

۵۱	شبکه اندوپلاسمی
۶۰	دستگاه گلژی
۶۱	گرانول‌های ترشحی
۶۱	لیزوزوم‌ها
۶۶	پروتئازوم‌ها
۶۸	میتوکندری‌ها
۷۲	پراکسی‌زوم‌ها
۷۳	اسکلت سلولی
۷۳	میکروتوبول‌ها
۷۳	میکروفیل‌ها (فیلامنت‌های اکتین)
۷۷	فیلامنت‌های حدواسط
۷۸	انکلوزیون‌ها
۸۰	خلاصه نکات کلیدی
۸۶	پرسش‌ها

۹۰	<b>فصل ۳ - هسته</b>
۹۰	اجزای هسته
۹۰	پوشش هسته‌ای
۹۱	کروماتین
۹۶	هستک
۹۸	چرخه سلول
۱۰۲	میتوز
۱۰۲	سلول‌های بنیادی و بازسازی بافتی
۱۰۵	میوز
۱۰۷	آپوپتوز
۱۱۰	خلاصه نکات کلیدی
۱۱۲	پرسش‌ها

۱۱۴	<b>فصل ۴ - بافت پوششی</b>
۱۱۴	ویژگی‌های اختصاصی سلول‌های اپی‌تلیال
۱۱۶	غشاهای پایه
۱۱۷	چسبندگی بین سلولی و سایر اتصالات

۱۷	<b>فصل ۱ - بافت‌شناسی و روش‌های مطالعه آن</b>
۱۹	آماده‌سازی بافت‌ها برای مطالعه
۱۹	ثابت‌سازی
۱۹	قالب‌گیری و برش‌زدن
۲۰	رنگ‌آمیزی
۲۲	میکروسکوپ نوری
۲۲	میکروسکوپ زمینه روشن
۲۳	میکروسکوپ فلورئورسنس
۲۴	میکروسکوپ فاز کنتراست
۲۵	میکروسکوپ کانفوکال (هم‌کانون)
۲۵	میکروسکوپ پلاریزان
۲۷	میکروسکوپ الکترونی
۲۷	میکروسکوپ الکترونی گذاره
۲۷	میکروسکوپ الکترونی روبشی (نگاره)
۲۹	اتورادیوگرافی
۳۰	کشت سلول و بافت
۳۱	هیستوشیمی آنزیمی
۳۱	مشاهده مولکول‌های خاص
۳۲	ایمونوهیستوشیمی
۳۵	روش‌های هیبریدیزاسیون
۳۶	تفسیر ساختارها در مقاطع بافتی
۳۷	خلاصه نکات کلیدی
۳۹	پرسش‌ها

۴۱	<b>فصل ۲ - سیتوپلاسم</b>
۴۱	تمایز سلولی
۴۲	غشای پلاسمایی
۴۵	پروتئین‌های عرض غشایی و انتقال دهنده غشا
۴۷	انتقال توسط وزیکل‌ها؛ اندوسیتوز و اگزوسیتوز
۵۳	دریافت و انتقال پیام
۵۵	ارگانل‌های سیتوپلاسمی
۵۵	ریبوزوم‌ها

۱۸۶	هیستوژنزیس بافت چربی قهوه‌ای	۱۲۳	ویژگی‌های سطح رأسی سلول
۱۸۶	خلاصه نکات کلیدی	۱۲۳	میکروویلی‌ها
۱۸۷	پرسش‌ها	۱۲۳	مژه‌های ثابت
		۱۲۵	مژک‌ها (cilia)
<b>۱۸۹</b>	<b>فصل ۷ - غضروف</b>	۱۲۶	انواع اپی‌تلیوم
۱۹۰	غضروف هیالین	۱۲۶	اپی‌تلیوم پوشاننده یا آسترکننده
۱۹۲	ماتریکس	۱۳۰	اپی‌تلیوم ترش‌حی و غدد
۱۹۲	کندروسیت‌ها (سلول‌های غضروف)	۱۳۷	انتقال از عرض اپی‌تلیوم
۱۹۵	پری‌کندریوم	۱۴۰	بازسازی سلول‌های اپی‌تلیال
۱۹۵	غضروف الاستیک	۱۴۲	خلاصه نکات کلیدی
۱۹۵	غضروف لیفی	۱۴۴	پرسش‌ها
۱۹۶	تشکیل، رشد و ترمیم غضروف		
۱۹۸	خلاصه نکات کلیدی	<b>۱۴۶</b>	<b>فصل ۵ - بافت همبند</b>
۱۹۸	پرسش‌ها	۱۴۷	سلول‌های بافت همبند
		۱۴۷	فیبروبلاست‌ها
<b>۲۰۱</b>	<b>فصل ۸ - استخوان</b>	۱۴۹	آدیپوسیت‌ها
۲۰۴	سلول‌های استخوان	۱۴۹	ماکروفازها و دستگاه فاگوسیت تک‌هسته‌ای
۲۰۴	استئوبلاست‌ها	۱۵۰	ماست‌سل‌ها
۲۰۷	استئوسیت‌ها	۱۵۲	پلاسماسل‌ها
۲۰۷	استئوکلاست‌ها	۱۵۳	لکوسیت‌ها
۲۰۸	ماتریکس استخوان	۱۵۵	رشته‌ها
۲۰۸	پریوستئوم و اندوستئوم	۱۵۵	کلاژن
۲۱۰	انواع استخوان	۱۶۱	رشته‌های رتیکولار
۲۱۰	استخوان تیغه‌ای	۱۶۱	رشته‌های الاستیک
۲۱۴	استخوان نامنظم	۱۶۴	ماده زمینه‌ای
۲۱۴	استخوان‌سازی	۱۶۹	انواع بافت همبند
۲۱۵	استخوان‌سازی داخل غشایی	۱۷۰	بافت همبند اصلی
۲۱۷	استخوان‌سازی داخل غضروفی	۱۷۴	بافت رتیکولار
۲۲۰	بازسازی و ترمیم استخوان	۱۷۵	بافت موکوئید
۲۲۲	نقش متابولیک استخوان	۱۷۵	خلاصه نکات کلیدی
۲۲۴	مفاصل	۱۷۷	پرسش‌ها
۲۲۷	خلاصه نکات کلیدی		
۲۳۰	پرسش‌ها	<b>۱۷۹</b>	<b>فصل ۶ - بافت چربی</b>
		۱۸۰	بافت چربی سفید
<b>۲۳۳</b>	<b>فصل ۹ - بافت عصبی و دستگاه عصبی</b>	۱۸۰	ذخیره‌سازی و متابولیسم چربی‌ها
۲۳۴	تکوین دستگاه عصبی	۱۸۳	هیستوژنزیس بافت چربی سفید
۲۳۵	نورون‌ها	۱۸۵	بافت چربی قهوه‌ای
۲۳۷	جسم سلولی (پریکاریون یا سوما)	۱۸۶	عملکرد آدیپوسیت‌های قهوه‌ای

