



میکروبیولوژی عمومی

(رشته زیست شناسی)

مینا افسری نژاد شایسته سپهر

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست مطالب

پانزده هجده	راهنمای مطالعه مقدمه
۱	گفتار اول: سیر تاریخی شکل گیری و توسعه‌ی دانش میکروب‌شناسی
۱	پیشگفتار
۲	میکروسکوپ و کشف جهان میکروب‌ها
۳	برخی نظریه‌های تاریخی درباره‌ی میکروب‌شناسی
۴	نظریه‌های بیوژنز و آبیوژنز
۶	نظریه‌ی عامل مولد تخمیر
۶	نظریه‌ی عامل مولد بیماری
۸	پیدایش و گسترش روش‌ها و تکنیک‌های آزمایشگاهی میکروب‌شناسی
۹	پیشگیری و درمان بیماری‌های میکروبی
۱۰	ایمن‌سازی
۱۲	فاگوستوز (بیگانه‌خواری)
۱۲	ضد عفونی‌کننده‌ها
۱۳	شیمی درمانی
۱۴	کاربرد میکروب‌شناسی در زمینه‌های غیر پزشکی
۱۵	میکروب‌شناسی و زیست‌شناسی
۱۶	خلاصه‌ی گفتار اول
۱۶	خودآزمایی گفتار اول
۱۹	گفتار دوم: طبقه‌بندی و ویژگی‌های اساسی میکروارگانیسم‌ها
۲۱	سلسه‌ی یوکاریوتیک (پروتیستا)
۲۲	سلسه‌ی پروکاریوتیک

۲۲	شاخه فتوباکتری‌ها
۲۲	شاخه اسکوتوباکتری‌ها
۲۲	الف) باکتری‌ها
۲۳	ب) باکتری‌های بدون دیواره
۲۳	ج) باکتری‌هایی که زندگی درون یاخته‌ای اجباری دارند
۲۵	مطالعه‌ی اختیاری
۲۷	ویروس‌ها
۲۷	ویروئیدها
۲۸	پریون‌ها
۲۸	تفاوت یاخته‌های یوکاریوت و پروکاریوت
۳۰	خلاصه‌ی گفتار دوم
۳۲	خودآزمایی گفتار دوم
۳۳	گفتار سوم: ساختار تشریحی و ریخت شناختی باکتری‌ها
۳۳	پیشگفتار
۳۴	ریخت شناختی و آرایش گروهی باکتری‌ها
۳۶	اندازه‌ی باکتری‌ها
۳۹	ساختار تشریحی باکتری‌ها
۴۰	پوشینه
۴۱	دیواره
۴۱	I) ساختار شیمیایی دیواره (اسکلت پلی‌ساکاریدی، زنجیره‌های تتراپتیدی، پل‌های عرضی)
۴۴	II) تفاوت‌های ترکیبی و ساختار دیواره‌ی یاخته
۴۴	الف) باکتری‌های گرم مثبت
۴۵	ب) باکتری‌های گرم منفی
۴۷	ج) باکتری‌های واجد دیواره‌ی ناقص
۴۹	III) سازوکار رنگ‌آمیزی گرم
۵۱	غشای سیتوپلاسمی
۵۲	۱. خاصیت جذب انتخابی و انتقال مواد به درون یاخته
۵۲	الف) انتقال غیرفعال
۵۳	ب) انتقال فعال
۵۳	۲. جایگاه واکنش‌های تنفسی
۵۳	۳. دفع آگزوانزیم‌ها و آگزوتوسین‌ها
۵۴	۴. جایگاه واکنش‌های بیوسنتز
۵۴	سیتوپلاسم
۵۴	الف) ریبوزوم
۵۵	ب) مروزوم
۵۶	ج) کروماتوفور
۵۷	د) مواد ذخیره‌ای
۵۷	ه) ماتریس

۵۷	هسته
۵۸	تاژک
۶۲	الف) سازوکار حرکت باکتری‌ها
۶۲	ب) آرایش تاژک‌ها در باکتری‌ها
۶۳	مژک
۶۵	هاگ
۶۷	ساختار هاگ
۶۹	رویش هاگ
۶۹	علل مقاومت هاگ
۶۹	مقاومت در برابر گرما
۷۰	مقاومت شیمیایی
۷۰	مقاومت در برابر پرتوها
۷۰	اختصاصات ظاهری هاگ
۷۱	خلاصه‌ی گفتار سوم
۷۲	خودآزمایی گفتار سوم
۷۷	گفتار چهارم: رشد و تکثیر باکتری‌ها
۷۷	پیشگفتار
۷۹	تعریف رشد و تکثیر
۷۹	انواع تولیدمثل باکتری‌ها
۷۹	رشد تصاعدی و زمان تقسیم
۸۲	رشد و تکثیر باکتری‌ها در کشت «بج»؛ منحنی رشد
۸۳	مرحله‌ی لگ
۸۴	مرحله‌ی رشد و تکثیرنمایی (لگاریتمی)
۸۵	مرحله‌ی سکون (رکود)
۸۶	مرحله‌ی مرگ
۸۶	ویژگی‌های رشد و تکثیر در کشت دایم
۸۸	کشت‌های همزمان
۹۰	شرایط رشد و تکثیر
۹۰	نیاز تغذیه‌ای
۹۰	الف) رطوبت
۹۱	ب) انرژی و منابع کربن
۹۲	ج) عناصر اساسی
۹۳	د) عوامل آلی رشد
۹۳	شرایط فیزیکی
۹۳	الف) دما
۹۶	ب) اسیدیته (pH)
۹۷	ج) اکسیژن مولکولی
۹۸	د) دی اکسید کربن

