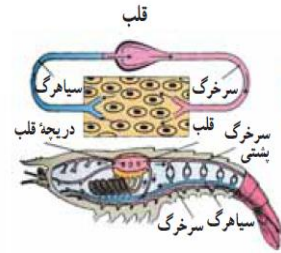


* **کیسه تنان** (هیدر ، شقایق دریایی و عروس دریایی) بدن دو یا سه لایه سلولی دارند که همه سلول ها بطور مستقل تبادل مواد با محیط دارند. کیسه تنان خون ندارند ولی ساده ترین گردش مواد را در عروس دریایی می توان دید.

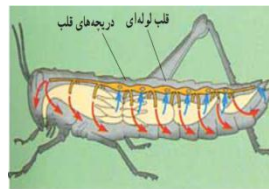
* **در عروس دریایی** لوله های شعاعی و دایره ای دارای سلول های مزه دار هستند ، آب از راه دهان وارد کیسه و بعد لوله ها می شود و سپس از دهان هم خارج می شود. این سلول ها در تماس مستقیم با غذا هستند.

* **گردش خون باز** ، شبکه مویرگی کامل وجود ندارد و خون از رگ ها خارج و در ترکیب با لنف و مایع میان بافتی **همولنف** را می سازد مثل حشرات ، عنکبوتیان و خرچنگ دراز. **گردش خون بسته** در مهره داران و برخی بی مهرگان مثل کرم خاکی وجود دارد.

* **گردش خون در خرچنگ دراز:**

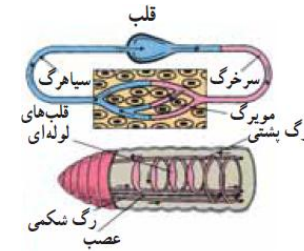


در این جانور قلب در ریچه دار، خون روشن را دریافت و وارد چندین سرخرگ می کند. خون از سرخرگها خارج می شود ، همولنف توسط سیاهرگ شکمی جمع آوری می شود و به سطح تنفس می رود.



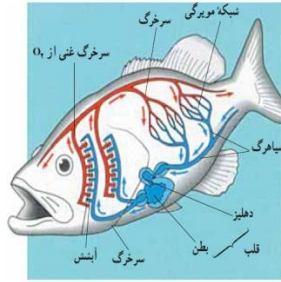
* **گردش خون ملخ:** منافذ قلب لوله ای هنگام استراحت باز هستند تا همولنف مستقیماً وارد قلب شود ولی هنگام انقباض قلب در ریچه ها بسته می شوند تا خون از طریق سرخرگ های کوتاه خارج شوند. برای رسیدن خون از سر به بخش های عقبی ، ماهیچه ها منقبض می شوند.

* **گردش خون کرم خاکی:** کرم خاکی دارای قلب های لوله ای است که



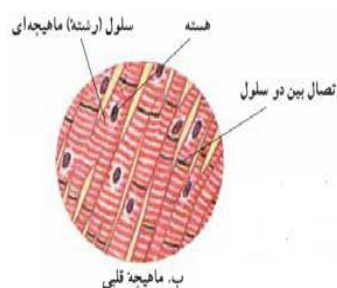
یک رگ پشتی (سیاهرگ) ، خون تیره را وارد آن می کند ، دو رگ شکمی (سرخرگ) خون را از سر به قسمت عقبی بدن می برند ،عصب این جانور در سطح شکمی قرار دارد.

* **گردش خون ماهی:** از نوع ساده است ،خون تیره اندام ها توسط یک سیاهرگ شکمی وارد قلب دو حفره ای شده و از راه یک سرخرگ شکمی به آبشش می رود، پس از O_2 گیری از طریق یک سرخرگ پشتی به اندام فرستاده می شود.



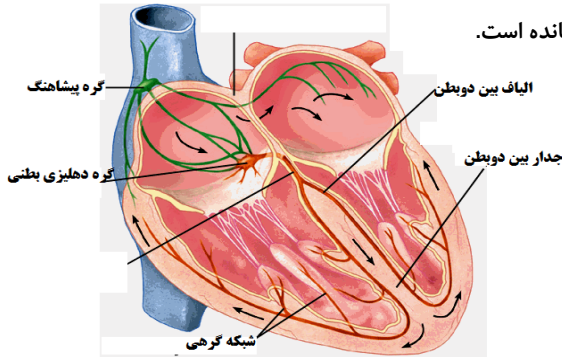
* **گردش خون مضاعف:** این نوع گردش خون در مهره داران دارای شش دیده می شود ، قلب خزندگان ، پرندگان و پستانداران از چهار حفره ساخته شده است ، سمت راست قلب خون را به شش ها می فرستد (گردش کوچک یا ششی) ، و سمت چپ قلب خون را به سایر اندام ها پمپ می کند(گردش بزرگ). حرکت خون در هر دو مسیر بصورت زیر است:

