فصل دوم

باکتریها

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند :

۱ ــ جایگاه میکروارگانیسمها را در میان موجودات زنده توضیح دهد.

۲ ــ تفاوت بین سلول جانوران و گیاهان را بیان کند.

۳ ــ پروتیستهای پروکاریوتیک و یوکاریوتیک را توضیح دهد.

۴ ــ نحوهٔ دسته‌بندی و نامگذاری باکتریها را توضیح دهد.

۵ ــ معیارهای رده‌بندی باکتریها را بیان کند.

۶ ــ نامگذاری علمی باکتریها را توضیح دهد.

۷ــ عوامل مؤثّر در تعیین شکل و اندازهٔ باکتریها در محیط کشت را توضیح دهد.

۸ــ اشکال مختلف باکتریهای کروی و میله‌ای را رسم کرده، نامگذاری نماید.

۹ــ اکتینومیست را توضیح دهد.

۱۰ــ قسمتهای اصلی تشکیل‌دهندهٔ باکتریها و وظایف آنها را نام ببرد.

۱۱ــ باکتریها را از نظر تعداد و طرز قرار گرفتن تارهای لرزان تقسیم‌بندی نماید.

۱۲ــ تفاوت بین اسپور و باکتری و چگونگی تشکیل اسپور را بیان نماید.

۱۳ــ رشد و تکثیر و انواع آن در باکتریها را تعریف نماید.

۱۴ــ مراحل مختلف رشد باکتریها را روی نمودار نمایش دهد.

۱۵ــ عوامل مختلف مؤثّر بر رشد باکتریها را شناخته، آنها را دسته‌بندی کند.

۱ــ۲ ــ موقعیت باکتریها در طبقه‌بندی موجودات زنده

۱ــ۱ ــ ۲ــ جایگاه میکروارگانیسمها: تا قرن هجدهم میلادی کلیه موجودات زنده را در یکی از سلسله‌های گیاهی یا جانوری قرار می‌دادند و طبقه‌بندی موجودات زنده در دو سلسلهٔ گیاهی و جانوری بر مبنای مشاهدهٔ اختلافات تشریحی و عملی بین موجودات زنده صورت می‌گرفت. با کاوش

جدول ۱ــ۲ــ تفاوت بین سلولهای جانوری و گیاهی آوندی

	گیاهان	جانوران
منبع انرژی	فتوسنتز (نور خورشید)	مواد آلی (انرژی شیمیایی)
کلروفیل	وجود دارد	ــ
مادهٔ ذخیره‌ای	نشاسته	گلیکوژن ــ چربی
حرکت فعال	ندارد	دارد
ساختمان دیوارهٔ سلولی	دارند	ندارد
نحوهٔ رشد	باز (در تمام طول زندگی و کاملاً ثابت نیستند)	بسته (تا دوران بلوغ و پس از آن ثابت است)

محققان تدریجاً معلوم شد که بعضی از موجودات را نمی‌توانیم در سلسله جانوران یا در سلسله گیاهان قرار دهیم. بعضی از این موجودات در پاره‌ای از خصوصیات به گیاهان و در پاره‌ای از خصوصیات به جانوران شباهت داشتند و بعضی دیگر نیز خصوصیاتشان نه به گیاهان و نه به جانوران شباهت داشت.

نواقص موجود و نارضایتی در رده‌بندی باعث گردید که یکی از پیروان مکتب داروین به نام هکل[۱] چاره‌ای برای این مشکل بیندیشد.

۲ــ۱ ــ ۲ــ پیشنهاد هکل: در سال ۱۸۶۶ میلادی، به سیستم موجود یک سلسله سوم اضافه شد تا میکروارگانیسمها را در خود جای دهد. هکل این گروه را «پروتیستها»[۲] نامید. یعنی موجودات ابتدایی یا اولیه[۳] که آغازیان ترجمه شده است. آغازیان شامل باکتریها، جلبکها، قارچها و پروتوزوئرها هستند. و ویروسها شامل این دسته‌بندی نمی‌شوند زیرا با خصوصیات ویژه‌ای که دارند از سایر موجودات ذره‌بینی متمایزند و ساده‌ترین و کوچکترین موجودات زنده محسوب می‌شوند.

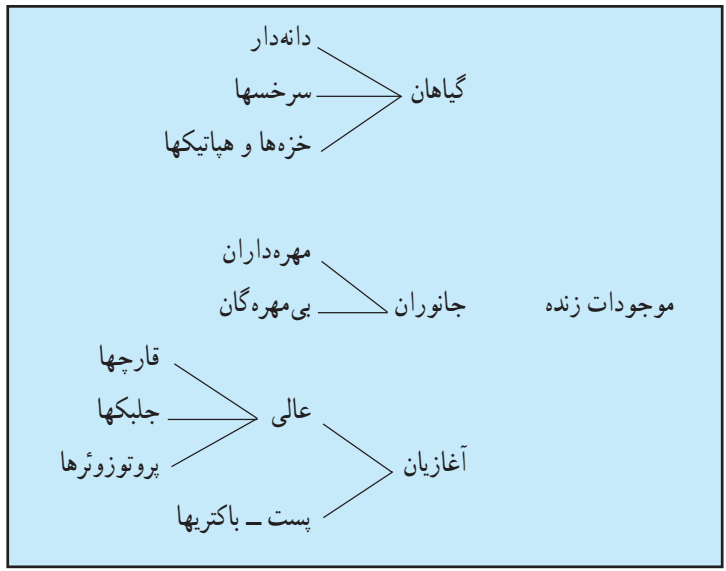
۳ ــ ۱ ــ ۲ــ طبقه‌بندی آغازیان: آغازیان به دو دسته پست و عالی تقسیم می‌شوند.

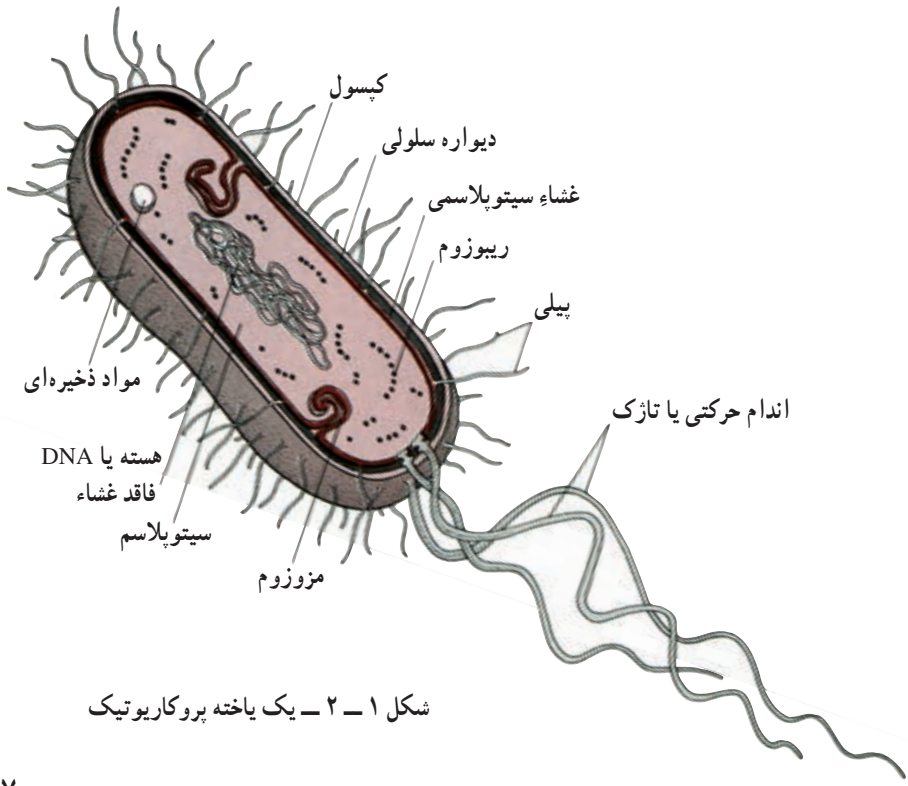
۴ ــ ۱ــ ۲ــ پروتیستهای پروکاریوتیک[۴] و یوکاریوتیک[۵] (اوکاریوتیک): بین ساختار سلولی آغازیان عالی و آغازیان پست تفاوتهای اساسی وجود دارد. این تفاوتها زمانی آشکار گردید که دانشمندان توانستند اجزای کوچک و بسیار ریز درون سلول را مشاهده نمایند و ترکیب شیمیایی اجزای درون سلول را مشخص سازند و درنتیجه پروتیستهای پست را پروکاریوتیک و پروتیستهای عالی را یوکاریوتیک نامگذاری کنند.

آغازیان عالی (یوکاریوتیک) عبارتند از : قارچها، جلبکها و پروتوزوئرها که دارای هستهٔ کامل و مشخص می‌باشند.

۱ــ Haeckel ۲ــ Protists ۳ــ Firstlife ۴ــ Procaryotic ۵ــ Eucaryotic

جدول ۲ ــ۲ــ تقسیم‌بندی موجودات زنده بر مبنای پیشنهاد هکل





شکل ۱ ــ ۲ ــ یک یاخته پروکاریوتیک

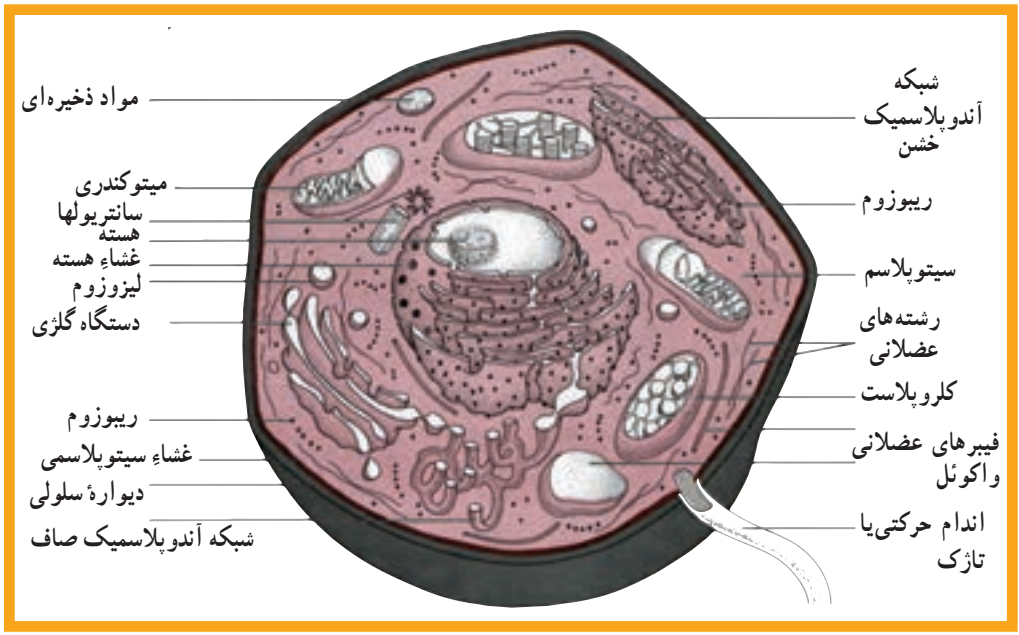
آغازیان پست (پروکاریوتیک) به موجودات تک سلولی که فاقد غشای هسته و میتوکندری است گفته می‌شود.

تفاوت یاخته‌های پروکاریوتیک و اوکاریوتیک از نظر ساختمان و فعالیت مخصوصاً از جنبه‌انتقال خواص ژنتیک، متابولیسم انرژی، ورود و خروج مواد مورد نیاز بسیار زیاد است. (جدول۳ــ۲) با تقسیم‌بندی هکلی پروتیستها شامل پروتوزوآ، قارچها، جلبکها هستند که اوکاریوتی می‌باشند و از نظر خواص یاخته‌ای از گیاهان و حیوانات قابل تمایز نیستند. همه باکتریها پروکاریوت هستند.

