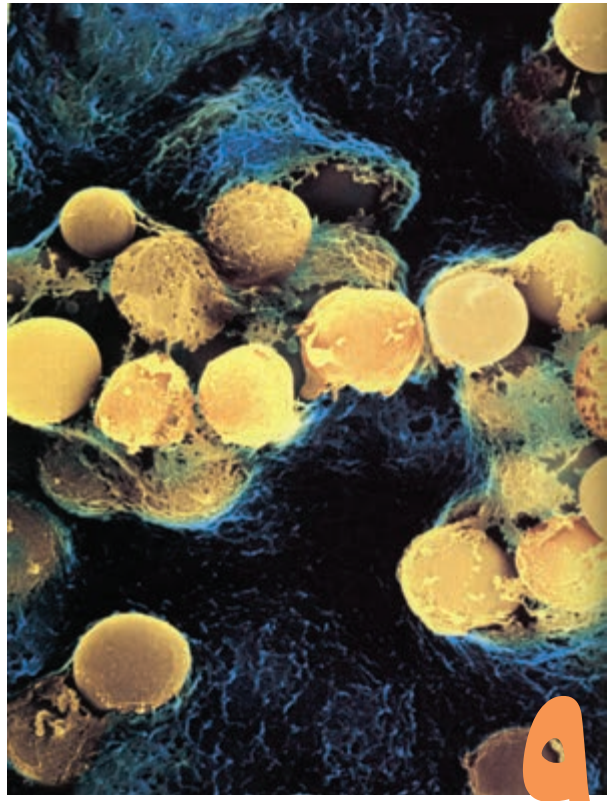


باکتری‌های
استرپتوکوکوس
(×۱۰۲۰۰)

۹ ویروس‌ها و باکتری‌ها

گلودرد ممکن است در اثر عفونت بافت‌های گلو با نوعی باکتری «استرپتوکوکوس» باشد. اگرچه بعضی باکتری‌ها و ویروس‌ها بیماری زایند، اما امروزه در آزمایشگاه‌های مهندسی ژنتیک از ویروس‌ها و باکتری‌ها به فراوانی استفاده می‌شود. باکتری‌ها امروزه منبع مهم تولیدکنندهٔ غذا، دارو و بعضی محصولات صنعتی به شمار می‌روند.

پیش‌نیازها

پیش از مطالعهٔ این فصل باید بتوانید :

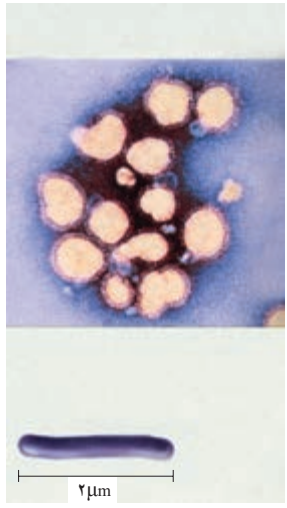
- ویژگی‌های جانداران را شرح دهید،
- ویژگی‌های پروکاریوت‌ها را فهرست کنید،
- DNA را با RNA مقایسه کنید.

۱ ویروس‌ها

آیا ویروس زنده است؟

در کتاب علوم زیستی و بهداشت سال اول دبیرستان، با ویژگی‌های جانداران آشنا شدیم. آموختیم که همهٔ جانداران از سلول ساخته شده‌اند و فعالیت هر سلول تحت کنترل اطلاعاتی است که در مادهٔ وراثتی آن ذخیره شده است. هم‌چنین دانستیم که جانداران قادر به رشد و تولیدمثل‌اند. کوچک‌ترین جانداری که این ویژگی‌ها را دارد، باکتری است.

ویروس‌ها قطعه‌ای از نوکلئیک اسید است که درون پوششی از پروتئین قرار دارد. ویروس‌ها از باکتری‌ها بسیار کوچک‌ترند (شکل ۱ــ۹). بیش‌تر ویروس‌ها فقط با میکروسکوپ الکترونی قابل مشاهده‌اند. ویروس‌ها همگی برای تولید مثل وارد سلول‌ها می‌شوند و با آلوده کردن سلول میزبان و استفاده از امکانات آن، تولیدمثل می‌کنند. منظور از «آلوده کردن»، وارد شدن ویروس یا مادهٔ ژنتیک آن به‌درون سلول است. چون ویروس‌ها همهٔ ویژگی‌های حیات را ندارند، زیست‌شناسان آنها را زنده نمی‌شمارند. ویروس‌ها رشد نمی‌کنند، هومئوستازی (حالت پایدار) ندارند و متابولیسمی درون آنها رخ نمی‌دهد؛ اما در بسیاری از جانداران باعث بروز بیماری می‌شوند و بنابراین تأثیر مهمی بر دنیای زنده برجای می‌گذارند.



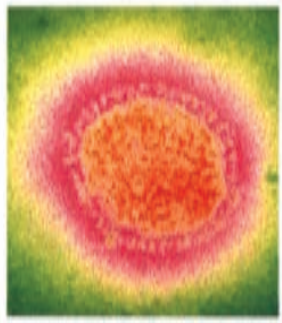
شکل ۱ــ۹ــ ویروس آنفلوآنزا. اگر ۱۰۰ ویروس آنفلوآنزا در کنار یکدیگر قرار بگیرند، طول آنها برابر طول یک باکتری می‌شود.

ویروس‌ها شکل‌های مختلف دارند.

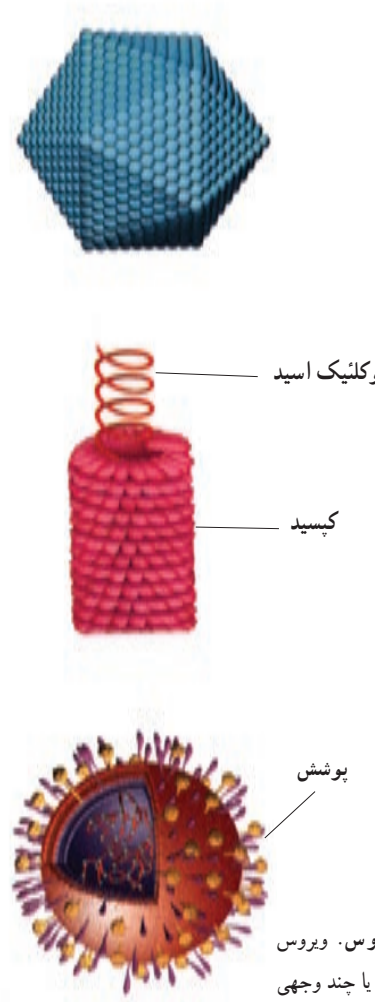
پوشش پروتئینی ویروس، **کپسید** نام دارد. درون کپسید ممکن است DNA یا RNA وجود داشته باشد (اما نه هر دو). از ویروس‌های RNA دار می‌توان به ویروس نقص ایمنی اکتسابی (HIV)[1] که باعث ایدز می‌شود، ویروس آنفلوآنزا و ویروس هاری اشاره کرد. از ویروس‌های DNAدار می‌توان ویروس آبله مرغان و زگیل را نام برد. بسیاری از ویروس‌ها، نظیر ویروس آنفلوآنزا که در شکل **۲ــ۹**

آدنو ویروس (چند وجهی) (×۱۳۵۰۰۰)

موزاییک تنباکو (مارپیچی) (×۱۲۵۰۰۰)



آنفلوآنزا (پوشش دار) (×۲۰۲۵۰۰)



شکل ۲ــ۹ــ ساختار ویروس. ویروس ممکن است کروی، مارپیچی، یا چند وجهی باشد. بعضی از ویروس‌ها پوشش هم دارند.

