



فصل اول

# پاخته جانوری

## و اجزای آن

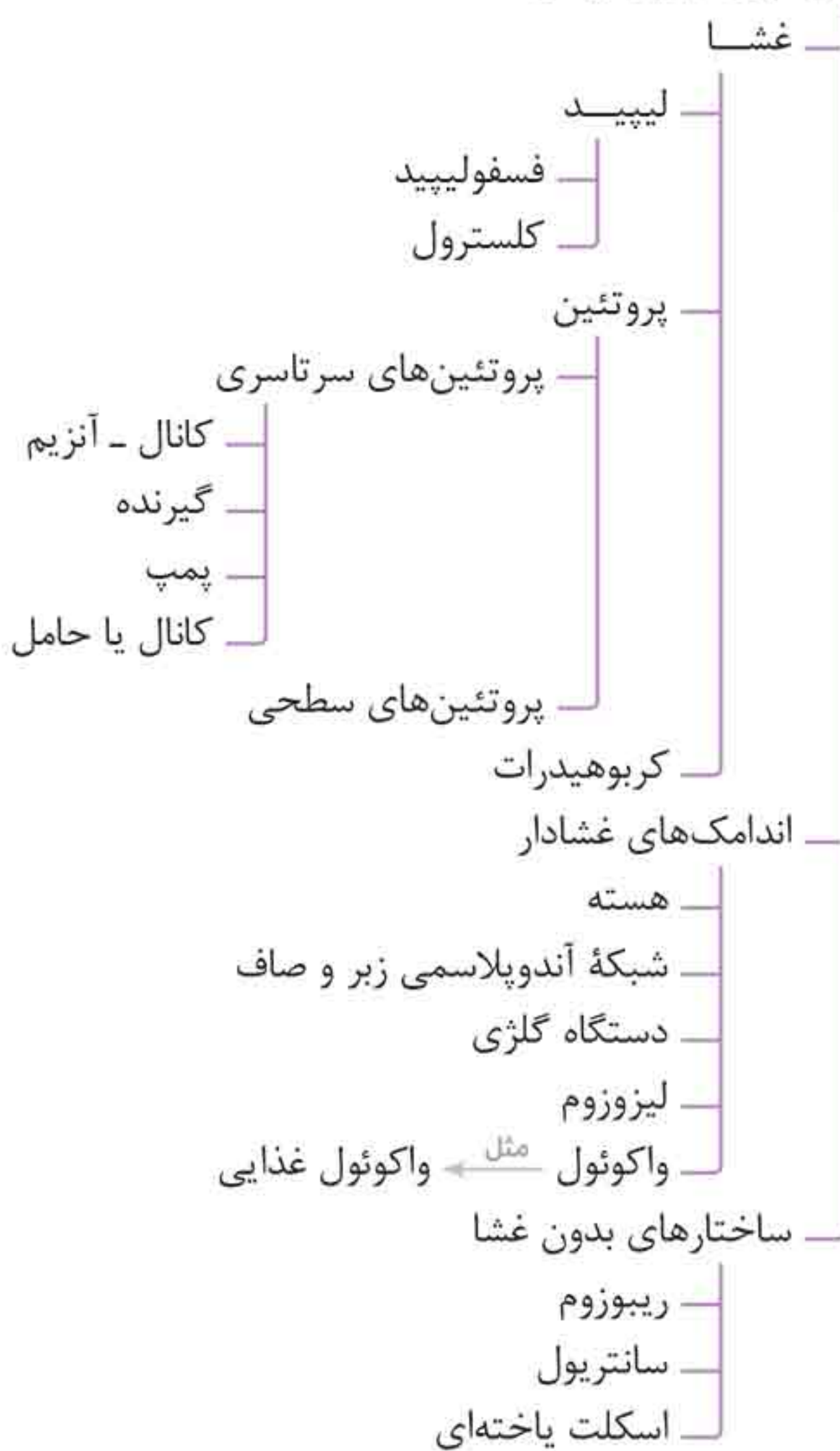




## یاخته جانوری



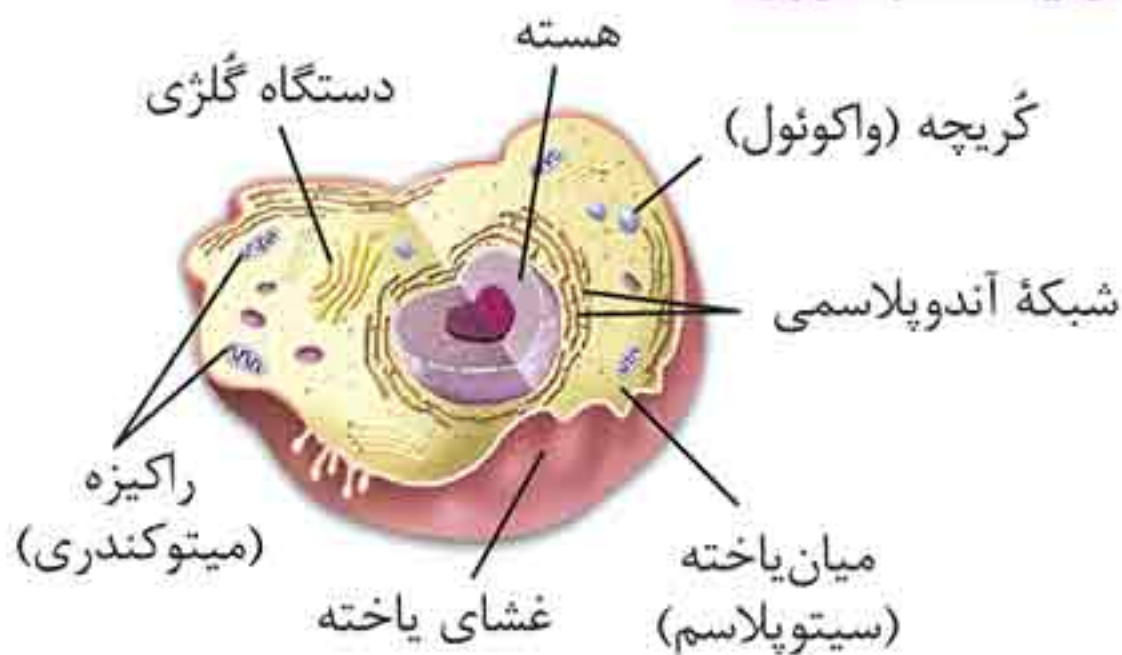
### یاخته جانوری و ویژگی‌های آن





یاخته، مکان خاصی در سلسله مراتب سازمان‌یابی زیستی دارد؛ زیرا ویژگی حیات در این سطح پدیدار می‌شود. یاخته، پایین‌ترین سطح ساختاری است که همه فعالیت‌های زیستی در آن انجام می‌شود. بعضی جانداران تک‌یاخته (جانداران تک‌یاخته‌ای) و بعضی دیگر، تعدادی یاخته (جانداران پریاخته‌ای) دارند. به عبارت دیگر می‌توان گفت همه جانداران از یاخته تشکیل شده‌اند. یاخته در همه جانداران، واحد ساختاری و عملی حیات محسوب می‌شود.

### ویژگی‌های یاخته جانوری



ویژگی‌های یاخته جانوری در بی‌مهرگان و مهره‌داران با هم مشابه است، ولی یاخته‌های جانوری تفاوت اساسی با یاخته‌های گیاهی دارند که به بررسی آنها می‌پردازیم.

### تفاوت بین یاخته‌های جانوری و گیاهی

۱. **حجم:** یاخته‌های جانوری به‌طور کلی کوچک‌تر از یاخته‌های گیاهی هستند. معمولاً طول یاخته‌های جانوری از ۱۰ تا ۳۰ میکرومتر متغیر است؛ در حالی که طول یاخته‌های گیاهی بین ۱۰ تا ۱۰۰ میکرومتر است.
۲. **شکل:** یاخته‌های جانوری اندازه‌های مختلفی دارند و بیشتر به اشکال گرد یا نامنظم دیده می‌شوند؛ در حالی که یاخته‌های گیاهی در مقایسه با یاخته‌های جانوری از نظر اندازه بیشتر شبیه یکدیگرند و از نظر شکل نیز معمولاً شکل مشخصی (چندوجهی یا مکعبی) دارند.





**۳. ذخیره انرژی:** یاخته‌های جانوری انرژی را به شکل گلیکوژن و یاخته‌های گیاهی انرژی را به صورت نشاسته ذخیره می‌کنند. (گلیکوژن و نشاسته نوعی پلی‌ساکارید هستند و از تعداد زیادی مونوساکارید گلوکز تشکیل شده‌اند.)

**۴. تمایز:** در یاخته‌های جانوری، تنها یاخته‌های بنیادی (یاخته‌هایی که مادر تمام یاخته‌ها بوده و توانایی تبدیل شدن به همه یاخته‌های بدن را دارند. این یاخته‌ها توانایی خودنوسازی و تمایز به انواع یاخته‌ها از جمله یاخته‌های خونی، قلبی، عصبی و غضروفی را دارند. از طرفی در ترمیم و بازسازی بافت‌های آسیب‌دیده بدن مؤثر هستند.) قادرند به انواع یاخته‌های دیگر تبدیل شوند. اما در گیاهان بیشتر انواع یاخته‌های گیاهی قادر به تمایز به یاخته‌های دیگر هستند.

