

# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

سال تحصیلی ۱۴۰۴-۰۵



مرحله ششم

پایه دهم

ویژه دهمی‌های ۱۴۰۴

| نام درس    | مباحث                                                                                                                                 | مؤلف                                              | ویراستار                                                                  | از صفحه | تا صفحه |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| زیست‌شناسی | فصل ۲ (گفتار ۲ و ۳) و<br>فصل ۳ صفحه ۲۵ تا ۴۶                                                                                          | فاطمه آقاجانپور<br>حسن محمدنشتایی<br>اشکان زرنندی | فاطمه تاجبخش<br>روزا امیری<br>مهنار احمدیان<br>احسان بدری<br>نازنین محمدی | ۲       | ۹       |
| فیزیک      | فصل ۲<br>(از ابتدای فشار در شاره‌ها)<br>صفحه ۳۲ تا ۵۲                                                                                 | نوید شاهی<br>داوود پاشا                           | کسری شاهین‌زاده<br>سینا نیک‌نژاد                                          | ۱۰      | ۱۰      |
| شیمی       | فصل ۱ (از ابتدای توزیع الکترون‌ها در<br>لایه‌ها و زیرلایه‌ها) و<br>فصل ۲ (تا ابتدای اکسیدها در<br>فرآورده‌های سوختن)<br>صفحه ۲۷ تا ۵۸ | عباس سرمایه<br>معصومه سعیدی<br>سروش عبادی         | بنیامین یعقوبی<br>مهدی سلطانی<br>مهدی محمدی                               | ۱۱      | ۱۸      |
| ریاضی      | فصل ۲ (درس ۲ و ۳)<br>و فصل ۳ صفحه ۳۶ تا ۶۸                                                                                            | علی شهرابی                                        | محسن فراهانی<br>احمدرضا رسولی<br>محمدامین لطفی                            | ۱۸      | ۲۰      |



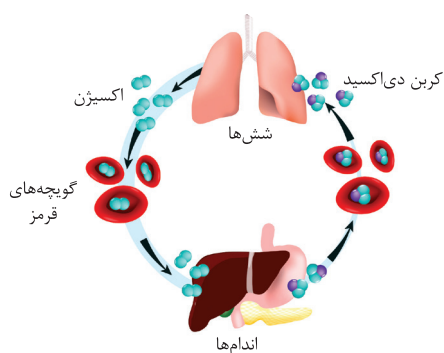


## زیست شناسی

## فصل ۳ گفتار ۱: سازوکار دستگاه تنفس در انسان

- نفس کشیدن، یکی از ویژگی‌های آشکار در بسیاری از جانوران است.
- در همه جانوران نفس کشیدن به یک شکل انجام نمی‌شود.
- در ذهن بسیاری از ما، نفس کشیدن به معنای زنده بودن است. برای تشخیص این که آیا فردی زنده است یا نه، غالباً نگاه می‌کنیم که آیا نفس می‌کشد یا خیر.

## چرا نفس می‌کشیم؟ -



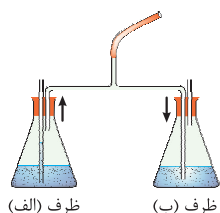
- ارسطو معتقد بود که نفس کشیدن باعث خنک شدن قلب می‌شود.
- ارسطو نمی‌دانست که هوا خود مخلوطی از چند نوع گاز است؛ بنابراین هوای دمی و بازدمی را از نظر ترکیب شیمیایی یکسان می‌دانست.
- هوای دمی، اکسیژن بیشتری دارد، اما در هوای بازدمی، کربن دی‌اکسید نسبت به هوای بیشتر است.
- درک اهمیت فرایند تنفس، زمانی ممکن شد که آدمی توانست ارتباط دستگاه تنفس و دستگاه گردش خون را بیابد.
- دستگاه گردش خون، خون را از اندام‌های بدن جمع‌آوری می‌کند و به سوی شش‌ها می‌آورد. این خون که به خون تیره معروف است، اکسیژن کم، اما کربن دی‌اکسید زیادی دارد. در شش‌ها خون، کربن دی‌اکسید را از دست می‌دهد و از هوا اکسیژن می‌گیرد و به خون روشن تبدیل می‌شود. خون روشن توسط دستگاه گردش خون به اندام‌ها و یاخته‌ها فرستاده می‌شود. به این ترتیب، همواره به یاخته‌های بدن، اکسیژن می‌رسد و کربن دی‌اکسید از آن‌ها دور می‌شود.

- انرژی مواد مغذی، مثل گلوکز، باید ابتدا به انرژی نهفته در ATP تبدیل شود. واکنش خلاصه‌شده این تبدیل، به این صورت است:



- واکنش تنفس یاخته‌ای، علت نیاز به اکسیژن را توجیه می‌کند.
- یکی از علل زیانبار بودن کربن دی‌اکسید این است که می‌تواند با آب واکنش داده، کربنیک اسید تولید کند و pH را کاهش دهد.
- تغییر pH باعث تغییر ساختار پروتئین‌ها شده که می‌تواند عملکرد آن‌ها را مختل کند. از آن‌جا که بسیاری از فرایندهای یاخته‌ای را پروتئین‌ها انجام می‌دهند؛ از بین رفتن عملکرد آن‌ها اختلال گسترده‌ای را در کار یاخته‌ها و بافت‌ها ایجاد می‌کند.
- افزایش کربن دی‌اکسید، خطرناک‌تر از کاهش اکسیژن است.

## آیا هوای دمی با هوای بازدمی متفاوت است؟ (فعالیت کتاب درسی) -



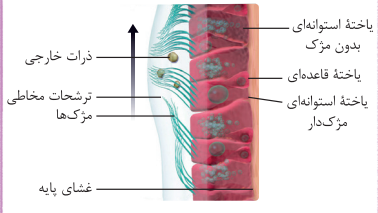
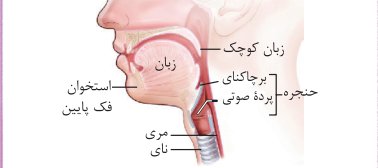
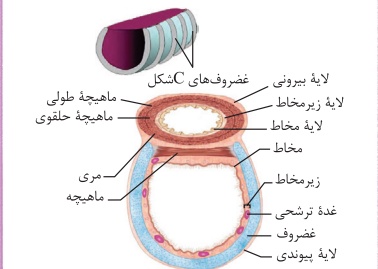
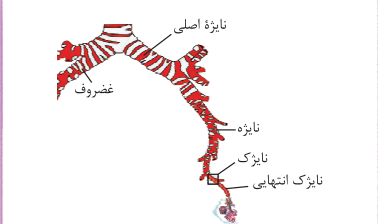
- پژوهش‌های دانشمندان در ابتدا، وجود سه گاز نیتروژن، اکسیژن و کربن دی‌اکسید را در هوا نشان داد.
- محلول آب آهک (بی‌رنگ) یا برم تیمول بلو رقیق (آبی‌رنگ) معترف کربن دی‌اکسید هستند. با دمیدن کربن دی‌اکسید به درون این محلول‌ها، آب آهک شیرین‌رنگ و برم تیمول بلو، زردرنگ می‌شود.



## بخش‌های عملکردی دستگاه تنفس - بخش هادی -

- از نظر عملکرد، می‌توان دستگاه تنفس را به دو بخش اصلی به نام‌های بخش هادی و بخش مبادله‌ای تقسیم کرد.
- بخش هادی، از مجاری تنفسی‌ای تشکیل شده است که هوا را به درون و بیرون دستگاه تنفسی هدایت می‌کنند و آن را از ناخالصی‌ها، مثل میکروب‌های بیماری‌زا و ذرات گردوغبار، پاکسازی و نیز، گرم و مرطوب (یعنی اضافه کردن آب به هوا!) می‌کنند تا برای مبادله با خون آماده شود.

### اجزای بخش هادی:

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>یاخته استوانه‌ای مزک<br/>بدون مزک<br/>یاخته قاعده‌ای<br/>یاخته استوانه‌ای مزک‌دار<br/>مزک‌دار<br/>غشای پایه<br/>ترشحات مخاطی<br/>مزک‌ها<br/>ذرات خارجی</p>                        | <p>ابتدای مسیر ورود هوا در بینی: پوست نازک + مو دارد که مانعی در برابر ورود ناخالصی‌های هوا ایجاد می‌کند. مخاط مزک‌دار:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>بعد از پوست شروع و تا آخر بخش هادی ادامه دارد.</li> <li>یاخته‌های مزک‌دار فراوان و ترشحات مخاطی دارد.</li> <li>ترشحات مواد ضد میکروبی مثل لیزوزیم وجود دارد.</li> <li>ناخالصی‌های هوا را ضمن عبور به دام می‌اندازد و مزک‌ها با حرکت ضربانی خود، ترشحات مخاطی و ناخالصی‌های به‌دام‌افتاده در آن را به سوی حلق می‌رانند.</li> <li>ناخالصی وارد شده به حلق یا به دستگاه گوارش وارد شده، شیره معده آن‌ها را نابود می‌کند یا به خارج از بدن هدایت می‌شوند.</li> <li>ترشحات مخاطی، هوا را مرطوب می‌کنند.</li> <li>مرطوب کردن هوا برای تبادل گازها ضرورت دارد، چون گازها تنها در صورتی که محلول در آب باشند می‌توانند بین شش‌ها و خون مبادله شوند.</li> <li>شبکه‌ای وسیع از رگ‌هایی با دیواره نازک:</li> <li>هوا ورودی را گرم می‌کند.</li> <li>به سطح درونی بینی بسیار نزدیک است، بنابراین آسیب‌پذیری بیشتری دارد و آسان‌تر از دیگر نقاط، دچار خون‌ریزی می‌شود.</li> </ul> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>هوا با عبور از بینی، دهان، یا هر دو، به حلق وارد می‌شود. گذرگاهی است ماهیچه‌ای که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند. انتهای حلق به یک دوراهی ختم می‌شود. در این دوراهی، حنجره در جلو و مری در پشت قرار دارد.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|  <p>زبان کوچک<br/>زبان<br/>برچاکنای<br/>حنجره - پرده صوتی<br/>مری<br/>نای<br/>فک پایین<br/>استخوان</p>                                                                               | <p>در بالای نای واقع است و در تنفس، دو کار مهم انجام می‌دهد:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>دیواره غضروفی آن، مجرای عبور هوا را باز نگه می‌دارد.</li> <li>درپوشی به نام برچاکنای (اپی‌گلوت) دارد که مانع ورود غذا به مجرای تنفسی می‌شود.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|  <p>لایه بیرونی غضروف‌های C شکل<br/>لایه زیرمخاط<br/>لایه مخاط<br/>مخاط<br/>زیرمخاط<br/>غده ترشعی<br/>غضروف<br/>لایه پیوندی<br/>مری<br/>ماهیچه<br/>ماهیچه طولی<br/>ماهیچه حلقوی</p> | <p>دیواره نای، حلقه‌های غضروفی شبیه به نعل اسب یا حرف C دارد که مجرای نای را همیشه باز نگه می‌دارند. دهانه غضروف (دهانه حرف C) به سمت مری قرار دارد، در نتیجه حرکت لقمه‌های بزرگ غذا در مری با مانعی روبه‌رو نمی‌شود. ساختار دیواره نای:</p> <p>طبق شکل مقابل، دیواره نای ۴ لایه دارد که از بیرون به درون عبارت‌اند از:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>لایه بیرونی: از جنس بافت پیوندی است. این لایه در بخشی از نای که در مجاورت با مری قرار دارد، با لایه بیرونی آن یکی می‌شود!</li> <li>لایه غضروفی - ماهیچه‌ای: ضخیم‌ترین لایه دیواره نای است. در این لایه، ماهیچه در بخشی از نای است که با مری تماس دارد. بخش غضروفی در این لایه به شکل یک حرف C است.</li> <li>لایه زیرمخاط: ضخامت آن نسبت به لایه بیرونی‌تر خود کم‌تر، ولی نسبت به لایه داخلی‌تر خود، بیشتر است. در این لایه غدد ترشعی ماده مخاطی قرار دارند. این غدد، ترشحات خود را از طریق مجرای به سطح درونی نای می‌فرستند.</li> <li>لایه مخاط: نازک‌ترین و داخلی‌ترین لایه دیواره نای است. بافت پوششی این لایه از نوع استوانه‌ای مزک‌دار است.</li> </ol>          |
|  <p>نایژه اصلی<br/>غضروف<br/>نایژه<br/>نایژک<br/>نایژک انتهایی</p>                                                                                                                  | <p>دو شاخه شدن نای در انتهای خود — ایجاد نایژه‌های اصلی هر نایژه اصلی به یک شش وارد می‌شود. نایژه اصلی سمت راست کوتاه‌تر و قطورتر از نایژه اصلی سمت چپ است.</p> <p>از انشعابات نایژه‌های اصلی ایجاد می‌شود. هر چه انشعابات بیشتر می‌شود، نایژه‌ها باریک‌تر و غضروف آن‌ها کم‌تر می‌شود. انشعابی از نایژه که دیگر غضروفی ندارد، نایژک نامیده می‌شود. تنگ و گشاد شدن نایژک:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>به علت نداشتن غضروف است.</li> <li>تنظیم میزان هوای ورودی به دستگاه تنفس و یا میزان هوای خروجی از آن</li> <li>آخرین انشعاب نایژک در بخش هادی، نایژک انتهایی نام دارد.</li> <li>تحت تأثیر هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین گشاد می‌شود.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

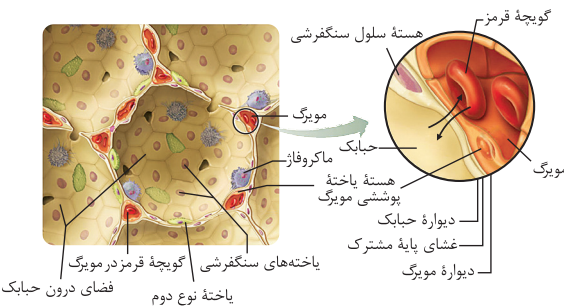
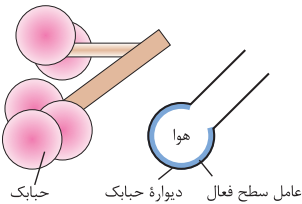
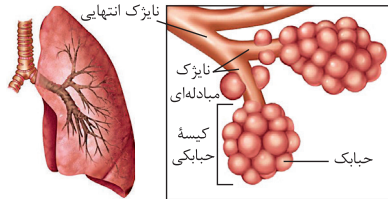
نای — قطعات C شکل

نوع قطعات غضروفی در مجاری تنفسی — نایژه — اصلی قطعاتی به شکل یک حلقه کامل

نایژه — فرعی قطعاتی به صورت تکه‌تکه که نه C شکل و نه حلقه کامل هستند.



