت رشد و پوسته دانه را تخریب کند.
در رویش روزمینی لپه از خاک خارج می‌شود ولی در رویش زیرزمینی لپه در زیر خاک باقی می‌ماند.
در رویش روزمینی فتوسنتز لپه‌ها دیده می‌شود ولی در رویش زیرزمینی چنین چیزی دیده نمی‌شود.
ذرت دارای رویش زیرزمینی است و لپهٔ آن از خاک خارج نمی‌شود (*هواستون باشه! فقط لپه‌ها در ذرت غلط است*).
پیاز و لوبیا دارای رویش روزمینی هستند و لپه از خاک خارج می‌شود.
مقداری از ریشهٔ ذرت از خاک خارج می‌شود.
گیاهان گل‌دار بعد از رشد رویشی باید رشد زایشی را انجام دهند و گل، میوه و دانه تولید کنند.
برگ رویانی لوبیا نسبت به ساقه و ریشه رشد بیشتری دارد و بزرگ‌تر است.
در لوبیا برخلاف ذرت، انشعابات ریشه از نقاط مختلفی منشأ می‌گیرد.
ریشه در لوبیا بعد از خروج از دانه، منشعب شده است.
منشعب شدن ریشه قبل از راست شدن لوبیا شروع می‌شود.
پوستهٔ لوبیا همانند پوستهٔ ذرت در زیر خاک باقی می‌ماند و کمی از ریشهٔ ذرت بیرون از خاک قرار دارد.
متورم شدن دانه در پی نفوذ آب به دانه ← شکافته شدن پوستهٔ دانه ← رسیدن اکسیژن کافی به دانه ← ترشح شدن جیبرلین از رویان ← ترشح شدن آنزیم‌های گوارشی از آندوسپرم ← تجزیهٔ نشاسته و گلوتن و دیوارهٔ یاخته‌ای یاخته‌های آندوسپرم ← رسیدن مواد غذایی به رویان ← شروع دوبارهٔ رشد رویان ← تشکیل دانه‌رست



«(الف) رویش **زیرزمینی** دانهٔ ذرت (ب) رویش **روزمینی** دانهٔ لوبیا و پیاز است و (پ) باقی‌ماندهٔ دانهٔ پیاز در شکل دیده می‌شود»

۱۸۲ شکل‌نامهٔ انواع میوه

میوهٔ کاذب از رشد قسمتی از ساختار تخصص‌یافته برای تولیدمثل جنسی حاصل می‌شود.

تخمک‌ها به دانه تبدیل شده و میوه از رشد و نمو بخش‌های دیگر گل؛ اگر میوه از رشد تخمدان ایجاد شود حقیقی است و اگر در تشکیل میوه قسمت‌های دیگر گل هم نقش داشته باشند، میوهٔ کاذب است.

«میوه درخت هلو حاصل رشد تخمدان است.»

«میوه درخت سیب حاصل رشد نهنج است.»

مثالی از میوهٔ حقیقی هلو و مثالی از میوهٔ کاذب سیب است که بخش عمده و قطوری از آن حاصل رشد و نمو نهنج است و تنها محفظهٔ درونی آن که دانه‌ها را دربر گرفته است حاصل رشد و نمو تخمدان است.

سیب دارای چند تخمک ولی هلو دارای یک تخمک است.

در هر نوع میوه، تخمدان به صورت نازک یا قطور دیده می‌شود.

- انواع مادگی
  - تک‌برچه‌ای ← آلبالو و هلو
  - چندبرچه‌ای
    - برچه‌های مستقل ← پرتقال
    - دیوارهٔ بین برچه‌ها ناقص ← فلفل دلمه‌ای
    - فاقد دیواره بین برچه‌ها ← خیار

پراکنش میوه‌ها در پراکنش بخش واجد رویان (*دانه*) نیز نقش دارد.

رنگ مادگی همانند رنگ گلبرگ در جذب جانوران نقش دارد.

در پرتقال بدون دانه، میوه در پراکنش دانه نقشی ندارد.

میوه‌های بدون دانه، فاقد رویان هستند.

علاوه‌بر دانهٔ بالغ دولپه، میوه‌های بدون دانه نیز آندوسپرم ندارند.

۱۸۳ شکل‌نامهٔ تشکیل تخم‌زا و کیسهٔ رویانی

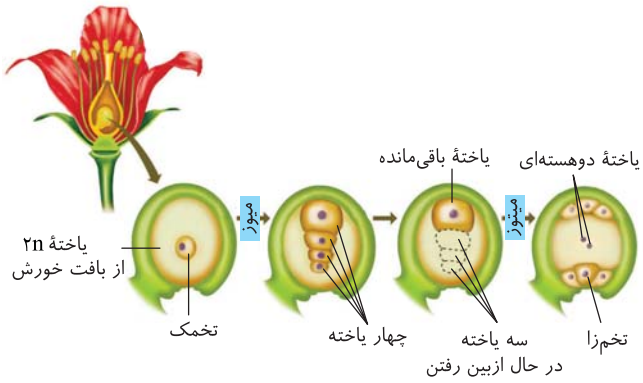
همهٔ یاخته‌های کیسهٔ رویانی با لایهٔ دیپلوئیدی (*البته آگر گیاه* $2n$ *باشد!*) در تماس هستند.

یاخته‌های دربرگیرنده کیسهٔ رویانی، جزء پوشش دولایهٔ تخمک نیستند و از خورش هستند.

پس از انجام لقاح در کیسهٔ رویانی در نهایت ۵ یاختهٔ هاپلوئید، یک یاختهٔ دیپلوئید و یک یاختهٔ تری‌پلوئید دیده می‌شود.

تخمک جوان پوششی دو لایه دارد (*نه هر تخمک*) و درون تخمدان قرار دارد. تخمک توسط ساختاری به تخمدان متصل است.

یکی از یاخته‌های بافت پارانشیم خورش بزرگ می‌شود و طی یک تقسیم با تقسیم سیتوپلاسم نامساوی ۴ یاختهٔ نامساوی ایجاد می‌کند. این تقسیم، تقسیم میوز است و یاخته‌های حاصل هاپلوئید هستند.



سه یاختهٔ حاصل از تقسیم میوز بافت پارانشیم خورش در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده از بین می‌روند.

یاختهٔ بزرگ‌تر باقی‌مانده که از سوراخ ورود لولهٔ گرده دورتر است، با تقسیمات میتوز متوالی کیسهٔ رویانی تولید می‌نماید. کیسهٔ رویانی شامل یاختهٔ تخم‌زا، دوهسته‌ای و ۵ یاختهٔ دیگر است.

سه یاخته در یک قطب یاخته قرار گرفته‌اند و سه یاختهٔ دیگر نیز نزدیک منفذ قرار دارند که یکی از آن‌ها یاختهٔ **تخم‌زا** است. بزرگ‌ترین یاختهٔ موجود در کیسهٔ گرده یاختهٔ دوهسته‌ای است.

یاختهٔ تخم‌زا و یاختهٔ دوهسته‌ای در لقاح شرکت می‌نمایند.

ممکن است تخمدان هم سطح کاسبرگ قرار گیرد (*مانند گل آبالو*).

همهٔ گل‌ها نهنج دارند و جزئی از ساختار حلقه‌های گل به شمار نمی‌آید.

در کیسهٔ رویانی هفت یاخته و هشت هسته وجود دارد.

کیسهٔ رویانی طی ۳ نسل تقسیم میتوز و هفت بار تقسیم شکل می‌گیرد.

لایهٔ خارجی همانند لایهٔ داخلی تخمک، واجد توانایی فتوسنتز می‌باشد و سبز است.

۴ یاختهٔ حاصل از کاستمان پارانشیم خورش، هم‌اندازه نیستند.

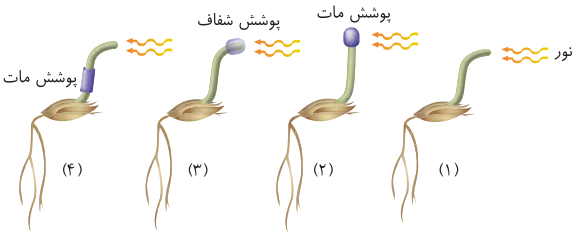
۱۲۴ مقایسهٔ گیاهان یکساله، دوساله و چندساله

موارد مقایسه	گیاهان یک‌ساله	گیاهان دوساله	گیاهان چندساله
مثال	خیار و گندم	شلغم و چغندرقند	زنبق و درفتچه و درخت‌ها
نوع گیاهان	علفی	علفی	بیشتر چوبی و برخی علفی
نحوهٔ رشد رویشی	سال اول زندگی رشد رویشی انجام می‌شود.	در سال اول مواد غذایی حاصل از فتوسنتز در ریشه ذخیره می‌شود.	رشد رویشی آن‌ها می‌تواند تا سال‌ها ادامه داشته باشد.
نحوهٔ گل‌دهی و تولید دانه	در سال اول گل‌دهی دارند و به دنبال تولید مثل می‌میرند.	در سال دوم در اثر مصرف مواد ذخیره شده در ریشه شاهد گل‌دهی و تشکیل دانه هستیم.	برخی از آن‌ها هر ساله توانایی تولید دانه، گل و میوه دارند و برخی پس از چند سال گل می‌دهند.
رشد پسین	ندارند	ندارند	برخی دارند

زیست یازدهم — فصل نهم

گفتار ۱

۱۸۴ شکل‌نامهٔ آزمایش داروین در مورد پدیدهٔ حرکت در گیاهان

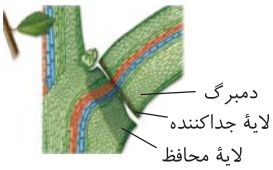


آزمایشات داروین بر روی دانه‌رست چمن در ۴ مرحله صورت می‌گیرد.
توجه کنید که آزمایشات داروین باعث کشف اکسین نشد بلکه باعث دستیابی به این نتیجه شد که برای نورگرایی باید نوک ساقه در برابر نور یک‌جانبه قرار گیرد.
تنها دستاورد داروین در حد کتاب درسی، خم شدن گیاه به سمت نور بود!
آزمایش اول: گیاه به سمت نور یک‌جانبه خم می‌شود (نه همه‌جانبه.) **نتیجه**: برای بروز نورگرایی باید نوک ساقه در برابر نور یک‌جانبه قرار گیرد.
آزمایش دوم: اگر بر نوک ساقه پوشش **ماتی** قرار بگیرد و مانع رسیدن نور به نوک ساقه شود ساقه به سمت نور حرکت نمی‌کند.
آزمایش سوم: با قرار گرفتن پوشش شفاف در نوک ساقه و رسیدن نور به آن، نورگرایی در ساقه دیده می‌شود.
آزمایش چهارم: از آن‌جایی که عامل مؤثر در نورگرایی نوک ساقه است بنابراین پوشاندن مناطقی در زیر نوک ساقه باعث جلوگیری از نورگرایی نمی‌شود.

۱۲۵ هورمون‌های گیاهی

هورمون	نوع	محل تولید	نکات، اثر و فعالیت
اکسین‌ها	محرک رشد	جوانهٔ انتهایی نوک ساقه – دانه‌رست‌ها	○ افزایش رشد طولی یافته ← رشد طولی ساقه ○ سبب خمش نوک ساقه به سمت نور یک‌جانبه می‌شود. ○ ترکیبات مشابه با اثرات مشابه در گیاهان متفاوت دارند. ○ تحریک ریشه‌زایی در قلمه‌ها اگر به نسبت سیتوکینین مقدار بیشتری داشته باشد. ○ رشد تخمدان و ایجاد میوهٔ درشت یا میوهٔ بی‌دانه ○ عامل نارنجی از مشتقات آن است که سبب از بین بردن گیاهان دولپه‌ای می‌شود. ○ چیرگی رأسی می‌دهد و مانع رشد جوانهٔ جانبی و ایجاد شاخه، برگ و گل می‌شود. ○ تولید اتیلن و سیتوکینین را در جوانهٔ جانبی به ترتیب زیاد و کم می‌کند. ○ در قسمت نور ندیده (ـیه) تجمع بیشتری دارد و رشد آن منطقه را زیاد می‌کند.
سیتوکینین‌ها (هورمون جوانی)	محرک رشد	دانه‌ها و جوانهٔ جانبی	○ تقسیم یاخته را زیاد می‌کند، سبب رشد گیاه می‌شود. ○ پیر شدن برگ‌ها و ریزش آن‌ها و سایر اندام‌های هوایی را به تأخیر می‌اندازد. ○ افشانه یا اسپری آن‌ها سبب شادابی گل و گیاه می‌شود. ○ نسبت بالای آن به اکسین سبب ساقه‌زایی در قلمه‌ها و دانه‌رست‌ها و محیط کشت‌بافت می‌شود. ○ بدون وجود رأس ساقه، مقدار زیاد آن در جوانهٔ جانبی به ایجاد گیاهان پر شاخ و برگ کمک می‌کند.
جیبرلین‌ها (هورمون رفع مخلل)	محرک رشد	قارچ جیبرلا دانه‌رست گیاهان رویان دانه‌ها	○ رشد طولی ساقه را با افزایش طول یاخته‌ها و همچنین افزایش تقسیم یاخته‌ها انجام می‌دهند. ○ سبب رشد تخمدان و میوه شده و میوهٔ درشت و بی‌دانه ایجاد می‌کند. ○ سبب جوانه‌زنی دانه‌ها می‌شود و ایجاد دانه‌رست را تسریع می‌کند. ○ در رویان دانه‌ها ساخته شده و سبب ایجاد آمیلاز از لایهٔ خارجی آندوسپرم گلوتن‌دار دانه می‌شود.
آبسیزیک‌اسید	بازدارندهٔ رشد	در کتاب عنوان نشده است.	○ سبب مقاومت گیاه در شرایط سخت می‌شود. ○ سبب خفتگی دانه‌ها و جوانه‌ها و بستن روزنه‌های هوایی در شرایط گرم و خشک می‌شود.
اتیلن	بازدارندهٔ رشد	قسمت‌های آسیب‌دیده	رسیدن میوهٔ نارس – ریزش برگ با ایجاد لایهٔ جداکنندهٔ دمبرگ – مؤثر در چیرگی رأسی با زیاد شدن در جوانهٔ جانبی – ریزش میوهٔ رسیده – در آسیب‌های بافتی زیاد می‌شود.

۱۸۵ شکل‌نامهٔ لایهٔ زایندهٔ جداگر



- لایهٔ جدا شونده در دمبرگ گیاهی ایجاد می‌شود که در حال ریزش است.
- لایهٔ محافظ در شاخهٔ گیاهی که باقی می‌ماند تشکیل می‌شود و باعث محافظت از شاخه و جوانه می‌شود.
- در مجاورت دمبرگ یک جوانهٔ جانبی دیده می‌شود.
- اکسین و اتیلن مانع از پر شاخ و برگ شدن گیاهان می‌شوند.
- با افزایش اتیلن رسیدگی میوه افزایش یافته و احتمال خورده شدن آن افزایش می‌یابد.
- یاخته‌های پارانشیمی برای اتیلن گیرنده دارند.
- اتیلن همانند جیبرلین در تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده نقش ایفا می‌کند.
- منطقهٔ ریزش برگ در دمبرگ یعنی محل اتصال شاخه با برگ قرار دارد.
- لایهٔ جداکننده همراه با دمبرگ جدا می‌شود.
- با افزایش نسبت اتیلن به اکسین، ریزش برگ و تعداد روزنهٔ هوایی و خروج آب از گیاه کاهش می‌یابد.
- اولین قسمتی از دمبرگ که شروع به جدا شدن می‌کند روپوست و آخرین قسمت دستجات آوندی است.

۱۲۶ تولید میوهٔ بی‌دانه

اکسین	جیبرلین
اکسین با افزایش رشد طولی یاخته‌ها سبب افزایش رشد طولی یاخته‌ها و سبب افزایش طول ساقه می‌شود. اکسین ریشه‌زایی را تحریک می‌کند؛ بنابراین برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه به کار می‌رود. اکسین‌ها را برای تشکیل میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها نیز به کار می‌برند.	این تنظیم‌کننده‌های رشد در افزایش طول ساقه از طریق تحریک رشد طولی یاخته و تقسیم آن، رشد میوه و رویش دانه‌ها نقش دارند؛ این هورمون گیاهی را برای تولید میوه‌ها به کار می‌برند. **جیبرلین و رویش بذر غلات:** رویان غلات در هنگام رویش دانه مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند.

۱۲۷ بررسی اثر هورمون‌های گیاهی

افزایش نسبت اکسین به سیتوکینین در کشت بافت	ایجاد ریشه از کال
افزایش نسبت اکسین به سیتوکینین در جوانهٔ جانبی	عدم رشد جوانهٔ جانبی
افزایش نسبت سیتوکینین به اکسین در کشت بافت	تشکیل ساقه از کال
افزایش نسبت سیتوکینین به اکسین در جوانهٔ جانبی	رشد جوانهٔ جانبی و پرشاخ و برگ شدن گیاه
افزایش نسبت جیبرلین به آبسیزیک‌اسید در دانهٔ غلات	رویش دانه
افزایش نسبت آبسیزیک‌اسید به جیبرلین در دانهٔ غلات	عدم رویش دانه
افزایش نسبت اتیلن به اکسین در دانهٔ غلات	تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده در محل دمبرگ و ریزش برگ
افزایش نسبت آبسیزیک‌اسید به اکسین در جوانهٔ انتهایی	مهار رشد جوانه‌های انتهایی

گفتار ۲

۱۲۸ گل‌دهی گیاهان

نوع گیاه	روز بلند و شب کوتاه (تابستان)	روز کوتاه و شب بلند (پاییز)	شب بلند را با یک جرقهٔ نوری بشکنیم	مثال
روزکوتاه	گل نمی‌دهد	گل می‌دهد	گل نمی‌دهد	داوودی
روزبلند	گل می‌دهد	گل نمی‌دهد	گل می‌دهد	شبدر
بی تفاوت	گل‌دهی بدون وابستگی به طول روز و شب انجام می‌شود.			گوجه‌فرنگی

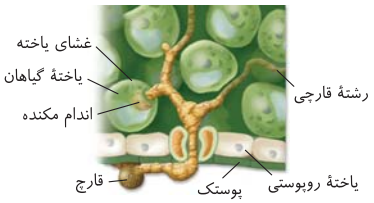
۱۲۹ پاسخ به تماس

پاسخ	نکات	علت	مثال
پیچش ساقه	ساقه در قسمت تماس با درخت تکیه‌گاه یا پایه به دور آن می‌پیچد.	تفاوت در رشد ساقه در بخش قرارگرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن، به نحوی که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد.	گیاه مو و سس
تاشدن برگ	ضربه به برگ‌های گیاه موجب تاشدن برگچه‌های آن می‌شود.	تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی که در قاعدهٔ برگ قرار دارند.	گیاه حساس
بسته شدن برگ‌های نوعی گیاه گوشت‌خوار	برگ دارای کرک‌هایی است که با برخورد حشره تحریک شده و باعث بسته شدن برگ و به دام افتادن حشره می‌شود.	تحریک کرک‌های برگ با برخورد حشره موجب بسته شدن برگ و به دام افتادن حشره می‌شود.	نوعی گیاه گوشت‌خوار

۱۳۰ پاسخ‌های گیاهان

انواع پاسخ‌های گیاهان	نکات
پاسخ به نور	برای انجام فتوسنتز نیاز به نور دارند. تنظیم زمان گل‌دهی گیاهان را در سه دستهٔ روزکوتاه، روزبلند و بی‌تفاوت تقسیم می‌کنند. (ـه، نورگرایی مثبت و ریشه، نورگرایی منفی دارد.)
پاسخ به دما	گیاهان نمی‌توانند هر دمایی را تحمل کنند مثلاً سرمای شدید می‌تواند مانع رویش دانه و جوانه شود. برگ بعضی گیاهان با کاهش دما می‌ریزد و بعضی گیاهان مانند بذر نوعی گندم نیاز به گذراندن یک دورهٔ سرما دارند.
پاسخ به گرانش	معمولاً ساقه زمین‌گرایی منفی (در خلاف جهت گرانش) و ریشهٔ زمین‌گرایی مثبت (در جهت گرانش) دارد.
پاسخ به تماس	بعضی از گیاهان مانند ساقهٔ درفت مو به دور گیاه دیگر یا پایه می‌پیچند. روی هم تاشدن برگچه‌های گیاه حساس و بسته شدن برگ نوعی گیاه گوشت‌خوار در اثر برخورد با حشره هم از نمونه‌هایی از این نوع پاسخ هستند.
پاسخ‌های دفاعی	تلاش برای جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا مثل پوستک و دیوارهٔ یاخته‌ای و وجود لیگنین یا سیلیس در دیواره و یا کرک و خار و بافت چوب‌پنبه و ترشح مواد چسبناک و ترشح مواد در پاسخ به زخم. دفاع شیمیایی مثل تولید مواد شیمیایی که سبب مرگ یا بیماری گیاه‌خواران می‌شوند؛ مانند ترکیبات سیانیدی و مواد شیمیایی که سبب دور کردن گیاه‌خواران می‌شود، مثل ترکیبات آلکالوئیدی. مرگ یاخته‌ای توسط سالیسیلیک‌اسید و حفاظت جانوران دیگر از گیاهان از طریق تولید مواد فرار توسط گیاهان که سبب جلب جانوران دیگر می‌شود.

۱۸۶ شکل‌نامهٔ حملهٔ قارچ به گیاه!



اندام مکندهٔ قارچی (زنگ و گیاهک غلات) که از پوستک عبور نکرده است، به یاخته‌های کلروپلاست‌دار حمله می‌کند.
گیاهان برای محافظت از خود در برابر عوامل بیگانه ابتدا سدّ فیزیکی را انتخاب می‌کنند تا مانع از ورود عوامل بیگانه به درون ساختار خود شوند.
خارجی‌ترین سامانهٔ بافتی در گیاهان روپوست است.
این مورد را در تست‌ها با قارچ ریشه‌ای که برای گیاه مفید بود اشتباه نگیرید.
در اندام‌های هوایی روپوست دارای پوستک است. پوستک به علت ساختار ویژهٔ خود مانع ورود عوامل بیگانه به درون ساختار خود می‌شود.
سامانهٔ بافت پوششی بر سطح خارجی برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌های جوان گیاه است.
علاوه‌بر پوستک، دیوارهٔ یاخته‌ای قرار گرفته در یاخته‌های گیاهی نیز مانع ورود عوامل بیگانه به درون ساختار گیاه می‌شود.
به علت قرار گرفتن ترکیباتی در ساختار دیواره نظیر لیگنین و سیلیس ورود عوامل بیگانه به گیاه از گذشته سخت‌تر می‌شود.
توجه داشته باشید که وجود این عوامل لزوماً به معنای عدم ورود عوامل بیگانه به گیاه نمی‌شود بلکه وجود منافذ ریز باعث ورود عوامل بیماری‌زا به گیاهان می‌شود.
قارچ‌ها می‌توانند باعث ورود انشعاباتی از خود از طریق منفذ روزنه به ساختار گیاهان شوند.

زیست دوازدهم — فصل اول

گفتار ۱

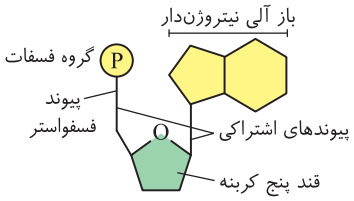
۱۳۱ تعبیرهای مهم در طراحی تست

مرحله‌ای از آزمایشات گریفیت که:	
در بدن موش باکتری بدون پوشینه وجود دارد.	دوم + چهارم
ظاهر باکتری‌ها تغییر کرد.	چهارم
در خون موش باکتری پوشینه‌دار زنده مشاهده شد.	اول + چهارم
در خون موش باکتری پوشینه‌دار دیده شد.	اول + چهارم
از باکتری پوشینه‌دار استفاده شد.	اول + سوم + چهارم
از گرما برای کشتن باکتری پوشینه‌دار استفاده شد.	سوم
از باکتری فاقد پوشینه استفاده شد.	دوم + چهارم
از باکتری زنده استفاده شد.	اول + دوم + چهارم
نتیجه‌ای برخلاف انتظار به‌دست آمد.	چهارم
باکتری‌های فاقد پوشینه، پوشینه‌دار شدند.	چهارم
باکتری‌های پوشینه‌دار، فاقد پوشینه شدند.	نداریم!

۱۳۲ آزمایش‌های ایوری

آزمایش‌های کشف عامل وراثتی		نتایج کارهای دانشمندی به نام **ایوری و همکارانش** عامل مؤثر در انتقال صفت را مشخص کرد.
	آزمایش اول	○ استفاده از عصارهٔ باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده و تخریب کردن تمامی پروتئین‌های موجود در مخلوط ○ اضافه کردن باقیماندهٔ مخلوط به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه ○ مشاهدهٔ انتقال صفت و نتیجه گرفتند که پروتئین‌ها عامل وراثت نیستند.
	آزمایش دوم	○ قرار دادن عصارهٔ استخراج شده از باکتری‌های کشته شدهٔ پوشینه‌دار در گریزانه با سرعت بالا ○ لایه‌لایه کردن مواد برون استفاده از آنزیم ○ اضافه کردن هریک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه ○ با استفاده از آن‌ها مشاهده کردند که انتقال صفت **فقط** با لایه‌ای که در آن **دنا** وجود دارد، انجام می‌شود.
	آزمایش سوم	○ عصارهٔ باکتری پوشینه‌دار را استخراج و آن را به چند قسمت تقسیم کردند. ○ به هر قسمت آنزیم تخریب‌کنندهٔ یک مادهٔ آلی (*پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و نوکلئیک‌اسیدها*) را اضافه کردند. ○ هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل کرده و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. ○ مشاهده شد که در همهٔ ظروف انتقال صورت می‌گیرد به‌جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کنندهٔ **دنا** است.
	نتیجه	از هر سه آزمایش فهمید که مادهٔ وراثتی از جنس پروتئین نمی‌باشد ولی از دو مرحلهٔ آخر فهمید که دنا مادهٔ وراثتی است.

۱۸۷ شکل‌نامهٔ نوکلئوتید و نکات آن



هر نوکلئوتید، واحدی سه‌بخشی است که از قند پنج کربنی، باز آلی نیتروژن‌دار و یک تا سه گروه فسفات تشکیل شده است.
در ساختار نوکلئوتید؛ دوکربنی که در طرفین حلقهٔ قند قرار دارند، با اتم اکسیژن پیوند اشتراکی دارند.
همانطور که از نام نوکلئیک‌اسیدها مشخص است، دارای خاصیت اسیدی هستند.
حلقهٔ قند، پنج کربنه نیست بلکه چهارکربنهٔ پنج‌ضلعی است و یک اتم کربن آن در خارج از حلقه قرار دارد.
در نوکلئوتید پورین‌دار، بین حلقهٔ پنج‌ضلعی نیتروژن‌دار (*مربوط به‌باز آلی*) و حلقهٔ پنج‌ضلعی فاقد نیتروژن (*مربوط به‌قند پنج‌کربنه*) پیوند کووالانسی (*اشتراکی*) برقرار است.
هیچ‌گاه در حالت عادی بین باز آلی و فسفات هر نوکلئوتید، پیوندی وجود ندارد.
قند از طریق کربن موجود در حلقه با باز آلی پیوند اشتراکی دارد ولی با کربن خارج از حلقه به فسفات متصل است.
در ساختار هر واحدِ سه بخشی یا همان نوکلئوتید، پیوند هیدروژنی و فسفودی‌استر دیده نمی‌شود! ولی یک پیوند فسفواستر دارد.
حلقهٔ کوچک‌تر باز آلی پورین (A و G) در پیوند اشتراکی با قند شرکت می‌کند و حلقهٔ بزرگ‌تر باز آلی در پیوند هیدروژنی (*در دنا*) با باز آلی مکمل پیریمیدینی خود شرکت می‌کند.
در همهٔ نوکلئوتیدها فقط حلقهٔ شش‌ضلعی در تشکیل پیوند هیدروژنی نقش دارد.
در نوکلئوتیدهای پورینی، قند به حلقهٔ پنج‌ضلعی باز آلی متصل ولی در نوکلئوتیدهای پیریمیدینی، به حلقهٔ شش‌ضلعی از باز آلی متصل است.
در همهٔ نوکلئوتیدها، حداقل یک حلقهٔ پنج‌ضلعی (*در قند*) و یک شش‌ضلعی (*در باز آلی*) مشاهده می‌شود.
اتم اکسیژن حلقهٔ پنج‌ضلعی قند، همواره به سمت انتهای فسفات رشته قرار دارد.
دئوکسی‌ریبوز، یک اتم O کمتر از ریبوز دارد (*نه یک مولکول اکسیژن!*).
در هر نوکلئوزوم می‌توان حداکثر ۲۴ نوع مونومر دید. (*۲۰تا برای پروتئین هیستون و ۴تا برای دنا*) یادتونه نوکلئوزوم چی بود؟! مجموعهٔ ۸ هیستون و قسمتی از دو دور دنای اطراف آن!
در نوکلئوتید پیریمیدین‌دار، بین حلقهٔ شش‌ضلعی نیتروژن‌دار (*مربوط به‌باز آلی*) و حلقهٔ پنج‌ضلعی فاقد نیتروژن (*مربوط به‌قند پنج‌کربنه*) پیوند کووالانسی برقرار است.
حلقهٔ قند ریبوز از یک سمت به باز آلی و از سمت دیگر با کربن قرار گرفته در خارج حلقه به گروه فسفات متصل است، درنتیجه دارای دو گروه OH است اما قند دئوکسی‌ریبوز یک اتم اکسیژن کمتر از قند ریبوز دارد، در نتیجه دارای یک گروه OH کمتر است.

