

باکتریها

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

- ۱- جایگاه میکروارگانیسمها را در میان موجودات زنده توضیح دهد.
- ۲- تفاوت بین سلول جانوران و گیاهان را بیان کند.
- ۳- پروتئستهای پروکاریوتیک و یوکاریوتیک را توضیح دهد.
- ۴- نحوه دسته‌بندی و نامگذاری باکتریها را توضیح دهد.
- ۵- معیارهای رده‌بندی باکتریها را بیان کند.
- ۶- نامگذاری علمی باکتریها را توضیح دهد.
- ۷- عوامل مؤثر در تعیین شکل و اندازه باکتریها در محیط کشت را توضیح دهد.
- ۸- اشکال مختلف باکتریهای کروی و میله‌ای را رسم کرده، نامگذاری نماید.
- ۹- اکتینومیسست را توضیح دهد.
- ۱۰- قسمت‌های اصلی تشکیل‌دهنده باکتریها و وظایف آنها را نام ببرد.
- ۱۱- باکتریها را از نظر تعداد و طرز قرار گرفتن تارهای لرزان تقسیم‌بندی نماید.
- ۱۲- تفاوت بین اسپور و باکتری و چگونگی تشکیل اسپور را بیان نماید.
- ۱۳- رشد و تکثیر و انواع آن در باکتریها را تعریف نماید.
- ۱۴- مراحل مختلف رشد باکتریها را روی نمودار نمایش دهد.
- ۱۵- عوامل مختلف مؤثر بر رشد باکتریها را شناخته، آنها را دسته‌بندی کند.

۲-۱- موقعیت باکتریها در طبقه‌بندی موجودات زنده

۱-۱-۲- 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 سلسله گیاهی و جانوری بر مبنای مشاهده اختلافات تشریحی و عملی بین موجودات زنده صورت می‌گرفت. با کاوش

جدول ۱-۲- تفاوت بین سلولهای جانوری و گیاهی آوندی

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

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.

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

۴- ۱- ۲- 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 در نتیجه پروتیستهای پست را پروکاریوتیک و پروتیستهای عالی را یوکاریوتیک نامگذاری کنند.

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

۱- Haeckel

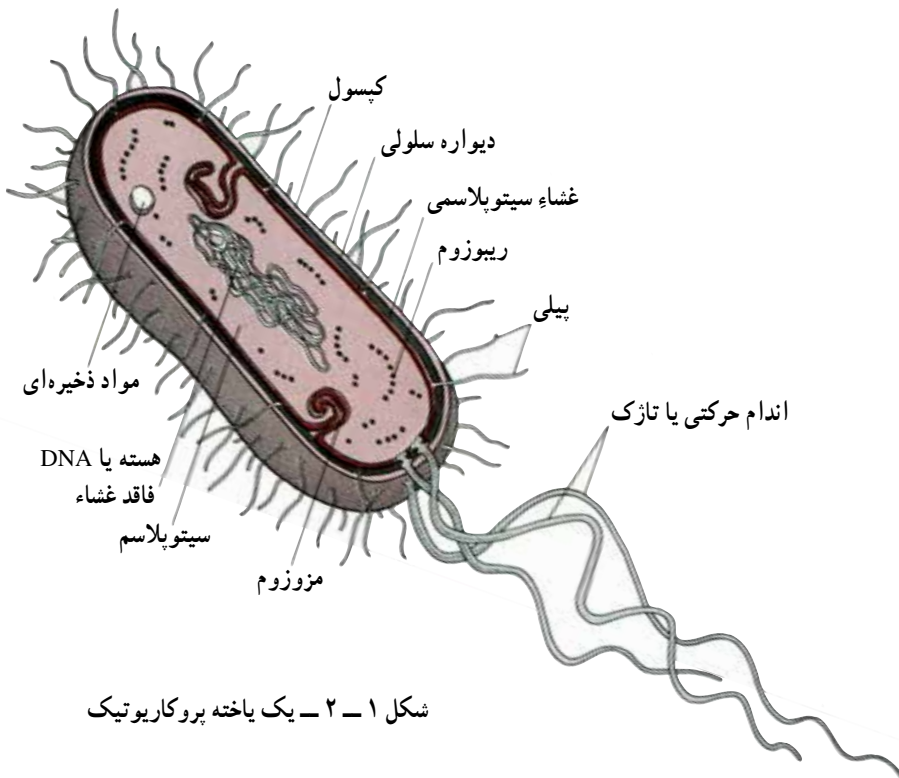
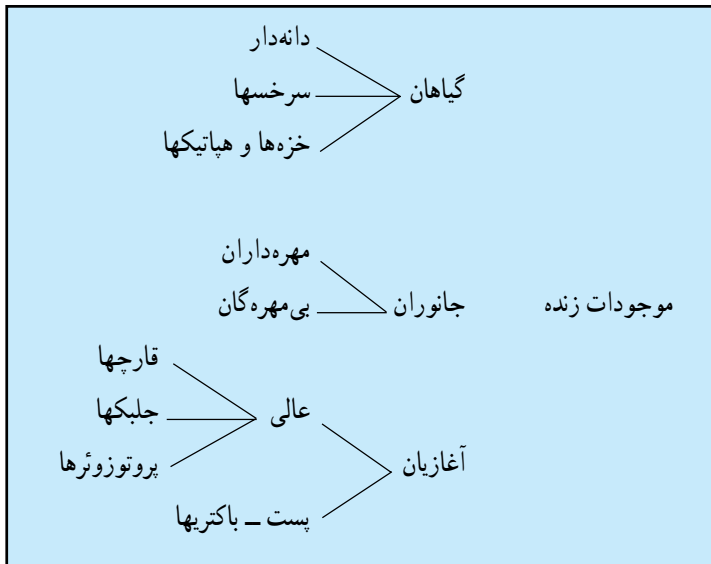
۲- Protists