## بخش مبادله‌ای -



- بخش مبادله‌ای، با حضور اجزای کوچکی به نام حبابک مشخص می‌شود.
- نایزکی را که روی آن حبابک وجود دارد، نایزک مبادله‌ای می‌نامیم.
- نایزک مبادله‌ای در انتهای خود به ساختاری شبیه به خوشه انگور ختم می‌شود که از اجتماع حبابک‌ها پدید آمده است. هر یک از این خوشه‌ها را یک کیسه حبابی می‌نامند.
- مخاط مژک‌دار در نایزک مبادله‌ای به پایان می‌رسد، بنابراین در محل حبابک‌ها این مخاط وجود ندارد.
- در حبابک‌ها، گروهی از یاخته‌های دستگاه ایمنی بدن به نام درشت‌خوار (ماکروفاژها) مستقر شده‌اند. این یاخته‌ها، باکتری‌ها و ذرات گردوغباری را که از مخاط مژک‌دار گریخته‌اند، نابود می‌کنند.
- درشت‌خوارها یاخته‌هایی با ویژگی بیگانه‌خواری و توانایی حرکت‌اند. این یاخته‌ها، نه فقط در کیسه‌های حبابی شش‌ها، بلکه در دیگر نقاط بدن نیز حضور دارند.
- هنگام نفس کشیدن، حجم کیسه‌های حبابی تغییر می‌کند. لایه نازکی از آب، سطحی از حبابک را که در تماس با هواست، پوشانده است؛ بنابراین حبابک به علت نیروی کشش سطحی آب در برابر باز شدن مقاومت می‌کند.
- ماده‌ای به نام عامل سطح فعال (سورفاکتانت) که از بعضی از یاخته‌های حبابک‌ها ترشح می‌شود، با کاهش نیروی کشش سطحی، باز شدن کیسه‌ها را آسان می‌کند.
- در بعضی از نوزادانی که زود هنگام به دنیا آمده‌اند، عامل سطح فعال به مقدار کافی ساخته نشده است و بنابراین به زحمت نفس می‌کشند.
- کاهش ترشح سورفاکتانت → مقاومت حبابک‌ها در برابر باز شدن → کاهش تبادل گازهای تنفسی → کاهش دفع
- کربن دی‌اکسید از طریق بازدم → زیاد شدن میزان کربن دی‌اکسید خون → افزایش تولید اسید کربنیک → کاهش pH خون → تحریک گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید → افزایش فشار خون و تعداد تنفس
- اطراف حبابک‌ها را مویرگ‌های خونی فراوان، احاطه کرده‌اند و به این ترتیب، امکان تبادل گازها بین هوا و خون فراهم شده است.
- برای این که اکسیژن و کربن دی‌اکسید بین هوا و خون مبادله شوند، این مولکول‌ها باید از ضخامت دیواره حبابک‌ها و دیواره مویرگ‌ها عبور کنند. هر دو دیواره، از بافت پوششی سنگفرشی لایه‌ای ساخته شده‌اند که بسیار نازک است. در جاهای متعدد، بافت پوششی حبابک و مویرگ هر دو از یک غشای پایه مشترک استفاده می‌کنند؛ در نتیجه مسافت انتشار گازها به حداقل ممکن رسیده است.
- جدول مقایسه‌ای یاخته‌های مربوط به حبابک:

| فرآوانی در دیواره حبابک‌ها                 | یاخته نوع ۱                                      | یاخته نوع ۲                                      | ماکروفاژ                          |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|
| اندازه یاخته                               | بیشتر یاخته‌های دیواره حبابک                     | تعداد کم‌تری از یاخته‌های دیواره حبابک           | صفر (اصلی جزء دیواره حبابک نیست!) |
| شکل                                        | بزرگ‌ترین                                        | کوچک‌ترین                                        | بین دوتای دیگر!                   |
| زوائد سیتوپلاسمی دارد؟                     | شکل سنگفرشی دارند.                               | مکعبی ولی قارچ از کتاب درسی!                     | —                                 |
| مژک دارد؟                                  | —                                                | زوائد سیتوپلاسمی دارند.                          | زوائد سیتوپلاسمی دارند.           |
| محل قرارگیری هسته                          | x                                                | x                                                | x                                 |
| اندازه هسته                                | هسته بزرگی دارند.                                | هسته کوچکی دارند.                                | هسته بزرگی دارند.                 |
| با غشای پایه مشترک تماس دارد؟              | با یاخته‌های دیواره مویرگ غشای پایه مشترک دارند. | با یاخته‌های دیواره مویرگ غشای پایه مشترک دارند. | x                                 |
| نقش اصلی                                   | تبادل گازهای تنفسی انجام می‌دهد.                 | سورفاکتانت ترشح می‌کنند.                         | نابودی باکتری‌ها و ذرات گردوغبار  |
| تماس با چه یاخته‌هایی؟                     | مشابه (بیشتر) و غیرمشابه                         | غیرمشابه                                         | غیرمشابه                          |
| توانایی جابه‌جاشدن                         | x                                                | x                                                | ✓                                 |
| تشکیل منفذ حبابی                           | ✓                                                | x                                                | x                                 |
| تولید و ترشح نوعی پروتئین دفاعی تحت شرایطی | ✓                                                | ✓                                                | ✓                                 |

## حمل گازها در خون -

- کار دستگاه تنفس با همکاری گردش خون، کامل می‌شود. خون، اکسیژن را به یاخته‌ها می‌رساند و کربن دی‌اکسید را از آن‌ها می‌گیرد و به سمت شش‌ها می‌آورد تا از بدن خارج شود.
- گویچه قرمز:
  - ◀ سرشار از هموگلوبین است.
  - ◀ غلظت اکسیژن و کربن دی‌اکسید در اطراف هموگلوبین تعیین‌کننده اتصال و یا جداشدن آن‌ها از هموگلوبین است.
  - ◀ اکسیژن در شش‌ها به هموگلوبین متصل و در اطراف بافت‌ها از آن جدا می‌شود.
  - ◀ کربن دی‌اکسید در اطراف بافت‌ها به هموگلوبین متصل و در شش‌ها از آن جدا می‌شود.



### کربن مونوکسید:

- می تواند به هموگلوبین متصل شود؛ با این تفاوت که وقتی متصل شد، به آسانی جدا نمی شود.
- محل اتصال این مولکول به هموگلوبین، همان محل اتصال اکسیژن است.
- کربن مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع پیوستن اکسیژن می شود و چون به آسانی جدا نمی شود، ظرفیت حمل اکسیژن را در خون کاهش می دهد. این وضعیت ممکن است چنان شدید باشد که به مرگ منجر شود.
- کربن مونواکسید گاز سمی به شمار می رود.
- تنفس این گاز باعث مسمومیت می شود و به گازگرفتگی شهرت دارد.

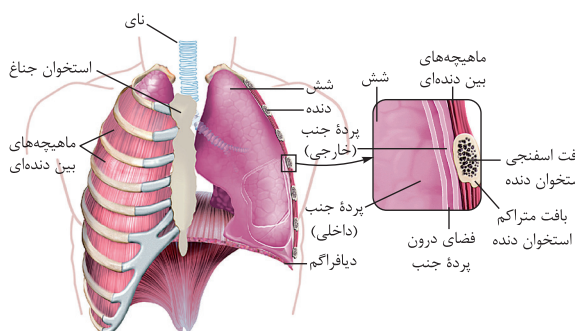
### روش های حمل اکسیژن در خون:

- بیشترین مقدار حمل اکسیژن در خون به وسیله هموگلوبین انجام می شود و بخش کمی از آن به صورت محلول در خوناب!
- روش های حمل کربن دی اکسید در خون:
- هموگلوبین در ارتباط با حمل کربن دی اکسید نقش کمتری دارد.
- بخش کمی به صورت محلول در خوناب.
- بیشترین مقدار کربن دی اکسید به صورت یون بی کربنات در خوناب حمل می شود:
- در گویچه قرمز، آنزیمی به نام کربنیک آنیدراز هست که کربن دی اکسید را با آب ترکیب می کند و کربنیک اسید پدید می آورد.
- کربنیک اسید بدون دخالت کربنیک آنیدراز و به سرعت به یون بی کربنات و هیدروژن تجزیه می شود.
- یون بی کربنات از گویچه قرمز خارج و به خوناب وارد می شود. خون حاوی مقدار زیادی بی کربنات (همان خون تیره ای که یاخته ها را ترک می کند) با رسیدن به شش ها، کربن دی اکسید از ترکیب یون بی کربنات آزاد می شود و از آن جا به هوا انتشار می یابد.

## گفتار ۲: تهویه ششی

### تهویه ششی شامل دو فرایند دم و بازدم است.

#### شش ها



- شش ها درون قفسه سینه و روی پرده مایچه های دیافراگم قرار دارند.
- شش چپ به علت مجاورت با قلب، از شش راست قدری کوچک تر است.
- بیشتر حجم شش ها را کیسه های حبابی به خود اختصاص داده اند و ساختاری اسفنج گونه را به شش می دهند. مویرگ های خونی فراوان که اطراف کیسه های حبابی را همچون تار عنکبوت احاطه کرده، دیگر جزء فراوان در شش هاست.
- شش را می توان عمدتاً مجموعه ای از لوله های منعش شده، کیسه های حبابی و رگ ها دانست که از بیرون توسط یک بافت پیوندی احاطه شده است.
- هر یک از شش ها را پرده ای دولایه به نام پرده جنب فرا گرفته است:
- لایه داخلی — به سطح بیرونی شش چسبیده است.
- لایه خارجی — به سطح درونی قفسه سینه چسبیده است.
- درون پرده جنب، فضای اندکی است که از مایعی به نام مایع جنب، پر شده است.
- فشار این مایع از فشار جو کم تر است و باعث می شود شش ها در حالت بازدم هم نیمه باز باشند. در صورتی که قسمتی از قفسه سینه سوراخ شود، شش ها جمع می شوند.
- شش ها دو ویژگی مهم دارند:
- پیروی از حرکات قفسه سینه — هنگامی که قفسه سینه منبسط می شود، شش ها نیز منبسط می شوند؛ در نتیجه، فشار هوای درون شش ها کم شده، هوای بیرون به درون شش ها کشیده می شود.
- ویژگی کشسانی — شش ها در برابر کشیده شدن، مقاومت نیز نشان می دهند و تمایل دارند به وضعیت اولیه خود بازگردند. ویژگی کشسانی شش ها در بازدم نقش مهمی دارد.

