



## قارچ‌ها

شاید واژه قارچ، شما را به یاد قارچ‌های خوراکی بیندازد. اما همه قارچ‌ها، این‌گونه نیستند، مثلاً کپک نان، نوعی قارچ است. قارچ‌ها، بسیار گوناگون‌اند. بعضی‌ها تک سلولی و بعضی‌ها پر سلولی هستند. دانشمندان بر این عقیده‌اند که اولین قارچ‌ها احتمالاً تک سلولی بودند. قدمت قارچ‌ها به حدود ۴۰۰ میلیون سال می‌رسد.

### پیش‌نیازها

- پیش از مطالعه این فصل باید بتوانید :
- میتوز و میوز را با هم مقایسه کنید،
- اهمیت قارچ – ریشه‌ای‌ها را شرح دهید،
- همزیستی را تعریف کنید،
- اثر قارچ‌ها را در درمان عفونت‌های باکتریایی شرح دهید.

# ۱ ویژگی‌های قارچ

قارچ‌ها، خود یک فرمانرو هستند.

تا مدت‌ها، زیست‌شناسان قارچ‌ها و گیاهان را در یک گروه قرار می‌دادند. چون قارچ‌ها هم مثل گیاهان، متحرک نیستند، دیواره سلولی دارند و بعضی از آنها در خاک اندام‌هایی مانند «ریشه» می‌دوانند (شکل ۱-۱۱). اما قارچ‌ها، ویژگی‌های منحصر به فردی دارند که باعث شده است آنان را در فرمانروی جداگانه‌ای قرار دهند. این ویژگی‌ها عبارت‌اند از:



شکل ۱-۱۱- قارچ‌های چتری

۱- قارچ‌ها هتروتروف هستند: ساقک و کلاهک قارچ چتری، بر خلاف ساقه و برگ گیاهان، سبز نیست. قارچ‌ها کلروفیل ندارند و بنابراین قادر به انجام فتوسنتز نیستند. از آنجایی که قارچ‌ها هتروتروف هستند، انرژی خود را از تجزیه مولکول‌های آلی موجود در محیط خود، به دست می‌آورند.

۲- قارچ‌ها بدن رشته‌ای دارند: گیاهان از سلول‌ها و بافت‌های مختلفی ساخته شده‌اند، اما قارچ‌ها از رشته‌های باریک و بلندی ساخته شده‌اند که ممکن است محکم به دور یکدیگر بپیچند و پیکر قارچ و ساختارهای تولیدمثلی آن را پدید آورند.

۳- سلول‌های قارچ، کیتین دارند: دیواره سلولی قارچ از جنس کیتین است. کیتین، پلی‌ساکارید سختی است که در پوشش خارجی حشرات نیز به کار رفته است. در حالی که دیواره سلولی گیاهان از جنس سلولز است.

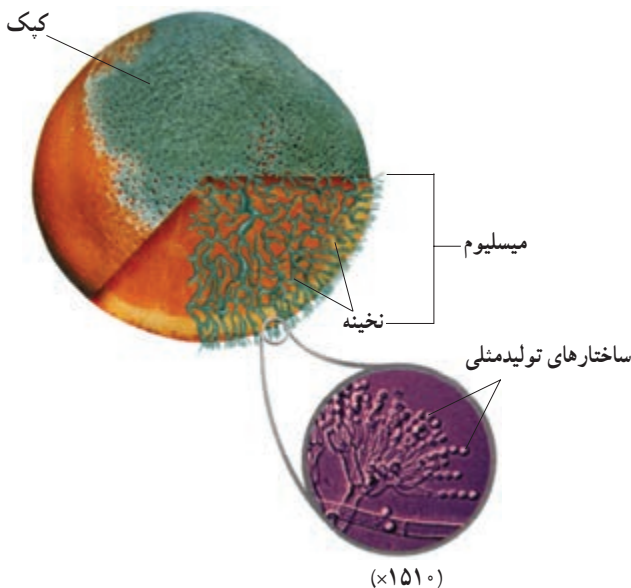
۴- قارچ‌ها، میتوز هسته‌ای دارند: تقسیم میتوز در قارچ‌ها با تقسیم میتوز در گیاهان و دیگر یوکاریوت‌ها متفاوت است. در بیشتر یوکاریوت‌ها، پوشش هسته‌ای در پروفاز ناپدید و در تلوفاز دوباره

ظاهر می‌شود. اما در سلول‌های قارچ چتری، پوشش هسته از پروفاز تا تلوفاز حفظ می‌شود. در نتیجه، دوک تقسیم درون هسته شکل می‌گیرد. رشته‌های دوک، کروموزوم‌ها را به سوی دو قطب هسته (نه سلول) می‌کشند و میتوز، با نفوذ پوشش هسته به درون و تقسیم هسته، پایان می‌پذیرد.

### ساختار قارچ برای جذب مواد غذایی مناسب است.

در شکل ۲-۱۱ قارچ پنی‌سیلیوم<sup>۱</sup> را که روی پرتقال رشد کرده است، مشاهده می‌کنید. پرزهای سبز و سفیدی که به‌عنوان کپک می‌شناسیم، در واقع ساختارهای تولیدمثلی قارچ هستند. بیکر قارچ در لابه‌لای بافت‌های میوه پرتقال جای دارد. بیکر همه قارچ‌ها، به‌جز مخمرها، از رشته‌های باریکی به نام نخینه<sup>۲</sup> تشکیل شده است. وقتی نخینه رشد می‌کند، منشعب می‌شود و توده‌ای درهم پیچیده و گره‌خورده می‌سازد که میسلیوم<sup>۳</sup> نام دارد. یک میسلیوم، ممکن است از نخینه‌هایی به طول چندین متر تشکیل شده باشد. این نحوه سازمان‌بندی، موجب افزایش نسبت سطح به حجم می‌شود. بنابراین ساختار قارچ، سازگاری مناسبی برای جذب مواد غذایی از محیط پیدا کرده است.

هر نخینه، رشته سلولی طولی است که در بعضی از گونه‌ها سلول‌های آن به‌وسیله دیواره عرضی ناقصی از یکدیگر جدا شده‌اند. بعضی از گونه‌ها، دیواره عرضی ندارند و سیتوپلاسم آنها آزادانه در سراسر نخینه جریان دارد (شکل ۲-۱۱).



شکل ۲-۱۱- کپک پنی‌سیلیوم.  
سطح این میوه پرتقال از نوعی قارچ متعلق  
به سرده پنی‌سیلیوم پوشیده شده است.

۱- Penicillium

۲- hyphae

۳- mycelium

قارچ‌ها چگونه غذای خود را به دست می‌آورند: همه قارچ‌ها با ترشح آنزیم‌های گوارشی، مواد آلی موجود در محیط را به مولکول‌های قابل جذب تجزیه می‌کنند و با جذب این مولکول‌ها، غذای خود را به دست می‌آورند. بسیاری از قارچ‌ها، مواد آلی غیرزنده، مثل شاخه و برگ بر زمین ریخته گیاهان، اجساد جانوران و مواد دفعی آنها را تجزیه می‌کنند. این گروه از قارچ‌ها نقش مهمی در بازیافت مواد و برگرداندن آنها به چرخه مواد دارند. بعضی قارچ‌ها انگل هستند و بنابراین غذای خود را از میزبان‌های زنده تأمین می‌کنند.

قارچ‌ها اغلب در به دست آوردن مواد غذایی، با آدمی رقابت می‌کنند. نان، میوه، سبزی، یا گوشت هیچ‌کدام از گزند قارچ‌ها در امان نیستند. قارچ‌ها به مواد غیرغذایی مثل کاغذ، مقوا، لباس، رنگ و چرم نیز حمله می‌کنند. بعضی قارچ‌ها سبب بروز بیماری می‌شوند، مثل قارچی که لای انگشتان پا - به خصوص در ورزشکاران - می‌روید.

توانایی قارچ‌ها در زندگی کردن در شرایط متفاوت، آنان را از نظر اقتصادی ارزشمند ساخته است. مخمر، که قارچی تک سلولی است، در تولید نان به کار گرفته می‌شود. گروهی از قارچ‌ها، طعم و بوی بعضی از پنیرها را باعث می‌شوند. بسیاری از انواع آنتی‌بیوتیک‌ها مانند پنی‌سیلین، توسط قارچ‌ها ساخته می‌شوند.

### قارچ‌ها تولید مثل جنسی و غیرجنسی دارند.

قارچ‌ها با رهاسازی هاگ‌هایی که به طریقه جنسی یا غیرجنسی در ساختارهای تولیدمثلی موجود در نوک نخینه پدید آمده‌اند، تکثیر می‌شوند. ساختارهای تولیدمثلی روی سطح منابع غذایی به سرعت رشد می‌کنند. این سازگاری، امکان انتقال هاگ‌ها را به زیستگاه جدید، توسط جریان هوا فراهم می‌کند. هاگ‌های قارچ آنقدر کوچک و سبک‌اند که تا مدت‌ها در هوا معلق می‌مانند و بنابراین باد می‌تواند آنها را تا مسافت‌های طولانی جابه‌جا کند (شکل ۳-۱۱).

هاگ‌های قارچ، هاپلویدند. بیشتر آنها توسط میتوز و طی تولیدمثل غیرجنسی ساخته می‌شوند. در تولیدمثل جنسی، نخینه‌های دو قارچ به یکدیگر ملحق می‌شوند. نخینه‌های الحاق شده، ساختار تولیدمثل جنسی را پدید می‌آورند. در این ساختار، قارچ با الحاق هسته‌هایی که مواد ژنتیک متفاوتی دارند، هاگ‌های جنسی را می‌سازند.



شکل ۳-۱۱- قارچ پفکی. صدها هزار هاگ را از طریق یک شکاف کوچک رها می‌سازند.



## فعالیت

### آزمایش سریع



### برخی از ویژگی‌های کپک نان

همان‌گونه که هر رشته نخ، از تارهای بهم تابیده پنبه ساخته شده است، پیکر قارچ نیز از تارهای سلولی تشکیل شده است.

مواد: نان کپک زده، ذره‌بین، تیغ و تیغک شیشه‌ای، میکروسکوپ، قطره‌چکان، حوله کاغذی، بشر ۵ ml و خلال دندان.

#### روش

- ۱- قطعه‌ای نان کپک زده را با ذره‌بین مشاهده کنید.
- ۲- آنچه را که با بزرگ‌نمایی ذره‌بین می‌بینید، در دفتر خود رسم کنید.
- ۳- از تکه ریزی از نان کپک زده، اسلاید مرطوب بسازید.
- ۴- اسلاید مرطوب را با بزرگ‌نمایی کم میکروسکوپ مشاهده کنید.
- ۵- آنچه را که می‌بینید در دفتر خود رسم کنید.

## تجزیه و تحلیل

- ۱- وجود ساختارهای برافراشته قارچ بر سطح نان چه مزیتی دارد؟
- ۲- با استفاده از شکل ۲-۱۱ شکل‌هایی را که رسم کرده‌اید نام‌گذاری کنید.
- ۳- کار هر یک از ساختارهایی را که نام‌گذاری کرده‌اید، بیان کنید.

## خودآزمایی



- ۱- ویژگی‌های قارچ‌ها و گیاهان را با هم مقایسه کنید.
- ۲- ساختار نخینه و میسلیموم را با هم مقایسه کنید.
- ۳- روش‌های به‌دست آوردن غذا توسط قارچ‌ها را به‌طور خلاصه بیان کنید.
- ۴- قارچ‌ها چه نقشی در محیط برعهده دارند؟
- ۵- روش‌های مختلف تولیدمثل قارچ‌ها را به‌طور خلاصه بیان کنید.