۳- Firstlife

۴- Procaryotic

۵- Eucaryotic

جدول ۲-۲- تقسیم بندی موجودات زنده بر مبنای پیشنهاد هکل



شکل ۱-۲- یک یاخته پروکاریوتیک

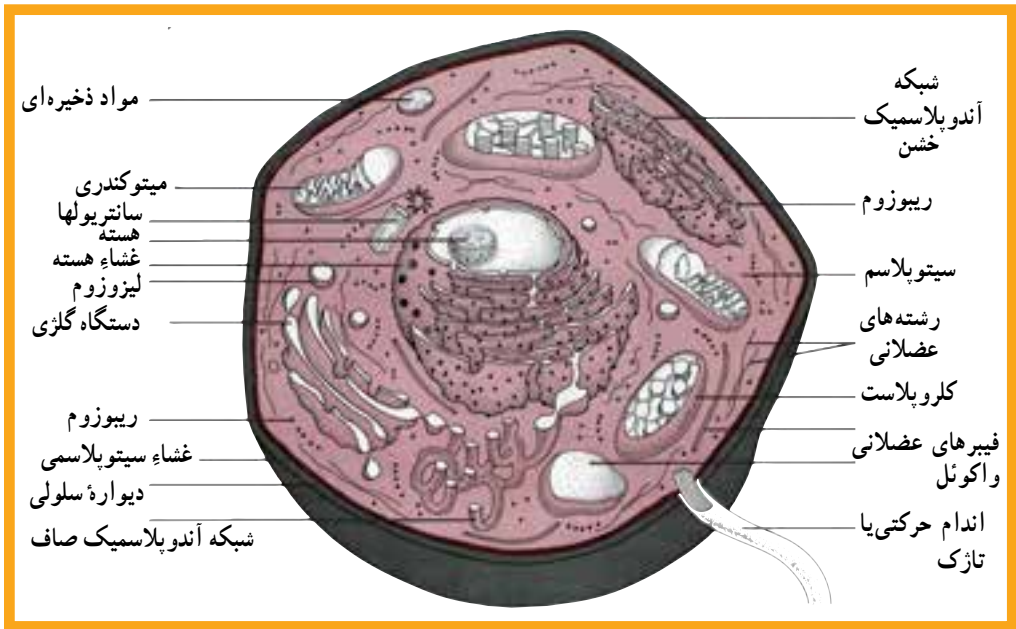
آغازیان پست (پروکاریوتیک) به موجودات تک سلولی که فاقد غشای هسته و میتوکندری است گفته می‌شود.

تفاوت یاخته‌های پروکاریوتیک و اوکاریوتیک از نظر ساختمان و فعالیت مخصوصاً از جنبه انتقال خواص ژنتیک، متابولیسم انرژی، ورود و خروج مواد مورد نیاز بسیار زیاد است. (جدول ۲-۳) با تقسیم‌بندی هکلی پروتیست‌ها شامل پروتوزوا، 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 ۲-۳ - اختلاف اساسی بین سلولهای اوکاریوتیک و پروکاریوتیک

نام گروه	اوکاریوتیک	پروکاریوتیک
هسته	از پرده مشخص پوشیده شده است، چندین کروموزوم، یاخته‌های روشی، دی پلوئید یا پلی پلوئید	پرده هسته‌ای وجود ندارد. تنها یک کروموزوم (یک گروه اتصال ژنها) وجود دارد.
DNA	تقسیم شدن به وسیله میتوز - میوز متصل به پروتئینهای قلیایی است. (هیستونها) که در کروموزوم وجود دارند.	میتوز و میوز وجود ندارد. هیستون موجود نیست ولی احتمالاً به پلی آمینها متصل است.
جدار یاخته‌ای	عدم وجود مجموعه موکوپیتیدی. جدار وجود ندارد. (حیوانات) یا از سلولز تشکیل شده است (گیاهان) و یا از کتین (قارچها، مخمرها) تشکیل شده است.	مجموعه موکوپیتیدی که شامل اسیدهای I - آمینه و اسید دی آمینوپمیلیک (یا I - لیزین) است. به وسیله لیزوزیم متلاشی می‌شود و سنتر آن را پنی سیلین 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 (اوباکتیریا) یا لیف محوری (اسپیرکتها) تشکیل شده‌اند.



شکل ۲-۲ - نمایش فرضی یک یاخته یوکاریوتیک

۲-۲ طبقه‌بندی باکتریها

۲-۲-۱ دسته‌بندی (تاکسونومی)^۱: طبقه‌بندی و نامگذاری گیاهان و جانوران و میکروارگانیسمها تاکسونومی نامیده می‌شود که از دو کلمه یونانی تاکسیک^۲ به معنی ترتیب و نظام و نوموس^۳ (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

۱- Taxonomy

۲- Taxis

۳- Nomos

۲-۲-۲- 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 کننده 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 اولین حرف یا چند حرف اول آن خلاصه کرد در صورتی که 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، شینگلا^۳ از نام ایمنی شناس ژاپنی شینگلا 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 بنوموکوکوس^۵ (ذات‌الریه).

۳-۲-۲- اصول طبقه‌بندی باکتریها: در سال ۱۹۵۸ میلادی کتابی تحت عنوان قوانین بین‌المللی نامگذاری باکتریها 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:

— نحوه حرکت، اندازه و شکل ظاهری: باکتریها از لحاظ وجود ساختارهایی نظیر تازّه یا اندام حرکتی، اسپورویلی 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.

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

۱- Bacillus anthracis

۲- Escherichia

۳- Shigella

۴- Salmonella

۵- Pneumococcus

۶- Bergey's manual of Determinative Bacteriology

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

— 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 تجارتي 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.

— رنگ‌آمیزی: این روش گرچه در سال ۱۸۸۴ میلادی، توسط پزشک دانمارکی هانس کریستین گرم^۱ شناخته شد ولی هم‌اکنون از اهمیت 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 دیواره سلولی این دو نوع باکتری می‌باشد. از این‌رو، باکتریها به دو دسته گرم منفی و گرم مثبت تقسیم می‌شوند.

۳-۲- شکل و اندازه باکتریها

۱-۳-۲- 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: ۱- انفرادی ۲- 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 — کوکسیها (باکتریهای کروی): طول و عرض این باکتریها تقریباً مساوی است. بسیاری از آنها شبیه به یک کره 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.

۱- میکروکوکسیها^۳: باکتریهای گردی هستند که به صورت منفرد و نامرتب کنار هم قرار می‌گیرند.

۱- Hans christian Gram

۲- Colony

۳- Micrococcus

۲- دیپلوکوکوسها^۱: 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.

۳- استرپتوکوکوسها^۲: باکتریهای کروی هستند که به صورت دانه‌های تسبیح و زنجیروار کنار هم قرار می‌گیرند.

۴- تترادها (تتراکوکوسها)^۳: این باکتریهای کروی به صورت گروههای چهارتایی تجمع می‌یابند.

۵- سارسینا^۴: کوکسیهای هستند که به صورت دسته‌های هشت‌تایی یا بیشتر کنار یکدیگر تجمع می‌کنند.

۶- استافیلوکوکوسها^۵: در باکتریهای کروی هرگاه تقسیم سلولی در دو یا چند سطح انجام گیرد نحوه اجتماعشان به صورت گروههای نامنظم شبیه به خوشه انگور دیده می‌شود.

ب- باسیلها^۶ (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 مقطع و چهارگوش، مدور یا کشیده باشد.

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

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

۲- دیپلوباسیلها: این باسیلها به صورت جفت جفت کنار هم قرار می‌گیرند.

۳- استرپتوباسیل: هرگاه باسیلها به صورت زنجیره‌ای دنبال هم قرار گیرند به آنها استرپتوباسیل می‌گویند.

ج- ویبریو^۷: این باکتریها خمیده هستند و شبیه به موز می‌باشند.