#### فرایندهای دم و بازدم

- دم، فرایندی است که در نتیجه افزایش حجم قفسه سینه رخ می دهد. در این رویداد، دو عامل دخالت دارد:
- مایچه میان بند (دیافراگم) که در حالت استراحت، گنبدی شکل است، اما وقتی منقبض می شود، به حالت مسطح درمی آید.
- انقباض مایچه های بین دنده ای خارجی که دنده ها را به سمت بالا و جلو جابه جا می کند و جناغ را به جلو می راند.
- در تنفس آرام و طبیعی، دیافراگم نقش اصلی را برعهده دارد.
- در دم عمیق، انقباض مایچه های ناحیه گردن نیز، به افزایش حجم قفسه سینه کمک می کند.
- با به استراحت در آمدن مایچه دیافراگم و مایچه های بین دنده ای خارجی و بر اثر ویژگی کشسانی شش ها، حجم قفسه سینه و در نتیجه، حجم شش ها کاهش می یابد و هوای درون آن ها به بیرون رانده می شود. در بازدم عمیق، انقباض مایچه های بین دنده ای داخلی و نیز مایچه های شکمی، به کاهش حجم قفسه سینه کمک می کند.

| بازدم                                  |      | دم                                        |                              |                 |
|----------------------------------------|------|-------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| عمیق                                   | عادی | عمیق                                      | عادی                         |                 |
| بین دنده ای داخلی + شکمی               | —    | دیافراگم + بین دنده ای خارجی + ناحیه گردن | دیافراگم + بین دنده ای خارجی | مایچه های منقبض |
| گنبدی (بالا می رود).                   |      | مسطح (پایین می رود).                      |                              | وضعیت دیافراگم  |
| کم می شود، به دلیل بالا آمدن دیافراگم. |      | زیاد می شود، به دلیل پایین رفتن دیافراگم. |                              | طول قفسه سینه   |



| بازدم                                                                  |                                              | دم                                                    |                                               | عرض قفسه سینه                   |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|
| عمیق                                                                   | عادی                                         | عمیق                                                  | عادی                                          |                                 |
| کم می شود. به دلیل استراحت بین دندهای خارجی و انقباض بین دندهای داخلی. | کم می شود. به دلیل استراحت بین دندهای خارجی. | زیاد می شود. به دلیل انقباض بین دندهای خارجی. + گردنی | زیاد می شود. به دلیل انقباض بین دندهای خارجی. |                                 |
| به سمت عقب                                                             |                                              | به سمت بالا و جلو                                     |                                               | حرکت دندهها                     |
| به سمت عقب                                                             |                                              | به سمت جلو                                            |                                               | حرکت جناغ                       |
| خاصیت کشسانی ششها                                                      |                                              | پیروی از حرکات قفسه سینه                              |                                               | مهم ترین خاصیت شش که تأثیر دارد |
|                                                                        |                                              |                                                       |                                               | شکل                             |

### – تشریح شش گوسفند –

#### ● ویژگی ظاهری:

- ▶ شش به علت دارابودن کیسه های حبابی فراوان، حالتی اسفنج گونه دارد.
- ▶ شش راست از شش چپ بزرگ تر است.
- ▶ شش راست از سه قسمت یا لپ (لوب) و شش چپ از دو قسمت تشکیل شده است.

#### ● تشخیص شش راست و چپ:

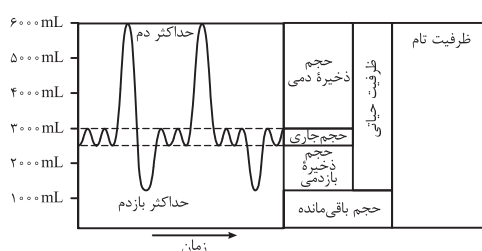
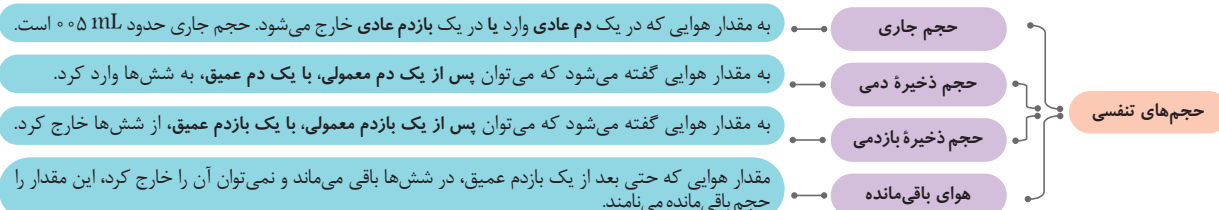
- ▶ در صورت وجود مری در نمونه، نای در جلو و مری در پشت قرار دارد. ← سطح جلویی و پشتی نای و ششها (و در نتیجه راست و چپ آنها) را نیز مشخص کنید.
- ▶ در صورت نبودن مری در نمونه، برای تشخیص سطح جلویی و پشتی نای، باید به غضروف های C شکل نای توجه شود. قسمت دهانه حرف C از سایر قسمت ها نرم تر بوده و محل اتصال نای به مری است و بنابراین سطح پشتی نای می باشد.

#### ● بررسی ساختارهای درونی:

- ▶ در نای گوسفند، قبل از دو نایژه اصلی، یک انشعاب سوم هم مشاهده می شود که به شش راست می رود.
- ▶ بریدن نایژه اصلی به سادگی نای نیست.
- ▶ غضروف های نایژه در ابتدا به صورت حلقه کامل و بعد به صورت قطعه قطعه است.
- ▶ سوراخ های درون مقطعی از شش:
- لبه نایژه ها به علت دارابودن غضروف، زیر است و به این ترتیب از رگ ها قابل تشخیص است.
- سرخرگ دیواره محکم تری نسبت به سیاهرگ ها دارند و به همین علت، برخلاف سیاهرگ ها دهانه آنها حتی در نبود خون هم باز است، اما دهانه سیاهرگ ها در نبود خون بسته است.
- اگر تکه ای از شش را ببرید و در ظرفی پر از آب بیندازید، خواهید دید که روی سطح آب شناور می ماند.

### – حجم ها و ظرفیت های تنفسی –

- مقدار هوایی که به شش ها وارد یا از آن خارج می شود، به چگونگی دم و بازدم ما بستگی دارد.
- حجم های تنفسی را با دستگاه دم سنج (اسپیرومتر) اندازه می گیرند.
- نموداری که دم سنج از دم و بازدم های فرد رسم می کند، دم نگاره (اسپیروگرام) نامیده می شود.
- تحلیل دم نگاره در تشخیص درست بیماری های ششی کاربرد دارد.
- در تهیه اسپیروگرام، فرد از طریق دهان خود نفس می کشد.



- **هوای مرده** ← بخشی از هوای دمی در بخش هادی دستگاه تنفس می ماند، به بخش مبادله ای نمی رسد و حجمی معادل ۱۵۰ میلی لیتر دارد.
- **ظرفیت حیاتی**: مقدار هوایی است که پس از یک دم عمیق و با یک بازدم عمیق می توان از شش ها خارج کرد و برابر با مجموع حجم های جاری، ذخیره دمی و ذخیره بازدمی است.
- **ظرفیت تام**: حداکثر مقدار هوایی است که شش ها می توانند در خود جای دهند و برابر است با مجموع ظرفیت حیاتی و حجم باقی مانده.

### سایر اعمال دستگاه تنفس

- **تکلم**:

- ◀ حنجره محل قرارگیری پرده های صوتی است.
- ◀ پرده های صوتی حاصل چین خوردگی مخاط به سمت داخل اند. پرده های صوتی صدا را تولید می کنند.
- ◀ شکل دهی به صدا به وسیله بخش هایی مانند لب و دهان صورت می گیرد.

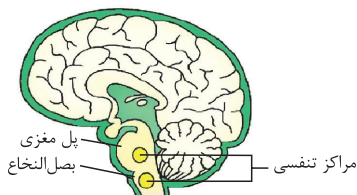
- **سرفه و عطسه**:



- ◀ اگر ذرات خارجی یا گازهایی که ممکن است مضر یا نامطلوب باشند به مجاری تنفسی وارد شوند، باعث واکنش سرفه یا عطسه می شود.
- ◀ هوا با فشار از راه دهان (سرفه) یا بینی و دهان (عطسه) همراه با مواد خارجی به بیرون رانده می شود.
- ◀ در افرادی که دخانیات مصرف می کنند، به علت از بین رفتن یاخته های مزجدار مخاط تنفسی، سرفه راه مؤثرتری برای بیرون راندن مواد خارجی است و به همین علت این گونه افراد به سرفه های مکرر مبتلا هستند.
- ◀ وضعیت زبان کوچک و اپی گلو ت در وضعیت های مختلف:

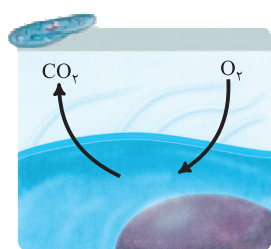
| اپی گلو ت | زبان کوچک |      |
|-----------|-----------|------|
| بالا      | پایین     | عطسه |
| بالا      | بالا      | سرفه |
| پایین     | بالا      | بلع  |

### تنظیم تنفس



- **بصل النخاع** ← مرکز اصلی تنفس است. + صادر کننده دستور دم و ایجاد انقباض در ماهیچه های دیافراگم و بین دنده ای خارجی است.
- **پل مغزی** ← مرکز دیگر تنفس است که مدت زمان دم را تنظیم می کند. + مرکز تنفس پل مغزی با اثر بر مرکز تنفس بصل النخاع، فرایند دم را خاتمه می دهد.
- افزایش کربن دی اکسید و کاهش اکسیژن خون، از دیگر عوامل مؤثر در تنظیم تنفس اند.

## گفتار ۳: تنوع تبادلات گازی



- در تک یاخته ای ها و جانورانی مانند هیدر که همه ی یاخته های بدن می توانند با محیط تبادلات گازی داشته باشند، ساختار ویژه ای برای تنفس وجود ندارد.
- در سایر جانوران، ساختارهای تنفسی ویژه ای مشاهده می شود که ارتباط یاخته های بدن را با محیط فراهم می کنند.
- در جانوران، چهار روش اصلی برای تنفس مشاهده می شود که عبارتند از: تنفس ناییدیسی (تراشه ای)، تنفس پوستی، تنفس آبششی و تنفس ششی.
- پارامسی یک آغازی تک یاخته ای است که فاقد ساختار تنفسی ویژه است.

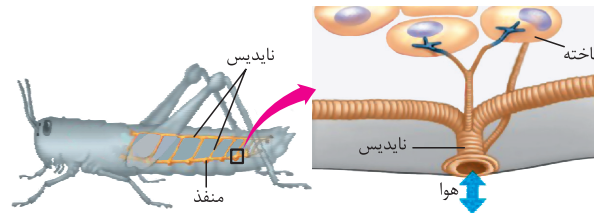
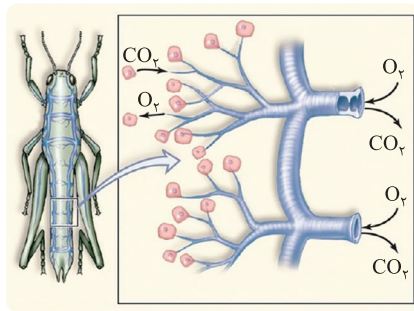
### تنفس ناییدیسی

حشرات ساختار تنفسی ویژه از نوع ناییدیسی دارند.

ناییدیسی ها، لوله های منشعب و مرتبط به هم هستند که از طریق منافذ تنفسی به خارج راه دارند. منافذ تنفسی در ابتدای ناییدیسی قرار دارد. ناییدیسی به انشعابات کوچک تری تقسیم می شود. انشعابات پایانی که در کنار تمام یاخته های بدن قرار می گیرند، بن بست بوده و دارای مایعی است که تبادلات گازی را ممکن می کند.

#### تنفس در حشرات

در جانوران دارای تنفس ناییدیسی، دستگاه گردش مواد نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد. منافذ تنفسی در سطح شکمی جانور قرار دارند. هر ناییدیسی از طریق یک منفذ تنفسی با محیط بیرون ارتباط دارد. لوله های عرضی و طولی ناییدیسی ها و انشعابات آن ها را درون بدن حشره به هم متصل می کنند. قطر ناییدیسی ها با میزان انشعابات آن، رابطه عکس دارد یعنی هر چقدر از بخش های ابتدایی به سمت انتهای ناییدیسی می رویم، قطر کاهش می یابد. جهت جریان هوا درون ناییدیسی ها دوطرفه است. از یک ناییدیسی، انشعابات با قطر متفاوت جدا می شود؛ انشعاب قطورتر ارتباط دهنده دو منفذ تنفسی است؛ ولی انشعاب نازک تر، به انشعابات پایانی که در کنار یاخته های بدن قرار دارند، ختم می شود.



## – تنفس پوستی –

- در تنفس پوستی، شبکه مویرگی زیرپوستی با مویرگ‌های فراوان وجود دارد و گازها با محیط اطراف از طریق پوست مبادله می‌شوند.
- سطح پوستی در جانورانی که تنفس پوستی دارند، مرطوب نگه داشته می‌شود.
- کرم خاکی تنفس پوستی دارد.
- تنفس پوستی در دوزیستان بالغ وجود دارد.

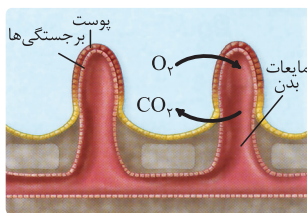
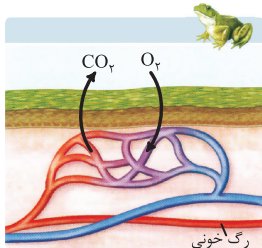
## – تنفس آبششی –

تنفس آبششی هم در بی‌مهرگان و هم در مهره‌داران وجود دارد.

ساده‌ترین آبشش‌ها را دارد.

آبشش‌های این جانور به صورت برجستگی‌های پوستی پراکنده است.