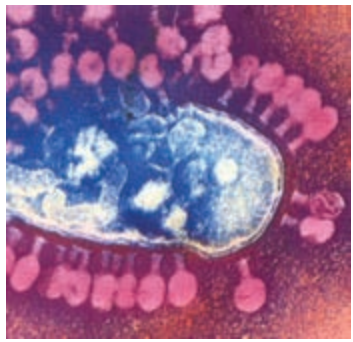
---

۱ ــ Human Immunodeficiency Virus

نشان داده شده است، غشایی دارند که **پوشش** نامیده می‌شود و کپسید را احاطه می‌کند. پوشش، ویروس را در ورود به سلول یاری می‌کند و از پروتئین، لیپید و گلیکو پروتئین ساخته شده است. این مولکول‌ها از سلول میزبان قبلی تأمین شده‌اند. بعضی از ویروس‌ها ممکن است آنزیم‌های مخصوصی نیز همراه داشته باشند.

بیشتر ویروس‌ها به یکی از این دو شکل‌اند : مارپیچی یا چند وجهی. ویروس‌های مارپیچی شکل، مثل TMV، ظاهری میله مانند دارند و پروتئین‌های سازندهٔ کپسید آنها مارپیچ‌وار اطراف نوکلئیک اسید را فراگرفته‌اند. ویروس چندوجهی، مانند آدنوویروس وجوه متعددی دارد و کروی به‌نظر می‌رسد. در بیشتر ویروس‌های چند وجهی، کپسید از ۲۰ وجه مثلثی شکل تشکیل شده است. این شکل، کارآمدترین شکل کپسید، برای گنجاندن ژنوم ویروس است (شکل ۲ــ۹).

ویروس‌هایی که باکتری‌ها را آلوده می‌کنند، **باکتریوفاژ** نامیده می‌شوند. باکتریوفاژها ساختار پیچیده‌ای دارند. کپسید آنها چندوجهی است و یک دم مارپیچی به آن متصل است. مولکول طویل نوکلئیک اسید آن‌قدر پیچ و تاب خورده است که توانسته درون کپسید چندوجهی آن‌ها جای بگیرد.



شکل ۳ــ۹ــ باکتریوفاژهایی که یک باکتری را آلوده کرده‌اند. ابتدا باکتریوفاژها به باکتری متصل می‌شوند بعد نوکلئیک اسید خود را به درون سلول تزریق می‌کنند و سرانجام سلول را وادار می‌کنند ویروس را تکثیر کند.

ویروس‌ها درون سلول‌های زنده همانندسازی می‌کنند.

ویروس‌ها آنزیم‌های لازم برای متابولیسم و نیز ساختارهای لازم برای پروتئین‌سازی را ندارند. بنابراین مجبورند برای همانندسازی به سلول‌های زنده (سلول‌های میزبان) متکی شوند. بنابراین قبل از آن که ویروس بتواند همانندسازی کند، باید سلول زنده‌ای را آلوده کرده باشد.

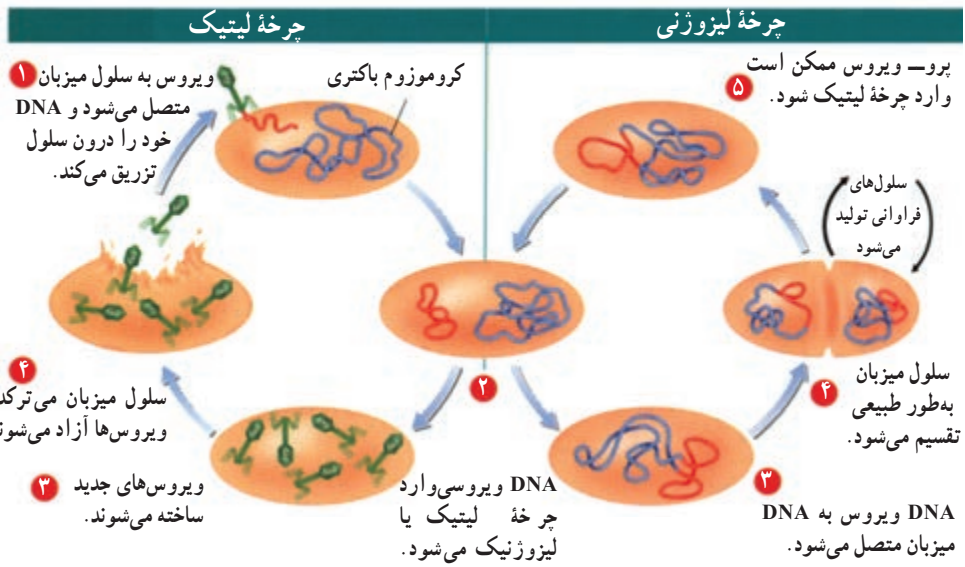
ویروس‌ها، سلول‌ها را از راه‌های گوناگون آلوده می‌کنند. باکتریوفاژها دیوارهٔ سلولی باکتری را سوراخ و بعد نوکلئیک‌اسید خود را به درون آن تزریق می‌کنند. ویروس‌های گیاهی، مثل TMV، از طریق شکاف‌های کوچکی که در دیوارهٔ سلولی ایجاد شده است، به سلول وارد می‌شوند. ویروس‌های

جانوری از طریق آندوسیتوز به سلول وارد می‌شوند.

زیان ویروس‌ها وقتی آشکار می‌شود که درون سلول‌ها همانندسازی خود را آغاز می‌کنند. ورود ویروس به درون سلول به خودی خود مضر نیست، اما بعد از چندصد مرتبه همانندسازی، تعداد ویروس‌ها آن‌قدر زیاد می‌شود که سلول می‌ترکد و از بین می‌رود. آسیب سلول‌ها ممکن است درنهایت به آسیب اندام‌ها منجر شود به‌شرطی که تعداد بافت‌هایی که از بین می‌روند، برای از کار افتادن یک اندام کافی باشد.