د- اسپیریلها^۸: باکتریهای این گروه ساختمان مارپیچی دارند.

۲-۳- اندازه باکتریها: اندازه باکتریها را برحسب میکرومتر^۹ یا میکرون (μm) می‌سنجند

که برابر با 10^{-6} متر و یا $\frac{1}{1000}$ میلیمتر است. اندازه باکتریهای کوچک که کمتر از میکرون می‌باشند

۱- Diplococcus

۲- Streptococcus

۳- Tetracoccus

۴- Sarcina

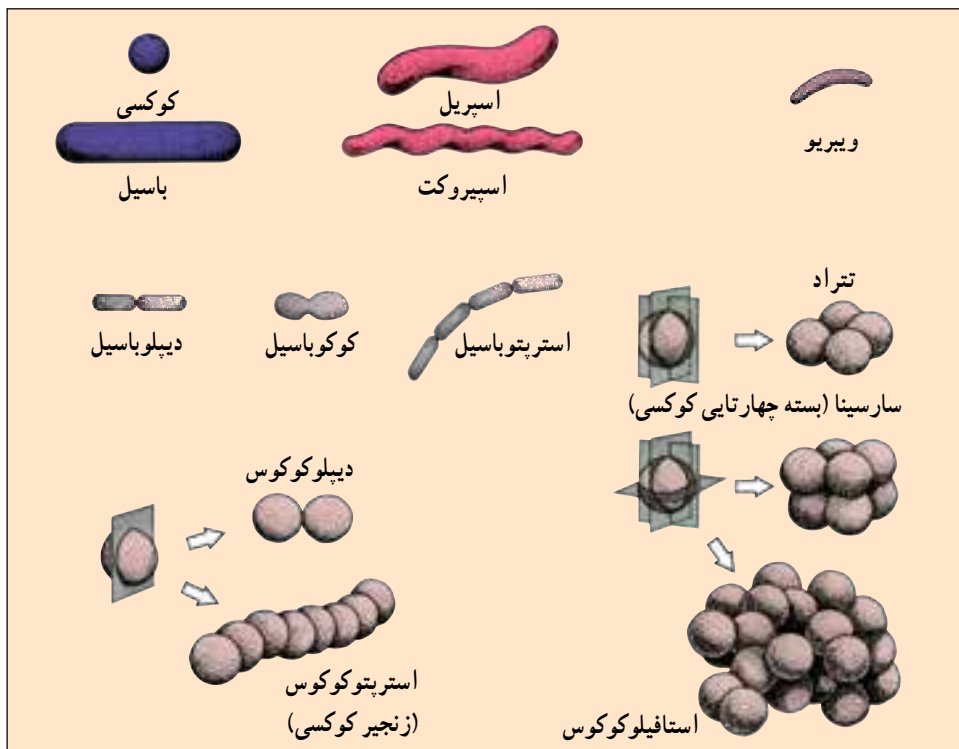
۵- Staphylococcus

۶- Bacillus

۷- Vibrio

۸- Spirill

۹- ۱ میکرومتر برابر با ۱۰۰۰ نانومتر می‌باشد.



شکل ۳-۲- شکل و ترتیب قرار گرفتن باکتریها

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

۳-۲- روش اندازه‌گیری باکتریها: باکتریها بسیار کوچکند ولی می‌توان ابعاد آنها را به طور دقیق اندازه‌گیری نمود. دستگاه اندازه‌گیری باکتریها میکرومتر نامیده می‌شود. این دستگاه شامل صفحه 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 اندازه آنها از روی درجات مختلف میکرومتر تعیین می‌شود.

$$1 - \mu = \frac{1}{1000} \text{ mm}$$

$$2 - \text{یک آنگستروم} = \frac{1}{100} \text{ نانومتر می‌باشد.}$$

۴-۲- ساختمان باکتریها و ترکیب شیمیایی سلول باکتری

۱-۴-۲- 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 ۴-۲- ساختمان تشریحی باکتریها

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

پوسته خارجی که آن را دیواره سلولی^۱ می نامند، غشا یا پرده سیتوپلاسمی.

در برخی از باکتریها علاوه بر دو بخش فوق لایه لعابی نیز وجود دارد. این ماده هنگامی که باکتری در محیط کشت مایع رشد می کند به صورت لعاب درآمده، در اطراف باکتری پخش می شود. حدود و یا ضخامت لایه لعابی در باکتریها متفاوت است که به آن کپسول^۲ می گویند.

— دیواره سلولی: در میان موجودات زنده، سلول حیوانی فاقد دیواره سلولی می باشد در

حالی که سلول گیاهی دارای دیواره ای از جنس سلولز (پلیمر گلوکز) می باشد، دیواره سلولی بعضی از پروتیستهای عالی مانند قارچها از جنس کیتین^۳ (پلیمر گلوکز آمین) می باشد. در باکتریها دیواره سلولی پروتوپلاست را احاطه می کند و بلافاصله در قسمت خارجی پرده سیتوپلاسمی قرار دارد. و غشای سیتوپلاسمی را در مقابل فشار اسمزی زیاد داخلی حمایت می کند. دیواره سلولی پوسته محکم و مقاومی است به ضخامت ۱۰ تا ۲۵ میلی میکرون که برحسب گونه میکروارگانیسم متفاوت می باشد و

۱- Cell wall

۲- Capsul

۳- Chitin

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

- ۱- شکل‌دهی باکتری
 - ۲- ویژگی آنتی‌ژنی
 - ۳- دخالت در عمل تقسیم سلولی
 - ۴- حفاظت باکتری مقابل عوامل خارجی
 - ۵- قابلیت رنگ‌آمیزی
 - ۶- واکنش در برابر داروهای ضد باکتری، باکتروفاژها و آنتی‌کورها.
- ولی در تمام باکتریها یک ساختمان اصلی وجود دارد که از موکوپتید تشکیل شده است. علاوه بر موکوپتید^۱ دیواره سلولی باکتریها دارای ترکیبات دیگری به نام ساختمان مخصوص نیز می‌باشند. وجود موکوپتید باعث استحکام و سختی دیواره سلولی می‌شود.
- ساختمان مخصوص دیواره سلولی
- ساختمان مخصوص دیواره سلولی باکتریهای گرم مثبت: در این باکتریها دیواره سلولی از دو بخش موکوپتیدها (پتید و گلیکان) و اسیدتیکوئیک^۲ تشکیل شده است.
- ساختمان مخصوص دیواره سلولی باکتریهای گرم منفی: در بیرون قسمت موکوپتیدها (پتید و گلیکان) سه بخش زیر وجود دارد:

- ۱- لایه لیپوپروتئین
- ۲- فسفولپید (غشای خارجی)
- ۳- لیپوپلی ساکارید (LPS)

تغییر رنگ دیواره باکتریها (گرم مثبت و گرم منفی)

چون قسمت سر دیواره سلولی باکتریهای گرم منفی از جنس لیپوپروتئین یا لایه مخصوص می‌باشد تحت اثر الکل و آستن که حلال 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 موکوپتید است که از نفوذ حلال چربی (الکل و آستن)

۱- Mucopeptide

۲- Teichoic Acid

اسید تیکوئیک



(الف) باکتریهای گرم مثبت (ب) باکتریهای گرم منفی

✓ Cytoplasmic Membrane

چسبیده‌اند ولی اگر باکتریها را در محلول هیپرتونیک^۱ قرار دهند آب خود را از دست می‌دهند و در نتیجه سیتوپلاسم و پرده اطراف آن از دیواره سلولی جدا و در گوشه‌ای متراکم می‌شوند و دیواره سلولی به خوبی نمایان می‌گردد، این حالت را «پلاسمولیز»^۲ گویند.