**فصل ۱۱ - دستگاه گردش خون.....**

۲۰۲..... قلب

۲۰۴..... بافت‌های دیواره عروق

۲۰۷..... ساختار عروقی

۲۰۹..... شریان‌های الاستیک

۲۱۰..... ساختارهای حسی شریان

۲۱۲..... شریان‌های عضلانی

۲۱۲..... آرتریول‌ها

۲۱۲..... بسترهای مویرگی

۲۱۹..... ونول‌ها

۲۲۲..... وریدها

۲۲۳..... دستگاه عروق لنفاوی

۲۲۸..... خلاصه نکات کلیدی

۲۲۹..... پرسش‌ها

**فصل ۱۲ - خون.....**

۲۳۱..... ترکیب پلاسما

۲۳۲..... سلول‌های خونی

۲۳۴..... اریتروسیت‌ها

۲۳۴..... لکوسیت‌ها

۲۳۶..... پلاکت‌ها

۲۴۸..... خلاصه نکات کلیدی

۲۵۰..... پرسش‌ها

**فصل ۱۳ - خونسازی.....**

۲۵۲..... سلول‌های بنیادی، فاکتورهای رشد و تمایز

۲۵۲..... سلول‌های بنیادی خونساز

۲۵۳..... سلول‌های اجدادی و سلول‌های پیش‌ساز

۲۵۶..... مغز استخوان

۲۵۸..... بلوغ اریتروسیت‌ها

۲۶۰..... بلوغ گرانولوسیت‌ها

۲۶۲..... بلوغ آگرانولوسیت‌ها

۲۶۳..... مونوسیت‌ها

۲۶۴..... لنفوسیت‌ها

۲۶۴..... منشأ پلاکت‌ها

۲۶۶..... خلاصه نکات کلیدی

۲۶۷..... پرسش‌ها

۲۳۷..... دندریت‌ها

۲۳۷..... آکسون‌ها

۲۴۰..... ایمپالس‌های عصبی

۲۴۱..... ارتباط سیناپسی

۲۴۵..... سلول‌های گلیال و فعالیت عصبی

۲۴۵..... الیگودندروسیت‌ها

۲۴۶..... آستروسیت‌ها

۲۴۸..... سلول‌های اپاندیمال

۲۴۸..... میکروگلی‌ها

۲۴۸..... سلول‌های شوان

۲۵۰..... سلول‌های اقماری گانگلیون‌ها

۲۵۰..... دستگاه عصبی مرکزی

۲۵۲..... منژها

۲۵۳..... سد خونی - مغزی

۲۵۴..... شبکه کوروئید

۲۵۸..... دستگاه عصبی محیطی

۲۵۸..... رشته‌های عصبی

۲۶۲..... سازمان‌دهی اعصاب

۲۶۴..... گانگلیون‌ها

۲۶۶..... انعطاف‌پذیری و ترمیم عصبی

۲۷۰..... خلاصه نکات کلیدی

۲۷۱..... پرسش‌ها

**فصل ۱۰ - بافت عضلانی.....**

۲۷۴..... عضله اسکلتی

۲۷۵..... سازماندهی عضله اسکلتی

۲۷۶..... سازماندهی درونی رشته‌های عضلانی

۲۷۷..... شبکه سارکوپلاسمی و دستگاه لوله‌های عرضی

۲۸۰..... مکانیسم انقباض

۲۸۲..... عصب‌دهی

۲۸۵..... دوک‌های عضلانی و ارگان‌های تاندونی

۲۸۷..... انواع رشته‌های عضلانی

۲۸۹..... عضله قلبی

۲۹۱..... عضله صاف

۲۹۴..... ترمیم بافت عضلانی

۲۹۷..... خلاصه نکات کلیدی

۲۹۹..... پرسش‌ها

۳۰۰..... پرسش‌ها

**فصل ۱۶ - ارگان‌های همراه با لوله گوارش ..... ۴۴۸**

۴۴۸ ..... غدد بزاقی

