

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

زیست‌شناسی

رشته مدیریت خانواده

گروه تحصیلی مدیریت خانواده

زمینه خدمات

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۴۲۲۲

زیست‌شناسی / مؤلفان: سعید کاظمی آشتیانی ... [و دیگران]. - تهران: شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران، ۱۳۹۰.	۵۷۴ / ۸۵ ز
۱۴۰ ص. - مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۴۲۲۲) متون درسی رشته مدیریت خانواده گروه تحصیلی مدیریت خانواده، زمینه خدمات. برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی رشته مدیریت خانواده دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزشهای فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.	۱۳۹۰
۱. زیست‌شناسی. الف. کاظمی آشتیانی، سعید. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزشهای فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ج. عنوان. د. فروست.	

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزشهای
فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) info@tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.sch.ir

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزشهای فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب: زیست‌شناسی - ۳۵۹/۳۶

مؤلفان: دکتر سعید کاظمی آشتیانی، پروانه فرزانه، حسین بهاروند و محمد جوان

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: اداره کل چاپ و توزیع کتابهای درسی

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت: www.chap.sch.ir

رسام: فاطمه رئیس‌یان فیروزآباد

صفحه‌آرا: محمد پریسای

طراح جلد: علیرضا رضائی‌کُر

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران - تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

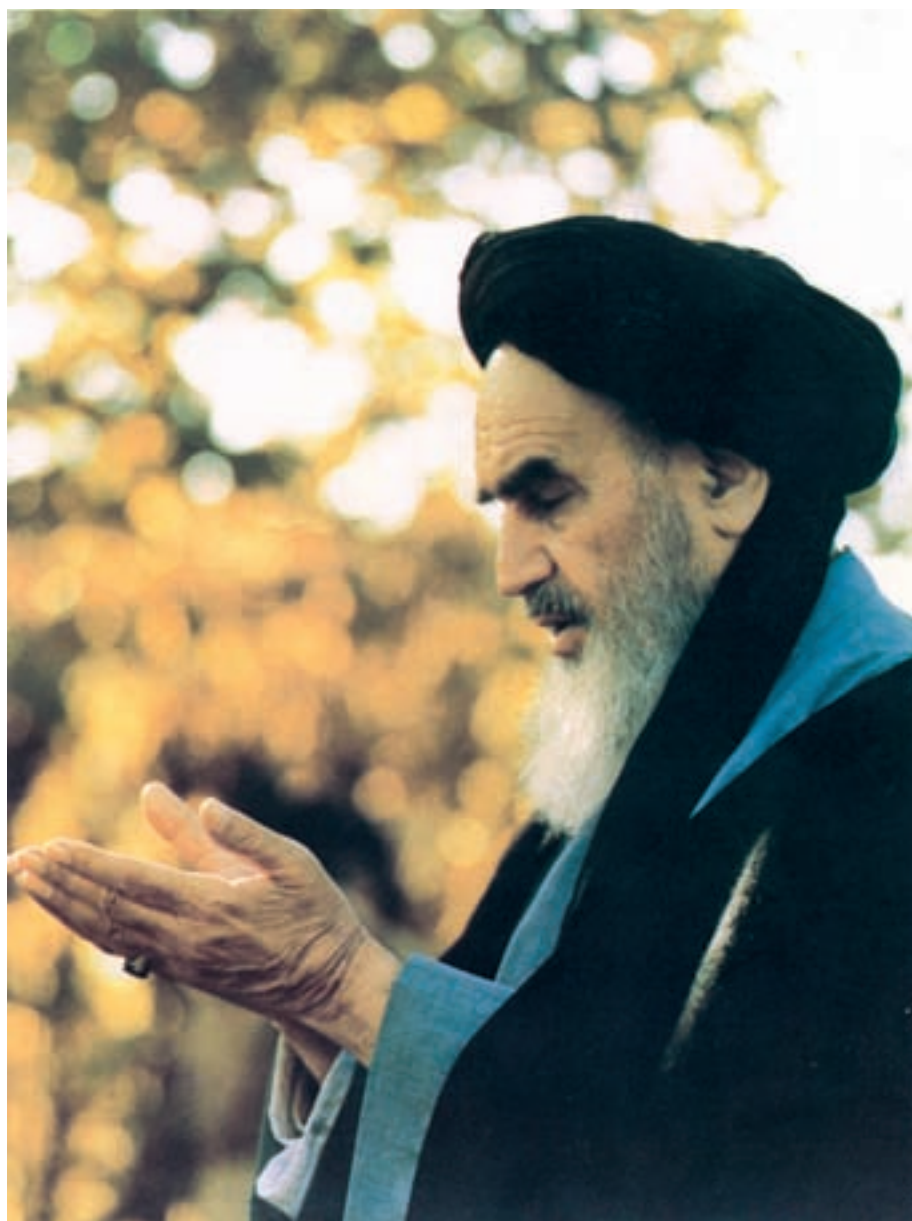
تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۴۴۵/۶۸۴

چاپخانه: سهند

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ یازدهم ۱۳۹۰

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۸-۶۷۸-۰۵-۰۵-۹۶۴-۰۵-۰۶۷۸-۸ ISBN 964-05-0678-8



من هر موقع می رفتم پیش امام، مرا به نماز تشویق می کردند. یک بار حدود پنج سال داشتم که رفتم پیش امام. ایشان نماز می خواندند. پشت سرشان ایستادم و هر کاری را که امام می کردند، من هم همان کار را انجام دادم. دو سه تا کتاب به من دادند و این تشویق باعث شد تا بعدها من بیشتر به نماز اهمیت دهم.

فهرست مطالب

مقدمه

سخنی با دانش‌آموزان
سخنی با همکاران محترم

بخش اول: اساس حیات

۱	فصل اول – موجودات زنده
۱	هدفهای رفتاری
۱	خصوصیات موجودات زنده
۵	دربارهٔ این پرسشها بحث کنید
۶	فصل دوم – اساس شیمیایی حیات
۶	هدفهای رفتاری
۶	۱-۲- آب و خواص حیاتی آن
۷	۲-۲- مواد معدنی
۸	۲-۳- مولکولهای بزرگ
۸	۱-۲-۳- هیدراتهای کربن یا قندها
۱۰	۲-۳-۲- چربیها یا لیپیدها
۱۰	۲-۳-۳- پروتئینها
۱۱	۲-۳-۴- اسیدهای هسته‌ای

۱۵	دربارهٔ این پرسشها بحث کنید
۱۶	فصل سوم — ساختار و عمل سلول
۱۶	هدفهای رفتاری
۱۷	۳-۱- غشای سلول
۲۱	۳-۲- سیتوپلاسم و اندامکها
۲۵	۳-۳- تقسیم سلولی
۲۸	۳-۴- سلول گیاهی
۲۹	دربارهٔ این پرسشها بحث کنید
۳۰	فصل چهارم — وراثت
۳۰	هدفهای رفتاری
۳۱	۴-۱- آزمایشها و قوانین مندل
۳۲	قانون اول مندل
۳۴	قانون دوم مندل
۳۶	۴-۲- اصطلاحات متداول در علم وراثت
۳۷	۴-۳- آللهای چندگانه
۳۸	۴-۴- تعیین جنسیت
۳۹	۴-۵- ژن
۴۱	۴-۶- جهش
۴۲	مشاورهٔ ژنتیک
۴۳	دربارهٔ این پرسشها بحث کنید

بخش دوم: ساختمان و عمل دستگاههای بدن انسان

۴۵	فصل پنجم — سازمان بدن موجودات زنده
۴۵	هدفهای رفتاری
۴۷	۵-۱- بافت پوششی

۴۸	۵-۲ - بافت همبند
۴۸	۵-۲-۱ - ماده بین سلولی زمینه‌ای
۴۹	۵-۲-۲ - رشته‌های بافت همبند
۴۹	۵-۲-۳ - سلولهای بافت همبند
۴۹	۵-۳ - بافت چربی
۵۰	۵-۴ - بافت غضروف
۵۰	۵-۵ - بافت استخوانی
۵۱	۵-۶ - بافت ماهیچه‌ای
۵۱	۵-۷ - بافت عصبی
۵۳	درباره این پرسشها بحث کنید

فصل ششم - دستگاههای ارتباطی و تنظیمی

۵۴	هدفهای رفتاری
۵۴	۶-۱ - دستگاه عصبی و اندامهای حسی
۵۵	۶-۱-۱ - سلولهای عصبی
۵۶	۶-۱-۲ - نرونهای حسی و حرکتی
۵۶	۶-۱-۳ - خواص نرونها
۵۷	۶-۲ - دریافت اطلاعات حسی
۵۸	۶-۲-۱ - حس لامسه
۶۰	آزمایش ۱: حسهای حرارتی
۶۰	۶-۲-۲ - حس بینایی
۶۲	مشاهده ساختمان چشم گوسفند
۶۳	۶-۲-۳ - حس شنوایی
۶۴	۶-۲-۴ - حس چشایی
۶۵	۶-۲-۵ - حس بویایی
۶۵	۶-۳ - اعصاب محیطی
۶۶	۶-۴ - دستگاه عصبی مرکزی
۶۷	۶-۴-۱ - نخاع

۶۸	۶-۴-۲ - بصل النخاع
۶۹	۶-۴-۳ - مخچه
۶۹	۶-۴-۴ - هیپوتالاموس
۶۹	۶-۴-۵ - تالاموس
۶۹	۶-۴-۶ - قشر مخ
۷۰	آزمایش ۲: انعکاس عصبی مردمک
۷۰	برخی ناراحتیهای دستگاه عصبی و اندامهای حسّی
۷۱	دربارهٔ این پرسشها بحث کنید
۷۱	۶-۵ - دستگاه تنظیم شیمیایی (هورمونی)
۷۲	۶-۵-۱ - غدهٔ هیوفیز
۷۶	۶-۵-۲ - غدهٔ تیروئید
۷۶	۶-۵-۳ - غدد پاراتیروئید
۷۶	۶-۵-۴ - غدد فوق کلیوی
۷۷	۶-۵-۵ - پانکراس (لوزالمعده)
۷۹	دربارهٔ این پرسشها بحث کنید

۸۰	فصل هفتم - دستگاههای جذب و انتقال مواد مورد نیاز و دفع مواد زاید
۸۰	هدفهای رفتاری
۸۱	۷-۱ - دستگاه گردش خون
۸۱	۷-۱-۱ - ساختمان و عمل قلب
۸۴	۷-۱-۲ - رگهای خونی
۸۶	مشاهده ۱: ساختمان قلب گوسفند
۸۶	برخی ناراحتیهای شایع قلب و رگها
۸۷	۷-۱-۳ - خون
۸۸	مشاهده ۲: گلبولهای قرمز
۹۰	انعقاد خون
۹۰	دربارهٔ این پرسشها بحث کنید
۹۱	۷-۲ - دستگاه گوارش

۹۲	دهان - ۷-۲-۱
۹۴	۷-۲-۲- حلق و مری
۹۵	۷-۲-۳- معده
۹۵	۷-۲-۴- روده باریک
۹۶	۷-۲-۵- روده بزرگ
۹۸	برخی از ناراحتیهای دستگاه گوارش
۹۸	درباره این پرسشها بحث کنید
۹۹	۷-۳- دستگاه تنفس
۹۹	۷-۳-۱- ساختمان و عمل مجاری تنفسی و ششها
۱۰۰	۷-۳-۲- قفسه سینه و ماهیچه‌های تنفسی
۱۰۰	۷-۳-۳- فرآیند دم و بازدم
۱۰۲	۷-۳-۴- مبادله گازهای تنفسی و انتقال آنها در خون
۱۰۳	برخی از ناراحتیهای دستگاه تنفس
۱۰۳	مشاهده ۳ : ساختمان دستگاه تنفسی گوسفند
۱۰۴	آزمایش : اندازه‌گیری حجم هوای جاری
۱۰۴	درباره این پرسشها بحث کنید
۱۰۴	۷-۴- دستگاه دفع ادرار
۱۰۵	۷-۴-۱- ساختمان کلیه‌ها
۱۰۷	۷-۴-۲- جریان خون کلیه
۱۰۸	۷-۴-۳- تشکیل ادرار
۱۰۸	۷-۴-۴- تنظیم محیط داخلی
۱۰۸	۷-۴-۵- دفع ادرار
۱۰۹	برخی از ناراحتیهای دستگاه دفع ادرار
۱۰۹	مشاهده ۴ : ساختمان کلیه گوسفند
۱۱۰	درباره این پرسشها بحث کنید
۱۱۱	فصل هشتم - دستگاه ایمنی
۱۱۱	هدفهای رفتاری

۱۱۱	۸-۱ - دفاع عمومی بدن
۱۱۲	میکروبها و عوامل بیماریزا
۱۱۶	۸-۲ - سلولهای سفید
۱۱۸	۸-۳ - ایمن‌سازی
۱۲۰	۸-۴ - شناسایی عوامل بیگانه و همکاری سلولها برای دفع آنها
۱۲۲	۸-۵ - تنظیم پاسخهای ایمنی
۱۲۲	التهاب
۱۲۴	۸-۶ - گردش خون، لنف و اعضای لنفاوی
۱۲۶	نقایص دستگاه ایمنی
۱۲۷	سرطان
۱۲۸	عملکرد نادرست دستگاه ایمنی
۱۲۹	دربارهٔ این پرسشها بحث کنید
۱۳۱	فصل نهم - دستگاه تولیدمثلی
۱۳۱	هدفهای رفتاری
۱۳۱	۹-۱ - دستگاه تولیدمثلی زن
۱۳۵	۹-۲ - دستگاه تولیدمثلی مرد
۱۳۶	۹-۳ - لقاح و لانه‌گزینی
۱۳۷	۹-۴ - تکوین جنین و زایمان
۱۳۸	علل ناباروری و درمان آن
۱۳۹	دربارهٔ این پرسشها بحث کنید
۱۴۰	فهرست منابع و مآخذ

به یاد زنده یاد دکتر سعید کاظمی آشتیانی

دکتر سعید کاظمی آشتیانی، دانشمند برجسته ایرانی، مؤسس و رئیس پژوهشکده رویان، با کمال تأسف در سن ۴۴ سالگی به دلیل حمله قلبی در تاریخ ۱۴ دی ماه ۱۳۸۴ درگذشت. ایشان به دلیل پیشرو بودن در طب باروری و ناباروری و علوم سلول‌های بنیادی در ایران مشهور بودند. ایشان در سال ۱۳۴۰ در تهران بدنیا آمدند. دکتر کاظمی مدرک کارشناسی را در رشته فیزیوتراپی از دانشکده توانبخشی و مدرک کارشناس ارشد خود را در سال ۱۳۶۹ در همان رشته از دانشگاه علوم پزشکی ایران اخذ کردند. در سال ۱۳۷۶، بعد از دفاع از دکترای خود در زمینه جنین‌شناسی پیش از لانه‌گزینی موفق به اخذ دکترای خود از دانشگاه تربیت مدرس گردیدند. دکتر کاظمی با روحیه جستجوگری در زمینه‌های علمی و فرهنگی، مدیریت فوق‌العاده، و اعتقاد راسخ‌شان برای فعالیت گروهی در انجام امور موفق بودند. او همیشه حاضر به ایثار در جهت منافع دیگران بود، ویژگی‌های برجسته شخصیت ایشان در دوران کوتاه زندگی‌شان متبلور بود و موجب شد همیشه در خاطره‌ها بمانند.

دکتر کاظمی در سال ۱۳۶۹ پژوهشکده رویان را در مقام دومین کلینیک ناباروری ایران تأسیس کرد. ایشان تا پایان عمرشان، مسئول این پژوهشکده بودند. پژوهشکده رویان، در حال حاضر معروف‌ترین و بزرگ‌ترین پژوهشکده از نوع خود در کشور بوده و سالانه به‌طور معمول ۲۵۰۰ چرخه باروری آزمایشگاهی (IVF) انجام می‌دهد.

دکتر کاظمی علاوه بر این که عضو علمی گروه‌های جنین‌شناسی و سلول‌های بنیادی پژوهشکده رویان بودند، رهبری گروهی از پزشکان و محققان را که روی پروژه‌های مختلف کار

می‌کنند، بر عهده داشتند. براساس باورشان در تبادل تجارب و همکاری مشترک، ایشان بیش از ۴۰ محقق بالینی و پایه را جهت تحقیق در زمینه‌های سلول‌های بنیادی، ژنتیک، طب باروری و ناباروری، اپیدمیولوژی، جنین‌شناسی و اندرولوژی گرد آوردند.

موفقیت‌های بسیاری توسط دکتر کاظمی و گروه ایشان در ایران به‌دست آمده است از آن جمله: دومین تولد آزمایشگاهی (IVF) (۱۳۷۱)، دومین تولد با تزریق درون سیتوپلاسمی اسپرم (ICSI) (۱۳۷۳)، دومین موفقیت ایران در گرفتن اسپرم به‌صورت مستقیم از بافت بیضه برای درمان ناباروری مردان (۱۳۷۴)، و دستیابی به اولین تولد جنین فریز شده (۱۳۷۴)، اولین تولد ICSI با اسپرم منجمد بیمار مبتلا به سرطان بیضه به‌دنبال برداشت بیضه (۱۳۷۷)، و تولد اولین نوزاد با تشخیص ژنتیکی قبل از لانه‌گزینی (PGD) (۱۳۸۳). دکتر کاظمی و گروه‌شان همچنین موفق به تولید ۶ رده از سلول‌های بنیادی جنینی انسانی برای اولین بار در ایران (۱۳۸۳) شدند که رویان ۶-۱ نامگذاری شدند. ایشان بانک خصوصی سلول‌های بنیادی خون بند ناف را در ایران (۱۳۸۴) تأسیس کردند. درحال حاضر، گروهی از دانشمندان مؤسسه مشغول کلون کردن اولین گوسفند در کشور هستند و انتظار می‌رود ایران به زودی اولین حیوان کلون شده را داشته باشد. دکتر کاظمی نه‌تنها در تحقیقات بلکه در پیشبرد و پیشرفت علوم زیست‌پزشکی در ایران فعال بودند. تأکید مداوم ایشان بر اهمیت زیست‌شناسی در زندگی روزمره منتهی به پیشرفت چندین روش مهم سلول درمانی و ناباروری برای درمان ناباروری و بعضی بیماران صعب‌العلاج گردید. او بیش از ۳۰ مقاله داخلی و ۸ مقاله در مجلات خارجی داشت. دیگر دستاوردهای دکتر کاظمی طی زندگی کوتاه ولی بسیار پربار کاری، تشکیل چند انجمن از جمله انجمن پزشکی تولیدمثل ایران، شبکه تحقیقات سلول‌های بنیادی ایران و انجمن آناومی ایران بود. او همچنین علاوه بر مشاوره این انجمن‌ها، مدیر مسئول مجله علمی - پژوهشی یاخته (سلول) در سال ۱۳۷۷ بودند.

اعتقاد دکتر کاظمی به مشارکت علمی در سطح بین‌المللی منجر به برگزاری ۶ کنگره بین‌المللی سالیانه در زمینه ناباروری و یک کنگره در زمینه سلول‌های بنیادی شده است. با آگاهی از این موفقیت‌های چشمگیر، دکتر کاظمی یکی از برگزیدگان چهره‌های ماندگار سال ۱۳۸۲ بود و موفق به کسب جایزه جشنواره تحقیقات علوم پزشکی رازی در سال ۱۳۸۴ شد.

فقدان دکتر سعید کاظمی، الگوی شایسته همه آشنایان و محقق بسیار ارزشمند و محترم جامعه علمی، شکاف قابل ملاحظه‌ای در زمینه‌های زیست‌پزشکی و سلول‌های بنیادی به‌جا خواهد گذاشت. به‌طور خلاصه، دکتر کاظمی، شخصیت منحصر به‌فرد، محقق عاشق و مدیری توانمند

بودند که طب باروری و ناباروری، تکنولوژی و علوم سلول‌های بنیادی را به مرزهای علمی فراتر از گذشته برد. فعالیت و عقایدشان، درهای جدیدی را گشود و تحقیقات این علوم را در کشور متحول کرد. بی‌شک، همیشه دوستان و همکارانش در سراسر جهان برای او دل‌تنگ خواهند شد و نام ایشان همواره همراه با درمان ناباروری و تحقیق سلول‌های بنیادی در ایران ثبت خواهد گردید.

از دکتر کاظمی، همسری فداکار و سه فرزند نازنین، زهرا، محمد و نرگس به یادگار مانده است. خدایش بیامرزد.

مقدمه

سخنی با دانش‌آموزان

حیات و موجودات زنده، موضوعاتی هستند که انسان همواره به صورت مستقیم با آنها در ارتباط است. سال گذشته با مفهوم کلی «علم زیست‌شناسی» آشنا شدید. انسان نیز جزئی از جهان جانداران است. بی‌شک شناخت اجزای بدن و چگونگی کارکرد آنها که در حیطه زیست‌شناسی انسان قرار دارد، در حفظ سلامتی ما و اعضای خانواده‌مان مفید و مؤثر می‌باشد. در این کتاب، ابتدا با خصوصیات موجودات زنده و سپس با جنبه‌های مختلف زیست‌شناسی بدن خود آشنا می‌شوید. خواهید دید که هر واحد تشکیل‌دهنده بدن ما که «سلول» نامیده می‌شود، به تنهایی اعمال، اجزا و رموزی دارد که دست یافتن به همه آنها غیرممکن است. در فصل وراثت به چگونگی ایجاد شباهتها و تفاوتها بین خود و دیگر اعضای خانواده‌تان پی می‌برید. پس از آن اساس ساختمان و سپس کار هر یک از دستگاههای بدن را مشاهده نموده، نکاتی را می‌آموزید که در جلوگیری از بیماریها و ناهنجاریها و رفع مشکلات سلامتی مفید و در عین حال بسیار جالب توجه می‌باشند. در هر قسمت کتاب با مطالب شگفت‌آوری روبرو خواهید شد که تعجب شما را برمی‌انگیزند. پیچیدگی اعجاب‌آور همراه با نظم و دقتی شگرف در اجزای کوچک و بزرگ تشکیل‌دهنده بدن، نشان دانی و توانایی خالق آنها است.

با آموختن مطالب این کتاب، آشنایی با بیماریهای مختلف، علم تغذیه، بهداشت خانواده و بسیاری از موضوعات دیگر بسیار ساده خواهد بود بخصوص که سعی شده کلیه مطالب کتاب از جدیدترین منابع علمی اخذ شوند.

در این کتاب پرسشهایی برای بحث در کلاس گنجانده شده‌اند که شما و دوستانتان باید به کمک دبیر محترم خود درباره آنها به تفکر، بحث و تحقیق بپردازید.

مطالبی در قالب کادر برای مطالعه آزاد و آزمایشها و مشاهده‌هایی نیز در برخی فصول برای درک بهتر و ایجاد علاقه در نظر گرفته شده‌اند که مورد آزمون قرار نمی‌گیرند.

امید است با خواندن این کتاب، علاوه بر ایجاد شناخت عمیق‌تر نسبت به جهان اطراف، در بهبود روش زندگی و حفظ سلامتی خود و افراد خانواده‌تان موفق باشید و از مندرجات آن، در سطوح بالاتر تحصیل بهره‌گیرید.

سخنی با همکاران محترم

زیست‌شناسی علمی است که بی‌شک در تمام ارکان زندگی با موارد کاربرد آن روبرو می‌شویم. با توجه به هدف تربیت دانش‌آموزان در رشته مدیریت خانواده، آشنایی آنان با زیست‌شناسی بدن انسان ضروری به نظر می‌رسد. کتاب حاضر برای تدریس در سال دوم رشته مدیریت خانواده تدوین شده است. محتوای کتاب براساس نیازهای اساسی و کاربردی دانش‌آموزان در زندگی انتخاب شده، همچنین کلیه مطالبی که مقدمه دروس آتی آنها می‌باشد نیز در آن گنجانده شده است. کتاب در دو بخش ارائه شده است: بخش اول با عنوان اساس حیات در چهار فصل به بیان مقدمات مورد نیاز برای آشنایی با فیزیولوژی بدن انسان می‌پردازد. در این بخش شرح خصوصیات موجودات زنده، مولکولهای حیاتی، سلول و اندامکهای آن و چگونگی انتقال اطلاعات وراثتی آورده شده است. در بخش دوم به شرح عمل و اجزای دستگاههای ارتباطی و حسی، گردش خون، ایمنی، تولیدمثل، گوارش، تنفسی و دفع ادرار پرداخته شده است. ترتیب موضوعات به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که با توجه به سطح دانش قبلی دانش‌آموزان مشکلی در درک مطالب ایجاد نکند.

در پایان هر فصل سؤالاتی مطرح شده است که انتظار می‌رود، همکاران گرامی در قالب بحث گروهی و تحقیق ضمن ایجاد زمینه تفکر در دانش‌آموزان در یافتن پاسخ سؤالات نیز آنان را یاری کنند. آزمایشهایی نیز در متن آورده شده‌اند که دبیران محترم به صلاحدید خود و با در نظر گرفتن امکانات در دسترس جهت تفهیم بهتر مطالب کتاب می‌توانند آنها را انجام دهند. نوع امتیاز در نظر گرفته شده در این قسمت برای دانش‌آموزان باید براساس ملاکهای عملی باشد و نباید در امتحانات کتبی سؤالی از این قسمتها طرح شود. در قسمتهای مختلف کتاب نیز موضوعاتی در کادرهای رنگی آورده شده که تنها برای بالا بردن سطح اطلاعات دانش‌آموزان و آشنایی با کاربرد مطالب آموخته شده و آمادگی ذهنی برای دروس آینده‌ای که این کتاب پیش‌نیاز آن است (مانند درس شناخت بیماریهای کودکان) تنظیم شده است که در عین جدا نبودن از دروس نباید از این قسمتها هنگام ارزشیابی سؤال امتحانی طرح شود.

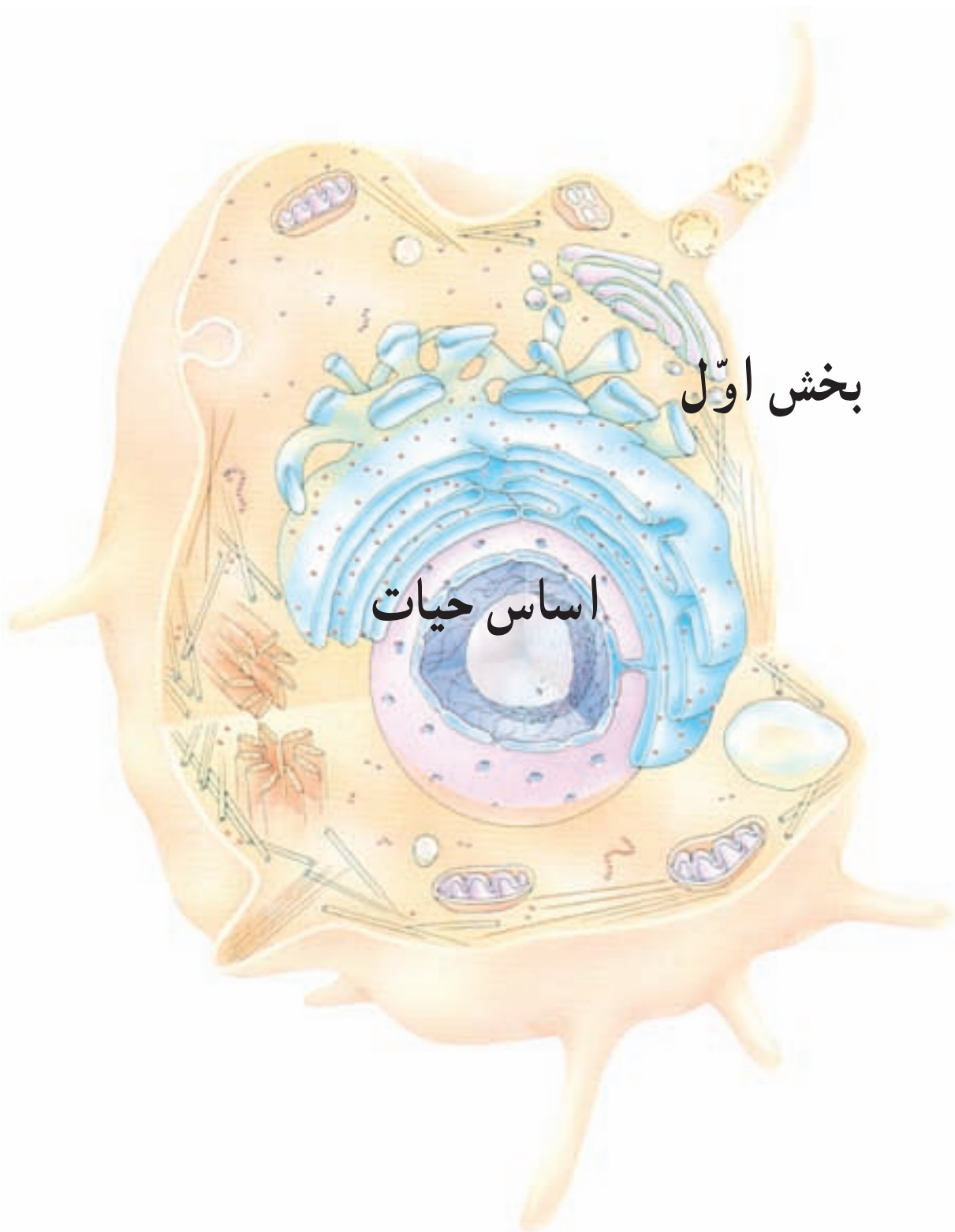
همکاران محترم می‌توانند، مضاف بر آنچه در این کتاب آورده شده است، بنا به صلاحدید، موقعیت و امکانات با انجام آزمایشهای مفید و مرتبط با دروس که دانش‌آموزان را در درک بهتر مطالب کتاب یاری می‌کنند اقدام و همچنین به طرح پرسش‌ها و موضوعاتی برای تحقیق بپردازند تا علاوه بر ایجاد رغبت و علاقه در دانش‌آموزان، آنان را به تمرین در تفکر، پیگیری و تحقیق در مورد اموری که در آینده به کرات با آنها روبرو خواهند شد، وادارد. این مسئله بخصوص با توجه مضاعف همکاران گرامی به طرح مشکلات بومی منطقه‌ای دانش‌آموزان بسیار مفید خواهد بود. دامنه اینگونه موضوعات از آلودگی هوا و آثار زیانبخش آن بر اجزای دستگاههای مختلف بدن تا بیماریهای بومی مناطق مختلف و راه‌حلهای مقابله با این مشکلات گسترده است.

اهداف کلی کتاب

- ۱- آشنایی دانش‌آموزان با اجزا و کارکرد قسمتهای مختلف بدن انسان.
- ۲- ایجاد آمادگی برای کاربرد دانش بدست آمده از مطالعه کتاب در زندگی روزمره و برخورد با مسائل مختلفی که پیش روی دانش‌آموزان قرار دارد.
- ۳- ایجاد زمینه مناسب علمی برای فراگیری دروس دیگری که زیست‌شناسی پیش‌نیاز آموختن آنها معرفی شده است.

بخش اول

اساس حیات



موجودات زنده

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند:

- ۱- خصوصیات موجودات زنده را برشمارد و در مورد هریک به اختصار توضیح دهد.
- ۲- نقش سازش با محیط، که یکی از خصوصیات موجودات زنده است، را در کنار جهش و انتخاب طبیعی در تکامل موجودات زنده شرح دهد.
- ۳- خصوصیات موجودات زنده را در انسان به‌عنوان یک موجود زنده شرح دهد.

هنگامی که به محیط اطراف خود می‌نگریم براحتمی می‌توانیم موجودات زنده را از محیط بی‌جان اطرافشان تشخیص دهیم. حتی کودکان نیز حیات را در گنجشک، کلاغ، گربه، انواع درختان، مورچه و... به‌سهولت می‌شناسند. اما به‌راستی چه چیز باعث شناخت ناخودآگاه موجودات زنده از اشیای غیرزنده می‌گردد؟ همه موجودات زنده دارای خصوصیات مشترکی هستند که ما را به مفهوم حیات رهنمون می‌سازد و تشخیص اشیای غیرزنده از موجودات زنده را امکان‌پذیر می‌کند.

خصوصیات موجودات زنده

همانگونه که یک بنای آجری از تعداد زیادی آجرهای کوچک تشکیل شده است، بدن ما را نیز شمار فراوانی از واحدهای بسیار کوچک به‌نام «سلول»^۱ می‌سازد. «سلول» واحد تشکیل‌دهنده بدن تمام موجودات زنده است. بدن بعضی از موجودات مانند انسان، از شمار بسیار زیادی «سلول» تشکیل شده است اما جاندارانی نیز وجود دارند که تعداد سلولهای بدن آنها بسیار کمتر است. حتی بدن برخی از موجودات زنده تنها از یک سلول ساخته شده است. این جانداران را «تک‌سلولی» می‌نامیم که به‌دلیل کوچکی، بدون استفاده از وسایلی مانند ذره‌بین و میکروسکوپ قابل مشاهده نیستند. با این همه، سلولهای بدن تمام موجودات زنده، دارای مشخصات یکسانی هستند.

۱- Cell

پیشتر آموخته‌اید که گیاهان سبز برای تداوم حیات، از آب، خاک، هوا و نور خورشید بهره می‌گیرند. همه جانوران و ما انسانها برای زنده ماندن نیاز به آب، غذا و هوای سالم داریم. غذای مصرف شده، در رشد و ترمیم سلولهای ما مورد استفاده قرار می‌گیرد. از سویی برای انجام اعمال حیاتی خود به انرژی نیاز داریم که غالباً به صورت انرژی شیمیایی ذخیره شده در غذاها به بدن وارد می‌شود و در آنجا به شکل قابل مصرف برای بدن درمی‌آید. برای تداوم این روند، سطح دما، رطوبت، مقدار مصرف انرژی و... در بدن، باید ثابت باشد. این فرآیند را «حفظ تعادل محیط داخلی بدن» می‌نامند. موجودات مختلف راههای متفاوتی برای انجام این عمل دارند. برای مثال نوعی مارمولک برای ثابت نگه داشتن دمای بدن خود، از نور خورشید استفاده می‌کند و هنگامی که احساس گرمای بیش از حد نماید، به سایه پناه می‌برد. بدن ما انسانها نیز علاوه بر استفاده از وسایل و امکاناتی که خود می‌سازیم به طور ناخودآگاه روشهایی را برای کنترل دمای خود بکار می‌برد. برای مثال بدن از عرق کردن و کاهش و افزایش جریان خون برای کنترل دمای خود استفاده می‌کند. تنفس، دفع مدفوع، دفع ادرار و عرق کردن نیز از راههای کنترل رطوبت بدن است. این روند که به حفظ نظم و هماهنگی محیط داخلی بدن می‌انجامد نیاز به مصرف غذا و انرژی دارد.

هر موجودی از خطر می‌گریزد و به هنگام گرسنگی به طرف غذایی که می‌بیند، حرکت می‌کند. اگر گلدانی را در محلی قرار دهید که تنها از یک سمت، نور دریافت کند، پس از چند روز گیاه به سمت نور متمایل می‌شود. با تغییر محل تابش نور، چرخش گیاه نیز در همان جهت صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر، موجودات زنده به وقایع محیط اطراف خود و احساسهای درونی خویش پاسخ می‌دهند. عاملی که باعث ایجاد پاسخ در موجود می‌گردد «محرک» گویند. به مجموعه پاسخهایی که یک موجود زنده در مقابل عوامل محرک نشان می‌دهد «رفتار» آن موجود گفته می‌شود.

شما تغییر ایجاد شده در غالب موجودات اطراف خود را در مراحل پس از تولد دیده‌اید. جوجه‌ها رشد کرده، به مرغ یا خروس تبدیل می‌شوند. اما آیا هیچ‌گاه باد شدن یک بادکنک و بزرگ شدن آن را با رشد یک موجود زنده مقایسه نموده‌اید؟

هنگامی که باد داخل بادکنک خارج می‌شود، به حالت و اندازه اولیه خود بازمی‌گردد؛ اما موجودات زنده پس از «رشد» کردن دیگر به حالت اولیه خود برنمی‌گردند. چون دلیل رشد، زیاد شدن تعداد سلولها و یا بزرگ شدن آنها در نتیجه تولید مواد سازنده سلول است؛ مثلاً بزرگ شدن یک برگ کوچک که نتیجه زیاد شدن سلولها و بزرگ شدن ماهیچه‌ها در ورزشکاران که نتیجه بزرگ شدن سلولهای آنهاست. گاهی رشد با تغییرهای چشمگیری همراه است و تنها در بزرگ شدن خلاصه نمی‌شود مثل تبدیل شدن یک جوجه به یک مرغ یا یک خروس که این فرآیند «نمو» نامیده می‌شود.

همه موجودات زنده توانایی ایجاد موجودات زنده مشابه خود را دارند. این عمل را «تولیدمثل» می‌گویند که در بقای نسل آنها بر روی کره زمین مؤثر است. بیشتر موجودات تک‌سلولی با تقسیم شدن تولیدمثل می‌کنند؛ اما در بیشتر جانداران حضور یک زوج ضروری است. یک سلول جنسی از جاندار ماده با یک سلول جنسی از جاندار نر با هم ادغام شده، یک سلول تخم را می‌سازند که با تقسیم شدن و رشد و نمو، به یک جاندار کامل، مشابه پدر و مادر خود، تبدیل می‌شود؛ یعنی خصوصیات والدین به فرد جدید منتقل می‌گردد، یا به عبارتی به ارث می‌رسد. اما اگر در انتقال این خصوصیات اشتباه کوچکی رخ دهد، ممکن است خصوصیت جدیدی در او ایجاد شود که گاهی این تغییر، منجر به بیماری‌های ارثی می‌گردد. این تغییر را «جهش» می‌نامند. در فصلهای آینده با این مفاهیم بیشتر آشنا خواهید شد.

از آغاز ایجاد حیات، موجودات مختلفی بر روی کره زمین، ظاهر شده‌اند که بسیاری از آنها دیگر وجود ندارند و برخی نیز طی زمان دچار تغییر شده‌اند. این روند تغییر را «تکامل» موجودات زنده می‌نامند.

میلیونها سال قبل، تنها بعضی از جانداران تک‌سلولی در روی کره زمین می‌زیستند اما بتدریج انواع جانداران پرسلولی نیز بوجود آمدند. هر موجود زنده برای محیطی خاص سازش یافته است. برای مثال ماهیها با خصوصیات منحصر به فرد خود، برای زندگی در آب سازش یافته‌اند؛ انواع پرندگان نیز در محیطهای مختلفی زندگی می‌کنند و نحوه زندگی آنها با هم متفاوت است و خصوصیات آنها نیز متناسب با شرایط زندگی آنها تغییر یافته است.

عقابها که پرندگانی شکارچی به‌شمار می‌روند دارای چنگالهای برنده و قوی هستند اما در عوض، مرغابی برای شنا کردن، مجهز به پرده‌هایی در بین انگشتان پا است. پس موجودات زنده، در مسیر تکامل خویش، دچار تغییرهایی شده‌اند که منجر به «سازش» آنها با محیط اطرافشان گردیده است. شاید باور نکنید که دلیل این امر وقوع جهش است. فرض کنید طی هزاران سال نسلهای مختلفی از یک موجود، یکی پس از دیگری، پیدا می‌شوند و از بین می‌روند که در هر نسل احتمال بروز جهش وجود دارد بنابراین ممکن است بتدریج صفات اولیه والدین در نسلهای متوالی تغییر یابد برای مثال رنگ پوشش بدن، اندازه اعضای آن و... دچار تغییر گردد. در این صورت، با گذشت مدت زمانی بسیار طولانی، نسلهای جدید با اجداد خود تفاوتهای زیادی خواهند داشت. جهشها گاهی مفید و گاهی مضرند.

حشرات کوچکی را در نظر بگیرید که رنگ آنها قهوه‌ای است و به نشستن بر روی برگهای سبز

و تغذیه از آنها، عادت دارند چنانچه جهش باعث ایجاد رنگ سبز در فرزند آنها شود می‌تواند به در امان ماندن او از دست شکارچیان کمک کند چون همرنگی او با برگها باعث استتارش می‌گردد. این موضوع نوعی سازش است شاید بتدریج تعداد حشرات سبز رنگ که فرزند حشره اول جهش یافته هستند، بیشتر شود و تعداد حشرات قهوه‌ای رنگ، به دلیل شکار شدن، کاستی گیرد. به عبارت دیگر، طبیعت موجودات سبز رنگ را به‌طور طبیعی «انتخاب» می‌کند. عکس این حالت نیز امکان بروز دارد. چنانچه موجود زنده‌ای قادر به سازش با شرایط محیط اطرافش نباشد، از بین می‌رود. این موضوع طی تکامل برای تعداد زیادی از موجودات مثل دایناسورها که توانایی سازش با سرمای ناگهانی کره زمین را نداشته‌اند، اتفاق افتاده است.

دانشمندان عقیده دارند که ابتدا موجودات کوچک تک‌سلولی بوجود آمده‌اند و سپس بتدریج با اجتماع و همکاری چند موجود تک‌سلولی، موجودات پرسلولی ساده اولیه ایجاد شده‌اند و بتدریج جهش، انتخاب طبیعی و سازش با محیط، سبب بوجود آمدن موجودات پیشرفته‌تر گردیده است. دانشی را که به بررسی جوانب مختلف و نحوه زندگی و خصوصیات موجودات زنده می‌پردازد «زیست‌شناسی» می‌گویند. به عبارت دیگر «زیست‌شناسی» علم مطالعه حیات است. در این کتاب شما با جنبه‌های مختلف زیست‌شناسی انسان آشنا خواهید شد.

همه موجودات روی زمین برای ادامه حیات خود به حفظ شرایط زیستی مناسب بر روی آن وابسته هستند. ارتباط موجودات زنده با یکدیگر و با محیط طبیعی‌شان به گونه‌ای است که شبکه‌ای از زنجیره‌های به هم پیوسته را بر روی کره زمین ایجاد می‌نمایند تا چرخه مواد و انرژی را بر روی آن امکان‌پذیر سازد. نقش هریک از موجودات این شبکه، خواه کوچک به اندازه یک میکروب و خواه بزرگ به اندازه یک جانور عظیم‌الجثه در این زنجیره‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همه این موجودات عضوی از یک سیستم بزرگ هستند که بخش‌های غیرزنده‌ای نظیر آب، خاک و هوا را نیز شامل می‌شود. نظم و پایداری ارتباط بین اجزاء زنده و غیرزنده این سیستم باعث حفظ حیات بر روی کره زمین است. متأسفانه آلودگی‌های مختلف نظیر آلودگی‌های آب، هوا و خاک، استفاده نامناسب از منابع طبیعی گیاهی و تخریب آنها، شکار غیراصولی و بی‌رویه و... باعث به هم ریختن نظم این سیستم می‌شود. پیامدهای این مسأله را می‌توان در حوادثی مانند تغییرات شدید آب و هوای کره زمین و طوفانهای مخرب و نیز روند رو به افزایش انقراض نسل گونه‌های مختلف جانوران و گیاهان دیگر افزایش روزافزون انواع بیماری‌ها مانند آسم، بیماریهای قلبی و عروقی، بیماریهای عصبی و حساسیت‌ها و... را نیز می‌توان به این موارد اضافه کرد. این در حالی است که هریک از ما به نوبه خود حتی با استفاده مناسب از منابع طبیعی نظیر بنزین و گاز طبیعی و نیز ظروف و کیسه‌های پلاستیکی و نایلونی

و... می‌توانیم در اصلاح این امور مؤثر باشیم.

حذف و انقراض موجودات به بی‌نظمی و تغییر در سیستم‌های حیاتی کره زمین منجر می‌شود که می‌تواند شرایط را برای ادامه حیات دیگر موجودات نیز نامناسب گرداند. به‌علاوه، موجودات مختلف فواید و کاربردهای مختلفی در زندگی روزمره دارند و روز بروز به نقش و اهمیت آنها به‌عنوان ثروت‌های ملی بیشتر پی برده می‌شود. دولتها و سازمانهای بین‌المللی در نظم‌دهی و اجرای برنامه‌های اصلاحی و حفاظتی نقش مهمی دارند. در کشور ما سازمان حفاظت محیط‌زیست وظیفه پیش‌گیری و ممانعت از تخریب و آلودگی محیط‌زیست، حفاظت از تنوع زیستی و محیط‌زیست و تضمین بهره‌مندی درست و مستمر از آن را برعهده دارد.

مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران نیز به منظور فراهم‌سازی مواد لازم برای تحقیقات مختلف زیست‌فناوری، سلامت و درمان، بهبود غذا و جانداران بومی ایران فعالیت می‌نماید. شما می‌توانید با مراجعه به پایگاه‌های اینترنتی زیر با این مراکز بیشتر آشنا شوید:

<http://www.IBRC.IR>

مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران

<http://www.irandoc.ir>

سازمان حفاظت محیط‌زیست

درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- شما به‌عنوان یک موجود زنده چه خصوصیتی دارید؟
- ۲- اگر بعضی از سلولها مثل سلولهای گیاهی را در آب بگذاریم آب به درون آنها نفوذ کرده، اندازه سلول را افزایش می‌دهد. آیا این حالت را می‌توان رشد نامید؟ چرا؟
- ۳- انسانها برای زندگی در شرایط مختلف آب و هوایی چه سازشهایی یافته‌اند؟

اساس شیمیایی حیات

- هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند:
- ۱- خواص حیاتی آب و اهمیت آن در حفظ اجزای بدن و اعمال آن را شرح دهد.
 - ۲- تفاوت مواد معدنی و مواد آلی و اهمیت هریک را توضیح دهد.
 - ۳- انواع مولکولهای بزرگ آلی را نام برده و ساختمان و واحدهای تشکیل دهنده هر کدام را شرح دهد.
 - ۴- اعمال مولکولهای بزرگ آلی را به طور خلاصه توضیح دهد.
 - ۵- آتیم و چگونگی عمل آن را به طور خلاصه شرح دهد.
 - ۶- ساختمان، ترکیب و عملکرد مولکولهای RNA و DNA را مقایسه نماید.
 - ۷- نحوه دو برابر شدن (همانندسازی) مولکول DNA را توضیح دهد.
 - ۸- دلیل تشابه سلولهای حاصل از هر تقسیم با یکدیگر و با سلول اولیه را توضیح دهد.

می‌دانید که کوچکترین واحد تشکیل دهنده هر ماده «اتم» است. اتمها ترکیب می‌شوند و «مولکولها»ی مختلفی را می‌سازند. خواص هر ماده به خواص مولکولهای آن وابسته است. برای مثال مولکول اکسیژن از دو اتم اکسیژن، تشکیل شده است که خواص گاز اکسیژن نیز مربوط به خواص مولکولهای آن است. مولکول آب نیز از یک اتم اکسیژن و دو اتم هیدروژن تشکیل شده است و همه خواص آن مثل مایع بودن، قابلیت حل شدن مواد در آن، یخ زدن، بخار شدن و واکنش با مواد دیگر، به خواص مولکولی آن برمی‌گردد.

۱-۲- آب و خواص حیاتی آن

آب، از بخشهای غیرآلی و مهم سلولهای بدن همه موجودات زنده است. واکنشهای زیادی مثل تبدیل انواع مواد به یکدیگر و تبدیل انواع انرژی به یکدیگر (نظیر تبدیل انرژی شیمیایی به

مکانیکی در ماهیچه یا تبدیل انرژی نورانی به پیام الکتریکی در چشم و... در بدن اتفاق می افتد. آب، محیطی است که همه مولکولهای بدن در آن به صورت «معلق» و یا محلول قرار می گیرند و همه «واکنشهای سلولی» در آن رخ می دهد. علاوه، آب «انتقال دهنده» نیز می باشد برای مثال در ورود و خروج مواد به سلول یا در کل بدن (مثلاً در خون) یا انتقال مواد سمّی و زاید (مثل ادرار) دخالت دارد. همچنین به طور مستقیم در بسیاری از واکنشهای سلولی شرکت کرده، در سوخت و ساز مواد سهم دارد. حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد مواد کل بدن را آب تشکیل می دهد. خواص مولکول آب، باعث می شود که این ماده نسبت به بسیاری از مواد دیگر، برای گرم شدن به انرژی گرمایی زیادی نیاز داشته باشد؛ به همین دلیل سلولهای ما تا حدی در برابر گرما مقاومند و سالم می مانند و به هنگام نیاز با عرق کردن و تبخیر آن در هنگام گرم شدن بدن، انرژی گرمایی مصرف می شود و سطح پوست نیز خنک می گردد. در عوض، آب برای یخ زدن نیز محتاج زمان و سرمای زیادتری نسبت به برخی مواد دیگر است. پس آب در نگهداری و حفظ تعادل بدن نقش اساسی دارد. به همین دلیل از دست رفتن آب بدن، نتایج نامطلوبی را در پی خواهد داشت. جالب است بدانیم که بیشتر سطح کره زمین را نیز آب تشکیل می دهد. مواد دیگری نیز مثل آهن، مس، روی، سنگ آهک و... در روی زمین موجودند که بسیاری از آنها توسط گیاهان جذب می شوند و در ساخت مواد غذایی و پیکره گیاه به کار می روند. جاندارانی که از گیاهان و مواد معدنی تغذیه می کنند نیز با ایجاد تغییر در این مواد، آنچه را که نیاز دارند می سازند. این مواد ساخته شده در بدن موجودات زنده را «مواد آلی» می نامند، که دارای کربن فراوان می باشند. امروزه دانشمندان قادرند بسیاری از مواد آلی را به صورت مصنوعی و در محیط آزمایشگاهی تهیه کنند.

۲-۲- مواد معدنی

مواد غیرآلی را که در بدن جانداران مورد استفاده قرار می گیرند، «مواد معدنی» می نامند. مواد آلی با استفاده و کمک مواد معدنی، خاک، آب، دی اکسید کربن، اکسیژن و نور خورشید در گیاهان سبز ساخته می شوند که بعداً به بدن یک جانور گیاهخوار و بتدریج به بدن جانوران گوشتخوار دیگر منتقل می شوند. در بدن موجودات گیاهخوار نیز، تغییر و ساخت مواد آلی از مواد آلی اولیه بدست آمده از گیاهان، آب و همچنین مواد معدنی موجود در آب، غذاها و پیکره گیاهان و اکسیژن موجود در هوا صورت می گیرد. در بدن جانوران گوشتخوار نیز این واکنشها وجود دارند. انسانها نیز از گیاهان و جانوران تغذیه می کنند. قسمتهای زنده (مثل دانه، پیاز و سبزیجات تازه) و مرده گیاه (مثل آرد گندم و برنج) در برنامه غذایی ما جای دارند که سرشار از مواد معدنی و مواد آلی هستند.

همچنانکه از غذاهای جانوری مثل گوشت، تخم مرغ، لبنیات و... نیز مواد مورد نیاز خود را دریافت می‌کنیم. پس بسیاری از مواد معدنی موجود در بدن ما در ساختار کره زمین نیز موجودند. برخی از آنها به میزان فراوان در ساختار بدن ما به کار رفته‌اند و به همین دلیل روزانه به مصرف میزان زیادی از آنها نیازمندیم، درحالی که برخی دیگر مقدار بسیار اندکی از نیازهای روزانه ما را تشکیل می‌دهند و عناصر کمیاب^۱ نامیده می‌شوند اما اهمیت آنها از بقیه مواد کمتر نیست. سدیم و کلر، دو عنصر فراوان هستند که غالباً از طریق مصرف نمک طعام، به میزان کافی تأمین می‌شوند. همچنین کلسیم در لبنیات و فسفر و پتاسیم که در بیشتر غذاهای گیاهی و جانوری موجودند، جزء عناصر فراوان بدن هستند درحالی که آهن (در جگر، دل، قلوه و لوبیا)، مس (در غذاهای مختلف) روی (در گوشت، ماهی، زرده تخم مرغ و شیر) و منگنز از عناصر کمیاب محسوب می‌شوند.

مواد معدنی، علاوه بر این که در ساخت مواد آلی به کار می‌روند یا به ساخت آنها کمک می‌کنند، دارای دو کارکرد اصلی دیگر نیز هستند، نخستین کارکرد آنها، شرکت در ساختمان بدن است و بر رشد و سلامت استخوانها، غضروفها، دندانها، خون و بافتهای نرم بدن تأثیر دارند. کارکرد دوم یعنی کارکرد تنظیم‌کنندگی آنها در لخته شدن خون، ایجاد پیام عصبی، تنظیم ضربان قلب، حفظ و نگهداری آب سلولها و... قابل مشاهده است که با بسیاری از این موارد در فصلهای آینده آشنا خواهید شد.

۲-۳- مولکولهای بزرگ

کربن یکی از مهمترین عناصر تشکیل دهنده مولکولهای آلی است. اتمهای کربن با اتصال به یکدیگر زنجیره‌ای می‌سازند که با اتصال اتمهای مختلف هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، فسفر، گوگرد و... به این زنجیره، مولکولهای کوچک مواد آلی ساخته می‌شوند و مهمترین آنها شامل قندهای ساده (هیدراتهای کربن^۲ ساده)، اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها هستند. از ترکیب مولکولهای کوچک مواد آلی، مولکولهای بزرگ مواد آلی ساخته می‌شوند. پس مولکولهای کوچک واحدهای تشکیل دهنده مولکولهای بزرگ هستند. مولکولهای بزرگ مواد آلی شامل قندها (هیدراتهای کربن)، چربیها (لیپیدها^۳)، پروتئینها و اسیدهای هسته‌ای (اسیدهای نوکلئیک^۴) می‌باشند.

۲-۳-۱- هیدراتهای کربن یا قندها: واحد تشکیل دهنده مولکولهای بزرگ قند، مولکولهای کوچک قندهای ساده هستند. این ترکیبات شامل زنجیره‌ای از اتمهای کربن هستند (اگر کربن را با حرف C مشخص کنیم می‌توانیم این زنجیره را به صورت $\cdots - \overset{|}{\underset{|}{C}} - \overset{|}{\underset{|}{C}} - \overset{|}{\underset{|}{C}} - \overset{|}{\underset{|}{C}} - \cdots$ نمایش دهیم) که

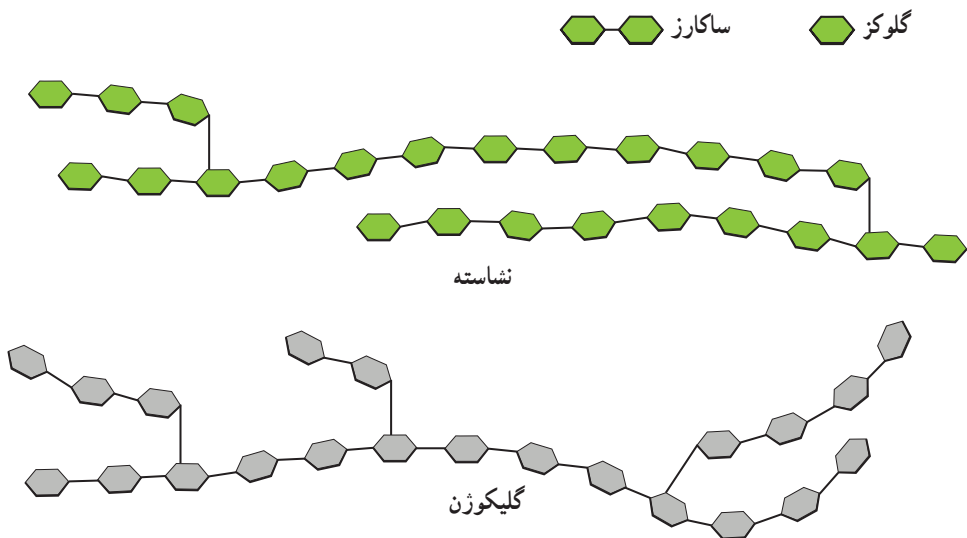
۱- Trace Elements

۲- Carbohydrates

۳- Lipids

۴- Nucleic Acids

اتمهای هیدروژن و اکسیژن به اطراف آنها متصل شده‌اند. فراوانترین قند ساده، گلوکز می‌باشد که مزه‌ای شیرین دارد. از اتصال مولکولهای قندهای ساده به یکدیگر مولکولهای بزرگتر قندی ساخته می‌شوند. ساکارز^۱ (شکر) و لاکتوز^۲ (قند شیر) از به هم پیوستن دو مولکول قند ساده تشکیل شده‌اند. در برخی از هیدراتهای کربن تعداد بیشتری مولکول کوچک به کار رفته است. سلولز (که در ساخت دیواره سلولهای گیاهی به کار می‌رود) نشاسته، گلیکوژن^۳ (که در کبد ذخیره می‌شود) و کیتین^۴ (ماده سخت روی بدن حشرات و سخت پوستانی نظیر خرچنگ و مورچه) همگی از به هم پیوستن تعداد زیادی مولکول گلوکز ساخته شده‌اند (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- مولکولهای نشاسته، گلیکوژن، گلوکز و ساکارز

هیدراتهای کربن وظایف مهمی دارند. شرکت در ساختمان بدن موجودات زنده یکی از وظایف آنهاست که گاهی با استحکام بخشی همراه است. برای مثال سلولز به سلولهای گیاهی استحکام می‌بخشد و کیتین اسکلت بدنی خوبی برای بسیاری از بندپایان به حساب می‌آید. مولکولهای قند گاهی به مولکولهای چربی و یا پروتئینی وصل می‌شوند. عمل دیگر هیدراتهای کربن ذخیره انرژی است. گلیکوژن و نشاسته، منبع ذخیره انرژی هستند که در هنگام نیاز ابتدا تجزیه و به واحدهای گلوکز تبدیل می‌شوند تا انرژی آنها قابل استفاده گردد. زیرا گلوکز منبع اصلی انرژی سلول است. بیشتر انرژی شناخته شده موجود در بدن به دو صورت عمده وجود دارد:

۱- Saccharose

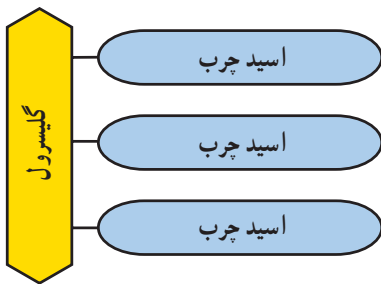
۲- Lactose

۳- Glycogen

۴- Kitin

۱- گرما که مقداری از آن صرف گرم نگه داشتن بدن می شود و بقیه آن نیز تلف می گردد.
 ۲- انرژی شیمیایی که در مولکولهای مختلفی ذخیره می شود اما نهایتاً برای مصرف در مولکولی به نام ATP^۱ ذخیره می گردد. این مولکول در سوخت و ساز بدن نقشی اساسی بازی می کند.

۲-۳-۲- چربیها یا لیپیدها: واحد تشکیل دهنده چربیهای معمولی، اسید چرب می باشد که خود از یک زنجیره کربن متصل به اتمهای هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده است. از ترکیب سه اسید



چرب با یک مولکول گلیسرول، یک مولکول چربی معمولی ساخته می شود. به این نوع چربی «تری گلیسرید»^۲ نیز گفته می شود (شکل ۲-۲). اسیدهای چرب انواع مختلفی دارند به همین دلیل چربیها نیز خواص مختلفی پیدا می کنند.