— ساختمان پرده سیتوپلاسمی: مواد شیمیایی تشکیل دهنده 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 ماندی از پرده سیتوپلاسمی به داخل سیتوپلاسم پیش می‌رود که مزوزوم نام دارند.

— اعمال غشای سیتوپلاسمی عبارتند از:

۱- قابلیت نفوذ انتخابی و انتقال مواد به داخل سلول به صورت: غیر فعال و فعال

۲- جایگاه واکنشهای تنفسی

۳- دفع آنزیمهای خارجی و سموم خارجی

۴- جایگاه واکنشهای بیوسنتز

۵- دخالت در رنگ آمیزی گرم

۲- سیتوپلاسم: سیتوپلاسم در حقیقت قسمت اصلی پروتوپلاسم و مرکز فعل و انفعالات حیاتی باکتریهاست و دائماً در حال تغییر می‌باشد. سیتوپلاسم باکتریها از یک سیستم کلئیدی تشکیل شده است که در آن آب، مواد غیرآلی و آلی از قبیل اسید ریبونوکلیئیک در حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد وزن سیتوپلاسم، فسفولیپید، لیپید، گلوکید، پروتئین، ریبونوکلیئات منیزیم و یونهای معدنی وجود دارد که «ماتریکس» نامیده می‌شود.

۳- هسته: از نظر وجود هسته باکتریها به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱- بدون هسته

۲- یک هسته مشخص و مجزا دارند ۳- دارای هسته پراکنده هستند.

در سالهای اخیر به وسیله میکروسکوپ الکترونی ساختمان هسته در باکتریها به طور 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 ریبونوکلیئیک (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 به صورت یک کلاف در آمده است.

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

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

۲-۴-۲- ضمائم سلول باکتری

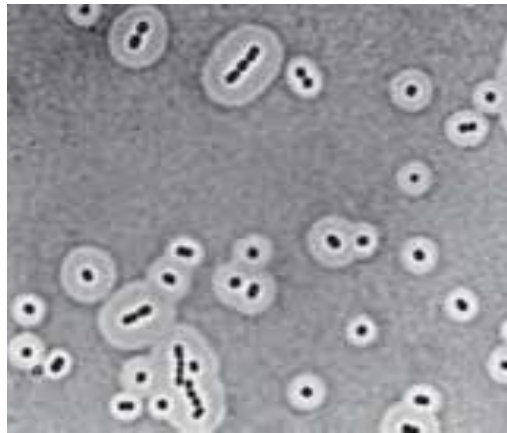
الف- کپسول: اطراف بعضی از باکتریها با لایه ژلمانندی از جنس پلی ساکارید محصور شده است که آنرا کپسول می‌نامند. کپسول در اطراف بعضی از گونه‌های باکتری قرار دارد و به طریق منفی رنگ‌پذیر است یعنی زمینه و سلول باکتری رنگ می‌گیرد و کپسول به صورت هاله بی‌رنگی در اطراف سلول دیده می‌شود. هنگامی که این ماده متراکم نبوده، به صورت الیاف در هم و شلی از فیبریل‌های خارج سلولی تشکیل شده باشد و قطر آن از 0.2 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 0.2 میکرومتر است و با میکروسکوپ معمولی قابل رؤیت می‌باشد و به نام 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 تجمع آنزیمهای از بین برنده کپسول در محیط کشت بکلی ناپدید گردد. جنس کپسول در باکتریهای مختلف متفاوت است مثلاً ممکن است از جنس پلی ساکارید و یا پلی پتید 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 بیگانه‌خواری و عوامل ضد میکروبی مانند باکتریوفازها، لیزوزیم و آنزیمهای لیزکننده دیگر افزایش می‌دهد. قدرت بیماری‌زایی باکتریها موقعی که کپسول داشته باشند به مراتب زیاده‌تر از زمانی است که کپسول خود را از دست داده باشند زیرا با وجودی که باکتریهای کپسول‌دار به وسیله 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 ۶-۲- کپسول در باکتریها که به صورت هاله بی‌رنگی در اطراف سلول دیده می‌شود.

ب- اعضای حرکتی باکتری

تارهای لرزان^۱ یا تاژک: بعضی از باکتریها، دارای زواید رشته مانند به نام تاژک یا فلاژل هستند که می‌توان آنها را مستقیماً با میکروسکوپ الکترونی یا پس از رنگ آمیزی مخصوص زیر میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار داد. باکتریها ممکن است دارای یک، دو یا چند تار لرزان باشند. — فیمبریه یا پیلی^۱: 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 تکه‌ای شکل ختم می‌شود.

وظایف پیلی:

- ۱- چسبندگی باکتری به سطوح ۲- حرکت باکتری به طرف منابع سرشار از مواد غذایی ۳- بیماری‌زایی.

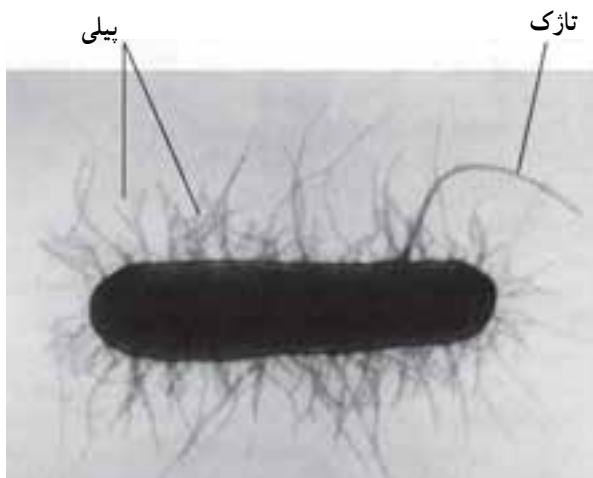
از نظر طرز عمل در انواع مختلف باکتریها دو دسته پیلی مشاهده می‌شود:

- ۱- پیلی معمولی: عامل چسبندگی بوده، خود بر چند نوع است.
- ۲- پیلی جنسی^۲: در یک باکتری ممکن است یک یا هر دو دسته پیلی وجود داشته باشد.
- اسپور^۳: بعضی از باکتریها دارای قدرت ایجاد اسپور هستند. اسپور شکل مقاوم باکتری است که در جنس باسیلوس و کلوستریدیوم 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 هیچ گونه عمل تکثیر انجام نمی‌گیرد.

