

از آنجایی که در نوروز، به جز شاد بودن، نیازمند ادامه‌دار بودن یادگیری و پیوستگی در دانش‌اندوزی هم هستیم، تکلیف سه‌گانه‌ای برایتان در نظر گرفته‌ام: دو مجموعه تست که به طور عمده، گلچینی از تست‌های کنکوری و آزمون‌های فراگیری است که دانش‌آموزان پایه دهم به طور معمول در آن‌ها شرکت می‌کنند؛ و خواندن بخشی از یک کتاب.

♣ بخش اول تکلیف که اختیاری و امتیازی است، مربوط به فصل‌های ۱ تا ۳ کتاب درسی می‌شود و تست ۱ تا ۱۲۱ را در بر می‌گیرد. انجام این بخش، به طور کامل دلبخواه است و اگر کسی این بخش را انجام دهد، نیم نمره امتیازی در محاسبه نمره مستمر ترم دوم دریافت خواهد کرد.

♣ بخش دوم هم از همین مجموعه تست، ولی مربوط به فصل ۴ تا ۶ کتاب درسی است. این بخش، تست ۱۲۲ تا ۲۱۰ را در بر می‌گیرد و ملزم به انجام دادن آن هستید. انجام دادن این بخش، دو نمره از نمره مستمر ترم دوم را تعیین می‌کند.

♣ بخش سوم تکلیف نوروزی، خواندن (و فهمیدن) بریده‌ای از یک کتاب هیجان‌انگیز و بی‌نظیر است که اگر سروسوزنی ذوق و استعداد و البته کمی علاقه به زیست‌شناسی داشته باشید از خواندنش حظ فراوانی خواهید برد و لذت این روزهای بهاری‌تان دوچندان خواهد شد. مشخصات و معرفی کامل کتاب هم در اختیارتان هست و اگر دوست داشتید می‌توانید اصل کتاب را تهیه کنید.

از نظر من، برای انجام بخش تستی تکلیف‌تان، پاسخ دادن تستی و انتخاب گزینه درست در هر تست کافی است. می‌توانید پاسخ تست‌ها را بر روی یک برگه جداگانه بنویسید (راهی که توصیه می‌شود) یا مجموعه پرسش‌ها را چاپ کنید و بر روی هر پرسش، گزینه درست را انتخاب کنید (راهی که توصیه نمی‌شود) و بعد از تعطیلات آن را تحویل دهید.

به یاد داشته باشیم که زمینی که بر رویش زندگی می‌کنیم حال خوشی ندارد و با صرفه‌جویی در حتی یک برگ کاغذ هم می‌توان نقشی -هرچند کوچک- در نگهداری بهینه از آن بر عهده گرفت. گمان می‌کنم خودتان حدس زده باشید که تنها به همین دلیل، تکلیف عید زیست‌شناسی را در نسخه کاغذی دریافت نکرده‌اید.

در آخرین آزمون حلی‌سنج این سال تحصیلی، از بخش دوم تست‌های نوروزی و در آزمون‌های میان‌ترم دوم و پایان‌ترم دوم، از بخشی از کتابی که خوانده‌اید پرسش خواهید داشت.

با آرزوی نوروزی پربرابر برای یکایک شما،

حمید حاجیان.

