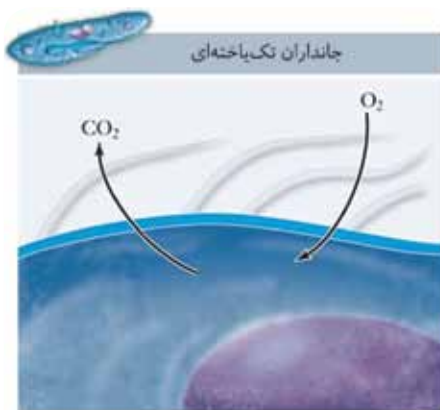


## درسنامه

## گفتار ۳



«تنفس از طریق انتشار در تک‌یاخته‌هایها و هیدر یا پلاناریا»

\* تک‌سلولی‌ها و جانوران ساده که همه‌ی یاخته‌های آن‌ها با محیط بیرون ارتباط دارند، (مثل کرم‌های پهن و یا هیدر آب شیرین و اسفنج‌ها)، ساختارهای تنفسی ویژه‌ای در بدن وجود ندارند. در این جانداران  $O_2$  و  $CO_2$  از طریق انتشار و مستقیماً با محیط اطراف مبادله می‌شود.

**نکته:** هیدر بی‌مهره کیسه تن از گروه مرجانیان می‌باشد که کیسه‌ی گوارشی با یک منفذ دهانی و مخرجی مشترک دارد.

این ساختارهای تنفسی ویژه سبب ارتباط یاخته‌ها با محیط می‌شوند.

- (۱) تنفس نایدیسی (تراشه‌ای)
- (۲) تنفس پوستی
- (۳) تنفس آبششی
- (۴) تنفس ششی

\* چهار روش اصلی ویژه تنفس برای جانوران پیچیده‌تر

## تنفس نایدیسی (تراشه‌ای)



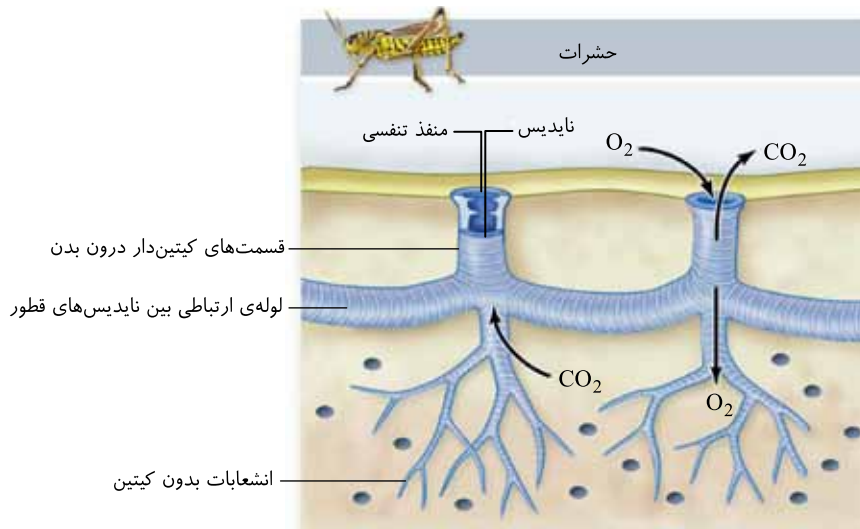
\* در تنفس نایدیسی، منافذی در سطح بدن برخی جانوران وجود دارد که نایدیسی‌ها یا همان لوله‌های پرانشعاب تنفسی به آن‌ها راه دارند. این منافذ معمولاً ساختاری جهت بستن منافذ دارند که مانع هدر رفتن آب بدن می‌شوند. نایدیسی‌ها لوله‌های منشعب و مرتبط به هم هستند. منافذ سطح بدن در ابتدای نایدیسی‌ها قرار دارند و نایدیسی‌ها هرچه از منافذ دور می‌شوند به انشعابات کوچک‌تری تبدیل می‌شوند، انشعابات انتهایی آن‌ها در نزدیکی همه‌ی یاخته‌های بدن قرار دارند که بن‌بست می‌باشند ولی حاوی مایعی برای مرطوب کردن و محلول کردن گازهای تنفسی می‌باشند. این نایدیسی‌های انتهایی تبادلات گازی را با انتشار انجام داده،  $O_2$  را به فضای بین‌یاخته‌ای وارد کرده و  $CO_2$  را از این فضا می‌گیرند تا خارج کنند. چون متوسط فاصله‌ی یاخته‌ها از نایدیسی‌های انتهایی، چند میکرون است، یاخته‌ها مستقیماً از این فضا و از طریق نایدیسی‌ها تبادلات گازی خود را بدون نیاز به دستگاه گردش مواد انجام می‌دهند. پس خون این جانوران فقط مسئول غذا رسانی به اندام‌ها و بافت‌ها می‌باشد و در انتقال گازهای تنفسی نقشی ندارد.