**۵. رشد:** رشد یاخته‌های جانوری به‌طور معمول با افزایش تعداد یاخته‌ها (تقسیم یاخته) در اغلب یاخته‌ها مشاهده می‌شود. اما رشد به کمک تقسیم یاخته‌ای در گیاهان در مناطق خاصی به نام مریستم مشاهده می‌شود.

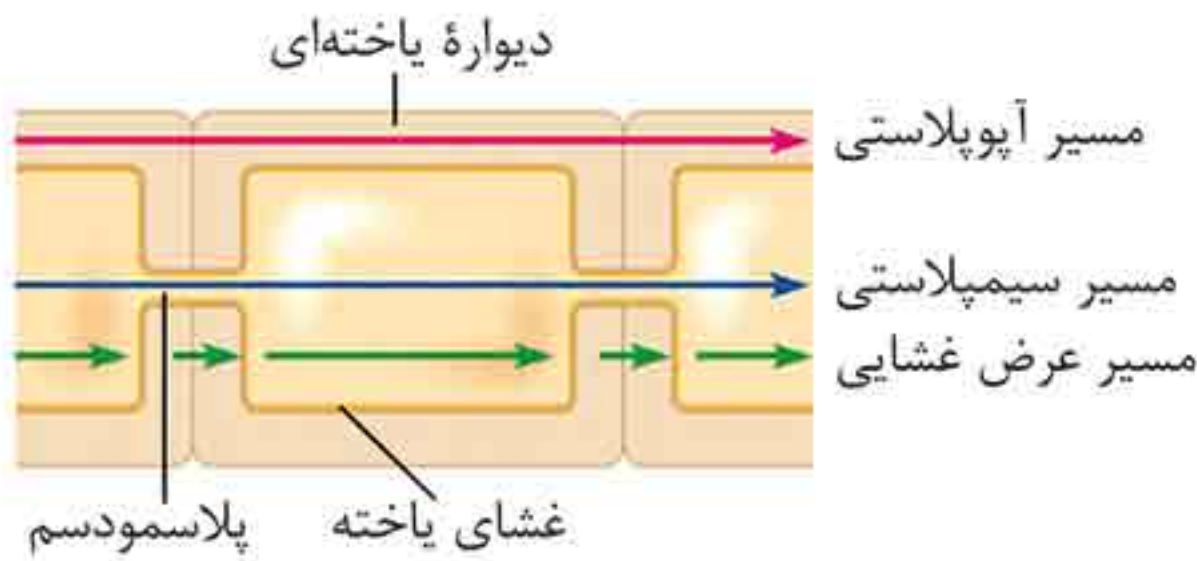
**۶. دیواره یاخته‌ای:** یاخته‌های جانوری فقط دارای غشای یاخته‌ای هستند و در آن‌ها دیواره یاخته‌ای وجود ندارد. اما یاخته‌های گیاهی، هم دارای غشای یاخته‌ای و هم دیواره یاخته‌ای هستند.

**نکته:** دیواره یاخته‌ای محتویات یاخته گیاهی را دربرمی‌گیرد، فاقد نفوذپذیری انتخابی است و ضخامتی بیش از غشا دارد.

چندین نقش مهم دیواره یاخته‌ای در گیاهان: ۱ حفظ شکل و استحکام گیاه ۲ کنترل تبادل مواد بین یاخته‌های گیاهی ۳ جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا ۴ جلوگیری از ترکیدن یاخته گیاهی در صورت جذب آب زیاد.



**۱۱. پلاسمودسم:** کانال‌هایی میان یاخته‌ای که از یاخته‌ای به یاخته‌ دیگر کشیده شده‌اند و در یاخته‌های گیاهی وجود دارند و مواد مغذی و سایر مواد (آب، املاح و...) از طریق آن بین یاخته‌ای با یاخته‌ دیگر جابه‌جا می‌شود. یاخته‌های جانوری پلاسمودسم ندارند.



**۱۲. واکوئول (کریچه):** واکوئول‌ها کیسه‌های بزرگ پر از مایعی هستند که اعمال متنوعی انجام می‌دهند. یاخته‌های جانوری ممکن است تعداد زیادی واکوئول کوچک داشته باشند؛ اما یاخته‌های گیاهی دارای واکوئول مرکزی بزرگی هستند که بیشتر حجم یاخته را اشغال می‌کند.

## اجزای یاخته جانوری

### ۱ غشای پلاسمایی

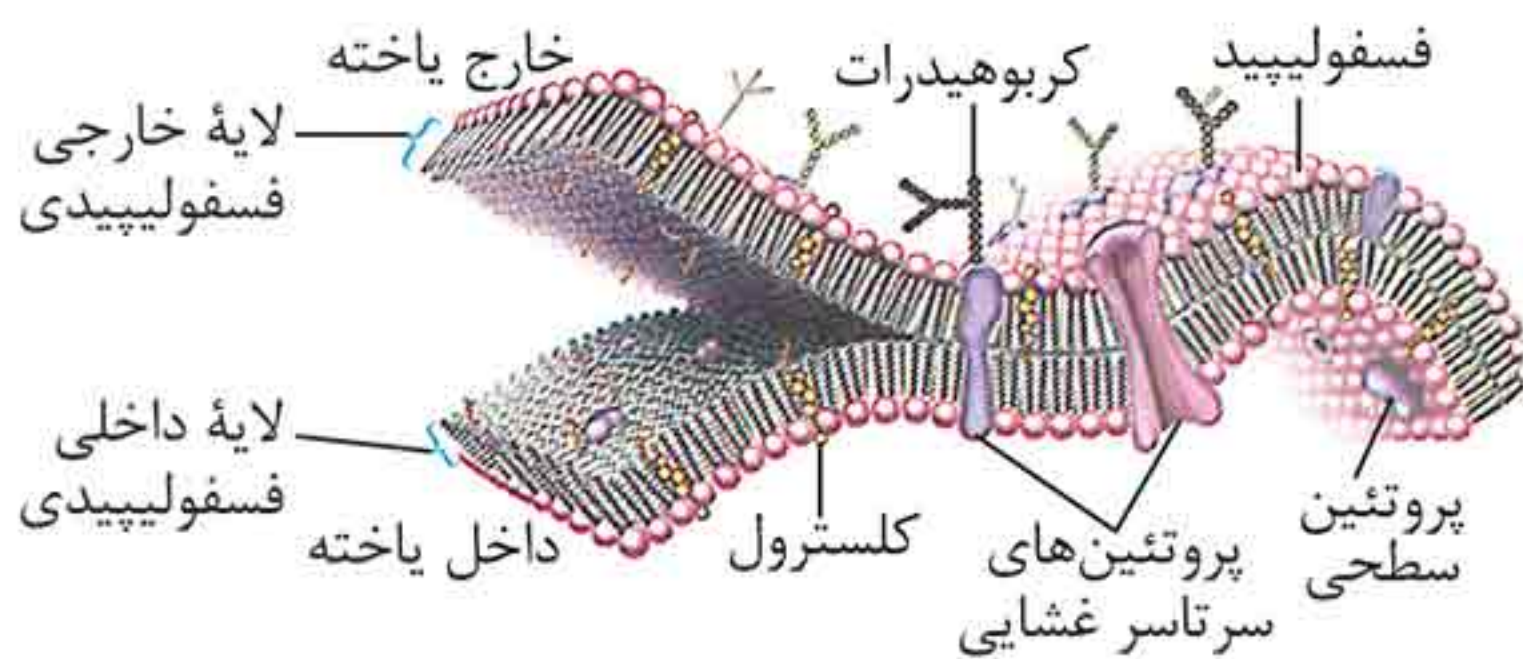
از مهم‌ترین اجزای هر یاخته غشا است. غشای پلاسمایی ساختاری دولایه است که اطراف یاخته را فراگرفته و از ورود مواد ناخواسته به درون یاخته جلوگیری می‌کند و مواد لازم مانند آب، اکسیژن و مواد غذایی را به درون یاخته راه می‌دهد. به عبارت دیگر غشا خاصیت نفوذپذیری انتخابی یا تراوایی نسبی دارد؛ همچنین غشا می‌تواند بعضی مواد محیط پیرامون یاخته را شناسایی کند.



روی غشا تعدادی گیرنده و آنتی ژن قرار دارد. مولکول‌هایی که باید به آن یاخته خاص برسند به گیرنده‌های سطح یاخته می‌چسبند. گیرنده در اثر چسبیدن این مولکول‌ها، یک ماده درون یاخته آزاد می‌کند. آزاد شدن این ماده رفتار یاخته را تغییر می‌دهد.

به این ترتیب یک پیام خارجی با یک واکنش از جانب یاخته مواجه می‌شود.