۱۳۳ جمع‌بندی آزمایشات مرتبط با مولکول‌های زیستی

دانشمند	هدف	جاندار مورد استفاده	آزمایش	نتیجه
گریفیت	تولید واکسن ضدآنفلوانزا	موش و استرپتوکوس نومونیا (پوشینه‌دار و بدون پوشینه)	تزریق انواعی از باکتری‌های استرپتوکوس نومونیا به موش	مادهٔ وراثتی می‌تواند از یک یاخته به یاختهٔ دیگری منتقل شود.
ایوری	پیدا کردن ماهیت دنای عامل اصلی انتقال صفات (*مادهٔ وراثتی*)	استرپتوکوس نومونیا کشته‌شده (پوشینه‌دار) و زنده (بدون پوشینه)	اضافه کردن عصارهٔ باکتری پوشینه‌دار به محیط کشت باکتری بدون پوشینه زنده	پروتئین مادهٔ وراثتی نیست و دنا مادهٔ وراثتی است.
چارگاف	اندازه‌گیری باز آلی در دنای جانداران مختلف			$A=T$ و $C=G$ در دنا
ویلکینز و فرانکلین	تصویربرداری از دنا با استفاده از پرتو X			مولکول دنا حالت مارپیچی دارد. مولکول دنا بیش از یک رشته دارد. ابعاد مولکول دنا را نیز تشخیص دادند.
واتسون و کریک	کشف ساختار دنا با کمک اطلاعات خود و دانشمندان قبلی			○ مدل نردبان مارپیچ دنا که دورشته‌ای است. ○ بررسی پیوندهای اشتراکی و هیدروژنی در دنا

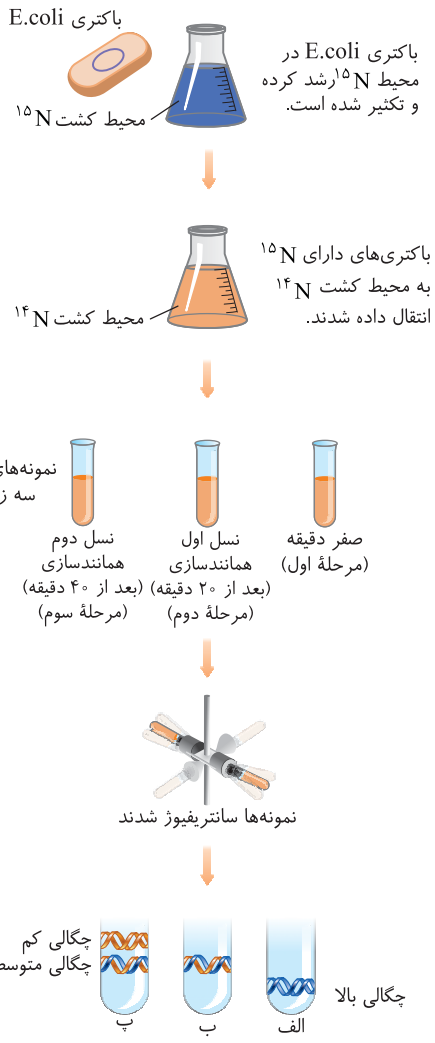
گفتار ۲

تعبیرهای مهم در طراحی تست

۱۳۴

در هر طرحی از همانندسازی که:	
در هر دو یافتهٔ حاصل از تقسیم، رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی اولیه را می‌توان دید.	نیمه‌حفاظتی
فقط در یک یافتهٔ حاصل از تقسیم، رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی اولیه را می‌توان دید.	حفاظتی
بین رشته‌های اولیه و جدید تشکیل پیوند هیدروژنی دارد.	نیمه‌حفاظتی
می‌توان چگالی سبک و سنگین را در کل طرح بررسی کرد.	حفاظتی + نیمه حفاظتی
می‌توان چگالی سبک و سنگین را در زاده‌ها بررسی کرد.	حفاظتی
می‌توان در نسل‌های بعد چگالی متوسط دید.	نیمه‌حفاظتی + پراکنده
هر سه نوع چگالی را می‌توان در سه نسل متوالی بررسی کرد.	نیمه‌حفاظتی
هرگز نمی‌توان چگالی متوسط را در نسل‌های مختلف دید.	حفاظتی
فقط می‌توان چگالی متوسط را در نسل‌های بعد دید.	پراکنده
در طرحی که توالی دنای اولیه و جدید مشابه است و نسبت پورین به پیریمیدین برابر یک است.	هر سه طرح

شکل‌نامهٔ ۱۸۳ آزمایش‌های مزلسون و استال



هدف آزمایش: مشخص کردن نحوهٔ همانندسازی میان مدل‌های مطرح شده

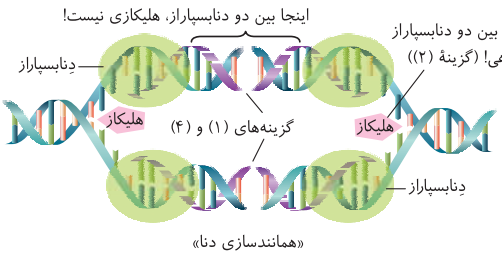
اولین مرحلهٔ آزمایش (دقیقهٔ صفر): دنای باکتری را که در محیط نیتروژن سنگین همانندسازی کرده بودند را سانتریفیوژ کردند. یک نوار در قسمت **پایینی** لولهٔ آزمایش تشکیل شد که فقط حاوی نوکلئوتیدهای دارای نیتروژن سنگین بود.

دومین مرحلهٔ آزمایش (دقیقهٔ ۲۰): این مرحله پس از یک مرحله همانندسازی باکتری‌های نیتروژن سنگین در محیط حاوی نیتروژن سبک انجام شد و یک نوار در قسمت **میانی** لولهٔ آزمایش تشکیل شد و پس از ۲۰ دقیقه متوجه شدند که روش همانندسازی حفاظتی نادرست است چون مولکول سنگین N^{15} مادر در نمونه‌ها وجود نداشت.

سومین مرحلهٔ آزمایش (دقیقهٔ ۴۰): این مرحله پس از دو دور همانندسازی باکتری‌های نیتروژن سنگین در محیط حاوی نیتروژن سبک انجام شد و پس از ۴۰ دقیقه، یک نوار در قسمت میانی لولهٔ آزمایش و یک نوار در قسمت بالایی لولهٔ آزمایش تشکیل شد؛ دناهایی که در وسط لولهٔ آزمایش بودند، یک رشته نیتروژن سنگین و یک رشته نیتروژن سبک داشتند ولی دناهایی که در بالای لولهٔ آزمایش قرار داشتند، فقط دارای نیتروژن سبک بودند.

- در مرحلهٔ دوم آزمایش (*در دقیقهٔ ۲۰*)، طرح حفاظتی و در مرحلهٔ سوم آزمایش طرح پراکنده رد شد.
- در مرحلهٔ سوم (*در دقیقهٔ ۴۰*)، بعضی از دناها و در مرحلهٔ دوم، همهٔ دناها چگالی متوسط داشتند.
- در مرحلهٔ سوم، بعضی از دناهای واجد نیتروژن سبک در قسمت میانی لوله، بعضی از دناهای واجد نیتروژن سبک در قسمت بالایی لوله و همهٔ دناهای واجد نیتروژن سنگین در قسمت میانی لولهٔ آزمایش بودند.
- در مرحلهٔ سوم، بعضی از دناهای تشکیل شده، سبک‌تر از دناهای تشکیل شده در مراحل قبل هستند و همینطور این که بعضی از دناهای تشکیل شده چگالی مشابه همهٔ دناهای مرحلهٔ دوم داشتند.
- در نخستین مرحله از آزمایش‌های مزلسون و استال (*در دقیقهٔ صفر*)، هر نوار فقط یک نوع نوکلئوتید و در دومین مرحله (*در دقیقهٔ ۲۰*)، هر نوار، دو نوع نوکلئوتید و در آخرین مرحله (*در دقیقهٔ ۴۰*)، یک نوار (*بالایی*) فقط یک نوع نوکلئوتید و یک نوار دو نوع نوکلئوتید دارد.
- بعد از دور دوم همانندسازی باکتری‌ها یعنی بعد از ۴۰ دقیقه، تعداد دناهای موجود در بخش میانی لوله با چگالی متوسط ثابت باقی می‌ماند و تعداد دناهای موجود در نوار بالایی با چگالی سبک افزایش می‌یابد.

۱۸۹ شکل‌نامهٔ همانندسازی



«همانندسازی دنا»

شکل، همانندسازی دو جهته را نشان می‌دهد که دو دوراهی همانندسازی ایجاد شده است.
دوراهی‌های همانندسازی شبیه حرف Y هستند که هلیکاز در دهانهٔ آن‌ها قرار دارد.
هلیکاز به نوکلئوتیدهای جدید متصل نمی‌شود.
هر آنزیم دنابسپاراز فقط به یکی از رشته‌های دنای مادری متصل می‌شود.
در این شکل آنزیم‌های دیگری هم برای همانندسازی شرکت می‌کنند که کتاب از آن‌ها نام نبرده است.
بخشی از دنا که دنابسپاراز به آن متصل است، حاوی چندین نوکلئوتید است.
هر دنابسپاراز یک رشتهٔ دنای اولیه را در برمی‌گیرد ولی هر هلیکاز دو رشتهٔ دنای اولیه را در برمی‌گیرد.
دو دنابسپارازی که از روی یک رشته همانندسازی می‌کنند به‌تدریج ابتدا در حال دور شدن از هم هستند و جهت همانندسازی متفاوتی دارند.
در یک نقطهٔ شروع همانندسازی دو جهتی، دو آنزیم هلیکاز و چهار آنزیم دنابسپاراز مشاهده می‌شود.
در هر دوراهی همانندسازی، یک هلیکاز و دو دنابسپاراز و در هر حباب همانندسازی، در همانندسازی دوطرفه، دو هلیکاز و چهار دنابسپاراز وجود دارند.
در این شکل نوکلئوتیدهای یوراسیل‌دار آزاد هم وجود دارند ولی استفاده نمی‌شوند.
در طی این عمل، به‌طور کلی همواره، برای تشکیل پیوند هیدروژنی به آنزیمی نیاز نیست و فرایند خودبه‌خود صورت می‌گیرد.

۱۳۵ همانندسازی

عوامل مؤثر		• مولکول دِنا به عنوان الگو • آنزیمی که نوکلئوتیدها را به صورت مکمل کنار یکدیگر قرار دهد. • واحدهای سازندهٔ دِنا که بتوانند در کنار هم نسخهٔ مکمل الگو را بسازند. این واحدها نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته با قند دئوکسی‌ریبوز هستند.
آماده‌سازی قبل از واکنش اصلی		قبل از همانندسازی دِنا، باید پیچ‌وتاب فامینه باز و پروتئین‌های همراه آن یعنی هیستون‌ها از آن جدا شوند تا همانندسازی بتواند انجام شود، این کار را آنزیم‌هایی انجام می‌دهند؛ پس از آن تازه فرایند همانندسازی شروع می‌شود.
آنزیم‌های اصلی همانندسازی	هلیکاز	ابتدا با شکستن پیوند هیدروژنی مارپیچ دِنا را باز می‌کند و سپس دو رشتهٔ دِنا را در محلی از هم فاصله می‌دهد.
	دِنابسپاراز	**توجه:** انواع دیگری از آنزیم‌ها با هم فعالیت می‌کنند تا یک رشتهٔ دِنا در مقابل رشتهٔ الگو ساخته شود. یکی از مهم‌ترین آن‌ها که نوکلئوتیدهای مکمل را در مقابل نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو قرار می‌دهد، دِنابسپاراز است.
		فعالیت بسپارازی: نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته مکمل را با نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو جفت می‌کند و با تجزیهٔ پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها، نوکلئوتید جدید یک فسفاته را با تشکیل پیوند فسفودی‌استر به انتهای هیدروکسیل رشته در حال ساخت اضافه می‌کند.
		فعالیت نوکلئازی: • با تشکیل هر پیوند فسفودی‌استر، آنزیم برمی‌گردد و کار خود را بررسی می‌کند، در صورت اشتباه، پیوند فسفودی‌استر را می‌شکند. • فعالیت نوکلئازی دِنابسپاراز که باعث تصحیح اشتباهات در همانندسازی می‌شود را ویرایش می‌گویند. • اگر ویرایش صورت نگیرد و نوکلئوتید اشتباه در رشتهٔ دِنا بماند، جهش ایجاد شده است که می‌تواند سبب ایجاد بیماری‌های ژنتیکی شود. (در ویرایش، دِنابسپاراز فقط پیوند فسفودی‌استر را می‌شکند.)

۱۳۶ یوکاریوت و پروکاریوت؛ یکسان‌ها و متفاوت‌ها

ویژگی	یوکاریوت	پروکاریوت	
جهت همانندسازی	همیشه دوطرفه	یک طرفه	اغلب دو طرفه
تعداد نقاط آغاز همانندسازی	زیاد	اغلب تک جایگاهی	
تعداد دوراهی های همانندسازی	۲ برابر تعداد نقطه آغاز	برابر تعداد نقطهٔ آغاز	۲ برابر تعداد نقطهٔ آغاز
نوع مولکول ساخته شده	خطی	حلقوی	
سرعت همانندسازی	به‌طور کلی بیشتر (متغیر است)	به‌طور کلی کمتر	
نوع همانندسازی	نیمه‌حفاظتی	نیمه‌حفاظتی	
نوع نوکلئوتید به کار رفته	دئوکسی‌ریبونوکلئوتید	دئوکسی‌ریبونوکلئوتید	
زمان انجام	مرحلهٔ S اینترفاز	آتش به اختیار! هر وقت لازم بود!	
محل همانندسازی	هسته	سیتوپلاسم	
هیستون	دارد	ندارد	
پروتئین هایی به‌جز هیستون	دارد	دارد	
تعداد کروموزوم اصلی	بین دو تا خیلی زیاد	یکی	
تعداد هلیکاز در هر دوراهی	یکی	یکی	
تعداد هلیکاز در هر نقطه آغاز	دو تا	یکی	دو تا
تعداد دنابسپاراز در هر دوراهی	دو تا	دو تا	دو تا
تعداد دنابسپاراز در هر نقطه آغاز	چهار تا	دو تا	چهار تا
شامل	گیاهان و جانوران و آغازیان و قارچ ها	باکتری ها	

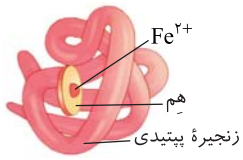
گفتار ۳

۱۳۷ ساختار پروتئین‌ها

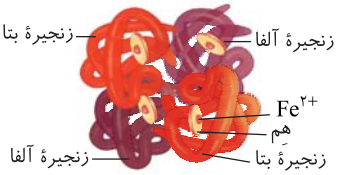
ویژگی / سطح	سطح اول	سطح دوم	سطح سوم	سطح چهارم
به چه شکلی دیده می‌شوند؟	خطی	مارپیچی و صفحه‌ای و شکل‌های دیگر	شکل‌های متفاوت	شکل‌های متفاوت
شیوهٔ ایجاد	ایجاد پیوند پپتیدی	ایجاد پیوند هیدروژنی	برهم‌کنش‌های آب‌گریز	آرایش زیرواحدها
پیوند جدید	پپتیدی (اشتراکی)	هیدروژنی	آب‌گریز – اشتراکی – یونی – هیدروژنی	نحوهٔ کنار هم آمدن زیرواحدها
همهٔ پیوندهای موجود	اشتراکی پپتیدی	اشتراکی – هیدروژنی	آب‌گریز – اشتراکی غیر پپتیدی و پپتیدی – یونی – هیدروژنی	آب‌گریز – اشتراکی – یونی – هیدروژنی
کدام گروه(ها) نقش اصلی را دارند؟	آمین و کربوکسیل	آمین و کربوکسیل	گروه R	–
در چه پروتئین‌هایی دیده می‌شوند؟	همهٔ پروتئین‌ها	همهٔ پروتئین‌ها	همهٔ پروتئین‌ها	پروتئین‌های دو یا چندزنجیره‌ای
ساختار نهایی پروتئین	هیچ پروتئینی	هیچ پروتئینی	پروتئین‌های تک‌زنجیره‌ای	پروتئین‌های دو یا چندزنجیره‌ای
ثبات نسبی	ندارد	ندارد	دارد	دارد
توضیحات	نوع و تعداد و ترتیب آمینواسید مطرح می‌باشد و همه سطوح به این سطح بستگی دارند.	برای مثال ساختار دوم در میوگلوبین و هموگلوبین دارای ساختار مارپیچی شکل است.	با توجه به شکل کتاب می‌تواند ساختار مارپیچی و صفحه‌ای را با هم داشته باشد.	مانند هموگلوبین که از دو نوع زنجیرهٔ آلفا و بتا تشکیل شده است.

۱۹۰ شکل‌نامهٔ میوگلوبین و هموگلوبین

میوگلوبین اولین پروتئینی بود که ساختار آن شناسایی شد و تنها از یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی تشکیل شده است و درون یاخته‌های ماهیچه‌ای قرار دارد و اکسیژن ذخیره می‌کند. در تارهای تند (سفید) مقدار کمی ولی در تارهای کند (قرمز) مقدار زیادی میوگلوبین وجود دارد و به همین دلیل تار کند **بیشتر** انرژی خود را از روش **هوازی** تأمین می‌کند ولی تار تند بیشتر انرژی خود را از روش بی‌هوازی (تخمیر لاکتیکی) تأمین می‌کند. (فصل ۳ یازدهم + فصل ۵ دوازدهم)



«میوگلوبین با ساختار سوم»



میوگلوبین فاقد بخشی به نام جایگاه فعال است و فعالیت آنزیمی ندارد. از طرفی چون مربوط به یوکاریوت‌هاست، در فصل بعد می‌خوانید که امکان ترجمهٔ رنای پیک آن پیش از پایان فرایند رونویسی وجود ندارد ولی ژن آن در تمامی یاخته‌های هسته‌دار بدن موجود است در حالی که این ژن فقط در ماهیچهٔ اسکلتی بیان می‌شود. این پروتئین برخلاف هموگلوبین که دارای چهار گروه هِم است، یک گروه هِم بیشتر ندارد. البته این را هم باید دانست که میوگلوبین برخلاف هموگلوبین قادر به اتصال به کربن‌دی‌اکسید و کربن‌مونوکسید نیست ولی هر دوی آن‌ها می‌توانند به اکسیژن متصل شوند. در مرکز گروه هِم، یون آهن دو بار مثبت قرار دارد.

هم میوگلوبین و هم هموگلوبین در خوناب حضور ندارند، میوگلوبین درون یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی و هموگلوبین در گویچه‌های قرمز قرار دارند. این بدان معناست که در اثر سانتریفیوژ خون، هموگلوبین در بخش پایینی (سنگین‌تر و چگال‌تر) خون یعنی یاخته‌های خونی قرار دارد.

هم میوگلوبین و هم هموگلوبین توسط رناتن‌های آزاد در سیتوپلاسم بدون عبور از شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی ساخته می‌شوند، چون پروتئینی درون سیتوپلاسمی است.

در مجموع با تغییر تنها دو آمینواسید در پروتئین هموگلوبین (در هر زنجیرهٔ بتای هموگلوبین، ششمین آمینواسید یعنی گلوتامیک اسید به والین تبدیل می‌شود) باعث تغییر شکل و عملکرد هموگلوبین و منجر به کم‌خونی داسی‌شکل می‌شود، البته تعداد پیوند پپتیدی هموگلوبین فرد سالم و فرد دچار کم‌خونی داسی‌شکل با هم برابر است و این پروتئین برخلاف میوگلوبین، به بیش از یک ژن و بیش از یک mRNA نیاز دارد (فصل ۴ دوازدهم).

در هموگلوبین رشته‌های آلفا و بتا ضربدری روبه‌روی هم به‌صورت مشابه قرار گرفته‌اند.

کلیات

- واکنش‌های شیمیایی در صورتی سرعت مناسب می‌گیرند که انرژی اولیهٔ کافی برای انجام آن‌ها وجود داشته باشد. این انرژی را انرژی فعال‌سازی گویند.
- انجام واکنش‌ها در بدن موجود زنده نیز که با عنوان کلی سوخت‌وساز مطرح می‌شوند همین‌طور هستند. این واکنش‌ها با حضور آنزیم انجام می‌شوند. آنزیم امکان برخورد مناسب مولکول‌ها را **افزایش** و انرژی فعال‌سازی واکنش را **کاهش** می‌دهد. با این کار سرعت واکنش‌هایی را که در بدن موجود زنده انجام **شدنی** هستند زیاد می‌کند. بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت‌وساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تأمین نشود.
- آنزیم‌های ترشحی دستگاه گوارش مثل آمیلاز بزاق و لیپاز در خارج یاخته عمل می‌کنند ولی آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای، فتوسنتز و همانندسازی درون یاخته فعالیت می‌کنند، البته گروهی از آنزیم‌هایی مثل پمپ سدیم – پتاسیم فعالیت خود را در غشا انجام می‌دهند.
- آمونیاک با اینکه یک مادهٔ سمی است در جایگاه آنزیم کبدی ترکیب کننده CO_2 و NH_3 قرار گرفته ولی مانع فعالیت آن **نمی‌شود!**
- پیش مادهٔ نوعی آنزیم در شرایطی می‌تواند فرآوردهٔ همان آنزیم باشد ← **دنابسپاراز**
- یک واکنش می‌تواند توسط آنزیم‌های مختلفی صورت گیرد ← **واکنش تجزیهٔ ATP**
- برخی از آنزیم‌های ترشحی بدون صرف انرژی زیستی از غشا می‌گذرند ← **عبور آنزیم‌های مرگ برنامه‌ریزی‌شده از منافذ پرفورین**

ساختار آنزیم‌ها

- **بیشتر** آنزیم‌ها پروتئینی هستند.
- آنزیم‌ها در ساختار خود بخشی به نام جایگاه فعال دارند.
- جایگاه فعال، بخشی اختصاصی در آنزیم است که به‌طور معمول، **پیش‌ماده** (ترکیباتی که آنزیم روی آن‌ها عمل می‌کند) در آن قرار می‌گیرد.
- ترکیباتی که حاصل فعالیت آنزیم هستند، **فراورده** یا **محصول** خوانده می‌شوند.
- بعضی آنزیم‌ها برای فعالیت به یون‌های فلزی مانند **آهن**، مس و یا موادآلی مثل ویتامین‌ها نیاز دارند که به این مواد آلی، کوآنزیم (کمک‌کننده به آنزیم) گفته می‌شود.
- وجود بعضی از مواد سمی در محیط مثل **سیانید** و **آرسنیک** می‌تواند با قرار گرفتن در جایگاه فعال آنزیم، مانع فعالیت آن شود. بعضی از این مواد به همین طریق باعث مرگ می‌شوند. دقت کنید که سیانید و ارسنیک، شکل آنزیم را تغییر نمی‌دهند.

عملکرد اختصاصی

- هر آنزیم روی یک یا چند پیش‌مادهٔ خاص مؤثر است.
- شکل آنزیم در جایگاه فعال با شکل پیش‌ماده یا بخشی از آن مطابقت دارد و مکمل است. این حالت شبیه به جفت شدن قفل و کلید است.
- اگرچه آنزیم‌ها عملی اختصاصی دارند ولی برخی از آن‌ها بیش از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند.
- آنزیم‌ها در همهٔ واکنش‌های شیمیایی بدن جانداران که شرکت می‌کنند؛ سرعت واکنش را زیاد می‌کنند اما در پایان واکنش‌ها دست نخورده باقی می‌مانند تا بدن بتواند بارها از آن‌ها استفاده کند. به همین دلیل یاخته‌ها به مقدار کم به آنزیم‌ها نیاز دارند.
- به مرور مقداری از آنزیم‌ها از بین می‌روند و یاخته مجبور به تولید دوبارهٔ این آنزیم‌ها می‌شود.

عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم

pH محیط

- pH بیشتر مایعات بدن بین ۶ تا ۸ است؛ مثلاً pH خون حدود ۷/۴ است. خارج از این محدوده، pH ترشحات معده است که حدود ۲ می‌باشد.
- هر آنزیم در یک pH ویژه، **بهترین** فعالیت را دارد که به آن pH **بهینه** گویند.
- پپسین که از معده ترشح می‌شود، pH بهینهٔ آن ۲ است. به همین دلیل با ورود به دوازدهه غیرفعال می‌شود.
- آنزیم‌هایی که از لوزالمعده به رودهٔ کوچک وارد می‌شوند، pH بهینهٔ ۸ دارند.
- تغییر pH باعث تغییر شکل آنزیم شده و امکان اتصال آن به پیش‌ماده از بین می‌رود در نتیجه میزان فعالیت آن تغییر می‌کند.

دما

- آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه بهترین فعالیت را دارند. (البته دماهای درون بیضه‌ها ۳۴ درجه است.)
- این آنزیم‌ها در دمای **بالاتر** ممکن است شکل غیرطبیعی یا برگشت**ناپذیر** پیدا کنند و غیرفعال شوند.
- آنزیم‌هایی که در دمای **پایین** غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی، می‌توانند به حالت فعال برگردند.
- برخی باکتری‌های گرمادوست، آمیلازهای مقاوم به گرما در دمای بالا دارند.

غلظت آنزیم و پیش‌ماده

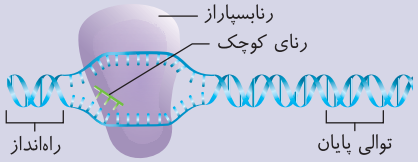
- مقدار بسیار **کمی** از آنزیم کافی است تا مقدار **زیادی** از پیش‌ماده را در واحد زمان به فراورده تبدیل کند.
- اگر مقدار آنزیم زیادتر شود، تولید فراورده در واحد زمان افزایش می‌یابد.
- افزایش غلظت پیش‌ماده در محیطی که آنزیم وجود دارد نیز می‌تواند تا حدی واکنش را با سرعت بیشتری انجام دهد. ولی این افزایش تا زمانی ادامه می‌یابد که **تمامی** جایگاه‌های فعال آنزیم‌ها با پیش‌ماده اشغال شوند. با رسیدن به این حالت، سرعت انجام واکنش ثابت می‌شود.

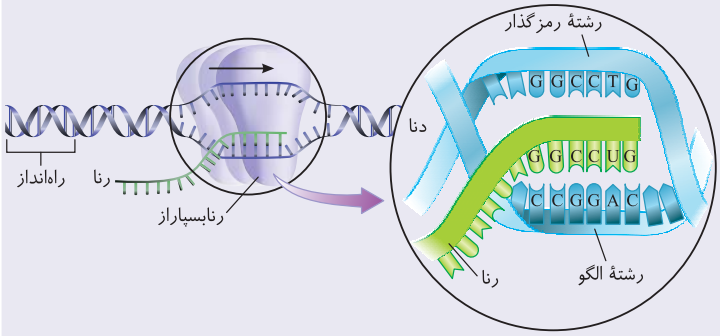
زیست دوازدهم — فصل دوم

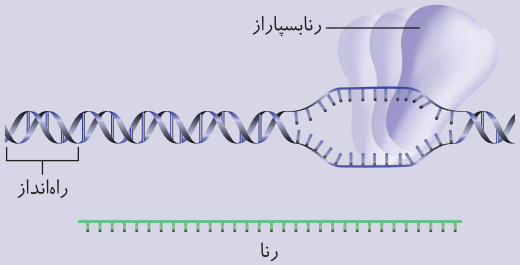
گفتار ۱

۱۳۹ پیوستگی‌ها

مرحله	ویژگی
مرحلهٔ آغاز	• ابتدا باید رنابسپاراز، قبل از ژن، به توالی راه‌انداز متصل شود و پیوند هیدروژنی دو رشتهٔ دنا را باز کند. • توالی نوکلئوتیدی کوچکی از رنا تشکیل می‌شود. این مرحله کوتاه است به همین دلیل پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا و رنا دوباره تشکیل نمی‌شود. • زنجیرهٔ کوتاهی از رنا تشکیل می‌شود که کاملاً درون رنابسپاراز قرار دارد. • چند نوکلئوتید رونویسی شده است و کمی پیوند فسفودی‌استر ایجاد شده است. • تشکیل پیوند هیدروژنی میان حلقه‌های شش‌ضلعی باز آلی به صورت فوری‌به‌فوری انجام می‌شود. • به دلیل کوتاه بودن زنجیره، پیوند هیدروژنی بین دنا و رنا شکسته نمی‌شود. • در هیچ‌یک از مراحل پیوند فسفودی‌استر شکسته نمی‌شود ولی پیوند اشتراکی بین فسفات‌ها شکسته می‌شود. • در مجاورت رنابسپاراز بین نوکلئوتیدهایی که **قند متفاوتی** دارند، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. • در این مرحله رنای در حال ساخت از دنای الگو جدا نمی‌شود.
مرحلهٔ طویل شدن	• در این مرحله آنزیم رنابسپاراز در طول رشته حرکت کرده و بیشترین مقدار طول رنا را تولید می‌کند. • تعداد پیوندهای فسفودی‌استر تشکیل شده و پیوندهای هیدروژنی تشکیل و شکسته شده در این مرحله نسبت به مراحل دیگر بیشتر است. • **شروع** جدا شدن بخشی از رنا از دنا صورت می‌گیرد. • پیوندهای فسفات‌ـفسفات‌ـرنوکلئوتیدها شکسته می‌شوند. • همانند مراحل قبل و بعد، در هر حباب رونویسی هم‌زمان ۳ رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی دیده می‌شود.
مرحلهٔ پایان	• ابتدا توالی پایان رونویسی را نیز رونویسی می‌کند. • پیوندهای فسفات – فسفات در نوکلئوتیدها شکسته می‌شوند و فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. • جدا شدن بخشی از رنا از دنا و سپس کل رنا از دنا صورت می‌گیرد. • مولکول رنای تولید شده از رشتهٔ الگوی ژن جدا می‌شود. • جدا شدن آنزیم رنابسپاراز از دنا مشاهده می‌شود. • در نهایت دو رشتهٔ الگو و رمزگذار دنا کاملاً به هم متصل می‌شوند.
سایر نکات رونویسی	• هر ژن یوکاریوتی دارای یک راه‌انداز مخصوص به خود است. • برحسب کتاب، تمامی رنا‌ها تک‌رشته‌ای هستند و محل فعالیت آن‌ها در سیتوپلاسم است. رنابسپارازها همگی پروتئینی‌اند و در هسته یا سیتوپلاسم فعال‌اند. • محصول رنابسپاراز ۱ رنای رناتنی است و در ساختار رناتن شرکت می‌کند. • محصول رنابسپاراز ۲ رنای پیک است و در ترجمه به عنوان الگوی پروتئین‌سازی شرکت می‌کند. • محصول رنابسپاراز ۳، رنای ناقل یا حمل‌کنندهٔ آمینواسیدها است که به سمت رناتن می‌رود. • محصولات همهٔ انواع رنابسپارازها می‌توانند در تولید پلی‌پپتید **نقش** داشته باشند. • محصول رنابسپاراز ۲ دارای توالی‌های کدون می‌باشد و در انتقال اطلاعات لازم برای تولید پروتئین از دنا به ریبوزوم نقش دارد. • محصول رنابسپاراز ۳، رنای ناقل است که دارای توالی متعدد، یک جایگاه اتصال آمینواسیدها و آنتی‌کدون می‌باشد. چهار بازو و سه حلقه دارد. ساختار سه‌بعدی آن بر اثر تاخوردگی‌ها و پیوندهای هیدروژنی تشکیل شده، به شکل L در می‌آید. • بین دو رشتهٔ دنا، فقط در مرحلهٔ آغاز، تشکیل پیوند هیدروژنی مجدد ایجاد نمی‌شود. • در مرحلهٔ آغاز برخلاف مرحلهٔ پایان، رنابسپاراز در ابتدای حباب رونویسی قرار دارد. • با توجه به شکل کتاب، جداشدن رنا از دنا، مقدم بر جداشدن رنابسپاراز از دناست. (البته که متن کتاب برعکس گفته! اینجا به شکل توجه کنید!) • در هر حباب رونویسی، می‌توان تا ۸ نوع نوکلئوتید را مشاهده کرد (چهار نوع با قند ریبوز و چهار نوع با قند دئوکسی‌ریبوز). • شکستن پیوند هیدروژنی در هر ۳ مرحله مشاهده می‌شود ولی شکست پیوند هیدروژنی بین دنا و رنا (میان نوکلئوتیدهایی با قند متفاوت) در مرحلهٔ طویل شدن و پایان دیده می‌شود. • رنابسپاراز، در مرحلهٔ آغاز در ابتدا و کمی جلوتر به سمت وسط حباب رونویسی است، در مرحلهٔ طویل شدن در **وسط حباب** است و در مرحلهٔ پایان به **انتهای حباب** می‌رسد.