شکل ۲-۲- شکل ساده یک مولکول تری گلیسرید

انواع دیگری از چربیها نیز وجود دارند. برای مثال فسفولیپیدها گروهی از چربیها هستند که در ساختمان آنها فسفر نیز به کار رفته است. این مواد به فراوانی در غشای سلول به کار رفته اند. مومها نیز دسته ای دیگر از چربیها هستند. ترشحات گوش خارجی که برای محافظت از آن در برابر گرد و غبار و رطوبت تولید می شوند، از این نوعند. استروئیدها^۳، گروه دیگری از چربیها هستند که ساختمان متفاوتی دارند و هورمونهای جنسی که در تنظیم بسیاری از اعمال بدن دخالت دارند و همچنین کلسترول در این دسته قرار می گیرند.

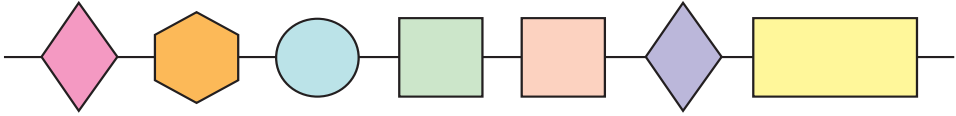
نقش چربیها نیز در ذخیره انرژی بسیار مهم است. وقتی مقدار غذا بیش از حد لازم باشد قسمتی از آن به صورت چربی در بدن ذخیره می شود و سپس در هنگام نیاز مورد استفاده قرار می گیرد، مقدار انرژی چربیها، در وزن مساوی، دو برابر مقدار انرژی هیدراتهای کربن است. چربیها در اطراف بعضی از اندامهای بدن جانوران (زیر پوست، اطراف قلب و ...) جمع می شوند تا به عنوان عایق، از آنها در برابر ضربات محافظت کنند. چربیها در صورت لزوم به اسیدهای آمینه و قندها تبدیل می شوند.

۳-۳-۲- پروتئینها: پروتئینها گروه بسیار مهمی از مولکولهای بزرگ بدن جاندارانند که از اتصال واحدهایی به نام اسید آمینه تشکیل می شوند (شکل ۳-۲). در ساختمان اسیدهای آمینه

۱- Adenosine 5' - Triphosphate (ATP)

۲- Triglycerids

۳- Steroids



شکل ۳-۲ - پروتئین‌ها از اتصال واحدهای اسید آمینه تشکیل می‌شوند.

علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، گوگرد و نیتروژن نیز شرکت می‌کنند. بیست نوع اسید آمینه در ساختمان پروتئینهای بدن جانداران شناسایی شده است. بدن انسان خود قادر به ساختن ۱۱ نوع اسید آمینه از مواد دیگر است اما ۹ نوع دیگر را باید از غذاهایی که دریافت می‌کند تأمین نماید تا نگهداری، رشد و ترمیم سلولها و بافتها، امکان‌پذیر گردد.

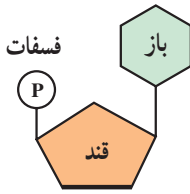
پروتئینهای جانوری بیشترین انواع اسیدهای آمینه را در خود دارند. تعداد، نوع و ترتیب اسیدهای آمینه‌ای که در ساختمان یک مولکول پروتئین شرکت می‌کنند بسیار مختلف است به همین دلیل تعداد انواع پروتئینها عملاً به قدری زیاد است که حتی دو موجود را نمی‌توان یافت که پروتئینهای کاملاً مشابهی داشته باشند.

اما هرچه شباهت دو جاندار بیشتر باشد، پروتئینهای مشابه‌تری هم دارند. پروتئینها در ساختمان سلولها و مواد مابین سلولها در کل بدن شرکت می‌کنند. آنزیمها^۱ دسته‌ای از پروتئینها هستند که بدون تجزیه شدن، در واکنشهای شیمیایی دخالت کرده، سرعت آنها را در بدن بالا می‌برند. هر آنزیم، ویژه یک نوع واکنش است و در واکنشهای مربوط به مواد دیگر شرکت نمی‌کند. آنزیمها در برابر شرایط مختلف محیطی مثل گرما، اسید و مقدار نمک و... بسیار حساسند و خیلی زود خراب می‌شوند. به همین دلیل، آنها تنها در شرایط تنظیم شده بدن قادر به فعالیتند. پروتئینها در موارد دیگری نظیر تنظیم اعمال بدن (تعدادی از هورمونها و پیامبرهای داخل بدن از جنس پروتئین هستند)، دفاع بدن، انتقال مواد (در سلول، بین سلولهای مختلف و محیط آنها و همچنین در کل بدن مثلاً در خون) نیز شرکت می‌کنند.

مواد مختلف برحسب نیاز سلول شکسته و یا ساخته می‌شوند. در این میان انرژی گاهی درون برخی مولکولها مثل ATP ذخیره می‌شود و گاهی به مصرف می‌رسد. به مجموع واکنشهای مزبور که شامل سوخت‌وساز مولکولها می‌شوند و به کمک آنزیمها تسهیل می‌گردند، «متابولیسم سلولی^۲» یا «سوخت‌وساز سلولی» می‌گویند. در فصلهای آینده با کارکرد پروتئینها بیشتر آشنا می‌شوید.

۳-۲-۴ اسیدهای هسته‌ای: این گروه ترکیبات کربن دار از واحدهایی به نام نوکلئوتید درست شده‌اند. هر مولکول اسید هسته‌ای، هزاران نوکلئوتید دارد. هر نوکلئوتید خود از سه قسمت

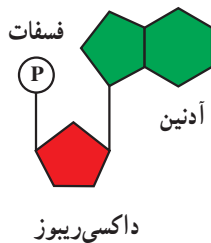
اصلی تشکیل شده است :



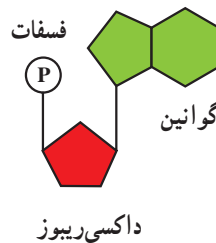
یک مولکول باز آلی کوچک، یک قند ساده و یک بخش فسفردار معدنی به نام فسفات (شکل ۴-۲). جالب است بدانیم، ATP که در سوخت و ساز بدن نقش دارد یک نوکلئوتید است که به جای یک مولکول فسفات، سه مولکول فسفات به آن متصل است.

شکل ۴-۲ - شکل ساده یک نوکلئوتید

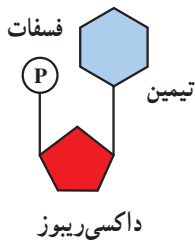
اسیدهای هسته‌ای به دو گروه بزرگ تقسیم می‌شوند که آنها را با علامتهای DNA (داکسی‌ریبونوکلئیک اسید^۱) و RNA (ریبونوکلئیک اسید^۲) مشخص می‌کنند. نوع قند واحدهای نوکلئوتید در DNA، داکسی‌ریبوز^۳ و در RNA ریبوز^۴ است. به علاوه RNA و DNA، هریک دارای چهار نوع نوکلئوتید هستند که نوع بازهای آلی آنها فرق دارد. بازهای آلی که در ساختمان نوکلئوتیدهای DNA شرکت می‌کنند شامل تیمین^۵، گوانین^۶، آدنین^۷ و سیتوزین^۸ می‌باشند. در مولکول RNA به جای تیمین، باز آلی اوراسیل^۹ به کار رفته است (شکل ۵-۲). از به هم پیوستن واحدهای نوکلئوتید مربوط به مولکول RNA یک رشته RNA حاصل می‌شود. اما مولکولهای DNA که



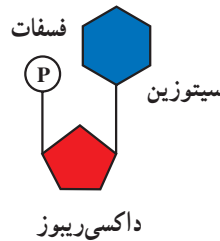
داکسی‌ریبوز



داکسی‌ریبوز



داکسی‌ریبوز



داکسی‌ریبوز

شکل ۵-۲ - واحدهای نوکلئوتیدی تشکیل‌دهنده ساختمان DNA

۱- Deoxyribonucleic Acid

۲- Ribonucleic Acid

۳- Deoxyribose

۴- Ribose

۵- Thymine

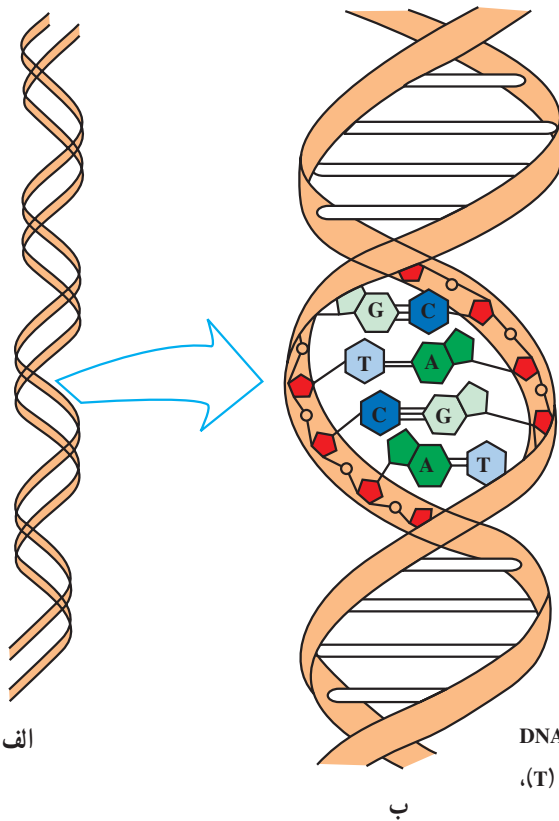
۶- Guanine

۷- Adenine

۸- Cytosine

۹- Uracyle

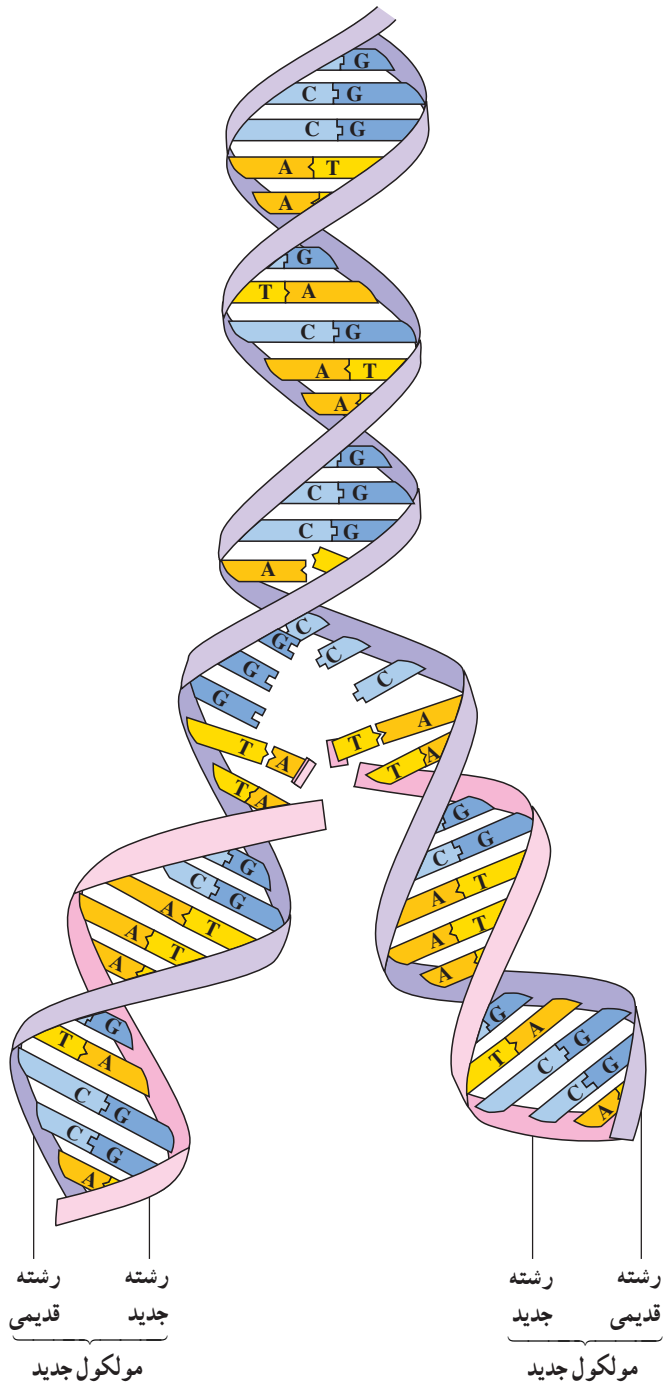
به طریق مشابه ایجاد می‌گردند معمولاً دو رشته‌ای هستند که مانند دو پایه نردبان به‌طور موازی در کنار هم قرار گرفته و پیچ خورده‌اند. در این ساختمان همیشه گوانین و سیتوزین در مقابل هم و آدنین و تیمین نیز در برابر یکدیگر قرار می‌گیرند. رشته DNA بسیار دراز است و چون در تعداد نوکلئوتید، ترتیب محل قرار گرفتن انواع نوکلئوتیدها و تکرار انواع آنها قانونی وجود ندارد، عملاً انواع مولکولهای DNA هم بسیار زیاد است (شکل ۶-۲). مولکول DNA می‌تواند از وسط باز شود و هر رشته آن الگوی ساخته شدن یک رشته مکمل جدید در مقابل خود قرار گیرد به دلیل ثابت بودن نوع بازهایی که



شکل ۶-۲ - مولکول DNA، الف - مارپیچ DNA
 ب - به جفت بودن بازهای آلی آدنین (A)، تیمین (T)،
 گوانین (G) و سیتوزین (C) دقت کنید.

در مقابل هم قرار می‌گیرند، هر جا یک گوانین در رشته الگو قرار داشته باشد یک سیتوزین در مقابل آن قرار می‌گیرد و برعکس، همچنین هر جا یک آدنین در رشته الگو قرار بگیرد یک تیمین در برابر آن قرار داده می‌شود و برعکس. به این ترتیب از هر مولکول DNA دو مولکول DNA مشابه مولکول اول حاصل می‌گردد (شکل ۷-۲). به دلیل وجود همین خاصیت، DNA که اطلاعات وراثتی سلول را دربر دارد هنگام تقسیم سلول، دو برابر می‌شود و هر قسمت از آن به یک سلول جدید وارد می‌گردد

مولکول اولیه



شکل ۷-۲- دو برابر شدن
مولکول DNA قبل از شروع
تقسیم سلول

در نتیجه دو سلول با اطلاعات وراثتی و خصوصیات مشابه، از سلول قبل حاصل می‌شوند. ترتیب قرار گرفتن نوکلئوتیدها در مولکول DNA، رمز ساخته شدن انواع پروتئینهاست. به این ترتیب هر

قسمت DNA حاوی رمز ساخته شدن یک مولکول پروتئینی کوچک است یعنی ترتیب نوکلئوتیدها مشخص می‌کند چه اسیدهای آمینه‌ای و با چه ترتیبی به یکدیگر متصل شوند. پروتئین تولید شده عمل خود را که می‌تواند ساختمانی، آنزیمی، تنظیمی و... باشد، انجام می‌دهد و مثلاً با عمل آنزیمی خود ساخت چربیها، پروتئینها، قندها و اسیدهای هسته‌ای جدیدی را تسهیل می‌بخشد. به همین دلیل هر سلولی که از تقسیم سلول قبل حاصل می‌شود و یک نسخه از اطلاعات وراثتی سلول قبل را به صورت مولکولهای DNA دریافت می‌کند و پروتئینها و مواد مطابق با آن اطلاعات را تولید می‌کند شبیه سلول اولیه می‌شود. اگر در هنگام مضاعف سازی DNA، نوع نوکلئوتید به کار رفته، مشابه الگو نباشد و در جاگذاری نوکلئوتیدها اشتباهی صورت گیرد و یا نوکلئوتیدی به اشتباه حذف شود و یا اضافه گردد احتمال اشتباه شدن رمز بسیار زیاد است. این فرآیند نوعی جهش است که معمولاً به ایجاد تغییر در اطلاعات وراثتی مربوط به یک مولکول پروتئینی کوچک منجر می‌گردد.

مولکولهای RNA در ترکیب کردن اسیدهای آمینه و ساختن پروتئینها شرکت دارند. این اعمال نیز به کمک برخی از آنزیمها انجام می‌گیرد که در فصل آینده با این موضوع بیشتر آشنا خواهید شد. مواد موجود در طبیعت به صورت مواد معدنی، آب و برخی گازها نظیر اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و نیتروژن در ساختمان بدن موجودات زنده شرکت می‌کنند و ماده زنده را می‌سازند که در ساختمان سلول و انجام اعمال حیاتی بدن به کار می‌روند.

درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- اهمیت وجود و وظایف آب را در بدن شرح دهید.
- ۲- چرا باید غذاهای حاوی مواد معدنی مصرف کنیم؟
- ۳- انواع مولکولهای بزرگ و واحدهای تشکیل دهنده آنها را معرفی کنید.
- ۴- هیدراتهای کربن چه نقشهایی دارند؟
- ۵- انواع چربیها را معرفی کنید.
- ۶- پروتئینها چه وظایفی برعهده دارند؟
- ۷- اختلافات ساختمانی RNA و DNA را معرفی کنید.
- ۸- محتویات DNA سلول در چه زمانی و چگونه دوبرابر می‌شود؟
- ۹- چرا از تقسیم شدن هر سلول، سلولهای کاملاً شبیه همان سلول اولیه ایجاد می‌شود؟

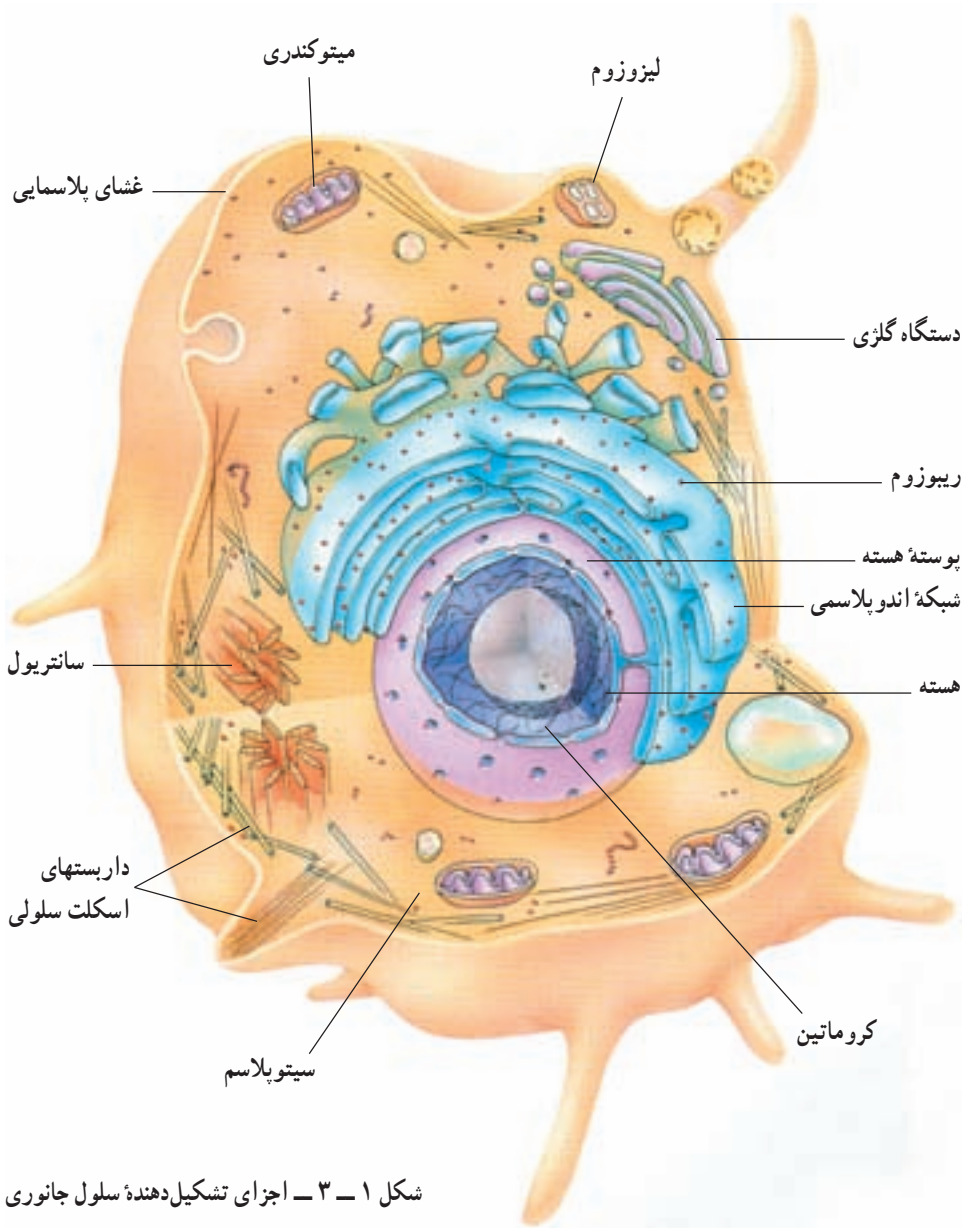
ساختار و عمل سلول

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند:

- ۱- قسمت‌های اصلی تشکیل دهنده سلول را نام ببرد.
- ۲- ساختمان، خصوصیات و اعمال غشای سلول را به اختصار شرح دهد.
- ۳- راههای عبور و مرور مواد از غشا را به اختصار شرح دهد و تفاوت مصرف انرژی بین آنها را بیان نماید.
- ۴- اندامکهای مختلف سلولی را نام برده و در مورد ساختمان و عمل هر یک به طور خلاصه توضیح دهد.
- ۵- سازماندهی اطلاعات وراثتی به صورت کروموزوم را شرح دهد.
- ۶- تقسیم سلولی میتوز و موارد وقوع آن را توضیح دهد.
- ۷- تقسیم سلولی میوز و لزوم و موارد وقوع آن را شرح دهد.

خواندیم که بدن تمام موجودات زنده از واحدی به نام «سلول» تشکیل شده است. هر سلول دارای سه قسمت اصلی است (شکل ۱-۳):

- ۱- غشای سلول که مانند دیواره‌ای آن را احاطه کرده است و نقش برقرارکننده بسیاری از ارتباطات سلول با محیط اطرافش را برعهده دارد.
- ۲- سیتوبلاسم که محیط نیمه سیال درون غشا را تشکیل می‌دهد و اجزای مختلف سلول در آن جای دارند، هر یک از این اجزا، که وظیفه خاصی را برعهده دارند، «اندامک» نامیده می‌شوند.
- ۳- هسته کنترل کننده فعالیت‌های سلول است و مواد ارثی را نیز در خود جای می‌دهد. در ادامه این مطالب ابتدا با غشای سلول، اعمال آن و نحوه انتقال مواد از طریق غشا و سپس، هسته و اندامکهای سلولی آشنا می‌شوید.



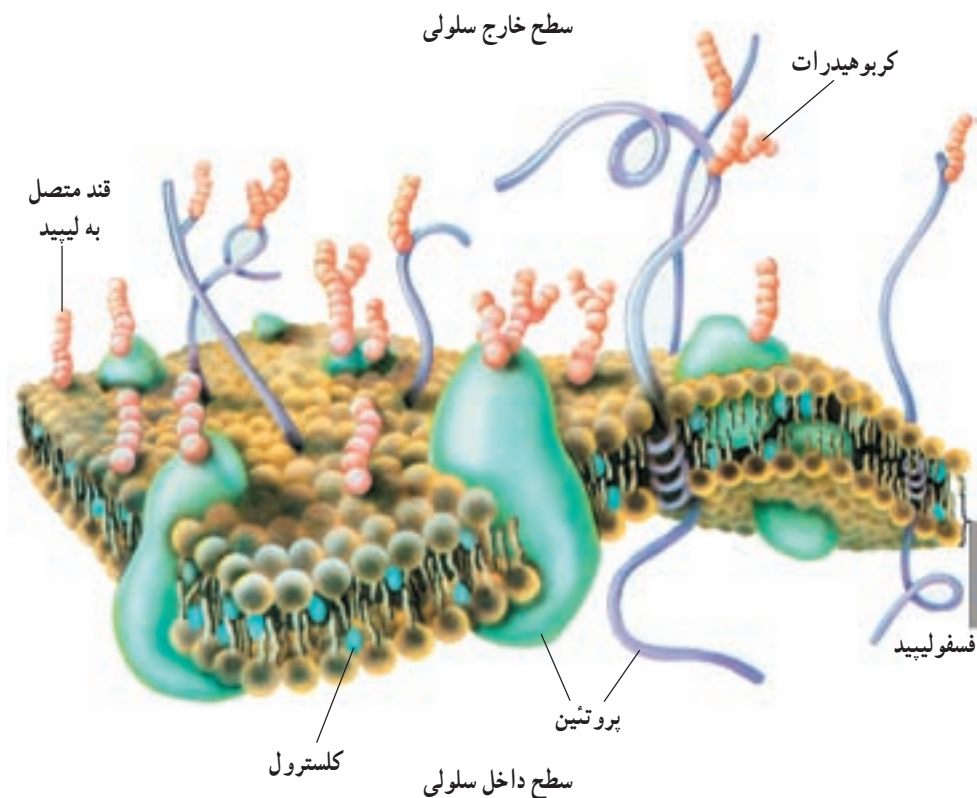
شکل ۱-۳- اجزای تشکیل دهنده سلول جانوری

۱-۳- غشای سلول

غشای سلول^۱، متشکل از دو لایه مولکولهای فسفولیپیدی است که مولکولهای پروتئینی نیز به طور نامنظم در درون آن قرار گرفته اند. مولکولهای مختلف قندی نیز به برخی از مولکولهای چربی

۱- Cell membrane

و پروتئینی متصل می‌شوند (شکل ۲-۳). هر سلول برای زنده ماندن باید موادی را از محیط بگیرد و مواد زاید خود را نیز بیرون بریزد. مهمترین عمل غشا، تنظیم تبادل مواد سلول با محیط اطراف است

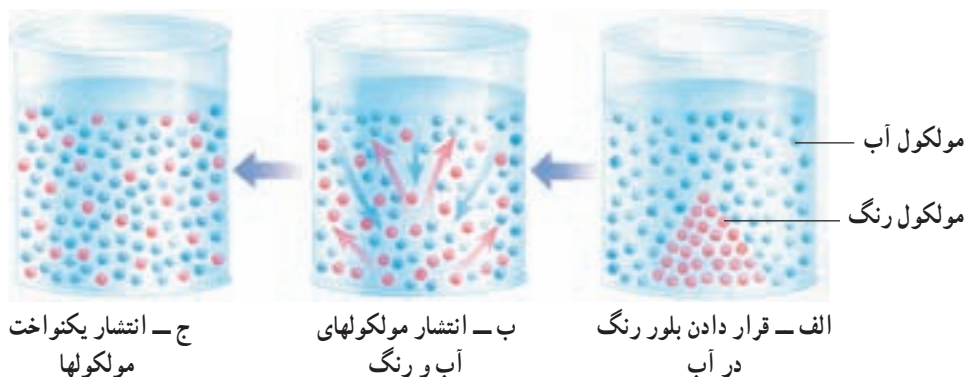


شکل ۲-۳ - ساختار غشای سلول

زیرا این بخش، قدرت انتخاب و کنترل ورود و خروج مواد را برعهده دارد. راههای عبور مواد مختلف از غشا را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

۱- انتشار ساده^۱: چنانچه در شیشه عطری را در اتاق باز کنید، پس از مدتی بوی آن در تمام اتاق قابل استشمام است زیرا مولکولهای عطر در هوا منتشر می‌شوند. مولکولهای تمام مواد، دائماً در حال حرکت هستند. در این میان مولکولهای گاز از مولکولهای مایع سریعتر و مولکولهای اجسام جامد بسیار کند حرکت می‌کنند، به همین دلیل نمی‌توانیم حرکت آنها را تشخیص دهیم. حرکت مولکولها منظم نیست و در جهت خاصی انجام نمی‌گیرد؛ بنابراین مولکولها در مسیرشان با هم برخورد می‌کنند. اما اگر مقداری گاز یا مایع را در یک فضای بسته قرار دهیم، مولکولهای آن،

به قدری به اطراف حرکت می‌کنند تا در تمام فضا به طور یکنواخت پراکنده شوند (شکل ۳-۳). پراکندگی تدریجی مولکولها را «انتشار ساده» می‌گویند. در انتشار ساده، همیشه مولکولها از جایی که غلظتشان بیشتر است به جایی که غلظتشان کمتر است، حرکت می‌کنند. بعضی از مواد از همین طریق می‌توانند از فضای بین مولکولهای تشکیل دهنده غشا نیز رد شده، به داخل سلول راه یابند و یا از آن خارج شوند. مثلاً گاز اکسیژن که مورد استفاده سلولهای ما قرار می‌گیرد، در بیرون سلول غلظت بیشتری دارد و به سلول وارد می‌شود. گاز دی‌اکسیدکربن که در سلول تولید می‌شود و غلظت آن در بیرون کمتر است از آن خارج می‌شود و به این ترتیب این ماده زاید از سلول دفع می‌گردد.

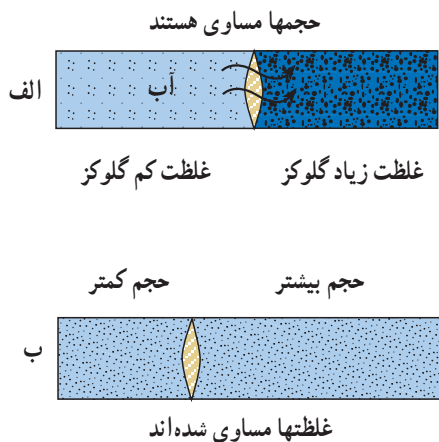


شکل ۳-۳ - فرآیند انتشار خودبه‌خود و بدون صرف انرژی صورت می‌گیرد. با استفاده از اشکال فوق توضیح دهید که چه رخ داده است.

۲- اسمز^۱: پرده‌هایی وجود دارند که دارای سوراخهای بسیار ریزی هستند، به طوری که مولکولهای بسیار کوچک مانند مولکولهای آب می‌توانند از منافذ آنها بگذرند یعنی نسبت به آنها تراوا هستند، اما مولکولهای بزرگتر مثل مولکولهای درشت قند نمی‌توانند از آنها بگذرند یعنی نسبت به آنها تراوا نیستند. این پرده‌ها را نیمه‌تراوا^۲ می‌نامند. برای مثال، چنانچه ظرفی را به کمک یک پرده نیمه‌تراوا، از وسط به دو قسمت مساوی تقسیم کنیم و در یک طرف آن آب و در طرف دیگر به همان حجم محلول آب قند بریزیم، بعد از مدتی حجم قسمت حاوی آب قند اضافه می‌شود (چرا؟) به انتشار مولکولهای آب از خلال یک غشای نیمه‌تراوا «اسمز» می‌گویند. در اینجا هم انتشار از جایی که غلظت مولکولهای آب بیشتر است (یعنی ظرف آب خالص) به جایی که غلظت مولکولهای آب کمتر است (یعنی ظرف محلول آب قند) صورت می‌گیرد. هرچه غلظت مولکولهای درشت مثل قند در یک طرف پرده بیشتر باشد، مولکولهای آب بیشتری را به سمت خود می‌کشد. در نهایت مولکولهای آب

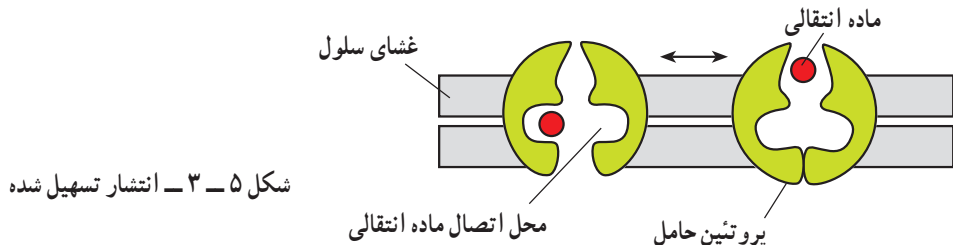
۱- Osmosis

۲- Semipermeable



شکل ۴ - ۳ - چگونگی عمل غشای نیمه تراوا
الف - به جهت حرکت مولکولهای آب و تفاوت غلظت
گلوکز در دو طرف غشا توجه کنید. ب - با حرکت
مولکولهای آب غلظت گلوکز در دو طرف یکسان
می شود. چه تفاوتی در حجم مشاهده می کنید؟

می توانند انتشار یابند. به این نوع انتشار که در آن مولکولها از جایی که غلظتشان بیشتر است با کمک
مولکولهای پروتئینی غشا، به جایی که غلظتشان کمتر است، حرکت می کنند، «انتشار تسهیل شده»
گفته می شود. مثلاً اسیدهای آمینه از این طریق به سلول وارد و یا از آن خارج می شوند (شکل ۵ - ۳).

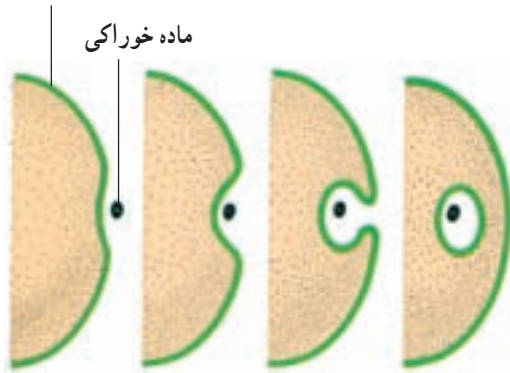


شکل ۵ - ۳ - انتشار تسهیل شده

۴ - انتقال فعال: هنگامی که از بالای تپه ای با دو چرخه به طرف پایین حرکت می کنید، انرژی
مصرف نمی کنید اما گاهی مانند وقتی که بخواهید از یک تپه بالا بروید برای انتقال مواد به مصرف
انرژی نیاز دارید. نقل و انتقال بعضی مواد نیز از طریق غشای سلول با مصرف انرژی همراه است. به
این نوع انتقال که همراه با مصرف انرژی است، «انتقال فعال» گفته می شود. در روشهای قبلی ورود و
خروج مواد از غشا، نیازی به مصرف انرژی نبود ولی در این روش، انرژی مصرف می شود. برای
مثال برخی از پروتئینهای موجود در غشای سلول مانند یک پمپ عمل نموده، با مصرف انرژی،

ماده‌ای را از غشای سلول خارج می‌کنند. مثلاً پمپی در غشای سلولهای ما و جانوران وجود دارد که در هنگام نیاز سلول، با مصرف انرژی به‌طور همزمان سه یون سدیم را به خارج و دو یون پتاسیم را به داخل سلول منتقل می‌کند و «پمپ سدیم - پتاسیم» نامیده می‌شود.

غشای پلاسمایی



شکل ۶-۳ - فرآیند اندوسیتوز

۵- آگزوسیتوز و اندوسیتوز^۱:

مولکولهای کوچک به کمک یکی از روشهای ذکر شده به سلول رفت و آمد می‌کنند اما مولکولهای درشت مثل پروتئینها و یا ذرات و قطرات بزرگتر مواد غذایی به مدد فرآیندی به نام اندوسیتوز به سلول وارد می‌شوند (شکل ۶-۳). در این روش، در ناحیه تماس سلول با ذره غذایی، یک فرورفتگی در غشای سلول بوجود می‌آید،

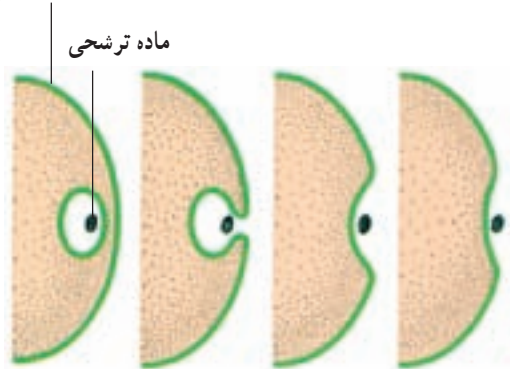
به این ترتیب ذره در درون آن جای می‌گیرد. سپس این فرورفتگی بیشتر می‌شود و دو سر آن به هم می‌چسبند و تبدیل به کیسه کوچکی می‌شود که ذره غذایی درون آن جای دارد. به این نوع اندوسیتوز که در واقع سلول، یک ذره را می‌خورد، «فاگوسیتوز^۲» هم می‌گویند. نوع دیگری از اندوسیتوز که در آن سلول قطره‌ای از یک مایع را به درون خود می‌کشد، «پینوسیتوز^۳» نامیده می‌شود.

عکس اندوسیتوز نیز وجود دارد که طی آن مولکولهای درشت خارج می‌شوند. این فرآیند

«آگزوسیتوز» نامیده می‌شود (شکل ۷-۳).

دو فرآیند آگزوسیتوز و اندوسیتوز نیز با مصرف انرژی همراهند.

غشای پلاسمایی



شکل ۷-۳ - فرآیند آگزوسیتوز

۲-۳- سیتوپلاسم و اندامکها

موادی که درون سلول جای دارند و هسته را احاطه کرده‌اند، مایع سیالی را تشکیل می‌دهند که «سیتوپلاسم^۴» نامیده می‌شود و داربست ظریفی به نام اسکلت سلولی^۵ در تمام

۱- Exocytosis and Endocytosis

۲- Phagocytosis

۳- Pinocytosis

۴- Cytoplasm

۵- Cytoskeleton

آن گسترده شده است. اندامک‌هایی نیز در این محیط دیده می‌شوند که از میان آنها می‌توان به شبکه اندوپلاسمی^۱، دستگاه گلژی^۲، میتوکندری^۳، سانتریول^۴، ریبوزوم^۵ و لیزوزوم^۶ اشاره کرد.

— شبکه اندوپلاسمی: این شبکه، از مجراهایی تشکیل شده‌اند که در سیتوپلاسم پخش شده‌اند و از یک طرف با هسته مرتبطند و از این طریق در نقل و انتقال برخی مواد در درون سیتوپلاسم شرکت می‌کنند. اندامک‌های بسیار کوچکی به نام «ریبوزوم» که در ساخت پروتئینها در سلول شرکت می‌کنند نیز در قسمت‌هایی از این شبکه به آن متصل می‌شوند (شکل ۱-۳). البته بعضی از ریبوزومها هم در سیتوپلاسم پراکنده شده‌اند. شبکه اندوپلاسمی با کمک ریبوزوم در ساخت مولکولهای درشت، مانند پروتئینها و انتقال آنها شرکت می‌کند. جنس دیواره مجاری، شبیه غشای سلول است.

— دستگاه گلژی: از تعدادی کیسه پهن تشکیل شده است که در نزدیکی شبکه اندوپلاسمی قرار دارد (شکل ۱-۳). این دستگاه، در بسته‌بندی پروتئینهای ساخته شده شبکه اندوپلاسمی و ریبوزومها و افزودن مولکولهای قندی به آنها دخالت می‌کند. جنس کیسه‌ها و بسته‌ها شبیه غشای سلول است. گاهی بسته‌های ساخته شده به غشای سلول می‌رسند، در این صورت غشای کیسه‌ها با غشای سلول ادغام شده، مواد به بیرون سلول راه می‌یابند. این فرآیند، یکی از موارد آگزوسیتوز است.

— لیزوزوم: کیسه‌ای است که درون آن از مواد و آنزیمهای هضم کننده انباشته شده است. هنگامی که مواد غذایی اندوسیتوز می‌شوند و درون کیسه‌های کوچکی به داخل سلول راه می‌یابند، لیزوزومها محتویات خود را به درون این کیسه‌ها می‌ریزند. این عمل باعث هضم مواد غذایی می‌شود.

— سانتریول: سانتریولها اندامک‌هایی هستند که با سازماندهی رشته‌هایی به نام «دوک» در تقسیم سلولی شرکت می‌کنند.

— میتوکندری: دستگاه گلژی، لیزوزوم و شبکه اندوپلاسمی، همگی دارای یک غشا هستند اما میتوکندریها دو غشا دارند که غشای درونی آن دارای چین خوردگیهای فراوانی است (شکل ۱-۳). این اندامک، وظیفه تولید انرژی سلول را برعهده دارد. این انرژی در مولکول ATP ذخیره می‌شود و میتوکندری با سوزاندن قندها، اسیدهای آمینه و چربیها، ATP تولید می‌کند. طی فرآیند تولید ATP، اکسیژن مصرف می‌شود، در نتیجه به فرآیند تولید انرژی در میتوکندریها که با مصرف اکسیژن و سوزاندن برخی مواد همراه است، «تنفس سلولی^۷» می‌گویند.

— هسته^۸: هسته دارای پوسته‌ای متشکل از دو غشاست (شکل ۱-۳). همه اطلاعات مورد

۱- Endoplasmic Reticulum

۲- Golgi Apparatus

۳- Mitochondrion

۴- Centriole

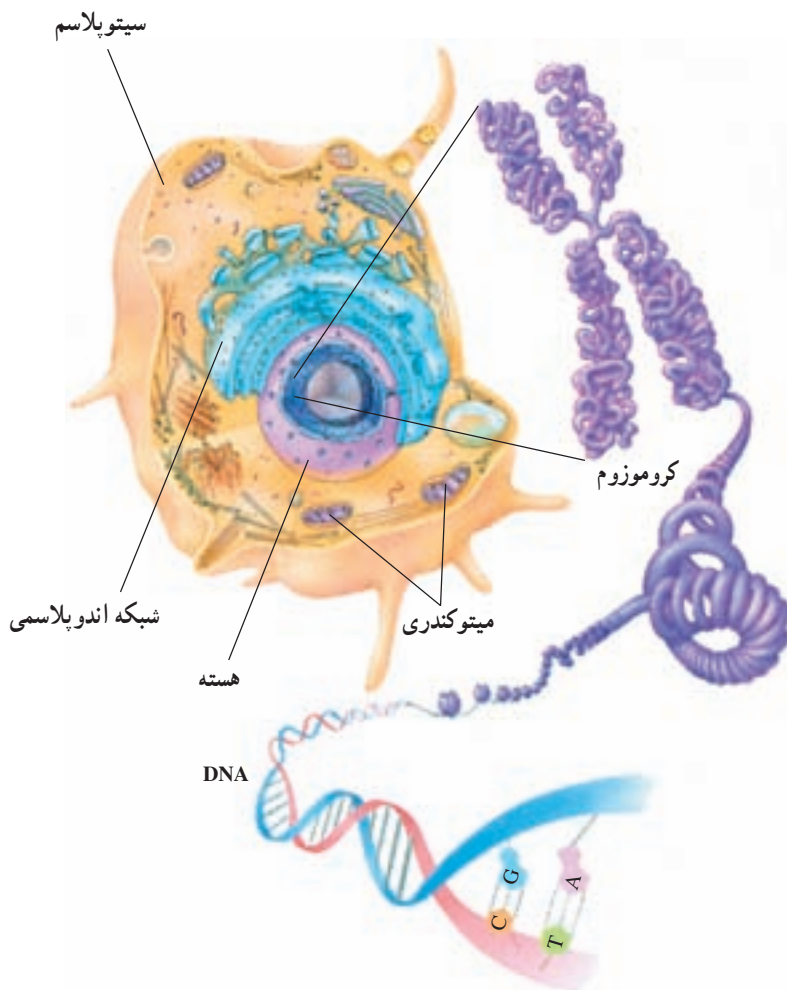
۵- Ribosome

۶- Lysosome

۷- Cell respiration

۸- Nucleus

نیاز برای تقسیم سلول، کنترل فعالیتهای سلول و رشد آن در هسته متمرکز می‌باشد. این اطلاعات در مولکول DNA ذخیره شده است که در هسته جای گرفته است. DNA به همراه تعدادی از مولکولهای پروتئینی، رشته‌های نازک رنگ‌پذیری را می‌سازند که «کروماتین^۱» نام دارند (شکل ۱-۳) و به هنگام تقسیم سلولی به صورت رشته‌های ضخیمی به نام کروموزوم^۲ درمی‌آیند. کروموزومها در واقع شکل متراکم شده DNA و مولکولهای پروتئینی هستند که در هنگام تقسیم سلولی قابل تشخیص می‌باشند. هر کروموزوم از دو نیمه قرینه و مشابه تشکیل شده است (شکل ۸-۳) که آنها را «کروماتید^۳» می‌نامند.



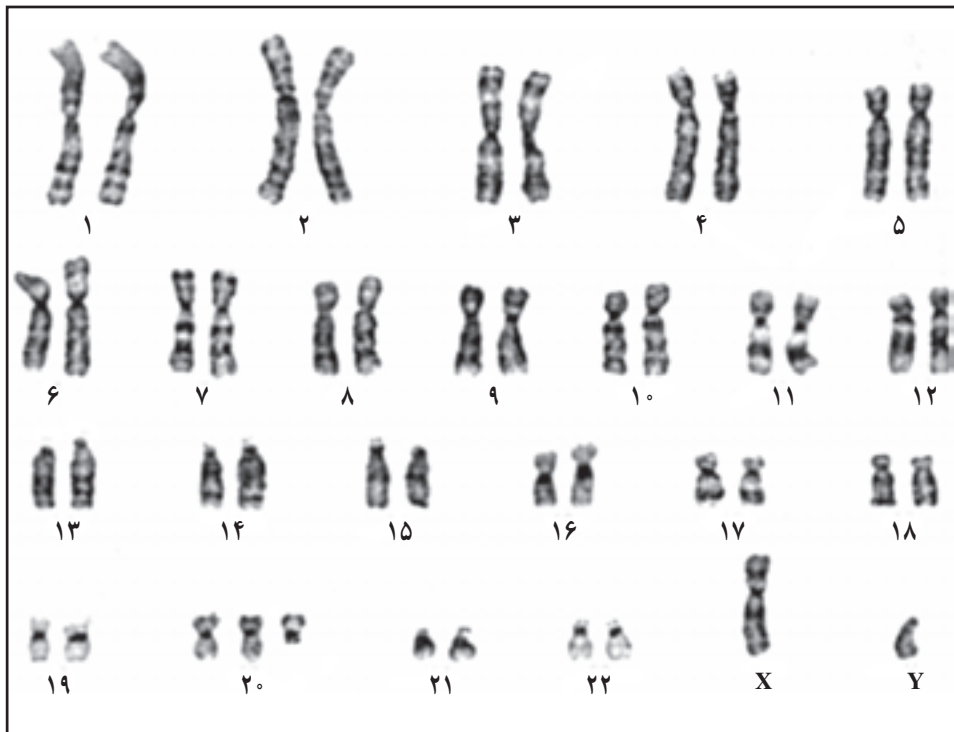
شکل ۸-۳ - سازمان‌یابی اطلاعات ژنتیکی در سلول

۱ - Chromatin

۲ - Chromosome

۳ - Chromatid

تعداد کروموزومهای موجود در تمام سلولهای بدن یک جاندار ثابت است. مثلاً تک تک سلولهای بدن انسان دارای ۴۶ کروموزوم می‌باشند ولی تعداد کروموزومها در جانداران مختلف فرق می‌کند مثلاً تعداد کروموزومها در میمون، برخلاف انسان، ۴۸ عدد است. در هر سلول، کروموزومها دو به دو مشابهند. بنابراین در سلولهای انسانی ۲۳ جفت کروموزوم وجود دارند که کروموزومهای هر جفت مشابهند (شکل ۹-۳). به دو کروموزوم مشابه «همتا» یا «همولوگ^۱» گفته می‌شود.



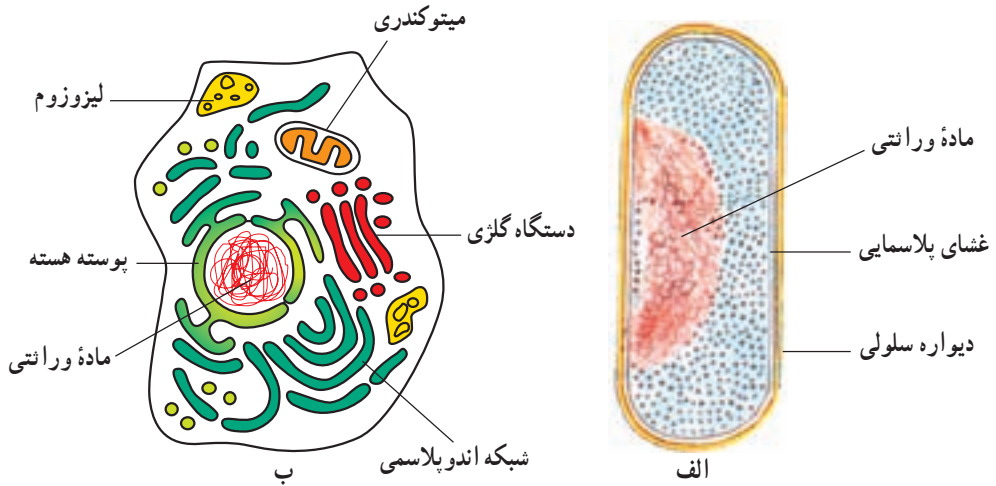
شکل ۹-۳ - کروموزومهای یک سلول انسانی. توجه کنید که در این مورد کروموزومهای شماره ۲۰، سه عدد هستند که نشان‌دهنده وجود یک کروموزوم اضافی و ناهنجاری ژنتیکی در فرد است.

در گروهی از جانداران تک‌سلولی پوسته‌هسته وجود ندارد و ماده وراثتی (کروموزوم) درون سیتوپلاسم قرار دارد. این موجودات «پروکاریوت^۲» نامیده می‌شوند. باکتریها گروهی از پروکاریوتها هستند. در مقابل موجوداتی را که ماده ژنتیکی آنها در درون پوسته‌هسته جای گرفته است «یوکاریوت^۳» می‌نامند که شامل جانوران، گیاهان و تعداد زیادی از جانداران تک‌سلولی می‌باشند (شکل ۱۰-۳).

۱- Homologous

۲- Prokaryotes

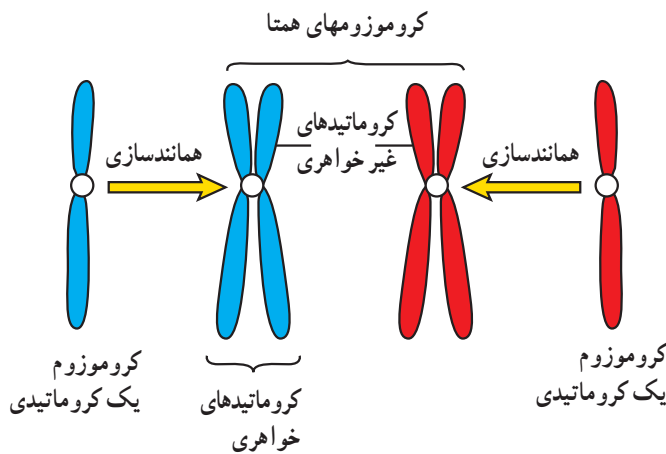
۳- Eukaryotes



شکل ۱۰ - ۳ سلولهای پروکاریوت (الف)، و یوکاریوت (ب)

۳-۲- تقسیم سلولی

تا به حال به این موضوع فکر کرده‌اید که چگونه از یک نهال کوچک، درختی بزرگ بوجود می‌آید و یا چگونه قد شما بلند می‌شود؟ در پاسخ به این سؤال می‌توان گفت که واحدهای تشکیل دهندهٔ پیکر موجودات زنده که همان سلولها هستند، زیاد شده‌اند و یا به عبارت دیگر تقسیم شده‌اند. چگونگی انجام تقسیم سلولی به این ترتیب است که کمی قبل از آغاز تقسیم سلولی محتوای DNA موجود در هسته دو برابر می‌شود. چگونگی انجام این عمل را در مباحث پیشین خوانده‌اید سپس رشته‌های



شکل ۱۱ - ۳ کروماتیدها و کروموزومهای همولوگ

دراز کروماتین بتدریج ضخیم و کوتاه شده، رشته‌هایی به نام «کروموزوم» را می‌سازند. در این حالت کروموزومها دارای دو نیمهٔ قرینه و مشابه (کروماتیدها) هستند که نتیجه دو برابر شدن محتوای DNA قبل از شروع تقسیم سلولی می‌باشند (شکل ۱۱-۳).

پوستهٔ دور هسته نیز بتدریج

از بین می‌رود و کروموزومها در یک صف در مرکز سلول قرار می‌گیرند در این حالت کروموزومها به رشته‌هایی که به کمک سانتیبولها سازماندهی شده‌اند و «دوک میتوزی»^۱ نامیده می‌شوند، متصل می‌گردند. به دنبال آن، دو نیمه هر کروموزوم از هم جدا می‌شوند و هر نیمه به یک سوی سلول می‌رود این عمل با کوتاه شدن تدریجی رشته‌های دوک میتوزی انجام می‌شود. در نهایت، در دو سوی سلول محتوای وراثتی مساوی وجود دارد. در انتها نیز دور کروموزومهای هر طرف سلول پوسته هسته جدیدی ایجاد می‌شود. در همین حال، سیتوپلاسم نیز به دو نیمه تقسیم می‌گردد. یعنی غشای سلول اندک اندک فرورفتگی پیدا می‌کند و یک سلول به دو سلول تبدیل می‌شود. به این نوع تقسیم سلولی که طی آن یک سلول به دو سلول تقسیم می‌شود و هریک دارای مقدار ماده وراثتی مساوی سلول اولیه در هسته خود هستند و به همین دلیل کلیه خصوصیات سلول اولیه را نیز دارند، تقسیم میتوز^۲ می‌گویند (شکل ۱۲-۳). این نوع تقسیم سلولی عامل اصلی رشد نهال و یا قد شماست و در ترمیم زخمها و جایگزینی سلولهای آسیب دیده نیز دخالت دارد.

در مباحث پیشین، در مورد ادغام سلولهای جنسی و تشکیل سلول تخم و سپس رشد و نمو آن مطالبی خواندیم. به نظر شما، آیا اگر دو سلول معمولی ادغام شوند محتوای وراثتی آنها دو برابر مقدار سلول طبیعی نخواهد شد؟ در این صورت چگونه ممکن است همه افراد یک گونه، تعداد ثابتی از کروموزومها را داشته باشند؟ نوع دیگری از تقسیم سلولی وجود دارد که آن را «میوز»^۳ می‌نامند (شکل ۱۲-۴). این نوع تقسیم در بدن انسان تنها در اندامهای جنسی انجام می‌شود که نتیجه آن تولید اسپرم و تخمک می‌باشد. در جانداران دیگر نیز از همین طریق سلولهای جنسی ایجاد می‌شوند. در میوز نیز، ابتدا محتوای DNA دو برابر می‌شود و سپس کروموزومها به صورت دو نیمه قرینه پدیدار می‌گردند و پوسته هسته از بین می‌رود. اما ابتدا کروموزومهای همتا دو به دو روبروی هم در یک صف در مرکز سلول قرار می‌گیرند در این حالت امکان دارد قطعات کروموزومی بین دو نیمه قرینه کروموزومهای همتا مبادله شوند که به این فرآیند «کراسینگ اور»^۴ می‌گویند. به دنبال آن، کروموزومهای همتا از یکدیگر جدا شده، هر کدام به یک سمت سلول می‌روند. اما برخلاف روش میتوز، این مرحله، پایان تقسیم نیست زیرا بلافاصله تقسیم دیگری در هر سمت انجام می‌پذیرد. این تقسیم شبیه میتوز است یعنی کروموزومها در یک صف قرار می‌گیرند و دو نیمه مشابه هر کروموزوم جدا شده، هریک به سمتی می‌روند و در نهایت ایجاد پوسته هسته و تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌پذیرد. به این ترتیب با دو

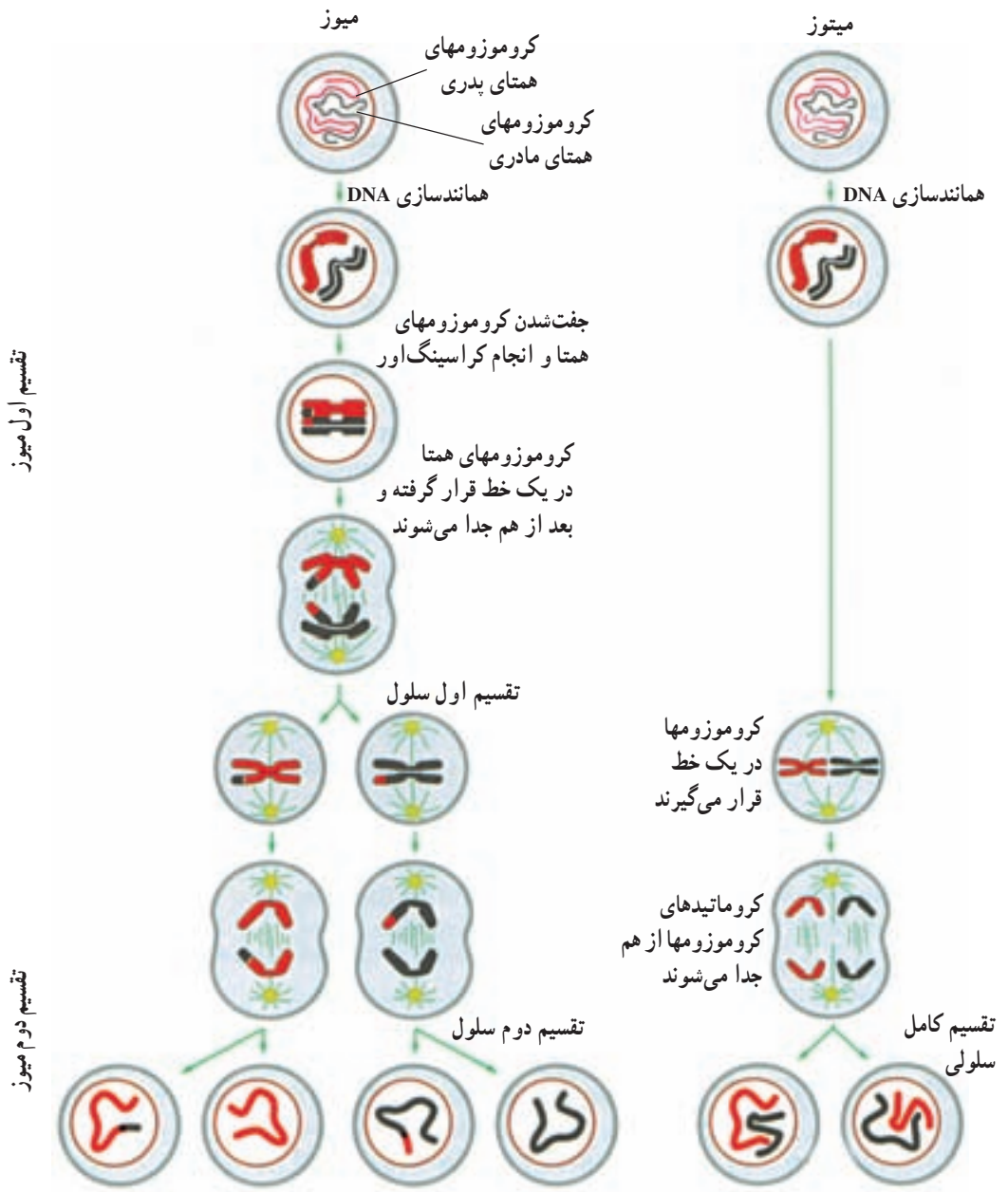
۱- mitotic Spindle

۲- mitosis (mito) در لغت به معنی «نخ» است و اشاره به ساختار نخ مانند کروموزومها دارد و sis یعنی «فرآیند»

۳- meiosis

(meio) در لغت به معنی «کاهش» است و اشاره به کاهش ماده ژنتیکی دارد.