### اجزای اصلی غشا

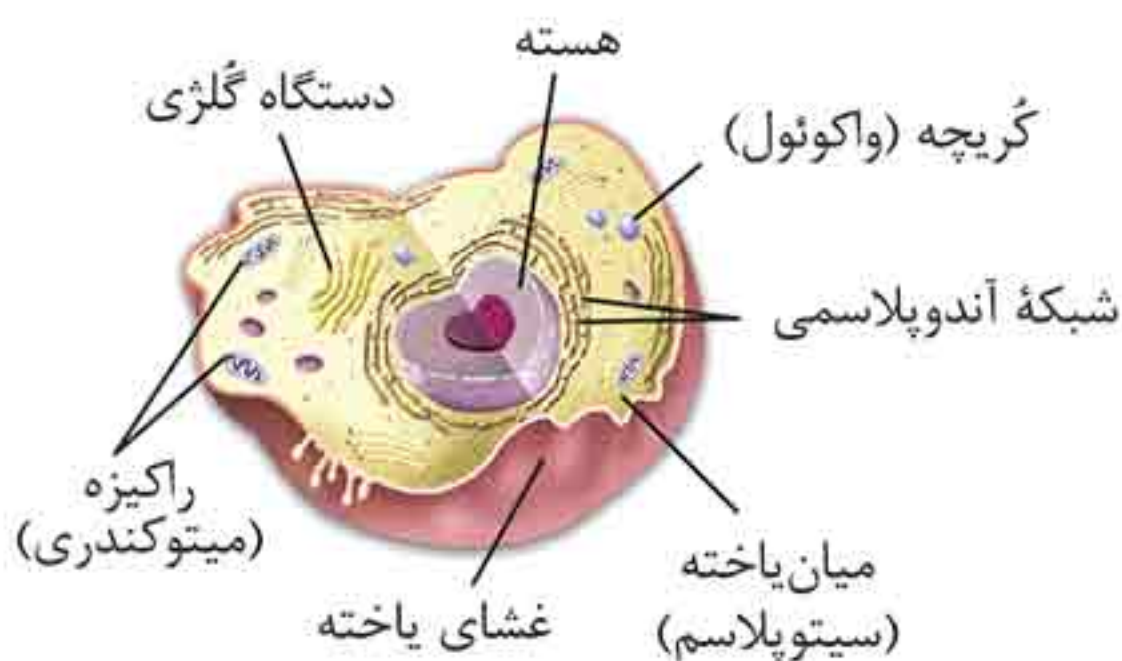


### ۳ اندامک‌های یاخته جانوری

یاخته‌های جانوران با توجه به پیچیدگی و عملکردشان از ساختارهایی به نام اندامک تشکیل شده‌اند. به عبارت دیگر در یاخته‌ها، غشاهایی مایع داخل یاخته‌ای را به قسمت‌های مجزا تقسیم می‌کند. به این قسمت‌ها که با غشا احاطه شده‌اند اندامک می‌گویند. بسیاری از فعالیت‌های شیمیایی یاخته یا به عبارت دیگر متابولیسم یاخته در فضای درون اندامک‌ها انجام می‌شود؛ وجود غشا بین اندامک‌ها مانع از اختلال در فعالیت اندامک‌های مختلف درون یاخته می‌شود.

**نکته:** سانتریول، اسکلت یاخته‌ای و ریبوزوم، فاقد غشا هستند. هسته، راکیزه و کلروپلاست (مخصوص یاخته‌های گیاهی) واجد دو غشا و بقیه اجزا و اندامک‌های یاخته‌ای دارای یک غشا هستند.

#### ۱. اندامک‌های غشادار یاخته جانوری:



۱. هسته: اندامکی است که در اکثر یاخته‌ها وجود دارد (گلبول قرمز بالغ در انسان هسته ندارد) و بیشتر اطلاعات ژنتیکی را دربردارد. هسته دو غشا دارد. روی غشای هسته منافذی وجود دارد که اجازه می‌دهد موادی مثل پروتئین‌ها و RNA ها در اندازه‌های خاصی وارد هسته شده یا از هسته خارج شوند.





۳. **جسم گلژی:** این اندامک ارتباط نزدیکی با شبکه آندوپلاسمی دارد. جسم گلژی در یاخته‌های ترشحی بیشتر دیده می‌شود. به عبارت دیگر جسم گلژی، مسئول کنترل ترافیک مولکولی در یاخته است. تقریباً همه مولکول‌ها در دوره‌ای از مدت زمانی که در یاخته هستند، مجبور می‌شوند از دستگاه گلژی بگذرند.

۴. **میتوکندری (راکیزه):** میتوکندری ترکیبی از دو واژه یونانی *mito* به معنای رشته و *chondrion* به معنی دانه است.

### ویژگی‌ها:

- میتوکندری نوعی دستگاه انتقال انرژی است که موجب می‌شود انرژی شیمیایی موجود در مواد غذایی به صورت ATP ذخیره شود. در میتوکندری ATP به صورت اکسایشی ساخته می‌شود.

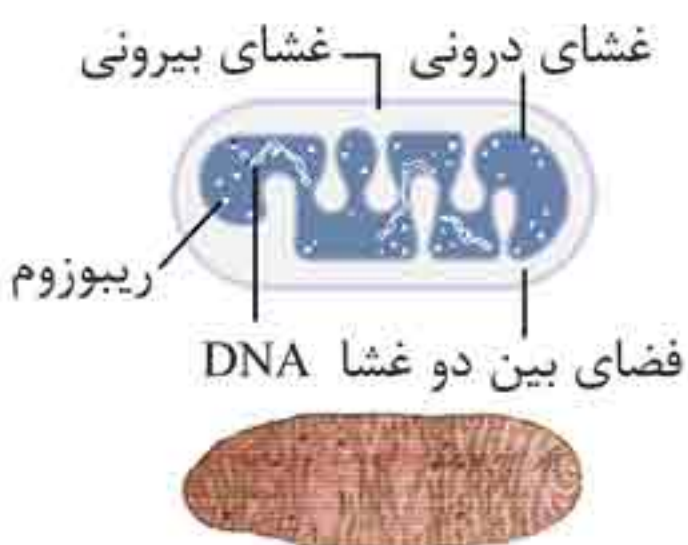
**نکته:** ATP به سه صورت ساخته می‌شود.

- (۱) در سطح پیش‌ماده. به عنوان مثال، برداشتن فسفات از مولکول کراتین فسفات و انتقال آن به ADP در ماهیچه‌های اسکلتی یا انتقال فسفات از اسید دوفسفاته به ADP طی فرایند قند کافت.
- (۲) اکسایشی. به عنوان مثال، ساخته شدن ATP از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترون در راکیزه.
- (۳) نوری. به عنوان مثال، ساخته شدن ATP از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترون در کلروپلاست.

- میتوکندری دو غشا دارد: غشای بیرونی، صاف و غشای درونی آن به داخل چین‌خورده است؛ در نتیجه فضای درون میتوکندری به بخش داخلی و بخش بیرونی (فضای بین دو غشا) تقسیم می‌شود.
- راکیزه دنا‌ی مستقل از هسته و رِنا‌تن مخصوص به خود دارد.
- در راکیزه پروتئین‌سازی رخ می‌دهد.



- در دناى راکیزه، ژن‌هاى موردنیاز برای ساخته شدن انواعى از پروتئین‌هاى موردنیاز در تنفس یاخته‌اى وجود دارند.
- راکیزه همراه با یاخته و نیز مستقل از آن تقسیم مى‌شود.

