



میکروبیولوژی عمومی

(رشته زیست شناسی)

دکتر محبوبه میرحسینی امیرارسلان کاویانی فرد

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

ابوالفضل فراهانی

رئیس دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب کتاب

نوزده	پیشگفتار
۱	فصل ۱: تاریخچه و قلمرو میکروبیولوژی
۱	هدف‌های کلی
۱	هدف‌های یادگیری
۲	مقدمه
۲	۱-۱ میکروارگانیسم‌ها به‌عنوان سلول
۳	۲-۱ اعضای دنیای میکروبی
۹	۳-۱ پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها
۹	۴-۱ اهمیت اندازه در سلول‌های یوکاریوت و پروکاریوت
۱۱	۵-۱ کشف میکروارگانیسم‌ها
۱۱	۶-۱ تعارض بر سر فرضیه تولید خودبه‌خودی
۱۵	۷-۱ عصر طلایی میکروبیولوژی
۱۵	۸-۱ شناخت ارتباط بین میکروارگانیسم‌ها و بیماری
۱۶	۹-۱ اصول کخ
۱۹	۱۰-۱ گسترش روش‌های مطالعه عوامل بیماری‌زای میکروبی
۲۰	۱۱-۱ مطالعات ایمنولوژیک
۲۲	۱۲-۱ گسترش میکروبیولوژی صنعتی و اکولوژی میکروبی
۲۳	۱۳-۱ قلمرو و ارتباط میکروبیولوژی
۲۴	۱۴-۱ آینده میکروبیولوژی
۲۶	خلاصه
۲۹	خودآزمایی

۳۱	فصل ۲: ساختمان سلول باکتری
۳۱	هدف‌های کلی
۳۱	هدف‌های یادگیری
۳۲	مقدمه
۳۲	۱-۲ شکل و آرایش باکتری‌ها
۳۵	۲-۲ سازماندهی سلول پروکاریوتی
۳۶	۳-۲ غشای سیتوپلاسمی (غشای باکتریایی)
۳۸	۴-۲ غشای سیتوپلاسمی آرکی باکتری‌ها
۴۰	۵-۲ وظایف غشای سیتوپلاسمی باکتری‌ها
۴۰	۱-۵-۲ نفوذپذیری و انتقال مواد محلول
۴۶	۲-۵-۲ غشای سیتوپلاسمی به عنوان جایگاه انتقال الکترون و فسفریلاسیون اکسیداتیو
۴۶	۳-۵-۲ ترشح آنزیم‌های هیدرولیتیک و پروتئین‌های مؤثر در بیماری‌زایی
۴۷	۴-۵-۲ نقش غشای سیتوپلاسمی در بیوسنتز
۴۷	۵-۵-۲ نقش غشای سیتوپلاسمی در کموتاکسی
۴۸	۶-۲ مزوزوم‌ها
۴۸	۷-۲ پوشش سلولی
۴۹	۸-۲ دیواره سلولی
۵۰	۹-۲ باکتری‌های فاقد دیواره سلولی
۵۱	۱۰-۲ فضای پری‌پلاسمی
۵۱	۱۱-۲ پپتیدوگلیکان
۵۶	۱۲-۲ ساختارهای اختصاصی دیواره‌ی باکتری‌های گرم مثبت
۵۶	۱-۱۲-۲ اسید تیکوئیک
۵۷	۱۳-۲ ساختارهای اختصاصی دیواره‌ی باکتری‌های گرم منفی
۵۸	۱-۱۳-۲ لایه‌ی لیپوپروتئینی
۵۸	۲-۱۳-۲ لایه‌ی فسفولیپید (غشای خارجی)
۶۱	۳-۱۳-۲ لیپوپلی ساکارید
۶۳	۱۴-۲ دیواره سلولی باکتری‌های مقاوم به اسید
۶۳	۱۵-۲ دیواره‌ی سلولی آرکی باکتری‌ها
۶۵	۱۶-۲ مکانیسم رنگ‌آمیزی گرم
۶۶	۱۷-۲ لایه‌ی S
۶۷	۱۸-۲ کپسول، لایه مخاطی
۶۸	۱۹-۲ ضمایم سطحی
۶۸	۱-۱۹-۲ تاز (تازک)
۷۰	۲-۱۹-۲ قلاب
۷۱	۳-۱۹-۲ جسم پایه
۷۴	۴-۱۹-۲ انواع حرکت در باکتری‌ها

۷۵	۵-۱۹-۲ فیمبریه‌ها و پیلی‌ها
۷۷	۲۰-۲ ماتریکس سیتوپلاسمی
۷۷	۲۱-۲ اسکلت سلولی پروکاریوت‌ها
۷۸	۲۲-۲ نوکلئوئید
۷۹	۲۳-۲ پلاسمید
۷۹	۲۴-۲ ریبوزوم‌ها
۸۰	۲۵-۲ توده‌های اندوخته‌ای باکتریایی
۸۲	۲۶-۲ اشکال مقاوم سلولی یا اندوسپور
۸۵	۱-۲۶-۲ اسپورلاسیون
۸۷	۲-۲۶-۲ رویش اندوسپور
۸۸	خلاصه
۹۱	خودآزمایی
۹۳	فصل ۳: تغذیه میکروبی
۹۳	هدف‌های کلی
۹۳	هدف‌های یادگیری
۹۳	مقدمه
۹۴	۱-۳ نیازمندی‌های غذایی مشترک
۹۵	۲-۳ نیازمندی به کربن، هیدروژن، اکسیژن و الکترون‌ها
۹۵	۳-۳ طبقه بندی تغذیه‌ای میکروارگانیسم‌ها
۹۷	۴-۳ نیازمندی‌های میکروارگانیسم‌ها به نیتروژن، فسفر و گوگرد
۹۹	۵-۳ جذب آهن
۱۰۱	۶-۳ فاکتورهای رشد
۱۰۲	خلاصه
۱۰۳	خودآزمایی
۱۰۵	فصل ۴: رشد و نمو میکروارگانیسم‌ها
۱۰۵	هدف‌های کلی
۱۰۵	هدف‌های یادگیری
۱۰۶	مقدمه
۱۰۶	۱-۴ چرخه سلول پروکاریوتی
۱۰۹	۲-۴ همانندسازی DNA در سلول‌های دارای رشد سریع
۱۱۰	۳-۴ منحنی رشد
۱۱۱	۱-۳-۴ فاز تأخیری
۱۱۱	۲-۳-۴ فاز نمایی (لگاریتمی)
۱۱۲	۳-۳-۴ فاز سکون (رکود)