## ۲ گوناگونی قارچ‌ها

قارچ‌ها بر اساس ساختارهای تولیدمثل گروه‌بندی می‌شوند. اگر ساختارهای تولیدمثل قارچ‌ها را بررسی کنید، خواهید دید که قارچ‌ها چقدر گوناگون‌اند. بر اساس نوع ساختارهای تولیدمثل – که طی تولیدمثل جنسی پدید می‌آیند – قارچ‌ها را به سه شاخه گروه‌بندی می‌کنند. جدول ۱۱-۱ فهرستی از ویژگی‌های این سه شاخه را ارائه می‌دهد.

جدول ۱-۱۱- شاخه‌هایی از فرمانروی قارچ‌ها که تولیدمثل جنسی دارند.

شاخه	ویژگی‌ها	مثال
زیگومیکوتا <sup>۱</sup>	هاگ‌های جنسی در زیگوسپوراتر تولید می‌شوند نخینه فاقد دیوارهٔ عرضی است.	کپک سیاه نان
آسکومیکوتا <sup>۲</sup>	هاگ‌های جنسی در آسک تولید می‌شوند. نخینه دیوارهٔ عرضی دارد.	مخمر و قارچ فنجانی
بازیدیومیکوتا <sup>۳</sup>	هاگ‌های جنسی در بازیدیوم تولید می‌شوند. نخینه دیوارهٔ عرضی دارد.	قارچ چتری، قارچ پفکی، زنگ‌ها

تولیدمثل غیرجنسی: چهارمین گروه قارچ‌ها که نام آن در جدول ۱۱-۱ نیامده است، دئوترومیست‌ها<sup>۴</sup>، مشتمل بر قارچ‌هایی است که در آنها تولیدمثل جنسی دیده نمی‌شود. مرسوم است که

۱- Zygomycota

۲- Ascomycota

۳- Basidiomycota

۴- Deutromycetes

این گروه را به عنوان یک شاخه در نظر می گیرند. اما زیست شناسان بر اساس روش های مولکولی، بیشتر این قارچ ها را که به طور غیرجنسی تولیدمثل می کنند، در شاخه آسکومیکوتا قرار می دهند. انواع زیادی از قارچ ها شناسایی شده اند که تولیدمثل جنسی ندارند. بسیاری از آنها از نظر اقتصادی حائز اهمیت اند. مثلاً بعضی از گونه های پنی سیلیوم، آنتی بیوتیک پنی سیلین تولید می کنند. گونه آسپرژیلوس در تخمیر سس سویا و تولید سیتربک اسید به کار می رود. بعضی از دئوترومیست ها طعم ویژه بعضی از پنیرها را سبب می شوند. قارچ هایی که سبب بیماری های پوستی (مثل قارچ لای انگشتان پا) می شوند نیز از دئوترومیست ها هستند.

### ساختارهای تولیدمثلی زیگومیسست ها دیواره های ضخیم می سازند.

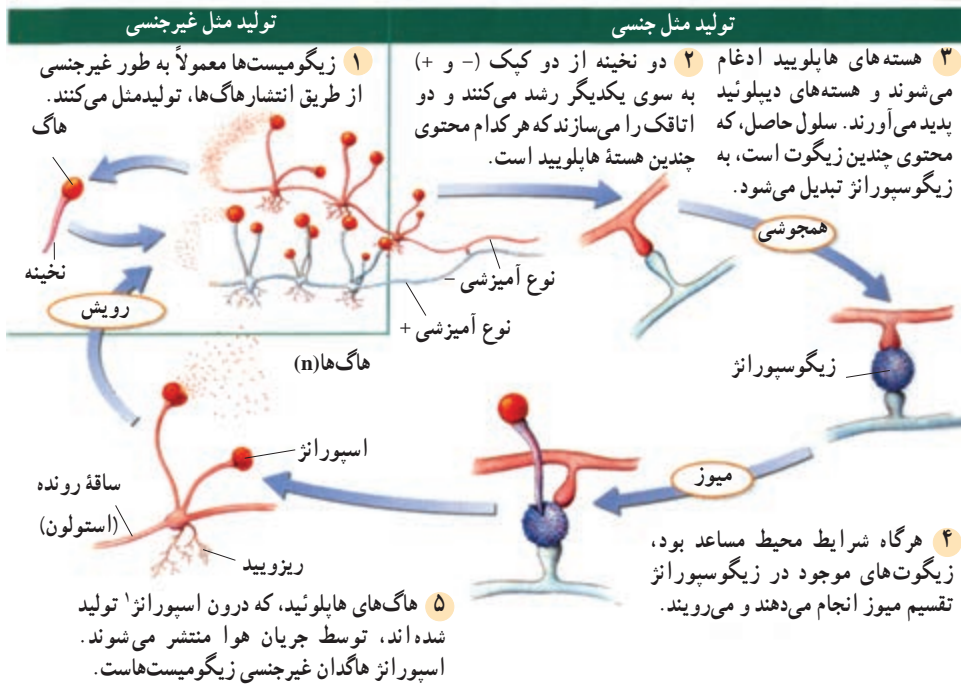
کپک سیاه نان، ریزوپوس استولونیفر<sup>۱</sup>، عضوی از شاخه زیگومیکوتاست. زیگومیکوتا از آن جهت به این نام خوانده می شود که ساختارهایی تولیدمثلی با دیواره ضخیم به نام زیگوسپورانثر به وجود می آورند.

گونه ریزوپوس و سایر زیگومیسست ها، در خاک زندگی می کنند و از مواد جانوری و گیاهی در حال تجزیه، تغذیه می کنند. میسلیم هایی که روی سطح نان رشد می کنند، «استولون» نام دارند. نخینه هایی که توسط آنها قارچ درون نان نفوذ می کنند، ریزوئید نامیده می شوند. نخینه زیگومیسست ها معمولاً دیواره عرضی ندارد.

تولیدمثل غیرجنسی در زیگومیسست ها بسیار شایع تر از تولیدمثل جنسی است. طی تولیدمثل غیرجنسی، هاگ های هاپلوئید در اسپورانثر تولید می شوند. هاگ ها بعد از بالغ شدن رها و بعد توسط جریان هوا به مکان های جدید برده می شوند. در مکان های جدید، هاگ ها می رویند و رشد میسلیم جدیدی را آغاز می کنند. در تولیدمثل جنسی دو نخینه از دو نوع آمیزشی مختلف که آنها را با + و - نشان می دهیم؛ به سوی یکدیگر رشد می کنند و به هم می رسند.

<sup>۱</sup> Rhizopus stolonifer





شکل ۴-۱۱ - چرخه زندگی زیگومیسست‌ها. زیگومیسست‌ها تولیدمثل جنسی و غیرجنسی دارند.

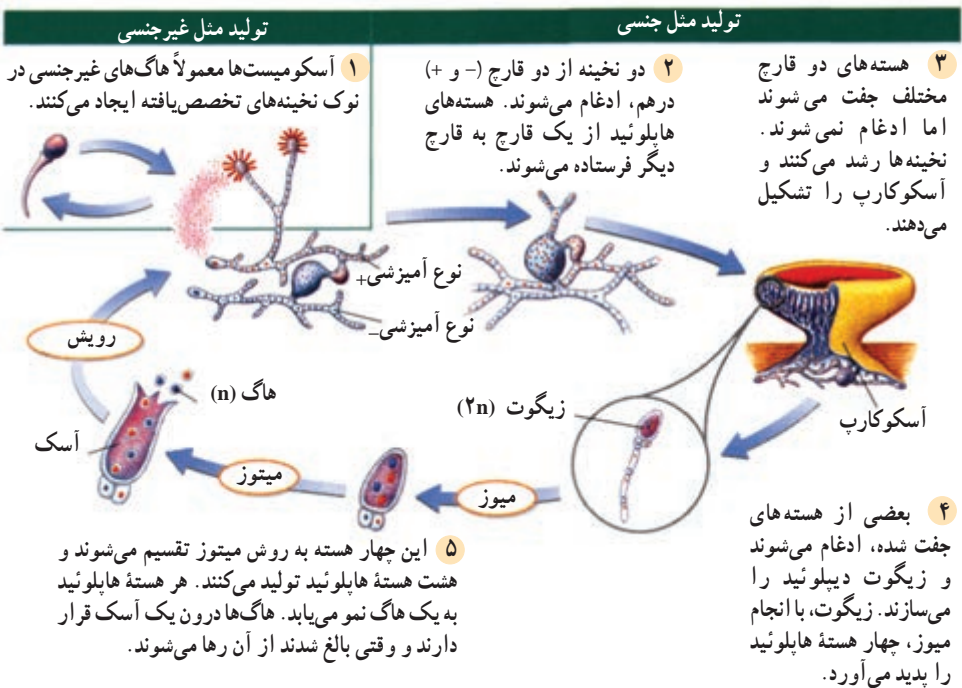
## آسکومیسست‌ها، کیسه‌های هاگ‌دار می‌سازند.

آسکومیسست‌ها، ساختارهای تولیدمثلی ویژه‌ای به نام آسک تولید می‌کنند. آسک، کیسه‌ای میکروسکوپی است که در آن هاگ‌های هاپلوئید تشکیل می‌شوند. آسک‌ها، معمولاً درون نخینه‌های بهم بافته فنجانی شکلی، به نام آسکوکارپ تشکیل می‌شوند. شکل ۵-۱۱ تولیدمثل را در نمونه‌ای از آسکومیسست‌ها نشان می‌دهد.

آسکومیسست‌ها، معمولاً به‌طریقه غیرجنسی تولیدمثل می‌کنند. هاگ‌های غیرجنسی در نوک نخینه‌ها تشکیل می‌شوند. هاگ‌ها درون کیسه یا ساختار بخصوصی قرار ندارند. وقتی هاگ‌ها رها می‌شوند، جریان هوا آنها را به نقاط جدید می‌برد. هاگ‌ها در محل جدید می‌رویند و میسلیموم‌های جدید تشکیل می‌دهند.

مخمر، نامی عمومی است که به آسکومیسست‌های تک‌سلولی اطلاق می‌شود.

ساکارومیسز سرویژیبه<sup>۱</sup> یا مخمر نان سالهاست که برای تولید نان مورد استفاده قرار می‌گیرد. بعضی از مخمرها مثل کاندیدا آلیکنز<sup>۲</sup> برای انسان بیماری‌زا هستند. این مخمرها عامل بیماری برفک دهان‌اند. در این بیماری، زخم‌های سفید یا شیری‌رنگی در دهان، لب‌ها و گلو شکل می‌گیرد. بیشتر مخمرها با جوانه‌زدن تولید مثل می‌کنند. در جوانه‌زدن، سلولی کوچک از سلول بزرگ تولید می‌شود به آن چسبیده می‌ماند، یا از آن جدا می‌شود.



شکل ۵-۱۱- چرخه زندگی آسکومیسته‌ها. آسکومیسته‌ها ممکن است به طریقه جنسی یا غیرجنسی تولید مثل کنند.

## بازیدیومیسته‌ها هاگ‌های جنسی خود را روی بازیدی می‌سازند.

قارچی که احتمالاً شما با آن آشنایی بیشتری دارید، قارچ چتری است. قارچ چتری، متعلق به شاخه بازیدیومیسته‌هاست. دیگر بازیدیومیسته‌ها عبارت‌اند از: قارچ ژله‌ای و قارچ صدفی. بازیدیومیسته‌ها به سبب آن که بازیدیوم تولید می‌کنند، به این نام خوانده می‌شوند.

۱- *Saccharomyces cerevisiae*

۲- *Candida albicans*

بازیدیوم ساختار تولیدمثلی گرزمانندی است که هاگ‌ها روی آن تشکیل می‌شوند. شما می‌توانید این هاگ‌ها را در یکی از صفحه‌های بعد، در بخش «قارچ چتری در نمای نزدیک» مشاهده کنید. تولیدمثل غیرجنسی در میان بازیدیومیست‌ها نادر است و فقط در بعضی از زنگ‌ها و سیاهک‌ها به فراوانی روی می‌دهد. این دو گروه، از بیماری‌زاهای مهم گیاهان هستند (شکل ۱۱-۶). شکل ۱۱-۷ تولیدمثل جنسی بازیدیومیست را نشان می‌دهد. بسیاری از قارچ‌های چتری بی‌ضررند، اما بعضی نیز مثل *آمانیتا موسکاریا*<sup>۱</sup> ممکن است کشنده باشند.