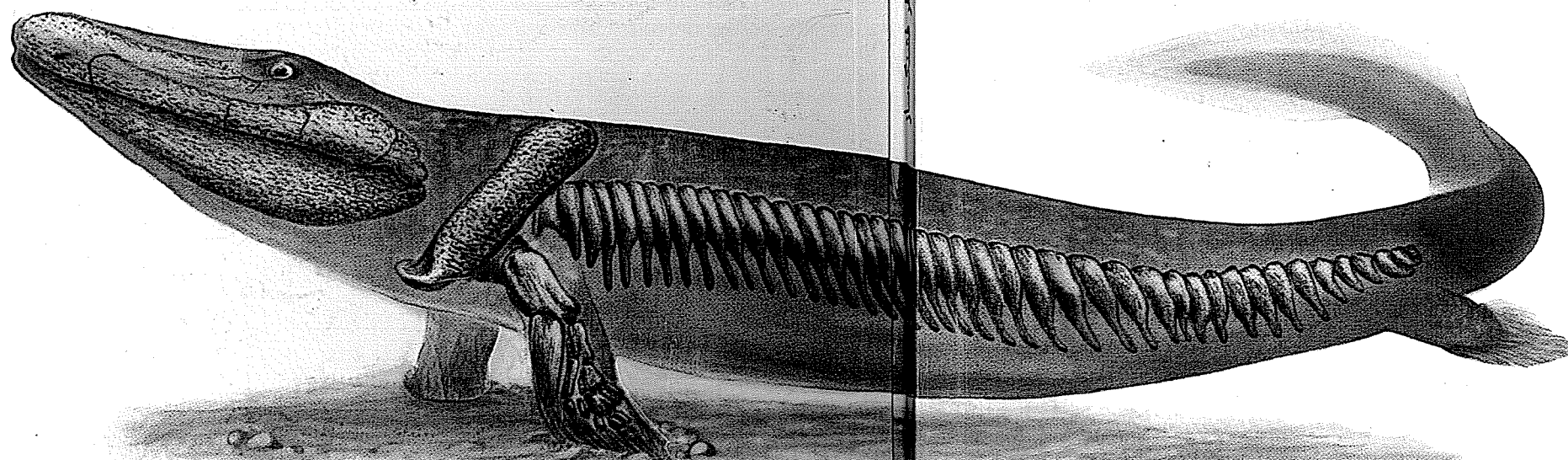
YOUR INNER FISH

ماهی درونی شما

سفری به تاریخ ۳/۵ میلیارد ساله‌ی بدن انسان

نویسنده:

نیل شوبین



ویرایش و بازنگری علمی:

فرید سمسارها

(دکترای بیوفیزیک از دانشگاه تهران)

مترجم:

نیلوفر فشنگ‌ساز

Your Inner Fish

A JOURNEY INTO
THE
3.5 BILLION-YEAR HISTORY
OF THE
HUMAN BODY

NEIL SHUBIN



Translator:

Niloofer Feshangaz

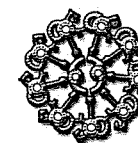


سرشناسه	: شوبین، نیل. Shubin, Neil
عنوان و نام پدیدآور	: ماهی درونی شما: سفری به تاریخ ۳/۵ میلیاردساله‌ی بدن انسان / نویسنده نیل شوبین؛ مترجم نیلوفر فشنگ‌ساز.
مشخصات نشر	: تهران: خانه زیست‌شناسی، ۱۳۹۱
مشخصات ظاهری	: ۲۱۶ ص. : مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی)؛ ۱۴/۵×۲۱/۵ س.م.
شابک	: ۱۴۰۰۰۰ ریال: ۲-۳-۰۳-۶۹۲۶-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی:
یادداشت	: واژه‌نامه
موضوع	: کالبدشناسی انسان - به زبان ساده
موضوع	: انسان - تکامل - به زبان ساده
شناسه افزوده	: فشنگ‌ساز، نیلوفر، ۱۳۶۳ - مترجم
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۱، ۲، ۹ ش / QM۲۶
رده‌بندی دیوئی	: ۶۱۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۰۴۳۷۲۸
Your Inner Fish: a journey into the 3.5-billion-year history of the human body, 2009.	

تقدیم به:

تو!

که می‌آموزی، حتی به بهای برهم خوردن خواب خرگوشی ات...



ناشر زیست‌شناسی

ماهی درونی شما

نام کتاب: ماهی درونی شما
 مؤلف: نیل شوبین
 ترجمه: نیلوفر فشنگ‌ساز
 ویرایش و بازنگری علمی: دکتر فرید سمسارها
 ناشر: خانه زیست‌شناسی
 نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۲
 مروربینی و صفحه‌آرایی: جواد جعفریان
 طراح و گرافیک: امید عرفانی
 لیتوگرافی / چاپ / صحافی: شمسه‌خوش نگار
 شابک: ۲-۳-۰۳-۶۹۲۶-۶۰۰-۹۷۸
 شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
 قیمت: ۱۴۰۰۰ تومان

تلفن‌های مرکز پخش: ۶۶۴۶۰۲۸۷ - ۶۶۴۷۷۷۴۹ - ۶۶۴۸۴۲۶۳

فروش اینترنتی: www.hbio.ir

بدن شما از دیدگاهی متفاوت

«با شور و شوق... به او [شوبین] پیوندید و بیاموزید، که عاشق واقعیت اندام خودتان یعنی، یک ماهی تکامل یافته شوید.»

DISCOVER

«مسأله‌ی حائز اهمیت این است که شوبین استدلالات خود را خلاقانه و مختصر بیان می‌کند و سؤال‌های ژرف در مورد منشأ و تکامل انسان را کاملاً صریح، روان و شیرین در قالب طنز پاسخ می‌گوید.»

