

نکات مهم زیست شناسی

سال یازدهم

۱. متخصصان برای بررسی فعالیت های مغز از نوار مغزی استفاده می کنند. نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت شده، یاخته های عصبی (نورون های) مغز است.
۲. بافت عصبی از یاخته های عصبی و یاخته های پشتیبان (نوروگلیاها) تشکیل شده است.
۳. یاخته های عصبی سه عملکرد دارند:
 - این یاخته ها تحریک پذیرند و پیام عصبی تولید می کنند.
 - آنها این پیام را هدایت می کنند.
 - به یاخته های دیگر منتقل می کنند.
۴. دارینه (دندریت) رشته ای است که پیام ها را دریافت و به جسم یاخته عصبی وارد می کند.
۵. آسه (آکسون) رشته ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته عصبی تا انتهای خود که پایانه آکسونی نام دارد، هدایت می کند. پیام عصبی از محل پایانه آکسون یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می شود.
۶. جسم یاخته ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت و ساز یاخته های عصبی است و می تواند پیام نیز دریافت کند.
۷. یاخته عصبی، پوششی به نام غلاف میلین دارد. غلاف میلین، رشته های آکسون و دندریت بسیاری از یاخته های عصبی را می پوشاند و آنها را عایق بندی می کند.
۸. غلاف میلین پیوسته نیست و در بخش هایی از رشته قطع می شود. این بخش ها را گره رانویه می نامند.
۹. غلاف میلین را یاخته های پشتیبان بافت عصبی می سازند. یاخته پشتیبان به دور رشته عصبی می پیچد و غلاف میلین را به وجود می آورد.
۱۰. تعداد یاخته های پشتیبان چند برابر یاخته های عصبی است و انواع گوناگونی دارند.
۱۱. یاخته های پشتیبان داربست هایی را برای استقرار یاخته های عصبی ایجاد می کنند؛ آنها در دفاع از یاخته های عصبی و حفظ هم ایستایی مایع اطراف آنها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون ها) نیز نقش دارند.
۱۲. انواع یاخته های عصبی
۱۳. یاخته های عصبی حسی پیام ها را از گیرنده های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می آورند.
۱۴. یاخته های عصبی حرکتی پیام ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام ها (مانند ماهیچه ها) می برند.
۱۵. یاخته های عصبی رابط اند که در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته ها ارتباط لازم بین یاخته های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می کنند.
۱۶. پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یونها در دو سوی غشای یاخته عصبی به وجود می آید. از آنجا که مقدار یونها در دو سوی غشا، یکسان نیستند، بار الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی، متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد.
۱۷. پتانسیل آرامش: وقتی یاخته عصبی فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰ - میلی ولت برقرار است.
۱۸. در حالت آرامش، مقدار یون های سدیم در بیرون غشا یاخته های عصبی زنده از داخل آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون های پتاسیم درون یاخته، از بیرون آن بیشتر است.
۱۹. در غشای یاخته های عصبی، مولکول های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می کنند.
۲۰. یکی از مولکولهای پروتئینی غشایی، کانال های نشستی هستند که یون ها می توانند به روش انتشار تسهیل شده از آن عبور کنند.
۲۱. از راه کانال های نشستی، یون های پتاسیم، خارج و یون های سدیم به درون یاخته عصبی وارد می شوند. تعداد یون های پتاسیم خروجی بیشتر از یون های سدیم ورودی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد.

۲۲. **پمپ سدیم پتاسیم:** در هر بار فعالیت این پمپ، سه یون سدیم از یاختهٔ عصبی خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می‌شوند. این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کند.
۲۳. **پتانسیل عمل:** وقتی یاختهٔ عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت تر می‌شود و پس از زمان کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد. این تغییر را پتانسیل عمل می‌نامند.
۲۴. وقتی غشای یاخته تحریک می‌شود، ابتدا کانال های دریچه دار سدیمی باز می‌شوند و یون های سدیم فراوانی وارد یاخته و بار الکتریکی درون آن، مثبت تر می‌شود. پس از زمان کوتاهی کانال های سدیم بسته می‌شوند. کانال های دریچه دار پتاسیمی باز و یون های پتاسیم خارج می‌شوند. این کانال ها هم پس از مدت کوتاهی بسته می‌شوند. به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به حالت آرامش (۷۰-) بر می‌گردد.
۲۵. در پایان پتانسیل عمل، غلظت یون های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای یاخته، با حالت آرامش تفاوت دارد. فعالیت بیشتر پمپ سدیم پتاسیم موجب می‌شود غلظت یون های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش باز گردد.
۲۶. وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاختهٔ عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشتهٔ عصبی برسد. این جریان را پیام عصبی می‌نامند.
۲۷. رشته عصبی آکسون یا دندریت بلند است.
۲۸. هدایت پیام عصبی در رشته های عصبی میلین دار از رشته های بدون میلین هم قطر سریع تر است؛ درحالی که میلین عایق است و از عبور یون ها از غشا جلوگیری می‌کند.
۲۹. در محل گره های رانویه، میلین وجود ندارد و رشتهٔ عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. بنابراین، در این گره ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی درون رشتهٔ عصبی از یک گره به گره دیگر هدایت می‌شود. در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌جهد. به همین علت، این هدایت را هدایت جهشی می‌نامند.
۳۰. در ماهیچه های اسکلتی سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون های حرکتی آنها میلین دار است.
۳۱. کاهش یا افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً در بیماری مالتیپل اسکلروزیس (MS) یاخته های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه ارسال پیام های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی حسی و لرزش می‌شود.
۳۲. در گره های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه دار وجود دارد، ولی در فاصلهٔ بین گره ها، این کانال ها وجود ندارند.
۳۳. یاخته های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه ای به نام همایه (سیناپس) برقرار می‌کنند. بین این یاخته ها در محل سیناپس، فضایی به نام فضای سیناپسی وجود دارد.
۳۴. برای انتقال پیام از یاختهٔ عصبی انتقال دهنده یا یاختهٔ عصبی پیش سیناپسی، ماده ای به نام ناقل عصبی در فضای سیناپسی آزاد می‌شود. این ماده بر یاختهٔ دریافت کننده، یعنی یاختهٔ پس سیناپسی اثر می‌کند.
۳۵. ناقل عصبی در یاخته های عصبی ساخته و درون ریز کیسه ها ذخیره می‌شود. این کیسه ها در طول آکسون هدایت می‌شوند تا به پایانهٔ آن برسند. وقتی پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، این کیسه ها با برون رانی، ناقل را در فضای سیناپسی آزاد می‌کنند.
۳۶. یاخته های عصبی با یاخته های ماهیچه ای نیز سیناپس دارند و با ارسال پیام موجب انقباض آنها می‌شوند. ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس سیناپسی، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می‌شود. این پروتئین همچنین کانالی است که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود. به این ترتیب، ناقل عصبی با تغییر نفوذ پذیری غشای یاختهٔ پس سیناپسی به یون ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد.
۳۷. براساس اینکه ناقل عصبی تحریک کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس سیناپسی تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود.
۳۸. پس از انتقال پیام، مولکول های ناقل باقی مانده، باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام های جدید فراهم شود. این کار با جذب دوبارهٔ ناقل به یاختهٔ پیش سیناپسی انجام می‌شود، همچنین آنزیم هایی ناقل عصبی را تجزیه می‌کنند.

۳۹. تغییر در میزان طبیعی ناقل های عصبی از دلایل بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است.

گفتار ۲

۴۰. دستگاه عصبی دو بخش مرکزی و محیطی دارد.

۴۱. دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که مراکز نظارت بر فعالیت های بدن اند. این دستگاه، اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را تفسیر می کند و به آنها پاسخ می دهد.

۴۲. مغز و نخاع از دو بخش ماده خاکستری و ماده سفید تشکیل شده اند.

۴۳. ماده خاکستری شامل جسم یاخته های عصبی و رشته های عصبی بدون میلین و ماده سفید، اجتماع رشته های میلین دار است.

۴۴. حفاظت از مغز و نخاع: علاوه بر استخوان های جمجمه و ستون مهره، سه پرده از نوع بافت پیوندی به نام پرده های مننژ از مغز و نخاع حفاظت می کنند.

۴۵. فضای بین پرده ها را مایع مغزی نخاعی پر کرده است که مانند یک ضربه گیر، دستگاه عصبی مرکزی را در برابر ضربه حفاظت می کند.

۴۶. مویرگ های مغزی: یاخته های بافت پوششی مویرگ های مغز به یکدیگر چسبیده اند و بین آنها منفذی وجود ندارد. در نتیجه بسیاری از مواد و میکروب ها در شرایط طبیعی نمی توانند به مغز وارد شوند. این عامل حفاظت کننده سد خونی مغزی نام دارد. البته مولکول هایی مثل اکسیژن، گلوکز و آمینواسید ها و برخی داروها می توانند از این سد عبور کنند و به مغز وارد شوند.

۴۷. مغز: از سه بخش اصلی مخ، مخچه و ساقه مغز تشکیل شده است.

۴۸. نیمکره های مخ: در انسان بیشتر حجم مغز را مخ تشکیل می دهد. دو نیمکره مخ با رشته های عصبی به هم متصل اند.

۴۹. رابط های سفید رنگ به نام رابط پینه ای و سه گوش از رشته های عصبی اتصال دهنده هستند.

۵۰. دو نیمکره به طور هم زمان از همه بدن، اطلاعات را دریافت و پردازش می کنند تا بخش های مختلف بدن به طور هماهنگ فعالیت کنند.

۵۱. هر نیمکره کارهای اختصاصی نیز دارد؛ مثلاً بخش هایی از نیمکره چپ به توانایی در ریاضیات و استدلال مربوط اند و نیمکره راست در مهارت های هنری تخصص یافته است.

۵۲. بخش خارجی نیمکره های مخ، یعنی قشر مخ از ماده خاکستری است و سطح وسیعی را با ضخامت چند میلی متر تشکیل می دهد.

۵۳. قشر مخ، چین خورده است و شیارهای متعددی دارد.

۵۴. شیارهای عمیق هر یک از نیمکره های مخ را به چهار لوب پس سری، گیجگاهی، آهیانه و پیشانی تقسیم می کنند.

۵۵. قشر مخ شامل بخش های حسی، حرکتی و ارتباطی است.

۵۶. بخش های حسی، پیام اندام های حسی را دریافت می کنند.

۵۷. بخش های حرکتی به ماهیچه ها و غده ها، پیام می فرستند.

۵۸. بخش های ارتباطی بین بخش های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می کنند.

۵۹. قشر مخ، جایگاه پردازش نهایی اطلاعات ورودی به مغز است که نتیجه آن یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه است.

۶۰. ساقه مغز از مغز میانی، پل مغزی و بصل النخاع تشکیل شده است.

۶۱. مغز میانی در بالای پل مغزی قرار دارد و یاخته های عصبی آن، در فعالیتهای مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند. برجستگی های چهارگانه بخشی از مغز میانی اند.

۶۲. پل مغزی در تنظیم فعالیت های مختلف از جمله تنفس، ترشح بزاق و اشک نقش دارد.

۶۳. بصل النخاع پایین ترین بخش مغز است که در بالای نخاع قرار دارد. بصل النخاع، فشار خون و زنش قلب را تنظیم می کند و مرکز انعکاسهایی مانند عطسه، بلع، سرفه و مرکز اصلی تنظیم تنفس است.

۶۴. مخچه: مخچه در پشت ساقه مغز قرار دارد و شامل دو نیمکره و بخشی به نام گرمینه در وسط آنهاست. این اندام مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است.

۶۵. **مخچه** به طور پیوسته از بخش های دیگر مغز، نخاع و اندام های حسی، مانند گوش ها پیام را دریافت و بررسی می کند تا فعالیت ماهیچه ها و حرکات بدن را در حالت های گوناگون به کمک مغز و نخاع هماهنگ کند.
۶۶. **نهنج ها (تالاموس ها)** محل پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی است. **اغلب** پیام های حسی در تالاموس گرد هم می آیند تا به بخش های مربوط در قشر مخ، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند.
۶۷. **زیر نهنج (هیپوتالاموس)** که در زیر تالاموس قرار دارد، دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب را تنظیم می کند.
۶۸. **سامانه کناره ای (لیمبیک)** که با قشر مخ، تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط دارد و در احساساتی مانند ترس، خشم، لذت و نیز حافظه نقش ایفا می کند.
۶۹. **اسبک مغز (هیپوکامپ)** یکی از اجزای سامانه لیمبیک است که در **تشکیل حافظه و یادگیری** نقش دارد.
۷۰. حافظه افرادی که **هیپوکامپ آنان آسیب دیده**، یا با جراحی برداشته شده است، دچار اختلال می شود. این افراد نمی توانند نام افراد جدید را حتی اگر هر روز با آنها در تماس باشند، به خاطر بیاورند. نام های جدید، حداکثر فقط برای چند دقیقه در ذهن این افراد باقی می ماند. البته آنان برای به یاد آوردن خاطرات مربوط به قبل از آسیب دیدگی، مشکل چندانی ندارند.
۷۱. **هیپوکامپ** در ایجاد حافظه کوتاه مدت و تبدیل آن به حافظه بلند مدت نقش دارد.
۷۲. **اعتیاد** وابستگی همیشگی به مصرف یک ماده، یا انجام یک رفتار است که ترک آن مشکلات جسمی و روانی برای فرد به وجود می آورد.
۷۳. وابستگی به اینترنت یا بازی های رایانه ای نیز نمونه ای از **اعتیاد های رفتاری** اند. مواد گوناگون مانند الکل، کوکائین، نیکوتین، هروئین، مورفین و حتی کافئین قهوه اعتیاد آورند.
۷۴. **مواد اعتیاد آور و مغز**: نخستین تصمیم برای مصرف مواد اعتیاد آور در **اغلب** افراد اختیاری است، اما استفاده مکرر از این مواد، تغییراتی را در مغز ایجاد می کند که فرد دیگر نمی تواند با میل شدید برای مصرف مقابله کند. این تغییرات **ممکن است** دائمی باشند. به همین علت، اعتیاد را بیماری برگشت پذیر می دانند که حتی سال ها پس از ترک مواد، فرد در خطر مصرف دوباره قرار دارد.
۷۵. **مواد اعتیاد آور بیشتر** بر بخشی از سامانه لیمبیک اثر می گذارند و موجب آزاد شدن ناقل های عصبی از جمله **دوپامین** می شوند که در فرد احساس لذت و سرخوشی ایجاد می کند. در نتیجه فرد، میل شدیدی به مصرف دوباره آن ماده دارد.
۷۶. با ادامه مصرف مواد اعتیاد آور، **دوپامین کمتری** بطور مثال از بخشی از لیمبیک آزاد می شود و به فرد احساس کسالت، بی حوصلگی و افسردگی دست می دهد. برای رهایی از این حالت و دستیابی به سرخوشی نخستین، فرد مجبور است، ماده اعتیاد آور بیشتری مصرف کند.
۷۷. **مواد اعتیاد آور** بر بخش هایی از قشر مخ تأثیر می گذارند و توانایی قضاوت، تصمیم گیری و خود کنترلی فرد را کاهش می دهند. این اثرات به ویژه در مغز نوجوانان **شدیدتر** است؛ زیرا مغز آنان در حال رشد است.
۷۸. مصرف مواد اعتیاد آور **ممکن است** تغییرات برگشت ناپذیری را در مغز ایجاد کند.
۷۹. **بهبود فعالیت مغز** فرد مصرف کننده مواد اعتیاد آور به زمان طولانی نیاز دارد؛ بخش پیشین مغز **بهبود کمتری** را در آزمایشات نشان می دهد.
۸۰. **اعتیاد به الکل**: حتی مصرف کمترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می دهد. الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می شود و چون در چربی محلول است از غشای یاخته های عصبی بخش های مختلف مغز عبور و فعالیت های آنها را مختل می کند.
۸۱. **الکل** علاوه بر دوپامین، بر فعالیت انواعی از ناقل های عصبی تحریک کننده و بازدارنده تأثیر می گذارد. الکل کاهش دهنده فعالیت های بدنی است. موجب آرام سازی ماهیچه ها و ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن، اختلال در گفتار، کاهش درد و اضطراب، خواب آلودگی، اختلال در حافظه، گیجی و کاهش هوشیاری می شود.
۸۲. **الکل فعالیت مغز را** کند می کند و در نتیجه زمان واکنش فرد به محرک های محیطی افزایش پیدا می کند. مشکلات کبدی، سکتة قلبی و انواع سرطان از پیامد های مصرف بلند مدت الکل است.
۸۳. در تشریح مغز دو طرف رابط سه گوش و پینه ای، فضای **بطن های ۱ و ۲** مغز و داخل آنها، اجسام **مخطط** قرار دارند. شبکه های مویرگی که مایع مغزی نخاعی را ترشح می کند نیز درون این بطن ها دیده می شوند.

۸۴. در عقب تالاموس ها، **بطن سوم** و در لبه پایین این بطن، **رومغزی (اپی فیز)** قرار دارد.
۸۵. در عقب اپی فیز برجستگی های **چهار گانه** قرار دارند.
۸۶. اگر در تشریح مغز **کرمینة مخچه** در امتداد شیار بین دو نیمکره مخچه برش داده شود **درخت زندگی** و **بطن چهارم** مغز دیده می شود.
۸۷. **نخاع**: نخاع درون ستون مهره ها از **بصل النخاع تا دومین مهره کمر** کشیده شده است.
۸۸. **نخاع**، مغز را به **دستگاه عصبی محیطی متصل می کند** و مسیر عبور پیام های حسی از اندام های بدن به مغز و ارسال پیام ها از مغز به اندام هاست. علاوه بر آن، نخاع مرکز **برخی انعکاس های بدن** است.
۸۹. **هر** عصب نخاعی دو ریشه دارد.
۹۰. ریشه پشتی عصب نخاعی حسی و ریشه شکمی آن حرکتی است.
۹۱. ریشه پشتی، **اطلاعات حسی** را به نخاع وارد و ریشه شکمی **پیام های حرکتی** را از نخاع خارج می کند.
۹۲. **دستگاه عصبی محیطی**: بخشی از دستگاه عصبی که مغز و نخاع را به بخش های دیگر مرتبط می کند، **دستگاه عصبی محیطی** نام دارد.
۹۳. **۱۲ جفت عصب مغزی** و **۳۱ جفت عصب نخاعی**، دستگاه عصبی مرکزی را به بخش های دیگر بدن، مانند اندام های حس و ماهیچه ها مرتبط می کنند.
۹۴. **هر عصب مجموعه ای از رشته های عصبی** است که درون بافت پیوندی قرار گرفته اند.
۹۵. **دستگاه عصبی محیطی** شامل دو بخش **حسی و حرکتی** است. بخش حرکتی این **دستگاه پیام عصبی** را به اندام های اجرا کننده مانند ماهیچه ها می رساند.
۹۶. **بخش حرکتی** دستگاه عصبی محیطی، خود شامل دو بخش **پیکری و خودمختار** است.
۹۷. **بخش پیکری**: این بخش پیام های عصبی را به ماهیچه های اسکلتی می رساند.
۹۸. فعالیت ماهیچه های اسکلتی به شکل **ارادی و غیر ارادی** تنظیم می شود. فعالیت ماهیچه های اسکلتی به شکل **انعکاسی** نیز تنظیم می شود.
۹۹. **انعکاس پاسخ سریع و غیر ارادی ماهیچه ها** در پاسخ به محرک هاست.
۱۰۰. دست فردی که با برخورد به جسم داغ، به عقب کشیده می شود. مرکز **تنظیم انعکاسش نخاع** است.
۱۰۱. **بخش خود مختار**: بخش خود مختار دستگاه عصبی محیطی، کار **ماهیچه های صاف، ماهیچه قلب و غده ها** را به صورت **ناآگاهانه** تنظیم می کند و همیشه فعال است.
۱۰۲. **دستگاه خودمختار** از دو بخش **هم حس (سمپاتیک) و پادهم حس (پاراسمپاتیک)** تشکیل شده است که **معمولاً بر خلاف یکدیگر** کار می کنند تا فعالیت های حیاتی بدن را در شرایط مختلف تنظیم کنند.
۱۰۳. **فعالیت پاراسمپاتیک** باعث **برقراری حالت آرامش** در بدن می شود. در این حالت، **فشار خون کاهش یافته، ضربان قلب کم** می شود.
۱۰۴. **بخش سمپاتیک** هنگام **هیجان** بر بخش پاراسمپاتیک غلبه دارد و بدن را **در حالت آماده باش** نگه می دارد. در این هنگام بخش سمپاتیک سبب **افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس** می شود و جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه های اسکلتی هدایت می کند.
۱۰۵. **دستگاه عصبی جانوران**: ساده ترین ساختار عصبی، **شبکه عصبی** در **هیدر** است.
۱۰۶. **شبکه عصبی در هیدر**: مجموعه ای از **نورون های پراکنده در دیواره بدن هیدر** است که با هم ارتباط دارند. تحریک **هر نقطه** از بدن جانور در **همه سطح** آن منتشر می شود.
۱۰۷. **شبکه عصبی** یاخته های ماهیچه ای بدن را تحریک می کند.
۱۰۸. در **پلاناریا دو گره عصبی** در **سر جانور**، مغز را تشکیل داده اند. **هر گره** مجموعه ای از **جسم یاخته های عصبی** است.
۱۰۹. **دو طناب عصبی** متصل به مغز که در طول بدن پلاناریا کشیده شده اند، با رشته هایی به هم متصل اند و **ساختار نردبانمانندی** را ایجاد می کنند. این مجموعه بخش **مرکزی دستگاه عصبی جانور** است. **رشته های جانبی** متصل به آن نیز، بخش **محیطی دستگاه عصبی** را تشکیل می دهند.

۱۱۰. مغز حشرات از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است. یک طناب عصبی شکمی که در طول بدن جانور کشیده شده است، در هر بند از بدن، یک گره عصبی دارد. هر گره فعالیت ماهیچه های آن بند را تنظیم می کند.
۱۱۱. در مهره داران طناب عصبی پشتی است و بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره ها و مغز درون مجسمه ای غضروفی، یا استخوانی جای گرفته است.
۱۱۲. در مهره داران نیز مانند انسان، دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است. در بین مهره داران اندازه نسبی مغز پستانداران و پرندگان نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتر است.