۱۱۴	۴-۳-۴ پیری و مرگ
۱۱۵	۴-۴ محاسبات ریاضی مربوط به رشد
۱۱۸	۵-۴ رشد دومرحله‌ای
۱۱۹	۶-۴ کشت مداوم میکروارگانیسم‌ها
۱۲۰	۱-۶-۴ کموستات
۱۲۲	۲-۶-۴ توربیدوستات
۱۲۳	۷-۴ رشد هماهنگ
۱۲۳	۱-۷-۴ انتخاب براساس اندازه و سن
۱۲۴	۲-۷-۴ فن آوری القایی
۱۲۴	۸-۴ تأثیر فاکتورهای محیطی در رشد میکروبی
۱۲۶	۱-۸-۴ آب فعال و محلول‌ها
۱۳۰	۲-۸-۴ pH
۱۳۲	۳-۸-۴ دما
۱۳۶	۴-۸-۴ غلظت اکسیژن
۱۳۹	۵-۸-۴ فشار
۱۴۰	۶-۸-۴ کشش سطحی
۱۴۰	۷-۸-۴ پرتو
۱۴۴	خلاصه
۱۴۷	خودآزمایی

۱۴۹	فصل ۵: عوامل فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر رشد میکروارگانیسم‌ها
۱۴۹	هدف‌های کلی
۱۴۹	هدف‌های یادگیری
۱۵۰	مقدمه
۱۵۰	۱-۵ تعاریف
۱۵۱	۲-۵ الگوی مرگ میکروبی
۱۵۲	۳-۵ مکانیسم عمل عوامل ضد میکروبی
۱۵۳	۴-۵ شرایط مؤثر بر اثربخش بودن عوامل ضد میکروبی
۱۵۴	۵-۵ استریلیزاسیون (سترون کردن)
۱۵۵	۶-۵ عوامل فیزیکی
۱۵۵	۱-۶-۵ حرارت
۱۶۰	۲-۶-۵ فیلتراسیون (صاف کردن)
۱۶۱	۷-۵ پرتوها
۱۶۳	۸-۵ عوامل شیمیایی
۱۶۳	۱-۸-۵ مواد ضد عفونی کننده
۱۶۳	۲-۸-۵ مواد گندزدا

۱۶۳	۳-۸۵ فنل
۱۶۴	۴-۸۵ الکل ها
۱۶۵	۵-۸۵ فلزات سنگین
۱۶۵	۶-۸۵ ترکیبات چهارظرفیتی آمونیوم
۱۶۶	۷-۸۵ آلدئیدها
۱۶۶	۸-۸۵ هالوژن ها
۱۶۷	۹-۸۵ گازهای استریل کننده
۱۶۷	۱۰-۸۵ اکسیداتیلن
۱۶۸	۱۱-۸۵ آنتی بیوتیک ها
۱۷۱	۱۱-۸۵ ارزیابی تأثیر عامل ضد میکروبی
۱۷۱	۱-۱۱-۸۵ تست ضریب فنلی
۱۷۲	۲-۱۱-۸۵ تست رقت مورد استفاده
۱۷۲	۳-۱۱-۸۵ تعیین حداقل تراکم متوقف کننده
۱۷۲	۴-۱۱-۸۵ تست در محیط آگار
۱۷۳	۵-۱۱-۸۵ منحنی مرگ میکروب ها
۱۷۳	۶-۱۱-۸۵ آزمایش به شکل مصرفی
۱۷۳	خلاصه
۱۷۶	خودآزمایی
۱۷۷	فصل ۶: متابولیسم: آزادشدن انرژی و حفظ آن
۱۷۷	هدف های کلی
۱۷۷	هدف های یادگیری
۱۷۹	مقدمه
۱۸۰	۱-۶ نقش ATP در متابولیسم
۱۸۱	۲-۶ واکنش های اکسیداسیون - احیا، حامل های الکترون و سیستم های انتقال الکترون
۱۸۳	۳-۶ فرایندهای تغذیه ای شیمیوارگانوتروف ها
۱۸۴	۴-۶ تنفس هوازی
۱۸۵	۵-۶ شکست گلوکز به پیرووات
۱۸۶	۱-۵-۶ مسیر امبدن - میرهوف
۱۹۰	۶-۶ چرخه تری کربوکسیلیک اسید
۱۹۲	۷-۶ چرخه گلی اکسیلات
۱۹۳	۸-۶ انتقال الکترون و فسفریلاسیون اکسیداتیو
۱۹۴	۹-۶ بازده ATP در تنفس هوازی
۱۹۶	۱۰-۶ تنفس بی هوازی
۱۹۸	۱۱-۶ تخمیر
۲۰۱	۱۲-۶ شیمیولیتوتروفي

۲۰۵	۱۳-۶ فتوتروفی
۲۰۸	۱-۱۳-۶ واکنش‌های مرحله تاریکی تثبیت CO ₂
۲۱۰	۱۴-۶ استفاده از انرژی در بیوسنتز
۲۱۰	۱-۱۴-۶ متابولیت‌های پیش‌ساز
۲۱۱	۱۵-۶ اگزوتروفی
۲۱۲	۱۶-۶ کنترل متابولیسم انرژی
۲۱۲	۱-۱۶-۶ کانال‌های متابولیکی
۲۱۲	۲-۱۶-۶ تنظیم ژنتیکی
۲۱۵	۳-۱۶-۶ کنترل فعالیت آنزیمی
۲۱۹	۱۷-۶ اثرات تنظیمی بر روی مسیر گلیکولیتیک
۲۱۹	۱-۱۷-۶ اثر پاستور
۲۲۰	خلاصه
۲۲۵	خودآزمایی