۴- Crossing over



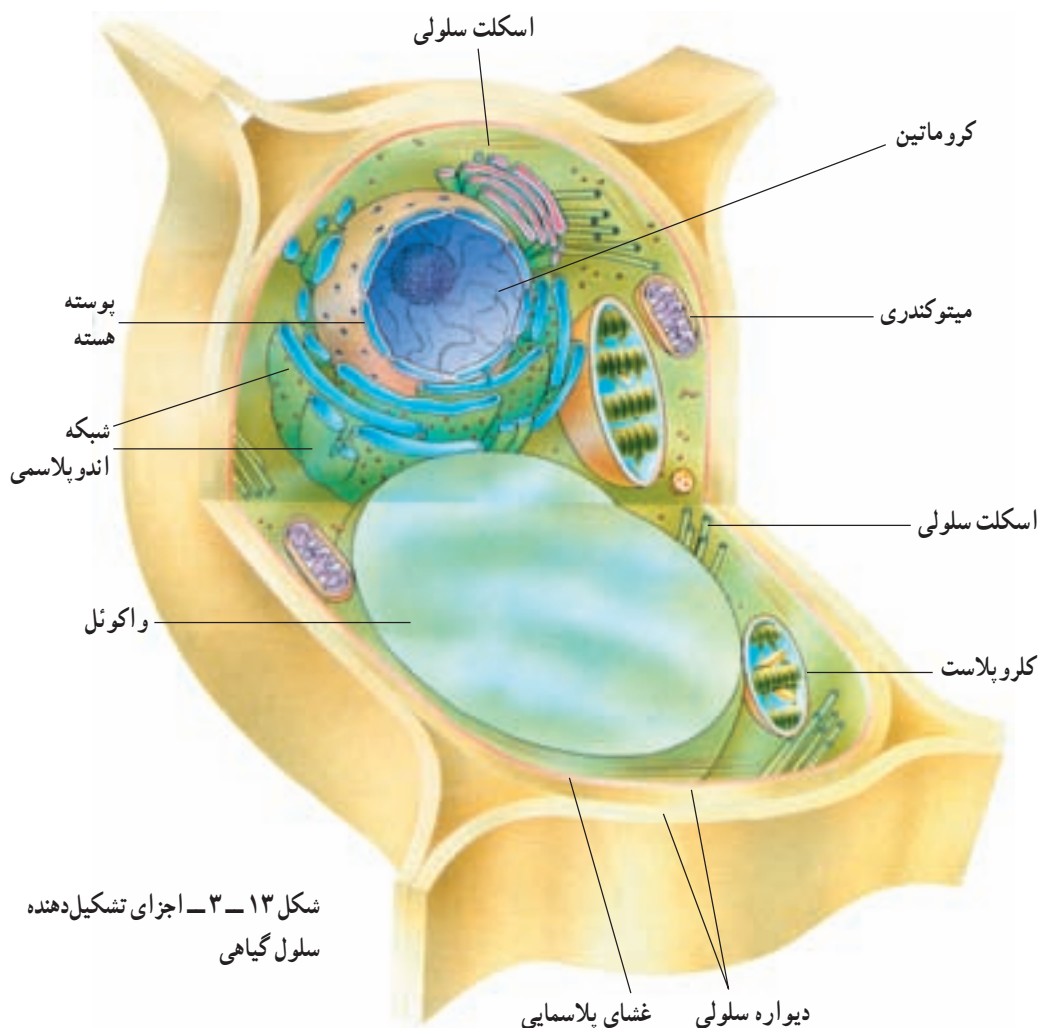
شکل ۱۲ - ۳ - تقسیمهای سلولی میتوز و میوز

تقسیم پیاپی چهار سلول حاصل می شود که مقدار ماده وراثتی در آنها نصف مقدار ماده وراثتی در سلول اولیه است. پس در انسان که سلولهای معمولی بدن او ۴۶ کروموزوم دارند، سلولهای جنسی اسپرم و تخمک ۲۳ کروموزوم دارند. اگر در هنگام تقسیم میوز انتقال کروموزومهای همتا و یا نیمه های مشابه هر کروموزوم اشتباه صورت پذیرد ممکن است در انتها بعضی از سلولهای حاصل،

یک کروموزوم بیشتر و بعضی دیگر، یک کروموزوم کمتر از حد معمول داشته باشند. این اشتباه در انتقال اطلاعات ژنتیکی نیز نوعی جهش است که در آن تعداد کروموزومها تغییر می‌کند.

۴-۳ سلول گیاهی

سلولهای گیاهی با سلولهای انسانی و جانوری تفاوتهایی دارند. برای مثال، این سلولها علاوه بر غشای سلولی دارای دیواره‌ای در خارج به نام «دیواره سلولی» هستند که فیبری یا چوبی بودن گیاهان مربوط به آن است (شکل ۱۳-۳). سلولهای گیاهی اندامکهایی دارند که سلولهای جانوری



فاقد آنها می‌باشند. مهمترین این اندامکها، پلاستها^۱ هستند. مواد مختلفی مثل نشاسته و مواد رنگی در پلاستها جای دارند. یکی از رنگدانه‌های گیاهی به نام کلروفیل که مسؤول رنگ سبز گیاهان است نیز در پلاستهایی که کلروپلاست^۲ نامیده می‌شوند قرار دارد. کلروپلاست مرکز انجام عمل فتوسنتز است که طی آن با دخالت کلروفیل و استفاده از انرژی نور خورشید، از آب و دی‌اکسیدکربن قند ساخته می‌شود. این فرآیند، پایه و اساس تولید مواد آلی در طبیعت است. چون مواد دیگر مورد نیاز نیز از تبدیل و تغییر قندها و مواد غیرآلی به دست می‌آیند.

دربارهٔ این پرسشها بحث کنید

- ۱- قسمت‌های مختلف سلول را نام برده، طرح ساده‌ای از آن رسم کنید.
- ۲- تقسیم‌های میتوز و میوز چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟
- ۳- راه‌های عبور و مرور مواد از غشا را نام برده، هریک را به‌طور خلاصه شرح دهید.
- ۴- کروموزوم چیست؟
- ۵- تا به حال چه مطالبی در مورد جهش خوانده‌اید؟

وراثت

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند:

- ۱- مفهوم قوانین اول و دوم مندل را شرح دهد.
- ۲- مفاهیم ژن، ژنوتیپ، فنوتیپ، صفات غالب، مغلوب و هم غالب، هوموزیگوت و هتروزیگوت و آللهای چندگانه را به اختصار تعریف کند.
- ۳- نحوه تعیین جنسیت در انسان را شرح دهد.
- ۴- نحوه رونویسی RNA از روی DNA و برگرداندن رمزها به صورت مولکولهای پروتئینی را شرح دهد.
- ۵- ارتباط خصوصیات به ارث رسیده و مواد ژنتیکی منتقل شده بین نسلها را بیان نماید.
- ۶- مفهوم جهش و برخی از موارد آنرا توضیح دهد.

همیشه از یک موجود زنده، موجودی همانند او متولد می‌شود. بچه‌های متولدشده دارای شباهتها و تفاوت‌های زیادی با یکدیگر و والدین خود هستند.

یونانیان باستان می‌دانستند که والدین چشم‌آبی فرزندان چشم‌آبی دارند، به عبارتی چشم‌آبی که یک صفت است از والدین به فرزندان به ارث می‌رسد. علمی که به مطالعه در نحوه انتقال صفات از والدین به فرزندان می‌پردازد، «علم وراثت» نامیده می‌شود. وراثت درباره همه صفاتی بحث می‌کند که به صورت آشکار یا نهفته در یک فرد وجود دارند و او آنها را از والدین خود دریافت کرده است. این صفات، می‌توانند خصوصیات فیزیکی مانند رنگ چشم، و یا مربوط به عملکرد اجزای بدن مانند گروه خونی باشند. چنین صفاتی، به واسطه مولکول DNA (داکسی ریبونوکلیئیک اسید) که درون هسته هر سلول قرار دارد از والدین به فرزندان و یا از نسلی به نسل دیگر به ارث می‌رسد. اگرچه این مولکول در قرن اخیر کشف شده است ولی نحوه انتقال صفات از نسلی به نسل دیگر سالها پیش توسط فردی به نام

مندل کشف گردیده بود. در این فصل نحوه انتقال صفات و چگونگی کشف حقایق آن بررسی می‌شود.

۴-۱- آزمایشها و قوانین مندل

مندل، کشیش اتریشی، با انجام آزمایشهایی که به دقت طرح‌ریزی شده بود، با استفاده از گیاه نخود الگوهای اساسی وراثت را کشف کرد. این گیاه از چند جهت برای تجربیات ژنتیکی ساده، نمونه‌ای مناسب است. به‌عنوان نمونه هر بوته نخود در برخی خصوصیات که به آسانی قابل شناسایی هستند، با سایر بوته‌ها تفاوت‌های آشکاری دارد، مثلاً، دانه‌های رسیده نخود می‌توانند از نظر شکل گرد (صاف) یا چروکیده (ناصاف) و از نظر رنگ، زرد و یا سبز باشند (شکل ۴-۱). به هر کدام از این



شکل ۴-۱- وجود صفات متقابل مختلف (گردی در مقابل چروکیدگی و زردی در مقابل سبزی دانه) در گیاه نخود دقت کنید در هر گیاه تنها یک نوع دانه یافت می‌شود و این شکل نمایشی است.

خصوصیات یعنی رنگ دانه نخود و یا شکل آن، یک صفت می‌گویند. مندل در جستجویش برای یافتن راه انتقال صفات متقابل (یعنی گردی دانه در مقابل چروکیدگی آن و یا زردی دانه در مقابل سبزی آن) از والدین به فرزندان چندین زوج صفت آشکار (مانند صافی، چروکیدگی) را انتخاب کرد. سپس مندل گیاهانی را که از نظر صفات متقابل خالص بودند باهم آمیزش داد و بدقت توزیع این صفات را در زاده‌ها یا فرزندان آنها یادداشت کرد. به‌عنوان مثال وی گیاهان نخودی را که در چند نسل پی‌درپی تنها دانه صاف تولید می‌کردند و از نظر صفت شکل دانه صاف، خالص بودند با گیاهان نخودی که از نظر شکل دانه چروکیده، خالص بودند، آمیزش داد. زمانی که وی پوسته حاوی دانه گیاهان تجربی‌اش را باز کرد، دریافت که تمام دانه‌های این آمیزش گرد (صاف) هستند. به نظر می‌رسید که صفت دیگر (چروکیدگی) در نسل اول زاده‌های این آمیزش ناپدید شده است. سپس مندل دانه‌های صاف حاصل از آمیزش فوق را کاشت و اجازه داد تا گیاهان حاصل، چنانکه معمول است، خود را لقاح دهند. از بررسی دانه‌های گیاهان نسل دوم، دریافت که $\frac{1}{4}$ یا بیست و پنج درصد کل دانه‌ها در نسل دوم چروکیده و $\frac{3}{4}$ یا هفتاد و پنج درصد باقیمانده صاف هستند. مندل این الگو را در مورد

صفات متقابل دیگر مورد بررسی اش مانند رنگ زرد دانه در مقابل رنگ سبز هم مشاهده کرد. از این رو مندل، عضوی از زوج صفت متقابل (گردی دانه) را که در تمام زاده‌های نسل اول و حدود $\frac{3}{4}$ زاده‌های نسل دوم دیده می‌شد «صفت غالب» یا «بارز» خواند و صفتی (چروکیدگی دانه) را که در نسل اول ناپدید و تنها در $\frac{1}{4}$ افراد نسل دوم ظاهر می‌شد، «صفت مغلوب» یا «نهفته» نامید. مندل برای توصیف الگوهای مشاهده‌شده چنین فرض کرد که صفات موروثی به کمک عوامل وراثتی مستقلی از والدین به فرزندان منتقل می‌شوند (قانون اول مندل). امروزه به عوامل وراثتی مندل «ژن» می‌گویند که با تعریف دقیق‌تر آن در همین فصل آشنا خواهید شد.

بنابراین مندل با فرض فوق توانست نتایج حاصل از آمیزش یک صفت را درست پیش‌بینی کند. به همین ترتیب وی توانست نتایج حاصل از آمیزش گیاهان با دو زوج صفت متقابل را نیز پیش‌بینی کند. مثلاً او گیاهانی با دانه‌های صاف و زرد (هر دو صفت غالب) را با آنهایی که نخودهای چروکیده و سبز (هر دو صفت مغلوب) تولید می‌کردند، آمیزش داد و مطابق پیش‌بینی وی، همه اعضای نسل اول گیاهانی با دانه صاف و زرد بودند. سپس گیاهان نسل اول را که در واقع دورگه بودند برای خودباروری رها کرد و با توجه به نتایج قبلی، نتایج این خودباروری را پیش‌بینی کرد. نتایج پیش‌بینی شده با نتایج به دست آمده مطابقت داشت و در نسل دوم چهار نوع دانه زرد و صاف، چروکیده و زرد، صاف و سبز، چروکیده و سبز با نسبت $\frac{1}{16}$ ، $\frac{3}{16}$ ، $\frac{3}{16}$ و $\frac{9}{16}$ بوجود آمد. بدین ترتیب مندل یکی دیگر از اساسی‌ترین الگوهای وراثتی را کشف کرد که امروزه تحت عنوان قانون دوم مندل شناخته می‌شود.

قانون اول مندل

درواقع مندل دریافت که با فرض اینکه دودمانهای خالص گیاهان، یک عامل غالب و یا مغلوب را به زاده‌های نسل اول خویش انتقال می‌دهند و بنابراین اعضای نسل اول دورگه هستند، می‌تواند نتایج آزمایشهای خود را پیش‌گویی کند. پس مندل فرض کرد که هر یک از اعضای نسل اول، هر دو عامل غالب و نهفته را دارند. مندل عامل صفت غالب (صافی دانه) را با A و عامل صفت مغلوب (چروکیدگی دانه) را با a نشان داد. هرگاه هر دو والد، عامل A را به فرزندان خویش انتقال دهند، ترکیب فرزندان AA می‌شود و تنها دانه‌های گرد دیده می‌شوند. در گیاهانی با ترکیب aa که از هر والد عامل a را دریافت کرده‌اند، تنها دانه‌های چروکیده تولید می‌شود. اگر گیاه خالص دارای صفت دانه صاف (AA) با گیاه دانه چروکیده (aa) لقاح شود، فرزندان دورگه

Aa تولید می‌شود که همگی دانه صاف می‌باشند. حال اگر گیاهان دورگه نسل اول تولید شده (Aa) خودلقاحی انجام دهند می‌توانند عامل A یا a را از طریق سلولهای جنسی نر یا ماده به فرزندان خود منتقل کنند و در واقع این انتقال با نسبتهای یک به یک انجام می‌شود. بنابراین قانون اول مندل می‌گوید که هر موجود زنده برای هر صفت دارای دو عامل است که هر عامل را از یک والد به دست می‌آورد. به طوری که در هنگام تشکیل سلول جنسی نر یا ماده یک عامل به هر کدام از آنها وارد شده است و به هنگام لقاح سلول جنسی نر و ماده، این دو عامل در کنار هم قرار می‌گیرند.

یک راه ساده برای پیش‌گویی آنچه که در یک آمیزش رخ می‌دهد، ترسیم جدولی است که ما را در جریان تمام ترکیبات ممکن این عوامل قرار می‌دهد. در بخش افقی بالای جدول، عواملی فهرست می‌شوند که یکی از والدین از طریق سلول جنسی در فرزندان خود به اشتراک می‌گذارد و در بخش عمودی نیز عواملی که از والد دیگر از طریق سلول جنسی به فرزندان منتقل می‌شوند، فهرست می‌گردند. در مثال ما، همان‌طور که

گفتیم هر دو والد از نظر شکل دانه دورگه هستند و از این رو هر دو می‌توانند A یا a را به احتمال $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{2}$ یا ۵۰٪ و ۵۰٪ از طریق سلولهای جنسی (اسپرم و تخمک) به فرزندان منتقل کنند. این ترسیم در نمودار مقابل نشان داده شده است:

والد مادری

	$\frac{1}{2}A$	$\frac{1}{2}a$
$\frac{1}{2}A$		
$\frac{1}{2}a$		

با تکمیل این نمودار با استفاده از حاصلضرب احتمال هر حرف به شکل جدول زیر، می‌توان ترکیبات ممکن را در خانه‌های آن نوشت: (حروف بزرگ همیشه اول نوشته می‌شوند).

	$\frac{1}{2}A$	$\frac{1}{2}a$
$\frac{1}{2}A$	$\frac{1}{4}AA$ دانه صاف	$\frac{1}{4}Aa$ دانه صاف
$\frac{1}{2}a$	$\frac{1}{4}Aa$ دانه صاف	$\frac{1}{4}aa$ دانه چروکیده

بدین ترتیب ترکیبهای مورد انتظار ما باید AA، Aa و aa باشند. توجه کنید که در جدول دو بار تکرار شده است؛ یعنی حدود نیمی از هر چهار فرزند یا حدود

پنجاه درصد فرزندان Aa خواهند بود ($\frac{1}{4}Aa + \frac{1}{4}Aa = \frac{1}{2}Aa$) به همین ترتیب $\frac{1}{4}$ یا بیست و پنج درصد آنها AA و $\frac{1}{4}$ یا بیست و پنج درصد باقیمانده aa هستند. بدین ترتیب، اگر حرف A نشانگر صفت غالب صافی دانه و حرف a نمایانگر صفت مغلوب چروکیدگی دانه باشد، به احتمال $\frac{1}{4}$ یا ۲۵٪، دانه‌ها چروکیده می‌شوند و به احتمال $\frac{3}{4}$ یا ۷۵٪، دانه‌ها صاف با ترکیبهای $\frac{1}{4}AA$ و $\frac{1}{2}Aa$ که $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ خواهند بود. این نسبتها همانهایی هستند که مندل، در نسل دوم مشاهده کرد.

قانون دوم مندل

در کادر قبل خواندیم که یک دانه دورگه صاف، دارای دو عامل A و a برای شکل خود می‌باشد که به هنگام تشکیل سلول جنسی به احتمال $\frac{1}{2}A$ و به احتمال $\frac{1}{2}a$ ایجاد می‌شود. از طرفی اگر همین دانه دورگه زرد باشد دارای دو عامل B و b برای رنگ خود است که عوامل مربوط به این صفت نیز به هنگام تشکیل سلول جنسی به احتمال $\frac{1}{2}B$ و به احتمال $\frac{1}{2}b$ از هم جدا می‌شوند.

بنابراین یک دانه دورگه صاف زرد رنگ به صورت AaBb نشان داده می‌شود. و عوامل مربوط به صفات شکل و رنگ دانه به هنگام تشکیل سلول جنسی به صورت AB یا $\frac{1}{4}AB$ یا Ab یا $\frac{1}{4}Ab$ یا ab یا $\frac{1}{4}ab$ جدا می‌شوند. سلولهای جنسی با ترکیبها و احتمال $\frac{1}{4}$ به صورت ذیل ایجاد می‌گردند:

$$\left(\frac{1}{2}A : \frac{1}{2}a\right) \times \left(\frac{1}{2}B : \frac{1}{2}b\right) = \frac{1}{4}AB : \frac{1}{4}Ab : \frac{1}{4}aB : \frac{1}{4}ab$$

بدین ترتیب قانون دوم مندل، بیان می‌دارد که اعضای یک جفت عامل مربوط به یک صفت (مثلاً A و a مربوط به شکل دانه) از اعضای یک جفت عامل مربوط به صفت دیگر (مثلاً B و b مربوط به رنگ دانه) به طور مستقل از هم جدا می‌شوند. حال اگر به همان روش قبل، جدولی رسم شود که در سطوح افقی و عمودی آن سلولهای جنسی پدری و مادری فهرست گردند و سپس حروف و احتمالات مربوط به آنها را در جدول مربوط در هم ضرب کنیم و این نکته را در نظر داشته باشیم

که A و B به ترتیب بر a و b غالب هستند، نتیجه به صورت زیر خواهد بود :

ترکیب سلولهای جنسی مادر

	$\frac{1}{4} AB$	$\frac{1}{4} Ab$	$\frac{1}{4} aB$	$\frac{1}{4} ab$
$\frac{1}{4} AB$	$\frac{1}{16} AABB$ دانه صاف و زرد	$\frac{1}{16} AABb$ دانه صاف و زرد	$\frac{1}{16} AaBB$ دانه صاف و زرد	$\frac{1}{16} AaBb$ دانه صاف و زرد
$\frac{1}{4} Ab$	$\frac{1}{16} AABb$ دانه صاف و زرد	$\frac{1}{16} AAbb$ دانه صاف و سبز	$\frac{1}{16} AaBb$ دانه صاف و زرد	$\frac{1}{16} Aabb$ دانه صاف و سبز
$\frac{1}{4} aB$	$\frac{1}{16} AaBB$ دانه صاف و زرد	$\frac{1}{16} AaBb$ دانه صاف و زرد	$\frac{1}{16} aaBB$ دانه چروکیده و زرد	$\frac{1}{16} aaBb$ دانه چروکیده و زرد
$\frac{1}{4} ab$	$\frac{1}{16} AaBb$ دانه صاف و زرد	$\frac{1}{16} Aabb$ دانه صاف و سبز	$\frac{1}{16} aaBb$ دانه چروکیده و زرد	$\frac{1}{16} aabb$ دانه چروکیده و سبز

به این ترتیب اگر مجموع احتمالات چهار نوع دانه ذیل را جمع کنیم خواهیم

داشت :

$$\begin{aligned}
 1) \text{ دانه زرد و صاف} &= \frac{1}{16} AABB + \frac{1}{16} AABb + \frac{1}{16} AaBB + \frac{1}{16} AaBb + \\
 &\frac{1}{16} AABb + \frac{1}{16} AaBb + \frac{1}{16} AaBB + \frac{1}{16} AaBb + \\
 &\frac{1}{16} AaBb = \frac{9}{16}
 \end{aligned}$$

$$2) \text{ دانه چروکیده و زرد} = \frac{1}{16} aaBB + \frac{1}{16} aaBb + \frac{1}{16} aaBb = \frac{3}{16}$$

$$3) \text{ دانه صاف و سبز} = \frac{1}{16} Aabb + \frac{1}{16} AAbb + \frac{1}{16} Aabb = \frac{3}{16}$$

$$4) \text{ دانه چروکیده و سبز} = \frac{1}{16} aabb$$

از مثالهای دیگری که درباره قانون دوم مندل مطرح است می توان به رنگ مو و

طول آن در خوکیه هندی اشاره کرد.

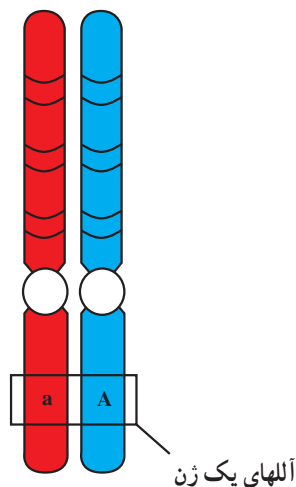
در خوکیه هندی، رنگ مو می تواند سیاه یا سفید باشد که سیاه (B) بر سفید

غالب (b) است. و طول مو می‌تواند کوتاه (L) یا بلند (l) باشد که صفت موی کوتاه بر بلند غالب است. بنابراین خوکیه هندی با موی سفید و بلند به صورت bbll و یا موی سیاه و کوتاه، می‌تواند BbLl باشد.

همچنین در مگس سرکه (که مگس میوه هم نامیده می‌شود) رنگ بدن و طول بال دو صفت مستقل از هم هستند. رنگ بدن این حشره ممکن است سیاه (g) و یا خاکستری (G) باشد که عامل رنگ خاکستری بر عامل رنگ سیاه غالب است. طول بال او نیز می‌تواند بلند (L) و یا کوتاه (l) باشد که عامل بال بلند بر عامل بال کوتاه غالب است. بنابراین، فرد LIGg، مگس سرکه‌ای با بال بلند و رنگ بدن خاکستری خواهد بود که اگر این مگس با مگس دیگری که به صورت LIGg است، جفت‌گیری کند همانند مثال اول (شکل و رنگ دانه نخود) به احتمال $\frac{9}{16}$ فرزندان بال بلند با بدن خاکستری، $\frac{3}{16}$ فرزندان بال بلند با بدن سیاه، $\frac{3}{16}$ فرزندان بال کوتاه با بدن خاکستری و $\frac{1}{16}$ فرزندان بال کوتاه با بدن سیاه خواهند داشت.

۴-۲- اصطلاحات متداول در علم وراثت

کروموزومهای همتا

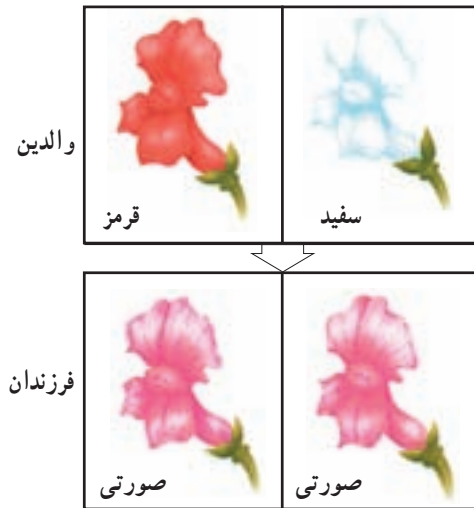


شکل ۴-۲- نمایش آللهای مربوط به شکل دانه نخود

عوامل وراثتی مندلی یا واحدهای وراثتی را امروزه با نام «ژن» می‌شناسند که بعداً در مورد آن مطالب بیشتری خواهید خواند. شکلهای مختلف یک ژن مربوط به یک صفت را «آللهای آن ژن» می‌گویند. مثلاً صفت شکل دانه نخود به دو صورت دیده می‌شد: یکی صاف و دیگری چروکیده که هر حالت توسط یک شکل خاص ژن مربوط به شکل دانه نخود کنترل می‌شود که آللهای مربوط به ژن شکل دانه هستند و به صورت غالب (A) یا مغلوب (a) عمل می‌کنند (شکل ۴-۲). اگر فردی دارای آللهای یکسان (مثلاً AA یا aa) برای یک ژن بخصوص باشد، به آن فرد «هوموزیگوت» می‌گویند. مانند گیاهان خالص دانه چروک و یا گیاهان خالص دانه صاف. چنانچه آللهای یک ژن در یک فرد متفاوت باشد (مانند

گیاه نخود دانه صاف ناخالص که به صورت Aa نشان داده می‌شود) «هتروزیگوت» نامیده می‌شود. به یاد داشته باشید که از ظاهر افراد هتروزیگوت (مثلاً Aa) و هوموزیگوت (مثلاً AA) نمی‌توان آنها را از هم تشخیص داد. مثلاً نمی‌توان مشخص کرد که یک دانه صاف نخود هتروزیگوت Aa و یا هوموزیگوت AA است. لیکن از آمیزش آنها با گیاهان شناخته شده هوموزیگوت (aa) می‌توان آنها را از هم جدا کرد. به عنوان مثال هرگاه در فرزندان، والدینی که دانه صاف دارد (و ممکن است Aa یا AA باشد) و والد هوموزیگوت (aa)، دانه‌های چروکیده (aa) نیز دیده شود می‌توان نتیجه گرفت که والد مورد نظر هتروزیگوت (Aa) بوده است. اما اگر فقط دانه‌های صاف بوجود آمدند، زاده‌ها ترکیب Aa یا AA خواهند داشت و والدی که با هوموزیگوت مشخص آمیزش داده شده است به احتمال زیاد AA خواهد بود. این نوع آزمایش را «آزمون آمیزش^۲» می‌گویند.

برای تشخیص افراد مشابهی که ساختار ژنتیکی متفاوتی دارند، ژنتیک دانها واژه‌های «فنوتیپ» و «ژنوتیپ^۳» را به کار می‌برند. «فنوتیپ^۴» توصیفی است از صفتی که در یک فرد دیده می‌شود و ژنوتیپ ساختمان ژنتیکی مربوط به آن صفت را در فرد بیان می‌دارد. در مثال ما دانه‌هایی با فنوتیپ گرد می‌توانند دارای ژنوتیپ Aa یا AA باشند.



شکل ۳-۴- آللهای هم غالب صفت رنگ گل در گیاه گل میمونی

لازم است بدانیم که بعضی آللهای، رابطه غالب و مغلوب ندارند. یک مثال در این زمینه، رنگ گل میمونی یا لاله عباسی است. اگر یک گل میمونی قرمز با یک گل میمونی سفید آمیزش داده شود، زاده‌های حاصل صورتی خواهند بود (شکل ۳-۴). به عبارتی رابطه غالب و مغلوبی چنانکه قبلاً درباره شکل و یا رنگ دانه‌های نخود مطرح شد، در اینجا دیده نمی‌شود و در نسل اول هیچ‌یک از صفات نهفته باقی نمی‌مانند. این صفات را هم قدرت، هم غالب یا هم بارز^۵ می‌نامند.

۳-۴- آللهای چندگانه

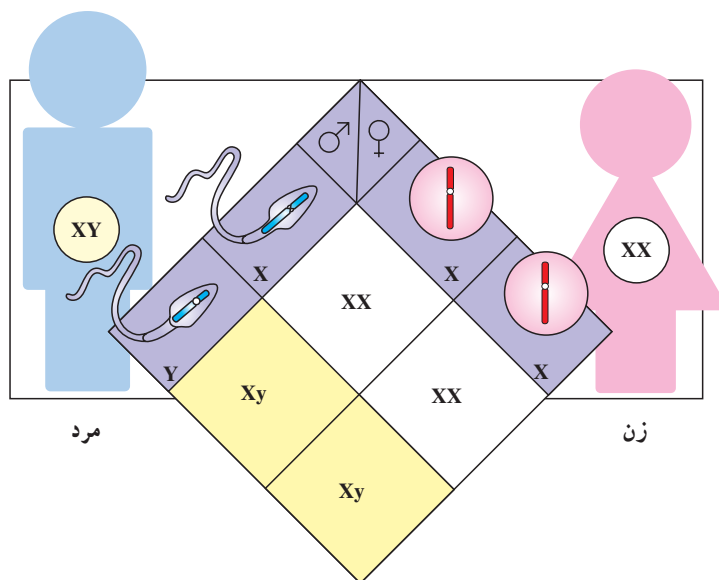
تاکنون از صفاتی بحث شد که ژنهای تعیین کننده آنها تنها دارای دو آلل بودند؛ مثلاً آلل A

۱- Heterozygotes ۲- Test cross ۳- Genotype ۴- Phenotype ۵- Codominant

برای گردی دانه و آلل a برای چروکیدگی دانه. با این حال صفاتی وجود دارند که ژنهای آنها به صورت چند آلل دیده می‌شوند و در وراثت خصوصیات مهم، از جمله تعیین گروههای خونی آدمی مؤثرند. در تعیین گروه خونی O ، B و A افراد سه آلل دخالت دارند و هر فرد دو آلل از این سه آلل را داراست. آللهای A و B نسبت به آلل O غالب‌اند. اما نسبت به یکدیگر هم غالب هستند، مثلاً فردی که دارای آلل A و B است، گروه خونی او AB است و اگر دارای آلل A و O باشد، گروه خونی او A است. به نظر شما فردی که دارای آللهای B و O می‌باشد چه گروه خونی دارد؟ برای این که فردی فنوتیپ گروه خونی O را داشته باشد باید دارای چه ژنوتیپی باشد؟

۴-۴- تعیین جنسیت

تعیین جنسیت یا ایجاد بنیان جنس نر و ماده در دنیای جانوری به کمک مکانیسمهای مختلفی انجام می‌شود. مثلاً در پستانداران و از جمله انسان، دو کروموزوم به نام «کروموزومهای جنسی» وجود دارد که آنها را به صورت X و Y نشان می‌دهند. جنسیت ژنتیکی پستانداران با کروموزومهای X و Y مشخص می‌شود، به طوری که نرها دارای یک کروموزوم X و یک کروموزوم Y هستند و به عبارتی ژنوتیپ آنها XY است و ماده‌ها دارای دو کروموزوم X می‌باشند و ژنوتیپ آنها XX است (شکل ۴-۴). در انسان کروموزوم Y دارای ژن تعیین‌کننده بیضه در جنین است و به همین دلیل در فرد XY ، صفات مردانگی مانند ایجاد مو در صورت و صدای بم ایجاد می‌شود.

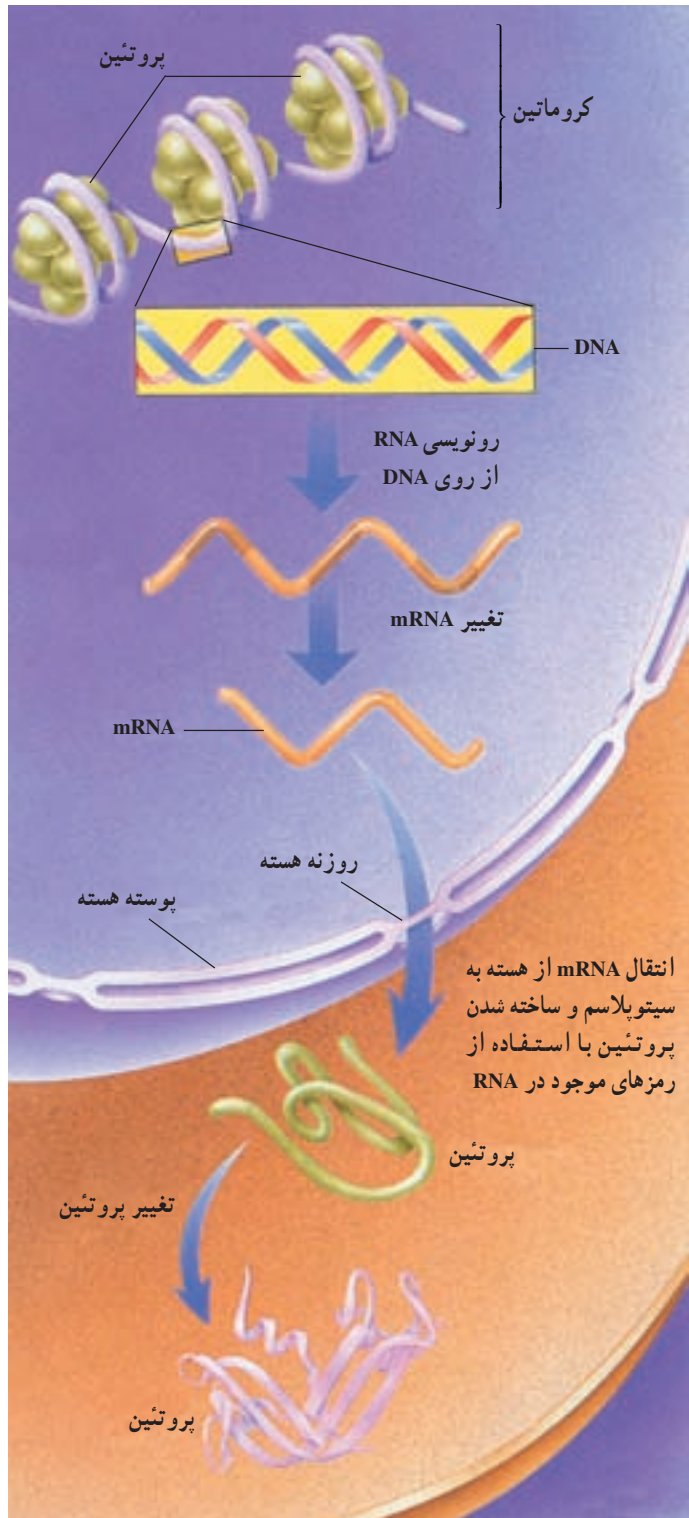


شکل ۴-۴- تعیین جنسیت در انسان

۴-۵- ژن

مندل در قرن گذشته وجود واحدهای وراثتی را در سلول، درک کرد ولی ساختار این عوامل در قرن اخیر مشخص شد و معلوم گردید که عوامل وراثتی همان ژنها یا بخشهایی از DNA هستند. خواندیم که مولکول DNA به همراه تعدادی پروتئین، ساختاری به نام «کروماتین» را می‌سازند که به هنگام تقسیم سلولی به صورت رشته‌های رنگ‌پذیری که کروموزوم نامیده می‌شوند، پدیدار می‌گردند. اطلاعات هر سلول در مولکول DNA موجود در هسته آن سلول به صورت رمز، پنهان است.

در فصل دوم با ساختار مولکول DNA نیز آشنا شدید. سوآلی که هم‌اکنون مطرح می‌شود این است که چگونه رمزهای این مولکول خوانده می‌شوند. بدین منظور از روی مولکول DNA مولکول دیگری به نام RNA در هسته ساخته می‌شود. دو رشته DNA از یکدیگر جدا شده، یک رشته الگوی ساخت یک مولکول RNA، تک رشته‌ای قرار می‌گیرد. مانند همانندسازی DNA، هر جا یک گوانین در رشته DNA وجود داشته باشد، یک سیتوزین در مقابل آن در رشته RNA جدید قرار داده می‌شود و برعکس. اما برخلاف همانندسازی DNA هر جا یک آدنین در رشته DNA الگو وجود داشته باشد به جای تیمین، یک اوراسیل در رشته RNA قرار می‌گیرد و در مقابل هر تیمین در الگوی DNA یک آدنین در رشته RNA جدید جای می‌گیرد. به عبارت دیگر RNA از روی DNA رونویسی می‌شود، پس ژن بخشی از مولکول DNA است که دارای اطلاعات ساخت یک مولکول RNA می‌باشد. پس از ساخت RNA در هسته، این مولکول از طریق روزنه‌های موجود در هسته به سیتوپلاسم مهاجرت می‌کند و در آنجا، ریبوزومها به آن متصل می‌شوند. از روی RNA موجود با کمک ریبوزومها و برخی مولکولهای دیگر، رمزها خوانده می‌شوند و اسیدهای آمینه براساس آن رمزها به هم وصل می‌شوند. طی این عمل، ریبوزومها به شبکه اندوپلاسمی می‌چسبند و بقیه عمل رمزخوانی و ساخت پروتئین را ادامه می‌دهند تا یک پروتئین جدید ساخته شود، به این ترتیب رمزهای موجود در مولکول RNA به زبان ترتیب و نوع اسیدهای آمینه یک پروتئین ترجمه می‌گردد. به این RNA، پیامبر یا mRNA می‌گویند که در واقع پیام ساخت پروتئینها را از هسته به سیتوپلاسم می‌آورد (شکل ۴-۵). همانندسازی DNA؛ رونویسی RNA از روی آن و همچنین ترجمه رمزها به پروتئین به کمک آتریمهای مختلفی انجام می‌گیرد. اهمیت ساخت پروتئینها در چیست؟ پروتئینها متنوعترین و پیچیده‌ترین مولکولها و بعلاوه فراوانترین ماده آلی موجود در سلولها هستند. حداقل پنجاه درصد وزن خشک هر سلول از پروتئینها تشکیل شده است. پروتئینها دارای اعمال مختلفی در سلولها هستند. مثلاً بعضی از آنها در ساختمان سلول نقش دارند؛ بعضی سبب حرکت سلول می‌شوند؛



شکل ۴-۵- چگونگی انتقال اطلاعات ژنتیکی از هسته به سیتوپلاسم

برخی انتقال‌دهنده مواد به درون یا برون سلول هستند؛ بعضی نقش آنزیمی دارند و ... که در مجموع کلیه خصوصیات هر انسان را پدید می‌آورند. بنابراین وجود رمز ساخت انواع پروتئینها و RNAها در DNA سبب می‌شود که DNA را در واقع اساس انتقال این خصوصیات یا به عبارت دیگر، اساس وراثت بدانیم.

۶-۴- جهش^۱

در فصلهای پیش با بعضی از انواع جهش آشنا شدید. هر نوع تغییر در انتقال اطلاعات ژنتیکی طی تقسیم سلول را «جهش» می‌نامند. گاهی به هنگام تقسیم سلولی و جدا شدن کروموزومها، اشتباهی صورت می‌گیرد و سلولهایی با تعداد کروموزوم غیرطبیعی حاصل می‌شوند. این نوع جهشها را «جهشهای کروموزومی» می‌نامند. اگر این اتفاق به هنگام میوز و تولید سلولهای جنسی نر و ماده (اسپرم و تخمک) روی دهد، با ادغام سلولهای جنسی به هنگام لقاح، جنینی تشکیل می‌شود که معمولاً حتی در اولین مراحل نیز زنده نمی‌ماند، و یا پس از رشد و نمو غیرطبیعی قبل از دنیا آمدن سقط می‌شود. اما در برخی موارد بچه زنده متولد می‌شود ولی مبتلا به بیماری است مثلاً در بیماری سندرم دان (منگولیس^۲)، فرد دارای یک کروموزوم اضافی است و مبتلایان، دارای قامتی کوتاه، همراه با ناهنجاریهای شدید قلبی و عقب ماندگی ذهنی هستند (شکل ۶-۴). گاه جهش در تعداد



شکل ۶-۴- کودک مبتلا به سندرم دان

کروموزومها به هنگام تقسیم میتوز روی می‌دهد ولی به فرزندان منتقل نمی‌شود (چرا؟). گاه جهش در قسمت بسیار کوچکی از مجموعه اطلاعات وراثتی فرد رخ می‌دهد. این گونه جهشها معمولاً به تغییر در رمز یک ژن منجر می‌گردد و ممکن است سبب کاهش کارایی و یا عدم تولید محصول آن ژن شود. مثلاً اگر جهش کوچکی در ژن تولیدکننده پروتئین ناقل اکسیژن در خون روی دهد فرد دچار کم‌خونی مانند تالاسمی می‌شود. این نوع جهشها را «جهشهای نقطه‌ای^۳» می‌نامند (آیا به خاطر دارید که

۱- Mutation

۲- Mongolism / Down Syndrome

۳- Point Mutation

جهشهای نقطه‌ای طی همانندسازی DNA چگونه بوجود می‌آیند؟
 از عوامل دیگر ایجاد جهش به‌غیر از اشتباه در زمان همانندسازی DNA و تقسیم سلولی، مواد شیمیایی، برخی ویروسها، بعضی پرتوها مانند اشعهٔ ایکس و اشعهٔ ماورای بنفش می‌باشند. اشعهٔ ماورای بنفش خورشید که به‌طور طبیعی مقدار زیادی از آن توسط گاز اُزون موجود در اتمسفر گرفته می‌شود، هنگامی که به سطح پوست برخورد می‌کند، باعث بروز آسیب در DNA می‌گردد که این آسیب ممکن است سرطان پوست را در پی داشته باشد.
 آیا نقش مؤثر جهشها را طی تکامل موجودات زنده در ایجاد گونه‌های جدید موجودات به‌خاطر دارید؟

مشاورهٔ ژنتیک

بر طبق گزارشی که در سال ۱۹۸۸ منتشر گردید و مطالعه دربارهٔ یک میلیون تولد زنده در طول چهل سال را دربر می‌گیرد، حدود ۵٪ این افراد تا قبل از ۲۵ سالگی، یک اختلال ژنتیکی، در سطح ژنی یا کروموزومی داشته‌اند.
 مطالعات متعدّد دیگری نیز نشان می‌دهد که دلیل بستری شدن یک سوم (۳۰٪) از کودکان در بیمارستانها و علت نیمی از (۴۰ تا ۵۰٪) مرگ و میر اطفال، عوامل ارثی و ناهنجاریهای مادرزادی است، بنابراین پیشگیری از بروز بیماریهای ارثی در بهداشت و پزشکی از اهمیت خاصی برخوردار است. در حال حاضر بهترین وسیله برای جلوگیری از تولد فرزند معیوب، مشاورهٔ ژنتیکی قبل از ازدواج و بررسی ژنتیک قبل از تولد نوزاد (در دوران جنینی) می‌باشد.

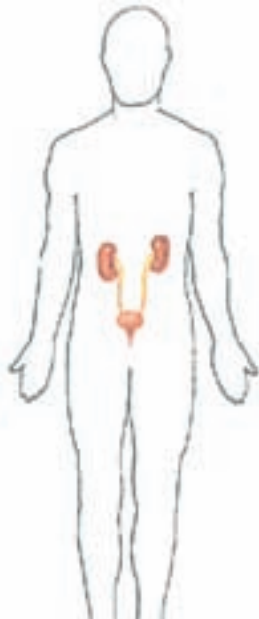
مشاورهٔ ژنتیک بیشتر در موارد ذیل صورت می‌گیرد:

- ۱- قبل از ازدواج: این دوره، که بهترین زمان برای مشاوره است (در این مورد ممکن است طرفین با هم قرابت داشته باشند و یا اینکه بیگانه باشند).
 - ۲- در مواردی که سابقهٔ سقط مکرر، مرگ داخل رحمی (جنینی) یا مرگ و میر در هنگام تولد در خانواده‌ای وجود دارد.
 - ۳- سابقهٔ وجود یک یا چند فرزند بیمار (چه ذهنی، چه بدنی)
 - ۴- در مورد ناباروری
 - ۵- در زمان بارداری که در موارد زیر انجام می‌پذیرد:
- الف: برای مادران بالای ۳۴ سال

- ب : زمانی که قبل از تشکیل نطفه یکی از والدین در معرض عوامل خطرزایی مثل اشعه X قرار گرفته است.
- ج : زمانی که در ماههای اولیه بارداری مادر در معرض عوامل خطرزا قرار گرفته باشد.
- د : زمانی که در بین بستگان مذکر مادر، یک یا چند بیمار (دارای نقص ژنتیکی)، مشاهده شود.

درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- هریک از اصطلاحات زیر را تعریف کنید.
ژن، آلل، هوموزیگوت، هتروزیگوت، ژنوتیپ، فنوتیپ
- ۲- تعیین جنسیت در انسان چگونه صورت می پذیرد؟
- ۳- مفهوم ارتباط آللهای چندگانه و بروز گروههای خونی را شرح دهید. آیا می توانید توضیحات خود را در یک جدول به نمایش بگذارید؟
- ۴- اطلاعات موجود در یک ژن چگونه به صورت یک مولکول RNA رونویسی می شوند؟
- ۵- رمزهای موجود در یک مولکول RNA چگونه به صورت یک مولکول پروتئین ترجمه می گردند؟
- ۶- «پروتئینها تعیین کننده خصوصیات افراد هستند» این جمله را تفسیر کنید.
- ۷- با توجه به پاسخ سؤالهای ۴، ۵ و ۶، به نظر شما چگونه اطلاعات موجود در مولکول DNA به صورت یک صفت در شخص بروز می کند؟
- ۸- با توجه به پاسخ سؤال ۷ به نظر شما چرا فنوتیپ افراد در یک صفت ممکن است متفاوت یا مشابه باشد؟
- ۹- جهش چیست؟
- ۱۰- جهش در اطلاعات وراثتی چگونه باعث تغییر فنوتیپ می گردد؟



بخش دوم

ساختمان و عمل دستگاههای بدن انسان

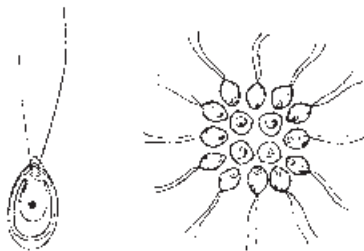


سازمان بدن موجودات زنده

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند:

- ۱- لزوم ایجاد دستگاهها در جانداران پرسلولی را به اختصار شرح دهد.
- ۲- سازمان‌یابی بدن موجودات را در سطوح سلول، بافت، اندام و دستگاههای مختلف شرح دهد.
- ۳- انواع بافتهای بدن و خصوصیات و نقشهای آنها را به‌طور خلاصه توضیح دهد.

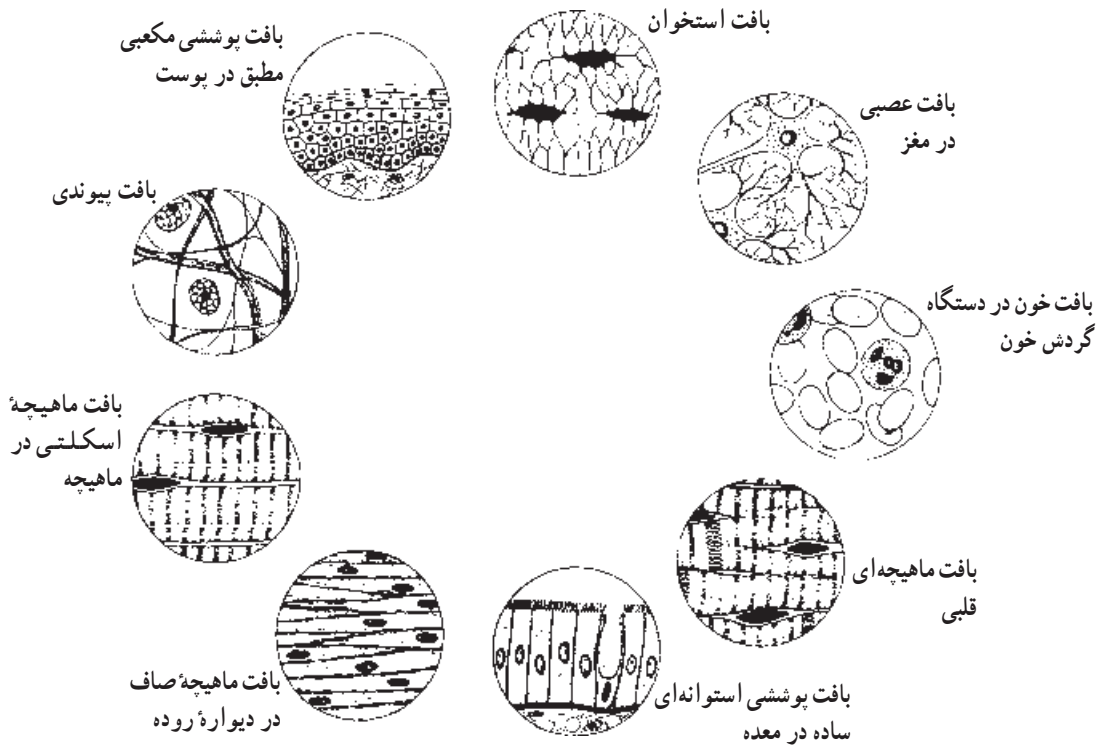
خواندیم که در مسیر تکامل موجودات زنده، ابتدا جانداران کوچک تک‌سلولی به وجود آمدند که هنوز هم تعداد زیادی از آنها وجود دارند. این جانداران معمولاً در محیط مایع معلقند و مستقیماً مواد مختلف مورد نیاز خود را از محیط اطراف با روشهای مختلفی مثل انتشار، فاگوسیتوز، اسمز و ... جذب کرده، مواد زاید خود را نیز با روشهای مشابهی دفع می‌کنند. بسیاری از آنها مواد غذایی و یا نور را تشخیص داده، به طرف آن حرکت می‌کنند و به محرکها نیز پاسخ می‌دهند. این جانداران به راحتی تولیدمثل کرده، تعادل بدن کوچک خود را نیز با صرف انرژی حفظ می‌کنند. پس کلیه اعمال حیاتی به وسیله همان یک سلول انجام می‌شود. در جانداران پرسلولی بسیار ابتدایی نیز که از تعداد معدودی سلول کاملاً مشابه تشکیل شده‌اند چون تقریباً تمام سلولها مستقیماً با محیط در ارتباطند



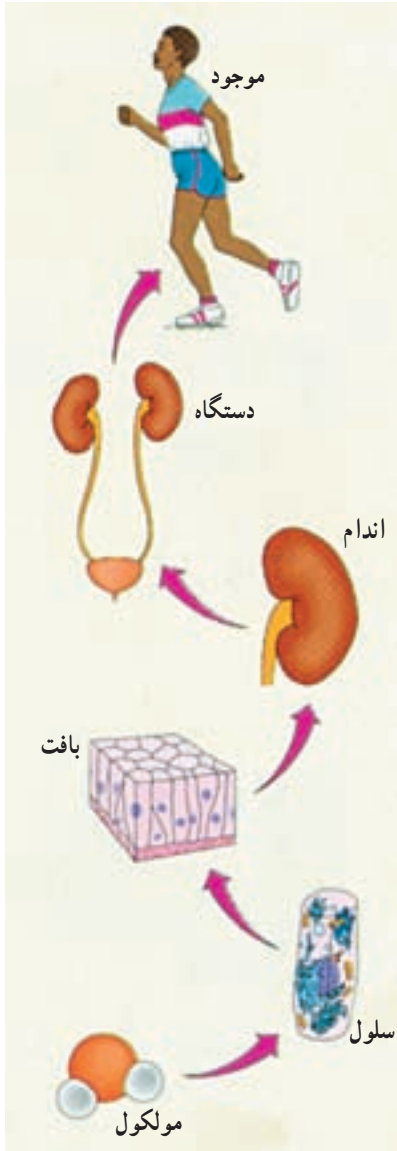
شکل ۱-۵ - سلولهای جانداران تک‌سلولی و جانداران پرسلولی ساده مواد را مستقیماً با محیط اطراف خود مبادله می‌کنند.

مشکل چندانی وجود ندارد (شکل ۱-۵) اما بتدریج با افزایش تعداد سلولها، سلولهایی که در درون بدن و به دور از تماس با محیط خارج قرار داشتند برای جذب و دفع مواد دچار مشکل می‌شدند. ولی در عوض از خطرهای خارجی در امان می‌ماندند و سلولهایی که در سطح قرار داشتند، عکس این وضعیت را پیدا می‌کردند. هماهنگی بین نیازها و اعمال مختلف این سلولها

نیز لازم به نظر می‌رسید. نیازهای مختلف این موجودات باعث شد که سلولهای آنها بتدریج دستخوش تغییر شوند و هر یک تخصصی پیدا کنند. این امر به افزایش کارایی سلولهای ابتدایی تمایز نیافته که دارای چند فعالیت عملکردی اما با کارایی اندک بودند، منجر گردید و باعث تغییر شکل آنها به تعداد زیادی سلولهای تمایز یافته شد که هر یک عملکردهای ویژه‌ای را با کارایی بیشتر انجام می‌دادند این فرآیند تخصص عمل یافتن سلولها را «تمایز سلولی» می‌نامند. مواد تشکیل دهنده و اندامکهای سلولی برای این تخصصی شدن تغییرهایی می‌یابند که با بسیاری از آنها آشنا خواهید شد. سلولهایی که تخصص و عمل شبیه به هم دارند با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند و کار خود را با هماهنگی کامل انجام می‌دهند. به مجموعه‌ای از سلولها که از لحاظ ساختمان و عملکرد مشابهند و کار مشخصی را انجام می‌دهند «بافت» گفته می‌شود. بافتها علاوه بر سلول، مقداری مادهٔ بین سلولی نیز دارند. بدن انسان با وجود پیچیدگی از چهار نوع بافت اصلی تشکیل شده است. بافت پوششی، بافت همبند (بافت پیوندی)، بافت ماهیچه‌ای و بافت عصبی. این بافتها به صورت واحدهایی جدا از هم نیستند بلکه در کنار یکدیگر مجموعه‌ای هماهنگ به نام «اندام» را پدید می‌آورند و مجموعهٔ چند اندام که کار معینی را برعهده دارند «دستگاه» نامیده می‌شود (شکلهای ۲-۵ و ۳-۵).



شکل ۲-۵ - برخی از انواع سلولهای بدن



شکل ۳-۵ - سازمان بدن موجودات زنده

از سلولهای پوششی قادر به تولید و ترشح مواد شده‌اند. سلولهای غدد پستانی که شیر ترشح می‌کنند، سلولهای ترشح کننده عرق در پوست، سلولهای ترشح کننده اسید در معده و... مثالهایی از این قبیل‌اند. گاهی این سلولها در بین دیگر سلولهای پوششی پراکنده‌اند و گاهی تعدادی سلول به دور هم جمع شده، یک غده را تشکیل می‌دهند که مواد ترشح شده را معمولاً از طریق یک مجرا به بیرون می‌ریزند مثل غدد چربی و عرق در پوست و یا غدد بزاقی و غدد پستانی، این‌گونه غدد را

در ادامه بحث، پس از شناخت انواع بافتها، با اندامها و دستگاههای مختلف بدن نیز آشنا خواهید شد.

۱-۵- بافت پوششی

این بافت از اجتماع سلولهای چند وجهی نزدیک به هم تشکیل شده است که اتصال آنها بسیار محکم است و ماده بین سلولی اندکی دارد. بدین ترتیب صفحات سلولی بوجود می‌آیند که سطح و داخل حفرات بدن را می‌پوشانند. عمده‌ترین وظایف بافت پوششی به شرح زیر است:

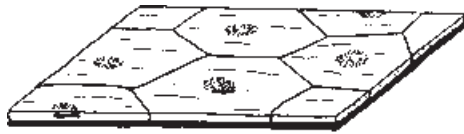
۱- پوشاندن و مفروش کردن سطوح (مثل پوست)

۲- جذب (مثل روده‌ها)

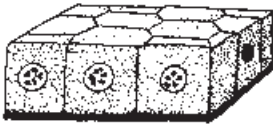
۳- ترشح (مثل سلولهای پوششی غدد)

شکل و ابعاد سلولهای پوششی متفاوت است و

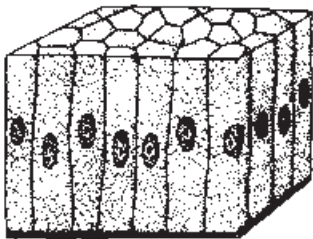
از سلولهای استوانه‌ای بلند و مکعبی تا سلولهای سنگفرشی کوتاه متغیر است. در این جا هم با توجه به محل و عملکرد سلول، تعداد طبقات و شکل و خصوصیات سلولهای پوششی تعیین می‌شود. گاهی چند لایه سلول بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند که ضخامت ایجاد شده می‌تواند باعث محافظت از بافتهای زیرین در برابر ضربه، حرارت، نفوذ میکروبها و... گردد (مثل پوست) در مجاری تنفسی، سلولها در سطح خود دارای مژکهای هستند که به صورت مداوم حرکت می‌کنند و به این ترتیب ذرات خارجی وارد شده به بدن را بیرون می‌رانند. برخی



سنگفرشی ساده



مکعبی ساده



استوانه‌ای ساده

شکل ۴-۵ - انواع بافت ساده پوششی. به شکل‌های مختلف سلولها توجه نمایید.

«غدد برون ریز»^۱ می‌نامند. بعضی از سلولهای پوششی رنگدانه تولید می‌کنند. رنگ پوست افراد تا حد زیادی مربوط به میزان رنگ دانه‌های قهوه‌ای تیره تولید شده به وسیله این سلولهاست (شکل ۴-۵).

۲-۵- بافت همبند^۲

این بافت وظیفه ایجاد و نگهداری شکل بدن را برعهده دارد و در فاصله بین بافتها و اندامهای مختلف و اطراف آنها قرار می‌گیرد و با فراهم کردن بستری که موجب ارتباط و اتصال سلولها و اعضا می‌گردد، نقش خود را ایفا می‌کند. بافت همبند برخلاف سایر انواع بافتها که بیشتر از سلول تشکیل شده‌اند، مقدار زیادی ماده بین سلولی زمینه‌ای و رشته‌های مختلف نیز دارد. برجسته‌ترین عمل این بافت، نقش ساختمانی آن است. در بافت همبند، تعداد زیادی از سلولهایی که از بدن در

مقابل موجودات بیماریزا حفاظت می‌کنند نیز دیده می‌شوند. میکروبهایی که توانسته‌اند از سد بافت پوششی بگذرند به سد دوم حفاظتی که بافت همبند در زیر آن قرار دارد، برمی‌خورند. رگهای خونی مواد غذایی و اکسیژن را به سلولها رسانده، مواد دفعی آنها را نیز گرفته، به اندامهای دفعی منتقل می‌کنند. سلولها به طور مستقیم با رگهای خونی مرتبط نیستند بلکه این دو، در بافت همبند قرار دارند و بستر این بافت به عنوان محیط واسطه‌ای عمل می‌کنند که از طریق آن مواد غذایی و مواد زاید بین سلولها و خون مبادله می‌شوند.