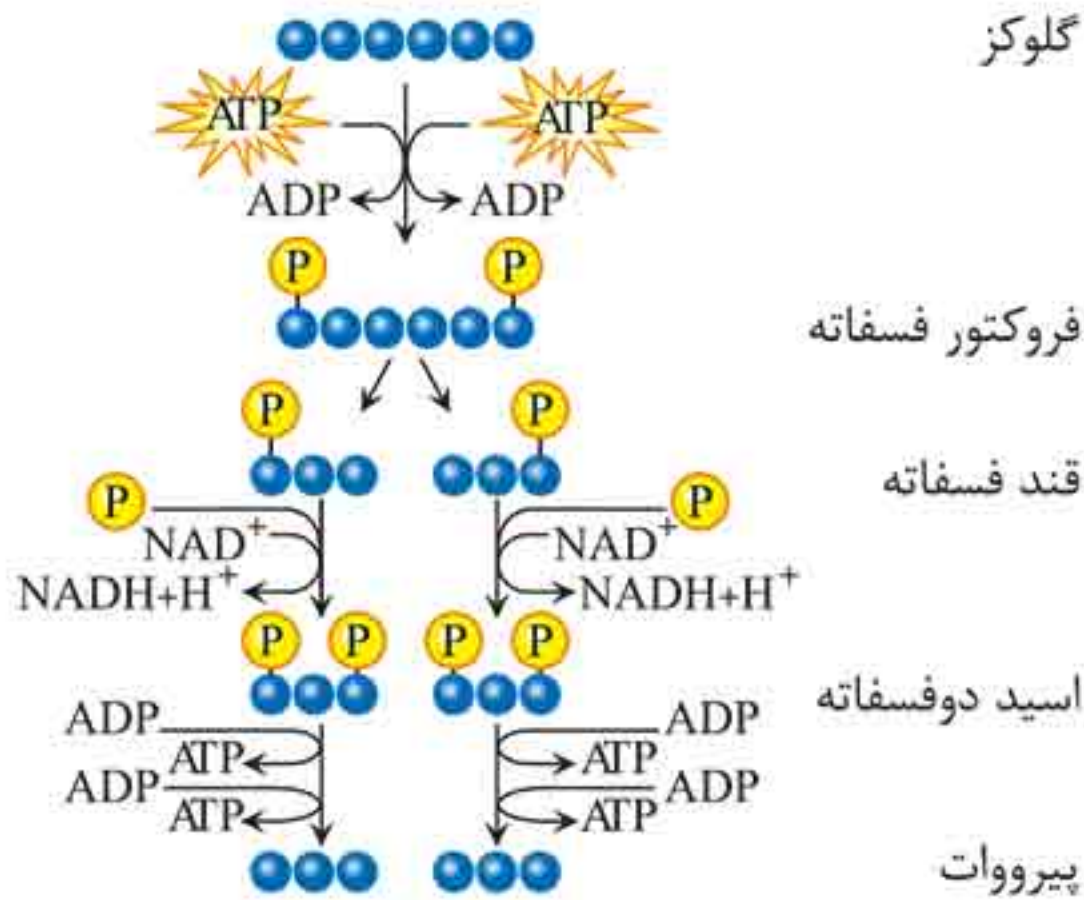


- راکیزه برای انجام نقش خود در تنفس یاخته‌اى به پروتئین‌هاى وابسته است که ژن‌هاى آن‌ها در هسته قرار دارند و به وسیله رناتن‌هاى سیتوپلاسمى ساخته مى‌شوند.

- میتوکندرى مکان انجام مراحلى از تنفس یاخته‌اى هوازى است. تنفس یاخته‌اى هوازى شامل چهار مرحله است؛ قند کافت (گلیکولیز)، اکسایش پیرووات، چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون. که از این بین به جز مرحله اول که در سیتوپلاسم و خارج از میتوکندرى رخ مى‌دهد، مابقی در بخش‌هاى مختلف میتوکندرى انجام مى‌گیرند. البته در یوکاریوت‌ها، نه در همه جانداران! چون پروکاریوت فاقد راکیزه، و اندامک‌هاى دیگر هستند.

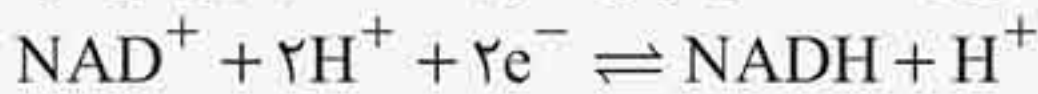
### تنفس یاخته‌اى هوازى

- 1 قند کافت (گلیکولیز): طی این مرحله، ابتدا از گلوکز و ATP، قند فروکتوز با دو فسفات ایجاد مى‌شود. (مرحله اول)
- سپس از تجزیه فروکتوز دوفسفاته دو قند سه کربنى تک‌فسفاته به وجود مى‌آید. (مرحله دوم)
- در ادامه هر یک از این قندها با گرفتن یک گروه فسفات به اسیدی سه کربنى دوفسفاته تبدیل مى‌شوند. (مرحله سوم)
- در آخر نیز هر یک از اسیدهاى سه کربنى دوفسفاته با از دست دادن فسفات‌هاى خود به پیرووات تبدیل مى‌شوند. (مرحله چهارم)



**نکات تکمیلی:** در مرحله اول دو مولکول ATP مصرف و در مرحله آخر چهار مولکول ATP تولید می شود، بنابراین بازده تولید ATP، دو مولکول است.

در مرحله سوم با گرفتن دو الکترون و دو پروتون به NADH (حامل الکترون) که شامل دو نوکلئوتید است، تبدیل می شود.



با گرفتن الکترون کاهش و NADH با از دست دادن الکترون اکسایش می یابد.

به ازای یک مولکول گلوکز در نهایت دو مولکول پیرووات حاصل می شود.

**۲** اکسایش پیرووات: این مرحله در یوکاریوت ها در راکیزه انجام می شود.

- پیرووات از طریق انتقال فعال وارد راکیزه می شود.
- پیرووات یک کربن دی اکسید از دست می دهد و به بنیان استیل تبدیل می شود.

• به دنبال از دست دادن  $\text{CO}_2$ ،  $\text{NAD}^+$  به NADH کاهش می یابد.



فصل دوم

# بافت شناسی



**بافت پیوندی**

این نوع بافت از سه قسمت تشکیل شده است:

- ۱ یاخته
- ۲ مادهٔ زمینه‌ای
- ۳ رشته‌های پروتئینی

**نکته:** رشته‌های پروتئینی شامل رشته‌های کلاژن، رشته‌های کشسان (ارتجاعی) و انواع دیگر هستند که در این بین کلاژن وظیفهٔ استحکام و رشته‌های کشسان وظیفهٔ انعطاف‌پذیری بافت‌های پیوندی را بر عهده دارند.

◀ میزان رشته‌های کلاژن در بافت‌های پیوندی محکم‌تر و مقاوم‌تر، بیشتر دیده می‌شود.

◀ میزان رشته‌های کشسان در بافت‌هایی که نیاز به انعطاف بیشتر دارند، مانند غضروف بیشتر است.

**وظایف**

- اتصال یاخته‌ها و بافت‌های مختلف به یکدیگر
- مؤثر در ایجاد و حفظ شکل بدن (مانند بافت استخوانی)

**نکته:** در انواع بافت پیوندی مقدار و نوع رشته‌ها و مادهٔ زمینه‌ای متفاوت است که منجر به ایجاد ویژگی‌های مختلف در انواع بافت پیوندی می‌شود.

**بد نیست بدانید:** بافت پیوندی را به دلیل قرار گرفتن بین بافت‌ها و اندامک‌های دیگر به نام بافت همبند نیز می‌خوانند.



### انواع بافت پیوندی

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| ۱ | بافت پیوندی سُست             |
| ۲ | بافت پیوندی متراکم (رشته‌ای) |
| ۳ | بافت غضروفی                  |
| ۴ | بافت خونی                    |
| ۵ | بافت چربی                    |
| ۶ | بافت استخوانی                |

#### ویژگی‌ها:

- واجد تعدادی یاخته
- حضور یاخته‌ها در یک مادهٔ زمینه‌ای
- فضای بین یاخته‌ای زیاد (نسبت به بافت پوششی)

**نکته:** مادهٔ زمینه‌ای بافت پیوندی توسط یاخته‌های آن ساخته می‌شود.

#### ◀ بافت پیوندی سست:

این نوع بافت، بافت‌های پوششی را به بافت‌های زیرین آن‌ها متصل می‌کند. همچنین اندام‌ها را در محل خود نگه می‌دارد. در بافت پیوندی سست فضای بین یاخته‌ای زیاد است.

#### ویژگی‌های مادهٔ زمینه‌ای در این نوع بافت:

- شفاف
- بی‌رنگ
- سست
- چسبنده

**نکته:** ▶ مادهٔ زمینه‌ای بافت پیوندی سست مخلوطی از انواع مولکول‌های درشت مانند گلیکوپروتئین‌ها است. (گلیکوپروتئین‌ها، پروتئین‌هایی هستند که مولکول‌های قندی به آن‌ها اضافه شده است).  
◀ قسمت عمدهٔ گلیکوپروتئین‌ها، بخش پروتئینی است.