شکل ۱۱-۶- زنگ گندم. زنگ، بازیدیومیستی است که به غلات حمله می‌کند و آنها را برای انسان نامطلوب می‌سازد.



شکل ۷-۱۱ - چرخه زندگی بازیدیومیست‌ها. بازیدیومیست‌ها معمولاً به‌روش جنسی تولیدمثل می‌کنند.

## خودآزمایی



- ۱- به‌طور خلاصه بیان کنید که قارچ‌ها چگونه گروه‌بندی می‌شوند.
- ۲- دو مورد از کاربردهای اقتصادی قارچ‌ها را بیان کنید.
- ۳- ویژگی‌های هر سه شاخه فرمانزوی قارچ‌ها را به‌طور خلاصه بیان کنید.
- ۴- ساختار قارچ چتری را توضیح دهید.
- ۵- تولیدمثل مخمر را توضیح دهید.

## بیشتر بدانید



### قارچ چتری در نمای نزدیک

- نام علمی: آمانیتا موسکاریا
- اندازه: ۱۰-۱۵cm
- زیستگاه: خاک دارای مواد آلی و مرطوب
- تغذیه: هتروتروف

## ویژگی‌ها



### ساختار سلولی

دیواره سلولی آمایتا موسکاریا و دیگر قارچ‌ها، از کیتین ساخته شده است. کیتین، پلی‌ساکاریدی است که در اسکلت خارجی حشرات نیز یافت می‌شود. در بعضی از قارچ‌ها، نخینه به سلول‌های جداگانه تقسیم نشده است، اما تعداد بسیاری هسته در سیتوپلاسم وجود دارد. در دیگر قارچ‌ها، نخینه توسط دیواره‌های منفذداری به نام تیغه (دیواره عرضی) به سلول‌ها تقسیم شده است.

### ساختار بدن

پیکر پرسلولی قارچ، اساساً رشته‌ای است و از رشته‌های سلولی طولی به نام نخینه تشکیل شده است. از به هم تابیدن نخینه‌ها، شبکه‌ای تشکیل می‌شود که میسلیم نام دارد. معمولاً بیشتر میسلیم در ماده‌ای که قارچ روی آن روئیده است، مثلاً درون خاک، پنهان شده است.

### تولید مثل

نخینه‌های زیر خاک در شرایط مناسب، به‌سوی بالا رشد می‌کنند، به‌هم می‌تابند و سرانجام آنچه را که ما به‌عنوان «کلاهک قارچ» می‌شناسیم، تولید می‌کنند. «کلاهک قارچ» در واقع ساختار تولیدمثلی آمانیتا موسکاریا است. در زیر کلاهک قارچ برآمدگی‌هایی وجود دارد که هزاران سلول گریزشکل به نام بازیدی روی آنها ساخته می‌شوند. طی ادغام و میوز هر بازیدی هاگ‌هایی تولید می‌کند که پس از پراکنده شدن در محیط می‌تواند نخینه‌های جدیدی تولید کند.

### شیوه تغذیه

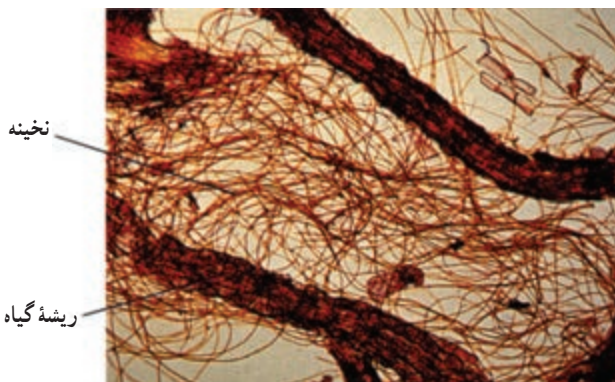
قارچ‌ها هتروتروف‌اند. آمانیتا موسکاریا نیز مثل سایر قارچ‌ها با ترشح آنزیم‌های گوارشی، مواد آلی موجود در محیط را به مولکول‌های ساده قابل جذب تجزیه می‌کند. قارچ‌ها مثل جانوران، کربوهیدرات‌ها را به‌صورت گلیکوژن ذخیره می‌کنند.

### قارچ‌ها با فتوسنتزکننده‌ها روابط همزیستی دارند.

قارچ‌ها روابط همزیستی مختلفی با جلبک‌ها و گیاهان دارند. این روابط از نظر بوم‌شناختی بسیار حائز اهمیت‌اند. همزیستی یک هتروتروف (قارچ) با یک فتوسنتزکننده (گیاه سبز یا جلبک) از نوع همیاری است. قارچ مواد معدنی موردنیاز را از محیط جذب می‌کند و در اختیار گیاه قرار می‌دهد، گیاه با استفاده از انرژی خورشید به ساختن مولکول‌های آلی موردنیاز خود و قارچ می‌پردازد.

**قارچ – ریشه‌ای:** قارچ – ریشه‌ای نوعی رابطه همیاری است که بین قارچ و ریشه برخی گیاهان آوندی برقرار می‌شود. نخینه به انتقال فسفر و دیگر مواد معدنی از خاک به ریشه گیاهان کمک می‌کند و گیاه کربوهیدرات موردنیاز خود و نخینه را می‌سازد.

در قارچ – ریشه‌ای، نخینه ممکن است به درون ریشه نفوذ کند یا به دور آن بپیچد. در شکل ۸-۱۱ نخینه‌هایی را می‌بینید که به درون ریشه رشد کرده‌اند. مطالعه فسیل‌ها نشان داده است که ساختارهای ریشه‌مانند گیاهان ابتدایی، غالباً قارچ – ریشه‌ای بوده‌اند. دانشمندان بر این باورند زمانی که گیاهان به خشکی وارد شدند، خاک فاقد هرگونه ماده آلی بود، اما گیاهان ابتدایی به کمک قارچ – ریشه‌ای‌ها توانستند در خاک غیرحاصل‌خیز رشد کنند. بعضی از گیاهان آوندی، همکاری خود را با قارچ در قالب قارچ – ریشه‌ای ادامه داده‌اند و توانسته‌اند بقای خود را تا امروز حفظ کنند.



شکل ۸-۱۱- قارچ – ریشه‌ای. هر دو جاندار از این همزیستی سود می‌برند.

قارچ - ریشه‌ای‌های پیرامون بسیاری از ریشه‌های گیاهی، به درون آن نفوذ نمی‌کنند. چنین نوع همزیستی معمولاً بین نوع خاصی قارچ که بیشتر از بازیدیومیست‌هاست، با نوع خاصی از گیاهان برقرار می‌شود. بسیاری از گیاهان، مانند کاج، بلوط و بید از این همزیستی برخوردارند.

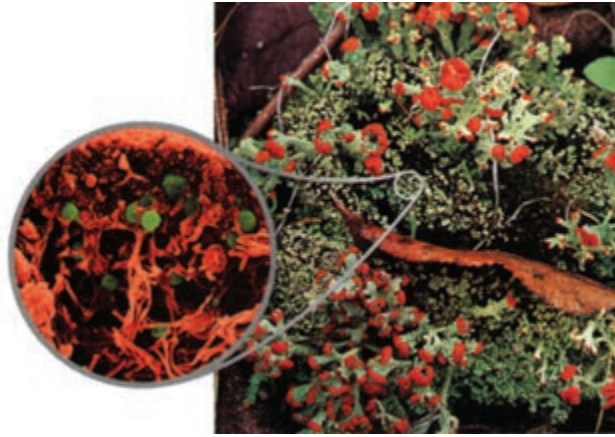
## گل‌سنگ

گل‌سنگ، جاننداری استثنایی و حاصل همزیستی بین یک قارچ و یک فتوستنترکننده، مثل جلبک سبز، سیانوباکتری یا هر دو است. جزء فتوستنترکننده، کربوهیدرات‌ها را می‌سازد و جزء قارچی، علاوه بر تأمین مواد معدنی، از جزء فتوستنترکننده، محافظت می‌کند. در بیشتر گل‌سنگ‌ها، جزء قارچی یک آسکومیست است. وقتی به یک گل‌سنگ، مثل گل‌سنگ شکل ۹-۱۱ نگاه می‌کنید، در واقع جزء قارچی گل‌سنگ را می‌بینید. جزء فتوستنترکننده در لایه‌های نخینه پنهان شده است. نور خورشید از لایه‌های نخینه عبور می‌کند و به جزء فتوستنترکننده می‌رسد.

ساختار مستحکم قارچ، همراه با توانایی فتوستنتری جلبک یا سیانوباکتری، به گل‌سنگ امکان می‌دهد تا در شرایط سخت نیز به حیات خود ادامه دهد. در بیابان‌های بایر، در قطب‌شمال، روی خاک بدون گیاه، روی صخره‌های داغ آفتاب‌خورده و روی تنه درختان، گل‌سنگ‌ها را می‌توان یافت. به یاد بیاوریم که گل‌سنگ‌ها اولین جانداران اکوسیستم‌ها هستند که در محل جدید، جایگزین می‌شوند و اکوسیستم را بنیان می‌نهند. گل‌سنگ‌ها با خرد کردن سنگ‌ها، محیط را برای ورود دیگر جانداران مهیا می‌کنند. گل‌سنگ‌ها نقشی کلیدی در ایجاد اکوسیستم‌ها دارند؛ چون قادرند نیتروژن را تثبیت کنند و آن را به صورتی که برای جانداران قابل استفاده باشد، به محیط وارد کنند.

گل‌سنگ‌ها می‌توانند در برابر خشکی و انجماد مقاومت کنند. در چنین شرایطی آنان به خواب می‌روند. وقتی که رطوبت و گرما دوباره به محیط باز می‌گردد، گل‌سنگ‌ها رشد خود را از سر می‌گیرند. در شرایط سخت، گل‌سنگ‌ها ممکن است به آهستگی رشد کنند. بعضی از آنها که در کوهستان می‌رویند، چند هزار سال عمر دارند اما سطحی را که می‌پوشانند، بیشتر از سطح کف دست نیست. این گل‌سنگ‌ها جزء کهن‌ترین جانداران روی کره زمین‌اند. گرچه گل‌سنگ‌ها می‌توانند در دماهای زیاد یا کم زندگی کنند، اما نسبت به تغییرات شیمیایی محیط، حساس‌اند. به همین سبب، آنان ابزارهای زنده‌ای برای سنجش کیفیت هوا به شمار می‌روند.





شکل ۹-۱۱- گل‌سنگ‌ها. جلبک‌ها، سلول‌های سبزی که در ریزنگار می‌بینید، جزء فتوسنتزکننده گل‌سنگ هستند.

## فعالیت



### اثر قارچ — ریشه‌های بر رشد گیاه

دو گروه از گیاهان، یکی در خاک سترون و دیگری در خاک غیرسترون کاشته می‌شوند. بقیه شرایط آزمایش برای هر دو گروه یکسان است. بعد از ۱۸ هفته، وضعیت رشد گیاهان به صورتی بوده است که در شکل می‌بینید. با توجه به این شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱- رشد دو گروه را با یکدیگر مقایسه کنید. کدام یک رشد سریع‌تری داشته است؟

۲- توضیح دهید که چرا یک گروه نسبت به گروه دیگر رشد بهتری داشته است؟

۳- علت رشد کمتر در گیاه کوچک‌تر چه بوده است؟

۴- برای جبران کاهش رشد گیاهان کوچک‌تر چه راهی پیشنهاد می‌کنید؟



## گل‌سنگ‌ها، دیده‌بانان محیط زیست

از دهه ۱۹۵۰ به بعد، دانشمندان دریافته‌اند که بیشتر گل‌سنگ‌ها برای رشد کردن به هوای پاکیزه نیاز دارند. مثلاً مشاهده کرده‌اند که افزایش مه - دود موجب ناپدید شدن گل‌سنگ‌ها می‌شود. علاوه بر این، در جاهایی که هوای پاکیزه وجود دارد، گل‌سنگ‌ها فراوانی بیشتری دارند. به همین سبب، دانشمندان از گل‌سنگ‌ها برای نشان دادن آلودگی هوا استفاده می‌کنند.