فصل ۷: طبقه‌بندی میکروارگانیسم‌ها

۲۲۷	هدف‌های کلی
۲۲۷	هدف‌های رفتاری
۲۲۸	مقدمه
۲۲۹	۱-۷ کتاب جامع باکتری‌شناسی سیستماتیک برگ
۲۳۱	۲-۷ طبقه‌بندی عددی
۲۳۱	۳-۷ طبقه‌بندی فیلوژنتیک
۲۳۲	۴-۷ روش رده‌بندی و شناسایی
۲۳۲	۱-۴-۷ ویژگی‌های شکلی
۲۳۲	۲-۴-۷ آزمایش‌های بیوشیمیایی
۲۳۳	۳-۴-۷ سرم‌شناسی
۲۳۳	۴-۴-۷ فاز تایپینگ
۲۳۴	۵-۴-۷ ترکیب بازی اسیدهای نوکلئیک
۲۳۴	۶-۴-۷ دورگه‌سازی اسید نوکلئیک
۲۳۶	۷-۴-۷ تعیین ترتیب RNA ریبوزمی
۲۳۶	۸-۴-۷ ترتیب اسیدهای آمینه
۲۳۶	خلاصه
۲۳۸	خودآزمایی

فصل ۸: ویروس‌ها

۲۳۹	هدف‌های کلی
۲۳۹	هدف‌های یادگیری

۲۳۹	مقدمه
۲۴۰	۱-۸ میزبان ویروس‌ها
۲۴۰	۲-۸ ساختمان ویروس‌ها
۲۴۰	۱-۲-۸ اسید نوکلئیک
۲۴۱	۲-۲-۸ کپسید
۲۴۲	۳-۲-۸ پوشش (انولوپ)
۲۴۲	۴-۲-۸ سایر اجزای ویروس
۲۴۳	۳-۸ انواع تقارن در ویروس‌ها
۲۴۳	۱-۳-۸ ویروس‌های مارپیچی
۲۴۳	۲-۳-۸ ویروس‌های چندوجهی
۲۴۳	۳-۳-۸ ویروس‌های کمپلکس
۲۴۴	۴-۸ سیستم جهانی رده‌بندی ویروس‌ها
۲۴۶	۵-۸ تکثیر ویروس‌ها
۲۴۷	۱-۵-۸ تکثیر در فازهای T ₂ (چرخه لیتیک)
۲۴۸	۲-۵-۸ لیزوژنی
۲۴۹	۳-۵-۸ تکثیر ویروس‌های حیوانی
۲۵۲	۶-۸ آلودگی ویروس نهفته
۲۵۳	۷-۸ اثرات عفونی ناشی از ویروس‌های حیوانی بر سلول‌های میزبان
۲۵۳	۸-۸ دفاع بدن در برابر ویروس‌ها
۲۵۴	۹-۸ ویروس‌ها و سرطان
۲۵۵	۱-۹-۸ ویروس‌های سرطان‌زای DNA دار
۲۵۵	۲-۹-۸ ویروس‌های سرطان‌زای RNA دار
۲۵۶	۱۰-۸ سندروم نقص ایمنی اکتسابی
۲۵۷	خلاصه
۲۵۸	خودآزمایی
۲۶۱	فصل ۹: ژنتیک پروکاریوت‌ها
۲۶۱	هدف‌های کلی
۲۶۱	هدف‌های یادگیری
۲۶۲	مقدمه
۲۶۳	۱-۹ عناصر ژنتیکی متحرک
۲۶۳	۱-۱-۹ توالی الحاقی (IS)
۲۶۳	۲-۱-۹ ترانسپوزون (Tn)
۲۶۵	۳-۱-۹ پلاسمیدها
۲۶۶	۲-۹ همانندسازی DNA
۲۶۸	۳-۹ اساس ژنتیکی گوناگونی صفات باکتریایی

۲۶۸	۱-۳-۹ جهش
۲۷۰	۴-۹ جهش یافتگان شرطی
۲۷۱	۵-۹ شناسایی فنوتیپ‌های جهش یافته
۲۷۱	۱-۵-۹ روش انتخابی مستقیم
۲۷۱	۲-۵-۹ روش کشت مکرر (المنی سازی)، روش لدربرگ
۲۷۱	۶-۹ علل بروز جهش
۲۷۲	۱-۶-۹ عوامل فیزیکی
۲۷۳	۲-۶-۹ عوامل شیمیایی
۲۷۴	۷-۹ تعیین جهش‌زا بودن مواد مختلف با استفاده از آزمایش ایمر
۲۷۴	۸-۹ انتقال افقی ژن در پروکاریوت‌ها
۲۷۶	۹-۹ نوترکیبی در سطح مولکولی
۲۷۷	۱۰-۹ انتقال و تبادل اطلاعات ژنتیکی در میان باکتری‌ها
۲۷۷	۱-۱۰-۹ ترانسفورمیشن (انتقال بی واسطه یا انتقال برهنه)
۲۷۹	۲-۱۰-۹ ترانس‌داکشن (انتقال با واسطه)
۲۸۳	۳-۱۰-۹ کانجوگیشن (هم‌یوگی)
۲۸۹	۱۱-۹ بیان ژن
۲۸۸	۱-۱۱-۹ مقایسه رونویسی در باکتری‌ها با سلول‌های یوکاریوت
۲۹۱	۲-۱۱-۹ مقایسه ترجمه در باکتری‌ها با سلول‌های یوکاریوت
۲۹۲	خلاصه
۲۹۶	خودآزمایی