فصل ۲ یازدهم

گفتار ۱

۱. **گیرنده حسی، یاخته یا بخشی** از آن است که اثر محرک را دریافت می کند. اثر محرک به پیام عصبی تبدیل می شود. صدا، فشار، اکسیژن، گرما و نور نمونه هایی از این محرک ها هستند که **هر کدام** گیرنده ویژه ای را در بدن تحریک می کنند.
۲. گیرنده های حسی انسان گوناگون اند؛ ولی می توان آنها را براساس **نوع محرک**، در پنج دسته کلی طبقه بندی کرد: گیرنده های مکانیکی، شیمیایی، دمایی، نوری و درد.
۳. عوامل گوناگونی مانند **تغییر شکل در اثر فشار، مواد شیمیایی و تغییر دما**، نفوذپذیری غشای گیرنده به یون ها و در نتیجه پتانسیل غشای آن را تغییر می دهند.
۴. **گیرنده فشار** انتهای دارینه (دندریت) یک نورون حسی است که **درون پوششی چند لایه و انعطاف پذیر** از نوع بافت پیوندی قرار دارد. فشرده شدن این پوشش، رشته دندریت را تحت فشار قرار می دهد و در آن تغییر شکل ایجاد می کند. در نتیجه **کانال های یونی غشای** گیرنده، باز و پتانسیل الکتریکی **غشا** تغییر می کند.
۵. **گیرنده ها سازش پیدا می کنند**: وقتی گیرنده ها مدتی در معرض **محرک ثابتی** قرار گیرند، پیام عصبی کمتری ایجاد می کنند، یا اصلاً پیامی ارسال نمی کنند. این پدیده را **سازش گیرنده ها** می نامند.
۶. پدیده سازش گیرنده های فشار پوست، موجب می شود وجود لباس را روی بدن حس نکنیم. در این حالت، **اطلاعات کمتری به مغز ارسال** می شود. در نتیجه مغز می تواند **اطلاعات مهم تری را پردازش** کند.
۷. **حواس را به دو گروه تقسیم می کنند**: گروهی از گیرنده ها مانند گیرنده های **دما** در بخش های گوناگون بدن پراکنده اند و گروهی از گیرنده های بدن ما در **اندام های ویژه ای** قرار دارند؛ مانند گیرنده های بینایی در چشم.
۸. **حواس** را به دو گروه **حواس پیکری و حواس ویژه** تقسیم کرده اند.
۹. **حواس پیکری** در بخش های گوناگون بدن مانند پوست، ماهیچه های اسکلتی و زردپی ها، گیرنده هایی وجود دارند که اطلاعات حسی را دریافت می کنند. اینها گیرنده های حس های پیکری اند.
۱۰. **حس های پیکری** شامل **حس تماس، دما، وضعیت و دردند**. **انتهای دندریت آزاد**، مانند گیرنده های **درد**، یا **انتهای دندریت های درون پوششی** از بافت پیوندی مانند گیرنده فشار در پوست نمونه هایی از گیرنده های حواس پیکری اند.
۱۱. **گیرنده های تماسی**، گیرنده های مکانیکی در پوست و بافتهای دیگرند که با تماس، فشار یا ارتعاش تحریک می شوند.
۱۲. **تعداد گیرنده های تماس** در پوست بخشهای گوناگون بدن متفاوت است و بخشهایی که **تعداد گیرنده های بیشتری** دارند، مانند **نوک انگشتان و لب ها**، حساسترند.
۱۳. **گیرنده های دمایی** در بخش هایی از درون بدن، مانند **برخی** سیاهرگ های بزرگ و پوست جای دارند. گیرنده های دمایی درون بدن به تغییرات دمای درون بدن و گیرنده های دمایی پوست به تغییرات دمای سطح بدن حساس اند.
۱۴. فعالیت گیرنده های مکانیکی **حس وضعیت** موجب می شود که مغز از **چگونگی قرارگیری قسمت های مختلف بدن نسبت به هم**، هنگام سکون و حرکت اطلاع یابد. گیرنده های حس وضعیت در **ماهیچه های اسکلتی، زردپی ها و کپسول پوشاننده مفصل ها** قرار دارند.
۱۵. **گیرنده های وضعیت درون ماهیچه ها** به **تغییر طول ماهیچه** حساس اند.
۱۶. **گیرنده های درد** در پوست و بخش های گوناگون بدن مثل **دیواره سرخرگ ها** قرار دارند. گیرنده های درد به آسیب بافتی پاسخ می دهند.
۱۷. **آسیب بافتی** در اثر عوامل مکانیکی مثل بریدگی، سرما یا گرمای شدید و **برخی** مواد شیمیایی مثل لاکتیک اسید ایجاد می شود.
۱۸. **گیرنده های درد سازش پیدا نمی کنند**. در نتیجه، این پدیده کمک می کند مادامی که محرک آسیب رسان وجود دارد، فرد از وجود محرک اطلاع داشته باشد.

۱۹. درد یک ساز و کار **حفاظتی** است. هرگاه یاخته‌ها در معرض تخریب قرار گیرند، درد ایجاد و موجب می‌شود که فرد برای برطرف کردن عامل ایجاد درد، واکنش مناسب نشان دهد.

گفتار ۲

۲۰. گیرنده‌های حواس ویژه شامل گیرنده‌های حس بینایی، شنوایی، تعادل، بویایی و چشایی اند که در اندام‌های حسی قرار دارند.
۲۱. **بینایی**: بیشتر اطلاعات محیط پیرامون را از راه دیدن و به کمک اندام حس بینایی، یعنی چشم دریافت می‌کنیم.
۲۲. **ساختار کره چشم**: خارجی ترین لایه کره چشم از **صلبیه** و **قرنیه** تشکیل شده است.
۲۳. **صلبیه** پرده‌ای سفید رنگ، محکم و **قرنیه** پرده شفاف جلوی چشم است.
۲۴. **لایه میانی** چشم شامل **مشیمیه**، **جسم مژگانی** و **عنبیه** است.
۲۵. **مشیمیه** لایه‌ای رنگدانه دار و پر از **مویرگ‌های خونی** است که **شبکیه** چشم را تغذیه می‌کند.
۲۶. **جسم مژگانی**، حلقه‌ای بین **مشیمیه** و **عنبیه** و شامل **ماهیچه‌های مژگانی** است.
۲۷. **عنبیه** بخش رنگین چشم در پشت قرنیه است که در وسط آن، **سوراخ مردمک** قرار دارد. دو گروه **ماهیچه صاف عنبیه**، مردمک را در (نور زیاد) تنگ و (در نور کم) گشاد می‌کنند. **ماهیچه‌های تنگ کننده** را **اعصاب پاراسمپاتیک** و **ماهیچه‌های گشاد کننده** را **اعصاب سمپاتیک** عصب دهی می‌کنند.
۲۸. **عدسی چشم همگرا**، انعطاف پذیر و با رشته‌هایی به نام **تارهای آویزی** به **جسم مژگانی** متصل است.
۲۹. **مایعی شفاف** به نام **زلالیه** فضای جلوی عدسی چشم را پر کرده است که از **مویرگ‌ها** ترشح می‌شود. **زلالیه مواد غذایی و اکسیژن** را برای عدسی و **قرنیه** فراهم و **مواد دفعی آنها را جمع آوری** می‌کند و به خون می‌دهد.
۳۰. **ماده‌ای زله‌ای و شفاف** به نام **زجاجیه** در فضای پشت عدسی قرار دارد که **شکل کرووی چشم** را حفظ می‌کند.
۳۱. **شبکیه داخلی** ترین لایه چشم است که **گیرنده‌های نوری**، یعنی **یاخته‌های مخروطی** و **استوانه‌ای** و نیز **یاخته‌های عصبی** در آن قرار دارند.
۳۲. **آکسون** یاخته‌های عصبی، **عصب بینایی** را تشکیل می‌دهند که پیام‌های بینایی را به مغز می‌برد.
۳۳. **محل خروج عصب بینایی از شبکیه**، **نقطه کور** نام دارد.
۳۴. درون گیرنده‌های نوری **ماده حساس به نور** وجود دارد.
۳۵. **اثر نور بر شبکیه**: پرتوهای نور از **قرنیه** می‌گذرند و به علت انحنای آن همگرا می‌شوند. این پرتوها از **زلالیه**، **سوراخ مردمک**، **عدسی** و **زجاجیه** عبور می‌کنند.
۳۶. **عدسی**، پرتوهای نور را روی **شبکیه** و **گیرنده‌های نوری** آن متمرکز می‌کند.
۳۷. **یاخته‌های استوانه‌ای** در **نور کم** و **یاخته‌های مخروطی** در **نور زیاد** تحریک می‌شوند.
۳۸. **گیرنده‌های مخروطی**، تشخیص رنگ و جزئیات اجسام را امکان پذیر می‌کنند.
۳۹. **بخشی از شبکیه** را که در امتداد **محور نوری کره چشم** قرار دارد، **لکه زرد** می‌نامند. این بخش در **دقت و تیزی** اهمیت دارد؛ زیرا **گیرنده‌های مخروطی** در آن فراوان ترند.
۴۰. با برخورد نور به **شبکیه**، **ماده حساس به نور**، درون **گیرنده‌های نوری تجزیه** می‌شود و واکنش‌هایی را به راه می‌اندازد که به ایجاد پیام عصبی منجر می‌شود. **ویتامین A** برای ساخت **ماده حساس به نور** لازم است.
۴۱. **تطابق**: با **تغییر همگرایی عدسی** چشم، می‌توان اجسام دور و نزدیک را واضح دید. هنگام دیدن اشیای نزدیک، با انقباض **ماهیچه‌های مژگانی**، عدسی ضخیم می‌شود. **وقتی به اشیای دور نگاه می‌کنیم با استراحت این ماهیچه‌ها**، عدسی باریک تر می‌شود. به این ترتیب، تصویر در هر حالت روی **شبکیه** تشکیل می‌شود. این فرایندها **تطابق** نام دارد.
۴۲. برای دیدن **درست اجسام**، **قرنیه**، **عدسی** و **کره چشم** باید شکل ویژه‌ای داشته باشند، تا **پرتوهای نور** به **طور دقیق روی شبکیه** متمرکز شوند.

۴۳. **نزدیک بینی و دوربینی:** در افراد نزدیک بین، کره چشم بیش از اندازه بزرگ است و پرتوهای نور اجسام دور، در جلوی شبکیه متمرکز می شوند. در نتیجه فرد، اجسام دور را واضح ی بیند.
۴۴. در فرد دوربین، کره چشم از اندازه طبیعی کوچک تر است و پرتوهای نور اجسام نزدیک در پشت شبکیه متمرکز می شوند و فرد این اجسام را واضح نمی بیند.
۴۵. **آستیگماتیسم:** اگر سطح عدسی یا قرنیه کاملاً کروی و صاف نباشد، پرتوهای نور به طور نامنظم به هم می رسند و روی یک نقطه شبکیه متمرکز نمی شوند. در نتیجه تصویر واضحی تشکیل نمی شود. برای اصلاح دید این فرد از عینکی استفاده می کنند که عدسی آن عدم یکنواختی انحناى قرنیه یا عدسی را جبران می کند.
۴۶. **پیر چشمی:** با افزایش سن، انعطاف پذیری عدسی چشم کاهش پیدا می کند و تطابق دشوار می شود. به کمک عینک های ویژه اصلاح می شود.
۴۷. برای تشخیص بالا و پایین چشم، فاصله عصب بینایی تا قرنیه را در نظر بگیرید. سطحی که در آن فاصله، عصب تا روی قرنیه بیشتر است، بالای چشم و سطح دیگر، پایین آن است.
۴۸. برای تشخیص چپ یا راست بودن چشم، آن را طوری در دست بگیرید که سطح بالایی آن رو به بالا باشد. قرنیه به شکل تخم مرغ دیده می شود و بخش پهن تر آن به سمت بینی و بخش باریک تر آن به سمت گوش قرار دارد. راه دیگر بررسی عصب بینایی است.
۴۹. اعصاب بینایی پس از خروج از چشم به سمت مخالف، خم می شود.
۵۰. بین ماهیچه ها و کره چشم بافت های چربی وجود دارد.
۵۱. لایه شبکیه بسیار نازک است.
۵۲. زلایه در هنگام تشریح به طور کامل شفاف نیست؛ زیرا مقداری از دانه های سیاه ملانین از بخش های دیگر چشم در آن رها شده اند.
۵۳. جسم مژگانی به شکل حلقه ای دور محل استقرار عدسی قرار دارد. درون این حلقه، عنبیه قرار دارد که نازک تر و شامل ماهیچه های صاف حلقوی (تنگ کننده مردمک) و شعاعی (گشاد کننده مردمک) است.
۵۴. سوراخ وسط عنبیه همان مردمک است.
۵۵. گیرنده های مکانیکی درون گوش، در شنیدن و حفظ تعادل بدن نقش دارند. گوش از سه بخش بیرونی، میانی و درونی تشکیل شده است.
۵۶. **ساختار گوش:** لاله گوش و مجرای آن بخش بیرونی گوش را تشکیل می دهند. لاله گوش امواج صوتی را جمع آوری و مجرای شنوایی، آنها را به بخش میانی منتقل می کند.
۵۷. موهای کرک مانند درون مجرا و موادی که غده های درون مجرا ترشح می کنند، نقش حفاظتی دارند. انتهای مجرا و بخش های میانی و درونی گوش را استخوان گیجگاهی حفاظت می کند.
۵۸. پرده صماخ در انتهای مجرای شنوایی و بین گوش بیرونی و میانی قرار دارد.
۵۹. گوش میانی محفظه استخوانی پر از هواست. درون گوش میانی و پشت پرده صماخ سه استخوان کوچک چکشی، سندان و رکابی، به ترتیب قرار دارند و به هم مفصل شده اند.
۶۰. بخشی به نام شیپوراستاش، حلق را به گوش میانی مرتبط می کند. هوا از راه این مجرا به گوش میانی منتقل می شود، تا فشار آن در دو طرف پرده صماخ یکسان شود و پرده به درستی بلرزد.
۶۱. گوش درونی از دو بخش حلزونی و دهلیزی تشکیل شده است. بخش حلزونی در شنوایی و بخش دهلیزی در تعادل نقش دارد.
۶۲. دسته استخوان چکشی روی پرده صماخ چسبیده و با ارتعاش آن می لرزد و استخوان های سندان و رکابی را نیز به ارتعاش درمی آورد. کف استخوان رکابی طوری روی دریچه ای به نام دریچه بیضی قرار گرفته است که لرزش آن، دریچه را می لرزاند. این دریچه پرده ای نازک است که در پشت آن، بخش حلزونی گوش قرار دارد.
۶۳. بخش حلزونی را مایعی پر کرده است. لرزش دریچه بیضی، مایع درون حلزون را به لرزش درمی آورد.

۶۴. در بخش **حلزونی** **یاخته های مژک داری** قرار دارند که **مژکهایشان** با **پوششی ژلاتینی تماس** دارند. این **یاخته ها، گیرنده های مکانیکی** اند که با لرزش **مایع درون** بخش **حلزونی، مژک های آنها** خم می شود. در نتیجه کانال های یونی غشای آنها باز و این **یاخته ها** تحریک می شوند. در نتیجه بخش **شنوایی** عصب گوش پیام عصبی ایجاد شده را به مغز می برد.

۶۵. در بخش **دهلیزی گوش داخلی** سه **مجرای نیم دایره ای شکل عمود برهم (در سه جهت فضا)** وجود دارد که **یاخته های مژک دار** حس تعادل درون آنها قرار گرفته اند. حرکت سر، این **یاخته ها** را تحریک می کند.

۶۶. **درون مجاری نیم دایره** از **مایعی پر شده** است و **مژکهای** **یاخته های گیرنده** نیز در **ماده ای ژلاتینی** قرار دارند. با چرخش سر، مایع درون مجرا به حرکت در می آید و ماده ژلاتینی را به یک **طرف خم می کند**.

۶۷. **آکسون** **یاخته های عصبی حسی** که **شاخه دهلیزی (تعادلی)** عصب گوش را تشکیل می دهند، پیام را به مغز و به **ویژه مخچه** می برد و آن را از موقعیت سر آگاه می کنند. برای **حفظ تعادل بدن**، مغز از **گیرنده های دیگر** مانند **گیرنده های وضعیت** نیز پیام دریافت می کند.

۶۸. **گیرنده های بویایی** در **سقف حفره بینی** قرار دارند. این **گیرنده ها** **یاخته های عصبی** اند که **دندریت هایشان** **مژک دار** است.

۶۹. **آکسون** **یاخته های گیرنده بویایی** پیام های بویایی را به **لوب های (پیاذهای) بویایی** مغز می برند. پیام بویایی **سرانجام به قشر مخ** ارسال می شود.

۷۰. در **دهان و برجستگی های زبان** **جوانه های چشایی** و درون این **جوانه ها** **گیرنده های چشایی** قرار گرفته اند. **ذره های غذا در بزاق حل** می شوند و **یاخته های گیرنده چشایی** را تحریک می کنند.

۷۱. انسان پنج **مزه اصلی شیرینی، شوری، ترشی، و تلخی** و **مزه اوامی** را احساس می کند.

۷۲. **اوامی**، کلمه ای ژاپنی به معنای لذیذ است که برای توصیف یک **مزه مطلوب** که با چهار مزه دیگر تفاوت دارد، به کار می رود، اوامی مزه غالب غذاهایی است که **آمینواسید گلوتامات** دارند مانند **عصاره گوشت**.

۷۳. **حس بویایی** در **درک درست مزه غذا** تأثیر دارد.

۷۴. پیام هایی که **هر نوع** از **گیرنده های حسی** ارسال می کنند، به **بخش یا بخش های ویژه ای** از **دستگاه عصبی مرکزی** و **قشر مخ** وارد می شوند.

۷۵. **پیامهای بینایی قبل از رسیدن به قشر مخ** از بخش های دیگری از مغز مانند **نهنج (تالاموس)** می گذرند.

۷۶. **چلیپای (کیاسمای) بینایی**، محلی است که **بخشی از آکسونهای عصب بینایی یک چشم** به **نیم کره مخ** مقابل می روند. پیام های بینایی **سرانجام به لوب های پس سری قشر مخ** وارد و در آنجا **پردازش** می شوند.

گفتار ۳

۷۷. **گیرنده های حسی** انسان محرک هایی مانند **پرتوهای فرابنفش** را به کمک **دستگاه های ویژه ای** می تواند آنها را دریافت کند؛ در حالی که **برخی جانوران** **گیرنده های دریافت کننده آنها** را دارند.

۷۸. **گیرنده های مکانیکی خط جانبی**؛ در **دو سوی بدن ماهی ها** ساختاری به نام **خط جانبی** وجود دارد.

۷۹. **خط جانبی**، **کانالی در زیر پوست جانور** است که از **راه سوراخ هایی** با محیط بیرون ارتباط دارد. درون کانال، **یاخته های مژک داری** قرار دارند که به **ارتعاش آب حساس** اند.

۸۰. **مژک های یاخته های گیرنده** درون **خط جانبی ماهی در ماده ای ژلاتینی** قرار دارند. جریان آب در کانال، ماده ژلاتینی را به حرکت در می آورد. حرکت ماده ژلاتینی، **یاخته های گیرنده** را تحریک می کند و ماهی به کمک **خط جانبی** از **وجود اجسام و جانوران دیگر (شکار و شکارچی)** در پیرامون خود آگاه می شود.

۸۱. **گیرنده های شیمیایی در پا**؛ در **مگس**، **گیرنده های شیمیایی** در **موهای حسی روی پا** های آن قرار دارند. مگس ها به کمک این **گیرنده ها** انواع **مولکول ها** را تشخیص می دهند.

۸۲. **گیرنده مکانیکی صدا در پا:** روی پای های جلویی جیرجیرک یک محفظه هوا وجود دارد که پرده صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده های مکانیکی متصل به پرده را تحریک کرده و جانور صدا را دریافت می کند.
۸۳. **گیرنده های نوری چشم مرکب:** چشم مرکب که در حشرات دیده می شود، از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است.
۸۴. **هر واحد بینایی در چشم مرکب، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرنده نوری دارد.** هر یک از این واحد ها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می کنند. دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را یکپارچه و تصویری موزاییکی ایجاد می کند.
۸۵. گیرنده های نوری **برخی** حشرات مانند **زنبور، پرتو های فرابنفش** را نیز دریافت می کنند.
۸۶. **گیرنده فروسرخ مار زنگی:** برخی مار ها می توانند پرتو های فروسرخ را تشخیص دهند.
۸۷. در **جلو و زیر هر چشم مار زنگی** سوراخی است که **گیرنده های پرتو های فرو سرخ** در آن قرار دارند. به کمک این گیرنده ها، مار پرتو های فرو سرخ تابیده از بدن شکار را دریافت و محل آن را در تاریکی تشخیص می دهد.
۸۸. **لوب های (پیازهای) بویایی ماهی** نسبت به **کل مغز جانور از لوب های بویایی انسان بزرگ تر** است.

فصل ۳ یازدهم

گفتار ۱

۱. امروزه افراد دارای نقص عضو نیز می توانند با استفاده از **اعضای مصنوعی تاحدودی** بر محدودیت های حرکتی چیره شوند.
۲. مطالعات دقیق ساختار ماهیچه ها، مفاصل و استخوان ها، به همراه پیشرفت در علوم مربوط به مواد و الکترونیک، مهندسان را قادر ساخته تا اندام های پیچیده را جایگزین بخش های آسیب دیده یا ناقص کنند.
۳. **کارآمدی بعضی از اندام های مصنوعی** آن قدر بالاست که در پارالمپیک برای جلوگیری از رقابت نابرابر، قوانین سختگیرانه ای برای استفاده از این اندام ها وضع شده است.
۴. استخوان ها **بخشی از اسکلت انسان** را تشکیل می دهند. اسکلت انسان شامل دو بخش **محوری و جانبی** است.
۵. **بخش محوری محور بدن** را تشکیل می دهد و از **ساختار هایی مانند مغز و قلب حفاظت** می کنند. گرچه بخش هایی از آن هم در **جویدن، شنیدن، صحبت کردن و حرکات بدن** نیز نقش دارند.
۶. **استخوان های دست و پا** از اجزای **اسکلت جانبی** اند. این استخوان ها نسبت به اسکلت محوری، **نقش بیشتری در حرکت بدن** دارند.
۷. استخوانها علاوه بر **حفاظت و پشتیبانی اندام ها**، اعمال دیگری هم انجام می دهند. مثلاً استخوان های کوچک گوش در **شنیدن دقیق** مؤثرند. همچنین استخوانها به کمک ماهیچه ها موجب حرکت بدن می شوند.
۸. سایر اعمال استخوان ها:
 - **پشتیبانی استخوان ها**: استخوان **شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی** را ایجاد می کنند تا اندام ها بر روی آنها مستقر شوند.
 - **حرکت**: اتصال ماهیچه های اسکلتی به استخوان ها و انقباض آنها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می شود.
 - **حفاظت اندام های درونی**: اسکلت استخوانی، **بخش های حساسی، مانند نخاع، قلب، مغز و شش ها را حفاظت** می کند.
 - **تولید یاخته های خونی**: بسیاری از استخوان ها **مغز قرمز** دارند. این بافت **یاخته های خونی را تولید** می کند.
 - **ذخیره مواد معدنی**: استخوان ها محل **ذخیره مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم** اند.
 - **کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر**: استخوان های کوچک **گوش در شنیدن** و استخوان های **آرواره در تکلم و جویدن** نقش دارند.
۹. **استخوان ها اشکال مختلفی** دارند. استخوان ران و بازو از انواع استخوان های **درازند**، در حالی که استخوان های **میج** از انواع استخوان های **کوتاه** اند. استخوان **جمجمه** از استخوان های **پهن** هستند. استخوان های **ستون مهره** از نوع استخوان های **نامنظم** اند.
۱۰. استخوان های بدن **اندازه های متفاوتی** دارند، از استخوان های **کوچک گوش میانی** تا استخوان **بزرگ لگن**.
۱۱. **هر استخوان** از دو نوع بافت استخوانی **فشرده و اسفنجی** تشکیل شده است.
۱۲. **میزان و محل قرارگیری هر نوع** بافت استخوانی در استخوان های مختلف متفاوت است. مثلاً بافت استخوانی فشرده در طول استخوان ران، به صورت واحدهایی به نام **سامانه های هاورس** قرار گرفته است.
۱۳. **سامانه های هاورس** به صورت **استوانه هایی هم مرکز تیغه های استخوانی** اند که از سلول های استخوانی و ماده زمینه ای اطراف آنها تشکیل شده است. ماده زمینه ای از پروتئینهایی مانند **کلاژن و مواد معدنی** تشکیل شده است.
۱۴. **اعصاب و رگهای درون مجرای مرکزی هر سامانه**، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می کنند.
۱۵. **سطح درونی تنه استخوان ران** بافت **اسفنجی** دارد. **سطح خارجی** این استخوان، توسط **بافت پیوندی** احاطه شده است و رگها و اعصاب از راه مجراهایی به بیرون ارتباط دارند.
۱۶. **انتهای برآمده استخوان ران** توسط **بافت اسفنجی** پر شده است.
۱۷. در **بافت استخوانی اسفنجی**، **تیغه های استخوانی** به صورت **نامنظم** قرار گرفته اند. بین تیغه ها، **حفره هایی** وجود دارد که توسط **رگ ها و مغز قرمز استخوان** پر شده اند.