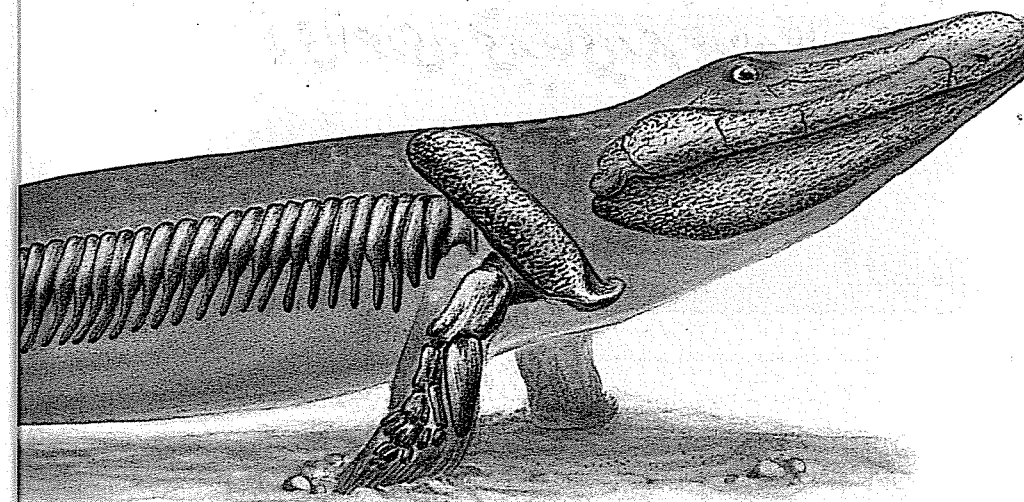
THE SAN DIEGO UNION-TRIBUNE

«دست‌های شوبین، نتیجه‌ی تکامل باله‌ی ماهی است، که نمونه‌ای قدرتمند برای اثبات توانایی تکامل است؛ تلفیقی کاملاً استادانه.»

NEW SCIENTIST

«در تعاریف دل‌چسب ساختار اسکلت‌بندی، اعضا و دیگر اندام‌های داخلی بدن، شوبین یک راهنمای بی‌رقیب است.»

LOS ANGELES TIMES



جوایز و تمجیدات کتاب ماهی درونی شما، اثر نیل شوبین

برنده‌ی جایزه‌ی Phi Beta Kappa در علم؛ در سال ۲۰۰۸

برنده‌ی جایزه‌ی بهترین کتاب علمی از Library Journal؛ در سال ۲۰۰۸

برنده‌ی جایزه‌ی بهترین کتاب از آکادمی ملی علوم آمریکا؛ در سال ۲۰۰۹

نامزد دریافت جایزه‌ی آکادمی سلطنتی علوم بریتانیا برای کتاب علمی؛ در سال ۲۰۰۹

«کتاب ماهی درونی شما را بخوانید و مطمئن باشید که دیگر هرگز نمی‌توانید به چشم‌های ماهی خیره شوید یا غذای دریایی بخورید، بدون آن‌که به این تکامل مشترک اندیشیده باشید... لوسی را ببینید، درباره تیکتالیک بیندیشید و وابستگی را احساس کنید.»

The Washington Post Book World

«اگر داروین زنده بود، قطعاً این کتاب، امروز به او تعلق داشت.»

The Telegraph (London)

«کتاب ماهی درونی شما درسی خارق‌العاده در مورد تکامل آناتومی است، که به‌عمق واقعیت وجودی ما نفوذ می‌کند؛ گذشته‌ی ماهی درون‌مان را زیر و رو می‌کند تا حسی فراتر از هر راز و رمزی را بر ما آشکار سازد: حس درونی داروین - دوستی‌مان را.»

The New York Observer

«خارق‌العاده است!»

Santa Cruz Sentinel

«با اشتیاقی فراوان، وضوحی بی‌پایان و طنزی شیرین، نیل شوبین کتابی در دیرینه‌شناسی، ژنتیک کلاسیک، ژنومیکس و کالبدشناسی خلق کرده است که به‌راستی ممکن نیست آن را زمین بگذارید! هنگام بیان داستان این‌که چرا ما آن‌چه که هستیم به‌نظر می‌رسیم، شوبین فراتر از نمایش ماهی درونی‌مان رفته و دانشمند درون همه ما را بیدار کرده و به‌وجود می‌آورد.»