گاهی ویروس بلافاصله بعد از آن که سلولی را آلوده کرد، شروع به همانندسازی می‌کند و ویروس‌های جدیدی را می‌سازد. به این مسیر، **چرخهٔ لیتیک** می‌گوییم. اما گاهی ویروس تا مدتی درون سلول باقی‌می‌ماند و همانندسازی نمی‌کند. این مسیر را **چرخهٔ لیزوژنی** می‌نامیم.

چرخهٔ لیتیک : مراحل آلوده‌سازی سلول، همانندسازی ویروس همراه با تخریب سلول را **چرخهٔ لیتیک** می‌نامیم. ژن‌های ویروسی، بعد از آن‌که وارد سلول شدند، امکانات سلول‌میزبان را در اختیار می‌گیرند و به تولید ژن‌های ویروسی و نیز پروتئین‌های ویروسی، مثل کپسید می‌پردازند. سپس پروتئین‌ها و ژن‌های ویروسی ــ درواقع نوکلئیک اسید ویروس ــ با آرایش مخصوصی کنار هم قرار می‌گیرند و ویروس کامل را پدید می‌آورند. این چرخه در شکل **۴ــ۹** نشان داده شده است.



شکل ۴ــ۹ــ همانندسازی ویروس در باکتری. ویروس‌ها در باکتری‌ها می‌توانند از طریق چرخهٔ لیتیک یا لیزوژنی همانندسازی کنند.

چرخهٔ لیزوژنی : گاهی ویروس‌ها بعد از آن‌که سلولی را آلوده کردند، تا مدتی درون سلول میزبان باقی‌می‌مانند، اما ویروس جدیدی نمی‌سازند. ژن‌های ویروسی به‌جای آن‌که به تولید ذرات ویروسی جدید بپردازند، خود را درون کروموزوم میزبان جای می‌دهند. در این حالت به آنها **پروــ ویروس**[1] گفته می‌شود. با هر بار تقسیم سلول، پروــ ویروس نیز تقسیم می‌شود و درنتیجه سلول‌های حاصل نیز به ویروس آلوده‌اند. در این چرخه، که **چرخهٔ لیزوژنی** نام دارد، ژنوم ویروسی همانندسازی می‌کند، بدون آن‌که سلول میزبان تخریب شود (شکل ۴ــ۹). در بعضی از ویروس‌های لیزوژنی، بروز تغییر در محیط ممکن است سبب شود تا پروــ ویروس چرخهٔ لیتیک را آغاز کند. بدیهی است در این صورت سلول میزبان تخریب می‌شود.

در سلول‌های جانوری، ویروس‌ها می‌توانند آن‌قدر آهسته همانندسازی کنند که سلول میزبان تخریب نشود. مثلاً ویروس مولد تبخال آدمی، در اعصاب صورت پنهان می‌شود. وقتی شرایط بدن برای فعالیت ویروس مناسب شد، مثلاً وقتی که در فشار روحی هستیم یا تب می‌کنیم، ویروس موجب آسیب بافتی می‌شود و ما آن را به‌صورت تبخال مشاهده می‌کنیم.

ویروس‌ها میزبان‌های ویژه دارند : مثلاً TMV گیاه تنباکو و گیاهان خویشاوند آن را آلوده می‌کند و نمی‌تواند جانوران را آلوده کند. براساس فرضیه‌ای علت این ویژگی به منشأ ویروس‌ها برمی‌گردد. طرفداران این فرضیه بر این باورند که ویروس‌ها هنگامی پدید آمدند که قطعاتی از نوکلئیک اسید سلول‌ها به خارج از سلول راه پیدا کردند.

HIV می‌تواند در سلول‌های انسان همانندسازی کند : نشانگان نقص ایمنی اکتسابی (ایدز) نوعی بیماری است که در آن فرد توانایی دفاع علیه عوامل بیماری‌زا را از دست می‌دهد و به‌عفونت‌هایی مبتلا می‌شود که معمولاً در افراد سالم رخ نمی‌دهند.

افرادی که با HIV آلوده شده‌اند ممکن است تا سال‌ها علایم ایدز را نشان ندهند. بنابراین، فردی که با HIV آلوده شده است احساس تندرستی می‌کند و همین امر موجب انتشار ویروس از او به دیگران می‌شود.

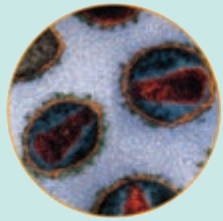
HIV طی تماس‌های عادی روزمره از فرد آلوده به فرد سالم منتقل نمی‌شود. HIV در مایعات بدن (مثل مایع محتوی اسپرم، مایع واژینال و خون) یافت می‌شود. بنابراین از طریق روابط جنسی، تزریق با سوزن آلوده یا انتقال خون، از فرد آلوده به فرد سالم منتقل می‌شود. همچنین طی دوران بارداری یا شیردهی، HIV از مادر به کودک منتقل می‌شود.

---

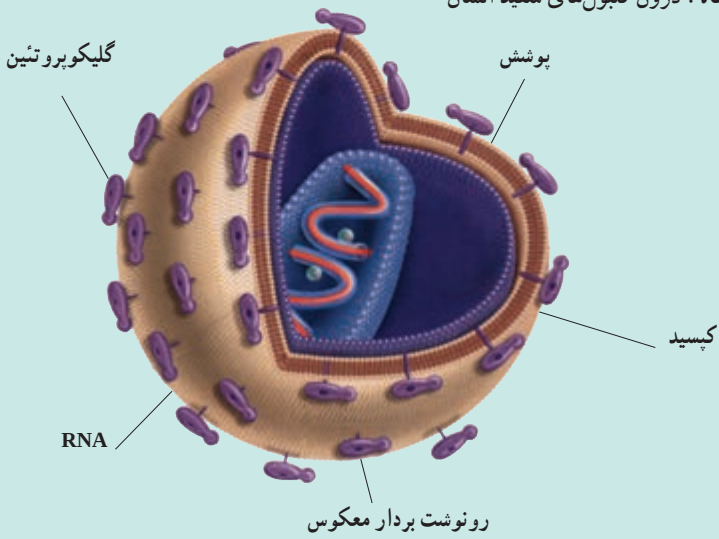
۱ ــ Provirus

بیش‌تر بدانید

ویروس ایدز در نمای نزدیک



- **نام** : ویروس نقص ایمنی اکتسابی آدمی (HIV)
- **اندازه** :nm ۱۲۵
- **زیستگاه** : درون گلبول‌های سفید انسان



ویژگی‌ها

پروتئین‌های ویروسی : گلیکو پروتئین‌ها در پوشش HIV جای گرفته‌اند. این مولکول‌ها، ویروس را قادر می‌سازند که گلبول‌های سفید آدمی را شناسایی کند و به درون آنها وارد شود.