مطالعه آزاد

جدول ۳ ــ ۲ ــ اختلاف اساسی بین سلولهای اوکاریوتیک و پروکاریوتیک

نام گروه	اوکاریوتیک	پروکاریوتیک
هسته	از پرده مشخص پوشیده شده است، چندین کروموزوم، یاخته‌های رویشی، دی‌پلوئید یا پلی‌پلوئید	پرده هسته‌ای وجود ندارد. تنها یک کروموزوم (یک گروه اتصال ژنها) وجود دارد.
DNA	تقسیم شدن به وسیله میتوز ــ میوز متصل به پروتئینهای قلیایی است. (هیستونها) که در کروموزوم وجود دارند.	میتوز و میوز وجود ندارد. هیستون موجود نیست ولی احتمالاً به پلی‌آمینها متصل است.
جدار یاخته‌ای	عدم وجود مجموعه موکوپپتیدی. جدار وجود ندارد. (حیوانات) یا از سلولز تشکیل شده است (گیاهان) و یا از کتین (قارچها، مخمرها) تشکیل شده است.	مجموعهٔ موکوپپتیدی که شامل اسیدهای L ــ آمینه و اسید دی‌آمینوپملیک (یا L ــ لیزین) است. به وسیلهٔ لیزوزیم متلاشی می‌شود و سنتز آن را پنی‌سیلین متوقف می‌کند.
واحدهای تنفسی	میتوکندری	میتوکندریها موجود نیست یا ابتدایی است (مزوزومها)
واحدهای فتوسنتزی	کلروپلاست	کلروپلاست موجود نیست. عضوک‌های غشایی و یا وزیکولی (کروموتوفورها) وجود دارد.
حرکات آمیبی شکل اعضای حرکتی	وجود یا عدم آن تاژکها با ساختمان پیچیده که شامل چندین الیاف است.	عدم وجود تاژکها از یک لیف واحد (اوباکتریا) یا لیف محوری (اسپیرکتها) تشکیل شده‌اند.



شکل ۲ ــ ۲ ــ نمایش فرضی یک یاخته یوکاریوتیک

۲ــ۲ــ طبقه‌بندی باکتریها

۱ــ۲ــ۲ ــ دسته‌بندی (تاکسونومی)[1]: طبقه‌بندی و نامگذاری گیاهان و جانوران و میکروارگانیسمها تاکسونومی نامیده می‌شود که از دو کلمه یونانی تاکسیک[2] به معنی ترتیب و نظام و نوموس[3] (ناموس) به معنی قاعده و قانون گرفته شده است. باکتریها را به ترتیب زیر دسته‌بندی می‌کنند.

Kingdom ⟵ سلسله

Division ⟵ شاخه

Class ⟵ رده

Order ⟵ راسته

Family ⟵ فامیل

Genus ⟵ جنس

Species ⟵ گونه

۱ــ Taxonomy ۲ــ Taxis ۳ــ Nomos

۲ــ۲ــ۲ــ نامگذاری علمی باکتریها: نامگذاری علمی باکتریها براساس اسم جنس و اسم گونه و به صورت لاتین نوشته می‌شوند. اسم جنس همیشه با حروف بزرگ مشخص می‌گردد ولی اسم گونه احتیاجی به حروف بزرگ ندارد. نام اول مربوط به جنس باکتری است و اغلب با شکل، نام کاشف و سایر مشخصات که از زبان لاتین اخذ می‌شود مربوط می‌باشد. و نام دوم، نام گونه و عنوان صفتی است که تولید بیماری، رنگ و سایر خواص نام اول را توصیف می‌کند. برای مثال در نام باسیلوس آنتراسیس[۱]، باسیلوس مشخص کنندهٔ باکتریهای میله‌ای گرم مثبت هاگدار و هوازی است و آنتراسیس یعنی زغالی. بدین صورت که این نوع باسیلوس بیماری آنتراکس یا تب زغالی (شاربون) را ایجاد می‌کند.

اسامی جنس را می‌توان به اوّلین حرف یا چند حرف اول آن خلاصه کرد در صورتی‌که اسامی گونه را نمی‌توان به صورت مخفف نوشت ضمناً بسیاری از نامهای اصلی از نام کاشفین گرفته شده است برای مثال اشریشیا[۲] از نام دانشمند آلمانی اشریش، شیگلا[۳] از نام ایمنی شناس ژاپنی شیگلا و سالمونلا[۴] از نام میکروب شناس آمریکایی سالمون ریشه می‌گیرد. علاوه بر این در بسیاری از موارد باکتری را به نام بیماری که ایجاد می‌نماید نامگذاری می‌کنند. بعضی از باکتریها را چون در آزمایشات روتین روزانه با آنها برخورد می‌شود می‌توان با اسامی غیرعلمی نیز نامید مانند: اشریشیاکلی و یا پنوموکوکوس[۵] (ذات‌الریه).

۳ ــ۲ــ۲ــ اصول طبقه‌بندی باکتریها: در سال ۱۹۵۸ میلادی کتابی تحت عنوان قوانین بین‌المللی نامگذاری باکتریها یا ویروسها یا JCNBV تدوین گردید. طبقه‌بندی اساسی باکتریها در کتاب برجی[۶] مشخص گردیده است. این کتاب در سال ۱۹۲۳ میلادی اولین بار منتشر گردید و مهمترین کتاب تاکسونومیکی برای میکروب‌شناسان است اما می‌توان به بعضی از عوامل مؤثر برای متمایز کردن اشاره نمود:

ــ نحوهٔ حرکت، اندازه و شکل ظاهری: باکتریها از لحاظ وجود ساختارهایی نظیر تاژه یا اندام حرکتی، اسپوروپیلی و همچنین از نظر خصوصیات ظاهری مانند شکل و اندازه از یکدیگر متمایز می‌شوند و این ویژگیها در بعضی از موارد در رده‌بندی و شناسایی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ــ ترتیب اسیدهای آمینه: ترتیب اسیدهای آمینه در یک پروتئین نشانگر مستقیم ترتیب بازی ژن مربوط می‌باشد. از این‌رو با مقایسه ترتیب اسیدهای آمینه پروتئینهای دو باکتری می‌توان نسبت بین آن‌دو را تعیین نمود. هر قدر تشابه پروتئین بیشتر باشد به همان نسبت خویشاوندی بین دو باکتری بیشتر است.

۱ــ Bacillus anthracis ۲ــ Escherichia ۳ــ Shigella ۴ــ Salmonella
۵ــ Pneum coccus ۶ــ Bergey's manual of Determinative Bacteriology

ـ **آزمایشات بیوشیمیایی:** فعالیت آنزیمی باکتریها غالباً برای متمایز کردن آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در میان باکتریهای روده گونهٔ اشریشیا و آنتروباکتر را می‌توان براساس تخمیر لاکتوز و تولید CO_2 از سالمونلا و شیگلا که فاقد این فعالیت هستند متمایز ساخت.

ـ **آزمایشات سرم‌شناسی:** باکتریها دارای خاصیت آنتی‌ژنی هستند و با تزریق در بدن حیوانات می‌توانند آنتی‌کر تولید کنند. سرم واجد این قبیل آنتی‌کرها را آنتی‌سرم می‌نامند که به‌طور تجارتی برای شناسایی باکتریهای مهم از نظر پزشکی در دسترس قرار دارد. هنگامیکه یک باکتری ناشناخته از بیماری جدا می‌شود می‌توان آن را به کمک آنتی‌سرم شناسایی کرد.

ـ **رنگ‌آمیزی:** این روش گرچه در سال ۱۸۸۴ میلادی، توسط پزشک دانمارکی هانس‌کریستین گرم[۱] شناخته شد ولی هم‌اکنون از اهمیّت خاصی برخوردار است. باکتریهایی که با این روش رنگ‌آمیزی می‌شوند، ممکن است به رنگ بنفش (گرم مثبت) یا رنگ قرمز (گرم منفی) مشاهده شوند. تصور می‌شود که این تمایز رنگی مربوط به اختلاف لایه سطحی یا دیوارهٔ سلولی این دو نوع باکتری می‌باشد. از این‌رو، باکتریها به دو دستهٔ گرم‌منفی و گرم‌مثبت تقسیم می‌شوند.

۳ـ۲ـ شکل و اندازه باکتریها

۱ـ۳ـ۲ـ شکل ظاهری و طرز قرار گرفتن باکتریها: باکتریها موجودات تک سلولی هستند که به اشکال مختلف مانند : گرد، میله‌ای و مارپیچی مشاهده می‌شوند. شکل باکتریها بسته به شرایط محیط کشت و سن آنها متفاوت است بنابراین برای مطالعه آنها، شکل باکتریهای جوان را در محیط مناسب و درجه حرارت مطلوب در نظر می‌گیرند.

شکل باکتریها از دو نظر مورد توجه است : ۱ـ انفرادی ۲ـ تجمعی[۲] مشخصات کلونی مانند : اندازه، شکل، بافت، قوام، غلظت و رنگ است که در دسته‌بندی باکتریها دارای ارزش افتراقی می‌باشد.

با توجه به تنوع گونه‌ای باکتریها در چهار دسته و شکل فرعی مورد شناسایی قرار گرفته است :

الف ـ کوکسیها (باکتریهای کروی) : طول و عرض این باکتریها تقریباً مساوی است. بسیاری از آنها شبیه به یک کرهٔ واقعی هستند البته کوکسیها ممکن است شبیه به دانه‌های لوبیا، کلیه یا مشعل باشند.

باکتریهای کروی را بر حسب آرایش بعد از تقسیم، طبقه‌بندی می‌نمایند.

۱ـ *میکروکوکسیها*[۳]: باکتریهای گردی هستند که به صورت منفرد و نامرتب کنار هم قرار می‌گیرند.

۱ـ Hans christian Gram ۲ـ Colony ۳ـ Micrococcus

۲ــ *دیپلوکوکوسها*[1]: هرگاه تقسیم سلولی فقط در یک سطح انجام شود و کوکسیها به صورت دوتا دوتا کنار هم قرار گیرند دیپلوکوکوس خوانده می‌شوند. مثلاً عامل بیماری ذات‌الریه نوعی دیپلوکوکوس می‌باشد.

۳ــ *استرپتوکوکوسها*[2]: باکتریهایی کروی هستند که به‌صورت دانه‌های تسبیح و زنجیروار کنار هم قرار می‌گیرند.

۴ــ *تترادها (تتراکوکوسها)*[3]: این باکتریهای کروی به صورت گروههای چهارتایی تجمع می‌یابند.

۵ــ *سارسینا*[4]: کوکسیهایی هستند که به‌صورت دسته‌هایی هشت‌تایی یا بیشتر کنار یکدیگر تجمع می‌کنند.

۶ــ *استافیلوکوکوسها*[5]: در باکتریهای کروی هرگاه تقسیم سلولی در دو یا چند سطح انجام گیرد نحوهٔ اجتماعشان به صورت گروههای نامنظم شبیه به خوشهٔ انگور دیده می‌شود.

ب ــ باسیلها[6] (باکتریهای میله‌ای): طول این باکتریها بیشتر از عرض آن است. تفاوت بین طول و عرض این باکتریها متنوع است. مثلاً برخی از باسیلها طول و عرض یکسانی دارند (کوکوباسیل) و برخی دیگر کاملاً کشیده و رشته‌ای هستند. وضعیت انتهای باسیلها برای تشخیص آنها مهم است. انتهای این باکتریها ممکن است مقطّع و چهارگوش، مدوّر یا کشیده باشد.

باسیلها برحسب طرز قرار گرفتن در کنار یکدیگر به‌صورتهای زیر دیده می‌شوند.

۱ــ *باسیلهای منفرد*: این باسیلها نامرتب و نامنظم‌اند و به‌صورت درهم کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. اغلب باسیلها به این حالت دیده می‌شوند.

۲ــ *دیپلوباسیلها*: این باسیلها به‌صورت جفت جفت کنار هم قرار می‌گیرند.

۳ــ *استرپتوباسیل*: هرگاه باسیلها به‌صورت زنجیره‌ای دنبال هم قرار گیرند به آنها استرپتوباسیل می‌گویند.