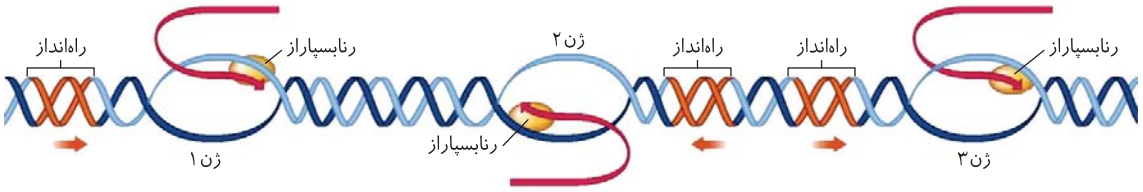






۱۹۱ شکل‌نامهٔ رونویسی از چند ژن

- رنابسپاراز همواره از راه‌انداز مربوط به ژن در حال رونویسی دور می‌شود.
- جهت خروج رنا از حباب با جهت حرکت آنزیم رنابسپاراز برخلاف هم می‌باشد.
- هر دو رشتهٔ دنا می‌توانند رونویسی شوند (*در ژن‌های مختلف*).
- رنابسپارازهایی که در یک جهت حرکت می‌کنند، از یک رشتهٔ دنای مشابه رونویسی می‌کنند.
- بین دو راه‌انداز متوالی، ممکن است هیچ ژن ساختاری وجود نداشته باشد. در این صورت این دو راه‌انداز به رنابسپاراز جهت متفاوتی برای رونویسی را اطلاع می‌دهند.
- جهت رونویسی از دو ژن مجاور هم، در صورتی که راه‌اندازی بین آن‌ها نباشد یا دو راه‌انداز بین آن‌ها باشد، عکس یکدیگر است.
- در شکل زیر جهت رونویسی و رشتهٔ الگوی دنا و ژن‌های یک و سه یکسان می‌باشند و با ژن دو متفاوت است.



- باید دقت کنید که در یک کروموزوم یا در یک مولکول *DNA*، تعداد زیادی ژن پشت سر هم برای ساخت انواع مختلف *RNA* وجود دارند. از طرفی قبل از هر ژن یوکاریوتی نیز یک توالی راه‌انداز اختصاصی وجود دارد. جهت رونویسی در هر ژن همواره یک‌طرفه می‌باشد ولی بسیار بسیار به این نکته دقت کنید که یک ژن می‌تواند از سمت راست به چپ و از رشتهٔ *DNA* بالایی رونویسی شود ولی ژن بعدی در همان کروموزوم از رشتهٔ *DNA* پایینی و از چپ به راست رونویسی شود و ژن بعدی نیز ترتیب خاص خود را داشته باشد. (*یادتان باشد که در تست‌ها، راه‌انداز جزئی از ژن به حساب نمی‌آید، چون ژن بخش رونویسی شونده می‌باشد.*)
- در این شکل و سایر شکل‌های کتاب درسی، ژن قسمتی است که بعد از راه‌انداز می‌باشد و از روی کل یک رشتهٔ آن رونویسی انجام می‌شود. با دقت در شکل مشاهده می‌شود که اولاً بین راه‌انداز و ژن می‌تواند فاصله باشد و ثانیاً می‌توان دو راه‌انداز از دو ژن ۲ و ۳ مجاور هم را در کنار هم دید که قطعاً جهت رونویسی متفاوتی دارند و یا می‌توان دو ژن ۱ و ۲ را در مجاور هم مشاهده کرد که بین آن‌ها راه‌اندازی وجود نداشته است که باز هم قطعاً دلیل آن، جهت مخالف رونویسی آن‌ها بوده است.
- در دانشگاه می‌آموزید که دو ژنی مثل ژن‌های ۱ و ۳ که از روی یکی از رشته‌های بالایی یا پایینی دنا رونویسی می‌شوند، قطعاً جهت رونویسی یکسانی دارند.

جمع‌بندی

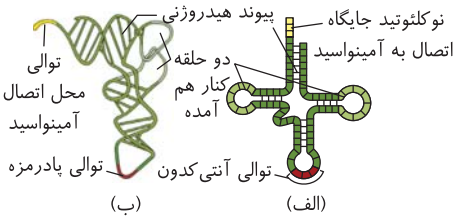
اگر در یوکاریوت‌ها، بین **دو ژن**	جهت رونویسی	رشتهٔ الگو	اگر در یوکاریوت‌ها بین **دو راه‌انداز**	جهت رونویسی ژن آن	رشتهٔ الگوی ژن آن
راه‌انداز نباشد	متفاوت	متفاوت	ژنی نباشد	متفاوت	متفاوت
دو راه‌انداز باشد	متفاوت	متفاوت	دو ژن باشد	متفاوت	متفاوت
یک راه‌انداز باشد	یکسان	یکسان	یک ژن باشد	یکسان	یکسان

۱۹۲ مقایسهٔ پیرایش و ویرایش

موارد مقایسه	پیرایش	ویرایش
فرایند روی ... انجام می‌شود	رنای پیک اولیه	دنا
یوکاریوت یا پروکاریوت	یوکاریوت	یوکاریوت و پروکاریوت
محل انجام	درون هسته	درون هسته و البته سیتوپلاسم یوکاریوت و پروکاریوت
شکستن پیوند فسفودی‌استر	✓ (در دو طرف بخش‌هایی از رشتهٔ رنا، پیوندهای فسفودی‌استر شکسته می‌شود.)	✓ (پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتید اشتباه و رشتهٔ دنای در حال تشکیل شکسته می‌شود.)
مولکول تغییر یابنده در طی انجام	رنای پیک	دنا
انجام توسط آنزیم بسپاراز	نیاز ندارد	✓ (دنابسپاراز)

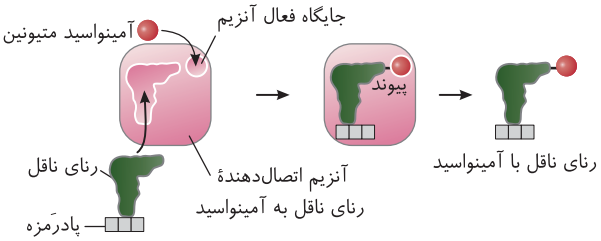
گفتار ۲

۱۹۲ شکل‌نامهٔ tRNA



- **هم** رنای ناقل در **هم** جانداری پس از تولید دچار تغییر می‌شود تا به شکل نهایی آن تبدیل شود.
- شکل (الف)، ساختار دو بعدی تاخوردهٔ اولیه و شکل (ب)، ساختار سه‌بعدی رنای ناقل تاخوردهٔ نهایی را نشان می‌دهد.
- در ساختار رنای ناقل، پیوند هیدروژنی در حلقه‌های بازوها تشکیل نمی‌شود؛ بلکه در قسمت دراز و بدون حلقهٔ بازوها پیوند هیدروژنی بین ریبونوکلئوتیدهای مکمل تشکیل می‌شود.
- تعداد پیوندهای هیدروژنی در دو بازوی کناری رنای ناقل در ساختار دو بعدی، با یکدیگر برابر است.
- بیشترین تعداد پیوند هیدروژنی در بازویی است که دارای محل اتصال آمینواسید می‌باشد.
- حلقه‌ها فاقد پیوند هیدروژنی هستند و جایگاه اتصال به آمینواسید در بازوی بدون حلقهٔ رنای ناقل است.
- در همهٔ انواع رناهای ناقل، توالی محل اتصال آمینواسید، تعداد پیوندهای هیدروژنی و سایر توالی‌های نوکلئوتیدی در بخش‌های دیگر رنای ناقل می‌تواند یکسان باشند به‌جز توالی پادرمزه. یعنی وجه تمایز رناهای ناقل، قطعاً در توالی پادرمزهٔ آن‌هاست.
- توالی پادرمزه مشخص می‌کند چه آمینواسیدی به رنای ناقل متصل شود؛ توالی پادرمزه در هنگام ترجمه با توالی رمزه پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.
- در مقابل نوکلئوتیدهای جایگاه اتصال آمینواسید، هیچ نوکلئوتیدی قرار ندارد.
- بخشی از رنای ناقل که دارای جایگاه اتصال آمینواسید است، به اندازهٔ ۴ نوکلئوتید بالاتر از رشتهٔ روبه‌رویی است.
- در تاخوردگی اولیهٔ رنای ناقل، چهار بازو وجود دارد که در انتهای سه تای آن‌ها حلقه دیده می‌شود و توالی پادرمزه در حلقهٔ میانی قرار دارد.
- علاوه‌بر تاخوردگی در محل حلقه‌ها، تاخوردگی دیگری در رنای ناقل وجود دارد که کوچک بوده و بین دو تا از بازوها قرار می‌گیرد. این تاخوردگی در سمت جایگاه اتصال به آمینواسید قرار دارد و نوکلئوتیدهای آن پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهند.
- حلقه‌های رنای ناقل به‌طور دقیق روبه‌روی هم نیستند.

۱۹۳ شکل‌نامهٔ آنزیم اتصال‌دهندهٔ رنای ناقل به آمینواسید



«نحوهٔ پیوستن آمینواسید به رنای ناقل مربوط به خود توسط آنزیم ویژهٔ آن»

- این آنزیم‌ها برحسب **پادرمزهٔ** رناهای ناقل انواعی دارند و با شناخت پادرمزه، به رنای ناقل مخصوص خود متصل می‌شوند.
- این آنزیم ابتدا با شناسایی پادرمزه، رنای ناقل را در خود جای می‌دهد، سپس آمینواسید مناسب را وارد کرده و با صرف انرژی زیستی بین آن‌ها در جایگاه فعال خود پیوند اشتراکی برقرار می‌کند.
- توالی پادرمزه دورترین قسمت از رنای ناقل نسبت به آمینواسید و جایگاه فعال آنزیم است.
- پیوند بین رنای ناقل و آمینواسید، از نوع اشتراکی است ولی فسفودی‌استر نمی‌باشد.
- رنای ناقل حداکثر ۴ نوع مونومر دارد و آمینواسید هم یک مونومر است؛ بنابراین ترکیب و فراوردهٔ حاصل حداکثر شامل ۵ نوع مونومر می‌باشند.
- در پلی‌پپتیدی متصل به *tRNA*، جدیدترین آمینواسید مستقیماً از سمت گروه کربوکسیل به *tRNA* متصل است.
- پس از اتصال رنای ناقل و آمینواسید، این ترکیب‌ها از آنزیم جدا می‌شوند و به سوی رناتن می‌روند.
- با توجه به شکل، رنای ناقل با ساختار نهایی خود وارد آنزیم اختصاصی برای اتصال به آمینواسید می‌شود.

نکات ترکیبی فصل ۱ دوازدهم

- آنزیم اتصال دهندهٔ آمینواسید به رنای ناقل پروتئینی، بوده و مانند سایر آنزیم‌ها *pH* بهینهٔ مخصوص خود را دارد.
- آنزیم اتصال دهندهٔ آمینواسید به رنای ناقل، امکان برخورد مناسب رنای ناقل با آمینواسید را افزایش داده و انرژی فعال‌سازی را کاهش می‌دهد.
- هر چه مقدار رنای ناقل و آمینواسید که پیش‌مادهٔ آنزیم اتصال‌دهندهٔ آمینواسید به رنای ناقل هستند، افزایش یابد؛ سرعت تولید فراورده نیز بیشتر می‌شود.

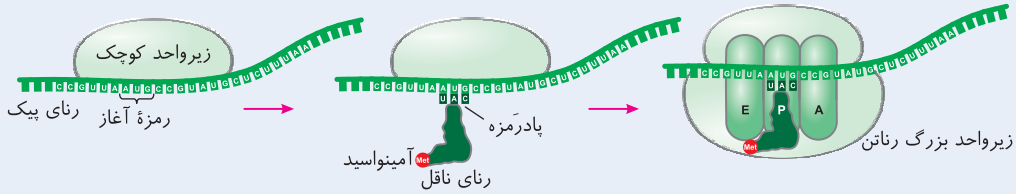
۱۴۱ مراحل آغاز و طویل شدن ترجمه

مرحلهٔ آغاز

مراحل

۱) اتصال رناتن به رنای پیک و هدایت زیرواحد کوچک رناتن توسط بخش‌هایی از رنای پیک به سمت کدون آغاز
۲) اتصال رنای ناقل مکمل با کدون آغاز و استقرار آن در جایگاه P تکمیل نشده (با تشکیل پیوند هیدروژنی)
۳) اضافه شدن زیرواحد بزرگ رناتن به مجموعه و کامل شدن ساختار رناتن (رنای ناقل در زیرواحد بزرگ قرار دارد.)

نکات شکل



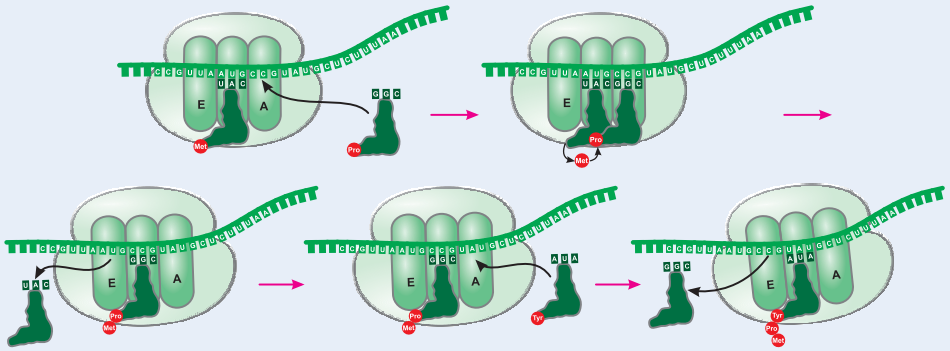
- قبل از اتصال بخش بزرگ رناتن، آمینواسید متیونین ترجمه شده است.
- بین رنای ناقل و رنای پیک، پیوند هیدروژنی در خارج رناتن تشکیل می‌شود.
- در جایگاه‌های A و E، توالی سه نوکلئوتیدی قابل مشاهده است اما رنای ناقل و پادرمزه مشاهده نمی‌شود.
- همواره آمینواسید(های) متصل به tRNA به سمت جایگاه E قرار گرفته‌اند.

مرحلهٔ طویل شدن

مراحل

- در این مرحله ممکن است رناهای ناقل مختلفی وارد جایگاه A رناتن شوند ولی فقط رنایی که پادرمزهٔ مکمل با کدون جایگاه A دارد **استقرار** پیدا می‌کند، در غیر این صورت رنای ناقل جایگاه A را ترک می‌کند (استقرار رنای ناقل یعنی تشکیل پیوندهای هیدروژنی صحیح).
- آمینواسید جایگاه P از رنای ناقل خود جدا شده و با گروه آمین آمینواسید جایگاه A پیوند برقرار می‌کند.
- پس از آن رناتن به اندازهٔ یک رمزه به سوی رمزهٔ پایان پیش می‌رود که به عنوان اولین حرکت روی کدون‌ها بررسی می‌شود.
- در این حالت رنای ناقل حامل دی‌پپتید وارد جایگاه P و رنای ناقل بدون آمینواسید وارد جایگاه E شده و سپس از آن خارج شده و رمزهٔ جدید وارد A می‌شود.
- این فرایند بارها انجام می‌شود تا جایگاه A رناتن به یکی از رمزه‌های پایان برسد. (UAA,UAG,UGA) در این حالت پلی‌پپتید در جایگاه P وجود دارد.

نکات شکل



- فقط در جایگاه A، پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود.
- طی تشکیل پیوند پپتیدی با واکنش سنتزآبدهی، مولکول آب در جایگاه A تولید می‌شود.
- در جایگاه A، بین رنای ناقل و رنای پیک، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود.
- هیدرولیز پیوند اشتراکی بین آمینواسید و رنای ناقل در جایگاه P با مصرف آب هم‌زمان است.
- هیدرولیز پیوند بین آمینواسید و رنای ناقل در جایگاه P قبل از جابه‌جایی رناتن رخ می‌دهد.
- شکست پیوند هیدروژنی بین رنای ناقل و رنای پیک در جایگاه E رخ می‌دهد.
- در این مرحله دو رنای ناقل در رناتن دیده می‌شوند که همیشه یکی از آن‌ها در جایگاه P قرار دارد.

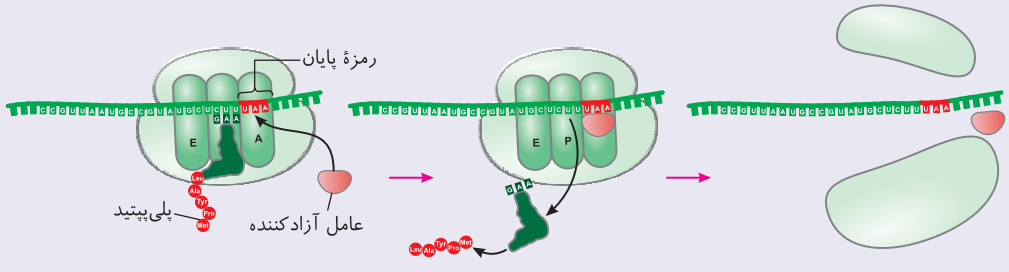
۱۴۲ پایان ترجمه

مرحلهٔ پایان

مراحل

۱) وجود رمزهٔ پایان در جایگاه A و اشغال شدن این جایگاه با پروتئین‌هایی به نام **عوامل آزادکننده**
۲) این پروتئین‌ها باعث جدا شدن پلی‌پپتید از آخرین رنای ناقل و زیر واحدهای رناتن از هم و آزاد شدن رنای پیک می‌شوند.

نکات شکل



«مرحلهٔ پایان ترجمه»

- در این مرحله هیچ رنای ناقلی وارد جایگاه E و A نمی‌شود
- در این مرحله شکست پیوند هیدروژنی بین رنای ناقل و رنای پیک در جایگاه P، بعد از جدا شدن رشتهٔ پپتیدی از رنای ناقل می‌باشد.
- خروج عوامل آزادکننده از رناتن، هم‌زمان با جدا شدن دو زیرواحد رناتن از یکدیگر رخ می‌دهند.

۱۹۴ شکل‌نامهٔ پروتئین‌سازی

«سرنوشت پروتئین‌های ساخته شده در سیتوپلاسم»

در قسمت منفذ هسته، دو غشای هسته به یکدیگر متصل‌اند.
غشای داخلی سبزدیسه برخلاف راکیزه چین‌خوردگی ندارد.
بخشی از شبکهٔ آندوپلاسمی که با دستگاه گلژی ارتباط دارد، دارای سطح بیشتری می‌باشد.
پروتئین ورودی به هسته، از منافذ هسته می‌گذرد. تمامی پروتئین‌های هسته همانند بسپارازها، هیستون و هلیکاز توسط ریبوزوم‌های موجود در فضای آزاد سیتوپلاسم تولید می‌شوند.
ریزکیسه‌های خارج شده از شبکهٔ آندوپلاسمی همانند دستگاه گلژی از بخش برآمدهٔ آن جوانه می‌زنند و غشایی از جنس کیسهٔ گلژی دارند.
شروع فرایند ترجمه برای رناهای پیک یوکاریوتی ساخته شده از روی دنای هسته، در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم رخ می‌دهد.
فضای بین دو غشای هسته، با شبکهٔ آندوپلاسمی در ارتباط است.
ریبوزوم‌های متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی زبر، از سمت زیرواحد بزرگ خود به این شبکه متصل‌اند.
برخی پروتئین‌های مورد نیاز میتوکندری و کلروپلاست، توسط ریبوزوم‌های خود و برخی توسط ریبوزوم‌های سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.
درون هسته، هیچ ریبوزوم فعالی وجود ندارد و پروتئین‌سازی روی نمی‌دهد.
دو لایهٔ پوشش هسته، در محل منافذ پوشش هسته با یکدیگر ادغام می‌شوند. پس عبور مواد بین هسته و سیتوپلاسم از راه آندوسیتوز یا اگزوسیتوز نمی‌باشد.
غشای داخلی میتوکندری برخلاف غشای داخلی هسته و کلروپلاست، به سمت داخل چین‌خوردگی‌هایی دارد.
میتوکندری و هسته، درون خود دو فضا دارند اما کلروپلاست با توجه به فضای درون تیلاکوئیدها، سه فضا دارد.
میتوکندری و کلروپلاست برخلاف هسته، اندامک‌های سیتوپلاسمی محسوب می‌شوند.
کیسه‌های دستگاه گلژی برخلاف کیسه‌های شبکهٔ آندوپلاسمی، مستقیماً به یکدیگر راه ندارند.
منشأ غشای یاخته، می‌تواند از غشای دستگاه گلژی باشد و منشأ غشای دستگاه گلژی نیز می‌تواند از غشای شبکهٔ آندوپلاسمی باشد.
شبکهٔ آندوپلاسمی زبر و دستگاه گلژی در تولید لیزوزوم مشارکت می‌کنند. پس در گردش درون‌یاخته‌ای نقش مهمی دارند.
شبکهٔ آندوپلاسمی برخلاف دستگاه گلژی، واجد کیسه‌های متصل به هم می‌باشد.
عبارت «فقط پروتئین‌های تولیدی در رناتن‌ها متصل به شبکه آندوپلاسمی می‌توانند به یاختهٔ دیگر انتقال یابند.» نادرست است چون پروتئین‌های تولیدی توسط ریبوزوم‌های آزاد سیتوپلاسم نیز می‌توانند از راه پلاسمودسم به یاختهٔ دیگر منتقل شوند.
هیچ آنزیمی که در تنفس یاخته‌ای یا فتوسنتز فعال می‌باشد در رناتن‌های روی شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته نمی‌شود.
اگر رنای پیک باکتری چندژنی باشد، می‌توان تولید چند نوع پپتید را از روی یک رنای پیک مشاهده کرد.

۱۴۳ ساختارهای تسبیح‌مانند

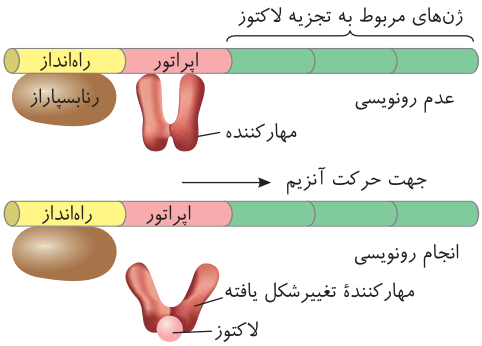
فشرده شدن کروموزم	دانهٔ تسبیح (هستهٔ)	۸ مولکول پروتئینی هیستون + مولکول دنا
	نخ تسبیح	مولکول دنا
ترجمه	دانه (رناتن)	دارای زیرواحد کوچک و بزرگ (متشکل از پروتئین و رنای ریبوزومی)
	نخ	مولکول رنای پیک

گفتار ۳

۱۴۴ تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها

تعاریف	**پروتئین مهارکننده:** نوعی پروتئین که مانع عبور رنابسپاراز از روی راه‌انداز و اپراتور دنای پروکاریوتی می‌شود. **اپراتور:** توالی خاصی از دنا در بخش تنظیمی قبل از ژن، بین راه‌انداز و ژن است که با اتصال پروتئین مهارکننده به آن، مانع انجام رونویسی می‌شود.
مراحل	**تنظیم رونویسی در غیاب لاکتوز در باکتری اشرشیاکلای:** اتصال پروتئین مهارکننده به اپراتور ← عدم رونویسی از ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز **تنظیم رونویسی در حضور لاکتوز در باکتری اشرشیاکلای:** حضور لاکتوز در محیط و سپس درون باکتری ← تغییر شکل مهارکننده و مانع اتصال آن یا باعث خروج آن از اپراتور می‌شود ← انجام رونویسی تقویت می‌شود.
نکات شکل در مورد تجزیهٔ لاکتوز	○ می‌توان دید که چند نوع ژن در ایجاد یک فرایند نقش دارند مثلاً سه آنزیمی که دارای نقش در تجزیهٔ لاکتوز هستند. ○ در سیستم ژنی تجزیهٔ لاکتوز، ژن ابتدایی، دارای جایگاه آغاز رونویسی و ژن پایانی دارای جایگاه پایان رونویسی می‌باشد ولی ژن وسط هیچ‌کدام را ندارد. ○ در محل سه ژن مربوط به تجزیهٔ لاکتوز می‌توان بیش از یک ساختار رونویسی‌کننده مشاهده کرد یعنی هم‌زمان تعدادی رنابسپاراز از روی هر سه ژن را مشاهده کرد. ○ رنای پیک مربوط به تنظیم مثبت همانند تنظیم منفی رونویسی، حداقل دارای سه کدون AUG است. ○ در یاخته‌های پروکاریوتی ممکن است که در تنظیم مثبت و منفی رونویسی چند ریبوزوم ترجمهٔ یک رنا را به‌طور هم‌زمان انجام دهند. ○ زمانی که مهارکننده به اپراتور متصل است، رنابسپاراز راه‌انداز را شناسایی کرده است، در نتیجه مرحلهٔ آغاز رونویسی **شروع** شده است. ○ هر سه ژن، تحت کنترل یک اپراتور و یک راه‌انداز مشترک‌اند پس از روی هر سه، فقط یک رنای پیک ساخته می‌شود که حاوی اطلاعات هر سه ژن است. ○ رنابسپاراز، هیچ‌گاه به مهارکننده و لاکتوز متصل نمی‌شود. ○ تمایل مهارکننده برای اتصال به لاکتوز و تغییر شکل یافتن بیشتر از تمایل آن برای اتصال به اپراتور است. ○ هر سه ژن مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، اندازهٔ تقریباً یکسانی دارند و بین آن‌ها توالی بین‌ژنی وجود ندارد. ○ هر سه ژن، یک نقطهٔ آغاز رونویسی مشترک دارند که در ابتدای ژن اول واقع است ولی هر کدام یک رمز آغاز ترجمه برای خود دارند. ○ هر سه ژن، یک نقطهٔ پایان رونویسی مشترک دارند که در انتهای ژن سوم واقع است ولی هر کدام یک رمز پایان ترجمه برای تولید کردن پایان دارند.

۱۹۵ شکل‌نامهٔ تنظیم منفی رونویسی در اشرشیاکلای



- هر سه ژن مقابل، تحت کنترل یک اپراتور و یک راه‌انداز مشترک‌اند پس از روی هر سه فقط یک رنای پیک ساخته می‌شود که حاوی اطلاعات هر سه ژن است.
- هر سه ژن، یک نقطهٔ آغاز رونویسی مشترک دارند که در ابتدای ژن اول واقع است.
- هر سه ژن، یک نقطهٔ پایان رونویسی مشترک دارند که در انتهای ژن سوم واقع است.
- رونوشت هرکدام از سه ژن، دارای یک رمزهٔ آغاز و یک رمزهٔ پایان ترجمه مختص خود هستند.
- در نتیجه در مجموع رنای پیک رونویسی شده از این سه ژن، سه رمزهٔ آغاز و سه رمزهٔ پایان و سه رونوشت دیده می‌شود.
- از ترجمهٔ رنای پیک حاصل از رونویسی این سه ژن، سه نوع آنزیم پروتئینی که هرکدام شامل یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی هستند ایجاد می‌شود که هر آنزیم در نهایت ساختار سوم پروتئینی با پیوندهای اشتراکی، هیدروژنی و یونی دارد.
- زمانی که مهارکننده به اپراتور متصل است، رنابسپاراز راه‌انداز را شناسایی کرده است. در نتیجه مرحلهٔ آغاز رونویسی شروع شده است.
- راه‌انداز و اپراتور رونویسی نمی‌شوند.
- رنابسپاراز، هیچ‌گاه به مهارکننده و لاکتوز متصل نمی‌شود.
- تمایل مهارکننده به اتصال لاکتوز و تغییر شکل یافتن بیشتر از تمایل آن به اپراتور است.
- هر سه ژن مربوط به تجزیهٔ لاکتوز، اندازهٔ تقریباً یکسانی دارند و بین آن‌ها توالی بین‌ژنی وجود ندارد.