"**دهلیز راست ، دریچه سه لختی ، بطن راست ، دریچه سینی ، سرخرگ ششی ، سرخرگ کوچک ، مویرگ ششی ، سیاهرگ کوچک، سیاهرگ ششی ، دهلیز چپ ، دریچه میترا، بطن چپ ، دریچه سینی ، آئورت ، سرخرگ کوچک ، مویرگ اندام ، سیاهرگ کوچک ، بزرگ سیاهرگ ها**"
 * **قلب انسان:** ۸ رگ خونی به آن متصل است ، ۴ سیاهرگ ششی به دهلیز چپ و ۲ بزرگ سیاهرگ به دهلیز راست خون وارد می کنند ، یک سرخرگ آئورت از بطن چپ و یک سرخرگ ششی دوشاخه از بطن راست خون خارج می کنند. قلب از سه لایه تشکیل شده :
الف) لایه خارجی یا پریکارد (آبشامه): لایه پیوندی بوده و بین دولایه آن مایع وجود دارد.
ب) لایه داخلی یا اندوکارد: پوشاننده حفره های دهلیزها و بطن هاست.



۱-میوکارد معمولی دارای تارهای ماهیچه ای منشعب و به هم متصل اند که تحریک یک تار از طریق این اتصالات به سهولت قابل انتقال به سایر تارها می باشد ، بین میوکارد دهلیز و بطن یک **بافت پیوندی عایق** وجود

دارد لذا این دو میوکارد هر کدام بطور جداگانه به انقباض در می آیند.
۲-بافت گرهی: یک نوع بافت ماهیچه ای است ، هنگام بوجود آمدن قلب در دوره جنینی همه تارها قدرت انقباض ذاتی داشته اند ولی با تمایز تارها و افزایش قدرت انقباض آن ها ، این خاصیت فقط در بافت گرهی(هادی) باقی مانده است.



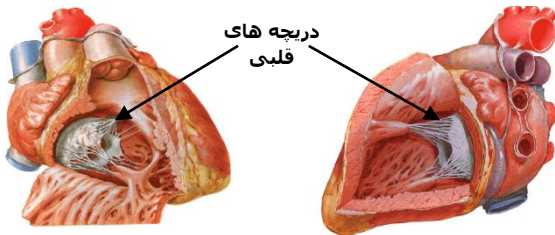
* **گره سینوسی -دهلیزی(پیشاهنگ):** این گره در دیواره پشتی دهلیز راست در زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد و تحریکات آن از طریق چند رشته از جنس بافت گرهی به گره دوم می رسد.

* **گره دهلیزی -بطنی:** این گره کوچکتر از گره اول است و در بین دهلیز و بطن ولی متمایل به دهلیز راست است (کنار دریچه سه لختی)، تحریکات این گره به الیاف بین دو بطن ارسال و از آنجا به نوک بطن هدایت و سپس به شبکه گرهی دیواره میوکارد بطن ها می رسد.

* **سرعت انتشار تحریک** در گره دوم و الیاف بین دو بطن کم ولی در شبکه گرهی زیاد است تا همه تارها هم زمان منقبض شوند.

* قلب ماهیچه ی خودکار است و اعصاب قلب می توانند این انقباض ها را تند(سمپاتیک) یا کند(پاراسمپاتیک) کنند.

* **دریچه های قلبی:** فاقد بافت ماهیچه ای اند و از طریق رشته های پیوندی به برخی برجستگی ها ماهیچه ای دیواره بطن متصل اند:

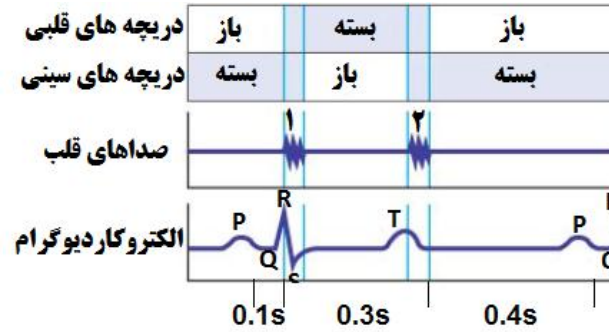


*گردش خون در رگ ها

ویژگی	ساختار	رگ
فشار خون و سرعت خون در آن بالاست، ۳۰ Cml تا ۴۰ بر ثانیه	مثل سایر رگ ها دارای لایه خارجی پیوندی ، لایه میانی ماهیچه ی و لایه داخلی از نوع بافت پوششی سنگفرشی ساده است.	آئورت
بیش ترین نقش را در تنظیم خون رسانی به بافت ها دارد.	دیواره ی آن دارای ماهیچه های صاف حلقوی فراوان است که به گرما، O ₂ و CO ₂ حساس اند ،	سرخرگ کوچک
در مویرگ های مغزی نفوذپذیری کم تر از سایر نقاط است(سد خونی-مغزی).	دیواره ی آن از یک ردیف سلول تشکیل شده که در اغلب بافت ها نفوذپذیری فراوانی دارد ، لایه خارجی آن پلی ساکاریدی است.	مویرگ
بیش ترین خون را در خود جای می دهد.	دیواره آن نازکتر از سرخرگ است ولی قطر آن بیش تر و مقاومت کم است.	سیاهرگ

دریچه های قلبی باز می شوند. این دوره بین موج R و پایان موج T واقع است.