### چرا گل‌سنگ‌ها ابزارهای خوبی برای نشان دادن آلودگی هوا هستند؟

گل‌سنگ‌ها ریشه ندارند بنابراین مواد غذایی موردنیاز خود را باید از هوا جذب کنند. باران، مه و شبنم، سطح گل‌سنگ را مرطوب می‌کند. در نتیجه گل‌سنگ می‌تواند ماده غذایی و هر نوع ماده آلوده‌کننده‌ای را که در هوا وجود دارد، جذب کند.

گل‌سنگ‌ها می‌توانند قرن‌ها زندگی کنند. به همین سبب برای مطالعه تغییرات آلودگی هوا طی دوره‌های زمانی طولانی، بسیار مناسب‌اند. بسیاری از گونه‌های گل‌سنگ پراکنده‌گی جغرافیایی وسیعی دارند. بنابراین، می‌توان برای نشان دادن کیفیت هوا در فواصل مختلفی نسبت به منبع آلودگی، مثل کارخانه یا نیروگاه، تنها از یک گونه گل‌سنگ استفاده کرد.

### چگونه از گل‌سنگ‌ها برای نشان دادن آلودگی هوا استفاده می‌کنند؟

برای نشان دادن کیفیت هوای یک منطقه به وسیله گل‌سنگ‌ها، دانشمندان اغلب از پراکنده‌گی گل‌سنگ‌ها در منطقه‌ی موردنظر نقشه‌برداری می‌کنند سپس تعداد گونه‌ها و فراوانی هریک را شمارش و بعد مجموع سطح اشغال شده به وسیله هرگونه از گل‌سنگ‌ها را محاسبه می‌کنند. اگر نقشه‌برداری طی سال‌های متمادی انجام شود، امکان نشان دادن تغییرات درازمدت فراهم می‌شود. دانشمندان با اندازه‌گیری غلظت فلزات و سایر آلاینده‌ها در گل‌سنگ‌ها، می‌توانند اطلاعات کامل‌تری درباره آلودگی هوا به دست آورند. همچنین آنان می‌توانند با اندازه‌گیری میزان کلروفیل موجود در گل‌سنگ از آهنگ فتوسنتز و از میزان سلامتی آن آگاه شوند.

برای بررسی آلودگی هوا در منطقه‌ای که در آن هیچ گل‌سنگی نیست، دانشمندان گل‌سنگ‌ها را از منطقه‌ای که به‌طور طبیعی گل‌سنگ دارد به منطقه بدون گل‌سنگ منتقل می‌کنند. سپس آنان گل‌سنگ‌ها را از نظر مواد آلاینده مورد بررسی قرار می‌دهند و هرگونه تغییر در سلامت گل‌سنگ‌ها را ثبت می‌کنند. آنان همچنین به اثرات ناشی از جابه‌جا کردن گل‌سنگ‌ها توجه دارند.

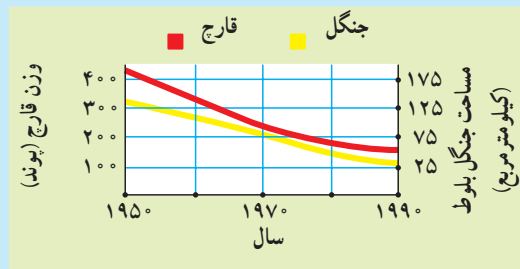
## فعالیت



- ۱- ساختار زیگوسپورا اثر ریزوپوس استولونیفر را توصیف کنید و توضیح دهید این ساختار چه نقشی در بقای گونه ایفا می کند.
- ۲- توضیح دهید که چرا و چگونه از گلسنگ ها برای نشان دادن کیفیت هوا استفاده می کنند؟
- ۳- بگوئید هریک از شکل های زیر به کدام گروه از قارچ ها متعلق اند و نحوه تولید مثل هر کدام چگونه است؟



- ۴- نمودار زیر، مقدار قارچ های خوراکی برداشت شده را در یک جنگل طی یک دوره زمانی خاص و نیز مساحت جنگل درختان بلوط را طی همان دوره زمانی، نشان می دهد.



قارچ دنبان در جنگل بلوط

- الف - چه رابطه ای بین میزان قارچ های برداشت شده و جنگل زدایی وجود دارد؟  
 ب - اگر کشاورزان منطقه بخواهند مقدار برداشت قارچ در سطح فعلی خود ثابت بماند، به آنان چه پیشنهادی می کنید؟

۵- با توجه به نوع متابولیسم گلسنگ‌ها، فکر می‌کنید که گلسنگ‌ها ابتدا در چه نوع محیطی تکامل یافته باشند؟

## خودآزمایی



- ۱- دو نوع همزیستی را که در آنها قارچ شرکت دارد، توضیح دهید.
- ۲- قارچ- ریشه‌ای چه فایده‌ای برای گیاه دارد؟
- ۳- گلسنگ از چه اجزایی تشکیل شده است؟
- ۴- توانایی به خواب رفتن گلسنگ‌ها چه ارتباطی با عمر طولانی آنها دارد؟

## پیوست‌ها

توجه مطالب بخش پیوست (از این جا تا انتهای کتاب) جزء مطالب «بیشتر بدانید» است و برای ارجاع و اطلاع بیشتر دانش‌آموزان آورده شده است.

### نظام طبقه‌بندی پنج فرمانرویی

این نظام شامل فرمانروهای باکتری‌ها، آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران است. البته در مورد تعداد فرمانروها و تعداد گونه‌های جانداران، در بین زیست‌شناسان اختلاف نظر وجود دارد. حتی برخی از آنها به‌تازگی نظام طبقه‌بندی با شش فرمانرو را پذیرفته‌اند. در نظام شش فرمانرویی، فرمانرو آرکی‌باکتری‌ها را از فرمانرو باکتری‌ها جدا کرده‌اند.

#### ۱- فرمانرویی باکتری‌ها

شاخهٔ یوباکتری‌ها (*Eubacteria*): این شاخه بیشتر از ۴۰۰۰ گونه دارد؛ بدن آنها از یک سلول تشکیل شده است؛ پروکاریوت هستند؛ اندامک‌های غشایی ندارند؛ روش تغذیهٔ آنها اساساً از طریق هتروتروفی (از طریق جذب غذا) است اما در میان آنها انواع فتوسنتزکننده و شیمیوسنتزکننده هم دیده می‌شود؛ تولیدمثل آنها معمولاً از طریق تقسیم دوتایی یا جوانه‌زدن است.

سیانوباکتری‌ها (*Cyanobacteria*): فتوسنتزکننده‌اند، با یک پوشش رنگدانه‌دار احاطه شده‌اند؛ معمولاً روی خشکی یا در اقیانوس‌ها دیده می‌شوند؛ احتمالاً اجداد کلروپلاست‌های برخی از آغازیان بوده‌اند.

نمونه: آنابنا (*Anabaena*)، اسیلاتوریا (*Oscillatoria*) و اسپیرولینا (*Spirulina*)

اتوتروف‌های شیمیوسنتزکننده (*Chemoautotrophs*): باکتری‌های باستانی هستند که بدون نیاز به نور خورشید یا سایر موجودات زنده، قادر به زندگی‌اند؛ انرژی را از گازهای احیاشدهٔ آمونیاک ( $\text{NH}_3$ )، متان ( $\text{CH}_4$ ) و سولفید هیدروژن ( $\text{H}_2\text{S}$ ) به‌دست می‌آورند؛ در چرخه‌های نیتروژن زمین نقش حساسی دارند و شامل نیتروباکتری‌ها و سولفوباکتری‌ها هستند.

نمونه: نیتروزوموناس (*Nitrosomonas*) و نیتروباکتر (*Nitrobacter*).

انتروباکتری‌ها (*Enterobacteria*): باکتری‌های میله‌ای‌شکل، بدون اعطاف و هتروتروف‌اند؛ ممکن است

هوازی یا بی‌هوازی باشند؛ تاژک دارند؛ عامل بسیاری از بیماری‌های شدید گیاهی و انسانی هستند.  
نمونه: اشریشیا کولی (*Escherichia coli*) و سالمونلاتیفی موریوم (*Salmonella typhimurium*)  
سودومونادها (*Pseudomonads*): باکتری‌های میله‌ای راست یا خمیده با تاژکی در یک انتهای خود هستند؛ کاملاً هوازی‌اند؛ معمولاً در خاک دیده می‌شوند و بسیاری از آنها در گیاهان تولید بیماری می‌کنند.  
نمونه: سودوموناس آئروژینوزا (*Pseudomonas aeruginosa*)  
اسپیروکت‌ها (*Spirochaetes*): سلول‌هایی مارپیچی و دراز هستند که در هر انتهای خود تاژک دارند؛ عامل ایجاد بیماری‌های شدیداند.

نمونه: تریپونما پالیدوم (*Treponema pallidum*) و بورلیا بورگدورفری (*Borrelia burgdorferi*)  
اکتینومیست‌ها (*Actinomycetes*): باکتری‌های رشته‌ای شکل که اغلب با قارچ‌ها اشتباه گرفته می‌شوند. هاگ تولید می‌کنند؛ منابع تولید آنتی‌بیوتیک‌هایی مانند: استرپتومایسین، تتراسایکلین و کلرامفنیکل هستند؛ موجب بیماری‌هایی نظیر پلاک دندان، جذام و سل می‌شوند.  
نمونه: مایکوباکتریوم توبرکلوسیس (*Mycobacterium tuberculosis*)  
ریکتسیاها (*Rickettsias*): باکتری‌های انگل هستند که درون سلول‌های مهره‌داران و بندپایان زندگی می‌کنند.

نمونه: ریکتسیا ریکتسی (*Rickettsia rickettsii*)  
باکتری‌های لیز و لزج که جوانه می‌زنند: دارای سلول‌های میله‌ای شکل‌اند؛ پلی‌ساکاریدهای لیز و لزج‌کننده ترشح می‌کنند؛ اغلب به صورت توده‌های لزج مجتمع می‌شوند و اساساً در خاک زندگی می‌کنند.

نمونه: میکسوباکتری‌ها (*Myxobacteria*)  
شاخهٔ آرکی‌باکتری‌ها (*Archaeobacteria*): این شاخه کمتر از ۱۰۰ گونه را تشکیل می‌دهد؛ شامل باکتری‌های هوازی و غیرهوازی‌اند که با محیط‌های افراطی سازگار شده‌اند؛ پروکاریوت‌اند؛ از نظر ساختار دیواره و غشای سلول با سلول‌های یوکاریوت متفاوت‌اند؛ شباهت‌های آنها به یوکاریوت‌ها این نظریه را ایجاد می‌کند که آرکی‌باکتری‌ها در مقایسه با یوکاریوت‌ها، وابستگان بسیار نزدیک‌تر یوکاریوت‌ها هستند؛ فقط به‌طریقهٔ غیرجنسی تولیدمثل می‌کنند و به سه گروه بزرگ تقسیم می‌شوند؛ اگرچه شواهدی وجود دارد که به‌طور آزاد در اقیانوس‌ها زندگی می‌کنند اما هنوز در آزمایشگاه‌ها کشت داده نشده‌اند.

متانوزن‌ها (*Methanogens*): تولیدکنندگان بی‌هوازی متان هستند؛ بیشتر گونه‌های آنها، دی‌اکسیدکربن را به‌عنوان منبع کربن به‌کار می‌برند؛ در خاک و باتلاق‌ها سکونت دارند و از بقایای جانوران، به‌خصوص پستانداران علف‌خوار مثل گاو، تغذیه می‌کنند؛ سالانه نزدیک به دو تریلیون کیلوگرم گاز متان تولید می‌کنند.