تنظیم مثبت و منفی رونویسی

تجزیهٔ لاکتوز (تنظیم منفی رونویسی)	تجزیهٔ مالتوز (تنظیم مثبت رونویسی)
سه ژن در تجزیهٔ آن نقش دارد.	سه ژن در تجزیهٔ آن نقش دارد.
پروتئین مهارکننده در صورت اتصال به دی‌ساکارید، تغییر شکل می‌دهد.	پروتئین فعال‌کننده در صورت اتصال به دی‌ساکارید، تغییر شکل نمی‌دهد.
ژن‌های مربوط به تجزیهٔ لاکتوز بلافاصله پس از **اپراتور** قرار دارند.	ژن‌های مربوط به تجزیهٔ مالتوز بلافاصله پس از **راه‌انداز** قرار دارند.
در هر بخش تنظیمی، بیش از یک توالی وجود دارد. (اپراتور + راه‌انداز)	در هر بخش تنظیمی، بیش از یک توالی وجود دارد. (جایگاه اتصال فعال‌کننده + راه‌انداز)
اتصال لاکتوز به مهارکننده، باعث جداشدن آن از دنا می‌شود.	اتصال مالتوز به فعال‌کننده، باعث اتصال آن به دنا می‌شود.
راه‌انداز در مجاورت محل شروع رونویسی قرار ندارد.	راه‌انداز در مجاورت محل شروع رونویسی قرار دارد.
لاکتوز دی‌ساکارید است و در نبود گلوکز به مصرف می‌رسد.	مالتوز دی‌ساکارید است و در نبود گلوکز به مصرف می‌رسد.
دی‌ساکارید به پروتئین غیرآنزیمی متصل می‌شود و به راه‌انداز متصل نمی‌شود.	دی‌ساکارید به پروتئین غیرآنزیمی متصل می‌شود و به راه‌انداز متصل نمی‌شود.
در صورت بیان هر دو گروه، ابتدا یک رشتهٔ رنای پیک پلی‌نوکلئوتیدی و سپس سه رشتهٔ پلی‌پپتیدی به عنوان سه آنزیم تولید می‌شود.	

۱۹۵ تنظیم رونویسی

نوع تنظیم رونویسی	نوع پروتئین تنظیمی	نوع دی‌ساکارید متصل به پروتئین تنظیمی	جایگاه اتصال پروتئین تنظیمی در دنا	وضعیت پروتئین تنظیمی در عدم حضور دی‌ساکارید ویژه	وضعیت پروتئین تنظیمی در حضور دی‌ساکارید ویژهٔ خود	توانایی اتصال مستقل رنابسپاراز به راه‌انداز	عملکرد پروتئین تنظیمی
منفی	مهارکننده	لاکتوز	اپراتور	متصل به اپراتور	تغییرشکل و جداشدن از اپراتور	+	ایجاد مانع بر سر راه رنابسپاراز
مثبت	فعال‌کننده	مالتوز	جایگاه اتصال فعال‌کننده	محلول در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم	اتصال به جایگاه اتصال فعال‌کننده و برون تغییرشکل آن	−	تسهیل اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز و شروع رونویسی

۱۹۶ تنظیم بیان ژن

تنظیم بیان ژن پروکاریوت	تنظیم بیان ژن یوکاریوت
علاوه‌بر راه‌انداز، توالی اپراتور یا جایگاه اتصال فعال‌کننده وجود دارد.	علاوه‌بر راه‌انداز ممکن است توالی افزاینده داشته باشد.
رنابسپاراز در تنظیم منفی به تنهایی می‌تواند به رنابسپاراز متصل شود اما در تنظیم مثبت، رنابسپاراز به کمک پروتئین فعال‌کننده به راه‌انداز متصل می‌شود.	رنابسپاراز برای شناسایی و اتصال به راه‌انداز نیاز به عوامل رونویسی دارد.
برای تنظیم بیان ژن مهارکننده یا فعال‌کننده دارند.	برای تنظیم بیان ژن عوامل رونویسی دارند.
تنظیم مثبت و منفی فقط در پروکاریوت وجود دارد.	پروتئینی به نام عوامل رونویسی تنها در یوکاریوت وجود دارد.
در تنظیم منفی، راه‌انداز در مجاورت محل شروع رونویسی قرار ندارد اما در تنظیم مثبت، راه انداز در مجاورت محل شروع رونویسی قرار دارد.	راه‌انداز معمولاً در نزدیکی محل شروع رونویسی قرار دارد.
همیدگی در مولکول دنا وجود ندارد.	در صورت نیاز به افزاینده، همیدگی در مولکول دنا ایجاد می‌شود.
دارای عوامل رونویسی، سانتریول، توالی افزاینده، آگزون، اینترون، هیستون، بلوغ رنای پیک، رنای کوچک و چندین نوع رنابسپاراز نمی‌باشد.	دارای آنزیم برش‌دهنده، فعال‌کننده، مهارکننده، یک نوع رنابسپاراز، اپراتور، دنای متصل به غشای یافته‌ای نمی‌باشد.

زیست دوازدهم — فصل سوم

گفتار ۱

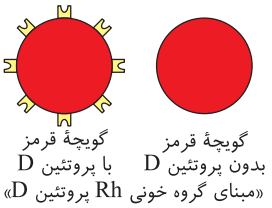
۱۹۶ شکل‌نامهٔ صفت و شکل آن‌ها در جمعیت گربه‌ها

- هر یک از افراد جمعیت، ویژگی‌هایی دارد که ممکن است این ویژگی‌ها به نسل بعد منتقل شوند.
- رنگ موی گربه‌ها شامل طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها از سیاه تا سفید است.
- رنگ چشم گربه‌ها به چند رنگ آبی، قهوه‌ای و سبز دیده می‌شود.
- صفات علاوه‌بر ژن‌ها، تحت تأثیر محیط نیز هستند؛ در نتیجه ممکن است یک صفت با ژن‌های یکسان در دو جاندار، به شکل‌های متفاوت دیده شود.

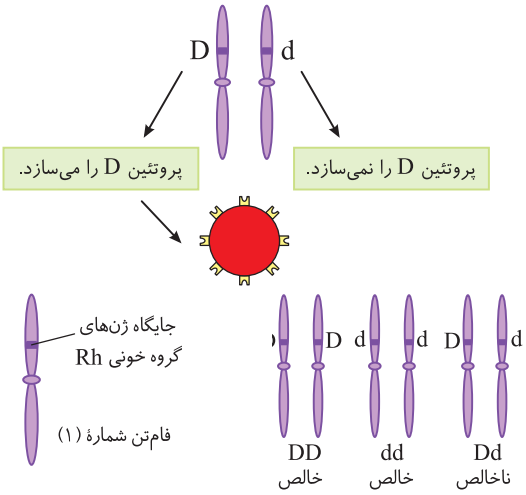
نکتهٔ ترکیبی

ترکیب با فصل ۱ دوازدهم: ژن‌ها بخشی از دنا هستند که در تعیین صفات نقش دارند و بیان آن‌ها به تولید رنا یا پروتئین می‌انجامد و این رنا یا پروتئین، صفات جاندار را ایجاد می‌کنند.

۱۹۷ شکل‌نامهٔ گروه خونی *Rh*



- گروه خونی *Rh* براساس بودن یا نبودن پروتئینی است که در غشای گویچه‌های قرمز جای دارد و پروتئین *D* نامیده می‌شود. اگر این پروتئین وجود داشته باشد، گروه خونی *Rh* مثبت است و اگر وجود نداشته باشد، گروه خونی *Rh* منفی خواهد شد.
- جایگاه ژن‌های گروه خونی *Rh* به سانترومر نزدیک‌تر است تا انتهای بازوی کروموزوم.
- تعداد پروتئین‌های *D* موجود در سطح گویچه‌های قرمز فرد *DD* یا *Dd* برابر می‌باشد ولی در افراد ناخالص، همهٔ پروتئین‌های *Rh*، محصول فعالیت یک ژن می‌باشند.
- ژن‌های آن بر روی جفت کروموزوم شمارهٔ یک قرار دارند.
- توجه داشته باشید *D* و *d* ژن‌های مختلف صفت *Rh* هستند.
- رابطهٔ بین دگره‌ها بارز و نهفتگی است.
- اگر فردی گروه خونی منفی داشته باشد می‌توان به‌طور حتم متوجه شد که ژنوتیپ آن *dd* است اما اگر گروه خونی او مثبت باشد ژنوتیپ آن می‌تواند *Dd* یا *DD* باشد. به عبارتی در صورت مثبت بودن گروه خونی قطعاً یک دگرهٔ *D* وجود خواهد داشت.
- در این گروه خونی ۲ فنوتیپ و ۳ ژنوتیپ وجود دارد. از این ۳ ژنوتیپ دو مورد خالص و یک مورد ناخالص است.
- وجود حداقل یک الل غالب یعنی *D* در گویچهٔ قرمز نابالغ موجب بروز این صفت می‌گردد.
- ژن پروتئین *D* تنها در گویچهٔ قرمز نابالغ در مغز قرمز استخوان و یا طحال و کبد (در *دوران جنینی*) بیان می‌گردد.



نکات ترکیبی

- ترکیب با فصل ۲ و ۴ زیست دهم: برای ساخت گویچه‌های قرمز، آهن، فولیک‌اسید و ویتامین B_{12} ضروری است. در صورت عدم ساخت یا ترشح عامل داخلی معده، ویتامین B_{12} از رودهٔ باریک جذب نمی‌شود و گویچه‌های قرمز به خوبی ساخته نمی‌شوند و فرد به کم‌خونی خطرناک مبتلا می‌شود.
- ترکیب با فصل ۴ زیست دهم: گویچه‌های قرمز در انسان و بسیاری از پستانداران هنگام ساخته شدن در مغز استخوان، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست می‌دهند و با پروتئین هموگلوبین پر می‌شوند.
- ترکیب با فصل ۱ زیست دوازدهم: پروتئین *D* همانند سایر پروتئین‌ها ویژگی‌های ساختار اول تا سوم پروتئین‌ها را دارد.
- ترکیب با فصل ۲ زیست دوازدهم: پروتئین *D* نوعی پروتئین غشایی است؛ بنابراین توسط رناتن‌های چسبیده به غشای شبکهٔ آندوپلاسمی ساخته می‌شود و به دستگاه گلژی فرستاده می‌شود.
- ترکیب با فصل ۴ زیست دوازدهم: جایگزینی آمینواسید والین به جای آمینواسید گلوتامیک‌اسید در جایگاه ششمین آمینواسید زنجیرهٔ بتای هموگلوبین با اثر جهش دگرمعنا، باعث داسی‌شکل شدن گویچه‌های قرمز می‌شود.

۱۹۸ شکل‌نامهٔ گروه‌های خونی

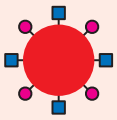
در گروه خونی ABO خون به چهار گروه AB، B، A و O گروه‌بندی می‌شود. این گروه‌بندی بر مبنای بودن یا نبودن دو نوع کربوهیدرات به نام‌های A و B در غشای گویچه‌های قرمز است.

اضافه شدن کربوهیدرات‌های A و B به غشای گویچه‌های قرمز یک واکنش آنزیمی است.

افراد با گروه خونی BO و BB هر کدام تعداد کربوهیدرات B یکسانی در سطح غشای گویچهٔ قرمز خود دارند.

افراد با گروه خونی AB تعداد کربوهیدرات یکسانی با افراد A و B دارند ولی نصف آن‌ها A و نصف دیگر B می‌باشند.

مبنای گروه خونی ABO

	گروه خونی O	گروه خونی AB	گروه خونی B	گروه خونی A
گویچهٔ قرمز				
نوع کربوهیدرات گویچهٔ قرمز	هیچ‌کدام	A و B	B	A

در رابطه با گروه خونی ABO، تعداد ژن‌نمود خالص با تعداد ژن‌نمود ناخالص (هتروزیگوت) برابر است. دارای ۳ دگره، ۶ ژنوتیپ و ۴ فنوتیپ است.

از ۶ ژنوتیپ، سه مورد خالص و سه مورد ناخالص هستند که جایگاه ژن‌های آن روی جفت کروموزوم شمارهٔ ۹ است.

در اثر رونویسی از روی ژن‌های مربوطه رنا تولید می‌شود و از ترجمهٔ رنا پروتئین‌های آنزیمی که در اثر راه انداختن یک‌سری واکنش‌ها کربوهیدرات به غشا افزوده می‌شود.

اگر هیچ‌یک از دو آنزیم A و B وجود نداشته باشد آن‌گاه هیچ کربوهیدراتی مربوط به گروه خونی به غشا اضافه نخواهد شد.

دگره‌های A و B نسبت به هم هم‌توان هستند و نسبت به دگرهٔ O بارز هستند.

در رابطهٔ هم‌توانی وجود هر دو دگره موجب بیان هر دو دگره می‌شود نه حالتی میان آن دو.

در گروه خونی O^- هیچ گیرنده‌ای برای گروه خونی وجود ندارد ولی گویچهٔ قرمز دارای گیرنده‌های دیگری برای موارد دیگر است.

در گروه خونی O حتی مولکول پایهٔ کربوهیدرات‌های مرتبط با گروه خونی ABO نیز وجود ندارد.

هر دو نوع گروه خونی Rh و ABO، تک‌ژنی و مستقل هستند.

تنها در آمیزشی که یک والد ژن‌نمود AO و والد دیگر ژن‌نمود BO داشته باشد، امکان تولد فرزندانی با هر ۴ نوع گروه خونی وجود دارد.

در صورتی که دو فرزند AB و O در یک خانواده متولد شوند، یکی از والدین AO و دیگری BO خواهد بود.

در آمیزش AO و BO، هر چهار نوع فنوتیپ گروه خونی به وجود می‌آید.

در آمیزش‌های AB و AB، AO و AB، AB و BO، فقط گروه خونی O ایجاد نمی‌شود.

اسپرم برای هر صفت گروه خونی در شرایط طبیعی یک دگره دارد.

گویچهٔ قرمز سالم قطعاً دارای این پروتئین‌هاست: آنزیم کربنیک‌انیدراز، پمپ سدیم - پتاسیم، کانال‌های غشایی، هموگلوبین، آنزیم‌های مؤثر در قندکافت و تخمیر لاکتیکی.

نکات ترکیبی

ترکیب با فصل ۶ زیست یازدهم:

۱ یاختهٔ تک‌هسته‌ای در مرحلهٔ G_1 برای یک صفت تک‌جایگاهی دو دگره دارد.

۲ یاختهٔ تک‌هسته‌ای در مرحلهٔ S برای یک صفت تک‌جایگاهی چهار دگره دارد.

ترکیب با فصل ۷ زیست یازدهم: اسپرماتوسیت ثانویه دو دگره دارد.

۱۴۷ تعبیرهای طراحی تست

هر رابطهٔ بین‌اللی که...	
در ژن مربوط به گروه خونی ABO انسان دیده می‌شود.	هم‌توانی - بارز و نهفتگی
هر رخ نمود، ژن‌نمود مخصوص به خود را دارد.	هم‌توانی - بارزیت ناقص
در یکی از رخ نمودها هر واسط حالت‌های خاص دیده می‌شود.	بارزیت ناقص
تعداد ژن‌نمودهای ممکن بدون تأثیر از محیط بیشتر از رخ نمود است.	بارز و نهفتگی
وجود یکی از دگره‌ها اثر بروز دگره دیگر را می‌پوشاند.	بارز و نهفتگی
در حالت ناقالص رخ‌نمود حاصل با محصول هر یک از ژن‌نمودهای دیگر متفاوت است.	هم‌توانی - بارزیت ناقص
هر ژن‌نمودی که موجب اضافه شدن...	
دو نوع کربوهیدرات به غشای گویچه‌های قرمز می‌شود.	AB
یک نوع کربوهیدرات به غشای گویچه‌های قرمز می‌شود.	BO ،AO ،AA ،BB
هیچ نوع کربوهیدراتی به غشای گویچه‌های قرمز نمی‌شود.	OO

گفتار ۲

۱۴۸ بیماری‌های نهفته

موارد مقایسه	وابسته به X نهفته	مستقل از جنس نهفته
ناقل دارد؟	فقط زنان دارای یک دگرهٔ بیماری	همهٔ افراد دارای یک دگرهٔ بیماری
تعداد الل لازم برای بروز بیماری	در مردان یکی و در زنان دوتا	در همه دوتا
تولد پسر بیمار از پدر و مادر سالم	+	+
تولد دختر بیمار از پدر و مادر سالم	−	+
تولد دختر سالم از پدر و مادر بیمار	−	−
تولد پسر سالم از پدر و مادر بیمار	−	−
تولد پسر سالم از پدر سالم و مادر بیمار	−	+
تولد دختر سالم از پدر سالم و مادر بیمار	+	+
تولد دختر بیمار از پدر بیمار و مادر سالم	+	+
تولد پسر بیمار از پدر بیمار و مادر سالم	+	+

۱۴۹ ژنتیک گیاهی دانهٔ نهان‌دانگان

نوع دانهٔ نهان‌دانگان	پوستهٔ دانه	لپه و رویان	یافتهٔ اندوخته‌دار (آندوسپرم‌دار)
دانهٔ اولیه	$2n$ با فرمول والد ماده	$2n$ حاصل از لقاح	$3n$ ← n از یافتهٔ جنسی نر؛ $2n$ شبیه هم از یافته دوهسته‌ای مادر
دانهٔ بالغ تک‌لپه‌ای	$2n$ با فرمول والد ماده	$2n$ حاصل از لقاح	$3n$ ← n از یافتهٔ جنسی نر؛ $2n$ مشابه از یافته دوهسته‌ای مادر
دانهٔ بالغ دولپه‌ای	$2n$ با فرمول والد ماده	$2n$ حاصل از لقاح	$2n$ حاصل از لقاح (شبیه‌لپه)

۱۵۰ تعیین رنگ در ذرت

فنوتیپ‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
الل بارز	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ژنوتیپ‌ها	۱	۳	۶	۷	۶	۳	۱
جایگاه ناخالص هر ژنوتیپ	۰	۱	(۰–۲)	(۱–۳)	(۰–۲)	۱	۰
جایگاه خالص هر ژنوتیپ	۳	۲	(۱–۳)	(۰–۲)	(۱–۳)	۲	۳

زیست دوازدهم
فصل چهارم

گفتار ۱

۱۵۱ انواع جهش کوچک جانشینی در آن پروتئین‌ساز

موارد مقایسه	دگرمعنا	خاموش	بی‌معنا
طول ژن	بدون تغییر	بدون تغییر	بدون تغییر
طول رنای پیک	بدون تغییر	بدون تغییر	بدون تغییر
طول رشتهٔ پپتیدی	بدون تغییر	بدون تغییر	کاهش
فعالیت ریبوزوم	بدون تغییر	بدون تغییر	کاهش
نوع آمینواسیدها	تغییر **می‌کند**	بدون تغییر	کم می‌شود
ساختار دنا	تغییر **می‌کند**	تغییر **می‌کند**	تغییر **می‌کند**
طول پروتئین	طبیعی	طبیعی	کوتاه‌تر
نوع آمینواسید	تغییر **می‌کند**	بدون تغییر	تغییر **می‌کند**
تعداد آمینواسید	بدون تغییر	بدون تغییر	کاهش
طول دنا و رنای پیک	بدون تغییر	بدون تغییر	بدون تغییر
توالی نوکلئوتیدی رنای پیک (نوع رمز)	تغییر **می‌کند**	تغییر **می‌کند**	تغییر **می‌کند**

جهش جانشینی	جهش حذف و اضافه
در یک موقعیت یک یا چند جفت نوکلئوتید جابه‌جا می‌شود.	در یک موقعیت یک یا چند جفت نوکلئوتید می‌تواند حذف یا اضافه شود.
می‌تواند در طول رشتهٔ پپتیدی تغییر ایجاد کند.	می‌تواند در طول رشتهٔ پپتیدی تغییر ایجاد کند.
طول دنا و رنا تغییر نمی‌کند.	طول دنا و رنا تغییر می‌کند.
قطعاً جفت نوکلئوتید در دنا دچار تغییر می‌شود.	قطعاً جفت نوکلئوتید در دنا دچار تغییر می‌شود.
معمولاً توالی رشتهٔ پپتیدی را تغییر می‌دهد (به‌جز نوع خاموش که جهش روی کُدون‌های رمزدار نوکلئوتیدی رخ دهد).	معمولاً توالی رشتهٔ پپتیدی را تغییر می‌دهد.
با کاریوتیپ مشخص نمی‌شود.	با کاریوتیپ مشخص نمی‌شود.

۱۹۹ شکل‌نامهٔ جهش‌های بزرگ

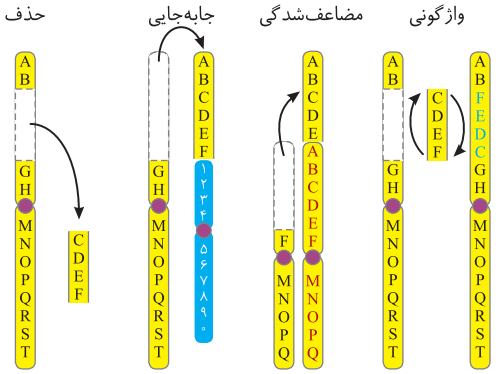
جهش‌های بزرگ دو نوع تغییر در تعداد (عددی) و تغییر در ساختار کروموزوم دارند که آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

همهٔ جهش‌های بزرگ **عددی** با کاریوتیپ قابل مشاهده هستند ولی جهش‌های ساختاری جای بحث دارند.

دقت کنید که در جهش مضاعف‌شدگی برخلاف کراسینگ‌اور (که جهش هم محسوب نمی‌شود)، **تبادل** قطعات بین کروموزوم‌های همتا نداریم و فقط نوع یک‌طرفه است.

بعضی ناهنجاری‌های کروموزومی توسط کاریوتیپ قابل تشخیص‌اند (نه همهٔ آن‌ها!) جهش‌های حذف، مضاعف‌شدگی و جابه‌جایی بین دو کروموزوم قطعاً در کاریوتیپ مشخص می‌شوند.

در جهش حذفی، قطعاً شکسته شدن پیوند فسفودی‌استر را داریم اما در صورتی تشکیل پیوند فسفودی‌استر را نیز می‌توانیم مشاهده کنیم که قطعهٔ حذف شده در یک انتهای کروموزوم نبوده باشد و قسمت‌های باقی مانده دوباره به هم متصل شوند.



«انواع ناهنجاری‌های ساختاری در فام‌تن‌ها»

در جهش واژگونی و جابه‌جایی، قطعهٔ جداشده می‌تواند به همان کروموزوم متصل شود. در این صورت اگر در محل انجام آن سانترومر نباشد در واژگونی که اصلاً ولی در جابه‌جایی ممکن است با کاریوتیپ مشخص نشوند.

در جهش واژگونی طول فام‌تن هیچ‌گاه تغییر نمی‌کند، اما در جهش جابه‌جایی **ممکن** است طول فام‌تن دچار تغییر گردد (در حالت بین دو کروموزوم).

در جهش مضاعف‌شدگی قطعاً ولی در جهش جابه‌جایی، قطعهٔ جداشده می‌تواند به کروموزوم **دیگر** متصل شود.

در جهش‌های جابه‌جایی، مضاعف‌شدگی و واژگونی، قطعاً شکستن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر مشاهده می‌شود.

در جهش حذف، اگر قطعه‌ای در **وسط** کروموزوم حذف شود، دو قطعهٔ کروموزوم در بالا و پایین قسمت حذف شده و جدا از هم ایجاد می‌شوند که به هم متصل می‌شوند.

در جهش ساختاری حذف، اگر قسمت حذف شده در دو انتهای کروموزوم باشد، **دو** پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شوند اما اگر قطعهٔ حذف شده در وسط کروموزوم باشد، **چهار** پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شوند و برای اتصال دو قطعهٔ ایجاد شده، دو پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شوند.

در جهش جابه‌جایی که بین دو کروموزوم **غیرهمتا** رخ می‌دهد، در کروموزومی که قطعه از آن جدا می‌شود، در یک یا دو نقطه شکسته می‌شود؛ اما کروموزوم پذیرندهٔ قطعهٔ جدا شده، در یک نقطه شکسته می‌شود، یا اصلاً شکسته نمی‌شود و به یکی از دو سر آن وصل می‌شود.

در همهٔ انواع جهش‌های جابه‌جایی برای اتصال قطعهٔ جدا شده به محل نهایی خود در کروموزوم پذیرنده، ۲ یا ۴ پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. اگر محل اتصال قطعه در انتهای کروموزوم باشد، ۲ پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. اما اگر جایگاه اتصال قطعهٔ دنا در وسط کروموزوم باشد، ۴ پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود.

در جهش واژگونی بخشی از یک کروزموزوم جدا شده که به صورت معکوس **به جای خود** متصل می‌شود و در این حالت **طول** کروموزوم **ثابت** می‌ماند و ممکن است شکسته شدن از وسط یک ژن رخ دهد و تعداد ژن‌های سالم کم شوند.

در جهش واژگونی بخشی از یک کروزموزوم جدا شده اگر شامل **سانترومر** باشد، ممکن است طول سر کروماتید تا سانترومر نسبت به حالت قبلی، تغییر کند.

جهش مضاعف‌شدگی برخلاف سایر جهش‌های بزرگ، حتماً به دو کروموزوم همواره نیاز دارد.

اگر جهش ساختاری حذف، مضاعف شدگی و جابه‌جایی در یکی از **فامینگ‌ها** (کروماتیدها) رخ دهد، تنوع دگره‌های کروموزوم تغییری نمی‌کند. زیرا فامینگ‌های خواهری دگره‌های یکسانی دارند (البته خیلی نادره از این سؤال بشه!).

در همهٔ جهش‌های ساختاری، قطعاً پیوند فسفودی‌استر شکسته می‌شود اما لزوماً در همه پیوند فسفودی‌استر تشکیل نمی‌شود. (مثل جهش حذفی)

جهش مضاعف‌شدگی، در یاخته‌های **فاقد** کروموزوم همتا مانند باکتری‌ها، زنبور عسل نر، اووسیت ثانویه و ... دیده نمی‌شود.

در هیچ‌یک از چهار ناهنجاری ساختاری کروموزومی مذکور، شکستن یا تشکیل پیوند **هیدروژنی** دیده نمی‌شود.

جهش مضاعف‌شدگی می‌تواند در گامت جانداری رخ دهد، گامت مثلاً در جانداری $4n$ می‌تواند $2n$ باشد (مثلاً در گُل مغربی $4n$ و گندم $6n$).

در بین جهش‌ها، فقط در جهش حذفی کروموزومی قسمتی از مادهٔ وراثتی کاملاً از بین می‌رود.
در جهشی که یک کروموزوم به کروموزوم دیگر تعدادی ژن می‌دهد، می‌تواند مضاعف‌شدگی یا جابه‌جایی باشد.
در جهش حذفی نمی‌توان گفت کروموزوم نسبت به کروموزوم همتایش قطعاً کوتاه‌تر می‌شود، ممکن است یاختهٔ موردنظر هاپلوئید باشد.
جهشی که می‌تواند منجر به فقط **یک** کروموزوم جهش یافته شود، حذف، واژگونی و جابه‌جایی است.
جهشی که در آن تعداد نوکلئوتیدها (*قندهایش*، *بازهایش*) و طول کروموزوم تغییری نکند، واژگونی و جابه‌جایی است.
جهشی که اگر به موازات محل قرارگیری ژنی به سراغ کروموزوم همتایش بروی در محل مورد انتظار، آلل را نمی‌توان بیابی! هر ۴ مدل جهش می‌تواند باشد. (*حذف*، *وارگونی*، *جابه‌جایی*، *مضاعف‌شدگی*)
در یاختهٔ انسانی بین جفت کروموزوم **جنسی** قطعه‌ای تبادل شده؛ چون در مرد X با Y همتا نیست، **جابه‌جایی** است و در زن **مضاعف‌شدگی** است.
چه جهشی را در **هر** یاختهٔ زندهٔ انسانی می‌توان دید؟ هیچکدام (*گویچهٔ قرمز بالغ اصلاً هسته ندارد*).
در جهشی که یک کروماتید به کروماتید دیگر تعدادی ژن می‌دهد، اگر کروماتید گیرندهٔ خواهری باشد قطعاً **جابه‌جایی** است ولی اگر کروماتید گیرندهٔ **غیر**خواهری باشد، مضاعف‌شدگی و جابه‌جایی می‌تواند باشد.
جهش جانشینی خاموش و دگرمعنا تغییری در طول رشتهٔ پلی‌پپتیدی ایجاد نمی‌کنند اما جهش جانشینی **بی‌معنا** سبب تغییر طول رشتهٔ پپتیدی و **کوتاه**شدن آن می‌شود.
در بین جهش‌های تغییر چارچوب که مضربی از ۳ نیستند، هر چه محل تغییر به **ابتدای** ژن نزدیک‌تر باشد، تأثیر مخرب جهش روی پروتئین حاصله **بیشتر** است.
جهشی که منجر به کوتاه شدن یک کروموزوم، کاهش نوکلئوتیدها و قندهایش (*دئوکسی ریبوز*) و بازهای آلی، کاهش تعداد پیوند فسفودی‌استر در **یک** کروموزوم شود، می‌تواند حذف و مضاعف‌شدگی و جابه‌جایی باشد.
جهشی که قطعه‌ای از یک کروموزوم جدا و به **خودش** همان یک قطعه متصل می‌شود، جابه‌جایی و واژگونی است.
جهش بزرگی که بتواند عملکرد ژنی را مختل کند، هر ۴ مدل جهش می‌تواند باشد. (*حذف*، *وارگونی*، *جابه‌جایی*، *مضاعف شدگی*)
جهشی که ترتیب قرارگیری ژن‌های یکسان روی یک کروماتید نسبت به کروماتید خواهری‌اش متفاوت است می‌تواند جابه‌جایی یا واژگونی باشد، *چون در یک کروموزوم گفته رخ می‌دهد که می‌تونه در یک یا دو کروماتید باشه!*
جهشی که روی یک کروماتید از یک کروموزوم ۲ نسخه از چند ژن باشد، اگر از کروموزوم همتایش آمده باشد، مضاعف شدگی است و اگر از کروماتید خواهری‌اش آمده باشد، جابه‌جایی است.
جهشی که یک کروموزوم یا یک کروماتید برای صفاتی که به طور طبیعی بر روی آن نیست، آلل هایی دارد جهش **جابه‌جایی** است چون بین غیرهمتاها بوده است.
جهشی که اگر یک کروموزوم برای برخی از صفاتش هیچ آللی نداشته باشد می‌تواند جهش حذف یا مضاعف‌شدگی و یا جابه‌جایی باشد.
جهشی که تعداد نوکلئوتیدها و پیوند فسفودی‌استر هیچ کروموزومی را تغییر نمی‌دهد، واژگونی یا جابه‌جایی (*در یک کروموزوم*) می‌باشد.
هیچ یک از جهش‌های ساختاری، میزان **ژن‌های** یاخته را **افزایش** نمی‌دهند.