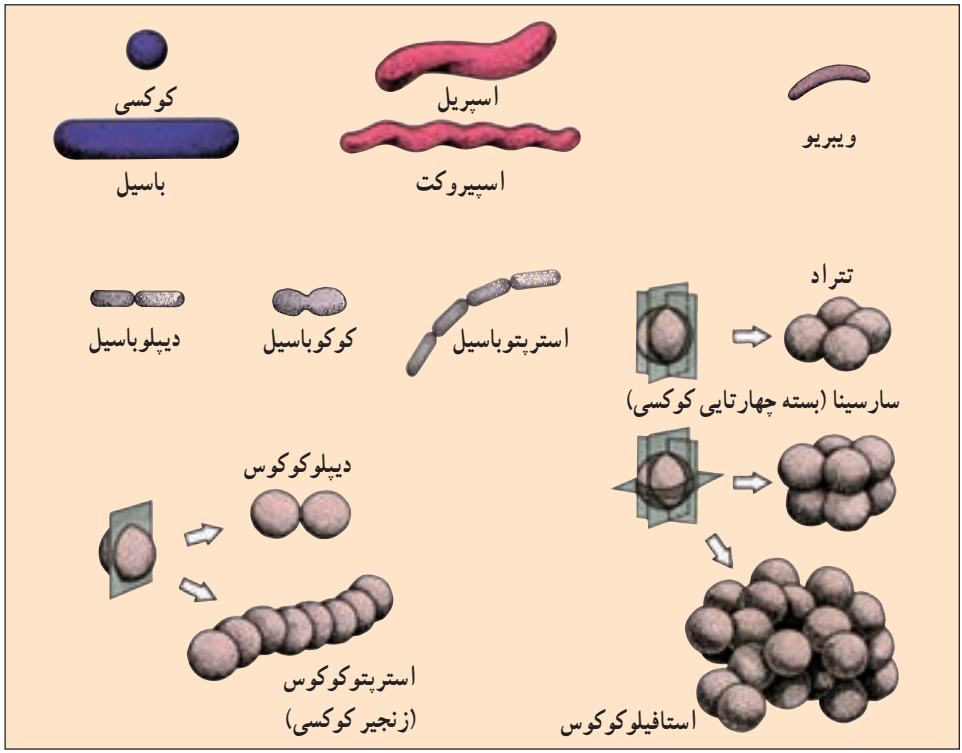
ج ــ ویبریو[7]: این باکتریها خمیده هستند و شبیه به موز می‌باشند.

د ــ اسپیریلها[8]: باکتریهای این گروه ساختمان مارپیچی دارند.

۲ــ۳ــ ۲ــ اندازهٔ باکتریها: اندازهٔ باکتریها را برحسب میکرومتر[9] یا میکرون (μ_m) می‌سنجند که برابر با 10^{-6} متر و یا $\frac{1}{1000}$ میلیمتر است. اندازهٔ باکتریهای کوچک که کمتر از میکرون می‌باشند

۱ــ Diplococcus
۲ــ Streptococcus
۳ــ Tetracoccus
۴ــ Sarcina
۵ــ Staphylococcus
۶ــ Bacillus
۷ــ Vibrio
۸ــ Spirill

۹ــ ۱ میکرومتر برابر با ۱۰۰۰ نانومتر می‌باشد.



شکل ۳ــ ۲ــ شکل و ترتیب قرار گرفتن باکتریها

برحسب نانومتر[1] (nm) و یا آنگستروم[2] (A) سنجیده می‌شود. باکتریها معمولاً حدود ۰/۵ تا ۱ میکرومتر قطر و حدود ۱/۵ تا ۲/۵ میکرومتر طول دارند. باکتریهای کروی قطری حدود ۰/۷۵ تا ۲ میکرون دارند و باکتریهای میله‌ای شکل بر مبنای کوچک یا بزرگ بودن به‌طور متوسط عرضی معادل ۰/۲ تا ۱ میکرومتر و طولی معادل ۰/۷ تا ۳ میکرون دارند.

۳ــ۳ــ۲ــ روش اندازه‌گیری باکتریها: باکتریها بسیار کوچکند ولی می‌توان ابعاد آنها را به‌طور دقیق اندازه‌گیری نمود. دستگاه اندازه‌گیری باکتریها میکرومتر نامیده می‌شود. این دستگاه شامل صفحهٔ شیشه‌ای و گرد است که بر روی آن خطوطی مدرج حک شده است. فاصله خطوط پس از تنظیم میکرومتر در هر میکروسکوپ مشخص می‌شود. (مثلاً یک میکرون) برای اندازه‌گیری ابعاد باکتریها، تیغک شیشه‌ای حاوی آنها را طوری قرار می‌دهند که باکتریها در مجاورت میکرومتر چشمی قرار گیرند. بدین ترتیب اندازهٔ آنها از روی درجات مختلف میکرومتر تعیین می‌شود.

۱ــ $1\mu = \frac{1}{1000}\,mm$

۲ــ یک آنگستروم $\frac{1}{100}$ نانومتر می‌باشد.

۴ــ۲ــساختمان باکتریها و ترکیب شیمیایی سلول باکتری

۱ــ۴ــ۲ــ ساختمان تشریحی باکتریها

باکتریها مانند سایر سلولهای زنده از سه قسمت اصلی پوشش سلولی، سیتوپلاسم و هسته تشکیل شده است که برای ادامه حیات آنها ضروری است. در بعضی از باکتریها علاوه بر قسمتهای اصلی، ممکن است ضمایم دیگری از قبیل تارلرزان، کپسول، اسپر، فیمبریه یا پیلی نیز وجود داشته باشد.

شکل ۴ــ ۲ــ ساختمان تشریحی باکتریها

۱ــ پوشش سلولی: پوشش باکتریها از قسمتهای زیر ساخته شده است :

پوستهٔ خارجی که آن را دیواره سلولی[۱] می‌نامند، غشا یا پرده سیتوپلاسمی.

در برخی از باکتریها علاوه بر دو بخش فوق لایه لعابی نیز وجود دارد. این ماده هنگامی‌که باکتری در محیط کشت مایع رشد می‌کند به‌صورت لعاب درآمده، در اطراف باکتری پخش می‌شود. حدود و یا ضخامت لایه لعابی در باکتریها متفاوت است که به آن کپسول[۲] می‌گویند.

ــ ***دیوارهٔ سلولی:*** در میان موجودات زنده، سلول حیوانی فاقد دیواره سلولی می‌باشد در حالی‌که سلول گیاهی دارای دیواره‌ای از جنس سلولز (پلیمرگلوکز) می‌باشد، دیوارهٔ سلولی بعضی از پروتیستهای عالی مانند قارچها از جنس کیتین[۳] (پلیمرگلوکز آمین) می‌باشد. در باکتریها دیوارهٔ سلولی پروتوپلاست را احاطه می‌کند و بلافاصله در قسمت خارجی پرده سیتوپلاسمی قرار دارد. و غشای سیتوپلاسمی را در مقابل فشار اسمزی زیاد داخلی حمایت می‌کند. دیوارهٔ سلولی پوسته محکم و مقاومی است به ضخامت ۱۰ تا ۲۵ میلی‌میکرون که برحسب گونه میکروارگانیسم متفاوت می‌باشد و

۱ــ Cell wall ۲ــ Capsul ۳ــ Chitin

تقریباً ۲۰ درصد کل حجم سلول باکتری را تشکیل می‌دهد. این دیواره، قابلیت انعطاف دارد و دارای خلل و فرج زیادی است. وظایف دیوارهٔ سلولی باکتریها شامل موارد زیر می‌باشد :

۱ــ شکل‌دهی باکتری

۲ــ ویژگی آنتی‌ژنی

۳ــ دخالت در عمل تقسیم سلولی

۴ــ حفاظت باکتری مقابل عوامل خارجی

۵ــ قابلیت رنگ‌آمیزی

۶ــ واکنش در برابر داروهای ضد باکتری، باکتریوفاژها و آنتی‌کورها.

ولی در تمام باکتریها یک ساختمان اصلی وجود دارد که از موکوپپتید تشکیل شده است. علاوه بر موکوپپتید[۱] دیوارهٔ سلولی باکتریها دارای ترکیبات دیگری به‌نام ساختمان مخصوص نیز می‌باشند. وجود موکوپپتید باعث استحکام و سختی دیواره سلولی می‌شود.

ــ ساختمان مخصوص دیوارهٔ سلولی

ــ ساختمان مخصوص دیوارهٔ سلولی باکتریهای گرم مثبت: در این باکتریها دیوارهٔ سلولی از دو بخش موکوپپتیدها (پپتید و گلیکان) و اسیدتیکوئیک[۲] تشکیل شده است.

ــ ساختمان مخصوص دیوارهٔ سلولی باکتریهای گرم منفی: در بیرون قسمت موکوپپتیدها (پپتید و گلیکان) سه بخش زیر وجود دارد :

۱ــ لایه لیپوپروتئین

۲ــ فسفولیپید (غشای خارجی)

۳ــ لیپوپلی ساکارید (LPS)

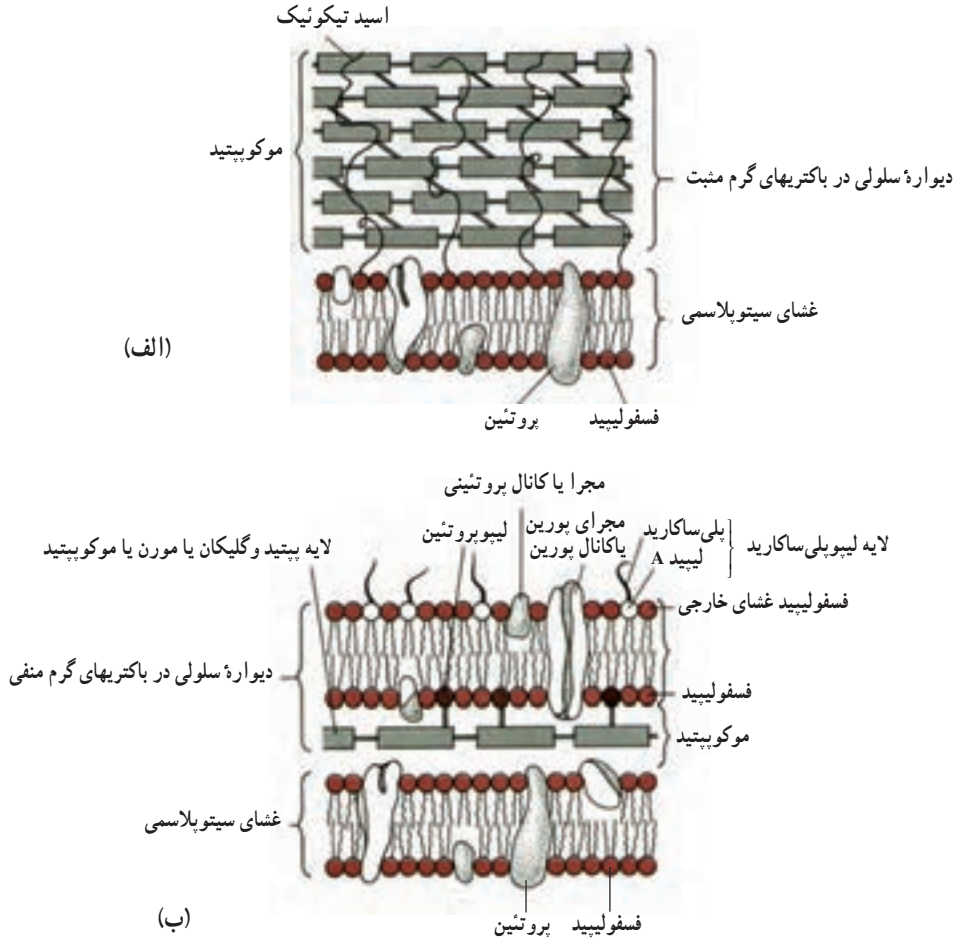
تغییر رنگ دیوارهٔ باکتریها (گرم مثبت و گرم منفی)

چون قسمت سر دیوارهٔ سلولی باکتریهای گرم منفی از جنس لیپوپروتئین یا لایه مخصوص می‌باشد تحت اثر الکل و اَستن که حلّال چربی می‌باشند قابلیت نفوذپذیری بیشتری پیدا می‌کنند و این مواد داخل باکتری شده، مواد رنگی را در خود حل کرده از باکتری خارج می‌شوند در حالی که در باکتریهای گرم مثبت قسمت اعظم دیواره از موکوپپتید است که از نفوذ حلّال چربی (الکل و اَستن)

۱ــ Mucopeptide

۲ــ Teichoic Acid

به‌داخل باکتری جلوگیری می‌کنند و مواد رنگی نمی‌توانند در آن حل شده، از باکتری خارج شوند.