* **کاردیوگرافی:** ثبت حرکات مکانیکی و تغییرات فشار درون حفره های قلب را کاردیوگرافی و منحنی ثبت شده را کاردیوگرام گویند. ولی نوار قلب همان الکتروکاردیوگرام است.



* در یک دوره ی قلبی ، دو صدای اصلی (شماره های ۱ و ۲ روی الکتروکاردیوگرام) به گوش می رسد ، صدای اول ، بم تر و طولانی تر بوده و مربوط به بسته شدن دریچه های قلبی است ولی صدای دوم کوتاهتر و مربوط به بسته شدن دریچه های سینی است. اگر در جدار بین دهلیزها و یا بطن ها مشکلی باشد ، صدای غیر طبیعی و ممتد از قلب شنیده می شود.

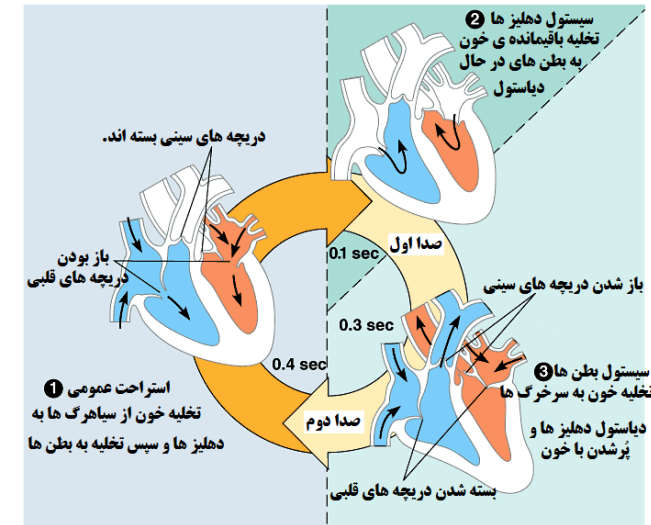
در اثر **بزرگ شدن قلب** که به علت فشار خون مزمن یا تنگی دریچه ها است ، ارتفاع QRS زیاد می شود، در اثر **انفارکتوس** و نرسیدن خون به میوکارد ارتفاع QRS کم می شود، اگر تحریکات گره اول دیر به گره دوم برسد ، فاصله P تا Q زیاد می شود.

* **حجم ضربه ای:** مقدار خونی که در هر ضربان از هر بطن خارج می شود:

$$70 = 50 - (\text{حجم پایانی سیستولی بطن}) - 120 (\text{حجم پایانی دیاستول بطن})$$

* **برون ده قلب:** حجم ضربه ای × تعداد زنش های قلب در دقیقه

* **دریچه های رگ ها:** در ابتدای سرخرگ ها دریچه های سینی و در اغلب سیاهرگ های اندام های پائینتر از قلب نیز دریچه لانه کبوتری وجود دارد. باز و بسته شدن دریچه های قلبی و رگ ها فقط با حرکت خون است.



۱) دوره ی ۰/۴ ثانیه (استراحت عمومی):

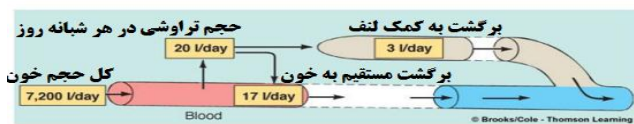
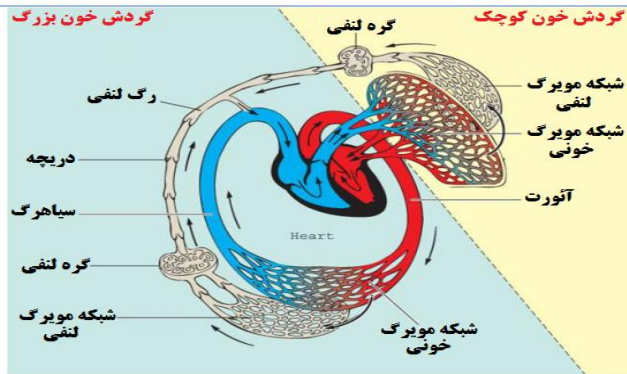
دهلیزها و بطن ها در حال استراحت هستند ، خونی که از سیاهرگ ها به درون دهلیزها می ریزند به دلیل **باز بودن دریچه های سه لختی و میترا** ، به درون بطن ها تخلیه می شوند. به دلیل **بسته بودن دریچه های سینی** ، خون نمی تواند از بطن ها خارج و وارد سرخرگ ها شوند. در انتهای این دوره گره پیشاهنگ تحریک و موج P در الکتروکاردیوگرام رسم می شود.