۹۸	ه) فشار اسمزی
۱۰۰	و) کشش سطحی
۱۰۱	ز) فشار هیدروستاتیک
۱۰۱	خلاصه‌ی گفتار چهارم
۱۰۲	خودآزمایی گفتار چهارم
۱۰۵	گفتار پنجم: متابولیسم و انرژی
۱۰۵	پیشگفتار
۱۰۷	مسیرهای متابولیسمی
۱۰۸	انتقال انرژی
۱۰۸	اکسایش و کاهش (اکسیداسیون و احیا)
۱۱۰	ATP: (مولکول ناقل انرژی)
۱۱۱	ناقلان الکترون
۱۱۳	تولید انرژی قابل مصرف
۱۱۴	فتوسنتز
۱۱۷	کاتابولیسم
۱۱۸	گلیکولیز
۱۱۹	تخمیر
۱۲۱	تنفس
۱۲۴	۱. اکسایش هوازی گلوکوز
۱۲۵	۲. اکسایش هوازی اسیدپروویک
۱۲۶	چرخه‌ی کربس
۱۲۹	تنفس بی‌هوازی
۱۳۰	مصرف انرژی (آنابولیسم)
۱۳۲	متابولیسم مواد لیپیدی
۱۳۳	متابولیسم مواد پلی‌ساکاریدی
۱۳۳	متابولیسم مواد پروتئینی
۱۳۴	متابولیسم اسیدهای نوکلئیک
۱۳۴	تنظیم متابولیسم
۱۳۵	سیستم بازدارندگی پس‌خوراند
۱۳۶	مهار سنتز آنزیم
۱۳۷	فرایندهای القایی
۱۳۷	خلاصه‌ی گفتار پنجم
۱۳۸	خودآزمایی گفتار پنجم
۱۴۳	گفتار ششم: سترون‌سازی و ضدعفونی کردن
۱۴۳	پیشگفتار
۱۴۴	تعریف سترونی
۱۴۵	روش‌های سترون کردن

۱۴۵	سترون کردن به کمک شعله
۱۴۵	سترون کردن به کمک جوشاندن
۱۴۶	سترون کردن به کمک گرمای متناوب (تندالیزاسیون)
۱۴۷	سترون کردن به کمک گرمای خشک
۱۴۸	سترون کردن به کمک گرمای مرطوب و تحت فشار
۱۵۲	ارزیابی دقت روش سترون سازی
۱۵۲	پاستوریزه کردن
۱۵۳	سترون کردن به کمک پرتودهی
۱۵۴	سترون کردن به کمک صافی
۱۵۶	سترون کردن به کمک گازهای شیمیایی
۱۵۹	الف) عوامل و شرایط مؤثر در عمل مواد ضد میکروبی
۱۶۰	ب) مکانیسم اثر مواد ضد میکروبی
۱۶۱	ج) انواع مواد ضد میکروبی
۱۶۳	د) طبقه بندی مواد ضد عفونی کننده
۱۶۵	ارزیابی مواد ضد عفونی کننده
۱۶۶	الف) آزمون های آزمایشگاهی
۱۶۶	ب) آزمون های مصرفی
۱۶۷	۱. نمونه برداری مستقیم از سطح به کمک پلیت آگاردار
۱۶۷	۲. استفاده از سواب
۱۶۷	۳. آبکشی
۱۶۹	خلاصه ی گفتار ششم
۱۷۰	خود آزمایی گفتار ششم

۱۷۵	گفتار هفتم: روش های تشخیص و رده بندی میکروب ها
۱۷۵	پیشگفتار
۱۷۶	روش های رده بندی باکتری ها
۱۷۶	ویژگی های ریخت شناختی
۱۷۷	رنگ آمیزی افتراقی
۱۷۷	آزمون های زیست شیمیایی
۱۷۸	آزمون های سرم شناختی
۱۷۸	آزمون های حساسیت به باکتریوفاژ
۱۷۹	ترادف امینواسیدها در پروتئین های مهم زیستی
۱۷۹	تجزیه ی پروتئینی
۱۷۹	ساختار اصلی اسیدهای هسته ای
۱۸۰	دورگه سازی اسید نوکلئیک
۱۸۱	خلاصه ی گفتار هفتم
۱۸۲	خود آزمایی گفتار هفتم

۱۸۵	گفتار هشتم: ژنتیک میکروب ها
۱۸۵	پیشگفتار

۱۸۶	کاربرد باکتری‌ها در مطالعات ژنتیکی
۱۸۷	برخی اصطلاحات مورد استفاده
۱۸۷	ساختار مولکولی هسته‌ی باکتری
۱۸۹	کلید یا رمز ژنتیکی
۱۹۲	الف) ویژگی‌های کد ژنتیکی
۱۹۴	ب) سنتز پروتئین یاخته‌ای
۱۹۷	جهش (موتاسیون)
۱۹۷	علل وقوع جهش
۱۹۸	۱. جهش آنی یا خودانگیخته
۱۹۸	۲. جهش به دلیل شباهت بازی
۱۹۸	۳. تغییرات شیمیایی DNA
۱۹۸	۴. جهش ناشی از تغییر یا جابه‌جایی در رونویسی کد ژنتیکی
۱۹۹	۵. جهش در اثر پرتوها
۱۹۹	جدا کردن و تشخیص موتانت‌ها
۲۰۲	کاربرد مواد جهش‌زا
۲۰۳	انتقال ژن‌ها
۲۰۳	دگرگونی در باکتری‌ها
۲۰۵	الحاق در باکتری‌ها
۲۰۷	انتقال در باکتری‌ها
۲۰۸	خلاصه‌ی گفتار هشتم
۲۱۲	خودآزمایی گفتار هشتم
۲۱۷	گفتار نهم: ویروس‌ها
۲۱۷	پیشگفتار
۲۱۹	ساختار و ترکیب ذرات ویروسی
۲۱۹	ساختار و ترکیب بیرونی
۲۲۱	الف) تقارن ویروسی
۲۲۳	ب) ویروس‌های لفاف‌دار
۲۲۳	ج) ویروس‌های مختلط
۲۲۴	ساختار و ترکیب درونی
۲۲۴	الف) مواد هسته‌ای ویروس‌ها
۲۲۵	ب) آنزیم‌های ویروسی
۲۲۵	رده‌بندی ویروس‌ها
۲۲۷	چرخه‌ی زندگی ویروس‌ها
۲۲۸	چرخه‌ی زندگی باکتریوفاژها
۲۲۸	الف) مرحله‌ی اتصال به میزبان یا جذب سطحی
۲۲۹	ب) مرحله‌ی ورود ویروس به یاخته‌ی میزبان
۲۲۹	ج) مرحله‌ی سنتز مواد ویروسی
۲۲۹	د) مرحله‌ی کامل شدن ویروس‌ها