\* این ساختار ساده‌ترین سیستم تنفسی می‌باشد که در برخی بی‌مهرگان خشکی‌زی مثل حشرات و صدپایان دیده می‌شود. در بدن جانوران دارای این سیستم تنفسی، خون تیره و روشن مفهومی ندارد چون گازهای تنفسی وارد خون نمی‌شوند و دستگاه گردش مواد آن‌ها، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد.

**نکته:** صدپایان، هزارپایان، حشرات، عنکبوتیان و سخت‌پوستان همگی جزء بندپایان می‌باشند که گردش خون باز دارند ولی برخی برای تنفس، سیستم نایدیسی (حشرات و صدپایان)، برخی آبشش (مثل سخت‌پوستان دریایی) و برخی شش (عنکبوتیان) دارند.



**نکته:** در حشرات، کیتین علاوه بر سطح خارجی بدن یعنی اسکلت خارجی جانور، درون بدن و در روی پوشش نایدیس‌ها نیز وجود دارد.

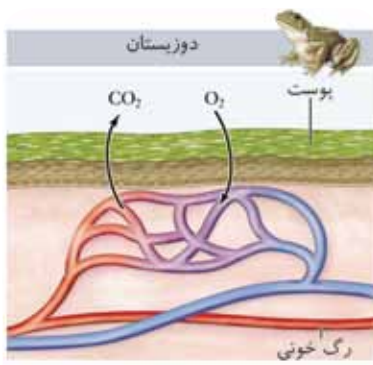


«تنفس نایدیسی»

**نکته:** نایدیس‌های اصلی، در سطح بدن، هر کدام به یک منفذ جدا متصلند ولی از زیر توسط لوله‌ای به سایر نایدیس‌ها راه دارند.

**نکته:** ساده‌ترین تنفس ویژه تک یاخته‌ای‌ها یا هیدر و پلاناریا به صورت انتشار ساده و بدون سامانه تنفسی ویژه می‌باشد ولی ساده‌ترین سامانه یا سیستم تنفسی جانوران، سیستم نایدیسی حشرات می‌باشد.

### تنفس پوستی



«تنفس پوستی»

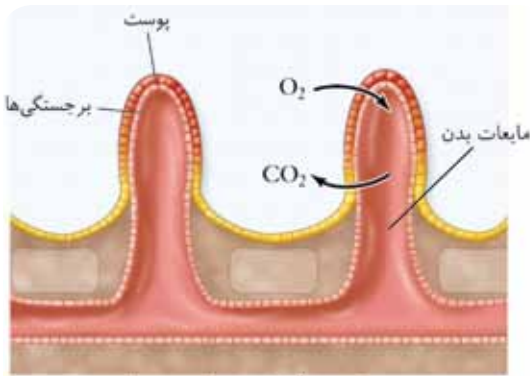
\* این نوع تنفس در بی‌مهرگانی مثل کرم خاکی و دوزیستان دیده می‌شود. در تنفس پوستی، سطح پوست نیز مرطوب می‌باشد تا گازهای تنفسی در آن به صورت محلول درآید و به راحتی وارد بدن شوند. در کرم خاکی و جانوران دارای تنفس پوستی، یک شبکه‌ی مویرگی زیرپوستی با مویرگ‌های فراوان وجود دارد که در کرم خاکی این شبکه گازها را با هوای درون فضاهای خالی بین ذرات خاک تبادل می‌کند.