۴۵۲ ..... پانکراس

۴۵۵ ..... کبد

۴۵۷ ..... هپاتوسیت‌ها و لوبول‌های کبدی

۴۶۶ ..... ساختار و عملکرد کبد

۴۶۸ ..... مجاری صفراوی و کیسه صفرا

۴۷۱ ..... خلاصه نکات کلیدی

۴۷۲ ..... پرسش‌ها

**فصل ۱۷ - دستگاه تنفس ..... ۴۷۵**

۴۷۵ ..... حفرات بینی

۴۷۶ ..... اپی‌تلیوم تنفسی

۴۷۸ ..... اپی‌تلیوم بویایی

۴۷۸ ..... سینوس‌های اطراف بینی

۴۸۱ ..... حنجره

۴۸۱ ..... نای

۴۸۳ ..... درخت برونش‌یال و ریه

۴۸۵ ..... برونش‌ها

۴۸۶ ..... برونشیول‌ها

۴۸۷ ..... برونشیول‌های تنفسی

۴۸۷ ..... مجاری آلوئولی

۴۸۸ ..... آلوئول‌ها

۴۹۸ ..... ترمیم در پوشش (اپی‌تلیوم) آلوئول

۴۹۸ ..... ساختار عروقی و اعصاب وریدها

۴۹۹ ..... غشاهای جنب

۵۰۰ ..... حرکات تنفسی

۵۰۱ ..... خلاصه نکات کلیدی

۵۰۲ ..... پرسش‌ها

**فصل ۱۸ - پوست ..... ۵۰۴**

۵۰۵ ..... اپی‌درم

۵۰۸ ..... ملانوسیت‌ها

۵۱۱ ..... سلول‌های لانگرهانس

۵۱۲ ..... سلول‌های مرکل

۵۱۴ ..... درم

**فصل ۱۴ - دستگاه ایمنی و ارگان‌های لنفاوی ..... ۳۶۹**

۳۷۱ ..... ایمنی ذاتی و اکتسابی

۳۷۲ ..... سیتوکین‌ها

۳۷۲ ..... آنتی‌ژن‌ها و آنتی‌بادی‌ها

۳۷۳ ..... انواع آنتی‌بادی‌ها

۳۷۴ ..... اعمال آنتی‌بادی‌ها

۳۷۵ ..... ارائه آنتی‌ژن

۳۷۷ ..... سلول‌های ایمنی اکتسابی

۳۷۷ ..... سلول‌های ارائه‌کننده آنتی‌ژن

۳۷۷ ..... لنفوسیت‌ها

۳۸۱ ..... تیموس

۳۸۴ ..... نقش تیموس در بلوغ و انتخاب سلول‌های T

۳۸۷ ..... بافت لنفاوی همراه با مخاط

۳۹۱ ..... گره‌های لنفاوی

۳۹۴ ..... نقش گره‌های لنفاوی در پاسخ‌های ایمنی

۳۹۴ ..... طحال

۳۹۷ ..... عملکرد پالپ سفید و قرمز طحال

۴۰۰ ..... خلاصه نکات کلیدی

۴۰۴ ..... پرسش‌ها

**فصل ۱۵ - دستگاه گوارش ..... ۴۰۶**

۴۰۶ ..... ساختار عمومی دستگاه گوارش

۴۰۷ ..... حفره دهان

۴۱۰ ..... زبان

۴۱۳ ..... دندان‌ها

۴۱۳ ..... عاج

۴۲۰ ..... مری

۴۲۱ ..... معده

۴۲۲ ..... مخاط (Mucosa)

۴۲۹ ..... سایر لایه‌ها

۴۳۰ ..... روده کوچک

۴۳۰ ..... مخاط

۴۳۳ ..... سایر لایه‌ها

۴۳۵ ..... روده بزرگ

۴۳۹ ..... خلاصه نکات کلیدی

۴۴۶ ..... پرسش‌ها

۵۷۹	غده تیروئید
۵۸۰	تولید هورمون تیروئید و کنترل آن
۵۸۴	غدد پاراتیروئید
۵۸۵	غده پینه آل
۵۸۸	خلاصه نکات کلیدی
۵۸۹	پرسش‌ها