۲۲۹	ه) مرحله‌ی آزاد شدن ویروس‌ها
۲۳۲	چرخه‌ی زندگی ویروس‌های جانوری
۲۳۳	وجه تمایز ویروس‌ها از یاخته‌های زنده
۲۳۴	بیماری‌زایی ویروس‌ها
۲۳۴	اثرات متقابل ویروس و یاخته
۲۳۵	اثرات متقابل ویروس و میزبان
۲۳۵	دفاع بدن در برابر ویروس‌ها
۲۳۶	خلاصه‌ی گفتار نهم
۲۳۹	خودآزمایی گفتار نهم
۲۴۳	گفتار دهم: میکروب‌ها و بیماری‌ها
۲۴۳	پیشگفتار
۲۴۴	انواع روابط موجود بین میکروارگانیسم‌ها و انسان
۲۴۵	عوامل مؤثر در بیماری‌زایی میکروب‌ها
۲۴۶	I. ورود میکروب به بدن
۲۴۸	II. غلبه بر سیستم دفاعی بدن
۲۴۸	عوامل مؤثر در بقا و بیماری‌زایی میکروبی
۲۴۸	الف) عوامل ضدبیگانه‌خواری
۲۵۰	ب) عوامل سمی
۲۵۴	ج) عوامل گسترشی
۲۵۶	مقاومت میزبان
۲۵۶	I. دفاع سطحی
۲۵۸	II. دفاع به روش بیگانه‌خواری
۲۵۸	الف) یاخته‌های بیگانه‌خوار
۲۵۹	ب) التهاب و تورم
۲۶۰	III. ایمنی
۲۶۲	الف) ایمنی عمومی
۲۶۷	ب) ایمنی با واسطه‌ی یاخته‌ای (CMI)
۲۶۷	همه‌گیری بیماری‌های میکروبی
۲۶۷	عوامل مؤثر در همه‌گیری
۲۶۷	الف) ایمنی فردی
۲۶۷	ب) تعداد میکروب‌های موجود در محیط
۲۶۷	ج) قدرت میکروبی
۲۶۷	د) قدرت انتقال
۲۶۸	راه‌های انتقال میکروب‌ها
۲۶۸	الف) انتقال از طریق تماس مستقیم افراد
۲۶۸	ب) انتقال میکروب‌ها از جانوران به انسان
۲۶۸	ج) انتقال از طریق عوامل محیطی
۲۶۸	روش‌های پیشگیری از همه‌گیری بیماری‌ها

۲۶۹	انواع واکسن
۲۶۹	الف) ارگانسیم‌های ضعیف شده یا واکسن‌های زنده
۲۶۹	ب) ارگانسیم‌های کشته شده
۲۶۹	ج) خورده پادکن‌های خالص
۲۶۹	د) سموم میکروبی ضعیف شده یا خنثی شده
۲۶۹	ه) پیتیدها سنتزی
۲۷۱	خلاصه‌ی گفتار دهم
۲۷۳	خودآزمایی گفتار دهم
۲۷۹	گفتار یازدهم: میکروب‌شناسی آب و پساب‌ها
۲۷۹	پیشگفتار
۲۸۰	شاخص‌های آلودگی آب
۲۸۱	انواع پساب‌ها
۲۸۲	ویژگی‌های میکروب شناختی
۲۸۳	تکنولوژی تصفیه‌ی آب
۲۸۳	مراحل و روش‌های تصفیه‌ی آب
۲۸۳	الف) تصفیه‌ی فیزیکی - شیمیایی
۲۸۳	ب) تصفیه‌ی فیزیکی
۲۸۴	ج) تصفیه‌ی شیمیایی
۲۸۵	مراحل تصفیه‌ی پساب‌های شهری
۲۸۵	مرحله‌ی اول یا تصفیه‌ی مقدماتی
۲۸۵	مرحله‌ی دوم یا تصفیه‌ی ثانوی
۲۸۵	مرحله‌ی سوم یا تصفیه‌ی نهایی
۲۸۵	میکروارگانسیم‌ها و تصفیه‌ی پساب
۲۸۸	خلاصه‌ی گفتار یازدهم
۲۹۰	خودآزمایی گفتار یازدهم
۲۹۳	گفتار دوازدهم: میکروب‌شناسی مواد غذایی
۲۹۳	پیشگفتار
۲۹۴	فساد مواد غذایی
۲۹۵	حساسیت مواد غذایی به فساد
۲۹۵	الف) مواد غذایی زود فاسد شندی یا حساس
۲۹۵	ب) مواد غذایی دیر فاسد شندی یا غیرحساس
۲۹۵	ج) مواد غذایی فاسد نشدنی یا با ثبات
۲۹۶	۱. عوامل مؤثر در فساد مواد غذایی
۲۹۶	الف) عوامل درونی
۲۹۶	الف) رطوبت
۲۹۶	ب) ساختار فیزیکی
۲۹۶	ج) pH