شکل ۵ــ۲ــ مقایسه ساختمان و ترکیبات شیمیایی دیوارهٔ سلولی باکتری
(الف) باکتریهای گرم مثبت (ب) باکتریهای گرم منفی

ــ ***غشا یا پردهٔ سیتوپلاسمی***[1]: این پرده بلافاصله در داخل دیوارهٔ سلولی و چسبیده به آن و در اطراف سیتوپلاسم قرار دارد و فوق‌العاده نازک است و خاصیّت ارتجاعی دارد و به‌طور عمده از فسفولیپید و پروتئین ساخته شده است. فضای بین پردهٔ سیتوپلاسمی و دیوارهٔ سلولی را «فضای پری‌پلاسمیک» می‌نامند. در حال عادی دیوارهٔ سلولی و پردهٔ سیتوپلاسمی در اثر فشار داخلی به‌هم

۱ــ Cytoplasmic Membrane

چسبیده‌اند ولی اگر باکتریها را در محلول هیپرتونیک[1] قرار دهند آب خود را از دست می‌دهند و در نتیجه سیتوپلاسم و پردهٔ اطراف آن از دیوارهٔ سلولی جدا و در گوشه‌ای متراکم می‌شوند و دیوارهٔ سلولی به‌خوبی نمایان می‌گردد، این حالت را «پلاسمولیز[2]» گویند.

ــ ساختمان پردهٔ سیتوپلاسمی: مواد شیمیایی تشکیل‌دهندهٔ پرده سیتوپلاسمی در حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد پروتئین و ۲۰ تا ۳۰ درصد لیپید است در غشای سیتوپلاسمی باکتریها استرول وجود ندارد.

در بسیاری از باکتریها خصوصاً باکتریهای گرم مثبت رشته‌های کیسه مانندی از پرده سیتوپلاسمی به داخل سیتوپلاسم پیش می‌رود که مزوزوم نام دارند.

ــ اعمال غشای سیتوپلاسمی عبارتند از:

۱ــ قابلیت نفوذ انتخابی و انتقال مواد به داخل سلول به صورت : غیرفعال و فعال

۲ــ جایگاه واکنشهای تنفسی

۳ــ دفع آنزیمهای خارجی و سموم خارجی

۴ــ جایگاه واکنشهای بیوسنتز

۵ــ دخالت در رنگ‌آمیزی گرم

۲ــ سیتوپلاسم: سیتوپلاسم در حقیقت قسمت اصلی پروتوپلاسم و مرکز فعل و انفعالات حیاتی باکتریهاست و دایماً در حال تغییر می‌باشد. سیتوپلاسم باکتریها از یک سیستم کلوئیدی تشکیل‌شده است که در آن آب، مواد غیرآلی و آلی از قبیل اسید ریبونوکلئیک در حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد وزن سیتوپلاسم، فسفولیپید، لیپید، گلوسید، پروتئین، ریبونوکلئات منیزیم و یونهای معدنی وجود دارد که «ماتریکس» نامیده می‌شود.

۳ــ هسته: از نظر وجود هسته باکتریها به سه دسته تقسیم می‌شوند : ۱ــ بدون هسته ۲ــ یک هسته مشخص و مجزا دارند ۳ــ دارای هستهٔ پراکنده هستند.

در سالهای اخیر به‌وسیلهٔ میکروسکوپ الکترونی ساختمان هسته در باکتریها به‌طور کامل مورد مطالعه قرار گرفته است و به این نتیجه رسیده‌اند که باکتریها فاقد غشای هسته بوده، هستک هم ندارند و فقط در جایگاه هسته یک مولکول اسید دزوکسی ریبونوکلئیک (DNA) وجود دارد که آن را کروموزوم می‌نامند. DNA باکتریها از یک مولکول دو رشته‌ای مارپیچی تشکیل شده است. این مولکول دایره‌ای شکل است ولی روی خود پیچ خورده و به‌صورت یک کلاف در آمده است.

۱ــ محلولی که غلظت مواد درون آن بیشتر از داخل سلول است.

۲ــ Plasmolysis

DNA همیشه در تمام سلولها تحت تمام شرایط کشت موجود است و وظیفهٔ مهم آن شرکت در تقسیم باکتریها، سنتز آنزیمها، انتقال صفات ارثی و اخیراً شرکت در طبقه‌بندی باکتریهاست.

۲ــ۴ــ ۲ــ ضمایم سلول باکتری

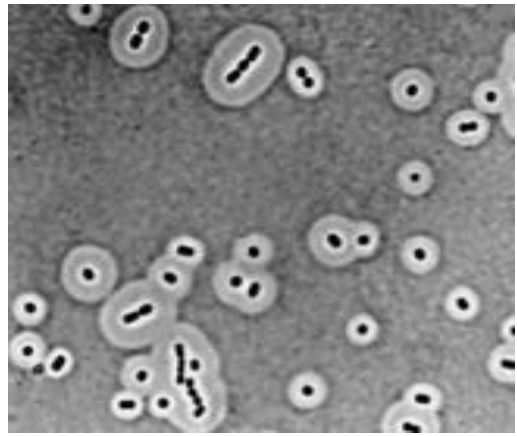
الف ــ کپسول : اطراف بعضی از باکتریها با لایه ژل مانندی از جنس پلی‌ساکارید محصور شده است که آن‌را کپسول می‌نامند. کپسول در اطراف بعضی از گونه‌های باکتری قرار دارد و به طریق منفی رنگ‌پذیر است یعنی زمینه و سلول باکتری رنگ می‌گیرد و کپسول به‌صورت هالهٔ بی‌رنگی در اطراف سلول دیده می‌شود. هنگامی که این ماده متراکم نبوده، به‌صورت الیاف درهم و شلی از فیبریلهای خارج سلولی تشکیل شده باشد و قطر آن از ۰/۲ میکرومتر کمتر باشد و در زیر میکروسکوپ نوری دیده نشود و فقط با میکروسکوپ الکترونی قابل بررسی باشد آن‌را میکروکپسول می‌نامند. وظیفه میکروکپسول اتصال و چسبیدن باکتریها به سطح سلولهای میزبان است.

در بعضی از باکتریها مانند پنوموکک، باسیل مولد سیاه‌زخم و غیره ضخامت کپسول بیش از ۰/۲ میکرومتر است و با میکروسکوپ معمولی قابل رؤیت می‌باشد و به‌نام ماکروکپسول نامیده می‌شود.

در مراحل رشد در محیط مصنوعی، قطر کپسول ممکن است تحلیل رود. این امر، بستگی به کمبود کربن و انرژی دارد و یا حتی ممکن است در اثر تجمّع آنزیمهای از بین برنده کپسول در محیط کشت بکلّی ناپدید گردد. جنس کپسول در باکتریهای مختلف متفاوت است مثلاً ممکن است از جنس پلی‌ساکارید و یا پلی‌پپتید و یا از جنس دکستران باشد.

کپسول برای حیات باکتریها ضروری نیست زیرا بدون آن هم می‌توانند زندگی کنند. وجود کپسول مقاومت باکتریها را در برابر بیگانه خواری و عوامل ضدمیکروبی مانند باکتریوفاژها، لیزوزیم و آنزیمهای لیزکننده دیگر افزایش می‌دهد. قدرت بیماری‌زایی باکتریها موقعی که کپسول داشته باشند به مراتب زیادتر از زمانی است که کپسول خود را از دست داده باشند زیرا با وجودی که باکتریهای کپسول‌دار به‌وسیلهٔ فاگوسیتها بلعیده می‌شوند، در داخل این سلول هضم نمی‌گردند چون لایه کپسولی سبب می‌شود که آنزیمهای لیزکننده با میکروب تماس پیدا نکنند.

اهمیت کپسول در صنایع غذایی : باکتریهای کپسول‌دار در محیط رشد خود حالت لزج و چسبنده‌ای ایجاد می‌کنند که امروزه سبب بروز مشکلاتی در صنایع مختلف بخصوص صنایع غذایی می‌شود. مانند مسدود شدن صافیها و یا مسیر لوله و کانالهای عبور مواد و چسبیدن و لزج شدن مواد مختلف.



شکل ۶ ــ ۲ــ کپسول در باکتریها که به صورت هاله بی‌رنگی در اطراف سلول دیده می‌شود.

ب ــ اعضای حرکتی باکتری

ــ تارهای لرزان[۱] یا تاژک : بعضی از باکتریها، دارای زواید رشته مانندی به نام تاژک یا فلاژل هستند که می‌توان آنها را مستقیماً با میکروسکوپ الکترونی یا پس از رنگ‌آمیزی مخصوص زیر میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار داد. باکتریها ممکن است دارای یک، دو یا چند تار لرزان باشند.

ــ فیمبریه یا پیلی[۲] : در سطح بسیاری از باکتریهای گرم منفی و برخی از باکتریهای گرم مثبت کرکهای ظریفی به قطر ۵ تا ۱۰ نانومتر و طول تقریباً ۱ تا ۱۰ میکرومتر وجود دارد که بدون ترتیب خاصی سطح باکتری را پوشانیده‌اند. انتهای فیمبریه در پردهٔ سیتوپلاسمی به ساختمان تکمه‌ای شکل ختم می‌شود.

وظایف پیلی :

۱ــ چسبندگی باکتری به سطوح ۲ــ حرکت باکتری به‌طرف منابع سرشار از مواد غذایی ۳ــ بیماریزایی.

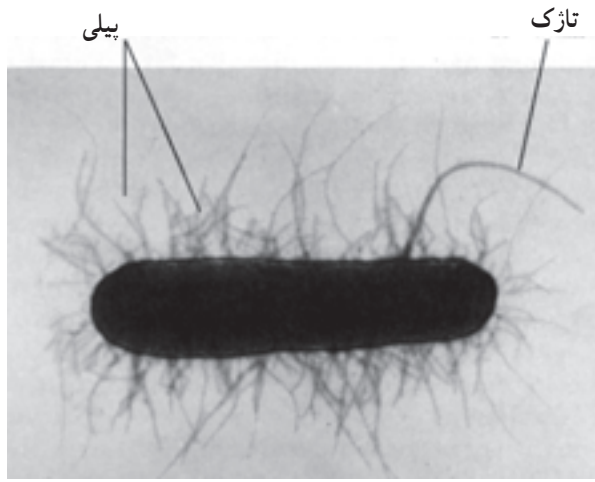
از نظر طرز عمل در انواع مختلف باکتریها دو دسته پیلی مشاهده می‌شود :

۱ــ پیلی معمولی : عامل چسبندگی بوده، خود بر چند نوع است.

۲ــ پیلی جنسی[۳] : در یک باکتری ممکن است یک یا هر دو دسته پیلی وجود داشته باشد.

ــ اسپور[۴] : بعضی از باکتریها دارای قدرت ایجاد اسپور هستند. اسپور شکل مقاوم باکتری است که در جنس باسیلوس و کلستریدیوم دیده می‌شود. اسپورها در شرایط نامساعد که باکتریها قادر به تحمل آن نیستند، مانند دما، سرما، خشکی، مواد شیمیایی، تشعشعات و غیره تشکیل می‌شوند و در مقابل عوامل نامساعد بصورت خفته به حیات خود ادامه می‌دهند. هر باکتری فقط یک اسپور می‌سازد و از هر اسپور یک باکتری بوجود می‌آید. بنابراین در اینجا هیچ‌گونه عمل تکثیر انجام نمی‌گیرد.