۱۸. مغز استخوان، بخش نرمی است که درون استخوان را پر می کند. فضای درون استخوان اسفنجی می تواند با مغز قرمز پر شود که محل تشکیل یاخته های خونی است.
۱۹. بیشتر مغز زرد نیز از چربی تشکیل شده است و مجرای مرکزی استخوان های دراز را پر می کند. در کم خونی های شدید، مغز زرد می تواند به مغز قرمز تبدیل شود.
۲۰. در دوران جنینی، استخوان ها از بافت های نرمی تشکیل و به تدریج با افزوده شدن نمک های کلسیم سخت می شوند.
۲۱. یاخته های استخوانی تا اواخر سن رشد، ماده زمینه ای ترشح می کنند و بنابراین، توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می کند.
۲۲. با افزایش سن، یاخته های استخوانی کم کار می شوند و توده استخوانی به تدریج کاهش پیدا می کند. در همه این مراحل، تغییرات استخوانی در حال انجام است.
۲۳. استخوان ها در اثر فعالیت بدنی مانند ورزش، یا با افزایش وزن ضخیم، متراکم تر و محکم تر می شوند و استخوان هایی که کمتر مورد استفاده قرار می گیرند ظریف تر می شوند.
۲۴. فضانوردان که در محیط بی وزنی تراکم استخوانشان کاهش می یابد.
۲۵. استخوان های بدن به طور پیوسته دچار شکستگی های میکروسکوپی می شوند که نتیجه حرکات معمول بدن اند. شکستگی های دیگر می توانند ناشی از ضربه یا برخورد باشند. در این حالت، یاخته های نزدیک محل شکستگی، یاخته های جدید استخوانی می سازند و پس از چند هفته آسیب بهبود پیدا می کنند.
۲۶. تراکم توده استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان هاست و کاهش آن باعث پوکی استخوان می شود.
۲۷. در پوکی استخوان، تخریب استخوانی افزایش می یابد. در نتیجه استخوان ها ضعیف و شکننده می شوند.
۲۸. کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، مصرف نوشیدنی های الکلی و دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می شوند.
۲۹. اختلال در ترشح بعضی هورمون ها و مصرف نوشابه های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.
۳۰. به طور کلی تراکم توده استخوانی در زنان و مردان با هم تفاوت دارد.
۳۱. مفصل محل اتصال استخوان ها با هم است. در بعضی مفصلها، استخوانها حرکت نمی کنند. نمونه آن مفصل ثابت در استخوان های جمجمه است. جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده است که در محل مفصل های ثابت لبه های دندانه دار آنها در هم فرو رفته و محکم شده اند.
۳۲. در بیشتر مفصل ها، استخوان ها قابلیت حرکت دارند. سر استخوان ها در محل این مفصل ها توسط بافت غضروفی پوشیده شده است. نمونه آن مفصل های زانو، انگشتان و لگن است.
۳۳. استخوان ها در محل مفصلهایی که حرکت دارند توسط یک کپسول از جنس بافت پیوندی رشته ای احاطه شده اند که پر از مایع مفصلی لغزنده است.
۳۴. مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف به استخوان ها امکان می دهد که سالیان زیادی در مجاور هم لیز بخورند و اصطکاک چندانی نداشته باشند. علاوه بر کپسول مفصلی، رباطها و زردپی ها هم به کنار یکدیگر ماندن استخوانها کمک می کنند.
۳۵. رباط، بافت پیوندی رشته ای محکمی است که استخوانها را به هم متصل می کند.
۳۶. بخش صیقلی غضروفها در اثر کارکرد زیاد، ضربات، آسیب ها و بعضی بیماری ها تخریب می شود، ولی بدن دوباره آن را ترمیم می کند. اگر سرعت تخریب بیش از ترمیم باشد، می تواند باعث بیماری های مفصلی شود.

گفتار ۲

۳۷. بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی دارد که با انقباض خود بسیاری از حرکات بدن را ایجاد می کنند.

۳۸. بسیاری از ماهیچه ها به صورت جفت باعث حرکات اندام ها می شوند؛ زیرا ماهیچه ها فقط قابلیت انقباض دارند. انقباض هر ماهیچه فقط می تواند استخوانی را در جهتی خاص بکشد، ولی آن ماهیچه نمی تواند استخوان را به حالت قبل برگرداند، این وظیفه بر عهده ماهیچه متقابل آن است.

۳۹. هنگامی که یکی از جفت ماهیچه های متقابل در حالت انقباض است، ماهیچه دیگر در حال استراحت است.

۴۰. همه ماهیچه های اسکلتی باعث حرکت استخوان نمی شوند.

۴۱. گرچه ماهیچه های اسکلتی تحت کنترل ارادی هستند، ولی بعضی از این ماهیچه ها به صورت غیر ارادی هم منقبض می شوند (مانند انعکاس).

۴۲. ماهیچه ها همچنین با انقباض خود در حفظ شکل و حالت بدن و ایجاد حرارت مؤثرند.

۴۳. حفظ حالت بدن ماهیچه ها با اتصال به استخوان ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می شوند.

۴۴. ارتباطات ماهیچه های اسکلتی با کمک به سخن گفتن، نوشتن یا رسم شکل و ایجاد حالات مختلف چهره، در برقراری ارتباط ایفای نقش می کنند.

۴۵. حفظ دمای بدن فعالیت های سوخت و ساز در یاخته های ماهیچه ای باعث ایجاد گرمای زیادی می شود که می تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد.

۴۶. یک ماهیچه اسکلتی از چندین دسته تار ماهیچه ای تشکیل شده است.

۴۷. هر دسته تار ماهیچه ای از تعدادی یاخته یا تار ماهیچه ای تشکیل شده است. این دسته تارها با غلافی از بافت پیوندی رشته ای محکم احاطه شده است. این غلاف های پیوندی در انتها، به صورت طناب یا نواری محکم به نام زردپی در می آیند.

۴۸. زردپی های دو انتهای ماهیچه، به استخوان های مختلف متصل می شوند.

۴۹. نحوه اتصال ماهیچه به استخوان طوری است که معمولاً با تغییر کوتاهی در طول ماهیچه، استخوان به اندازه زیادی جابه جا می شود. مثلاً با کوتاه شدن حدود یک سانتی متر ماهیچه جلوی بازو، ساعد دست به اندازه زیادی حرکت می کند.

۵۰. یاخته های ماهیچه ای مانند استوانه ای با چندین هسته دیده می شوند. در واقع هر یاخته از به هم پیوستن چند یاخته در دوره جنینی ایجاد می شود و به همین علت چند هسته دارد.

۵۱. درون هر یاخته ماهیچه ای، تعداد زیادی رشته به نام تارچه ماهیچه ای وجود دارد که موازی هم در طول یاخته قرار گرفته اند.

۵۲. تارچه ها از واحدهای تکراری به نام سارکومر تشکیل شده اند که به تار ماهیچه ای ظاهر مخطط می دهند.

۵۳. دو انتهای هر سارکومر خطی به نام خط Z دیده می شود. ظاهر مخطط این یاخته ها به دلیل وجود دو نوع رشته پروتئینی اکتین و میوزین است که با آرایش خاصی در کنار هم قرار گرفته اند.

۵۴. رشته های اکتین نازک و از یک طرف به خط Z متصل اند. این رشته ها به درون سارکومر کشیده شده اند. رشته های میوزین، ضخیم و بین رشته های اکتین جاگرفته اند. این رشته ها سرهایی برای اتصال به اکتین دارند.

۵۵. با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق همایه (سیناپس) ویژه ای از یاخته عصبی به یاخته ماهیچه ای می رسد و ناقل عصبی از پایانه یاخته عصبی آزاد می شود. با اتصال این ناقلین به گیرنده های خود در سطح یاخته ماهیچه ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می شود.

۵۶. با تحریک یاخته ماهیچه ای، یون های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی آن آزاد می شود.

۵۷. در نتیجه عمل آزاد شدن کلسیم از شبکه آندوپلاسمی، سرهای پروتئین های میوزین به رشته های اکتین متصل می شوند. با اتصال پروتئین های میوزین به اکتین و تغییر شکل آن، خطوط Z سارکومر به هم نزدیک می شوند. نزدیک شدن خطوط Z باعث کوتاه شدن طول سارکومرها و در کل، کاهش طول ماهیچه می شود.

۵۸. لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم به انرژی نیاز دارد. برای این کار، باید پل های اتصال میوزین و اکتین دائماً تشکیل و با حرکتی مانند پارو زدن، خطوط Z به سمت هم کشیده می شوند. سپس سرهای متصل جدا و به بخش جلوتر وصل می شوند. این لیز خوردن، اتصال و جدا شدن سرهای میوزین صدها مرتبه در ثانیه تکرار و در نتیجه ماهیچه اسکلتی منقبض می شود.
۵۹. توقف انقباض: با اتمام انقباض، یون های کلسیم به سرعت با انتقال فعال به شبکه آندوپلاسمی بازگردانده و در نتیجه اکتین و میوزین از هم جدا می شوند. در این حال، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت می ماند.
۶۰. بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه ها از سوختن گلوکز به دست می آید. در ماهیچه ها گلیکوژن به صورت ذخیره وجود دارد و در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می شود.
۶۱. در صورت وجود اکسیژن در ماهیچه ها، تجزیه گلوکز می تواند تا چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند. برای انقباض طولانی تر، ماهیچه ها از اسید های چرب استفاده می کنند. ماده دیگر کراتین فسفات است که طبق واکنش زیر می تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند: $C + ATP \rightarrow CP + ADP$ (کراتین فسفات)
۶۲. ماهیچه ها برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارد. در فعالیت های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه ها نمی رسد، تجزیه گلوکز به صورت بی هوازی انجام می شود.
۶۳. در اثر واکنشهای بی هوازی لاکتیک اسید تولید می شود که در ماهیچه انباشته می شود. انباشته شدن لاکتیک اسید پس از تمرینات ورزشی طولانی، باعث گرفتگی و درد ماهیچه ای می شود. لاکتیک اسید اضافی به تدریج تجزیه می شود و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه ای کاهش می یابد.
۶۴. یاخته های ماهیچه ای را می توان به دو نوع یاخته های تند و کند تقسیم کرد. این تقسیم بندی براساس سرعت انقباض است. بسیاری از ماهیچه های بدن هر دو نوع یاخته را دارند.
۶۵. تار ماهیچه ای نوع کند، برای حرکات استقامتی مانند شنا کردن ویژه شده اند. این تارها مقدار زیادی رنگ دانه قرمز به نام میوگلوبین (شبه هموگلوبین) دارند که می توانند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند.
۶۶. تارهای کند بیشتر انرژی خود را به روش هوازی به دست می آورند.
۶۷. تارهای ماهیچه ای تند (یا سفید) سریع منقبض می شوند. این تارها مسئول انجام انقباضات سریع مثل دوی سرعت و بلند کردن وزنه اند.
۶۸. تارهای تند تعداد میتوکندری کمتری دارند و انرژی خود را بیشتر از راه تنفس بی هوازی به دست می آورند. مقدار میوگلوبین این تارها هم کمتر است. این تارها سریع انرژی خود را از دست می دهند و خسته می شوند.
۶۹. افراد کم تحرک، دارای تار ماهیچه ای تند بیشتری هستند که با ورزش، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می شوند.
۷۰. جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می توانند از جایی به جای دیگری حرکت کنند. شیوه های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است.
۷۱. شنا کردن، پرواز کردن، دویدن و خزیدن، نمونه هایی از شیوه های حرکتی اند.
۷۲. اساس حرکت در جانوران مشابه است؛ برای حرکت در یک سو، جانور باید نیرویی در خلاف آن وارد کند. برای انجام حرکت، جانوران نیازمند ساختار های اسکلتی و ماهیچه ای هستند.
۷۳. ساختار اسکلت در جانوران متفاوت است، ولی می توان انواع اسکلت در جانوران را به سه گروه آب ایستایی، بیرونی و درونی طبقه بندی کرد.
۷۴. اسکلت آب ایستایی در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می دهد. عروس دریایی اسکلت آب ایستایی دارد. ضمناً در این جانوران، با فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می کند.
۷۵. حشرات و سخت پوستان نمونه هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفه حفاظتی هم دارد.
۷۶. بزرگ بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین تر شدن آن می شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می کند. به همین علت، اندازه این جانوران از حد خاصی بیشتر نمی شود.

۷۷. مهره داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی ها مانند کوسه ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است، ولی در سایر مهره داران استخوانی است که غضروف نیز دارد. ساختار استخوان در این جانوران بسیار شبیه ساختار استخوان انسان است.

فصل ۴ یازدهم

گفتار ۱

۱. در پریاختگان، یاخته ها نمی توانند از یکدیگر مستقل باشند.
۲. دستگاه عصبی، یکی از دستگاه های ارتباطی بدن است.
۳. دستگاه عصبی با تک تک یاخته های بدن ارتباط ندارد.
۴. پیک شیمیایی مولکولی است که پیامی را منتقل می کند.
۵. یاخته ای که پیام را دریافت می کند یاخته هدف نام دارد.
۶. مولکول پیک، تنها بر یاخته ای می تواند تأثیر بگذارد که گیرنده آن را داشته باشد و این یاخته، همان یاخته هدف است.
۷. بر اساس مسافتی که پیک طی می کند تا به یاخته هدف برسد، پیک ها را به دو گروه کوتاه برد و دور برد تقسیم می کنند.
۸. پیک های کوتاه برد، بین یاخته هایی ارتباط برقرار می کند که در نزدیکی هم اند و حداکثر چند یاخته با هم فاصله دارند.
۹. ناقل عصبی یک پیک کوتاه برد است. این پیک از یاخته پیش سیناپسی ترشح و بر یاخته پس سیناپسی اثر می کند.
۱۰. پیک های دوربرد پیک هایی هستند که به جریان خون وارد می شوند و پیام را به فاصله ای دور منتقل می کنند.
۱۱. هورمون ها پیک های دوربرداند. گاهی یاخته های عصبی پیک شیمیایی را به خون ترشح می کنند؛ در این صورت، این پیک یک هورمون به شمار می آید، نه یک ناقل عصبی.
۱۲. هورمون ها از یاخته های درون ریز ترشح می شوند.
۱۳. یاخته های درون ریز ممکن است به صورت پراکنده در اندام ها دیده شوند.
۱۴. یاخته های درون ریز در معده و دوازدهه به ترتیب، هورمون گاسترین و سکرترین را ترشح می کنند (این یاخته های بصورت پراکنده در اندام هستند).
۱۵. یاخته های درون ریز ممکن است به صورت مجتمع یافت شوند که در این صورت، غده درون ریز را تشکیل می دهند.
۱۶. ترشحات غده درون ریز به خون وارد می شود، اما غده برون ریز ترشحات خود را از طریق مجرای به سطح یا حفرات بدن می ریزد.
۱۷. مجموع یاخته ها و غدد درون ریز و هورمون های آنها را دستگاه درون ریز می نامند.
۱۸. دستگاه درون ریز به همراه دستگاه عصبی، فعالیت های بدن را تنظیم می کند و نسبت به محرک های درونی و بیرونی پاسخ می دهند.

گفتار ۲

۱۹. دستگاه درون ریز، که غده ها بخش مهمی از آن اند، فعالیت های بدن را به وسیله هورمون ها تنظیم می کند.
۲۰. غده زیر مغزی (هیپوفیز) تقریباً به اندازه یک نخود است و با ساقه ای به زیرنهنج (هیپوتالاموس) متصل است.
۲۱. غده هیپوفیز درون یک گودی، در استخوانی از کف جمجمه جای دارد.
۲۲. غده زیر مغزی سه بخش دارد که پیشین، میانی و پسین نامیده می شوند. عملکرد بخش میانی در انسان به خوبی شناخته نشده است.
۲۳. بخش پیشین تحت تنظیم زیرنهنج، شش هورمون ترشح می کند.
۲۴. زیرنهنج توسط رگ های خونی با بخش پیشین ارتباط دارد و هورمون هایی به نام آزادکننده و مهارکننده ترشح می کند که باعث می شوند هورمون های بخش پیشین ترشح شوند، یا اینکه ترشح آنها متوقف شود. به همین دلیل، غده زیر نهنج نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غده ها بر عهده دارد.
۲۵. هورمون رشد، یکی از هورمون های بخش پیشین است که با رشد طولی استخوان های دراز، اندازه قد را افزایش می دهد.

۲۶. در نزدیکی دو سر استخوان های دراز، دو صفحه غضروفی وجود دارد که صفحات رشد نام دارند یاخته های غضروفی در این صفحات تقسیم می شوند. همچنان که یاخته های جدیدتر پدید می آیند، یاخته های استخوانی جانشین یاخته های غضروفی قدیمی تر می شوند و به این ترتیب، استخوان رشد می کند.

۲۷. چند سال بعد از بلوغ، صفحات رشد از حالت غضروفی به استخوانی تبدیل می شوند. در این حالت، رشد استخوان متوقف می شود و می گویند «صفحات رشد بسته شده است».

۲۸. تا زمانی که صفحات غضروفی بسته نشده اند، هورمون رشد می تواند قد را افزایش دهد.

۲۹. پرولاکتین هورمون بخش پیشین است. پس از تولد نوزاد، این هورمون، غدد شیری را به تولید شیر وامی دارد.

۳۰. تا مدت ها تصور می شد که کار پرولاکتین تنها تولید شیر از غدد شیری است. اما اکنون شواهد روزافزونی مبنی بر نقش این هورمون در دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب به دست آمده است.

۳۱. در مردان، هورمون پرولاکتین در تنظیم فرایندهای دستگاه تولید مثل (علاوه بر دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب) نقش دارد.

۳۲. هورمونهای محرک، چهار هورمون باقی مانده بخش پیشین (بجز پرولاکتین و رشد) را تشکیل می دهند. بخش پیشین با ترشح این هورمونها فعالیت سایر غدد را تنظیم می کنند.

۳۳. هورمون محرک تیروئید، فعالیت غده سپردیس (تیروئید) را تحریک می کند

۳۴. هورمون محرک فوق کلیه روی غده فوق کلیه تأثیر می گذارد

۳۵. هورمونهای محرک غده های جنسی که LH و FSH نام دارند کار غده های جنسی (تخمدان و بیضه) را تنظیم می کند.

۳۶. بخش پسین هیچ هورمونی نمی سازد. هورمونهای بخش پسین در یاخته های عصبی زیرنهنج تولید می شوند.

۳۷. هورمون های زیر نهنج که در جسم یاخته ای ساخته شده اند از طریق آسه ها به بخش پسین می رسند. دو هورمون به نامهای ضد آدراری و اکسی توسین در زیرنهنج ساخته و در بخش پسین، ذخیره و ترشح می شوند.

۳۸. غده سپردیس (تیروئید) شکلی شبیه به سپر دارد و در زیر حنجره واقع است. هورمونهایی که از این غده ترشح می شوند عبارت اند از: هورمون های تیروئیدی و کلسی تونین.

۳۹. هورمون های تیروئیدی دو هورمون یُد دار به نامهای T3 و T4 هستند.

۴۰. هورمون های تیروئیدی میزان تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس را تنظیم می کنند.

۴۱. از آنجایی که تجزیه گلوکز در همه یاخته های بدن رخ می دهد پس همگی، یاخته هدف هورمون های تیروئیدی هستند.

۴۲. در دوران جنینی و کودکی، T3 برای نمو دستگاه عصبی مرکزی لازم است؛ بنابراین، فقدان آن به اختلالات نمو دستگاه عصبی و عقب ماندگی ذهنی و جسمی جنین می انجامد.

۴۳. اگر یُد در غذا به مقدار کافی نباشد، آن گاه هورمون تیروئیدی به اندازه کافی ساخته نمی شود. در این حالت غده زیرمغزی با ترشح هورمون محرک تیروئید، باعث رشد بیشتر غده می شود تا یُد بیشتری جذب کند. فعالیت بیشتر غده تیروئید منجر به بزرگ شدن آن می شود که به آن گواتر می گویند.

۴۴. یُد در غذاهای دریایی فراوان است. مقدار یُد موجود در فراورده های کشاورزی و دامی یک منطقه، به مقدار یُد خاک بستگی دارد.

۴۵. با توجه به کمبود یُد در خاک کشور ما، همچون بسیاری از دیگر کشورها، برنامه های غذایی متکی به فراورده های غیر دریایی نمی تواند فراهم کننده یُد موردنیاز بدن باشد.

۴۶. هورمون دیگر تیروئید (علاوه بر هورمونهای تیروئیدی)، کلسی تونین است. زمانی که کلسیم در خوناب زیاد است. این هورمون از برداشت کلسیم از استخوان ها جلوگیری می کند.

۴۷. غده های پاراتیروئید به تعداد چهار عدد در پشت تیروئید قرار دارند. این غدد، هورمون پاراتیروئیدی ترشح می کنند.

۴۸. هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب ترشح می شود و در هم ایستایی کلسیم نقش دارد. این هورمون، کلسیم را از ماده زمینه استخوان جدا و آزاد می کند. همچنین باز جذب کلسیم را در کلیه افزایش می دهد.

۴۹. هورمون پاراتیروئیدی بر ویتامین D اثر دارند. این هورمون، ویتامین D را به شکلی تبدیل می کند که می تواند جذب کلسیم از روده را افزایش دهد. بنابراین، کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده می شود.
۵۰. غده فوق کلیه روی کلیه قرار دارد و از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است که از هم دیگر مستقل اند.
۵۱. بخش مرکزی ساختار عصبی دارد. وقتی فرد در شرایط تنش قرار می گیرد، این بخش دو هورمون به نام های اپی نفرین و نور اپی نفرین ترشح می کند.
۵۲. هورمون های مرکزی فوق کلیه ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خون را افزایش می دهند و نایزک ها را در شش ها باز می کنند. چنین تغییراتی بدن را برای پاسخ های کوتاه مدت آماده می کند.
۵۳. بخش قشری به تنش های طولانی مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح کورتیزول پاسخ دیرپا می دهد.
۵۴. هورمون کورتیزول گلوکز خون را افزایش می دهد. اگر تنش ها به مدت زیادی ادامه یابد، کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف می کند.
۵۵. هورمون آلدوسترون بازجذب سدیم را از کلیه افزایش می دهد. به دنبال بازجذب سدیم، آب هم بازجذب می شود و در نتیجه فشار خون بالا می رود.
۵۶. بخش قشری فوق کلیه علاوه بر کورتیزول و آلدوسترون، هورمون جنسی زنانه و مردانه را در هر دو جنس نیز ترشح می کند.
۵۷. غده لوزالمعده از دو قسمت برون ریز و درون ریز تشکیل شده است.
۵۸. بخش برون ریز لوزالمعده، آنزیم های گوارشی و بیکربنات ترشح می کند.
۵۹. بخش درون ریز لوزالمعده به صورت مجموعه ای از یاخته ها در بین بخش برون ریز است که جزایر لانگرهانس نام دارند.
۶۰. از بخش درون ریز لوزالمعده دو هورمون به نام های گلوکاگون و انسولین ترشح می شود.
۶۱. گلوکاگون در پاسخ به کاهش گلوکز خون ترشح شده، باعث تجزیه گلیکوژن به گلوکز می شود و به این ترتیب، قند خون را افزایش می دهد.
۶۲. انسولین در پاسخ به افزایش گلوکز خون ترشح و باعث ورود گلوکز به یاخته ها می شود و به این ترتیب، قند خون را کاهش می دهد.
۶۳. اگر یاخته ها نتوانند گلوکز را از خون بگیرند، غلظت گلوکز خون افزایش می یابد. به همین علت گلوکز و به دنبال آن آب وارد ادرار می شود. چنین وضعیتی به دیابت شیرین معروف است.
۶۴. در دیابت شیرین، یاخته ها مجبورند انرژی موردنیاز خود را از چربی ها یا حتی پروتئین ها به دست آورند که به کاهش وزن می انجامد. بر اثر تجزیه چربی ها، محصولات اسیدی تولید می شود که اگر این وضعیت درمان نشود به اغما و مرگ منجر خواهد شد.
۶۵. تجزیه پروتئین ها، مقاومت بدن را کاهش می دهد. بنابراین، افراد مبتلا به دیابت باید بهداشت را بیش از پیش رعایت کنند و مراقب زخم ها و سوختگی های هرچند کوچک باشند.
۶۶. دیابت بر دو نوع است.
۶۷. در دیابت نوع I، انسولین ترشح نمی شود یا به اندازه کافی ترشح نمی شود. این بیماری، یک بیماری خود ایمنی است که در آن دستگاه ایمنی یاخته های ترشح کننده انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می برد. این بیماری با تزریق انسولین تحت کنترل در خواهد آمد.
۶۸. در دیابت نوع II اشکال در تولید انسولین نیست. در نوع II انسولین به مقدار کافی وجود دارد، اما گیرنده های انسولین به آن پاسخ نمی دهند.
۶۹. دیابت نوع II از سن حدود چهل سالگی به بعد، در نتیجه چاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینه بیماری را دارند ظاهر می شود.
۷۰. غده رو مغزی (اپی فیز) یکی از غدد درون ریز مغز است که در بالای برجستگی های چهارگانه قرار دارد و هورمون ملاتونین ترشح می کند.
۷۱. مقدار ترشح هورمون ملاتونین در شب به حداکثر و در نزدیکی ظهر به حداقل می رسد. عملکرد این هورمون در انسان به خوبی معلوم نیست، اما به نظر می رسد در تنظیم ریتم های شبانه روزی ارتباط داشته باشد.
۷۲. غده تیموس هورمون تیموسین ترشح می کند که در تمایز لنفوسیت ها نقش دارد.