Pauline Chen, author of Final Exam

«با آغاز مطالعه‌ی فصل اول کاملاً شیفته‌ی ماهی درونی شما شدم... کتاب، هیجان کشف را با سخت‌گیری‌های لازم برای پژوهش آمیخته است تا یک مورد متقاعدکننده برای سیر تکامل ماهی به انسان، فراهم کرده باشد.»

Don Johanson, director, Institute of Human Origins; discoverer of "Lucy"

«شگفت‌انگیز است...! شوبین با صراحت و لطافت نشان می‌دهد که حضور در عصر جدید اکتشاف در زیست‌شناسی تکاملی، می‌تواند چقدر جذاب باشد.»

Michael Novacek, author of Terra: Our 100-Million -Year-Old Ecosystem and the Threats Now Put It at Risk

«کتابی سرگرم‌کننده و اصیل. نیل شوبین با زیرکی، ماجراهای دیرینه‌شناسی را با علوم ساده تلفیق می‌کند تا ارتباطات عمیق میان کالبد بدن ما را با ماهی‌ها، خزندگان و دیگر موجودات آشکار سازد. دیگر هیچ‌وقت مانند گذشته به اندام خود نمی‌نگرید. امتحان کنید، بپذیرد و ماهی درونی شما را قدر بدانید!»

Sean Carroll, author of The Making of the Fittest and Endless Most Beautiful

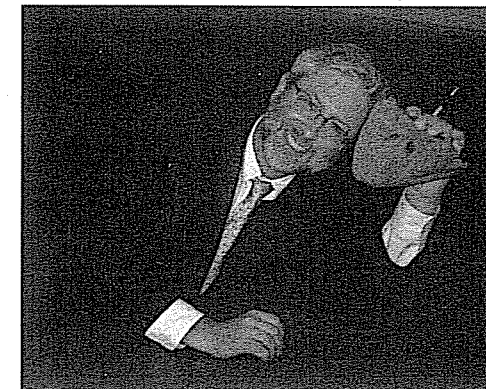
«اگر گمان کرده‌اید که دیرینه‌شناسی فقط درباره‌ی پارک ژوراسیک و دایناسورهای گوشت‌خوار عریضه‌کش است نگاهی به این کتاب روشنگر بیندازید! نیل شوبین ما را به ۳۷۵ میلیون سال قبل می‌برد: هنگامی که موجود عجیب ماهی‌مانندی در جریان‌های کم‌عمق شنا می‌کرد (یا می‌خزید)... وارد سیاحت هیجان‌انگیز دیرینه‌شناسی شوبین شوید و بیاموزید که چطور موجودات زنده - از جمله خود شما - به چیزی که اکنون هستند تبدیل شده‌اند.»

Richard Ellis, author of The Encyclopedia of the Sea

«در این کتاب ساده، دیرینه‌شناس عالی‌رتبه، نیل شوبین، به ما نشان می‌دهد که چطور تاریخ طولانی و جذاب ساختار بدن‌مان را کشف کنیم، در حالی که آن را با گزارش شیرینی از سفر علمی خود تلفیق می‌کند. این کتاب برای افرادی که می‌خواهند فراتر از چارچوب‌های موجود پیش بروند، کاملاً ایده‌آل است.»

Ian Tattersall, curator, the American Museum of Natural History and author of Becoming Human: Evolution and Human Uniqueness

نیل شوین



نیل شوین استاد برجسته‌ی سرویس رابرت آر. بنزلی، در دانشکده‌ی زیست‌شناسی و آناتومی دانشگاه شیکاگو تدریس می‌کند؛ هم‌چنین او سمت معاونت رئیس دانشگاه را نیز عهده‌دار است. او دانش‌آموخته‌ی دانشگاه‌های کلمبیا، هاروارد و برکلی در کالیفرنیا است و اکنون در شیکاگو زندگی می‌کند.

مروری بر سوابق علمی نیل شوین:

- ۱ - منتخب آکادمی ملی علوم آمریکا برای بهترین تدریس ۲۰۱۱
- ۲ - استاد برجسته‌ی سرویس رابرت آر. بنزلی ۲۰۰۸
- ۳ - معاون ریاست دانشکده، راهبردهای آکادمیک، بخش علوم زیست‌شناسی ۲۰۰۸
- ۴ - رئیس موزه‌ی تاریخ طبیعی فیلد ۲۰۰۸-۲۰۰۶
- ۵ - معاون ریاست دانشکده، شاخه‌ی علوم زیست‌شناسی دانشگاه شیکاگو ۲۰۰۸-۲۰۰۶
- ۶ - استاد سرویس رابرت آر. بنزلی، دانشگاه شیکاگو ۲۰۰۸-۲۰۰۶
- ۷ - استاد کمیته‌ی زیست‌شناسی تکوین، دانشگاه شیکاگو ۲۰۰۶
- ۸ - معاون ریاست دانشکده‌ی آموزش علوم پایه، دانشکده‌ی پزشکی پریتزکر ۲۰۰۶-۲۰۰۳
- ۹ - استاد و رئیس بخش آناتومی و زیست‌شناسی موجودات زنده، استاد کمیته‌ی زیست‌شناسی تکامل دانشگاه شیکاگو ۲۰۰۶-۲۰۰۰
- ۱۰ - محقق همکار بخش زمین‌شناسی، موزه‌ی تاریخ طبیعی فیلد ۲۰۰۰
- ۱۱ - عضو هیئت علمی دانشگاه پنسیلوانیا ۱۹۹۸-۲۰۰۰
- ۱۲ - محقق همکار موزه‌ی تاریخ طبیعی آمریکا ۱۹۹۶-۲۰۰۰
- ۱۳ - استاد زیست‌شناسی دانشگاه پنسیلوانیا ۱۹۹۹-۲۰۰۰
- ۱۴ - دانشیار زیست‌شناسی دانشگاه پنسیلوانیا ۱۹۹۵-۱۹۹۹
- ۱۵ - استادیار دانشگاه پنسیلوانیا ۱۹۸۹-۱۹۹۵
- ۱۶ - مقطع فوق‌دکتر، دانشگاه کالیفرنیا در برکلی ۱۹۸۷-۱۹۸۹

برای آشنایی بیشتر، می‌توانید به آدرس اینترنتی او سری بزنید:

www.neilshubin.com

تقدیم به همسر، میشل

این کتاب برگرفته از رویدادی شگفت‌آور در زندگی من است. در آن زمان به‌علت سفرم، ارائه دوره کالبدشناسی انسان در دانشکده پزشکی دانشگاه شیکاگو را به‌پایان رساندم. آناتومی، دوره درسی است که در آن دانشجویان مضطرب سال اول پزشکی، اجساد انسان را تشریح کرده و به موازات آن، نام و ساختار بیشتر اندام‌ها، حفره‌ها، اعصاب و عروق بدن را می‌آموزند. در واقع این دوره، ورودی اصلی دانشجویان، به‌دنیای پزشکی است و می‌توان آن را تجربه‌ای سازنده در مسیر پزشک‌شدن به‌شمار آورد. در نگاه اول، نمی‌توانید شغلی بدتر از آموزش به نپسل بعدی پزشکان را تصور کنید؛ این شغل به‌هیچ‌وجه برای من مناسب نبود؛ من دیرینه‌شناسی هستم که بیشتر دوران زندگی حرفه‌ای خود را روی ماهی‌ها مطالعه کرده‌ام و به این نتیجه‌ی جالب رسیده‌ام که دیرینه‌شناس بودن یک مزیت بزرگ در آموزش آناتومی انسان محسوب می‌شود. فکر می‌کنید چرا؟! به این علت که بهترین نقشه‌ی راهنما برای بدن انسان، در بدن سایر جانداران واقع شده است. ساده‌ترین راه برای آموزش اعصاب مغز انسان به دانشجویان، این است که به آن‌ها کوسه‌ها را نشان دهند. به‌راستی که آسان‌ترین نقشه راهنما برای بررسی اندام‌های انسان، نگرستن به ساختار ماهی است. خزندگان نیز با ساختار مغزی‌شان، کمک قابل ملاحظه‌ای محسوب می‌شوند؛ چرا که بدن آن‌ها مدل ساده‌ای از بدن خودمان است!

در طول تابستان دومین سال هدایت تیم اکتشافی‌ام در شمالگان، من و همکارانم ماهی فسیل‌شده‌ای را کشف کردیم که به ما بینش قدرتمند جدیدی درباره‌ی یورش ماهی‌ها به خشکی، در بیش از ۳۷۵ میلیون سال پیش، بخشید. این اکتشاف به‌همراه دانش من در مورد آناتومی انسان، به کشف رابطه‌ای ژرف و قابل توجه منجر شد که نتیجه‌ی آن، در این کتاب بیان شده است.