۲) دوره ی ۰/۱ ثانیه (سیستول دهلیزها):

دهلیزها با انقباض خود ، باقیمانده خون را به بطن ها می ریزند ، در این حالت درون بطن ها بیش ترین حجم خون وجود دارد ، **دریچه های قلبی همچنان باز و دریچه های سینی نیز همچنان بسته** اند. در انتهای این دوره بخشی از موج QRS یعنی (QR) روی الکتروکاردیوگرام رسم می شود.

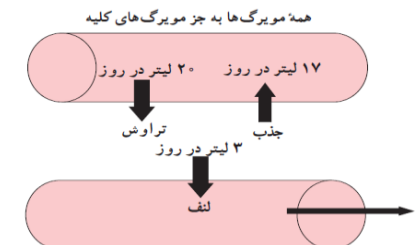
۳) دوره ی ۰/۳ ثانیه (سیستول بطن ها):

بطن ها منقبض می شوند، جریان خون موجب بسته شدن دریچه های قلبی می شود (**صدای اول**) ، در این حالت دهلیزها در حال پر شدن با خون می باشند. پس از قطع صدای اول ، افزایش فشار خون سبب **باز شدن دریچه های سینی شده** ، لذا خون با فشار وارد سرخرگ ها می شود (**حجم ضربه ای**)، در پایان این دوره ، دریچه های سینی بسته می شوند (**صدای دوم**) و



*دیواره ی سرخرگ ها ضخیم تر از دیواره سیاهرگ ها است و قابلیت ارتجاعی دارد که این ویژگی سبب می شود :

- ۱- نیروی سیستول قلب را در خود ذخیره کند و هنگام دیاستول به خون برگرداند تا پیوستگی جریان خون در رگ ها حفظ شود.
 - ۲- مانع از صفر شدن فشار خون در سرخرگ ها می شود به عبارتی فشار خون بین دو حد ، حداقل و حداکثر نوسان دارد.
 - ۳- نیروی تراوش را در مویرگ ها سبب می شود.
 - ۴- باقیمانده انرژی آن صرف حرکت خون در سیاهرگ ها می شود.
- *واکنش ماهیچه های صاف حلقوی در سرخرگ ها ی کوچک کیسه های هوایی نسبت به کمبود اکسیژن برعکس سایر سرخرگ های کوچک است.
- * در ابتدای هر مویرگ یک ماهیچه صاف حلقوی به صورت یک دریچه وجود دارد که در اغلب بافت ها تعداد کمی از آن ها فقط باز هستند.



*در ابتدای مویرگ (سمت سرخرگی) فشار خون بالاست در نتیجه فشار تراوشی از نیروی «تفاوت فشار اسمزی» بیش تر است و مواد از مویرگ خارج می شوند، در انتهای مویرگ (سمت سیاهرگ) فشارخون نسبت به فشار اسمزی کمتر می شود لذا ۹۰٪ مواد خارج شده جذب خون می شوند و ۱۰٪ باقیمانده جذب لنت و در نهایت وارد سیاهرگ می شود.

*عوامل ایجاد کننده ی خیز(ادم) : آسیب جدار مویرگ ها ، کاهش پروتئین های خون (با افزایش کورتیزول)، افزایش سدیم خون (با افزایش آلدسترون)، مسدود شدن رگ لنت ، افزایش فشار درون سیاهرگ.

*نیروی های موثر در حرکت خون سیاهرگ ها :

- ۱- باقیمانده فشار سرخرگی ، ۲- پائین آمدن دیافراگم و بالا رفتن دنده ها هنگام دم موجب می شود علاوه بر فشار منفی (مکش) درون قفسه سینه به سیاهرگ های شکم نیز فشار وارد شود تا خون به سمت بالا حرکت کند.

- ۳- انقباض ماهیچه های اسکلتی اطراف سیاهرگ ها در هنگام حرکت.
 - ۴- وجود دریچه های لانه کبوتری در اغلب سیاهرگ های نواحی زیر قلب.
- هماتوکریت** : درصد حجم سلول ها ی خونی به کل خون را شامل می شود ۴۵٪ حجم خون سلول ها و ۵۵٪ آن پلاسما است. سلول های خونی شامل گلبول قرمز (۵ میلیون در هر میلی لیتر) ، گلبول سفید (۷۰۰۰ در هر میلی لیتر) و پلاکت ها (گرده های خونی) است.