۱- Fimbriae or pili

۲- Sex pili

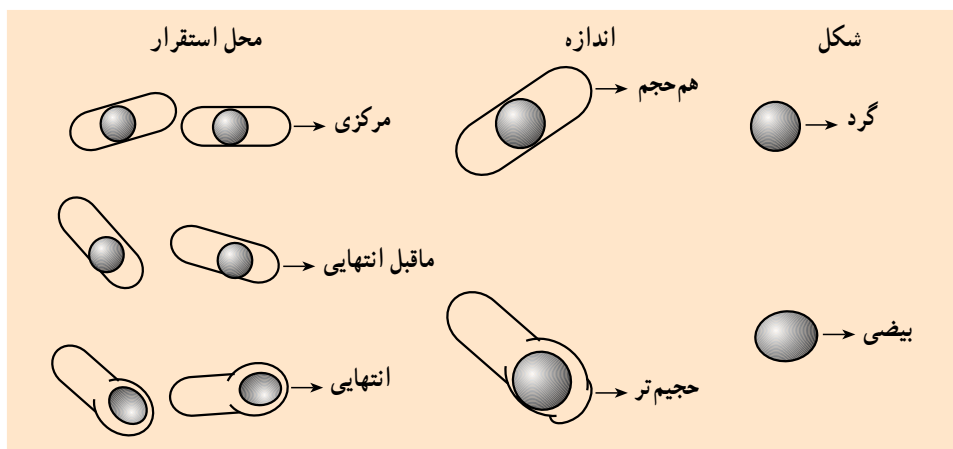
۳- Spore



شکل ۷-۲ 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^۱ یا بیضی^۲ باشد و اندازه آن بین $2/2^{\circ}$ تا 2 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 ۸-۲ انواع اسپور در باکتریها برحسب محل استقرار، اندازه و شکل

۵-۲- تولید مثل باکتریها

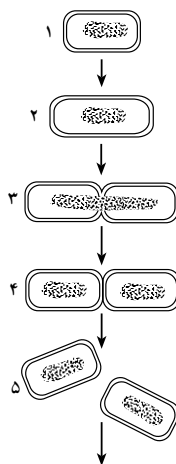
زمانی که باکتریها در شرایط مساعد قرار گیرند به سرعت شروع به تقسیم می نمایند و بر تعداد آنها افزوده می شود. منظور از رشد در باکتریها اضافه شدن تعداد آنها در محیط کشت (محیط کشت مصنوعی یا بدن موجودات زنده دیگر) می باشد.

۵-۲-۱- تقسیم و تکثیر باکتریها: باکتریها بر حسب گونه و نوع خود به دو طریق جنسی و غیر جنسی تکثیر می یابند. معمولاً مهمترین روش تکثیر باکتریها تکثیر غیر جنسی به صورت تقسیم دوتایی^۱ می باشد.

- تکثیر غیر جنسی

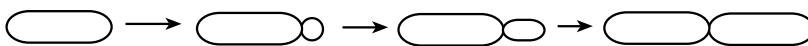
الف - تقسیم دوتایی: در این نوع تقسیم یک باکتری پس از زمان معین که برای تمام باکتریها یکسان نیست و بستگی به شرایط محیط و مواد غذایی دارد تقسیم شده، به دو باکتری تبدیل می گردد. در این روش هنگامی که باکتری در محیط مناسبی قرار گیرد مواد مورد نیاز خود را جذب کرده، به وسیله آنزیمهای خود آنها را تغییر می دهد و به پرتوپلاسم زنده تبدیل می کند. در نتیجه این عمل بر حجم باکتری افزوده شده، کم کم طول باکتری زیاد می شود و همزمان با آن مواد هسته ای نیز دو برابر می گردد. وقتی که رشد سلول به حد معینی رسید، ابتدا در قسمت وسط فرورفتگی ایجاد شده، رفته رفته دیواره عرضی در قسمت میانی شکل گرفته، یک باکتری به دو باکتری تبدیل می شود.

ب - روشهای دیگر تولید مثل غیر جنسی و تکثیر باکتریها عبارتند از: { قطعه قطعه شدن جوانه زدن

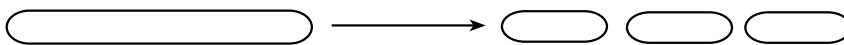


- (۱) باکتری در حال رشد
- (۲) پایان مرحله رشد باکتری
- (۳) تقسیم پرتوپلاسم و پیدایش فرورفتگی در دیواره
- (۴) تشکیل دیواره عرضی
- (۵) جدا شدن دو باکتری جدید از یکدیگر

شکل ۹-۲- تکثیر غیر جنسی باکتریها به روش تقسیم دوتایی



شکل ۱۰-۲- تکثیر غیرجنسی به روش جوانه زدن

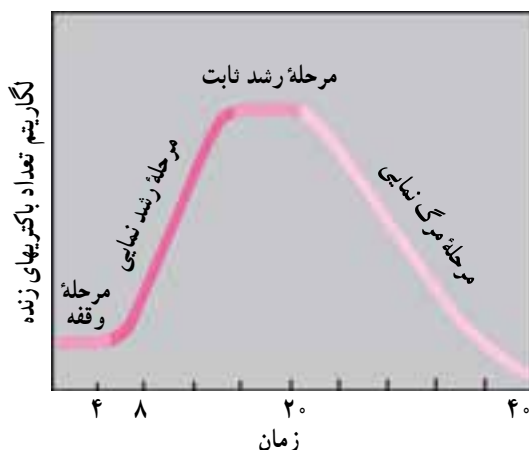


شکل ۱۱-۲- تکثیر غیرجنسی به روش قطعه قطعه شدن

— تکثیر جنسی: به صورت هم یوگی با آمیختگی^۱ انجام می گیرد که در آن ژنها پس از تماس دو باکتری انتقال پیدا می کند.

۲-۵-۲- 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 می شود. مدت زمانی که لازم است تا یک باکتری به دو باکتری تقسیم شود زمان تقسیم^۲ نامیده می شود. 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 می شود. اما در عمل به علت کمبود مواد غذایی و بالا رفتن مواد زاید، پس از مدت معینی رشد باکتریها رو به کاهش خواهد گذاشت.

— منحنی رشد و نمو باکتریها، در این منحنی چهار قسمت مشخص را می توان در نظر گرفت.