۱۵۳ پیامد جهش

موارد مقایسه	اثر بر توالی دنا	اثر بر توالی رنا	اثر بر توالی آمینواسیدی پروتئین	اثر بر مقدار پروتئین
جهش در توالی درون‌ژنی	+	+	*می‌تواند داشته باشد.*	−
جهش در توالی بین ژنی غیرتنظیمی	+	−	−	−
جهش در توالی بین ژنی تنظیمی	+	−	−	*می‌تواند داشته باشد.*

گفتار ۲

۱۵۴ عوامل مؤثر در تغییر جمعیت

موارد مقایسه	جهش	رانش	شارش	آمیزش غیرتصادفی	انتخاب طبیعی
مشاهدهٔ الل جدید	+	−	*ممکن است در جمعیت مقصد الل جدیدی ظاهر شود.*	−	−
افزایش سازگاری جمعیت با محیط	*در صورتی که الل‌های جدید سازگارتر باشند.*	*اگر رانش باعث حذف الل‌های ناسازگار شود، سازگاری جمعیت با محیط را افزایش می‌دهد.*	*بستگی با الل‌های شارش یافته دارد.*	*بستگی به الل‌هایی دارد که به نسل بعد منتقل می‌شوند.*	+
افزایش تنوع	+	−	*ممکن است در جمعیت مقصد تنوع اللی افزایش یابد.*	−	−
کاهش تنوع	*اگر صفت نامطلوب ایجاد کند می‌تواند باعث مرگ و کاهش تنوع گردد.*	*اگر رانش موجب حذف کامل برخی الل‌ها شود، می‌تواند باعث کاهش تنوع شود.*	*ممکن است در جمعیت مبدأ کاهش تنوع رخ دهد.*	+	+

۱۵۵ گونه‌زایی و جمعیت

حفظ و افزایش گونه‌زایی در جمعیت	گونه‌زایی درگره‌ای در گامت‌ها	آرایش مختلف کروموزوم‌ها در مرحلهٔ متافاز میوز ۱	وابسته به تولیدمثل جنسی
	نوترکیبی	فرایند کراسینگ‌اور در مرحلهٔ پروفاز میوز ۱	
	جهش	تنها سازوکار ایجادکنندهٔ دگرهٔ جدید	عوامل برهم زنندهٔ تعادل
	شارش	انتقال دگره‌های جدید از جمعیت مبدأ به جمعیت مقصد	
کاهش گونه‌زایی در جمعیت	رانش	حذف دگره‌ها در اثر رویدادهای تصادفی	
	آمیزش غیر تصادفی	حذف رخ‌نمودهایی که در انتخاب جفت، انتخاب نمی‌شوند.	
	انتخاب طبیعی	حذف رخ‌نمودهایی که در شرایط محیطی خاص، نامطلوب هستند.	
	شارش	در صورت وقوع شارش یک جهته، در جمعیت مبدأ	

۱۵۶ رابطهٔ کم‌خونی داسی‌شکل و مالاریا

انواع ژن‌نمود بیماری کم‌خونی داسی‌شکل	رخ‌نمود از نظر داسی	در محیط عادی	در محیط دارای اکسیژن کم	در محیط مالاریاخیز
Hb^AHb^A	سالم خالص	زنده هستند (گویچهٔ قرمز کروی)	زنده هستند (گویچهٔ قرمز کروی)	اگر مالاریا بگیرند، مقاومتی ندارند و معمولاً در **اثر مالاریا** می‌میرند.
Hb^AHb^S	سالم ناقل	زنده هستند (گویچهٔ قرمز کروی دارند.)	برخی گویچه‌های آن‌ها داسی شده و کمی مشکل دارند.	اگر آلوده به عامل مالاریا شوند، گویچهٔ دارای انگل آن‌ها داسی شده و در حقیقت بیماری مالاریا نمی‌گیرند. این افراد مقاوم به مالاریا هستند.
Hb^SHb^S	بیمار	معمولاً در سن پایین در اثر بیماری کم‌خونی داسی‌شکل می‌میرند.	معمولاً در سن پایین در اثر بیماری داسی‌شکل می‌میرند.	معمولاً در سن پایین در اثر بیماری داسی‌شکل می‌میرند ولی در صورت بقا به مالاریا مقاوم هستند.

۱۵۷ مقایسهٔ گونه‌زایی درگره‌ای و نوترکیبی

موارد مقایسه	گونه‌زایی درگره‌ای در گامت‌ها	نوترکیبی
در چه مرحله‌ای رخ می‌دهد؟	متافاز ۱	پروفاز ۱
شکسته شدن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر	نداریم.	داریم.
جابه‌جایی قطعات بین کروموزوم‌ها	رخ نمی‌دهد.	رخ می‌دهد.
تنوع گامت‌ها	افزایش	افزایش
تنوع دگره‌ها	ثابت	ثابت
اندازهٔ کروموزوم‌ها	ثابت	ثابت

گفتار ۳

۱۵۸ تشریح مقایسه‌ای

	ساختارهای همتا	ساختارهای آنالوگ	ساختارهای وستیجیال
تعریف	اندام‌هایی که طرح ساختاری آن‌ها یکسان است و کار آن‌ها می‌تواند مشابه باشد یا نباشد.	ساختارهایی که کار یکسان اما ساختار متفاوت دارند.	ساختارهای ساده و کوچک و ضعیف شده‌ای هستند که ممکن است فاقد کار خاصی باشند.
چه چیزی را نشان می‌دهد؟	جانداران دارای ساختارهای همتا از گونهٔ مشترکی مشتق شده‌اند و در رده‌بندی استفاده می‌شوند.	برای پاسخ دادن به یک نیاز، جانداران به روش‌های گونه‌زایی سازش پیدا کرده‌اند. برای رده‌بندی استفاده نمی‌شوند.	وجود ارتباط میان جانداران دارای اندام وستیجیال و سایر مهره‌داران برای رده‌بندی استفاده می‌شوند.
مثال	اندام‌های حرکتی جلویی بیشتر مهره‌داران	بال کبوتر و بال پروانه	بقایای پا در لگن مار

۱۵۹ انواع گونه‌زایی

گونه‌زایی هم‌میهنی	گونه‌زایی دگرمیهنی
با ایجاد جدایی تولیدمثلی روند ایجاد گونهٔ جدید شروع می‌شود.	در صورت کامل شدن جدایی تولیدمثلی، گونهٔ جدید ایجاد می‌شود.
سدّ جغرافیایی در ایجاد آن تأثیری ندارد.	سدّ جغرافیایی در عامل شروع این گونه‌زایی است.
اساس ایجاد این نوع گونه‌زایی، خطای **میوزی** است.	اساس ایجاد این نوع گونه‌زایی، جدایی جغرافیایی گونه‌ها از هم و **توقف** شارش ژن است.
هر نوع جهشی می‌تواند در بروز این نوع گونه‌زایی مؤثر باشد.	هر نوع جهشی می‌تواند در بروز این نوع گونه‌زایی مؤثر باشد.
هر عامل تغییردهندهٔ فراوانی ژنی، می‌تواند در ایجاد این نوع گونه‌زایی نقش داشته باشد.	هر عامل تغییردهندهٔ فراوانی ژنی به جز شارش ژنی، می‌تواند در ایجاد این نوع گونه‌زایی نقش داشته باشد.
از ابتدا گونه‌زایی با ایجاد دو ژنوم رخ می‌دهد.	ابتدا دو فراوانی ژنی و دو جمعیت ایجاد می‌شود.

۱۶۰ گل مغربی

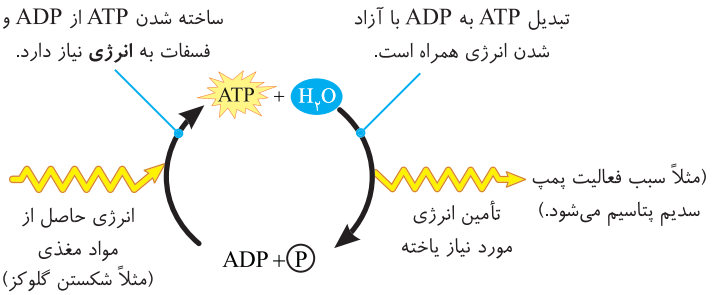
گل مغربی دیپلوئید ($2n=14$)	گل مغربی تتراپلوئید ($4n=28$)
هر مجموعهٔ کروموزومی آن دارای ۷ کروموزوم غیر همتا می‌باشد.	هر مجموعهٔ کروموزومی آن دارای ۷ کروموزوم غیر همتا می‌باشد.
دو مجموعه کروموزوم دارد.	چهار مجموعهٔ کروموزوم دارد.
یافته‌های حاصل از میوز آن فاقد کروموزوم همتا می‌باشد.	یافته‌های حاصل میوز آن دارای کروموزوم همتا می‌باشد.
تفم اصلی $2n$ و تفم ضمیمه $3n$ دارد.	تفم اصلی $4n$ و تفم ضمیمه $6n$ دارد.

زیست دوازدهم — فصل پنجم

گفتار ۱

۲۰۰ شکل‌نامهٔ تبدیل ATP به ADP و برعکس

تولید ATP طی واکنش سنتزآبدهی و مصرف آن طی واکنش هیدرولیز و مصرف آب صورت می‌گیرد.
در سنتزآبدهی به دلیل تولید آب، فشار اسمزی کاهش و در هیدرولیز به دلیل مصرف آب، فشار اسمزی بیشتر می‌شود.

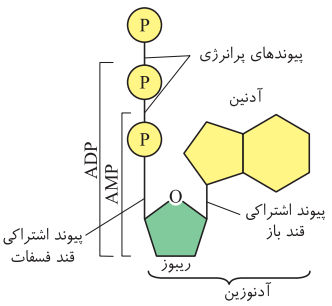


نکات ترکیبی

- ترکیب با فصل ۱ زیست دهم: انرژی استفاده شده در انتقال فعال، **می‌تواند** از ATP تامین شود ولی در برون‌رانی و درون‌بری قطعاً ATP مصرف می‌شود.
- ترکیب با فصل ۱ زیست یازدهم: پمپ سدیم - پتاسیم، برای انتقال یون‌ها از ATP استفاده می‌کند و همچنین سر میوزین در انقباض ماهیچه توانایی شکستن ATP را دارد.

۲۰۱ شکل‌نامهٔ ساختار ATP

ATP دارای سه حلقه می‌باشد که حلقه‌های پنج‌ضلعی آن به هم متصل هستند و یکی از کربن‌های قند پنج‌کربنه ریبوز در خارج از حلقه و در اتصال به فسفات می‌باشد.
در ساختار ATP، یک حلقهٔ شش‌ضلعی و دو حلقهٔ پنج‌ضلعی آلی وجود دارد و بین باز آلی و فسفات‌ها هیچ پیوندی وجود ندارد.
قند برخلاف باز آلی فاقد توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی می‌باشد.
ATP طی ۳ مرحله ساخته می‌شود:
اضافه شدن گروه فسفات به آدنوزین: AMP ③ اضافه شدن گروه فسفات به AMP : ADP ④ اضافه شدن گروه فسفات به ADP : ATP
انرژی مولکول ATP در پیوندهای بین گروه‌های فسفات قرار دارد. از طرفی به مجموعهٔ ریبوز و باز آلی آدنین، آدنوزین گفته می‌شود.



۲۰۲ شکل‌نامهٔ کرآتین‌فسفات

«ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده»

تولید ATP به سه روش صورت می‌گیرد:
- در سطح پیش‌ماده ← از فسفات آزاد استفاده نمی‌کند.
- اکسایشی ← از انرژی اکسایش مواد آلی استفاده می‌کند.
- نوری ← از انرژی نور خورشید استفاده می‌کند.

کرآتین‌فسفات با دادن یک گروه فسفات به ADP، در تولید ATP نقش دارد؛ این واکنش در ماهیچه انجام می‌شود. با توجه به شکل محل اتصال همهٔ مواد در یک سمت این آنزیم می‌باشد.

آنزیم ساخت ATP در این واکنش ۲ جایگاه با ۵ محل اتصال دارد که در محل فعال خود فسفات از کرآتین جدا شده و به ADP وصل می‌شود.

کرآتین و ADP در دورترین فاصله نسبت به هم قرار می‌گیرند.

گروه فسفات مولکول کرآتین‌فسفات به خارجی‌ترین فسفات در ساختار ADP متصل می‌شود تا مولکول ATP ساخته شود.

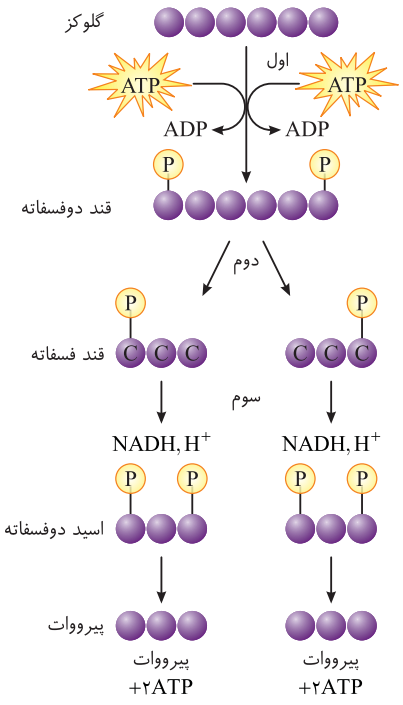
هر پیش‌مادهٔ این آنزیم فسفات‌دار است ولی فقط یک محصول آن که ATP است فسفات دارد (کرآتین فسفات ندارد).

در این واکنش ابتدا یک پیوند اشتراکی بین کرآتین و فسفات شکسته و سپس یک پیوند اشتراکی بین فسفات و ADP تشکیل می‌شود.

تولید ATP

موارد مقایسهٔ	در سطح پیش‌ماده	ساخته شدن اکسایشی	ساخته شدن نوری
محل انجام در یوکاریوت‌ها	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و درون میتوکندری	میتوکندری	کلروپلاست
منبع فسفات	مولکولی فسفات‌دار	فسفات‌های آزاد درون میتوکندری	فسفات‌های آزاد درون کلروپلاست
مصرف اکسیژن	−	+	−
تولید کربن‌دی‌اکسید	−	−	−
نیاز به زنجیرهٔ انتقال الکترون	−	+	+
تولید آب و مصرف انرژی	+	+	+
استفاده از انرژی شیب غلظت یون هیدروژن	−	+	+
مثال	تولید ATP از کرآتین فسفات تولید ATP در مرحله چهارم قندکافت تولید ATP در چرخه کربس	تولید ATP توسط آنزیمی در غشای داخلی راکیزه	تولید ATP توسط آنزیمی در غشای تیلاکوئید سبزدیسه

۲۰۳ شکل‌نامهٔ قندکافت (گلیکولیز)



فروکتوز فسفاته نسبت به گلوکز دارای سطح انرژی بالاتری می‌باشد چون انرژی دو ATP در آن است.

فروکتوز فسفاته دارای دو فسفات بر روی کربن‌های دو انتهای خود در شماره ۱و۶ می‌باشد.

در مرحله اول قندکافت، دو مولکول فسفات‌دار (ATP) مصرف شده و سه مولکول فسفات‌دار (دو مولکول ADP و یک فروکتوز فسفاته) تولید می‌شوند (پس هر محصولی فسفر دارد).

در دومین مرحلهٔ قندکافت پیوند کربن - کربن شکسته می‌شود و پیش‌ماده همانند محصول قندی فسفاته می‌باشد.

در مرحلهٔ سوم قندکافت، دو ترکیب اسیدی دارای دو فسفات و دو مولکول پرانرژی NADH که دارای دو نوکلئوتید تک‌فسفاته است، تولید می‌شود (پس هر پیش‌ماده و محصولی، فسفر دارد). در این مرحله مقدار فسفات آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم کم می‌شود.

در مرحلهٔ چهارم قندکافت، شش مولکول فسفات‌دار (چهار مولکول ADP و دو مولکول اسید دوفسفاته) مصرف و چهار مولکول سه فسفاته (چهار ATP) تولید می‌شوند (فقط پیرووات فسفر ندارد!).

در نخستین مرحلهٔ فرایند قندکافت، دو نوع مولکول دوفسفاته (ADP و فروکتوزفسفاته) تولید می‌شود و در آخرین مرحله دو نوع مولکول دوفسفاته (ADP و اسید دوفسفاته) مصرف می‌شوند.

در روند قندکافت، پیوند بین دو اتم کربن در فروکتوزفسفاته، پیوند بین دو گروه فسفات در ATP و پیوند بین گروه فسفات و کربن در اسید دوفسفاته شکسته می‌شود.

نسبت فسفات به کربن در فروکتوزفسفاته و قند فسفاته مشابه یکدیگر است.

طی قندکافت، قند فسفاتهٔ سه کربنی اکسایش یافته و الکترون‌های آن برای کاهش دادن به NAD^+ منتقل می‌شوند.

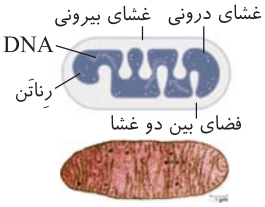
فقط در گام دوم قندکافت، فسفات در واکنش مصرف نمی‌شود.

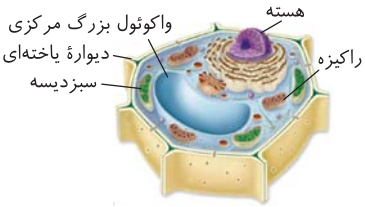
در اولین مرحلهٔ قندکافت همانند اولین مرحلهٔ چرخهٔ کالوین، یک مولکول شش کربنهٔ دو فسفاتهٔ ناپایدار تشکیل شده که به دو مولکول سه کربنهٔ فسفاته تجزیه می‌شود.

بازده محصولات قندکافت، ۲ATP، دو پیرووات، $۲H^+$ و ۲NADH است.

طی قندکافت از هر قند، قند سه‌کربنی تا ایجاد هر پیرووات، یک NAD^+، فسفات و دو ADP مصرف می‌شود تا یک H^+، NADH و دو ATP تولید شود.

۲۰۴ شکل‌نامهٔ میتوکندری



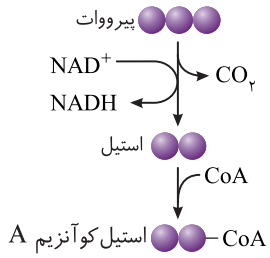


راکیزه اندامکی دوغشایی در یوکاریوت‌ها برای تبدیل ماده به انرژی است که واکنش‌های بخش هوازی تنفس را انجام می‌دهد.
واکنش‌های اکسایش پیرووات، استیل و زنجیرهٔ انتقال الکترون در آن صورت می‌گیرد.
غشای بیرونی صاف و درونی چین‌خورده به سمت داخل دارد که بیشترین ATP را فعالیت غشای درونی انجام می‌دهد.
دنای حلقوی مستقل از هسته و رناتن مخصوص خود را دارد. دنای راکیزه ژنوم سیتوپلاسمی را ایجاد می‌کنند.
پروتئین‌های مورد نیاز آن هم درون رناتن مخصوص و سادهٔ خودش و هم توسط رناتن‌های آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود.
در انتهای آکسون‌ها، هر یاخته با آندوسیتوز و اگزوسیتوز فراوان تراکم زیادی دارد.
در فصل ۵ دهم آموختید که در یاخته‌های مکعبی نفرون‌ها، به صورت عمودبر غشای یاخته به تعداد فراوان حضور دارند.
مطابق شکل در یک یاختهٔ گیاهی، راکیزه‌ها در نزدیک غشا، واکوئول، سبزدیسه و شبکهٔ آندوپلاسمی وجود دارند.
اندازهٔ، طول و قطر اندامک راکیزه، خیلی بیشتر از ۰/۲ میکرومتر است.

نکات ترکیبی

- ترکیب فصل‌های ۲ و ۴ و ۵ دهم: در یاخته‌هایی که به انرژی زیادی نیاز دارند (*مثل یاخته‌های ماهیچه‌ای، یاخته‌های پوشش پرزهای روده، یاخته‌های ریزپرزدار لوله‌ی پیچ‌خورده‌ی نزدیک در گردیزه‌ها*) تعداد زیادی میتوکندی وجود دارد.
- ترکیب فصل ۳ یازدهم: تعداد میتوکندری در تارهای ماهیچه‌ای کند بیشتر از تارهای ماهیچه‌ای تند است.

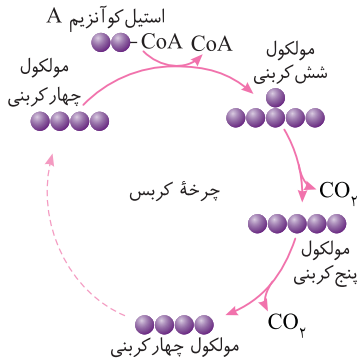
۲۰۵ شکل‌نامهٔ مراحل اکسایش پیرووات



فرایند اکسایش پیرووات، اولین قسمت از بخش هوازی تنفس است که پس از ورود پیرووات با انتقال فعال به راکیزه آغاز می‌شود.
ترتیب مراحل چرخهٔ اکسایش پیرووات:
پیرووات ← آزادشدن CO_2 ← تشکیل $NADH$ ← تشکیل بنیان استیل ← تشکیل استیل کوآنزیم A
چون کوآنزیم A مولکولی **آلی** و دارای کربن است پس استیل کوآنزیم A دارای بیش از دو اتم کربن می‌باشد.
در فرایند گلیکولیز و اکسایش پیرووات، **یک نوع** مولکول حامل الکترون $NADH$ تولید می‌شود اما در چرخهٔ کربس، دو نوع مولکول حامل الکترون $NADH$ و $FADH$ تولید می‌شود.
بنیان استیل نسبت به پیرووات، دو اتم هیدروژن و یک اتم کربن و دو اتم اکسیژن کمتر دارد.
در یاخته‌های یوکاریوتی، هر کربن‌دی‌اکسیدی که طی فرایند تنفس یاخته‌ای آزاد می‌شود، درون میتوکندری آزاد شده است.
چرخهٔ کربس، گلیکولیز و اکسایش پیرووات؛ هر سه با کاهش pH محیط با آزادسازی یون هیدروژن همراه‌اند چون همراه با $NADH$، همواره یک H^+ نیز آزاد می‌شود.
در گلیکولیز هم تولید ATP داریم و هم مصرف ATP؛ در چرخهٔ کربس فقط تولید ATP و در اکسایش پیرووات، ATP نه تولید می‌شود و نه مصرف و در آخر در پی زنجیرهٔ انتقال الکترون، ATP اکسایشی تولید می‌شود.
تنظیم مقدار تنفس یاخته‌ای به ADP و ATP وابسته است و در گلیکولیز و چرخهٔ کربس (*نه اکسایش پیرووات*) انجام می‌شود.
در اکسایش پیرووات آخرین مرحله وارد شدن CoA به ترکیب استیل و تشکیل استیل CoA است و در چرخهٔ کربس، اولین مرحله جدا شدن CoA از ترکیب است.
در چرخهٔ کربس و اکسایش پیرووات برخلاف گلیکولیز، حامل/حاملین الکترون در میتوکندری تولید شده‌اند؛ نه در مایع و فضای سیتوپلاسم.

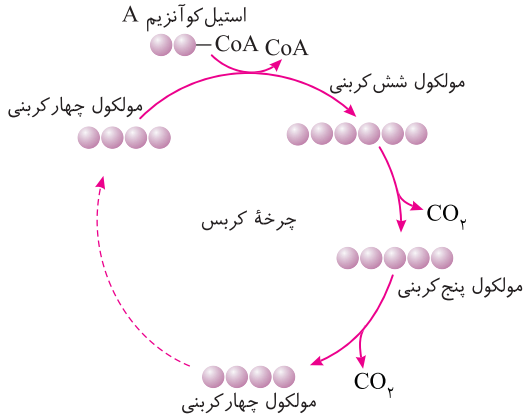
گفتار ۲

۲۰۶ شکل‌نامهٔ چرخهٔ کربس



واکنش روبرو چرخهٔ کربس را نشان می‌دهد که محصولات این چرخه علاوه‌بر ترکیبات اصلی کربن‌دار تولیدی، در مراحل مختلف، شامل ATP، $NADH$ و $FADH_2$ است.
محصولات فوق، در بخش‌ها و مراحل مختلفی از این چرخه تولید می‌شوند ولی همگی در بسترهٔ راکیزه انجام می‌شوند.
$NADH$، $FADH_2$، $NADPH$، مولکول‌های دو نوکلئوتیدی هستند و در ساختار خود واجد یک پیوند فسفودی‌استر می‌باشند.
در طی واکنش‌های چرخهٔ کربس، هر ترکیبی که تعداد اتم کربن مشابه فروکتوز فسفاته دارد، ترکیب شش کربنی است ولی پایدار است و از وسط نصف نمی‌شود.
در طی واکنش‌های چرخهٔ کربس، هر ترکیبی که قادر به آزاد کردن کربن‌دی‌اکسید است ← ترکیب شش و پنج کربنی
تبدیل مواد چهارکربنی به چهار کربن اولیه در چند مرحله و بدون آزاد شدن CO_2 رخ می‌دهد.
در طی واکنش‌های چرخهٔ کربس، هر ترکیبی که قادر به واکنش با استیل کوآنزیم A است ← ترکیب چهارکربنی
در طی واکنش‌های چرخهٔ کربس، هر ترکیبی که پرانرژی است ← ATP، $FADH_2$ و $NADH$
در هر بار چرخهٔ کربس، ۲ کربن تحت عنوان استیل با مولکول ۴کربنی پیوند می‌خورد و ۲ کربن تحت عنوان کربن‌دی‌اکسید در ۲ مرحلهٔ متوالی خارج می‌شود و چرخه با ترکیبات مختلف تکرار می‌شود.
واکنش‌های چرخهٔ کربس برای اکسایش استیل می‌باشد ولی اولین ماده‌ای که اکسایش می‌یابد در حقیقت شش‌کربنی می‌باشند.
در انتهای کربس؛ آنچه از کل تنفس حاصل شده است؛ تعدادی حامل الکترون است که در زنجیرهٔ انتقال الکترون باید انرژی‌اش را آزاد کند و تعدادی ATP و ۶ مولکول کربن‌دی‌اکسید است.

۲۰۷ شکل‌نامهٔ اکسایش کربن‌های گروه استیل در چرخهٔ کربس

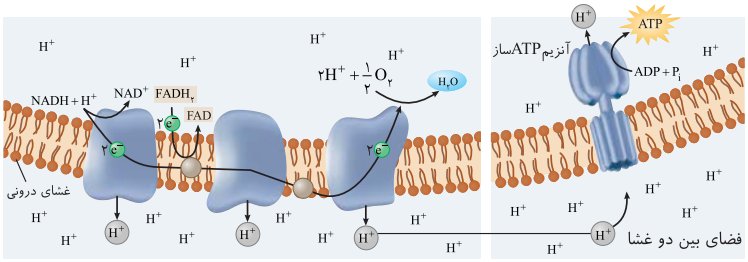


بخش هوازی یا وابسته به اکسیژن در یوکاریوت‌ها ← چرخهٔ کربس

- واکنش‌های چرخه‌ای برای اکسایش گروه استیل در بسترهٔ راکیزه می‌باشد.
- چرخه با مادهٔ چهارکربنی شروع می‌شود و در آخر دوباره‌سازی می‌شود.
- مولکول گلوکز در پایان این مرحله تا حد تشکیل مولکول‌های CO_2 تجزیه شده است.
- واکنش‌های آن به صورت چرخه‌ای از واکنش‌های آنزیمی صورت می‌گیرد.
- مراحل:
  1. ضمن ترکیب استیل کوآنزیم A با مولکول چهارکربنی ← سبب جدا شدن کوآنزیم A و تشکیل مولکول شش کربنی رخ می‌دهد.
  2. اکسایش مولکول شش کربنی به مولکول پنج کربنی با آزاد کردن CO_2
  3. تبدیل مولکول پنج کربنی به اولین مولکول چهارکربنی با آزاد کردن CO_2
  4. بازسازی مولکول چهارکربنی اولیه برای گرفتن استیل کوآنزیم دیگر ← تبدیل **انواع** مولکول‌های چهارکربنی به یکدیگر
- مولکول‌های $NADH$، $FADH_2$ و ATP (*در سطح پیش‌ماده*) در محل‌های **متفاوتی** از چرخه ولی همگی در بسترهٔ راکیزه تشکیل می‌شوند.
- $FADH_2$ ترکیبی نوکلئوتیددار است و بدون آزاد کردن H^+ در این مرحله تولید می‌شود. $FAD + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons FADH_2$
- تا پایان مرحلهٔ چرخه‌های کربس، انرژی حاصل از تجزیهٔ گلوکز، صرف ساخته شدن ATP، $FADH_2$ و $NADH$ شده است.
- تا پایان مرحلهٔ چرخه‌های کربس، همهٔ $6CO_2$ حاصل از تجزیهٔ گلوکز، در بسترهٔ راکیزه آزاد شده‌اند.

- طریقهٔ کاهش NAD^+ و تبدیل به $NADH$ ← ابتدا NAD^+ یک الکترون می‌گیرد و NAD می‌شود ← پس H^+ یک الکترون می‌گیرد همراه هر NAD^+، یک اتم H^+ هم ایجاد می‌شود ← و به صورت H به NAD اضافه می‌شود.
- طریقهٔ کاهش FAD به $FADH_2$: ابتدا دو الکترون به دو پروتون می‌رسد ← سپس دو هیدروژن به FAD می‌رسد ← در این واکنش H^+ ایجاد نمی‌شود.