۱-۲-۵- ماده بین سلولی زمینه‌ای^۳: ماده‌ای بی‌شکل، بی‌رنگ، شفاف و یکنواخت است که فضای بین سلولها و رشته‌های بافت همبند را پر می‌کند. این ماده چسبناک، همانند سدی در برابر نفوذ ذرات خارجی به داخل بافت عمل می‌کند. برخی از میکروبهها قدرت هضم و از بین بردن این مواد را دارند و به همین دلیل قدرت بیماریزایی آنها نیز زیاد است. علاوه بر ماده بی‌شکل، مقدار ناچیزی مایع به نام مایع بافتی وجود دارد که از نظر مواد تشکیل دهنده شبیه پلاسما خون است. با

۱- Exocrine

۲- Connectivetissue

۳- Matrix

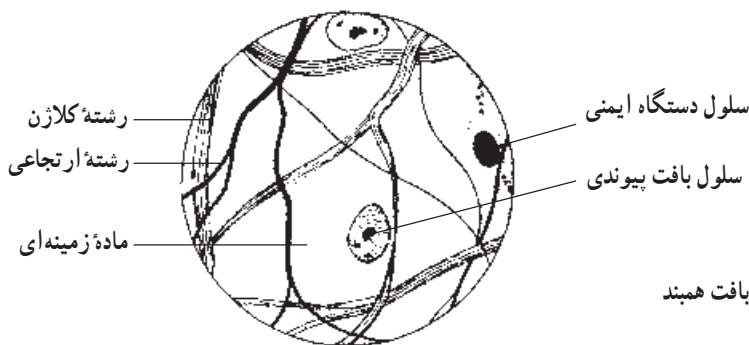
این مقوله، در فصلهای آینده آشنا خواهید شد. آب موجود در مادهٔ بین سلولی بافت همبند از خون منشأ می‌گیرد و از دیوارهٔ رگها به درون بافت تراوش می‌کند مقدار آن نیز همواره تنظیم شده است. اگر تعادل موجود به هر دلیلی مثل وجود عفونت یا ضربه و ... به هم بخورد، آب بیشتری به درون بافت نفوذ می‌کند و ایجاد ورم می‌نماید این حالت را «ادم» یا «خیز» می‌نامند.

۲-۲-۵ — رشته‌های بافت همبند: سه نوع اصلی رشته‌های بافت همبند عبارت‌اند از:

کلاژن، رشته‌های ارتجاعی و رشته‌های شبکه‌ای. رشته‌های کلاژن، فراوانترین رشته‌های بافت همبند هستند و با برخورداری از قابلیت انعطاف خوب، استحکام بسیار بالایی دارند. کمبود ویتامین ث باعث نقص در ساخته شدن این رشته‌ها می‌گردد. رشته‌های شبکه‌ای بسیار نازک‌اند و جنسی شبیه به رشته‌های کلاژن دارند و به این ترتیب ساختمانی قابل انعطاف را در اعضای مثل رحم، روده و رگها که در معرض تغییرات حجم و شکل هستند تشکیل می‌دهند. رشته‌های ارتجاعی به راحتی کشیده می‌شوند و بعد از حذف نیرو، مجدداً به حالت اولیه باز می‌گردند.

۳-۲-۵ — سلولهای بافت همبند: سلولهای مختلفی با وظایف گوناگون در بافت همبند

وجود دارند که از این میان سلولهای تولیدکننده رشته‌ها، سلولهای چربی و سلولهایی را که در دفاع در برابر میکروبها شرکت می‌کنند می‌توان نام برد. نسبت انواع رشته‌ها، سلولها و ترکیب مادهٔ زمینه‌ای؛ بسته به نیاز در مکانهای مختلف بدن متفاوت است. این مسأله نیز به تمایز و تخصصی شدن بافت مربوط است، بافت همبند علاوه بر پر کردن فواصل بین بافتها و اندامها به صورت بخشهای تخصص یافته‌تری مثل پردهٔ خارجی عضلات زردپی، خون، غضروف، استخوان و بافت چربی نیز در می‌آید (شکل ۵-۵).



شکل ۵-۵ — طرح کلی بافت همبند

۳-۲-۵ — بافت چربی

در این بافت سلولهایی که چربی را در خود ذخیره می‌کنند به فراوانی یافت می‌شوند. بافت

چربی بزرگترین محل ذخیره انرژی (به شکل تری گلیسریدها) در بدن است. لایه‌های زیرپوستی بافت چربی، به شکل گیری سطح بدن کمک می‌کنند در حالی که توده‌هایی که به شکل بالشتک در کف دست و پا قرار دارند به عنوان ضربه گیر عمل می‌کنند. از آنجا که چربی رسانای ضعیفی برای حرارت است در عایق سازی بدن شرکت می‌کند. به علاوه فضاهاى مابین سایر اعضا را نیز پر می‌کند. در قسمت‌های خاصی از بدن مثل سینه، ران، باسن و شکم تجمع بافت چربی ذخیره‌ای بیشتر است.

۴-۵- بافت غضروف

ماده بین سلولی در این نوع بافت، سخت اما قابل ارتجاع است؛ به همین دلیل این بافت قادر است بدون از هم گسیختگی فشارها و کششهای زیادی را تحمل کند، غضروفها معمولاً با داشتن سطح صاف خود که در مفاصل به کار می‌روند در تسهیل حرکت استخوانها نیز نقش دارند. غضروف در رشد استخوان نیز شرکت می‌کند.

۵-۵- بافت استخوانی

بافت استخوان، یکی از سخت‌ترین بافتهای بدن است و از نظر توانایی تحمل فشار، پس از غضروف مقام دوم را دارد. استخوان، عمده‌ترین جزء اسکلت انسانهای بالغ را تشکیل می‌دهد. مانند داربستی برای نگهداری اعضای دیگر بدن عمل می‌کند و از اندامهای مهمی مثل مغز، ششها و ... در برابر ضربات محافظت می‌نماید. سلولهای خونی در مغز استخوان بوجود می‌آیند. استخوان منبع ذخیره کلسیم، فسفات و بسیاری از مواد معدنی دیگر در بدن است که به هنگام لزوم مورد استفاده قرار می‌گیرند. استخوانها دستگامی از اهرمها را تشکیل می‌دهند که باعث افزایش و تقویت نیروهای حاصل از انقباض عضلات شده، حرکات بدنی را بوجود می‌آورند. استخوانها در بدن معمولاً به سه صورت دیده می‌شوند: استخوانهای دراز که یک تنه استوانه‌ای و دو سر برجسته دارند (مثل استخوانهای ران و ساق پا و استخوانهای ساعد و بازو)، استخوانهای کوتاه (مثل استخوان انگشتان) و استخوانهای پهن (مثل استخوانهای جمجمه). حفره‌های داخلی استخوانها، حاوی مغز استخوان است. مغز استخوان دو نوع است. مغز قرمز که حاوی سلولهایی است که با تقسیم مداوم میتوز، سلولهای خونی را بوجود می‌آورند و مغز زرد که بیشتر از سلولهای چربی تشکیل شده است. در طول رشد بدن، استخوانهای پهن ابتدا به صورت بافت پیوندی وجود دارند که بعداً استخوانی می‌شوند.

در نوزادان بخشهایی از جمجمه نرم است که «ملاج» نامیده می‌شود این قسمتها از بافت همبندی

تشکیل شده‌اند که بتدریج استخوانی می‌شوند. قسمت‌هایی از بافت استخوانهای دراز از حالت پیوندی به صورت غضروف درآمد، سپس استخوانی می‌شوند. به این ترتیب به طول استخوان افزوده می‌گردد. این فعالیت در کودکان بسیار زیاد است اما بتدریج با افزایش سن کمتر می‌شود و تا سن ۲۴ سالگی متوقف می‌گردد. چون بافت زایای مذکور کاملاً استخوانی می‌شود به همین دلیل رشد قد نیز پایان می‌پذیرد. ورزش، نوع تغذیه، آب و هوا، نژاد و تغییرهای هورمونی در تعیین زمان توقف رشد قد مؤثرند.

۶-۵- بافت ماهیچه‌ای

این بافت عهده‌دار اغلب حرکات بدن است. سلولهای این بافت دراز می‌شوند و دارای تعداد زیادی رشته‌های منقبض شونده هستند. بافتهای ماهیچه‌ای موجود در بدن براساس شکل و عملکرد به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- ماهیچه صاف که از سلولهای دوکی شکل با یک هسته تشکیل می‌شوند. انقباض آنها معمولاً به کندی صورت می‌گیرد و تحت کنترل اراده نمی‌باشد و این بافت در اعضای داخلی بدن مثل دیواره رگها، روده‌ها، معده، پایه موها، مجاری تنفسی و ... دیده می‌شود.

۲- ماهیچه اسکلتی مختلط شامل دستجاتی از سلولهای چند هسته‌ای استوانه‌ای و بسیار طویل هستند. این سلولها دارای خطوط عرضی می‌باشند. انقباض دستجات سلولی، سریع و پر قدرت است و معمولاً تحت کنترل اراده انسان صورت می‌گیرد. ماهیچه‌های حرکتی دستها، پاها و ... از این نوع‌اند.

۳- ماهیچه قلبی سلولهای این نوع بافت غالباً دو شاخه یا منشعب شده و به سلولهای مجاور متصل می‌شوند. در نتیجه قلب از دستجات سلولی به هم بافته‌ای تشکیل می‌شود که به انقباض قوی و همزمان سلولها منجر می‌گردد. این سلولها نیز دارای خطوط عرضی هستند اما هر کدام یک هسته دارند (شکل ۲-۵). فواصل بین سلولها و دستجات ماهیچه‌ای از بافت پیوندی پوشیده می‌شود.

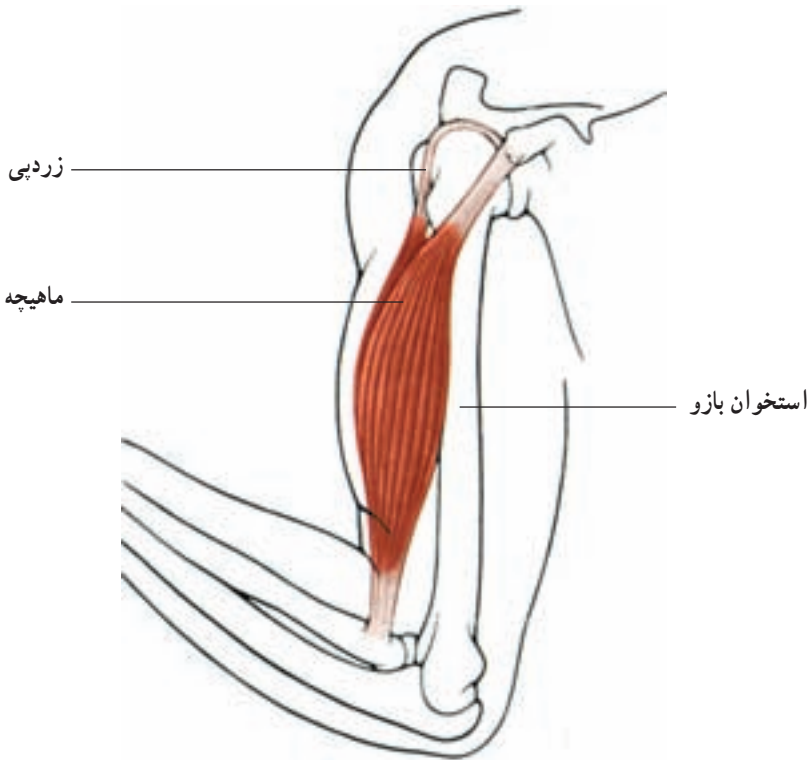
۷-۵- بافت عصبی

این بافت نیز نوع تخصص یافته‌ای از بافت پیوندی است که در فصل آینده با آن آشنا می‌شوید.

تعدادی از بافتهای بدن، بخصوص بافت پیوندی، به دلیل حضور سلولهایی که قدرت تقسیم میتوز را دارند پس از صدمه دیدن قادر به جایگزینی سلولها و جبران مواد از بین رفته می‌باشند؛ این

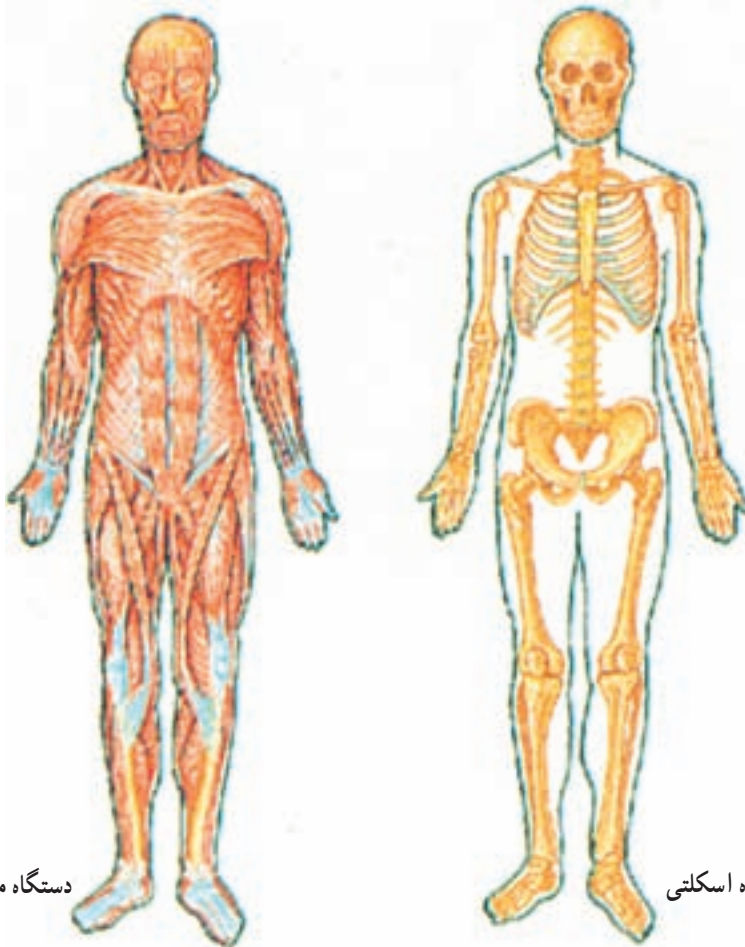
فرآیند را «ترمیم» می‌نامند.

مولکولهای مختلفی در کنار یکدیگر جمع شده و با نظم و هماهنگی اندامکهای سلول و اجزای دیگر آن را می‌سازند. سلولها نیز با همکاری یکدیگر بافتها را بوجود می‌آورند، بافتهای مختلف نیز در کنار یکدیگر جمع شده، یک اندام را پدید می‌آورند. دست شما یک اندام است که از بافتهای مختلف پوششی، همبند، استخوانی، ماهیچه، عصبی، خون و ... تشکیل شده است. ماهیچه‌ها به وسیله زردپی به استخوانها متصل می‌شوند و استخوانها در محل مفاصل با یکدیگر در ارتباطند پس دست، وظیفه خود را که حرکت کردن است با هماهنگی تمام اجزای خود انجام می‌دهد (شکل ۶-۵).



شکل ۶-۵ - آیا می‌توانید بگویید هر قسمت از دست شما از چه اجزایی تشکیل شده است؟

دستها، پاها، ستون مهره‌ها و ماهیچه‌ها و استخوانهای صورت و بقیه اندامهای بدن با هماهنگی عمل کرده، در امر حرکت و شکل دهی بدن نقش دارند. به این ترتیب مجموعه‌ای از اندامهای مختلف دستگاه حرکتی بدن انسان را بوجود می‌آورند (شکل ۷-۵). در فصلهای بعد، با دستگاههای دیگر بدن انسان آشنا خواهید شد.



دستگاه ماهیچه‌ای

دستگاه اسکلتی

شکل ۷-۵ - دستگاه حرکتی بدن انسان متشکل از استخوانها، ماهیچه‌ها و زوائد ارتباط‌دهنده آنها (مفاصل، زردپی‌ها و ...) است.

درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- انواع بافتهای بدن را معرفی کنید.
- ۲- انواع بافتهای ماهیچه‌ای را نام برده، تفاوت آنها را شرح دهید.
- ۳- بافتهای سخت بدن کدامند؟
- ۴- عملکرد دستگاه حرکتی و اجزای تشکیل دهنده آن را شرح دهید.
- ۵- وظایف بافتهای پوششی بدن را بنویسید.

دستگاه‌های ارتباطی و تنظیمی

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند:

- ۱- لزوم و نقش دستگاه‌های ارتباطی و تنظیمی را در بدن شرح دهد.
- ۲- ساختمان و عمل سلول عصبی را شرح دهد.
- ۳- چگونگی دریافت اطلاعات حسی و گیرنده‌های مختلف مسؤول این عمل را توضیح دهد.
- ۴- حواس پنجگانه را نام برده و ساختمان و عمل اعضای دخیل در دریافت هر حس و نحوه فرستادن پیام به مراکز عصبی را به اختصار شرح دهد.
- ۵- نقش اعصاب محیطی در برقراری ارتباطات عصبی و حسی را توضیح دهد.
- ۶- قسمت‌های مختلف دستگاه عصبی مرکزی و نقش هر یک را به اختصار شرح دهد.
- ۷- تفاوت غدد درون‌ریز و برون‌ریز و نحوه عمل غدد درون‌ریز را شرح دهد.
- ۸- انواع هورمون‌ها و چگونگی عمل هر یک را به اختصار شرح دهد.
- ۹- نحوه تنظیم ترشح هورمون‌ها را توضیح دهد.
- ۱۰- غدد مهم بدن، هورمون‌های ترشح شده از آنها و نقش هر یک را به‌طور خلاصه توضیح دهد.

عملکرد صحیح و سلامت بدن، در گرو عمل هماهنگ تمامی اجزای آن است. از سوی دیگر انسان به عنوان یک موجود زنده نمی‌تواند مستقل از محیط اطراف خود زندگی کند. محرک‌های فراوانی در خارج و درون بدن ما وجود دارند که بدن باید قادر به احساس، تجزیه و تحلیل و ارائه پاسخ مناسب به آنها باشد مثل احساس خطر، ترس، گرسنگی، خستگی، نور، صدا و... برای رسیدن به این مقصود، هماهنگی بین اجزای مختلف بدن ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است که به‌طور عمده به‌وسیله دو دستگاه هماهنگ‌کننده عصبی و شیمیایی (هورمونی) با همکاری اندامها و گیرنده‌های حسی انجام می‌پذیرد.

۱-۶- دستگاه عصبی و اندامهای حسی

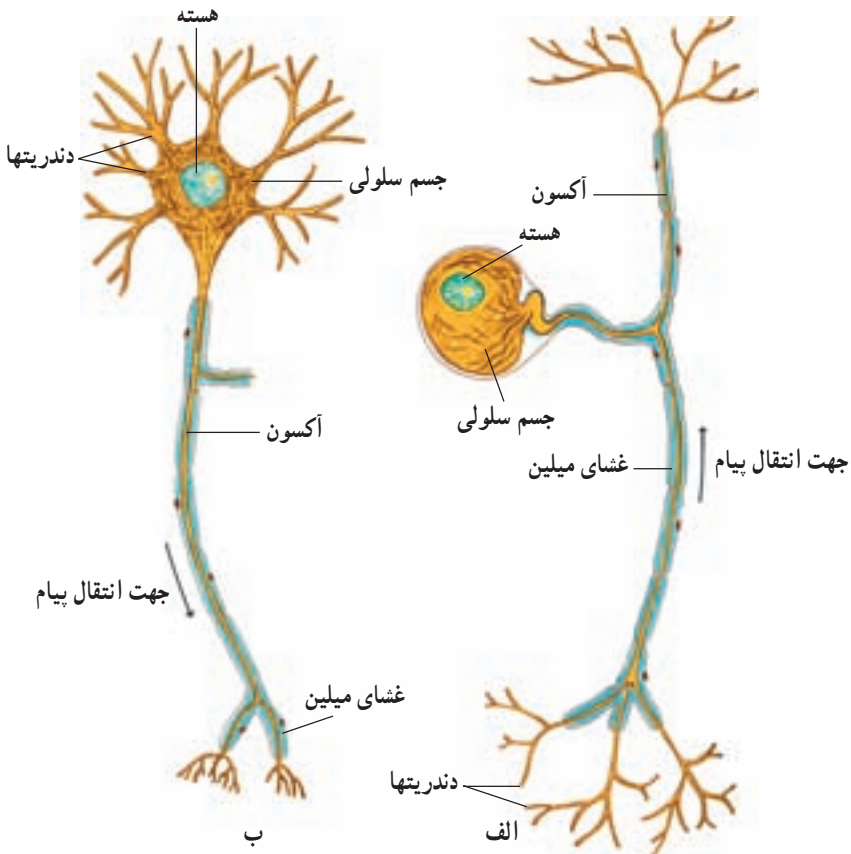
دستگاه عصبی سه عمل اصلی را برعهده دارد:

- ۱- دریافت اطلاعات مختلف از سراسر بدن و محیط اطراف
- ۲- تجزیه و تحلیل اطلاعات، تصمیم‌گیری و در صورت لزوم ذخیره برخی اطلاعات
- ۳- صدور فرمانهای لازم و رساندن آن به اندام عمل‌کننده. هریک از این اعمال به کمک قسمتهای مختلف دستگاه انجام می‌شود پس بهتر است ابتدا با سلولها، بافتها و اندامهای این دستگاه آشنا شویم.

۱-۱-۶- سلولهای عصبی: واحدهای عمل‌کننده در دستگاه عصبی، سلولهای ویژه‌ای

به نام «نرون» می‌باشند.

هر نرون دارای سه بخش متمایز جسم سلولی، دندریتها و آکسون است (شکل ۱-۶). جسم سلولی دربرگیرنده سیتوپلاسم، هسته و سایر اندامکهای سلولی است که پیام عصبی را از طریق



شکل ۱-۶- ساختمان دو نوع سلول عصبی، الف) یک نرون حسی، ب) یک نرون حرکتی

دندریتهای گسترده شده در پیرامون خود می‌گیرد و آن را از طریق رشته دراز آکسون به سمت نرون بعدی یا اندام عمل‌کننده می‌فرستد. اندام عمل‌کننده ممکن است یک ماهیچه اسکلتی (ارادی)، ماهیچه صاف (غیرارادی) و یا یک غده ترشحی باشد. طول بعضی از نرونها به یک متر هم می‌رسد.

۲-۱-۶- نرونهای حسی و حرکتی: نرونهایی که پیام حسی را از محیط به سمت دستگاه عصبی مرکزی هدایت می‌کنند نرونهای حسی نامیده می‌شوند. دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که هر یک، از مجموعه‌ای از نرونها تشکیل شده‌اند. نرونهای دستگاه عصبی مرکزی به بهترین شکل ممکن، به صورت مدارهایی سازمان‌یافته‌اند که می‌توانند پیامهای رسیده از محیط را جمع‌بندی و پردازش نمایند و دستورهای لازم را صادر کنند. نرونهایی که فرمانهای عصبی را از دستگاه عصبی مرکزی به سمت اندامهای عمل‌کننده می‌برند، «نرونهای حرکتی» نامیده می‌شوند. به آکسونها و دندریتهای «تار عصبی^۱» نیز می‌گویند. تارهای عصبی می‌توانند دارای پوششی عایق به نام «غلاف میلین^۲» باشند. به مجموعه‌ای از تارهای عصبی که در کنار هم، درون پوششی از بافت پیوندی قرار می‌گیرند، یک «عصب» می‌گویند. اعصاب ممکن است شامل تارهای حسی، تارهای حرکتی و یا هر دو نوع تار حسی و حرکتی باشند.

بافت عصبی علاوه بر سلولهای عصبی، دارای سلولهای همبند ویژه‌ای به نام «نروگلیا^۳» است که در عایق‌سازی، تغذیه و حفاظت از نرونها نقش دارند.

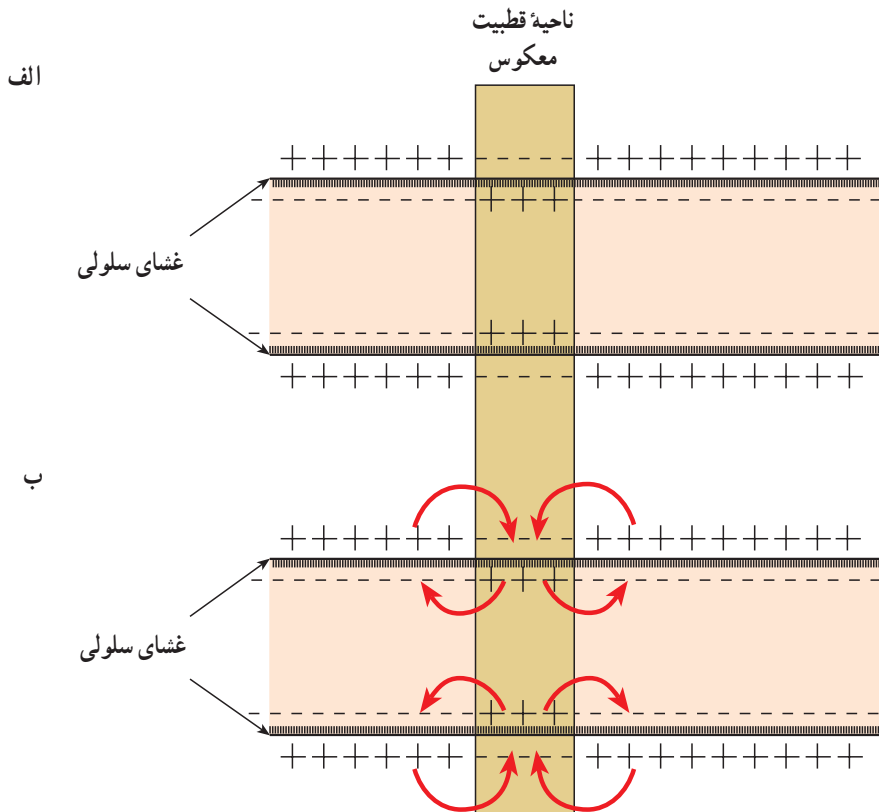
۳-۱-۶- خواص نرونها: سه خاصیت اصلی هر نرون، عبارت‌اند از: تحریک‌پذیری، «هدایت پیام عصبی» و انتقال آن. مطالعات نشان داده است که سطح خارجی غشای نرونها، دارای بار مثبت و سطح داخلی غشای آنها، دارای بار منفی است. اگر یک محرک بر نقطه‌ای از نرون تأثیر بگذارد، قطبیت بارها را در آن نقطه عکس می‌کند یعنی خارج غشای دارای بار منفی و داخل آن دارای بار مثبت می‌گردد (قطبیت معکوس)، (شکل ۲-۶- الف) هر تار عصبی به روش فوق (ایجاد قطبیت معکوس) به محرکها پاسخ می‌دهد که اصطلاحاً این حالت را «خاصیت تحریک‌پذیری نرون» می‌نامند. قطبیت معکوس در نقطه‌ای ایجاد شده ثابت نمی‌ماند بلکه به صورت یک «پیام عصبی» تا انتهای تار پیش می‌رود. به حرکت یک پیام عصبی در طول یک تار «هدایت پیام عصبی» می‌گویند (شکل ۲-۶- ب). قطبیت معکوس هر نقطه پس از عبور پیام عصبی، دوباره به حالت طبیعی که «قطبیت استراحت» نامیده می‌شود، برمی‌گردد. پیام عصبی پس از رسیدن به انتهای آکسون به نرون بعدی یا اندام عمل‌کننده منتقل می‌شود. «انتقال پیام عصبی» خاصیت سوم نرونهاست. محل انتقال پیام عصبی از یک نرون به سلول بعدی را «سیناپس^۴» می‌نامند دو سلول در محل سیناپس به هم نمی‌چسبند

۱- Nerve Fiber

۲- Myelin Sheath

۳- Neuroglia

۴- Synapsis



شکل ۲-۶- الف) پتانسیل غشای سلول عصبی در حال استراحت و عکس شدن آن در محل تحریک، ب) گسترش قطبیت معکوس به داخل نواحی اطراف در غشای سلول عصبی

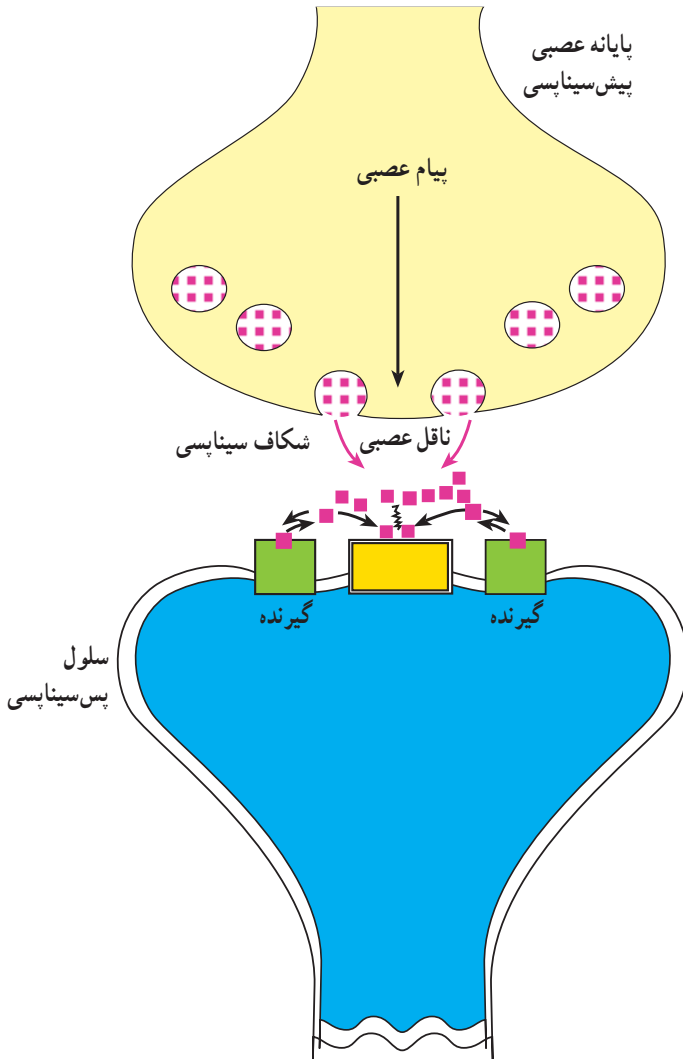
بلکه بین آنها فضایی به نام «شکاف سیناپسی»^۱ وجود دارد. انتقال پیام عصبی از عرض این شکاف به کمک مواد شیمیایی خاصی به نام «ناقل‌های عصبی» انجام می‌گیرد. طی این عمل از انتهای نرون اولی، یک پیامبر عصبی آزاد می‌شود و پس از عبور از شکاف سیناپسی به سطح سلول دوم می‌چسبند و به عنوان یک محرک آن را تحریک می‌کند (شکل ۳-۶).
گاهی سیناپس به جای تحریک، سلول دوم را مهار می‌کند یعنی فعالیت آن را کاهش می‌دهد. در این صورت سیناپس را «سیناپس مهاری» می‌گویند.

۲-۶- دریافت اطلاعات حسّی

آموختیم که اولین قدم در کار دستگاه عصبی، دریافت اطلاعات حسّی از بخش‌های مختلف بدن و محیط اطراف است. این عمل به وسیله «گیرنده‌ها»^۲ صورت می‌گیرد. گیرنده‌ها معمولاً اختصاصی

۱- Synaptic Cleft

۲- Receptors



شکل ۳-۶- ساختمان سیناپس و چگونگی انتقال پیام عصبی

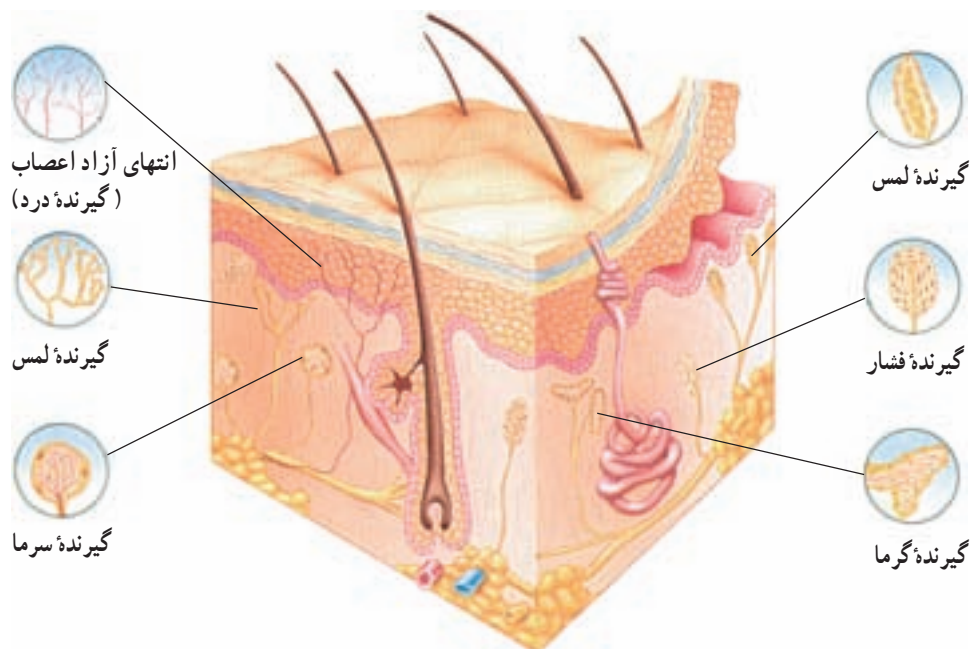
هستند و هر کدام به نوع خاصی از محرکها بهتر از بقیه پاسخ می دهند. گیرنده های متعددی در اندامهای مختلف بدن پراکنده اند، اطلاعات مربوط به عوامل گوناگون درونی مثل میزان اکسیژن و دی اکسید کربن خون، مقدار اسیدی بودن خون، فشار اسمزی مایعات بدن، فشار خون، طول و سرعت تغییر طول ماهیچه ها، کشش وارد شده بر زردپی ماهیچه ها، حجم ادرار در مثانه، اتساع راست روده و ... را دریافت می کنند و در اختیار سیستم عصبی مرکزی قرار می دهند. این گیرنده ها را «گیرنده های داخلی» یا «احشایی» می گویند.

عده ای دیگر از گیرنده ها، اطلاعات مربوط به محرکهای محیط اطراف را گرفته، در اختیار دستگاه عصبی مرکزی می گذارند. این گیرنده ها در اندامهایی مثل پوست، چشم، گوش، زبان و مخاط بویایی بینی قرار گرفته اند.

۱-۲-۶- حس لامسه: سکه ای را بر روی پوست خود قرار دهید و کمی آن را بر سطح پوست بفشارید. این فشار را کم کم افزایش دهید تا حدی که ادامه کار برای شما غیر قابل تحمل باشد. در اولین مرحله، سکه را بر روی پوست خود «لمس» کردید. به کمک این حس می توان وجود یا عدم وجود اجسام و نرمی یا زبری آنها را درک کرد. در این حالت، تنها «گیرنده های لمس» فعال شده اند.

در مرحله بعد در محل قرار گرفتن سکه «فشار» را احساس می‌کنید. فشار بر اثر تحریک شدن «گیرنده‌های فشار» که کمی در عمق پوست قرار گرفته‌اند، احساس می‌شوند. در آخرین مرحله شما «درد» را احساس نمودید که نتیجه تحریک شدن «گیرنده‌های درد» است. «گیرنده‌های درد» بر اثر وجود محرک‌های آسیب‌رسان مختلف حرارتی، شیمیایی، الکتریکی و مکانیکی تحریک می‌شوند. گیرنده‌های درد در درون بدن نیز به میزان کمتری پراکنده‌اند.

بخش اول آزمایش فوق را با سه سکه تکرار کنید. یکی از سکه‌ها را از قبل در دمای اتاق قرار دهید و یکی را در آب سرد و دیگری را در آب گرم بگذارید. چشم‌های خود را ببندید و از دوست خود بخواهید این سه سکه را در سه نقطه مختلف پوست شما قرار دهد. حتماً می‌توانید تشخیص دهید که هر یک از این سکه‌ها در چه محیطی قرار داشته‌اند (چگونه؟) علت آن وجود دو نوع گیرنده دیگر در پوست است: گیرنده‌های گرما و گیرنده‌های سرما. بسته به اینکه کدام یک از گیرنده‌های فوق و با چه نسبتی فعال شوند، می‌توانید حرارت نسبی اشیاء را تعیین کنید (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶- گیرنده‌های موجود در پوست

آزمایش ۱: حسّهای حرارتی

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که پس از انجام این آزمایش بتواند:

– نحوهٔ پاسخگویی گیرنده‌های سرما و گرما در پوست را شرح دهد.

مواد و وسایل لازم: دو عدد سیم فلزی هادی، دو عدد بشر، آب سرد، آب گرم

روش انجام:

الف) یکی از دو سیم هادی را در درون بشر محتوی آب سرد و دیگری را داخل بشر محتوی آب گرم قرار دهید. از دوست خود بخواهید چشمهای خود را ببندد. هریک از سیمها را بر پوست دست او قرار دهید و از او بخواهید سرد یا گرم بودن سیم را تشخیص دهد. در هر حالت چه گیرنده‌ای تحریک می‌شود؟ این آزمایش را روی بخشهای دیگری از بدن دوست خود تکرار کنید. آیا قدرت تشخیص بخشهای مختلف فرق می‌کند؟

ب) یک دست خود را درون آب سرد و دیگری را درون آب گرم قرار دهید پس از چند دقیقه هر دو دست را درون آب ۳۷ درجه سانتیگراد فروبرید. در دست خود چه احساسی را دارید؟ چرا؟ آیا می‌توانید بگویید گیرنده‌های سرما و گرما دقیقاً به چه چیزی پاسخ می‌دهند؟

اینکه هر محرک، گیرندهٔ ویژه‌ای را تحریک می‌کند دارای ارزش زیادی است زیرا در غیراین صورت، دستگاه عصبی مرکزی تحریکها را دریافت می‌کند اما نمی‌تواند تفاوت بین آنها را درک نماید. چرا؟

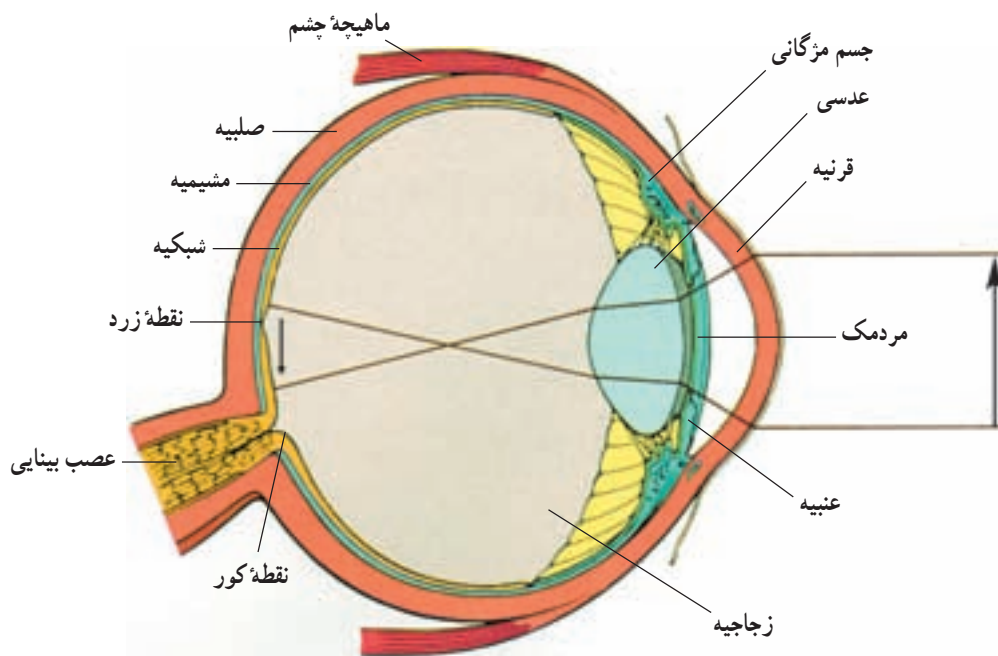
۲-۲-۶- حسّ بینایی: چشم اندام حسّ بینایی است ما درصد زیادی از اطلاعات خود را از طریق بینایی به دست می‌آوریم. هر چشم، دو عمل اصلی زیر را انجام می‌دهد:

۱- تشکیل یک تصویر واضح از میدان بینایی جلوی چشم

۲- تبدیل این تصویر به پیامهای حسّی بینایی.

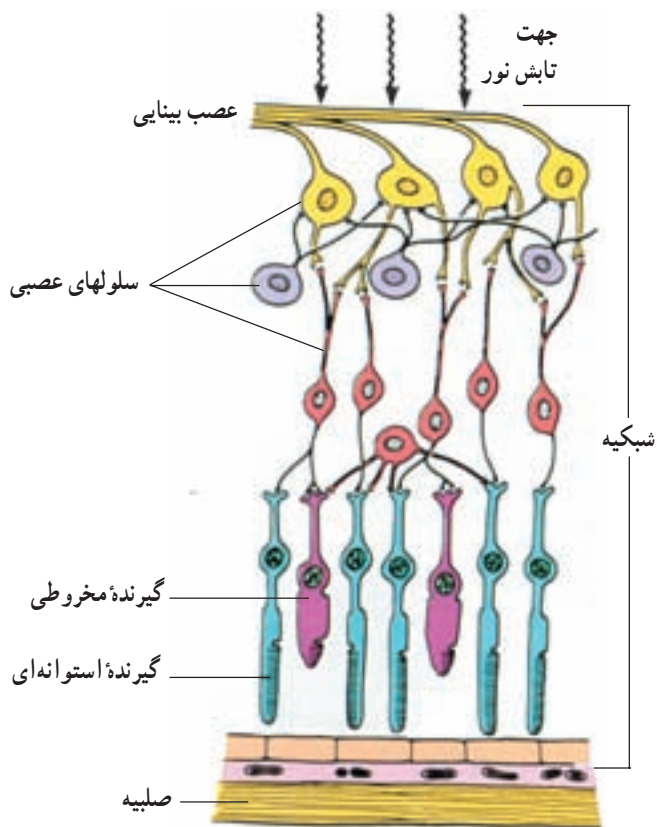
ساختمان چشم در شکل ۵-۶ نشان داده شده است.

چشم کره‌ای است توخالی با جداری سه‌لایه که از مایعی شفاف به نام «زجاجیه» پر شده است. لایهٔ خارجی کرهٔ چشم «صلبیه» نام دارد که پرده‌ای سفید، ضخیم و محکم است و از بخشهای داخلی تر کرهٔ چشم محافظت می‌کند. صلبیه در بخش جلوی چشم شفاف شده، «قرنیه» را بوجود می‌آورد تا نور به راحتی از آن بگذرد. دومین لایهٔ کرهٔ چشم «مشیمی» نام دارد که تیره رنگ و دارای عروق خونی فراوانی است. این لایه، علاوه بر تغذیهٔ لایه‌های کره چشم، در تاریک کردن فضای درون آن که برای داشتن تصویر واضح لازم است، نیز نقش دارد. مشیمیه در بخش جلو چشم و پشت قرنیه «عنبیه» را می‌سازد که بخش رنگی چشم است و رنگ چشم افراد مربوط به آن است. در وسط عنبیه



شکل ۵-۶ - ساختمان کره چشم

سوراخی برای عبور نور وجود دارد که «مردمک» نامیده می‌شود. مردمک در نور شدید تنگ و در نور کم گشاد می‌گردد. بنابراین میزان ورود نور به چشم را تنظیم می‌نماید. داخلی‌ترین لایه کره چشم «شبکیه» نام دارد که در سطح خارجی خود دارای یک لایه نازک رنگدانه سیاه ملانین است. این لایه، فضای کره چشم را تاریک می‌کند و از انعکاس نور جلوگیری می‌نماید. شبکیه همچنین دارای سلولهای گیرنده نور و سلولهای عصبی است که در ایجاد پیام عصبی بینایی نقش دارند. در پشت عنبیه، عدسی چشم قرار گرفته است که قطر آن بسته به میزان انقباض «ماهیچه‌های مژگانی» که به آن متصل‌اند، تغییر می‌کند. توانایی تغییر قطر عدسی به آن کمک می‌کند تا هم تصاویر اشیای دور و هم تصاویر اشیای نزدیک بر روی شبکیه به طور واضح تشکیل شوند. شبکیه دارای دو نوع سلول گیرنده «استوانه‌ای» و «مخروطی» است (شکل ۶-۶). گیرنده‌های استوانه‌ای به «نور سیاه و سفید» حساس‌اند و بنابراین عهده‌دار دید سیاه و سفید هستند. گیرنده‌های مخروطی به «نور رنگی» حساس‌اند و مسئول درک رنگها می‌باشند. هر دو نوع گیرنده، برای دریافت پیام به ماده‌ای شیمیایی نیازمندند که از ویتامین A ساخته می‌شود بنابراین کمبود ویتامین A حساسیت گیرنده‌ها را کاهش می‌دهد و باعث ضعف دید در شب (شب‌کوری) می‌گردد. وقتی تصویر بر روی شبکیه تشکیل شد، سلولهای گیرنده تحریک و باعث ایجاد پیام عصبی در عصب بینایی می‌شوند که به طرف مغز هدایت می‌گردد.



شکل ۶-۶- لایه‌های مختلف شبکیه چشم. به شکل گیرنده‌های استوانه‌ای و مخروطی و ارتباط پیچیده آنها با عصب بینایی دقت کنید.

مشاهده ساختمان چشم گوسفند

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که پس از انجام این مشاهده بتواند:

۱- با در دست داشتن مدل چشم یا چشم گوسفند، قسمت‌های مختلف چشم را نشان داده و نام ببرد.

۲- با توجه به آشنایی مستقیم با ساختمان چشم نقش و عمل هر یک از اجزای چشم را به تفصیل شرح دهید.

وسایل مورد نیاز: چشم سالم و کامل گوسفند، تیغ تیز، تشک تشریح

روش انجام: سطح خارجی کره چشم را بررسی نمایید. بخش شفاف جلویی و محل عصب

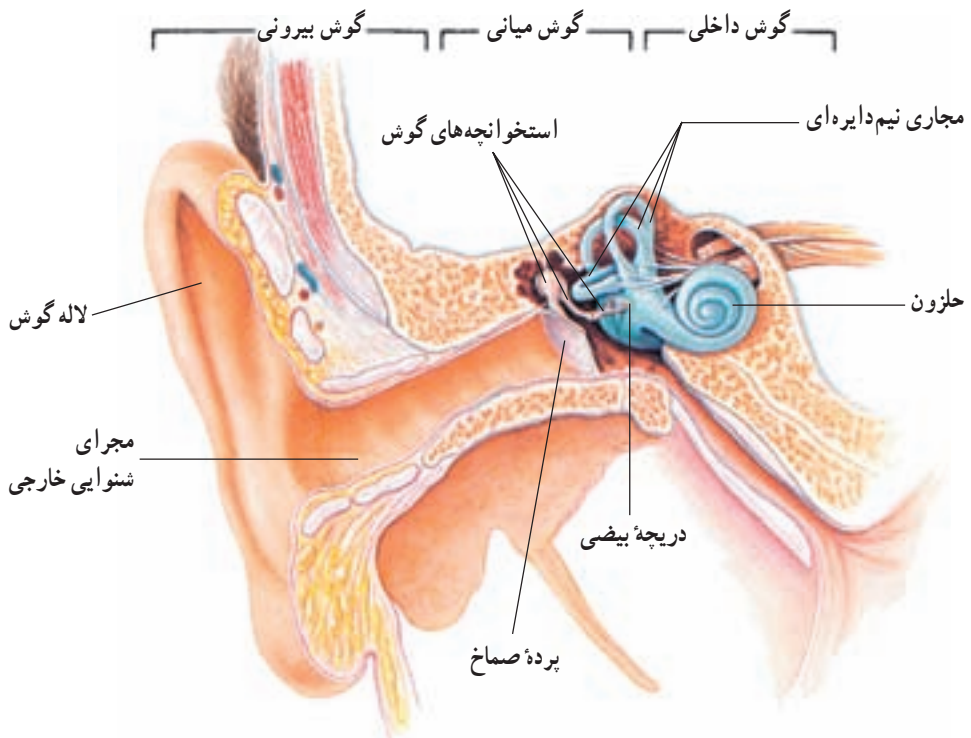
بینایی را پیدا کنید. محل اتصال ماهیچه‌های اطراف کره چشم را بررسی کنید. بخش رنگی چشم و

مردمک را نشان دهید. با استفاده از یک تیغ تیز، کره چشم را طوری برش دهید که برش از محل قرنیه و عصب بینایی عبور کند. بخش داخلی کره چشم را به دقت بررسی کنید وضعیت مایع داخل آن چگونه است؟

۳-۲-۶- حسّ شنوایی: گوش، اندام حسّ شنوایی است که با ساختمان ویژه خود صدا را جمع‌آوری، تقویت و بر روی گیرنده‌های ویژه متمرکز می‌کند تا پیام عصبی در عصب شنوایی ایجاد گردد. گوش به سه بخش زیر تقسیم می‌گردد: گوش خارجی، گوش میانی و گوش داخلی. گوش داخلی دارای گیرنده‌های حسّ تعادل نیز می‌باشد.

گوش خارجی: این بخش شامل لاله گوش، مجرای شنوایی و پرده صماخ است (شکل ۶-۷). صدا به وسیله لاله گوش جمع‌آوری و به درون مجرای شنوایی هدایت می‌گردد. پرده صماخ با شدت و تعداد ارتعاش متناسب با شدت صوت حرکت می‌کند.

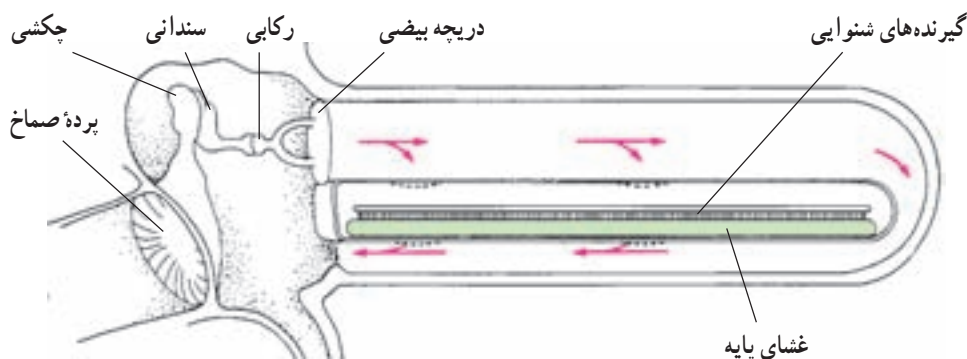
گوش میانی: حفره‌ای است استخوانی، شامل سه استخوان کوچک به نامهای چکشی، سندانی و رکابی. این استخوانها بین دریچه بیضی (در مرز گوش میانی و داخلی) و پرده صماخ (در مرز گوش میانی و گوش خارجی) قرار گرفته‌اند (شکل ۶-۷). ارتعاش پرده صماخ به کمک این استخوانها



شکل ۶-۷ - اجزا و ساختمان گوش

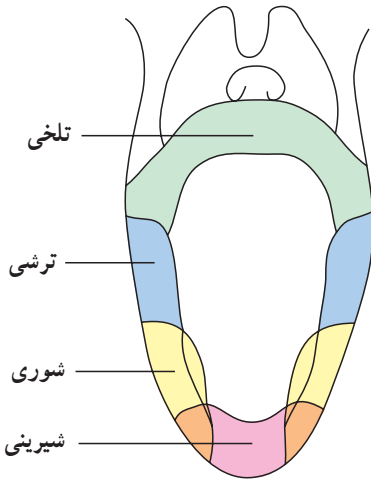
به سطح دریچه بیضی منتقل می‌گردد. خاصیت اهرمی استخوانهای گوش میانی و بزرگتر بودن مساحت پرده صماخ نسبت به دریچه بیضی، باعث تقویت قابل توجه اثر صوت می‌شود. انقباض ماهیچه‌هایی در درون گوش میانی، حرکت استخوانها را در برابر صداهای خیلی قوی کنترل و از گوش محافظت می‌کند.

گوش داخلی: این بخش شامل «دهلیز»، «مجاری نیم‌دایره» و «بخش حلزونی» است (شکل ۶-۷). دو بخش اول یعنی دهلیز و سه مجرای نیم‌دایره، مربوط به حس تعادل می‌باشند و اطلاعات مربوط به تعادل بدن را به مغز می‌فرستند. بخش حلزونی مربوط به حس شنوایی است. درون گوش داخلی را مایعی به نام «آندولنف» پر می‌کند. ارتعاش دریچه بیضی باعث ارتعاش آندولنف می‌گردد. «گیرنده‌های شنوایی» درون بخش حلزونی بر روی غشایی به نام «غشای پایه» قرار گرفته‌اند. این غشا، همراه با ارتعاش آندولنف، مرتعش می‌گردد و باعث تحریک گیرنده‌های شنوایی می‌شود (شکل ۸-۶). پیام عصبی از این گیرنده‌ها خارج شده، از طریق عصب «شنوایی - تعادلی» به مغز می‌رسد.



شکل ۸-۶- چگونگی تحریک گیرنده‌های شنوایی توسط انرژی صوتی

۴-۲-۶- حس چشایی: چشایی، یکی از حواس تشخیص دهنده محرکهای شیمیایی است. گیرنده‌های چشایی با مواد شیمیایی محلول در آب تحریک می‌شوند. گیرنده‌های چشایی در ساختمانهای به نام «جوانه‌های چشایی» قرار گرفته‌اند که بر سطح زبان پراکنده‌اند. تعداد کمی از جوانه‌های چشایی روی جدار دهان و حلق قرار دارند. چهار نوع گیرنده چشایی برای چهار مزه اصلی شیرینی، ترشی، شور و تلخی وجود دارد. گیرنده‌های شیرینی بیشتر در نوک زبان، گیرنده‌های تلخی بیشتر در انتهای زبان و گیرنده‌های شور و ترشی بیشتر در کناره‌های زبان پراکنده‌اند (شکل ۹-۶). پیام عصبی پس از ایجاد در سلول گیرنده چشایی، از طریق رشته‌های عصبی متعددی به سوی مغز هدایت می‌شود.

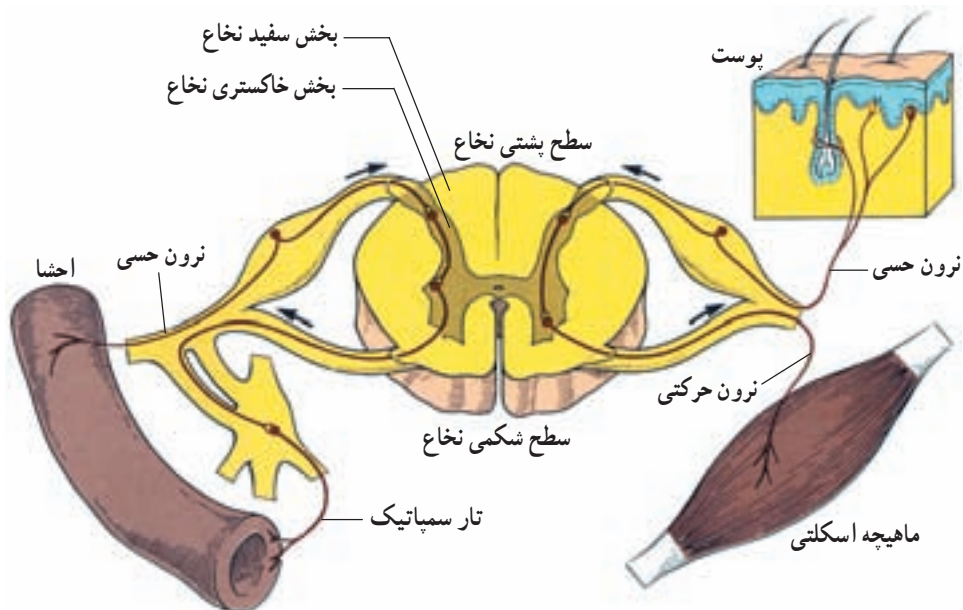


شکل ۹-۶- الگوی پراکندگی گیرنده‌های مزه‌های مختلف بر سطح زبان

۵-۲-۶- حس بویایی: بوهای مختلف با لایه پوششی که بخش فوقانی حفره بینی را پوشانده است، احساس می‌شوند. «گیرنده‌های بویایی» در درون لایه پوششی قرار دارند و در اثر تماس با مولکولهای شیمیایی مواد بودار تحریک می‌شوند. گفته می‌شود که هر گیرنده بویایی به بوی خاص پاسخ می‌دهد. آکسون گیرنده‌های بویایی، پیام عصبی مربوط به بویایی را به سمت مراکز مغزی هدایت می‌کند. جالب است بدانیم که احساس بسیاری از طعمها بیشتر به دلیل حس یک بوی خاص بوجود می‌آیند و گیرنده‌های چشایی فقط چهار مزه اصلی را دریافت می‌کنند. برای اطمینان می‌توانید بینی خود را کاملاً مسدود کنید و بعد مواد مختلفی را بچشید. نتیجه چه خواهد بود؟

۳-۶- اعصاب محیطی

اعصاب محیطی شامل تمامی تارهای عصبی خارج از دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) می‌باشند. اعصاب محیطی دربرگیرنده ۱۲ جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی هستند. این اعصاب می‌توانند حاوی تارهای حسی یا تارهای حرکتی و یا هر دو نوع تار حسی و حرکتی باشند. تارهای حسی پیامهای عصبی را از اندامهای حس (پوست، چشم، گوش، زبان و مخاط بویایی) و گیرنده‌های حسی داخلی و احشایی بدن به سمت نخاع و مغز می‌برند. تارهای حرکتی فرمانهای مغز و نخاع را به سمت اندامهای عمل‌کننده یعنی ماهیچه‌ها و غدد هدایت می‌کنند. تارهای حسی وارد ناحیه پشتی نخاع می‌شوند (شکل ۱۰-۶). در حالی که تارهای حرکتی از بخش شکمی نخاع خارج می‌شوند. تارهای حرکتی به دو گروه پیکری و خودمختار تقسیم می‌شوند. تارهای پیکری پیامهای حرکتی را به ماهیچه‌های اسکلتی می‌برند و تحت کنترل اراده‌اند. تارهای خودمختار، پیامهای حرکتی را



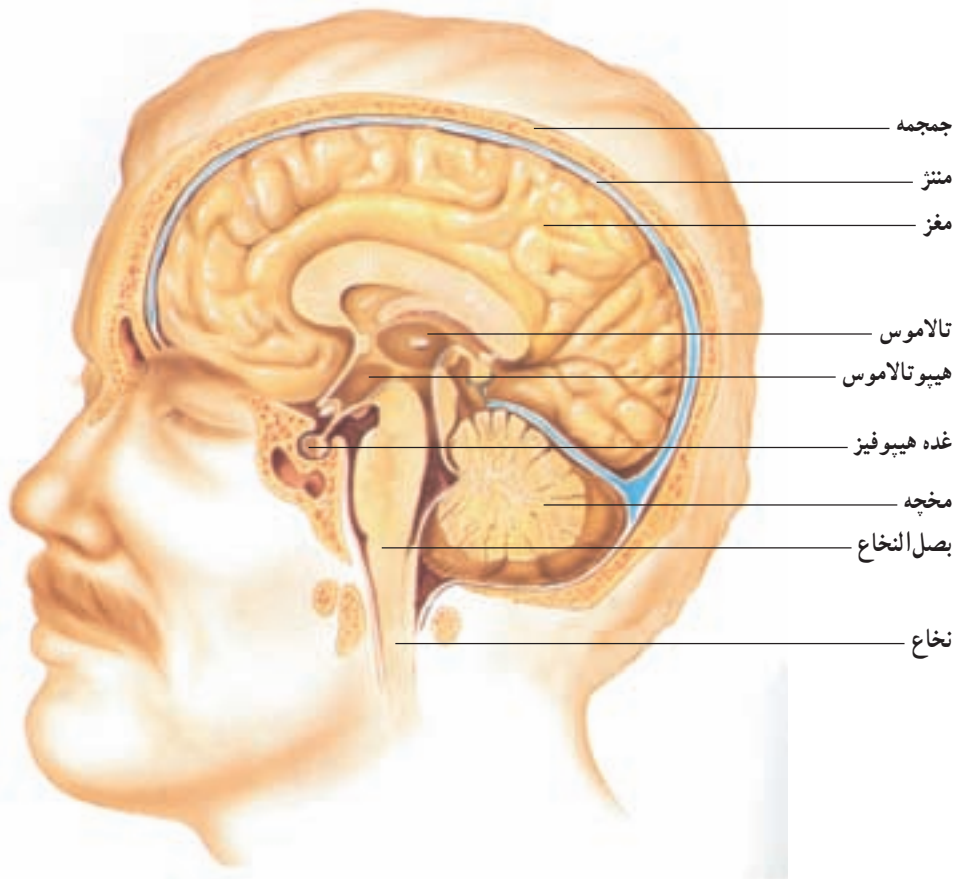
شکل ۱۰-۶- مقطع عرضی نخاع و چگونگی ارتباط تارهای حسی و حرکتی با آن

به ماهیچه‌های صاف یا غدد می‌برند و غیرارادی هستند. تارهای خودمختار نیز به دو گروه تارهای سمپاتیک و پاراسمپاتیک تقسیم می‌شوند. عمل این دو گروه معمولاً عکس یکدیگر است. برای مثال تحریک سمپاتیک ضربان قلب را افزایش و تحریک پاراسمپاتیک آن را کاهش می‌دهد.