### فصل ۲۱ - دستگاه تولیدمثل جنس مذکر

۵۹۱	بیضه‌ها
۵۹۳	بافت بینابینی
۵۹۵	لوله‌های منی‌ساز
۵۹۵	اسپرماتوژنریز
۵۹۸	ماهیت دودمانی (کلونال) سلول‌های زایای جنس مذکر
۵۹۸	اسپرمیوژنریز
۶۰۲	سلول‌های سرتولی
۶۰۳	مجاری داخل بیضه
۶۰۴	مجاری تناسلی خارج‌کننده
۶۰۵	اپیدیدیم
۶۰۶	مجاری دفران (واز دفران)
۶۰۷	غدد فرعی
۶۰۷	کیسه‌های منوی
۶۰۸	غده پروستات
۶۱۲	غدد بولبواورترال
۶۱۲	پنیس
۶۱۴	خلاصه نکات کلیدی
۶۱۶	پرسش‌ها

### فصل ۲۲ - دستگاه تولیدمثل جنس مؤنث

۶۱۸	تخمدان‌ها
۶۱۹	تکوین اولیه تخمدان
۶۲۱	فولیکول‌های تخمدانی
۶۲۲	رشد و تکوین فولیکول
۶۲۵	اترزی فولیکول
۶۲۶	تخمک‌گذاری و تنظیم هورمونی آن
۶۲۷	جسم زرد
۶۳۱	لوله‌های رحم

۵۱۶	بافت زیرجلدی
۵۱۶	گیرنده‌های حسی
۵۱۷	مو
۵۲۱	ناخن
۵۲۱	غدد پوست
۵۲۱	غدد سباسه (چربی)
۵۲۴	غدد عرق
۵۲۵	ترمیم پوست
۵۲۷	خلاصه نکات کلیدی
۵۳۰	پرسش‌ها

### فصل ۱۹ - دستگاه ادراری

۵۳۲	کلیه‌ها
۵۳۲	جریان خون
۵۳۵	عملکرد کلیه: تصفیه، ترشح و بازجذب
۵۳۶	جسمک‌های کلیوی و تصفیه خون
۵۳۷	لوله خمیده نزدیک
۵۴۱	قوس هنله
۵۴۲	لوله خمیده دور و دستگاه جوکستا
۵۴۶	گلومرولاری
۵۴۶	مجاری جمع‌کننده
۵۴۸	حالب‌ها، مثانه و پیشابراه
۵۴۹	خلاصه نکات کلیدی
۵۵۳	پرسش‌ها

### فصل ۲۰ - غدد درون‌ریز

۵۵۸	غده رهبر (هیپوفیز)
۵۶۰	مسیر هیپوتالاموسی - هیپوفیزی و خورسانی
۵۶۰	آدنوهیپوفیز (هیپوفیز قدامی)
۵۶۲	کنترل ترشح هورمون در هیپوفیز قدامی
۵۶۶	نوروهیپوفیز (هیپوفیز خلفی)
۵۶۸	غدد فوق‌کلیوی
۵۷۰	قشر فوق‌کلیه
۵۷۱	مدولای فوق‌کلیه
۵۷۳	جزایر پانکراسی
۵۷۵	دستگاه نورواندوکرین منتشر (DNES)
۵۷۹	

۶۶۷	جسم زجاجیه	۶۳۳	وقایع اصلی لقاح
۶۶۷	شبکیه	۶۳۴	رحم
۶۷۹	ساختارهای فرعی چشم	۶۳۵	میومترיום
۶۸۱	گوش‌ها: دستگاه تعادلی - شنوایی	۶۳۶	اندومترיום
۶۸۱	گوش خارجی	۶۳۶	چرخه قاعدگی
۶۸۲	گوش میانی	۶۳۸	فاز تکثیری
۶۸۳	گوش داخلی	۶۳۸	فاز ترشحي
۶۹۷	خلاصه نکات کلیدی	۶۴۰	فاز قاعدگی
۶۹۹	پرسش‌ها	۶۴۱	لانه‌گزینی رویان، دسیدوا و جفت
<b>۷۰۱</b>	<b>ضمیمه - رنگ‌های میکروسکوپ نوری</b>	۶۴۵	سرویکس (گردن رحم)
۷۰۱	هماتوکسلین و اتوزین	۶۴۷	واژن
۷۰۱	پارارزانیلین - تولوئیدین آبی	۶۴۷	ارگان‌های تناسلی خارجی
۷۰۱	مالوری تری کروم (Mallory trichrome)	۶۴۷	غدد پستانی
۷۰۱	پیکروسیریوس - همتوکسلین	۶۴۸	تکوین پستان در طی بلوغ
۷۰۱	واکنش پرئودیک اسید - شیف	۶۴۹	پستان‌ها در طی بارداری و شیردهی
۷۰۱	رنگ رایت - گیمسا (Wright-Giemsa stain)	۶۵۱	پسرفت غدد پستانی بعد از شیردهی
۷۰۱	رنگ‌های نقره و طلا (Silver and gold stains)	۶۵۲	خلاصه نکات کلیدی
۷۰۲	رنگ‌های مورد استفاده برای الاستین	۶۵۴	پرسش‌ها
۷۰۲	رنگ‌های مورد استفاده برای لیپید	<b>۶۵۶</b>	<b>فصل ۲۳ - چشم و گوش: ارگان‌های حسی ویژه</b>
۷۰۲	سایر رنگ‌های شایع	۶۵۶	چشم‌ها: دستگاه گیرنده نوری
<b>۷۰۲</b>	<b>واژه‌یاب</b>	۶۵۸	لایه لیفی
		۶۶۲	لایه عروقی
		۶۶۶	عدسی