**نکته:** در مهره‌داران شش‌دار دارای تنفس پوستی که در بالا عنوان شدند، تنفس اصلی با شش صورت می‌گیرد ولی تنفس پوستی نیز انجام می‌دهند تا به تبادلات گازی کمک کنند.

**نکته:** ساده‌ترین ساختار تنفسی در مهره‌داران مربوط به پوست دوزیستان می‌باشد که بیش‌تر تبادلات گازی جانور را انجام می‌دهد. مثلاً در قورباغه‌ها، شبکه‌ی مویرگی وسیع و یکنواختی در زیر پوست وجود دارد که تبادلات گازی را انجام داده. ماده‌ی مخاطی روی پوست نیز به مرطوب کردن پوست، محلول کردن گاز تنفسی و افزایش کارایی تنفسی کمک می‌کند.

**نکته:** سطح تنفسی هر جانوری، یعنی محلی که گازهای تنفسی مبادله می‌شوند باید همواره مرطوب باشد. سطح تنفسی برحسب نوع تنفس می‌تواند در انشعابات انتهایی نایدیس‌ها، در پوست، در شش یا در آبشش‌ها باشد.

### تنفس آبششی (ویژه‌ی تنفس در برخی جانوران آبی)



«ساده‌ترین آبشش در ستاره‌ی دریایی»

\* ساده‌ترین آبشش‌ها در خارتنانی بی‌مهره مثل ستاره‌ی دریایی دیده می‌شود که آبشش‌های آن‌ها برخلاف سایر جانوران آبشش‌دار در نواحی خاصی محدود نمی‌شوند و به‌صورت برجستگی‌های کوچک و پراکنده‌ی پوستی در کل بدن هستند که با انتشار ساده،  $O_2$  و  $CO_2$  را مبادله می‌کنند ولی فاقد کمان، خار و رشته‌های آبششی می‌باشند.

**نکته:** همه‌ی خارتنان (خاریپوستان) دریازی هستند و از آن‌ها می‌توان به ستاره‌ی دریایی و توتیا اشاره کرد.

\* آبشش‌ها در اغلب جانوران آبشش‌دار، در نواحی خاصی محدود می‌شوند که اغلب در اطراف سر جانور قرار دارند و حاوی کمان، خارهای آبششی محافظ و رشته‌های آبششی با رگ‌های خونی فراوان می‌باشند. در رشته‌های آبششی جهت جریان آب با جهت جریان خون متفاوت است که جهت جریان آب از سمت خارهای آبششی در خارج آبشش به سمت رشته‌های آبششی به سمت درون بدن می‌باشد.

\* در سیستم آبششی، خون تیره به سمت آبششی‌ها رفته و پس از تبادل گازهای تنفسی، خون روشن از آن خارج می‌شود تا به همه جای بدن برسد.