۲۰۸ شکل‌نامهٔ زنجیرهٔ انتقال الکترون در راکیزه



- $NADH$های تولید شده توسط فرایند گلیکولیز باید وارد میتوکندری شوند در نتیجه باید هم در غشای داخلی و هم در غشای خارجی راکیزه پروتئینی داشته باشیم که بتواند به همراه سایر $NADH$ و $FADH_2$های تولید شده در راکیزه وارد زنجیرهٔ انتقال الکترون شوند تا با اکسایش خود انرژی لازم برای تولید ATP اکسایشی را ایجاد کنند.
- غشای درونی راکیزه، چین‌خورده به سمت داخل است و در نتیجه بزرگ‌تر از غشای خارجی است.
- زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای داخلی راکیزه شامل ۵ عضو است که ۳ پمپ پروتئینی (*عبوردهندهٔ پروتون و نه حامل الکترون*) و دو مولکول کوچک فقط ناقل الکترون دارد.
- پمپ‌های پروتئینی نوعی پروتئین سراسری هستند که در هر دو لایهٔ غشای داخلی راکیزه قرار دارند.
- پمپ‌های پروتئینی با مصرف انرژی جنبشی الکترون‌ها، پروتون‌ها را طی انتقال فعال از فضای درونی راکیزه به فضای بین دو غشا منتقل می‌کنند.
- با وارد شدن پروتون‌ها به فضای بین دو غشا، pH این قسمت اسیدی و pH فضای درونی راکیزه، قلیایی می‌شود.
- بعد پمپ سوم هیچ ناقلی الکترون وجود ندارد و الکترون‌ها را مستقیماً به اکسیژن منتقل می‌کند؛ پمپ‌های قرار گرفته با استفاده از انرژی الکترون‌های داده شده به آن‌ها توسط حامل‌های الکترونی می‌توانند یون هیدروژن را جابه‌جا نمایند.
- اولین مولکول کوچک ناقل الکترون، در بخش آب‌گریز غشا و دومین مولکول در بخش آبدوست لایهٔ خارجی غشای داخلی راکیزه بین پمپ دوم و سوم قرار دارد.
- مولکول ناقلی که بین پمپ اول و دوم قرار دارد با هر دو لایهٔ فسفولیپیدی غشا در تماس است ولی مولکول ناقل بین پمپ دوم و سوم فقط با لایهٔ بیرونی در تماس است.
- الکترون‌های آزاد شده طی اکسایش مولکول‌های $NADH$ ابتدا وارد پمپ پروتئینی اول شده و از هر ۵ عضو زنجیره عبور می‌کنند.
- الکترون‌های آزاد شده طی اکسایش مولکول‌های $FADH_2$ ابتدا وارد مولکول کوچک ناقل الکترون قرار گرفته در بخش آب‌گریز غشا شده و از ۲ پمپ و دو پروتئین ناقل عبور می‌کنند. پس اکسایش هر مولکول $NADH$ نسبت به مولکول $FADH_2$ نقش بیشتری در تولید ATP دارد.
- مولکول آب همانند ATP در فضای درونی راکیزه تولید می‌شود و فرایند تولید آب دو مرحله دارد:
  - مرحلهٔ اول: کاهش O_2 و ایجاد یون اکسید
  - مرحلهٔ دوم: پروتون‌گیری یون اکسید و تولید آب

۱۶۱ زنجیرهٔ انتقال الکترون

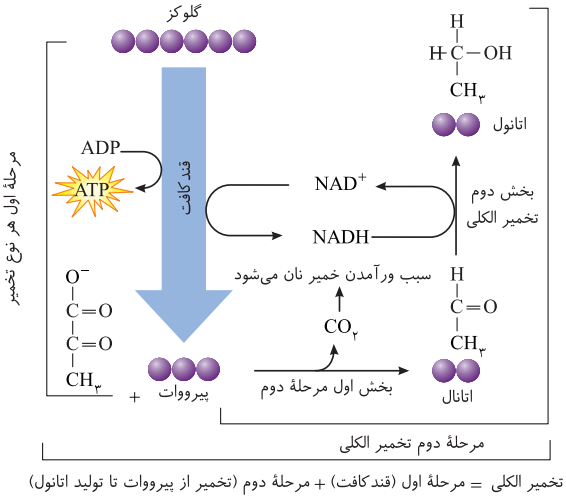
اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون	مولکول اول	مولکول دوم	مولکول سوم	مولکول چهارم	مولکول پنجم
اندازه	بزرگ	کوچک کروی	بزرگ	کوچک کروی	بزرگ
اکسایش و کاهش	+	+	+	+	+
توانایی پمپ کردن یون هیدروژن	+	−	+	−	+
نحوهٔ قرارگیری در غشای درونی میتوکندری	سراسر عرض غشا	در وسط غشا (آب‌گریز)	سراسر عرض غشا	بخش بیرونی غشا	سراسر عرض غشا
تماس با فضای داخلی میتوکندری	+	−	+	−	+
تماس با فضای بین دو غشای میتوکندری	+	−	+	+	+
توانایی انتقال الکترون به اکسیژن و تولید آب	−	−	−	−	+
دریافت الکترون‌های حاصل از اکسایش $NADH$	+	+	+	+	+
دریافت الکترون‌های حاصل از اکسایش $FADH_2$	−	+	+	+	+
دوباره‌سازی گیرندهٔ الکترونی	+ (NAD^+)	+ (FAD)	−	−	−

۱۶۲ گیرنده‌های الکترونی در واکنش‌های سوخت‌وسازی

گیرندهٔ الکترونی‌یوکاریوت‌ها	مخصوص شرکت در واکنش‌های...	سافتار	نکات واکنش	محل مصرف	محل تولید
NAD^+	تنفس یافته‌ای هوازی و واکنش‌های بی‌هوازی (تخمیر)	دی‌نوکلئوتیدی (آلی)	با یک الکترون به صورت خنثی شده NAD درمی‌آید، سپس یک اتم هیدروژن می‌گیرد تا $NADH$ شود و به همراه یک پروتون به صورت $NADH, H^+$ در بیاید.	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم (قندکافت) + راکیزه	پمپ اول زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای درونی راکیزه و در تخمیر سیتوپلاسمی
FAD	ویژه چرخهٔ کربس	دی‌نوکلئوتیدی (آلی)	دو الکترون و دو پروتون به صورت یک مولکول H_2 به آن متصل می‌شود و $FADH_2$ می‌شود.	فقط بستره راکیزه	جزء دوم آب‌گریز زنجیرهٔ انتقال الکترون راکیزه
O_2	انتهای تنفس هوازی زیر پمپ سوم	مولکول معدنی	ابتدا مولکول اکسیژن با کاهش به یون اکسید دو بار منفی تبدیل می‌شود و سپس با گرفتن دو تا پروتون، آب می‌سازد. $\frac{1}{2}O_2+2e^- \rightarrow O^{2-} \Rightarrow O^{2-}+2H^+ \rightarrow H_2O$	زیر پمپ سوم زنجیرهٔ انتقال الکترون در بستره راکیزه	درون تیلاکوئید فتوسنتز
$NADP^+$	واکنش‌های نوری فتوسنتز	مادهٔ آلی دی‌نوکلئوتیدی	ابتدا دو تا الکترون گرفته و $NADP^-$ می‌شود و سپس با یک H^+ ترکیب و $NADPH$ می‌شود و در آخر همراه یک H^+ به صورت $NADPH, H^+$ در بیاید.	بستره سبزدیسه (مرحلهٔ نوری)	بستره‌سبزدیسه (مرحلهٔ مستقل از نور)

گفتار ۳

۲۰۹ شکل‌نامهٔ تخمیر الکلی



تخمیر الکلی دو مرحله دارد، مرحلهٔ اول آن قندکافت با تولید ATP و مرحلهٔ دوم آن با تولید NAD^+ و اتانول و CO_2 می‌باشد.

در فرایند تخمیر الکلی همانند تنفس نوری و اکسایش پیرووات و چرخهٔ کربس، کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شود.

در تخمیر، دو یون هیدروژن طی گلیکولیز از دو قند فسفاته به محیط آزاد می‌شود و سپس دو یون هیدروژن طی بازسازی دو NAD^+ از محیط گرفته می‌شود و pH محیط ثابت می‌ماند.

انرژی اتانول از اتانال بیشتر است چون انرژی الکترون‌های $NADH$ در آن رفته است.

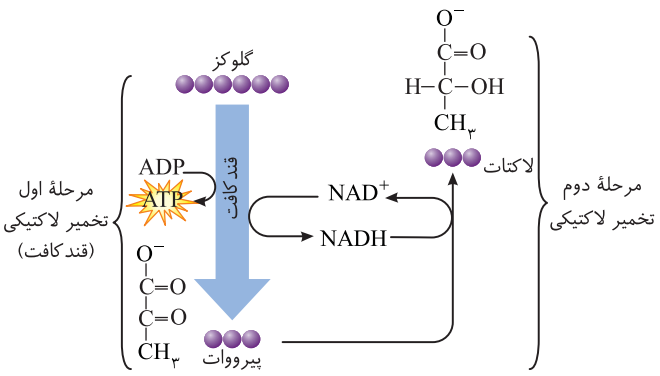
در تخمیر الکلی، آزاد شدن CO_2 مقدم بر مصرف $NADH$ و تولید NAD^+ است. آزاد شدن CO_2 در خمیر نان سبب ور آمدن خمیر نان می‌شود.

به ازای هر گلوکز در تخمیر الکلی، ۲ مولکول CO_2 و ۲ مولکول اتانول تولید می‌شود البته دو ATP هم تولید می‌شود که در سطح پیش‌ماده مربوط به قندکافت بوده است.

تخمیر الکلی
- مرحلهٔ اول (قندکافت) ← محصول نهایی ← $2ATP+2NADH+2H^++$ دو پیرووات
- مرحلهٔ دوم (ادامهٔ قندکافت) ← محصول نهایی ← $2NAD^++2CO_2+$ دو اتانول
- محصول کل ← دو اتانول + دو CO_2 + دو ATP

خروج یک کربن‌دی‌اکسید از پیرووات ممکن است منجر به تولید بنیان استیل در تنفس هوازی و یا مولکول اتانال در تخمیر الکلی شود که هر دو ترکیب، دوکربنی هستند.

۲۱۰ شکل‌نامهٔ تخمیر لاکتیکی



«تخمیر لاکتیکی. علت ترش شدن شیر، لاکتیک‌اسید است.»

تخمیر لاکتیکی همانند تخمیر الکلی، به صورت بی‌هوازی و بدون نیاز به اکسیژن انجام می‌شود و آغاز هر دو فرایند با انجام فرایند قندکافت و تولید پیرووات می‌باشد و هر دو فرایند منجر به بازسازی NAD^+ می‌شوند. هر دو فرایند در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم انجام می‌شوند و پذیرندهٔ نهایی الکترون در هر دو فرایند، نوعی مولکول آلی (اتانال و پیرووات) می‌باشد.

تخمیر لاکتیکی یک مرحله‌ای است که طی آن با دوباره‌سازی NAD^+، تداوم تولید ATP در مرحلهٔ قندکافت صورت می‌گیرد.

در تخمیر لاکتیکی برخلاف تخمیر الکلی پذیرندهٔ نهایی الکترون پیرووات سه‌کربنی می‌باشد.

در تخمیر لاکتیکی همانند تخمیر الکلی، فقط یک نوع ترکیب حامل الکترون تولید می‌شود که همان $NADH$ تولید در گام سوم قندکافت است.

در طی تخمیر لاکتیکی، الکترون‌ها از یک مولکول $NADH$ گرفته شده و به یک مولکول سه‌کربنه به نام پیرووات داده می‌شوند.

لاکتات و پیرووات هر دو سه‌کربنه هستند که انرژی لاکتات از پیرووات بیشتر است.

در تخمیر لاکتیکی برخلاف تخمیر الکلی CO_2 آزاد نمی‌شود که این تنها تنفس یاخته‌ای بدون تولید CO_2 می‌باشد.

انواعی از باکتری‌ها ترکیب لاکتیکی را انجام می‌دهند. در این بین، برخی از باکتری‌ها مانند آنچه در ترش شدن شیر روی می‌دهد، موجب فاسد شدن مواد غذایی می‌شوند. اما انواعی دیگر در تولید مواد غذایی به کار می‌روند. تخمیر لاکتیکی در تولید فراورده‌های شیری و خوراکی‌هایی مانند خیارشور نقش دارد.

تجمع لاکتیک‌اسید در ماهیچه‌ها گیرنده‌های سازش‌ناپذیر درد را تحریک می‌کند.

تجمع لاکتیک‌اسید و اتانول در گیاهان نیز باعث مرگ یاخته‌ای می‌شود. این عمل در ورزش شدید صورت می‌گیرد.

۱۶۳ زیستن با اکسیژن و مستقل از اکسیژن

موارد مقایسه	تخمیر الکلی	تخمیر لاکتیکی	تنفس هوازی
محل انجام	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم	درون راکیزه (در سیتوپلاسم)
در کدام نوع یاخته‌ها حضور دارد؟	پروکاریوت و یوکاریوت	پروکاریوت و یوکاریوت	یوکاریوت و پروکاریوت
مرحلهٔ اول قندکافت	+	+	+
تولید ATP	+ (در سطح پیش‌ماده)	+ (در سطح پیش‌ماده)	+ (پیش‌ماده و اکسایشی)
تولید کربن‌دی‌اکسید	+ (دو عدد)	−	+ (۶ عدد)
کاهش NAD^+ و تولید $NADH$	فقط در مرحلهٔ اول (قندکافت)	فقط در مرحلهٔ اول (قندکافت)	در مرحلهٔ اول و دوم دارد.
اکسایش $NADH$ و تولید NAD^+	هم‌زمان با کاهش اتانال است.	هم‌زمان با کاهش پیرووات است.	هم‌زمان با کاهش جزء اول زنجیره است.
ترکیب نهایی	$2ATP$ + اتانول + CO_2	$2ATP$ + پیرووات	H_2O - CO_2 - ATP
مصرف اکسیژن	−	−	+
ترکیب اولیهٔ اکسایش شده	قند C_3 گلیکولیز	قند C_3 گلیکولیز	قند C_3 گلیکولیز
ترکیب اولیهٔ کاهش یافته	NAD^+ گلیکولیز	NAD^+ گلیکولیز	NAD^+ گلیکولیز
ترکیبی نهایی که کاهش می‌یابد؟	اتانال	پیرووات	اکسیژن معدنی
ترکیبی نهایی که اکسایش می‌یابد؟	$NADH$	$NADH$	اول $NADH$ و سپس $FADH_2$
سرنوشت پیرووات	ابتدا یک CO_2 از دست می‌دهد.	با الکترون‌گیری کاهش می‌یابد.	ابتدا یک CO_2 داده و سپس کاهش می‌یابد.
هدف نهایی	بازسازی NAD^+ و تولید مداوم ATP	بازسازی NAD^+ و تولید مداوم ATP	تأمین ATP
کاربرد معرفی شده در کتاب درسی	ورآمدن نان و در گیاهان	تولید فراورده‌های شیری و خوراکی‌هایی مانند خیارشور – فعالیت شدید ماهیچه‌ها – گیاهان	کسب انرژی لازم مناسب

۱۶۴ رادیکال‌های آزاد

تعریف رادیکال آزاد	عواملی هستند که به علت داشتن الکترون‌های جفت نشده در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند.
آسیب کلی در بدن	رادیکال‌های آزاد می‌توانند با مولکول‌های تشکیل دهنده **بافت‌های بدن** واکنش دهند و به آن‌ها آسیب برسانند. رادیکال‌های آزاد از عوامل ایجاد سرطان هستند.
عوامل مقابله‌کننده با رادیکال‌های آزاد	ترکیبات **پاداکسنده** مثل ترکیبات رنگی موجود در واکوئول‌ها (آنتوسیانین) و رنگ‌دیسه‌ها (کاروتنوئیدها) موجود در میوه‌ها و سبزیجات با رادیکال آزاد واکنش می‌دهند و مانع اثر تخریبی آن‌ها می‌شوند (آگاهانه پاداکسنده نیستند).
تجمع رادیکال‌های آزاد	اگر سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت مبارزه با آن‌ها بیشتر باشد، این رادیکال‌ها مثلاً در راکیزه‌ها جمع می‌شوند و سبب تخریب اندامک و یافته می‌شوند.
علل تجمع رادیکال آزاد در راکیزه	الکل – نقص ژنی
اثر الکل در تجمع رادیکال آزاد راکیزه	○ الکل از یک طرف **سرعت** تشکیل رادیکال آزاد از اکسیژن را در راکیزه افزایش می‌دهد و از طرف دیگر مانع عمل راکیزه در خنثی کردن آن‌ها می‌شود. ○ رادیکال‌های آزاد به **دنای راکیزه** حمله کرده ← راکیزه و سپس یاخته را تخریب می‌کند ← بافت‌مردگی (نکروز کبدی) می‌دهد. ○ به همین دلیل نوشیدن زیاد مشروبات الکلی سبب اختلال در کار کبد می‌شود.
اثر نقص ژنی در رادیکال آزاد راکیزه	نقص در ژن سازندهٔ پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون و **ایجاد پروتئین معیوب** سبب عدم قدرت خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد حاصل از حاصل از اکسیژن توسط راکیزه می‌شود.
عوامل توقف دهنده زنجیرهٔ انتقال الکترون	مواد سمی زیادی هستند که یک یا چند واکنش تنفس هوازی را متوقف کرده و سبب مرگ می‌شوند. **مواد سمی** **سیانید** • واکنش **نهایی** مربوط به انتقال الکترون از پمپ سوم به O_2 را مهار می‌کند و مانع تولید یون‌های اکسید O^{2-} می‌شود. • سبب توقف زنجیرهٔ انتقال الکترون و تولید آب و ATP اکسایشی می‌شود. • برخی ترکیبات سیانیددار که گیاه می‌سازد، پس از تجزیه شدن و ایجاد سیانید، برای جانور گیاه‌خوار سمی می‌باشد. **گاز مونواکسید کربن (CO)** الف) اثر بر هموگلوبین • با اتصال به جایگاه اکسیژن در مولکول هموگلوبین، ترکیب **پایداری** با این ماده می‌دهد. • ظرفیت حمل O_2 را در خون کاهش می‌دهد. • سبب اختلال در واکنش‌های تنفس یاخته‌ای هوازی می‌شود. ب) گاز مونواکسید کربن علاوه‌بر اثر بر هموگلوبین، می‌تواند سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن شود و مانع ایجاد O^{2-} برای تشکیل آب شود. دود سیگار و دود خارج شده از خودروها از منابع تولید مونواکسید کربن هستند.

زیست دوازدهم — فصل ششم

گفتار ۱

۲۱۱ شکل‌نامهٔ ساختار برگ در نهان‌دانگان

این شکل‌نامه در مورد مقایسهٔ برگ به عنوان ساختار مناسب فتوسنتز در تک‌لپه‌ای‌ها و دولپه‌ای‌ها می‌باشد.

برگ با داشتن تعداد زیادی سبزدیسه مناسب‌ترین ساختار فتوسنتز در گیاهان است اما باید به یاد داشت که به‌جز برگ ساختارهای دیگری هم هستند که فتوسنتز می‌کنند.

تراکم یاخته‌های میانبرگ گیاهان تک‌لپه در نزدیکی روزنه کمتر از سایر نقاط برگ می‌باشد و تعداد روزنه‌های هوایی در سطح زیرین برگ نسبت به سطح بالایی آن بیشتر است.

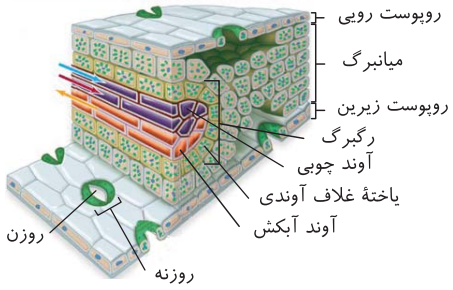
در برگ گیاهان دولپه برخلاف برگ گیاهان تک‌لپه، هم آوند چوبی و هم آوند آبکش به روپوست زیرین نزدیک‌تر از روپوست بالایی می‌باشند ولی روپوست بالایی به آوند چوبی نزدیک‌تر از آوند آبکش است.

برگ گیاهان از دمبرگ و پهنک تشکیل شده که دمبرگ تنها در گیاهان دولپه وجود دارد، چون برگ تک‌لپه‌ای‌ها به‌صورت پهن نمی‌باشد.

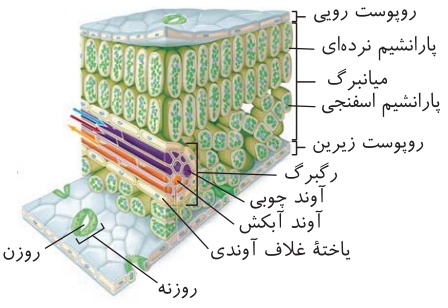
پهنک از روپوست، میانبرگ و دسته‌های آوندی تشکیل شده است که سه سامانهٔ بافتی هستند.

روپوست سامانهٔ بافت پوششی است که در بخش‌های **جوان** گیاه وجود دارد. روپوست برگ حاوی روزنه‌های هوایی است که توسط دو گویچهٔ نگهبان باز و بسته می‌شوند. تنها یاخته‌های سبزدیسه‌دار در روپوست همین گویچه‌های نگهبان روزنه هستند که از یاخته‌های کناری کوچک‌تر بوده و همواره قطر ثابتی دارد.

میانبرگ بیشتر از یاخته‌های **پارانشیمی** تشکیل شده است. در گیاهان دولپه این گویچه‌های پارانشیمی چندلایه‌ای از دو نوع نرده‌ای و اسفنجی تشکیل شده‌اند اما در گیاهان تک‌لپه طبق کتاب میانبرگ از گویچه‌های پارانشیمی اسفنجی تشکیل شده است.



(برگ تک‌لپه‌ای‌ها)



(برگ دولپه‌ای‌ها)

غلاف آوندی، حلقه‌ای تک‌لایه از یاخته‌های هسته‌دار و زنده است که به هم فشرده‌اند و اطراف آوندها را گرفته‌اند. در گیاهان دولپه یاخته‌های غلاف آوندی مانند یاخته‌های روپوست فاقد سبزدیسه هستند اما در گیاهان تک‌لپه یاخته‌های غلاف آوندی سبزدیسه دارند. (*در گیاهان C_4 غلاف آوندی کلروپلاست دارد.*)

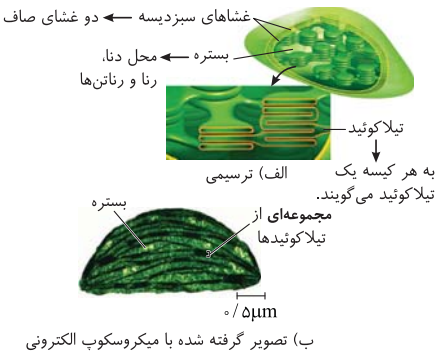
یاخته‌های غلاف آوندی در دولپه‌ها کشیده و در تک‌لپه‌ها مکعبی‌شکل هستند.

یاخته‌های غلاف آوندی در دولپه‌ها هم با گویچه‌های پارانشیمی اسفنجی و هم با گویچه‌های پارانشیمی نرده‌ای در تماس هستند.

فاصلهٔ میان یاخته‌های میانبرگ اسفنجی بیشتر از یاخته‌های میانبرگ نرده‌ای است.

غلاف آوندی تک‌لپه‌ای‌ها، تنها یاخته‌های رگبرگ هستند که کلروپلاست‌دار می‌باشند.

۲۱۲ شکل‌نامهٔ کلروپلاست



کلروپلاست اندامکی دارای سبزینه و کاروتنوئید است که مسئول فتوسنتز در یوکاریوت‌ها است.

کلروپلاست اندامکی برای تبدیل انرژی به ماده است که قسمتی از ژنوم یاخته را به صورت دنای حلقوی در خود دارد.

فضای درونی کلروپلاست به سه قسمت بین دو غشا، بستره و فضای درونی تیلاکوئید تقسیم می‌شود.

هیچ‌کدام از سبزدیسه‌ها غشای چین‌خورده ندارند.

تیلاکوئیدها در هر مجموعه به‌صورت چند کیسه روی هم قرار می‌گیرند و با هم ارتباط غشایی دارند.

تعداد تیلاکوئیدهای موجود در دسته‌های مختلف، می‌تواند با یکدیگر متفاوت باشد.

اندازهٔ کلروپلاست از میتوکندری بیشتر است.

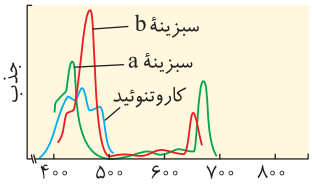
کلروپلاست همانند میتوکندری اندامک دوغشایی محسوب می‌شود و دارای دنای حلقوی می‌باشد.

هر دو اندامک می‌توانند برخی پروتئین‌های موردنیاز خود را بسازند و به‌طور مستقل از چرخهٔ یاخته‌ای، تقسیم شوند و البته سایر پروتئین‌های آن‌ها توسط رناتن آزاد در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید می‌شود.

در هر دو اندامک امکان انجام رونویسی، ترجمه و همانندسازی وجود دارد.

در هر دو اندامک، زنجیرهٔ انتقال الکترون و اکسایش و کاهش و تولید ATP دیده می‌شود.

۲۱۳ شکل‌نامهٔ رنگیزه‌ها



رنگیزه‌های فتوسنتزی در طول موج حدود ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر مؤثرند که مهم‌ترین آن‌ها ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر می‌باشند.

در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۴۵۰ نانومتر که مربوط به نور **بنفش** است، هر سه رنگیزه دارای تقریباً حداکثر جذب هستند و میزان جذب آن‌ها از بیشتر به کمتر: کلروفیل a و کاروتنوئید و کلروفیل b

در محدودهٔ ۴۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر که مربوط به نور **آبی** است، هر سه رنگیزه دارای جذب هستند و میزان جذب آن‌ها از بیشتر به کمتر: کلروفیل b و کاروتنوئید و کلروفیل a

تنها رنگیزه‌هایی که در طول موج‌های **کمتر** از ۴۰۰ نانومتر جذب دارند، **کاروتنوئیدها** هستند.

در محدودهٔ ۵۰۰ تا ۵۵۰ نانومتر که مربوط به نور سبز است، کاروتنوئید جذب بیشتر از کلروفیل‌های a و b دارد و کاروتنوئید دیگر جذبی ندارد.

در محدودهٔ ۵۵۰ تا ۶۰۰ نانومتر که مربوط به نور **سبز و زرد** است، کاروتنوئید دارای جذب نیست اما کلروفیل‌های a و b دارای جذب کمی هستند.

کاروتنوئیدها، در طول موج‌های بالاتر از ۵۲۰ نانومتر، جذب ندارند.

در بین سبزینه‌های a ، b و کاروتنوئید، در کل بیشترین میزان جذب در حدود ۴۸۰ نانومتری برای سبزینهٔ b است.

بیشترین میزان دامنهٔ طیف جذب (*فاصلهٔ بین بیشترین و کمترین طول موج*) مربوط به سبزینهٔ b و کمترین آن کاروتنوئید است.

پیک و قلهٔ میزان جذب در طول موج زیر ۵۰۰ نانومتر، به ترتیب طول موج از کم به زیاد سبزینهٔ a با حدود ۴۴۰ نانومتر، کاروتنوئید با حدود ۴۶۰ نانومتر و سبزینهٔ b با حدود ۴۸۰ نانومتر است ولی از نظر ترتیب میزان جذب از کم به زیاد کاروتنوئید، سبزینهٔ a و سبزینهٔ b است.

در طول موج بالای ۶۰۰ نانومتر، حداکثر جذب سبزینهٔ a کمی جلوتر و کمی بیشتر از سبزینهٔ b است. (*سبزینهٔ a حدود ۶۷۰ نانومتر و سبزینهٔ b حدود ۶۵۰ نانومتر*)

کلروفیل b تا ۶۸۰ نانومتر جذب دارد ولی کلروفیل a تا ۷۰۰ نانومتر جذب دارد.

حداکثر جذب سبزینهٔ a و سبزینهٔ b در فاصلهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر به ترتیب از حداکثر جذب سبزینهٔ مورد نظر در فاصلهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر بیشتر است و نیز فاصلهٔ دو پیک جذب در سبزینهٔ a نسبت به سبزینهٔ b از نظر طول موج بیشتر و از نظر میزان جذب کمتر است.

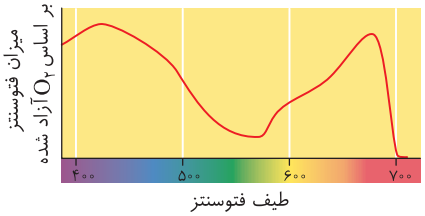
در طول موج‌های بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، حداکثر میزان جذب کلروفیل b بیشتر از حداکثر میزان جذب کلروفیل a است و حداکثر میزان جذب کلروفیل a نیز بیشتر از حداکثر میزان جذب کاروتنوئیدهاست.

در محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر که مربوط به نور نارنجی و قرمز است، کاروتنوئید دارای جذب نیست اما در محدودهٔ رنگ نارنجی، کلروفیل b و در محدودهٔ رنگ قرمز، کلروفیل a دارای جذب زیادی هستند. (*اتفاقاً P_{680} و P_{700} فتوسیستم ۲ و ۱ نیز در همین طول موج‌هاست.*)

بیشترین جذب کلروفیل a و b هردو در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر است؛ البته بیشترین جذب در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر برای کلروفیل b و در محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، برای کلروفیل a می‌باشد.

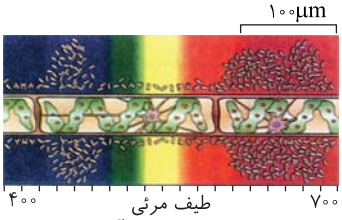
- بیشترین جذب کلروفیل b در رنگ آبی، بیشترین جذب کلروفیل a در رنگ بنفش و بیشترین جذب کاروتنوئید در رنگ آبی اتفاق می‌افتد.
- بیشترین میزان جذب در بین این سه رنگیزه مربوط به کلروفیل b و در رنگ **آبی** بین طول موج ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر اتفاق می‌افتد.
- در طول موج‌های بین ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، حداکثر میزان جذب کلروفیل a بیشتر از حداکثر میزان جذب کلروفیل b است.
- در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، هر سه رنگیزه در یک نقطه جذب یکسانی دارند. در محدودهٔ ۵۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر، در دو نقطه و در محدودهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، در سه نقطه میزان جذب کلروفیل a و b یکسان است.
- محدودهٔ جذب کاروتنوئید از کمی قبل از ۴۰۰ نانومتر تا حدود ۵۲۰ نانومتر است.
- محدودهٔ جذب کلروفیل a از ۴۰۰ نانومتر تا ۷۰۰ نانومتر است.
- محدودهٔ جذب کلروفیل b از ۴۰۰ نانومتر تا کمی قبل از ۷۰۰ نانومتر حدود ۶۸۰ نانومتر است.
- کلروفیل a در بخش بنفش و قرمز و کلروفیل b در بخش آبی و نارنجی بیشترین جذب را دارد.
- در بازهٔ ۴۰۰ تا ۵۰۰ نانومتر، ابتدا کلروفیل a به حداکثر جذب می‌رسد در حالی که در بازهٔ ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، ابتدا کلروفیل b به حداکثر جذب می‌رسد.