#### ویژگی‌های بافت پیوندی سست:

- واجد تعداد یاخته‌های زیاد
- فضای بین یاخته‌ای زیاد
- انعطاف‌پذیر



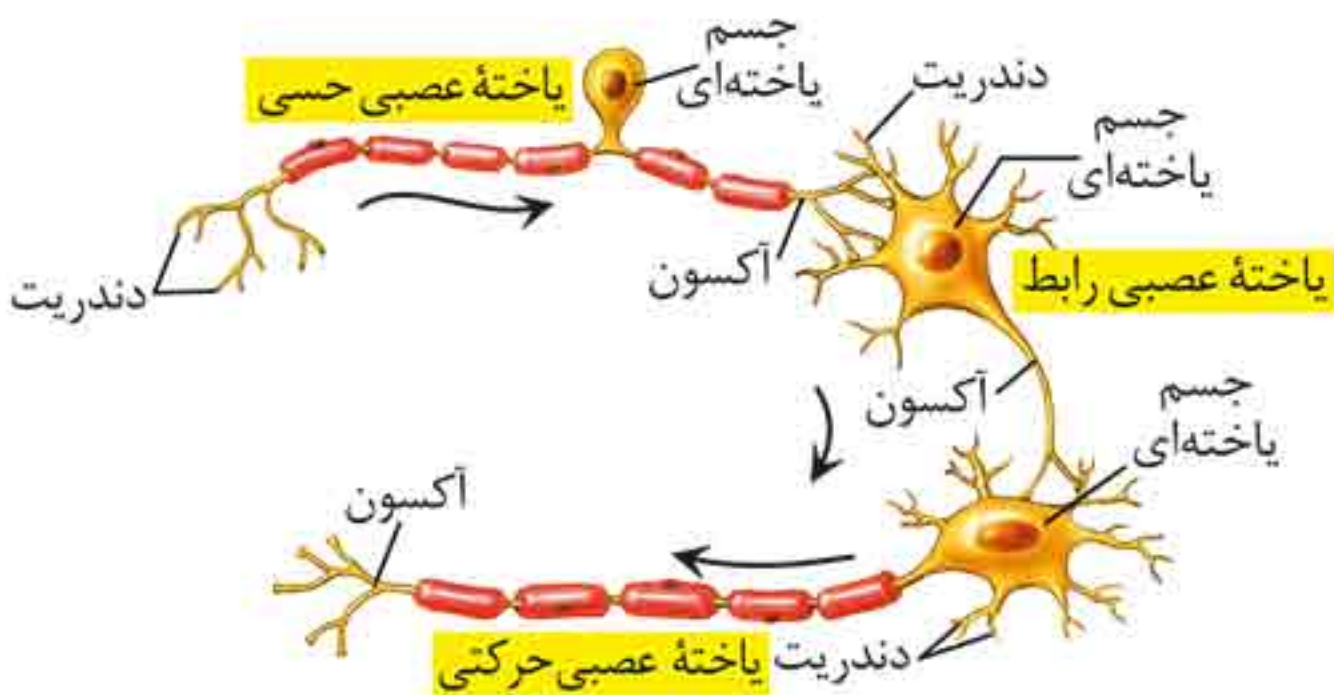
■ یاخته‌های ماهیچه صاف منشعب نیستند. (همانند ماهیچه‌های اسکلتی و برخلاف ماهیچه قلبی)

مقایسه انواع ماهیچه‌ها

نوع ماهیچه	شکل ظاهری	عملکرد	تعداد هسته	رنگ	مکان
اسکلتی	خطدار فاقد انشعاب	• ارادی • غیرارادی	چندین	قرمز	ماهیچه‌های متصل به اسکلت بدن
قلبی	خطدار واجد انشعاب	غیرارادی	یک یا دو	قرمز	قلب
صاف	دوکی	غیرارادی	یک	سفید	ماهیچه‌های اندام‌های داخلی بدن

## بافت عصبی

بافت عصبی در واقع از مجموعه‌ای از یاخته‌های عصبی یا نورون و یاخته‌های پشتیبان یا نوروگلیا تشکیل شده است. نورون‌ها دارای اشکال و اندازه‌های مختلفی هستند.





## الف نورون

هر نورون از سه قسمت تشکیل شده است که عبارت‌اند از:

- ۱ جسم یاخته‌ای
- ۲ آکسون یا آسه: هر دو کلمه به معنی محور است.
- ۳ دندریت یا دارینه: هر دو کلمه به معنی درخت و درختوار است.

**نکته:** پیام عصبی که نوعی جریان الکتریکی ضعیف است، از دندریت وارد نورون شده و از آکسون خارج می‌شود و به یاخته بعدی می‌رود. یاخته بعدی می‌تواند یک نورون دیگر، یاخته ماهیچه‌ای یا غده باشد. پیام عصبی نورون‌ها می‌تواند باعث انقباض عضلات ما شود.

### انواع نورون‌ها:

**حسی:** این نوع نورون‌ها پیام‌های حسی را از اندام‌ها (مثل چشم، زبان، گوش و...) به مراکز عصبی (مغز و نخاع) می‌برند.

**حرکتی:** این نوع نورون‌ها پیام‌های حرکتی را از مراکز اصلی عصبی (مغز و نخاع) به اندام‌ها می‌فرستند.

**رابط:** این نوع نورون‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کنند.

**نکته:** مهم‌ترین خاصیت بافت عصبی، تحریک‌پذیری، هدایت و انتقال جریان عصبی است.

همه یاخته‌های بافت عصبی (نورون‌ها و پشتیبان‌ها) دارای هسته هستند.

مراکز اصلی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) اطلاعات را از طریق عصب‌های حسی دریافت می‌کنند و از طریق عصب حرکتی به آن پاسخ می‌دهند.





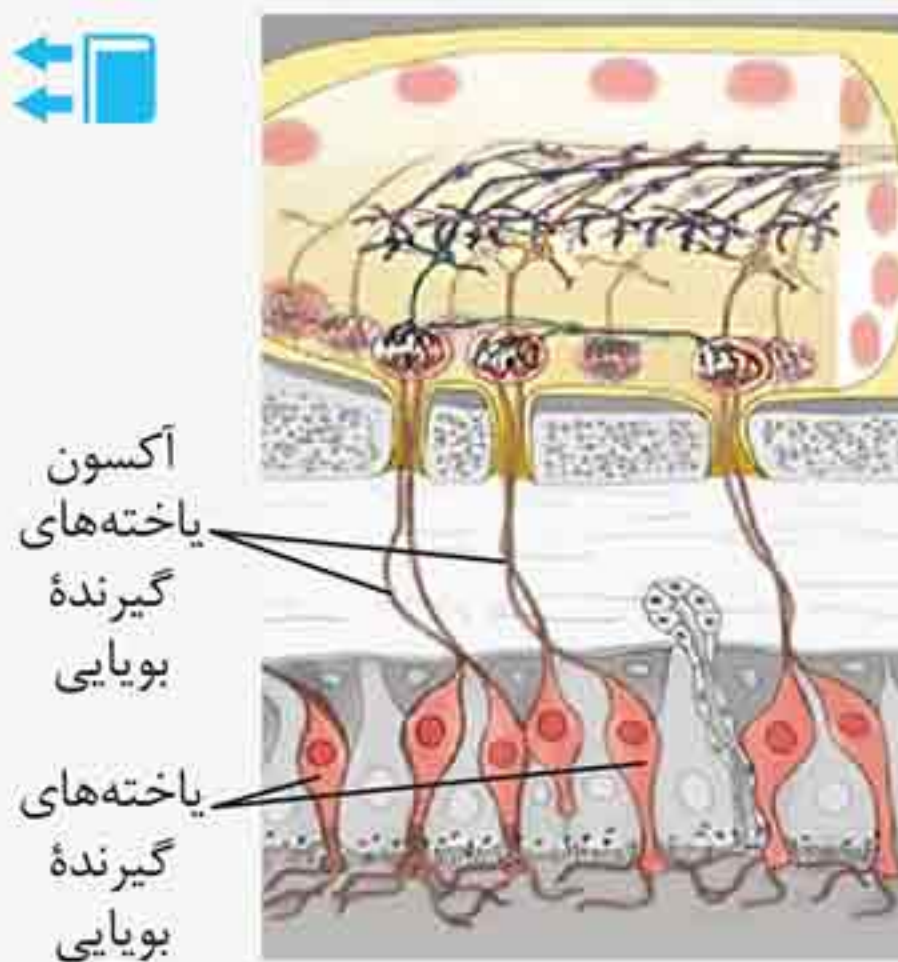
📣 **بد نیست بدانید:** بر اساس نقطه خروج زوائد سیتوپلاسمی (آکسون و دندریت) از جسم یاخته‌ای می‌توان نورون‌ها را به یک قطبی، دو قطبی و چند قطبی تقسیم کرد.

🌸 **نکات تکمیلی:** جسم یاخته‌ای در انواع مختلف نورون‌ها به شکل‌های متفاوتی دیده می‌شود.

◀ طول یک آکسون ممکن است کوتاه (نورون حسی البته نه همه!) یا بلند (نورون حرکتی و رابط) باشد.

◀ دندریت‌ها اصولاً کوتاه، ولی گاهی بلند هستند؛ به عنوان مثال در نورون‌های حسی دندریت نسبت به آکسون بلندتر است.

⚠ **توجه:** در گیرنده بویایی انسان که نوعی نورون حسی تمایز یافته بوده، دندریت نسبت به آکسون کوتاه‌تر است.



◀ هر نورون، می‌تواند دارای یک یا چند دندریت باشد، اما فقط می‌تواند یک آکسون داشته باشد.





فصل سوم

# بی مهرگان





- ◀ بعضی از بی مهرگان مثل حلزون‌ها و صدف‌ها، یک صدف دارند که می‌تواند از جنس آهک باشد.
- ◀ لاک پشت نوعی مهره‌دار است و لاک آن اسکلت بیرونی محسوب نمی‌شود.

### ۷ سیستم ایمنی

بی مهرگان فقط سیستم دفاع غیر اختصاصی دارند.

### ۸ سیستم تولیدمثل

بی مهرگان دارای تولیدمثل جنسی و غیرجنسی هستند.

### ◀ نحوه لقاح:

**الف** لقاح خارجی: در بی مهرگان آبزی لقاح خارجی دیده می‌شود.

**ب** لقاح داخلی: در بی مهرگان خشکی زی و بعضی از آبزیان مثل سخت‌پوستان لقاح داخلی دیده می‌شود.

### **پ** نرماده (هرما فرودیت):



- در این جانوران، یک فرد هر دو نوع دستگاه تولیدمثلی نر و ماده را دارد.
- در کرم‌های پهن مثل کرم کبد، هر فرد تخمک‌های خود را بارور می‌کند.