# فصل ۲ سیتوپلاسم

## فصل

# ۲

### تمایز سلولی

#### غشای پلاسمایی

پروتئین‌های عرض غشایی و انتقال دهنده غشا  
انتقال توسط وزیکل‌ها: اندوسیتوز و اگزوسیتوز  
دریافت و انتقال پیام

#### ارگانل‌های سیتوپلاسمی

ریبوزوم‌ها  
شبکه اندوپلاسمی  
دستگاه گلژی  
گرانول‌های ترشحی  
لیزوزوم‌ها

پروتئازوم‌ها

میتوکندری‌ها

پراکسیزوم‌ها

#### اسکلت سلولی

میکروتوبول‌ها

میکروفیلانمت‌ها (فیلامنت‌های اکتین)

فیلامنت‌های حدواسط

#### انکلوزیون‌ها

#### خلاصه نکات کلیدی

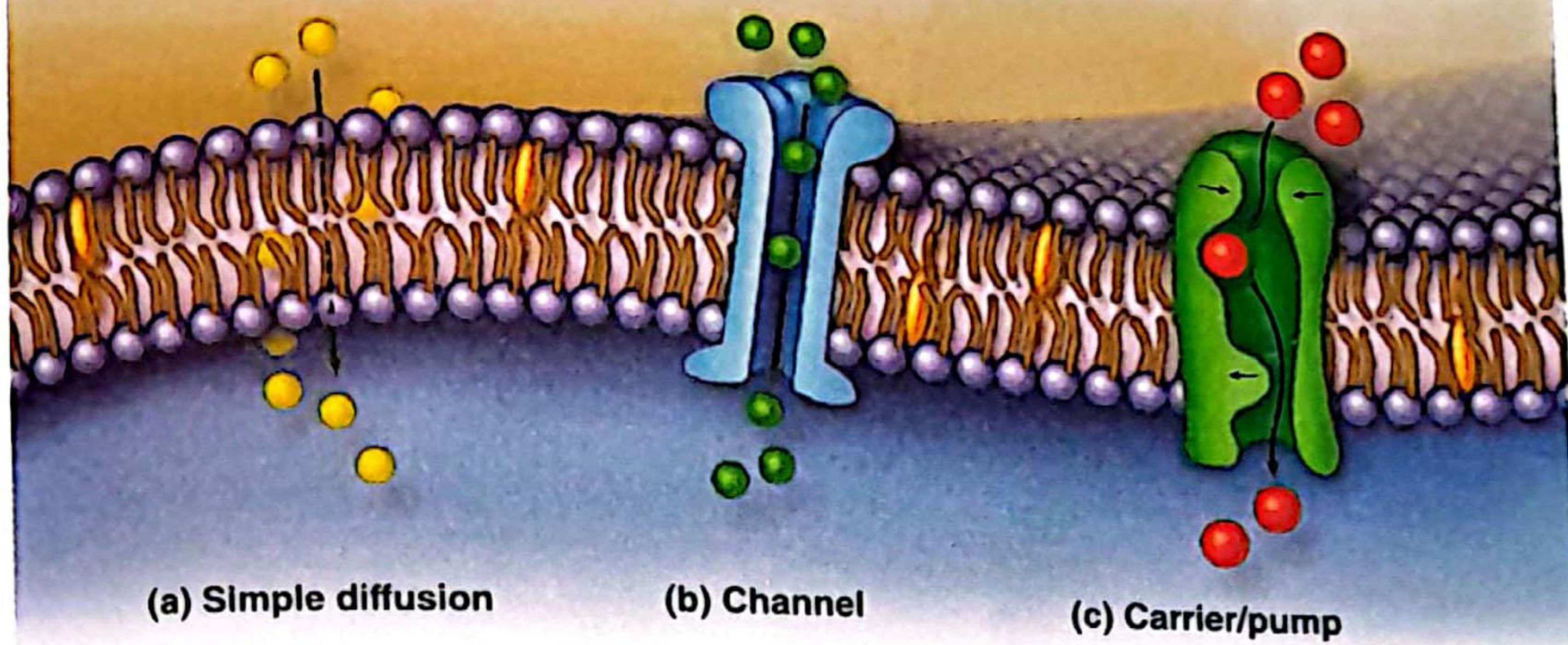
#### پرسش‌ها

دست آمده‌اند. این سلول منفرد از ادغام شدن یک اسپرم (sperm) با یک تخمک (oocyte) در طی فرآیند لقاح (fertilization) به وجود می‌آید. اولین تقسیمات سلولی زیگوت، سلول‌هایی به نام **بلاستومر** (blastomere) را ایجاد می‌کنند و به عنوان بخشی از توده سلولی درونی (inner cell mass) رویان ابتدایی، بلاستومرها تمام انواع بافت جنینی را ایجاد می‌کند. سلول‌های حاصل از کشت سلول‌های توده سلولی درونی، **سلول‌های بنیادی رویانی** (embryonic stem cells) نامیده می‌شوند. بیشتر سلول‌های جنین در طی فرآیند تخصصی شدن تحت عنوان **تمایز سلولی** (cell differentiation) [که در طی آن ژن‌های گوناگونی بیان شده و باعث عملکردهای سیتوپلاسمی اختصاصی در سلول‌ها می‌شود] در عملکردهای تخصصی بسیار کارآمد شده و اغلب براساس آن تغییر شکل می‌دهند. برای مثال، پیش‌سازهای سلول عضله، برای تشکیل سلول‌های رشته‌مانندی که حاوی آرایش بزرگی از اکتین و میوزین هستند، کشیده می‌شوند. تمامی سلول‌های حیوانی حاوی فیلامنت‌های اکتین و میوزین هستند. اما سلول‌های عضله به طور ویژه برای استفاده از این پروتئین‌ها

تمام بافت‌هایی که ارگان‌های حیوانات چند سلولی را می‌سازند، از سلول‌ها و مواد خارج سلولی تشکیل می‌شوند. در تمام بافت‌ها سلول‌ها، واحدهای ساختاری و عملکردی پایه و کوچکترین بخش زنده بدن هستند. سلول‌های حیوانی توسط غشا احاطه شده و **یوکاریوتی** (eukaryotic) هستند. هر سلول دارای هسته‌ای واضح و غشادار، که توسط سیتوپلاسم احاطه شده است، می‌باشد. سیتوپلاسم یک مایع حاوی سیستمی از اندامک‌های دارای غشا، تجمعات مولکولی بدون غشا و اسکلت سلولی می‌باشد. در مقابل سلول‌های کوچکتر پروکاریوتی (prokaryotic) باکتری‌ها، معمولاً یک دیواره سلولی (cell wall) در اطراف پلاسمالما داشته و فاقد هسته‌ها و ساختارهای سیتوپلاسمی غشادار می‌باشند.