نمونه: متانوبروی باکتر روماناتیوم (*Methanobrevibacter ruminantium*)  
ترمواسیدوفیل‌ها (*Thermoacidophiles*): در محیط‌های داغ اسیدی سکونت دارند؛ می‌توانند حرارت‌های بالا را تحمل کنند؛ به‌گوگرد نیاز دارند؛ اغلب غیرهوازی‌اند.

نمونه: سولفولوبوس سولفاتاریکوس (*Sulfolobus solfataricus*)  
هالوفیل‌های افراطی (*Extreme halophiles*): در محیط‌های محتوی نمک با غلظت بسیار بالا (شوری ۱۵

تا ۲۰ درصد) مثل بحرالْمیت و دریاچه‌های نمک سکونت دارند؛ بسیاری از آنها هوازی و گرم منفی اند.  
نمونه: هالوباکتریوئیدز هولوبیوس (*Halobacteroides holobius*)

## ۲- فرمانرویی آغازیان

در حدود ۴۳۰۰۰ گونه یوکاریوت هستند که گیاه، قارچ یا جانور نیستند؛ فرمانرویی است که از نظر ساختاری بیشترین گوناگونی را دارد؛ موجودات آن تک سلولی یا پرسلولی اند؛ هسته آنها غشا دارد؛ تقریباً همه دارای کروموزوم، میتوکندری و سازمان غشایی درون سلولی اند؛ بسیاری از آنها دارای کلروپلاست اند و اکثریت آنان دیواره سلولی دارند؛ به روش جنسی و غیرجنسی تولیدمثل می کنند؛ آبی یا انگل اند؛ بسیاری از آنها نیز در خاک زندگی می کنند.  
شاخه ریزوپودا (Rhizopoda) (آمیب‌ها): حدود ۳۰۰ گونه را شامل می شوند؛ تک سلولی و هتروتروف اند؛ سلول‌های بی شکلی هستند که به کمک برآمدگی‌های سیتوپلاسمی به نام پای کاذب، حرکت می کنند و شامل آمیب‌ها هستند.

شاخه فورامینی فرا (روزن داران) (Foraminifera): حدود ۳۰۰ گونه را تشکیل می دهند؛ تک سلولی و هتروتروف و دریازی اند؛ پوسته‌ای از جنس مواد آلی دارند و دارای منافذی هستند که از آنها رشته‌های سیتوپلاسمی بیرون زده اند.  
نمونه: هتروستجینا دپرسا (*Heterostegina depressa*)

شاخه باسیلاری فیتا (دیاتوم‌ها) (Bacillariophyta): بیش از ۱۱۵۰۰ گونه هستند که تک سلولی و فتوسنتزکننده اند؛ پوسته منحصربه فردی از جنس سیلیس شیری رنگ ترشح می کنند که شبیه جعبه‌ای با یک درپوش است؛ کلروپلاست‌های آنها شبیه به کلروپلاست‌های جلبک‌های قهوه‌ای است و محتوی کلروفیل‌های نوع a و c و فوکوگزاتین است؛ این شاخه شامل دیاتوم‌هاست.

شاخه کلروفیتا (جلبک‌های سبز) (Chlorophyta): این شاخه حدود ۷۰۰۰ گونه دارد؛ در این شاخه، اشکال تک سلولی، کلونی و پرسلولی دیده می شود؛ فتوسنتزکننده و محتوی کلروفیل‌های a و b هستند؛ کلروپلاست‌های شبیه گیاهان دارند؛ دانشمندان فکر می کنند که گیاهان از این گروه مشتق شده اند؛ این شاخه شامل جلبک‌های سبز است.  
نمونه: کلامیدوموناس (*Chlamydomonas*)، کلرلا (*Chlorella*)، اودوگونیم (*Oedogonium*)، اسپروژیر (*Spirogyra*)، اولوا (کاهوی دریایی) (*Ulva*)، ولوکس (*Volvox*).

شاخه رودوفیتا (جلبک‌های قرمز) (Rhodophyta): حدود ۴۰۰۰ گونه اند؛ تقریباً همه آنها پرسلولی و فتوسنتزکننده اند؛ بیشتر آنها دریازی اند؛ دارای کلروفیل a و فیکوبلین‌ها هستند؛ کلروپلاست‌های آنها احتمالاً از سیانوباکتری‌های هم زیست به دست آمده اند. این شاخه شامل جلبک‌های قرمز است.  
نمونه: پورفیرا (*Porphyra*)

شاخه فوفیتا (جلبک‌های قهوه‌ای) (Phaeophyta): حدود ۱۵۰۰ گونه اند؛ پرسلولی و فتوسنتزکننده اند؛ تقریباً همه آنها دریازی اند؛ دارای کلروفیل‌های a و c و فوکوگزاتین هستند و به همین دلیل رنگ آنها مایل به قهوه‌ای است؛ این شاخه شامل جلبک‌های قهوه‌ای است.

نمونه: فوکوس (*Fucus*)، لامیناریا (*Laminaria*)، پوستلزیا (*Postelsia*)، سارگاسوم (*Sargassum*)  
شاخه دینوفلاژلاتا (تازکداران چرخان) (*Dinoflagellata*): این شاخه بیشتر از ۲۱۰۰ گونه تک سلولی دارد

و شامل گونه‌های هتروتروف و اتوتروف است؛ بیشتر آنها دریازی‌اند؛ بدنشان با دو صفحه سلولزی محصور شده است؛ دارای کلروفیل‌های a و c و کاروتنوئیدها هستند؛ این شاخه شامل دینوفلاژلاتاهاست.

نمونه: گونیولاکس (*Gonyaulax*)، نوکتیلوکا (*Noctiluca*)

شاخه ژئوماستی جینا (تاژکداران جانورمانند) (*Zoomastigina*): حدود ۳۰۰۰ گونه دارد؛ بیشتر آنها تک‌سلولی و هتروتروف‌اند؛ همه آنها حداقل یک تاژک دارند؛ این شاخه شامل ژئوماستی جیناهاست.

نمونه: ژیاردیا (*Giardia*)، لیشمانیا (*Leishmania*)، تریپانوزوما (*Trypanosoma*)

شاخه اوگنوفیتا (اوگلناها) (*Euglenophyta*): این شاخه حدود ۱۰۰۰ گونه دارد؛ تک‌سلولی‌اند، شامل گونه‌های فتوسنتزکننده و هتروتروف است؛ تولیدمثل غیرجنسی دارند؛ بیشتر آنها در آب شیرین زندگی می‌کنند؛ کلروپلاست‌های آنها شبیه جلبک‌های سبز است و تصور می‌شود که از باکتری‌های هم‌زیست مشابه نتیجه شده باشند؛ این شاخه شامل اوگنوتییدها است.

نمونه: اوگلنا (*Euglena*)

شاخه سیلیوفورا (مژکداران) (*Ciliophora*): در این شاخه حدود ۸۰۰۰ گونه وجود دارد؛ دارای سلول‌های منفرد بسیار پیچیده‌اند؛ هتروتروف‌اند؛ ردیف‌هایی از مژک دارند و دو نوع هسته در سلول آنها وجود دارد؛ این شاخه شامل مژکداران است.

نمونه: دیدینیوم (*Didinium*)، پارامسیوم (*Paramecium*)، استنتور (*Stentor*)، ورتیسلا (*Vorticella*).

شاخه آکرازئیومیکوتا (کپک‌های مخاطی سلولی) (*Acrasiomycota*): این شاخه حدود ۷۰ گونه دارد؛ هتروتروف‌اند؛ سلول‌های آمیبی‌شکلی دارند که وقتی از غذا محروم می‌شوند به صورت یک توده متحرک مجتمع می‌شوند؛ سلول‌های درون این توده، غشاهای خود را حفظ می‌کنند و آمیخته نمی‌شوند و هاگ‌هایی تولید می‌کنند که آمیبی‌شکل‌های جدیدی را در جای دیگر تشکیل می‌دهند؛ این شاخه شامل کپک‌های مخاطی است.

نمونه: دیکتیوستلیوم (*Dictyostelium*)

شاخه میکسومیکوتا (کپک‌های مخاطی پلاسمودیومی) (*Myxomycota*): این شاخه حدود ۵۰۰ گونه دارد که هتروتروف‌اند؛ یک توده سیتوپلاسمی چندهسته‌ای شناوراند؛ آنها می‌توانند هاگ‌هایی را به وجود آورند که در یک محیط مناسب‌تر، فرد جدیدی را پدید آورد؛ این شاخه شامل کپک‌های مخاطی پلاسمودیال است.

نمونه: فیزاروم (*Physarum*)

شاخه آئومیکوتا (*Oomycota*): این شاخه حدود ۵۸۰ گونه هتروتروف دارد؛ انگل یا تجزیه‌کننده‌اند؛ دیواره سلولی آنها از سلولز تشکیل شده است و مانند قارچ‌ها کیتینی نیست؛ این شاخه شامل کپک‌های آبزی، زنگ‌های سفید و میلیدیوهای کرک‌دار است.

نمونه: فیتوفتورا (*Phytophthora*)

شاخه آبی‌کمپلکسا (هاگ‌داران) (*Apicomplexa*): حدود ۳۹۰۰ گونه تک‌سلولی، هتروتروف و غیرمتحرک دارد؛ انگل‌هایی‌هاگ مانند در جانوران هستند و چرخه‌های پیچیده‌ای در طول دوره زندگی خود دارند؛ به دو روش جنسی و غیرجنسی تولیدمثل می‌کنند؛ این شاخه شامل اسپوروزوئن (*Sporozoan*)‌هاست.

نمونه: پلاسمودیوم (*Plasmodium*)، توکسوپلازما (*Toxoplasma*)



### ۳- فرمانروی قارچ‌ها

حدود ۷۷۰۰۰ گونه هستند؛ یوکاریوت‌های هتروتروف با تغذیه از راه جذب، همگی به‌جز مخمرها پرسلولی‌اند؛ تقریباً همگی خاک‌زی‌اند؛ بدن برخی از آنها از رشته‌هایی به نام هیف تشکیل شده است و چندهسته‌ای است که بین سلول‌ها دیواره‌بندی ناقصی وجود دارد که سپتوم (دیواره عرضی) نام دارد؛ دیواره سلول‌ها از کیتین ساخته شده است؛ حدود ۱۷۰۰۰ گونه از آنها (دوترومیست‌ها) (*Deuteromycetes*) فاقد مرحله جنسی‌اند.

شاخه زیگومیکوتا (*Zygomycota*): حدود ۶۶۵ گونه هستند؛ معمولاً فاقد سپتوم (دیواره عرضی)‌اند؛ ترکیب هیف‌ها منجر به تشکیل تخم می‌شود که هنگام رویش، به‌روش میوز تقسیم می‌شود؛ خاک‌زی یا انگل‌اند؛ این شاخه شامل کپک‌های نان است.

نمونه: پیلوبولوس (*Pilobulus*)، ری‌وپوس (*Rhizopus*)

شاخه آسکومیکوتا (*Ascomycota*): حدود ۳۰۰۰۰ گونه هستند؛ هیف‌ها معمولاً دارای دیواره‌های عرضی سوراخ‌دارند؛ ترکیب هیف‌ها، منجر به تشکیل توده در هم‌بافته متراکمی می‌شود که دارای ساختارهای تولیدمثلی مشخص که آسک نامیده می‌شود؛ بسیاری از قارچ‌هایی که از نظر شکل با عنوان قارچ‌های ناقص طبقه‌بندی شده بودند، اکنون در این شاخه قرار گرفته‌اند؛ این شاخه دارای گونه‌های خاک‌زی، دریازی یا ساکن در آب شیرین است؛ این شاخه شامل مخمرنان و مخمر آب‌جو، کپک‌ها و بعضی قارچ‌های خوراکی است.