**نکته:** خارهای آبششی از خروج مواد غذایی از شکاف آبششی جانور جلوگیری به عمل می‌آورند.

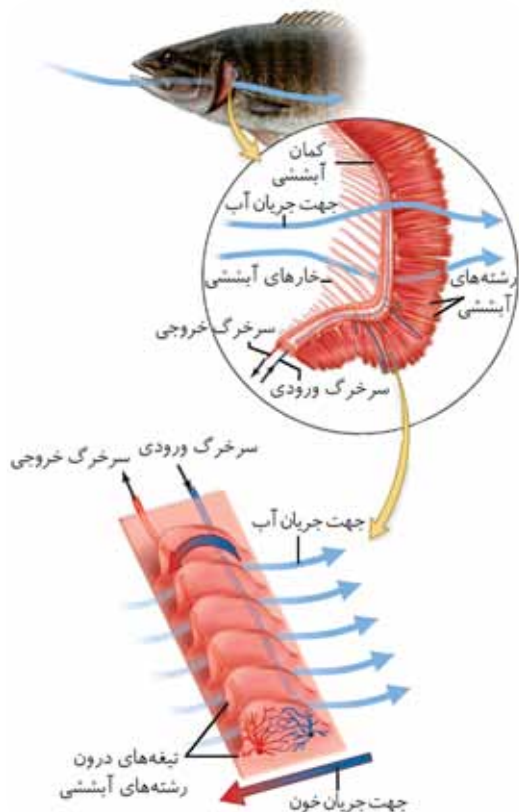
### انواع تنفس در مهره‌داران

#### الف) آبشش‌ها

ماهیان در تمام طول عمر و نوزاد دوزیستان آبشش دارند که تبادل گاز را به‌طور کارآمد از طریق سطوح آبششی انجام می‌دهند.

#### ب) تنفس ششی

در بی‌مهرگان خشکی‌زی مانند نرم‌تنان (حلزون و لیسه) و در مهره‌داران خشکی‌زی، شش جایگزین آبشش شده است.





بیشتر جانوران سازوکارهایی دارند که سبب ایجاد یک جریان پیوسته از هوای تازه در مجاورت سطح تنفسی آنها می‌شود که به سازوکار تهویه‌ای معروف می‌باشد.

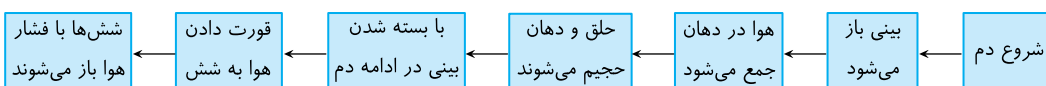
## انواع سازوکار تهویه‌ای مهره‌داران شش‌دار

### الف) همراه با پمپ فشار مثبت

در دوزیستان دیده می‌شود که هوا را با فشار به درون شش‌ها هدایت می‌کنند. مثلاً قورباغه‌ها در حالتی که بینی آنها باز و شش‌های آنها کوچک است، هوای زیادی را در دهان و حلق خود وارد می‌کنند و سپس با حرکتی مثل قورت دادن همراه با بینی بسته شده، هوا را با فشار وارد شش‌ها می‌کنند تا شش‌ها باز شوند. (یعنی به قول قدیمی‌ها با زور چپونی شش‌ها را وادار به باز شدن می‌کنند.)

**نکته:** در این نوع تنفس، شش‌ها در اثر فشار هوا باز می‌شوند، نه این‌که مانند فشار منفی، ابتدا خود را برای ورود هوا آماده کرده باشند و سپس پر از هوا می‌شوند.

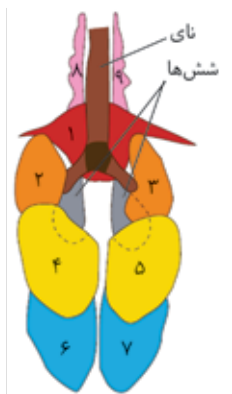
#### خلاصه فشار مثبت:



### ب) همراه با مکش فشار منفی

این نوع تهویه و ورود هوا، در پستاندارانی مثل انسان دیده می‌شود. در این جانوران برای ورود هوا به شش‌ها، ابتدا شش‌ها بزرگ شده و فشار هوای درون آنها کاهش می‌یابد، این فشار منفی سبب مکش و ورود هوا به شش‌ها می‌شود که مکانیسم آن را در دم انسان بررسی کردیم.

## تنفس در پرندگان

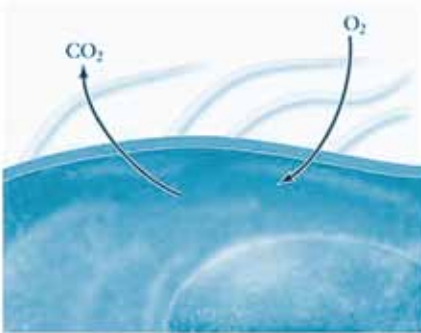


«دستگاه تنفسی در پرندگان»

(یک کیسه بین دو شش مشترک می‌باشد.)