### تمایز سلولی

گفته می‌شود که بدن یک انسان بالغ به طور متوسط از حدود ۴۰ تریلیون سلول تشکیل شده است. این سلول‌ها به صورت صدها نوع سلول مختلف می‌باشند که همگی آنها از تخم (zygote) به



(a) Simple diffusion

(b) Channel

(c) Carrier/pump

انتقال دهنده‌ها هستند. پس از اتصال، این پروتئین‌ها ترکیبات خود را تغییر داده و مولکول‌ها را به سمت دیگر غشا آزاد می‌کنند.

انتشار، کانال‌ها و اکثر پروتئین‌های حامل می‌توانند مواد را فقط با استفاده از انرژی جنبشی از غشا عبور دهند. در مقابل، **پمپ‌ها** پروتئین‌های حامل هستند که برای انتقال فعال یون‌ها و سایر مواد محلول نیازمند انرژی حاصل از ATP می‌باشند.

مولکول‌های بدون بار، چربی‌دوست و بعضاً کوچک می‌توانند به وسیله انتشار ساده از غشا عبور کنند (a).

بسیاری از یون‌ها به وسیله پروتئین‌های چندگذری که ساختار آنها شامل یک کانال مخصوص یون است، از درون غشا عبور می‌کنند (b).

بسیاری از مولکول‌های بزرگتر و محلول در آب، نیازمند اتصال به قسمت‌هایی از پروتئین‌های حامل انتخابی (c) یا

تمایل زیاد چنین **لیگاندهایی** برای اتصال به گیرنده خود باعث می‌شود که این پروتئین‌ها در نواحی خاصی از غشا تجمع یافته، سپس اینواژینه شوند و به صورت وزیکل‌ها به درون سلول بروند.

شکل‌گیری و سرنوشت وزیکل‌هایی که از اندوسیتوز با واسطه گیرنده به وجود می‌آیند، اغلب بستگی به پروتئین‌های محیطی خاصی در سمت سیتوپلاسمی غشا دارند (شکل ۷-۲). گیرنده‌های اشغال شده با لیگاند به همراه دیگر پروتئین‌هایی که در سطح سیتوپلاسمی غشا قرار گرفته‌اند، به عنوان **حفره‌های پوشش‌دار (coated pits)** شروع به اینواژیناسیون می‌کنند. پوشش الکترون متراکمی که در سطح سیتوپلاسمی چنین حفره‌هایی قرار گرفته است، حاوی چندین پلی‌پپتید است که اصلی‌ترین آنها **کلاترین (clathrin)** می‌باشد. در یک حفره پوشش‌دار، مولکول‌های کلاترین همانند بست‌های (گیرنده‌های) پنج ضلعی گنبدی ساختمان‌های قدیمی آرایش پیدا می‌کنند و

۲. در **پینوسیتوز** (نوشیدن سلول [cell drinking]) اینواژیناسیون‌های کوچکی از غشای سلول تشکیل شده و مایع خارج سلولی و محتویات محلول در آن به دام می‌افتند.