### ستاره دریایی

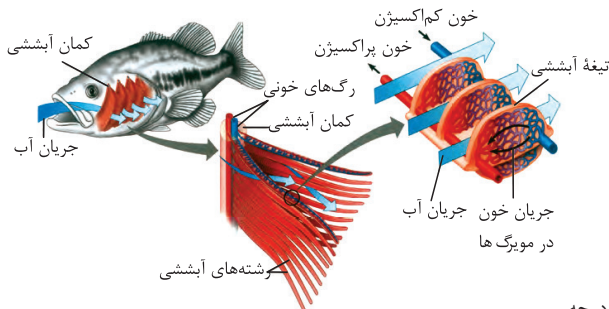


ساده‌ترین آبشش در ستاره دریایی

در آبشش‌های ستاره دریایی مویرگ وجود ندارد. پوست ستاره دریایی از یک ردیف یاخته تشکیل شده است. ستاره دریایی دارای مجاری زیرپوستی است که با هم ارتباط دارند. یاخته‌های پوست و یاخته‌های دیواره مجاری زیرپوستی در محل برجستگی‌ها، دارای کم‌ترین فاصله با هم و در بخش‌هایی که بین دو برجستگی قرار دارد، بیشترین فاصله را از هم دارند. گازهای تنفسی برای تبادل بین محیط و مایعات بدن از دو لایه یاخته‌ای عبور می‌کنند: یاخته‌های پوست + یاخته‌های دیواره مجرا. یاخته‌های پوست اندازه بزرگ‌تری نسبت به یاخته‌های دیواره مجرا دارند.

## تنفس آبششی در ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان

- ماهیان و نوزاد دوزیستان نیز آبشش دارند.
- تبادل گاز از طریق آبشش، بسیار کارآمد است. جهت حرکت خون در مویرگ‌ها و عبور آب در طرفین تیغه‌های آبششی، برخلاف یکدیگر است.
- در هر آبشش ماهی چند (۴ تا) کمان آبششی وجود دارد که به هر یک از آنها، دو ردیف رشته آبششی به سمت بیرون متصل است. هر رشته آبششی از بخش پهن‌تر خود به کمان آبششی متصل می‌شود.
- هر یک از رشته‌های آبششی دارای تعدادی تیغه آبششی هستند که درون هر یک از تیغه‌ها، یک شبکه مویرگی برای تبادل گازهای تنفسی و مواد دیگر با آب وجود دارد؛ پس: کمان آبششی > رشته آبششی > تیغه آبششی = شبکه مویرگی درون آبشش.
- از هر کمان آبششی دو دسته رشته آبششی خارج می‌شود.
- به هر کمان آبششی یک سرخرگ با خون تیره (انشعابی از سرخرگ شکمی) وارد و از هر کمان هم یک سرخرگ با خون روشن (انشعابی از سرخرگ پستی) خارج می‌شود. در محل کمان آبششی، سرخرگ با خون تیره نسبت به سرخرگ با خون روشن، به رشته‌های آبششی نزدیک‌تر است.



### زاویه‌های مهم:

▲ زاویه بین حرکت آب بین تیغه‌ها و خون درون مویرگ‌های تیغه‌ها: ۱۸۰ درجه

▲ زاویه بین حرکت آب بین تیغه‌ها و خون درون سرخرگ و سیاهرگ آبششی: ۹۰ درجه

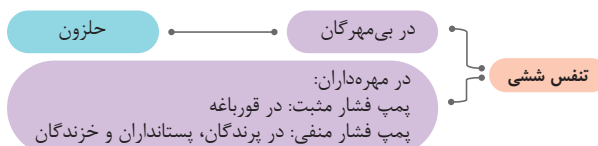
- جهت خون در سرخرگ‌های درون کمان برخلاف یکدیگر است؛ یعنی در انشعاب سرخرگ شکمی از پایین به بالا و در انشعاب سرخرگ پستی از بالا به پایین است.
- جهت حرکت خون تیره و روشن در هر رشته آبششی عکس یکدیگر است. در انشعابی از سرخرگ شکمی که به رشته آبششی وارد می‌شود، از سمت پهن رشته (یعنی ابتدا) به سمت باریک‌تر آن (یعنی انتها) است، ولی جهت حرکت خون روشن برعکس است. (یعنی از سمت باریک رشته آبششی به سمت پهن آن!)
- جهت حرکت خون تیره و روشن تنها در تیغه‌ها یکسان است.
- جهت حرکت آب بین تیغه‌ها از سر به دم ماهی و جهت حرکت خون درون تیغه‌ها از دم به سر جانور است.



● جدول مقایسه‌ای آبشش‌دارهای کتاب درسی:

| مقایسه جانوران دارای آبشش |                |            |              |                                             |
|---------------------------|----------------|------------|--------------|---------------------------------------------|
| ماهی‌ها                   | نوزاد دوزیستان | سخت‌پوستان | ستاره دریایی |                                             |
| مهره‌دار                  |                | بی‌مهره    |              | مهره‌دار یا بی‌مهره                         |
| درونی                     |                | بیرونی     | -            | نوع اسکلت                                   |
| محدود به یک ناحیه خاص     |                |            | پراکنده      | محل قرارگیری آبشش                           |
| ✓                         | ✓              | ✓          | -            | دفع مواد نیتروژن‌دار از طریق عضو ویژه تنفسی |
|                           | ندارند.        |            |              | سازوکار تهویه‌ای                            |
| x                         | ✓              | x          |              | اسکلت آن نوعی عامل محدودکننده رشد است؟      |
| ✓                         |                | x          |              | کلیه دارند؟                                 |

### تنفس ششی



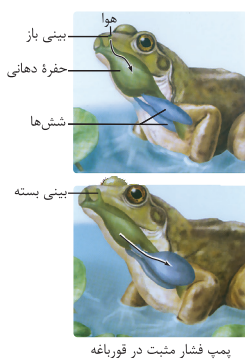
● در مهره‌داران شش‌دار سازوکارهایی وجود دارد که باعث می‌شود جریان پیوسته‌ای از هوای تازه در مجاورت بخش مبادله‌ای برقرار شود. این سازوکارها به سازوکارهای تهویه‌ای شهرت دارند.

### پمپ فشار مثبت در قورباغه‌ها

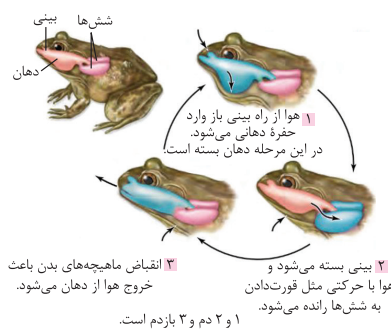
فرایند دم در قورباغه: هوا از راه بینی به سمت حفره دهانی هدایت می‌شود (در این زمان دهان بسته است) → افزایش حجم حفره دهانی در پی ورود هوا → انقباض ماهیچه‌های دهان و حلق و ایجاد حرکتی شبیه قورت‌دادن برای راندن هوا (نه مکیده‌شدن هوا) به شش‌ها → افزایش حجم شش به دنبال ورود هوا → تبادل گازهای تنفسی با خون فرایند بازدم در قورباغه: انقباض ماهیچه‌های بدن و فشار آوردن به شش برای خروج هوا از آن → خارج شدن هوا از شش در پی کاهش حجم آن و افزایش فشار درون آن → هوا از راه دهان خارج می‌شود.

● حفره دهانی به شش راه دارد.

● ورود هوا عامل افزایش حجم است، نه این که افزایش حجم شش عامل ورود هوا باشد!



پمپ فشار مثبت در قورباغه



### تنفس در پرندگان

● پرندگان به علت پرواز، نسبت به سایر مهره‌داران انرژی بیشتری مصرف می‌کنند و بنابراین به اکسیژن بیشتری نیاز دارند.

● پرندگان علاوه بر شش، دارای ساختارهایی به نام کیسه‌های هوادار هستند که کارایی تنفس آن‌ها را نسبت به پستانداران افزایش می‌دهد.

● در پرندگان، در بخش عقبی هر شش دو کیسه هوادار قرار دارد که اندازه‌ای بزرگ‌تر از شش‌ها و سایر کیسه‌های هوادار دارند.

● نای به کیسه‌های هوادار عقبی راه دارد و بخشی از هوای وارد شده به نای در طی دم به کیسه‌های هوادار عقبی وارد می‌شود.

● پرنده دارای ۹ کیسه هوادار است. ۴ کیسه در سمت چپ و ۴ کیسه در سمت راست قرار دارند و فقط یک کیسه بین دو شش مشترک است و با هر دو شش ارتباط دارد.

● همه کیسه‌های هوادار عقبی به صورت جفت هستند، ولی همه کیسه‌های هوادار جلویی نه! گفتیم که ۵ کیسه هوادار جلویی وجود دارد که یکی از آن‌ها به صورت منفرد قرار می‌گیرد!

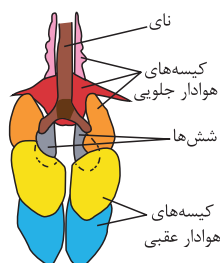
● کیسه‌های هوا دار خود به تبادل گازهای تنفسی نمی‌پردازند، ولی به شش‌ها، در تبادل گازهای تنفسی کمک می‌کنند.

● تمامی کیسه‌های هوادار عقبی پایین‌تر از محل دو شاخه شدن نای قرار دارند، ولی در مورد کیسه‌های هوادار جلویی می‌توان گفت که بعضی جلوتر از محل دو شاخه شدن و بعضی دیگر پایین‌تر از محل دو شاخه شدن نای هستند.

● یکی از کیسه‌های هوادار (قرمز رنگ) در زیر نای قرار دارد؛ پس به سطح شکمی بدن نزدیک‌تر است.

● پرندگان دیافراگم ندارند!

● یکی از شش‌ها نسبت به شش دیگر، بزرگ‌تر است.



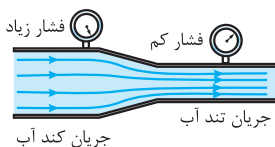
#### نیروی شناوری

به دلیل اختلاف فشار در نقاط مختلف جسم، نیرویی بالاسو به جسم وارد می‌شود که به آن نیروی شناوری می‌گویند ( $F_b$ ).

| وضعیت              | توضیحات                                                                                      | مقایسه نیروی وزن جسم و $F_b$ | مقایسه چگالی‌ها                          | شکل نمونه |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|-----------|
| شناوری             | جسم در سطح شاره شناور است و بخشی از آن در شاره فرو رفته است.                                 | $F_b = mg$                   | $\rho_{\text{شاره}} < \rho_{\text{جسم}}$ |           |
| غرق شدن (فرو رفتن) | جسم، کامل در شاره فرو رفته و در حال پایین رفتن است.                                          | $F_b < mg$                   | $\rho_{\text{شاره}} > \rho_{\text{جسم}}$ |           |
| غوطه‌وری           | جسم، کامل در شاره فرو رفته و رها شده، ولی نه بالا می‌رود و نه پایین می‌آید (عملاً ساکن است). | $F_b = mg$                   | $\rho_{\text{شاره}} = \rho_{\text{جسم}}$ |           |
| بالا رفتن          | جسم درون شاره رها شده و رو به بالا حرکت می‌کند.                                              | $F_b > mg$                   | $\rho_{\text{شاره}} < \rho_{\text{جسم}}$ |           |

#### – شاره در حرکت و اصل برنولی –

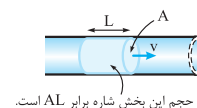
● اصل برنولی: اگر تندی شاره افزایش یابد، فشار آن کاهش می‌یابد و بالعکس.



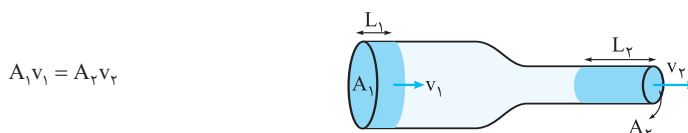
● آهنگ شارش شاره:

آهنگ شارش شاره: 
$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{AL}{\Delta t} = Av \quad (\text{یکای: } \text{m}^3/\text{s})$$

حجم شاره عبوری

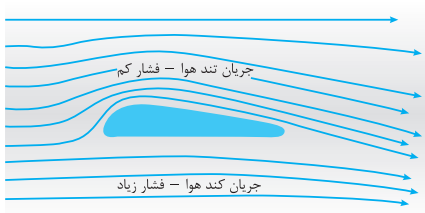


● معادله پیوستگی: در لوله‌ای با سطح مقطع متفاوت، باید مقدار جرم عبوری شاره در بازه زمانی یکسان، از دو سر لوله برابر باشد.



● کاربردهایی از اصل برنولی:

بال‌های هواپیما طوری طراحی شده‌اند که تندی هوا در بالای بال بیشتر از زیر آن است، در نتیجه فشار هوای بالای بال کم‌تر از فشار هوای زیر آن است بدین ترتیب نیرویی رو به بالا به هواپیما وارد می‌شود.