۴-۶- دستگاه عصبی مرکزی

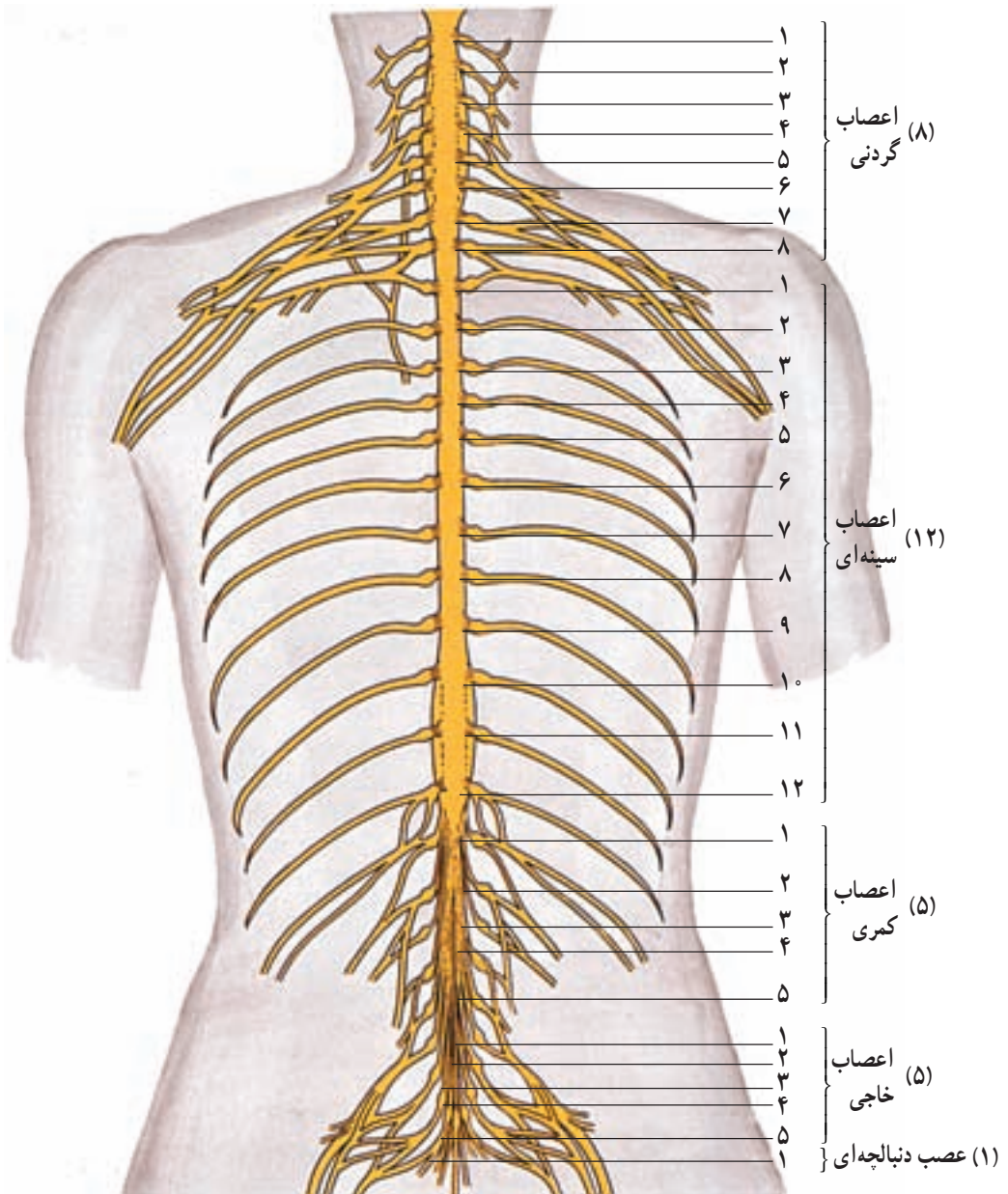
خواندیم که دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است. مهمترین بخشهای مغز از پایین به بالا عبارتند از: بصل النخاع، مخچه، هیپوتالاموس، تالاموس و قشر مخ (شکل ۱۱-۶). به‌طور کلی در بخشهای مختلف دستگاه عصبی مرکزی دو ناحیه خاکستری و سفید دیده می‌شوند. نواحی خاکستری محل تجمع جسم سلولی نرونها و نواحی سفید محل عبور آکسونهای نرونها مذکور است. به علت اهمیت و حساسیت دستگاه عصبی مرکزی، حفاظت گسترده‌ای از آن صورت گرفته است. نخستین حفاظت ویژه، به‌وسیله استخوانهای مجامه صورت می‌گیرد. مغز در درون حفره مجامه جای دارد و نخاع در درون کانال استخوانی که از پشت سرهم قرار گرفتن مهره‌ها حاصل شده است، قرار دارد. بین استخوانهای فوق و بافت عصبی، دومین سد حفاظتی یعنی «منتر» قرار گرفته است. منتر از پرده‌هایی از جنس بافت پیوندی تشکیل شده که بین آنها با مایعی مخصوص پر شده است. منتر از مغز در برابر تکانها و ضربه‌های شدید و برخورد آن به مجامه محافظت می‌کند

(شکل ۱۱-۶). سومین عامل محافظت کننده از سیستم عصبی مرکزی، لایه پوششی ویژه جدار عروق مغز و نخاع است که نفوذپذیری بسیار کمی دارد و بیشتر میکروبها نمی‌توانند از آن عبور کنند.



شکل ۱۱-۶- دستگاه عصبی مرکزی، به لایه استخوانی محافظت کننده و مننژ توجه نمایید.

۱-۴-۶- نخاع: نخاع در مقطع عرضی، دارای دو ناحیه خاکستری در داخل و سفید در اطراف می‌باشد. بخش خاکستری آن شبیه حرف H است که شاخهای جلویی آن کمی گسترش یافته‌تر است (شکل ۱۰-۶). زواید عقبی این بخش خاکستری را «شاخ پشتی» و زواید جلویی آن را «شاخ شکمی» می‌گویند. در طول نخاع ۳۱ جفت عصب از لابه لای مهره‌ها خارج می‌شوند که به طور قرینه به تمام بخشهای تنه و دست و پا می‌روند (شکل ۱۲-۶). نخاع، خود به برخی از پیامهای حسّی دریافت شده، پاسخ می‌دهد و برخی را برای تجزیه و تحلیل بیشتر و تصمیم‌گیری به مناطق بالاتر مغزی می‌فرستد.



شکل ۱۲-۶-۳۱ جفت عصب نخاعی و پراکندگی آنها

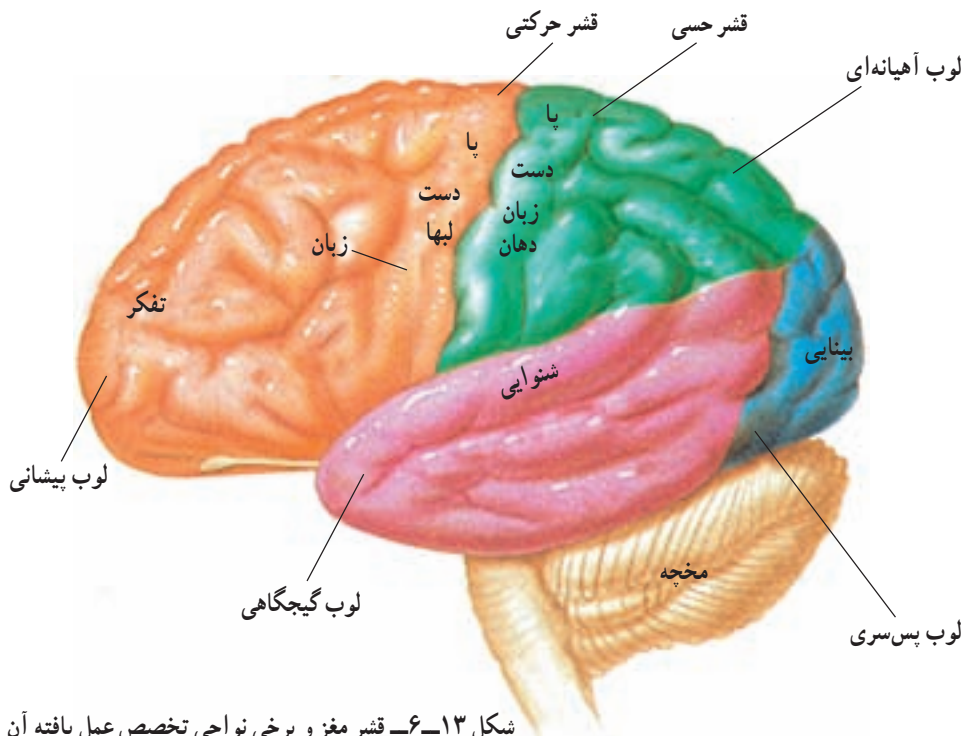
۲-۴-۶- بصل النخاع: پایین‌ترین بخش مغز است که آن را به نخاع وصل می‌کند (شکل ۱۱-۶). مراکز تنظیم فعالیت برخی اندامهای داخلی مانند مرکز کنترل ضربان قلب، فشارخون، سرفه، تنفس و بلع در بصل النخاع قرار دارد. بصل النخاع، همچنین محل عبور راههای عصبی است که از نخاع به مراکز بالاتر مغزی می‌روند یا از مراکز بالاتر به نخاع می‌آیند.

۳-۴-۶ - مخچه: در بخش عقب و پایین مغز واقع شده است و دارای دو نیمکره است. قشر آن دارای شیارهای کم عمق و تقریباً منظم است (شکل ۱۱-۶). مخچه در کنترل فعالیت ماهیچه‌ها و هماهنگ کردن آنها و همچنین حفظ تعادل بدن، نقش اساسی دارد.

۴-۴-۶ - هیپوتالاموس: این بخش از مغز، مرکز اعمال بسیار متنوعی از قبیل کنترل دمای بدن، گرسنگی، تشنگی، سیری، خواب و بیداری است. هیپوتالاموس در کنترل عملکرد بسیاری از غدد درون‌ریز نیز نقش دارد. هیپوتالاموس را عضو مشترک دو دستگاه تنظیم‌کننده عصبی و شیمیایی (هورمونی) می‌دانند.

۵-۴-۶ - تالاموس: تالاموس، جزو بخش‌های خاکستری مخ است. کار اصلی آن تقویت پیامهای حسی است که به سوی قشر مغز می‌روند. پیامهای مربوط به تمامی حواس به جز بخش اعظم پیامهای حس بویایی، قبل از رسیدن به قشر مغز ابتدا وارد تالاموس می‌شوند.

۶-۴-۶ - قشر مخ: قشر مخ به لایه خاکستری سطح نیمکره‌های مخ گفته می‌شود که دارای چین‌خوردگیهای عمیق فراوان است. قشر، مرکز عالی‌ترین اعمال فکری انسان است. یکی از وجوه تمایز اصلی مغز انسان با مغز حیوانات، همین چین‌خوردگی وسیع سطح قشر مخ است (شکل ۱۳-۶). قشر مخ مثل سایر بخش‌های خاکستری مغز محل اجتماع جسم سلولی زونهاست. به طور کلی نیمه



شکل ۱۳-۶ - قشر مغز و برخی نواحی تخصص عمل یافته آن

عقبی قشر منخ بیشتر با دریافت پیامهای حسی و تجزیه و تحلیل آنها سروکار دارد درحالی که نیمه جلویی آن بیشتر با برنامه‌ریزی و اجرای دستورهای حرکتی مرتبط است باید توجه داشت که این جداسازی صددرصد صدق نمی‌کند.

قشر منخ دارای مراکز مختلفی برای حرکات ارادی، حواس مختلف مثل شنوایی، بینایی، چشایی، بویایی و لامسه سطح بدن، درک معنی کلمات، سخن گفتن، تفکر، شخصیت و... است (شکل ۱۳-۶).

هر نیمکره منخ تقریباً حواس مربوط به نیمه مخالف بدن را دریافت می‌کند و حرکات همان نیمه را نیز کنترل می‌نماید. در مورد مهارتهایی از قبیل درک، تفسیر، کنترل تکلم و به‌کارگیری اندامها معمولاً یکی از نیمکره‌ها بر دیگری غالب است. برای مثال در افراد راست دست معمولاً نیمکره چپ غالب است. نیمکره چپ منخ حدود ۹۰ درصد از افراد نسبت به نیمکره راست آنها غالب است. ۱۲ جفت عصب از سطوح مختلف مغز خارج می‌شوند که علاوه بر حس و حرکت ناحیه سر، در انتقال پیامهای اندامهای حسی (بینایی، شنوایی، بویایی، چشایی و تعادلی) نیز نقش دارند. «زوج دهم» این اعصاب «واگ» نامیده می‌شود و در کنترل قلب، تنفس و عمل اندامهای گوارشی نقش اساسی ایفا می‌کند.

آزمایش ۲: انعکاس عصبی مردمک

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از انجام این آزمایش بتواند:

– فایده انعکاس عصبی مردمک و نحوه آن را شرح دهد.

مواد و وسایل لازم: چراغ قوه

روش انجام:

انعکاس نوری مردمک: اندازه قطر مردمک چشم دوست خود را در نور اتاق مشاهده کنید. سپس با کمک چراغ قوه در چشم وی نور بتابانید و با دور و نزدیک کردن چراغ قوه به چشم او، تغییر اندازه مردمک را مشاهده کنید. در هر حالت قطر مردمک چه تغییری می‌کند؟ این تغییر چه ارزشی دارد؟

برخی ناراحتیهای دستگاه عصبی و اندامهای حسی

فلج اطفال: خواندیم که نرونهای حرکتی که به ماهیچه‌های ارادی می‌روند از شاخ شکمی نخاع خارج می‌شوند، جسم سلولی این نرونها در شاخ شکمی نخاع قرار دارد. ویروس فلج اطفال پس از ورود به بدن، به جسم سلولی این نرونها حمله می‌کند

و به آنها آسیب می‌رساند. در نتیجه شخص دچار اختلال حرکتی و فلج می‌شود. بهترین راه مبارزه با این بیماری، واکسیناسیون علیه آن است.

قطع نخاع: گاهی اوقات نخاع بر اثر ضایعات ناشی از تصادف، جنگ یا حوادث طبیعی به طور ناقص یا کامل قطع می‌شود. در نتیجه پیامهای حسی زیر ناحیه قطع شده به مغز نمی‌رسند و شخص آسیب دیده، حس این نواحی و همچنین کنترل ارادی بر روی بخشهای زیر ناحیه قطع شده را از دست می‌دهد. این افراد دفع غیرارادی دارند و در صورت عدم مراقبت و تحرک دچار تحلیل ماهیچه و زخم بستر می‌شوند.

نزدیک بینی و دوربینی: این عوارض به ترتیب بر اثر ازدیاد یا کاهش تحدب عدسی چشم ایجاد می‌گردد. این امر باعث می‌شود که تصویر واضحی از اشیا بر روی شبکیه تشکیل نگردد. هر دو مشکل با استفاده از عدسیهایی در خارج از چشم که به صورت عینک تهیه می‌شوند، قابل اصلاح می‌باشند.

درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- در ابتدای فصل با اعمال اصلی دستگاه عصبی آشنا شدید. آیا می‌توانید بگویید که هر یک از اعمال اصلی دستگاه عصبی به وسیله کدام یک از اجزای آن انجام می‌شود؟
- ۲- قسمت‌های تشکیل دهنده و عمل دستگاه عصبی مرکزی را شرح دهید.
- ۳- تارهای حرکتی اعصاب محیطی چه اعمالی را برعهده دارند؟
- ۴- چشم یکی از اعضای مهم تشخیص موقعیت بدن است که این عمل را از طریق فراهم کردن امکان مشاهده محیط و اشیا اطراف بدن بوجود می‌آورد. چه قسمت‌های دیگری از دستگاه عصبی و حسی در تعیین و حفظ موقعیت بدن در حالت تعادل دخالت دارند؟

۵-۶ دستگاه تنظیم شیمیایی (هورمونی)

دستگاههای عصبی و هورمونی^۱ با همکاری اندامهای حسی، اجزای بدن را در شرایط متعادل و هماهنگ نگه می‌دارند. مثلاً هنگامی که می‌دوید، اعصاب، نحوه دیدن و تعادل شما را کنترل می‌کنند و دستگاه هورمونی مقدار قندخون شما را افزایش می‌دهد تا انرژی لازم برای دیدن فراهم

۱- Hormonal

شود. البته این دو دستگاه تفاوت‌هایی باهم دارند. دستگاه عصبی به سرعت نسبت به محرک‌ها پاسخ می‌دهد و مدت زمان تحریک عصبی کوتاه است. هنگامی که دست شما به یک جسم داغ برخورد می‌کند، به سرعت به عقب کشیده می‌شود. حال آن که پاسخ دستگاه هورمونی به محرک کند است ولی مدت زمان تأثیر آن طولانی است و ممکن است از چند دقیقه تا چند روز طول بکشد. از طرفی دستگاه عصبی، پیامبرهای عصبی خود را از انتهای آکسون در مجاورت سلولهای تحت تأثیر خود رها می‌کند درحالی که فاصله محل ترشح هورمون و محل اثر آن زیاد است. هورمون یک پیامبر شیمیایی است. دستگاه هورمونی شامل تعدادی غده است که برخلاف غدد برون‌ریز، مجرای برای خروج مواد ترشحی ندارد و هورمونهای ترشح شده از آنها مستقیماً به خون می‌ریزند. پس هورمون، ماده‌ای است که به وسیله یک غده درون‌ریز^۱ ساخته و به درون خون ترشح می‌شود و از طریق جریان خون به بافتها یا اندامهای خاصی رسیده و بر روی آنها اثر می‌گذارد.

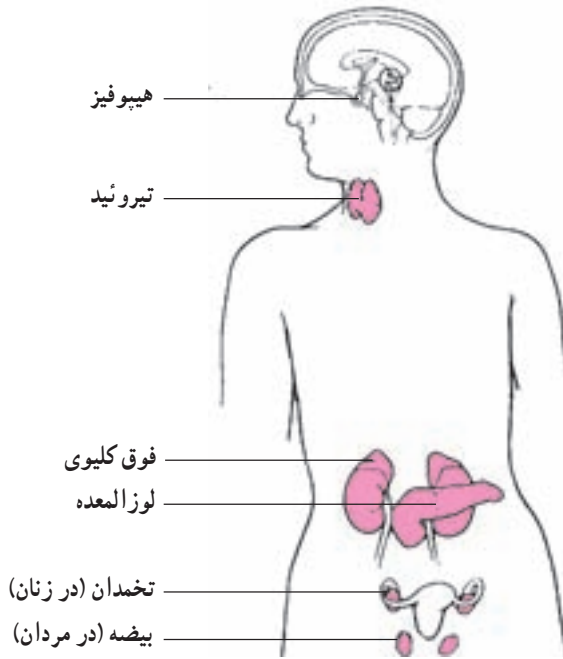
هورمون‌ها ممکن است از جنس مواد ساخته شده از اسید آمینه (مثل هورمون ساخته شده از اسید آمینه تیروزین^۲)، استروئید یا یک قطعه پروتئینی (پپتید) باشند. این هورمون‌ها وقتی به سلولهای بافت‌های هدف خود می‌رسند به روشهای متفاوتی بر آنها اثر می‌گذارند. هورمونهای پپتیدی و هورمون مشتق از اسید آمینه تیروزین، پس از رسیدن به سطح سلولی به یک مولکول مخصوص که گیرنده هورمون نامیده می‌شود، متصل می‌شوند. این اتصال مانند زدن یک کلید برق است و باعث شروع واکنشهایی در سلول می‌گردد که نتیجه آن به صورت تقسیم سلول یا ساخت یک پروتئین خاص و یا مصرف و ورود بعضی از مواد به سلول و... دیده می‌شود. اما نحوه عملکرد هورمونهای استروئیدی متفاوت است. هورمونهای استروئیدی و غشای سلول هر دو از جنس چربی می‌باشند به همین دلیل این هورمون‌ها به راحتی در غشا حل و از آن رد می‌شوند و به درون سیتوپلاسم می‌روند. در آنجا به گیرنده خود وصل می‌شوند که این عمل باعث آغاز یک یا چند واکنش می‌گردد.

میزان ترشح هورمون‌ها معمولاً به وسیله خود آنها تنظیم می‌شود. گاهی بالا رفتن مقدار یک هورمون بر غده ترشح کننده همان هورمون، اثر منفی می‌گذارد و مقدار تولید هورمون کاهش می‌یابد. بعضی از هورمون‌ها نیز به وسیله هورمونهای دیگر کنترل می‌شوند. دستگاه عصبی نیز بر ترشح هورمون‌ها اثر می‌گذارد. حال می‌توان غده‌های مهم بدن و اعمال هورمونهای آنها را بررسی نمود (شکل ۱۴-۶).
۱-۵-۶- غده هیپوفیز^۳: این غده کوچک در زیر مغز قرار دارد و دارای سه قسمت است که عبارتند از: بخش پیشین، بخش میانی و بخش پسین (شکل ۱۵-۶). اعمال این غده به طور عمده تحت کنترل غده هیپوتالاموس قرار دارد.

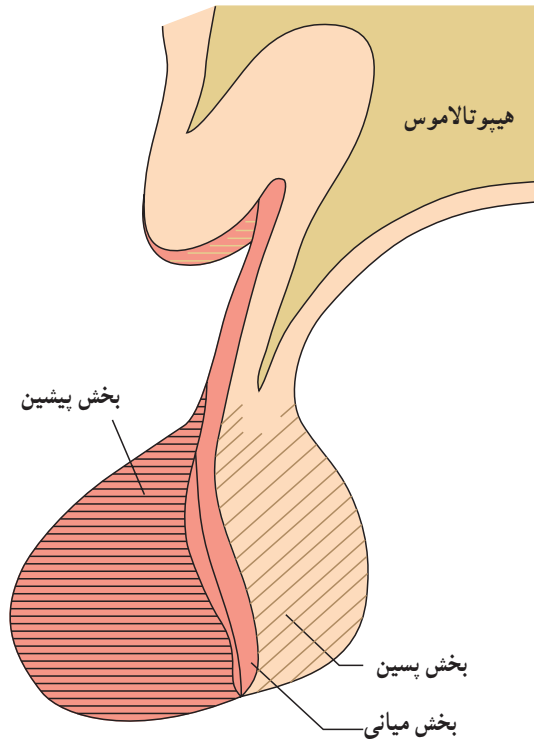
۱- Endocrine

۲- Tyrosine

۳- Hypophysis



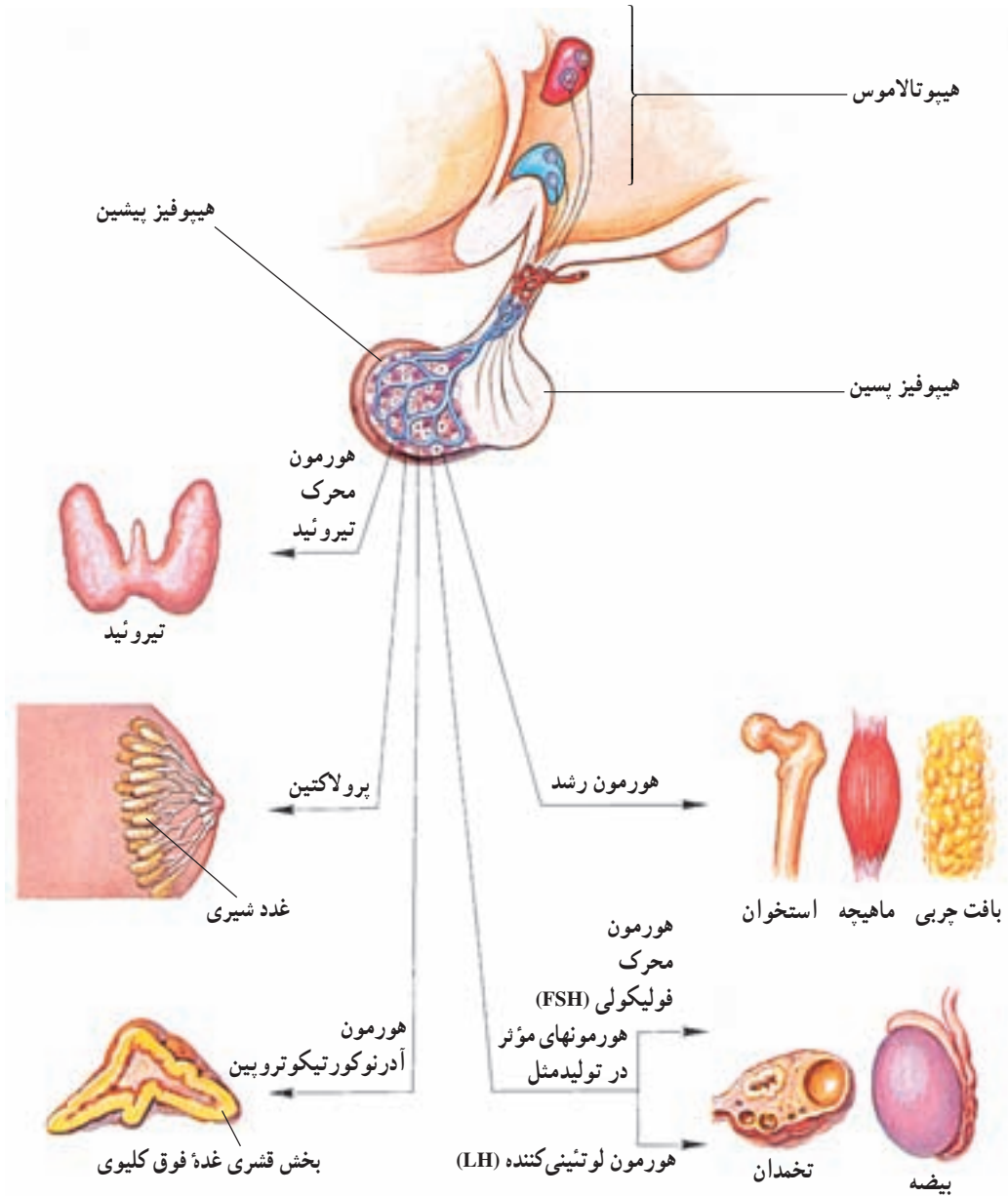
شکل ۱۴-۶ - غدد مهم درون ریز و محل قرار گرفتن آنها



شکل ۱۵-۶ - ساختمان غده هیپوفیز از نمای کناری

بخش پیشین: شش نوع هورمون ترشح می کند که علاوه بر کنترل رشد، فعالیت ترشحی سایر غدد درون ریز را نیز در کنترل دارد (شکل ۱۶-۶). این هورمونها عبارتند از:

۱- هورمون رشد یا سوماتوتروپین^۱: که نقش مهمی در رشد بدن ایفا می کند اگر مقدار ترشح



شکل ۱۶-۶- هورمونهای غده هیپوفیز پیشین و اندامهای هدف آنها

آن در دوران کودکی کمتر از حد طبیعی باشد فرد دچار کوتولگی (نانیسم) می‌شود و ترشح زیادتر از حد معمول آن نیز باعث غول‌آسائیدن فرد (ژیگانتیسم^۱) می‌گردد. اما اگر بعد از بلوغ بر مقدار آن افزوده شود، چون رشد طولی استخوانها متوقف شده است، در افزایش طول قد فرد تأثیری ندارد و در عوض باعث پهن شدن استخوانهای پاها، دستها و صورت می‌گردد که به آن «آکرومگالی^۲» می‌گویند. این هورمون سبب افزایش تقسیم سلولی، تولید پروتئین و رشد استخوان می‌گردد.

۲- هورمون آدرنوکورتیکوتروپین (TSH)^۳: این هورمون بر بخشی از غده دیگری به نام بخش قشری غده فوق کلیوی اثر می‌گذارد و آن را وادار به ترشح هورمونهای قشر غده فوق کلیوی می‌کند.

۳- هورمون محرک تیروئید (FSH)^۴: این هورمون موجب تحریک غده تیروئید و ترشح هورمونهای تیروئیدی می‌گردد.

۴- پرولاکتین^۵: موجب رشد و نمو پستانها و تولید شیر می‌شود.

۵- هورمون محرک فولیکولی^۶

۶- هورمون لوتئینی (LH)^۷: چگونگی عمل این دو هورمون در فصل تولیدمثل شرح داده خواهد شد.

بخش میانی: در ماهیها، خزندگان و دوزیستان که دارای سلولهای خاص حاوی رنگدانه در پوست خود هستند هورمونی به نام هورمون محرک ملانوسیتها از این بخش ترشح می‌شود که سبب تغییر رنگ بدن آنها می‌گردد اما نقش این هورمون در انسان بخوبی شناخته نشده است.

بخش پسین: این بخش از هیپوفیز در واقع بخشی از دستگاه عصبی است و از مجموعه‌ای از آکسونها تشکیل شده است که جسم سلولی آنها در هیپوتالاموس قرار دارد. این بخش دو نوع هورمون را ترشح می‌کند:

۱- هورمون ضداداراری که وازوپرسین^۸ نیز نامیده می‌شود، سبب تحریک کلیه‌ها برای حفظ آب می‌گردد و به این ترتیب محتوای آب بدن را حفظ می‌کند همچنین این هورمون اثر ضعیفی بر انقباض سرخرگهای کوچک دارد و بدین ترتیب باعث افزایش فشار خون می‌شود.

۲- اکسی‌توسین^۹، این هورمون سبب انقباض رحم در حین زایمان می‌شود و به این ترتیب به خروج نوزاد کمک می‌کند. گاهی پزشکان برای تسهیل زایمان برای مادر اکسی‌توسین تجویز می‌کنند. این هورمون با انقباض بعضی از سلولها در پستانها سبب خروج شیر از پستان در هنگام مکیده شدن می‌شود. عمل این هورمون در مردان مشخص نیست.

۱- Gigantism

۲- Acromegali

۳- Adrenocorticotropin

۴- Thyroid Stimulating Hormone

۵- Prolactin

۶- Follicle Stimulating Hormone

۷- Leuteinzing Hormone

۸- Vasopressin

۹- Oxytosin

۲-۵-۶- غده تیروئید^۱: تیروئید غده بزرگی است که در ناحیه گردن، در پایین حنجره و چسبیده به نای جای دارد. این غده، هورمون تیروکسین^۲ را ترشح می کند که از اتصال ید به اسید آمینه تیروزین بوجود می آید. ید با انتقال فعال از خون به این غده منتقل می شود و در آنجا ذخیره می گردد. اگر میزان ید خون یا به عبارت دیگر ید مصرفی فرد کم باشد، این غده بزرگ می شود که به این حالت «گواتر» می گویند. با مصرف نمک یددار می توان از گواتر جلوگیری کرد. تیروکسین برای رشد و نمو ضروری است. اگر مقدار این هورمون در دوران جنینی و کودکی انسان کم باشد، فرد مذکور، به بیماری کریتینیسم^۳ مبتلا می گردد که عقب ماندگی ذهنی، رشد کم دستگاه اسکلتی و مشکلات دیگر را به دنبال دارد. تیروئید علاوه بر تیروکسین، هورمون دیگری به نام کلسی تونین نیز ترشح می کند. این هورمون در هنگام لزوم، سبب کاهش کلسیم خون می شود.

۳-۵-۶- غدد پاراتیروئید: چهار غده در سطح پشتی غده تیروئید جای دارند که «غدد پاراتیروئید» نامیده می شوند و هورمون پاراتیروئید را ترشح می کنند. این هورمون برخلاف کلسی تونین سبب افزایش کلسیم خون می شود که این عمل را به سه روش زیر انجام می دهد:

- ۱- تحریک افزایش جذب کلسیم از روده ها؛ این عمل با کمک ویتامین D انجام می گیرد.

۲- افزایش باز جذب کلسیم از کلیه ها

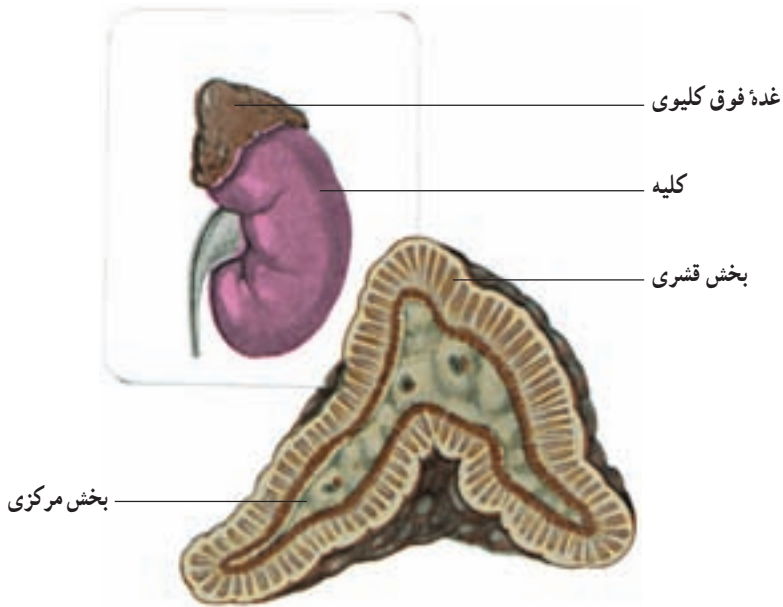
۳- تجزیه املاح کلسیمی استخوان. وقتی که میزان کلسیم خون به اندازه کافی زیاد شد، ترشح هورمون پاراتیروئید کاهش می یابد. کلسیم نقش مهمی در انقباض ماهیچه ها و تحریک اعصاب دارد. در صورت کمبود کلسیم، بدن دچار انقباضهای ماهیچه ای شدید می شود و اعصاب به سرعت تحریک می گردند.

۴-۵-۶- غدد فوق کلیوی: روی سطح بالایی هر کلیه دو غده وجود دارد که به همین دلیل آنها را غدد فوق کلیوی نامیده اند. هر غده دارای یک بخش مرکزی یا درونی و یک بخش بیرونی یا قشری است (شکل ۱۷-۶). این بخشها، از نظر ساختمان و عملکرد از هم جدا هستند، بخش مرکزی غدد فوق کلیوی هورمونهای ایپی نفرین و نورایی نفرین را در شرایط تنش (استرس) ترشح می کنند. این هورمونها در شرایط جنگ و گریز، ترس، اضطراب و ورزش شدید رها می شود و سبب افزایش قند خون، ضربان قلب و تنفس می گردند. همچنین این هورمونها سبب انقباض رگهای دستگاه گوارش می شود تا خون کمتری به آن برود و در عوض، سبب گشاد شدن رگهای ماهیچه ها می شوند تا خون بیشتری به آنجا برسد. همه این آثار باعث تقویت توان فرد برای مقابله با موقعیتی که در آن قرار گرفته است، می گردد. در مواقع اضطراری اعصاب سمپاتیک این پاسخها را شروع می کند ولی با

۱- Thyroid gland

۲- Thyroxin

۳- Cretinism



شکل ۱۷-۶- محل و ساختمان غده فوق کلیوی

ترشح هورمونهای مزبور از بخش مرکزی غدد فوق کلیوی این پاسخها ادامه می یابند. در واقع این بخش از غدد فوق کلیوی، قسمتی از اعصاب سمپاتیک می باشند.

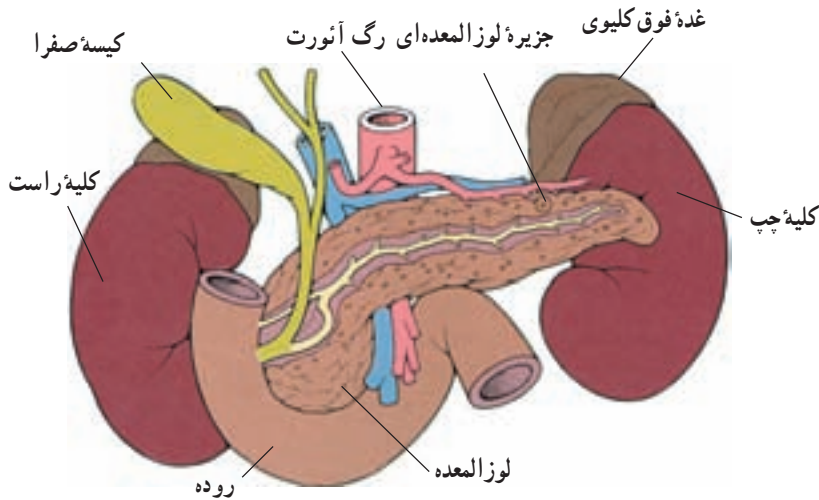
بخش قشری غدد فوق کلیوی: هورمونهای مهمی را ترشح می کنند که کورتیزول^۱ و آلدسترون^۲ هم جزء آنها هستند. کورتیزول، هورمونی است که سبب تحریک تجزیه پروتئینها به واحدهای سازنده آنها یعنی اسیدهای آمینه می شود. این اسیدهای آمینه وارد خون می شوند و در کبد به قند گلوکز تبدیل می گردند. بنابراین، کورتیزول قند خون را افزایش می دهد. همچنین این هورمون در رفع التهاب و ترمیم زخمها نقش دارد و تحت تأثیر هورمون محرک آدرنوکورتیکوتروپ^۳ هیپوفیز پیشین ترشح می گردد. آلدسترون، مقدار سدیم و پتاسیم خون را تنظیم می کند. این هورمون سبب می شود که کلیه ها سدیم را جذب کرده، به خون برگردانند و در عوض پتاسیم از کلیه ها به میزان بیشتری دفع می شود. در نتیجه، میزان سدیم خون افزایش و پتاسیم آن کاهش می یابد. سدیم در اعمال مختلف سلولهای بدن نقش مؤثری دارد به طوری که اگر غدد فوق کلیوی جانوری را بردارند، پس از چند روز به دلیل دفع بیش از اندازه سدیم، جانور خواهد مرد.

۵-۵-۶- پانکراس (لوزالمعده): غده پانکراس بین دو کلیه جای دارد و به ابتدای روده کوچک متصل است (شکل ۱۸-۶). بافت پانکراس یکنواخت نیست بلکه در حقیقت از دو نوع

۱- Cortisol

۲- Aldestrone

۳- Adrenocorticotrope Stimulating Hormone



شکل ۱۸-۶- محل قرار گرفتن غدهٔ پانکراس و جزایر لانگرهانس درون آن

بافت تشکیل شده است. بافت زمینه، در اصل یک غدهٔ برون ریز است که ترشحات آن در هضم غذا دخالت دارند. نوعی بافت دیگر به صورت پراکنده و شبیه به جزیره‌هایی در درون بافت زمینه قرار گرفته است. این نواحی که جزایر لانگرهانس نامیده می‌شوند دو هورمون انسولین و گلوکاگن را ترشح می‌کنند. وقتی که مقدار قند سادهٔ گلوکز در خون زیاد می‌شود انسولین افزایش می‌یابد. این حالت معمولاً بعد از خوردن غذا دیده می‌شود. انسولین سه اثر مختلف دارد:

- ۱- سلولهای چربی، کبدی و ماهیچه‌ای را به جذب و مصرف گلوکز تحریک می‌کند.
- ۲- تحت تأثیر انسولین، مولکولهای گلوکز در کبد و ماهیچه به صورت قند گلیکوژن درآمده، ذخیره می‌شوند.

۳- انسولین، ساخت پروتئین و چربی را در سلولها تحریک می‌کند. نتیجهٔ این اعمال کاهش گلوکز خون می‌باشد. اگر مقدار انسولین در بدن فردی کم باشد و یا اصلاً ترشح نشود، مقدار قندخون زیاد می‌شود و فرد به بیماری قندخون یا دیابت مبتلا می‌گردد. این بیماری با تزریق انسولین و تغذیهٔ مناسب قابل کنترل است.

گلوکاگن هم از پانکراس ترشح می‌شود اما برخلاف انسولین عمل می‌کند. این هورمون که در فواصل زمانی مصرف غذا ترشح می‌شود، سبب افزایش قندخون می‌گردد. این عمل به‌طور عمده با تجزیهٔ گلیکوژن و تبدیل کردن آن به گلوکز در کبد انجام می‌گیرد. گلوکز آزاد شده به جریان خون راه می‌یابد. هورمونهای دیگری نیز در بدن وجود دارند که در فصلهای آینده با برخی از آنها آشنا خواهید شد.

بیماری دیابت

چنانچه هورمون انسولین به اندازه کافی در بدن تولید نشود و یا نتواند به‌خوبی عمل کند، فرد به بیماری دیابت مبتلا می‌شود. در این حالت، قند جذب شده از غذاها توسط بدن مصرف نمی‌شود و مقدار آن در خون بالا می‌رود. در نتیجه سوخت و ساز طبیعی بدن مختل می‌گردد که عوارض مختلفی دارد.

تشنگی بیش از حد، گرسنگی دائمی، کاهش وزن، احساس خستگی، تکرار ادرار و تاری دید از علائم معمول دیابت هستند. چنانچه دیابت کنترل و مداوا نشود عوارضی مانند تشنج و اغماء و عفونت و دیر خوب شدن زخمها که گاهی اوقات به قطع عضو نیز منجر می‌گردد، حادث می‌گردد. دیابت در سنین مختلف و به دلایل متفاوتی رخ می‌دهد. کودکان مبتلا به دیابت بیشتر به دلیل تخریب سلولهای انسولین‌ساز در لوزالمعده، تولید انسولین متوقف می‌شود. این نوع دیابت را دیابت نوع اول می‌نامند که درمان آن از طریق تزریق روزانه انسولین امکان‌پذیر است. سوء تغذیه، استرس، برخی از عوامل در دوران بارداری و مصرف برخی داروها نیز می‌توانند باعث ایجاد بیماری قند به صورت موقت شوند. در بیشتر بزرگسالان مبتلا به دیابت، انسولین به اندازه کافی تولید می‌شود، اما بدن آنها قادر به استفاده مؤثر از آن نیست. بیشتر این بیماران با تغییر الگوی تغذیه و فعالیت خود قابل درمان هستند و در صورت نیاز از داروهای خوراکی برای درمان آنها استفاده می‌شود. در موارد اندکی نیز انسولین تجویز می‌شود. این نوع دیابت را نوع دوم می‌نامند. بیش از ۹۰ درصد موارد دیابت را نوع دوم دیابت تشکیل می‌دهد.

دیابت بیماری خطرناکی است که در بسیاری از موارد بعد از ایجاد صدمات غیرقابل جبران تشخیص داده می‌شود و حتی در این موارد نیز ممکن است جدی گرفته نشود به همین دلیل «قاتل خاموش» نامیده شده است و در بیشتر کشورهای صنعتی عامل چهارم مرگ و میر شناخته شده است. افرادی که سابقه خانوادگی ابتلا به دیابت در آنان وجود دارد و عوامل مساعدکننده‌ای مثل چاقی در آنها دیده می‌شود، بهتر است بیشتر مراقب بروز علائم آن باشند. بهترین راه حل برای این مشکل جهانی، تصحیح وضعیت تغذیه، فعالیتهای بدنی و کاهش انواع استرسهاست.

در سالهای اخیر روشهای جدیدی برای درمان این بیماری ابداع شده است. سلول درمانی یکی از این روشهاست که با جایگزینی سلولهای تولیدکننده انسولین می‌تواند توانایی تولید انسولین را به بدن بیماران مبتلا به دیابت نوع اول بازگرداند. این نوع درمانها هنوز در مرحله تحقیق هستند اما نتایج امیدوارکننده‌ای از آنها گزارش شده است.

درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- تفاوتهای عمل دستگاه هورمونی و عصبی را شرح دهید.
- ۲- آیا می‌توانید با توجه به آنچه در فصل گذشته خوانده‌اید غدد درون‌ریز و برون‌ریز را با یکدیگر مقایسه کنید؟
- ۳- نحوه تنظیم میزان تولید هورمونها را شرح دهید.
- ۴- غدد مهم بدن و هورمونهای تولید شده به وسیله آنها را معرفی کنید.
- ۵- نحوه تنظیم قند خون به هنگام گرسنگی، پس از خوردن غذا و در هنگام هیجان‌ات روحی شدید را توضیح دهید.

دستگاههای جذب و انتقال مواد مورد نیاز و دفع مواد زاید

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند:

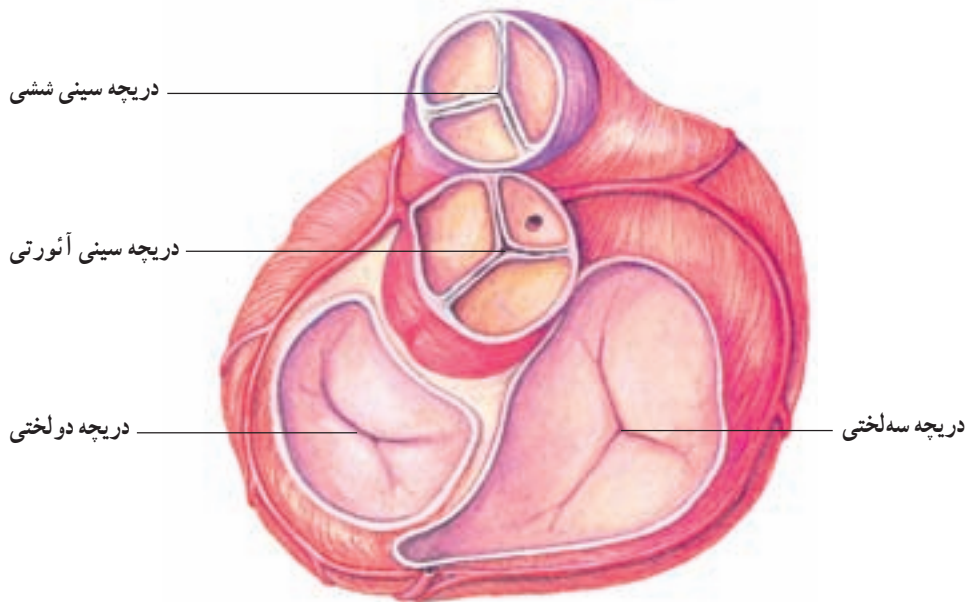
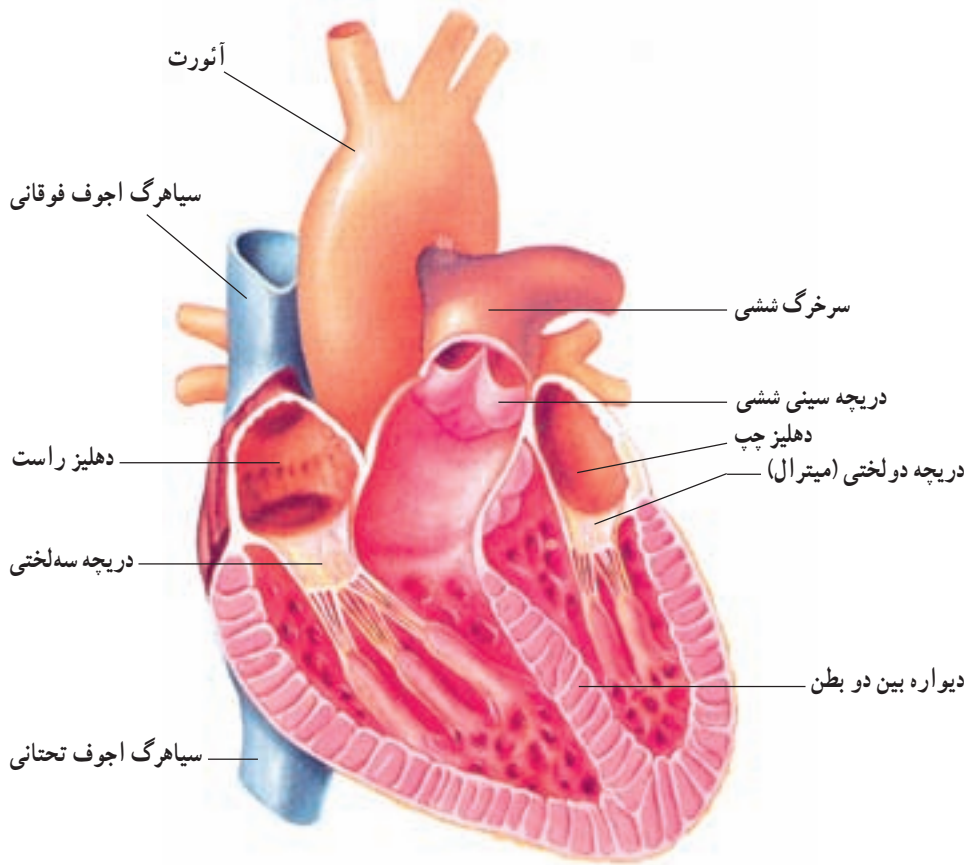
- ۱- وظایف دستگاه گردش خون را توضیح دهد.
- ۲- ساختمان و عمل قلب را شرح دهد.
- ۳- انواع رگهای خونی و نحوه ارتباط رگهای مختلف در شبکه رگی بدن را شرح دهد.
- ۴- مایع میان‌بافتی، لنف و چگونگی گردش آن در بدن را توضیح دهد.
- ۵- قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده خون و وظایف هریک را به اختصار توضیح دهد.
- ۶- انواع سلولهای سفید خون و وظایف آنها را شرح دهد.
- ۷- اعمال خون را به تفصیل توضیح دهد.
- ۸- وظایف دستگاه گوارش را شرح دهد.
- ۹- قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش و نقش هریک را در هضم و جذب مواد غذایی شرح دهد.
- ۱۰- وظایف دستگاه تنفس را شرح دهد.
- ۱۱- ساختمان و عمل مجاری تنفسی و ششها را به اختصار شرح دهد.
- ۱۲- نقش قفسه سینه و ماهیچه‌های تنفسی را در فرآیند دم و بازدم شرح دهد.
- ۱۳- مسیر انتقال و چگونگی تبادل گازهای تنفسی را شرح دهد.
- ۱۴- وظایف دستگاه دفع ادرار و نقش آن در تنظیم محیط داخلی بدن را شرح دهد.
- ۱۵- ساختمان کلیه و وظایف اجزای آن را شرح دهد.
- ۱۶- جریان خون کلیه و نحوه تشکیل ادرار را به اختصار شرح دهد.
- ۱۷- مکانیسم دفع ادرار را شرح دهد.

خواندیم که در موجودات پرسلولی، برای دسترسی آسان همه سلولها به مواد غذایی و دفع مواد زاید، تخصصی شدن و تمایز سلولها، تشکیل بافتها، اندامها و دستگاههای مختلف صورت گرفته است. در این فصل با دستگاههایی که وظیفه جذب مواد لازم، دفع مواد زاید و انتقال آنها را در بدن برعهده دارند آشنا می‌شوید.

۱-۷- دستگاه گردش خون

برای رسیدن مواد غذایی و اکسیژن، از روده‌ها و ششها به تمام نقاط بدن و جمع‌آوری دی‌اکسیدکربن و سایر مواد دفعی سلولها از محیط اطراف آنها و رساندن این مواد به اندامهای دفعی و همچنین گشت‌زنی واحدهای دفاعی بدن در تمامی نقاط برای مقابله با خطرهای احتمالی مثل میکروبها - که در فصل آینده با آن آشنا خواهید شد - دستگاه گردش خون بوجود آمده است. این دستگاه دارای سه بخش اصلی قلب، رگها و خون می‌باشد.

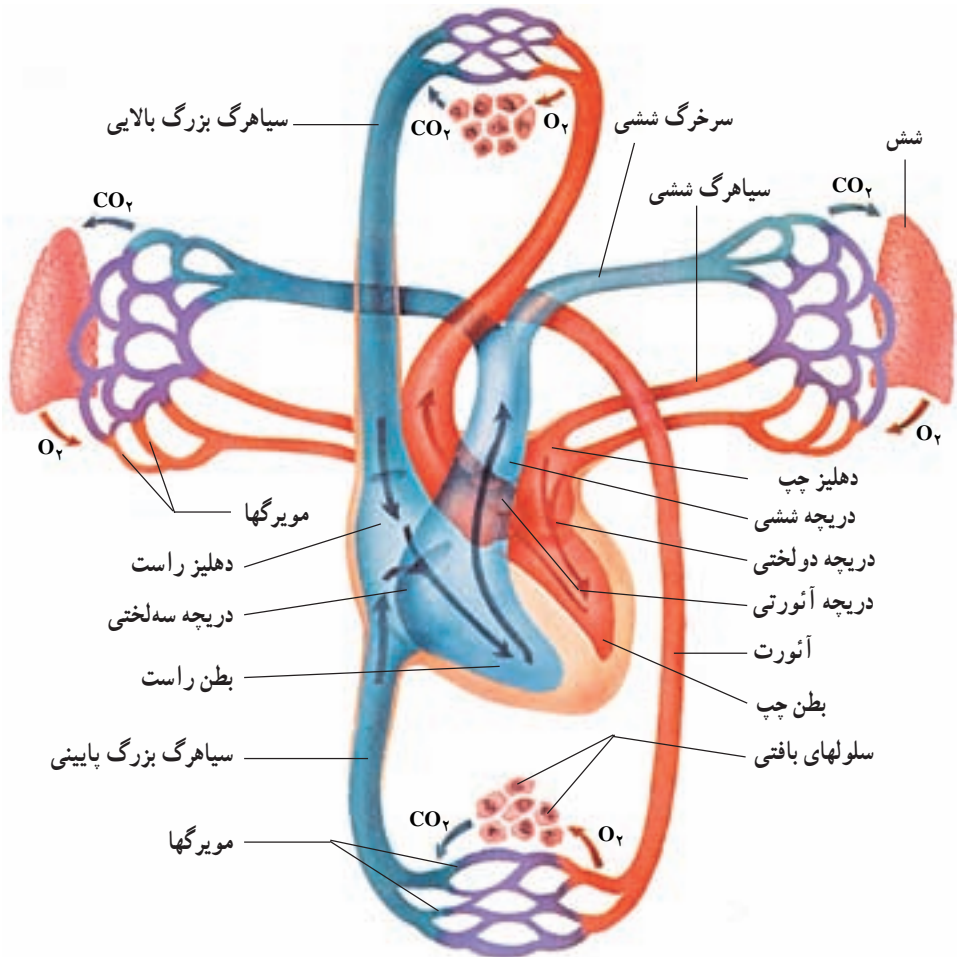
۱-۷-۱- ساختمان و عمل قلب: قلب، تلمبه ماهیچه‌ای مخروطی شکل است که در داخل قفسه سینه بین دو شش و اندکی متمایل به سمت چپ قرار گرفته است. اندازه قلب بسته به سن، جنس و جثه افراد کمی متفاوت است و گفته می‌شود که قلب هر فرد تقریباً به اندازه مشت بسته اوست. قلب دارای چهار حفره است (شکل ۱-۷)، دو حفره در بالا به نام «دهلیز» و دو حفره در پایین که «بطن» نامیده می‌شوند. هیچ ارتباطی بین دو دهلیز و یا دو بطن وجود ندارد و دیواره‌های ماهیچه‌ای بین آنها قرار گرفته است اما هر دهلیز و بطن همان طرف از طریق یک دریچه باز و بسته شونده، با هم در ارتباطند. دریچه بین دهلیز و بطن راست سه تکه است و آن را «دریچه سه‌لختی» می‌نامند. دریچه بین دهلیز و بطن چپ «دریچه دولختی» یا «میترال» نامیده می‌شود. این دریچه‌ها فقط به سمت بطنها باز می‌شوند و وضعیت قرار گرفتن آنها طوری است که در هنگام انقباض بطنها بسته می‌شوند و از بازگشت خون به داخل دهلیزها جلوگیری می‌کنند. خون جمع‌آوری شده از سراسر بدن، از طریق دو بزرگ‌سیاهرگ زیرین و زبرین وارد دهلیز راست گردیده، از آنجا به بطن راست منتقل می‌گردد. در هنگام انقباض بطنها، خون درون بطن راست وارد سرخرگ ششی می‌شود تا برای اکسیژن‌گیری روانه ششها شود. خون عبور کرده از ششها از طریق سیاهرگهای ششی وارد دهلیز چپ و از آنجا به بطن چپ روانه می‌گردد. این خون در هنگام انقباض بطنها وارد سرخرگ آئورت می‌شود تا اکسیژن و مواد غذایی را به تمام بخشهای بدن برساند. در دهانه سرخرگ آئورت و سرخرگ ششی دریچه‌هایی به نام «دریچه‌های سینی» قرار دارند، وضعیت قرار گرفتن این دریچه‌ها طوری است که در هنگام استراحت بطنها، از بازگشت خون داخل سرخرگهای ششی و آئورت به درون قلب ممانعت می‌کنند.



شکل ۱-۷- ساختمان قلب و دریچه‌های آن

در طول هر ضربان قلب دو صدا شنیده می‌شود. صدای اول گنگ، کشیده و قوی است و مربوط به بسته شدن دریچه‌های میترا و سه‌لختی است صدای دوم واضح و کوتاه است و مربوط به بسته شدن دریچه‌های سینی می‌باشد.