۲۹۷	فصل ۱۰: بیماری‌زایی میکروارگانیسم‌ها
۲۹۷	هدف‌های کلی
۲۹۷	هدف‌های یادگیری
۲۹۷	مقدمه
۲۹۸	۱-۱۰ عوامل مؤثر در آلودگی
۲۹۹	۲-۱۰ فرایند عفونی
۲۹۹	۳-۱۰ تنظیم فاکتورهای ویروالانس باکتریایی
۳۰۰	۴-۱۰ فاکتورهای ویروالانس باکتری
۳۰۰	۱-۴-۱۰ فاکتورهای چسبندگی (عوامل چسبندگی)
۳۰۲	۵-۱۰ غلبه بر سیستم دفاعی بدن
۳۰۲	۶-۱۰ عوامل مؤثر در بقا و بیماری‌زایی میکروارگانیسم‌ها
۳۰۲	۱-۶-۱۰ توکسین‌ها
۳۰۷	۲-۶-۱۰ آنزیم‌ها
۳۰۸	۳-۶-۱۰ فاکتورهای ضد فاگوسیتی
۳۰۹	۴-۶-۱۰ بیماری‌زایی داخل سلول

۳۰۹	۵-۶-۱۰ ناهمگونی آنتی ژنی
۳۱۰	۶-۶-۱۰ تولید سیدروفور
۳۱۰	۷-۶-۱۰ نقش بیوفیلیم‌های باکتری
۳۱۱	۷-۱۰ مکانیسم‌های دفاعی میزبان
۳۱۱	۱-۷-۱۰ ایمنی ذاتی
۳۱۱	۲-۷-۱۰ ایمنی اکتسابی
۳۱۲	۸-۱۰ مکانیسم‌های ایمنی ذاتی
۳۱۲	۱-۸-۱۰ سدهای فیزیولوژیک در محل ورود
۳۱۳	۲-۸-۱۰ مکانیسم‌های ایمونولوژیک ذاتی
۳۱۸	۹-۱۰ مکانیسم‌های دفاع اختصاصی میزبان
۳۱۸	۱-۹-۱۰ پاسخ ایمنی اکتسابی
۳۲۰	۱۰-۱۰ اساس سلولی پاسخ ایمنی
۳۲۱	۱-۱۰-۱۰ سلول‌های B
۳۲۱	۲-۱۰-۱۰ سلول‌های T
۳۲۱	۱۱-۱۰ آنتی‌بادی‌ها
۳۲۳	۱-۱۱-۱۰ عملکرد و ساختمان آنتی‌بادی
۳۲۵	۲-۱۱-۱۰ کلاس‌های ایمونوگلوبولین
۳۲۷	۳-۱۱-۱۰ مکانیسم‌های عملکرد آنتی‌بادی‌ها
۳۲۸	۱۲-۱۰ سیستم کمپلمان
۳۲۸	۱-۱۲-۱۰ فعال‌شدن کمپلمان
۳۳۰	۱۳-۱۰ سیتوکین‌ها
۳۳۱	۱۴-۱۰ انتقال عفونت
۳۳۱	۱-۱۴-۱۰ انتقال از طریق تماس مستقیم افراد
۳۳۱	۲-۱۴-۱۰ انتقال میکروارگانیسم‌ها از جانوران، بندپایان و حشرات به انسان
۳۳۱	۳-۱۴-۱۰ انتقال از طریق عوامل محیطی
۳۳۱	۱۵-۱۰ بیماری‌های بومی و همه‌گیر
۳۳۲	۱۶-۱۰ واکسن
۳۳۲	خلاصه
۳۳۵	خودآزمایی
۳۳۷	فصل ۱۱: میکروپزشناسی مواد غذایی
۳۳۷	هدف‌های کلی
۳۳۷	هدف‌های یادگیری
۳۳۷	مقدمه
۳۳۸	۱-۱۱ فساد مواد غذایی
۳۳۹	۱-۱-۱۱ مواد غذایی زود فاسدشدنی یا حساس

۳۳۹	۲-۱-۱۱ مواد غذایی دیر فاسدشدنی
۳۳۹	۳-۱-۱۱ مواد غذایی فاسدشدنی یا باثبات
۳۳۹	۲-۱۱ عوامل مؤثر در رشد میکروارگانیسم‌ها در غذاها
۳۴۰	۱-۲-۱۱ عوامل ذاتی (درونی)
۳۴۱	۲-۲-۱۱ عوامل بیرونی (محیطی)
۳۴۲	۳-۱۱ مسمومیت غذایی
۳۴۲	۴-۱۱ سموم قارچی (مایکوتوکسین)
۳۴۳	۵-۱۱ نقش میکروارگانیسم در تولید مواد غذایی
۳۴۳	۶-۱۱ انواع غذاها تولیدشده توسط میکروارگانیسم‌ها
۳۴۳	۱-۱۱ غذاها لبنی
۳۴۴	۲-۱۱ فرآورده‌های گوشتی
۳۴۴	۳-۱۱ فرآورده‌های گیاهی
۳۴۵	۴-۱۱ مخمر نانوبی
۳۴۵	۵-۱۱ پروتئین‌های تک‌یاخته
۳۴۶	۶-۱۱ تولید اسیدهای آمینه
۳۴۷	۷-۱۱ افزودنی‌های غذایی
۳۴۸	۸-۱۱ غذاها فراسودمند
۳۴۹	خلاصه
۳۵۰	خودآزمایی