شکل ۱۲-۲- منحنی عمومی رشد باکتریها در یک محیط کشت آزمایشگاهی (بسته)

— مراحل مختلف منحنی رشد

۱- مرحله وقفه^۳: در این مرحله باکتریها که تازه در محیط کشت وارد شده اند خود را با محیط

۱- Conjugation

۲- Generation Time

۳- Lag, phase

آشنا می کنند و تا مدتی به حالت نهفته یا کمون به سر می برند و سرعت رشد آنها صفر می باشد. طول این مدت معمولاً ۲ تا ۳ ساعت است.

۲- مرحله رشد لگاریتمی یا رشد نمایی^۱: در این مرحله تقسیم باکتریها به طور منظم و با حداکثر سرعت انجام می شود که معمولاً ۵ تا ۸ ساعت طول می کشد و به مرحله رکود نزدیک می شوند.

۳- 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 می کند. طول این مرحله براساس نوع باکتری متفاوت است و معمولاً حدود ۲۰ ساعت طول می کشد.

۴- 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 می روند.

۳-۵-۲- اثر عوامل فیزیکی، شیمیایی و محیطی در رشد و نمو و متابولیسم باکتریها — غذا یا محیط کشت: از نظر میکروبی شناسی غذا چیزی است که باکتری می تواند آن را جذب نماید و از آن انرژی و مواد لازم را برای فعالیتهای حیاتی خود تأمین کند. محیط کشت میکروبیها باید محتوی مقدار کافی از مواد اختصاصی مورد نیاز باشد که آنها را مواد غذایی ضروری می نامند. در واقع ترکیب شیمیایی سلول که تا حدود زیادی در موجودات زنده ثابت است نیاز اصلی رشد را مشخص می کند که عبارتند از: کربن، اکسیژن، نیتروژن، هیدروژن، فسفر. این پنج عنصر تقریباً ۹۵٪ از وزن خشک سلول را تشکیل می دهند و ۵٪ بقیه شامل عناصری مانند پتاسیم، گوگرد، سدیم، کلسیم، منیزیم، کلر، آهن، منگنز، کبالت، مس، مولیبدن و روی می باشد.

— درجه حرارت: باکتریها از نظر دامنه دمای مناسب رشد به سه دسته تقسیم می شوند:

الف — باکتریهای ترموفیل^۴ (گرمادوست): باکتریهای هستند که مناسب ترین درجه حرارت برای رشد آنها ۴۵ درجه سانتیگراد می باشد. این باکتریها در طبیعت در چشمه های آب گرم و خاک، دمای بین ۷۵ تا ۸۰ درجه سانتیگراد را براحتی تحمل می نمایند 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.

۱- Logarithmic phase

۲- Stationary phase

۳- Death phase

۴- Thermophiles

ب — باکتریهای مزوفیل^۱: 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.

— دسته 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.

— دسته دوم: باکتریهایی که درجه حرارت مناسب برای رشد آنها ۳۵ تا ۴۵ درجه سانتیگراد می‌باشد و معمولاً برای حیوانات انگل بوده، یا به طور هم‌سفره^۲ زندگی می‌کنند.

ج — باکتریهای سایکروفیل^۳، (سرمادوست): دامنه حرارتی رشدشان بین ۰ تا ۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. از نظر برخی صاحب نظران متوسط درجه حرارت این باکتریها حدود ۱۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. این باکتریها یکی از عوامل فساد مواد غذایی در یخچال هستند. به طور کلی 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.

— 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 بیمارزا 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 این رو میوه‌هایی که pH پایین‌تری دارند بیشتر در معرض فساد ناشی از کپکها و مخمرها هستند. در مواد غذایی، pH می‌تواند نشان دهنده درجه سلامت، نوع آلودگی و نوع باکتری موجود در آن باشد.

— 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:

— مواد غذایی به وسیله آب به صورت محلول درآمده، جذب باکتری می‌گردند.

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

۱— Mesophiles

۲— Commensal

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

۳— Psychrophiles

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

– آب در حفظ شکل باکتری تأثیر زیادی دارد.

در اصطلاح علمی، مقدار آب در دسترس برای عوامل مؤثر در فساد را با a_w نشان داده، آن را آب فعال در محیط می‌نامند که عبارت است از فشار بخار آب محلول ماده غذایی به فشار بخار

$$a_w = \frac{p}{p_0}$$

آب خالص در همان دما

این رابطه نشان دهنده آن است که ماده غذایی دارنده 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 ۴-۲- حداقل فعالیت آبی جهت رشد و تکثیر میکروارگانیسمها

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

– قدرت اکسیداسیون و احیا: درجه اکسیداسیون در یک ماده غذایی، به وسیله 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 مؤثر در تعیین فلور میکروبی می‌باشد. غذاهایی که دارای ترکیبات احیاکننده می‌باشند، دارای قدرت احیاکنندگی هستند برعکس چنانچه ترکیباتی در ماده غذایی موجود باشد که اکسژن در اختیار میکروارگانیسمها قرار دهد آن ماده غذایی اکسید کننده بوده، قدرت اکسید کنندگی آن بالاست. از این رو، 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. اندازه Eh معمولاً بین ۵۰۰ میلی‌ولت

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

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

۲-۶- انواع باکتریها از نظر تغذیه‌ای

به طور کلی باکتریها را از نظر احتیاجات غذایی به دو گروه اتوتروفیک^۱ و هتروتروفیک^۲ تقسیم می‌کنند:

۱-۲-۶- باکتریهای اتوتروفیک: این باکتریها برای رشد و نمو خود احتیاج به آب، نمکهای معدنی و CO₂ دارند این باکتریها قسمت اعظم مواد لازم برای متابولیسم داخل سلولی را از CO₂ ساخته، انرژی مورد نیاز برای این سنتز را از نور یا اکسیداسیون یک یا چند ماده غیرآلی موجود در محیط تأمین می‌نمایند.

۲-۲-۶- باکتریهای هتروتروفیک: این باکتریها اگر چه قادرند به مقدار کم از CO₂ 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:
- ۱- ساپروفیتها یا میکروارگانیسمهای غیربیماری‌زی که از تجزیه مواد آلی مواد غذایی مورد نیاز خود را تأمین می‌کنند.
 - ۲- پارازیتها یا میکروارگانیسمهای بیماری‌زایی که مواد غذایی مورد نیاز خود را از میزبان (موجود زنده گیاهی یا حیوانی) به دست می‌آورند.

۲-۷- 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

انرژی در سرتاسر مولکول پخش است و به آسانی قابل مصرف نمی‌باشد. راههای متابولیسم انرژی شامل یک سلسله واکنشهای آتیمی است که طی آن انرژی غیرقابل مصرف منتشر در بسیاری از پیوندهای کم انرژی 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 به آرامی ولی به طور مطمئن در پیوندهای پرانرژی متراکم می‌گردد.

این واکنشها به دو دسته تقسیم می‌شوند :

۱-۷-۲- 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- 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 به طور کامل اکسید شود.

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

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

— 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.

— 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^۱ در قوطیهای کنسرو.

— 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.

— 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 اندازه فشار اکسیژن اتمسفر از بین می‌روند.