۷۳. **ممکن است** یک یاخته چند هورمون را دریافت کند یا اینکه چند یاخته، یک هورمون را دریافت کنند. براساس نوع هورمون و نوع یاخته هدف، پیام بیک به عملکرد خاصی تفسیر می شود. مثلاً وقتی هورمون پاراتیروئیدی که کلسیم خون را افزایش می دهد به کلیه می رسد، باز جذب کلسیم را زیاد می کند، اما همان هورمون در استخوان باعث تجزیه استخوان شده و کلسیم را آزاد می کند.
۷۴. هورمون ها در مقادیر خیلی کم ترشح می شوند، اما با همین مقدار کم، اثرات خود را برجای می گذارند. بنابراین، تغییر هرچند کم در مقدار ترشح هورمون ها اثرات قابل ملاحظه ای در پی خواهد داشت. به همین علت ترشح هورمون ها باید به دقت تنظیم شود.
۷۵. چرخه تنظیم بازخوردی روش رایجی در تنظیم ترشح هورمون هاست که به دو صورت منفی و مثبت دیده می شود.
۷۶. در تنظیم بازخوردی منفی، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث کاهش ترشح همان هورمون می شود و بالعکس.
۷۷. بیشتر هورمون ها توسط بازخورد منفی تنظیم می شوند. تنظیم انسولین، مثالی از یک بازخورد منفی است.
۷۸. در تنظیم بازخوردی مثبت، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث افزایش ترشح همان هورمون می شود.
۷۹. ارتباط شیمیایی در جانوران نه فقط برای ارتباط بین یاخته ها، بلکه برای ارتباط افراد با یکدیگر نیز استفاده می شود.
۸۰. فرومون ها موادی هستند که از یک فرد ترشح شده و در فرد یا افراد دیگری از همان گونه پاسخ های رفتاری ایجاد می کند.
۸۱. زنبور از فرومون ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می کند.
۸۲. مارها قادرند با گیرنده هایی شیمیایی زبانشان، فرومون های موجود در هوا را تشخیص دهند.
۸۳. گربه ها از فرومون ها برای تعیین قلمرو خود استفاده می کنند.

فصل ۵ یازدهم

گفتار ۱

۱. زمانی که میکروسکوپ، دنیای ناپیدای میکروب ها را آشکار کرد، تصور نمی شد که موجوداتی به این ریزی و سادگی، بتوانند جانداري چون انسان را بیمار کنند. اما به تدریج شواهدی به دست آمد که به ارائه «نظریه میکروبی بیماری ها» در قرن نوزدهم انجامید. نظریه ای که بیان می کند میکروب ها می توانند بیمار یزا باشند.
۲. توانایی بدن انسان در بیمار نشدن یا بهبودی یافتن پس از ابتلا به بیماری های میکروبی نشان دهنده این واقعیت است که بدن می تواند در برابر میکروب ها از خود دفاع کند.
۳. بدن ما چند خط دفاعی دارد که از ورود میکروب ها جلوگیری، یا با میکروب های وارد شده مبارزه می کند.
۴. شاید بهترین راه در امان ماندن از میکروب ها، جلوگیری از ورود آنها به بدن باشد.
۵. بدن ما به وسیله سدهایی در اطراف خود، محافظت می شود. پوست و مخاط، سدّ محکمی در برابر ورود میکروب ها ایجاد می کنند.
۶. پوست یکی از اندام های بدن است که لایه های بیرونی و درونی آن در جلوگیری از ورود میکروب ها به بدن نقش دارند.
۷. لایه بیرونی پوست شامل چندین لایه یاخته پوششی است که خارجی ترین یاخته های آن مرده اند.
۸. یاخته های مرده پوست به تدریج می ریزند و به این ترتیب، میکروبهایی را که به آن چسبیده اند، از بدن دور می کنند.
۹. لایه درونی پوست، بافت پیوندی رشته ای وجود دارد که رشته ها در آن به طرز محکمی به هم تائیده اند. این لایه محکم و با دوام است. چرم که از پوست جانوران درست می شود مربوط به همین لایه است.
۱۰. لایه درونی پوست، عملاً سدّی محکم و غیر قابل نفوذ است.
۱۱. پوست فقط یک سد ساده نیست؛ بلکه ترشحات مختلفی هم دارد. سطح پوست را ماده ای چرب می پوشاند. این ماده به علت داشتن اسیدهای چرب، خاصیت اسیدی دارد. محیط اسیدی روی پوست برای زندگی میکروب های بیمار یزا مناسب نیست.
۱۲. عرق از ترشحات سطح پوست است که نمک دارد. نمک برای باکتری ها مناسب نیست. عرق، آنزیم لیزوزیم هم دارد.
۱۳. در سطح پوست ما میکروب هایی زندگی می کنند که با شرایط پوست، از جمله اسیدی بودن، سازش یافته اند. این میکروب ها از تکثیر میکروب های بیمار یزا جلوگیری می کنند، چون در رقابت برای کسب غذا بر آنها پیروز می شوند.
۱۴. با اینکه پوست سد محکمی است، اما همه جای بدن را پوشانده است.
۱۵. دستگاه های تنفس، گوارش و ادراری تناسلی با محیط بیرون در ارتباط اند و امکان نفوذ میکروب ها از طریق آنها وجود دارد. سطح مجاری این دستگاه ها را مخاط پوشانده است.
۱۶. مخاط از یک بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی تشکیل شده است و ماده چسبناکی را به نام ماده مخاطی ترشح می کند.
۱۷. یاخته های پوششی به هم چسبیده اند و سدّی را ایجاد می کنند. همچنین ماده مخاطی، که چسبناک است، میکروب ها را به دام می اندازد و از پیش روی آنها جلوگیری می کند.
۱۸. ترشحات مخاط، با داشتن لیزوزیم موجب کشته شدن باکتری ها می شود. علاوه بر مخاط، در هر کدام از دستگاه های یادشده سازوکارهای دیگری هم برای مبارزه با میکروب ها وجود دارد.
۱۹. مخاط مژکدار در دستگاه تنفس مانع نفوذ میکروب ها به بخش های عمیق تر می شود.
۲۰. در دستگاه گوارش، بزاق لیزوزیم دارد. همچنین اسید معده، میکروب های موجود در غذا را نابود می سازد.
۲۱. ساز و کارهایی مانند عطسه، سرفه، استفراغ، مدفوع و ادرار باعث بیرون راندن میکروب های مجاری می شود.
۲۲. اشک با داشتن نمک و لیزوزیم از چشم محافظت می کند.
۲۳. میکروب ها، از هر نوعی که باشند، هنگام ورود به بدن، با خط اول دفاع بدن رو به رو می شوند.

۲۴. پوست و مخاط، در برابر نفوذ میکروب ها، بدون توجه به نوع آنها، سدّی ایجاد می کنند. به این نوع دفاع، دفاع غیر اختصاصی می گویند.
۲۵. در دفاع غیر اختصاصی، روش هایی به کار گرفته می شود که در برابر طیف وسیعی از میکروب ها مؤثر است.
۲۶. دستگاه ایمنی می تواند به طور اختصاصی نیز در برابر میکروب ها دفاع کند. در دفاع اختصاصی پاسخ دستگاه ایمنی فقط بر همان نوع میکروب مؤثر است و بر میکروب هایی از انواع دیگر اثری ندارد.

گفتار ۲

۲۷. ایلیا مچنیکو در حین مطالعه لارو ستاره دریایی، که شفاف است، برای نخستین بار، درون بدن لارو، یاخته هایی را دید که شبیه آمیب بودند؛ حرکت می کردند و مواد اطراف خود را می خوردند.
۲۸. مچنیکو فکر می کرد که یاخته های آمیبی درون بدن لارو میکروب ها و ذرات خارجی را هم می خورند و در دفاع نقش دارند.
۲۹. مچنیکو برای آزمودن فرضیه ش، خرده های ریزی از خارهای گل رز را به زیر پوست لارو وارد کرد و مشتاقانه منتظر ماند. او درست حدس زده بود. تا صبح فردا، این یاخته های آمیبی شکل، اثری از خرده ها باقی نگذاشته بودند.
۳۰. مچنیکو یاخته های آمیبی شکل درون بدن لارو را بیگانه خوار نامید.
۳۱. مچنیکو بقیه عمر خود را به مطالعه نحوه دفاع بدن در برابر میکروب ها پرداخت و سرانجام موفق شد جایزه نوبل را به دست آورد.
۳۲. قبل از آنکه بیگانه خوارهای بدن ما به میکروب حمله کند، ابتدا باید «بیگانه بودن» آن را تشخیص دهد.
۳۳. دستگاه ایمنی هر فرد، یاخته های «خودی» را می شناسد و تنها در برابر آنچه که «بیگانه» تشخیص داده می شود پاسخ می دهد.
۳۴. دومین خط دفاعی شامل ساز و کارهایی است که بیگانه ها را بر اساس ویژگی های عمومی آنها شناسایی می کند. بنابراین، از نوع دفاع غیر اختصاصی است.
۳۵. دومین خط دفاعی شامل بیگانه خوارها، گویچه های سفید، پروتئینها، پاسخ التهابی و تب است.
۳۶. بیگانه خوارها (فاگوسیت ها) در جای جای بدن انسان حضور دارند.
۳۷. درشت خوار (ماکروفاز) یکی از بیگانه خوارهاست (مانند درشت خوارهای حبابکی را در ششها).
۳۸. درشت خوارها در اندامهای مختلف، از جمله گره های لنفاوی، حضور دارند و با میکرو بها مبارزه می کنند.
۳۹. از وظایف درشت خوار از بین بردن یاخته های مرده بافت ها یا بقایای آنهاست.
۴۰. کبد و طحال گویچه های قرمز مرده را پاکسازی می کنند. این کار به وسیله درشت خوارهای این اندام ها انجام می شود.
۴۱. نوعی از بیگانه خوارها یاخته های دارینه ای (دندریتی) نام دارند. این یاخته ها را به علت داشتن انشعابات دندریت مانند، به این نام می خوانند.
۴۲. یاخته های دندریتی در بخش هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند، مثل پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می شوند.
۴۳. یاخته های دندریتی علاوه بر بیگانه خواری، قسمت هایی از میکروب را در سطح خود قرار می دهند. سپس خود را به گره های لنفاوی نزدیک می رسانند، تا این قسمت ها را به یاخته های ایمنی ارائه کنند. یاخته های ایمنی با شناختن این قسمت ها، میکروب مهاجم را شناسایی خواهند کرد.
۴۴. ماستوسیت بیگانه خوار است که مانند یاخته های دندریتی در بخش هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند، به فراوانی یافت می شوند.
۴۵. ماستوسیت ها ماده ای به نام هیستامین دارند.
۴۶. هیستامین ر گها را گشاد و نفوذپذیری آنها را زیاد می کند.
۴۷. گشاد شدن رگها باعث افزایش جریان خون و حضور بیشتر گویچه های سفید می شود.
۴۸. نفوذ پذیری بیشتر ر گها موجب می شود، تا خوناب که حاوی پروتئینهای دفاعی است بیش از گذشته به خارج رگ نشت کند.
۴۹. نوتروفیل، بیگانه خواری است که از انواع گویچه های سفید است.

۵۰. یافته های اولیه نشان می دهد که در جریان بیماری های میکروبی، تعداد گویچه های سفید افزایش می یابد و این گویچه ها و میکروب ها ارتباط وجود دارد.
۵۱. گویچه های سفید در خون اند، اما میکروب ها همه جا می توانند باشند.
- با پیشرفت روش های رنگ آمیزی و کار با میکروسکوپ، دانشمندان به کشفی دست یافتند که می توانست به معمای (*گویچه های سفید چگونه با میکروب های خارج از خون مبارزه می کنند؟* آیا گویچه های سفیدی می توانند از خون خارج شوند؟) پاسخ دهد.
۵۲. گویچه های سفید نه تنها در خون، بلکه در بافت های دیگر هم یافت می شوند. پس گویچه های سفید، توانایی خروج از خون را دارند.
۵۳. فرایند عبور گویچه های سفید را از دیواره مویرگ ها، تراگذری (دیپدز) می نامند. تراگذری از ویژگی های همه گویچه های سفید است.
۵۴. نوتروفیل ها را می توان به «نیروهای واکنش سریع» تشبیه کرد.
۵۵. اگر عامل بیماری زا در بافت وارد شود، نوتروفیل ها با تراگذری خود را به آنها می رسانند و با بیگانه خواری آنها را نابود می کنند.
۵۶. نوتروفیل ها مواد دفاعی زیادی حمل نمی کنند و چابک اند.
۵۷. همه عوامل بیمار یزا را نمی توان با بیگانه خواری از بین برد.
۵۸. در برابر عوامل بیماریزای بزرگتری مثل کرم های انگل که قابل بیگانه خواری نیستند، ائوزینوفیلها مبارزه می کنند.
۵۹. ائوزینوفیل ها محتویات دانه های خود را به روی انگل می ریزند.
۶۰. بازوفیل ها، به مواد حساسیت زا پاسخ می دهند.
۶۱. دانه های بازوفیلها هیستامین و ماده ای به نام هیارین دارند.
۶۲. هیارین ضد انعقاد خون است.
۶۳. مونوسیت ها، از خون خارج می شوند و پس از خروج، تغییر می کنند و به درشت خوار و یا یاخته های دندریتی تبدیل می شوند.
۶۴. لنفوسیت ها انواع مختلفی دارند. لنفوسیتی را که در دفاع غیر اختصاصی نقش دارد، یاخته کشنده طبیعی می نامند که یاخته های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می کنند.
۶۵. یاخته کشنده طبیعی، به یاخته سرطانی متصل می شود، با ترشح پروتئینی به نام پرفورین منفذی در غشا ایجاد می کند. سپس با وارد کردن آنزیمی به درون یاخته، باعث مرگ برنامه ریزی شده یاخته می شود.
۶۶. در یاخته ها، برنامه ای وجود دارد که در صورت اجرای آن، یاخته می میرد. این نوع مرگ را مرگ برنامه ریزی شده می نامند.
۶۷. لنفوسیت های دفاع اختصاصی را لنفوسیت های B و T می نامند.
۶۸. پروتئین ها علاوه بر یاخته ها هم در ایمنی بدن نقش دارند.
۶۹. پروتئین های مکمل، گروهی از پروتئین های خون (محلول در خوناب) اند.
۷۰. پروتئین های مکمل در فرد غیر آلوده به صورت غیرفعال اند، اما اگر میکروبی به بدن نفوذ کند، فعال می شوند.
۷۱. واکنش فعال شدن پروتئینهای مکمل، به این صورت است که وقتی یکی از این پروتئین ها فعال می شود، دیگری را فعال می کند و به همین ترتیب ادامه می یابد.
۷۲. پروتئین های مکمل فعال شده به کمک یکدیگر، ساختارهای حلقه ماندی را در غشای میکروب ها ایجاد می کنند که مشابه یک روزنه عمل می کند. این روزنه ها عملکرد غشای یاخته ای میکروب را در کنترل ورود و خروج مواد از بین می برند و سرانجام یاخته بیگانه می میرد.
۷۳. قرار گرفتن پروتئین های مکمل روی میکروب، باعث می شود که بیگانه خواری آن آسان تر انجام شود.
۷۴. یکی از روش های دفاع، ترشح پروتئینی به نام اینترفرون است. اینترفرون نوع I از یاخته آلوده به ویروس ترشح می شود و علاوه بر یاخته آلوده، بریاخته های سالم مجاور هم اثر می کند و آنها را در برابر ویروس مقاوم می کند.
۷۵. اینترفرون نوع II از یاخته های کشنده طبیعی و لنفوسیت های T ترشح می شود و درشت خوارها را فعال می کند.
۷۶. اینترفرون نوع II نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته های سرطانی دارد.

۷۷. در بریدگی یا زخم، پوست آسیب می بیند و میکروب ها فرصتی برای نفوذ پیدا می کنند. قرمزی، تورم، گرما و درد که در موضع آسیب دیده مشاهده می شوند، نشانه های التهاب اند.

۷۸. التهاب، پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می کند.

۷۹. پاسخ التهابی به از بین بردن میکروب ها، جلوگیری از انتشار میکروب ها و تسریع بهبودی می انجامد.

۸۰. در التهاب، از ماستوسیت های آسیب دیده هیستامین رها می شود. به این ترتیب، گوچه های سفید بیشتری به موضع آسیب هدایت می شوند و خوناب بیشتری به بیرون نشت می کند.

۸۱. یاخته های دیواره مویرگ ها و بیگانه خوارهای بافتی با تولید پیک های شیمیایی، گوچه های سفید خون را به موضع آسیب فرا می خوانند. نوتروفیل ها و مونوسیت ها با تراگذری از خون خارج می شوند. نوتروفیل ها بیگانه خواری می کنند و مونوسیت ها به درشت خوار تبدیل می شوند.

۸۲. تب یکی از نشانه های بیمار یهای میکروبی است. فعالیت میکرو بها در دماهای بالا کاهش می یابد، با ورود میکروب به بدن، بعضی از ترشحات آنها از طریق خون به بخشی از زیرنهنج (هیپوتالاموس) می رسد و دمای بدن را بالا می برد.

گفتار ۳

۸۳. دفاع اختصاصی به نوع عامل بیگانه بستگی دارد و تنها بر همان عامل مؤثر است. به عنوان مثال، پاسخی که علیه میکروب کزاز ایجاد می شود بر سایر میکرو بها اثری ندارد.

۸۴. عامل غیر خودی به طور اختصاصی شناسایی می شود که این وظیفه برعهده لنفوسیتها است.

۸۵. دفاع اختصاصی به وسیله لنفوسیت های B و T انجام می شود. هر دو نوع لنفوسیت B و T در مغز استخوان تولید می شوند.

۸۶. لنفوسیت B و T در ابتدا نابالغ اند؛ یعنی توانایی شناسایی عامل بیگانه را ندارند.

۸۷. لنفوسیت های B در مغز استخوان اما لنفوسیت های T در تیموس بالغ می شوند و به این ترتیب، توانایی شناسایی عامل بیگانه را به دست می آورند.

۸۸. تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می شود و اندازه آن تحلیل می رود.

۸۹. مولکول هایی که لنفوسیت های B و T شناسایی می کنند، پادگن (آنتی ژن) نام دارد.

۹۰. هر لنفوسیت B یا T در سطح خود، گیرنده های آنتی ژن دارد که همگی از یک نوع اند. هر گیرنده اختصاصی عمل می کند؛ یعنی فقط می تواند به یک نوع آنتی ژن متصل شود و به این ترتیب، آنتی ژن شناسایی می شود.

۹۱. لنفوسیت B آنتی ژن سطح میکروب ها یا ذرات محلول مثل سم میکروب ها را شناسایی می کند.

۹۲. از میان لنفوسیت های با گیرنده های مختلف، آن لنفوسیتی که توانسته است آنتی ژن را شناسایی کند به سرعت تکثیر می شود و یاخته هایی به نام پادتن ساز (پلاسموسیت) را پدید می آورد.

۹۳. یاخته پادتن ساز پادتن ترشح می کند.

۹۴. پادتن همراه مایعات بین یاخته ای، خون و لنف به گردش در می آید و هر جا با میکروب یا آنتی ژن های محلول برخورد کرد آن را نابود، یا بی اثر می سازد.

۹۵. پادتن ها مولکول هایی Y شکل و از جنس پروتئین اند.

۹۶. هر پادتن دو جایگاه برای اتصال به پادگن (آنتی ژن) دارد.

۹۷. پادتن ها بر دو نوع اند. یک نوع از آنها به غشای لنفوسیت B متصل است و نقش گیرنده آنتی ژن را دارد. نوع دیگر، ترشحی است.

۹۸. هر لنفوسیت B می تواند پادتنی مشابه با گیرنده خود ترشح کند.

۹۹. پادتن آنتی ژن را با روشهایی منجمله خنثی سازی، بهم چسباندن میکرو بها، رسوب دادن آنتی ژن های محلول و فعال کردن پروتئین های مکمل بی اثر یا نابود می کند.

۱۰۰. از پادتنها می توان به عنوان دارو نیز استفاده کرد. پادتن آماده را سرم می نامند.
۱۰۱. در زخم های شدید، که احتمال فعالیت باکتری کزاز وجود دارد، از سرم ضد کزاز استفاده می شود.
۱۰۲. پادزهر سم مار که بعد از مارگزیدگی استفاده می شود، حاوی پادتنهایی است که سم مار را خنثی می کنند.
۱۰۳. نحوه عملکرد لنفوسیت T
۱۰۴. لنفوسیت T، یاخته های خودی را که تغییر کرده اند، مثلاً سرطانی یا آلوده به ویروس شده است را نابود می کند. همچنین به یاخته های بخش پیوند شده حمله می کند.
۱۰۵. لنفوسیت T پس از شناسایی آنتی ژن تکثیر می شود و لنفوسیت T کشنده را پدید می آورد.
۱۰۶. لنفوسیت T کشنده به یاخته هدف متصل می شوند و با ترشح پرفورین و آنزیم «مرگ برنامه ریزی شده» را به راه می اندازند.
۱۰۷. دفاع اختصاصی، فرایندی است که برای شناسایی آنتی ژن و تکثیر لنفوسیت ها به زمان نیاز دارد.
۱۰۸. دفاع اختصاصی برخلاف دفاع غیر اختصاصی، دفاع سریعی نیست. اما اگر آنتی ژنی که قبلاً به بدن وارد شده دوباره به بدن وارد شود، پاسخ دفاع اختصاصی نسبت به قبل سریع تر و قوی تر است.
۱۰۹. دستگاه ایمنی دارای «حافظه» است؛ یعنی وقتی با آنتی ژنی برخورد کند، خاطره آن برخورد را نگه خواهد داشت. به این ترتیب، آنتی ژنی که برای دفعات بعدی به بدن وارد می شود سریعتر شناسایی می شود.
۱۱۰. وقتی لنفوسیت، آنتی ژنی را شناسایی می کند تکثیر می شود و علاوه بر لنفوسیت های عمل کننده (پادتن ساز) یا T (کشنده) یاخته های دیگری به نام لنفوسیت های خاطره پدید می آید که تا مدت ها در خون باقی می ماند.
۱۱۱. وجود تعداد زیادی لنفوسیت خاطره در خون، باعث می شود تشخیص آنتی ژن سریعتر صورت پذیرد و برای برخوردهای بعدی، تعداد بیشتری لنفوسیت خاطره پدید آید.
۱۱۲. علت شدیدتر بودن پاسخ ایمنی در برخورد دوم نسبت به برخورد اول بدلیل خاصیت حافظه دار بودن دفاع اختصاصی، که در واکنش های پیوسته استفاده می شود.
۱۱۳. یک بار میکروب را در شرایط کنترل شده به دستگاه ایمنی معرفی می کنیم و به این طریق یاخته های خاطره را پدید می آوریم. بدین ترتیب، اگر دوباره همان میکروب به بدن وارد شود، قبل از آنکه فرصت عمل پیدا کند، دستگاه ایمنی آن را از پای در می آورد.
۱۱۴. واکسن، میکروب ضعیف شده، کشته شده، آنتی ژن میکروب یا سم خنثی شده آن است که با وارد کردن آن به بدن، یاخته های خاطره پدید می آید. به همین علت، ایمنی حاصل از واکسن را ایمنی فعال می نامند.
۱۱۵. ایمنی حاصل از سرم ایمنی، غیر فعال است چون پادتن در بدن تولید نشده و یاخته خاطره ای نیز پدید نیامده است.
۱۱۶. نقص ایمنی اکتسابی که به اختصار ایدز (AIDS) نامیده می شود، نوعی بیماری است که عامل آن ویروس است. ویروس این بیماری HIV نام دارد.
۱۱۷. در بیماری ایدز عملکرد دستگاه ایمنی فرد، دچار نقص می شود. به همین دلیل حتی ابتلا به کم خطرترین بیماری های واگیر ممکن است به مرگ منجر شود.
۱۱۸. ویروس ایدز پس از ورود به بدن ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند. چنین فردی آلوده به HIV است، اما بیمار نیست و هیچ علامتی از ایدز را ندارد.
۱۱۹. تنها راه تشخیص ویروس ایدز، انجام آزمایش پزشکی است. فرد آلوده یا بیمار می تواند این ویروس را به دیگران منتقل کند. به این ترتیب، باعث انتشار ویروس شود.
۱۲۰. HIV از طریق رابطه جنسی، خون و فراورده های خونی آلوده و نیز استفاده از هر نوع اشیای تیز و برنده ای که به خون آلوده به ویروس آغشته باشد (مثل استفاده از سرنگ یا تیغ مشترک، خالکوبی و سوراخ کردن گوش با سوزن مشترک) و مایعات بدن منتقل می شود.
۱۲۱. مادری که آلوده به HIV است می تواند در جریان بارداری، زایمان و شیردهی، ویروس را به فرزند خود منتقل کند.
۱۲۲. دست دادن، روبوسی، نیش حشرات، آب و غذا، ویروس ایدز را منتقل نمی کند.