۲۹۷	د) ترکیب شیمیایی
۲۹۷	عوامل بیرونی (محیطی)
۲۹۷	مسمومیت‌های غذایی و توکسین‌های میکروبی
۲۹۸	استفاده از میکروب‌ها در تولید مواد غذایی
۲۹۹	فراورده‌های لبنی
۳۰۰	غذاهای غیرلبنی
۳۰۰	پروتئین تک یاخته‌ای
۳۰۲	میکروارگانسیم‌ها به‌عنوان منبع اسیدهای آمینه
۳۰۳	افزودنی‌های غذایی
۳۰۴	خلاصه‌ی گفتار دوازدهم
۳۰۷	خودآزمایی گفتار دوازدهم
۳۰۹	گفتار سیزدهم: میکروب‌شناسی خاک
۳۰۹	پیشگفتار
۳۱۰	میکروب‌ها و افزایش حاصل‌خیزی خاک
۳۱۲	تجزیه‌ی مواد زاید در خاک
۳۱۳	استخراج فلزات کانی به روش میکروبی
۳۱۳	خلاصه‌ی گفتار سیزدهم
۳۱۴	خودآزمایی گفتار سیزدهم
۳۱۷	گفتار چهاردهم: میکروب‌شناسی صنعتی
۳۱۷	پیشگفتار
۳۱۸	انواع فراورده‌های میکروبی
۳۱۸	متابولیت‌های اولیه
۳۱۹	متابولیت‌های ثانویه
۳۲۰	آنزیم‌ها
۳۲۱	فراورده‌های دارویی میکروب‌ها
۳۲۱	آنتی‌بیوتیک‌ها
۳۲۳	هورمون‌ها
۳۲۴	مخمرها در صنعت
۳۲۵	خلاصه‌ی گفتار چهاردهم
۳۲۶	خودآزمایی گفتار چهاردهم
۳۲۹	واژه نامه
۳۳۱	کتاب‌نامه

راهنمای مطالعه

کتابی که در دست مطالعه دارید برای یادگیری هرچه بهتر شما به صورت خودآموز تهیه شده است. سازمان‌بندی، ترتیب و توالی و نوع نگارش آن طوری انتخاب شده است که بتوانید مطالب مورد بحث را آسانتر 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 کنید:

۱. مطالعه را در محیطی آرام و عاری از عوامل مخل تمرکز و توجه آغاز کنید.
 ۲. پیش از آغاز مطالعه، هدف‌های آموزشی نهایی کتاب را بخوانید. این هدف‌ها به شما می‌آموزند که ضمن مطالعه کتاب باید در پی فهم چه مطالبی باشید و چگونه تشخیص دهید که تمام مطالب آن را فراگرفته‌اید. این هدف‌ها به شما نشان می‌دهند که در پایان مطالعه و یادگیری این درس، قادر به انجام چه کارهایی خواهید بود. برای آنکه توانایی انجام کارهای خواسته شده در هدف نهایی را داشته باشید، باید تمام کتاب، یعنی گفتارهای مختلف آن را مطالعه و درک کنید. در هر گفتار نیز هدف‌های آموزشی کلی و جزئی، روش مطالعه و انتظار نهایی ما از شما را تعیین می‌کنند.
- اگر بتوانید به مجموعه هدف‌های کلی و جزئی گفتارهای کتاب دست یابید، در حقیقت به هدف‌های نهایی کتاب رسیده‌اید. در مجموع، هدف‌های آموزشی این کتاب، همانند استاد کلاس درس، به شما می‌آموزند که چگونه باید این درس را مطالعه کنید، روی چه نکاتی تأکید ورزید و آنها را چگونه فراگیرید. هدف‌های نهایی کتاب و هدف‌های آموزشی کلی و جزئی گفتارها در عین حال شما را برای موفقیت در آزمون

این درس راهنمایی می‌کند. بنابراین، ضمن مطالعه هر گفتار، باید ابتدا هدف کلی و هدف‌های جزئی آن را مطالعه کنید. هنگامی که نخستین بار هدفی را می‌خوانید، ممکن است مفهوم آن را به‌طور کامل درک نکنید. این مسأله چندان غیرعادی نیست. با مراجعات مجدد، ضمن مطالعه متن و یا پس از پایان مطالعه، حتماً معنای هدف‌های را به‌طور کامل خواهید فهمید و به اهمیت آن‌ها پی خواهید برد.

۳. متن هر گفتار را یک‌بار به‌طور سریع مطالعه کنید. لازم نیست که در این مطالعه تمام مطالب را یاد بگیرید. این کار به شما کمک می‌کند تا دید جامعی نسبت به مطالب هر گفتار به‌دست بیاورید و با سازمان کلی آن آشنا شوید. بدین‌سان، مفاهیم درس به‌صورت پراکنده، جدا از هم و بدون ارتباط با یکدیگر به ذهن سپرده نخواهند شد. در پایان مطالعه اول، به‌عنوان تمرین، برای خود یا دیگران اجمالاً توضیح دهید که بحث گفتار درباره چه موضوعی بوده و چه اصول یا قوانینی در آن مطرح شده‌اند. بار دیگر، با توجه و دقت کامل، به مطالعه و فهم جزئیات مطالب گفتار بپردازید. قبل از آغاز بار اول و دوم مطالعه و نیز در طی آن و همچنین در پایان کار، به هدف‌های آموزشی کلی و جزئی گفتار رجوع کنید. هدف‌ها رفتارهایی هستند که انتظار می‌رود پس از مطالعه کتاب کسب کرده باشید. به هیچ وجه نباید مطالب متن را بدون درک آنها حفظ کنید. در پایان مطالعه هر گفتار از خود پرسید که تا چه حد به هدف‌های گفتاری که مطالعه کرده‌اید رسیده‌اید. این پرسش را بار دیگر و در پایان مطالعه کتاب و در مورد هدف‌های آموزشی نهایی درس از خود به عمل آورید.