سپس **وزیکل‌های پینوسیتوزی (pinocytotic vesicles)** با قطر حدوداً ۸۰ نانومتر از سطح سلول جدا شده و به درون آن می‌روند. در برخی سلول‌ها چنین وزیکل‌هایی معمولاً با لیزوزوم‌ها ادغام می‌شوند. اما در برخی از سلول‌های دیگر، وزیکل‌های پینوسیتوزی ممکن است به سمت سطح مقابل سلول حرکت کنند و در آنجا با غشا ادغام شده و محتویات خود را به خارج از سلول آزاد کنند. به این روند اخیر یعنی انتقال توده مواد حل شده از عرض سلول، **ترانس‌سیتوز (transcytosis)** گفته می‌شود.

۳. **اندوسیتوز با واسطه گیرنده (receptor-mediated endocytosis)**؛ گیرنده‌های بسیاری از مواد مانند لیپوپروتئین‌هایی با چگالی کم و هورمون‌های پروتئینی، پروتئین‌های غشایی سرتاسری در سطح سلول هستند.



جدول ۲-۲. مکانیسم‌های انتقال از عرض غشای پلاسمایی

نوع حرکت	مثال	فرآیند فرآیندهای غیرفعال
حرکت مواد به سمت یک شیب غلظت پایین در نتیجه انرژی جنبشی مواد؛ نیازی به مصرف انرژی سلولی ندارد؛ این انتقال تا هنگامی که تعادل ایجاد شود (اگر با آن مقابله نشود) ادامه می‌یابد.		
حرکت بدون کمک مواد کوچک و غیرقطبی در جهت شیب غلظت پایین از عرض یک غشای دلیزی نفوذپذیری انتخابی	تبادل اکسیژن و دی‌اکسید کربن بین خون و بافت‌های بدن	انتشار ساده
حرکت یون‌ها و مولکول‌های کوچک قطبی در جهت شیب غلظت پایین آنها، از عرض یک غشای دلیزی نفوذپذیری انتخابی به کمک یک پروتئین انتقال دهنده		انتشار تسهیل شده
حرکت یون در جهت شیب غلظت پایین آن از درون یک کانال پروتئینی	حرکت $Na^+$ از درون کانال سدیمی به درون سلول	با واسطه کانال
حرکت مولکول کوچک قطبی در جهت شیب غلظت پایین آن توسط یک پروتئین حامل	انتقال گلوکز به درون سلول به وسیله حامل گلوکز	با واسطه حامل
انتشار آب از عرض یک غشا با نفوذپذیری انتخابی؛ تعیین جهت توسط غلظت نسبی املاح انجام می‌شود؛ تا رسیدن به تعادل ادامه دارد.	اصلاح خون موجود در مویرگ‌های سیستمیک مایع را از فضای بی‌تایی به سمت خون می‌کشد	اسمز
حرکت مواد که نیازمند مصرف انرژی سلولی است		فرآیندهای فعال
حرکت یون‌ها و مولکول‌های کوچک از عرض غشا برخلاف شیب غلظت، توسط پمپ‌های پروتئینی عرض‌غشایی		انتقال فعال
حرکت ماده در جهت شیب غلظت بالا، مستقیماً توسط ATP تأمین انرژی می‌شود.	پمپ‌های $Ca^{2+}$ کلسیم را به خارج از سلول انتقال می‌دهند پمپ $Na^+/K^+$ سدیم را به خارج از سلول و پتاسیم را به داخل سلول می‌برد.	اولیه
حرکت یک ماده در جهت شیب غلظت بالا که نیروی آن با حرکت ماده دوم (مثلاً $Na^+$ ) در جهت شیب غلظت پایین تهیه می‌شود.		ثانویه
حرکت ماده در جهت شیب غلظت بالا هم جهت با حرکت $Na^+$	انتقال $Na^+$ / گلوکز	همبر (symport)
حرکت ماده در جهت شیب غلظت بالا در خلاف جهت حرکت $Na^+$	انتقال $Na^+/H^+$	غیرهمبر (Antiport)
وزیکل، با آوردن ماده به درون سلول یا رفتن آن به خارج از سلول، شکل گرفته و یا از بین می‌رود.		انتقال وزیکولار

## کاربرد پزشکی

پروتئین‌های کمر بند انسدادی (**tight junctions**) برای برخی باکتری‌های معمول که از نظر بالینی اهمیت دارند، هدف محسوب می‌شوند. کلاستریدیوم پرفرینژن‌ها (**clostridium perfringens**) سم‌های روده‌ای ترشح کرده و موجب مسمومیت غذایی می‌شوند. این سم، به مولکول‌های کلودین سلول‌های روده کوچک متصل شده و از الحاق این پروتئین‌ها به اتصالات محکم (که در پایداری آن نقش دارند) جلوگیری می‌کند و باعث از دست رفتن مایع بافتی از طریق مسیرهای پاراسلولار به درون لومن روده باریک می‌شود.

به طور مشابه، هلیکوباکتر پیلوری (**helicobacter pylori**) که در اتیولوژی زخم‌های معده (**gastric ulcers**) اهمیت دارد به نواحی خارج سلولی پروتئین‌های اتصال محکم در سلول‌های معده متصل شده و پروتئینی را وارد این سلول‌ها می‌کند که ZO-1 را مورد هدف قرار داده و انتقال پیام از اتصال را مختل می‌کند.