محل تولید	قبل از تولد در کیسه زرده ، کبد ، طحال ، گره های لنفی و مغز همه استخوان ها، بعد از ۵ سالگی در مغز استخوان های پهن مثل جمجمه ، کتف ، مهره ، لگن ، کشکک ، جناغ و بخشی از استخوان های دراز متصل به تنه
ساختار	در انسان و بسیاری از جانوران بعد از بلوغ فاقد هسته و تقریباً همه اجزای سلولی را از دست می دهند.
شکل	به دلیل مقعر بودن در دو طرف ، می تواند از برخی مویرگ های باریک که قطری کم تر از ۸ میکرون دارند رد شود.
غشا	دارای آنتی ژن های B، A و Rh است ، اندر باز کریبیک آن در جابجایی CO ₂ ۷۰٪، بیش ترین نقش را دارد.
آهن	حدود ۴ گرم در فرد بالغ وجود دارد که بیش تر آن در ساختار هموگلوبین و نیز میوگلوبین ماهیچه ها شرکت دارد.
هم	بخش آهن دار هموگلوبین است که پس از تجزیه توسط ماکروفاژ آهن آن به مغز استخوان می رسد. و بیلی روبین آن رنگ اصلی صفرا را می سازد.
گلوبین	بخش پروتئینی است که توسط ماکروفاژ تجزیه شده ، اوره آزاد می شود.
نقش	حمل ۹۷٪ اکسیژن و ۲۳٪ دی اکسید کربن با هموگلوبین
تنظیم	اریتروپویتین در کمبود O ₂ از کلیه و کبد تولید و روی مغز استخوان اثر می گذارد تا تولید گلبول قرمز را افزایش دهد.
مرگ	بعد از ۱۲۰ روز به دلیل کمبود آنزیم ها و شکنندگی غشا ، در هنگام عبور از مویرگ های باریک کبدو طحال از بین می روند.

- * برای تولید گلبول قرمز وجود **ویتامین B₁₂** و **اسید فولیک** ضروری است.
- ***آئمی (کم خونی)** : کاهش هموگلوبین یا در اثر خونریزی و یا به دلیل کمبود آهن ، بیماری تالاسمی (مینور و مازور) و کم خونی داسی شکل ایجاد می شود. در کمبود آهن گلبول قرمز کوچک می شود. در هموفیلی خون منعقد نمی شود و در اثر خون ریزی فرد دچار آئمی می شود.
- ***بیلی سیتی** : در اثر پرکاری مغز استخوان یا کمبود اکسیژن که با تولید اریتروپویتین همراه است بوجود می آید. هماتوکریت نیز زیاد می شود.

گلبول سفید	مثال	نقش
گرانولوسیت	نوتروفیل	دارای تاکتیک شیمیایی و تحرک زیاد ، فاگوسیتوز و دیپدز است.
دارای هسته		
چند قسمتی هستند.	ائوزینوفیل	در آلرژی تعدادشان زیاد می شود و ترشحات آنها کُشنده بسیاری انگل ها است.
	بازوفیل	ترشح هیستامین و هیپارین (ضدانعقاد خون)

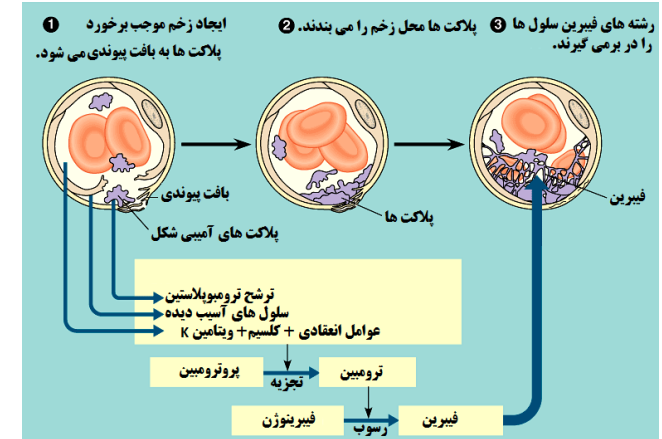
آگرانولوسیت	لنفوسیت	تولید پادتن و پرفورین در دفاع اختصاصی
تک هسته ای می باشند.	مونوسیت	بعد از دیپدز و خروج از خون به سلول های درشتی با قطر ۸۰ میکرون به نام ماکروفاژ تبدیل می شود.

* طول عمر گلبول های سفید از چند ساعت تا چند هفته بیشتر نیست. ولی برخی مثل مونوسیت های که به ماکروفاژ تبدیل شدند می توانند تا بیش از یکسال زنده بمانند.

***آنتی ژن رزوس**: بر روی غشای گلبول های قرمز اکثر افراد Rh⁺ وجود دارد ، افراد Rh⁻ فاقد این آنتی ژن هستند. مادران Rh⁻ اگر دارای جنین Rh⁺ باشند ، هنگام تولد این آنتی ژن وارد خون مادر می شود که نتیجه آن ساخت پادتن های ضد رزوس توسط پلاسموسیت های مادر است ، در بارداری های بعدی اگر فرزند Rh⁺ باشد ، این پادتن ها از طریق جفت وارد بدن جنین می شود و موجب آگلوتینه شدن گلبول های قرمز آن می شود و بچه دچار یرقان می شود. برای بچه اول مشکلی ایجاد نمی شود.