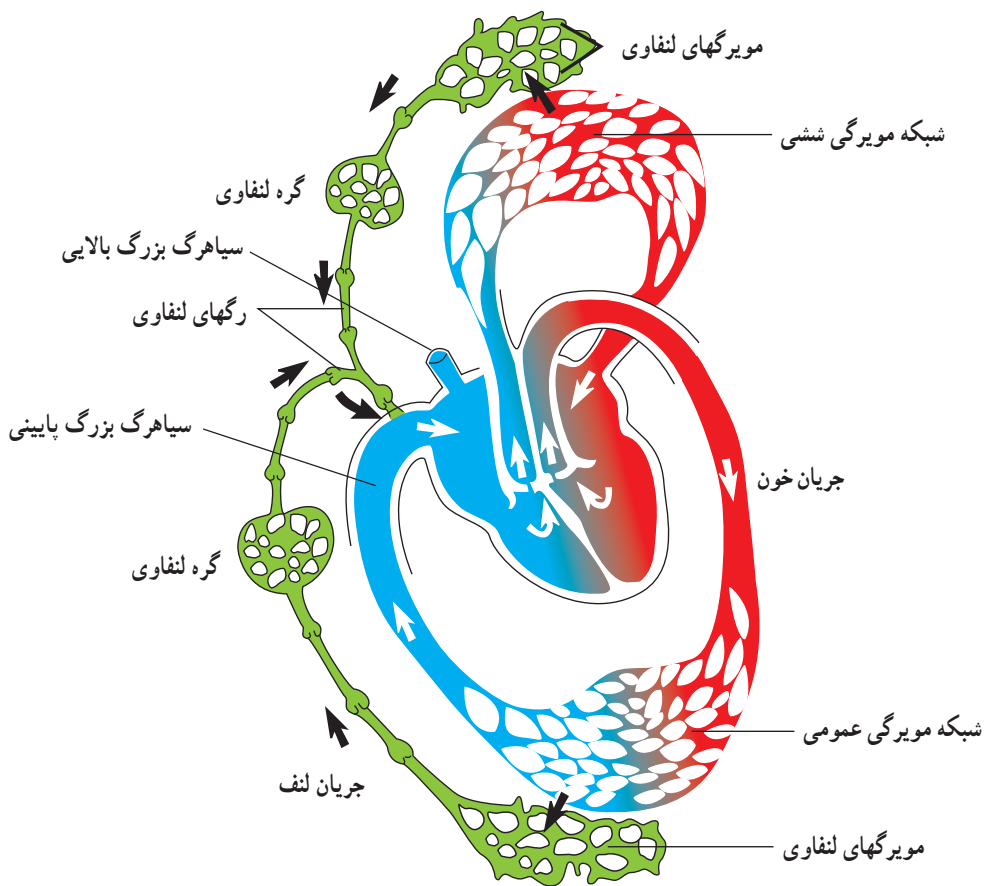
مسیر حرکت خون در بدن معمولاً به دو بخش تقسیم می‌شود: گردش ششی خون و گردش عمومی خون. حرکت خون از بطن راست به ششها و برگشت آن به دهلیز چپ را «گردش ششی خون» و حرکت خون از بطن چپ به بافتهای سراسر بدن و بازگشت آن به دهلیز راست را «گردش عمومی خون» می‌نامند (شکل ۲-۷).



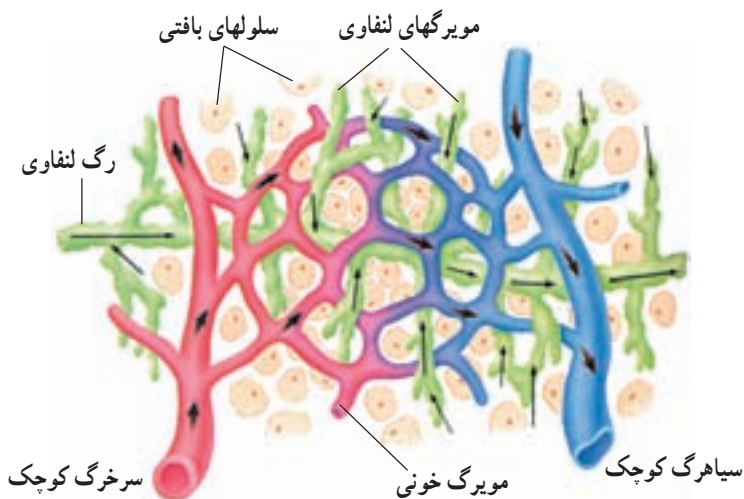
شکل ۲-۷- گردش خون عمومی و ششی

۲-۱-۷- رگهای خونی: رگهای خونی شبکه‌ای لوله‌ای شامل سرخرگها، سیاهرگها و مویرگها را تشکیل می‌دهند که جریان خون از قلب تا مجاورت تمام سلولهای زنده بدن و سپس بازگشت آن به قلب را ممکن می‌سازد. آئورت، بزرگترین سرخرگ بدن است که از بطن چپ منشأ می‌گیرد و خون را از آن خارج می‌سازد. سرخرگها خون را به سمت بافتها می‌برند و در طول مسیر به سرخرگهای باریک و باریکتری تقسیم می‌شوند تا جایی که مویرگها که ریزترین و پر تعدادترین رگهای خونی هستند، ایجاد شوند. تمام تبادلات مواد غذایی، گازهای تنفسی، مایع و مواد دفعی بین خون و بافتها در مویرگها انجام می‌شود. مویرگها در انتهای خود به سیاهرگهای کوچک وصل می‌شوند که از به هم پیوستن آنها سیاهرگهای بزرگتر شکل می‌گیرند. سیاهرگها خون را به قلب باز می‌گردانند. به جز چند استثنا، معمولاً خون خارج شده از یک اندام از هیچ اندام دیگری عبور نمی‌کند. یکی از موارد استثنا، خون سیاهرگهای معده، روده، لوزالمعده و طحال است که در مجموع سیاهرگ باب را می‌سازند که از کبد عبور می‌کند.

فشار خون باعث می‌شود که مقداری از مایع پلاسما، از طریق دیواره مویرگها به داخل بافتها نشت کند. مایع مشتق از پلاسما که از جدار مویرگها به داخل بافتهای اطراف وارد می‌شود «مایع میان بافتی» نامیده می‌شود. آب میان بافتی، همه ترکیبات خون به جز سلولها و پروتئینهای درشت را دارد و به صورت واسطه‌ای بین خون و سلولهای بدن برای انتقال مواد عمل می‌کند. بیشتر مایع خارج شده از مویرگها مستقیماً به داخل خود مویرگها برمی‌گردد و مقدار کمتری وارد رگهای دیگری می‌شود که «رگهای لنفی» نامیده می‌شوند. مایع وارد شده به رگهای لنفی، لنف نامیده می‌شود که ترکیبی شبیه آب میان بافتی دارد. لنف در درون رگهای لنفی حرکت می‌کند. رگهای لنفی به هم می‌پیوندند و رگهای بزرگتر را می‌سازند که در جای ویژه‌ای دوباره به درون یک سیاهرگ می‌ریزد و وارد جریان خون می‌شود. در مسیر رگهای لنفی گرههای ویژه‌ای وجود دارد که لنف را قبل از رسیدن به خون سیاهرگی از میکروبها، ذرات و سلولهای مرده تمیز می‌کنند. همانگونه که در فصل آینده خواهید خواند، دستگاه لنف‌آوری نیز مانند دستگاه گردش خون در گشت زنی واحدهای دفاعی بدن در تمامی نقاط برای مقابله با خطرهای احتمالی مثل میکروبها دخالت دارد (شکل ۳-۷).



الف) دستگاه لنفاوی و ارتباط آن با گردش خون



ب) چگونگی ارتباط خون، مایع میان بافتی و لنف

شکل ۳-۷

مشاهده ۱: ساختمان قلب گوسفند

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از انجام این مشاهده بتواند:

۱- با در دست داشتن مدل قلب یا قلب گوسفند قسمت‌های مختلف آن را نشان داده و نام ببرد.

۲- با توجه به آشنایی بهتر با ساختمان قلب، نحوه عمل و نقش هر یک از اجزای قلب را به تفصیل شرح دهد.

مواد و وسایل لازم: قلب گوسفند، تیغ جراحی یا چاقوی تیز، تشتک تشریح
روش انجام: یک قلب گوسفند را که رگهای متصل به آن و دهلیزهای سالم هستند تهیه
نمایید. مشاهده می‌کنید که دهلیزها تنها بخش کوچکی از قلب را تشکیل می‌دهند.

بطنها بخش اعظم قلب را به خود اختصاص داده‌اند، در سطح قلب، عروق تغذیه‌کننده قلب، بافت چربی و آبشامه را بررسی کنید. میله‌ای را از مسیر رگهای متصل به قلب وارد کنید. اگر داخل دهلیز شد آن رگ یک سیاهرگ است و اگر داخل بطن شد، آن رگ یک سرخرگ است. دیواره بطن چپ از بطن راست قهقهه‌تر است (چرا؟) بدین ترتیب می‌توانید دو بطن را از هم تشخیص دهید. پس از تعیین دو بطن، تشخیص سرخرگ ششی از آئورت نیز آسان خواهد بود. با استفاده از یک تیغ دیواره سرخرگ ششی و بطن راست را برش دهید. بدین ترتیب قادر خواهید بود، درون بطن راست، محل دریچه سینی و دریچه سه‌لختی را مشاهده کنید. آیا سطح داخلی بطن صاف است؟ آیا اتصالات ارتجاعی بین جدار بطن و دریچه سه‌لختی وجود دارد؟ به روش مشابهی، دیواره آئورت و بطن چپ را برش دهید و دریچه‌های سینی، میترال و سطح داخلی بطن چپ را بررسی نمایید. آیا در اینجا نیز اتصالات ارتجاعی بین جدار بطن و دریچه میترال وجود دارد؟ به‌نظر شما نقش این اتصالات چیست؟ اکنون که دیواره هر دو بطن را شکافته‌اید یک‌بار دیگر قطر دیواره دو بطن را با هم مقایسه کنید. آیا می‌توانید محل انشعاب رگهای غذا دهنده قلب (عروق کرونر) از آئورت و سوراخ مربوط به آن را پیدا کنید؟

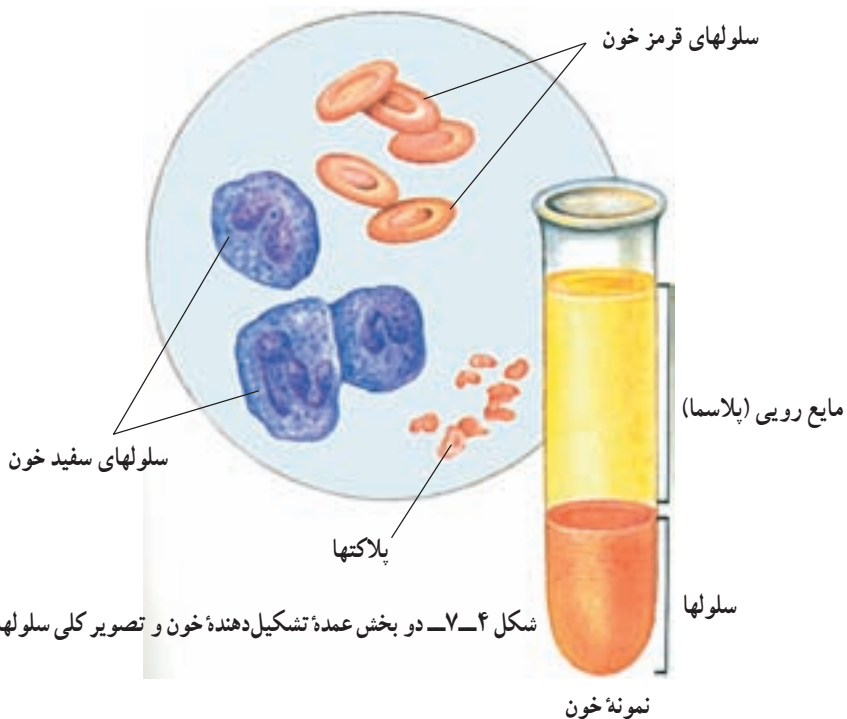
برخی ناراحتیهای شایع قلب و رگها

سخت شدن دیواره رگها: رسوب کلسترول در دیواره سرخرگها و اضافه شدن ترکیبات آهنی به آن، باعث سخت شدن دیواره رگ می‌گردد. یکی از عوارض این سخت شدن، برخورد خون به دیواره سخت شده و تشکیل لخته خونی است. اگر این لخته، رگهای مغزی یا قلب را مسدود کند منجر به سکته مغزی یا قلبی می‌گردد. انسداد

رگها همچنین باعث بالا رفتن فشار خون می‌گردد. کلسترول در روغنهای حیوانی فراوان است. افزایش چربی خون، نگرانی و اضطراب، کار زیاد و کمی تحرک زمینه را برای ابتلا به سخت شدن دیواره سرخرگها (تصلب شرائین) فراهم می‌کند.

فشار خون بالا: فشار خون در حد فاصل انقباض و استراحت قلب بین ۸ تا ۱۲ سانتیمتر جیوه تغییر می‌کند. هرگاه حداقل و حداکثر فشار خون فردی از این مقادیر بالاتر باشد، می‌گوییم فشار خون او بالاست. فشار خون بالا خود می‌تواند باعث آسیبهای جدی به قلب و رگهای اعضای مختلف مثل کلیه‌ها و چشمها شود. همچنین ممکن است باعث پاره‌شدن مویرگهای مغزی و در نتیجه سکته مغزی گردد. فشارهای روانی، اضطراب و غصه، کار زیاد و رژیم غذایی نامناسب از مهمترین علت‌های ابتلا به فشار خون بالا هستند.

۳-۱-۷- خون: خونی بافتی سیال و زنده است که فعالیتهای حیاتی همه اندامها به آن بستگی دارد. چنانچه مقداری از خون تازه را با احتیاط در ظرفی بریزیم و آن را در یخچال قرار دهیم تا منعقد نگردد، پس از مدتی محتوای ظرف به دو بخش تقسیم می‌شود. بخش رویی، مایعی است شفاف که «پلاسما» نام دارد و بخش زیرین که قرمز رنگ است و بیشتر از سلولهای قرمز خون تشکیل شده است «هماتوکریت» نام دارد و حدود ۴۵ درصد خون را تشکیل می‌دهد (شکل ۴-۷).



پلازما: پلازما حاوی مواد مختلفی مثل انواع پروتئینها، نمکها، مواد زاید دفعی و مواد غذایی، هورمونها و ویتامینها و آب می باشد. اگر به پلازما اسید یا باز اضافه کنیم خیلی دیرتر از آب خالص و بسیاری از مایعات دیگر خاصیت اسیدی یا بازی پیدا می کند. این خاصیت را «خاصیت بافری» پلازما می نامند که به دلیل وجود برخی پروتئینها و نمکها در خون است. مهمترین پروتئینهای پلازما، آلبومینها، گلوبولینها، فیبرینوژن و آنزیمها می باشند. «آلبومینها» در ایجاد و حفظ «فشار اسمزی» خون مؤثرند و از این طریق میزان آب خون و بافتها و انتقال آب و مواد بین مویرگها و بافتها را «تنظیم» می کنند. آلبومینها در جگر ساخته می شوند و مقدار آنها از همه پروتئینهای پلازما بیشتر است. گلوبولینها نیز اعمال زیادی را برعهده دارند، یک دسته از آنها که گاماگلوبولین^۱ نامیده می شوند در «مبارزه با عوامل بیماریزا» نقش مهمی دارند و «آنتی بادی»^۲ (پادتن یا آنتی کور) نامیده می شوند. آنتی بادیها به وسیله دسته ای از سلولهای خون و اعضا ساخته می شوند. فیبرینوژن^۳ در جگر ساخته می شود و در انعقاد خون نقش دارد. هورمونها، ویتامینها و یونهای نمکی مثل سدیم، پتاسیم، کلسیم، کلرید، فسفات و کربنات و برخی گازها مثل اکسیژن و دی اکسید کربن نیز به صورت محلول در پلازما وجود دارند و «منتقل» می شوند.

اگر قطره ای خون را در زیر میکروسکوپ مشاهده کنید می توانید سلولهایی را ببینید که در پلازما شناورند. سلولهای خون به سه دسته تقسیم می شوند: سلولهای سفید، سلولهای قرمز و پلاکتها که پس از تولد، همگی در مغز استخوان ساخته می شوند. به سلولهای خون «گلوبول» نیز گفته می شود.

مشاهده ۲: گلبولهای قرمز

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می رود پس از انجام این مشاهده بتواند:

– شکل گلبولهای قرمز را شرح دهد.

مواد و وسایل لازم: میکروسکوپ، لام، لامل، لانست، الکل طبی

روش انجام: نوک انگشت خود را با استفاده از الکل طبی ضدعفونی نموده، اجازه دهید تا خشک شود. سپس با کمک یک لانست استریل نوک انگشت را سوراخ کنید و قطره کوچکی از خون خارج شده را بر یک لام بچکانید و سپس، یک لامل روی آن قرار دهید. لام حاوی خون را

۱- Gamaglobulins

۲- Antibody

۳- Fibrinogene

زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. به شکل خاص گلبولهای قرمز توجه کنید.

«سلولهای سفید» به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱- گروه دانه‌دار «گرانولوسیت^۱» که در سیتوپلاسم آنها دانه‌هایی وجود دارد و هسته آنها چندقسمتی است.

۲- گروه بدون دانه «آگرانولوسیت^۲» که یک هسته یک پارچه دارند و سیتوپلاسم بیشتر آنها نیز صاف و بدون دانه است. سلولهای سفید خاصیت اندوسیتوز دارند. اما برخی از آنها در این زمینه تخصص پیدا کرده‌اند و هنگام گردش در خون و بافت‌های بدن ذرات بیگانه مثل میکروبها و یا ذرات زاید مثل سلولهای مرده را فاگوسیتوز کرده، از بین می‌برند. سلولهای سفید بدون دانه شامل لنفوسیتها و مونوسیتها می‌باشند. آنتی‌بادیها به وسیله دستهای از لنفوسیتها ساخته می‌شوند. عده‌ای از مونوسیتها به بافتها رفته، در آنجا تبدیل به سلولهای ماکروفاژ می‌شوند. بیشتر سلولهای گرانولوسیت، مونوسیتها و ماکروفاژها برای فاگوسیتوز (ذره‌خواری) تخصص یافته‌اند.

تعداد «سلولهای قرمز» حدود هفتصد برابر سلولهای سفید است. این سلولها زنده‌اند اما پس از ساخته شدن در مغز استخوان و هنگامی که به خون وارد می‌شوند معمولاً هسته ندارند و چون فاقد میتوکندری نیز می‌باشند مواد غذایی را از راه تخمیر، تجزیه و مصرف می‌کنند. عمر متوسط هر سلول قرمز ۱۲۰ روز است. رنگ قرمز این سلولها به دلیل وجود پروتئین هموگلوبین در آنهاست که با اتصال گازها (اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و مونواکسیدکربن) و بعضی از یونهای نمکی (بی‌کربنات و یون هیدروژن اسیدی) در محل تولید آنها و انتقال آنها به محل دفع (ششها و کلیه‌ها) یا مصرف (مثل سلولها) عمل خود را انجام می‌دهد. ظرفیت انتقال هموگلوبین خیلی بیشتر از پلاسماست و به این ترتیب با جمع‌آوری و انتقال یونهای اسیدی و گازها در ایجاد خاصیت بافری خون (حفظ موازنه اسید و باز) نیز کمک می‌کند. ویتامین B_{۱۲} و آهن برای تولید گلبولهای قرمز ضروری هستند و کمبود آنها باعث کم‌خونی می‌شود.

«پلاکتها» بسیار کوچک‌اند و هسته ندارند اما میتوکندری دارند و در عمل انعقاد خون و مبارزه با عوامل بیماریزا در بدن نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

پس خون، نقشهای بسیاری از جمله دفاع از بدن در برابر عوامل بیماریزا، حفظ موازنه اسید و باز، انتقال مواد زاید دفعی و مواد غذایی و موادی مثل هورمونها و ... در سراسر بدن و حفظ تعادل آب بافتها را برعهده دارد. یکی دیگر از وظایف خون، حفظ و نگهداری دمای بدن است. با بالا رفتن دما در هر قسمت از بدن، جریان خون به آن قسمت سریعتر می‌شود. خون گرمای دریافت

۱- Granulocytes

۲- Agranulocytes

شده از بافت را به قسمت‌های سطحی بدن می‌رساند که آن هم با تعرق دفع می‌شود. با توجه به اینکه قسمت اعظم خون را آب تشکیل می‌دهد و انرژی زیادی برای تغییر دمای آب مورد نیاز است خود خون دچار تغییر دمای زیادی نمی‌شود.

انعقاد خون

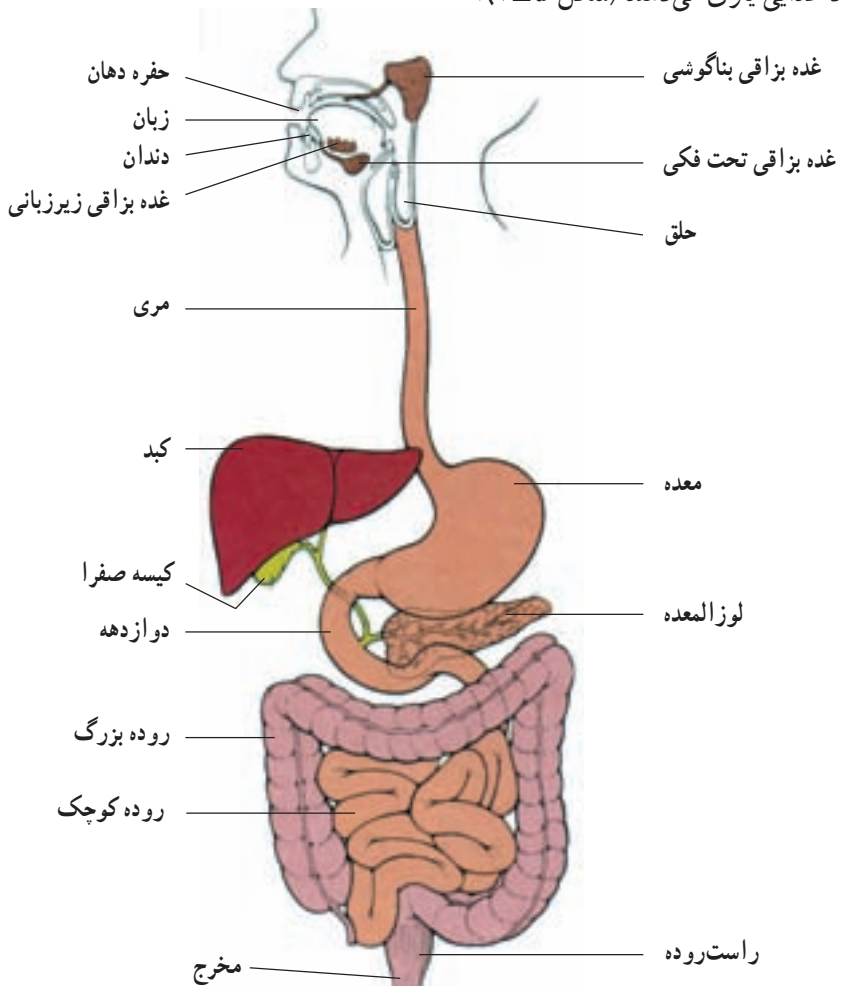
چنانچه در محلی از بدن، بریدگی ایجاد شود خون در آن محل منعقد می‌شود و سدی را پدید می‌آورد که مانع اتلاف خون می‌گردد. وقتی که ضربه شدیدی به ناحیه‌ای از بدن وارد می‌شود، باعث پارگی مویرگها در داخل بدن و خروج خون از رگ می‌شود و انعقاد صورت می‌گیرد (خون مردگی). انعقاد، با ترشح عاملی از پلاکتهای صدمه‌دیده و دیگر سلولهای مجروح بدن در محل زخم آغاز می‌شود. این عامل با واسطه تعدادی از مواد دیگر، باعث تغییر فیبرینوژن و تبدیل شدن آن به فیبرین می‌گردند که برخلاف فیبرینوژن در پلاسما محلول نیست و رشته‌هایی را می‌سازد که مانند یک تور عمل می‌کنند و سلولهای خونی به آنها می‌چسبند و به این صورت سد محکمی ایجاد می‌شود که از خروج خون بیشتر جلوگیری می‌کنند. حضور یون کلسیم و ویتامین K در انعقاد خون ضروری است. مولکولهای مختلفی در پدیده انعقاد شرکت می‌کنند. بعضی از افراد، ژن مربوط به تولید بعضی از این مولکولهای مهم را ندارند و به همین دلیل انعقاد در بدن آنها صورت نمی‌گیرد، در نتیجه ضربه‌ها و زخمهای کوچک عواقب خطرناکی برای آنها به دنبال دارد. این بیماری را «هموفیلی» می‌نامند.

درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- انواع سلولهای سفید و وظایف آنها را برشمارید.
- ۲- اعمال مشترک پلاسما و سلولهای خون را نام ببرید. آیا به نظر شما در کلیه موارد همکاری پلاسما و سلولها مکمل عمل یکدیگر نیستند؟ مثالی در این مورد بیان نمایید.
- ۳- وظیفه دریچه‌های مختلف قلب را شرح دهید. اگر هر یک از آنها دچار نقص شوند چه مشکلاتی ایجاد می‌شود؟
- ۴- مسیر حرکت خون در سیاهرگها، مویرگها و سرخرگها را شرح دهید.

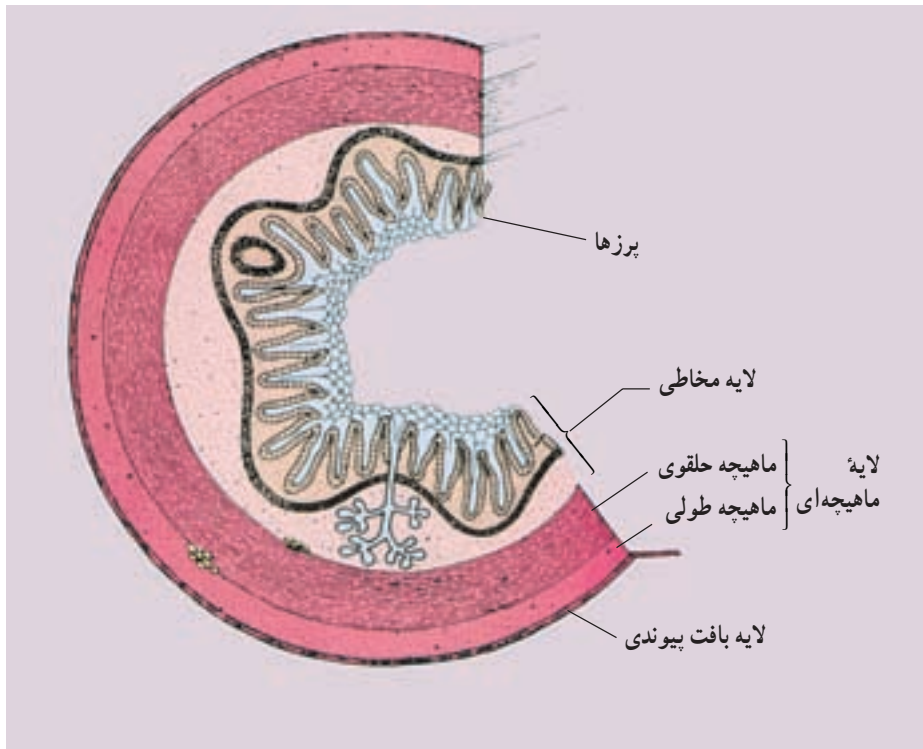
۲-۷- دستگاه گوارش

موجودات زنده برای زنده ماندن، رشد، نگهداری و ترمیم بافتهای خود به غذا نیاز دارند که آن را از طریق دستگاه گوارش بدست می‌آورند. وظیفه اصلی این دستگاه هضم و جذب مواد غذایی مختلف است. مواد غذایی، به همان شکلی که مصرف می‌شوند قابل جذب و ورود به جریان خون و مصرف نیستند، به همین دلیل طی فرآیند هضم (گوارش) برای جذب و مصرف سلولها آماده می‌شوند. اجزا و ساختمان دستگاه گوارش: این دستگاه شامل اندامهای دهان، حلق، مری، معده، روده کوچک، روده بزرگ، راست روده و مخرج می‌باشد. چند غده از جمله غدد بزاقی، غدد بافت پوششی معده و روده، کبد و پانکراس در یک ارتباط تنگاتنگ با اندامهای گوارشی، آنها را در هضم مواد غذایی یاری می‌دهند (شکل ۵-۷).



شکل ۵-۷- دستگاه گوارش شامل بخشهای مختلف و اندامهای ضمیمه آن

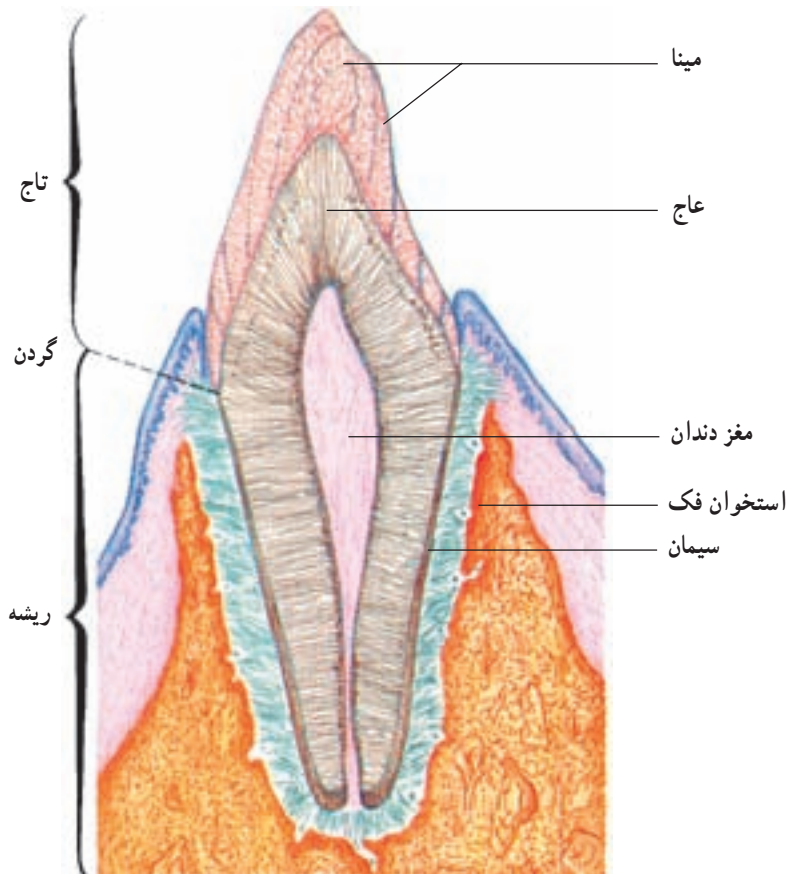
با وجود تفاوت‌های بارز بخش‌های مختلف لوله گوارش، اساس ساختمانی این لوله در همه جا یکسان است و از داخل لوله به خارج دارای سه لایه پوششی مخصوص، ماهیچه‌ای و بافت پیوندی است (شکل ۶-۷). لایه پوششی مخصوص که آن را «مخاط» می‌گویند شامل سلول‌های پوششی جدار لوله گوارش و مقداری بافت پیوندی در زیر آن است. لایه ماهیچه‌ای شامل ماهیچه‌های حلقوی و طولی صاف است که در ایجاد حرکات لوله گوارش نقش دارد. لایه خارجی از جنس بافت پیوندی است و بخشی از روده بند (صفاق) است که اندام‌های مختلف حفره شکمی را به هم متصل می‌کند.



شکل ۶-۷ - ساختمان لوله گوارش و سه لایه اصلی آن در برش عرضی

۱-۲-۷-دهان: دهان با توجه به مزه، بافت و جنس مواد وارد شده، کیفیت آنها را شناسایی می‌کند تا در صورت وجود مواد ناخواسته در غذا، فرد بتواند آن را خارج کند. پس یکی از وظایف دهان، تشخیص کیفیت غذاست. دهان به دو روش مکانیکی و شیمیایی باعث هضم مواد غذایی می‌گردد. هضم مکانیکی به کمک دندانها و هضم شیمیایی به وسیله بزاق مترشحه از غدد بزاقی انجام می‌شود.

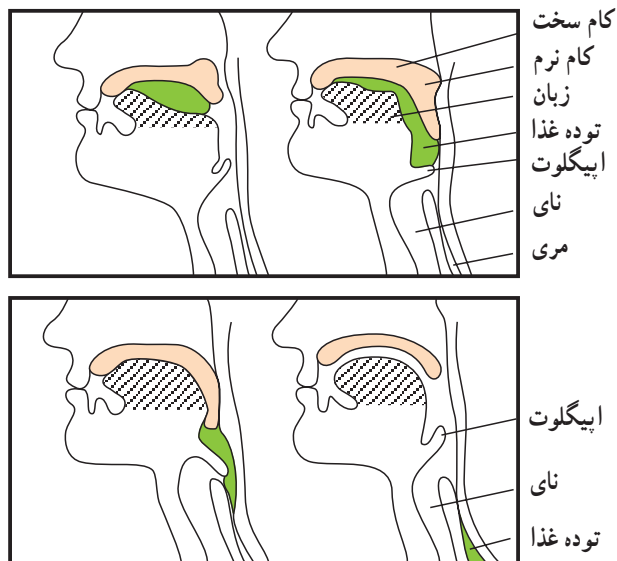
دندانها: شکل دندانها در حیوانات گوشتخوار برای بریدن و پاره کردن تنظیم شده است. برعکس در جانوران گیاهخوار شکل دندانها برای بریدن و آسیاکردن مناسب است. آیا می‌توانید شکل دندانهای شیر و گوسفند را مجسم و مقایسه کنید؟ انسان دارای انواع مختلفی از دندانهاست که با رژیم غذایی همه‌چیزخواری (گوشت‌خواری و گیاهخواری هر دو) تناسب دارد. هر دندان دارای دو بخش تاج و ریشه است. سطح تاج را ماده‌ای به نام مینا پوشانده است که سخت‌ترین ماده بدن است. فلوراید موجود در خمیردندان علاوه بر اثر میکروب‌کشی مستقیم، بر میزان سختی مینا نیز می‌افزاید، زیر لایه مینا، عاج دندان قرار دارد که سختی آن از مینا کمتر است و ساختمان آن مانند استخوان است. در بخش مرکزی دندانها، «مغز دندان» جای دارد که دارای رگهای خونی، اعصاب و بافت پیوندی است و قسمت زنده دندان محسوب می‌شود. در اطراف ریشه دندان «سیمان» قرار دارد که آن را در داخل استخوان فک محکم می‌کند (شکل ۷-۷).



شکل ۷-۷- ساختمان دندان و بافتهای اطراف آن

بزاق: بزاق مایعی لزج و چسبنده است که از غدد بزاقی پراکنده در دیواره دهان و سه جفت غده بزاقی «زیرزبانی»، «تحت فکی» و «بناگوشی» ترشح می‌شود. بزاق دارای آنزیمی به نام «پتیلین» است که باعث تجزیه نشاسته و شکستن آن به قندهای ساده‌تر می‌شود. آنزیم دیگر بزاق «لیزوزیم» است که ضد عفونی کننده است و دیواره سلولی باکتریها را تخریب می‌کند. برخی از حیوانات مثل گربه‌ها محل زخم‌های خود را می‌لیسند و با استفاده از لیزوزیم بزاق، آنها را ضد عفونی می‌کنند. موسینها گروه دیگری از پروتئینهای بزاق هستند که با ایجاد خاصیت لزجی و چسبندگی بزاق به تشکیل گلوله‌های غذا و حرکت آنها به سوی حلق کمک می‌کنند.

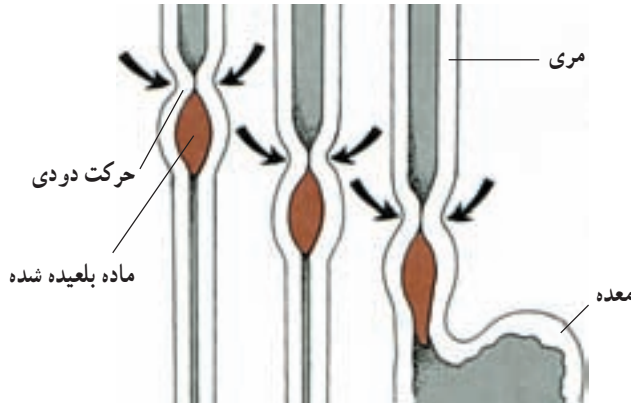
۲-۲-۷- حلق و مری: غذا پس از جویده شدن و مخلوط شدن با بزاق، به صورت گلوله‌هایی به سمت حلق رانده می‌شود، حلق یک چهارراه است (شکل ۸-۷). در هنگام بلع راه بینی



شکل ۸-۷- چهارراه حلق و فرآیند بلع

به کمک زبان کوچک و راه نای به وسیله اپیگلوت مسدود می‌شود و غذا به ناچار به داخل مری حرکت می‌کند. صحبت کردن و عصبانیت می‌تواند باعث اختلال در عمل بلع و ورود غذا به نای شود. انسداد نای معمولاً با سرفه‌های شدید رفع می‌شود. در غیر این صورت منجر به خفگی می‌گردد. غذا، با «حرکات دودی» مری به سمت معده حرکت می‌کند. ساختمان مری طوری است که هرگاه بخشی از آن به وسیله گلوله غذا باز (متسع) گردد، عضلات جدار آن درست در بخش بالای بخش

باز شده، دچار انقباض می‌شوند و باعث وارد آمدن فشار به توده غذا و حرکت آن به سمت معده می‌گردند. این عمل مرحله به مرحله در طول مری تکرار می‌شود تا لقمه غذایی به معده برسد (شکل ۷-۹).



شکل ۷-۹- حرکات دودی در مری و حرکت غذا به سمت معده

۷-۲-۳- معده: دو وظیفه اصلی معده ذخیره موقت غذا و کمک به هضم آن است. انقباضهای جدار معده از طرفی باعث مخلوط کردن غذا با شیره معده و از طرف دیگر باعث حرکت دادن آن به سمت دهانه روده می‌گردد. شیره معده حاوی اسید کلریدریک، آنزیم پپسین^۱ و ماده مخاطی است که از غدد جدار معده ترشح می‌گردند. اسید معده در ضد عفونی کردن و هضم غذا شرکت می‌کند. آنزیم پپسین پروتئینها را به اجزای کوچکتر می‌شکند. آنزیمهای دیگری نیز در شیره معده وجود دارند که باعث تجزیه مواد غذایی می‌شوند. ماده مخاطی، سطح جدار معده را می‌پوشاند و از آن در برابر آسیب ناشی از اسید و آنزیمها جلوگیری می‌کند.

۷-۲-۴- روده باریک: غذا با عبور از دریچه پیلور از معده وارد روده می‌شود. بخش ابتدای روده باریک «دوازدهه» نامیده می‌شود که بعضی از سلولهای دیواره آن قادر به ترشح برخی آنزیمهای گوارشی می‌باشند. علاوه بر این، ترشحات برون ریز لوزالمعده و صفرا نیز به آن می‌ریزند. ترشحات لوزالمعده حالت اسیدی غذای وارد شده از معده را خنثی می‌کند و دارای آنزیمهایی برای هضم انواع مواد غذایی نیز می‌باشد. صفرا به وسیله کبد ترشح می‌شود و در کیسه صفرا که در زیر کبد واقع شده است، ذخیره می‌گردد. کیسه صفرا در هنگام ورود مواد غذایی، بویژه غذاهای چرب به

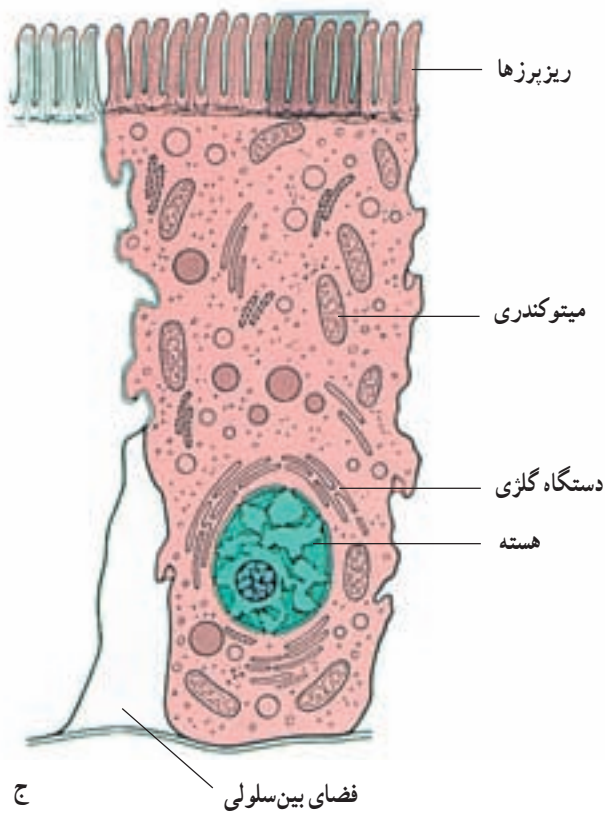
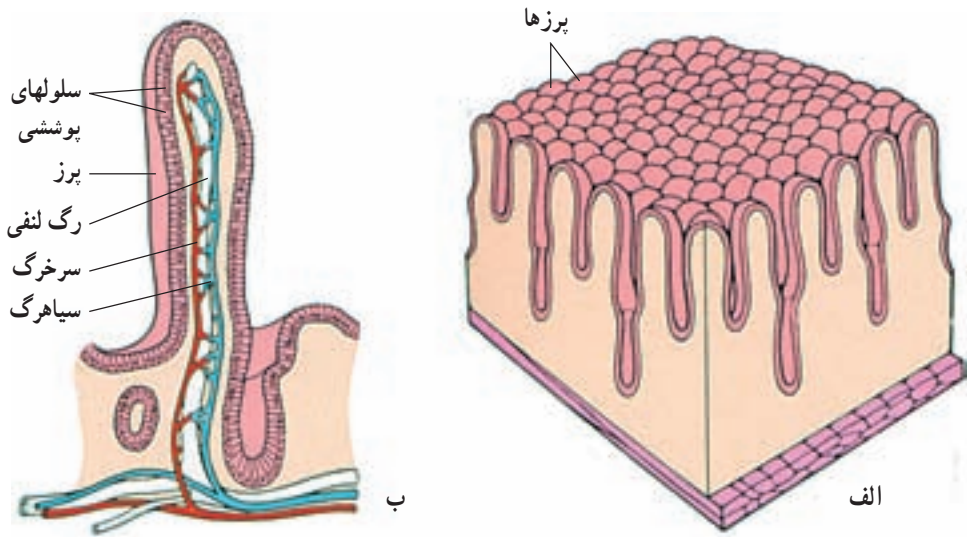
^۱ Pepsin

دوازدهم تخلیه می‌شود. نمکهای صفراوی موجود در صفرا باعث تبدیل قطره‌های درشت چربی به قطره‌های ریز می‌شوند و به این ترتیب به هضم آنها کمک می‌کنند. پس مهمترین عمل صفرا، کمک به هضم چربیهاست.

جذب غذا: غذایی که از دوازدهم می‌گذرد به مقدار زیادی هضم شده است. با پیمودن مسیر روده باریک، مواد غذایی آن جذب می‌گردد. جدار داخلی روده، دارای پرزهایی است که عملاً سطح روده را برای جذب بیشتر، چند برابر افزایش می‌دهند. فرض کنید که برای پوشاندن پنجره به پرده نیاز دارید. اگر پرده‌ای با چین‌های فراوان انتخاب کنید بیش از یک پرده ساده به پارچه نیاز دارید، در روده نیز با ایجاد پرز، سطح بیشتری ایجاد می‌شود که به همان نسبت جذب بیشتری هم صورت می‌گیرد (شکل ۱-۷). روی سطح پرزها نیز «ریزپرزه‌هایی» به همین منظور ایجاد شده‌اند. آب، نمکها، ویتامینها و کلیه مواد غذایی «به جز چربیها» از جدار روده جذب شده و وارد سیاهرگی در محور پرز می‌شوند. این سیاهرگهای کوچک به هم می‌پیوندند و در نهایت «سیاهرگ باب» را می‌سازند که ابتدا وارد کبد می‌شود تا غلظت مواد غذایی آن به وسیله کبد کنترل گردد. در درون هر پرز؛ یک مویرگ لنفی هم وجود دارد. چربیها پس از جذب، وارد این رگهای کوچک لنفی می‌شوند. رگهای لنفی پس از به هم پیوستن از طریق سپیدرگ تنه، وارد جریان خون می‌شوند.

غلظت اغلب مواد غذایی و ویتامینها در روده بیشتر از خون است پس به راحتی از طریق انتشار جذب می‌شوند. قندهای ساده و اسیدهای آمینه با انتشار تسهیل شده و یونها از طریق انتقال فعال جذب می‌شوند. آب نیز به دنبال مواد فوق براساس پدیده اسمز جذب می‌گردد.

۵-۲-۷- روده بزرگ: روده بزرگ دارای سه بخش بالارو، افقی و پایین‌رو است که در ابتدای بخش بالارو آن، روده کور و زائده آپاندیس قرار دارند. این زائده، گرمی شکل و توخالی است. گاهی عفونت این قسمت که «آپاندیسیت» نامیده می‌شود منجر به عمل جراحی می‌گردد. سلولهای جدار روده بزرگ تنها مقداری آب و نمک جذب می‌کنند. برخی از باکتریها به صورت همزیست در روده بزرگ زندگی می‌کنند و از باقیمانده مواد غذایی استفاده می‌نمایند. اهمیت این باکتریها در آن است که برخی ویتامینها مانند ویتامینهای K و B را می‌سازند که از طریق جدار روده بزرگ جذب می‌شوند. گروهی از باکتریها وظیفه تولید گازهای روده را برعهده دارند. باقیمانده مواد غذایی و ترشحات لوله گوارش به همراه مقداری از باکتریها در نهایت وارد راست‌روده شده، در آنجا انباشته



شکل ۱۰-۷- شکل گیری پرزها بر سطح روده باریک (الف)، ساختمان یک پرز (ب)، شکل گیری ریزپرزها بر سطح سلولهای پوششی جدار روده کوچک (ج)

می‌شوند تا در موقع مناسب و تحت اراده فرد دفع شوند.

برخی از ناراحتیهای دستگاه گوارش

زخم معده و دوازدهه: استعمال مشروبات الکلی، برخی داروها مانند آسپیرین، اضطراب و نگرانی، ترشح بیش از حد اسید معده و آنزیمها و نقص لایه مخاطی، می‌توانند باعث ایجاد زخم در جدار معده و روده و بویژه دوازدهه شوند که علامت آن درد سوزشی در ناحیه زیر جناغ سینه است.

آپاندیسیت: مسدود شدن دهانه آپاندیس با مواد غذایی، مدفوع یا انگلها، منجر به عفونی شدن آن می‌شود. علائم بیماری درد شدید اطراف ناف و سمت راست پایین شکم، استفراغ و تب است که در نهایت منجر به جراحی و برداشتن زائده آپاندیس می‌گردد.

یبوست و اسهال: علت این عوارض، به ترتیب کند شدن و تند شدن حرکتهای روده بزرگ است که باعث توقف و جذب آب بیش از حد و خشک شدن مدفوع در هنگام یبوست و یا توقف کم و عدم جذب آب و دفع مدفوع آبی در هنگام اسهال می‌گردد. اسهال با دفع مقدار زیاد آب و نمک همراه است و در صورتی که این دفع با مصرف محلول نمکی جبران نشود می‌تواند خطر آفرین باشد. اسهال معمولاً به دلیل ابتلا به برخی از بیماریهای باکتریایی و ویروسی ایجاد می‌شود. مصرف اغلب سبزیجات و میوه‌ها در هنگام اسهال این عارضه را تشدید می‌کند اما به دلیل وجود سلولز برای بهبود یبوست مفید می‌باشد.

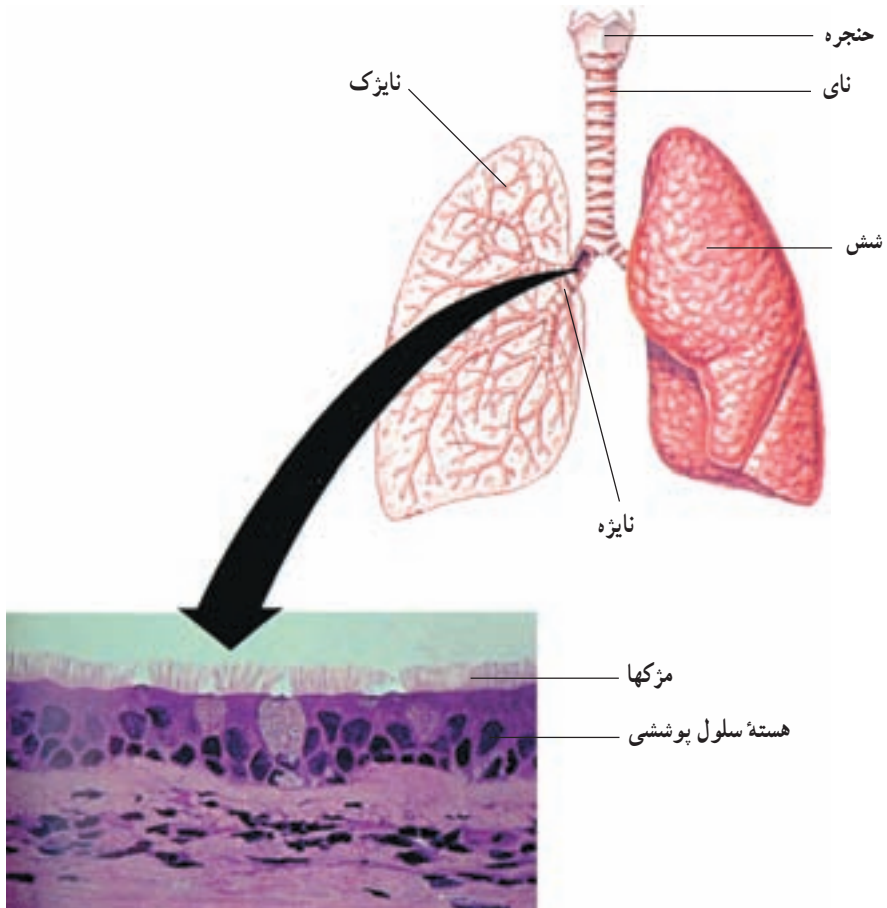
درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- هضم در چه قسمتهایی از دستگاه گوارش انجام می‌گیرد؟
- ۲- جذب مواد در چه قسمتهایی از دستگاه گوارش انجام می‌گیرد؟
- ۳- چه غده‌هایی به دستگاه گوارش مربوط می‌شوند؟
- ۴- مسیر حرکت غذا در دستگاه گوارش را شرح دهید.

۳-۷- دستگاه تنفس

سوخت و ساز مواد در درون سلولها نیاز به اکسیژن دارد. در موجودات پرسلولی که تک تک سلولها در تماس مستقیم با محیط نیستند، دستگاه تنفس وظیفهٔ گرفتن اکسیژن و رساندن آن به همهٔ سلولها، با همکاری دستگاه گردش خون را برعهده دارد. دستگاه تنفس همچنین دی اکسید کربن حاصل از مصرف اکسیژن و تنفس سلولی در بافتها را که به خون منتقل شده است، از آن گرفته، دفع می کند. دستگاه تنفس در انسان، شامل دو «شش» است که درون «قفسه سینه» قرار گرفته اند و از طریق مجاری تنفسی با محیط بیرون ارتباط دارند. «ماهیچه های تنفسی» در جدار و کف قفسه سینه قرار دارند و به انجام عمل دم و بازدم کمک می کنند.

۱-۳-۷- ساختمان و عمل مجاری تنفسی و ششها: مجاری تنفسی شامل بینی، حنجره، نای، نایژه ها و نایژکهاست که نایژکهای نازک انتهایی به کیسه های هوا ختم می شوند (شکل ۱۱-۷).



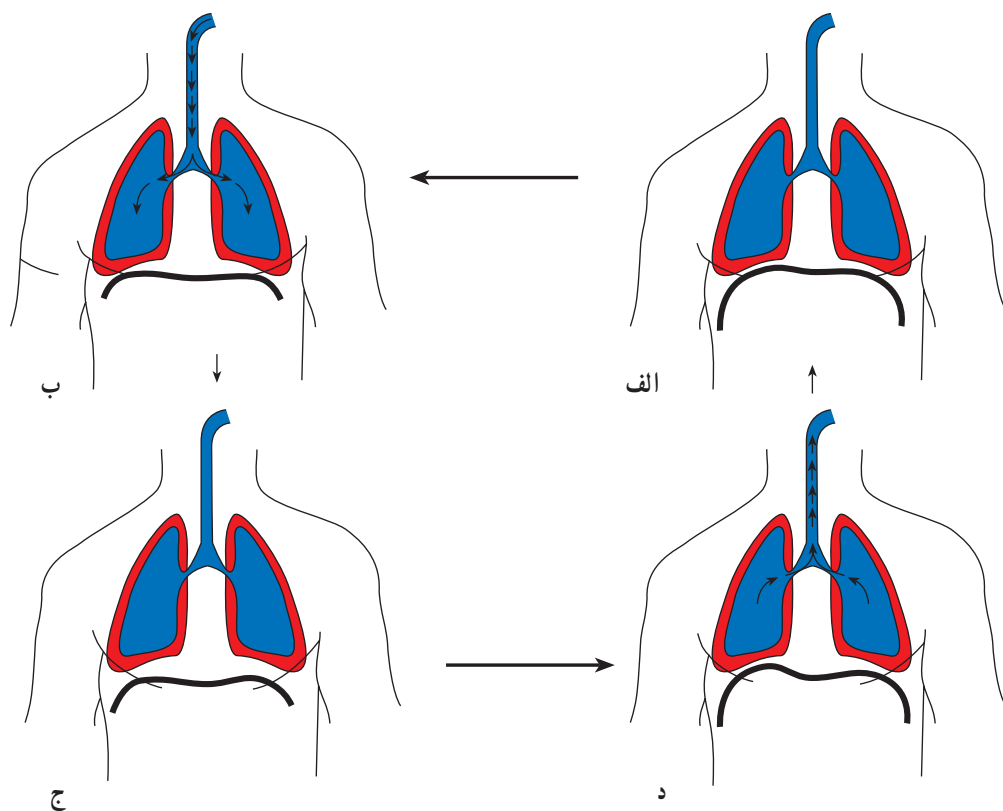
شکل ۱۱-۷- بخش تحتانی مجاری تنفسی و ششها

مخاط حفره‌های بینی مرطوب و دارای مژه‌ها (برجستگی‌های مو مانند) و رگهای خونی فراوان است که در مجموع هوای تنفسی را مرطوب و گرم می‌سازند و ذرات خارجی معلق در آن را می‌گیرند. در ادامه حفره بینی و ابتدای نای، حنجره قرار دارد که اتاقکی غضروفی است و دارای تعدادی تار صوتی با طول و ضخامت متغیر است. با خروج هوا، این تارهای صوتی مرتعش می‌شوند و تولید صدا می‌نمایند. این صدا به همراه حرکت‌های هماهنگ لبها و زبان، تکلم را ممکن می‌سازند. در ادامه حنجره، نای قرار گرفته است که حلقه‌های غضروفی آن از بسته شدن و روی هم خوابیدن دیواره‌های نای جلوگیری می‌کنند. شما با لمس قسمت جلوی گردن خود می‌توانید آنها را احساس کنید. نای در انتها به دو نایژه تقسیم می‌شود که هریک وارد یکی از ششها می‌گردند. نایژه، پس از ورود به ششها مرتب تقسیم می‌شوند و نایژکهای ریز و ریزتری را می‌سازند. نایژکهای انتهایی جدار نازکی دارند و هرکدام به چند کیسه هوایی ختم می‌شوند. در تمام طول مجاری تنفسی پایین‌تر از حنجره سلولهای لایه پوششی مژک‌هایی دارند که همیشه در حال زنش به سمت حلق می‌باشند و ذرات معلق در هوا را پس از چسبیدن به جدار مجاری، به سمت حلق حرکت می‌دهند تا دفع شوند. در سطح داخلی کیسه‌های هوایی سلول‌هایی وجود دارند که با فاگوسیتوز، ذرات خارجی را بلعیده، حذف می‌کنند. در اطراف کیسه‌های هوایی و نایژک‌های انتهایی شبکه‌های گسترده مویرگی قرار گرفته است که با توجه به نازک بودن جدار کیسه‌های هوایی، انتشار اکسیژن و دی‌اکسید کربن بین کیسه‌های هوایی و خون را به راحتی ممکن می‌سازند. فقط کافی است هوای درون کیسه‌های هوایی به طور مرتب با هوای تازه بیرون جایگزین گردد. این عمل تهویه نام دارد و با دم و بازدم انجام می‌گیرد.

۲-۳-۷- قفسه سینه و ماهیچه‌های تنفسی: قفسه سینه، اتاقکی مخروطی شکل است که جدار آن را ۱۲ جفت دنده تشکیل می‌دهند. دنده‌ها از پشت به ستون مهره‌ها و از جلو به استخوان جناغ متصل‌اند. کف این اتاقک را ماهیچه دیافراگم تشکیل می‌دهد. درون قفسه سینه پرده دو لایه «جنب» جای دارد که لایه خارجی آن به جدار قفسه سینه و لایه داخلی آن به سطح ششها چسبیده است. ششها قابل ارتجاع‌اند و بنابراین تغییر حجم قفسه سینه باعث تغییر حجم ششها هم می‌گردد. انقباض ماهیچه دیافراگم که در حالت معمولی گنبدی شکل است باعث حرکت روبه پایین آن و در نتیجه افزایش حجم قفسه سینه می‌گردد به طور همزمان انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای نیز به کاهش و افزایش حجم قفسه سینه و در نتیجه ششها کمک می‌کند.

۳-۳-۷- فرآیند دم و بازدم: تنفس دارای دو مرحله دم و بازدم است. تحت فرمان مراکز عصبی، طی عمل دم برخی از ماهیچه‌های بین دنده‌ای و دیافراگم منقبض می‌شوند و حجم قفسه سینه را افزایش می‌دهند. در نتیجه حجم ششها نیز افزایش می‌یابد و به دنبال آن هوا از طریق مجاری تنفسی

به درون ششها کشیده می‌شود (شکل ۱۲-۷) به این عمل «دم» گفته می‌شود. به محض قطع فرمان عصبی، انقباض ماهیچه‌های فوق پایان می‌پذیرد. در نتیجه وزن قفسه سینه و خاصیت ارتجاعی ششها باعث کاهش حجم قفسه سینه و ششها و بازگشت آنها به حالت اول می‌گردند و هوای وارد شده در مدت زمان دم را از ششها خارج می‌کنند. این عمل را «بازدم» می‌گویند. شخص می‌تواند با منقبض کردن بعضی از عضلات بین‌دنده‌ای و عضلات شکم، بازدم را به‌طور ارادی و با سرعت دلخواه انجام دهد اما در حالت معمولی بازدم همانگونه که گفته شد، خودبخود انجام می‌گیرد.