• در کرم‌های حلقوی، مثل کرم خاکی، لقاح دو طرفی انجام می‌شود؛ یعنی وقتی دو کرم خاکی در کنار هم قرار می‌گیرند، اسپرم‌های هر کدام تخمک‌های دیگری را بارور می‌سازد.

### رفتار

رفتار واکنش یا مجموعه‌ای از واکنش‌هایی است که در جانوران در پاسخ به محرک یا محرک‌هایی دیده می‌شود.





### ◀ انواع رفتار در جانداران:

- غریزی (ارثی)
  - سازگار کننده
  - مهاجرت
  - رفتار دگرخواهی
  - اکتسابی (یادگیری)
  - تعیین قلمرو
  - خواب زمستانی و رکود تابستانی
- مبحث رفتار جانوران در فصل بعد (مهره‌داران) به طور کامل بیان شده است.

### ◀ اسفنج‌ها

- همه جانوران زندگی را از یک یاخته آغاز می‌کنند و برخی از سطح بافت نیز بالاتر نمی‌روند. سازماندهی اسفنج‌ها فقط در حد یاخته بوده و بافت‌های معینی تشکیل نمی‌دهند.
- اسفنج‌ها یوکاریوت (هوهسته‌ای)، پریاخته‌ای و آبزی هستند و جزء ساده‌ترین جانوران محسوب می‌شوند.
- دیواره یاخته‌ای در یاخته‌های سازنده اسکلت اسفنج‌ها از جنس کلسیم یا سیلیس است. اسفنج‌ها شکل و رنگ متنوعی دارند.



### سه ویژگی مهم اسفنج‌ها

- ۱ وسیله حرکتی ندارند.
- ۲ در جای خود ثابت هستند.
- ۳ اسفنج‌ها ۳ شکل یا فرم بدنی دارند.

### سیستم گوارش

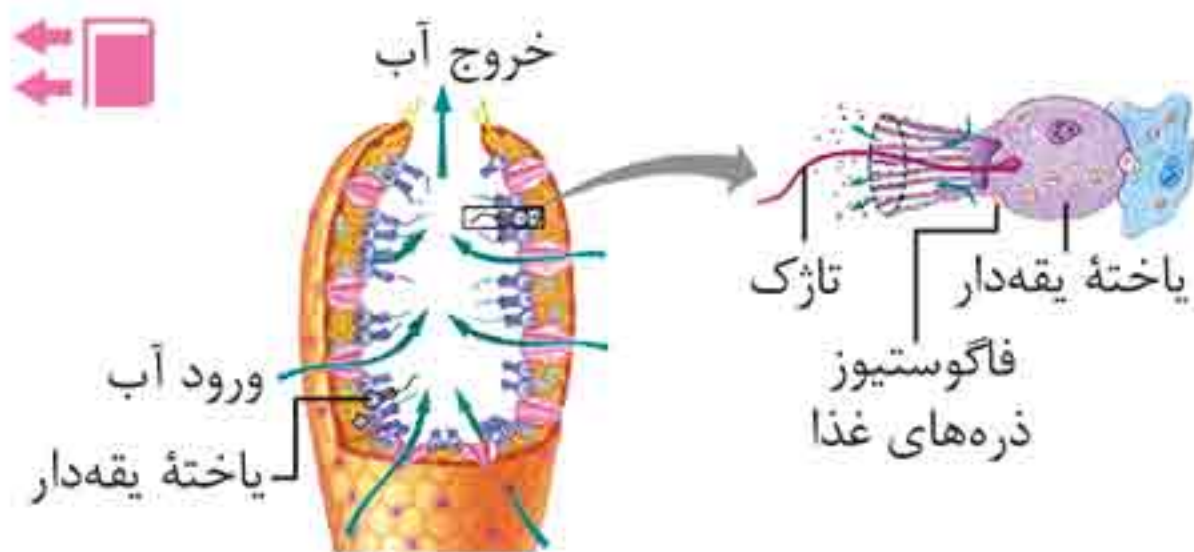
یاخته‌هایی دارد که فاگوسیتوز کرده و ذرات غذایی را جذب می‌کنند.

- ❖ **نکات تکمیلی:** اسفنج‌ها هیچ دستگاهی در بدن خود ندارند.
- ❖ اسفنج‌ها در بدن خود سوراخ‌های کوچکی دارند که مسیری برای ورود آب به بدن است.
- ❖ در قسمت بالایی پیکر اسفنج‌ها یک سوراخ بزرگ وجود دارد که محل خروج آب از بدن است.
- ❖ یاخته‌های تاژک‌دار موجود در اسفنج‌ها در حرکت آب داخل بدن نقش دارند. این نوع یاخته‌ها ذرات غذایی موجود در آب را از طریق آندوسیتوز دریافت کرده و با تشکیل واکوئول غذایی - گوارشی (واکوئول غذایی + لیزوزوم) گوارش می‌دهند.
- ❖ اسفنج‌ها فقط گوارش درون‌یاخته‌ای دارند؛ در نتیجه نمی‌توانند غذایی را که بزرگ‌تر از یاخته‌هایشان است؛ هضم کنند.

### سیستم گردش مواد

سیستم انتقال ویژه‌ای به نام دستگاه گردش آب دارند. آب از طریق سوراخ‌های کوچک دیواره به حفره یا حفره‌های بدن اسفنج وارد می‌شود، سپس از طریق سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تر از بدن خارج می‌شود.

**نکات تصویری:** گردش آب در بدن نوعی اسفنج





### سیستم دفع مواد زائد:

• حشرات مانند ملخ، سامانه دفعی متصل به روده به نام لوله‌های مالپیگی دارند. این لوله‌ها، در ابتدای روده و در محل اتصال معده به روده قرار دارند. اوریک‌اسید (نوعی ماده دفعی نیتروژن‌دار)، آب و یون‌ها (مثل پتاسیم و کلر)، از طریق لوله‌های مالپیگی وارد روده شده، در راست‌روده، آب و یون‌ها جذب می‌شوند و نهایتاً، اوریک‌اسید همراه با مدفوع از بدن دفع می‌شود.

**نکته ترکیبی:** در ماهیان غضروفی (مثل کوسه‌ها و سفره‌ماهی‌ها)، غده‌هایی به نام غدد راست‌روده‌ای به راست‌روده متصل هستند که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند. تولید و ترشح این محلول نمکی غلیظ، به منظور دفع یون‌های اضافی از محیط داخلی بدن صورت می‌گیرد.

• مواد زائد نیتروژن‌دار در جانوران به ۳ حالت دفع می‌شود: آمونیاک، اوره و اوریک‌اسید.

• از نظر سمیت: آمونیاک < اوره < اوریک‌اسید

به همین دلیل آمونیاک و اوره برای دفع به آب زیادی احتیاج دارند تا ماده سمی در آب حل شود که البته آمونیاک قطعاً به آب بیشتری احتیاج دارد. حشرات اوریک‌اسید دفع می‌کنند.

• اوریک‌اسید شکلی از آمونیاک است که میزان سمیت آن کم‌تر است و به آب کم‌تری برای دفع احتیاج دارد.

(دقت کردین تا حالا که هر بی‌مهره‌ای رو که گفتیم آمونیاک دفع می‌کنه، آبی بوده یعنی کلی آب دور و برش هست، پس راحت آمونیاک دفع می‌شه).

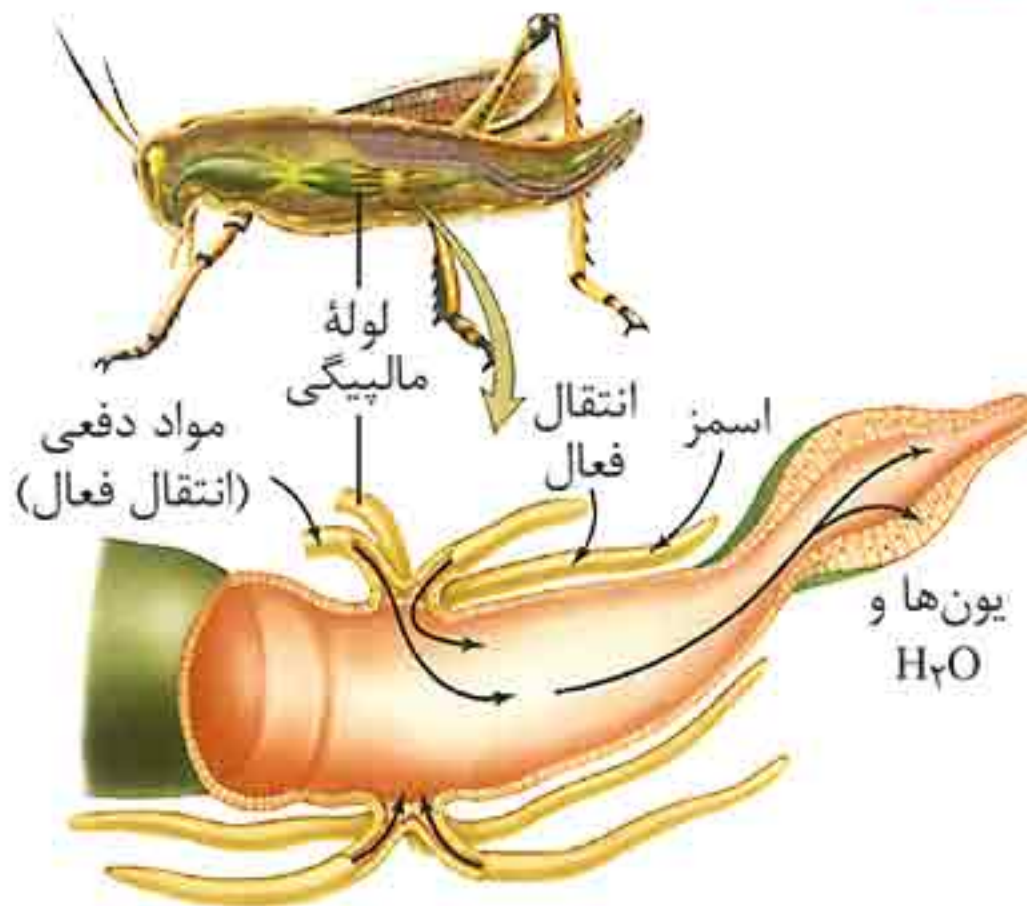
مراحل دفع مواد زائد در لوله‌های مالپیگی:

• مرحله ۱: یون‌های پتاسیم ( $K^+$ ) و کلر ( $Cl^-$ ) از طریق ترشح (انتقال فعال) از همولنف وارد لوله‌های مالپیگی می‌شود.





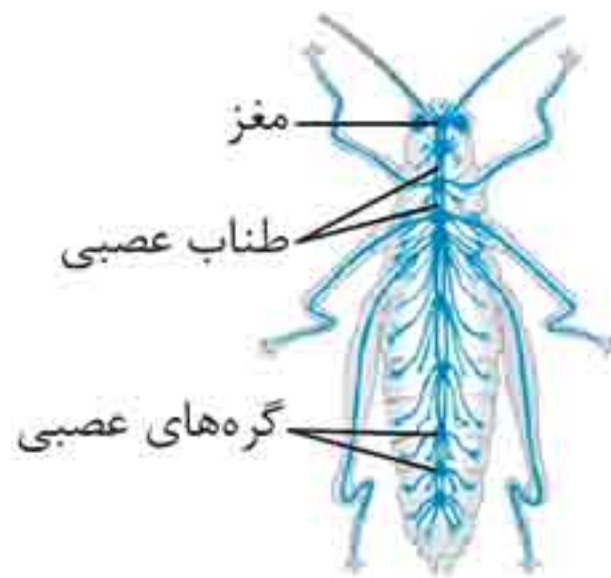
- مرحله ۲: با افزایش یون‌های درون لوله مالپیگی، فشار اسمزی درون لوله‌ها افزایش می‌یابد و آب از طریق اسمز وارد لوله مالپیگی می‌شود.
  - مرحله ۳: با ترشح (انتقال فعال) بلورهای اوریک‌اسید (نیمه جامد هستند) وارد لوله مالپیگی می‌شود.
  - مرحله ۴: ترکیب درون لوله مالپیگی وارد روده می‌شود. آب اضافه و یون‌ها در روده باز جذب می‌شوند و اوریک‌اسید همراه مدفوع از مخرج دفع می‌شود.
- نکات تصویری:** لوله‌های مالپیگی



- فقط یکی از دو انتهای هر لوله مالپیگی بسته است.
- اندازه لوله‌های مالپیگی نسبت به یکدیگر متفاوت است.
- نحوه قرارگیری لوله‌های مالپیگی بر روی لوله گوارشی ظاهری شبیه کیسه‌های معده ایجاد می‌کند.
- ◀ **سیستم عصبی:** مغز حشرات از چند گره (گانگلیون) به هم جوش خورده تشکیل شده است.
- یک طناب عصبی شکمی دارند که روی آن، در هر بند از بدن یک گره عصبی (گانگلیون) وجود دارد (جسم یاخته‌ای نورون‌ها در گره قرار دارد که حرکات همان بند را کنترل می‌کند).



سیستم عصبی محیطی: اعصابی که از مغز و طناب عصبی به اطراف بدن پراکنده شده‌اند.

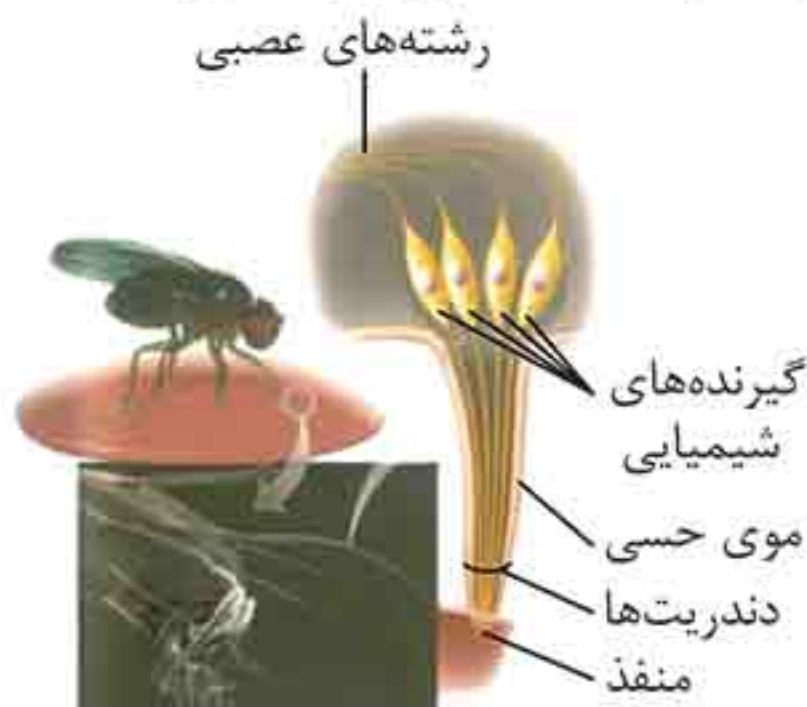


#### ◀ حواس:

#### ۱ گیرنده شیمیایی در پا: در مگس وجود دارد.

در موهای حسی روی پاهای مگس گیرنده‌های شیمیایی وجود دارد که انواع مولکول را تشخیص می‌دهند. گیرنده‌های شیمیایی پای مگس نورون‌های حسی هستند که دندریتهای آن در موهای حسی پا قرار دارد. در انتهای موی حسی منفذی وجود دارد که نوک دندریتهای آن قرار دارد و با انواع مولکول‌ها تماس پیدا کرده، تحریک می‌شود و پتانسیل عمل ایجاد می‌کند.

#### 📌 نکات تصویری: گیرنده شیمیایی در مگس







## مقایسهٔ انواع بی‌مهرگان

سیستم تولیدمثل	سیستم عصبی	سیستم دفع مواد زائد	سیستم تنفس	سیستم گردش مواد	سیستم گوارش	سیستم گوارش	
ندارند	ندارند	دستگاه گردش آب دارند.	ندارند	یاخته‌های یقه‌دار دارند.	یاخته‌های فاگوسیتوزکننده دارند.	اسفنج	
دو جنسی‌اند.	شبکهٔ عصبی دارند.	ندارند	ندارند	حفرةٔ گوارشی دارند.	حفرةٔ گوارشی دارند.	کیسه‌تنان (هیدر)	
هرمافرودیت است.	هرمافرودیت است.	سیستم پروتوفریدی دارند.	تنفس پوستی	ندارد	حفرةٔ گوارشی دارند.	کرم پهن پلاناریا	
هرمافرودیت است.	مغزو ۲ طناب عصبی دارد.	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	کرم کدو	



پیوست ۱

# تشریح نامه





## تشریح قلب گوسفند

### تشریح قلب گوسفند

قلب گوسفند از نظر نوع و تعداد دریچه‌ها و رگ‌ها خیلی شبیه قلب انسان است.

**نکات تکمیلی:** بافت چربی و رگ‌ها، نسبت به سایر بخش‌های قلب رنگ روشن‌تری دارند.

◀ سرخرگ‌ها به دلیل دیواره‌ی واجد بافت ماهیچه‌ای ضخیم و ارتجاعی نسبت به سیاهرگ‌ها در برش عرضی، حالت محکم‌تری دارند و لبه‌های آن روی هم نمی‌خوابند. (سیاهرگ‌ها شل تر هستند).

◀ طناب‌های ارتجاعی در بطن‌ها به دریچه‌های دولختی و سه‌لختی متصل‌اند.

◀ اگر سرخرگ‌ها را با انگشت فشار دهیم و رها کنیم، دوباره به حالت اول برمی‌گردند، ولی دیواره‌ی سیاهرگ‌ها روی هم می‌خوابند.