پوشش : پوشش خارجی از یک لایهٔ دوگانهٔ لیپیدی، که از غشای سلول‌های میزبان مشتق شده است، تشکیل می‌شود. زیر پوشش، لایه‌ای پروتئینی به نام **کپسید** قرار دارد.

مادهٔ ژنتیک : ژنوم HIV از دو مولکول RNA تک رشته‌ای، به طول ۹۰۰۰ نوکلئوتید، ساخته شده و حاوی ۹ ژن است. ۳ ژن از این ۹ ژن در دیگر ویروس‌ها نیز یافت می‌شود.

همانندسازی : HIV به **آنزیم رونوشت بردار معکوس**[۱] مجهز شده است. درون سلول، این آنزیم از RNA ویروس، مولکول DNA می‌سازد. سپس با استفاده از دستگاه پروتئین‌سازی سلول، به تولید هزاران ویروس جدید می‌پردازد. ویروس‌های تولید شده از طریق جوانه‌زدن یا ترکاندن سلول، از آن خارج می‌شوند.

۱ــ Reverse transcriptase

پریون‌ها و ویروئیدها : در سال ۱۹۸۲، استانلی پروزینر[۱]، ذرات عفونی جدیدی را کشف کرد. این ذرات که **پریون** نام دارند از پروتئین ساخته شده‌اند و نوکلئیک اسید ندارند. بیماری‌زایی پریون‌ها بر پایهٔ تغییر شکل پروتئین‌ها استوار است. شکل و ساختار پریونی که باعث بیماری می‌شود، به‌گونه‌ای تغییر می‌کند که قادر به کار نیست و بنابراین بیماری‌زاست. این پریون می‌تواند بر اثر تماس با پریونی که به‌طور طبیعی در بدن وجود دارد، شکل آن را نیز تغییر دهد و آن را به پریون بیماری‌زا تبدیل کند.

پریون‌ها اولین بار به یک بیماری گوسفندی نسبت داده شدند. بعد، دانشمندان دریافتند که عامل بیماری‌های جنون گاوی نیز پریون است. اگر کسی از گوشت آلوده به پریون بیماری‌زا بخورد، بیمار می‌شود.

ویروئید تک رشته‌ای از RNA است که کپسید ندارد. ویروئیدها از عوامل مهم بیماری‌زایی در گیاهان‌اند.

خودآزمایی

۱ــ ویژگی‌های ویروس‌ها را با جانداران مقایسه کنید.
۲ــ آزمایش استنلی را روی TMV توضیح دهید.
۳ــ اجزای مختلف ویروس را نام ببرید.
۴ــ مراحل همانندسازی ویروس را فهرست‌وار بیان کنید.

تفکر نقادانه

در مورد این گفته بحث کنید : «ویروس‌هایی مانند HIV جدید هستند».

۱ ــ Stanley Prusiner

۲ باکتری‌ها

ساختار باکتری‌ها از ساختار یوکاریوت‌ها ساده‌تر است.

باکتری‌ها حداقل در هفت مورد با یوکاریوت‌ها تفاوت دارند.

۱ــ هسته : باکتری‌ها پروکاریوت‌اند و برخلاف یوکاریوت‌ها مادهٔ وراثتی آنها درون هسته سازمان نیافته است.

۲ــ اندازهٔ سلول : بیش‌تر باکتری‌ها در حدود $1\mu_m$ قطر دارند. سلول‌های یوکاریوتی به‌طور متوسط ۱۰ برابر بزرگ‌تر از باکتری‌ها هستند.

بیش‌تر بدانید

بزرگ‌ترین باکتری چه اندازه است؟

در سال ۱۹۹۹ دانشمندان اعلام کردند که موفق به کشف نوعی باکتری شده‌اند که بزرگترین باکتری کشف شده تا آن زمان است. این باکتری که **تیومارگاریتا نامیبین سیس**[۱] نام دارد، در نامیبیا یافت شده و ۰/۵mm قطر دارد.

۳ــ پرسلولی بودن : باکتری‌ها تک سلولی‌اند. گاهی بعضی از باکتری‌ها به هم می‌چسبند و ساختارهای رشته مانندی را پدید می‌آورند. اما نمی‌توان چنین ساختارهایی را پرسلولی نامید، چون برخلاف جانداران پرسلولی واقعی سیتوپلاسم آنها ارتباط مستقیمی با یکدیگر ندارد.

۴ــ کروموزوم : کروموزوم باکتری از DNA حلقوی تشکیل شده است، اما کروموزوم یوکاریوتی حاوی DNAای خطی است که پروتئین‌هایی به آن متصل است.

۵ــ تولیدمثل : باکتری‌ها از طریق تقسیم دوتایی تولیدمثل می‌کنند، اما سلول‌های یوکاریوتی به سبب داشتن هسته تولیدمثل پیچیده‌تری دارند. تولیدمثل این سلول‌ها هم تقسیم هسته را شامل می‌شود و هم تقسیم سیتوپلاسم را.

۶ــ تاژک و پیلی : تاژک باکتری ساختار ساده‌ای دارد و از یک تار پروتئین تشکیل شده است

۱ـ Thiomargarita namibiensis

که با حرکات خود، باکتری را به جلو می‌راند. بعضی از باکتری‌ها برآمدگی‌های کوتاه‌تر، اما ضخیم‌تری به نام **پیلی** دارند. پیلی به باکتری کمک می‌کند که به سطوح مختلف یا دیگر سلول‌ها بچسبد (شکل ۵ــ۹) و باکتری‌ها را قادر می‌سازد تا مادهٔ ژنتیک خود را طی فرایندی به نام **هم‌یوغی**[1] مبادله کنند. در پروکاریوت‌ها، پیلی یک باکتری به باکتری دیگر می‌چسبد و مادهٔ ژنتیک، از باکتری دارای پیلی به باکتری بدون پیلی منتقل می‌شود. هم یوغی به باکتری‌ها امکان می‌دهد تا ژن‌های مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها را از سرده‌ای به سردهٔ دیگر منتشر کنند.

۷ــ گوناگونی متابولیسمی : باکتری‌ها توانایی‌های متابولیسمی متعددی دارند که یوکاریوت‌ها از آنها بی‌بهره‌اند. مثلاً باکتری‌ها قادر به انجام چند نوع فرایند بی‌هوازی و هوازی هستند، حال آن‌که یوکاریوت‌ها عمدتاً جاندارانی هوازی‌اند.