***مراحل جلوگیری از خون ریزی :**

- ۱- انقباض ماهیچه های صاف جدار رگ ها در محل بریدگی
- ۲- آماس (تورژانس) پلاکت ها بعد از برخورد به **بافت پیوندی** و **ترشح مواد چسبنده** که موجب چسبندگی دیگر پلاکت ها می شود.
- ۳- ترشح **ترومبوپلاستین** از پلاکت ها و سلول های آسیب دیده جدار رگ ها برای شروع فرآیند انعقاد خون :



***نقش دستگاه لنفی**

- ۱- **کمک به دستگاه گردش خون** : رگ های لنفی در همه جای بدن وجود دارند ، این رگ ها همانند سیاهرگ ها دارای **دریچه های یکطرفه کننده** هستند که در نهایت لنف را به درون **یک سیاهرگ** می ریزد. لنف مایعی بی رنگ است و نسبت به پلاسما پروتئین های کمتری دارد.
- ۲- **کمک به دستگاه ایمنی بدن** : گره های لنفی غده نیستند چون موادی ترشح نمی کنند، گره های لنفی دارای ساختار اسفنجی اند و در آنجا لنفوسیت ها و ماکروفاژها حضور دارند ، این گره ها در ناحیه ی گردن ، کشاله ی ران و زیر بغل فراوان هستند. لوزه ها نیز ساختار لنفی دارند.

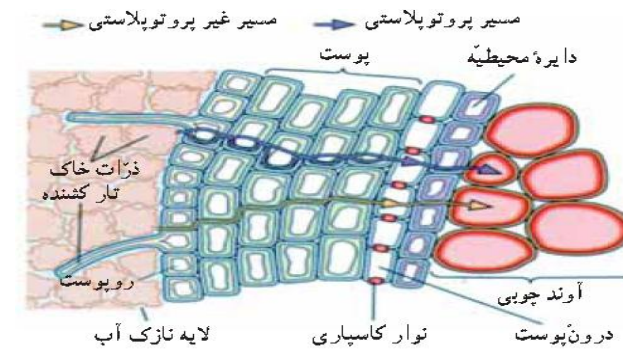
***گردش مواد در گیاهان :**



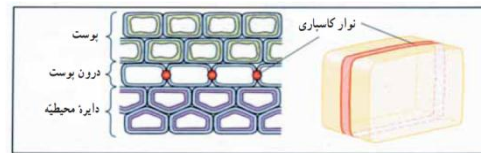
*سلول تار کشنده یک سلول تمایز یافته روپوستی است. در بخشی کوچکی از ریشه ، تارهای کشنده وجود دارند و با نیروی اسمز آب جذب می کنند.

***حرکت آب در عرض ریشه از دو مسیر است :**

- ۱- **مسیر پروتوپلاستی** : آب از دیواره و غشا تارکشنده وارد سیتوپلاسم می شود طی **نیروی اسمزی** آب از درون سیتوپلاسم و **واکول سلول** ها عبور می کند تا وارد آوند شود، در این مسیر **پلاسمودسم** نقش دارد.
- ۲- **مسیر غیرپروتوپلاستی** : آب از فضای بین سلول ها و همچنین از بستره ی پلی ساکاریدی بین فیبریل های سلولزی ، طی **نیروی هم چسبی** عبور می کند، در این مسیر نیروی اسمزی دخالتی ندارد. مسیر غیر پروتوپلاستی به دلیل نوارکاسپاری در آندودرم پایان می یابد.



***نوارکاسپاری یا آندودرمین** : لایه مومی از جنس **سوبرین** (چوب پنبه) است که در ۴ سطح از ۶ سطح سلول آندودرم وجود دارد ، آب از سطح پوست وارد آندودرم شده و از سطح دایره محیطیه خارج می شود.

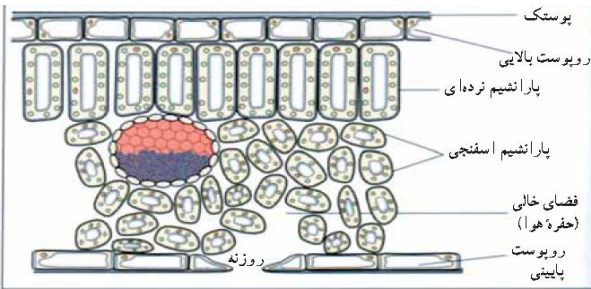


***آگزودرم (برون پوست)** : در ریشه بعضی از گیاهان چند لایه سطحی پوست را شامل می شود که این سلول ها در سطوح جانبی (شعاعی و عرضی) دیواره دارای نوار کاسپاری هستند، اهمیت آگزودرم در ریشه کنترل ورود یون ها را دوچندان می کند.