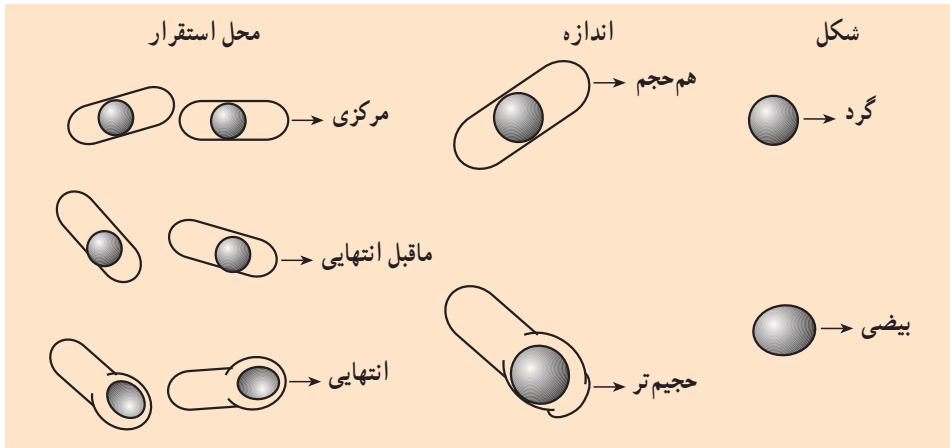
۱ــ Flagella ۲ــ Fimbriae or pili ۳ــ Sex pili ۴ــ Spore



شکل ۷ــ ۲ــ پیلی در باکتریها

در هر باکتری اسپوردار اندازه، شکل و محل استقرار اسپور در آن ثابت می‌باشد و این امر به تشخیص گونه‌های باکتریها کمک می‌کند. در بعضی از باکتریها اسپور در مرکز و در برخی دیگر در انتها و در دسته‌ای دیگر نیز نزدیک به انتها قرار دارند.

شکل اسپور ممکن است گرد[1] یا بیضی[2] باشد و اندازهٔ آن بین ۰/۲ تا ۲ میکرومتر است و بعضی اوقات قطر آن از قطر باکتری زیادتر است و باعث برجستگی در باکتری می‌گردد. گاهی نیز قطر اسپور مساوی و یا کوچکتر از باکتری می‌باشد. اسپورها در اثر نوعی شوک بخصوص دمایی به شکل فعال تبدیل شده و به رشد و نمو و تکثیر خود ادامه می‌دهند.



شکل ۸ــ ۲ــ انواع اسپور در باکتریها برحسب محل استقرار، اندازه و شکل

۱ــ Spherical ۲ــ Oual

۵ــ۲ــ تولید مثل باکتریها

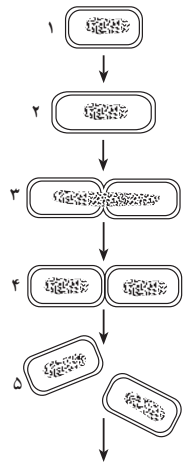
زمانی که باکتریها در شرایط مساعد قرارگیرند به سرعت شروع به تقسیم می‌نمایند و بر تعداد آنها افزوده می‌شود. منظور از رشد در باکتریها اضافه شدن تعداد آنها در محیط کشت (محیط کشت مصنوعی یا بدن موجودات زندهٔ دیگر) می‌باشد.

۱ــ۵ــ۲ــ تقسیم و تکثیر باکتریها: باکتریها برحسب گونه و نوع خود به دو طریق جنسی و غیرجنسی تکثیر می‌یابند. معمولاً مهمترین روش تکثیر باکتریها تکثیر غیرجنسی به صورت تقسیم دوتایی[1] می‌باشد.

ــ تکثیر غیرجنسی

الف ــ تقسیم دوتایی: در این نوع تقسیم یک باکتری پس از زمان معین که برای تمام باکتریها یکسان نیست و بستگی به شرایط محیط و مواد غذایی دارد تقسیم شده، به دو باکتری تبدیل می‌گردد. در این روش هنگامی‌که باکتری در محیط مناسبی قرار گیرد مواد مورد نیاز خود را جذب کرده، به‌وسیلهٔ آنزیمهای خود آنها را تغییر می‌دهد و به پرتوپلاسم زنده تبدیل می‌کند. در نتیجه این عمل بر حجم باکتری افزوده شده، کم‌کم طول باکتری زیاد می‌شود و همزمان با آن مواد هسته‌ای نیز دو برابر می‌گردد. وقتی که رشد سلول به حد معینی رسید، ابتدا در قسمت وسط فرورفتگی ایجاد شده، رفته رفته دیوارهٔ عرضی در قسمت میانی شکل گرفته، یک باکتری به دو باکتری تبدیل می‌شود.

ب ــ روشهای دیگر تولید مثل غیرجنسی و تکثیر باکتریها عبارتند از: قطعه قطعه شدن، جوانه زدن



۱) باکتری در حال رشد
۲) پایان مرحلهٔ رشد باکتری
۳) تقسیم پروتوپلاسم و پیدایش فرورفتگی در دیواره
۴) تشکیل دیوارهٔ عرضی
۵) جدا شدن دو باکتری جدید از یکدیگر

شکل ۹ــ۲ــ تکثیر غیرجنسی باکتریها به روش تقسیم دوتایی

۱ــ Binary fission

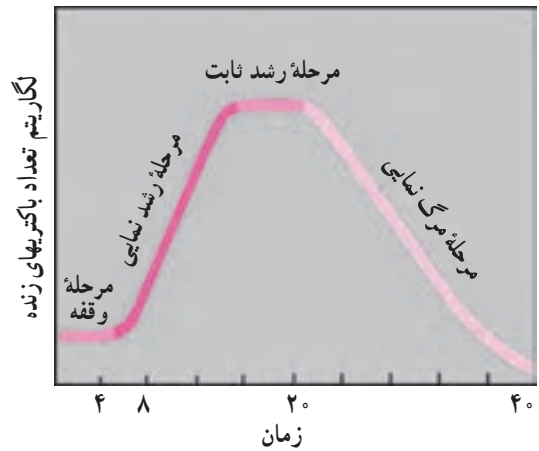
شکل ۱۰ــ۲ــ تکثیر غیرجنسی به روش جوانه زدن

شکل ۱۱ــ۲ــ تکثیر غیرجنسی به روش قطعه قطعه شدن

ــ **تکثیر جنسی:** به‌صورت هم یوغی یا آمیختگی[1] انجام می‌گیرد که در آن ژنها پس از تماس دو باکتری انتقال پیدا می‌کند.

۲ــ۵ــ۲ــ منحنی رشد باکتری: چنانچه باکتری در شرایط کشت مناسبی قرار گیرد، پس از زمان معینی به دو و سپس به چهار و بعد به هشت و همینطور شانزده و ... باکتری تقسیم می‌شود. مدّت زمانی‌که لازم است تا یک باکتری به دو باکتری تقسیم شود زمان تقسیم[2] نامیده می‌شود. زمان تقسیم در باکتریهای مختلف متفاوت است و نیز برای یک نوع باکتری در محیط و شرایط مختلف نیز متفاوت خواهد بود. اگر غذایی کافی در اختیار یک باکتری قرار گیرد، در مدت یک هفته، حجم حدود حجم کره زمین تولید خواهد کرد. این نوع افزایش سلولی افزایش به صورت تصاعد هندسی نامیده می‌شود. اما در عمل به علت کمبود مواد غذایی و بالا رفتن مواد زاید، پس از مدت معینی رشد باکتریها رو به کاهش خواهد گذاشت.

ــ منحنی رشد و نمو باکتریها، در این منحنی چهار قسمت مشخص را می‌توان درنظر گرفت.



شکل ۱۲ــ۲ــ منحنی عمومی رشد باکتریها در یک محیط کشت آزمایشگاهی (بسته)

ــ **مراحل مختلف منحنی رشد**

۱ــ *مرحله وقفه*[3]: در این مرحله باکتریها که تازه در محیط کشت وارد شده‌اند خود را با محیط

۱ــ Conjugation ۲ــ Generation Time ۳ــ Lag, phase

آشنا می‌کنند و تا مدتی به حالت نهفته یا کمون به سر می‌برند و سرعت رشد آنها صفر می‌باشد. طول این مدت معمولاً ۲ تا ۳ ساعت است.

۲ــ *مرحله رشد لگاریتمی یا رشد نمایی*[۱]: در این مرحله تقسیم باکتریها به‌طور منظم و با حداکثر سرعت انجام می‌شود که معمولاً ۵ تا ۸ ساعت طول می‌کشد و به مرحله رکود نزدیک می‌شوند.

۳ــ *مرحله رشد ثابت*[۲]: ورود به این مرحله ناشی از عواملی نظیر کمبود مواد غذایی، کمبود فضا، افزایش مواد سمی که محیط را برای ادامه رشد باکتری نامساعد می‌کند. طول این مرحله براساس نوع باکتری متفاوت است و معمولاً حدود ۲۰ ساعت طول می‌کشد.

۴ــ *مرحله مرگ نمایی*[۳]: آخرین مرحله در منحنی رشد و نمو باکتریها، مرحله مرگ است و ممکن است چند ساعت تا چند روز به طول بینجامد. در این مرحله رشد باکتری متوقف و تمام مواد غذایی مصرف شده است. و در اثر تجمع مواد سمی به صورت لگاریتمی متلاشی شده و از بین می‌روند.

۳ــ۵ــ۲ــ اثر عوامل فیزیکی، شیمیایی و محیطی در رشد و نمو و متابولیسم باکتریها

ــ غذا یا محیط کشت: از نظر میکروب‌شناسی غذا چیزی است که باکتری می‌تواند آن را جذب نماید و از آن انرژی و مواد لازم را برای فعالیتهای حیاتی خود تأمین کند. محیط کشت میکروبها باید محتوی مقدار کافی از مواد اختصاصی مورد نیاز باشد که آنها را مواد غذایی ضروری می‌نامند. در واقع ترکیب شیمیایی سلول که تا حدود زیادی در موجودات زنده ثابت است نیاز اصلی رشد را مشخص می‌کند که عبارتند از : کربن، اکسیژن، نیتروژن، هیدروژن، فسفر. این پنج عنصر تقریباً ۹۵٪ از وزن خشک سلول را تشکیل می‌دهند و ۵٪ بقیه شامل عناصری مانند پتاسیم، گوگرد، سدیم، کلسیم، منیزیم، کلر، آهن، منگنز، کبالت، مس، مولیبدن و روی می‌باشد.

ــ درجهٔ حرارت: باکتریها از نظر دامنهٔ دمای مناسب رشد به سه دسته تقسیم می‌شوند :

الف ــ باکتریهای ترموفیل*[۴] *(گرمادوست): باکتریهایی هستند که مناسب‌ترین درجه حرارت برای رشد آنها ۴۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. این باکتریها در طبیعت در چشمه‌های آب گرم و خاک، دمای بین ۷۵ تا ۸۰ درجه سانتیگراد را براحتی تحمل می‌نمایند و در حرارت ۵۵ درجه سانتیگراد قادر به رشد هستند. باکتریهای ترموفیل اجباری در حرارت ۳۷ درجه سانتیگراد قادر به رشد نیستند ولی باکتریهای ترموفیل اختیاری قادرند هر دو درجه حرارت ۳۷ درجه سانتیگراد و ۵۵ درجه سانتیگراد را به خوبی تحمل کنند. اکثر باکتریهای ترموفیل مولد فساد در مواد غذایی کنسروی متعلق به این گروه از باکتریها هستند.

۱ــ Logarithmic phase ۲ــ Stationary phase ۳ــ Death phase ۴ــ Thermophiles

ب ــ *باکتریهای مزوفیل*[1]: باکتریهایی که معمولاً در بدن انسان و حیوانات زندگی می‌نمایند و بیشتر مورد مطالعه قرار می‌گیرند جزء این دسته می‌باشند. باکتریهای مزوفیل در درجات حرارت ملایم بهتر رشد می‌کنند و معمولاً از این نظر به دو دسته تقسیم می‌شوند.

ــ دستهٔ اول : آنهایی که درجه حرارت مناسب برای رشد آنها ۲۰ تا ۳۵ درجه سانتیگراد است. باکتریهای این گروه شامل اکثر ساپروفیتها و باکتریهای انگل گیاهان است.