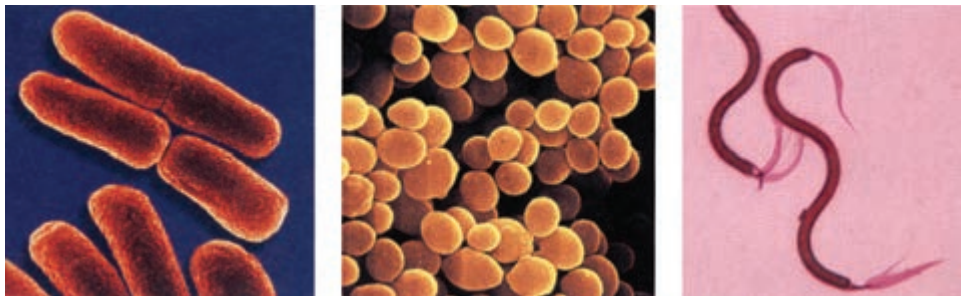
شکل ۵ــ۹ــ تاژک و پیلی. باکتری‌ها با داشتن تاژک می‌توانند حرکت کنند و با داشتن پیلی می‌توانند به سطوح مختلف بچسبند.

ساختار سلول باکتری منحصر به فرد است.

سلول باکتری معمولاً به یکی از این سه شکل اصلی دیده می‌شود (شکل ۶ ــ ۹) : **باسیلوس**، که میله‌ای شکل است، **کوکوس** که کروی شکل است و **اسپیریلیوم** که مارپیچی است. تعداد اندکی از انواع باکتری‌ها می‌توانند به یک‌دیگر متصل شوند و ساختارهایی رشته‌ای پدید آورند. اگر اجتماع باکتری‌ها به صورت رشته‌ای باشد، آنها را با پیشوند **استرپتو** و اگر به‌صورت خوشه‌ای باشد، آنها را با پیشوند **استافیلو** مشخص می‌کنند.

---

۱ ــ Conjugation



اسپیریلیوم (مارپیچی شکل) کوکوس (کروی شکل) باسیلوس (میله‌ای شکل)

شکل ۶ ــ۹ــ شکل‌های باکتری‌ها. باکتری‌ها معمولاً به یکی از سه شکل بالا هستند.

باکتری‌ها را براساس نوع دیوارهٔ سلولی آنها به دو گروه تقسیم می‌کنند : گرم[1] ــ مثبت و گرم‌ــ منفی. این دو گروه را برپایهٔ پاسخی که به روش **رنگ‌آمیزی گرَم** می‌دهند، از یک‌دیگر تشخیص می‌دهند.

رنگ‌آمیزی گرم در پزشکی از اهمیت فراوان برخوردار است، چون باکتری‌های گرم ــ مثبت و گرم ــ منفی با آنتی‌بیوتیک‌های متفاوتی نابود می‌شوند.

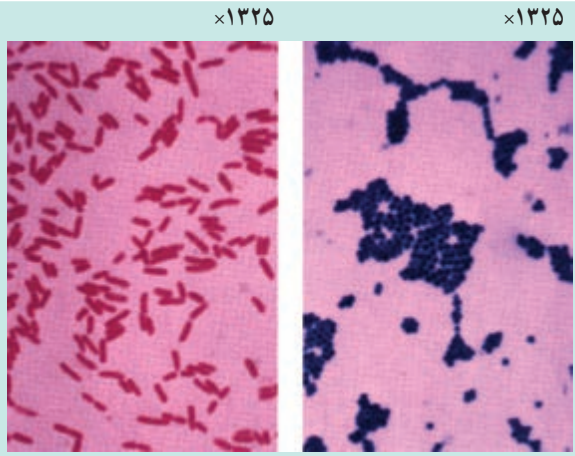
بعضی باکتری‌ها وقتی در شرایط سخت، از جمله کمبود مواد غذایی، خشکی و دمای زیاد، قرار می‌گیرند، دیوارهٔ ضخیمی دور تا دور کروموزوم خود می‌سازند. این ساختار، که **اندوسپور** نام دارد، علاوه بر کروموزوم، مقدار کمی سیتوپلاسم نیز در خود جای داده است. اندوسپور نسبت به تنش‌های محیطی مقاوم است و می‌تواند سال‌ها بعد از تشکیل، رویش خود را از سر گیرد و باکتری فعالی تولید کند.

بیش‌تر بدانید

واکنش گرَم

وقتی با یک عفونت باکتریایی بیمار می‌شویم، یکی از اولین مواردی که پزشک دربارهٔ باکتری مسبب بیماری می‌خواهد بداند، واکنش گرَم آنهاست. دانستن واکنش گِرَم مهم است، چون حساسیت باکتری‌های گرم ــ مثبت و گرم ــ منفی نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها متفاوت است.

۱ ــ به افتخار Christian Gram ابداع کنندهٔ این روش رنگ‌آمیزی.



اختلاف باکتری‌های گرم ــ منفی و گرم ــ مثبت در این است که باکتری‌های گرم ــ مثبت نسبت به باکتری‌های گرم ــ منفی، لایهٔ پپتیدوگلیکانی ضخیم‌تری دارند.

رنگ‌آمیزی گرم چگونه انجام می‌شود؟

باکتری‌ها ابتدا با رنگ ویوله (بنفش) رنگ‌آمیزی می‌شوند و سپس برای نگه داشتن رنگ در سلول‌ها، یک محلول یدی اضافه می‌شود. بعد سلول‌ها با الکل شسته می‌شوند. الکل، رنگ ویوله را از باکتری‌هایی که نمی‌توانند رنگ را نگه دارند، می‌شوید. سپس باکتری‌ها با یک رنگ صورتی روشن رنگ‌آمیزی می‌شوند. باکتری‌های گرم ــ مثبت نسبت به رنگ‌بری با الکل مقاوم‌اند و رنگ بنفش را نگه می‌دارند. باکتری‌های گرم منفی نمی‌توانند این رنگ را نگه دارند و صورتی رنگ می‌شوند. این اختلافات در شکل بالا نشان داده شده است.

در نتیجهٔ رنگ‌آمیزی گرم، پزشک می‌تواند آنتی‌بیوتیک مؤثرتری را علیه باکتری مسبب بیماری تشخیص دهد.

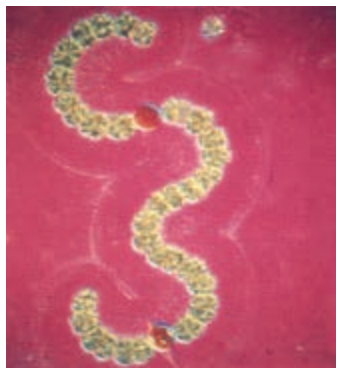
باکتری‌ها برحسب شیوهٔ کسب انرژی نیز گروه‌بندی می‌شوند.

باکتری‌ها در زیستگاه‌های بسیار متعدد و گوناگون زندگی می‌کنند و هر جا که یافت شوند از نظر بوم‌شناسی، نقشی کلیدی در زیستگاه خود برعهده دارند.