به دلیل توانایی پرواز، پرندگان نسبت به سایر مهره‌داران انرژی بیشتری مصرف می‌کنند و به اکسیژن بیشتری برای تولید ATP نیاز دارند. به همین دلیل در پرندگان علاوه بر دو عدد شش ساختارهایی به نام کیسه‌های هوادار انعطاف‌پذیر در تمام حفرات بدن، دو طرف گردن و استخوان‌های بازو وجود دارد که مقدار هوای ذخیره‌ای را زیاد کرده و کارایی تنفس آنها را نسبت به پستانداران افزایش داده است.





۱۱۳- جاندارانی که یاخته یا یاخته‌های آن‌ها هر کدام به روش شکل مقابل به تبادل گاز تنفسی می‌پردازند، امکان ندارد که ..... داشته باشد.

- (۱) کریچه‌ی (واکوئل) انقباضی تنظیم کننده‌ی آب
- (۲) کیسه منشعب گوارشی
- (۳) حلق و دهان
- (۴) پیش‌معد

۱۱۴- در جانورانی که ..... یاخته‌های بدن آن‌ها به محیط بیرون دسترسی دارند ..... تک سلولی‌ها، .....

- (۱) همه‌ی - همانند - سامانه مستقلی برای تنفس وجود ندارد. (۲) اغلب - برخلاف - تنفس ناپدید دیده می‌شود.
- (۳) همه‌ی - برخلاف - تنفس ناپدید دیده می‌شود. (۴) اغلب - همانند - روش اصلی و مستقل تنفسی ندارد.

۱۱۵- چند مورد زیر درباره‌ی تنفس ناپدید از نظر درستی یا نادرستی مانند عبارت زیر می‌باشد؟

«افزایش  $CO_2$  خون، سبب کاهش مقدار حجم هوای جاری عادی بدن می‌شود.»

(الف) ناپدیدس‌ها برای بستن منافذ سطحی ساختار ویژه‌ای دارند.

(ب) انشعاب انتهایی آن، بن‌بست و مایع‌دار است.

(ج) این لوله‌ها و انشعابات در حشرات و لیسه‌ها با روش تبادل انتشاری وجود دارد.

(د) در این سیستم  $CO_2$  همولنف از انشعابات و از طریق منافذ تنفسی خارج می‌شود.

(ه) در این سیستم، دستگاه گردش مواد، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد.

- |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| (۱) ۳ مورد | (۲) ۲ مورد | (۳) ۴ مورد | (۴) ۵ مورد |
|------------|------------|------------|------------|

۱۱۶- در گروهی از مهره‌داران که در آن‌ها، پمپ فشار مثبت برخلاف فشار منفی شش‌ها دیده می‌شود، .....

- (۱) کیسه‌های هوادار در اطراف شش‌ها دیده می‌شود.
- (۲) پرده دیافراگم کامل، قفسه سینه را از شکم جدا می‌کند.
- (۳) بیش‌تر تبادلات گازی از طریق پوست صورت می‌گیرد.
- (۴) غدد نمکی در نزدیک چشم برخی از آن‌ها دیده می‌شود.

۱۱۷- چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست می‌باشد؟

(الف) حلزون و لیسه همانند سایر بی‌مهرگان خشکی‌زی، از شش برای تنفس استفاده می‌کنند.

(ب) سازوکار تهویه‌ای در بیش‌تر جانوران، سبب جریان پیوسته هوای تازه در مجاورت سطح تنفسی می‌شود.

(ج) هنگامی که بینی قورباغه بسته می‌شود، دهان، کم هوا ولی حلق و شش پر هوا می‌شوند.

(د) پمپ فشار مثبت سبب ورود هوا به شش باز شده‌ی قورباغه می‌شود.

- |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| (۱) ۳ مورد | (۲) ۴ مورد | (۳) ۲ مورد | (۴) ۱ مورد |
|------------|------------|------------|------------|

۱۱۸- کدام گزینه جمله‌ی زیر را نادرست تکمیل می‌کند؟

«کیسه‌های هوادار پرندگان، .....»