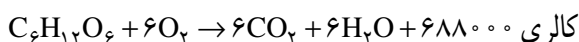
— تنفس، یکی از راههای تأمین انرژی است که در آن باکتریها با استفاده از اکسیژن، انرژی مورد نیاز خود را از شکستن مواد آلی یا معدنی به دست می‌آورند.

ب — 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 می‌کند؛ قندهای ساده مثل گلوکز و فروکتوز است.

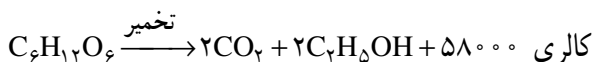
نکته مهم اینکه مقدار انرژی تولید شده از طریق تنفس بیشتر از تخمیر است. به عنوان مثال اکسیداسیون کامل یک مولکول گرم گلوکز از طریق تنفس ۶۸۸ کیلوکالری است و حال آنکه از طریق تجزیه یک مولکول گرم گلوکز از راه تخمیر فقط ۵۸ کیلوکالری انرژی تولید می‌کند.

واکنشهای انرژی‌زا

۱- تنفس



۲- تخمیر



۲-۷-۲ 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.

۸-۲- نقش آنزیمها در متابولیسم باکتریها

آنزیمها کاتالیزورهای حیاتی هستند که واکنشهای شیمیایی را در سلول تسهیل و تسريع می کنند. 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 مقاوم اند و شکستن آنها در عدم حضور آنزیم فقط در حرارت های بالا امکان پذیر 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 بازمی گردند 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 می کنند. مثلاً پروتئازها فقط بر روی پروتئینها و پیوندهای آنها مؤثرند و آنها را تجزیه می کنند. هر آنزیم از دو قسمت تشکیل شده است: بخش پروتئینی که آپوآنزیم نامیده می شود و عمل اختصاصی بودن آنزیمها را موجب می گردد و بخش غیرپروتئینی که کوفاکتور نامیده شده و شامل مرکز فعال آنزیم می باشد. 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^۱ می گویند. بسیاری از ویتامینها (مثل B_۱ و B_۶) و سایر مواد آلی نیز در بخش غیرپروتئینی آنزیمها شرکت دارند که به آنها کوآنزیم می گویند. بیوسنتز ترکیبات و اجزای اختصاصی باکتریها نیز به وسیله آنزیمها صورت می گیرد. در واقع آنزیمها، پروتئینهایی هستند که باعث ایجاد تغییرات شیمیایی متنوع و نیز سهولت واکنشها داخل سلول شده، نقش مهمی در زندگی سلولی ایفا می کند. آنزیمهای باکتریها به دو دسته تقسیم می گردند:

۱-۸-۲- آنزیمهای خارجی^۲: این آنزیمها به یکی از دو حالت زیر دیده می شوند.

۱- آنزیمهایی که توسط باکتریها برای تجزیه مواد مختلف سنتز شده و به سطح خارجی پرده سیتوپلاسمی ترشح می شود و یا در فضای پری پلاسم قرار دارند.

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

۲-۸-۲- آنزیمهای داخلی^۳: این آنزیمها در داخل سلول ترشح می شوند و اعمال داخلی

۱- Prosthetic

۲- Exoenzymes

۳- 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:

- سلولاز^۱: هیدرولیز سلولز به گلوکز
- آمیلاز^۲: 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

۹-۲- خصوصیات برخی از باکتریهای مهم در صنایع غذایی

۹-۲-۱- جنس سودوموناس^۳: 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 به طوری که در دمای یخچالی رشد می‌کنند. در برابر خشکی و دمای بالا مقاومت ندارند و باکتریهای کم توقعی هستند. این باکتریها خاصیت پروتئولیتیکی و لیپولیتیکی دارند. برخی از گونه‌های این جنس مثل سودوموناس فلوئورسنس^۴ تولید رنگدانه می‌نمایند. خاصیت بیماریزایی در این جنس بسیار ضعیف می‌باشد ولی گونه سودوموناس آئروژینوزا^۵ خاصیت بیماریزایی دارند.

۹-۲-۲- جنس استوباکتر^۶: باکتریهای میله‌ای شکل، متحرک و هوازی می‌باشند. باکتریهای این جنس در کشتهای جوان گرم منفی و در کشتهای پیر گرم متغیر هستند. گونه‌های این جنس برای انسان بیماریزا نیستند.

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

۹-۲-۳- جنس هالوباکتریوم^۷: باکتریهای میله‌ای شکل، گرم منفی و نمک دوست^۸ هستند و فقط در محیطهای با غلظت با بیش از ۱۲ درصد نمک رشد می‌کنند. این باکتریها در مواد غذایی نمک سود شده یافت می‌شوند و باعث ایجاد رنگدانه قرمز رنگ روی آنها می‌شوند.

۱- Cellulase

۲- Amylase

۳- Pseudomonas

۴- P. fluorescens

۵- P. aeruginosa

۶- Acetobacter

۷- Halobacterium

۸- Halophile

۴-۹-۲- جنس کامپیلوباکتر^۱: این باکتریها گرم منفی، میله‌ای خمیده و یا مارپیچی، میکروآتروفیل، کاتالاز و اکسیداز مثبت هستند. کامپیلوباکتر ژژونی^۲ یکی از عوامل مهم ایجاد التهابات معده‌ای - روده‌ای می‌باشد. منشأ اصلی آن در طبیعت، حیوانات می‌باشد که در بین حیوانات، طیور مهمترین ناقل این باکتری می‌باشند.

۵-۹-۲- 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 می‌کند. دو گونه بیماریزای بسیار مهم ویبریو کلرا^۴ (عامل وبای انسانی) و ویبریو پاراهمولیتیکوس^۵ (عامل التهابات معده‌ای - روده‌ای) در این جنس وجود دارد.

کلی فرم‌ها: 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 کلی فرم‌ها را تشکیل می‌دهند. کلی فرم‌ها منشأ مدفوعی و یا غیرمدفوعی دارند.

۶-۹-۲- جنس اشریشیا^۶: باکتریهای میله‌ای شکل، گرم منفی، بدون اسپور، هوازی یا بی‌هوازی اختیاری هستند و از لحاظ احتیاجات غذایی کم توقع می‌باشند. مهمترین گونه این جنس، اشریشیا کلی^۷ می‌باشد که در روده تمام حیوانات خونگرم یافت می‌شود. بنابراین وجود این باکتری در مواد غذایی شاخص آلودگی مدفوعی محصول می‌باشد.

۷-۹-۲- جنس انتروباکتر: باکتریهای گرم منفی، میله‌ای شکل، متحرک و کم توقع می‌باشند و به طرز وسیعی در طبیعت پراکنده هستند. انتروباکتر آئروژنز^۸ از گونه‌های مهم این جنس است.