گروه‌بندی باکتری‌ها براساس شیوهٔ به‌دست آوردن غذا به ما کمک می‌کند تا گوناگونی باکتری‌ها را بهتر درک کنیم. باکتری‌ها را می‌توان برحسب روابط تبارزایی آنها نیز گروه‌بندی کرد.

باکتری‌های فتوسنتزکننده : بخش مهمی از فتوسنتزی که در دنیای زنده رخ می‌دهد، باکتری‌ها

انجام می‌دهند. باکتری‌های فتوسنتزکننده براساس نوع رنگیزهٔ فتوسنتزی به چهار گروه عمده تقسیم می‌شوند. باکتری‌های غیرگوگردی ارغوانی، باکتری‌های گوگردی سبز، باکتری‌های گوگردی ارغوانی و سیانوباکتری‌ها. باکتری‌های گوگردی سبز و باکتری‌های گوگردی ارغوانی در محیط‌های بی‌هوازی (بدون اکسیژن) رشد می‌کنند. این باکتری‌ها نمی‌توانند از آب، به‌عنوان منبع الکترون برای فتوسنتز استفاده کنند و به‌جای آن از ترکیبات گوگردی، مثل هیدروژن سولفید (H_2S)، سود می‌جویند. باکتری‌های غیرگوگردی ارغوانی برای فتوسنتز از ترکیبات آلی مثل اسیدها و کربوهیدرات‌ها، به‌عنوان منبع الکترون استفاده می‌کنند. سیانوباکتری‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. به یاد بیاورید که اکسیژن موجود در جو زمین، به‌وسیلهٔ سیانوباکتری‌ها ساخته شده است. سیانوباکتری‌ها غالباً به یک‌دیگر می‌چسبند و رشته‌هایی پدید می‌آورند. هر رشته زنجیره‌ای از سلول‌هاست که در کپسول ژله مانند پیوسته‌ای جای گرفته‌اند. بسیاری از سیانوباکتری‌ها، از قبیل **آنابنا**[1] می‌توانند نیتروژن را تثبیت کنند (شکل ۷ــ۹).



شکل ۷ــ۹ــ باکتری‌های فتوسنتزکننده. آنابنا، یک سیانوباکتری فتوسنتزکننده است. همان‌طور که در شکل می‌بینید، سلول‌ها به یکدیگر چسبیده‌اند و ساختاری رشته مانند را ایجاد کرده‌اند. درون دو سلول نارنجی رنگ بزرگی که در شکل می‌بینید تثبیت نیتروژن رخ می‌دهد.

باکتری‌های شیمیواتوتروف

باکتری‌های شیمیواتوتروف انرژی خود را از طریق برداشتن الکترون‌ها از مولکول‌های غیرآلی، مانند آمونیاک (NH_3)، هیدروژن سولفید (H_2S) به‌دست می‌آورند. باکتری‌های شیمیواتوتروفی که در خاک زندگی می‌کنند، مثل نیتروزوموناس[2] و نیتروباکتر[3] از نظر کشاورزی و حفظ محیط بسیار حائز اهمیت‌اند، چون نقش شوره‌گذاری را در چرخهٔ نیتروژن برعهده دارند. چنان‌که می‌دانید، شوره‌گذاری فرایندی است که طی آن آمونیاک به‌وسیلهٔ اکسیداسیون به نیترات تبدیل می‌شود. نیترات، رایج‌ترین شکل نیتروژن است که گیاهان از آن استفاده می‌کنند.

۱ــ Anabaena ۲ــ Nitrosomonas ۳ــ Nitrobacter

باکتری‌های هتروتروف

بیش‌تر باکتری‌ها هتروتروف‌اند، یعنی از غذایی که به‌وسیلهٔ جانداران دیگر ساخته شده است تغذیه می‌کنند. باکتری‌های هتروتروف، همراه با قارچ‌ها، از تجزیه‌کنندگان اصلی دنیای زنده‌اند. تجزیه‌کنندگان، پیکر موجودات مرده را تجزیه می‌کنند و مواد غذایی آن را در دسترس سایر جانداران قرار می‌دهند. بیشتر بویی که از خاک استشمام می‌شود ناشی از باکتری‌های هتروتروف است. بیشتر باکتری‌ها **هوازی** هستند و در حضور اکسیژن زندگی می‌کنند؛ بعضی دیگر می‌توانند در حضور یا در نبودِ اکسیژن زندگی کنند.

فعالیت‌های باکتری‌های هتروتروف، ممکن است برای انسان مفید یا مضر باشد. مثلاً بیش از نیمی از آنتی‌بیوتیک‌هایی که در اختیار داریم به‌وسیلهٔ گونه‌های متعددی از **استرپتومایسز**[1] ساخته می‌شوند. **استرپتومایسز**، نوعی باکتری رشته‌ای است که در خاک یافت می‌شود.

از سوی دیگر، یکی از گونه‌های **استافیلوکوکوس** می‌تواند با ترشح سّم خود به درون موادغذایی باعث تهوع، استفراغ و اسهال در افرادی شود که غذای آلوده به استافیلوکوکوس را خورده‌اند. **ریزوبیوم‌ها**، مهم‌ترین جانداران تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن‌اند. این باکتری‌ها، که هتروتروف‌اند، معمولاً در غده‌های روی ریشهٔ گیاهان (مانند سویا، لوبیا، بادام‌زمینی، یونجه و شبدر) زندگی می‌کنند (شکل ۸ــ۹). کشاورزان از توانایی ریزوبیوم‌ها در تثبیت نیتروژن استفاده مهمی می‌کنند. آنان هر چندسال یک بار در زمین‌های کشاورزی خود گیاهانی از خانواده پروانه‌واران را می‌کارند تا خاک را از ترکیبات نیتروژن‌دار دوباره غنی سازند.

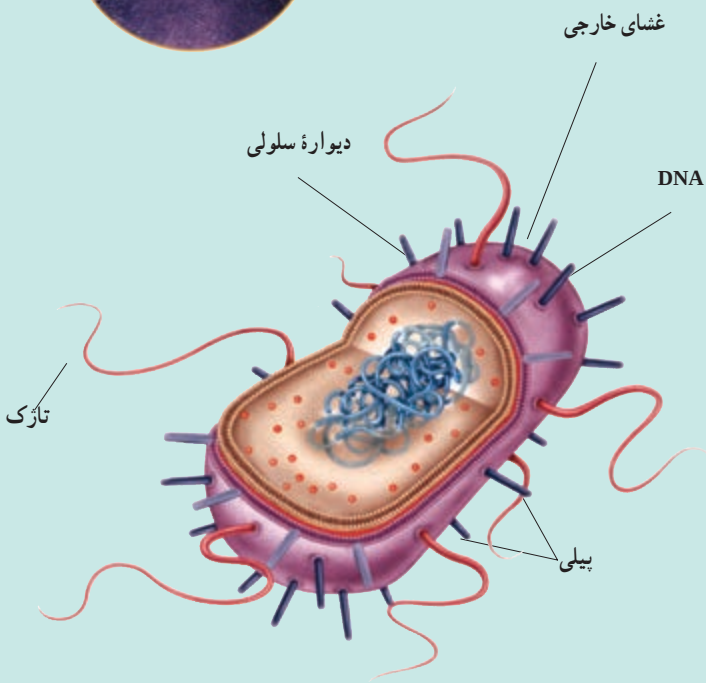
شکل ۸ ــ۹ــ باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن. باکتری‌های موجود در غده‌های روی ریشهٔ این لوبیا، حاوی گونه‌ای از باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن، متعلق به سردهٔ ریزوبیوم هستند.