ــ دسته دوم : باکتریهایی که درجه حرارت مناسب برای رشد آنها ۳۵ تا ۴۵ درجه سانتیگراد می‌باشد و معمولاً برای حیوانات انگل بوده، یا به‌طور هم‌سفره[2] زندگی می‌کنند.

ج ــ *باکتریهای سایکروفیل*[3]، *(سرمادوست)*: دامنه حرارتی رشدشان بین ۰ تا ۲۰ درجهٔ سانتیگراد می‌باشد. از نظر برخی صاحب نظران متوسط درجه حرارت این باکتریها حدود ۱۵ درجهٔ سانتیگراد می‌باشد. این باکتریها یکی از عوامل فساد مواد غذایی در یخچال هستند. به‌طورکلّی آنچه مشخص کننده یک باکتری سایکروفیل است قدرت رشد و تکثیر آن در صفر درجه سانتیگراد می‌باشد.

با توجه به اینکه باکتریها دارای دمای بهینه رشد متفاوتی هستند، از این پدیده می‌توان به کمک روشهای حرارتی مختلف، مواد غذایی را سالم‌سازی و نگهداری نمود.

ــ **pH** : مقاومت یک باکتری نسبت به حرارت در pH مناسب (اغلب نزدیک به خنثی) به حداکثر می‌رسد در pH زیاد اسیدی یا قلیایی مرگ سریعتر اتفاق می‌افتد.

هر باکتری در pH معین فعالیت کرده، سموم و آنزیمها و رنگ دانه‌های گوناگون تولید می‌نماید. اکثر باکتریهای بیماریزا در pH حدود خنثی رشد می‌کنند و تعدادی از آنها ممکن است pH اسیدی یا قلیایی را ترجیح دهند. برای مثال کپکها و مخمرها در pH اسیدی رشد و تکثیر بهتری خواهند داشت از این‌رو میوه‌هایی که pH پایین‌تری دارند بیشتر در معرض فساد ناشی از کپکها و مخمّرها هستند. در مواد غذایی، pH می‌تواند نشان دهندهٔ درجه سلامت، نوع آلودگی و نوع باکتری موجود در آن باشد.

ــ **آب:** یکی از مهمترین اجزای ساختمان سلول باکتریهاست و تقریباً ۸۰ تا ۹۰ درصد وزن باکتریها را به صورت آزاد یا ترکیب تشکیل می‌دهد. باکتریها در محیط فاقد آب می‌میرند و یا اسپور تولید می‌کنند.

نقش آب در زندگی باکتریها را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود :

ــ مواد غذایی به وسیلهٔ آب به صورت محلول درآمده، جذب باکتری می‌گردند.

ــ آب در دفع و انتقال مواد زاید حاصل از فعالیتهای حیاتی باکتری از درون آن به خارج مؤثر است.

۱ــ Mesophiles ۲ــ Commensal

هم‌سفره : موجوداتی که در بدن میزبان زندگی می‌نمایند ولی به آن آسیب نمی‌رسانند.

۳ــ Psychrophiles

ـ آب در سرعت واکنشهای شیمیایی بسیار مؤثر است و بدون آن واکنشهای درون باکتری انجام نمی‌پذیرد.

ـ آب در حفظ شکل باکتری تأثیر زیادی دارد.

در اصطلاح علمی، مقدار آب در دسترس برای عوامل مؤثّر در فساد را با a_w[1] نشان داده، آن‌را آب فعال در محیط می‌نامند که عبارت است از فشار بخار آب محلول ماده غذایی به فشار بخار آب خالص در همان دما

$$a_w = \frac{p}{p_\circ}$$

این رابطه نشان دهندهٔ آن است که مادهٔ غذایی دارندهٔ آن در چه موقعیتی از فسادپذیری است. اگر a_w بالا باشد زمان قابلیت نگهداری آن پایین و اگر a_w پایین باشد زمان نگهداری آن بالاست.

جدول ۴ـ۲ـ حداقل فعالیت آبی جهت رشد و تکثیر میکروارگانیسمها

باکتریهای معمولی	۰/۹۱
مخمرهای معمولی	۰/۸۸
کپک معمولی	۰/۸۰
باکتری نمک‌دوست (هالوفیل)	۰/۷۵
کپک خشکی دوست	۰/۶۵
مخمر اسموفیل	۰/۶
فعالیت بیشتر آنزیمها	۰/۸۵
آنزیم لیپاز	۰/۳ ـ ۰/۱

ـ قدرت اکسیداسیون و احیا: درجه اکسیداسیون در یک مادهٔ غذایی، به‌وسیلهٔ ظرفیت اکسیداسیون و احیا که واحد آن میلی ولت است و اختصاراً Eh نامیده می‌شود، تعیین می‌گردد. از آنجا که Eh بر روی متابولیسم میکروارگانیسمها مؤثر است میزان آن در یک ماده غذایی یکی از عوامل مؤثّر در تعیین فلور میکروبی می‌باشد. غذاهایی که دارای ترکیبات احیاکننده می‌باشند، دارای قدرت احیاکنندگی هستند برعکس چنانچه ترکیباتی در ماده غذایی موجود باشد که اکسیژن در اختیار میکروارگانیسمها قرار دهد آن ماده غذایی اکسید کننده بوده، قدرت اکسیدکنندگی آن بالاست. از این‌رو، غذاهایی که دارای قدرت بالایی هستند رشد میکروارگانیسمهای هوازی و غذاهای دارای قدرت Eh پایین، رشد میکروارگانیسمهای غیرهوازی را تسهیل می‌نمایند. بنابراین میکروارگانیسمهای هوازی محتاج Eh مثبت و بی‌هوازی نیازمند Eh منفی هستند. اندازهٔ Eh معمولاً بین ۵۰۰ میلی‌ولت

۱ـ Activity water

برای اکسید کننده‌ها و ۶۰۰- میلی‌ولت برای احیاکننده‌ها متغیّر است. در تکنولوژی مواد غذایی می‌توان به‌منظور جلوگیری از اکسیداسیون و فساد، میزان Eh را پایین آورد.

ــ عوامل بازدارندهٔ رشد: رشد و تکثیر میکروارگانیسمها در اثر حضور مواد بازدارنده که به‌طور طبیعی در محیط رشد حضور دارند و یا اینکه به آن اضافه شده است، کند و به‌طور کامل متوقف می‌گردد مانند آنتی بیوتیکها.

۶ــ۲ــ انواع باکتریها از نظر تغذیه‌ای

به‌طورکلّی باکتریها را از نظر احتیاجات غذایی به دو گروه اتوتروفیک[۱] و هتروتروفیک[۲] تقسیم می‌کنند :

۱ــ۶ــ۲ــ باکتریهای اتوتروفیک: این باکتریها برای رشد و نمو خود احتیاج به آب، نمکهای معدنی و CO_2 دارند این باکتریها قسمت اعظم مواد لازم برای متابولیسم داخل سلولی را از CO_2 ساخته، انرژی مورد نیاز برای این سنتز را از نور یا اکسیداسیون یک یا چند مادهٔ غیرآلی موجود در محیط تأمین می‌نمایند.

۲ــ۶ــ۲ــ باکتریهای هتروتروفیک: این باکتریها اگر چه قادرند به مقدار کم از CO_2 استفاده کنند ولی برای دسترسی به منبع اصلی کربن مورد نیاز خود برای ادامه زندگی احتیاج به مواد آلی پیچیده دارند. منبع انرژی آن ممکن است فتوسنتتیک یا کموسنتتیک باشد. باکتریهای هتروتروفیک به دو دسته تقسیم می‌شوند :

باکتریهای هتروتروف از نظر ارتباط و منابع تأمین غذا به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند :

۱ــ ساپروفیتها یا میکروارگانیسمهای غیربیماریزایی که از تجزیه مواد آلی مواد غذایی مورد نیاز خود را تأمین می‌کنند.

۲ــ پارازیتها یا میکروارگانیسمهای بیماریزایی که مواد غذایی مورد نیاز خود را از میزبان (موجود زنده گیاهی یا حیوانی) به‌دست می‌آورند.

۷ــ۲ــ متابولیسم باکتریها

همه واکنشهای شیمیایی که توسط سلولها انجام می‌گیرد «متابولیسم» نامیده می‌شود. این واکنشها ممکن است انرژی‌زا یا انرژی‌خواه باشند و برای انجام هر دو آنها وجود آنزیم ضروری است.

ماده غذایی اصلی، دارای مقدار زیادی انرژی در پیوندهای بین اتمهای خود می‌باشد ولی این

۱ــ Autotrophic Bacteria ۲ــ Heterotrophic Bacteria

انرژی در سرتاسر مولکول پخش است و به آسانی قابل مصرف نمی‌باشد. راههای متابولیسم انرژی شامل یک سلسله واکنشهای آنزیمی است که طی آن انرژی غیرقابل مصرف منتشر در بسیاری از پیوندهای کم‌انرژی ابتدا به صورت اتصالهای پرانرژی متراکم شده آنگاه این انرژی به ADP (آدنوزین دی فسفات) انتقال یافته، آن را به صورت ATP (آدنوزین تری فسفات) درمی‌آورد. حال سلول براحتی قادر است از این انرژی استفاده کند. تبدیل انرژی نیاز به یک سلسله واکنشهایی دارد که طی آن انرژی به‌آرامی ولی به‌طور مطمئن در پیوندهای پرانرژی متراکم می‌گردد.

این واکنشها به دو دسته تقسیم می‌شوند :

۱ــ۷ــ۲ــ واکنشهای انرژی‌زا: این واکنشها را واکنشهای کاتابولیسمی نیز می‌نامند زیرا انرژی لازم برای ساخته شدن مواد ضروری سلول را تولید می‌کنند. انرژی حاصل از واکنشهای انرژی‌زا در واکنشهای انرژی‌خواه بکار می‌رود و باعث ساخته شدن موادی نظیر پروتئینها، اسیدهای نوکلئیک، پلی‌ساکاریدها و ... می‌شود. باکتریها برحسب نوع و شرایط محیط از دو روش مختلف برای تولید انرژی استفاده می‌کنند.

الف : تنفس[۱] ب : تخمیر[۲]

الف ــ تنفس: اکثر باکتریها برای رشد خود احتیاج به گازهای O_2 و CO_2 دارند. اگر اکسیژن آزاد در واکنشهای تنفسی آنان دخالت نماید «باکتریهای هوازی» می‌گویند. تنفس ممکن است کامل و یا ناقص انجام شود. در تنفس کامل گلوکز به آب و دی‌اکسید کربن، اکسید می‌شود. مواد غذایی مورد احتیاج باکتریها و موادی که بوجود می‌آورند کاملاً به نوع تنفس آنان بستگی دارد. مواد معدنی نیز ممکن است به‌طور کامل اکسید شود.

باکتریها از نظر نیاز به اکسیژن به پنج گروه تقسیم می‌شوند.

ــ ***باکتریهای هوازی اجباری:*** این باکتریها برای رشد خود نیاز به اکسیژن آزاد دارند و آن را به‌صورت اکسیژن مولکولی محلول از جدار سلولی خود عبور داده، وارد سیتوپلاسم می‌کنند مانند باکتریهای مولد سرکه[۳].

ــ ***باکتریهای هوازی اختیاری:*** این دسته از باکتریها در شرایط دارای اکسیژن و یا با مقدار کم اکسیژن قادر به رشد و ادامه حیات هستند و با توجه به شرایط محیط، زندگی هوازی یا بی‌هوازی را انجام می‌دهند. در واقع این باکتریها در شرایط هوازی به خوبی رشد می‌کنند و در محیط فاقد اکسیژن نیز قدرت رشد و تکثیر را از دست نمی‌دهند.

۱ــ Respiration ۲ــ Fermentation ۳ــ Acetobacter

ــ ***باکتریهای بی‌هوازی اجباری:*** این باکتریها تنها در محیطی قادر به رشد هستند که اکسیژن در آن محیط وجود نداشته باشد. حتی مقادیر ناچیز اکسیژن نیز موجب مرگ این باکتریها می‌شود. مانند عامل مسمومیت[1] در قوطیهای کنسرو.