۲۱۴ شکل‌نامهٔ طیف فتوسنتز



- حداکثر فتوسنتز گیاه در طول موج‌های ۵۰۰ - ۴۰۰ نانومتر و ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر دیده می‌شود.
- محدودهٔ رنگی طول موج‌های مختلف به این صورت است:
  - قبل از ۴۰۰ نانومتر ← کمی کاروتنوئیدها توانایی جذب دارند.
  - ۴۰۰ تا ۴۵۰ نانومتر: بنفش ← جذب کلروفیل a به حداکثر رسیده است.
  - ۴۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر: آبی ← جذب کلروفیل a و کاروتنوئید به حداکثر می‌رسد.
  - ۵۰۰ تا ۵۵۰ نانومتر: سبز ← جذب رنگیزه‌ها کم شده و کاروتنوئید دیگر جذبی ندارد.
  - ۵۵۰ تا ۶۰۰ نانومتر: زرد ← حداقل مقدار فتوسنتز و کمترین جذب نوری رنگیزه‌هاست.
  - ۶۰۰ تا ۶۵۰ نانومتر: نارنجی ← ابتدا فعالیت کلروفیل b دوباره زیاد می‌شود.
  - ۶۵۰ تا ۷۰۰ نانومتر: قرمز ← کلروفیل a دوباره فعالیت زیادی دارد و از ۶۸۰ به بعد دیگر کلروفیل b غیرفعال می‌شود.
- حداکثر فتوسنتز در طول موج مربوط به رنگ بنفش و رنگ قرمز انجام می‌شود.

۲۱۵ شکل‌نامهٔ اسپیروژیر



«ترسیمی از نتیجهٔ آزمایش»

- اسپیروژیر سبزدیسه‌های نواری و دراز دارد. (*نه سبزینه‌ها! رحمت کنید در تست‌ها!*)
- طول هر یاختهٔ اسپیروژیر بیشتر از ۱۰۰ میکرومتر است. (*اسپیروژیر جلبک سبزپره‌خماک است.*)
- یاخته‌های اسپیروژیر یک هستهٔ ستاره‌ای‌شکل در مرکز خود دارند که با کمک زوائدی به غشای یاخته متصل می‌شوند.
- بیشترین میزان فتوسنتز اسپیروژیر در حدود طول موج ۴۵۰ نانومتر انجام می‌شود؛ زیرا بیشترین میزان اکسیژن نیز در این ناحیه تولید می‌شود و تراکم باکتری‌های هوازی در این ناحیه بیشتر از سایر طول موج‌هاست.
- کمترین میزان فتوسنتز در نور زرد و سبز انجام می‌شود؛ زیرا در این نواحی اکسیژن کمتری تولید می‌شود و باکتری‌های هوازی کمتری حضور دارند.

۱۶۵ فتوسیستم

موارد مقایسه	آنتن‌های گیرندهٔ نوری	مرکز واکنش
اجزا	کلروفیل a و b و کاروتنوئید و انواع پروتئین دارد.	کلروفیل a در بستر پروتئینی دارد.
روش آزادکردن انرژی	انتقال **انرژی** به رنگیزه یا مولکول مجاور	گرفتن انرژی آنتن‌ها و از دست دادن الکترون برانگیخته
کاروتنوئید (پادا‌کننده)	دارد	ندارد
محل قرارگیری	غشای تیلاکوئید در اطراف مرکز	غشای تیلاکوئید محاصره توسط آنتن‌ها
ارتباط با زنجیرهٔ انتقال الکترون	−	+
انتقال انرژی به بخش دیگر فتوسیستم	بدون انتقال الکترون	همراه با انتقال الکترون‌های پرانرژی
فتوسیستم ۱	باریک‌تر از نوع دیگر	حاوی کلروفیل a با ماکزیمم جذب در $700nm$
فتوسیستم ۲	قطور‌تر از نوع دیگر	حاوی کلروفیل a با ماکزیمم جذب در $680nm$

۲۱۶ شکل‌نامهٔ آنتن‌ها و الکترون‌های برانگیخته

کلروفیل a هم در آنتن‌های گیرندهٔ نور و هم در مرکز واکنش هر فتوسیستم قرار دارد اما کلروفیل b و کاروتنوئیدها فقط در آنتن‌های گیرندهٔ نور قرار دارند.

در آنتن‌ها الکترون برانگیخته با انتقال فقط **انرژی** به مولکول رنگیزهٔ بعدی به مدار خود بازمی‌گردد اما در مرکز واکنش، الکترون برانگیخته از مدار و رنگیزهٔ خود جدا شده و به آن بازنمی‌گردد.

هر الکترونی که انرژی می‌گیرد، لزوماً برانگیخته نمی‌شود؛ زیرا برای برانگیخته شدن باید انرژی به مقدار کافی باشد که الکترون را از مدار خود خارج کند.

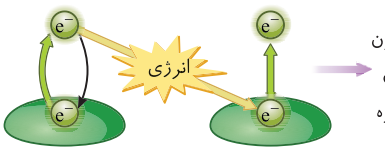
الکترون برانگیخته فقط می‌تواند بین مولکول‌های یک **آنتن** جابه‌جا شود.

نور مستقیماً به مرکز واکنش برخورد نمی‌کند.

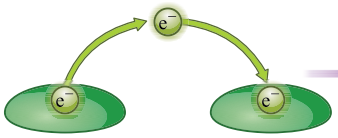
در بین آنتن‌های گیرندهٔ نور، فقط انرژی منتقل می‌شود (نه الکترون).

همهٔ مولکول‌های رنگیزه در آنتن، در انتقال انرژی نقشی ندارند.

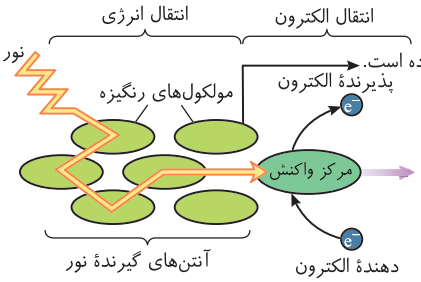
برخی از رنگیزه‌های تشکیل‌دهندهٔ آنتن‌های گیرندهٔ نوری ممکن است الکترون برانگیخته ایجاد نکنند.



این شکل انتقال انرژی را از الکترون برانگیخته به رنگیزه مجاور نشان می‌دهد که خود الکترون از رنگیزه اولیه منتقل نمی‌شود.



این شکل انتقال الکترون پرانرژی را از یک رنگیزه به بخش نوری دیگر نشان می‌دهد.



رنگیزه‌ای که در انتقال انرژی شرکت نکرده است.

این شکل نشان‌دهندهٔ همکاری اغلب آنتن‌های یک فتوسیستم برای انرژی‌رسانی به مرکز واکنش یک فتوسیستم می‌باشد تا از سبزینهٔ a موجود در مرکز واکنش، الکترون برانگیخته خارج شود.

«انتقال انرژی به مرکز واکنش و خروج الکترون از آن»

۲۱۷ شکل‌نامهٔ واکنش‌های تیلاکوئیدی وابسته به نور

برای شروع کار زنجیرهٔ اول، با تجزیهٔ آب توسط فتوسیستم ۲، فشار اسمزی درون تیلاکوئید افزایش می‌یابد.

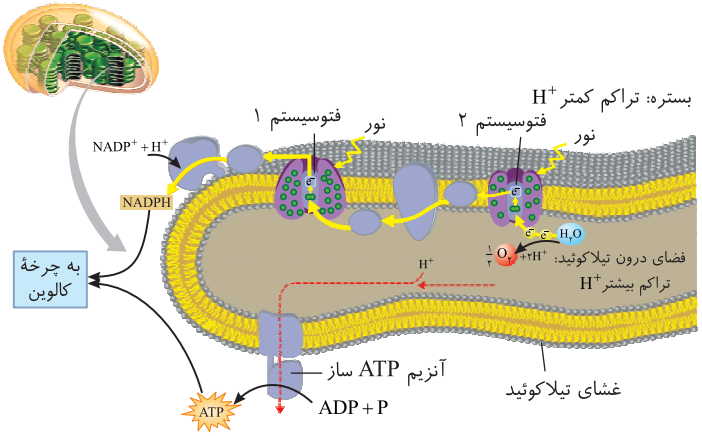
دو زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای تیلاکوئید وجود دارد.

زنجیرهٔ اول دارای سه عضو بین دو فتوسیستم است که عضو دوم آن پمپ ناقل الکترون و پروتون است.

زنجیرهٔ دوم حاوی دو پروتئین فقط ناقل الکترون بعد از فتوسیستم ۱ با اندازهٔ متفاوت است.

آب‌گریزترین پروتئین زنجیرهٔ انتقال الکترون، پروتئینی در زنجیرهٔ اول بین فتوسیستم ۲ و پمپ پروتئینی است که مستقیماً از فتوسیستم ۲ الکترون می‌گیرد.

الکترون با عبور از هر پروتئینی در زنجیره، چه پمپ باشد چه نباشد، مقداری انرژی از دست می‌دهد.



آخرین عضو زنجیرهٔ انتقال الکترون اول، بین فتوسیستم ۱ و ۲، الکترون را از درون تیلاکوئید از نوعی پروتئین سراسری دریافت کرده و از درون تیلاکوئید به فتوسیستم ۱ تحویل می‌دهد. این تنها عضوی است که در فضای تیلاکوئید و چسبیده به سطح داخلی غشای آن می‌باشد.

دو پروتئین زنجیرهٔ دوم، کاملاً روی سطح خارجی غشای تیلاکوئید قرار دارند و اندازهٔ متفاوتی دارند که پروتئین کوچک‌تر از $P_{۷۰۰}$ الکترون می‌گیرد!

پروتئین آخر زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم، نوعی پروتئین غشایی بزرگ‌تر است که نقش مهمی نیز در تولید $NADPH$ دارد و از طریق دو بخش خود به سطح خارجی غشای تیلاکوئید متصل است.

در واکنش تولید $NADPH$ همانند $NADH$ و برخلاف $FADH_2$ یون هیدروژن تولید می‌شود ولی برای تولید $NADPH$ ابتدا یون منفی $NADP^-$ ایجاد می‌شود.

تیلاکوئیدها به صورت دسته‌ای بر روی هم قرار می‌گیرند و بین دسته‌های تیلاکوئیدی مجاور از طریق لوله‌هایی عرضی ارتباط برقرار می‌شود.

انرژی الکترون‌های برانگیختهٔ آنتن‌های گیرندهٔ نوری، از یک مولکول رنگیزه به مولکول رنگیزهٔ دیگر منتقل می‌شود اما در مرکز واکنش فتوسیستم‌ها خود الکترون‌های برانگیخته از طریق اکسایش آن‌ها به اجزای زنجیرهٔ انتقال الکترون منتقل می‌گردد.

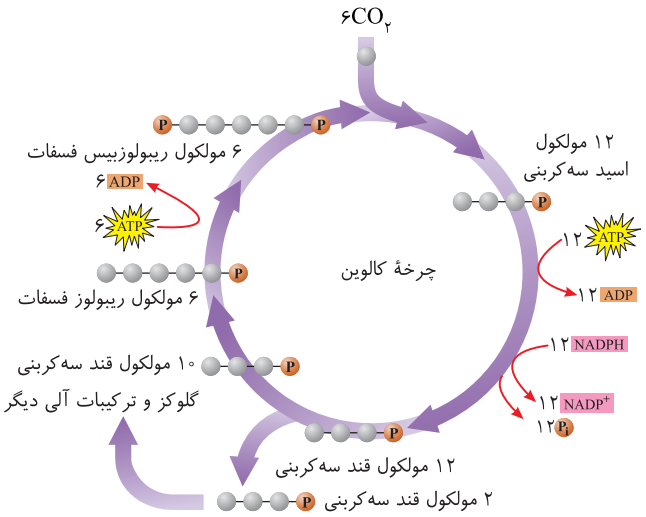
آنتن‌های گیرندهٔ نوری از انواع مختلفی رنگیزه تشکیل شده‌اند و مرکز واکنش فتوسیستم‌ها تنها از یک نوع رنگیزه تشکیل شده است.

فتوسیستم‌ها با اینکه در انتقال الکترون نقش دارند اما جزء زنجیرهٔ انتقال الکترون محسوب نمی‌شوند.

الکترون‌های از دست رفتهٔ مرکز فتوسیستم ۲، توسط آب و الکترون‌های از دست رفتهٔ مرکز فتوسیستم ۱، از مرکز واکنش فتوسیستم ۲ تأمین می‌شوند.

فتوسیستم‌های ۱ و ۲، پمپ پروتونی و آنزیم ATPساز، پروتئین‌های غشایی سراسری هستند که به همراه سومین عضو زنجیرهٔ اول، با فضای داخلی تیلاکوئید همانند بسته در تماس‌اند.
به ازای تجزیهٔ هر مولکول آب در فتوسیستم ۲، دو الکترون و پروتون آزاد می‌شود که برای تولید یک مولکول $NADPH$ در انتهای واکنش نوری کافی است.
اندازهٔ فتوسیستم ۲ از فتوسیستم ۱ کوچک‌تر و تعداد رنگیزه‌های کمتری دارد.
در مرکز واکنش فتوسیستم ۱ و ۲، دو عدد کلروفیل a وجود دارد.
زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و ۲ بلندتر از زنجیرهٔ بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$ است و یک جزء پروتئینی با فعالیت پمپ H^+ بیشتر دارد.
زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری دارای ۳ پمپ پروتون و زنجیرهٔ اول انتقال الکترون کلروپلاست دارای ۱ پمپ پروتون می‌باشد. زنجیرهٔ دوم تیلاکوئیدی اصلاً پمپ پروتونی ندارد.
در زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری، الکترون‌ها در نتیجهٔ اکسایش ترکیبات آلی و در زنجیرهٔ انتقال الکترون کلروپلاست، الکترون‌ها در نتیجهٔ اکسایش ترکیب معدنی (H_2O) وارد واکنش می‌شوند و در مولکول‌ها تأمین می‌شوند.
آخرین پذیرندهٔ الکترون در زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای تیلاکوئید، نوعی ترکیب آلی به نام $NADPH^+$ است که این ترکیب، جزئی از زنجیرهٔ انتقال الکترون نمی‌باشد ولی آخرین پذیرندهٔ الکترون در زنجیرهٔ درون راکیزه، مولکول معدنی O_2 است.
مسیر حرکت الکترون در زنجیرهٔ دوم در سمت خارجی غشای تیلاکوئید است اما مسیر حرکت الکترون در زنجیرهٔ اول تا پمپ H^+، در عرض غشای تیلاکوئید طی شده است و بعد از پمپ H^+، در سطح داخلی غشای تیلاکوئید نیز دیده می‌شود.
به ازای تولید هر $NADPH$، دو الکترون و دو یون هیدروژن مصرف شده و یک یون هیدروژن تولید می‌شود و در نتیجه، غلظت یون‌های هیدروژن بستره کاهش یافته و pH آن افزایش می‌یابد.
برخی از اجزای آنتن‌های گیرندهٔ نوری انرژی خود را به رنگیزه‌های دیگری در همان بخش آنتن‌های گیرندهٔ نوری می‌دهند اما بعضی از اجزای آنتن‌های گیرندهٔ نوری انرژی الکترون‌های برانگیختهٔ خود را به رنگیزه‌های مرکز واکنش منتقل می‌کنند.
گیرندهٔ نهایی الکترون در تخمیر الکلی، اتانال است، در تخمیر لاکتیکی، پیرووات است، در گلیکولیز، NAD^+ است، در زنجیرهٔ انتقال الکترون میتوکندری، اکسیژن است، در چرخهٔ کالوین، اسید سه‌کربنی است، در زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و ۲، مرکز واکنش فتوسیستم ۱ یعنی P_{700} است و در زنجیرهٔ انتقال الکترون بین فتوسیستم ۱ و $NADP^+$، گیرندهٔ الکترونی $NADP^+$ می‌باشد.

۲۱۸ شکل‌نامهٔ چرخهٔ کالوین



این چرخه که مستقل از نور است، به کمک CO_2 و محصولات مرحلهٔ تیلاکوئیدی یعنی ATP و $NADPH$، طی واکنش‌های آنزیمی مولکول قند تولید می‌کند.
اولین مولکولی که در چرخهٔ کالوین تولید می‌شود، اسید شش‌کربنهٔ دوفسفاتهٔ ناپایدار است اما اولین مولکول پایداری که در چرخهٔ کالوین تولید می‌شود، اسید سه‌کربنهٔ تک‌فسفاته است.
این چرخه با ترکیب CO_2 با قند C_5 دوفسفاته توسط آنزیمی به نام روبیسکو با عمل کربوکسیلازی صورت می‌گیرد.
مرحله‌ای از چرخهٔ کالوین که تعداد اتم‌های چرخه افزایش می‌یابد، نخستین مرحله است که مادهٔ ناپایدار C_6 ایجاد می‌شود.
محصولات حاصل از تجزیهٔ ترکیب ناپایدار در چرخهٔ کالوین، دو اسید سه‌کربنی فسفردار پایدار می‌باشد که CO_2 در آن تثبیت شده است.
در مرحلهٔ بعد، تبدیل اسید C_3 فسفردار به قند C_3 فسفاته صورت می‌گیرد که به ترتیب اول ATP تجزیه می‌شود، بعد $NADPH$ اکسایش می‌یابد و سپس فسفات از دست می‌دهد تا قند C_3 ایجاد شود.
برای تولید هر مولکول قند سه‌کربنی یک‌فسفاته از هر مولکول اسید سه‌کربنی یک‌فسفاته در کالوین، ابتدا یک ATP مصرف می‌شود و سپس بلافاصله یک $NADPH$ مصرف شده و بعد از آن یک فسفات معدنی به محیط رها می‌شود.
در زمان تبدیل شدن اسید سه‌کربنی به قند سه‌کربنی، تعداد ATP و $NADPH$ مصرفی در این مرحله برابر است.
در گیاهان C_3 هم‌زمان با تشکیل نخستین ترکیب قندی، میزان فسفات‌های آزاد موجود در بستره افزوده می‌شود.
پس از تولید قند C_3، به ازای هر قند C_3، یکی از چرخه خارج می‌شود و ۵تای دیگر چرخه را ادامه می‌دهد.
از قندهای C_3 ادامه‌دهندهٔ چرخه، ابتدا با آزاد شدن تعدادی فسفات، قند C_5 یک‌فسفاته به نام ریبولوز فسفات ایجاد می‌شود.
در مرحلهٔ آخر چرخه هر قند C_5 فسفاته، با مصرف یک ATP، یک مولکول قند C_5 دوفسفاته اولیه بازسازی می‌شود.
به ازای هر کربن تثبیت شده، ۳ATP و ۲$NADPH$ در چرخهٔ کالوین مصرف و یک مولکول اکسیژن از تجزیهٔ ۲ مولکول آب تولید می‌شود.
در حین تولید ریبولوزفسفات، به ازای تولید هر ۳ ریبولوزفسفات از ۵ قند سه‌کربنی یک‌فسفاته، ۲ فسفات به محیط آزاد می‌شود.
در چرخهٔ کالوین بلافاصله پس از مصرف هر ATP، دو نوع مولکول دوفسفاته حاصل می‌شود که یکی از آن‌ها ADP است و دیگری یا ریبولوزبیس‌فسفات است یا یک مولکول ناپایدار اسید سه‌کربنی ناپایدار دوفسفاته و سپس دوتا $NADP^+$!

۱۶۶ عوامل مرتبط با زنجیرهٔ انتقال الکترون تیلاکوئید

مرتبط با زنجیره	محل	ویژگی	انتقال مواد	مسیر عبور الکترون آن	نکته
فتوسیستم ۲ (جزو زنجیره نیست)	غشای تیلاکوئید	یک مرکز دارای $P_{۶۸۰}$ و تعدادی آنتن در عرض غشا دارد.	فقط الکترون	الکترون‌های آب را از فضای تیلاکوئید می‌گیرد و در غشای تیلاکوئید به ناقل آب‌گریز بعدی می‌دهد.	رنگیزه گیرنده انرژی نوری دارد. سبب شروع زنجیرهٔ اول الکترونی می‌شود.
ناقل پروتئینی اول (شروع زنجیرهٔ اول)	وسط غشای تیلاکوئید	در اتصال با بخش آب‌گریز اسیدهای چرب می‌باشد.	فقط الکترون	الکترون $P_{۶۸۰}$ را در عرض غشا گرفته و به پمپ H^+ منتقل می‌کند.	بین فتوسیستم ۲ و پمپ H^+ می‌باشد.
پمپ پروتونی	در کل عرض غشای تیلاکوئید و کمی درون تیلاکوئید	با سرهای آب دوست و دم آب‌گریز اسیدهای چرب و فضای درون تیلاکوئید در تماس است.	• پروتون‌ها را برخلاف شیب غلظت از بستره به فضای تیلاکوئید انتقال می‌دهد. • الکترون را نیز بین دو ناقل عبور می‌دهد	الکترون‌های ناقل آب‌گریز قبلی را از وسط غشای تیلاکوئید گرفته و از راه درون تیلاکوئیدی به ناقل آب‌دوست بعدی می‌دهد.	به همراه تجزیهٔ آب سبب ایجاد تراکم زیاد H^+ درون تیلاکوئید می‌شود.
ناقل پروتئینی بعد از پمپ H^+	چسبیده به سطح داخلی غشای تیلاکوئید	آب دوست و در تماس با فضای تیلاکوئید و سر آب دوست اسیدهای چرب	فقط عبور الکترون کم‌انرژی از پمپ H^+ به $P_{۷۰۰}$	از فضای تیلاکوئید الکترون گرفته و از همین راه به $P_{۷۰۰}$ در مرکز فتوسیستم ۱ می‌رساند.	بین پمپ H^+ و فتوسیستم ۱، الکترون کم‌انرژی را عبور می‌دهد.
فتوسیستم ۱ (جزو زنجیره نیست و از جلوی قطورتر است.)	غشای تیلاکوئید	در کل عرض غشای تیلاکوئید قرار دارد. یک مرکز با $P_{۷۰۰}$ و تعدادی آنتن قطور تر دارد.	فقط الکترون	الکترون‌ها را به صورت کم‌انرژی از ناقل قبلی گرفته و با جذب نور به صورت پرانرژی به سطح خارجی غشای تیلاکوئید می‌رساند.	رنگیزه گیرندهٔ نوری دارد و با آزاد کردن الکترون، زنجیرهٔ الکترونی دوم را آغاز می‌کند.
ناقلین الکترونی بعد از فتوسیستم ۱ (شروع زنجیرهٔ ۲)	سطح خارجی غشای تیلاکوئید	به سرهای آب‌دوست اسیدهای چرب در غشای تیلاکوئید به سمت بستره متصل‌اند.	دو عدد با اندازهٔ کوچک و بزرگ هستند که فقط الکترون عبور می‌دهند	الکترون‌ها را از $P_{۷۰۰}$ به $NADP^+$ می‌دهد.	بعد از فتوسیستم ۱ قرار دارند که آخرین قسمت زنجیرهٔ انتقال الکترون هستند.
$NADP^+$ (جزئی از زنجیره نمی‌باشد.)	بستره (سبزدیسه)	گیرندهٔ الکترونی دی‌نوکلئوتیدی است.	به‌صورت NADPH و به همراه یک H^+ است که الکترون پرانرژی را به چرخهٔ کالوین می‌دهد.	از بستره به بستره در چرخهٔ کالوین می‌دهد.	آخرین عضو کاهش‌شونده در واکنش‌های وابسته به نور است.

۱۶۷ زنجیرهٔ انتقال الکترون در یاختهٔ سبزدیسه‌دار

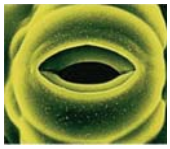
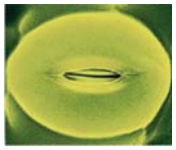
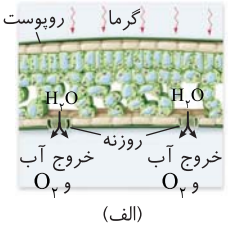
نوع	تعداد عضو	تعداد پمپ H^+	تعداد پروتئین که فقط عبور الکترون می‌دهند	جهت عبور پروتون	تولید حامل الکترونی	مصرف حامل الکترونی (بازسازی گیرنده)	تولید آب	مصرف $O_۲$	نقش در تولید $O_۲$
غشای درونی راکیزه	۵	۳	۲ تا هم‌اندازه	از بستره راکیزه به فضای بین دو غشا	ندارد	دارد، برای گیرنده‌های FAD و NAD^+	دارد	دارد	ندارد
بین فتوسیستم (۱) و (۲)	۳	۱	۲ تا هم‌اندازه	از بستره سبزدیسه به داخل تیلاکوئید	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	دارد
بعد از فتوسیستم (۱)	۲	صفر	۲ تا کوچک و بزرگ	پروتون عبور نمی‌دهد.	دارد (NADPH)	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد

۱۶۸ اکسایش و کاهش

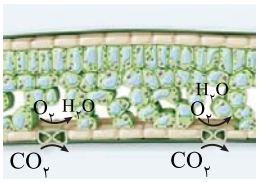
موارد مقایسه	قندکافت	اکسایش پیروات	چرخهٔ کربس	زنجیرهٔ الکترونی در راکیزه	تخمیر الکلی	تخمیر لاکتیکی	واکنش تیلاکوئیدی	چرخهٔ کالوین
گیرندهٔ نهایی الکترون	NAD^+	NAD^+	FAD و NAD^+	$O_۲$	اتانال	پیروات	$NADP^+$	اسید $C_۳$
دهندهٔ نهایی الکترون	قند $C_۳$	پیروات	مواد کربنی $C_۶$ و $C_۵$ و $C_۴$	$FADH_۲$ و NADH	NADH	NADH	پروتئین بزرگ زنجیره	NADPH

گفتار ۳

۲۱۹ شکل‌نامهٔ روزنه‌ها و اثر بر فعالیت‌های گیاهان

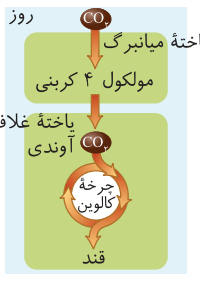
(الف)

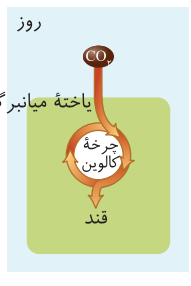


(ب)

- یاخته‌های نگهبان روزنه در دو انتها به هم متصل‌اند و در وسط از هم فاصله گرفته‌اند.
- در نزدیکی روپوست بالایی، یاخته‌های میانبرگ نرده‌ای قرار دارند که فضای بین آن‌ها کم است.
- فضای بین یاخته‌های میانبرگ اسفنجی بیشتر از نرده‌ای است.
- زیر روزنه‌ها، یاخته‌های میانبرگ مشاهده نمی‌شوند.
- تعرق از طریق پوستک، عدسک و روزنه رخ می‌دهد بنابراین با بسته شدن همهٔ روزنه‌ها باز هم تعرق صورت می‌گیرد.
- هورمون آبسیزیک‌اسید با بستن روزنه در شرایط سخت موجب حفظ آب در گیاه می‌شود.
- در شکل‌های مقابل در قسمت (الف) که روزنه باز است، مقدار CO_2 به O_2 بالا می‌رود تا فعالیت کربوکسیلازی روبیسکو زیاد می‌شود تا قندسازی انجام شود.
- در شکل (ب) که روزنه بسته است، نسبت O_2 به CO_2 در گیاه بالاست و روبیسکو به سمت تنفس نوری می‌رود و مقدار رشد گیاه کم می‌شود.

۲۲۰ شکل‌نامهٔ گیاهان C_3، C_4 و CAM





- یاختهٔ غلاف آوندی در گیاهان C_3 برخلاف C_4 فاقد سبزدیسه است.
- تراکم کلروپلاست میانبرگ گیاهان C_3 بیشتر از میانبرگ C_4 است.
- تثبیت کربن‌دی‌اکسید در روز در هر سه نوع گیاه C_3، C_4 و CAM مشاهده می‌شود در حالی‌که تثبیت کربن‌دی‌اکسید **جو** تنها در گیاهان C_3 و C_4 رخ می‌دهد.
- گیاهان C_3 و C_4 تنها در **روز** و گیاهان CAM هم در روز و هم در شب تثبیت کربن را انجام می‌دهند.
- در گیاهان C_3 محل انجام چرخهٔ کالوین یاخته‌های میانبرگ اسفنجی و نردبانی و یاخته‌های نگهبان روزنه است.
- در گیاهان C_4 یاخته‌های نگهبان روزنه و یاخته‌های غلاف آوندی محل انجام چرخهٔ کالوین است.
- در گیاهان CAM یاخته‌های میانبرگ و یاخته‌های نگهبان روزنه چرخهٔ کالوین را انجام می‌دهند.
- برای تثبیت کربن در گیاه C_4 تقسیم‌بندی مکانی و در گیاه CAM تقسیم‌بندی زمانی رخ داده است.
- در گیاه C_3 تنفس نوری دیده می‌شود اما در گیاه C_4 به ندرت تنفس نوری مشاهده می‌شود.
- در گیاه C_3 در غلاف آوندی سبزینه وجود ندارد اما در میانبرگ فراوان است.
- در گیاه C_4 به علت انجام چرخهٔ کالوین در غلاف آوندی تراکم سبزینه در این یاخته‌ها بیشتر است.
- تثبیت کربن در گیاهان C_4 در دو مرحله ابتدا در یاخته‌های میانبرگ و سپس در یاخته‌های غلاف‌آوندی انجام می‌شود.
- در گیاهان C_4 کربن‌دی‌اکسید در یاخته‌های میانبرگ با اسیدی سه‌کربنی ترکیب و در نتیجه اسیدی چهارکربنه (*اولین مادهٔ پایدار*) ایجاد می‌شود.
- اسید چهارکربنه از یاخته‌های میانبرگ از طریق پلاسمودسم‌ها به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل می‌شود.
- هر چه میزان شدت نور بیشتر شود گیاهان C_4 عملکرد بهتری نسبت به گیاهان C_3 خواهند داشت.
- اگر کربن‌دی‌اکسید محیط کم باشد، گیاه C_4 عملکرد بهتری نسبت به C_3 دارد ولی در CO_2 بسیار بالا مقدار فتوسنتز در گیاه C_3 از C_4 بیشتر می‌شود.
- اولین مادهٔ آلی پایدار ساخته شده در گیاهان C_3 ترکیب اسیدی سه‌کربنه است ولی در گیاهان C_4 و CAM، ترکیب پایدار اولیه اسید C_4 است.
- در گیاهان C_4 در دماهای بالا، شدت‌های زیاد نور و کمبود آب، در حالی‌که روزنه‌ها بسته شده‌اند تا از تبخیر آب جلوگیری کنند کربن‌دی‌اکسید را در محل آنزیم روبیسکو بالا نگه می‌دارند.
- گیاهان CAM برگ یا ساقهٔ پر آب و گوشتی دارند. در این گیاهان CO_2 جو فقط در شب تثبیت می‌شود.
- در گیاهان CAM مقدار *pH* عصارهٔ برگ در آغاز روشنایی نسبت به آغاز تاریکی اسیدی‌تر است.