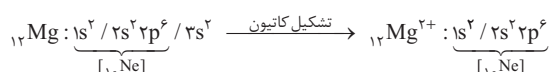
### یون‌ها و آرایش الکترونی آنها

گفتیم که یکی از روش‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی، **مبادله یا انتقال الکترون** است. اتم‌ها می‌توانند با از دست دادن یا گرفتن یک یا چند الکترون به ذره‌های بارداری به نام یون تبدیل شوند. یون با بار مثبت را **کاتیون** و یون با بار منفی را **آنیون** می‌نامند. فلزهای دسته S و P، عنصرهایی هستند که اتم آن‌ها با از دست دادن الکترون‌های ظرفیت خود اغلب به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب قبل از خود (دوره قبل) می‌رسند، در حالی که نافلزها عنصرهایی هستند که با گرفتن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب بعد از خود (هم‌دوره خود) دست می‌یابند. با استفاده از شماره گروه عنصرها در جدول تناوبی (عنصرهای گروه ۱، ۲ و ۱۳ تا ۱۷) می‌توان بار یون مربوط به آن‌ها را تعیین کرد:

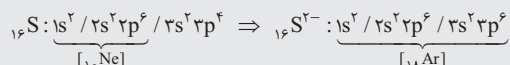
| شماره گروه عنصر | ۱  | ۲  | ۱۳ | ۱۴                  | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ |
|-----------------|----|----|----|---------------------|----|----|----|
| بار یون         | +۱ | +۲ | +۳ | یون تشکیل نمی‌دهند. | -۳ | -۲ | -۱ |

**توجه** فلزهای دسته d (به جز فلز Sc) با تشکیل کاتیون به آرایش الکترونی گازهای نجیب نمی‌رسند.

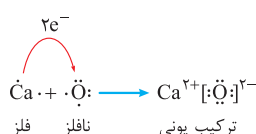
● برای نوشتن آرایش الکترونی یون مثبت (کاتیون)، ابتدا آرایش الکترونی اتم مورد نظر را نوشته و سپس به تعداد بار از آخرین زیرلایه، الکترون حذف می‌کنیم.



● برای نوشتن آرایش الکترونی یون منفی (آنیون)، پس از نوشتن آرایش الکترونی اتم مورد نظر، به تعداد بار یون به آخرین زیرلایه، الکترون اضافه می‌شود.



مثال



**ترکیب‌های یونی:** ترکیب‌هایی که ذره‌های سازنده آن‌ها یون‌ها هستند، ترکیب‌های یونی نامیده می‌شوند. این ترکیب‌ها معمولاً در اثر دادوستد الکترون بین اتم‌های فلزی و نافلزی و در نتیجه تشکیل یون‌های مثبت و منفی ایجاد می‌شوند. در یک ترکیب یونی میان یون‌های با بار ناهم‌نام، نیروی جاذبه بسیار قوی برقرار می‌شود که از آن به پیوند یونی یاد می‌شود.

**ترکیب‌های یونی دوتایی:** هر ترکیب یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده، ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شود. این ترکیب‌ها می‌توانند از واکنش فلزها با نافلزها پدید آیند. مانند:  $\text{MgCl}_2$ ،  $\text{NaCl}$ .

● هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها در آن‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است.

**یون تک‌اتمی:** یونی (کاتیون یا آنیونی) که تنها از یک اتم تشکیل شده است، مانند  $\text{Na}^+$ ،  $\text{P}^{3-}$  و ...

**توجه** یون‌هایی مانند  $\text{NO}_3^-$ ،  $\text{O}_4^{2-}$  یون‌های چنداتمی هستند، زیرا از بیش از یک اتم تشکیل شده‌اند.

● نام کاتیون‌هایی که تنها یک نوع بار الکتریکی دارند، همان نام عنصر است:

● برای نام‌گذاری آنیون‌های تک‌اتمی، به انتهای نام نافلز با ریشه آن، پسوند «ید» اضافه می‌کنیم:

**توجه** نام آنیون مربوط به نافلز گوگرد، سولفید ( $\text{S}^{2-}$ ) است که از نام لاتین آن گرفته شده است.

### نام و نماد شیمیایی برخی کاتیون‌های تک‌اتمی که باید بدانید

کاتیون‌های گروه (۱)  $\text{Li}^+$ ، یون لیتیم،  $\text{Na}^+$ ، یون سدیم،  $\text{K}^+$ ، یون پتاسیم،  $\text{Rb}^+$ ، یون روبیدیم،  $\text{Cs}^+$ ، یون سزیم  
کاتیون‌های گروه (۲)  $\text{Mg}^{2+}$ ، یون منیزیم،  $\text{Ca}^{2+}$ ، یون کلسیم،  $\text{Sr}^{2+}$ ، یون استرانسیم،  $\text{Ba}^{2+}$ ، یون باریم  
کاتیون گروه (۱۳)  $\text{Al}^{3+}$ ، یون آلومینیم

### نام و نماد شیمیایی برخی آنیون‌های تک‌اتمی

آنیون‌های گروه (۱۷)  $\text{F}^-$ ، یون فلوئورید،  $\text{Cl}^-$ ، یون کلرید،  $\text{Br}^-$ ، یون برمید،  $\text{I}^-$ ، یون یدید  
آنیون‌های گروه (۱۶)  $\text{O}^{2-}$ ، یون اکسید،  $\text{S}^{2-}$ ، یون سولفید  
آنیون‌های گروه (۱۵)  $\text{N}^{3-}$ ، یون نیتريد،  $\text{P}^{3-}$ ، یون فسفید

### مراحل فرمول‌نویسی ترکیبات یونی

۱) نماد شیمیایی کاتیون را در سمت چپ و نماد شیمیایی آنیون را در سمت راست می‌نویسیم.

۲) بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون را به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌دهیم.

۳) در صورت ساده‌شدن زیروندها، آن‌ها را با هم ساده می‌کنیم و از نوشتن زیروند (۱) خودداری می‌کنیم.

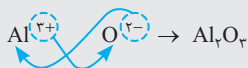
۱- اغلب عناصر فلزی دسته d و f با از دست دادن الکترون و تشکیل یون مثبت به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب نمی‌رسند.

۲- به جز عناصر Sn و Pb در این گروه



# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

شیمی



مثال

**نام‌گذاری ترکیب‌های یونی:** برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی، ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون نوشته می‌شود.



مثال

## نکات مهم

۱ در تشکیل ترکیب‌های یونی، میان اتم فلز و نافلز الکترون مبادله می‌شود. برای به دست آوردن تعداد الکترون‌های مبادله‌شده در هنگام تشکیل  $n$  مول ترکیب یونی می‌توان از روابط زیر استفاده نمود.

$$\text{زیروند آنیون} \times \text{اندازه بار آنیون} \times N_A = \text{زیروند کاتیون} \times \text{بار کاتیون} \times N_A \times n$$

۲ برای به دست آوردن نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها، می‌توان نسبت قدرمطلق بار آنیون به بار کاتیون را به دست آورد و بالعکس!

۳ دقت کنید که ترکیب یونی دوتایی از دو نوع اتم یا دو نوع عنصر تشکیل شده، ولی تعداد یون‌های سازنده می‌تواند بیشتر از دو هم باشد! مانند  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ،  $\text{Na}_2\text{O}$  و ...

**مثال** در  $1/24$  گرم سدیم اکسید، چند مول کاتیون وجود دارد و برای تشکیل این مقدار جامد یونی، چند الکترون بین اکسیژن و سدیم باید مبادله شود؟  
( $\text{Na} = 23$ ,  $\text{O} = 16$ ;  $\text{g.mol}^{-1}$ )

$$1/24 \text{ g Na}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{O}}{62 \text{ g Na}_2\text{O}} = 0.0161 \text{ mol Na}_2\text{O}$$

$$0.0161 \text{ mol Na}_2\text{O} \times 2 = 0.0322 \text{ mol Na}^+$$

فرمول شیمیایی سدیم اکسید  $\text{Na}_2\text{O}$  است و در هر مول از آن، ۲ مول کاتیون وجود دارد:

$$0.0322 \text{ mol Na}_2\text{O} \times \frac{2 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol Na}_2\text{O}} = 0.0644 \text{ mol Na}^+$$

در تشکیل هر مول  $\text{Na}_2\text{O}$ ، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود:

قدرمطلق بار آنیون  $\times$  تعداد آنیون = تعداد کاتیون  $\times$  تعداد الکترون‌های مبادله‌شده

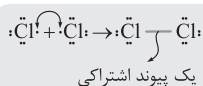
$$\text{Na}_2\text{O} \Rightarrow 2 \times 1 = 2$$

$$0.0322 \text{ mol Na}_2\text{O} \times \frac{2 \text{ mole}^-}{1 \text{ mol Na}_2\text{O}} \times \frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ mole}^-} = 1.03 \times 10^{-18} \text{ C}$$

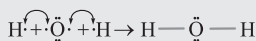
## تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها -

یکی دیگر از روش‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش پایدار گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی)، اشتراک الکترون بین اتم‌هاست. معمولاً وقتی که اتم‌های دو نافلز در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، اشتراک الکترونی بین آن‌ها رخ می‌دهد. به پیوندی که از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون بین دو اتم تشکیل می‌شود، **پیوند کووالانسی (اشتراکی)** می‌گویند. با ایجاد پیوند اشتراکی بین اتم‌ها، واحدهایی دو یا چند اتمی به وجود می‌آید که **مولکول** نامیده می‌شود. مواد شیمیایی خالصی که در ساختار خود مولکول دارند، **مواد مولکولی** نامیده می‌شوند.

برای نشان دادن نحوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر در یک مولکول از آرایش الکترون - نقطه‌ای (ساختار لوویس) استفاده می‌شود. در ساختار لوویس، هر جفت الکترون اشتراکی که جفت الکترون پیوندی هم نامیده می‌شود، به صورت دو نقطه یا یک خط تیره بین اتم‌ها نشان داده می‌شود.



یک پیوند اشتراکی

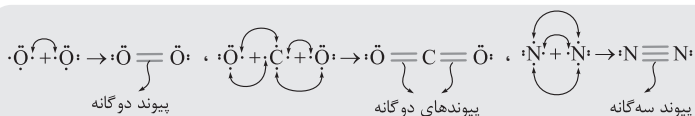


**مثال** گاز کلر که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد از مولکول‌های دو اتمی ( $\text{Cl}_2$ ) تشکیل شده است.

اتم‌های غیریکسان نیز می‌توانند الکترون‌های لایه ظرفیت خود را با یکدیگر به اشتراک بگذارند.

**توجه** اتم هیدروژن دارای یک الکترون است و پس از تشکیل پیوند اشتراکی، دارای دو الکترون در لایه ظرفیت خود می‌شود و به آرایش دوتایی گاز نجیب هلیوم ( $\text{He}$ ) می‌رسد. (اتم هیدروژن همیشه یک پیوند تشکیل می‌دهد.)

● برخی اتم‌ها با تعداد پیوندهای کووالانسی بیشتری به یکدیگر متصل می‌شوند تا هشت‌تایی شوند.



مثال



● هفت عنصر موجود در جدول تناوبی در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی وجود دارند.





### – نمایش فرمول‌های شیمیایی –

به فرمول شیمیایی مواد مولکولی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار دقیق اتم‌های هر عنصر را در آن نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند. برای نمایش مولکول‌ها می‌توان از مدل فضاپرکن نیز استفاده کرد. مدل فضاپرکن شکل سه‌بعدی مولکول و اندازه نسبی اتم‌ها را نشان می‌دهد، اما در این مدل، پیوندهای کووالانسی نشان داده نمی‌شوند.

| مدل فضاپرکن   |                 |                 |               |
|---------------|-----------------|-----------------|---------------|
| فرمول مولکولی | CH <sub>4</sub> | NH <sub>3</sub> | HCl           |
| نام ماده      | متان            | آمونیاک         | هیدروژن کلرید |

### ❖❖ فصل ۲: ردپای گازها در زندگی ❖❖

نوع، رفتار و واکنش‌های اجزای سازنده هواکره، در حیات موجودات زنده روی زمین تأثیرگذار است.

### – هواکره –

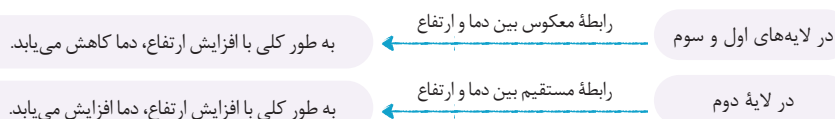
۱ به لایه گازی و فیروزه‌ای‌رنگ پیرامون زمین، اتمسفر زمین (هواکره) می‌گویند که اغلب هوا نامیده می‌شود. ۲ زمین تنها سیاره در سامانه خورشیدی است که اتمسفری دارد که امکان زندگی روی آن را فراهم می‌کند. این اتمسفر مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است. ۳ اتمسفر را می‌توان به اقیانوسی از مولکول‌های گازی تشبیه کرد که ما در کف آن زندگی می‌کنیم. جاذبه زمین گازهای تشکیل‌دهنده هواکره را در اطراف خود نگه می‌دارد و جلوی خروج آن‌ها از اتمسفر را می‌گیرد و از سوی دیگر، انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آن‌ها در حال جنب‌وجوش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند. ۴ اغلب (نه همه!) گازها نامرئی (بی‌رنگ) هستند. در میان گازهای هواکره، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که اغلب (نه همه!) آن‌ها برای ساکنان زمین سودمند هستند؛ اما برخی از این واکنش‌ها مفید نبوده و فراورده‌هایی که تولید می‌کنند برای ساکنان این سیاره خاکی مضر هستند.