### مقایسه‌ی سطح پشتی و شکمی قلب

وضعیت رگ‌های کرونر	رگ‌ها	حالت	سطح
عمودی	اغلب سرخرگ	برآمده (محدب)	پشتی
مورب	اغلب سیاهرگ	صاف (تخت)	شکمی





پیوست ۲

# جانورنامہ







### طوطی

- جانوری مهره‌دار، هتروتروف، یوکاریوت، پریاخته‌ای و از رده پرنده‌گان است.
- نوعی طوطی از خاک رس تغذیه می‌کند. (رفتار غذایی بهینه)



### عروس دریایی

- جانوری بی‌مهره، یوکاریوت، پریاخته‌ای و آبزی است.
- این جانور در شاخه کیسه‌تنان (مرجانیان)

طبقه بندی می‌شود عروس دریایی ساده‌ترین دستگاه گوارش مواد را در بین جانوران دارد. (یک کیسه گوارشی دارد).



### عنکبوت

- جانوری بی‌مهره، هتروتروف، یوکاریوت، پریاخته‌ای، از شاخه بندپایان، شکارچی و گوشت‌خوار است.

جالبه بدونین مویرگ‌های خونی مثل تارهای عنکبوت، کیسه‌های حبایکی شش‌های انسان را احاطه می‌کنن.



### غاز

- جانوری مهره‌دار، هتروتروف، یوکاریوت، پریاخته‌ای و از رده پرنده‌گان است.
- جوجه غازها پس از بیرون آمدن از تخم به دنبال اولین شی متحرکی که می‌بینند، راه می‌افتند و رفتار نقش‌پذیری دارند.





### قو



- جانوری مهره‌دار، هتروتروف، یوکاریوت، پریاخته‌ای و از رده پرنده‌گان است.
- قوها در رفتار قلمروخواهی به جانور مزاحم حمله می‌کنند.

### قورباغه



- جانوری مهره‌دار، هتروتروف، یوکاریوت، پریاخته‌ای و از رده دوزیستان است.
- نوزاد قورباغه آبزی و گیاه‌خوار است.
- قورباغه بالغ، حشره‌خوار است.

### کاکایی



- جانوری مهره‌دار، هتروتروف، یوکاریوت، پریاخته‌ای و از رده پرنده‌گان است.
- جوجه کاکایی برای دریافت غذا به

منقار پرنده والد نوک می‌زند (نوعی رفتار غریزی).

- رفتار غریزی جوجه کاکایی قابل تغییر و اصلاح است (یادگیری).
- پرنده کاکایی رفتارهای سازگارکننده دارد. (خارج کردن پوسته‌های تخم از لانه)

### کانگورو



- جانوری مهره‌دار، هتروتروف، یوکاریوت، پریاخته‌ای و از رده پستانداران است.

- از پستانداران کیسه‌دار است.
- جنین آن نارس متولد می‌شود.



**۸. اجتماع (Community):** به مجموعه جانداران گونه‌های مختلف



می‌گویند که با یکدیگر در حال تعامل (ارتباط) بوده و در یک مکان ویژه (مانند علفزار) زندگی می‌کنند مانند اجتماع گیاه سبز، موش، خرگوش، مار، شاهین و ...

**۹. بوم‌سازگان (Ecosystem):** به مجموعه موجودات زنده و عوامل

غیرزنده (خاک، آب، سنگ، اکسیژن و ...) یک محیط زیست مشخص می‌گویند که با یکدیگر در حال تعامل و ارتباط‌اند.



**۱۰. زیست‌بوم [بیوم] (Biome):** مجموعه

چندین بوم‌سازگان و چند اجتماع، یک بیوم یا زیست‌بوم را تشکیل می‌دهند.

**۱۱. جزءنگری:** به شناسایی ساختارها و فرایندهای زنده و نیز بررسی

بخش‌های مختلف بدن به‌طور جداگانه، جزءنگری زیست‌شناسان می‌گویند.

**۱۲. کل‌نگری:** بررسی جانداران به‌صورت کلی و توجه بیشتر به برهم‌کنش و

ارتباط میان اجزای بدن جانداران را کل‌نگری می‌گویند. به عبارت دیگر، به کشف ارتباط‌های درهم‌آمیخته درون سامانه‌های زنده و مشاهده آن‌ها در تصویری بزرگ‌تر و کامل‌تر، کل‌نگری می‌گویند. در کل‌نگری، هنگام بررسی یک موجود زنده، به همه عوامل زنده و غیرزنده مؤثر بر حیاتش توجه می‌شود.

**۱۳. نفوذپذیری انتخابی [تراوایی نسبی] (Selective Permeability):**

به ویژگی یا خاصیتی می‌گویند که فقط برخی از مولکول‌ها و یون‌ها می‌توانند از غشای یاخته یا غشای نازک عبور کنند.



**۱۴. فسفولیپید (Phospholipid):** نوعی مولکول

لیپیدی که از دو قسمت سر آبدوست و دم آب‌گریز ساخته می‌شود و به همراه کلسترول، بخش لیپیدی غشای دولایه‌ای یاخته را تشکیل می‌دهد.



**۸۱. گردش خون ساده ماهی:** خون تمام بدن ماهی از راه سیاهرگ شکمی ابتدا به دهلیز و سپس به بطن وارد می‌شود. انقباض بطن، خون را از راه سرخرگ شکمی به آبشش‌ها می‌فرستد. پس از تبادل گازهای تنفسی، خون از طریق سرخرگ پشتی به تمام بدن می‌رود و پس از تبادل مویرگی با یاخته‌های بدن، وارد سیاهرگ شکمی شده و به قلب بر می‌گردد.

**۸۲. گردش خون بسته مضاعف:** در تمام مهره‌داران (به جز ماهی و نوزاد دوزیستان) دیده می‌شود. در این نوع سامانه گردش، خون ضمن یک‌بار گردش در بدن، دو بار از قلب عبور می‌کند (مضاعف = دو چندان، دو مرتبه). بنابراین قلب به صورت دو تلمبه عمل می‌کند. یک تلمبه با فشار کم‌تر برای تبادلات گازی و تلمبه دوم با فشار بیشتر برای گردش عمومی، فعالیت می‌کند.

**۸۳. گردش خون مضاعف در دوزیستان:** دوزیستان، قلب سه‌حفره‌ای با دو دهلیز و یک بطن دارند که بطن، خون را یک بار به شش‌ها و پوست (البته بیشتر در پوست!) و سپس به سایر نقاط بدن تلمبه می‌کند.

**۸۴. سامانه گردش خون مضاعف در پرندگان و پستانداران:**

جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مانند کرم‌کودیل‌ها وجود دارد که این حالت، حفظ فشار در سامانه گردش خون مضاعف را آسان می‌کند. در نتیجه، وجود فشار خون بالا، برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها در چنین جانورانی با نیاز به انرژی بیشتر، اهمیت دارد.

**۸۵. نفریدی (Nephridia):** نوعی سامانه دفعی که می‌توان در بی‌مهرگان یافت. نفریدی، لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز می‌شود و دو نوع است: پروتونفریدی و متانفریدی





### ۸۶. سامانه دفعی پروتونفریدی (Protonephridia):

شبکه‌ای از کانال‌ها است که از طریق منافذ دفعی به بیرون بدن راه می‌یابند و کار اصلی آن‌ها دفع آب اضافی است. سامانه دفعی در پلاناریا از نوع پروتونفریدی است.



### ۸۷. یاخته‌های شعله‌ای (Flame Bulb): این یاخته‌ها در طول کانال‌های

پروتونفریدی قرار دارند. مایعات بدن از فضای بین یاخته‌های به یاخته‌های شعله‌ای وارد می‌شوند و ضربان مژه‌های این یاخته (که ظاهری شبیه شعله شمع دارد)، مایعات را به کانال‌های دفعی هدایت و از منفذ دفعی خارج می‌کند.

### ۸۸. سامانه دفعی متانفریدی (Metanephridia): نوع پیشرفته‌تری

از سامانه دفعی که می‌توان در بی‌مهرگان یافت، متانفریدی لوله‌ای است که در جلو، قیف مژک‌دار و در نزدیک انتها، دارای مثانه است که به منفذ ادراری در خارج از بدن ختم می‌شود. دهانه این قیف به‌طور مستقیم با مایعات بدن ارتباط دارد. بیشتر کرم‌های حلقوی (مانند کرم خاکی) و نرم‌تنان این سامانه را دارند.



### ۸۹. غدد شاخکی (Green Glands): برخی از

سخت‌پوستان (مانند میگوها و خرچنگ‌ها) غدد شاخکی دارند که مایعات دفعی از حفره عمومی بدن به این غده تراوش و از منفذ دفعی نزدیک شاخک دفع می‌شوند.

### ۹۰. لوله‌های مالپیگی (Malpighian Tubules): نوعی سامانه دفعی که متصل

به روده است و در حشرات دیده می‌شود. یون‌های پتاسیم و کلر از همولنف به لوله‌های مالپیگی ترشح و در پی آن آب از طریق اسمز وارد این لوله‌ها می‌شود.