۱۶۹ مقایسهٔ تنفس نوری و تنفس یاخته‌ای

تنفس نوری	تنفس یاخته‌ای
در جانداران سبزینه‌دار در نور و دمای شدید رخ می‌دهد.	در همهٔ جانداران در همه زمان رخ می‌دهد.
قند C_5 دو فسفاتهٔ پرانرژی تولید و تجزیه می‌شود.	قند C_6 ابتدا دوفسفاته پرانرژی شده و سپس تجزیه می‌شود.
O_2 می‌گیرد و CO_2 می‌دهد.	O_2 می‌گیرد و CO_2 می‌دهد. ← CO_2 **برای فتوسنتز لازم می‌باشد.**
در سبزدیسه و راکیزه رخ می‌دهد.	در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم و راکیزه رخ می‌دهد.
ATP نمی‌دهد و آنزیم روبیسکو می‌خواهد.	ATP می‌دهد ولی روبیسکو نمی‌خواهد.

۱۷۰ مقایسهٔ فرایند کربوکسیلازی و اکسیژنازی روبیسکو

موارد مقایسه	اکسیژنازی روبیسکو (تنفس نوری)	کربوکسیلازی روبیسکو (چرخهٔ کالوین)
تولید ATP	−	−
مصرف ATP	−	+
مصرف NADPH	−	+
تولید ترکیب ناپایدار	+ (C_5)	+ (C_6)
مصرف اکسیژن	+	−
شرایط مناسب	بالابودن نسبت اکسیژن به کربن‌دی‌اکسید در برگ	بالابودن نسبت کربن‌دی‌اکسید به اکسیژن در برگ
تولید ترکیب شش‌کربنی	−	+
تولید و مصرف ترکیب پنج‌کربنی	+	+
تولید و مصرف ترکیب سه‌کربنی	+	+
تولید ترکیب دوکربنی	+	−
CO_2	آزادکردن کربن‌دی‌اکسید درون میتوکندری	مصرف‌کردن کربن‌دی‌اکسید درون کلروپلاست

۱۷۱ تثبیت کربن

نوع آنزیم	مخصوص...	زمان فعالیت	قدرت ترکیب با O_2	قدرت ترکیب با CO_2	نوع فعالیت و محصولات نهایی
روبیسکو	هر یاختهٔ سبزینه‌دار C_3ها، غلاف آوندی C_4ها و میانبرگ CAMها	روز	دارد (تنفس نوری)	دارد (چرخهٔ کالوین)	$C_5 + O_2 \rightarrow$ ناپایدار $C_5 \rightarrow$ تجزیه شده و تنفس نوری را کامل می‌کند. $C_5 + CO_2 \rightarrow$ ناپایدار $C_6 \rightarrow$ مصرف ATP و NADPH ↑ قندسازی ↑ رشد گیاه
آنزیم تثبیت‌کنندهٔ کربن در یک اسید چهارکربنی	میانبرگ C_4ها	روز	**ندارد**	دارد	C_3 اسید $+ CO_2 \xrightarrow[\text{روز}]{\text{میانبرگ}} C_4$ اسید $\rightarrow$ انتقال C_4 از میانبرگ به غلاف آوندی از راه پلاسمودسم
	میانبرگ CAMها	شب	**ندارد**	دارد	C_3 اسید $+ CO_2 \xrightarrow[\text{شب}]{\text{میانبرگ}} C_4$ اسید $\rightarrow$ تجزیهٔ آن در روز ← انتقال CO_2 به سبزدیسه مواد نگهدارندهٔ پلی‌ساکاریدی آب در واکوئول‌ها دارند.

۲۲۱ شکل‌نامهٔ اوگلنا

- جانداری تک‌یاخته‌ای آغازی یوکاریوت تاژک‌دار است که کلروپلاست‌دار می‌باشد.
- این جاندار در حضور نور فتوسنتز می‌کند و در صورتی که نور نباشد، سبزدیسه‌های خود را از دست می‌دهد و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات مورد نیاز خود را به دست می‌آورد.
- یاختهٔ این جاندار استوانه‌ای است که یک تاژک دارد.
- این یاخته طی فتوسنتز، O_2 تولید می‌کند و رنگیزه‌های فتوسنتزی آن مانند گیاهان است.
- منبع انرژی این جاندار در حضور نور از نور خورشید می‌باشد و در عدم حضور نور، از مواد آلی است ولی منبع الکترون آن آب است.

۱۷۲ واکنش‌های اکسایشی

واکنش	نوع	جاندار	محل
تبدیل قند C_3 یک‌فسفاته به اسید C_3 دوفسفاته	اکسایشی	همهٔ جانداران	گلیکولیز در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
تبدیل پیروووات به استیل	اکسایشی	بخش هوازی تنفس	درون راکیزه
واکنش‌های چرخهٔ کربس	اکسایشی	بخش هوازی تنفس	درون راکیزه
$NADH$ به NAD^+	اکسایشی	عضو اول زنجیرهٔ انتقال الکترون و تخمیر	درون راکیزه و مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم
$FADH_2$ به FAD	اکسایشی	عضو اول زنجیرهٔ انتقال الکترون	درون راکیزه (زنجیره)
H_2O به O_2	اکسایشی	فتوسنتزکنندهٔ اکسیژن‌زا	درون تیلاکوئید یا سیتوپلاسم (پروکاریوت‌ها)
$NADPH$ به $NADP^+$	اکسایشی	فتوسنتزکننده	درون تیلاکوئید (چرخهٔ کالوین)
NH_4^+ به NO_3^-	اکسایشی	شیمیوسنتزکننده‌ها	سیتوپلاسم

۱۷۳ تولیدکننده‌ها

موارد مقایسه	انواع		منبع الکترون	منبع انرژی	تولید اکسیژن	رنگیزه	تیلاکوئید
گیاهان	C_3		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
	C_4		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
	CAM		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
آغازیان	اوگلنا		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
	جلبک سبز (اسپیروژیر)		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
	جلبک قرمز		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
	جلبک قهوه‌ای		آب	نور خورشید	+	کلروفیل و کاروتنوئید	+
باکتری‌های فتوسنتزکننده	اکسیژن‌زا		آب	نور خورشید	+	کلروفیل a	−
	غیراکسیژن‌زا	گوگردی سبز و ارغوانی	ترکیبات گوگردی مثل هیدروژن‌سولفید	نور خورشید	−	باکتریوکلروفیل	−
		غیرگوگردی	ترکیبات دیگر				
باکتری‌های شیمیوسنتزکننده	مثل باکتری‌های نیترات‌ساز		اکسایش مواد معدنی	اکسایش ترکیبات معدنی	−	−	−

زیست دوازدهم — فصل هفتم

گفتار ۱

۱۷۴ دوره‌های زیست‌فناوری

دورهٔ زیست‌فناوری	سنتی	کلاسیک	نوین
تولید محصولات تخمیری	+	+	+
کشت ریزجانداران	−	+	+
تولید پادزیست و آنزیم	−	+	+
تغییر در خصوصیات جانداران	−	−	+
انتقال ژن بین جانداران	−	−	+
تولید ترکیبات جدید با مقادیر بیشتر	−	−	+
استفاده از ریزجانداران	+	+	+
تولید مواد غذایی	+	+	+
مصرف پادزیست	−	−	+

۱۷۵ مراحل مهندسی ژنتیک

مراحل	آنزیم‌ها و مواد مورد نیاز	فراورده‌ها و اعمال انجام شده
۱ جداسازی قطعه‌ای از دنا	آنزیم برش‌دهنده	محل قطعهٔ مورد نظر را در کل ژنوم بررسی می‌کنیم و توسط آنزیم برش‌دهنده برش می‌دهیم تا قطعهٔ مورد نظر را با دو انتهای چسبنده جدا کنیم.
۲ اتصال قطعهٔ دنا به ناقل ژنی و تشکیل دنای نوترکیب در خارج یاخته	آنزیم برش‌دهنده + آنزیم لیگاز + ناقل ژنی	ناقل ژنی مثل دیسک را با همان آنزیم برش‌دهندهٔ قبلی برش می‌دهیم و سپس به کمک آنزیم لیگاز و ایجاد ۴ پیوند فسفودی‌استر، دنای نوترکیب ساخته می‌شود.
۳ وارد کردن دنای نوترکیب به یاختهٔ میزبان	شوک الکتریکی یا گرمایی + سامانهٔ همانندسازی درون میزبان	منافذی در غشا و دیوارهٔ میزبان اضافه می‌کنیم تا برخی میزبان‌ها، دنای نوترکیب را بپذیرند و سپس توسط سامانهٔ همانندسازی و عمل هلیکاز و دنابسپاراز از میزبان، تعداد زیادی دنای نوترکیب درون میزبان ایجاد شود (ایجاد یاخته‌های تراژنی).
۴ جداسازی یاخته‌های تراژنی	استفاده از پادزیست‌ها جدا کردن یاخته‌های تراژنی از سایر میزبان‌ها	با اضافه کردن پادزیست‌ها، تعداد کمی باکتری‌ها یا میزبان‌هایی که هاوی دنای نوترکیب مورد نظر می‌باشند را جدا می‌کنیم. (در این مرحله نیز به تعداد دنا‌های نوترکیب در درون میزبان افزوده می‌شود.)

۱۷۶ فعالیت آنزیم‌های رونویسی

آنزیم	شکستن پیوند	هیدرولیز پیوند	استفاده از انرژی زیستی	شکستن پیوند فسفودی‌استر	تشکیل پیوند فسفودی‌استر	شکستن پیوند هیدروژنی	تشکیل پیوند هیدروژنی
دنابسپاراز	+	+	+	+	+	−	−
رنابسپاراز	+	+	+	−	+	+	−
هلیکاز	+	−	+	−	−	+	−
برش‌دهنده‌ها	+	+	+	+	−	−	−
لیگاز	−	−	+	−	+	−	−

گفتار ۲

۱۷۷ آمیلاز

آمیلاز / محل تولید	پانکراس انسان	باکتری چشمهٔ آب گرم	آزمایشگاه و مهندسی پروتئین
ویژگی کلی	تجزیهٔ پلی‌ساکارید نشاسته به قطعات کوچک‌تر		
دنای حاوی ژن سازندهٔ آن	خطی	حلقوی	−
ویژگی مخصوص آنزیم تولیدی	فعالیت در pH بازی رودهٔ باریک	مقاوم در برابر گرما	مقاوم در برابر گرما و قابل استفاده در صنایع مختلف

۱۷۸ مقایسهٔ اینترفرون‌های مهندسی شده

اینترفرون / موارد مقایسه	ساخته شده در مهندسی ژنتیک	ساخته شده در مهندسی پروتئین
عملکرد	مقاومت یاخته‌ها به ویروس	مقاومت یاخته‌ها به ویروس
یاختهٔ هدف	یاختهٔ آلوده به ویروس و یاخته‌های سالم مجاور	یاختهٔ آلوده به ویروس و یاخته‌های سالم مجاور
میزان کارایی	کمتر از حالت طبیعی	تقریباً برابر با حالت طبیعی
تغییر در ژن برای ایجاد آن	−	+
پیوند پپتیدی	+	+
پیوندهای نادرست در هنگام تشکیل	+	−
پایداری	کمتر	بیشتر

۱۷۹ پلاسمین مهندسی شده در مقایسه با طبیعی

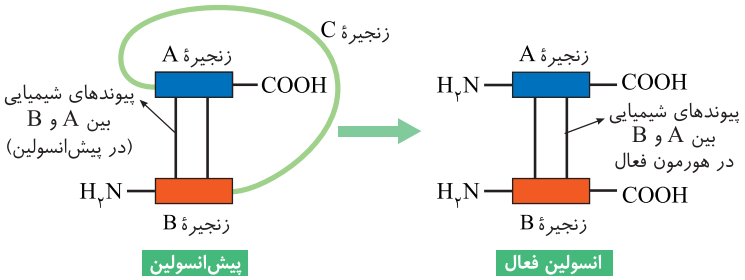
ویژگی / پلاسمین	طبیعی	ساخته شده در مهندسی پروتئین
عملکرد	تجزیهٔ لخته	تجزیهٔ لخته
نوع ساختار	طبیعی	دارای یک آمینواسید متفاوت با پروتئین طبیعی
میزان کارایی	طبیعی	بیشتر از حالت طبیعی
تغییر در ژن برای ایجاد آن	−	+
پیوند پپتیدی	+	+
پایداری	طبیعی	بیشتر

گفتار ۳

۱۸۰ مقایسهٔ پنبهٔ مقاوم و غیرمقاوم به آفت

مواردمقایسه	پنبه مقاوم به آفت	پنبه غیرمقاوم به آفت
محصول	سالم	برفی سالم و برفی غیرسالم
خورده شدن توسط آفت	+	+
ژن مقاومت به پیش‌سم	+	−
نفوذ آفت به غوزه	−	+
نیاز به سم‌پاشی	کم	زیاد
تولید ترکیبات ضد آفت	+	+

۲۲۲ شکل‌نامهٔ پیش‌انسولین و انسولین فعال



«جدا شدن زنجیرهٔ C و تبدیل پیش‌انسولین به انسولین»

انسولین فعال با اینکه دو رشتهٔ پلی‌پپتیدی A و B دارد ولی این دو رشته به همراه زنجیرهٔ C، همگی از **روی یک ژن** ساخته شده‌اند. دقت کنید که آمینواسیدهای دو زنجیرهٔ A و B با پیوند پپتیدی به یکدیگر متصل نمی‌باشند. بلکه بین آن‌ها در قسمت‌هایی پیوند شیمیایی وجود دارد.

مهم‌ترین مرحله در ساخت انسولین، تبدیل انسولین غیرفعال به نوع فعال می‌باشد که این عمل در پروکاریوت‌ها صورت نمی‌گیرد.

در پیش‌انسولین، زنجیرهٔ B دارای عامل آمینی آزاد ($-NH_2$) و زنجیرهٔ A دارای عامل کربوکسیل یا اسیدی ($-COOH$) آزاد می‌باشد. در حقیقت اولین متیونین ترجمه شده برای تولید این ماده، اولین آمینواسید زنجیرهٔ B با گروه آمین آزاد بوده است.

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، در انسولین فعال، دو گروه آمینی آزاد زنجیره‌های A و B در یک سمت و دو گروه کربوکسیل آن‌ها نیز در سمت دیگر قرار دارند ولی پیش‌هورمون یک گروه آمین و یک گروه کربوکسیل دارد.

برای تبدیل پیش‌انسولین به انسولین فعال، دو پیوند پپتیدی در دو سر رشتهٔ C باید هیدرولیز شود تا کل بخش C از رشته‌های A و B جدا شود.

زنجیرهٔ C، بلندتر از زنجیره‌های A و B است و تعداد آمینواسیدهای بیشتری دارد. این زنجیره از انتهای آمین خود به زنجیرهٔ B و از انتهای کربوکسیل خود به زنجیرهٔ A پیش‌انسولین متصل است.

زنجیره‌های A و B تقریباً هم‌اندازه‌اند و تعداد آمینواسیدهای تقریباً برابری دارند.

دو پیوند شیمیایی غیرپپتیدی بین زنجیره‌های A و B، در پیش‌انسولین همانند انسولین فعال دیده می‌شود.

هنگام ساخته شدن پیش‌انسولین، ابتدا زنجیرهٔ B با گروه آمین آزاد ترجمه می‌شود، سپس C و در آخر A با گروه کربوکسیل آزاد، زیرا متیونین اول در زنجیره B در سمت انتهای آمینی قرار گرفته است.

انسولین فعال، بیش از یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی دارد در نتیجه دارای ساختار چهارم پروتئین‌هاست. اما پیش‌انسولین، فقط شامل یک رشتهٔ پلی‌پپتیدی است پس تا ساختار سوم را دارد.

در انسولین فعال، دو انتهای آمینی زنجیره‌های A و B، روبه‌روی هم و دو انتهای کربوکسیل نیز روبه‌روی هم قرار گرفته‌اند.

۱۸۱ واکسن‌ها

مواردمقایسه	واکسن قدیمی	واکسن نوترکیب
استفاده از جاندار تراژن	−	+
احتمال بیماری‌زایی	کم	ندارد
تحریک دستگاه ایمنی	+	+
استفاده از میکروب	کلی	+
روش تولید	ضعیف کردن میکروب‌ها – کشتن و یا غیرفعال کردن سموم آن‌ها	انتقال ژن آنتی‌ژن به ویروس یا باکتری غیربیماری‌زا

۱۸۲ ژن‌درمانی

مراحل	۱ یاخته‌ها را از بدن بیمار خارج می‌کنند.
	۲ ویروس را در آزمایشگاه طوری تغییر می‌دهند که نتواند تکثیر شود.
	۳ ژن درون ویروس جاسازی می‌شود.
	۴ ویروس تغییریافته به درون یاخته بیمار منتقل و ژنوم آن با ژنوم بیمار ترکیب می‌شود.
	۵ یاخته‌های بیمار از لحاظ ژنتیکی تغییریافته‌اند.
	۶ یاخته‌های تغییریافته به بیمار تزریق می‌شوند.
	۷ یاخته‌های تغییریافتهٔ ژنتیکی پروتئین یا هورمون مورد نظر را تولید می‌کنند.

گفتار ۱

۱۸۳ نقش ژن B در موش

موارد مقایسه	موش ماده دارای ژن B سالم	موش ماده دارای ژن B جهش یافته
وارسی فرزندان	+	+
گرفتن فرزندان و کشیدن آن‌ها به سمت خود	+	−
توانایی بیان ژن B	+	−
ارسال اطلاعات گیرنده حسی مربوط به وارسی نوزادان به مغز	+	+
تولید آنزیم و فعال شدن آنزیم‌های دیگر	+	−
اجازه ندادن به دورشدن فرزند از خود	+	−

۱۸۴ انواع یادگیری

انواع یادگیری		مثال
خوگیری		عدم توجه جوجه‌ها به برگ‌های در حال افتادن بالای سر خود – عدم پاسخ شقایق دریایی به حرکت مداوم آب – بی‌اعتنایی پرندگان به حضور مترسک در کشتزارها
شرطی‌شدن کلاسیک		ترشح بزاق با دیدن فرد غذادهنده و شنیدن صدای زنگ
شرطی‌شدن فعال		فشردن عمدی اهرم توسط موش در آزمایش اسکینر – انجام حرکات نمایشی جانوران در سیرک – امتناع پرندگان از خوردن پروانه مونارک پس از ایجاد تهوع در اثر خوردن پروانه مونارک
نقش‌پذیری		شناختن مادر توسط جوجه غازها – یادگیری رفتارهای اساسی مانند جست و جوی غذا از مادر توسط جوجه‌ها – پیوند جوجه غازها با مادرشان پس از دنبال کردن مادر به عنوان اولین جسم متحرک پس از خروج از تخم – دنبال انسان راه افتادن بره‌ای که مادر خود را از دست داده است و انسان آن را پرورش می‌دهد.
حل مسئله	شامپانزه‌ها	قراردادن جعبه‌ها روی هم و بالارفتن از آن‌ها جهت دستیابی به تعدادی موز آویزان از سقف
		استفاده از تکه‌های چوب یا سنگ جهت شکستن پوسته سخت میوه‌ها – فروبردن شاخه‌های نازک درختان به درون لانه موریانه‌ها جهت بیرون آوردن آن‌ها
	کلاغ‌ها	دستیابی کلاغ به تکه گوشت آویزان با بالاکشیدن نخ با منقار خود و قراردادن پنجه بر روی آن

۱۸۵ یادگیری

نوعی یادگیری در جانوران مختلف که	
تحت تأثیر ژن‌ها قرار دارد.	خوگیری – شرطی‌شدن کلاسیک – شرطی‌شدن فعال – حل مسئله – نقش‌پذیری
علت ترشح بزاق سگ با شنیدن صدای زنگ را توضیح می‌دهد.	شرطی‌شدن کلاسیک
نسبت به محرک‌های فاقد سود و زیان، پاسخی ایجاد نمی‌شود.	خوگیری
انرژی جانور برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ می‌شود.	خوگیری
تکرار محرک بی‌اثر برای ایجاد یادگیری ضرورت دارد.	خوگیری – شرطی‌شدن کلاسیک
حاصل پژوهش‌های پاولوف بود.	شرطی‌شدن کلاسیک
بین رفتار و پاداش دریافت شده ارتباط برقرار می‌گردد.	شرطی‌شدن فعال
تحت تأثیر آزمون و خطا قرار دارد.	شرطی‌شدن فعال
بین تجربه‌های گذشتهٔ جانور و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌شود.	حل مسئله
برای حل مسئلهٔ جدید به صورت آگاهانه برنامه‌ریزی می‌شود.	حل مسئله
پیوند بین جوجه غازها و مادرشان در نتیجهٔ آن ایجاد می‌گردد.	نقش‌پذیری
در دورهٔ مشخصی از زندگی جانور انجام می‌شود.	نقش‌پذیری
به وسیلهٔ آن، جوجه غازها رفتارهای اساسی را از مادر می‌آموزند.	نقش‌پذیری
در حفظ گونه‌های در خطر انقراض مورد استفاده قرار می‌گیرد.	نقش‌پذیری
با عدم ایجاد پاسخ توسط شقایق دریایی به حرکت مداوم آب همراه است.	خوگیری
حاصل پژوهش‌های اسکینر بود.	شرطی‌شدن فعال

گفتار ۲

۱۸۶ طاووس نر

طاووس نری که در رفتار انتخاب جفت، انتخاب می‌شود	طاووس نری که در رفتار انتخاب جفت، انتخاب نمی‌شود
دم بلند و زینتی و لکه‌های چشم‌مانند بیشتری بر روی پرهای آن دارد. حرکت دشوارتری دارد. دارای ژن‌های مربوط به صفات سازگارکننده بیشتری دارد. در مقابل شکارچی آسیب‌پذیرتر است.	دم بلند و زینتی و لکه‌های چشم‌مانند کمتری بر روی پرهای آن دارد. حرکت آسان‌تری دارد. ژن‌های مربوط به صفات سازگارکننده کمتری دارد. در مقابل شکارچی آسیب‌پذیری کمتری دارد.

۱۸۷ طاووس‌ها

طاووس ماده	طاووس نر
هزینه بیشتری برای زادآوری می‌کند و در فصل تولیدمثل، نرها را بررسی می‌کند. انتخاب جفت را انجام می‌دهد و در نگهداری زاده‌ها نقش دارد. مستقیماً در حفاظت و تأمین مواد غذایی برای جوجه‌ها نقش ایفا می‌کند.	هزینه کمتری برای زادآوری می‌کند و در فصل تولیدمثل، پرهای پر نقش و نگاری پیدا می‌کند. برای انتخاب شدن تلاش می‌کند و در نگهداری زاده‌ها نقشی ندارد. به شکل غیرمستقیم در حفاظت و تأمین مواد غذایی برای جوجه‌ها نقش ایفا می‌کند.

۱۸۸ نظام جفت‌گیری

نظام چندهمسری	نظام تک‌همسری
در بیشتر پستانداران دیده می‌شود.	در بیشتر پرندگان دیده می‌شود.
در پرندهٔ طاووس نر و جیرجیرک ماده دیده می‌شود.	در پرنده‌ای مثل قمری خانگی دیده می‌شود.
یک والد (معمولاً ماده‌ها) حق انتخاب جفت دارد و جفت خود را بررسی می‌کند.	هر دو والد حق انتخاب جفت دارند و هر دو یکدیگر را بررسی می‌کنند.
یک والد در پرورش زاده‌ها سهم بسیار بیشتری دارد.	هر دو والد در پرورش زاده‌ها سهم برابر دارند.
والدی که انتخاب جفت نمی‌کند، به‌طور غیرمستقیم سبب موفقیت تولیدمثلی نر و ماده می‌شود.	هر دو والد در موفقیت تولیدمثلی نقش دارند.
رقابت برای انتخاب شدن بین والدهایی است که صفت سازگارتر دارند (معمولاً نرها).	رقابت برای انتخاب شدن و ایجاد صفت سازگارتر در هر دو نوع والد وجود دارد.

۱۸۹ رفتار غذایابی خرچنگ‌های ساحلی

اندازه صدف	کوچک	متوسط	بزرگ
انرژی دریافتی از مصرف غذا	کم	بیشتر از مصرف صدف کوچک	بیشتر از مصرف صدف متوسط
هزینه به دست آوردن غذا	کم	بیشتر از مصرف صدف کوچک	بیشتر از مصرف صدف متوسط
انرژی خالص دریافتی	کمتر از مصرف صدف متوسط	بیشترین	کمتر از مصرف صدف متوسط

۱۹۰ مقایسه رکود تابستانی و خواب زمستانی

موارد مقایسه	خواب زمستانی	رکود تابستانی
مخصوص مناطق	مناطق به شدت سرد	مناطق به شدت گرم
علت	بقا در زمستان	بقا در تابستان
فرورفتن به خواب عمیق	+	−
مصرف غذای زیاد قبل آن	+	−
رخ دادن در پاسخ به خشکسالی	−	+
فعالیت و دمای بدن و میزان تنفس و نیاز بدن به انرژی و سوخت و ساز	کاهش	کاهش

۱۹۱ نکات پرندگان در کتاب درسی

پرنده	نکات
گنجشک	غذا می‌خورد و از آن برای گرم کردن بدن و نیز پرواز برای جست‌وجوی غذا استفاده می‌کند.
کبوتر	پژوهشگران در یک روز ابری، آهنربای کوچکی را روی سر کبوتر خانگی قرار دادند و نتیجه گرفتند که کبوتر خانگی می‌تواند موقعیت خود را نسبت به میدان مغناطیسی احساس و توسط آن جهت‌یابی کند. براساس نمودار مزیت زندگی گروهی، با افزایش تعداد کبوترها در گروه، درصد موفقیت حمله شکارچی کاهش می‌یابد.
کلاغ	انجام رفتار حل مساله بیشتر تفم‌مرغ‌هایی که کنار پوسته‌های تفم کاکایی قرار داشتند را پیدا کرده و آن‌ها را خورد. با جمع کردن نخ، تکه گوشت را به سمت خود می‌کشد. (حل مساله)
قمری	قمری‌های خانگی با جمع‌آوری شاخه‌های نازک درختان برای خود لانه ساخته و زادآوری می‌کنند. بیشتر پرندگان مثل قمری خانگی تک‌همسرند. در این نظام هر دو والد هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازند. همچنین، در این نظام جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارند.

پرنده	نکات
غاز	بچه غازها پس از بیرون آمدن از تخم، نخستین جسم متحرکی را که می‌بینند، دنبال می‌کنند؛ نقش‌پذیری این زمان، دورهٔ حساسی است که در آن نقش‌پذیری با بیشترین موفقیت انجام می‌شود.
کاکایی	دارای رفتار غریزی بچهٔ کاکایی برای دریافت غذا به منقار پرنده والد نوک می‌زند و والد بخشی از غذای خورده شده را برمی‌گرداند تا بچه آن را بخورد. رفتار بچهٔ کاکایی برای به دست آوردن غذا، لانه‌سازی پرنده‌ها و رفتار مکیدن در شیرخواران نمونه‌های دیگری از رفتارهای غریزی‌اند. در رفتار درخواست غذا، نوک‌زدن‌های بچهٔ کاکایی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست ولی به تدریج و با تمرین، این رفتار دقیق‌تر می‌شود. (یادگیری)
طاووس	رفتار زادآوری دارد. در فصل زادآوری دم طاووس نر، پرهای پرنقش و نگاری پیدا می‌کند. طاووس نر برای جلب جفت، دم خود را مانند بادبزن می‌گستراند تا بهتر در معرض دید جانور ماده قرار گیرد. طاووس ماده دم طاووس‌های نر را بررسی می‌کند و نری را به عنوان جفت انتخاب می‌کند که رنگ درخشان و لکه‌های چشم‌مانند بیشتری روی پرهای دم خود داشته باشد. نظام جفت‌گیری چندهمسری دارد. ویژگی‌های ظاهری مانند دم زینتی طاووس نر یا شاخ گوزن نر از صفات ثانویهٔ جنسی جانوران نر هستند که هنگام جفت‌یابی و رقابت با نرهای دیگر به کار می‌روند.
هوبره	خاک رس می‌خورند تا مواد سمی حاصل از غذاهای گیاهی را در لولهٔ گوارش آن‌ها خنثی کند.

گفتار ۳

۱۹۲ راهبردهای جانوران: مورچه‌ها

اجتماع مورچه‌های برگ‌بر	کارگرهای بزرگ‌تر	برش برگ‌ها و انتقال آن‌ها به لانه جهت پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می‌کنند.
	کارگرهای کوچک‌تر	دفاع از مورچه‌های کارگر بزرگ‌تر (نقش دفاعی نگهبان دارند.)
مورچه‌های محافظ درخت آکاسیا	حمله به حشرات و پستانداران کوچک و گیاهان دارزی + فرار و حمله نکردن به زنبورهای گرده افشان به علت آزادسازی نوع ترکیب شیمیایی از گل‌های آکاسیا	

۱۹۳ انواع رفتار دگرخواهی

انواع رفتار دگرخواهی	مثال	نکات
رفتار دگرخواهی نسبت به خویشاوندان	افراد نگهبان در گروه جانوران و یا زنبورعسل	افراد دارای ژن‌های مشترک با خویشاوندان
تشکیل گروه همکاری	خفاش‌های خون‌آشام	لزوماً خویشاوند نیستند. افراد باید یکدیگر را در آینده جبران کنند در غیر این صورت از گروه اشتراک غذا کنار گذاشته می‌شوند.
رفتار دگرخواهی به نفع خود فرد	پرندگان یاریگر	یاریگرها با کمک به والدین تجربه کسب و با مرگ احتمالی جفت زادآور، قلمرو آن‌ها را تصاحب و خودزادآوری می‌کند.

۱۹۴ بازگرداندن ارادی مواد غذایی بلعیده شده در:

خفاش‌های خون‌آشام	به اشتراک گذاری خون خورده شده با خفاش‌های گرسنه جهت تشکیل گروه همکاری
پرندهٔ کاکایی ماده	تغذیه بچه کاکایی‌ها به دنبال نوک زدن به منقار والد
پستانداران نشخوارکننده	کامل جویدن غذای نیمه جویده در فرصت مناسب یا مکانی امن