(۱) در تمام حفرات بدن، استخوان‌های بازو و دو طرف گردن وجود دارند.

(۲) تبادل و تهویه گاز تنفسی را انجام نمی‌دهند.

(۳) انعطاف‌پذیرند و در هنگام دم، پر هوا می‌شوند.

(۴) در هنگام بازدم، هوای خود را برای تبادل به شش‌ها می‌دهند.

۱۱۹- خارتنان ..... سایر بی‌مهرگان، برجستگی‌های کوچک آبششی را در ..... دارند.

- (۱) همانند - فقط در جلوی بدن
- (۲) برخلاف - همه جای بدن
- (۳) همانند - همه جای بدن
- (۴) برخلاف - فقط در جلوی بدن



۱۲۰- در تنفس پوستی ..... تنفس ناپیدیسی، .....

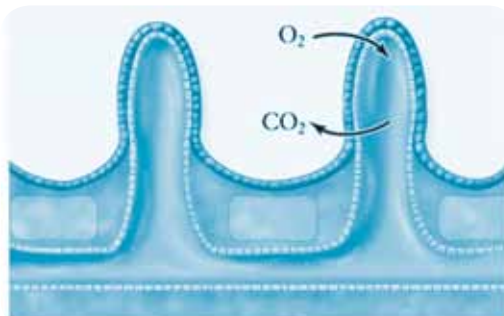
- (۱) همانند - مویرگ‌های فراوان وجود دارد.
- (۳) همانند - در مهره‌داران نیز نقش دارند.

۱۲۱- هر جانوری که تنفس پوستی دارد، امکان ندارد که .....

- (۱) قلب چهار حفره‌ای داشته باشد.
- (۳) مایع روی بدن به کارایی تنفسی کمک کند.

۱۲۲- شکل روبه‌رو بیانگر، ..... می‌باشد.

- (۱) بیش‌ترین نوع تنفس در دوزیستان
- (۲) ساده‌ترین سیستم آبخشی محدود در منطقه خاصی از بدن
- (۳) سیستم تنفسی لاروی برخی ماهی‌ها
- (۴) سیستم تنفسی پراکنده بی‌مهره آبی



۱۲۳- در شکل روبه‌رو، به ترتیب (الف)، (ج) و (ب) معرف چه قسمت‌هایی می‌باشند؟

- (۱) خون - خون تیره - کمان آبخشی
- (۲) آب - خون روشن - کمان آبخشی
- (۳) خون - خون روشن - رشته آبخشی
- (۴) آب - خون تیره - رشته آبخشی



۱۲۴- درباره‌ی دستگاه‌های مختلف پرنده کدام نادرست است؟

- (۱) در نوع دانه‌خوار، چینه‌دان ذخیره کننده غذا وجود دارد.
- (۲) پمپ فشار مثبت تنفسی ندارند.
- (۳) شش‌ها سبب افزایش کارایی تنفسی آن‌ها نسبت به پستانداران می‌شوند.
- (۴) ساختار کلیه مشابه با مار زنگی دارند.

۱۲۵- جانور مهره‌داری که فقط در دوره نوزادی آبخش دارد، ..... ندارد.

- (۱) قلب بیش‌تر از دو حفره
- (۳) تنفسی همانند کرم خاکی
- (۲) بینی بسته به همراه شش کوچک
- (۴) همراه حفره دهانی پر هوا، شش کوچک

۱۲۶- در دستگاه تنفس دوزیست پس از بسته شدن بینی، .....

- (۱) حفره دهانی پر هوا می‌شود.
- (۳) تنفس پوستی آغاز می‌شود.
- (۲) هوای دهان با فشار به شش‌ها می‌رسد.
- (۴) ابتدا شش‌ها باز و سپس دهان کم‌حجم می‌شود.

۱۲۷- تنفس در پارامسی توسط ..... و با ..... رخ می‌دهد.