۱ــ Streptomyces

بیش‌تر بدانید

اشریشیا کُلای در نمای نزدیک

- **نام علمی :** اشریشیاکُلای *Escherichia coli*
- **اندازه :** تا $1\mu_m$
- **زیستگاه :** رودهٔ بسیاری از پستانداران
- **روش تغذیه :** هتروتروفی



ویژگی‌ها

ساختار سلولی : **اشریشیاکلای**، سلولی پروکاریوتی است. دیوارهٔ سلولی سختی دارد که از پپتیدوگلیکان ساخته شده است. روی پپتیدوگلیکان، غشای خارجی قرار گرفته که متشکل از لیپید و پلی‌ساکارید است. اِ. **کلای**، یوباکتری گرم ــ منفی است.

مادهٔ ژنتیک

DNA اِ. **کلای** مانند DNA تمام باکتری‌ها، مولکولی حلقوی است که در حدود ۵۰۰۰ ژن را در خود جای داده است. قبل از تقسیم سلولی، DNA همانندسازی می‌کند و دو مولکول DNA یکسان پدید می‌آورد.

تحرک

اِ. **کلای** به کمک تاژک‌های باریکی که دارد، خود را در محیط به جلو پیش می‌برد.

تولیدمثل

بیشتر باکتری‌ها با تقسیم دوتایی تولیدمثل می‌کنند. در تقسیم دوتایی یک سلول به دو سلول جدید یکسان تقسیم می‌شود. اِ. **کلای** می‌تواند تقریباً در هر ۲۰ دقیقه یک بار تقسیم شود.

چسبندگی

اِ. **کلای** مانند بسیاری از باکتری‌های گرم ــ منفی پیلی دارد. پیلی، برآمدگی‌های کوتاه، باریک و مو مانندی است که در سطح باکتری یافت می‌شود. پیلی دو کار مهم را برعهده دارد. اول، چسبیدن به سطوح مختلف مثل سطح جدار روده و دوم، اتصال دو سلول باکتری به یک‌دیگر قبل از فرایند هم یوغی است.

باکتری‌ها به دو روش اساسی بیماری ایجاد می‌کنند.

باکتری‌ها ممکن است از میزبان خود به‌عنوان منبع غذا استفاده کنند : باکتری‌های هتروتروف، غذای خود را از طریق ترشح آنزیم‌های گوارشی و تجزیهٔ مواد آلی موجود در محیط به‌دست می‌آورند. اگر محیط‌زیست باکتری‌ها گلو یا شش‌های شما باشد، تغذیهٔ باکتری‌ها نتایج خطرناکی در پی خواهد داشت. مثلاً سل، که یکی از بیماری‌های شُش است، توسط **مایکوباکتریوم توبرکلوسیز**[1] ایجاد می‌شود. سل، روزگاری از شایع‌ترین علل مرگ‌ومیر بود. در بیشتر موارد، عفونت از طریق تنفس قطره‌های ریز آلوده به باکتری منتقل می‌شود. اگر سل درمان نشود، ممکن است منجر به مرگ شود.

همهٔ باکتری‌های بیماری‌زا کشنده نیستند. مثلاً بعضی از باکتری‌ها عارضه‌هایی را سبب می‌شوند

۱ـ Mycobacterium tuberculosis

که ما به‌طور روزمره ممکن است با آنها برخورد کنیم، مثل جوش صورت. جوش صورت در ۸۵ درصد نوجوانان یافت می‌شود. بعضی باکتری‌ها، مثل **پروپیونی‌باکتریوم آکنس**[۱]، در غده‌های چربی موجود در پوست رشد می‌کنند. این باکتری‌ها، نوع خاصی از مواد چربی را که در این غده‌ها تولید می‌شوند، متابولیزه می‌کنند. طی بلوغ، غده‌های چربی، مقدار بیشتری چربی تولید می‌کنند. بنابراین تعداد باکتری‌ها به مقدار بسیار زیادی افزایش می‌یابد. در نتیجه منافذی که چربی با عبور از آنها به سطح پوست ترشح می‌شود، مسدود می‌گردند و بنابراین چربی در پوست تجمع می‌یابد و به این ترتیب جوش پدید می‌آید.

توکسین‌های باکتریایی

دومین روش بیماری‌زایی باکتری‌ها، ترشح ترکیبات شیمیایی است. این مواد شیمیایی ــ که **توکسین** نامیده می‌شوند ــ برای سلول‌های یوکاریوتی سمّی هستند. توکسین‌ها ممکن است به‌درون بدن فرد یا غذای آلوده به باکتری ترشح شوند. مثلاً **کورینه‌باکتریوم دیفتریا**[۲]، که گرم مثبت است و باعث بیماری دیفتری می‌شود، در گلو رشد می‌کند، اما توکسین آن بر قلب، اعصاب، کبد و کلیه‌ها اثر می‌کند. دیگر باکتری‌ها، مثل باکتری‌های گرم منفی، نوعی توکسین را که **اندوتوکسین** نام دارد ترشح می‌کنند. اندوتوکسین باعث تب، درد عضلانی و لرز می‌شود.

وقتی باکتری‌ها در غذا رشد و توکسین ترشح می‌کنند، توکسین‌های تولید شده ممکن است در افرادی که از آن غذا می‌خورند، بیماری ایجاد کنند. این نوع بیماری را **مسمومیت** می‌نامند. مثلاً **استافیلوکوکوس اورئوس**[۳] شایع‌ترین نوع مسمومیت غذایی را باعث می‌شود. از علایم آن می‌توان به‌حالت تهوع، استفراغ و اسهال اشاره کرد. این نوع مسمومیت، به ندرت مرگ‌آفرین است.