***آگزودرم و پریسیکل (دایره محیطیه) ساختار سلولی هستند ولی کوتیکول (پوستک) و آندودرمین لایه لیپیدی اند و فاقد سلول می باشند.**

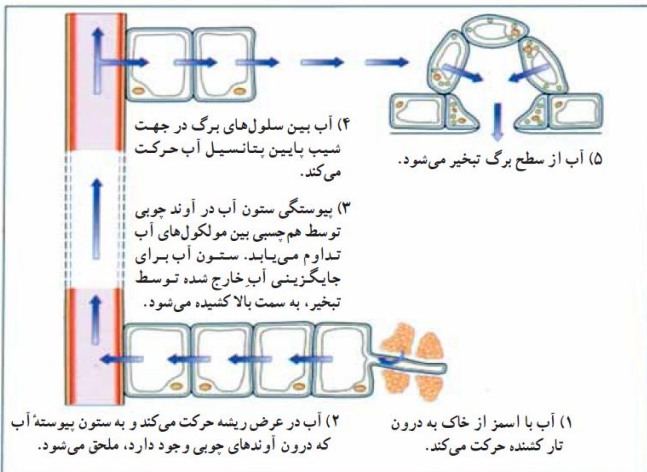
*نیروی های که موجب صعود شیره خام (آب) در آوند چوبی ساقه می شوند شامل : **نیروهای کشنده از بخش هوایی و نیروی فشار ریشه ای** است.

۱- نیروی های که موجب کیشش آب از بخش هوایی می شوند شامل دو **نیروی کشش-هم چسبی** و **نیروی دگر چسبی** است. در نیروی کشش-هم چسبی در اثر پدیده ی تعرق ، آب بخار شده از **عدسک ها** ، **کوتیکول** و سطح دیواره **میانبرگ های اسفنجی** ، به روش **اسمز** از آوندچوبی تامین می شود و این مسئله موجب نوعی کشش بین مولکول های درون آوندچوبی می شود. نیروی دگرچسبی نیز بواسطه چسبندگی مولکول های آب با دیواره آوند است که همانند حالت موئینگی موجب صعود آب می شود.

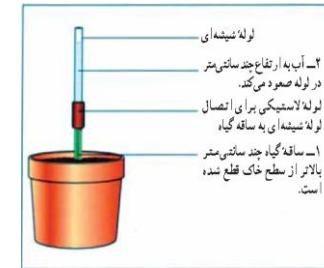


شکل ۲۶-۶ - ساختار برگ

در پدیده حباب دارشدگی آوندچوبی که در اثر نیش حشرات ، یخ زدگی و تعرق شدید ایجاد می شود، **ساختار خاص لان ها مانع از بروز بذرافشانی هوایی** (بخش حباب از منافذ لان ها ی بین تراکئیدها و بین عناصر آوندی) می شود، البته فشار ریشه ای موجب از بین رفتن حباب می شود.



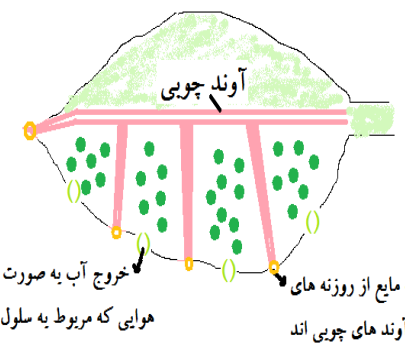
۲-نیروی فشار ریشه ای : وقتی سلول های دایره محیطیه (پریسیکل) با مصرف ATP و به روش انتقال فعال ، یون ها را به درون آوند چوبی پمپ می کند ، فشار اسمزی درون آوند چوبی افزایش می یابد ، با ورود بیش تر آب از مسیر پروتوپلاستی و غیرپروتوپلاستی به درون ریشه ، فشار درون آوندچوبی افزایش یافته و آب به سمت بالا صعود می کند این فشار در حدی است که با بردن ساقه می توان آن را آزمایش کرد:



شکل ۲۱-۶- نمایش فشار ریشه ای

اگر گیاه روزنه های هوایی خود را ببندد (مثلاً در اثر هورمون **آبسیک** اسید) و تعرق گیاه کاهش یابد ولی فشار ریشه ای بالا باشد ، آب اضافی درون آوند چوبی از **روزنه های آبی** و به روش **تعریق** خارج می شود. توجه داشته باشید که روزنه های آبی در منتهی الیه (نوک) آوند های چوبی قرار دارند و همیشه بازاند!

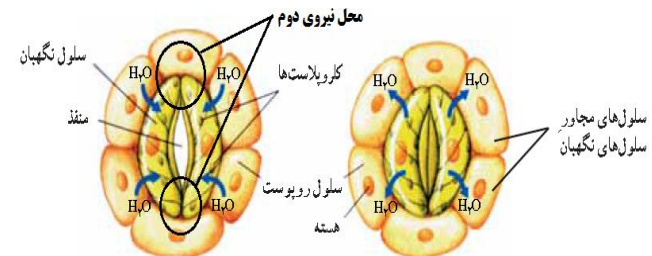
روزنه های آبی در گیاهان تیره گندم (ذرت ، برنج ، یولاف ...) در نوک برگ وجود دارد ولی در گیاهانی مثل **گوجه فرنگی ، عشقه و لادن** در حاشیه برگ ها دیده می شود. تعریق می تواند در اثر تغییرات دمایی نیز رخ دهد مثلاً به دنبال هوای گرم روز شب ها خنک باشد.
***روزنه های هوایی** ، در همه بخش های هوایی جوان گیاه وجود دارد. برای کاهش تعرق تعداد روزنه های هوایی در کاکتوس و کاج کم و فرورفته در برگ بوده و تیره **کاکتوس و گل ناز** ، روزها بسته ولی شب ها بازاند.