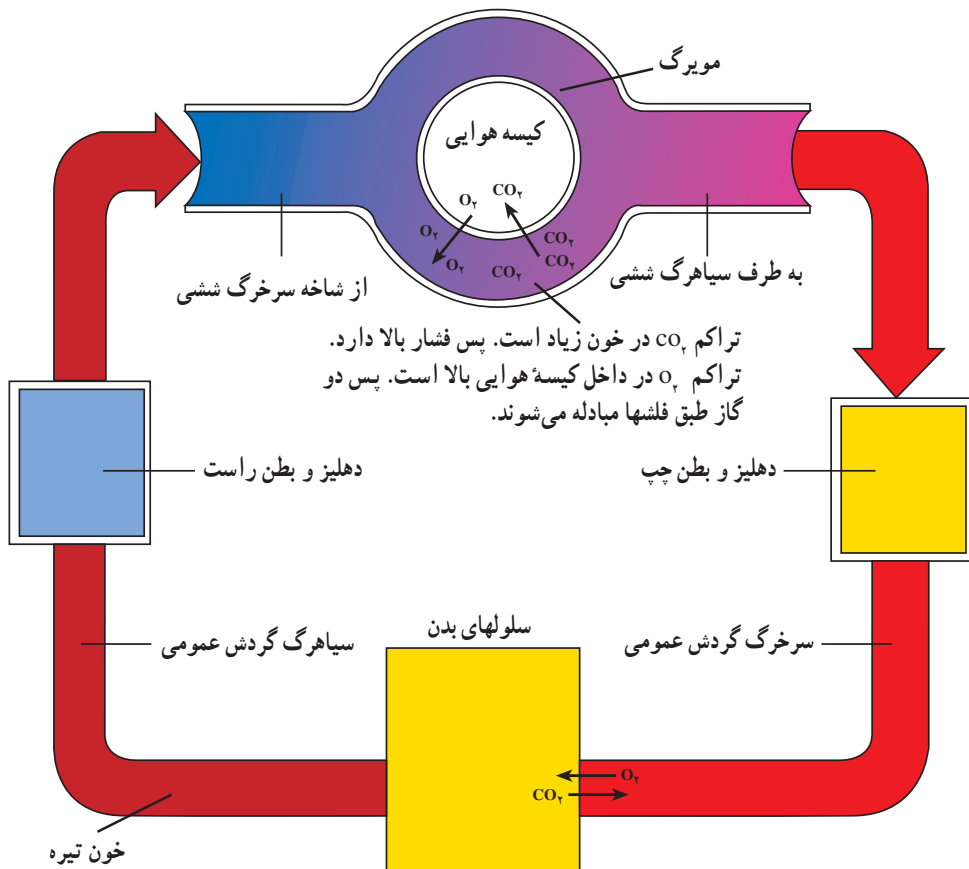


شکل ۱۲-۷- چگونگی دم و بازدم. وضعیت ششها و دیافراگم قبل از دم (الف)، طی دم (ب)، در پایان دم (ج) و طی بازدم (د)

مرکز کنترل تنفس در بصل النخاع قرار دارد و فعالیت آن با غلظت دی‌اکسید کربن و اکسیژن تغییر می‌کند. افزایش دی‌اکسید کربن در خون این مرکز را فعال می‌کند تا در نتیجه افزایش تنفس، دی‌اکسید کربن دفع شود و غلظت آن به حد طبیعی برگردد. کاهش اکسیژن خون نیز به طریقی این مرکز را تحریک می‌کند تا با افزایش تنفس، کمبود اکسیژن خون برطرف گردد.

۴-۳-۷- مبادله گازهای تنفسی و انتقال آنها در خون: غلظت اکسیژن در درون کیسه‌های هوایی از خون بیشتر است، بنابراین اکسیژن از کیسه‌های هوایی به خون انتشار می‌یابد. در مورد دی‌اکسید کربن، این وضعیت معکوس است. یعنی غلظت آن در خون بیشتر است. از این رو از طریق انتشار وارد کیسه‌های هوایی می‌گردد. اکسیژن پس از ورود به خون به هموگلوبین موجود در گلبولهای قرمز متصل و به بافتها منتقل می‌شود. مقدار کمی اکسیژن به صورت محلول در پلاسماي خون منتقل می‌گردد.

دی‌اکسید کربن حاصل سوخت و ساز مواد در سلولهاست و دائماً در بافتها تولید می‌شود که باید به ششها منتقل و از آنجا دفع شود. بیشتر دی‌اکسید کربن به شکل یون بی‌کربنات توسط پلاسما و گلبولهای قرمز و مقدار کمتری به صورت ترکیب با هموگلوبین و مقدار اندکی نیز به شکل گاز محلول به سوی ششها منتقل می‌گردد (شکل ۱۳-۷). زیرا علیرغم آنکه یون بی‌کربنات به طور عمده در گلبولهای قرمز ساخته می‌شود ولی مقدار زیادی از آن به پلاسما منتقل شده و از آن طریق حمل می‌شود.



شکل ۱۳-۷- تبادل گازهای تنفسی در ششها و بافتها

برخی از ناراحتیهای دستگاه تنفس

آلودگی هوا، مصرف سیگار و ابتلا به سرماخوردگی، اصلی‌ترین عوامل زمینه‌ساز برای بیماریهای تنفسی هستند. برونشیت به معنای تورم و التهاب مجاری تنفسی (نای و نایژه‌ها) است که در اثر عفونت با برخی باکتریها و ویروسها ایجاد می‌گردد. ذات‌الریه یا سینه‌پهلو، در اثر عفونت ششها و کیسه‌های هوایی با بعضی از باکتریها و ویروسها ایجاد می‌گردد که می‌تواند تبادل گازهای تنفسی را از جدار کیسه‌های هوایی بشدت کاهش دهد.

آسم، نوعی بیماری است که مجاری تنفسی در آن بویژه در هنگام بازدم تنگ می‌شوند و بنابراین دم و بازدم به‌سختی انجام می‌گیرد. آسم ممکن است به‌علل مختلفی مثل حساسیت، آلودگی هوا، عفونت مجاری تنفسی و مشکلات ارثی بوجود آید.

مشاهده ۳: ساختمان دستگاه تنفسی گوسفند

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از انجام این مشاهده بتواند:

۱- با در دست داشتن مدل دستگاه تنفسی یا شش گوسفند، قسمت‌های مختلف آن را نشان داده و نام ببرد.

۲- با توجه به آشنایی با ساختمان دستگاه تنفسی نقش و عمل هریک از قسمت‌های مختلف این دستگاه و مسیر انتقال گازهای تنفسی را شرح دهد.

مواد و وسایل لازم: شش گوسفند که به‌همراه نای سالم از بدن حیوان خارج شده است، تیغ جراحی یا چاقوی تیز، تشک تشریح

روش انجام: در ساختمان نای، دقت کنید. آیا حلقه‌های غضروفی جدار آن را می‌توانید مشخص کنید؟ آیا این حلقه‌ها کامل‌اند؟ به محل دوشاخه‌شدن در نای و اجزای آن دقت کنید؟ لب‌های هر شش را بررسی کنید. سعی کنید تفاوت دو شش راست و چپ را بیان کنید. در پرده سطح ششها دقت کنید. دهانه نای را تمیز نموده، درون آن بدمید. چه اتفاقی می‌افتد؟ بخشی از شش را برش دهید و مقطع آن را بررسی نمایید.

آزمایش: اندازه‌گیری حجم هوای جاری

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از انجام این آزمایش بتواند:

- ۱- مفهوم حجم هوای جاری را به تفصیل شرح دهد.
- ۲- با در دست داشتن وسایل لازم نحوه اندازه‌گیری حجم هوای جاری را نشان

دهد.

مواد و وسایل لازم: یک عدد تشت، یک بشر یک لیتری، آب، کیسه فریزر، استوانه مدرج هوای جاری، مقدار هوایی است که طی دم و بازدم معمولی وارد دستگاه تنفس می‌شود و یا از آن خارج می‌گردد. برای اندازه‌گیری حجم هوای جاری، یک بشر یک لیتری را پر از آب کنید و درون تشت قرار دهید. دقت کنید در این مرحله درون تشت آبی وجود نداشته باشد. درحالی‌که دم و بازدم طبیعی انجام می‌دهید، بازدم خود را وارد کیسه فریزر خالی کنید و دهانه آن را ببندید. کیسه فریزر بادشده را وارد بشر پر از آب کنید و بعد به آرامی هوای آن را خارج کنید. حجم آب سرریز شده به داخل تشت را با کمک استوانه مدرج اندازه بگیرید این حجم برابر حجم هوای جاری ریۀ شماست.

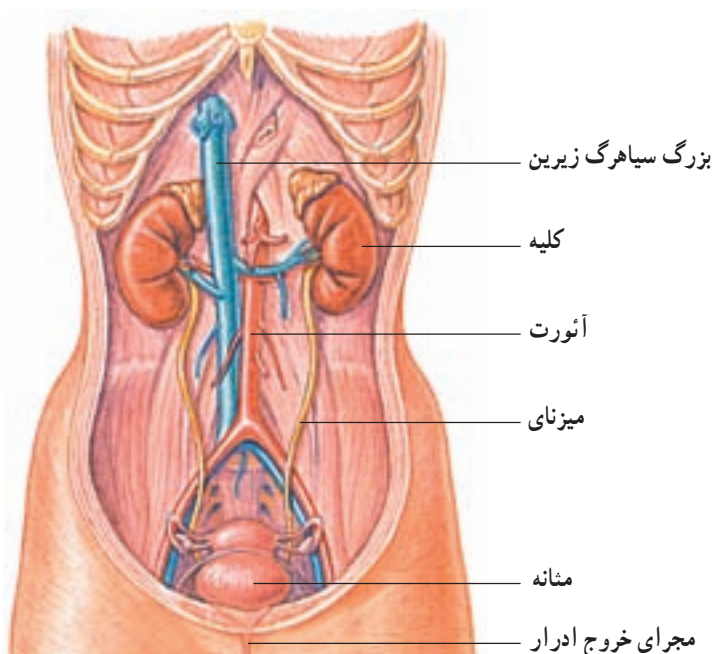
درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- اکسیژن چگونه و از چه مسیری به سلولها می‌رسد؟
- ۲- دی‌اکسید کربن چگونه و از چه مسیری از سلولها دور شده، از بدن دفع می‌گردد؟
- ۳- چگونگی فرآیند دم و بازدم را شرح دهید.

۴-۷- دستگاه دفع ادرار

سلولهای زنده با استفاده از اکسیژن و مواد غذایی، انرژی لازم برای فعالیتهای گوناگون خود را بدست می‌آورند. در کنار واکنشهای شیمیایی درون سلول همواره مواد زایدی نیز تولید می‌شوند. از مهمترین مواد دفعی و زاید سلولها می‌توان از دی‌اکسید کربن، اوره و اسید اوریک نام برد. دفع دی‌اکسید کربن وظیفه دستگاه تنفس است. اگر سایر مواد که دائماً از درون سلولها به بیرون یعنی به داخل مایع میان‌بافتی سرازیر می‌گردند از پیرامون سلولها دور نشوند، ادامه زندگی را برای آنها غیرممکن می‌سازند. خون مواد زاید را از بافتها می‌گیرد و کلیه‌ها نیز آنها را از خون جدا کرده، به‌صورت ادرار درمی‌آورند. دستگاه ادراری شامل دو کلیه، دو میزنای، مثانه و مجرای ادراری است

(شکل ۱۴-۷). کلیه‌ها علاوه بر دفع مواد زاید اعمال مهم دیگری از قبیل تنظیم میزان اسیدی بودن و فشار اسمزی خون را نیز بر عهده دارند.



شکل ۱۴-۷- موقعیت دستگاه دفع ادرار و اجزای تشکیل دهنده آن در بدن

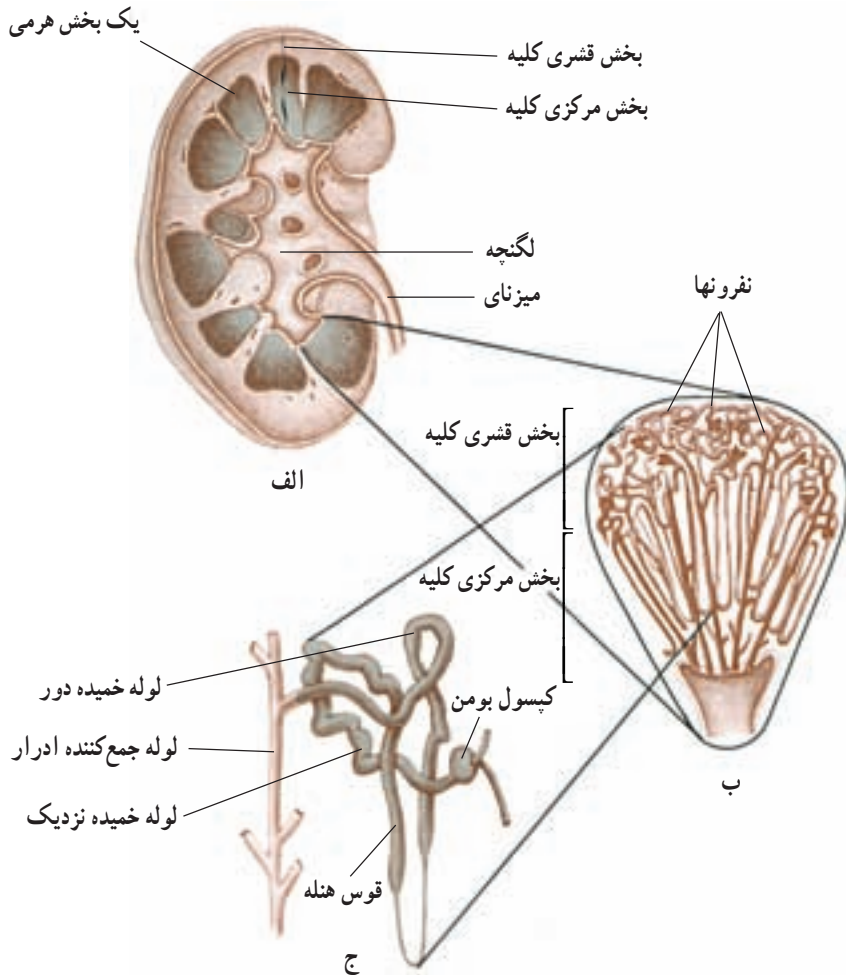
۱-۴-۷- ساختمان کلیه‌ها: انسان دارای دو کلیه است که در دو پهلوئی او، زیر دیاфраگم و متمایل به پشت قرار گرفته‌اند. کلیه‌ها لوبیایی شکل هستند و روی هم حدود 30° گرم وزن دارند. فرورفتگی کلیه‌ها را «ناف کلیه» می‌نامند که محل ورود رگها و اعصاب کلیه است. کلیه دارای دو بخش مرکزی و قشری است (شکل ۱۵-۷). بخش مرکزی از هرمهایی تشکیل شده است. هر هرم بخش مرکزی و ناحیه قشری روبه‌روی آن را یک «لوب کلیه» می‌نامند.

واحد عملی کلیه نفرونها می‌باشند. هر کلیه از میلیونها نفرون تشکیل شده است که هر کدام به تنهایی قادر به تولید ادرار است. نفرون لوله‌ای پر پیچ و خم است که ابتدای آن مسدود شده و کیفی شکل است و «کپسول بومن» نامیده می‌شود.

درون کپسول بومن یک کلاف مویرگی قرار دارد که به آن «اولین شبکه مویرگی» می‌گویند. در طول نفرون، پس از کپسول بومن چند پیچ و خم وجود دارد که به آن «لوله خمیده نزدیک» می‌گویند. لوله خمیده نزدیک به یک بخش خمیده «(U)» شکل متصل می‌شود که قسمت پایین آن در بخش مرکزی

کلیه قرار می‌گیرد. این بخش U شکل را «قوس هنله» می‌گویند. پس از قوس هنله چند پیچ و خم دیگر وجود دارد که لوله خمیده دور نامیده می‌شود. کپسول بومن، اولین شبکه مویرگی، لوله خمیده نزدیک، لوله خمیده دور و بخش فوقانی قوس هنله، همگی در بخش قشری کلیه قرار دارند. لوله خمیده دور به «لوله جمع کننده ادرار» متصل می‌شود که تا فضای موجود در بخش ناف کلیه امتداد دارد و فضای موجود در ناف کلیه که تمامی لوله‌های جمع کننده ادرار به آن ختم می‌شوند و ادرار را به آن می‌ریزند «لگنچه» نامیده می‌شود. لگنچه از سوی دیگر به «میزنای» ختم می‌شود.

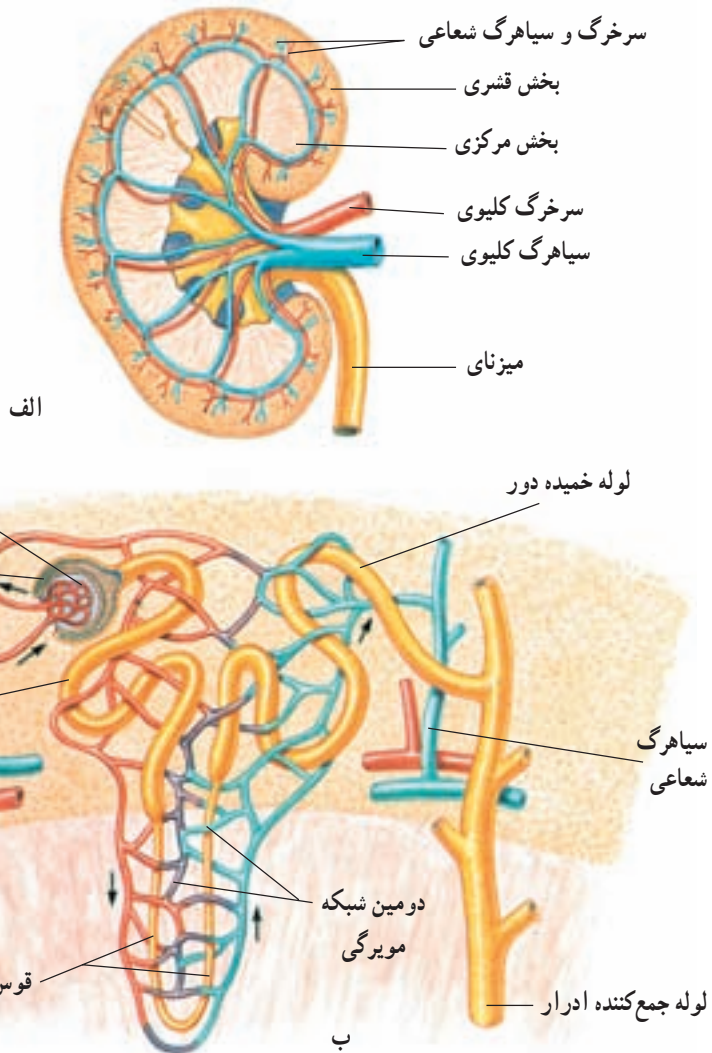
از هر کلیه لوله‌ای به نام میزنای خارج می‌شود که ادرار را به مثانه، منتقل می‌نماید. ادرار در مثانه انباشته می‌شود تا در موقع مناسب، تحت اراده فرد از طریق «مجرای ادراری» دفع گردد.



شکل ۱۵-۷- ساختمان درونی یک کلیه (الف)، ساختمان بزرگ شده یک لوب آن (ب) و ساختمان یک نفرون (ج)

۲-۴-۷- جریان خون کلیه: شاخه‌های سرخرگی که از ناف کلیه به آن وارد می‌شود تا دورترین بخشهای ناحیه قشری کلیه گسترده شده‌اند. این شاخه‌ها را «سرخرگهای شعاعی» می‌نامند. انشعابی از سرخرگهای شعاعی وارد کیسول بومن هر نفرون می‌شود و «اولین شبکه مویرگی» را می‌سازد. خونی که از این شبکه مویرگی می‌گذرد، وارد شبکه مویرگی دیگری که در اطراف سایر بخشهای نفرون قرار دارد، می‌شود که به آن «دومین شبکه مویرگی» می‌گویند (شکل ۱۶-۷).

خون، از این شبکه وارد یک سیاهرگ کوچک به نام «سیاهرگ شعاعی» می‌شود. سیاهرگها به هم پیوسته و در انتها سیاهرگ کلیوی را می‌سازند که از ناف کلیه خارج می‌گردد.



شکل ۱۶-۷- خون‌رسانی کلیه (الف) و جریان خون پیرامون یک نفرون (ب)

۳-۴-۷- تشکیل ادرار: دیوارهٔ اولین شبکه مویرگی که درون کپسول بومن قرار گرفته است بسیار نفوذپذیر است. تحت تأثیر فشار خون موجود در این شبکه، مقدار زیادی از آب و مواد محلول در پلاسما از آن خارج و وارد کپسول بومن می‌گردد. به این عمل «تصفیه» یا «تراوش» می‌گویند. در فرآیند تراوش سطح داخلی کپسول بومن و جدار مویرگهای اولین شبکه مویرگی مانند صافی عمل می‌کنند و مواد را برحسب اندازه انتخاب می‌نمایند. طی تراوش مواد محلول درشت مولکول مثل پروتئینها از صافی عبور نمی‌کنند. بدین ترتیب مقدار زیادی آب، اسیدهای آمینه، گلوکز و انواع نمکها وارد نفرون می‌شوند که برای بدن لازم هستند. خوشبختانه سلولهای جدار نفرون می‌توانند این مواد را گرفته، به درون خون موجود در دومین شبکهٔ مویرگی که اطراف نفرون را فرا گرفته است، برگردانند. به این عمل «بازجذب» می‌گویند. بنابراین همزمان با حرکت مایع تصفیه‌شده در داخل نفرون، در یک فرد سالم تمامی اسیدهای آمینه، گلوکز و بخش اعظم آب و نمکها بازجذب می‌شوند. سلولهای کلیه همچنین، قادرند برخی مواد دفعی از جمله یون هیدروژن را که مقدار اسیدی بودن خون را تنظیم می‌کنند از آن گرفته، به درون نفرون بفرستند، این عمل را «ترشح» می‌گویند. آنچه در نهایت در انتهای نفرون تشکیل می‌شود ادرار است که به لگنچه و سپس به مثانه منتقل می‌گردد.

۴-۴-۷- تنظیم محیط داخلی: هرگاه مایعات بدن بیش از حد معمول اسیدی شوند، سلولهای جدار نفرون یون هیدروژن بیشتری را ترشح می‌کنند و برعکس هنگام کاهش اسیدی بودن مایعات بدن، نفرونها مقدار ترشح یون هیدروژن را کاهش می‌دهند. بدین ترتیب کلیه‌ها با کاهش یا افزایش دفع یون هیدروژن مقدار اسیدی بودن خون را که مستقیماً با مایعات دیگر بدن در ارتباط است تنظیم می‌کنند. کلیه‌ها همچنین می‌توانند مقدار بازجذب آب و نمک را بسته به نیاز بدن افزایش یا کاهش دهند و با این روش میزان آب و نمک بدن را نیز تنظیم نمایند.

۵-۴-۷- دفع ادرار: ادرار تولیدشده در کلیه‌ها از طریق میزنای به مثانه منتقل می‌شود. مثانه کیسه‌ای قابل اتساع با جدار ماهیچه‌ایست که از راه مجرای دفع ادرار با بیرون ارتباط دارد. در محل اتصال مجرای دفع ادرار به مثانه دو ماهیچه حلقوی وجود دارد که یکی ارادی (تحت کنترل ارادهٔ فرد) و دیگری غیرارادی است. هرگاه ادرار در درون مثانه جمع شود، کشش جدار مثانه زیاد می‌شود و بالاخره به حدی می‌رسد که گیرنده‌های عصبی جدار آن را فعال نموده، پیام عصبی مربوط را به نخاع می‌فرستند. نخاع نیز از طریق اعصاب خودکار باعث انقباض عضلات جدار مثانه و شل شدن ماهیچه حلقوی غیرارادی ابتدای مجرای دفع ادرار می‌گردد اما مثانه تخلیه نمی‌گردد مگر اینکه فرد در موقعیت مناسب عضله حلقوی ارادی را نیز شل نماید.

در نوزادان این عضله هنوز تحت کنترل اراده نیست بنابراین هرگاه حجم ادرار به اندازه‌ای برسد که جدار مثانه را تحت کشش قرار دهد و تحریک نماید، عمل تخلیه ادرار خودبه‌خود و غیرارادی انجام می‌شود.

برخی از ناراحتیهای دستگاه دفع ادرار

سنگ کلیه و مثانه: املاح موجود در ادرار بویژه فسفات و کربنات کلسیم ممکن است رسوب کرده، سنگ کلیه یا سنگ مثانه را ایجاد نمایند. این سنگها معمولاً سطحی ناصاف دارند و به مسیر حرکت خود آسیب می‌رسانند به همین دلیل دردهای شدیدی ایجاد می‌نمایند، برخی افراد استعداد وراثتی بیشتری برای ابتلا به این بیماری را دارند که اصطلاح «کلیه‌های سنگ‌ساز» در این موارد به کار می‌رود. نوشیدن مداوم حجم زیادی از مایعات به دفع سنگ کمک می‌کند. اگر سنگها بزرگ باشند و دفع نشوند با عمل جراحی یا با استفاده از دستگاههای سنگ‌شکن، خارج یا شکسته و دفع می‌گردند.

ناتوانی کلیه‌ها: عوامل مختلفی مثل عفونت و التهاب کلیه‌ها، مسمومیت و خونریزی باعث از کارافتادگی شدید یا حتی کامل کلیه‌ها می‌شوند. در این حالت خون بدن بیمار با استفاده از دستگاه کلیه مصنوعی یا دیالیز تصفیه می‌شود. پیوند کلیه، یعنی تعویض کلیه از کارافتاده با کلیه اهدایی از طرف فردی دیگر نیز راهی برای ادامه حیات فرد است.

مشاهده ۴: ساختمان کلیه گوسفند

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از انجام این مشاهده بتواند:

— با در دست داشتن مدل کلیه یا کلیه گوسفند ساختمان آن را شرح دهد.

مواد و وسایل لازم: تیغ جراحی یا چاقوی تیز، کلیه گوسفند، تشتک تشریح

در شکل ظاهری و پرده روی سطح کلیه دقت کنید. در بخش فرورفتگی (ناف) کلیه رگهای کلیه را پیدا کنید. اگر مقداری از میزنای نیز به کلیه متصل مانده است آنرا نیز مورد بررسی قرار دهید. اکنون کلیه را از طول، طوری برش دهید که برش از ناف کلیه عبور کند. در مقطع کلیه چه

بخشهایی مشاهده می‌شود؟ آنها را نام ببرید. تصویری از برش طولی کلیه رسم نمایید و بخشهای مختلف آن را نامگذاری کنید.

در باره این پرسشها بحث کنید

- ۱- مواد دفعی سلولها (به جز گازها) چگونه و از چه مسیری از سلولها دور شده، از بدن دفع می‌گردند؟
- ۲- ساختمان نفرون و چگونگی ارتباط آن با خون را شرح دهید.
- ۳- نقش کلیه‌ها در تنظیم محیط داخلی بدن را شرح دهید.

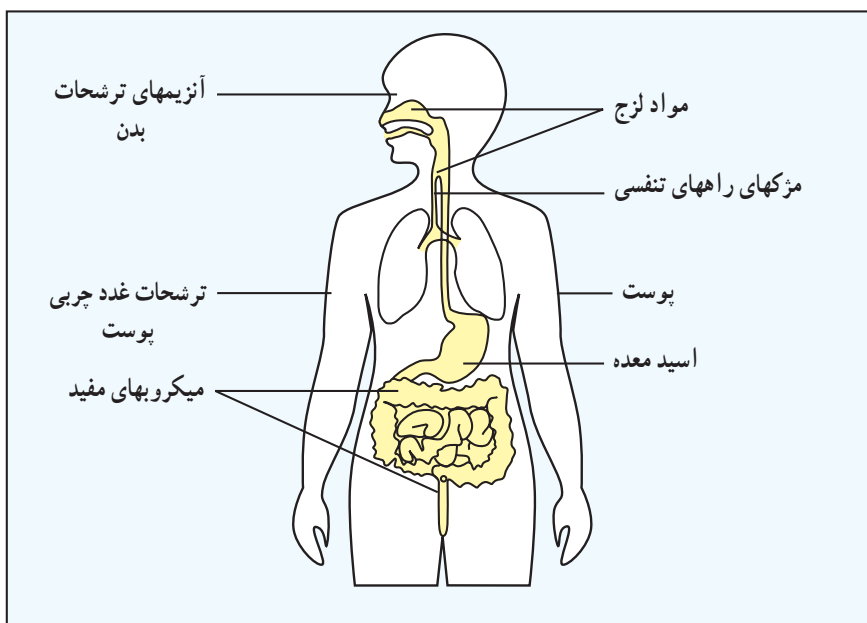
دستگاه ایمنی

- هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند:
- ۱- برخی از اجزای سدهای اولیه دفاعی بدن و نقش آنها در حفظ و حراست بدن را توضیح دهد.
 - ۲- ایمنی غیراختصاصی (ذاتی یا عمومی) و ایمنی اختصاصی (اکتسابی) و خصوصیات آن را توضیح دهد.
 - ۳- اصطلاحات: آنتی‌ژن، ایمنی‌زا، ایمن‌سازی فعال و ایمن‌سازی غیرفعال را شرح دهد.
 - ۴- اساس و نحوه ایجاد ایمنی با واکسیناسیون را شرح دهد.
 - ۵- نحوه همکاری و عمل هریک از سلولهای سفید را در دفاع بدن شرح دهد.
 - ۶- مولکولهای محلول دفاعی و نحوه عمل هریک را توضیح دهد.
 - ۷- چگونگی تنظیم پاسخهای ایمنی را شرح دهد.
 - ۸- ارتباط خون، لنف و اعضای لنفاوی و نحوه گشت‌زنی و استقرار سلولهای ایمنی و مولکولهای محلول دفاعی را شرح دهد.
 - ۹- نحوه حمایت سیستم ایمنی مادر از فرزند را شرح دهد.

۱-۸- دفاع عمومی بدن

بدن ما همواره در معرض خطرهای مختلف قرار دارد. اما همکاری کلیه سلولهای بدن، باعث ایجاد نوعی بسیج هماهنگ در تمام بدن شده است که توانایی مقابله با بسیاری از دشمنان داخلی و خارجی را دارد. محیط اطراف ما حاوی انواع مختلف میکروبیهای بیماریزا و عفونی مثل ویروسها، باکتریها، قارچها و انگلهاست. اگر این میکروبیها بتوانند به بدن وارد شوند و بدن توانایی کنترل آنها را نداشته باشد، می‌توانند میزبان خود را بکشند. اولین اقدام بدن برای دفاع در مقابل عوامل مهاجم، سدهای خارجی هستند که یکی از مهمترین آنها پوست است. بیشتر عوامل بیماریزا نمی‌توانند از

پوست سالم عبور کنند. افرادی که دچار سوختگی شدید شده‌اند به عفونتهای زیادی دچار می‌شوند. ترشحات چربی و اسیدی پوست که برای ما چندان محسوس نیستند نیز خواص ضد میکروبی دارند. اعمال معمولی دیگری نیز به خروج مقادیر بسیار زیادی از میکروبیها و ذرات بیگانه از بدن کمک می‌کنند. دم و بازدم که هوای درون ریه‌ها را تهویه می‌کند، سرفه و عطسه به هنگام ورود ذرات خارجی به مجاری هوایی و زنش مژکهای سلولهای پوششی راههای هوایی و دفع مدفوع و ادرار از این قبیل هستند. به‌علاوه آنزیمهای موجود در ترشحات بزاق، معده، روده و شیرۀ اسیدی معده نیز بسیاری از میکروبیها را از بین می‌برند. بعضی از میکروبیهای مفید و بی‌خطر بر سطح پوست و مخاط و دستگاه گوارش به‌صورت همزیست با انسان، زندگی می‌کنند. آنها با مصرف غذا و ایجاد مواد زاید با میکروبیهای بیماریزا رقابت می‌کنند و اجازه رشد به آنها نمی‌دهند (شکل ۱-۸).



شکل ۱-۸ - سدهای دفاعی اولیه

میکروبیها و عوامل بیماریزا

۱- باکتریها: جانداران بسیار کوچک تک‌سلولی و پروکاریوت هستند یعنی اطلاعات ژنتیکی آنها در پوسته هسته قرار ندارد بلکه در سیتوپلاسم آزاد است. این موجودات عامل بسیاری از بیماریها مانند سل، کزاز، دیفتری، جذام، تب مالت،

سیاه‌سرفه، چرک کردن زخمها، مسمومیتها، اسهال و... می‌باشند و مانند سلولهای گیاهی دارای یک دیواره سلولی هستند که البته جنس آن با دیواره سلولی گیاهان متفاوت است. بعضی از باکتریها به درون سلولها نفوذ کرده، در داخل آنها رشد می‌کنند و بعضی دیگر در فضای میان‌بافتی و بین سلولها رشد می‌کنند. با انهدام و تخریب سلولها، مصرف مواد غذایی و تولید مواد سمی برای سلولها و ایجاد اختلال در عملکردهای اصلی آنها به بدن آسیب می‌رسانند (شکل ۲-۸-الف).

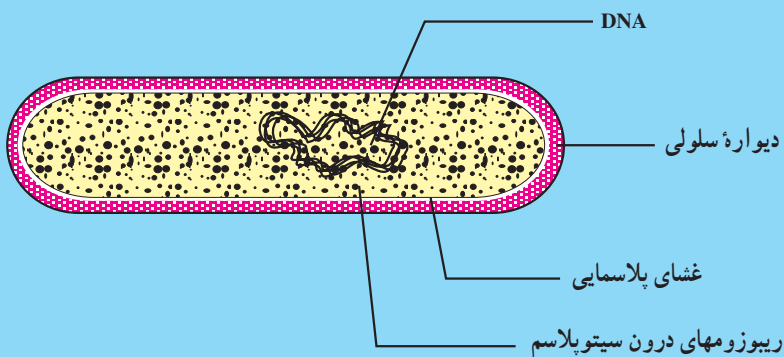
۲- قارچها: جاندارانی هستند که به دو شکل تک‌سلولی و پرسلولی وجود دارند. شکل تک‌سلولی آنها را «مخمر» می‌نامند و شکل پرسلولی آنها دارای ریشه است؛ نظیر آنچه در کپک نان دیده می‌شود. بعضی از آنها قادرند به هر دو شکل تک‌سلولی و پرسلولی دربیایند و با تغییر شرایط محیط خود را تغییر داده، زنده بمانند آنها جزء موجودات یوکاریوت هستند و بیشتر، بافتهای پوششی بدن مثل پوست و مخاط را آلوده می‌کنند (شکل ۲-۸-ب).

۳- ویروسها: این موجودات بسیار کوچک در خارج از بدن موجود زنده، خصوصیات موجودات زنده مانند تولیدمثل، تغذیه، مصرف انرژی و... را نشان نمی‌دهند. آنها معمولاً تنها از یک رشته خیلی کوچک مولکول اطلاعاتی و یک پوشش پروتئینی به دور آن تشکیل می‌شوند. ویروسها با ورود به سلولهای بدن میزبان، کلیه امکانات را به خدمت می‌گیرند مثلاً دستگاه تولید پروتئین و تکثیر مولکولهای اطلاعاتی سلول را وادار می‌کنند که به جای تولید مایحتاج خود سلول، ویروسهای جدید را تولید کنند؛ به همین دلیل سلول آلوده نمی‌تواند عمل اصلی خود را انجام دهد. معمولاً بعد از اینکه سلول از ویروسهای تولید شده جدید پر شد، پاره شده، ویروسها بیرون می‌ریزند. این ویروسهای جدید قدرت آلوده کردن بقیه سلولها را دارند. همچنین، تقریباً می‌توانند همه موجودات زنده مثل باکتریها، قارچها، گیاهان، حیوانات و انسان را آلوده کنند. آنها عامل بیماریهایی مثل فلج اطفال، اسهال، سرماخوردگی و آنفلوآنزا، سرخک، سرخچه، اوریون، ایدز و هپاتیت ویروسی (یرقان یا زردی) و بعضی از انواع سرطانات هستند و چون تنها در درون سلولهای دیگر جانداران برخی از خصوصیات حیاتی را نشان می‌دهند «انگلهای اجباری» نامیده می‌شوند. به نظر شما آیا می‌توان آنها را جزء موجودات زنده به حساب آورد؟ (شکل ۲-۸-ج).

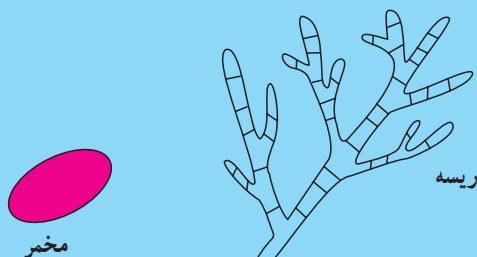
۴- انگلها: به دو دسته پرسلولی و تک‌سلولی تقسیم می‌شوند که همگی از

جانداران یوکاریوت می‌باشند. بسیاری از آنها زندگی کاملاً پیچیده‌ای دارند و مراحل مختلف زندگی خود را در بدن جانداران مختلفی مثل سگ، گربه، حلزون، ماهی، حشرات و انسان طی می‌کنند. جاندارانی که می‌توانند انگلها را به جانداران دیگر منتقل کرده و آنها را آلوده سازند «ناقل» می‌نامند که دوری از آنها و محیطهای آلوده ضروری است. انگلهای تک سلولی، ممکن است در درون سلولها یا در فضای میان بافتی زندگی کنند.

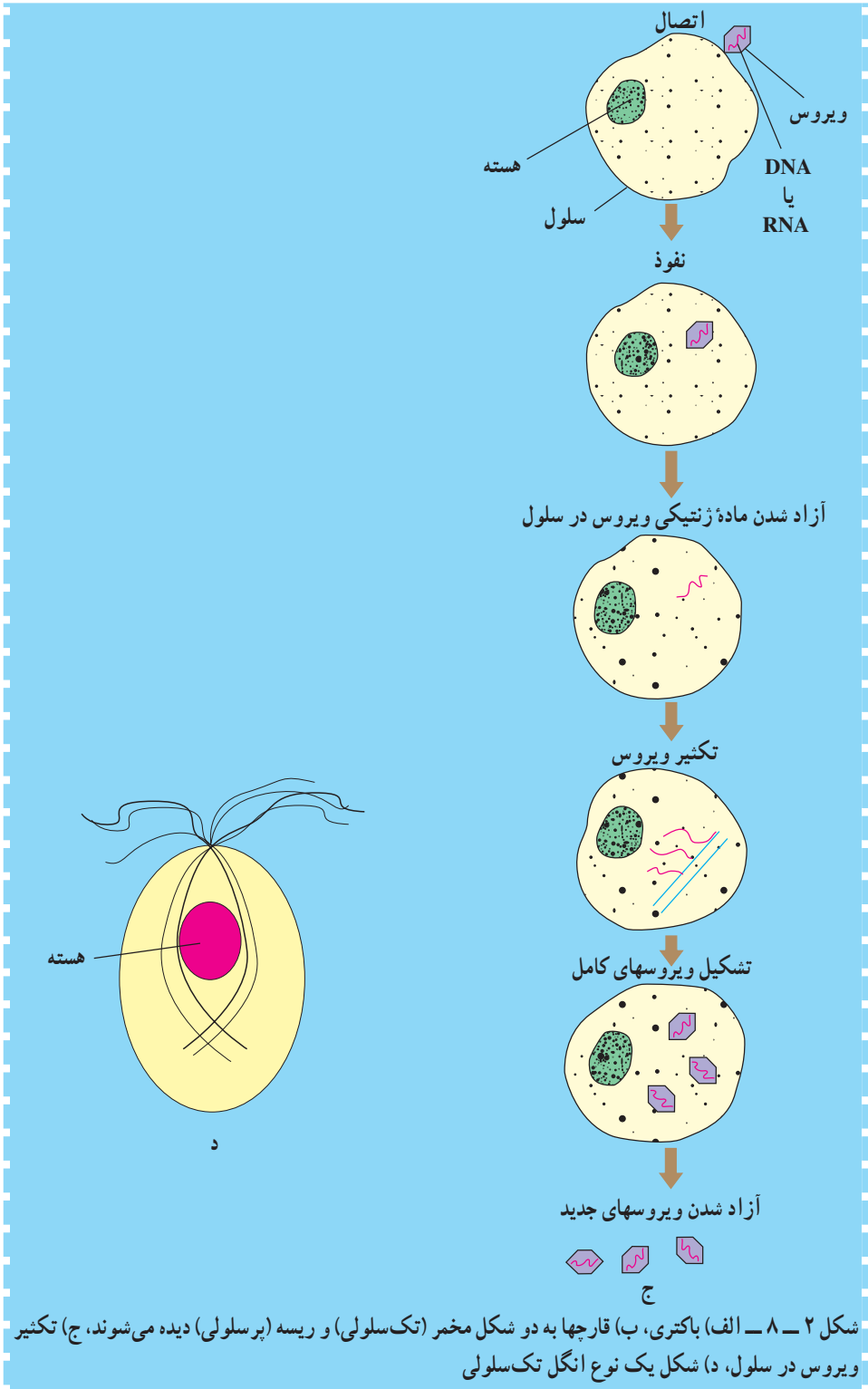
کرمها، دسته‌ای از انگلهای پرسلولی هستند که تعدادی از آنها در روده و برخی در بافتهای دیگر بدن قادر به زندگی هستند. بندپایان خونخوار نیز دسته‌ای دیگر از انگلها می‌باشند که برخی از آنها می‌توانند انواع انگلها، باکتریها و ویروسها را به بدن ما منتقل نمایند. انگلهای تک سلولی عامل بسیاری از بیماریها مانند مالاریا و سالک می‌باشند (شکل ۲-۸-د).



الف



ب



عوامل بیماریزا قادرند از راههای مختلفی مثل تنفس، خوردن غذای آلوده، زخم شدن پوست بدن و انتقال خون آلوده و حتی از طریق مخاط (بافت پوششی مخصوص دستگاههای تنفس، گوارش، دفع ادرار و تولیدمثل...) به درون بدن نفوذ کنند. بسیاری از آنها از طریق جانداران ناقل منتقل می‌شوند.

۲-۸- سلولهای سفید

اگر میکروبها بتوانند از سدهای اولیه دفاعی بدن بگذرند با عوامل دیگری روبرو می‌شوند. همه سلولهای بدن قادر به ترشح موادی هستند که بر ضد عوامل بیماریزا وارد عمل می‌شوند اما سلولهای سفید خون که در سراسر بدن مستقرند سربازهای متخصص دفاع بدن به حساب می‌آیند. آنها همواره در حال گشت زدن در تمام بدن هستند تا با دشمنان خارجی و داخلی مقابله کنند. آیا به خاطر دارید که سلولهای سفید خون به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ این سلولها قادرند مولکولهای خودی را از بیگانه و غیرخودی تشخیص دهند و با کلیه عوامل بیگانه‌ای که حتی قبلاً با آنها برخورد نداشته‌اند نیز بجنگند. دسته‌ای از آنها مثل بیشتر سلولهای دانه‌دار و مونوسیتها و ماکروفاژها، بلافاصله پس از برخورد با عامل خارجی آن را فاگوسیتوز می‌کنند و یا لاقل با ترشح مواد سمی، باعث از بین رفتن و صدمه زدن به آن می‌شوند. لنفوسیتها نیز از راههای مختلف با عوامل بیگانه مبارزه می‌کنند. آنها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- لنفوسیتها^۱ یا سلولهای B که مسئول تولید و ترشح آنتی‌بادی هستند. آنتی‌بادیها با چسبیدن به عوامل بیگانه مانع ورود آنها به سلولها می‌شوند. البته آنتی‌بادیها وظایف دیگری نیز دارند.

۲- لنفوسیتها یا سلولهای T که تعدادی از آنها قادر به ترشح مواد منهدم‌کننده عوامل بیگانه هستند (سلولهای T مسموم‌کننده) به‌علاوه، این سلولها، موادی را ترشح می‌کنند که مانند هورمونها عمل می‌کنند و پیام مقاومت و تقویت دفاع را به سلولهای اطراف می‌رسانند. این مواد سایتوکاین^۲ نامیده می‌شوند.^۳ دسته‌ای از سلولهای T به‌همین منظور، بیشتر تخصص یافته‌اند و از این طریق به عمل دفاعی سلولهای دیگر کمک می‌کنند (سلولهای T کمکی).

۳- سلولهای قاتل که مانند سلولهای T مسموم‌کننده در مواجهه با عوامل بیگانه موادی را

۱- Lymphocyte

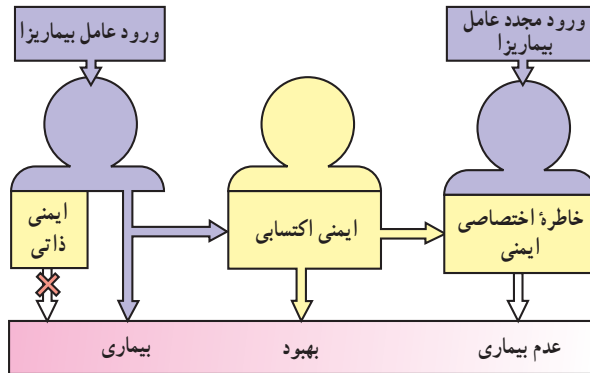
۲- Cytokines

۳- خوب است بدانیم که همه سلولهای بدن قادر به تولید انواع مختلفی از سایتوکاینها هستند و به این ترتیب پیامهای مختلفی را به سلولهای اطراف خود مخابره می‌کنند. این پیام ممکن است برای هشدار و آگاهی از وجود خطر، پیام مقاومت، پیام دعوت و یا حتی مرگ و ... باشند.

ترشح می کنند که باعث انهدام آنها می شوند.

سلولهای دانه دار، مونوسیتها، ماکروفاژها و سلولهای قاتل اگر مجدداً با عامل بیگانه ای روبرو شوند پاسخی شبیه به پاسخ برخورد اول را نشان می دهند. تعدادی از مواد داخل پلازما و مایعات بدن نیز همین گونه رفتار می کنند. این خاصیت شبیه و همراه با عمل سدهای اولیه دفاعی است. این روند در مقابل همه انواع عوامل بیماریزا مشابه است و دفاع غیراختصاصی یا عمومی نامیده می شود و چون از ابتدای تولد و بدون برخورد با عامل بیماریزا وجود دارد آن را «دفاع ذاتی» نیز می گویند.

اما لنفوسیتهای T و B در برخورد اول، آن عامل را به خاطر می سپارند و در مواجهه دوباره، با آمادگی قبلی پاسخ قوی تری را نشان می دهند. آیا شنیده اید که اگر کسی به یک بیماری مانند سرخچه یا سرخک مبتلا شود پس از بهبودی دیگر به آن بیماری مبتلا نمی گردد و به اصطلاح در مقابل آن بیماری ایمن یا مصون می شود؟ دلیل این امر همین خاطره ایمنی ایجاد شده است؛ زیرا میکروب با ورود مجدد به بدن با پاسخ ثانویه خیلی قوی مواجه می شود و از بین می رود. اما اگر فردی در مقابل سرخچه مصون باشد، ممکن است به اوریون مبتلا شود؛ یعنی پاسخ ثانویه، تنها خاص همان عاملی است که پاسخ اولیه را ایجاد کرده و خاطره سلولی را بوجود آورده است. به عبارت دیگر، پاسخ سلولهای T و B در مقابل هر عامل «اختصاصی» است. به علاوه چون بعد از برخورد با عاملی مثل میکروب بوجود می آید آن را «اکتسابی^۲» نیز می گویند. عاملی را که باعث بروز پاسخ ایمنی اکتسابی در بدن می گردد «عامل ایمنی زا^۳» می نامند (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۸ - هنگامی که یک عامل عفونتزا وارد بدن می شود در وهله اول با عناصر سیستم ایمنی طبیعی برخورد می کند. این عناصر ممکن است برای جلوگیری از بیماری کافی باشند ولی در غیر این صورت بیماری بوجود خواهد آمد و سیستم ایمنی اکتسابی فعال خواهد شد. سیستم ایمنی اکتسابی سبب بهبودی بیماری شده و یک خاطره ایمنی بخصوص به جای می ماند، به طوری که متعاقب عفونت مجدد توسط همان عامل بیماریزا بیماری ایجاد نخواهد شد و در این حالت شخص نسبت به آن عامل عفونتزا ایمنی حاصل کرده است.

۱- Monocytes

۲- Acquired

۳- Immunogenic Factor

هر مولکولی که باعث شود لنفوسیتها علیه آن پاسخی اختصاصی نشان بدهند «آنتی ژن» نامیده می‌شود. پیکره سلولهای بیگانه‌ای مثل باکتریها، قارچها، انگلها و همچنین ویروسها از مولکولهای زیادی تشکیل شده است که بیشتر آنها شبیه مولکولهای بدن ما نیستند. به همین دلیل سلولهای سفید آنها را بیگانه تشخیص داده، به عنوان یک آنتی ژن به آن پاسخ می‌دهند. آنتی ژنها ممکن است مولکول پروتئین، قند، تکه پروتئینی یا ترکیبی از مولکولهای پروتئینی، قندی، چربی و اسید هسته‌ای باشند. دانشمندان اجزا و اعمال مختلف دستگاه ایمنی را که قادر به تشخیص خودی از غیرخودی و پاسخ به کلیه عوامل بیگانه است به انواع «ایمنی ذاتی» و «ایمنی اکتسابی» تقسیم‌بندی می‌کنند. ایمنی اکتسابی دارای خصوصیات مثل خاطره و اختصاصی بودن است. آنها مولکولهای آنتی ژن را قادر به تحریک پاسخ ایمنی اختصاصی می‌دانند.

۳-۸- ایمن‌سازی

ایجاد ایمنی اکتسابی در یک فرد را ایمن‌سازی می‌نامند که از دو طریق امکان‌پذیر است :

۱- ایمن‌سازی فعال که با ورود آنتی ژن به بدن فرد و ایجاد پاسخ ایمنی انجام می‌پذیرد؛ مثل ایمنی متعاقب ابتلا به بیماری سرخچه که به دلیل ایجاد خاطره ایمنی، فرد در برخورد مجدد با ویروس سرخچه پاسخ قوی‌تری را نشان می‌دهد و دیگر به این بیماری مبتلا نمی‌شود.

۲- ایمن‌سازی غیرفعال که با ورود عوامل آماده دفاع مثل آنتی‌بادیهای آماده یا سلولهای تحریک شده آماده جنگ به بدن فرد ایجاد می‌شود. برای مثال هنگامی که فردی دچار گزش مار یا عقرب می‌شود فرصتی برای ایجاد ایمنی و خنثی کردن سم وجود ندارد به همین دلیل آنتی‌بادی ضد مولکولهای سم که قبلاً در بدن جاندار دیگری مثل اسب تولید شده است^۲ به صورت آماده به بدن فرد گزیده شده تزریق می‌شود تا به سرعت به مولکولهای سم متصل شده، آنها را خنثی نماید.

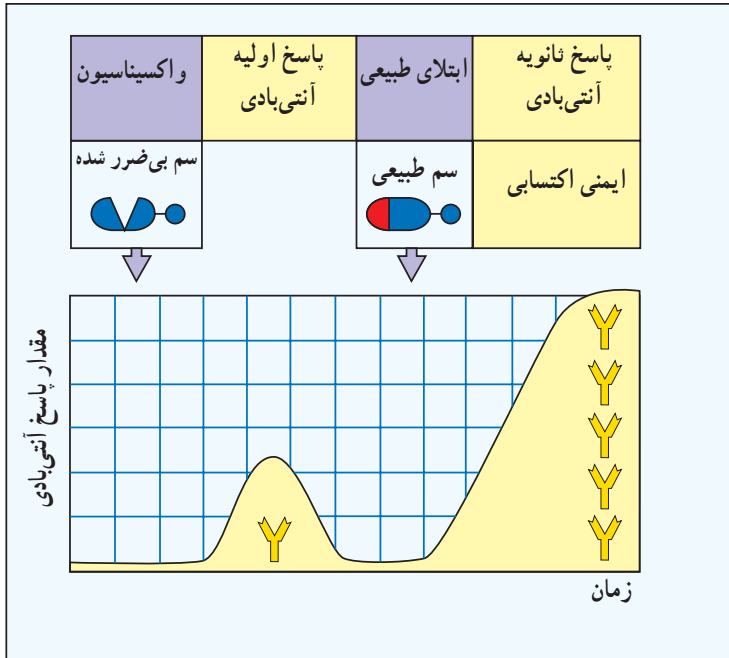
دانشمندان با توجه به خصوصیات خاطره و اکتسابی بودن پاسخهای ایمنی اکتسابی، نوعی ایمن‌سازی فعال را پیشنهاد کرده‌اند که «واکسیناسیون^۳» نامیده می‌شود. آنها عامل ایمنی‌زای بی‌ضرر را که از میکروب عامل بیماری به دست می‌آورند به بدن فرد وارد می‌کنند. به این ترتیب، از سویی به دلیل بی‌ضرر بودن عامل، خطر بیماری فرد را تهدید نمی‌کند و از سوی دیگر ایمنی اکتسابی به وجود می‌آید. برای به دست آوردن عامل ایمنی‌زای بی‌ضرر گاهی میکروب را می‌کشند (مثل واکسن سیاه‌سرفه) و گاهی تنها آنها را ضعیف می‌کنند تا قدرت بیماری‌زایی نداشته باشند (مثل واکسن سل و فلج اطفال) بعضی اوقات نیز از تکه‌های بدن میکروب یا سم بی‌ضرر شده آن استفاده می‌کنند (مثل واکسن دیفتری

۱- Antigen

۲- برای تهیه آنتی‌بادی، سم به اسب تزریق می‌شود و پس از مدت زمان و تعداد تزریق مناسب، از اسب خونگیری کرده، سرم آن را از سلولهایش جدا می‌کنند، این سرم که «آنتی سرم» نیز نامیده می‌شود حاوی آنتی‌بادی اختصاصی ضد سم است.

۳- Vaccination

و کزاز) (شکل ۴-۸). با خواندن مطالب بعدی، با موارد دیگری از ایمن‌سازی آشنا خواهید شد.



شکل ۴-۸ اصول واکسیناسیون: سم بی‌ضرر شده کزاز باعث ایجاد خاطره مخصوص کزاز در لنفوسیتها می‌شود در نتیجه در برخورد با میکروب کزاز پاسخ سریع و قوی‌تری ایجاد می‌شود که از بروز بیماری جلوگیری می‌نماید.

مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی

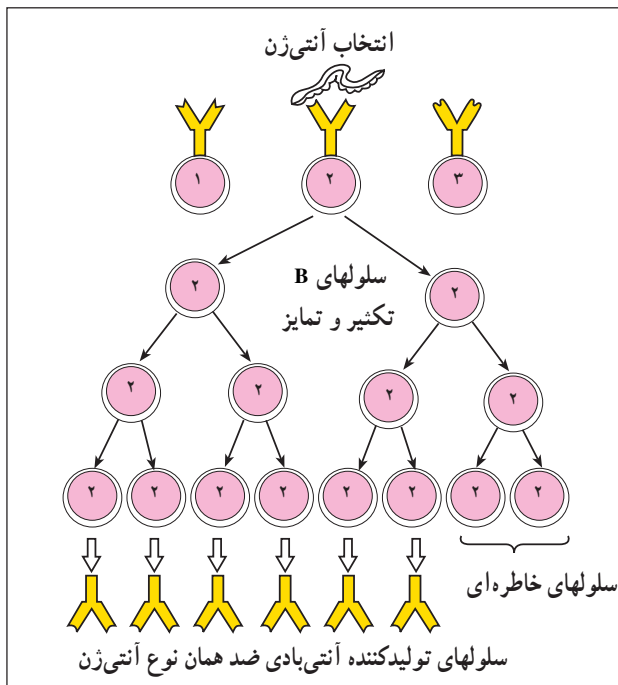
این مؤسسه با بیش از ۸۰ سال سابقه فعالیت، وظیفه تولید واکسنهای دامی، تعدادی از واکسنهای انسانی، آنتی‌سرمهای ضد مارگزیدگی، عقرب‌گزیدگی و کزاز و دیفتی‌را برعهده دارد. همچنین تحقیقات مختلفی را در زمینه‌های مربوط انجام می‌دهد. آزمایشگاه‌های مرجع و ملی بسیاری از بیماریهای عفونی دام، سم‌شناسی و جانوران سمی و نیز آموزش نیروهای متخصص در حیطه کار مؤسسه نیز در آن صورت می‌پذیرد. شعبه‌های مختلف این مؤسسه در مناطق مختلف کشور فعالیت می‌کنند.

انستیتو پاستور ایران

انستیتو پاستور ایران با هدف کمک به تأمین بهداشت و سلامت جامعه در سال ۱۲۹۹ تأسیس شد. این مرکز در امر تولید تعدادی از واکسنهای انسانی فعالیت می‌نماید. در کنار آن بخشهای مختلف این مؤسسه به تحقیقات و آموزش در زمینه‌های مربوط می‌پردازد. بجز شعبه‌های تهران، دو شعبه دیگر این مؤسسه در شهرهای آمل و کرج فعالیت می‌نمایند. از جمله واکسن‌هایی که در این مؤسسه تولید می‌شوند می‌توان به واکسن سل (ب.ت.ژ)، حصبه، وبا، هاری و آنتی‌سرم وبا و محلولهای تزریقی اشاره کرد.

۴-۸ - شناسایی عوامل بیگانه و همکاری سلولها برای دفع آنها

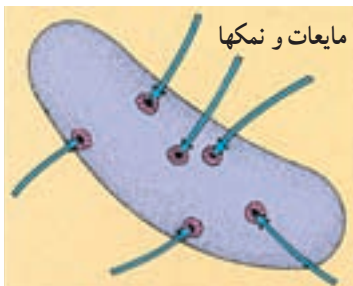
نه تنها سلولها و مولکولهای دستگاه ایمنی اکتسابی، بلکه کلیه سلولها و مولکولهای بدن، همگام و همراه با یکدیگر به دفع عامل بیگانه می پردازند. لنفوسیت های B و T بر سطح خود، گیرنده هایی برای اتصال به آنتی ژن دارند. تمام گیرنده های روی یک لنفوسیت مشابه اند و یک خاصیت مشترک دارند که اتصال به یک نوع آنتی ژن است. اما لنفوسیت های مختلف ممکن است گیرنده هایی برای آنتی ژن های مختلف داشته باشند و چون تعداد لنفوسیتها زیاد است تعداد انواع گیرنده ها نیز زیاد می باشد. هنگامی که آنتی ژن به گیرنده یک لنفوسیت متصل شود، لنفوسیت آن را شناسایی می کند و با روش خاص خود به آن پاسخ می دهد و نتیجه عمل گیرنده های سلولهای B و T مشابه است چون در هر دو مورد منجر به شناسایی آنتی ژن و ایجاد پاسخ می گردد اما ساختمان و جزئیات عملکرد آنها متفاوت است. لنفوسیتها پس از شناسایی آنتی ژن با روش خاص خود به آن پاسخ می دهند طی این پاسخ، لنفوسیت تحریک شده تقسیم می شود و تعداد زیادی لنفوسیت مشابه که همگی ضد آنتی ژن محرک می باشند به وجود می آیند. تعدادی از این سلولها به پاسخ می پردازند برای مثال اگر لنفوسیت



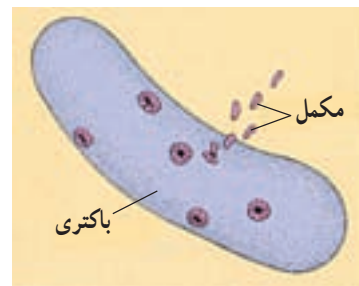
شکل ۵-۸ - هر سلول تولیدکننده آنتی بادی تنها برای تولید یک آنتی بادی برنامه ریزی شده است که این آنتی بادی در سطح آن سلول به عنوان یک گیرنده آنتی ژن وجود دارد. هر سلول برای اتصال به یک آنتی ژن اختصاصی می باشد. هر آنتی ژن تنها می تواند به آن دسته از سلولهای B که دارای گیرنده سطحی مناسبی می باشند متصل گردد. این سلولها تحریک شده و ازدیاد حاصل می نمایند و به دو نوع سلول تکامل می یابند. یکی سلولهای تولیدکننده آنتی بادی و دیگری سلولهای خاطره ای که دارای طول عمر بلندی می باشند. همه سلولهای فوق اختصاصاً به همان آنتی ژن اولیه متصل می شوند. چون دارای همان نوع گیرنده بر سطح خود می باشند.