نمونه: نوروسپورا (*Neurospora*)، ساکارومیسس (*Saccharomyces*)

شاخه بازیدیومیکوتا (*Basidiomycota*): حدود ۱۶۰۰۰ گونه هستند؛ هیف‌ها معمولاً دیواره‌های عرضی ناقص دارند؛ تولیدمثل نوعاً به طریقه جنسی است. ترکیب هیف‌ها، منجر به تشکیل ساختارهای تولیدمثلی در هم‌بافته متراکمی (قارچ چتری) می‌شود که در زیر میکروسکوپ دارای ساختارهای مشخص است و بازیدی نام دارد؛ این شاخه شامل قارچ‌های چتری، قارچ‌های چتری سمی، زنگ‌ها و سیاهک‌هاست.

همزیستی قارچی: حدود ۲۰۰۰۰ گونه از قارچ‌ها با گروه‌های دیگر همزیستی دارند؛ این قارچ‌ها با گیاهان، جلبک‌های سبز و سیانوباکتری‌ها همکاری‌هایی را به‌شکل همزیستی به‌وجود می‌آورند.

گل‌سنگ‌ها: حدود ۱۵۰۰۰ گونه‌اند؛ در این گروه، ارتباط‌های همزیستی بین قارچ‌ها (تقریباً همیشه آسکوسیت‌ها) و سیانوباکتری‌ها، جلبک‌های سبز یا هر دوی آنها وجود دارد. جزء فتوسنتزکننده در بین هیف‌های قارچ زندگی می‌کند. قارچ انرژی مورد نیاز خود را از جزء فتوسنتزکننده خود کسب می‌کند.

قارچ ریشه‌ها (*Mycorrhizae*): حدود ۵۰۰۰ گونه‌اند. در این گروه، ارتباط‌های همزیستی بین قارچ‌ها و ریشه‌های گیاهان برقرار می‌شود؛ ۸۰ درصد گیاهان، قارچ - ریشه‌هایی دارند که باریشه آنها در ارتباط است؛ گیاه قندهای مورد نیاز را برای قارچ فراهم می‌کند و قارچ نیز به نوبه خود، به‌عنوان ریشه‌های کمکی به گیاه خدمت می‌کند؛ به‌طوری‌که سطح منطقه قابل دسترس برای جذب مواد معدنی را به مقدار زیاد افزایش می‌دهد.

### ۴- فرمانروی گیاهان

حدود ۲۸۰،۰۰۰ گونه‌اند؛ پرسلولی، یوکاریوت، اغلب اتوتروف و خشکی‌زی، دارای بافت‌ها و اندام هستند؛ دیواره سلولی سلولزی دارند؛ پلاستیدهای آنها محتوی کلروفیل‌های a و b است؛ چرخه زندگی آنها دارای تناوب نسل‌هاست.

شاخه خزه‌ای‌ها: حدود ۱۰۰۰۰ گونه‌اند؛ گیاهانی بدون آوند هستند؛ گامتوفیت آنها بزرگ‌تر از اسپوروفیت است؛ اسپوروفیت‌ها روی گامتوفیت‌ها رشد می‌کنند؛ بافت‌های هادی ساده‌ای دارند؛ فاقد ریشه، ساقه و برگ هستند؛ این شاخه شامل خزه‌هاست.

نمونه: اسفاگنوم (*Sphagnum*)

شاخه هپاتوفیتا (جگرواش‌ها) (*Hepatophyta*): حدود ۶۰۰۰ گونه‌اند؛ گیاهانی بدون آوند هستند؛ گامتوفیت آنها بزرگ‌تر از اسپوروفیت‌هاست و اسپوروفیت‌ها روی گامتوفیت‌ها رشد می‌کنند؛ فاقد روزنه، ریشه، ساقه و برگ هستند. این شاخه شامل جگرواش‌ها هستند.

نمونه: مارکانسیا (مارچانتیا *Marchantia*)

شاخه آنتوسرووفیتا: حدود ۱۰۰ گونه‌اند؛ گیاهانی بدون آوند هستند؛ گامتوفیت آنها بزرگ‌تر از اسپوروفیت‌هاست و اسپوروفیت‌ها روی گامتوفیت‌ها رشد می‌کنند؛ اسپوروفیت‌ها روزنه‌دارند؛ فاقد ریشه، ساقه و برگ‌اند؛ شامل شاخ‌واش‌ها هستند.

نمونه: آنتوسروز (*Anthoceros*)

شاخه پتروفیتا (*Pterophyta*): حدود ۱۱۰۰۰ گونه‌اند؛ گیاهان آونددار بدون دانه‌اند؛ اسپوروفیت آنها بزرگ‌تر از گامتوفیت‌هاست؛ اسپوروفیت‌ها ریشه، ساقه و برگ دارند که در سطوح زیرین خود هاگ تولید می‌کنند؛ گامتوفیت‌ها کوچک، مسطح و مستقل‌اند؛ شامل سرخس‌ها هستند.

نمونه: سالوینیا (*Salvinia*)

شاخه پنجه‌گرگیان: حدود ۱۰۰۰ گونه‌اند. گیاهان آونددار بدون دانه‌اند؛ اسپوروفیت آنها بزرگ‌تر از گامتوفیت‌هاست. اسپوروفیت‌ها در مخروط‌هایی شبیه گامتوفیت‌های خز، هاگ تولید می‌کنند؛ دارای ریشه، ساقه و برگ‌اند؛ گامتوفیت‌ها کوچک، مسطح و مستقل هستند؛ این شاخه شامل پنجه‌گرگ‌هاست.

نمونه‌ها: پنجه‌گرگ و علف خوک

شاخه دم‌اسبیان: حدود ۱۵ گونه‌اند. گیاهان آوندی بدون دانه‌اند؛ اسپوروفیت آنها بزرگ‌تر از گامتوفیت‌هاست؛ اسپوروفیت‌ها، هاگ‌ها را در مخروط‌ها تولید می‌کنند؛ دارای ریشه، برگ و ساقه‌های متصل به هم هستند؛ گامتوفیت‌ها کوچک، مسطح و مستقل‌اند؛ این شاخه شامل دم‌اسب‌هاست.

نمونه: دم‌اسب

شاخه برهنه‌رست‌ها: تنها حدود چند گونه‌اند؛ گیاهان آوندی بدون دانه‌اند؛ اسپوروفیت آنها بزرگ‌تر از گامتوفیت‌هاست؛ اسپوروفیت‌ها، هاگ‌ها را در اسپورانژهای (هاگدان‌های) واقع در نوک ساقه‌ها، تولید می‌کنند؛ دارای ریشه و ساقه هستند ولی برگ ندارد؛ گامتوفیت‌ها کوچک، مسطح و مستقل‌اند.

نمونه: پسیلوتوم (*Psilotum*)

شاخه مخروط‌داران: حدود ۵۵۰ گونه‌اند؛ بازدانه‌اند؛ گیاهان دانه‌دارند که دانه‌های برهنه تولید می‌کنند؛ اسپوروفیت‌ها اغلب درختان یا بوته‌های همیشه سبز با برگ‌های سوزنی یا فلسی شکل است؛ گامتوفیت‌های نر و ماده میکروسکوپی‌اند و از هاگ‌هایی که درون مخروط‌هایی بر روی اسپوروفیت‌ها تولید می‌شوند، به وجود می‌آیند. این شاخه شامل کاج‌ها، سروها، صنوبرها، کاج‌های سیاه، سرخدارهاست.

نمونه: کاج، سرخدار و سرو

شاخهٔ سیکادوفیتا (Cycadophyta): حدود ۱۰۰ گونه‌اند؛ بازدانه‌اند؛ گیاهان دانه‌داری هستند که دانه‌های برهنه تولید می‌کنند؛ اسپوروفیت‌ها بوته‌ها و درختان همیشه‌سبز با برگ‌هایی شبیه نخل هستند؛ گامتوفیت‌های نر و ماده میکروسکوپی‌اند و از اسپورهای تولیدی در درون مخروط‌هایی بر اسپوروفیت‌های جدا، به‌وجود می‌آیند. این شاخه شامل سیکادهاست.

نمونه: سیکاس (Cycas)

شاخهٔ ژینگکوفیتا (Ginkgophyta): یک گونه است؛ بازدانه است؛ گیاه دانه‌داری است که دانه‌های برهنه تولید می‌کند؛ اسپوروفیت درختی خزان‌پذیر با برگ‌های بادبزن‌شکل و دانه‌های آبدار (گوشتی) است؛ گامتوفیت نر و ماده میکروسکوپی است و از هاگ‌های تولیدشده به‌وسیلهٔ اسپوروفیت‌های جدا، به‌وجود می‌آید؛ این شاخه شامل ژینگکوبیلوبا (*Ginkgo biloba*) است.

شاخهٔ گنتوفیتا (Gnetophyta): حدود ۷۰ گونه‌اند؛ بازدانه‌اند؛ گیاهان دانه‌داری هستند که دانه‌های برهنه تولید می‌کنند؛ اسپوروفیت‌ها بوته‌ها یا پیچک‌هایی با برخی خصوصیات گیاهان نهان‌دانه است؛ گامتوفیت‌های نر و ماده میکروسکوپی‌اند و از اسپورهای تولیدی در درون مخروط‌های روی اسپوروفیت‌ها، به‌وجود می‌آیند؛ این شاخه شامل گنتوفیت‌هاست.

نمونه: اِدفرا (*Ephedra*)، ولویچیا (*welwitschia*)

شاخهٔ گیاهان نهان‌دانه (گلدار): حدود ۲۵۰،۰۰۰ گونه‌اند؛ گیاهان دانه‌داری هستند که دانه‌هایی درون یک میوه تولید می‌کنند؛ اسپوروفیت‌ها درخت‌ها، بوته‌ها، علف‌ها یا پیچک‌هایی هستند که گل تولید می‌کنند؛ گامتوفیت‌های نر و ماده میکروسکوپی هستند و از اسپورهای تولید شده درون ساختارهای تولیدمثلی یک گل به‌وجود آمده‌اند؛ این شاخه شامل گیاهان گلدار است.

نمونه: گل مینا، گوجه، بلوط، ذرت.

ردهٔ تک‌لپه‌ای‌ها: حدود ۷۰۰،۰۰۰ گونه‌اند؛ در این شاخه، جنین‌ها یک لپه دارند؛ بخش‌های گل مضرری از سه است. رگرگ‌های برگ‌ها موازی است و دسته‌های آوندی در بافت ساقه پراکنده‌اند؛ این شاخه شامل گندمیان، جگن‌ها، لاله‌ها، زنبق‌ها، نخل‌ها و ارکیدهاست.

ردهٔ دولپه‌ای‌ها: حدود ۱۸۰،۰۰۰ گونه‌اند؛ در این شاخه، جنین‌ها دو لپه دارند؛ بخش‌های گل مضرری از دو، چهار یا پنج است؛ برگ‌ها رگرگ‌های مشبک دارند؛ دسته‌های آوندی در ساقه‌ها به‌صورت حلقه‌هایی آرایش پیدا کرده‌اند؛ این شاخه شامل گل‌های آفتاب‌گردان، زُزا، افراها و نارون‌هاست.

## ۵- فرمانروی جانوران

بیش از یک میلیون گونه‌اند؛ پرسلولی، یوکاریوت و موجودات هتروتروفی‌اند؛ تغذیهٔ آنها عمدتاً به‌وسیلهٔ بلعیدن است؛ بیشتر آنها بافت‌های تخصص‌یافته دارند و بسیاری نیز اندام‌ها و دستگاه‌های پیچیده دارند؛ دیوارهٔ سلولی یا کلروپلاست ندارند؛ تولیدمثل جنسی آنها نسبت به روش غیرجنسی برتری دارد؛ در میان این فرمانرو اشکال آبزی و خاکزی - هردو - دیده می‌شود.