۱۲۳. انتقال ویروس ایدز از طریق ترشحات بینی، بزاق، خلط، عرق و اشک، یا از طریق ادرار و مدفوع ثابت نشده است.
۱۲۴. تاکنون درمانی قطعی برای ایدز یافت نشده است و بهترین راه مقابله با آن، پیشگیری و افزایش آگاهی عمومی است.
۱۲۵. علت بیماری ایدز، حمله ویروس به لنفوسیت های T و از پای در آوردن آنهاست.
۱۲۶. از بین رفتن لنفوسیت های T به تضعیف کل دستگاه ایمنی، حتی لنفوسیت های B می انجامد.
۱۲۷. ویروس ایدز چنان ریز است که نزدیک به ۲۰۰ میلیون عدد از آنها را می توان در نقطه پایان این جمله جای داد.
۱۲۸. پاسخ به این سؤال (چرا از بین رفتن لنفوسیت های T به تضعیف کل دستگاه ایمنی، حتی لنفوسیت های B می انجامد؟ فعالیت لنفوسیت T چه ارتباطی با لنفوسیت B دارد؟)، به درک مدل دقیق تری از نحوه عمل دستگاه ایمنی انجامید.
۱۲۹. مشاهدات بیشتر نشان داد که HIV نه به همه لنفوسیت های T، بلکه به نوع خاصی از آنها حمله می کند. در واقع فعالیت لنفوسیت های B و دیگر لنفوسیت های T به کمک این نوع خاص انجام می شود؛ لذا آن را لنفوسیت T کمک کننده نامیدند.
۱۳۰. ویروس با از بین بردن لنفوسیت های کمک کننده، عملکرد لنفوسیت های B و T و در نتیجه سیستم ایمنی را مختل می کند.
۱۳۱. دستگاه ایمنی به همه مواد خارجی پاسخ نمی دهد.
۱۳۲. دستگاه ایمنی به حضور میکروب های مفید در دستگاه گوارش پاسخ نمی دهد.
۱۳۳. به عدم پاسخ دستگاه ایمنی در برابر عامل های خارجی تحمل ایمنی می گویند.
۱۳۴. در فردی ممکن است دستگاه ایمنی به این مواد بی خطر واکنش نشان دهد و پاسخ ایمنی ایجاد شود. در چنین حالتی می گوئیم که این فرد نسبت به آن ماده حساسیت دارد.
۱۳۵. ماده ای را که باعث حساسیت شده است، حساسیت زا می نامند.
۱۳۶. پاسخ دستگاه ایمنی به ماده حساسیت زا، ترشح هیستامین از ماستوسیت ها و بازوفیل هاست. در نتیجه ترشح هیستامین علائم شایع حساسیت مثل قرمزی و آب ریزش از بینی ایجاد می شود.
۱۳۷. بیماری های خود ایمنی
۱۳۸. گاهی دستگاه ایمنی یاخته های خودی را به عنوان غیر خودی شناسایی و به آنها حمله می کند و باعث بیماری می شود. به این نوع بیماری ها، بیماری خود ایمنی می گویند.
۱۳۹. دیابت نوع ۱، مثالی از بیماری خود ایمنی است.
۱۴۰. در این بیماری دیابت نوع ۱، دستگاه ایمنی به یاخته های تولید کننده انسولین حمله می کند و آنها را از بین می برد.
۱۴۱. مالتیپل اسکلروزیس یا MS بیماری خود ایمنی است که در آن میلین اطراف یاخته های عصبی در مغز و نخاع مورد حمله دستگاه ایمنی قرار می گیرد و در قسمت هایی از بین می رود. بدین ترتیب، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیه بدن اختلال ایجاد می شود.
۱۴۲. همه جانوران ایمنی غیر اختصاصی دارند، اما ایمنی اختصاصی اساساً در مهره داران دیده می شود.
۱۴۳. ساز و کارهایی در بی مهرگان یافت شده است که مشابه ایمنی اختصاصی عمل می کنند.
۱۴۴. در مگس میوه، مولکولی کشف شده است که می تواند به صدها شکل مختلف درآید و آنتی ژن های مختلفی را شناسایی کند.
۱۴۵. مطالعات دانشمندان درباره دستگاه ایمنی بی مهرگان در سال های اخیر، شباهت های بیشتری با مهره داران را نشان داده است. این گونه مطالعات ما را در درک بهتر نحوه پیدایش ایمنی اختصاصی یاری خواهد کرد.

فصل ۶ یازدهم

گفتار ۱

۱. زندگی انسان، با تشکیل یاخته ای به نام تخم آغاز می شود و پس از چند ماه به نوزادی با میلیاردها یاخته تبدیل می شود.
۲. تعداد یاخته ها در بدن یک فرد بالغ به صدها میلیارد می رسد.
۳. کروموزوم فام تن از دنا و پروتئین تشکیل شده است
۴. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی کروموزوم های هسته، کمتر و به صورت توده ای از رشته های درهم است که به آن، فامینه (کروماتین) می گویند.
۵. هر رشته کروماتین از واحدهای تکراری به نام هسته تن (نوکلئوزوم) تشکیل می شود که در آن، مولکول دنا "حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام هیستون پیچیده است.
۶. ماده وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت کروماتین است. پیش از تقسیم یاخته، رشته های کروماتینی دو برابر می شوند و در حین تقسیم یاخته فشرده می شوند.
۷. کروموزوم مضاعف از دو بخش همانند به نام فامینک (کروماتید) تشکیل شده است.
۸. کروماتیدهای هر کروموزوم مضاعف از نظر نوع ژنها یکسان اند و به آنها کروماتیدهای خواهری گفته می شود. کروماتیدهای خواهری در محلی به نام سانترومر به هم متصل اند.
۹. هرگونه از جانداران، تعداد معینی کروموزوم در یاخته های پیکری خود دارند که به آن عدد کروموزومی می گویند.
۱۰. یاخته های پیکری، همان یاخته های غیرجنسی جاندارند.
۱۱. ممکن است تعداد کروموزوم یاخته های پیکری بعضی از جانداران مانند هم باشد؛ مثلاً در یاخته های پیکری انسان و درخت زیتون ۴۶ کروموزوم وجود دارد، ولی به طور مسلم زن های آنها بسیار متفاوت اند.
۱۲. تعداد کروموزوم های جانداران مختلف (به جز باکتری ها) از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.
۱۳. یاخته های پیکری انسان، دولا (دیپلوئید) هستند.
۱۴. برای تعیین تعداد کروموزوم ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری های کروموزومی، کاریوتیپ تهیه می شود.
۱۵. کاریوتیپ تصویری از کروموزوم ها با حداکثر فشردگی است که براساس اندازه، شکل، محتوای ژنی و محل قرارگیری سانترومرها، مرتب و شماره گذاری شده اند.
۱۶. با بررسی کاریوتیپ انسان، مشاهده می شود که هر کروموزوم دارای یک کروموزوم شبیه خود است که به این کروموزوم ها، همتا گفته می شود.
۱۷. به جاندارانی که یاخته های پیکری آنها از هر کروموزوم ۲ نسخه داشته باشند، دیپلوئید می گویند. در این یاخته ها، دو مجموعه کروموزوم وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه اند.
۱۸. در یاخته های دیپلوئید، یک مجموعه کروموزوم از والد مادری و یک مجموعه از والد پدری دریافت شده است. این یاخته ها را با نماد کلی $2n$ نشان می دهند.
۱۹. در انسان و بعضی جانداران، کروموزوم هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند. به این کروموزومها، کروموزوم جنسی گفته می شود.
۲۰. کروموزومهای جنسی ممکن است شبیه هم نباشند.
۲۱. کروموزوم های جنسی در انسان را با نماد X و Y نشان می دهند. هسته یاخته های پیکری زنان دو کروموزوم X و مردان یک کروموزوم X و یک کروموزوم Y دارند.

۲۲. بعضی یاخته ها مانند **یاخته جنسی انسان**، **تک لاد(هابلوئید)** هستند؛ یعنی یک مجموعه کروموزوم دارند. یاخته های هابلوئید را با نماد کلی "n" نشان می دهند. "n" تعداد کروموزوم های یک مجموعه است؛ مثلاً در انسان $n=23$ است.
۲۳. در یک مجموعه کروموزومی، هیچ کروموزومی با کروموزوم دیگر همتا نیست.
۲۴. مراحل که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می گذراند را **چرخه یاخته ای** می گویند. این چرخه، شامل مراحل میان چهر (اینترفاز) و تقسیم است. در یاخته های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است.
۲۵. **یاخته ها بیشتر مدت زندگی خود را در مرحله اینترفاز می گذرانند.** کارهایی مانند رشد، ساخت مواد مورد نیاز و انجام کارهای معمول یاخته در این مرحله انجام می شود. اینترفاز شامل مراحل G_1 ، S و G_2 است.
۲۶. **مرحله وقفه اولی "G1"** مرحله رشد یاخته هاست و یاخته ها مدت زمان زیادی در این مرحله می مانند. یاخته هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی شوند، معمولاً در این مرحله متوقف می شوند. این یاخته ها **به طور موقت یا دائم** به مرحله ای به نام G_0 وارد می شوند. نورون نمونه این یاخته هاست.
۲۷. **مرحله "S"** دوبرابر شدن دنا هسته، در این مرحله انجام می شود که نتیجه همانند سازی است.
۲۸. **هماندسازی** دنا فرایندی است که طی آن از یک مولکول دنا، دو مولکول یکسان ایجاد می شود.
۲۹. **مرحله وقفه دوم یا "G2"** نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، کوتاه تر است و در آن، یاخته ها آماده مرحله تقسیم می شوند.
۳۰. در مرحله G_2 ، ساخت پروتئین ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می کنند و یاخته ها آماده تقسیم می شوند.
۳۱. در مرحله تقسیم یاخته، دو فرایند تقسیم هسته و تقسیم سیتوپلاسم انجام می شود. با تقسیم سیتوپلاسم، **در نهایت دو یاخته جدید** ایجاد می شود.
- ## گفتار ۲
۳۲. در رشتمان (میتوز) ماده ژنتیک، که در **مرحله "S"** همانندسازی شده بود، تقسیم می شود و به یاخته های جدید می رسد.
۳۳. **کروموزومها** که در هسته پراکنده اند، **ابتدا** باید در میتوز به طور دقیق در وسط یاخته آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته های دختری تقسیم شوند.
۳۴. برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزومها در تقسیم هسته، ساختارهایی به نام **دوک** تقسیم ایجاد می شود.
۳۵. **دوک** تقسیم، مجموعه ای از ریزلوله های پروتئینی است که **هنگام** تقسیم، پدیدار و سانترومر کروموزوم به آن متصل می شود.
۳۶. با کوتاه شدن رشته های دوک متصل به سانترومر، کروموزومها از هم جدا می شوند و به **قطبین** می روند.
۳۷. در **یاخته های جانوری**، میانک (سانتریول ها) ساخته شدن رشته های دوک را سازمان می دهند.
۳۸. **سانتریول** ها، یک جفت استوانه عمود برهم اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته، همانند سازی می کنند.
۳۹. **هر یک** از استوانه های سانتریول، از تعدادی لوله کوچک تر پروتئینی تشکیل شده است.
۴۰. **میتوز**، فرایندی پیوسته است، ولی زیست شناسان برای سادگی، آن را مرحله بندی می کنند.
۴۱. در مرحله **پیش چهر(پروفاز)**، رشته های کروماتین فشرده، ضخیم و کوتاه تر می شوند. به طوری که **به تدریج** با میکروسکوپ نوری می توان آنها را مشاهده کرد.
۴۲. در **پروفاز میتوز** ضمن فشرده شدن کروموزوم، سانتریول ها به دو طرف یاخته حرکت می کنند و بین آنها دوک میتوزی تشکیل می شود. در این مرحله پوشش هسته شروع به تخریب می کند.
۴۳. در مرحله **پیشاپس چهر(پرومتافاز)**، پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تجزیه می شوند تا رشته های دوک بتوانند به کروموزوم ها برسند. در همین حال سانترومر کروموزوم ها به رشته های دوک متصل می شوند.
۴۴. در مرحله **پس چهر(متافاز)** کروموزوم ها که **بیشترین** فشردگی را پیدا کرده اند، در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می شوند.
۴۵. در مرحله **پسین چهر(آنافاز)** با تجزیه پروتئین اتصالی در ناحیه سانترومر، کروماتیدها از هم جدا می شوند.

۴۶. فاصله گرفتن کروماتیدها با کوتاه شدن رشته های دوک متصل به کروموزوم انجام می شود.
۴۷. در آنافاز کروموزوم ها که اکنون تک کروماتیدی اند، به دو سوی یاخته (قطب) کشیده می شوند.
۴۸. در مرحله واپسین چهر (تولفاز) رشته های دوک تخریب شده و کروموزوم ها شروع به باز شدن می کنند تا به صورت کروماتین درآیند. پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می شود.
۴۹. در پایان تولفاز، یاخته دو هسته با ماده ژنتیکی مشابه دارد.
۵۰. پس از رشتان (میتوز)، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته جدید تشکیل می شود.
۵۱. در یاخته های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی در وسط آن شروع می شود.
۵۲. فرورفتگی در تقسیم سیتوپلاسمی یاخته های جانوران حاصل انقباض حلقه ای از جنس اکتین و میوزین است که مانند کمربندی در سیتوپلاسم قرار می گیرد و به غشاء متصل است. با تنگ شدن این حلقه انقباضی در نهایت دو یاخته از هم جدا می شوند.
۵۳. در یاخته های گیاهی، حلقه انقباضی تشکیل نمی شود. در این یاخته ها نخست ساختاری به نام صفحه یاخته ای در محل تشکیل دیواره جدید، ایجاد می شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه های دستگاه گلژی و به هم پیوستن آنها تشکیل می شود.
۵۴. ریزکیسه های تشکیل دهنده صفحه یاخته ای، دارای پیش سازهای تیغه میانی و دیواره یاخته اند.
۵۵. با اتصال صفحه یاخته ای به دیواره یاخته مادری دو یاخته جدید از هم جدا می شوند. ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسم در هنگام تشکیل دیواره جدید، پایه گذاری می شوند.
۵۶. تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم شده است.
۵۷. بعضی از یاخته های بدن جانداران، مانند یاخته های بنیادی مغز استخوان و یاخته های سرلادی گیاهان می توانند دائماً تقسیم شوند.
۵۸. یاخته های سرلادی و یا بنیادی در شرایط خاصی، مثلاً شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حد تعداد یاخته ها، تقسیم خود را کاهش می دهند و یا متوقف می کنند. برعکس، نورون های دستگاه عصبی به ندرت تقسیم می شوند.
۵۹. یاخته ها در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی سرعت تقسیم خود را تنظیم می کنند.
۶۰. انواعی از پروتئین ها وجود دارد که با فرایندهایی منجر به تقسیم یاخته ای می شوند. پروتئین های دیگری نیز وجود دارند که در شرایط خاصی، مانع از تقسیم یاخته ها می شوند.
۶۱. پروتئین های تنظیمی در سرعت تقسیم یاخته مانند پدال گاز و ترمز عمل می کنند.
۶۲. در گیاهان در محل آسیب دیده، نوعی عامل رشد تولید می شوند تا با تقسیم سریع، توده یاخته ایجاد کنند. این توده یاخته مانع نفوذ میکروب ها می شود.
۶۳. نوعی عامل رشد، در پوست انسان زیر محل زخم تولید می شود که با افزایش سرعت تقسیم یاخته ها، سرعت بهبود زخم را افزایش می دهد.
۶۴. اریتروپویتین نوعی عامل رشد است.
۶۵. در چرخه یاخته ای، چند نقطه وارسی وجود دارد.
۶۶. نقاط وارسی مراحلی از چرخه یاخته اند که به آن اطمینان می دهند که مرحله قبل کامل شده است و عوامل لازم برای مرحله بعد آماده اند.
۶۷. اگر تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته ها به هم بخورد نتیجه می تواند ایجاد یک تومور باشد.
۶۸. تومور، توده ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می شود.
۶۹. تومورها به دو نوع خوش خیم و بدخیم تقسیم می شوند.
۷۰. نوع خوش خیم تومور رشدی کم دارد و یاخته های آن در جای خود می مانند و منتشر نمی شوند. این نوع تومور معمولاً آنقدر بزرگ نمی شوند که به بافت های مجاور خود آسیب بزنند.
۷۱. در مواردی که تومور خوش خیم بیش از اندازه بزرگ شود، می تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند.
۷۲. لیپوما یکی از انواع تومورهای خوش خیم است که در افراد بالغ متداول است.
۷۳. در لیپوما، یاخته های چربی تکثیر شده و توده یاخته ایجاد می کند.

۷۴. **تومور بدخیم یا سرطان به بافت های مجاور حمله می کند و توانایی دگرنشینی (متاستاز) دارد؛** یعنی می تواند یاخته هایی از آن جدا شده و همراه با جریان خون، یا به ویژه **لنف** به نواحی دیگر بدن بروند، در آنجا مستقر شوند و رشد کنند.
۷۵. **علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات در ماده ژنتیکی یاخته است که باعث می شود چرخه یاخته از کنترل خارج شود.**
۷۶. **روش های متعددی برای تشخیص و درمان سرطان ها وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش ها مورد استفاده قرار می گیرد.**
۷۷. **بافت برداری روشی است که در آن، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می شود. آزمایش خون به این شناسایی کمک می کند.**
۷۸. **روش های رایج درمان سرطان شامل جراحی، شیمی درمانی و پرتودرمانی است.**
۷۹. **در پرتودرمانی، یاخته هایی که به سرعت تقسیم می شوند، به طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می گیرند.**
۸۰. **شیمی درمانی با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم یاخته ها در همه بدن می شود. این روش های درمانی می توانند به یاخته های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برسانند. مرگ این یاخته ها از عوارض جانبی شیمی درمانی است که باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می شود.**
۸۱. **بعضی افراد که تحت تأثیر تابش های شدید، یا شیمی درمانی قوی قرار می گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان می شوند تا بتوانند یاخته های خونی مورد نیاز را بسازند.**
۸۲. **وراثت و محیط، هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند.**
۸۳. **پروتئین ها، تنظیم کننده چرخه ی یاخته و مرگ آن هستند.**
۸۴. **پروتئین ها محصول عملکرد ژن ها هستند. بنابراین، مشخص است که در ایجاد سرطان، ژن ها نقش دارند.**
۸۵. **ژن های زیادی شناخته شده اند که در بروز سرطان مؤثرند. علت شیوع بیشتر بعضی سرطان ها در بعضی جوامع، همین مسئله است.**
۸۶. **عوامل محیطی هم علاوه بر ژنها در بروز سرطان مؤثرند. پرتوهای فرابنفش، بعضی آلاینده های محیطی و دود خودروها به ساختار "دنا" آسیب می زنند. سایر پرتوها و مواد شیمیایی سرطان زا، مواد غذایی دودی شده مثل گوشت و ماهی دودی، بعضی ویروس ها، قرص های ضدبارداری، نوشیدنی های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان زایی اند.**
۸۷. **مرگ یاخته ها می تواند تصادفی باشد؛ مثلاً در بریدگی، یاخته ها آسیب می بینند و از بین می روند. به این حالت، بافت مردگی گفته می شود.**
۸۸. **مرگ برنامه ریزی شده ی یاخته شامل یک سری فرایندهای دقیقاً برنامه ریزی شده است که در بعضی یاخته ها و در شرایط خاص ایجاد می شود.**
۸۹. **فرایند مرگ برنامه ریزی شده با رسیدن علایمی به یاخته شروع می شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه پروتئین های تخریب کننده در یاخته شروع به تجزیه اجزای یاخته و مرگ آن می کنند.**
۹۰. **حذف یاخته های پیر یا آسیب دیده، مانند آنچه در آفتاب سوختگی اتفاق می افتد، مثالی از مرگ برنامه ریزی شده ی یاخته ای است؛ چون پرتوهای خورشید دارای اشعه فرابنفش اند آفتاب سوختگی می تواند سبب آسیب به "دنا" یاخته ها و بروز سرطان شود.**
۹۱. **حذف یاخته های اضافی از بخش های عملکردی مانند پرده های بین انگشتان پا در پرندگان است مثالی از مرگ برنامه ریزی شده است.**
- گفتار ۳**
۹۲. **کاستمان (میوز)، کاهش تعداد کروموزوم ها را در پی دارد.**
۹۳. **در تولید مثل جنسی، دو یاخته جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته های آنها با هم ادغام می شوند.**
۹۴. **یاخته های مؤثر در تولید مثل جنسی با نوعی تقسیم کاهشی به نام میوز ایجاد می شوند.**
۹۵. **میوز از دو مرحله کلی میوز ۱ و ۲ تشکیل شده است؛ پس از تقسیم هسته نیز تقسیم میان یاخته انجام می شود. پیش از این تقسیم نیز، مانند میتوز، اینترفاز رخ می دهد.**

۹۶. در مرحله **میوز ۱** از تقسیم میوز، عدد کروموزومی نصف می شود.

۹۷. **میوز ۱**، ۴ مرحله دارد که عبارت اند از: پروفاز ۱، متافاز ۱، آنافاز ۱ و تلوفاز ۱.

۹۸. در مرحله **پروفاز ۱** کروموزوم های همتا از طول در کنار هم قرار می گیرند و فشرده می شوند. به این ساختار ۴ کروماتیدی، تتراد گفته می شود.

۹۹. در مرحله پروفاز میوز ۱، تترادها از ناحیه‌ی سانترومر به رشته های دوک متصل می شوند. سایر وقایع، شبیه پروفاز و پرومتافاز میوز است.

۱۰۰. در مرحله **متافاز ۱** تترادها در استوای یاخته، روی رشته های دوک قرار می گیرند.

۱۰۱. در مرحله **آنافاز ۱** کروموزوم های هم ساخت که **هریک** دو کروماتیدی اند، از هم جدا می شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می کنند. نحوه کوتاه شدن رشته های دوک، شبیه فرایند میوز است.

۱۰۲. در مرحله **تلوفاز ۱** با رسیدن کروموزومها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می شود.

۱۰۳. معمولاً در پایان میوز ۱ تقسیم میان یاخته انجام می شود. نتیجه میوز ۱ ایجاد دو یاخته است.

۱۰۴. در مرحله **میوز ۲** یاخته های حاصل از میوز ۱، مراحل پروفاز ۲، متافاز ۲، آنافاز ۲ و تلوفاز ۲ را می گذرانند.

۱۰۵. **وقایع میوز ۲ بسیار شبیه میوز است** و در پایان آن، از هر یاخته دو یاخته شبیه هم ایجاد می شود که کروموزومهای آنها تک کروماتیدی است و نصف کروموزوم های یاخته های مادر را دارند.

۱۰۶. در پایان میوز ۲، تقسیم میان یاخته انجام می شود.

۱۰۷. در مجموع و با پایان تقسیم میوز از یک یاخته ۲n، ۴ یاخته n کروموزومی حاصل می شود.

۱۰۸. تقسیم میوز ۱ از نظر نحوه آرایش کروموزوم ها و جدا شدن آنها تفاوت اساسی با تقسیم میوز دارد.

۱۰۹. گرچه تقسیم یاخته ای با دقت زیاد انجام می شود، ولی به ندرت ممکن است اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد.

۱۱۰. چندلادی (پلی پلوئیدی) شدن و با هم ماندن کروموزوم ها، نمونه هایی از این خطاهای میوزی هستند.

۱۱۱. اشتباه در تقسیم می تواند، هم در تقسیم میوز و هم در تقسیم میوز رخ دهد، ولی چون یاخته های حاصل از میوز در ایجاد نسل بعد دخالت مستقیم دارند، از اهمیت بیشتری برخوردارند.

۱۱۲. اگر در مرحله **آنافاز همه** کروموزوم ها بدون اینکه از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر کروموزوم خواهد داشت و یاخته‌ی دیگر فاقد کروموزوم خواهد بود. در آزمایشگاه می توان با تخریب رشته های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد.

۱۱۳. به یاخته یا جانداري که یاخته های آن بیش از دو دست کروموزوم داشته باشد، چندلاد (پلی پلوئیدی) گفته می شود؛ مثلاً گندم زراعی 6n و موز 3n کروموزوم اند.

۱۱۴. در حالت **با هم ماندن کروموزوم ها**، یک یا چند کروموزوم در مرحله آنافاز (میوز و میوز) از هم جدا نمی شوند. بنابراین، در یاخته های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند کروموزوم مشاهده می شود. نمونه این حالت، **نشانگان داون** است.