۳۵۱	فصل ۱۲: میکروبی‌شناسی صنعتی
۳۵۱	هدف‌های کلی
۳۵۱	هدف‌های یادگیری
۳۵۱	مقدمه
۳۵۲	۱-۱۲ کشت میکروب‌ها در مقیاس بزرگ
۳۵۲	۲-۱۲ انواع فرآورده‌های میکروبی
۳۵۲	۳-۱۲ تهیه فرآورده‌های میکروبی
۳۵۲	۱-۳-۱۲ تولید الکل
۳۵۴	۲-۳-۱۲ تولید اسید استیک
۳۵۴	۳-۳-۱۲ تخمیر استون - بوتانل
۳۵۴	۴-۳-۱۲ اسید گلوکونیک
۳۵۵	۵-۳-۱۲ تولید اسید سیتریک
۳۵۵	۶-۳-۱۲ تخمیر لاکتیک
۳۵۵	۷-۳-۱۲ تولید اسید پروپیونیک
۳۵۶	۴-۱۲ آنزیم‌ها
۳۵۸	۵-۱۲ فرآورده‌های دارویی

۳۵۸	۱۵-۱۲ آنتی بیوتیک‌ها
۳۵۹	۲۵-۱۲ هورمون‌ها
۳۶۰	۳۵-۱۲ واکسن‌ها
۳۶۱	۶-۱۲ تولید صنعتی پروتئین‌های نو ترکیب
۳۶۱	خلاصه
۳۶۲	خودآزمایی
۳۶۳	پاسخنامه
۳۶۹	منابع

راهنمای مطالعه

کتابی که در دست دارید برای یادگیری هرچه بیشتر به صورت خود آموز تهیه شده است. سازمان بندی، ترتیب و توالی نوع نگارش آن طوری انتخاب شده است که بتوانید مطالب مورد بحث را آسان تر درک کنید، آنها را بهتر به ذهن بسپارید و در موارد مقتضی به کار گیرید. به منظور جلوگیری از اتلاف وقت و درک بهتر مفاهیم این کتاب به پیشنهادهای زیر دقیقاً توجه فرمایید.

۱. مطالعه را در محیطی آرام و عاری از عوامل مخل تمرکز و توجه آغاز کنید.
 ۲. پیش از آغاز مطالعه، هدف های آموزشی نهایی کتاب را بخوانید. این هدف ها به شما می آموزند که ضمن مطالعه ی کتاب باید در پی فهم چه مطالبی باشید و چگونه تشخیص دهید که تمام مطالب آن را فرا گرفته اید. این هدف ها به شما نشان می دهند که در پایان مطالعه و یادگیری این درس، قادر به انجام چه کارهایی خواهید بود. برای اینکه توانایی انجام تمام هدف های خواسته شده در کتاب را داشته باشید باید تمام کتاب، یعنی تمام فصل های کتاب و هدف های مختلف کلی و جزئی آن را بخوانید و درک کنید.
- در مجموع هدف های آموزشی این کتاب، همانند استاد درس به شما می آموزند که چگونه این درس را باید مطالعه کنید، روی چه نکاتی باید تاکید ورزید و آنها را چگونه فرا گیرید. هدف های نهایی کتاب و هدف های آموزشی کلی و جزئی فصل ها در عین حال شما را برای موفقیت در آزمون این درس راهنمایی می کنند. هنگامی که نخستین بار هدفی را می خوانید، ممکن است مفهوم آن را به طور کامل درک نکنید. این مسئله چندان غیرعادی نیست. با مراجعات مجدد، ضمن مطالعه ی متن و یا پس از پایان مطالعه، حتماً معنای هدف ها را به طور کامل خواهید فهمید و به اهمیت آنها پی خواهید برد.

۳. متن هر فصل را یکبار به صورت سریع مطالعه کنید، لازم نیست که در این مطالعه تمام مطالب را یاد بگیرید. این کار به شما کمک می کند تا دید جامعی نسبت به مطالب هر فصل به دست بیاورید و با سازمان کلی آن آشنا شوید. بدین سان، مفاهیم درس به صورت پراکنده، جدا از هم و بدون ارتباط با یکدیگر به ذهن سپرده نخواهد شد. در پایان مطالعه ی اول، به عنوان تمرین، برای خود یا دیگران اجمالاً توضیح دهید که بحث فصل درباره ی چه موضوعی بوده و چه اصول و قوانینی در آن مطرح شده اند. بار دیگر با توجه و دقت کامل، به مطالعه و فهم جزئیات مطالب فصل بپردازید. قبل از آغاز بار اول و دوم مطالعه و نیز در طی آن و همچنین در پایان کار، به هدف های آموزشی کلی و جزئی فصل رجوع کنید. هدف ها رفتارهایی هستند که انتظار می رود پس از مطالعه ی کتاب کسب کرده باشید. به هیچ وجه نباید مطالب متن را بدون درک آنها حفظ کنید. در پایان مطالعه ی هر فصل از خود پرسید که تا چه حد به هدف های فصلی که مطالعه کرده اید، رسیده اید. این پرسش را بار دیگر و در پایان مطالعه ی کتاب و در مورد هدف های آموزشی نهایی درس را از خود به عمل آورند.

۴. با پاسخ دادن به پرسش های مطرح شده در خودآزمایی پایان هر فصل دانسته های خود را ارزیابی کنید. این خودآزمایی ها برای حصول اطمینان از رسیدن به هدف های جزئی و نهایتاً دستیابی به هدف های آموزشی نهایی کتاب طرح ریزی شده اند. لازم به یادآوری است که باید با صرف وقت و دقت کافی تمام فعالیت های ذکر شده در خودآزمایی ها را انجام دهید. بهتر آن است که پاسخ های خود را یادداشت کنید. هرگاه در پاسخ دادن به هریک از پرسش های مندرج در خودآزمایی های پایان فصل با اشکالی روبرو شدید، حتماً با مراجعه به متن مربوطه اشکال خود را برطرف کنید. ۵. در هنگام مطالعه متن کتاب، حتماً از شکل های ارائه شده استفاده کنید. این شکل ها می توانند تأثیر شایسته ای در یادگیری شما داشته باشند.

۶. به خاطر سپردن مطالبی که تحت عنوان «مطالعه ی اختیاری» آمده اند الزامی نیست. این مطالب صرفاً به منظور ارائه ی اطلاعات بیشتر در زمینه های خاص در نظر گرفته شده اند. ۷. مطالبی که به صورت "پانوشته" ارائه شده اند، در اغلب موارد، برای تشریح و توضیح گویاتر واژه هایی است که در متن به آنها اشاره شده است.