B باشند به تولید آنتی‌بادی ضد آن آنتی‌ژن می‌پردازند و تعدادی دیگر نیز به صورت سلول‌هایی به ظاهر خاموش به گشت‌زنی می‌پردازند و به محض برخورد دوباره با آنتی‌ژن به سرعت به آن پاسخ می‌دهند، به عبارت دیگر خاطرهٔ آنتی‌ژن را زنده نگه می‌دارند (شکل ۵ - ۸). این فرآیند اساس ایمن‌سازی را نیز نشان می‌دهد (آیا می‌توانید چگونگی آن را توضیح دهید؟) سلول‌های بیگانه‌خوار (ماکروفاژها، مونوسیتها و بیشتر سلول‌های دانه‌دار) نیز به محض برخورد با میکروب، به آن متصل شده، آن را درون یک کیسه می‌بلعد (فاگوسیتوز) لیزوزومها اندام‌کمایی هستند که حاوی آنزیمها و مواد مختلف سمّی هستند. لیزوزومها با کیسه‌های حاوی میکروب ادغام می‌شوند و با کمک محتویات آنها عمل کشتن و هضم میکروبها انجام می‌گیرد.

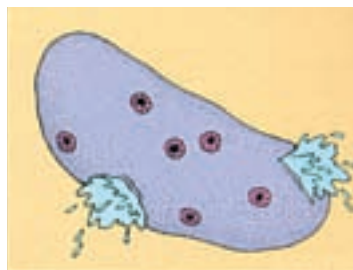
اگر عامل بیماریزا آنقدر بزرگ باشد که سلول نتواند آن را بلعد به‌ناچار محتویات سمّی و آنزیمی خود را بیرون می‌ریزد تا به عامل بیماریزا صدمه بزند. سلول‌های T مسموم‌کننده و سلول‌های قاتل نیز بعد از شناسایی، مولکول‌هایی را ترشح می‌کنند که باعث ایجاد سوراخ در غشای پلاسمایی میکروب می‌گردد به این ترتیب، تنظیم انتقال و عبور و مرور آب و مواد از طریق غشا به هم می‌خورد که در نهایت منجر به تورم، مرگ و ترکیدن میکروب می‌گردد (شکل ۶ - ۸).



سوراخها باعث ورود مایعات و نمکها به داخل باکتری می‌شوند.



مولکول‌های مکمل و مولکول‌های آزاد شده از سلول‌های قاتل و T مسموم‌کننده در دیوارهٔ باکتری سوراخ ایجاد می‌کند.



باکتری آن‌قدر متورم می‌شود که متلاشی می‌شود.

شکل ۶ - ۸ - منهدم شدن میکروبها به دلیل ایجاد سوراخ در غشای آنها توسط مواد محلول در مایعات بدن (سیستم مکمل) و مواد آزاد شده از سلول‌های T مسموم‌کننده و سلول‌های قاتل

دسته‌ای از مولکولهای محلول در پلاسما و دیگر مایعات بدن نیز از همین طریق باعث انهدام و ترکیدن میکروبها می‌گردند این مولکولها بر روی هم «سیستم مکمل» نامیده می‌شوند. آنتی‌بادیها، آنزیمها و... نیز از دیگر مولکولهای محلولی هستند که از اجزای دستگاه ایمنی به حساب می‌آیند. آنتی‌بادیها علاوه بر خنثی کردن سموم و میکروبها، در انهدام میکروبها به سیستم مکمل و سلولهای بیگانه‌خوار و سلولهای قاتل نیز کمک می‌کنند.

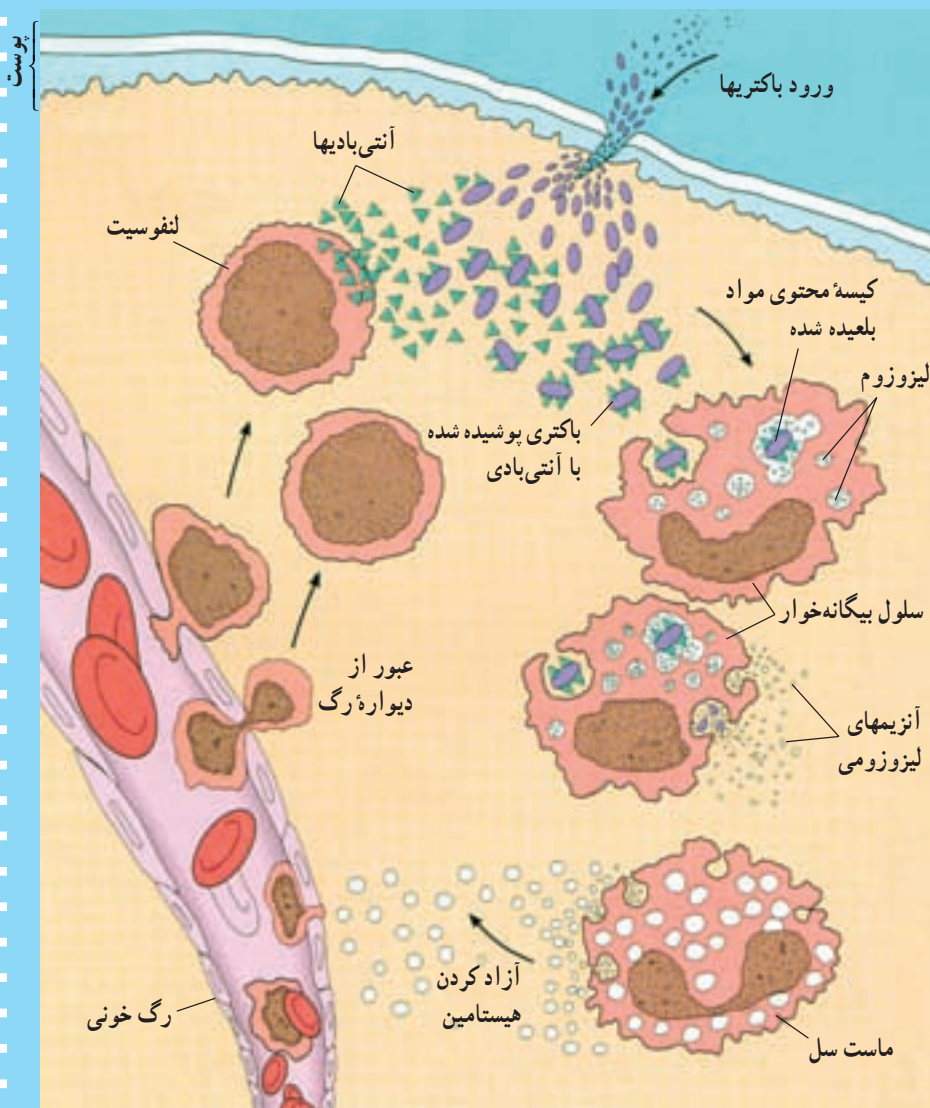
۵-۸- تنظیم پاسخهای ایمنی

تماس بین سلولها و ترشح سایتوکاینها باعث ایجاد نظم و همکاری مفید اعضای دستگاه ایمنی بدن می‌گردد. سلولهای T کمکی در این زمینه نقش بسیار مهمی را بازی می‌کنند. سایتوکاینهایی که به کمک این سلولها و دیگر سلولهای بدن تولید می‌شوند مانند هورمون‌ها عمل می‌کنند اما در بیشتر اوقات تنها بر روی سلولهای اطراف سلول تولیدکننده سایتوکاین تأثیر می‌گذارند درحالی که هورمون‌ها از طریق خون به اندامها و بافتهای هدف خود در سایر نقاط بدن نیز دسترسی دارند. سایتوکاینها باعث افزایش و کاهش پاسخ و حتی فراخوانی سلولها به محل‌های لازم و بسیج آنها می‌شوند. برخی از سایتوکاینها، علاوه بر تأثیر بر دیگر سلولها مستقیماً بر روی عوامل بیماریزا تأثیر می‌گذارند و باعث مهار یا انهدام آنها می‌شوند. اینترفرون‌ها انواعی از سایتوکاینها هستند که در مواردی مثل پاسخ به بیماریهای ویروسی تولید می‌شوند. پس از خنثی شدن خطر، دستگاه ایمنی تحت تأثیر مکانیسمهای تنظیمی فوق و به دلیل از بین رفتن عامل تحریک‌کننده پاسخ، به حالت استراحت برمی‌گردد.

التهاب

اگر میکروبها در قسمت کوچکی از یک بافت حضور یابند، عفونت موضعی ایجاد می‌شود. این حالت ممکن است به دنبال یک بریدگی بوجود آید. در این صورت، سلولهای سفید خون خطر را احساس کرده، در نزدیکی آن محل به دیواره سیاهرگهای کوچکی که بعد از مویرگها قرار دارند چسبیده، از دیواره رگها می‌گذرند و خود را به محل حادثه می‌رسانند. عوامل دیگری، مثل سیستم مکمل، آنتی‌بادیها و آنزیمها نیز؛ به همین طریق در محل حاضر می‌شوند و همگی به دفاع می‌پردازند. این فرآیند را «التهاب» می‌نامند. تعدادی از سلولهای سفید در این مبارزه می‌میرند که پیکره

آنها به همراه میکروبهای کشته شده و مواد دیگر به صورت مایع سفید رنگی به نام چرک در محل زخم جمع می شود (شکل ۷-۸).

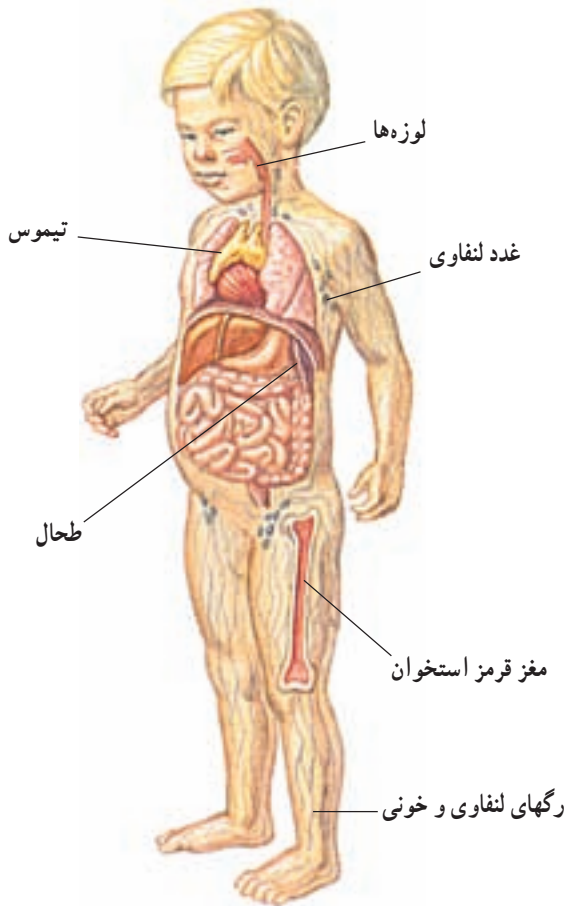


شکل ۷-۸ - التهاب

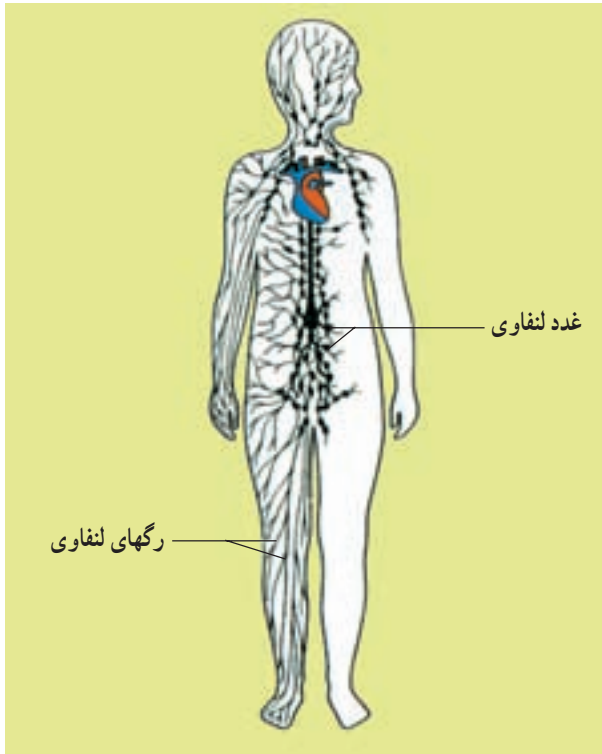
۶-۸ - گردش خون، لنف و اعضای لنفاوی

خون و رگها مانند رودخانه‌هایی خروشان هستند بنابراین سلولها نمی‌توانند به راحتی مواد بیگانه را در این محیط شناسایی کنند. به همین دلیل این عمل در طحال صورت می‌گیرد. خون در گردش خود در بدن به صورت مداوم از طحال می‌گذرد. تعداد زیادی سلول سفید در طحال وجود دارند که در آنجا با استفاده از محیط مناسب طحال می‌توانند آنتی‌ژنها را شناسایی کنند و به آنها پاسخ بدهند. ماکروفاژها هم در طحال وجود دارند که یکی از کارهای آنها فاگوسیتوز سلولهای پیر و از کارافتاده خون است. طحال عمل صاف کردن خون از میکروبها و اجساد سلولها را برعهده دارد. به غیر از رگهای خونی، رگهای لنفاوی نیز در بدن وجود دارند. در برخی جاها بر سر راه رگ، غده‌ای تشکیل می‌شود که غده لنفاوی نام دارد و سلولهای سفید زیادی در آن جای دارند این غده‌ها نیز مثل

طحال، جایگاه مناسبی برای تشخیص و پاسخ ایمنی هستند و عمل صاف کردن لنف را برعهده دارند. لنفوسیتها پس از تولد در مغز استخوان تولید می‌شوند. لنفوسیتهای B در همانجا آموزش می‌بینند که چگونه با عوامل بیگانه مبارزه کنند و به سلولهای خودی آسیب نرسانند. اما لنفوسیتهای T بعد از تولید در مغز استخوان به عضوی به نام تیموس مهاجرت می‌کنند و در آنجا آموزشهای لازم را می‌بینند و سپس به گردش خون و بافتها وارد می‌شوند. پس مغز استخوان، تیموس، طحال، غدد لنفاوی، رگهای لنفاوی، رگهای خونی و قسمت‌های اصلی دستگاه ایمنی درون بدن را تشکیل می‌دهند (شکل‌های ۸-۸ و ۸-۹).



شکل ۸-۸ - قسمتهای مختلف دستگاه ایمنی



شکل ۹ - ۸ - شبکه رگها و غدد لنفاوی

می‌دانید که رگهای لنفاوی و رگهای خونی با هم ارتباط دارند به همین دلیل سلولهای سفید و مولکولهای محلول دفاعی قادرند در همه قسمت‌های دستگاه ایمنی رفت و آمد کنند و به محض رویارویی با خطر به آن پاسخ دهند. علاوه بر این سلولهای سفید در همه جای بدن حضور دارند و عمل گشت‌زنی خود را در درون بافتها نیز انجام می‌دهند. در جاهایی که تماس با محیط خارج و آنتی‌ژنها زیاد است ممکن است سلولهای سفید بدون اینکه عضو خاصی تشکیل بدهند به تعداد زیادی جمع شوند، مثلاً زیر دیواره دستگاه گوارش، تنفس، تولیدمثل و دفع ادرار که با محیط خارج از بدن در ارتباط است. لنفوسیت‌های B در این مکانها آنتی‌بادی ترشح می‌کنند که با روش خاصی از دیواره بیرون می‌ریزد. آنتی‌بادیها با اتصال به میکروبها آنها را خنثی کرده، از ورود آنها به بدن از راه مخاط جلوگیری می‌کنند.

لوزه‌ها نیز قسمتهایی از دستگاه ایمنی هستند که آکنده از سلولهای سفید دفاعی می‌باشند. چرکی شدن لوزه‌ها، نشانه برخورد با آنتی‌ژن و عمل دفاعی سلولهای سفید است.

سلولهای سفید خون، به دنبال برخورد با خطر، طی گشت‌زنی، به مبارزه برمی‌خیزند. گاهی مبارزه در یک قسمت کوچک پایان می‌پذیرد مثل محل یک خراش کوچک در دست. اما گاهی هم

احتیاج به بسیج عمومی در تمام بدن پیش می‌آید که تب کردن به دنبال بیماری به همین دلیل است. در برخی بافتها، بخصوص بافت پیوندی و دیواره دستگه گوارش، تنفسی و... سلولهایی به نام ماست سل^۱ وجود دارند که در ایجاد حساسیت دخیل اند. آنها این عمل را به کمک گروهی از آنتی‌بادیها انجام می‌دهند که در قسمتهای بعد با آن آشنا خواهید شد.

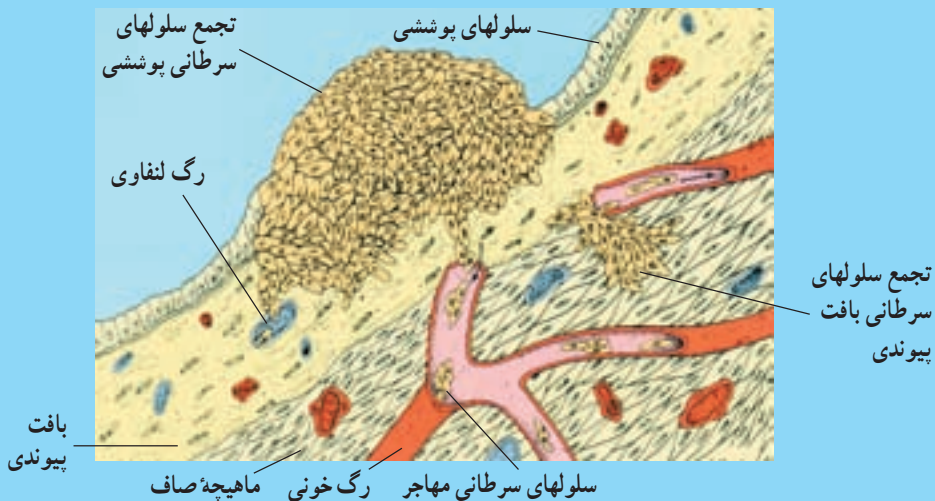
نقایص دستگه ایمنی

بعضی از افراد دچار نقایص ژنتیکی و یا مادرزادی هستند. این امر، به اختلال در عمل سیستم ایمنی منجر می‌شود مثلاً اگر ژنهای مربوط به تولید آنتی‌بادیها در فردی دچار اشکال باشد، وی از داشتن آنتی‌بادی محروم است و این امر منجر به عفونتهای مکرر در وی می‌گردد این‌گونه نقایص را که از بدو تولد در فرد وجود دارند نقایص اولیه ایمنی می‌نامند. گاهی فرد از نظر دستگه ایمنی طبیعی است اما عوامل خارجی مثل برخی داروها و همچنین ناراحتی و افسردگی، کار سخت و ورزشهای شدید و پیری دستگه ایمنی او را تضعیف می‌کنند. برخی از بیماریها نیز سبب نقص دستگه ایمنی می‌شوند. برای مثال ویروس مربوط به بیماری ایدز^۲ باعث می‌شود که تعداد زیادی از سلولهای دستگه ایمنی بمیرند. در نتیجه بدن مستعد ابتلا به عفونتهای مختلف می‌شود که چون دستگه ایمنی توانایی مبارزه با آنها را ندارد؛ بالأخره به مرگ فرد مبتلا می‌انجامد این‌گونه نقایص را که بعد از تولد در فرد سالم ایجاد می‌شوند «نقایص ثانویه ایمنی» می‌نامند. دستگه ایمنی نوزادان قادر به انجام بسیاری از وظایف خود نیست اما با رشد نوزاد، بتدریج توانایی دفاع کامل را به دست می‌آورد.

شیر مادر بسیاری از عوامل دفاعی بخصوص آنتی‌بادیها را به بدن نوزاد منتقل می‌کند به این ترتیب نوعی ایمنی غیرفعال در بدن نوزاد بوجود می‌آید که او را از خطر ابتلا به بسیاری از بیماریها و عوارض آنها حفظ می‌کند. آغوز از این نظر بسیار غنی است. جنین نیز در رحم مادر از آنتی‌بادیها و برخی مواد دیگر ساخته شده در بدن مادر که از طریق جفت به او انتقال می‌یابد، بهره می‌گیرد. این عوامل تا مدتی پس از تولد نوزاد نیز در بدن او باقی مانده، از او حفاظت می‌کنند.

سرطان

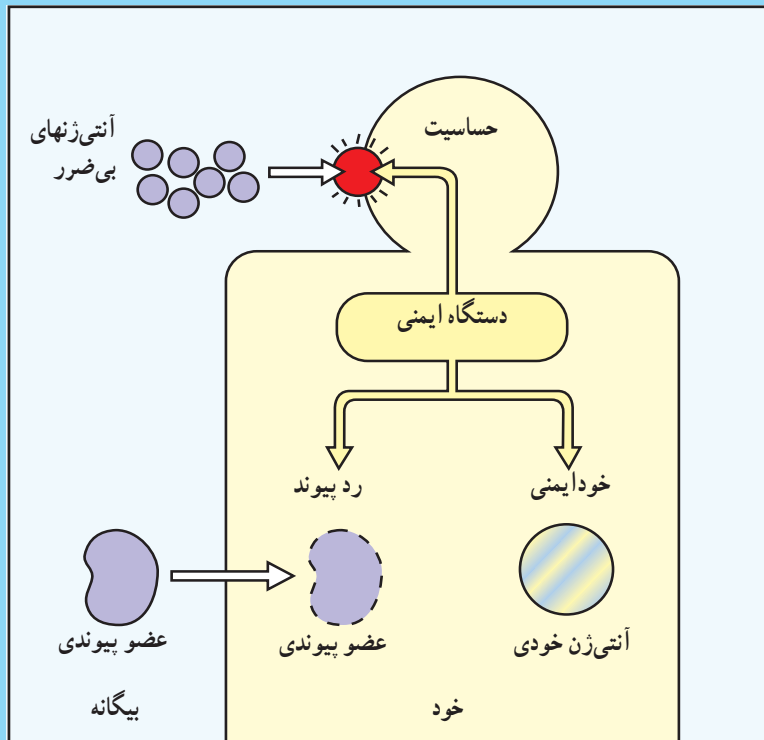
دستگاه دفاعی بدن در برابر کلیه خطرهای خارجی و داخلی بدن مسؤول است. اکثر سلولهای بدن ما به طور طبیعی در موقع نیاز تقسیم می‌شوند. پس از مدتی می‌میرند و جای خود را به سلولهای جدید می‌دهند. اگر رشد سلولها و تقسیم شدن آنها در قسمتی از بدن، از کنترل خارج شود و برای مثال، سلولها دیگر نمیرند و سرعت تقسیم شدن آنها هم زیاد باشد نظم آن قسمت از بدن به هم می‌خورد چنانچه وظیفه حیاتی برعهده این قسمت باشد، این بی‌نظمی خطرهای زیادی را در پی دارد. این سلولها که با سلولهای طبیعی فرق دارند اصطلاحاً «سلولهای سرطانی» نامیده می‌شوند، سیستم دفاعی بدن در تشخیص این سلولها تواناست و غالباً به کمک دفاع ذاتی در مراحل اولیه، جلو آن را می‌گیرد اما در مواردی، قادر به کنترل این سلولها نیست و حتی ممکن است این سلولها از طریق رگهای لنفاوی و خونی به مناطق دیگر بدن مهاجرت کرده، در جاهای دیگر نیز شروع به تقسیم شدن خارج از کنترل کنند که این امر منجر به مرگ فرد موردنظر می‌شود. اگرچه کل عوامل دستگاه ایمنی با این دشمنان داخلی به مبارزه می‌پردازند (شکل ۱۰-۸). برخی عوامل شیمیایی، ناراحتی و افسردگی، برخی عوامل بیماریزا، نوعی رژیم غذایی، برخی ویروسها، اشعه‌های مختلف و عوامل ارثی از عوامل مؤثر در بروز سرطان شناخته شده‌اند.



شکل ۱۰-۸ — مهاجرت سلولهای سرطانی مختلف از طریق رگهای خونی و لنفاوی به بقیه قسمتهای بدن صورت می‌گیرد.

عملکرد نادرست دستگاه ایمنی

دستگاه ایمنی بدن می‌تواند از بدن محافظت کند. این خاصیت را به دلیل توانایی شناخت مولکولها و سلولهای خودی و بی‌خطر از مولکولها و سلولهای بیگانه یا خطرناک به دست آورده است. اما گاهی اوقات سیستم ایمنی بدن دچار اشتباه می‌شود و بر ضد بعضی از مولکولها یا سلولهای بی‌ضرر و حتی مفید خود بدن به مبارزه برمی‌خیزد. نتیجه این عمل تخریب مولکول یا سلول خودی است. این حالت را «خودایمنی»^۱ می‌نامند. برای مثال در نوعی از بیماری قند، دستگاه ایمنی بر ضد سلولهای تولیدکننده هورمون انسولین جزایر لانگرهانس در لوزالمعده فعالیت می‌کنند و باعث تخریب آنها می‌شوند. به این ترتیب، بدن از تولید انسولین که برای کنترل قند خون لازم است، محروم می‌شود. در بیماری مولتیپل اسکلروز (MS)^۲ نیز به دلیل خودایمنی بر ضد اجزایی از سیستم عصبی فرد به مشکلاتی نظیر فلج و کوری دچار می‌گردد (شکل ۱۱-۸).



شکل ۱۱-۸ - عملکرد نادرست دستگاه ایمنی

دستگاه ایمنی بدن برخی افراد در برابر عواملی که ضرری برای بدن ندارد، مثل مولکولهای گرده گیاهان یا برخی غذاها، پاسخ شدیدی نشان می‌دهد که آن را «حساسیت شدید» یا «آلرژی^۱» می‌نامند. در این صورت تنها چاره، دوری از ماده‌ای است که ایجاد حساسیت کرده است. همه شما حتماً با کسانی که در فصل بهار دچار آبریزش بینی و عطسه می‌شوند مواجه شده‌اید. این افراد نسبت به گرده گیاهانی که در این فصل گرده‌افشانی می‌کنند حساسیت شدید دارند. حساسیت شدید ممکن است به صورتهای مختلف دیگری مثل کهیر، جوش و مشکلات پوستی، دل درد، سردرد، التهاب اعضای مختلف مثل چشمها، اسهال، آسم و... خودنمایی کند. وجود آنتی‌بادی ضد ماده حساسیت‌زا در بدن و همکاری آن با ماست سلها در حضور ماده حساسیت‌زا، باعث ترشح موادی مانند هیستامین^۲ از این سلولها و برخی سلولهای دیگر می‌شود که نتیجه تأثیر این مواد ترشحي قرمزی، خارش، تنگ شدن مجاری هوایی، آسم و... می‌باشد (شکل ۷-۸).

امروزه، علم پزشکی، اعمالی چون پیوند اعضا و انتقال خون را امکان‌پذیر نموده است. اما مشکل بزرگی که بر سر راه قرار دارد این است که مواد و سلولهای ایمنی موجود در خون یا عضو پیوندی و مواد و سلولهای دستگاه ایمنی بدن فرد گیرنده پیوند یکدیگر را بیگانه می‌شناسند و علیه یکدیگر به مبارزه برمی‌خیزند و به اصطلاح یکدیگر را دفع می‌کنند. آزمایشهایی برای افراد دهنده و گیرنده پیوند انجام می‌شود تا افرادی که بیشترین شباهت آنتی‌ژنی را با فرد گیرنده پیوند دارند و امکان بیگانه تشخیص دادن عضو یا خون آنها کمتر است برای اهدای عضو یا خون انتخاب شوند. گاهی در روند دفاع از بدن، عوامل دستگاه ایمنی به قدری شدید عمل می‌کنند که همین امر منجر به صدمه دیدن قسمتهایی از خود بدن می‌گردد.

درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- انواع سلولهای سفید خون را معرفی کنید.
- ۲- چه سلولهایی برای فاگوسیتوز تخصص یافته‌اند؟
- ۳- سلولهای T و B، چگونه آنتی‌ژن را شناسایی می‌کنند و به آن پاسخ می‌دهند؟

۱- Allergy

۲- Histamine

- ۴- سلولهای T چه نقشهایی در دفاع از بدن و تنظیم عمل دستگاه ایمنی برعهده دارند؟
- ۵- در این فصل با عمل انواع مولکولهای محلول دفاعی بدن آشنا شده‌اید آنها را نام ببرید.
- ۶- اجزای تشکیل دهنده و عمل ایمنی ذاتی و اکتسابی را نام برده، مقایسه نمایید. به نظر شما آیا همکاری بین این دو دستگاه از یکدیگر تفکیک پذیر است؟

دستگاه تولیدمثلی

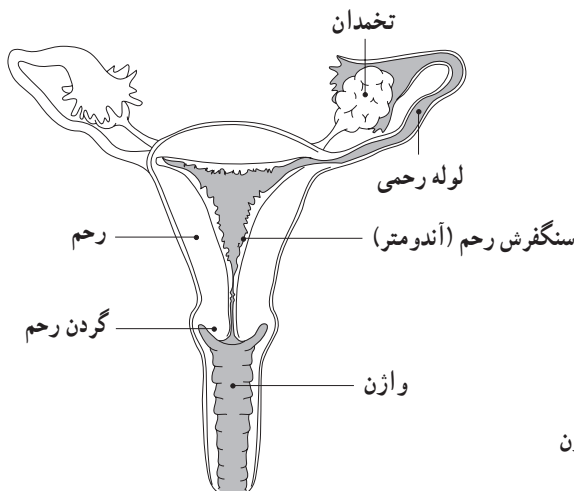
هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند:

- ۱- قسمت‌های مختلف دستگاه تولیدمثلی زن را شرح دهد.
- ۲- دوره ماهیانه و وقایع هورمونی آن را شرح دهد.
- ۳- چگونگی آزاد شدن تخمک و لقاح و لانه‌گزینی آن در رحم را توضیح دهد.
- ۴- چگونگی تکوین جنین و تولد او را به‌طور خلاصه شرح دهد.

در فصلهای گذشته، عمل و ساختمان دستگاههای مختلف بدن شرح داده شد. همانطور که مشاهده کردید این دستگاهها در بقای فرد مؤثرند. اما دستگاه تولیدمثلی سبب بقای نسل می‌شود. در این فصل با دستگاه تولیدمثلی انسان و نحوه تشکیل و رشد جنین آشنا می‌شوید.

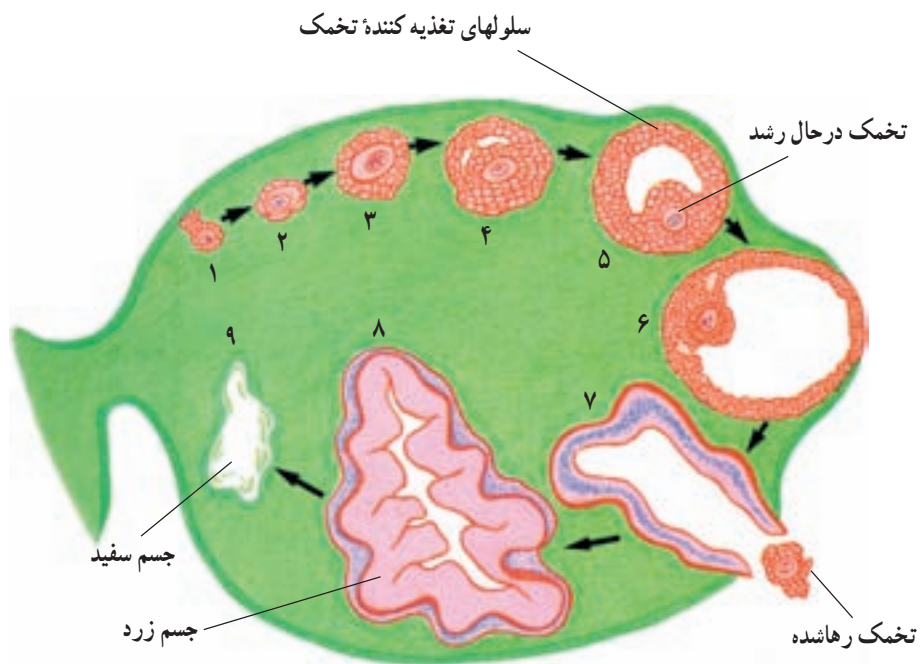
۱-۹- دستگاه تولیدمثلی زن

دستگاه تولیدمثلی زن که در بدن او قرار دارد از بیرون به داخل شامل: واژن، رحم، دو عدد لوله رحمی یا فالوپ و دو عدد تخمدان در دو طرف بدن است (شکل ۱-۹). درون تخمدان سلولهای



شکل ۱-۹- دستگاه تولیدمثلی زن

جنسی ماده یا تخمک وجود دارند که نابالغ هستند. دختری که تازه متولد شده است دارای حدود چهارصد هزار تخمک نابالغ است که پس از بلوغ تا دوران یائسگی، هر ماه یک تخمک از تخمدان او رها و وارد لوله رحمی می‌شود. تخمکهای نابالغ درون مجموعه‌هایی به نام فولیکول، در تخمدان، بالغ می‌شوند و در میانه دوره ماهانه یک تخمک بالغ از تخمدان رها می‌شود که به این رویداد، فرآیند «تخمک‌گذاری» می‌گویند (شکل ۲-۹). به تخمک و سلولهای تغذیه‌کننده اطراف آن «فولیکول» می‌گویند. لازم به ذکر است که تخمکها با تقسیم میوز به وجود می‌آیند و تعداد کروموزومهای آنها نصف تعداد کروموزومهای سایر سلولهای بدن است و دارای ۲۳ کروموزوم می‌باشند. با تخمک‌گذاری، تخمک بالغ رها شده در لوله‌های رحمی به سمت رحم حرکت می‌کند. اغلب در ابتدای لوله رحمی یک اسپرم وارد یک تخمک می‌شود و یک جنین تک‌سلولی یا سلول تخم ایجاد می‌گردد که به آن فرآیند «لقاح» می‌گویند. سپس جنین حاصل به سمت رحم حرکت می‌کند و در دیواره رحم نفوذ کرده، رشد می‌کند تا یک جنین کامل را به وجود آورد.



شکل ۲-۹- رشد تخمک درون فولیکول و فرآیند تخمک‌گذاری

زنان، یک دوره تولیدمثلی دارند که اصطلاحاً به آن «دوره ماهانه» می‌گویند، طول این دوره در افراد مختلف متفاوت است و از ۲۶ تا ۴۲ روز متغیر است اما در اغلب خانها، ۲۸ روز می‌باشد.

این دوره با بلوغ جنسی دختر و با مرحله خونروش (خروج خون از واژن) آغاز می‌شود. این فرآیند ممکن است، در ابتدا نامنظم باشد ولی کم‌کم نظم می‌گیرد. معمولاً خونروش در زنهای سالم بین ۴۵ تا ۵۰ سالگی متوقف می‌شود؛ به این پدیده «یائسگی» می‌گویند که به دلیل از کار افتادن و پیری زودرس تخمدانها بروز می‌کند. بعضی عوامل مانند تغذیه بد و فشار روحی و جسمی سبب می‌شود که یائسگی در سنین پایین‌تر بروز یابد.

وقایع دوره ماهانه تحت کنترل دو هورمون زیر است که از هیپوفیز ترشح می‌شوند:

۱- هورمون محرک فولیکول (FSH)

۲- هورمون لوتئینی (LH)

هیپوفیز، غده‌ای به اندازه یک نخود در کف مغز است که هورمونهای FSH و LH را به داخل خون ترشح می‌کند این دو هورمون را هورمونهای گنادوتروپینی می‌گویند. غده هیپوفیز تحت کنترل غده دیگری در مغز به نام هیپوتالاموس قرار دارد که هورمون آزادکننده گنادوتروپین (GnRH) را ترشح می‌کند. GnRH سبب تحریک هیپوفیز برای ترشح FSH و LH می‌شود که طی یک دوره ماهانه و با نظم خاصی ترشح می‌شوند و سبب ایجاد مراحل مختلف دوره ماهانه می‌گردند.

برای درک بهتر وقایع دوره ماهانه، می‌توان آن را به چهار مرحله تقسیم کرد و به توضیح مختصری پیرامون آن پرداخت (شکل ۳-۹):

۱- مرحله خونروش یا عادت ماهانه

۲- مرحله فولیکولی یا استروژنی^۴

۳- مرحله تخمک گذاری

۴- مرحله لوتئال یا پروژسترونی^۵

۱- مرحله خونروش یا عادت ماهانه: در ۵ روز اول هر دوره ماهانه، به دلیل کاهش FSH و LH، بافت داخلی رحم ریزش می‌کند. به بافت داخلی رحم «آندومتر» می‌گویند. از آنجا که آندومتر رگهای زیادی دارد، با تخریب آن، مقداری خون همراه سلولهای مرده از بدن خارج می‌شود که به این رویداد عادت ماهانه یا خونروش می‌گویند. در سایر پستانداران به دلیل جذب خون و ویژگی‌های بافتی، پدیده خونروش مانند انسان دیده نمی‌شود.

۲- مرحله فولیکولی یا استروژنی: در پایان مرحله خونروش، میزان FSH مترشحه از

۱- Follicular Stimulating Hormone

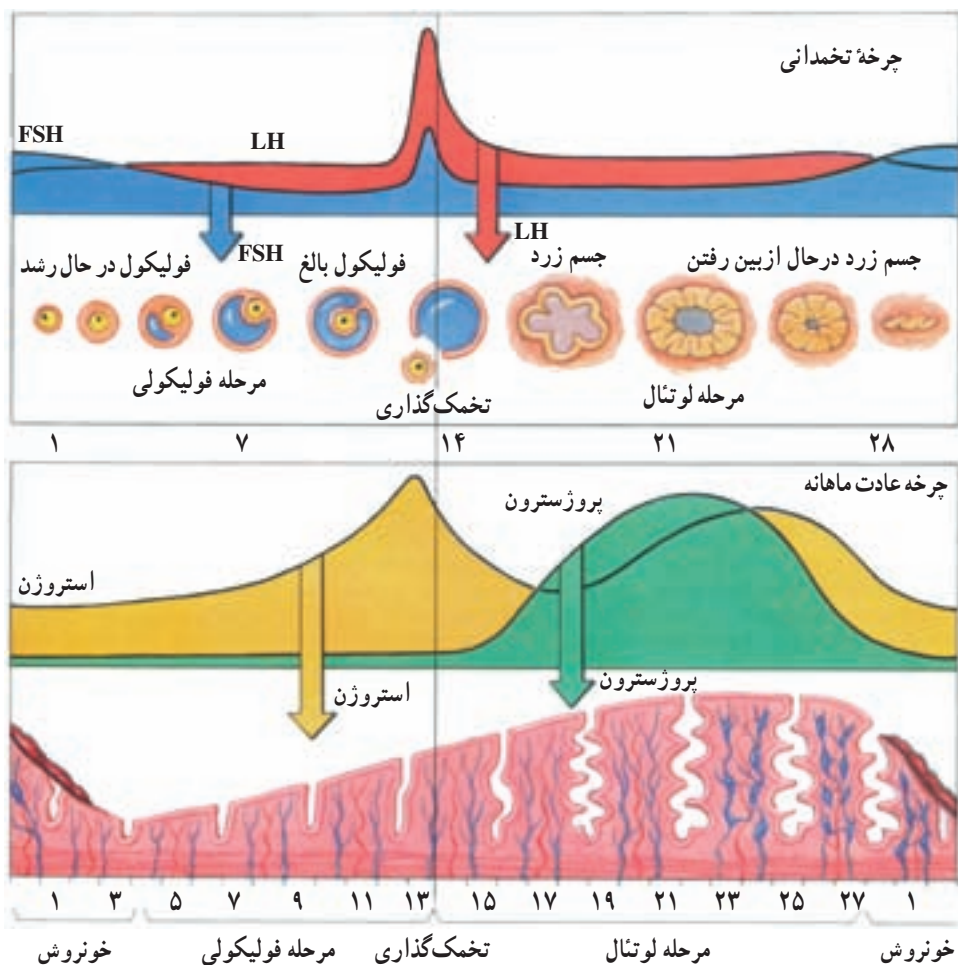
۲- Luteinizing Hormone

۳- Gonado tropin Releasing Hormone

۴- Strogenic / Follicular phase

۵- Progestronic / Leuteal phase

۶- Endometrium



شکل ۳-۹ - دوره ماهانه و وقایع مربوط به آن در سطوح ترشح گنادوتروپینها، تخمدانها و رحم

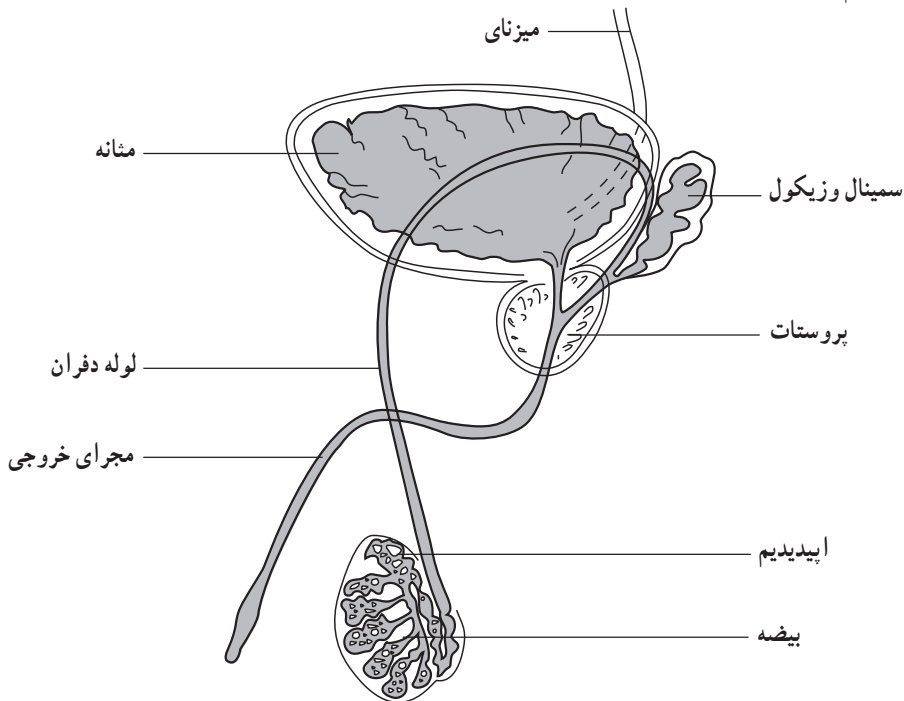
هیپوفیز افزایش می‌یابد. این هورمون سبب رشد یک فولیکول درون یک تخمدان می‌شود و درون آن یک تخمک بالغ می‌شود. فولیکول رشد یافته هورمون دیگری به نام «استروژن» ترشح می‌کند که اعمال گوناگونی انجام می‌دهد. به همین خاطر به مرحله فولیکولی، «مرحله استروژنی» نیز می‌گویند. یکی از اعمال استروژن، رشد آندومتر رحم و بازسازی آن است. از اعمال دیگر آن ایجاد صفات زنانگی است.

۳- مرحله تخمک گذاری: این مرحله، وقتی انجام می‌شود که مقدار LH به‌طور ناگهانی افزایش می‌یابد. در این هنگام معمولاً یک تخمک بالغ از فولیکول بالغ یک تخمدان به بیرون رها می‌شود. این رویداد در خانمهای با دوره ماهانه ۲۸ روز، حدود روز چهاردهم بعد از اولین روز خونروش اتفاق می‌افتد.

۴- مرحله لوتئال یا پروژسترونی: با انجام عمل تخمک گذاری، بقیه فولیکول، درون تخمدان باقی می ماند و جسم زرد را می سازد. جسم زرد، استروژن و پروژسترون ترشح می کند. این دو هورمون برای بقای جنین و رشد دیواره رحم لازم می باشند. اگر در حدود نیمه دوره ماهانه، اسپرم در مجاورت تخمک وجود داشته باشد، تخمک لقاح می یابد و جنین چند روز بعد وارد رحم شده، در دیواره داخلی رحم لانه گزینی می کند. سپس جنین با کمک مادر، اندامی به نام جفت را می سازد که از طریق آن تغذیه می کند. اگر لقاح انجام نشود، تخمک دفع می شود و در حدود روز بیست و هشتم تخریب سنگفرش داخلی رحم و دفع خون آغاز می شود که در واقع شروع دوره ماهانه بعدی است.

۹-۲- دستگاه تولیدمثلی مرد

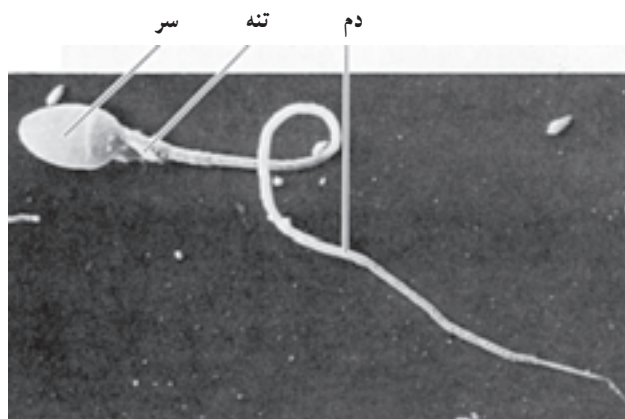
دستگاه تولیدمثلی مرد نیز همانند دستگاه تولیدمثلی زن، تحت تأثیر هورمونها قرار دارد. یک وظیفه این دستگاه تولید سلول جنسی نر یا اسپرم است. بخشی از این دستگاه در بدن و بخشی از آن در بیرون بدن قرار دارد (شکل ۴-۹). بیضه ها درون کیسه بیضه قرار گرفته اند. بیضه ها، اسپرم و هورمونی به نام تستوسترون تولید می کنند. تستوسترون عامل بروز صفات مردانگی مانند موی صورت، صدای بم و غیره می باشند.



شکل ۴-۹- دستگاه تولیدمثلی مرد

اسپرما نیز مانند تخمکها با تقسیم میوز ایجاد می‌شوند و دارای ۲۳ کروموزوم هستند. اسپرما پس از تولید در بیضه وارد یک کانال پریچ و خم به نام اپیدیدیم می‌شوند که در کنار بیضه و درون کیسه بیضه قرار دارد و در آنجا ذخیره، تغذیه و بالغ می‌شوند. پس از بلوغ اسپرما در اپیدیدیم، اسپرما وارد لوله‌ای به نام دفران می‌گردند. به این لوله‌ها، غده‌هایی به نام غدد سمینال و زیکول و پروستات متصل اند که ترشحات آنها مایع منی را می‌سازد. این مایع سرشار از قند و مواد لازم برای حیات اسپرماست.

اسپرما به طور کلی دارای سه بخش سر، تنه و دم است (شکل ۵-۹). تقریباً کل ناحیه سر، به وسیله هسته اشغال شده است و دم وسیله حرکت اسپرم می‌باشد. در بعضی از مردان بنا به دلایل مختلف اسپرما فاقد قدرت حرکت هستند.



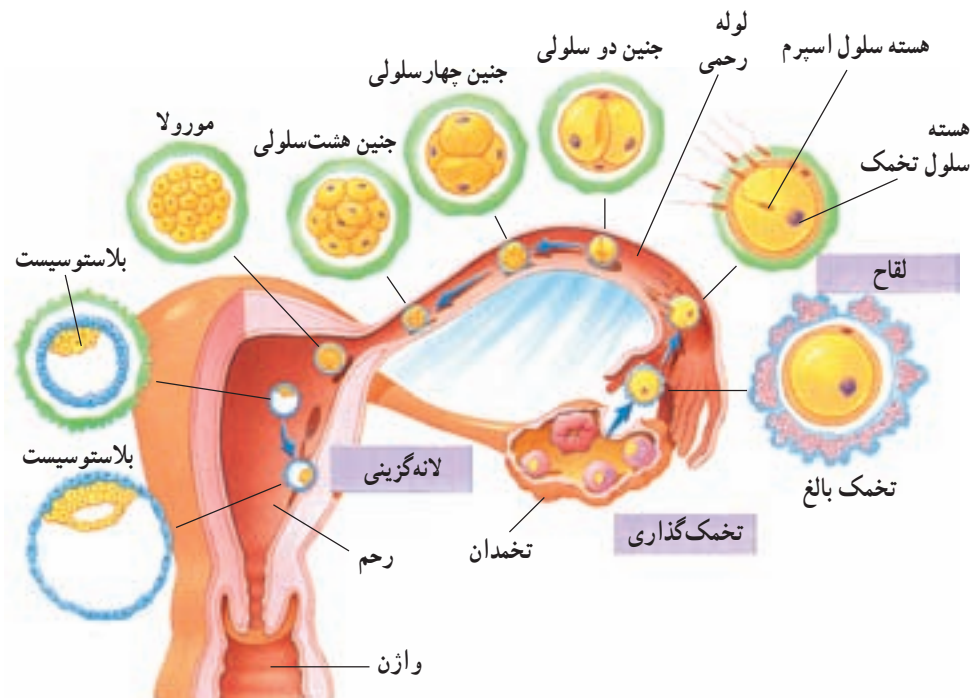
شکل ۵-۹- اسپرم انسان

فرآیند اسپرم‌سازی تحت کنترل هورمونهای FSH و LH است. به طور کلی، FSH سبب تحریک تولید اسپرم و LH سبب تحریک سلولهای بیضه برای ترشح تستوسترون می‌گردد.

۳-۹- لقاح و لانه‌گزینی

گفته شد اسپرم و تخمک که حاصل تقسیم میوز می‌باشند، هرکدام دارای ۲۳ کروموزوم هستند و سایر سلولهای بدن ۴۶ کروموزوم دارند. بنابراین اسپرم و تخمک طی فرآیندی به نام لقاح در لوله‌های رحمی در هم ادغام می‌شوند تا یک جنین تک‌سلولی ۴۶ کروموزومی را به وجود آورند. سپس با تقسیمات میتوزی، تعداد سلولهای این جنین زیاد می‌شود و پس از ۵-۴ روز درحالی که دهها سلول دارد به رحم می‌رسد. در این حالت شبیه یک توپ توخالی است که «بلاستوسیست»

نامیده می‌شود و در دیوارهٔ رحم نفوذ کرده، لانه‌گزینی^۱ می‌کند (شکل ۶-۹). در این هنگام جنین با ایجاد یک رابطهٔ خونی با مادر، از طریق اندامی به نام جفت از او تغذیه می‌کند و تبادل گازهای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را انجام می‌دهد. اگر دو تخمک از تخمدان رها شوند و هر تخمک با یک اسپرم لقاح گردد، مادر دارای دوقلو خواهد شد که شبیه هم نیستند و به آنها دوقلوهای غیرهمسان می‌گویند. اما اگر به‌طریقی سلولهای یک جنین در مراحل اولیه به دو بخش تقسیم شوند دو فرزند با اطلاعات وراثتی مشابه حاصل می‌شود که آنها را دوقلوهای همسان می‌نامند در این صورت واضح است که فرزندان، هر دو پسر یا هر دو دختر و کاملاً مشابه هم هستند، زیرا از یک سلول تخم به‌وجود آمده‌اند.



شکل ۶-۹- حرکت جنین از لوله‌های رحمی به سمت رحم و لانه‌گزینی آن

۹-۴- تکوین جنین و زایمان

پس از عمل لانه‌گزینی و ایجاد جفت، جنین شروع به رشد می‌کند و به‌سرعت دستگانهای بدن او در سه ماه اول کامل می‌شود. به‌دنبال آن طی ماههای سوم، چهارم و پنجم، اندازهٔ جنین رشد

۱- Implantation

چشمگیری می‌یابد به طوری که در هر ماه، ۵ سانتیمتر رشد می‌کند و بیشترین افزایش وزن در دو ماه آخر بارداری (حدود ۷۰۰ گرم در ماه) دیده می‌شود. طی ماه پنجم مادر به‌وضوح حرکات جنین را احساس می‌کند. در این هنگام بدن جنین با موهای لطیف و کوتاه پوشیده شده است.

جنینی که در ماه ششم یا اوایل ماه هفتم به دنیا می‌آید به سختی زنده می‌ماند زیرا دستگاههای تنفسی و اعصاب مرکزی او به اندازه کافی تمایز نیافته‌اند. به‌طور کلی طول مدت بارداری برای یک جنین کامل ۲۸۰ روز یا ۴۰ هفته پس از آغاز آخرین خونروش یا به‌طور دقیق‌تر ۲۶۶ روز یا ۳۸ هفته پس از لقاح است.

به هنگام زایمان، در ابتدا کیسه‌ای که جنین در آن قرار دارد و کیسه «آمنیون» نامیده می‌شود، تحت تأثیر مکانیسمهای خاصی پاره می‌شود و مایع درون آن (مایع آمنیون) بیرون می‌ریزد. این مایع از یک طرف سبب پاکیزه کردن مسیر خروج جنین و از سوی دیگر سبب لزج شدن مسیر خروج جنین می‌شود. سپس جنین با انقباضهای رحمی از رحم خارج می‌شود و به‌دنبال آن جفت نیز از رحم دفع می‌گردد.

علل ناباروری و درمان آن

هر زوجی متأثر از مسایل فرهنگی، اجتماعی، خانوادگی و ذاتی، به داشتن فرزند تمایل دارد. اما حدود ۱۵-۱۰٪ از زوجها نابارور هستند. هنگامی اصطلاح زوج نابارور به کار می‌رود که زن، با گذشت یک سال بدون استفاده از روشهای پیشگیری از بارداری، حامله نشود و یا آنکه از زاییدن یک بچه زنده ناتوان باشد. عوامل مختلفی در وجود مرد و زن سبب ناباروری آنها می‌شود. مثلاً در خانمها اختلال در تخمک‌گذاری، بسته بودن لوله‌های رحمی، اختلال در ترشحات گردن رحم و عوامل ناشناخته دیگر، از علتهای ناباروری به‌شمار می‌آید. در مردان، عدم تولید اسپرم و یا تولید اندک آن، بسته بودن لوله‌های خارج‌کننده اسپرم از بیضه به بیرون و عوامل ناشناخته دیگر، از عوامل ناباروری هستند.

اگر زوجی پس از گذشت یک سال، بچه‌دار نشوند، باید به پزشک متخصص در امور ناباروری مراجعه کنند. در ابتدا پزشک تاریخچه‌ای از زوج فراهم می‌کند. این تاریخچه شامل وضعیت قبلی آنها، نظیر اعمال جراحی و پزشکی، وضعیت سلامت فعلی، وضعیت رشد دستگاه تولیدمثلی، استفاده از روشهای پیشگیری از بارداری و برخی نکات دیگر می‌باشد. سپس معاینه و برخی آزمایشهای مربوط به شرایط تخمک‌گذاری،

فرآیند لقاح، وضعیت اسپرم، وضعیت لانه‌گزینی جنین در رحم مادر و عدم سقط آن انجام می‌گیرد. که در نهایت، بسته به شرایط و تشخیص نوع مشکل، درمان انجام می‌پذیرد. این درمان، از طریق یک یا چند روش صورت می‌گیرد که برخی از آنها عبارت‌اند از:

۱- هورمون درمانی: در بسیاری از موارد، ناباروری حاصل عدم توازن در هورمونهای ترشحی از غدد هیپوتالاموس، هیپوفیز و یا تخمدانهاست. عدم توازن در ترشح این هورمونها، رشد تخمک در خانمها و اسپرم در آقایان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این حالت پزشک با تجویز داروهایی که ساختمان و عملکرد مشابه هورمونهای نظیر FSH و LH را دارند، میزان احتمال باروری را افزایش می‌دهد.

۲- جراحی: وقتی ناباروری حاصل مواردی مثل بسته بودن لوله‌های رحمی در زن و یا بسته بودن لوله‌های خروج اسپرم در مرد باشد می‌توان تا حد زیادی این مشکلات را با جراحی درمان کرد. در بسیاری از موارد ممکن است جراحی به باروری منجر شود اما اغلب این روش همراه با روشهای دیگر به کار بسته می‌شود.

۳- فن‌آوری‌های یاری‌کننده تولیدمثل (ARTS): گاهی لازم است اسپرم و تخمک زوج را در خارج از بدن لقاح نموده، سپس تخم یا جنین را به رحم مادر منتقل کرد. بدین منظور روشهای مختلفی به کار بسته می‌شود، که در مجموع به آنها «فن‌آوری‌های یاری‌کننده تولیدمثل» گویند.

درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- قسمتهای مختلف دستگاه تولیدمثلی زن کدامند؟
- ۲- قسمتهای مختلف دستگاه تولیدمثلی مرد کدامند؟
- ۳- چه قسمتهایی از دستگاههای تولیدمثلی در تولید هورمونها دخالت دارند؟
- ۴- خونروش به چه دلیل صورت می‌گیرد؟
- ۵- هورمونهای چه قسمتهای دیگری از دستگاه هورمونی، مستقیماً بر دستگاه تولیدمثل تأثیر می‌گذارند؟ چگونه این تأثیر را شرح دهید.
- ۶- چرا بعضی از دوقلوها هم‌شکل و هم‌جنس هستند و برخی دیگر شباهت اندکی دارند؟

فهرست منابع و مآخذ

- ۱- جنین‌شناسی پزشکی لانگمن، مؤلف: سادلرت. و، ترجمه: اعرابی. م، رئیس‌زاده. ف، ۱۳۷۶، نشر طبیب.
- ۲- ایمونولوژی، رویت، مؤلف: رویت. ا، ترجمه: ملک‌گودرزی. ب، ۱۳۷۵، مرکز نشر اشارت.
- ۳- ایمونولوژی سلولی و مولکولی، مؤلف: عباس. ا، ترجمه: غفوریان. ک، خردور. آ، فروهر. ا، ۱۳۷۸، نشر طبیب.
- ۴- فیزیولوژی، مؤلف: گایتون آ، ترجمه: شادان. ف، ۱۳۷۰، نشر چهر.
- ۵- بافت‌شناسی پایه، مؤلف: جان کوئیرا. ل. ک و همکاران، ترجمه: شارق‌قهرمان. م، ریاضی اصفهانی. م، ۱۳۷۱، نشر کتب دانشگاهی.

6- Perspective on Human Biology, Fox, S. I, Wm. C. Brown Publishers, 1991.

7- Principles of Physiology, Berne RM and Levy MN, Mosby Company, 1994.

8- Biology, Sylvia SM, Wm. C. Brown Publishers, 1993.

9- Biology of Animals, Hickman CP, Roberts LS, Hickman FM, Mosby Company, 1982.

10- Medical Immunology, Stites DP, Terr AI, Parslow TG, Appelton and Lange, 1997.