۸-۹-۲- جنس کلبسیلا^۹: باکتریهای گرم منفی، غیرمتحرک، میله‌ای، بی‌هوازی اختیاری و کپسول دار 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.

۹-۹-۲- 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 بسته بندی شده در خلأ، فراورده‌های دریایی، سبزیها و یا شیر جدا کرد.

۱ - Campylobacter

۲ - C.jejuni

۳ - Vibrio

۴ - V.cholerae

۵ - V.parahemolyticus

۶ - Escherichia

۷ - E.coli

۸ - E.aerogenes

۹ - Klebsiella

۱۰ - K.pneumoniae

۱۱ - Yersinia

۱۲ - Y.pestis

۱۳ - Y.enterocolitica

۱۰-۹-۲- 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، تخم مرغ 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 - روده‌ای می‌باشد.

۱۱-۹-۲- 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 مواد غذایی غیرمطلوب است. شیگلا دیسانتری گونه مهم آن است که ایجاد اسهال خونی باکتریایی می‌کند.

۱۲-۹-۲- 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 از بین 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.

۱۳-۹-۲- 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 فکاليس^۸ که در انسان ایجاد عفونت می‌کند. این باکتری به عنوان شاخص بهداشتی مواد غذایی منجمد شناخته می‌شود.

۱۴-۹-۲- جنس لکونوستوک^۹: باکتریهای میکروآئروفیل، غیرمتحرک و غیربیماریزا

۱ - Salmonella

۲ - S.typhi

۳ - shigella

۴ - Staphylococcus

۵ - S.aureus

۶ - Streptococcus

۷ - S.thermophilus

۸ - S.faecalis

۹ - Leuconostoc

و گرم مثبت هستند. لوکونوستوک مزنتروئیدوس^۱ 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.

۱۵-۹-۲- جنس مایکوباکتریوم^۲: باکتریهای این جنس گرم مثبت، غیرمتحرک، غیراسپورزا، بدون کپسول و هوازی هستند. این باکتریها به‌طور وسیعی در خاک پراکنده هستند. مهمترین گونه این جنس مایکوباکتریوم توبرکلوزیس^۳ می‌باشد که عامل ایجاد بیماری سل است. نابودی این باکتری در شیر مبنای سنجش صحت پاستوریزاسیون شیر است.

۱۶-۹-۲- جنس لاکتوباسیلوس^۴: 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^۵ اشاره کرد که همراه با استرپتوکوکوس ترموفیلوس میکروارگانیزمهای مایه ماست را شامل می‌شوند.

۱۷-۹-۲- جنس بروسلا^۶: 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 از بین می‌رود اما در یخچال زنده می‌ماند.

۱۸-۹-۲- جنس باسیلوس^۷: باکتریهای هوازی تا اختیاری، گرم مثبت و میله‌ای شکل هستند. از گونه‌های این جنس می‌توان به باسیلوس کواگولانس^۸ و باسیلوس استئاروترموفیلوس^۹ اشاره کرد که سبب ایجاد فسادترش مسطح یا (Flat Sour) در قوطیهای کنسرو می‌گردد. باسیلوس سوبتلیس^{۱۰} در فراورده‌های آرد ایجاد فساد نخی شده یا (Ropiness) می‌نماید و باسیلوس سرتوس^{۱۱} عامل ایجاد مسمومیت‌های غذایی می‌باشد. از این جنس باسیلوس آنتراسیس^{۱۲} عامل بیماری سیاه‌زخم را می‌توان نام برد.

۱۹-۹-۲- جنس کلستریدیوم^{۱۳}: باکتریهای گرم مثبت، بی‌هوازی اجباری و اسپورزا می‌باشند. منشاء اصلی این باکتریها خاک است ولی بعضی از گونه‌ها در دستگاه گوارش انسان و

۱ - L.mesenteroids

۲ - Mycobacterium

۳ - M.tuberculosis

۴ - Lactobacillaceae

۵ - L.B.bulgaricus

۶ - Brucella

۷ - Bacillus

۸ - B.coagulans

۹ - B.stearothermophilus

۱۰ - B.sobtilis

۱۱ - B.cereus

۱۲ - B.antrasis

۱۳ - clostridium

حیوانات یافت می‌شوند. این جنس یکی از متنوع‌ترین جنسهای باکتریها می‌باشد. گونه مهم این جنس کلستریدیوم بوتولینوم^۱ 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^۲ که به اسم ولشای نیز معروف است که عامل تولید سم و ایجاد التهابات معده‌ای – روده‌ای می‌باشد.

ارزشیابی فصل دوم

- ۱ – پیشنهاد هکل در مورد طبقه‌بندی موجودات زنده را بنویسید.
- ۲ – آغازیان به چند دسته تقسیم شده‌اند؟ نام ببرید.
- ۳ – سلولهای یوکاریوتیک و پروکاریوتیک را از نظر ساختمان هسته آنها مقایسه نمایید.
- ۴ – باکتری را تعریف نموده و ویژگیهای خاص آنها را نام ببرید.
- ۵ – نامگذاری دو نامی باکتریها را توضیح دهید.
- ۶ – چهار مورد از عوامل مؤثر در طبقه‌بندی باکتریها را نام ببرید.
- ۷ – تأثیر ترتیب اسیدهای آمینه در طبقه‌بندی باکتریها را بنویسید.
- ۸ – شکل و اندازه باکتریها در محیط کشت به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۹ – واحد اندازه‌گیری باکتریها را بیان نمایید.
- ۱۰ – اشکال مختلف باکتریها را بر مبنای آرایش پس از تقسیم نام ببرید.
- ۱۱ – دستگاه اندازه‌گیری باکتریها را فقط نام ببرید.
- ۱۲ – ساختمان باکتریها از چند قسمت اصلی تشکیل شده است؟ نام ببرید.
- ۱۳ – وظیفه دیواره سلولی باکتریها را بنویسید.
- ۱۴ – تفاوت‌های بین ترکیب شیمیایی دیواره سلولی باکتریهای گرم منفی و گرم مثبت را توضیح دهید.
- ۱۵ – جایگاه پرده سیتوپلاسمی و جنس آن را بنویسید.

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

الف: کپسول ب: سیتوپلاسم ج: غشای سیتوپلاسمی

د: هسته ه: اسپور و: تاژک ز: پیلی

۱۷- روشهای تکثیر در باکتریها را نوشته و مراحل مختلف آن را روی منحنی رشد نمایش

دهید.

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

۱۹- تقسیم‌بندی باکتریها را نسبت به اکسایش، مواد مغذی و تحمل دما بنویسید.

۲۰- نحوه متابولیسم در باکتریها را توضیح دهید.

۲۱- میکروبیهای عامل وبا، سل و طاعون را نام ببرید.

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

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

۲۴- میکروارگانیزم شاخص آلودگی مدفوعی ماده غذایی می‌باشد.

۲۵- ویژگیهای عمومی کلستریدوم بوتولینوم را شرح دهید.