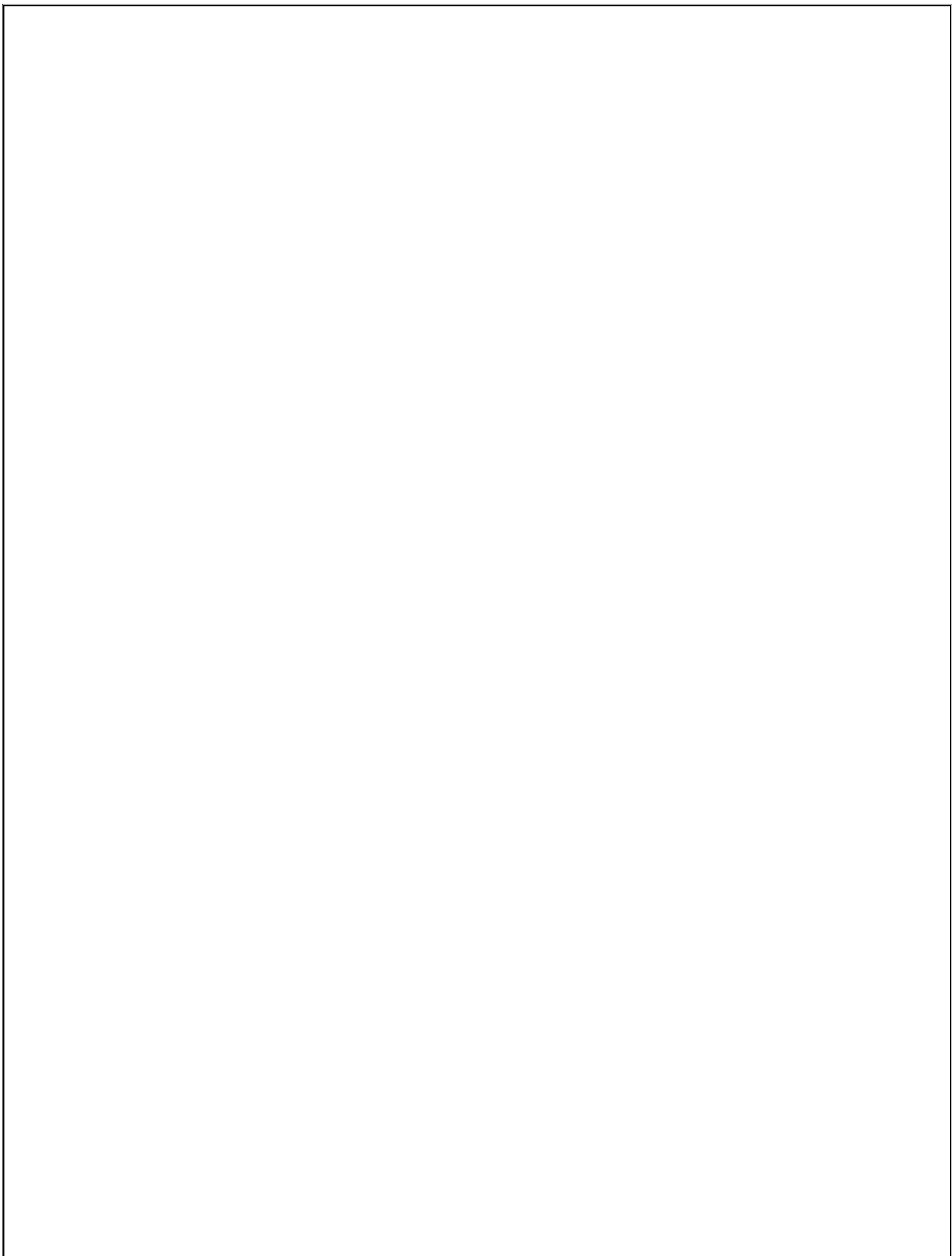
۱۱۵. به آمیزه ای از نشانه های یک بیماری، یا یک حالت نشانگان می گویند.

۱۱۶. افراد مبتلا به داون، در یاخته های پیکری خود ۴۷ کروموزوم دارند. کروموزوم اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته های پیکری این افراد ۳ کروموزوم شماره ۲۱ دارند.

۱۱۷. علت بروز داون است که یکی از گامت های ایجادکننده فرد، به جای یک کروموزوم شماره ۲۱، دارای ۲ کروموزوم ۲۱ بوده است.

۱۱۸. **بالابودن سن مادران** در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سن مادر، احتمال خطای میوزی در تشکیل یاخته های جنسی وی بیشتر می شود.

۱۱۹. **عوامل محیطی** می توانند موجب اختلال در تقسیم میوز شوند. مصرف دخانیات، نوشیدنی های الکلی، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی ها نیز می تواند در روند جدا شدن کروموزوم ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کند.



فصل ۷ یازدهم

گفتار ۱

۱. در فرایند تولید مثل جنسی که با تولید گامت همراه است، دو فرد شرکت دارند که هر کدام دستگاه تولیدمثل خاص خود را دارند.
۲. اگر دستگاه تولیدمثل درست کار نکند و حتی بخشی از آن را از بدن خارج کنیم، زندگی فرد به خطر نمی افتد.
۳. مجموعه اندام های این دستگاه وظایف متعددی دارند از جمله:
 - تولید یاخته های جنسی نر
 - ایجاد محیطی مناسب برای نگهداری از اسپرمها
 - انتقال اسپرم ها به خارج از بدن
 - تولید هورمون جنسی مردانه (تستوسترون)
۴. کار اصلی این دستگاه، تولید یاخته جنسی نر یا اسپرم است. اسپرم ها در یک جفت خاک (بیضه) یا همان غدد جنسی نر تولید می شوند.
۵. بیضه ها درون کیسه بیضه قرار دارند. محل طبیعی کیسه بیضه خارج و پایین محوطه شکمی است.
۶. قرارگیری کیسه بیضه خارج از محوطه شکمی باعث می شود دمای درون آن حدود سه درجه پایین تر از دمای بدن قرار گیرد. این دما برای فعالیت بیضه ها و تمایز صحیح اسپرم ها ضروری است.
۷. وجود شبکه ای از رگ های کوچک در کیسه بیضه به تنظیم این دما کمک می کند.
۸. در بیضه ها تعداد زیادی لوله های پر پیچ و خم به نام لوله های اسپرم ساز وجود دارد.
۹. درون لوله های اسپرم ساز از هنگام بلوغ تا پایان عمر، اسپرم تولید می شود. در بین لوله های اسپرم ساز یاخته های بینابینی قرار دارند که نقش ترشح هورمون جنسی نر را برعهده دارند.
۱۰. دیواره لوله های اسپرم ساز یاخته های زاینده ای دارد که به این یاخته ها زامه (اسپرماتوگونی) گفته می شود. این یاخته ها که نزدیک سطح خارجی لوله ها قرار گرفته اند، ابتدا با میتوز تقسیم می شوند یکی از یاخته های حاصل از هر بار میتوز در لایه زاینده می ماند که لایه زاینده حفظ شود. یاخته دیگر که زام یاخته (اسپرماتوسیت) اولیه نام دارد، با تقسیم میوز ۱ دو یاخته به نام اسپرماتوسیت ثانویه تولید می کند. این یاخته ها هاپلوئیدند، ولی کروموزوم های آن دو کروماتیدی اند.
۱۱. اسپرماتوسیت های اولیه با انجام میوز ۲، دو یاخته زام یاخته (اسپرماتید) ایجاد می کنند. این یاخته ها نیز هاپلوئید، ولی تک کروماتیدی اند.
۱۲. از یک یاخته اسپرماتوسیت اولیه، چهار اسپرماتید حاصل می شود.
۱۳. تمایز گامت ها در دیواره لوله از خارج به سمت وسط لوله انجام می شود.
۱۴. همه یاخته های زاینده تقسیم انجام می دهند تا تعداد زیادی گامت درون لوله های اسپرم ساز تولید شود.
۱۵. در حین حرکت اسپرماتیدها به سمت وسط لوله های اسپرم ساز تمایزی در آنها رخ می دهد تا به زامه (اسپرم) تبدیل شوند. به این صورت که یاخته ها از هم جدا و تازک دار می شوند؛ سپس مقدار زیادی از سیتوپلاسم خود را از دست می دهند. هسته آن فشرده شده در سر اسپرم به صورت مجزا قرار می گیرد و یاخته حالت کشیده پیدا می کند.
۱۶. یاخته های سرتولی که در دیواره لوله های اسپرم ساز وجود دارند با ترشحات خود تمایز اسپرم ها را هدایت می کنند.
۱۷. یاخته های سرتولی در همه مراحل اسپرم زایی، پشتیبانی و تغذیه یاخته های جنسی و نیز بیگانه خواری باکتری ها را بر عهده دارند.
۱۸. ساختار اسپرم: اسپرم ها سه قسمت سر، تنه و دم دارند. سر دارای یک هسته بزرگ، مقداری سیتوپلاسم و کیسه ای پر از آنزیم به نام تارک تن (آکروزوم) است.
۱۹. آکروزوم کلاه مانند و در جلوی هسته قرار دارد. آنزیم ها به اسپرم کمک می کنند تا بتواند در لایه های حفاظت کننده تخمک نفوذ کند. در تنه یا قطعه میانی تعداد زیادی راکیزه (میتوکندری) دارد.

۲۰. **اندام های ضمیمه (کمکی):** پس از تولید اسپرم در لوله های اسپرم ساز، آنها از بیضه خارج و به درون لوله ای پیچیده و طویل به نام **برخاگ** (اپیدییم) منتقل می شوند. این اسپرم ها ابتدا قادر به حرکت نیستند و باید **حداقل ۸ ساعت** در آنجا بمانند تا توانایی حرکت در آنها ایجاد شود. سپس اسپرم ها وارد **لوله طویل دیگری** به نام **زامه بر (اسپرم بر)** می شوند.

۲۱. **از هر بیضه یک لوله اسپرم بر** خارج و وارد **محوطه شکمی** می شود.

۲۲. **هر کدام** از لوله های اسپرم بر در **حین عبور از کنار و پشت مثانه** ترشحات غده **گُشناب دان (وزیکول سمينال)** را دریافت می کند. این غدد، مایعی غنی از **فروکتوز** را به اسپرم ها اضافه می کنند. **فروکتوز** انرژی لازم برای فعالیت اسپرم ها را فراهم می کند.

۲۳. **دو مجرای اسپرم بر** در زیر **مثانه** وارد غده **پروستات** شده و به **میزراه متصل** می شوند.

۲۴. **غده پروستات** در انسان به اندازه **یک گردو** است و حالتی **اسفنجی** دارد. این غده با **ترشح مایعی شیری رنگ و قلیایی** به خنثی کردن مواد اسیدی موجود در **مسیر عبور اسپرم** به سمت گامت ماده، کمک می کند.

۲۵. بعد از پروستات، یک **جفت غده** به نام **پیازی میزراهی** نیز به **میزراه متصل** می شوند. این غده ها که به **اندازه نخودفرنگی** اند، ترشحات **قلیایی و روان کننده ای** را به مجرا اضافه می کنند.

۲۶. به **مجموع ترشحات سه نوع غده** یاد شده که اسپرمها را از طریق میزراه به بیرون از بدن منتقل می کنند، **مایع منی** گفته می شود.

۲۷. **هورمون ها فعالیت دستگاه تولید مثل در مرد را تنظیم می کنند.**

۲۸. از بخش پیشین **زیرمغزی**، دو هورمون محرک غدد جنسی ترشح می شود: **«FSH»** و **«LH»**. اگرچه نام این هورمون ها به **فعالیت آنها** در جنس ماده مرتبط است، اما وجود آنها برای فعالیت دستگاه تولید مثل در مرد نیز **ضروری** است.

۲۹. در مردان، **FSH** **یاخته های سرتولی** را تحریک می کند تا **تمايز اسپرم را تسهيل** کنند.

۳۰. **LH**، **یاخته های بینابینی** را تحریک می کند تا هورمون **تستوسترون** را ترشح کنند.

۳۱. **تستوسترون** ضمن تحریک **رشد اندام های جنسی و اسپرم زایی** باعث **بروز صفات ثانویه** در مردان می شود؛ **مثل بم شدن صدا، رویدن مو** در صورت و قسمت های دیگر بدن، **رشد ماهیچه ها و استخوان ها**. **تنظیم میزان ترشح این هورمون ها** با **سازوکار بازخورد منفی** انجام می شود.

۳۲. **نقش های دستگاه تولید مثل در زن:**

- تولید یاخته جنسی ماده
- انتقال یاخته های جنسی ماده به سمت رحم
- ایجاد شرایط مناسب برای لقاح زامه (اسپرم) و تخمک
- حفاظت و تغذیه جنین در صورت تشکیل
- تولید هورمون های جنسی زنانه

۳۳. **تخمدان ها:** **غدد جنسی** ماده اند که درون **محوطه شکم** قرار دارند و با کمک **طنابی پیوندی و عضلانی** به **دیواره خارجی** رحم متصل اند.

۳۴. درون **تخمدان لوله های پیچ درپیچ** وجود ندارد. درون **هر** تخمدان **نوزاد دختر** در حدود **یک میلیون مام یاخته (اووسیت)** اولیه وجود دارد.

۳۵. **هر اووسیت** را یاخته های تغذیه کننده احاطه می کنند. به مجموعه آنها **انبانک (فولیکول)** گفته می شود.

۳۶. پس از تولد، تعداد این فولیکول ها افزایش نخواهد یافت و به **دلایل نامعلومی** **تعداد زیادی** از اووسیت و یاخته های تغذیه کننده از بین می روند.

۳۷. بخش های دیگر دستگاه تولید مثل در زن علاوه بر تخمدان شامل **رحم، لوله های رحم، گردن رحم و زهراه (واژن)** هستند.

۳۸. **رحم**، اندام **کیسه مانند، گلابی شکل و ماهیچه ای** است که جنین درون آن، رشد و نمو می یابد.

۳۹. **دیواره داخلی رحم** یا **آندومتر**، در **دوران قاعدگی و بارداری** دچار **تغییراتی** می شود.

۴۰. بخش پهن و بالای رحم به دو لوله متصل است که به آنها **لوله های رحم (لوله های فالوپ)** می گویند. انتهای این لوله ها، **شیپور مانند** و دارای **زوائدی انگشت مانند** است.

۴۱. پوشش داخل لوله های رحم مخاطی و مژک دار است. زنش مژک های آن، اووسیت را به سمت رحم می رانند.
۴۲. بخش پایین رحم، باریک تر شده که به آن گردن رحم می گویند. این قسمت به داخل واژن باز می شود.
۴۳. واژن محل ورود یاخته های جنسی نر، خروج خون قاعدگی و در هنگام زایمان طبیعی، محل خروج جنین است.
۴۴. دوره جنسی در زنان با قاعدگی یا عادت ماهانه شروع می شود که در آن دیواره داخلی رحم همراه با رگ های خونی تخریب و مخلوطی از خون و بافت های تخریب شده از بدن خارج می شود.
۴۵. عادت ماهانه با بلوغ جنسی آغاز می شود ابتدا نامنظم، ولی کم کم منظم می شود. نظم آن مهم ترین شاخص کارکرد صحیح دستگاه تولید مثلی زن است.
۴۶. معمولاً در زن های سالم بین ۴۵ تا ۵۰ سالگی عادت ماهانه متوقف می شود که این پدیده را یائسگی می نامند.
۴۷. علت یائسگی از کار افتادن تخمدان هاست که زودتر از بقیه دستگاه های بدن پیر می شوند. پس دوره باروری و تولید مثلی در زن حدود ۳۰ تا ۳۵ سال است. تغذیه نامناسب، کار زیاد و سخت، فشار روحی و جسمی به گونه ای چشمگیر از طول این مدت می کاهد.
۴۸. فرایند تخمک زایی از یاخته دیپلوئید و زاینده ای به نام مامه ز (اووگونی)، قبل از تولد و از دوران جنینی شروع می شود.
۴۹. مراحل تخمک زایی در دوران جنینی آغاز و پس از شروع میوز در پروفاز ۱ متوقف می شود.
۵۰. با رسیدن به سن بلوغ هر ماه در یکی از فولیکول ها اووسیت اولیه میوز را ادامه می دهد، ولی دوباره متوقف شده، یاخته حاصل به صورت اووسیت ثانویه از تخمدان خارج می شود.
۵۱. در صورتی تقسیم میوز کامل می شود که یاخته جنسی نر به آن برخورد کند و فرایند لقاح آغاز شود. در این حالت، اووسیت ثانویه تقسیم میوز را تکمیل می کند و تخمک ایجاد می کند که با اسپرم لقاح می یابد و تخم تشکیل می شود. اگر اسپرم با آن برخورد نکند یا لقاح آغاز نشود، اووسیت ثانویه همراه با خون ریزی دوره ای از بدن دفع می شود.
۵۲. از تفاوت های اساسی تخمک زایی با اسپرم زایی تقسیم نامساوی سیتوپلاسم است به این صورت که در تخمک زایی پس از هر بار تقسیم هسته در میوز تقسیم نامساوی سیتوپلاسم صورت می گیرد؛ در نتیجه یک یاخته بزرگ و یک یاخته کوچک تر به نام گویچه قطبی به وجود می آید.
۵۳. تقسیم نامساوی سیتوپلاسم برای تخمک زایی با هدف رسیدن مقدار بیشتری از سیتوپلاسم و اندامک ها به تخمک است تا بتواند در مراحل اولیه رشد و نمو جنین نیازهای آن را برآورده کند.
۵۴. گویچه های قطبی به طور طبیعی، نقشی در رشد و نمو ندارند. به ندرت ممکن است اسپرم با گویچه قطبی نیز لقاح یابد و توده یاخته ای بی شکلی را ایجاد کند که پس از مدتی از بدن دفع می شود.
۵۵. در جنس ماده، نوسانات هورمونی دو رویداد چرخه ای را پدید می آورد، این دو چرخه وابسته به هم در تخمدان ها و رحم انجام می شود.
۵۶. چرخه تخمدانی، زمان بندی بالغ شدن اووسیت را در تخمدان تنظیم و چرخه رحمی، رحم را برای بارداری آماده می کند.
۵۷. چرخه ی تخمدانی؛ در هر دوره جنسی یکی از فولیکول هایی که از همه رشد بیشتری پیدا کرده است، چرخه تخمدانی را آغاز و ادامه می دهد.
۵۸. لایه های یاخته ای این فولیکول تکثیر و حجیم می شوند و از یک سو شرایط رشد و نمو اووسیت درون فولیکول را فراهم و از سوی دیگر هورمون استروژن را ترشح می کنند که با رشد فولیکول میزان آن افزایش می یابد.
۵۹. چرخه تخمدانی با تأثیر هورمون های FSH و LH تنظیم و هدایت می شود. در سطح یاخته های فولیکولی گیرنده هایی وجود دارند که FSH به آنها متصل می شود. این اتصال فولیکول را تحریک کرده تا بزرگ و بالغ شود.
۶۰. حدود روز چهاردهم دوره در فولیکول بالغ شده ای که در این زمان به دیواره تخمدان چسبیده است تخمک گذاری انجام می شود.
۶۱. در فرایند تخمک گذاری، اووسیت ثانویه همراه با تعدادی از یاخته های فولیکولی از سطح تخمدان خارج و وارد محوطه شکمی می شوند. یاخته های فولیکولی چسبیده به اووسیت در ادامه مسیر به تغذیه و محافظت از آن کمک می کنند.

۶۲. **زیاد شدن LH** که در اثر افزایش ترشح استروژن رخ می دهد، **عامل اصلی تخمک گذاری** است. به دنبال تخمک گذاری، **باقی مانده فولیکول** در تخمدان به صورت توده یاخته ای در می آید که به آن **جسم زرد** می گویند.
۶۳. **یاخته های جسم زرد** با تأثیر هورمون LH فعالیت ترشحاتی خود را افزایش می دهند و دو هورمون **استروژن و پروژسترون** را ترشح می کنند. این هورمون ها وقایع رحم را در دوره جنسی ادامه می دهند.
۶۴. **اگر بارداری رخ دهد، جسم زرد به فعالیت خود تا مدتی ادامه می دهد** و با این هورمون ها جدار رحم و در نتیجه جنین جایگزین شده در آن حفظ می شود.
۶۵. **اگر بارداری رخ ندهد، جسم زرد در اواخر دوره جنسی تحلیل می رود** و به جسمی غیرفعال به نام **جسم سفید** تبدیل می شود. **غیر فعال شدن جسم زرد** باعث کاهش استروژن و پروژسترون در خون می شود. **کاهش** این هورمون ها موجب ناپایداری جدار رحم و تخریب و ریزش آن می شود که علامت شروع دوره جنسی بعدی است.
۶۶. **چرخه رحمی**: در رحم قاعدگی در روزهای اول **هر دوره** رخ می دهد که **به طور متوسط هفت روز** طول می کشد. پس از آن، دیواره داخلی رحم مجدداً شروع به رشد و نمو می کند **ضخامت آن زیاد شده** و در آن چین خوردگی ها، حفرات و اندوخته خونی زیادی به وجود می آید.
۶۷. رشد و نمو دیواره داخلی تا بعد از نیمه دوره هم ادامه می یابد. پس از آن، **سرعت رشد آن کم** می شود ولی **فعالیت ترشحاتی در آن افزایش** می یابد. نتیجه این فعالیت ها **آماده شدن جدار رحم** برای پذیرش و پرورش تخمک لقاح یافته یا همان تخم است.
۶۸. **اگر لقاح صورت نگیرد**، اووسیت ثانویه بدون جایگزینی دفع می شود و **حدود روز بیست و هشتم**، تخریب دیواره داخلی و دفع خون (قاعدگی) آغاز می شود که شروع دوره جنسی و چرخه رحمی بعدی را نشان می دهد.
۶۹. **تمام وقایع چرخه رحمی** با تأثیر **هورمون های جنسی زنانه** (استروژن و پروژسترون) که از تخمدان ها ترشح می شوند انجام می گیرد.
۷۰. **تنظیم هورمونی دستگاه تولید مثل در زن**: هورمون های **زیرنهنج**، **زیرمغزی پیشین** (هیپوفیز پیشین) و **تخمدانها** زمان وقایع متفاوت در دستگاه تولید مثلی زن را تنظیم می کنند. **تنظیم میزان** این هورمون ها به صورت **بازخوردی (خودتنظیم)** انجام می شود
۷۱. در **ابتدای** دوره مقدار **دو هورمون جنسی استروژن و پروژسترون در خون کم** است. این کمبود به هیپوتالاموس پیامی می دهد که **هورمون آزادکننده ای** ترشح کند. هورمون آزادکننده بخش پیشین هیپوفیز را تحریک می کند تا **ترشح هورمونهای FSH و LH** را افزایش دهد.
۷۲. هورمون **FSH موجب رشد فولیکول** و هورمون **LH موجب رشد جسم زرد** می شود. با رشد فولیکول ترشح استروژن و با رشد جسم زرد ترشح پروژسترون افزایش می یابد.
۷۳. **استروژن و پروژسترون** باعث **رشد دیواره داخلی رحم و ضخیم شدن** آن شده و با این کار، رحم را برای بارداری احتمالی آماده می کنند. همچنین با تأثیر روی هیپوتالاموس با **بازخورد منفی** از ترشح هورمون آزادکننده **FSH و LH** می کاهند. این **بازخورد از رشد و بالغ شدن فولیکول های جدید** در طول دوره جنسی جلوگیری می کند.
۷۴. در **انتهای** دوره، **کاهش میزان استروژن و پروژسترون** در خون به ویژه روی دیواره داخلی رحم تأثیر می کند. **استحکام آن کاهش یافته** و در طول چند روز بعد، از هم می پاشد و قاعدگی رخ می دهد.
۷۵. **کاهش پروژسترون و استروژن** روی هیپوتالاموس اثر کرده و **ترشح مجدد** هورمون آزادکننده، **FSH و LH** را آغاز می کند که **همان شروع دوره جنسی بعدی** است.
۷۶. **استروژن در واقع دو نقش متضاد** را ایفا می کند؛ **افزایش اندک** آن از آزاد شدن **FSH و LH** ممانعت می کند (بازخورد منفی) اما حدود روز چهاردهم دوره، **افزایش یک باره آن**، محرکی برای آزاد شدن مقدار زیادی **FSH و LH** از هیپوفیز پیشین می شود (بازخورد مثبت). این **تغییر ناگهانی** در مقدار هورمونها، باعث می شود در تخمدان، **باقی مانده فولیکول به جسم زرد** تبدیل شود.

گفتار ۳

۷۷. **لقاح**: اووسیت ثانویه پس از تخمک گذاری از طریق شیپور فالوپ وارد لوله رحم می شود.
۷۸. **حرکات زوائد انگشت مانند**، **انقباض دیواره** و **زنش مژک های** دیواره لوله رحم، اووسیت ثانویه را به سمت رحم حرکت می دهند.

۷۹. فقط **تعداد کمی** از اسپرمها در لوله رحم به اووسیت می رسند.