- (۱) پوست - انتشار ساده
- (۳) غشا - انتشار تسهیل شده
- (۲) غشا - انتشار ساده
- (۴) پوست - انتشار تسهیل شده

۱۲۸- در کرم خاکی ورود اکسیژن به بدن، به چه صورت است؟

- (۱) انتشار از جداره‌ی کیسه‌های هوایی به مویرگ‌ها
- (۳) انتشار در سطوح تنفسی درون بدن
- (۲) انتشار به‌طور مستقیم به سلول‌های بدن
- (۴) انتشار به درون مویرگ‌های پوستی

۱۲۹- کدام یک از موارد زیر از ویژگی‌های کرم خاکی نمی‌باشد؟

- (۱) بدن دراز با گردش خون بسته  
(۳) وجود چین‌دان قبل از سنگدان

۱۳۰- تعداد مویرگ‌ها در کدام بخش از بدن کرم خاکی بیش‌تر است؟

- (۱) دو طرف سر  
(۳) سطح پشتی کرم خاکی زیر پوست

۱۳۱- گازهای تنفسی در کدام قسمت بدن ماهی مبادله می‌شوند؟

- (۱) کمان‌های آبششی  
(۳) شکاف در یک طرف سر ماهی

۱۳۲- در سطح تنفسی جانوران ساکن خشکی برای سازگاری بیش‌تر چه تغییری حاصل شده است؟

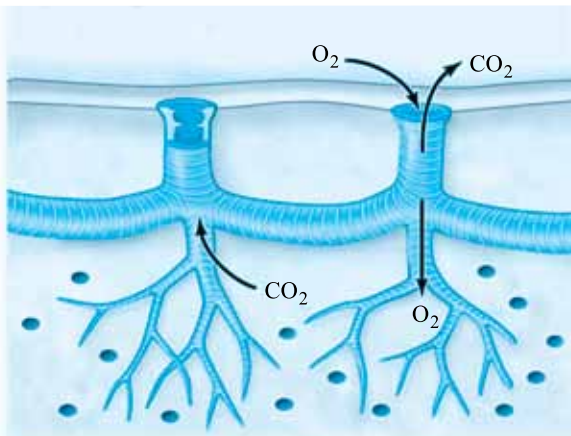
- (۱) تشکیل اندام جداگانه‌ی تنفسی  
(۳) انتقال سطح تنفسی به درون بدن

۱۳۳- در کدام یک از جانوران زیر، اکسیژن توسط سیستم تنفسی، بدون نیاز به ناقل پروتئینی، مستقیماً در اختیار سلول‌ها قرار می‌گیرد؟

- (۱) شته  
(۲) خرچنگ دراز  
(۳) پلاناریا  
(۴) غاز وحشی

۱۳۴- در جانور دارای سیستم تنفسی مقابل، ..... .

- (۱) کیتین در سطح خارجی بدن و نایدیس‌ها وجود دارد.  
(۲) نایدیس‌ها ساختاری برای باز و بسته کردن منافذ سطح بدن ندارند.  
(۳) انشعابات بن‌بست آن‌ها، مایع ندارد.  
(۴) جذب غذا فقط در روده صورت می‌گیرد.



۱۳۵- کدام یک سطح تنفسی محسوب نمی‌شود؟

- (۱) کیسه‌ی هوایی گربه  
(۳) پوست در پلاناریا

۱۳۶- میزان  $O_2$  به  $CO_2$  در قسمت ابتدایی مویرگ پوستی در کرم حلقوی نسبت به قسمت انتهایی مویرگ پوستی چگونه است؟

- (۱) کم‌تر - کم‌تر  
(۲) کم‌تر - بیش‌تر  
(۳) بیش‌تر - بیش‌تر  
(۴) بیش‌تر - کم‌تر

۱۳۷- در سیستم تنفس نایدیسی، آخرین انشعابات نایدیس‌ها به ..... ختم می‌شود که ..... می‌باشند.

- (۱) منفذ تنفسی - انتهای باز  
(۳) یاخته‌های بدن - بن‌بست  
(۲) یاخته‌ها - انتهای باز  
(۴) منفذ تنفسی - بن‌بست

۱۳۸- پوست پر از رگ خونی برای تنفس، ویژه‌ی جانوری است که .....