شاخهٔ اسفنج‌ها : حدود ۹۰۰۰ گونه‌اند؛ این شاخه، تقارنی ندارند، فاقد بافت و اندام‌اند؛ دیوارهٔ بدن آنها شامل دو لایه سلول است که منافذ متعددی دارد؛ حفرهٔ داخلی به وسیلهٔ سلول‌های ویژهٔ تصفیه‌کنندهٔ غذا پوشیده شده است؛ در آنها تولیدمثل جنسی و غیرجنسی دیده می‌شود؛ بیشتر آنها دریازی‌اند؛ این شاخه شامل اسفنج‌هاست.

شاخهٔ کیسه‌تانان : حدود ۱۰۰۰۰ گونه‌اند؛ تقارن شعاعی دارند؛ بیشتر آنها بافت‌های متمایز دارند؛ بدن آنها کیسه‌مانند و ژلاتینی است و از دو لایه سلول تشکیل شده است؛ در این شاخه، گونه‌های دریازی و ساکن آب شیرین دیده می‌شود.

ردهٔ هیدروزوا (Hydrozoa) : حدود ۲۷۰۰ گونه‌اند؛ بیشتر آنها دو مرحلهٔ مدوز و پولیپ را در چرخهٔ زندگی خود دارند؛ این رده شامل هیدرهاست.

نمونه : هیدر (*Hydra*)، اوبلیا (*Obelia*)، فیزالیا (*Physalia*)

ردهٔ سیفوزوا (Scyphozoa) : حدود ۲۰۰ گونه‌اند. فقط ساکن دریا هستند؛ مرحلهٔ مدوز در آنها غالب است؛ این رده شامل عروس‌های دریایی است.

نمونه : اُریلیا (*Aurelia*)

ردهٔ آنتوزوا (Anthozoa) : حدود ۶۲۰۰ گونه‌اند؛ دریازی‌اند؛ به صورت منفرد یا کلونی زندگی می‌کنند؛ فاقد مرحلهٔ مدوزاند؛ این رده شامل شقایق‌های دریایی، مرجان‌ها و بادبزنی‌های دریایی است.

شاخهٔ شانهداران : حدود ۱۰۰ گونه‌اند؛ دارای تقارن شعاعی‌اند؛ بدن آنها شفاف است و مانند عروس‌های دریایی بدن ژله‌ای دارند؛ دریازی‌اند.

شاخهٔ کرم‌های پهن : حدود ۲۰۰۰۰ گونه‌اند. فاقد حفرهٔ عمومی و دارای تقارن دو طرفی‌اند؛ بدن پهن و نواری شکل و بدون قطعه‌های واقعی‌اند؛ اندام دارند؛ سه پردهٔ جنینی دارند؛ این شاخه شامل کرم‌های پهن است.

ردهٔ توربیلاریا (Turbellaria) : بیش از ۳۰۰۰ گونه‌اند. بیشتر آنها اشکال آبزی یا خاکزی آزاد دارند؛ این شاخه شامل پلاناریاهاست.

نمونه : دوجسیا (*Dugesia*)

ردهٔ سستودها (Cestoda) : حدود ۱۵۰۰ گونه‌اند؛ انگل‌های تخصص‌یافتهٔ درونی‌اند؛ دستگاه گوارش ندارند؛ دارای اسکولکس قلاب‌دار برای حمله به میزبان‌اند؛ این رده شامل کرم‌های نواری است.

نمونه : کرم کدوی گاوی (*Taenia Saginata*)

ردهٔ ترماتودها (Trematoda) : حدود ۶۰۰۰ گونه‌اند؛ انگل‌های درونی‌اند؛ در انتهای پیشین دارای دهان هستند؛ اغلب دارای چرخهٔ زندگی پیچیده با تناوب میزبان‌ها هستند. موجب بیماری در انسان‌ها و جانوران می‌شوند؛ این رده شامل کرم‌های کبد است.

نمونه : شیستوزوما (*Schistosoma*)، کلونورکیس سنن‌سین (*Clonorchis sinensis*)

شاخهٔ کرم‌های لوله‌ای : بیش از ۱۲۰۰۰ گونه‌اند؛ کرم‌های کوچک، انگل، بدن آنها بدون قطعه، دراز و باریک است؛ دارای حفرهٔ عمومی کاذب‌اند؛ این شاخه شامل کرم‌های گرد (لوله‌ای) است.

نمونه : آسکاریس، تریشینلا اسپیرالیس (*Trichinella spiralis*)، نکاتور (*Necator*)، توگزوکارا کانیس (*Toxocara canis*)، توگزوکارا کاتی (*Toxocara cati*).

شاخه نرم تنان : حدود ۱۱,۰۰۰ گونه‌اند؛ جانورانی با بدن نرم و یک حفرهٔ بدنی واقعی‌اند؛ بدنی سه بخشی دارند که از پا، تودهٔ احشایی و جبهه تشکیل شده است؛ دارای دهان هستند و بیشتر آنها زبانی منحصر به فرد دارند که مثل سوهان عمل می‌کند و رادولا نام دارد؛ خشکی‌زی، دریازی و ساکن در آب شیرین‌اند؛ این شاخه شامل رده‌های زیر است :  
ردهٔ پلی پاکوفورا (Polyplacophora) : حدود ۶۰۰ گونه‌اند؛ بدنی طویل و سری کوچک دارند؛ این رده شامل کیتون‌هاست.

ردهٔ شکم‌پایان : حدود ۸۰,۰۰۰ گونه‌اند؛ تودهٔ احشایی آنها در دورهٔ رشد تاب برمی‌دارد؛ یک سر با چشمان مشخص دارند و معمولاً دارای شاخک هستند؛ این رده شامل شکم‌پاهایی مانند : حلزون‌ها و حلزون‌های بدون صدف (لیسه‌ها) است.

ردهٔ دوکفه‌ای‌ها : حدود ۱۰,۰۰۰ گونه‌اند؛ دارای دو صدف هستند که به وسیلهٔ یک مفصل (لولا) به یکدیگر متصل شده‌اند؛ رادولا ندارند؛ پاهای بزرگ به شکل تیر دارند؛ این رده شامل دوکفه‌ای‌هایی مانند : اویسترها (Ousters) و صدف مروارید است.

ردهٔ سرپایان : بیش از ۶۰۰ گونه‌اند؛ پای آنها به بازو تبدیل شده است؛ این رده شامل سرپاهایی مانند : اختاپوس‌ها و نرم‌تن مرکب است.

شاخهٔ کرم‌های حلقوی : حدود ۱۲,۰۰۰ گونه‌اند؛ بدن آنها از قطعات دنبال هم تشکیل شده است؛ تقارن دو طرفی دارند؛ دارای دهان هستند؛ این شاخه شامل رده‌های زیر است :

ردهٔ پرتاران : حدود ۸,۰۰۰ گونه‌اند؛ برآمدگی‌هایی گوشتی به نام پاراپودیا، از قطعات بدنی آنها بیرون زده است؛ تارهای زیادی دارند؛ دریازی‌اند.

نمونه : نریس (Nereis)

ردهٔ کم‌تاران : حدود ۳۱۰۰ گونه‌اند؛ سر آنها خوب رشد نکرده است؛ پاراپودیا ندارند؛ تارهای کمی دارند؛ اشکال خاکستری و ساکن در آب شیرین دارند؛ شامل کرم‌های خاکی هستند.

ردهٔ زالوها : حدود ۶۰۰ گونه‌اند؛ بدن آنها پهن شده است؛ پاراپودیا ندارند؛ معمولاً در دو انتهای بدن بادکش‌هایی دارند؛ بسیاری از آنها انگل‌های خارجی‌اند؛ شامل زالوها هستند.

شاخهٔ بندپایان : حدود یک میلیون گونه‌اند. بدن قطعه‌قطعه دارند که به آن ضمایم زوج متصل است؛ تقارن دو طرفی دارند؛ اسکلت آنها کیتینی است؛ دارای دهان هستند؛ اشکال پروازکننده، خشکی‌زی و آبی‌زی دارند.

زیر شاخهٔ کلسیرداران : این گروه شاخک ندارند ولی کلسیر دارند؛ تمام ضمایم آنها بدون انشعاب هستند و چهار جفت آنها پاهای حرکتی‌اند؛ بدن از دو قسمت سر – سینه و شکم تشکیل شده است؛ غالباً خشکی‌زی‌اند.

ردهٔ عنکبوتیان : حدود ۵۷,۰۰۰ گونه‌اند؛ خاک‌زی هستند؛ برای تنفس، نای و شش‌های کنایی دارند؛ چهار جفت پا دارند. شامل : عنکبوت‌ها، عقرب‌ها، کنه‌ها و رطیل‌ها هستند.

ردهٔ مروستوماتا (Merostomata) (خرچنگ‌های نعل اسبی) : حدود ۵ گونه‌اند؛ سر – سینهٔ آنها به وسیلهٔ صدف حفاظت‌کننده پوشیده شده است؛ در انتهای بدن بخش نیزه‌ای شکل دارند؛ این رده شامل خرچنگ‌های نعل اسبی است.

ردهٔ پیکنوگونیدا (Pycnogonida) : حدود ۱,۰۰۰ گونه‌اند؛ شکارچی‌ها یا انگل‌های کوچک دریایی معمولاً چهار جفت پا دارند؛ شامل عنکبوت‌های دریایی می‌شوند.

زیر شاخه سخت‌پوستان : حدود ۳۵,۰۰۰ گونه‌اند؛ دو جفت شاخک حسی دارند؛ دارای ماندیبول (آرواره)‌اند؛  
ضمایم آنها دارای دو انشعاب است؛ غالباً آیزی هستند؛ شامل ردهٔ زیراند :  
ردهٔ مالاکوستراکا (Malacostraca) : حدود ۲۰۰۰۰ گونه‌اند؛ نوعاً ۵ جفت پای حرکتی و دو جفت شاخک  
حسی دارند؛ اغلب آیزی‌اند؛ مثل : خرچنگ آب شیرین، خرچنگ دریایی، خرچنگ گرد، میگو، خرخاکی، کریل.  
زیر شاخهٔ یونی رامیا (Uniramia) : دارای شاخک حسی، آرواره و ضمایم برون انشعاب‌اند؛ شامل رده‌های  
زیراند :

ردهٔ حشرات : حدود ۷۵۰,۰۰۰ گونه‌اند؛ بدن آنها دارای سه قسمت سر و سینه و شکم است؛ سه جفت پا دارند  
که همگی به سینه متصل شده است و معمولاً دو جفت بال دارند؛ شامل راسته‌های زیراند :  
راستهٔ قاب‌بالان؛ شامل : سوسک‌ها، کفش‌دوزک و شبشهٔ گندم  
راستهٔ دوبالان؛ شامل : مگس‌ها و پشه‌ها  
راستهٔ پولک‌بالان؛ شامل : پروانه‌ها و بیدها  
راستهٔ نازک‌بالان؛ شامل : زنبورهای عسل، مورچه‌ها و زنبورهای سرخ  
راستهٔ نیم‌بالان؛ شامل : عنکبوت‌های آبی و انواع ساس‌ها  
راستهٔ هم‌بالان (هموپترا (Homoptera))؛ شامل : زنجره‌ها، شته‌ها و حشرات فلس‌دار  
راستهٔ راست‌بالان؛ شامل : ملخ‌ها، سوسک‌های حمام، مانتیس‌ها و جیرجیرک‌ها  
راستهٔ سنجاقک‌ها؛ شامل : سنجاقک‌ها و ...  
راستهٔ توربالان (رگ‌بالان)؛ شامل : مورچه‌گیرها (شیرموران)  
راستهٔ موی‌دمان (تیزانورا)؛ شامل : سیلورفیش، بریستل‌تیل و فایر‌پراک‌ها  
راستهٔ شپش‌ها؛ شامل : شپش‌های مکنده  
راستهٔ جوربالان؛ شامل : موریانه‌ها  
راستهٔ زودمیران؛ شامل : می‌فلای‌ها  
راستهٔ لوله‌بالان؛ شامل : کک‌ها  
راستهٔ پوست‌بالان؛ شامل : گوش‌خزها  
ردهٔ صد پایان : حدود ۲۵۰۰ گونه‌اند؛ بدن آنها په‌ن است و شامل ۱۷۰ - ۱۵ قطعه یا بیشتر است؛ یک جفت  
پا به هر قطعه متصل می‌شود؛ این رده شامل صد پاهاست.