مقدمه‌ای از دکتر سمسارها

پرده اول: انتخاب

بدون شک انتخاب درستی کرده‌اید! اولین و آخرین جمله‌ای بود که قبل از تحویل نهایی کار، به مدیر خوش ذوق خانه زیست‌شناسی گفتم. اکنون هم این جمله را به شما، خواننده خوش‌سلیقه می‌گویم. بدون اغراق، «ماهی درونی شما» اثری بی‌بدیل در زمینهٔ تکامل است؛ کتابی که پیش از آن که تکامل‌خوان بار بی‌اوردتان، از شما یک تکامل‌دان می‌سازد. کسی که بینش تکاملی دارد؛ ذهنش صرفاً مملو از دانسته‌های تکاملی گاه‌آ خسته‌کننده نیست و در جای جای نگاه زیستی‌اش، تکامل جایگاه و تأثیری را دارد، که باید ...

پرده دوم: از نویسنده

نیل شویین: بیش از آن که یک محقق بی‌نظیر باشد، یک انسان متعالی‌ست؛ انسانی توانمند و خلاق، که دانسته‌ها و جایگاه جهانی‌اش، او را از وظایف انسانی‌اش باز نداشته است. او بیش از آن که تحت تأثیر یافتهٔ ارزشمندش (حلقهٔ مفقوده‌ای از انتقال جانداران آبزی به جانداران خشکی‌زی: تیکتالیک) باشد، به دنبال تأثیرگذاری لازم برای ایجاد نگرش تکاملی صحیح و دقیق است. کمتر دانشمندی با این جایگاه را می‌توان یافت که زمان گران‌بهایش را برای گفتگو و تبادل نظر آنلاین با خوانندگان و محققان کم‌سوادی همچون من، بگذارد. شویین با این کتاب، به حق فصل نانوشته‌ای از تمامی کتاب‌های تکامل را نوشته است؛ این که اساساً چرا تکاملی باید وجود داشته باشد؟! این که، تکامل انسان، جایگاه آن را در عالم ترفیع می‌دهد یا ... و بی‌شمار سؤال پنهان و تابه‌حال بی‌جواب دیگر!

پرده سوم: و اما مترجم

زیست‌شناس نیست! (و این مسئولیت پرافتخار بازخوانی و نظارت علمی بر ترجمهٔ این اثر بی‌بدیل را، برایم دوچندان می‌کرد) اما به حق که به نگرش تکاملی دست یافته است. چطور می‌توان این کتاب - که این گونه بی‌نقص و متفاوت به تکامل می‌پردازد - را بر حسب تصادف برگزید، جز این که بپذیریم، اشتیاق انسان به درک ساز و کار اصلی جهان، او را به سوی درک مفهوم تکامل سوق می‌دهد. بدون شک، او، راه درسی را انتخاب کرده است...

پرده چهارم: در بازخوانی و ...

فصل به فصل و صفحه به صفحه که در کتاب جلوتر می‌رفتم، می‌فهمیدم که چطور انبوه داده‌های پراکندهٔ منابع و مراجع قطور تکاملی که تا به حال خوانده‌ام، با زبانی ساده، در جایگاه درست و آن‌طور که باید، تشریح شده است؛ معرکه است! (برای مشخص شدن بیشتر این موضوع، حاشیه‌ای بر تمام پاراگراف‌های کتاب، به منظور فهم بهتر جریان کلی هر فصل و نکات اصلی و مهم آن، بر متن ترجمه اصلی افزوده شده است.) این کتاب به شما می‌فهماند که **تکامل**، **جدال فانتزی علم و مذهب نیست؛ تکامل، منطق نگاه زیست‌شناختی و اساس درک ساز و کار کلیت جهان است...**

و پرده آخر: با شما

فصل به فصل این کتاب، آموزش تکامل، در قالبی طنز، سؤال‌پردازانه و سرشار از خلاقیت است. مفهوم و داده‌ای نیست که سازندهٔ مبانی نگرش تکاملی باشد و در فصلی از کتاب، بدان پرداخته نشده باشد. اگر قصد غرق شدن در مراجع تکاملی متعدد را ندارید، بهتر است قبل از هر انتخابی، شنای ماهرانه در این اقیانوس مهربان و عمیق را، با این کتاب، بیاموزید. باز هم مثل همیشه، خانه زیست‌شناسی اثری را به زیست‌شناسی هدیه می‌کند، که دیر یا زود، تأثیر شگرفش بر نگرش زیست‌شناختی ایران زمین، بر همگان مشخص خواهد شد. از همهٔ اهالی خانه زیست‌شناسی، که در آماده‌سازی کم‌نقص این کتاب نهایت تلاش خود را کرده‌اند، بی‌نهایت سپاسگزارم.