- (۱) گوارش مکانیکی را از دهان آغاز نمی‌کند.  
(۳) سنگدان و معده دارد.  
(۲) در روده انسان، انگل است.  
(۴) دستگاه انتقال مواد آن، گاز تنفسی را منتقل نمی‌کند.



۱۳۹- جریان هوا در نای انسان ..... نای در عقاب ..... می‌باشد.

- (۱) برخلاف - دوطرفه (۲) برخلاف - یک‌طرفه (۳) مانند - دوطرفه (۴) مانند - یک‌طرفه

۱۴۰- در قورباغه وقتی هوا .....

- (۱) از سوراخ بینی عبور می‌کند، شش‌ها باز می‌شوند.  
(۲) در دهان جمع می‌شود، تنفس پوستی صورت نمی‌گیرد.  
(۳) از حفره دهانی خارج می‌شود، بینی بسته می‌باشد.  
(۴) از شش‌ها خارج می‌شود، بینی بسته می‌شود.

(قلم‌چی - ۹۴)

۱۴۱- کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌نماید؟ «سطوح تنفسی هیچ جانوری نمی‌تواند .....»

- (۱) مایع موکوزی (مخاطی) ترشح کند.  
(۲) دفع کننده‌ی ماده‌ی زاید نیتروژن دار باشد.  
(۳) در خلاف شیب تراکم، گازهای تنفسی را تبادل کند.  
(۴) با سلول‌های پیکری در تماس مستقیم باشد.

(گزینه‌ی دو - ۹۴)

۱۴۲- همه‌ی جانوران دارای .....

- (۱) سیستم تنفس نایدیسی، هموگلوبین دارند.  
(۲) تنفس پوستی، زندگی انگلی دارند.  
(۳) تنفس ششی، خشکی‌زی هستند.  
(۴) تنفس آبششی، آبی‌زی هستند.

۱۴۳- در جانور دارای سیستم تنفسی مقابل، ..... قورباغه‌ها .....

- (۱) برخلاف - در هنگام دم هوا به شش‌ها وارد می‌شود.  
(۲) همانند - شش‌ها با پمپ فشار مثبت باز می‌شوند.  
(۳) برخلاف - عمده هوای تنفسی از دهان عبور نمی‌کند.  
(۴) همانند - فشار منفی شش‌ها در هواگیری آن‌ها مؤثر است.



### برگزیده‌ای از سؤالات کنکورهای آزمایشی معتبر (قلم‌چی و گزینه‌ی دو)



۱۴۴- کدام یک جزء بخش مبادله‌ای دستگاه تنفس نمی‌باشد؟

(قلم‌چی - ۹۵)

- (۱) حلقه‌ی غضروفی  
(۲) کیسه‌ی حبابکی  
(۳) بخش ترشح‌کننده‌ی عامل سطح فعال  
(۴) نایژک مبادله‌ای

(قلم‌چی - ۹۵)

۱۴۵- کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) در گویچه‌ی قرمز آنزیمی وجود دارد که مونواکسید کربن را با آب ترکیب و کربنیک اسید ایجاد می‌کند.  
(۲) در سرخرگ‌های ششی، هموگلوبین ۹۷ درصد اکسیژن حمل می‌کند.  
(۳) غلظت اکسیژن اطراف هموگلوبین در اتصال یا جدا شدن اکسیژن به هموگلوبین تعیین‌کننده است.  
(۴) گلبول قرمز سهم کم‌تری در حمل دی‌اکسید کربن نسبت به خوناب دارد.

(قلم‌چی - ۹۵)

۱۴۶- در دیواره‌ی حبابک، یاخته‌های نوع دوم ..... یاخته‌های نوع اول .....

- (۱) برخلاف - فراوان‌ترند.  
(۲) همانند - در برخی نقاط فاقد غشای پایه می‌باشند.  
(۳) همانند - در تبادل گازهای تنفسی نقش دارند.  
(۴) برخلاف - باکتری‌ها و ذرات گرد و غبار وارد شده به حبابک را نابود می‌سازند.