[گلیکوپروتئین‌های عرض‌غشایی هر سلول] وساطت می‌شود. این گلیکوپروتئین‌ها در هر سلول در حضور  $Ca^{2+}$  به هم متصل می‌شوند. در انتهای سیتوپلاسمی اتصالات، کادهرین‌ها به کاتینین‌ها (**catenins**) متصل می‌شوند. این پروتئین‌ها نیز از طریق پروتئین‌های متصل شونده به اکتین، به فیلامنت‌های اکتین متصل می‌شوند. فیلامنت‌های اکتین متصل به اتصالات چسبنده، بخشی از شبکه انتهایی (**terminal web**) را تشکیل می‌دهند. این شبکه ترکیبی از اسکلت سلولی در قطب رأسی بسیاری از سلول‌های اپی‌تلیالی است. اتصالات چسبنده و محکم که انتهای رأسی سلول‌های اپی‌تلیال را احاطه می‌کنند، با هم شبیه به نوارهای پلاستیکی عمل می‌کنند که یک بسته شش‌تایی از قوطی‌های نوشیدنی را کنار هم نگه می‌دارند.

**دسموزوم (desmosome)** (ریشه یونانی دسموز [desmos] به معنی اتصال و سوما [soma] به معنی تنه) یا **چسبندگی نقطه‌ای (macula adherens)** (ریشه لاتین ماکولا [macula] به معنی نقطه) یک نوع دیگر از اتصال لنگری (**anchoring junction**) است. همان‌طور که از اسم ماکولا ادهرنس پیدا است، این اتصال شبیه یک نوع "جوش خوردگی نقطه‌ای" منفرد است و کمر بندی اطراف سلول تشکیل نمی‌دهد. چسبندگی نقطه‌ای یا دسموزوم‌ها ساختارهای

در بسیاری از اپی‌تلیوم‌ها این اتصالات با یک نظم مشخصی در انتهای رأسی سلول‌ها قرار می‌گیرند. **اتصالات محکم** یا **کمر بند انسدادی (zonula occludens)** رأسی‌ترین اتصال می‌باشد اصطلاح زونولا (**zonula**) نشان دهنده ارتباطی است که نوار کاملی را به دور هر سلول ایجاد می‌کند. در TEM، به نظر می‌رسد غشاهای مجاور هم در این اتصالات، با هم ادغام شده یا خیلی محکم به هم چسبیده‌اند (شکل ۴-۵). انسداد بین غشاهای دو سلول در نتیجه تعاملات محکم بین پروتئین‌های عرض‌غشایی **کلودین (claudin)** و **اوکلودین (occludin)** موجود در هر سلول است. کمر بند انسدادی پس از شکست انجمادی اپی‌تلیوم به وضوح دیده می‌شود (شکل ۴-۶) و در آنجا به صورت نواری از رشته‌های منشعب، در غشای دور انتهای رأسی هر سلول به نظر می‌رسد. انسداد بین سلولی (اتصال محکم) این اطمینان را می‌دهد که مولکول‌های در حال گذر از اپی‌تلیوم در هر دو جهت، از درون سلول‌ها (مسیرهای ترانس‌سلولار) عبور می‌کنند نه از بین سلول‌ها (مسیرهای پاراسلولار). اپی‌تلیوم‌هایی با یک یا تعداد کمی از نوارهای انسدادی ادغام شده (مثل لوله خمیده نزدیک کلیه) نسبت به اپی‌تلیوم‌هایی با نوارهای متعدد ادغام شده (مثل آستر درونی مثانه)، نفوذپذیری بیشتری به آب و مواد محلول دارند.

همچنین اتصالات محکم به عنوان یک هدف مرتبط در اپی‌تلیوم‌ها به کار می‌روند. این نواحی ممتد درون غشاهای سلولی از حرکت لیبدها و پروتئین‌های غشایی سطح رأسی سلول به سمت سطوح قاعده‌ای و طرفی و برعکس جلوگیری می‌کنند. بنابراین اتصالات محکم دو حوزه غشایی جدا از هم با مجموعه‌های اجزای مختلف (رأسی و قاعده‌ای - طرفی) ایجاد کرده و باعث می‌شود هر دو قسمت اپی‌تلیوم، گیرنده‌های مختلف خود و سایر پروتئین‌ها را حفظ کند و عملکرد متفاوتی داشته باشند. غشاهای رأسی سلول‌های اپی‌تلیال بخشی از قسمت لومینال یک بافت یا ارگان هستند، در حالی که ناحیه قاعده‌ای - طرفی سلول‌های اپی‌تلیال بخشی از قسمت قاعده‌ای است که توسط بافت همبند زیرین نیز احاطه می‌شود.

**اتصالات چسبنده (adherens junction)** یا **کمر بند چسبنده (zonula adherens)** دومین نوع اتصال است (شکل‌های ۴-۴ و ۴-۵) که معمولاً بلافاصله در زیر کمر بند انسدادی، سلول اپی‌تلیال را احاطه می‌کند. اتصال چسبنده یک سلول را به طور محکم به سلول‌های مجاور لنگر می‌کند. چسبندگی سلول توسط کادهرین‌ها (**cadherins**)