۴. با پاسخ دادن به پرسش‌های مطرح شده در خودآزمایی پایان هر گفتار و انجام فعالیت‌های مورد نظر، دانسته‌های خود را ارزیابی کنید. این خودآزمایی‌ها برای حصول اطمینان از رسیدن به هدف‌های جزئی و نهایتاً دستیابی به هدف‌های آموزشی نهایی کتاب طرح‌ریزی شده‌اند. لازم به یادآوری است که باید با صرف وقت و دقت کافی تمام فعالیت‌های ذکر شده در خودآزمایی‌ها را انجام دهید. بهتر آن است که پاسخ‌های خود را یادداشت کنید. هرگاه در پاسخ دادن به هریک از پرسش‌های مندرج در خودآزمایی‌های پایان گفتار با اشکالی روبرو شدید، حتماً با مراجعه به متن مربوطه اشکال خود را برطرف کنید.

۵. به خاطر سپردن مطالبی که تحت عنوان «مطالعه اختیاری» آمده‌اند الزامی نیست.

این مطالب صرفاً به منظور ارائه اطلاعات بیشتر در زمینه‌های خاص در نظر گرفته شده‌اند.
۶. مطالبی که به صورت «پانویس» ارائه شده‌اند، در اغلب موارد، برای تشریح و توضیح گویاتر واژه‌هایی است که در متن به آنها اشاره شده است.
۷. در پایان کتاب، لیستی از کتاب‌هایی که برای مطالعه بیشتر شما در نظر گرفته شده‌اند تحت عنوان «کتابنامه» ارائه شده است. چنانچه این کتاب‌ها را در دسترس دارید، با مراجعه به آنها می‌توانید بر دانش و معلومات خود در زمینه‌های گوناگون بیفزایید.

موفق باشید

مقدمه

واژه میکروبیولوژی^۱ از سه جزء «میکرو»^۲ به معنای کوچک، «بیو»^۳ به مفهوم زندگی، و «لوژی»^۴، به معنای شناسایی تشکیل شده است.

کلمه «میکروب»^۵ یا «ژرم»^۶ که امروزه واژه «میکروارگانیسم»^۷ جایگزین آن شده است، نخستین بار توسط «سدیلو»^۸ در سال ۱۸۷۸ به کار برده شد و شامل تمام موجودات زنده میکروسکوپی است که خصوصیات برخی از آنها شبیه گیاهان و گروهی دیگر همانند جانورانند و عده‌ای نیز در حد فاصل این دو سلسله قرار دارند.

جانداران میکروسکوپی به کلیه موجوداتی گفته می‌شود که به علت کوچکی اندازه با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند. جهان میکروارگانیسم‌ها از ۵ گروه تشکیل شده است: باکتری‌ها، پروتوزئرها^۹ قارچ‌ها و انگل‌های میکروسکوپی. اکثریت زیست‌شناسان معاصر، ویروس‌ها را نیز در ردیف موجودات میکروسکوپی طبقه‌بندی می‌کنند.

تنوع و گسترش میکروارگانیسم‌ها در طبیعت باعث پیدایش جمعیت‌های بزرگ و گوناگونی از آنها شده است و این موجودات بیشترین نوع حیات و وسیع‌ترین دامنه توزیع و پراکندگی را در سیاره ما به خود اختصاص داده‌اند، به‌طوری که طبق برآوردهای انجام شده، توده میکروارگانیسم‌ها افزون بر توده سایر موجودات زنده دیگر

1. microbiology

2. micro

3. bio

4. logy

5. microbe

6. germ

7. micro - organism

8. sedillot

9. protozoan

است. هر گرم از خاک بارور حاوی میلیون‌ها میکروارگانیسم است. این موجودات در جویبارها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و حتی اقیانوس‌ها یافت می‌شوند و همراه با جریان هوا، از سطح کره زمین به اتمسفر حمل شده و سپس به نقاط جدیدی منتقل می‌گردند. در اماکنی که مواد غذایی، رطوبت و دما شرایط رشد و تکثیر مطلوب را برای این موجودات فراهم آورد، به حد وفور یافت می‌شوند.

پیشرفت‌های حیرت‌انگیز پزشکی در امر تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری‌ها در طی سده‌های اخیر در پرتو کاربرد کشفیاتی حاصل شده‌اند که تا کنون در زمینه دانش میکروب‌شناسی انجام گرفته‌اند. کاهش چشمگیر مرگ و میر ناشی از بیماری‌های عفونی، دو برابر شدن میانگین طول عمر و افزایش شانس بقای اکثر نوزادان پس از تولد، همه و همه را باید مرهون نتایج به‌دست آمده از مطالعه میکروارگانیسم‌ها دانست.

از آنجا که فعالیت‌های شیمیایی موجودات زنده از بسیاری جهات همانند یکدیگرند، لذا مطالعه متابولیسم میکروارگانیسم‌ها، برای درک متابولیسم بدن انسان، کمک فراوانی به ما کرده است.

میکروب‌شناسی رشته نسبتاً نوینی است و بیش از چند سده از قدمت آن نمی‌گذرد. در طی ۴۰ سال گذشته نیز میکروب‌شناسی، به‌عنوان رشته بسیار ارزشمندی از زیست‌شناسی، جایگاه ویژه‌ای را در زمینه دانش به خود اختصاص داده است.