موفق باشید.

پیشگفتار

واژه میکروبیولوژی^۱ از سه جزء میکرو^۲ به معنای کوچک، بیو^۳ به معنای زندگی و لوژی^۴ به معنای شناسایی تشکیل شده است. کلمه میکروب^۵ یا ژرم^۶ که امروزه واژه میکروارگانیسم^۷ جایگزین آن شده، اولین بار توسط سدیلو^۸ در سال ۱۸۷۸ به کار برده شده است و شامل تمام موجودات زنده میکروسکوپی است. موجوداتی که خصوصیات برخی از آنها شبیه گیاهان، گروهی مانند جانوران و عده‌ای نیز در حد فاصل این دو سلسله قرار دارند.

تنوع و گسترش میکروارگانیسم‌ها در طبیعت باعث پیدایش جمعیت‌های بزرگ و گوناگونی از آنها شده است و این موجودات بیشترین نوع حیات و وسیع‌ترین پراکندگی را در سیاره‌ی ما به خود اختصاص داده‌اند، به طوری که طبق برآوردهای انجام شده، توده‌ی میکروارگانیسم‌ها افزون بر توده‌ی سایر موجودات زنده است. پیشرفت‌های حیرت‌انگیز پزشکی در امر تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری‌ها در طی سده‌های اخیر در پرتو کشفیاتی حاصل شده‌اند که تاکنون در زمینه‌ی میکروب‌شناسی انجام گرفته‌اند.

از آنجا که فعالیت‌های شیمیایی موجودات زنده از بسیاری جهات همانند

-
1. Microbiology
 2. Micro
 3. Bio
 4. Logy
 5. Microbe
 6. Germ
 7. Microorganism
 8. Sedillot

یکدیگرند، لذا مطالعه‌ی متابولیسم میکروارگانیسم‌ها، برای درک متابولیسم بدن انسان، کمک فراوانی به ما کرده است.

میکروب‌شناسی رشته‌ی نسبتاً نوینی است و بیش از چند سده از قدمت آن نمی‌گذرد. در طی ۴۰ سال گذشته میکروب‌شناسی، به‌عنوان رشته‌ی بسیار ارزشمندی از زیست‌شناسی، جایگاه ویژه‌ای را در زمینه‌ی دانش به خود اختصاص داده است. میکروب‌شناسی دانشی است که از شکل، ساختار، فیزیولوژی، متابولیسم و کلیه‌ی خواص موجودات زنده میکروسکوپی گفتگو می‌کند و رابطه‌ی این موجودات را در برخی از بیماری‌های انسان، جانوران و گیاهان، همچنین تجزیه و تخمیر مواد آلی مورد بررسی قرار می‌دهد. این دانش با کاربرد وسیع میکروارگانیسم‌ها در زمینه‌های صنایع گوناگون و کشاورزی نیز در ارتباط است.

هدف‌های آموزشی نهایی کتاب حاضر عبارت است از:
آشنایی با ویژگی‌های زیستی میکروارگانیسم‌ها، رابطه‌ی آنها با بیماری‌زایی و بررسی محیط زیست و کاربرد میکروارگانیسم‌ها در زمینه‌های مختلف است.
برای دستیابی به هدف‌های آموزشی نهایی بالا، کتاب در دوازده فصل به ترتیب زیر تنظیم شده است:

فصل ۱: تاریخچه و قلمرو میکروبیولوژی

فصل ۲: ساختمان سلول باکتری

فصل ۳: تغذیه میکروبی

فصل ۴: رشد و نمو میکروارگانیسم‌ها

فصل ۵: عوامل فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر رشد میکروارگانیسم‌ها

فصل ۶: متابولیسم: آزادشدن انرژی و حفظ آن

فصل ۷: طبقه‌بندی میکروارگانیسم‌ها

فصل ۸: ویروس‌ها

فصل ۹: ژنتیک پروکاریوت‌ها

فصل ۱۰: بیماری‌زایی میکروارگانیسم‌ها

فصل ۱۱: میکروب‌شناسی مواد غذایی

فصل ۱۲: میکروب‌شناسی صنعتی

فصل ۱

تاریخچه و قلمرو میکروبیولوژی

هدف‌های کلی

آشنایی با چگونگی کشف میکروارگانیسم‌ها و تاریخچه‌ی شکل‌گیری و ابداع روش‌ها و تکنیک‌های مطالعه، نظریه‌های مهم، نقش و تأثیر این دانش در زمینه‌های گوناگون نظری و عملی.

هدف‌های یادگیری

۱. میکروبیولوژی را علاوه بر اندازه ارگانیسم‌های مورد بحث آن، می‌توان براساس تکنیک‌های مورد استفاده در این مطالعات نیز تعریف کرد.
۲. میکروارگانیسم‌ها شامل موجودات غیرسلولی (مانند ویروس‌ها)، سلول‌های پروکاریوتی و سلول‌های یوکاریوتی می‌شوند.
۳. میکروارگانیسم‌های سلولی در سه قلمرو حیات شامل: باکتری‌ها، آرکی باکتری‌ها، یوکاریوت‌ها، یافت می‌شوند.
۴. پیشرفت میکروبیولوژی به‌عنوان یک رشته‌ی علمی، به در دسترس بودن میکروسکوپ و توانایی جداکردن و رشد کشت‌های خالص میکروارگانیسم‌ها وابسته است.
۵. گسترش این تکنیک‌ها تا حد زیادی از مطالعات مربوط به رد تئوری تولید خود به خودی و اثبات قابلیت میکروارگانیسم‌ها در ایجاد بیماری‌ها، نشأت گرفته است.
۶. میکروبیولوژی یک رشته علمی بزرگ است، این علم تأثیر بسزایی بر سایر حوزه‌های

زیست‌شناسی و رفاه عمومی انسان داشته و خواهد داشت.