ردهٔ دیپلوپودها (Diplopoda) : حدود ۱۰۰۰۰ گونه‌اند؛ بدن درازی دارند که شامل ۲۰۰ - ۱۵ قطعه است و  
در هر قطعه دو جفت پا دارند؛ علف‌خوارند؛ این رده شامل هزارپایان‌اند.

شاخهٔ خارپوستان : حدود ۶۰۰۰ گونه‌اند؛ دو تروسوم (دارای دو سوراخ دهانی و مخرجی) هستند؛ موجود  
بالغ آنها دارای تقارن شعاعی با طرح بدن پنج قسمتی است؛ بیشتر اشکال آنها دارای سیستم‌های لوله‌ای آب با پاهای  
لوله‌ای برای حرکت از محلی به محل دیگر هستند؛ دریازی‌اند.

ردهٔ آستروئیده (Asteroidea) : حدود ۱۵۰۰ گونه‌اند؛ بدن آنها معمولاً پنج بازو دارد که در هر بازو ردیف‌های  
دوتایی پاهای لوله‌ای است؛ دهان در سطح زیرین قرار گرفته است؛ این رده شامل ستاره‌های دریایی است.

ردهٔ اُفیورویئیده (Ophiuroidea) : حدود ۲۰۰۰ گونه‌اند؛ پنج بازو یا شعاع‌های شکننده و ظریف دارند؛ شامل : ستاره‌های شکننده و ستارهٔ زنبیلی (Basket Star) هستند.

ردهٔ کرینویئیده (Crinoidea) : حدود ۶۰۰ گونه‌اند؛ سطح دهانی آنها بالاست و با بازوهای بسیاری احاطه شده است، این رده شامل لاله‌های دریایی و ستاره‌های پرمانند است.

ردهٔ اِکینویئیده (Echinoidea) : حدود ۹۰۰ گونه‌اند؛ بدن آنها کروی، تخم‌مرغی یا صفحه‌ای شکل است؛ بازو ندارند ولی طرح پنج قسمتی بدن هنوز آشکار است؛ این رده شامل توتیاهای دریایی است.

ردهٔ هولوتورویئیده (Holothuroidea) : حدود ۱۵۰۰ گونه‌اند؛ بدنی قطور (ضخیم) و دراز با بازوهای دور دهان دارند؛ این رده شامل خیارهای دریایی است.

شاخهٔ طنابداران : حدود ۴۲۵۰۰ گونه‌اند؛ تقارن دوطرفی دارند؛ دارای سوراخ دهانی و مخرجی‌اند؛ حفرةٔ عمومی، نوتوکورد، طناب عصبی پشتی، شکاف‌های حلقی و دم دارند. آب‌زی و خشکی‌زی‌اند.

زیر شاخهٔ اوروکورداتا (Urochordata) : حدود ۱۲۵۰ گونه‌اند؛ جانوران بالغ آنها پوشش کیسه مانند یا تونیک دارند؛ لاروهای آنها نناگران آزاد هستند و دارای طناب عصبی و نوتوکورداند؛ همهٔ آنها دریازی‌اند؛ این زیر شاخه شامل تونیکیت‌ها (Tunicates) است.

زیر شاخهٔ سفالوکورداتا (Cephalochordata) : حدود ۲۳ گونه‌اند؛ جانورانی کوچک و شبیه ماهی با نوتوکورد دایمی هستند که از طریق تصفیه کردن مواد غذایی آب تغذیه می‌کنند؛ این زیر شاخه شامل لانسلت‌ها (Lancelets) است.

زیر شاخهٔ مهره‌داران : حدود ۴۰۰۰۰ گونه‌اند؛ در بیشتر آنها ستون فقرات متشکل از مهره‌ها جانشین نوتوکورد شده است و از طناب عصبی پشتی محافظت می‌کند؛ سر مشخصی دارند که در آن مغز قرار گرفته است.

ماهی‌های بدون آرواره : حدود ۶۳ گونه‌اند؛ مارماهی‌هایی دریازی یا ساکن در آب شیرین هستند که آروارهٔ حقیقی، فلس و باله‌های زوج ندارند؛ اسکلت آنها غضروفی است؛ شامل لامپری‌هاست.

ماهی‌های غضروفی : حدود ۸۵۰ گونه‌اند؛ ماهی‌های دارای آرواره و باله‌های زوج و آبشش، فاقد بادکنک شنا و اسکلت غضروفی هستند؛ شامل کوسه‌ها، سفره ماهی‌هاست.

ماهی‌های استخوانی : حدود ۱۸۰۰۰ گونه‌اند؛ ماهی‌هایی دریازی و ساکن در آب شیرین با آبشش‌های متصل به کمان آبششی هستند؛ دارای آرواره و باله‌های زوج، اسکلت استخوانی‌اند؛ بیشتر آنها بادکنک شنا دارند؛ شامل باله شعاعی‌ها مانند ماهی‌تون، اسب‌ماهی، قزل‌آلا، ماهی خاردار است.

ردهٔ دوزیستان : حدود ۴۲۰۰ گونه‌اند؛ ساکن در آب شیرین یا خشکی هستند؛ در مرحله‌ای از زندگی آبشش دارند؛ پوست آنها اغلب لزج و فاقد فلس است؛ تخم‌ها نوعاً در آب رها می‌شوند و لقاحشان خارجی است.

راستهٔ بی‌دمان : شامل : قورباغه‌ها و وزغ‌ها

راستهٔ دم‌داران : شامل : سمندرهای و سمندرهای آبی

راستهٔ بدون پاها : شامل : سیسی‌لین‌ها (Caecilians)

ردهٔ خزندگان : حدود ۷۰۰۰ گونه‌اند؛ مهره‌دارانی خشکی‌زی یا نیمه‌آب‌زی هستند؛ در همه مراحل زندگی با شش تنفس می‌کنند؛ بدن آنها با فلس پوشیده شده است؛ بیشتر گونه‌ها تخم‌های آمینوتیک که با پوستهٔ محافظ پوشیده

شده است، می‌گذارند؛ لجاج آنها داخلی است.

راسته اسکواماتا (Squamata)؛ شامل : مارمولک‌ها و مارها

راسته کلونیا (Chelonia)؛ شامل : لاک‌پشت‌های دریایی و خشکی

رده پرندگان : حدود ۹۰۰۰ گونه‌اند؛ بدن آنها با پر پوشیده شده است؛ اندام حرکتی جلویی به بال تبدیل شده

است؛ قلب چهار حفره‌ای است؛ خون گرم‌اند؛ تخم‌گذارند و تخم‌ها دارای پرده آمیوتیک و نیز پوسته‌ای سخت است؛ شامل راسته‌های زیر است :

راسته گنجشک‌سانان؛ شامل : سینه‌سرخ‌ها، پرندۀ آبی، گنجشک‌ها و بلبل‌ها

راسته آپودیفورم‌ها (Apodiformes)؛ شامل : پرندۀ شهدخوار

راسته دارکوب‌شکلان؛ شامل : دارکوب‌هاست.

راسته طوطی‌شکلان؛ شامل : طوطی‌ها، طوطی نغمه‌سرا، ماکاوا (Macaws) و کوکاتوها (Cockatoos)

راسته آپچلیکان؛ شامل : کاکایی‌ها، پرستوی دریایی، و...

راسته کبوترشکلان؛ شامل : کبوترها و قمری‌ها

راسته عقاب‌شکلان؛ شامل : قوش‌ها، عقاب‌ها، بازها و کرکس‌ها

راسته غواص‌سانان؛ شامل : مرغ‌های غواص

راسته کلنگیان؛ شامل : درناها و چنگرها

راسته غازشکلان؛ شامل : مرغابی‌ها، غازها و قوها

راسته جغدشکلان؛ شامل : جغدها

راسته لک‌لک‌شکلان؛ شامل : حواصیل‌ها، بوتیمارها، لک‌لک‌ها و منقار قاشقی‌ها

راسته سفاکشکلان؛ شامل : مرغ سقا، آبقمیل‌ها (قره‌غازها)

راسته ماکیان‌سانان؛ شامل : قرقاول‌های معمولی، بوقلمون‌ها، بلدرچین‌ها، کبک‌ها و باقرقره‌ها

راسته مرغ‌های طوفان؛ شامل : آلباتروس‌ها و مرغ طوفان

راسته کوشکلان؛ شامل : کوه‌ها

راسته شبانگردان؛ شامل : شکارچیان شب

راسته کوراسیی‌فورم‌ها (Coraciiformes) (مرغان ماهی‌خوار)؛ شامل : ماهی‌خورک

راسته پنگوئن‌سانان؛ شامل : پنگوئن‌ها

راسته شترمرغان؛ شامل : شترمرغ‌ها

راسته بی‌پروازان؛ شامل : کیوی‌ها

رده پستانداران : حدود ۴۴۰۰ گونه‌اند؛ حداقل در بخشی از بدن مو دارند؛ بچه‌های آنها با شیر که از غد

شیری ترشح می‌شود، تغذیه می‌شوند؛ خون گرم‌اند؛ به وسیله شش‌ها تنفس می‌کنند؛ شامل راسته‌های زیراند :

راسته جونندگان؛ شامل : سنجاب‌ها، موش خرما، موش‌های خانگی و صحرائی، موش‌آبی (کرموش) و سگ‌های آبی

راسته خفاش؛ شامل : خفاش‌ها

راسته حشره‌خواران؛ شامل : موش‌کورها و موش‌های پوزه‌دراز (Shrews)



راسته کيسه‌داران؛ شامل: اُپوسوم‌ها، کانگوروها و کوالاها  
راسته گوشت‌خواران؛ شامل: خرس‌ها، راسوها، سمور، گربه‌آبی، راسوی بدبو، شيرها، بيرها و گرگ‌ها  
راسته نُخستی‌ها؛ شامل: ميمون‌ها، لمورها، ژيئون‌ها، اورانگوتان‌ها، گوریل‌ها و شامپانزه‌ها  
راسته جفت‌سمان؛ شامل: اسب‌های آبی، شترها، شترهای بدون کوهان (لاماها)، گوزن‌ها، زرافه‌ها، گاو،  
گوسفند و بزها

راسته آب‌بازان؛ شامل: بالن‌ها و دلفين‌ها  
راسته خرگوش‌ها؛ شامل: خرگوش‌های خانگی و خرگوش‌های صحرایی  
راسته باله‌داران؛ شامل: فوک‌های دریایی و شيرهای دریایی  
راسته بی‌دندانان، شامل: آرمادیلوها، حيوان تنبل و مورچه‌خوارها  
راسته ماکرواسکیده‌ها (بزرگ‌پاها)؛ شامل: فيل شرو  
راسته فردسمان؛ شامل: خوک‌های خرطوم‌دار، کرگدن‌ها، اسب‌ها، گورخرها  
راسته اسکن‌دنتیا (Scandentia)؛ شامل: موش‌های پوزه‌بلند درختی (Treeshrews)  
راسته هیدراکوئیده (Hyracoidea)؛ شامل: هیراکس (خرگوش‌های کوهی)  
راسته مورچه‌خواران فلس‌دار؛ شامل: پانگولین‌ها (مورچه‌خوار فلس‌دار)  
راسته شیران دریایی؛ شامل: گاوهای دریایی  
راسته پستانداران تخم‌گذار؛ شامل: پلاتی‌پوس (نوک اردکی)، مورچه‌خوار خاردار  
راسته پوست‌بالان؛ شامل: لمورهاى پرنده  
راسته خرطوم‌داران؛ شامل: فيل‌ها  
راسته مورچه‌خواران؛ شامل: آردوارک (Aardvark)