ــ ***باکتریهای بی‌هوازی اختیاری:*** این باکتریها بی‌هوازی هستند و در محیط فاقد اکسیژن رشد می‌کنند اما قادرند وجود اکسیژن را تحمل نمایند و اگر در معرض اکسیژن قرار بگیرند از بین نمی‌روند.

ــ ***باکتریهای میکروآئروفیلی:*** باکتریهایی هستند که فشار اکسیژن پایین را دوست دارند. این باکتریها بهترین رشد را در فشار کم اکسیژن دارند و اگر فشار اکسیژن زیاد باشد حتی به اندازهٔ فشار اکسیژن اتمسفر از بین می‌روند.

ــ تنفس، یکی از راههای تأمین انرژی است که در آن باکتریها با استفاده از اکسیژن، انرژی موردنیاز خود را از شکستن مواد آلی یا معدنی به‌دست می‌آورند.

ب ــ تخمیر: نوع دیگر تأمین انرژی است که در آن باکتریها بدون استفاده از اکسیژن انرژی مورد نیاز خود را از شکستن مواد بدست می‌آورند. در این روش نیز مهمترین ماده آلی که مورد تخمیر واقع شده و انرژی ایجاد می‌کنند ؛ قندهای ساده مثل گلوکز و فروکتوز است.

نکته مهم اینکه مقدار انرژی تولید شده از طریق تنفس بیشتر از تخمیر است. به عنوان مثال اکسیداسیون کامل یک مولکول‌گرم گلوکز از طریق تنفس ۶۸۸ کیلوکالری است و حال آنکه از طریق تجزیه یک مولکول‌گرم گلوکز از راه تخمیر فقط ۵۸ کیلوکالری انرژی تولید می‌کند.

واکنشهای انرژی‌زا

۱ــ تنفس

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ۶۸۸۰۰۰ \text{ کالری}$$

۲ــ تخمیر

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{تخمیر}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH + ۵۸۰۰۰ \text{ کالری}$$

۲ــ۷ــ ۲ــ واکنشهای انرژی‌خواه: در این واکنشها که از انرژی حاصل از واکنشهای انرژی‌زا استفاده می‌شود مواد آلی در سلول ساخته می‌شود. مواد آلی در باکتریها دو نوع هستند : مواد آلی با وزن مولکولی کم مثل اسیدهای آمینه و گلوکز که این مواد مستقیماً از محیط خارج گرفته می‌شود و دوم مواد آلی با وزن مولکولی زیاد مثل پروتئینها، پلی‌ساکاریدها و اسیدهای نوکلئیک که این مواد در داخل سلول ساخته می‌شود و برای این کار احتیاج به انرژی است که از طریق واکنشهای انرژی‌زا تأمین می‌گردد.

۱ــ Clastridium botutinum

۸ــ۲ــ نقش آنزیمها در متابولیسم باکتریها

آنزیمها کاتالیزورهای حیاتی هستند که واکنشهای شیمیایی را در سلول تسهیل و تسریع می‌کنند. برای انجام واکنشهای شیمیایی شکسته شدن این پیوندها در برخی از ترکیبات و تشکیل مجدد آنها در ترکیبات دیگر ضروری است. این پیوندها معمولاً خیلی مقاوم‌اند و شکستن آنها در عدم حضور آنزیم فقط در حرارتهای بالا امکان‌پذیر است.

طی واکنشهای حیاتی آنزیمها خود به مصرف نرسیده ولی در طی مراحل عمل ممکن است دچار تغییراتی شوند که نیاز به ساختن مجدد داشته باشند، پس از به اتمام رساندن واکنشهای شیمیایی به حالت اولیه بازمی‌گردند تا بتوانند مجدداً در همان واکنش شرکت کنند و مولکولهای بیشتری را تجزیه یا با یکدیگر ترکیب نمایند.

عمل آنزیمها غالباً اختصاصی است. یعنی بر روی ترکیب خاصی اثر می‌کنند. مثلاً پروتئازها فقط بر روی پروتئینها و پیوندهای آنها مؤثرند و آنها را تجزیه می‌کنند. هر آنزیم از دو قسمت تشکیل شده است : بخش پروتئینی که آپوآنزیم نامیده می‌شود و عمل اختصاصی بودن آنزیمها را موجب می‌گردد و بخش غیرپروتئینی که کوفاکتور نامیده شده و شامل مرکز فعال آنزیم می‌باشد. وجود یک یون فلزی (مانند مس، آهن، منگنز) به عنوان فاکتور کمک کننده برای فعالیت برخی از آنزیمها لازم است که در صورت وجود آنها در بخش غیرپروتئینی به آنها ریشه پروستتیک[1] می‌گویند. بسیاری از ویتامینها (مثل B_1 و B_2) و سایر مواد آلی نیز در بخش غیرپروتئینی آنزیمها شرکت دارند که به آنها کوآنزیم می‌گویند. بیوسنتز ترکیبات و اجزای اختصاصی باکتریها نیز به‌وسیلهٔ آنزیمها صورت می‌گیرد. در واقع آنزیمها، پروتئینهایی هستند که باعث ایجاد تغییرات شیمیایی متنوع و نیز سهولت واکنشها داخل سلول شده، نقش مهمی در زندگی سلولی ایفا می‌کند. آنزیمهای باکتریها به دو دسته تقسیم می‌گردند :

۱ــ ۸ــ۲ــ آنزیمهای خارجی[2]: این آنزیمها به یکی از دو حالت زیر دیده می‌شوند.

۱ــ آنزیمهایی که توسط باکتریها برای تجزیه مواد مختلف سنتز شده و به سطح خارجی پردهٔ سیتوپلاسمی ترشح می‌شود و یا در فضای پری‌پلاسم قرار دارند.

۲ــ آنزیمهایی که به محیط خارج از سلول ترشح شده، باعث می‌شوند که برخی از ترکیبات سخت و پیچیده محیط به مواد ساده، محلول و قابل عبور از پردهٔ سیتوپلاسمی تبدیل شده، به مصرف انرژی و مواد مورد نیاز پروتوپلاسم برسند.

۲ــ ۸ــ۲ــ آنزیمهای داخلی[3]: این آنزیمها در داخل سلول ترشح می‌شوند و اعمال داخلی

۱ــ Prosthetic ۲ــ Exoenzymes ۳ــ Endo enzymes

مانند ترکیب مواد ساختن پیکر باکتری و ایجاد انرژی برای انجام اعمال حیاتی و تنفس را اداره می‌کند. آنزیمهای داخلی وابسته به سلول‌اند و معمولاً در محیط اطراف پراکنده نمی‌شوند. از مهمترین آنزیمهای باکتریها هیدرولازها می‌باشند، این آنزیمها گروه بزرگی از آنزیمها هستند که مجموعاً هیدرولاز نامیده می‌شوند. زیرا مولکولهای بزرگی را به اجزای کوچکتر و قابل استفاده هیدرولیز می‌کنند. هیدرولازها شامل :

ـ **سلولاز**[1]: هیدرولیز سلولز به گلوکز

ـ **آمیلاز**[2]: هیدرولیز نشاسته به مالتوز و گلوکز

پروتئازها: هیدرولیز پروتئینها به اسیدهای آمینه

لیپازها: هیدرولیز چربیها به گلیسرول و اسیدهای چرب

نوکلئازها: هیدرولیز DNA و RNA به واحدهای ساختمانی سازنده آنها

۹ـ۲ـ خصوصیات برخی از باکتریهای مهم در صنایع غذایی

۱ـ۹ـ۲ـ جنس سودوموناس[3]: این باکتریها به وفور در آب و خاک یافت می‌شوند، گرم منفی، میله‌ای شکل، بدون اسپور و کپسول بوده و در بیشتر موارد متحرک و هوازی اجباری هستند. توانایی رشد در دمای پایین را دارند به‌طوری که در دمای یخچالی رشد می‌کنند. در برابر خشکی و دمای بالا مقاومت ندارند و باکتریهای کم‌توقعی هستند. این باکتریها خاصیت پروتئولیتیکی و لیپولیتیکی دارند. برخی از گونه‌های این جنس مثل سودوموناس فلوئورسنس[4] تولید رنگدانه می‌نمایند. خاصیت بیماریزایی در این جنس بسیار ضعیف می‌باشد ولی گونه سودوموناس آئروژینوزا[5] خاصیت بیماریزایی دارند.

۲ـ۹ـ۲ـ جنس استوباکتر[6]: باکتریهای میله‌ای شکل، متحرک و هوازی می‌باشند. باکتریهای این جنس در کشتهای جوان گرم منفی و درکشتهای پیر گرم متغیر هستند. گونه‌های این جنس برای انسان بیماریزا نیستند.

این باکتریها الکل اتیلیک را به اسیداستیک (سرکه) تبدیل می‌کنند.

۳ـ۹ـ۲ـ جنس هالوباکتریوم[7]: باکتریهای میله‌ای شکل، گرم منفی و نمک‌دوست[8] هستند و فقط در محیطهای با غلظت با بیش از ۱۲ درصد نمک رشد می‌کنند. این باکتریها در مواد غذایی نمک‌سود شده یافت می‌شوند و باعث ایجاد رنگدانه قرمز رنگ روی آنها می‌شوند.

۱ـ Cellulase ۲ـ Amylase ۳ـ Pseudomonas ۴ـ P. flurescens
۵ـ P.aeroginosa ۶ـ Acetobacter ۷ـ Halobacterium ۸ـ Halophile

۴ــ۹ــ۲ــ جنس کامپیلوباکتر[۱]: این باکتریها گرم منفی، میله‌ای خمیده و یا مارپیچی، میکروآئروفیل، کاتالاز و اکسیداز مثبت هستند. کامپیلوباکتر ژژونی[۲] یکی از عوامل مهم ایجاد التهابات معده‌ای ــ روده‌ای می‌باشد. منشأ اصلی آن در طبیعت، حیوانات می‌باشد که در بین حیوانات، طیور مهمترین ناقل این باکتری می‌باشند.

۵ــ۹ــ۲ــ جنس ویبریو[۳]: باکتریهای گرم منفی، هوازی یا اختیاری، میله‌ای راست یا خمیده و متحرک هستند. این جنس دامنه وسیعی از pH را تحمل نموده و بر روی فراورده‌های دریایی رشد می‌کنند. دو گونه بیماریزای بسیار مهم ویبریو کلرا[۴] (عامل وبای انسانی) و ویبریو پاراهمولیتیکوس[۵] (عامل التهابات معده‌ای ــ روده‌ای) در این جنس وجود دارد.

کلی‌فرم‌ها: باکتریهای میله‌ای، گرم منفی، بدون اسپور و بی‌هوازی اختیاری هستند که لاکتوز را در مدت ۴۸ ساعت با تولید گاز تخمیر می‌کنند و چهار جنس انتروباکتر، اشریشیا، سیتروباکتر و کلبسیلا کلی‌فرم‌ها را تشکیل می‌دهند. کلی‌فرم‌ها منشأ مدفوعی و یا غیرمدفوعی دارند.

۶ــ۹ــ۲ــ جنس اشریشیا[۶]: باکتریهای میله‌ای شکل، گرم منفی، بدون اسپور، هوازی یا بی‌هوازی اختیاری هستند و از لحاظ احتیاجات غذایی کم‌توقع می‌باشند. مهمترین گونه این جنس، اشریشیاکلی[۷] می‌باشد که در روده تمام حیوانات خونگرم یافت می‌شود. بنابراین وجود این باکتری در مواد غذایی شاخص آلودگی مدفوعی محصول می‌باشد.

۷ــ۹ــ۲ــ جنس انتروباکتر: باکتریهای گرم منفی، میله‌ای شکل، متحرک و کم‌توقع می‌باشند و به‌طرز وسیعی در طبیعت پراکنده هستند. انتروباکتر آئروژنز[۸] از گونه‌های مهم این جنس است.

۸ــ۹ــ۲ــ جنس کلبسیلا[۹]: باکتریهای گرم منفی، غیرمتحرک، میله‌ای، بی‌هوازی اختیاری و کپسول‌دار می‌باشند که در دستگاه گوارش یا تنفس یافت می‌شوند. هم منشأ مدفوعی و هم منشأ غیرمدفوعی دارند. گونه مهم کلبسیلا پنومونیه[۱۰] عامل عفونت ریوی باکتریایی است.