میکروب‌شناسی دانشی است که از شکل، ساختار، فیزیولوژی، سوخت و ساز (متابولیسم) و کلیه خواص موجودات زنده میکروسکوپی گفتگو می‌کند و رابطه 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، که به معرفی و بررسی جنبه‌های گوناگون دانش میکروب‌شناسی اختصاص دارد، عبارت است از:

آشنایی با ویژگی‌های زیستی میکروارگانیسم‌ها، رابطه آنها با بیماری‌زایی و بررسی محیط زیست و کاربرد میکروب‌ها در زمینه‌های مختلف.

برای دستیابی به هدف‌های آموزشی نهایی بالا، مطالب این کتاب در چهارده گفتار به ترتیب زیر تنظیم شده است:

گفتار نخست به سیر تاریخی شکل‌گیری و توسعه دانش میکروشناسی اختصاص دارد.

گفتار دوم طبقه‌بندی میکروارگانیسم‌ها را به اختصار شرح می‌دهد. گفتار سوم شما را با ساختار تشریحی و ریخت‌شناسی باکتری‌ها آشنا می‌کند. گفتار چهارم گوناگونی‌های رشد و تکثیر باکتری‌ها را توضیح می‌دهد و ویژگی‌های اختصاصی باکتری‌ها را در این زمینه بر می‌شمارد.

گفتار پنجم متابولیسم و انرژی را به اختصار شرح می‌دهد و به تفاوت‌های موجود بین باکتری‌ها و سایر جانداران اشاره می‌کند.

گفتار ششم به معرفی روش‌های مختلف سترون‌سازی و ضدعفونی کردن می‌پردازد و ضمناً زیربنای مکانیسم ضدعفونی کننده‌ها را به اختصار شرح می‌دهد.

گفتار هفتم اختصاص به روش‌های تشخیص و رده‌بندی میکروب‌ها دارد و شما را با ضوابط مربوطه در این زمینه آشنا می‌سازد.

گفتار هشتم راجع به ژنتیک باکتری‌هاست و درباره جنبه‌های مختلف ژنتیک باکتری‌ها به اختصار گفتگو می‌کند.

گفتار نهم اختصاصات و ویژگی‌های ویروس‌ها را بیان می‌کند و علاوه بر توصیف چرخه زندگی ویروس‌ها، ویژگی‌های بیماری‌زایی آنها را نیز به اختصار شرح می‌دهد.

گفتار دهم مربوط به رابطه بین میکروب‌ها و بیماری‌هاست و به عواملی اشاره می‌کند که در بیماری‌زایی میکروب‌ها نقش دارند.

گفتار یازدهم به میکروشناسی آب و پساب‌ها اختصاص یافته است و نقش کاربردی میکروارگانیسم‌ها را در این زمینه نشان می‌دهد.

گفتار دوازدهم درباره میکروشناسی مواد غذایی است و یکی دیگر از جنبه‌های کاربردی این موجودات را در زمینه‌های فساد و تولید مواد غذایی توصیف می‌کند.

گفتار سیزدهم مربوط به میکروشناسی خاک است و نقش میکروارگانیسم‌ها را در حاصلخیزی، تجزیه مواد زاید و استخراج فلزات به روش میکروبی شرح می‌دهد.

گفتار چهاردهم، که آخرین بخش از کتاب را تشکیل می‌دهد، درباره میکروشناسی صنعتی است و شما را با برخی از فراورده‌های میکروبی در زمینه صنعتی آشنا می‌کند.

گفتار اول

سیر تاریخی شکل‌گیری و توسعه دانش میکروب‌شناسی

پیشگفتار

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

هدف‌های آموزشی کلی این گفتار عبارت‌اند از: آشنایی با چگونگی کشف میکروارگانیسم‌ها و تاریخچه شکل‌گیری و ابداع روش‌ها و تکنیک‌های مطالعه، نظریه‌های مهم و نقش و تأثیر این دانش در زمینه‌های گوناگون نظری و عملی.

برای رسیدن به هدف‌های آموزشی کلی بالا، باید به هدف‌های جزئی زیر دست یابید، یعنی بتوانید:

۱. فعالیت‌های «آنتونی وان لیونهوک» را در شکل‌گیری دانش میکروب‌شناسی بیان

کنید.

۲. نظریه‌های بیوژنز و آبیوژنز را توضیح دهید و چگونگی بهره‌گیری از پژوهش‌ها و یافته‌های دانش میکروب‌شناسی را در تأیید و رد این نظریه‌ها بیان کنید.
۳. چگونگی شکل‌گیری و تأیید یا رد نظریه‌های عامل تخمیر و عامل مولد برخی از بیماری‌زایی‌های میکروبی را بیان کنید.
۴. شکل‌گیری روش‌ها و ابداع تکنیک‌های اولیه مربوط به میکروب‌شناسی را توضیح دهید.

۵. چگونگی کشف روش‌های مختلف پیشگیری و درمان بیماری‌های میکروبی (واکسیناسیون، ضد عفونی کردن، شیمی درمانی) را بیان کنید.
۶. تاریخچه بهره‌گیری از دانش میکروب‌شناسی را در زمینه‌های گوناگون پژوهش‌های زیست‌شناختی و سایر رشته‌های غیرپزشکی توضیح دهید.