نکات تغییر دما و اجزاء سازنده هواکره برحسب ارتفاع از سطح زمین

۱) هواکره را براساس روند تغییر دمای آن می‌توان به چهار لایه تقسیم نمود:

| گونه‌های شیمیایی موجود                                                                                                                                       | محدوده دما (°C)<br>(روند تغییر دما با افزایش ارتفاع) | محدوده ارتفاع (km) | لایه       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------|------------|
| H <sub>2</sub> O, N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>                                                                         | از +۱۴ تا -۵۵ (کاهش)                                 | ۰ - ۱۱/۵           | تروپوسفر   |
| N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>                                                                                           | از -۵۵ تا +۷ (افزایش)                                | ۱۱/۵ - ۵۰          | استراتوسفر |
| N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>                                                                                           | از +۷ تا -۸۷ (کاهش)                                  | ۵۰ - ۸۰            | مزنوسفر    |
| N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> <sup>+</sup> , N <sub>2</sub> <sup>+</sup> , O <sub>2</sub> <sup>+</sup> , H <sup>+</sup> , He <sup>+</sup> | از -۸۷ تا +۱۳۰۰ (افزایش)                             | ۸۰ - ۵۰۰           | ترموسفر    |

۲) ارتباط دمای هواکره با ارتفاع آن:



### – لایه اول (تروپوسفر) –

۱ پایین‌ترین لایه هواکره است که تا ارتفاع ۱۲ - ۱۰ کیلومتری از سطح زمین را شامل می‌شود.

۲ حدوداً ۷۵٪ از جرم (نه حجم!) کل هواکره در تروپوسفر متمرکز شده است و تغییرات آب‌وهوایی در این لایه اتفاق می‌افتد.

۳ در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود ۶ °C افت می‌کند و در انتهای این لایه (ارتفاع ۱۱/۵ کیلومتری)، دما به حدود ۵۵ °C - (۲۱۸ K) می‌رسد؛ دمای سطح زمین به طور میانگین، ۱۴ °C (۲۸۷ K) می‌باشد.

### نکات مهم

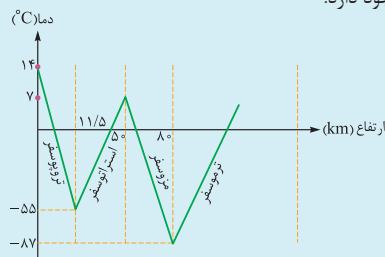
۱ بخار آب تنها در لایه اول (تروپوسفر) وجود دارد و به همین دلیل تغییرات آب‌وهوایی و بسیاری از پدیده‌های جوی که با رطوبت سروکار دارند، مانند ابر، باران، برف و ... در این لایه اتفاق می‌افتد.

۲ در لایه چهارم علاوه بر N<sub>2</sub> و O<sub>2</sub>، اتم اکسیژن (O) و کاتیون نیز موجود است؛ اما یون بار منفی یا آنیون وجود ندارد!

۳ علت وجود کاتیون‌ها و اتم‌های آزاد در لایه چهارم، برخورد پرتوهای پرانرژی کیهانی مانند نور فرابنفش خورشید به اتم‌ها و مولکول‌ها در این لایه است.

۴ هر چند لایه اوزون مربوط به لایه دوم (استراتوسفر) است، اما باید بدانید که گاز اوزون در لایه تروپوسفر نیز وجود دارد.

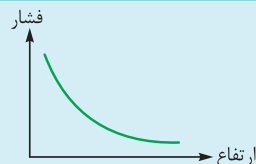
نمودار کلی تغییرات دما (برحسب °C) برحسب ارتفاع در بین لایه‌های هواکره را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



### – فشار هوا در لایه‌های هواکره –

**توجه** هواکره به دلیل داشتن گازهای گوناگون، فشار دارد. این فشار در همه (نه اغلب!) جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان (نه متفاوت!) وارد می‌شود.

### نکات مهم



۱ هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، هواکره رقیق‌تر می‌شود، یعنی تعداد کل ذرات در حجم مشخص از هواکره (چگالی هوا) کاهش یافته و در نتیجه فشار هواکره کاهش می‌یابد.

۲ نمودار مقابل تغییرات فشار هواکره برحسب افزایش ارتفاع از سطح زمین را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، با افزایش ارتفاع، تغییرات فشار کاهش می‌یابد.

۳ میزان کاهش فشار، در ارتفاع‌های پایین‌تر، بیشتر است؛ اما رفته‌رفته با افزایش ارتفاع، این کاهش فشار کم‌تر می‌شود؛ یعنی اندازه شیب منحنی کاهش یافته است.

### مسئله‌های مربوط به تغییرات دمایی هواکره با تغییر ارتفاع

$$T(K) = 273 + \theta(^{\circ}C)$$

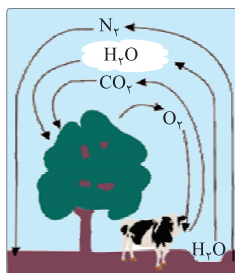
● رابطه مربوط به تبدیل واحد دما از درجه سلسیوس به کلوین و بالعکس:

● ارزش دمایی « °C » برابر با « K » است؛ از این‌رو در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند،  $(\Delta T = \Delta \theta)$  خواهد بود؛ یعنی تغییر دما در مقیاس سلسیوس و کلوین با هم برابر است.

● لایه تروپوسفر تا ارتفاع حدود ۱۱/۵ کیلومتری سطح زمین ادامه دارد و با افزایش ارتفاع به ازای هر ۱ km، دما حدود ۶ °C کاهش می‌یابد.

$$\theta = -\epsilon h + \theta_0$$

↑ ارتفاع  
↓ دمای سطح زمین  
↓ دما در ارتفاع h کیلومتری



### – هوا معجونی ارزشمند –

۱ هواکره و زیست‌کره مدام با یکدیگر در تعامل می‌باشند. در واقع برهم‌کنش این دو به نوعی تضمین‌کننده حیات موجودات زنده است؛ به بیان دیگر زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای هوا، گره خورده است. موجودات زنده برای تنفس نیازمند اکسیژن هستند. جانداران ذره‌بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

### نکته

$N_2$ ،  $O_2$  و  $CO_2$  از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند.

فراوان‌ترین گاز نجیب

۲ درصد حجمی گازهای تشکیل‌دهنده هوای پاک و خشک در تروپوسفر به صورت زیر است:

$$N_2 > O_2 > Ar > CO_2 > Ne > He > Kr > Xe$$

↓ ≈ ۷۸٪    ↓ ≈ ۲۱٪    ↑ فراوان‌ترین ترکیب

● با توجه به این‌که سه گاز نیتروژن، اکسیژن و آرگون بیشترین درصد حجمی را در میان اجزای هواکره دارا می‌باشند، می‌توان گفت که هوا منبعی غنی برای این گازها می‌باشد.

● توجه کنید که رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا حدود ۱٪ است، هرچند این مقدار از جایی به جایی دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعتی دیگر تغییر می‌کند.

● مقدار گازهای نجیب موجود در هواکره بسیار کم است؛ از این‌رو به گازهای کمیاب معروف هستند.

۳ چند مورد از کاربردهای گاز نیتروژن که اصلی‌ترین جزء هواکره می‌باشد در زیر آورده شده است: (۱) بسته‌بندی برخی مواد خوراکی (۲) پرکردن تایر خودرو (۳) صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی (۴) نگهداری نمونه‌های بیولوژیکی در پزشکی



### – تقطیر جزء به جزء هوای مایع –

- مراحل فرایند تقطیر جزء به جزء هوای مایع
- عبور هوا از صافی‌ها به منظور گرفته شدن گرد و غبار
  - کاهش پیوسته دما با استفاده از تغییر فشار
  - جدا شدن رطوبت هوا به صورت یخ در دمای  $0^{\circ}\text{C}$
  - جدا شدن کربن دی‌اکسید به حالت جامد در دمای  $-78^{\circ}\text{C}$  (چگالش گاز  $\text{CO}_2$ )
  - تهیه هوای مایع با سرد کردن بیشتر دما تا  $-200^{\circ}\text{C}$
  - عبور هوای مایع (مخلوط چند مایع بسیار سرد) از ستون تقطیر و جداسازی اجزای آن براساس تفاوت نقطه جوش اجزاء

### نکات مهم

نکات مهم تقطیر جزء به جزء هوای مایع

- ترتیب جدا شدن گازها از هوای مایع وابسته به دمای جوش آن‌ها است. پس از ورود هوای مایع به برج تقطیر و افزایش تدریجی دما، هر ماده‌ای که به نقطه جوش خود می‌رسد، به سرعت به گاز تبدیل شده و از مخلوط جدا می‌شود. بنابراین هر چه دمای جوش یک گاز پایین‌تر (منفی‌تر) باشد، زودتر از مخلوط هوای مایع جدا می‌شود.
- در مخلوط هوای مایع، ابتدا گاز نیتروژن ( $\text{N}_2$ ) که نقطه جوش پایین‌تری دارد، خارج می‌شود؛ بعد آرگون ( $\text{Ar}$ ) و سپس گاز اکسیژن ( $\text{O}_2$ )!

| گاز                             | اکسیژن | آرگون | نیتروژن | هلیوم |
|---------------------------------|--------|-------|---------|-------|
| نقطه جوش ( $^{\circ}\text{C}$ ) | -183   | -186  | -196    | -269  |

مقایسه نقطه جوش:  $\text{N}_2 < \text{Ar} < \text{O}_2$   
 $-196^{\circ}\text{C} < -186^{\circ}\text{C} < -183^{\circ}\text{C}$

ترتیب جدا شدن گازها:  $\text{N}_2 \rightarrow \text{Ar} \rightarrow \text{O}_2$

- A آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.**  
 (در سرد کردن مخلوط گازهای A و B، گاز A زودتر مایع می‌شود.)

**B آسان‌تر به گاز تبدیل می‌شود.**  
 (در گرم کردن مخلوطی مایع از A و B، جزء B زودتر به گاز تبدیل و از مخلوط جدا می‌شود.)

توجه کنید که هوای مایع، با دمای  $-200^{\circ}\text{C}$  فاقد هلیوم می‌باشد. زیرا نقطه جوش هلیوم پایین‌تر از  $-200^{\circ}\text{C}$  ( $-269^{\circ}\text{C}$ ) است و اصلاً در دمای  $-200^{\circ}\text{C}$  این گاز مایع نشده است و هم‌چنان به صورت گاز است.

در مواردی که نقطه جوش دو ماده نزدیک به یکدیگرند مانند اکسیژن و آرگون، با استفاده از برج تقطیر نمی‌توان آن‌ها را به صورت ۱۰۰٪ خالص از یکدیگر جدا کرد.

### – آرگون –

- در میان گازهای سازنده هواکره در هوای پاک و خشک، پس از دو گاز نیتروژن ( $\text{N}_2$ ) و اکسیژن ( $\text{O}_2$ )، رتبه سوم بیشترین درصد حجمی گازهای هواکره را از آن خود کرده است.
- آرگون یک گاز نجیب، بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است.
- واژه آرگون به معنای تبیل، است؛ زیرا واکنش‌پذیری آن بسیار ناچیز بوده و در عمل واکنش‌ناپذیر است.
- هنگام جوشکاری و یا برش فلزها، دما به شدت بالا می‌رود و امکان ترکیب شدن این فلزات با اکسیژن هوا زیاد است. یکی از کاربردهای آرگون ایجاد محیط بی‌اثر هنگام جوشکاری است؛ این روش بر استحکام و طول عمر فلز جوشکاری شده می‌افزاید.
- در لامپ‌های رشته‌ای نیز به کار می‌رود و در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود.

### – هلیوم –

- هلیوم به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب (در دوره اول و جزء عناصر دسته S جدول دوره‌ای)، بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است.
- هلیوم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود، به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد، از این رو منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیوم در مقیاس صنعتی مناسب‌ترند.
- هلیوم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود و این گاز پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود.
- حدود ۷٪ حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد و البته این مقدار، در میدان‌های گازی مختلف متفاوت است.
- چند مورد از کاربردهای هلیوم: (۱) پر کردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی (۲) خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI (۳) جوشکاری (۴) کپسول غواصی

### – اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره –

- یکی از مهم‌ترین گازهای تشکیل‌دهنده هواکره است که بیشتر به صورت مولکول‌های دواتمی  $\text{O}_2$  یافت می‌شود.
- مقدار این گاز در لایه‌های مختلف هواکره متفاوت است؛ ولی دقت کنید که درصد حجمی این گاز در سه لایه اول هواکره تقریباً ثابت و حدود ۲۱٪ است.
- اکسیژن در آب‌کره، در ساختار مولکول‌های آب وجود دارد و در سنگ‌کره، به صورت ترکیب با دیگر عناصرها وجود دارد و در ساختار همه مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها یافت می‌شود.



# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

## شیمی

۴ اکسیژن واکنش پذیری زیادی دارد و با اغلب عناصرها و مواد واکنش می دهد به همین دلیل اکثر واکنش های شیمیایی پیرامون ما به دلیل وجود گاز اکسیژن در محیط است.  
۵ هر چه از سطح زمین بالاتر می رویم، هواکره رقیق تر شده و تعداد کل ذرات موجود در هر لیتر هوا کاهش می یابد؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع، فشار همه مولکول های گازی از جمله اکسیژن کاهش می یابد.