«من کیستم؟! من تعریف دوگانه‌ای دارد، من خود و من موجود.

پیکره جهان هستی وجود واحدی دارد نشأت گرفته از روح یکتای موجودی واحد، پس من در پی حصول ذات است و ذات، تکامل یافته‌ی شعوری واحد. ای عزیز بدان و آگاه باش که بنبند ما تبلور تکامل است و تکامل دست آورد حرکتی در راستای رشد؛

چشم دل باز کن که جان بینی
آن چه نادیدنی است آن بینی
دل هر ذره را که بشکافی
آفتابیش در میان بینی

پیدایش جهان هستی بر اساس کثرت است و وحدت پس زمینه‌ی این موجودیت. احساسات عجیب ولی دیرآشنایی در وجود ماست، حس پriding، جهیدن، خزیدن یا حرکت در آب... حس قوی لمس می‌شود و احساس ضعیف در ژرفنای وجود بایگانی و به مراحل بعدی حیات منتقل خواهد شد.^۱ نخستین نتیجه‌ی علاقه‌ی نوظهورم به زیست‌شناسی، منشأ انواع و تکامل حیات در عالم، ترجمه‌ی کتابی است که پیش روی شما است.

نیل شوبین، استاد دیرینه‌شناسی و کالبدشناسی، دانشمندی که با همکاریانش، تیکتالیک، «ماهی دست‌دار» را کشف کرد، داستان بدن ما را به گونه‌ای که هرگز پیش از این نشنیده‌اید، بیان می‌کند. شوبین با بررسی فسیل‌ها و DNA نشان می‌دهد دست‌های ما شبیه باله‌های ماهی است و سرهای ما مانند ماهی‌های بدون آرواره‌ای که زمانی طولانی از انقراض‌شان می‌گذرد، سازمان یافته است و بیشترین بخش‌های ژنوم ما، شبیه کرم‌ها و باکتری‌های آن دوران است و همانند آن‌ها عمل می‌کند. ماهی درونی شما به ما کمک می‌کند تا به خودمان و دنیای پیرامونمان با دید بازتری بنگریم. این کتاب علمی به‌بهترین نحو و با آگاهی تام و شوری غیرقابل وصف نگاشته شده است.

در اواخر سال ۱۳۸۸ که مطالعه‌ی زیست‌شناسی تکامل را به تازگی آغاز کرده بودم، در جستجوهایم برای آموختن در بازارهای معروف کتاب‌های علمی در اینترنت، به کتاب ماهی درونی شما برخوردم. تنها مطالعه‌ی چکیده‌ای از کتاب، آن چنان مرا مجذوب ساخت که با وجود نداشتن اطلاعات زیست‌شناسی تصمیم به ترجمه‌ی آن گرفتم. البته هنگام انتخاب این کتاب به هیچ وجه به کشف بزرگ و تازه‌ای که در آن مطرح شده و جابجایی که آن کشف در مرزهای علم زیست‌شناسی ایجاد کرده، واقف نبودم و تنها علت انتخابم، آموختن زیست‌شناسی تکامل بود!

قدردانی

در این مسیر خوبانی بودند که با بازخوانی، ویرایش و اصلاحات علمی خود سطح ترجمه‌ی این اثر را ارتقا داده و بدون نظارت و رهنون‌های ایشان من قادر به انجام این مهم نبودم. گفتنی است که کلیه‌ی پانویس‌های موجود در کتاب اعم از متنی یا تصویری به صلاح‌دید ناظر علمی کتاب انتخاب شده است.

از نیل شوبین، که در برخی ابهامات، تنها خود او بود که می‌توانست راهنما باشد!

از یونس، که کتاب را از سرزمینی بسیار دور تهیه کرد و به دست من رساند.

از علی، که با مهربانی برخی جملات پیچیده‌ی کتاب را شفاف می‌کرد.

از آقای محسن غفاری (کارشناس ارشد میکروبیولوژی)، که ویرایش علمی فصل‌های ۱ تا ۶ را علی‌رغم مشغله‌های خود صبورانه عهده‌دار شدند.

از خانم سمانه احمدی طالعی (کارشناس ارشد زیست‌شناسی سلولی و ملکولی)، که در شرایط حساس و بحرانی به من اطمینان خاطر می‌دادند و در ویرایش فصل ۷ لطف فراوانی به من داشتند.

از آقای علیرضا حیدری (پزشک)، که قبول زحمت کرده و در ویرایش فصل‌های ۸ تا ۱۱ به من یاری رساندند.