میکروسکوپ و کشف جهان میکروب‌ها

هرچند «آنتونی وان لیونهووک»^۱، دانشجوی هلندی تبار رشته علوم طبیعی، احتمالاً نخستین کسی نبود که موفق به دیدن میکروب‌ها شد، ولی به یقین اولین شخصی بود که مشاهدات خود را به صورت توضیحی و مصور ارائه داد. لیونهووک در طی زندگی خود بیش از دویست و پنجاه میکروسکوپ ساخت و هر میکروسکوپ تشکیل شده بود از قابی مسی و یا نقره‌ای که عدسی دست‌سازی را دربرمی‌گرفت (شکل ۱-۱). میزان بزرگ‌نمایی این میکروسکوپ‌های ابتدایی بین دویست الی سیصدبار بود و مطلقاً شباهتی به میکروسکوپ‌های نوری پیچیده امروزی، که با بزرگ‌نمایی آنها بین هزار تا دو هزاربار است، نداشتند. اما عدسی‌های لیونهووک بسیار خوب ساخته و پرداخته شده بودند و او از قوه ابتکار و فکر روشنی، که لازمه کار هر پژوهشگری است، برخوردار بود. لیونهووک، در بیش از سیصد نامه‌ای که به دوستانش در انجمن سلطنتی لندن و آکادمی علوم فرانسه نوشت، نتایج تجربیات و آگاهی‌هایش را در مورد جهان تازه‌ای که کشف کرده بود، با آنها در میان گذاشت.



شکل ۱-۱. میکروسکوپ ساخت لیونیهوک: (الف) از روبرو، (ب) از نیم‌رخ، (ج) تصویر آنچه با همین میکروسکوپ دست‌ساز دیده می‌شد.

نامه‌ای به تاریخ هفدهم سپتامبر ۱۶۸۳، که حاوی نخستین شکل‌های گزارش شده از باکتری‌هاست، دقت نظر و جامع بودن مشاهدات لیونیهوک را نشان می‌دهد. در این تصاویر، باکتری‌ها به صورت گرد، استوانه‌ای یا میله‌ای شکل و مارپیچی نقاشی شده‌اند (شکل ۱-۱). با وجود پیشرفت‌هایی که از زمان لیونیهوک تاکنون در زمینه میکروسکوپ صورت گرفته است، هنوز هم ما این سه نوع کلی باکتری را می‌شناسیم. مشاهدات لیونیهوک با هیجان و استقبال بی‌سابقه‌ای روبرو گشت، اما اهمیت کشفیات او برای مدت‌های مدید ناشناخته باقی ماند. آنچه شایان توجه است این است که تا قبل از سال‌های ۱۸۰۰، در مورد عامل بیماری‌زایی میکروارگانیسم‌ها و تغییرات شیمیایی بیشمار که در محیط به وجود می‌آورند، آگاهی چندانی نداشتند.

برخی نظریه‌های تاریخی درباره میکروب‌شناسی

زمانی که بحث و جدل در مورد منشأ حیات به اوج خود رسیده بود، کشف جهان نوینی از موجودات زنده که با چشم غیرمسلح قابل دیدن نبودند، توجه همگان را به خود جلب کرد، براستی این میکروارگانیسم‌ها از کجا منشأ می‌گرفتند؟

نظریه‌های بیوژنز و آبیوژنز

برخی معتقد بودند که این موجودات از تجزیه بافت‌های مرده گیاهی و جانوری به وجود می‌آیند، به عبارت دیگر، تصور آنها بر این بود که موجودات زنده از مواد بی‌جان نشأت می‌گیرند. این نظریه، یعنی منشأ گرفتن حیات از مواد بی‌جان، به پیدایش «خود به خود» یا آبیوژنز* موسوم است. تاریخچه اعتقاد به پیدایش «خود به خود» به دوران یونان قدیم باز می‌گردد، زمانی که اعتقاد عامه بر این بود که در شرایط مناسب آب و هوایی، کرم از گوشت فاسد و مگس و قورباغه از گل و لای به وجود می‌آیند.

نظریه پیدایش «خود به خود» نظیر هر نظریه علمی دیگری، طرفداران و مخالفینی داشت. در سال ۱۷۴۹، «جان نیدهم»^۱ در آزمایشی که روی گوشت پخته انجام می‌داد، متوجه شد که گوشت از آغاز آزمایش آلوده به میکروارگانیسم‌هاست و نتیجه‌گیری کرد که این موجودات میکروسکوپی از گوشت ناشی می‌شوند. تقریباً در همان زمان، «لازارو اسپالانزانی»^۲، یکی از مخالفان نظریه پیدایش «خود به خود»، آبگوشتی را به مدت یک ساعت در فلاسکی جوشانید و سپس در فلاسک را محکم بست، با گذشت زمان هیچ‌گونه میکروبی در فلاسک ظاهر نشد. این نتایج، که طی آزمایش‌های مکرر تأیید شدند، نیدهم را قانع نکرد و او تأکید بر این داشت که هوا برای پیدایش «خود به خود» میکروب‌ها لازم و ضروری است و ظاهر نشدن میکروب‌ها در فلاسک‌هایی که اسپالانزانی از آنها استفاده کرده بود، به علت نبود هواست نه عامل دیگر.

حدود هشتاد یا نود سال بعد، دو پژوهشگر به نام‌های «فرنزشولز»^۳ (۱۸۱۵-۱۸۷۳) و «تئودور شوان»^۴ (۱۸۱۰-۱۸۸۲) مدارکی در رد نظریه پیدایش «خود به خود» ارائه دادند. شولز، ابتدا هوا را از محلولی اسیدی عبور داد و سپس وارد بالن حاوی آبگوشت جوشیده کرد. در حالی که شوان لوله‌های داغ را برگزید و پس از عبور هوا از آنها، آن را به درون بالن‌های حاوی آبگوشت جوشیده هدایت کرد. جای شگفتی نبود که میکروب‌ها در هیچ‌یک از دو آزمایش فوق ظاهر نشدند، زیرا در آزمایش نخست، محلول اسیدی و در دومین آزمایش، گرمای فوق‌العاده بالا باعث از بین رفتن

* abiogenesis: مرکب از دو کلمه ی abio، به معنی «غیرزنده» و genesis به معنای زایش است.