● اگر چه با افزایش ارتفاع، غلظت یا فشار اکسیژن (و گازهای دیگر) کاهش می یابد اما درصد حجمی آن ها تقریباً ثابت است.

● فشار گاز اکسیژن در هر ارتفاعی از سطح زمین را می توان از رابطه زیر حساب کرد:

$$\text{فشار هوا} \times \frac{\text{درصد حجمی گاز اکسیژن}}{100} \approx 21$$

$$\frac{\text{فشار گاز نیتروژن}}{\text{فشار گاز اکسیژن}} = \frac{\text{درصد حجمی گاز نیتروژن}}{\text{درصد حجمی گاز اکسیژن}}$$

● نسبت فشار دو گاز در هواکره برابر با نسبت درصد حجمی آن هاست:

### – ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها –

● اکسیژن در سنگ کره به شکل اکسیدهای گوناگون یافت می شود.

**مثال** فلز آلومینیم به شکل بوکسیت ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) به همراه ناخالصی و سیلیسیم به شکل سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) در طبیعت وجود دارد.

**توجه** اغلب (نه همه!) عناصر در طبیعت به شکل ترکیب وجود دارند. (فلزاتی مانند طلا ( $\text{Au}$ ) و پلاتین به حالت آزاد در طبیعت یافت می شوند و یا نافلزاتی مانند  $\text{O}_2$  و  $\text{N}_2$  نیز به صورت آزاد در طبیعت وجود دارند).

● برخی از فلزات مانند آهن در واکنش با اکسیژن (نافلزها)، دو نوع اکسید تولید می کنند. برای نام گذاری (فرمول نویسی) ترکیب های فلزهایی که بیش از یک نوع کاتیون با بار متفاوت دارند، به صورت زیر عمل می کنیم.

### – نام گذاری و فرمول نویسی کاتیون های چند ظرفیتی –

۱ برای فلزاتی که تنها یک نوع کاتیون دارند، نام یون مربوط به همان نام عنصر بوده و از فرمول «یون + نام عنصر» پیروی می کند.

**مثال** کاتیون های فلزات گروه های ۱ و ۲ جدول دوره ای، ( $\text{Ag}^+$ : یون نقره)، ( $\text{Sc}^{3+}$ : یون اسکاندیم)، ( $\text{Zn}^{2+}$ : یون روی)، ( $\text{Al}^{3+}$ : یون آلومینیم)

۲ برای فلزاتی که بیش از یک نوع کاتیون با بار متفاوت دارند، بار کاتیون با اعداد رومی جلوی نام کاتیون داخل پرانتز نشان داده می شود.

● در نام گذاری یون فلزاتی که فقط یک نوع کاتیون می دهند، نباید از اعداد رومی استفاده کرد!

نام گذاری: یون + نام فلز + ظرفیت فلز (با عدد رومی داخل پرانتز نشان داده می شود).

| عدد       | ۱ | ۲  | ۳   | ۴  | ۵ |
|-----------|---|----|-----|----|---|
| نماد رومی | I | II | III | IV | V |

### مثال

| یون آهن (II)     | یون آهن (III)    | یون کروم (II)    | یون کروم (III)   | یون مس (I)    | یون مس (II)      |
|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|------------------|
| $\text{Fe}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ | $\text{Cr}^{2+}$ | $\text{Cr}^{3+}$ | $\text{Cu}^+$ | $\text{Cu}^{2+}$ |

۳ برای نوشتن فرمول ترکیب یونی ابتدا کاتیون مربوط به فلز را سمت چپ و سپس آنیون را سمت راست می نویسیم. بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون (قدرمطلق آن را) به عنوان زیروند کاتیون قرار می دهیم.

دقت کنید که در صورت ساده شدن زیروندها، آن ها را با هم ساده می کنیم و زیروند ۱ هم نوشته نمی شود.

۴ برای نام گذاری ترکیب های یونی ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را بدون ذکر واژه «یون» می نویسیم.

۵ برای نام گذاری نام آنیون، از فرمول «یون + نام عنصر یا ریشه نام + ید» استفاده می کنیم.

**مثال**  $\text{CrS} \leftarrow$  کروم (II) سولفید،  $\text{Li}_2\text{O} \leftarrow$  لیتیم اکسید، مس (II) اکسید  $\text{O}^{2-} \leftarrow$ ،  $\text{Cu}^{2+} \leftarrow \text{CuO}$

### – نام گذاری و فرمول نویسی اکسیدهای نافلز و به طور کلی ترکیب های مولکولی دوتایی –

۱ واکنش عناصرها با اکسیژن، تنها به فلزات محدود نمی شوند، بلکه (اغلباً) نافلزات نیز با آن واکنش داده و به اکسید نافلزات تبدیل می شوند. در واقع اکسیدهای نافلز و دسته دیگری از ترکیبات شیمیایی هستند که از واکنش نافلزها با اکسیژن تولید می شوند.

**مثال**  $\text{CO}_2$ ،  $\text{NO}_2$ ،  $\text{SO}_2$ ،  $\text{SO}_3$  و ...

۲ هر زیروند در فرمول شیمیایی، نمایانگر شمار اتم های آن عنصر در ترکیب است و به همین دلیل شیمی دان ها برای بیان شمار هر یک از اتم ها، پیشوندهای معرفی شده در جدول زیر را به کار می برند.

| تعداد اتم     | ۱    | ۲  | ۳   | ۴    | ۵    | ۶    | ۷    | ۸    | ۹    | ۱۰  |
|---------------|------|----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|
| پیشوند یونانی | مونو | دی | تری | تترا | پنتا | هگزا | هپتا | اکتا | نونا | دکا |





# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

شیمی

● برای نام گذاری ترکیب های مولکولی دوتایی به صورت زیر عمل می شود:

فرمول: پیشوند یونانی (در صورت لزوم) + نام نافلز سمت چپ + پیشوند یونانی + نام یا ریشه نام نافلز سمت راست + پسوند «ید»

## نکات مهم

- ۱ پیشوندها اعداد یونانی هستند که تعداد اتم عنصر مربوطه را در ترکیب نشان می دهد.
  - ۲ اگر تعداد اتم نافلز سمت چپ در فرمول برابر یک باشد پیشوند «مونو» برای آن نباید ذکر شود.
  - ۳ اگر تعداد اتم نافلز سمت راست برابر یک باشد ذکر پیشوند «مونو» برای آن ضروری است.
  - ۴ برای ترکیبات هیدروژن دار دوتایی عنصرهای گروه ۱۷ جدول دوره ای (هیدروژن هالیدها)، برای عنصر دوم (هالوژن) هم از پیشوند «مونو» استفاده نمی کنیم.
- مثال** (دی کلرو هپتاکسید:  $\text{Cl}_7\text{O}_2$ ) (کربن تتراکلرید:  $\text{CCl}_4$ ) (هیدروژن فلوئورید:  $\text{HF}$ )
- ۵ برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات مولکولی دوتایی به کمک نام آن ها، هیچ وقت در مرحله آخر زیروندها را ساده نکنید. برای مثال اگر زیروندها را در ترکیب  $\text{N}_2\text{O}_4$  ساده کنیم،  $\text{NO}_2$  ایجاد می شود؛ اما این دو ماده، دو ترکیب با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت هستند.
- مثال** ( $\text{Cl}_2\text{O}$ : دی کلر مونو اکسید) ( $\text{N}_2\text{O}_4$ : دی نیتروژن تترا اکسید) ( $\text{NO}_2$ : نیتروژن دی اکسید)

## – ساختار لوویس –

مراحل رسم ساختار لوویس گونه هایی که از قاعده هشت تایی پیروی می کنند:

- در ساختار لوویس یک مولکول، الکترون های لایه ظرفیت اتم ها طوری در اطراف اتم ها چیده می شوند که همه اتم های موجود در مولکول از قاعده هشت تایی پیروی کنند. (به جز هیدروژن!)

۱ محاسبه تعداد کل الکترون های لایه ظرفیت اتم های سازنده

**تذکر** تعداد الکترون های ظرفیت عناصر S و P (به جز هلیوم) برابر با عدد یکان شماره گروه آن عنصر است.

۲ تعیین اتم مرکزی و چیدمان اتم های دیگر اطراف آن

- اغلب نخستین اتم از سمت چپ (به جز هیدروژن) در فرمول مولکولی ماده، اتم مرکزی است.
  - ۳ متصل کردن اتم های اطراف به اتم مرکزی با یک پیوند و هشت تایی کردن اتم های اطراف با قراردادن ۳ جفت الکترون های ناپیوندی روی همه اتم های مجاور به جز هیدروژن
  - ۴ محاسبه باقی مانده الکترون های ظرفیتی و قراردادن آن ها در صورت وجود روی اتم مرکزی
  - تعداد کل الکترون های به کار رفته (پیوندی و ناپیوندی) در مرحله (۳) را از شمار کل الکترون های ظرفیتی اتم ها در مرحله (۱) کم می کنیم و در صورت باقی ماندن الکترون، آن ها را به صورت جفت ناپیوندی روی اتم مرکزی قرار می دهیم.
  - ۵ هشت تایی کردن اتم مرکزی به شرطی که تا این مرحله هشت تایی نشده باشد.
- اگر پس از مرحله (۴)، اتم مرکزی هشت تایی نشده باشد، برای هشت تایی کردن آن می توانیم از یک (یا در صورت نیاز دو) اتم کناری یک (یا براساس نیاز دو) جفت ناپیوندی کم کرده و آن را به صورت یک پیوند جدید دوگانه (یا سه گانه) با اتم مرکزی درآوریم.

**مثال** مراحل رسم ساختار لوویس  $\text{CO}_2$ :

$$1) \text{ محاسبه تعداد کل ظرفیت } 16 = 4 + 2(6) = 16$$

۲) چیدمان اتم ها  $\text{O} \quad \text{C} \quad \text{O} \Rightarrow$  کربن اتم مرکزی است.

۳) تعداد e های به کار رفته در ساختار  $\Rightarrow \text{O} \text{---} \text{C} \text{---} \text{O} \Rightarrow$  هشت تایی کردن اتم های کناری

۴) جفت ناپیوندی برای اتم کربن وجود ندارد.  $\Rightarrow$  تعداد e به کار رفته در ساختار = تعداد کل e ظرفیت

۵) هشت تایی کردن اتم کربن (اتم مرکزی) با استفاده از اتم های کناری  $\Rightarrow \text{O} \text{=C=O} \Rightarrow$  ساختار نهایی

**مثال** رسم ساختار لوویس یون  $\text{NO}_2^+$ :

$$1) \text{NO}_2^+ \Rightarrow [(1 \times 5) + (2 \times 6)] - 1 = 16$$

۲)  $\text{O} \quad \text{N} \quad \text{O}$

۳)  $\text{O} \text{---} \text{N} \text{---} \text{O} \Rightarrow$  e های به کار رفته = 16

۴)  $16 - 16 = 0 \Rightarrow$  اتم مرکزی جفت ناپیوندی ندارد.

۵)  $\text{O} \text{=N=O} \Rightarrow$  ساختار نهایی



### نکات مهم

- در رسم ساختار لوویس، هنگامی که اتم‌های یکسانی به اتم مرکزی متصل‌اند، نمایش پیوند دوگانه بر سه‌گانه مقدم است.
- اتم‌های هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهند و هشت‌تایی نمی‌شوند در واقع تنها با  $2e^-$  پایدار می‌شوند. اتم‌های H در مولکول‌ها، همیشه اتم کناری هستند.
- هرگاه اتم عنصرهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) اتم کناری باشند، تنها یک پیوند اشتراکی (یگانه) تشکیل می‌دهند.
- به جفت‌الکترونی که در تشکیل پیوند شرکت می‌کند، جفت‌الکترون پیوندی و به جفت‌الکترونی که در تشکیل پیوند شرکت نمی‌کند و فقط متعلق به یکی از اتم‌هاست، جفت‌الکترون ناپیوندی می‌گویند؛ می‌دانید که هر پیوند اشتراکی یگانه، معادل یک جفت (دو) الکترون پیوندی است. (به آوردن یا نیاوردن کلمه جفت در تست‌ها دقت کنید!)
- مراحل رسم ساختار لوویس یون‌های چنداتی، دقیقاً مشابه به رسم ساختار مولکول‌هاست با این تفاوت که در مرحله (۱) و در هنگام محاسبه تعداد کل الکترون‌های ظرفیت در یون‌هایی با بار منفی، به اندازه بار منفی یون، به شمار الکترون‌های ظرفیت، اضافه و در یون‌هایی با بار مثبت، به تعداد بار مثبت از شمار الکترون‌های ظرفیت، کم می‌کنیم.
- نکته خیلی مهم در یون‌های چنداتی آن‌که بار یون متعلق به همه اتم‌های سازنده است؛ (نه یک اتم خاص!) بنابراین ساختار به دست آمده در مرحله آخر را درون یک کروشه ([ ]) قرار داده و بار یون را بالا و سمت راست کروشه یادداشت کنید.