۹ــ۹ــ۲ــ جنس یرسینیا[۱۱]: باکتریهای گرم منفی، میله‌ای شکل و بی‌هوازی اختیاری هستند. گونه یرسینیا پستیس[۱۲] عامل طاعون انسانی است. گونه یرسینیا انتروکولیتیکا[۱۳] از لحاظ ایجاد مسمومیت در مواد غذایی دارای اهمیت می‌باشد. این باکتری را می‌توان از کیکها، گوشتهای بسته‌بندی شده در خلأ، فراورده‌های دریایی، سبزیها و یا شیر جدا کرد.

---

۱ ــ Campylobacter
۲ ــ C.jejuni
۳ ــ Vibrio
۴ ــ V.cholerae
۵ ــ V.parahemolyticus
۶ ــ Escherichia
۷ ــ E.coli
۸ ــ E.aerogenes
۹ ــ Klebsiella
۱۰ ــ K.pneumoniae
۱۱ ــ Yersinia
۱۲ ــ Y.pestis
۱۳ ــ Y.enterocolitica

۱۰ــ۹ــ۲ــ جنس سالمونلا[۱]: باکتریهای گرم منفی، میله‌ای کوتاه، بدون اسپور و معمولاً متحرک هستند. این باکتریها جزء میکروبهای هوازی طبقه‌بندی می‌شوند اما در غیاب اکسیژن هم به خوبی رشد می‌کنند. از لحاظ پراکندگی در طبیعت و تنوع میزبان سالمونلاها مقام اول را دارند. حضور گونه‌های این جنس در مواد غذایی نامطلوب است. مهمترین عوامل انتقال دهنده سالمونلاها به انسان، تخم‌مرغ و گوشت پرندگان است.

شدیدترین بیماری حاصله از سالمونلا، تیفوئید یا حصبه است که عامل آن سالمونلا تیفی[۲] می‌باشد و آب آلوده و شیر خام عامل ایجادکننده آن هستند. شبه حصبه که توسط سالمونلا پاراتیفی ایجاد می‌شود خفیف‌تر از حصبه است. ولی شایع‌ترین بیماری سالمونلایی التهابات معده‌ای ــ روده‌ای می‌باشد.

۱۱ــ۹ــ۲ــ جنس شیگلا[۳]: باکتریهای غیرمتحرک و بی‌هوازی اختیاری هستند. عامل اصلی آلودگی مواد غذایی به این میکروب، فاضلاب و انسان ناقل است. وجود این میکروب در موادغذایی غیرمطلوب است. شیگلا دیسانتری گونه مهم آن است که ایجاد اسهال خونی باکتریایی می‌کند.

۱۲ــ۹ــ۲ــ جنس استافیلوکوکوس[۴]: گونه‌های این جنس گرم مثبت، هوازی تا بی‌هوازی اختیاری، کاتالاز مثبت، بدون کپسول و بدون اسپور هستند. به صورت تکی، دوتایی، چهارتایی یا خوشه‌ای آرایش پیدا می‌کنند. مهمترین گونه این جنس استافیلوکوکوس اورئوس[۵] است. این باکتری قادر به تولید سم در ماده غذایی بوده و در شرایط هوازی سم بیشتری ایجاد می‌کنند. این باکتری در دمای پاستوریزاسیون به راحتی ازبین می‌رود اما سم آن نسبت به این شرایط دمایی مقاوم است. میزبان‌های اصلی این باکتری انسان و حیوانات خونگرم می‌باشند. در انسان منشأ اصلی استافیلوکوکوس اورئوس حفره بینی می‌باشد.

۱۳ــ۹ــ۲ــ جنس استرپتوکوکوس[۶]: باکتریهای این جنس گرم مثبت، غیراسپورزا و غیرمتحرک هستند. اغلب میکروآئروفیل بوده و به صورت دوتایی یا زنجیره‌ای می‌باشند. از گونه‌های مهم این جنس، استرپتوکوکوس ترموفیلوس[۷] می‌باشد که از میکروبهای مایه ماست است و یا استرپتوکوکوس فکالیس[۸] که در انسان ایجاد عفونت می‌کند. این باکتری به عنوان شاخص بهداشتی مواد غذایی منجمد شناخته می‌شود.

۱۴ــ۹ــ۲ــ جنس لوکونوستوک[۹]: باکتریهای میکروآئروفیل، غیرمتحرک و غیربیماریزا

---

۱ ــ Salmonella
۲ ــ S.typhi
۳ ــ shigella
۴ ــ Staphylococus
۵ ــ S.aureus
۶ ــ Streptococus
۷ ــ S.thermophilus
۸ ــ S.faecalis
۹ ــ Leuconostoc

و گرم مثبت هستند. لوکونوستوک مزنتروئیدوس[1] گونه مهم این جنس است که هم تحمل غلظت بالای نمک را دارد و هم خاصیت اسموفیلی دارد. پس می‌تواند در شربتهای غلیظ رشد نموده و میزان زیادی از یک ماده پلی‌ساکاریدی و لزج به نام دکستران تولید کند. این ماده در کارخانجات قند سبب مسدود شدن فیلترها می‌گردد.

۱۵ــ۹ــ۲ــ جنس مایکوباکتریوم[2]: باکتریهای این جنس گـرم مثبت، غیرمتحرک، غیراسپورزا، بدون کپسول و هوازی هستند. این باکتریها به‌طور وسیعی در خاک پراکنده هستند. مهمترین گونه این جنس مایکوباکتریوم توبرکلوزیس[3] می‌باشد که عامل ایجاد بیماری سل است. نابودی این باکتری در شیر مبنای سنجش صحت پاستوریزاسیون شیر است.

۱۶ــ۹ــ۲ــ جنس لاکتوباسیلوس[4]: مهمترین باکتریهای تولیدکننده اسیدلاکتیک هستند زیرا کلیه باکتریهای این جنس لاکتوز را تخمیر نموده و اسیدلاکتیک تولید می‌کنند. باکتریهای این جنس در بیشتر موارد بیماریزا نیستند. از این جنس می‌توان به لاکتوباسیلوس بولگاریکوس[5] اشاره کرد که همراه با استرپتوکوکوس ترموفیلوس میکروارگانیزمهای مایه ماست را شامل می‌شوند.

۱۷ــ۹ــ۲ــ جنس بروسلا[6]: این باکتریها گرم منفی، غیراسپورزا و غیرمتحرک هستند که شرایط میکروآئروفیل را ترجیح می‌دهند. بروسلا در اثر مصرف شیر آلوده در انسان ایجاد بیماری تب مالت می‌کند. این باکتری در اثر دمای پاستوریزاسیون ازبین می‌رود اما در یخچال زنده می‌ماند.

۱۸ــ۹ــ۲ــ جنس باسیلوس[7]: باکتریهای هوازی تا اختیاری، گرم مثبت و میله‌ای شکل هستند. از گونه‌های این جنس می‌توان به باسیلوس کواگولانس[8] و باسیلوس استئاروترموفیلوس[9] اشاره کرد که سبب ایجاد فسادترش مسطح یا (Flat Sour) در قوطیهای کنسرو می‌گردد. باسیلوس سوبتلیس[10] در فراورده‌های آرد ایجاد فساد نخی شده یا (Ropiness) می‌نماید و باسیلوس سرئوس[11] عامل ایجاد مسمومیتهای غذایی می‌باشد. از این جنس باسیلوس آنتراسیس[12] عامل بیماری سیاه‌زخم را می‌توان نام برد.

۱۹ــ۹ــ۲ــ جنس کلستریدیوم[13]: باکتریهای گرم مثبت، بی‌هوازی اجباری و اسپورزا می‌باشند. منشاء اصلی این باکتریها خاک است ولی بعضی از گونه‌ها در دستگاه گوارش انسان و

---

۱ ــ L.mesenteroids
۲ ــ Mycobacterium
۳ ــ M.tuberculosis
۴ ــ Lactobacillaceae
۵ ــ L.B.bulgaricus
۶ ــ Brucella
۷ ــ Bacillus
۸ ــ B.coagulans
۹ ــ B.stearothermophilus
۱۰ ــ B.sobtilis
۱۱ ــ B.cereus
۱۲ ــ B.antrasis
۱۳ ــ clostridium

حیوانات یافت می‌شوند. این جنس یکی از متنوع‌ترین جنسهای باکتریها می‌باشد.

گونهٔ مهم این جنس کلستریدیوم بوتولینوم[1] است که بی‌هوازی اجباری بوده و سم ترشح شده توسط آن خطرناکترین سم شناخته شده است و نیز اسپورهای آن نسبت به دما بسیار مقاوم هستند و به عنوان شاخص فرآیند سترون سازی در کنسروسازی شناخته شده است و در مواد غذایی دارای $pH > 4.5$ فرآیند حرارتی باید جهت نابودسازی اسپور این باکتری کفایت نماید. همچنین کلستریدیوم پرفرینژنس[2] که به اسم ولشای نیز معروف است که عامل تولید سم و ایجاد التهابات معده‌ای ــ روده‌ای می‌باشد.

ارزشیابی فصل دوم

۱ ــ پیشنهاد هکل در مورد طبقه‌بندی موجودات زنده را بنویسید.

۲ ــ آغازیان به چند دسته تقسیم شده‌اند؟ نام ببرید.

۳ ــ سلولهای یوکاریوتیک و پروکاریوتیک را از نظر ساختمان هسته آنها مقایسه نمایید.

۴ ــ باکتری را تعریف نموده و ویژگیهای خاص آنها را نام ببرید.

۵ ــ نامگذاری دو نامی باکتریها را توضیح دهید.

۶ ــ چهار مورد از عوامل مؤثر در طبقه‌بندی باکتریها را نام ببرید.

۷ ــ تأثیر ترتیب اسیدهای آمینه در طبقه‌بندی باکتریها را بنویسید.

۸ــ شکل و اندازهٔ باکتریها در محیط کشت به چه عواملی بستگی دارد؟

۹ــ واحد اندازه‌گیری باکتریها را بیان نمایید.

۱۰ــ اشکال مختلف باکتریها را بر مبنای آرایش پس از تقسیم نام ببرید.

۱۱ــ دستگاه اندازه‌گیری باکتریها را فقط نام ببرید.

۱۲ــ ساختمان باکتریها از چند قسمت اصلی تشکیل شده است؟ نام ببرید.

۱۳ــ وظیفه دیوارهٔ سلولی باکتریها را بنویسید.

۱۴ــ تفاوتهای بین ترکیب شیمیایی دیوارهٔ سلولی باکتریهای گرم منفی و گرم مثبت را توضیح دهید.

۱۵ــ جایگاه پردهٔ سیتوپلاسمی و جنس آن را بنویسید.

---

۱ ــ C.butulinum ۲ ــ C.perfringenes

۱۶ــ وظایف هر یک از ضمایم سلول یک باکتری چیست؟

الف : کپسول ب : سیتوپلاسم ج : غشای سیتوپلاسمی

د : هسته هـ : اسپور و : تاژک ز : پیلی

۱۷ــ روشهای تکثیر در باکتریها را نوشته و مراحل مختلف آن را روی منحنی رشد نمایش دهید.

۱۸ــ اهمیت آب و غذا را در زندگی باکتریها بنویسید.

۱۹ــ تقسیم‌بندی باکتریها را نسبت به اکسیژن، مواد مغذی و تحمل دما بنویسید.

۲۰ــ نحوهٔ متابولیسم در باکتریها را توضیح دهید.

۲۱ــ میکروبهای عامل وبا، سل و طاعون را نام ببرید.

۲۲ــ کلی‌فرم‌ها را تعریف کرده و جنسهای آن را نام ببرید.

۲۳ــ سه میکروب عامل التهابات معده‌ای ــ روده‌ای را نام ببرید.

۲۴ــ میکروارگانیزم ..... شاخص آلودگی مدفوعی ماده غذایی می‌باشد.

۲۵ــ ویژگیهای عمومی کلستریدوم بوتولینوم را شرح دهید.