۸۰. برای ورود به اووسیت باید از **دو لایه خارجی و داخلی** اطراف آن عبور کنند. **لایه خارجی**، باقی مانده های فولیکولی و **لایه داخلی**، شفاف و ژله ای است.

۸۱. در حین عبور اسپرم از لایه خارجی، کیسه آکروزوم پاره می شود تا **آنزیم های آن لایه داخلی** را هضم کند.

۸۲. **لقاح** موقعی آغاز می شود که **غشای یک اسپرم و غشای اووسیت ثانویه با همدیگر تماس** پیدا کنند. در این زمان، **ضمن ادغام غشای اسپرم** با غشای اووسیت، **تغییراتی در سطح اووسیت** اتفاق می افتد که باعث ایجاد پوششی به نام **جدار لقاحی** می شود.

۸۳. **جدار لقاحی** از **ورود اسپرم های دیگر به اووسیت جلوگیری** می کند.

۸۴. با ورود **سر اسپرم** به اووسیت، هسته آن به **درون سیتوپلاسم** وارد می شود. در همین حال، اووسیت ثانویه، **میوز** را تکمیل می کند و به تخمک تبدیل می شود. **هسته تخمک با هسته اسپرم ادغام** می شود و **یاخته تخم** با ۲۳ جفت کروموزوم شکل می گیرد.

۸۵. **حدود ۳۶ ساعت پس از لقاح**، **یاخته تخم تقسیمات میتوزی خود** را شروع می کند. نتیجه آن، ایجاد توده یاخته ای است که **تقریباً به اندازه تخم** است؛ زیرا یاخته های حاصل از تقسیم رشد نکرده اند.

۸۶. **توده پریاخته ای توپر** با نام **مورولا** در لوله رحم به سمت رحم حرکت می کند. پس از رسیدن به رحم به شکل **کره توخالی** در آمده و **درون آن با مایعات پر** می شود. در این مرحله، به آن **بلاستوسیست** گفته می شود.

۸۷. **بلاستوسیست**، **یک لایه بیرونی** به نام **تروفوبلاست** دارد که در مراحل بعدی **برون شامه جنین (پرده کوریون)** را می سازد.

۸۸. **کوریون** به **همراه بخشی از دیواره رحم جفت** را تشکیل می دهد. یاخته های درون بلاستوسیست **توده یاخته ای درونی** را تشکیل می دهند. این یاخته ها حالت **بنیادی** دارند و **منشأ بافت های مختلف** تشکیل دهنده جنین هستند.

۸۹. **یاخته های بنیادی**، یاخته هایی تخصص نیافته اند که توانایی تبدیل شدن به یاخته های متفاوتی را دارند. از **توده درونی لایه های زاینده جنینی** شکل می گیرند که **هر کدام منشأ بافت ها و اندام های مختلف** اند.

۹۰. یاخته های لایه بیرونی بلاستوسیست، **آنزیم های هضم کننده ای** را ترشح می کنند که یاخته های جدار رحم را تخریب کرده و حفره ای ایجاد می کنند که بلاستوسیست در آن جای می گیرد. به این فرایند **جایگزینی** گفته می شود.

۹۱. یاخته های جنین در مرحله جایگزینی **مواد مغذی مورد نیاز خود** را از این **بافت های هضم شده** به دست می آورند.

۹۲. **بعد از جایگزینی، پرده های محافظت کننده** در اطراف جنین تشکیل می شوند که **مهم ترین** آنها **درون شامه جنین (آمنیون)** و **برون شامه جنین (کوریون)** هستند.

۹۳. **آمنیون در حفاظت و تغذیه جنین** نقش دارد. **کوریون در تشکیل جفت و بند ناف** دخالت می کند.

۹۴. **جفت** رابط بین بند ناف و دیواره رحم است.

۹۵. **کوریون**، هورمونی به نام **HCG** ترشح می کنند که **وارد خون مادر** می شود و اساس تست های بارداری است.

۹۶. هورمون **HCG** سبب **حفظ جسم زرد** و **تداوم ترشح هورمون پروژسترون** از آن می شود. وجود این هورمون ها در خون از **قاعدگی و تخمک گذاری مجدد جلوگیری** می کند.

۹۷. **تشکیل بیش از یک جنین**؛ در حین تقسیمات اولیه تخم **ممکن است** یاخته های بنیادی از هم جدا شوند، یا توده درونی بلاستوسیست به دو یا چند قسمت تقسیم شود. در این حالت، **بیش از یک جنین** شکل می گیرند که این جنین ها **همسان** اند. اگر این جنین ها کاملاً از هم جدا نشوند، به هم چسبیده متولد می شوند.

۹۸. **ممکن است** تخمدان های یک فرد در **یک دوره** بیش از یک اووسیت ثانویه آزاد کنند و **دو یا چند لقاح** انجام شود. در این حالت، اگر مراحل رشد و نمو در آنها کامل شود، دوقلو یا چند قلوهای **ناهمسان** متولد می شوند که **ممکن است** شباهتی به هم نداشته و حتی از لحاظ جنسیت هم متفاوت باشند.

۹۹. **ممکن است** در **بعضی** از زنان یا مردان، **یاخته جنسی تولید نشود** یا به دلایلی بین اسپرم و تخمک، **لقاح موفق انجام نشود**. در این صورت، بحث **ناباروری** مطرح می شود که با روش هایی و با کمک فناوری، **بعضی** از آنها را برطرف می کنند.

۱۰۰. تمایز جفت از هفته دوم بعد از لقاح شروع می شود، ولی تا هفته دهم ادامه دارد.
۱۰۱. بند ناف رابط بین جنین و جفت است که در آن سرخرگ ها خون جنین را به جفت می برند و سیاهرگ، خون را از جفت به جنین می رساند.
۱۰۲. خون مادر و جنین در جفت به دلیل وجود پرده کوریون مخلوط نمی شود، ولی می تواند بین دو طرف این پرده مبادله مواد صورت گیرد.
۱۰۳. مواد مغذی، اکسیژن و بعضی از پادتن ها از طریق جفت به جنین منتقل می شوند تا جنین تغذیه و محافظت شود. و مواد دفعی جنین نیز از همین طریق به خون مادر منتقل می شود. در عین حال، عوامل بیماریزا و موادی مانند نیکوتین، کوکائین، الکل و بعضی از داروها نیز می توانند از جفت عبور کنند و روی رشد و نمو جنین تأثیر سوء بگذارند.
۱۰۴. ابتدا رگ های خونی و روده شروع به نمو می کنند سپس جوانه های دست و پا ظاهر می شوند.
۱۰۵. در انتهای ماه اول اندام های اصلی شروع به تشکیل شدن می کنند و ضربان قلب آغاز می شود.
۱۰۶. در طی ماه دوم همه اندام ها شکل مشخص می گیرند.
۱۰۷. در انتهای سه ماه اول اندام های جنسی مشخص شده و جنین دارای ویژگی های بدنی قابل تشخیص می شود.
۱۰۸. در سه ماهه دوم و سوم، جنین به سرعت رشد می کند و اندام های آن شروع به عمل می کنند به طوریکه در انتهای سه ماهه سوم قادر است در خارج از بدن مادر زندگی کند.
۱۰۹. صوت نگاری (سونوگرافی): در این روش تشخیصی، از امواج صوتی با بسامد (فرکانس) بالا استفاده می کنند. این امواج برخلاف اشعه X که در رادیولوژی از آن استفاده می شود، برای جنین ضرری ندارد. امواج را با کمک دستگاهی به درون بدن می فرستند و بازتاب آنها را دریافت کرده به صورت تصویر ویدئویی نشان می دهند.
۱۱۰. تشخیص بارداری در ماه اول، اندازه گیری ابعاد جنین برای تعیین سن، جنسیت جنین، سالم بودن جنین از لحاظ حرکتی و عملکرد بعضی از اندامها مثل قلب از جمله مواردی است که در صوت نگاری، مشخص می شود.
۱۱۱. تعیین زمان تولد: متخصصان زنان و زایمان در پیش بینی زمان تولد نوزاد ۲۸۴ روز را به زمان شروع آخرین قاعدگی مادر اضافه می کنند. (مدت زمان بارداری ۳۸ هفته یا ۲۶۶ روز است).
۱۱۲. تولد-زایمان: در ابتدا سر جنین به سمت پایین فشار وارد و کیسه آمنیون را پاره می کند. در نتیجه، مایع آمنیوتیک یک مرتبه به بیرون رانده می شود. خروج این مایع، نشانه نزدیک بودن زایمان است.
۱۱۳. هورمون ها در مرحله زایمان نقش اساسی دارند؛ از جمله اکسی توسین که ماهیچه های دیواره رحم را تحریک می کند، تا انقباض آغاز شود و در ادامه، دفعات و شدت انقباض را مرتباً بیشتر می کند. به همین دلیل، پزشکان برای سرعت دادن به زایمان اکسی توسین را به مادر تزریق می کنند.
۱۱۴. شروع انقباض ماهیچه های رحم با دردهای زایمان همراه است. دهانه رحم در هر بار انقباض، بیشتر باز می شود و سر جنین بیشتر به آن فشار می آورد.
۱۱۵. با افزایش انقباضات ترشح اکسی توسین با بازخورد مثبت افزایش یافته و باعث می شود نوزاد آسان تر و زودتر از رحم خارج شود. به طور طبیعی ابتدا سر و سپس بقیه بدن از رحم خارج می شود.
۱۱۶. در مرحله بعد از خروج جنین با ادامه انقباض رحم، جفت و اجزای مرتبط با آن، از رحم خارج می شود.
۱۱۷. هورمون اکسی توسین، علاوه بر تأثیر در زایمان، ماهیچه صاف غدد شیری را نیز منقبض می کند تا خروج شیر انجام شود. البته تحریک گیرنده های موجود در غدد شیری با مکیدن نوزاد، اتفاق می افتد و از طریق بازخورد مثبت، تنظیم می شود. مکیدن نوزاد باعث افزایش هورمون ها و افزایش تولید و ترشح شیر می شود.
۱۱۸. علاوه بر زایمان طبیعی، تولد نوزاد با عمل جراحی (سزارین) نیز انجام می شود. پزشکان زنان و زایمان، بیشتر توصیه می کنند که زایمان به صورت طبیعی انجام شود.

گفتار ۴

۱۱۹. اساس تولید مثل جنسی در همه جانوران مشابه است، ولی در چگونگی انجام، مراحل آن و حفاظت و تغذیه جنین، تفاوت هایی وجود دارد.
۱۲۰. در آبزبان مثل ماهی ها، دوزیستان و بی مهرگان آبری لقاح خارجی دیده می شود.
۱۲۱. در روش لقاح خارجی، والدین گامت های خود را در آب می ریزند و لقاح در آب صورت می گیرد. برای افزایش احتمال برخورد گامت ها، والدین تعداد زیادی گامت را هم زمان وارد آب می کنند.
۱۲۲. در لقاح خارجی برای هم زمان شدن ورود گامت ها به آب عوامل متعددی دخالت دارد از جمله دمای محیط، طول روز، آزاد کردن مواد شیمیایی توسط نر یا ماده یا بروز بعضی رفتارها مثل رقص عروسی در ماهی ها.
۱۲۳. در جانوران خشکی زی و بعضی از آبزبان مثل سخت پوستان و بعضی ماهی ها مثل کوسه لقاح داخلی دیده می شود.
۱۲۴. در جانوران دارای لقاح داخلی، اسپرم وارد دستگاه تولید مثلی فرد ماده می شود و لقاح در بدن ماده انجام می شود. انجام این نوع لقاح، نیازمند دستگاه های تولید مثلی با اندام های تخصص یافته است.
۱۲۵. در اسبک ماهی جانور ماده، تخمک را به درون حفره ای در بدن جنس نر منتقل می کند. لقاح در بدن نر انجام می شود و جنس نر، جنین ها را در بدن خود نگه می دارد، پس از طی مراحل رشد و نمو، نوزادان متولد می شوند.
۱۲۶. تولید مثل جنسی در جانورانی که حرکت کندی دارند و یا امکان جفت یابی ندارند، مشکل ساز است؛ زیرا جفت یابی به سختی صورت می گیرد.
۱۲۷. نرماده (هرما فرودیت): به طور مثال در کرم های پهن و حلقوی دیده می شود.
۱۲۸. در جانوران نرماده، یک فرد هر دو نوع دستگاه تولید مثلی نر و ماده را دارد.
۱۲۹. در کرم های پهن مثل کرم کبک، هر فرد تخمک های خود را بارور می کند.
۱۳۰. در مورد کرم های حلقوی، مثل کرم خاکی، لقاح دو طرفی انجام می شود؛ یعنی وقتی دو کرم خاکی در کنار هم قرار می گیرند، اسپرم های هر کدام تخمک های دیگری را بارور می سازد.
۱۳۱. بکرزایی نوعی دیگر از تولید مثل جنسی است و برای مثال، در زنبور عسل و بعضی مارها دیده می شود. در این روش، فرد ماده گاهی اوقات به تنهایی تولید مثل می کند.
۱۳۲. در بکرزایی، یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می کند و موجود تک لاد (هاپلوئید) را به وجود می آورد. یا از روی کروموزوم های تخمک یک نسخه ساخته می شود تا کروموزوم های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می کند و موجود دولا (دپلوئید) را به وجود می آورد.
۱۳۳. مواد غذایی مورد نیاز جنین تا چند روز پس از لقاح و تشکیل تخم از اندوخته غذایی تخمک تأمین می شود. این اندوخته مخلوطی از مواد مغذی متفاوت است.
۱۳۴. اندازه تخمک در جانوران مختلف بستگی به میزان اندوخته دارد. در جانوران تخم گذار اندوخته غذایی تخمک زیاد است؛ زیرا در دوران جنینی ارتباط غذایی بین مادر و جنین وجود ندارد.
۱۳۵. در پستانداران به دلیل ارتباط خونی بین مادر و جنین و در ماهی ها و دوزیستان به علت دوره جنینی کوتاه میزان این اندوخته کم است.
۱۳۶. در جانورانی که لقاح خارجی دارند تخمک دیوار های چسبناک و زله ای دارد که پس از لقاح، تخم ها را به هم می چسباند. این لایه زله ای ابتدا از جنین در برابر عوامل نامساعد محیطی محافظت می کند و سپس به عنوان غذای اولیه مورد استفاده جنین قرار می گیرد.
۱۳۷. در جانورانی که لقاح داخلی دارند، حفاظت جنین به صورت های متفاوتی انجام می شود.
۱۳۸. در جانوران تخم گذار وجود پوسته ضخیم در اطراف تخم از جنین محافظت می کند.

۱۳۹. برای محافظت بیشتر در خزندگانی مثل لاک پشت تخم‌ها با ماسه و خاک پوشانده می‌شوند. پرندگان روی تخم‌ها می‌خوابند و پستاندار تخم‌گذاری مثل پلاتی پوس، تخم را در بدن خود نگه می‌دارد و چند روز مانده به تولد نوزاد، تخم‌گذاری می‌کند و روی آنها می‌خوابد تا مراحل نهایی رشد و نمو طی شود.

۱۴۰. در پستانداران کیسه دار، مثل کانگورو جنین ابتدا درون رحم ابتدایی مادر رشد و نمو را آغاز می‌کند. به دلیل مهیا نبودن شرایط به صورت نارس متولد می‌شود و خود را به درون کیسه‌ای که بر روی شکم مادر است می‌رساند. در آنجا ضمن حفاظت، از غدد شیری درون آن تغذیه می‌کند تا مراحل رشد و نمو را کامل کند.

۱۴۱. در پستانداران جفت دار، جنین درون رحم مادر رشد و نمو را آغاز و از طریق اندامی به نام جفت با خون مادر مرتبط می‌شود و از آن تغذیه می‌کند.

۱۴۲. در پستانداران جفت دار، بهترین شرایط ایمنی و تغذیه برای جنین مهیاست. پس از تولد هم از غدد شیری مادر تغذیه می‌کند تا زمانی که بتواند به طور مستقل به زندگی ادامه دهد.

فصل ۸ یازدهم

گفتار ۱

۱. نهاندانگان تنها گروه از گیاهان اند که گل تولید می کنند. تولید گل برای گیاهان هزینه بر است؛ به ویژه تولید گل هایی که رنگ های گوناگون، ترکیبات معطر و شهد دارند.
۲. گیاهان گل دار بیشترین گیاهان روی زمین اند و توانسته اند بهینه وسیعی از زمین را به خود اختصاص دهند.
۳. گیاهان می توانند به روش غیر جنسی و با استفاده از بخش های رویشی، یعنی ساقه، برگ و ریشه تکثیر یابند. مثلاً روی ریشه درخت آلبالو، جوانه هایی تشکیل می شود که از رشد آنها درخت های آلبالو ایجاد می شوند.
۴. روش قلمه زدن: تکثیر رویشی که با گذاشتن قطعه هایی از ساقه در خاک یا آب که حاوی جوانه است، گیاه را تکثیر می دهند.
۵. روش پیوند زدن: یکی دیگر از روش های تکثیر رویشی است. در این روش قطعه ای از یک گیاه مانند جوانه یا شاخه به نام پیوندک، روی تنه گیاه دیگری که به آن پایه می گویند، پیوند زده می شود.
۶. گیاه پایه در قلمه زنی ویژگی هایی مانند مقاومت به بیماری ها، سازگار با خشکی یا شوری دارد، در حالی که گیاهی که پیوندک از آن گرفته می شود، مثلاً میوه مطلوب دارد.
۷. روش خوابانیدن: بخشی از ساقه یا شاخه را که دارای گره است، با خاک می پوشانند. بعد از مدتی از محل گره، ریشه و ساقه برگدار ایجاد می شود که با جدا کردن از گیاه مادر، پایه جدیدی ایجاد می شود.
۸. معمولاً برای تکثیر گیاهان از بخشهای رویشی گیاه استفاده می کنیم.
۹. انواعی از ساقه ها در گیاهان وجود دارند که برای تولید مثل غیر جنسی ویژه شده اند.
۱۰. زمین ساقه (ریزوم)، غده، پياز و ساقه رونده، نمونه هایی از ساقه های ویژه شده برای تولید مثل غیر جنسی اند.
۱۱. زمین ساقه، به طور افقی زیر خاک رشد می کند و همانند ساقه هوایی جوانه انتهایی و جانبی دارد. این ساقه به موازات رشد افقی خود در زیر خاک، پایه های جدیدی در محل جوانه ها تولید می کند (مانند زنبق).
۱۲. غده، ساقه ای زیرزمینی است که به علت ذخیره ماده غذایی در آن متورم شده است (مانند سیب زمینی). هر یک از جوانه های تشکیل شده در سطح غده سیب زمینی، به یک گیاه تبدیل می شود.
۱۳. پياز، ساقه زیر زمینی کوتاه و تکمه مانندی دارد که برگ های خوراکی به آن متصل اند پياز خوراکی چنین ساختاری است. نرگس و لاله نیز پياز دارند. از هر پياز تعدادی پياز کوچک تشکیل می شود که هر یک خاستگاه یک گیاه می شوند.
۱۴. ساقه رونده، به طور افقی روی خاک رشد می کند (مانند گیاه توت فرنگی). گیاهان توت فرنگی جدیدی در محل گره ها، ایجاد می شوند.
۱۵. از فن کشت بافت برای تولید گیاهان با ویژگی های مطلوب و تولید انبوه آنها در آزمایشگاه استفاده می شود. در این فن، یاخته یا قطعه ای از بافت گیاهی در محیط کشت گذاشته می شود. این محیط دارای مواد مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه است. یاخته و بافت در شرایط مناسب، با تقسیم میتوز، توده ای از یاخته های هم شکل را به وجود می آورند که کال نامیده می شود.
۱۶. کال می تواند به گیاهانی تمایز یابد که از نظر ژنی یکسان اند. همه مراحل کشت بافت در محیطی کاملاً سترون انجام می شود.
۱۷. گوناگونی جانورانی مانند حشره ها در زیستگاهی با گیاهان گل دار بیشتر است.

گفتار ۲

۱۸. گل ساختاری اختصاص یافته برای تولید مثل جنسی است که دارای گلبرگ، کاسبرگ، پرچم و مادگی است که روی بخشی به نام نهنج قرار دارند.
۱۹. نهنج وسیع و ممکن است صاف، برآمده یا گود باشد.
۲۰. اجزای گل در چهار حلقه هم مرکز تشکیل می شوند.
۲۱. کاسبرگها در خارجترین حلقه (حلقه اول) قرار می گیرند.

۲۲. گلبرگ ها در حلقهٔ دوم و معمولاً به رنگ های متفاوت وجود دارند.
۲۳. پرچم ها در حلقهٔ سوم و مادگی در چهارمین حلقه تشکیل می شوند.
۲۴. مادگی گل از یک یا تعدادی برچه ساخته شده است. در واقع برچه واحد سازندهٔ مادگی است.
۲۵. در مادگی های چند برچه ای، ممکن است فضای مادگی با دیوارهٔ برچه ها از هم جدا شوند.
۲۶. در همهٔ گلها چهار حلقه تشکیل نمی شوند. گلها را بر اساس وجود هر چهار حلقه یا نبودن بعضی حلقه ها در دو گروه گلهای کامل یا ناکامل قرار می دهند.
۲۷. گلهایی که هر دو حلقهٔ پرچم و مادگی را داشته باشند، گل دو جنسی و آنهایی که فقط یکی از این حلقه ها را دارند، گل تک جنسی می نامند.
۲۸. گامت نر در گیاهانی مانند خز، همانند گامت نر در جانوران وسیلهٔ حرکتی دارد و می تواند در قطره های آب یا رطوبتی که سطح گیاه را پوشانده، شنا کند و خود را به گامت ماده برساند.
۲۹. گامت نر در گیاهان گل دار وسیلهٔ حرکتی ندارد. بنابراین، در این گیاهان برای انتقال گامت نر ساختاری به نام لولهٔ گرده تشکیل می شود.
۳۰. کیسه های گرده در بساک تشکیل می شوند و یاخته های دیپلوئیدی دارند. از تقسیم کاستمان این یاخته ها، چهار یاختهٔ هاپلوئیدی ایجاد می شود که در واقع گرده های نارس اند.
۳۱. هر یک از این یاخته های گرده نارس با انجام دادن تقسیم رشتمان (میتوز) و تغییراتی در دیواره به دانهٔ گرده رسیده تبدیل می شود.
۳۲. دانهٔ گرده رسیده یک دیوارهٔ خارجی، یک دیوارهٔ داخلی، یک یاخته رویشی و یک یاختهٔ زایشی دارد.
۳۳. تخمدان که به صورت بخشی متورم در گل دیده می شود، محل تشکیل تخمک هاست.
۳۴. تخمک جوان پوششی دو لایه ای دارد که یاخته های دیپلوئیدی را در بر می گیرد. مجموع این یاخته ها، بافتی به نام بافت خورش را می سازند.
۳۵. یکی از یاخته های بافت خورش بزرگ می شود و با تقسیم میوز چهار یاختهٔ هاپلوئیدی ایجاد می کند. از این چهار یاخته فقط یکی باقی می ماند که با تقسیم میتوز، ساختاری به نام کیسهٔ رویانی با تعدادی یاخته ایجاد می کند.
۳۶. تخم زا و یاختهٔ دو هسته ای از یاخته های کیسه رویانی اند که در لقاح با گامت های نر شرکت می کنند.
۳۷. با شکافتن دیوارهٔ بساک، گرده ها رها می شوند. دیوارهٔ خارجی دانه های گرده منفذدار و ممکن است صاف یا دارای تزئیناتی باشد.
۳۸. دانه های گرده به وسیلهٔ باد، آب و جانوران در محیط پراکنده و از گلی به گل دیگر منتقل می شوند.
۳۹. به انتقال دانهٔ گرده از بساک به کلاله گرده افشانی می گویند.
۴۰. در صورتی که کلاله گرده را بپذیرد، یاختهٔ رویشی رشد می کند و از رشد آن لولهٔ گرده تشکیل می شود.
۴۱. لولهٔ گرده به درون بافت کلاله و خامه نفوذ می کند و همراه با خود، دو زامه (اسپرم) یا گامت نر را که از تقسیم یاختهٔ زایشی در لولهٔ گرده ایجاد شده اند، به سمت تخمک و کیسه رویانی می برد.
۴۲. از آمیزش یکی از زامه ها (اسپرم ها) با یاختهٔ تخمزا، تخم اصلی تشکیل می شود. این تخم به رویان نمو می یابد. اسپرم دیگر با یاختهٔ دو هسته ای آمیزش می یابد که نتیجهٔ آن تشکیل تخم ضمیمه است.
۴۳. تخم ضمیمه با تقسیم های متوالی بافتی به نام درون دانه (آندوسپرم) را ایجاد می کند. این بافت از یاخته های نرم آکنه ای ساخته شده و ذخیرهٔ غذایی برای رشد رویان است.
۴۴. در نهاندانگان دو لقاح رخ می دهد. به همین علت گفته می شود که نهاندانگان لقاح مضاعف یا دوتایی دارند.
۴۵. آندوسپرمی که هستهٔ تخم ضمیمه تقسیم شود، اما تقسیم سیتوپلاسم انجام نگیرد، (شیر نارگیل) بافت آندوسپرم مایع را تشکیل می دهد.
۴۶. آندوسپرمی است که در آن تقسیم سیتوپلاسم علاوه بر هسته انجام شده است (بخش گوشتی و سفید رنگ نارگیل) بافت آندوسپرم جامد را تشکیل می دهد.