مقدمه

با کشف جهان میکروارگانیسم‌ها، به بحث‌های مجادله‌آمیزی که در مورد منشأ حیات وجود داشت خاتمه داده شد و با ارائه‌ی نظریه عامل مولد بیماری مشخص گردیده بیماری‌ها نه تنها در اثر عوامل زنده به‌وجود می‌آیند، بلکه میکروارگانیسم‌های متفاوت مسئول بیماری‌های گوناگون هستند. پیدایش و گسترش روش‌ها و تکنیک‌های آزمایشگاهی مربوط به میکروبیولوژی و به دنبال آن معرفی اصول پیشگیری و درمان بیماری‌های میکروبی راه را برای پژوهش در زمینه‌ی ایمن‌سازی و شیمی‌درمانی هموار کرد. امروزه کاربرد میکروبیولوژی به زمینه‌های پزشکی محدود نمی‌شود و ابعاد بسیار گسترده‌ای یافته است. بی‌شک، پیشرفت در زمینه‌های مختلف میکروبیولوژی به دانش زیست‌شناسی نیز کمک‌های شایان توجهی کرده است (ادیب‌فر، ۱۳۸۳؛ افسری‌نژاد و شایسته‌نژاد، ۱۳۸۰).

۱-۱ میکروارگانیسم‌ها به‌عنوان سلول

سلول واحد پایه‌ی زندگی است. غشا سلولی حایلی است که درون سلول را از محیط بیرون جدا می‌سازد. در درون غشا سلولی انواع ساختارها و مواد شیمیایی دیده می‌شود که فعالیت سلول را برعهده دارند.

در سلول ساختار کلیدی هسته^۱ یا هسته مانند^۲ وجود دارد. هسته یا شبه هسته اطلاعات لازم برای تقسیم سلول و تولید سلول‌های بیشتر را دربر دارند. همچنین در سلول سیتوپلاسم وجود دارد که مکانیسم‌های لازم برای رشد سلولی، فیزیولوژی و عملکرد سلول در آن قرار دارد. همه سلول‌ها دارای انواع خاصی از مواد شیمیایی پیچیده مثل: پروتئین، اسیدهای نوکلئیک، لیپیدها و پلی‌ساکاریدها هستند. این مواد پیچیده تحت عنوان ماکرومولکول‌ها قرار دارند. نظر به اینکه این قبیل مواد در همه عالم زنده، مشترک است؛ بنابراین تصور می‌شود که همه سلول‌ها از یک سلول اجدادی

1. Nucleus
2. Nucleoid

تاریخچه و قلمرو میکروبیولوژی ۳

مشترک اشتقاق یافته‌اند. انواع گوناگون موجودات که امروزه وجود دارند طی بلیون‌ها سال تکامل پیدا شده‌اند. سلول زنده سیستم شیمیایی پیچیده‌ای است. صفاتی که سلول‌های زنده را از سیستم‌های غیرزنده متمایز می‌سازد به‌طور کلی عبارتند از: ۱. تغذیه، ۲. رشد و همانندسازی، ۳. تمایز، ۴. ترارسانی شیمیایی (سلول به تحریکات فیزیکی و شیمیایی محیط خود پاسخ نشان می‌دهد)، ۵. تکامل (ملک‌زاده و شهامت، ۱۳۸۶؛ مادیگان و دیگران، ۲۰۰۹).

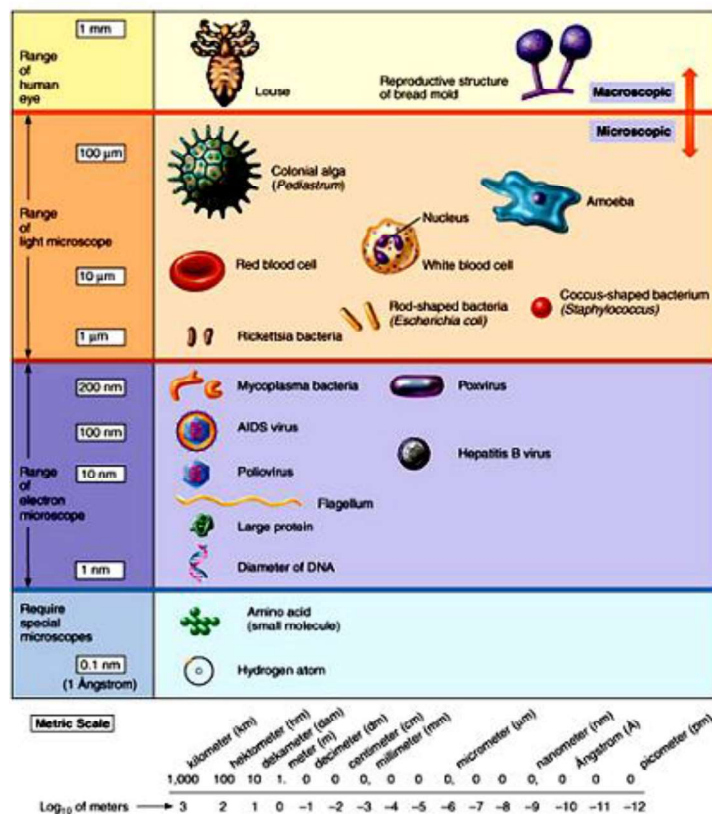
ساده‌ترین نوع سازمان سلولی، نوعی است که در آن کل موجود از یک سلول تشکیل یافته است. جانداران تک سلولی تقریباً همگی ریز و ذره‌بینی هستند و چون به حالت مستقل و خودکفا به سر می‌برند، هریک بایستی تمام اعمال حیاتی خود را به تنهایی انجام دهند. گرچه جانداران تک‌سلولی از نظر اندازه به هم شباهت دارند؛ ولی اختلاف زیادی بین آنها دیده می‌شود. مثلاً برخی نظیر پروتوزوئرها و جلبک‌ها، ساختار سلولی یوکاریوت دارند و برخی نظیر باکتری‌ها و سیانوباکتری‌ها، سلول‌های ساده پروکاریوت دارند. بنابراین، از نظر اندازه و سازمان درونی، بین جانداران تک‌سلولی تنوع زیادی دیده می‌شود در شکل (۱-۱) اندازه نسبی مولکول‌ها، سلول‌ها و جانداران نشان داده شده است.