نوع دیگری از مسمومیت، که کشنده است، در غذاهای کنسرو شده‌ای دیده می‌شود که به‌خوبی کنسرو نشده‌اند (شکل ۹ــ۹). گاهی اوقات غذاهای بسته‌بندی شده آن‌قدر حرارت نمی‌بینند که باکتری‌های اندوسپوردار آنها کشته شوند. **کلستریدیوم بوتولینم**[۴] یکی از این باکتری‌هاست و توکسین آن که بر دستگاه عصبی انسان اثر می‌کند، بسیار مهلک است. کسی که غذای آلوده به این توکسین را بخورد، به بیماری **بوتولیسم**[۵] مبتلا می‌شود. از علایم آن می‌توان به دید دوتایی (دوبینی) و فلج‌شدگی اشاره کرد. مبتلایان به این بیماری ممکن است بر اثر ناتوانی در تنفس، بمیرند.

۱ــ Propionibacterium acnes
۲ــ Corynebacterium diphtheria
۳ــ Staphilococcus aureus
۴ــ Clostridium botulinum
۵ــ botulism

شکل ۹ــ۹ــ رشد بی‌هوازی. باکتری‌هایی که اندوسپور می‌سازند می‌توانند در محیط‌های فاقد هوا، درون قوطی‌های کنسرو رشد کنند. در نتیجهٔ این متابولیسم مقدار زیادی گاز تولید می‌شود که باعث برآمدن درب قوطی می‌شود.

می‌توان با بیماری‌های باکتریایی مبارزه کرد.

بیشتر باکتری‌ها در آب جوش یا با مواد شیمیایی مخصوص کشته می‌شوند. استفاده از آب داغ و مواد شوینده از آلوده شدن ظروف آشپزخانه و در نتیجه انتشار بیماری جلوگیری می‌کند. مواد ضدباکتری زیادی نیز به‌طور تجاری تهیه شده‌اند که استفاده از آنها یکی از راه‌های پیشگیری از ابتلا به بیماری است.

آنتی‌بیوتیک‌ها

در سال ۱۹۲۸، باکتری‌شناسی به نام الکساندر فلمینگ[1] متوجه شد که قارچی از سردهٔ **پنی‌سیلیوم** روی محیط کشتی از **استافیلوکوکوس اورئوس** رشد کرده است. وی دید که در نزدیکی قارچ، باکتری‌ها رشد نکرده‌اند. فلمینگ از این مشاهده نتیجه گرفت که قارچ ماده‌ای ترشح کرده است که باکتری‌ها را می‌کشد (شکل ۱۰ــ۹). فلمینگ این ماده را جداسازی کرد و آن را **پنی‌سیلین** نام نهاد. در اوایل دههٔ ۱۹۴۰ دانشمندان دریافتند که پنی‌سیلین در درمان بیماری‌های باکتریایی، مثل ذات‌الریه، مؤثر است.

شکل ۱۰ــ۹ــ آنتی‌بیوتیک‌ها به طور طبیعی تولید می‌شوند. ظرفی که الکساندر فلمینگ دیده بود، شبیه ظرف آگاری است که در شکل مقابل نشان داده شده است. دقت کنید که باکتری‌های مجاور قارچ‌ها، از بین رفته‌اند.

۱ــ Alexander Fleming

آنتی‌بیوتیک‌ها با فرایندهای سلولی تداخل دارند و چون فرایندهای سلولی در ویروس‌ها رخ نمی‌دهد، بر ویروس‌ها مؤثر نیستند. بعضی از آنتی‌بیوتیک‌ها مثل تتراسایکلین و آمپی‌سیلین در طبیعت کشف شده یا به‌طور شیمیایی ساخته شده‌اند.

اهمیت‌های باکتری‌ها

با این‌که بعضی باکتری‌ها آدمی را بیمار و غذای او را فاسد می‌کنند، اما فواید بسیار مهمی هم دارند.

فراورده‌های غذایی و شیمیایی

بسیاری از غذاهایی که می‌خوریم، به‌وسیلهٔ انواع خاصی از باکتری‌ها پردازش شده‌اند. مثلاً غذاهای تخمیری به کمک باکتری‌ها تولید می‌شوند. از مواد غذایی تخمیری می‌توان ماست، پنیر و سرکه را نام برد.

آدمی قادر است باکتری‌ها را برای تولید مواد شیمیایی به‌منظور مصارف صنعتی به خدمت بگیرد. مثلاً، انواع مختلفی از سردهٔ **کلستریدیوم**[1] می‌توانند **استون** و **بوتانول** بسازند. بسیاری از ترکیبات مهم شیمیایی از این دو مادهٔ اولیه ساخته می‌شوند.

شرکت‌های مهندسی ژنتیک برای تولید فراورده‌های خود، نظیر داروها و مواد پیچیده‌ای که در پژوهش‌های علمی موردنیازند، از باکتری‌هایی استفاده می‌کنند که به روش مهندسی ژنتیک، تغییر داده شده‌اند.

شکل ۱۱ــ۹ــ دستگاه تخمیر کنندهٔ (فرمانتور) صنعتی. باکتری‌ها برای تولید مواد شیمیایی مفید مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱ــ Clostridium

استفاده از باکتری‌ها در استخراج معادن و پاکسازی محیط : شرکت‌های بهره‌برداری از معدن از باکتری‌ها برای تخلیص کردن عنصر موردنظر از سنگ معدن‌هایی که عیار پایین دارند، استفاده می‌کنند. این سنگ‌معدن‌ها که مقدار کمی از عنصر موردنظر را در خود جای داده‌اند، حاوی گوگردند. باکتری‌های شیمیواتوتروف می‌توانند گوگرد را به ترکیبات محلول تبدیل کنند. سنگ معدن را با آب شستشو می‌دهند. آب، ترکیبات محلول گوگردی را می‌شوید و از سنگ معدن جدا می‌کند. آن‌چه باقی می‌ماند، عنصر موردنظر است. از این روش برای استخراج مس و اورانیوم نیز استفاده می‌شود.

بعضی از باکتری‌ها می‌توانند مواد آلی مختلفی را متابولیزه کنند. از این باکتری‌ها برای پاکسازی آلودگی‌های نفتی و شیمیایی استفاده می‌کنند. برای پاکسازی لکه‌های نفتی، از پودرهایی که حاوی باکتری‌های متابولیزه‌کنندهٔ نفت‌اند استفاده می‌شود.

تفکر نقادانه

پیدایش باکتری‌های مقاوم نسبت به آنتی‌بیوتیک چگونه می‌تواند نقش انتخاب طبیعی را در تغییر گونه‌ها تأیید کند؟

خودآزمایی

۱ــ هفت تفاوت باکتری‌ها را با یوکاریوت‌ها نام ببرید.

۲ــ چه رابطه‌ای بین متابولیسم، سم، باکتری و بیماری وجود دارد؟

۳ــ رابطهٔ بین فتوسنتز، متابولیسم هتروتروفی و متابولیسم شیمیواتوتروفی را توضیح دهید.

۴ــ سه راه استفاده از باکتری‌ها را بنویسید.