۴۷. **گرده افشان:** جانورانی که گرده ها را از گلی به گل دیگر منتقل می کنند. بیکر این جانوران، هنگام تغذیه از گل ها به دانه های گرده آغشته می شود و به این ترتیب، دانه های گرده را از گلی به گل دیگر منتقل می کنند.
۴۸. **رنگ های درخشان، بوهای قوی و شهد گل** ها از عوامل جذب جانوران به سمت گل ها هستند.
۴۹. **زنبورهای عسل** گلی را گرده افشانی می کنند که شهد آنها **قند فراوانی** داشته باشد؛ همچنین این گل ها علائمی دارند که **فقط** در نور **فراابنش** دیده می شوند و زنبور را به سوی شهد گل هدایت می کنند (مانند **گل قاصد** که بطور عادی برای ما بصورت زرد رنگ ولی برای زنبور بصورت گلبرگهای آبی رنگ دیده می شود).
۵۰. **گرده افشانی بعضی** گیاهان وابسته به **باد** است. این گیاهان **تعداد فراوانی** گل های کوچک تولید می کنند و **فاقد** رنگ های درخشان، بوهای قوی و شیره اند (مانند گیاه **بلوط**).
۵۱. **بعضی** گرده افشان ها، مانند **خفاش** در شب تغذیه می کنند.

گفتار ۳

۵۲. **تخم اصلی** از لقاح یکی از اسپرم ها با یاخته تخم زا تشکیل می شود.
۵۳. **رویوان** از **تقسیم پی در پی** یاخته تخم تشکیل می شود. در **نخستین تقسیم** تخم، دو یاخته با اندازه های متفاوت ایجاد می شود. **یاخته کوچک** منشأ رویوان است.
۵۴. **لپه ها** مشخص ترین بخش رویوان اند. **ساقه و ریشه رویانی** نیز در **دو انتهای رویوان** تشکیل می شوند. پوسته تخمک نیز تغییر می کند و به پوسته دانه تبدیل می شود. بنابراین، **دانه** شامل **پوسته، رویوان و ذخیره غذایی** است.
۵۵. **ممکن است** آندوسپرم به عنوان ذخیره دانه باقی بماند، یا اینکه جذب **لپه ها** شود. مثلاً آندوسپرم، ذخیره دانه در ذرت است و نقش لپه، **انتقال مواد غذایی** از آندوسپرم به رویوان در حال رشد است.
۵۶. در **دانه لوبیا** مواد غذایی **آندوسپرم جذب لپه ها** و در آنجا ذخیره می شوند، در نتیجه لپه ها که بزرگ شده اند، بخش ذخیره ای دانه را تشکیل می دهند.
۵۷. به **لپه ها** برگ های رویانی نیز می گویند؛ زیرا **برگهای رویانی** در **بسیاری** از گونه ها از خاک بیرون می آیند و **به مدت کوتاهی** فتوسنتز می کنند.
۵۸. **پوسته تخمک** به پوسته دانه تبدیل می شود. پوسته دانه ها معمولاً سخت است.
۵۹. **پوسته دانه، رویوان** را در برابر شرایط نامساعد محیط و صدمه های فیزیکی یا شیمیایی حفظ می کند و با جلوگیری از ورود آب و اکسیژن به دانه مانع از **رشد سریع رویوان** می شود. **بعد از تشکیل رویوان**، رشد آن تا مدتی متوقف می شود.
۶۰. **دانه رُست:** رویوان در **شرایط مناسب رشد** خود را از سر می گیرد و به صورت گیاهی کوچک که به آن **دانه رُست** می گویند از دانه خارج می شود. در این حالت گفته می شود که دانه رویش یافته است.
۶۱. دانه برای رویش به آب، اکسیژن و دمای مناسب نیاز دارد. دانه ها با جذب آب **متورم** می شوند و پوسته آنها شکاف برمی دارد. در نتیجه **اکسیژن کافی** به رویوان می رسد.
۶۲. **تقسیم سریع** یاخته های سرلادی به طول ساقه و ریشه می افزایشد. **سه سامانه بافتی** نیز در ساقه و ریشه شکل می گیرند.
۶۳. در **نهان دانگان** بر اساس اینکه لپه ها درون خاک بمانند یا همراه با ساقه از خاک خارج شوند، به ترتیب **رویش زیر زمینی** و **رویش رو زمینی** تعریف شده است.
۶۴. **تخمک ها** به دانه تبدیل می شوند. **میوه** از رشد و نمو بقیه قسمت های گل تشکیل می شود.
۶۵. **میوه حقیقی:** میوه ای که از **رشد تخمدان** ایجاد شده باشد (مانند **هلو**).
۶۶. **میوه کاذب:** در تشکیل میوه قسمت های دیگر **گل بجز تخمدان** نقش دارد مانند میوه **سیب** که حاصل رشد **نهنج** است.

۶۷. میوه‌ها علاوه بر حفظ دانه‌ها در پراکنش آنها نقش دارند. **بعضی** میوه‌ها به پیکر جانوران می‌چسبند یا توسط آنها خورده می‌شوند و با آنها جابه‌جا می‌گردند. **باد و آب نیز میوه‌ها و دانه‌ها** را جابه‌جا می‌کنند.
۶۸. **میوه‌های نارس معمولاً** مزه ناخوشایندی دارند. در نتیجه دانه‌های نارس تا زمان رسیدگی میوه از خورده شدن به وسیله جانوران حفظ می‌شوند.
۶۹. رنگ‌های درخشان میوه‌های رسیده جانوران را به خود جذب می‌کنند.
۷۰. پوسته **بعضی** دانه‌ها چنان **سخت و محکم** است که حتی در برابر شیره‌های گوارشی جانوران سالم می‌مانند.
۷۱. **میوه بدون دانه: الف- اگر لقاح انجام نشود**، دانه‌ای نیز تشکیل نخواهد شد (پرتقال‌های بدون دانه). **ب- اگر لقاح انجام شود**، اما رویان قبل از تکمیل مراحل رشد و نمو از بین برود، **دانه‌های نرسی** تشکیل می‌شوند که **ریزند و پوسته‌ای نازک** دارند. به چنین میوه‌هایی نیز، میوه بدون دانه می‌گویند (مانند موزهای بدون دانه).
۷۲. **طول عمر** گونه‌های متفاوت گیاهی فرق می‌کند و ممکن است از **چند روز تا چند قرن** باشد.
۷۳. **معمولاً** طول عمر درخت‌ها که **سرلاد پسین** دارند از گیاهان علفی (غیر درختی) **بیشتر** است.
۷۴. **گیاهان یک ساله**: این گیاهان در مدت **یک سال یا کمتر**، رشد و تولید مثل می‌کنند و سپس از بین می‌روند.
۷۵. **گیاهان دو ساله**: این گیاهان در سال **اول رشد رویشی** دارند و در **سال دوم با تولید گل و دانه رشد زایشی** دارند. مثلاً گیاهی مانند **شلغم و چغندر** قند در سال اول رشد رویشی دارد و مواد حاصل از فتوسنتز در ریشه آنها ذخیره می‌شوند. در سال دوم ساقه گل دهنده ایجاد می‌شود و مواد ذخیره شده در ریشه برای تشکیل گل و دانه به مصرف می‌رسند.
۷۶. **گیاهان چند ساله**: این گیاهان سال‌ها به رشد رویشی خود ادامه می‌دهند. **بعضی** از آنها **هر ساله** می‌توانند گل، دانه و میوه تولید کنند.
۷۷. **درخت‌ها و درختچه‌ها** از گیاهان چند ساله اند که **ممکن** است **حتی تا چند قرن** نیز زندگی کنند (مثال گیاه علفی چندساله **زنبق** است).
۷۸. **اکثر** گرده افشان‌ها، حشره‌اند و گرده افشانی **بسیاری** از گیاهان کشاورزی و درختان میوه به کمک آنها انجام می‌شود.

فصل ۹ یازدهم

گفتار ۱

۱. کشف اکسین سر آغازی برای شناسایی ترکیبات دیگری بود که رشد و فعالیت های گیاهان را تنظیم می کنند. این ترکیبات را تنظیم کننده های رشد یا هورمون های گیاهی نامیدند.
۲. انواعی از تنظیم کننده های رشد در گیاهان تولید می شوند. اکسین ها، سیتوکینین ها، جیبرلین ها، اتیلن و آبسزیک اسید پنج تنظیم کننده رشد هستند.
۳. محرک های رشد منجمله اکسین ها، سیتوکینین ها و جیبرلین ها در فرایندهای رشد مانند تحریک تقسیم یاخته، رشد طولی یاخته ها، ایجاد و حفظ اندام ها نقش دارند.
۴. محرک رشد بر اساس مقدار و محل اثر ممکن است نقش باز دارندگی نیز می توانند داشته باشند.
۵. اکسین: با افزایش رشد طولی یاخته ها، سبب افزایش طول ساقه می شود. اکسین ریشه زایی را تحریک می کند؛ بنابراین، برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه به کار می رود.
۶. اکسین ها را برای تشکیل میوه های بدون دانه و درشت کردن میوه ها نیز به کار می برند.
۷. بعد از کشف ساختار شیمیایی اکسین ها، این ترکیبات به طور مصنوعی ساخته و پژوهش هایی برای شناسایی اثر آنها بر گیاهان انجام شدند.
۸. بعضی از ترکیبات اکسین، گیاهان دو لپه ای را از بین می برند؛ بنابراین، آنها را برای ساختن سموم کشاورزی به منظور از بین بردن گیاهان خودرو در مزارعی مانند مزرعه گندم، به کار بردند.
۹. عامل نارنجی که مخلوطی از اکسین ها بود، گیاهان دولپه ای را از بین می برد.
۱۰. سرطان و تولد نوزادان با نقص های مادرزادی از اثرهای این ماده بود.
۱۱. سیتوکینین ها (هورمون جوانی) با تحریک تقسیم یاخته ای و در نتیجه ایجاد یاخته های جدید، پیر شدن اندام های هوایی گیاه را به تأخیر می اندازند. به همین علت با افشانه کردن سیتوکینین روی برگ و گل ها آنها را تازه نگه می دارند.
۱۲. سیتوکینین ها هورمون ساقه زایی نیز نامیده می شوند. به کارگیری این هورمون در کشت بافت، سبب ایجاد ساقه از یاخته های تمایز نیافته می شود.
۱۳. شاخه و برگ های بیشتر: برهم کنش دو تنظیم کننده: با قطع جوانه رأسی، جوانه های جانبی رشد، و شاخه و برگ جدید ایجاد کرده اند.
۱۴. به اثر بازدارندگی جوانه رأسی بر رشد جوانه های جانبی، چیرگی رأسی می گویند.
۱۵. با قطع جوانه رأسی مقدار سیتوکینین در جوانه های جانبی افزایش و مقدار اکسین آنها کاهش می یابد، در نتیجه جوانه های جانبی رشد می کنند.
۱۶. کال در حضور مقدار زیاد اکسین ریشه زایی و در حضور سیتوکینین در محیط کشت ساقه زایی دارد.
۱۷. کشف جیبرلین ها حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری قارچی بود که دانه رست های برنج به آن مبتلا می شدند. آلودگی دانه رست ها به قارچ جیبرلا سبب می شد تا به سرعت رشد کنند. این دانه رست ها باریک و دراز بودند و بافت استحکامی کافی نداشتند، در نتیجه خم می شدند و روی زمین می افتادند.
۱۸. بیماری حاصل از قارچ جیبرلا سبب کاهش محصول برنج و در نتیجه زیان های فراوان بود.
۱۹. دانشمندان با استخراج و شناسایی ترکیبات به دست آمده از قارچ جیبرلا، توانستند جیبرلین ها را شناسایی و معرفی کنند.
۲۰. پس از استخراج و شناسایی ترکیب جیبرلین مشخص شد که جیبرلین ها در گیاهان نیز تولید می شوند و رشد و فعالیت های آنها را کنترل می کنند.
۲۱. تنظیم کننده های رشد محرک رشد در افزایش طول ساقه از طریق تحریک رشد طولی یاخته و تقسیم آن، رشد میوه و رویش دانه ها نقش دارند؛ این هورمون گیاهی را برای تولید میوه های بدون دانه و درشت کردن میوه ها به کار می برند.

۲۲. رویای غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می سازند. این هورمون بر خارجی ترین لایه آندوسپرم (لایه گلوتن دار) اثر می گذارد و سبب تولید و رهاسدن آنزیم های گوارشی در دانه می شود. این آنزیم ها دیواره یاخته ها و ذخایر آندوسپرم را تجزیه می کنند. نشاسته یکی از این ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلاز تجزیه می شود.

۲۳. : آبسزیک اسید و اتیلن دو تنظیم کننده رشد (بازدارنده های رشد) هستند که در فرایندهای متفاوتی مانند مقاومت گیاه در شرایط سخت، رسیدگی میوه ها، ریزش برگ و میوه نقش دارند.

۲۴. شرایط نامساعد محیط مانند خشکی، تولید آبسزیک اسید را در گیاهان تحریک می کند.

۲۵. آبسزیک اسید سبب بسته شدن روزنه ها و در نتیجه حفظ آب گیاه و همچنین مانع رویش دانه و رشد جوانه ها در شرایط نامساعد می شود. به طور کلی این تنظیم کننده، رشد گیاهان را در پاسخ به شرایط نامساعد، کاهش می دهد.

۲۶. از میوه های رسیده اتیلن آزاد می شود و مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می یابد.

۲۷. اتیلن گازی است که از سوخت های فسیلی نیز رها می شود.

۲۸. سال ها قبل از آنکه دانشمندان بدانند گیاهان اتیلن تولید می کنند، معلوم شده بود که اتیلن حاصل از سوخت های فسیلی باعث ریزش برگ درختان می شود.

۲۹. اتیلن در ریزش میوه نیز نقش دارد.

۳۰. بافت های آسیب دیده گیاهان اتیلن تولید می کنند.

۳۱. ردپای اتیلن در چیرگی رأسی: اکسین جوانه رأسی، تولید اتیلن در جوانه های جانبی را تحریک می کند و در نتیجه با افزایش اتیلن در جوانه های جانبی، رشد آنها متوقف می شود.

۳۲. مشاهدات میکروسکوپی نشان می دهد که در قاعده دمبرگ در محل اتصال به شاخه، لایه جدا کننده تشکیل می شود.

۳۳. یاخته ها در این منطقه لایه جدا کننده به علت فعالیت آنزیم های تجزیه کننده از هم جدا می شوند و به تدریج از بین می روند، در نتیجه برگ از شاخه جدا می شود. با چوب پنبه ای شدن یاخته هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند، لایه محافظی در برابر محیط بیرون ایجاد می شود.

۳۴. برگ در پاسخ به افزایش نسبت اتیلن به اکسین، آنزیم های تجزیه کننده دیواره را تولید می کند.

۳۵. برای جلوگیری از خراب شدن میوه ها هنگام ذخیره یا انتقال ترکیباتی به کار می برند که با اتصال به گیرنده های اتیلن که در یاخته وجود دارند، سبب توقف فرایند رسیدگی می شوند.

۳۶. اکنون زیست شناسان در تلاش اند با تغییر در ژن، گیاهان را نسبت به اتیلن غیر حساس کنند.

۳۷. با توجه به اینکه فرمول شیمیایی تنظیم کننده های رشد گیاهی شناخته شده است، این ترکیبات به طور مصنوعی ساخته می شوند و برای تولید و نگهداری محصولات کشاورزی به کار می روند.

گفتار ۲

۳۸. پاسخ گیاهان به شرایط محیطی: درختان با کاهش سرما گل می دهند، یا اینکه گلبرگ های بعضی گیاهان در شب بسته می شوند.

۳۹. ساقه به سمت نور یک جانبه خم می شود.

۴۰. نور افزون بر نقشی که در فتوسنتز دارد، فرایندهای متفاوتی را در گیاهان تنظیم می کند. گل دهی یکی از این فرایندهاست.

۴۱. بعضی گیاهان در فصلی خاص و بعضی در همه فصل ها گل می دهند.

۴۲. گیاه هنگامی گل می دهد که سرلاد رویشی که در جوانه قرار دارد، به سرلاد گل یا زایشی تبدیل شود. این تبدیل به شرایط محیطی مانند دما و طول روز و شب وابسته است.

۴۳. گیاهان را براساس نیاز به نور، برای گل دهی در سه دسته روز کوتاه، روز بلند و بی تفاوت قرار می دهند.

۴۴. گیاه داوودی در روزهای کوتاه پاییز گل می دهد. در واقع این گیاه برای گل دادن به شب های طولانی نیاز دارد و زمانی گل می دهد که طول شب از حدی کمتر نباشد.
۴۵. شبدر که در تابستان گل می دهد، روز بلند است. این گیاه برای گل دادن به شب های کوتاه نیاز دارد و زمانی گل می دهد که طول شب از حدی بیشتر نباشد.
۴۶. آگاهی از تأثیر نور بر گل دهی به پرورش دهندگان گل امکان داد تا با ایجاد شرایط نوری مصنوعی بتوانند در همه فصل ها، گل هایی با نیازهای نوری متفاوت پرورش دهند.
۴۷. گل دادن بعضی گیاهان وابسته به طول شب و روز نیست. چنین گیاهانی را بی تفاوت می نامند (گوجه فرنگی).
۴۸. گیاهان هر دمایی را نمی توانند تحمل کنند. مثلاً سرماي شديد می تواند مانع از رویش دانه ها و جوانه ها شود. برگ بعضی درختان با کاهش دما در فصل پاییز می ریزد و جوانه ها با برگ های پولک مانندی حفظ می شوند.
۴۹. بعضی گیاهان برای گل دادن نیاز به گذراندن یک دوره سرما دارند. مثلاً برای نوعی گیاه گندم مشاهده شده است که اگر بذر آن را مرطوب کنیم و در سرما قرار دهیم، دوره رویشی آن کوتاه می شود و زودتر گل می دهد. کشف این ویژگی در گیاهان، امکان بهره برداری از زمین هایی را فراهم کرد که اکثر سال با برف و یخ پوشیده شده اند.
۵۰. ساقه در خلاف جهت گرانش و ریشه در جهت گرانش زمین رشد می کند.
۵۱. رشد جهت دار اندام های گیاه به گرانش زمین، زمین گرایی نامیده می شود.
۵۲. ساقه درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا پایه، به دور آن می پیچد. پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه گاه و سمت مقابل آن ایجاد می شود؛ به طوری که رشد یاخته ها در محل تماس کاهش می یابد.
۵۳. ضربه زدن به برگ گیاه حساس، باعث تا شدن برگ می شود. این پاسخ به علت تغییر فشار تورژسانس در یاخته های رخ می دهد که در قاعده برگ قرار دارند.
۵۴. برگ تله مانند گیاه گوشترخوار کرک هایی دارد که با برخورد حشره به آنها تحریک و پیام هایی را به راه می اندازند که سبب بسته شدن برگ و در نتیجه به دام افتادن حشره می شود.
۵۵. گیاهان در معرض هجوم عوامل بیماری زا و جانوران گیاهخوار قرار دارند.
۵۶. بیماری هایی مانند زنگ گندم یا سیاهک گندم سبب تخریب محصولات کشاورزی می شوند.
۵۷. پوستک (روی روپوست، خارجی ترین سامانه بافتی در بخش های جوان گیاه) تا حدودی مانع از نفوذ عوامل بیماری زا به گیاه می شود.
۵۸. دیواره یاخته ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست. وجود ترکیباتی مانند لیگنین یا سیلیس در دیواره به سخت شدن آن و در نتیجه افزایش توان این سد فیزیکی کمک می کند.
۵۹. با وجود سدهای فیزیکی عوامل بیماری زا می توانند با عبور از منفذ روزنه ها یا فضای بین یاخته ها از این سد بگذرند.
۶۰. بافت چوب پنبه نیز در اندام های مسن گیاهان، علاوه بر حفظ آب، مانعی در برابر عوامل آسیب رسان است.
۶۱. کرک و خار در دفاع از گیاهان نقش دارند. مثلاً حشره های کوچک نمی توانند روی برگ های کرک دار به راحتی حرکت کنند.
۶۲. اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گاه غیر ممکن می شود.
۶۳. بعضی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می کنند که در محافظت از آنها نقش دارند. گاه حجم این ترکیبات آن قدر زیاد است که حشره در آن به دام می افتد. با سخت شدن این ترکیبات، سنگواره هایی ایجاد می شود که حشره در آن حفظ شده است.
۶۴. گیاهان ترکیباتی تولید می کنند که سبب مرگ یا بیماری (مانند مسمومیت) گیاه خواران می شوند. ترکیبات سیانید دار از این گروه اند که در تعدادی از گونه های گیاهی ساخته می شوند. سیانید تنفس یاخته ای را متوقف می کند.
۶۵. آلکالوئیدها (مانند نیکوتین در گیاه تنباکو) در دور کردن گیاهخواران نقش دارند.
۶۶. اگر ترکیبات دفاعی که گیاه می سازد، جانور را نکشد، آن را مسموم می کند و جانور از خوردن دوباره آن پرهیز می کند.

۶۷. گیاهان سازوکارهای متفاوتی برای جلوگیری از اثر این مواد دفاعی بر فرایندهای یاخته ای خود دارند. یکی از این سازوکارها تولید ترکیباتی است که در خود گیاه سمی نیستند؛ بلکه در لوله گوارش جانوران تجزیه و به ماده سمی تبدیل می شوند.
۶۸. گیاه ترکیب سیانید داری می سازد که تأثیری بر تنفس یاخته ای ندارد؛ اما وقتی جانور گیاه را می خورد، این ترکیب تجزیه و سیانید که سمی است از آن جدا می شود.
۶۹. بعضی گیاهان با تولید موادی که برای گیاهان دیگر سمی اند، از رویش دانه یا رشد گیاهان دیگر در اطراف خود جلوگیری می کنند.
۷۰. ورود ویروس در گیاه فرایندهایی را به راه می اندازد که نتیجه آن، مرگ یاخته های آلوده و قطع ارتباط آنها با بافت های سالم است. در نتیجه ویروس نمی تواند در بافت های سالم گیاه تکثیر یابد و گیاه فرصت پیدا می کند تا با سازوکارهای دیگری مانند تولید ترکیبات ضد ویروس با آن مقابله کند.
۷۱. در مرگ یاخته ای، یاخته به وسیله آنزیم های خود گوارش می شود.
۷۲. سالیسیلیک اسید که از تنظیم کننده های رشد در گیاهان است در مرگ یاخته ای نقش دارد. یاخته گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته ای را القا می کند.
۷۳. انبوهی از مورچه ها به حشره ای که قصد خوردن برگ های درخت آکاسیا را دارد، هجوم برده اند. این مورچه ها حتی به پستانداران کوچک و گیاهان دارزی نیز حمله می کنند.
۷۴. گیاهان دارزی، گیاهانی اند که روی درختان رشد می کنند.
۷۵. گرده افشانی درخت آکاسیا وابسته به زنبورهاست.
۷۶. وقتی گل های آکاسیا باز می شوند، نوعی ترکیب شیمیایی تولید و منتشر می کنند که با فراری دادن مورچه ها مانع از حمله آنها به زنبورهای کرده افشان می شود (این مورچه ها در حقیقت از محل زندگی خود محافظت می کنند).
۷۷. بعضی گیاهان در برابر حمله گیاه خواران، مواد فراری تولید و در هوا پخش می کنند که سبب جلب جانوران دیگر می شود.
۷۸. نوزاد کرمی شکل حشره در حال خوردن برگ تنباکو است. از یاخته های آسیب دیده برگ، ترکیب فراری متصاعد می شود که نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می کند. زنبور ماده ای که در آن اطراف زندگی می کند، با ردیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی شکل می رساند و روی آن تخم می گذارد. نوزادان زنبور بعد از خروج از تخم از نوزاد کرمی شکل تغذیه می کنند و در نتیجه آن را می کشند. نتیجه این رویداد کاهش جمعیت حشره آفت است.