خروج آب بصورت بخار از روزنه های آبی که مربوط به آوند های چوبی اند

دو سلول تمایز یافته نگهبان روزنه که لویبایی شکل هم هستند ، در باز و بسته شدن روزنه هوایی دخالت دارند. نقش سلول های روپوستی اطراف سلول های نگهبان روزنه در تغییر شکل این سلول ها مهم است این سلول ها با دادن یا گرفتن آب از سلول های نگهبان در تورژسانس و پلاسمولیز آن ها دخالت دارند وقتی سلول های نگهبان دچار تورژسانس می شوند دو نیرو در فاصله گرفتن این سلول ها از هم نقش دارند:

۱-نیروی اول **آرایش شعاعی رشته های سلولزی** دیواره سلولی است این نیرو از انبساط عرضی(افزایش قطری) سلول جلوگیری می کند ولی امکان طول شدن سلول نگهبان را فراهم می آورد .
۲-نیروی دوم در محل تماس میان دو سلول نگهبان روزنه مستقر است ، طول دیواره مشترک بین این دو سلول در محل تماس ، ثابت باقی می ماند. هنگامی که سلول های نگهبان آب جذب می کنند ، دیواره پستی (خارجی) نسبت به دیواره شکمی (داخلی) به دلیل ضخامت کمتر و طول بیش تر ، انبساط بیش تری پیدا می کند و این نیرو از طریق رشته های شعاعی سلولز به دیواره شکمی منتقل می شود تا روزنه ها باز شوند .



۱- سلول های نگهبان پس از جذب آب و کوتاه تر می شوند. با نزدیک شدن این سلول ها به یکدیگر روزنه بسته می شود.
۲- سلول های نگهبان آب از دست می دهند و کوتاه تر می شوند. با نزدیک شدن این سلول ها به یکدیگر روزنه باز می شود.

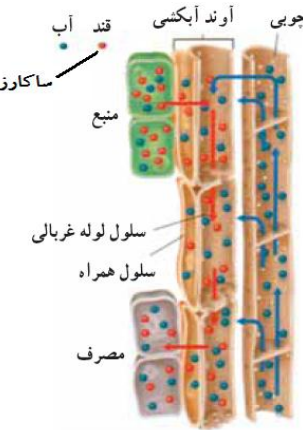
حرکت مواد آلی در گیاه توسط آوند آبکش

در گیاه محل های که مواد آلی ساخته می شوند یا مواد آلی ذخیره شده دارند **منبع** گفته می شود مثل برگ ، ریشه و لپه . محل های که مواد آلی را مصرف یا در خود ذخیره می کنند ، **مصرف** نامیده می شوند مثل برگچه ها، نوک ریشه، گل و میوه .
جابجایی به فرآیندی گفته می شود که مواد آلی از منبع به محل مصرف منتقل می گردند. این جابجایی توسط آوند آبکشی انجام می شود.

مقایسه حرکت شیره خام با شیره پرورده در گیاه:

۱-شیره خام درون آوند چوبی فقط حرکت صعودی دارد ولی شیره پرورده در همه جهات حرکت منتقل می شود. البته آب در گیاه در همه جهات حرکت می کنند.
۲-شیره خام درون لوله های مرده آوند چوبی (لوله های توخالی) جریان دارد ولی سلول های آبکشی زنده اند و دارای غشا وسیتوپلاسم اند و مواد آلی باید از درون آن ها حرکت کند. آب و مواد آلی از منافذ لان و پلاسمودسم سلول های غربالی آزادانه حرکت می کند.
۳-عبور آب از غشا آزادانه و طبق پدیده ی اسمز صورت می گیرد ولی غشا در برابر حرکت مواد آلی همانند سدی انتخابی عمل می کند.

مراحل مدل ارنست مونش(جریان فشاری یا توده ای)



۱-**بارگیری آبکشی** : مواد آلی با انتقال فعال از منبع وارد آوند آبکشی می شوند. و فشار اسمزی آن زیاد می شود.
۲-**حرکت آب از آوند چوبی به آوند آبکشی طبق پدیده ی اسمز است.**
۳-با افزایش فشار آب درون آوند آبکشی مواد آلی به حرکت در می آیند.
۴-**بار برداری آبکشی** : مواد آلی در محل مصرف و طبق انتقال فعال از آوند آبکشی خارج می شوند.

*حرکت سریع آمینواسیدها و ساکارز در آوند آبکشی و همچنین حرکت مواد با سرعت های متفاوت و جهت های مختلف ، فرضیه مونش(جریان توده ای) را به چالش می کشد ، دانشمندان براین باورند که سلول های همراه با میتوکندری های فراوان انرژی این جریان را تامین می کنند.
* آشام سنج در تعیین صعود سرعت آب در ساقه و کاغذ کلرید کبالت (آبی) در تعیین تعرق (با صورتی شدن) دخالت دارد.