1. John Needham
2. Lazzaro Spallanzani
3. Franz Schulze
4. Theodor Schwann

میکروارگانیزم شده بود. با این حال، این نتایج کوچک‌ترین تزلزلی در اعتقاد راسخ طرفداران پیدایش «خود به خود» وارد نکرد. از شولز انتقاد شد که استفاده از اسید قدرت حیات بخش اکسیژن را از بین برده است.

در همان اوان، چهره جدیدی به نام، «لوئی پاستور»^۱ (۱۸۲۲-۱۸۹۵) در علوم پدیدار شد که در رشته شیمی تحصیل کرده بود. قبل از اینکه پاستور نسبت به نظریه پیدایش «خود به خود» علاقه‌مند شود، پژوهش‌های او در مسائل مربوط به تخمیر و فساد مواد بود.

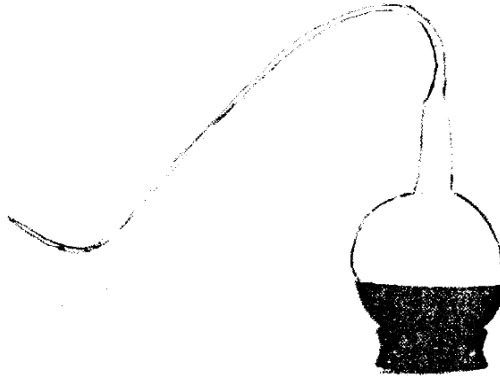
همان‌گونه که می‌دانید، تخمیر در اثر وجود آنزیم‌ها و موادی صورت می‌گیرد که یاخته‌های زنده به وجود می‌آورند و باعث تسریع انواع واکنش‌ها می‌شوند، مثلاً تخمیر آب انگور، به تشکیل اسید و الکل می‌انجامد. پرسشی که در اینجا مطرح می‌شود این است که، آیا فرآورده‌های تخمیر، یعنی الکل و اسید، توسط میکروارگانیزم‌هایی که در آب انگور وجود دارند تولید می‌شوند؟ یا اینکه میکروارگانیزم‌ها، همان‌گونه که طرفداران پیدایش «خود به خود» معتقدند، در اثر فرایند تخمیر به وجود می‌آیند؟ پاستور از مخالفان سرسخت نظریه پیدایش «خود به خود» بود و اعتقاد داشت تا مادامی که این نظریه رد نشده است پیشرفت‌های علمی به کندی به پیش خواهد رفت. از این رو، در آزمایشی مشابه شولز، لوله سر بازی به شکل زانویی () در دهانه بالن تعبیه کرد (شکل ۱-۲) و بدین‌سان سطح محیط جوشانده شده با هوا تماس داشت، ولی هوا می‌بایست از لوله خمیده باریکی عبور کند. نتیجتاً ذرات غباری که در لوله وارد شده بود به آبگوشت نمی‌رسید و بنابراین آبگوشت کماکان سترون باقی ماند. تماس دادن محیط با خمیدگی لوله و برگرداندن آن به شیشه، رشد میکروارگانیزم‌ها را در محیط امکان‌پذیر ساخت. پس از دستیابی به تجارب فوق، پاستور گزارش پژوهش‌های خود را در هفتم آوریل ۱۸۶۴ به سوربون^۲ پاریس ارائه کرد.

با قبول نظریه بیوژنز^۳، راه برای کارهای بعدی پاستور، که پژوهش در مورد تخمیر مواد و نقش میکروارگانیزم‌ها در بیماری‌زایی بود، باز شد.

1. Louis Pasteur

2. Sorbonne

3. biogenesis



شکل ۱-۲. وسیله‌ای که پاستور در رد نظریه پیدایش «خود به خود» از آن استفاده کرد.

نظریه عامل مولد تخمیر

تهیه مواد آشامیدنی و غذایی از راه تخمیر، قدمتی کهن و تاریخی دارد. در زمان‌های گذشته، مردم کیفیت مواد تخمیری را از راه آزمایش و خطا بهبود می‌بخشیدند، بدون اینکه از نقش میکروارگانیسم‌ها در چنین فرایندهایی آگاه باشند. در دهه ۱۸۵۰، از پاستور، که شهرتی به‌عنوان متخصص تخمیر کسب کرده بود، خواسته شد که دشواری‌های مربوط به تولید شراب ترش و تلخ را بررسی کند. او نشان داد که ترش و تلخ شدن شراب با میکروارگانیسم‌ها ارتباط دارد و تخمیر آب انگور با کشت میکروبی حاصل از خمره‌های حاوی شراب خوب، فرآورده‌ای با کیفیت بسیار مطلوب خواهد داشت. ضمناً پاستور پیشنهاد کرد که نمونه‌های میکروبی را می‌توان با گرما دادن شراب در حدی که، بدون تغییر دادن مزه آن، فقط میکروارگانیسم‌ها را از بین ببرد، منهدم کرد. این روش که امروزه به پاستوریزاسیون^۱ موسوم است و در $62/8^{\circ}\text{C}$ و به مدت نیمساعت انجام می‌گیرد، در صنایع تخمیری و تهیه فرآورده‌های شیر کاربرد فراوانی دارد.

نظریه عامل مولد بیماری

قبل از اینکه پاستور از طریق علمی نقش باکتری‌ها را به‌عنوان عامل مولد بیماری به اثبات برساند، بحث‌های مستدلی در تأیید نظریه عامل مولد بیماری توسط افراد دیگری