### نکات مهم

نکات کار راه‌انداز:

- با استفاده از فرمول زیر می‌توان بدون رسم ساختار لوویس مولکول‌ها، شمار کل پیوندهای اشتراکی در مولکول را محاسبه کرد:  
(یا همان مجموع تعداد الکترون‌های جفت‌نشده در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌ها)  

$$\text{مجموع ظرفیت اتم‌ها} \div 2 = \text{شمار کل پیوندهای اشتراکی در یک مولکول}$$
- ظرفیت برای عناصر گروه ۱ و ۱۷ برابر ۱؛ برای عناصر گروه ۱۶، برابر ۲؛ برای عناصر گروه ۱۴، برابر ۴ و ... به همین ترتیب است! (به نوعی تعداد الکترون‌های جفت‌نشده در ساختار لوویس هر اتم است.)
- محاسبه بار یون چنداتی = (مجموع شمار الکترون‌های ساختار لوویس) - (مجموع شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها)

## ریاضی

### ریشه نام

- اگر  $a^n = b$  و  $n$  عددی طبیعی باشد، می‌گوییم  $a$  ریشه  $n$ ام  $b$  است. چند مثال:

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| $\sqrt[3]{8} = 2$      | ریشه سوم ۸       |
| $\pm\sqrt{25} = \pm 5$ | ریشه‌های دوم ۲۵  |
| $\pm\sqrt[4]{3}$       | ریشه‌های چهارم ۳ |
| $\sqrt[5]{-1} = -1$    | ریشه پنجم -۱     |

- ریشه  $n$ ام عدد  $a$  در دو حالت  $a \geq 0$  و  $a < 0$ :

| علامت $a$  | ریشه $n$ ام (فرد) | ریشه $n$ ام (زوج) |
|------------|-------------------|-------------------|
| $a \geq 0$ | $\sqrt[n]{a}$     | $\pm\sqrt[n]{a}$  |
| $a < 0$    | $\sqrt[n]{a}$     | ندارد             |

$$\sqrt[n]{a^n} = \begin{cases} a & \text{فرد } n \\ |a| & \text{زوج } n \end{cases}$$

$$\sqrt[n]{a^n} \text{ حاصل } \text{③}$$

### توان‌های گویا

- قواعد رادیکال‌ها:

| مثال                                           | توضیح                                                   |                          |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|
| $5\sqrt{2} + 3\sqrt{2} - \sqrt{2} = 7\sqrt{2}$ | باید «عبارت زیر رادیکال‌ها» و «فرجه‌هایشان» برابر باشد. | ۱ جمع و تفریق رادیکال‌ها |
| $\sqrt[4]{2} \times \sqrt[4]{3} = \sqrt[4]{6}$ | باید «فرجه‌ها» برابر باشد.                              | ۲ ضرب و تقسیم رادیکال‌ها |



# مرورنامه آزمون آزمایشی خیالی سبز

ریاضی

| مثال                                                                              | توضیح                                                                                                                |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| $\sqrt[3]{54} = \sqrt[3]{2 \times 3^3} = 3\sqrt[3]{2}$                            | $\sqrt[n]{a^n b} = \begin{cases} a\sqrt[n]{b} & \text{فرد } n \\  a  \sqrt[n]{b} & \text{زوج } n, b > 0 \end{cases}$ | ۳ عدد بیرون کشیدن       |
| $\sqrt[4]{\sqrt[3]{32}} = \sqrt[4]{\sqrt[3]{2^5}} = \sqrt[4]{2^{5/3}} = 2^{5/12}$ | $\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[m \times n]{a}$                                                                       | ۴ رادیکال تو رادیکال    |
| $\sqrt[18]{5^{12}} = \sqrt[3 \times 6]{5^{3 \times 4}} = \sqrt[3]{5^4}$           | $\sqrt[nk]{a^{mk}} = \sqrt[n]{a^m}$<br>(اگر k زوج بود، a قدرمطلق می گیرد.)                                           | ۵ ساده کردن توان و فرجه |

$$\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}} \rightarrow \begin{matrix} \text{توان} \\ \text{فرجه} \end{matrix}$$

۲ توان گویا، اگر  $a > 0$  باشد، آن گاه:

۳ قواعد توان:

| ضرب با پایه های مساوی     | ضرب با توان های مساوی    | تقسیم با پایه های مساوی  | تقسیم با توان های مساوی                     | توان منفی                | توان به توان                 |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| $a^n \cdot a^m = a^{n+m}$ | $a^n \cdot b^n = (ab)^n$ | $a^n \div a^m = a^{n-m}$ | $a^n \div b^n = \left(\frac{a}{b}\right)^n$ | $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ | $(a^n)^m = a^{(n \times m)}$ |

## عبارات جبری

۱ اتحاد: هر تساوی جبری که به ازای تمام مقادیر متغیرها برقرار باشد. مثلاً  $x(x+2) = x^2 + 2x$  یک اتحاد است.

۲ اتحادهای معروف:

| اسم اتحاد         | فرم کلی اتحاد                                       | مثال                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| ۱ مربع دو جمله ای | $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$                   | $(2x + 5)^2 = 4x^2 + 20x + 25$                           |
| ۲ مربع سه جمله ای | $(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2bc + 2ac$ | $(x - 2y + 3z)^2 = x^2 + 4y^2 + 9z^2 - 4xy + 6xz - 12yz$ |
| ۳ مزدوج           | $(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$                        | $(5x - 3)(5x + 3) = 25x^2 - 9$                           |
| ۴ جمله مشترک      | $(x + a)(x + b) = x^2 + (a + b)x + ab$              | $(3x + 2)(3x + 5) = 9x^2 + 21x + 10$                     |
| ۵ مکعب            | $(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$       | $(2x - 5)^3 = 8x^3 - 60x^2 + 150x - 125$                 |
| ۶ چاق و لاغر      | $(a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2) = a^3 \pm b^3$         | $(3x + 2)(9x^2 - 6x + 4) = 27x^3 + 8$                    |

۳ دو فرم پر استفاده از اتحاد مربع و مکعب:

| فرم اتحادی                             | شبیه سازی با S و P               |
|----------------------------------------|----------------------------------|
| ۱ $a^3 + b^3 = (a + b)^3 - 3ab$        | $\alpha^3 + \beta^3 = S^3 - 3P$  |
| ۲ $a^3 + b^3 = (a + b)^3 - 3ab(a + b)$ | $\alpha^3 + \beta^3 = S^3 - 3PS$ |

۴ برای سؤالاتی که « $a + b$  و  $ab$ » را می دهند و  $a^3 + b^3$  یا  $a^2 + b^2$  را می خواهند (یا سؤالاتی که  $x + \frac{1}{x}$  را می دهند و  $x^2 + \frac{1}{x^2}$  یا  $x^3 + \frac{1}{x^3}$  را می خواهند) از دو اتحاد بالا استفاده کنید.

۵ ساده کردن رادیکال های به فرم  $\sqrt{A \pm 2\sqrt{B}}$

اگر رادیکال به شکل  $\sqrt{A \pm 2\sqrt{B}}$  دیدید، باید زیر رادیکال یعنی  $A \pm 2\sqrt{B}$  را به شکل  $(\sqrt{C} \pm \sqrt{D})^2$  بنویسید:

$$(\sqrt{C} \pm \sqrt{D})^2 = A \pm 2\sqrt{B} \Rightarrow C + D \pm 2\sqrt{CD} = A \pm 2\sqrt{B} \Rightarrow \begin{cases} A = C + D \\ B = C \times D \end{cases}$$

یعنی باید دنبال دو تا عدد باشیم که جمعشان A و ضربشان B باشد. مثلاً برای ساده کردن  $\sqrt{5 + 2\sqrt{6}}$ ، باید دو تا عدد پیدا کنیم که جمعشان ۵ و ضربشان ۶ باشد. این دو تا

عدد ۲ و ۳ هستند، پس جای  $5 + 2\sqrt{6}$  می نویسیم  $(\sqrt{3} + \sqrt{2})^2$  و داریم:

$$\sqrt{5 + 2\sqrt{6}} = \sqrt{(\sqrt{3} + \sqrt{2})^2} = \sqrt{3} + \sqrt{2}$$



# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

ریاضی

۶ تجزیه: نوشتن یک عبارت جبری به صورت حاصل ضرب دو یا چند عبارت جبری دیگر

۷ روش‌های معروف تجزیه:

| اسم روش            | توضیح                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | مثال                                                                                                                                                                   |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| فاکتورگیری         | از بزرگ‌ترین عامل مشترک بین جملات فاکتور می‌گیریم.                                                                                                                                                                                                                                                                           | $12x^5 - 18x^4 = 6x^4(2x - 3)$                                                                                                                                         |
| استفاده از اتحادها | <ul style="list-style-type: none"> <li>در تجزیه <math>a^n - b^n</math>، اگر <math>n</math> زوج باشد، از اتحاد مزدوج کمک می‌گیریم.</li> <li>در تجزیه <math>a^n \pm b^n</math>، اگر <math>n</math> مضرب ۳ باشد، از اتحاد چاق و لاغر کمک می‌گیریم.</li> <li>در سه‌جمله‌ای‌ها دنبال اتحاد جمله مشترک (یا مربع) باشید.</li> </ul> | $x^6 - 7x^3 - 8 \xrightarrow{\text{جمله مشترک}} (x^3 - 8)(x^3 + 1)$ $\xrightarrow{\text{چاق و لاغر}} (x - 2)(x^2 + 2x + 4)(x + 1)(x^2 - x + 1)$                        |
| دسته‌بندی          | چند جمله را با هم می‌گیریم و چند جمله دیگر را نیز با هم، بعد با تجزیه هر دسته به عبارتی می‌رسیم که به کمک اتحادها یا فاکتورگیری تجزیه نهایی می‌شود.                                                                                                                                                                          | $x^3 + 3x^2 - 4x - 12 = x^2(x + 3) - 4(x + 3)$ $\xrightarrow{\text{فاکتور از } x+3} (x + 3)(x^2 - 4) = (x + 3)(x - 2)(x + 2)$ <p style="text-align: center;">مزدوج</p> |
| شکستن جملات        | برای تجزیه عبارت‌های به فرم $x^4 + bx^2 + c$ که در نگاه اول قابل تجزیه نیستند مناسب است. باید $bx^2$ را به شکل $dx^2 + ex^2$ بنویسید که $dx^2$ با دو جمله دیگر تشکیل اتحاد مربع بدهد و بعد از آن از اتحاد مزدوج استفاده کنید.                                                                                                | $x^4 + 5x^2 + 9 \xrightarrow{\text{جای } 5x^2 \text{ می‌نویسیم}} x^4 + 6x^2 + 9 - x^2$ $= (x^2 + 3)^2 - x^2 = (x^2 + 3 + x)(x^2 + 3 - x)$                              |

۸ گویاکردن مخرج کسرها:

| فرم کسر                                                                          | روش گویاکردن مخرج                                                                                      | مثال                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\frac{\circ}{\sqrt{a}}$                                                         | صورت و مخرج را در $\sqrt{a}$ ضرب می‌کنیم.                                                              | $\frac{6}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{6\sqrt{2}}{2} = 3\sqrt{2}$                                                                                              |
| $\frac{\circ}{\sqrt[n]{a^n}}$                                                    | صورت و مخرج را در $\sqrt[n]{a^k}$ ضرب می‌کنیم (k کوچک‌ترین عددی است که به ازای آن $n + k$ مضرب m است). | $\frac{12}{\sqrt[3]{24}} \times \frac{\sqrt[3]{2}}{\sqrt[3]{2}} = \frac{12\sqrt[3]{2}}{\sqrt[3]{48}} = \frac{12\sqrt[3]{2}}{4} = 3\sqrt[3]{2}$                                       |
| $\frac{\circ}{\sqrt{a \pm \sqrt{b}}}$ یا $\frac{\circ}{\sqrt{a \pm b}}$          | صورت و مخرج را در مزدوج مخرج ضرب می‌کنیم.                                                              | $\frac{6}{\sqrt{7-2}} \times \frac{\sqrt{7+2}}{\sqrt{7+2}} = \frac{6(\sqrt{7+2})}{7-4} = 2(\sqrt{7+2})$                                                                              |
| $\frac{\circ}{\sqrt[3]{a \pm \sqrt[3]{b}}}$ یا $\frac{\circ}{\sqrt[3]{a \pm b}}$ | صورت و مخرج را در چاق مخرج ضرب می‌کنیم.                                                                | $\frac{3}{\sqrt[3]{3+\sqrt[3]{2}}} \times \frac{\sqrt[3]{9-\sqrt[3]{6}+\sqrt[3]{4}}}{\sqrt[3]{9-\sqrt[3]{6}+\sqrt[3]{4}}} = \frac{3(\sqrt[3]{9-\sqrt[3]{6}+\sqrt[3]{4}})}{5}$        |
| $\frac{\circ}{\sqrt[3]{a^2 \pm \sqrt[3]{ab} + \sqrt[3]{b^2}}}$                   | صورت و مخرج را در لاغر مخرج ضرب می‌کنیم.                                                               | $\frac{10}{\sqrt[3]{9-\sqrt[3]{6}+\sqrt[3]{4}}} \times \frac{\sqrt[3]{3+\sqrt[3]{2}}}{\sqrt[3]{3+\sqrt[3]{2}}} = \frac{10(\sqrt[3]{3+\sqrt[3]{2}})}{5} = 2(\sqrt[3]{3+\sqrt[3]{2}})$ |

دهم تجربی مرحله ششم