۲-۱ اعضای دنیای میکروبی

میکروبیولوژی اغلب براساس مطالعه موجودات و عوامل بسیار کوچک - که به‌وسیله چشم غیرمسلح به وضوح دیده نمی‌شوند - تعریف شده است. از آن‌جا که اجسام با قطر کمتر از یک میلی‌متر را نمی‌توان به وضوح دید؛ باید با یک میکروسکوپ دیده شوند. با این وجود، اجتماع برخی از میکروارگانیسم‌های یوکاریوتی، بدون میکروسکوپ نیز قابل رؤیت هستند، مانند: کپک‌های نان و جلبک‌های رشته‌ای که به‌وسیله میکروبیولوژیست‌ها مطالعه می‌شوند. دو باکتری *Epulopiscium*, *Thiomargarita* نیز با چشم غیرمسلح قابل رویت هستند.

میکروارگانیسم‌ها متنوع هستند و طبقه‌بندی آنها برای متخصصان طبقه‌بندی‌کننده میکروب‌ها، یک چالش همیشگی ایجاد کرده است. توصیف اولیه برخی از آنها همانند گیاهان و جانوران ساده نبود. برای نمونه برخی میکروب‌ها مانند جانوران متحرک

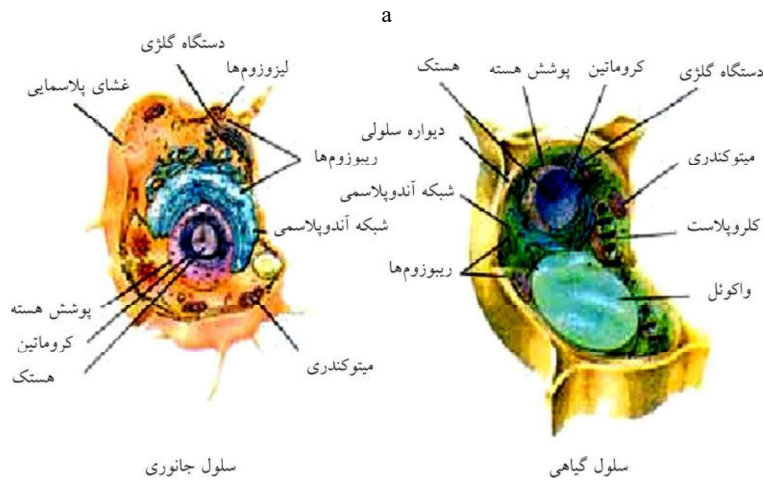
هستند، درحالی که هم دیواره سلولی دارند و هم مانند گیاهان فتوسنتزکننده هستند. چنین میکروب‌هایی را نمی‌توان به راحتی در یک قلمرو قرار داد. فاکتور مهم دیگر در طبقه‌بندی میکروارگانیسم‌ها این است که برخی از میکروارگانیسم‌ها از سلول پروکاریوتی تشکیل شده‌اند و بعضی دیگر از سلول‌های یوکاریوتی تشکیل شده‌اند. سلول‌های پروکاریوتی (Pro به معنای قبل یا کاذب و Karyon به معنای مغز یا هسته) به معنای ارگانیسم‌هایی با هسته اولیه هستند. پروکاریوت‌ها، ریخت‌شناسی بسیار ساده‌تری نسبت به سلول‌های یوکاریوتی دارند، فاقد هسته حقیقی محصور شده با غشا هستند و تقسیم شدن آنها غیرمیتوزی است. در مقابل سلول‌های یوکاریوتی (Eu به معنای حقیقی و Karyon به معنای هسته) هسته‌ای محصور در غشا دارند که محتوی چندین مولکول DNA بوده و براساس فرایند شناخته شده‌ی میتوز تقسیم می‌شوند.



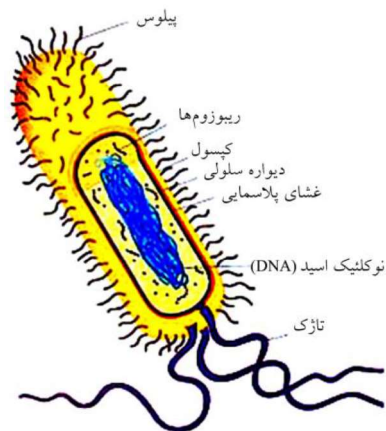
شکل ۱-۱. مقایسه اندازه مولکول، سلول و موجود زنده.

تاریخچه و قلمرو میکروبیولوژی ۵

یوکاریوت‌ها از لحاظ ریخت‌شناسی بسیار پیچیده هستند و علاوه بر هسته دارای میتوکندری‌ها، دستگاه گلژی، شبکه آندوپلاسمی و کلروپلاست (تنها در سلول‌های فتوسنتتیک) هستند. همچنین در سلول یوکاریوت، سیتواسکلت به‌صورت سری ساختارهای درونی وجود دارد که سلول را نگه می‌دارد و به تشکیل و حرکت و جابجایی اجزای درون سلول کمک می‌کند. سلول یوکاریوت معمولاً از پروکاریوت‌ها بزرگ‌تر هستند (شکل ۲-۱). این مشاهدات در نهایت به گسترش الگوی طبقه‌بندی انجامید که موجودات را به ۵ سلسله: مونرا^۱، آغازیان، قارچ‌ها، جانوران و گیاهان تقسیم کرد.



b



شکل ۲-۱. مقایسه سلول یوکاریوت (a) با سلول پروکاریوت (b).