از آقایان رضا گنجی و محمد میرزاحمدزاده (کارشناسان زبان انگلیسی) که در ترجمه و معادل‌سازی برخی واژگان، راهنمای من بودند.

از جناب آقای مصطفی پویان، مدیر مسئول محترم نشر خانه زیست‌شناسی که همیشه مشوق و امیددهنده بودند.

و مراتب بلند سپاسگزاری خود را از فردی ابراز می‌کنم که با دستی پدران و نقشه‌ای استادانه از روح خود در کتاب دمیدند و آن را سرشار و زنده کردند، از جناب آقای فرید سمسارها که در حق کتاب از هیچ بزرگواری دریغ نکردند.

نیلوفر فشنگ‌ساز

اسفند ۱۳۹۱

n.feshangsaz@gmail.com

I am delighted that my book, YOUR INNER FISH, is being brought to Persian readers. It contains a scientific story, and evidence, of the great feature we human beings all share. Just as each of us are connected to our families-- our parents, grandparents, brothers, and sisters, so too are we connected to other living creatures. The fossils in the rocks on the ground reveal ancient life stranger than anything we could imagine today. The DNA inside every cell of our bodies shows how our bodies work and are built as we develop. But there is a much bigger story inside rocks and DNA. It is the story of our history as a species. That history extends over 3 billion years in the history of our planet and reveals how we are deeply connected to creatures as different as worms, fish and mice. We share a history with those creatures and the evidence of that history is inside of us.

The book contains stories of scientific discovery, of people working around the Earth to learn more of the Earth and the history of our species. I hope my Persian readers enjoy reading this book as much as I did writing it.

Neil Shubin

February 2013

بسیار خرسندم که کتابم، ماهی درونی شما، برای خوانندگان پارسی به ارمغان آورده شد. این کتاب شامل داستانی علمی و شواهدی مبتنی بر ویژگی‌های خارق‌العاده و مشترک بین ما انسان‌هاست. درست همان‌طور که ما به خانواده‌ی مان - پدر و مادر، پدربزرگ‌ها و مادربزرگ‌ها، برادرها و خواهرهای مان - وابسته هستیم، به سایر موجودات زنده هم وابستگی داریم. امروزه، فسیل‌های موجود در صخره‌های زمین از هر چیزی که ما ممکن است تصور کنیم، حیات باستانی را قدرتمندتر آشکار می‌کنند. DNA موجود در هر یک از سلول‌های بدن ما نشان می‌دهد که بدن مان چطور کار می‌کند و به‌موازات نمو یافتن مان، ساخته می‌شوند. اما داستان بسیار بزرگ‌تری هم در دل صخره‌ها و DNA وجود دارد که آن، داستان تاریخ ما به‌عنوان یک گونه است! این تاریخ، درون تاریخ سیاره‌ی ما بیش از سه میلیارد سال گسترش یافته و نشان‌گر این است که ما چطور عمیقاً به موجودات بسیار متفاوتی از قبیل کرم‌ها، ماهی‌ها و موش‌ها نزدیکی داریم! ما تاریخی را با این موجودات سهیم هستیم که شواهدش، درون خودمان است.

این کتاب در برگرفته‌ی داستان‌هایی از کشفیات علمی است که پژوهشگران در سراسر زمین روی آن‌ها فعالیت می‌کنند تا چیزهای بیش‌تری درباره‌ی زمین و تاریخ گونه‌ی خودمان بیاموزند. امیدوارم خوانندگان پارسی من از خواندن این کتاب، به همان اندازه‌ی من از نگارش آن، لذت ببرند!

نیل شوبین

فوریه ۲۰۱۳

فهرست مطالب

۱	پیدا کردن ماهی درونی شما !	فصل اول:
۲۵	به خودتان مسلط باشید !	فصل دوم:
۳۹	ژن‌های مفید	فصل سوم:
۵۳	دندان‌ها در همه جا	فصل چهارم:
۷۳	جلو افتادن	فصل پنجم:
۸۷	نقشه‌های به خوبی چیده شده (بدن)	فصل ششم:
۱۰۵	ماجرایی در ساخت بدن	فصل هفتم:
۱۲۵	تولید کردن بو !	فصل هشتم:
۱۳۳	بینایی	فصل نهم:
۱۴۱	گوش‌ها	فصل دهم:
۱۵۵	مروری بر آنچه گذشت	فصل یازدهم:
۱۷۵	سفن آخر	
۱۷۷	نکات تکمیلی به چاپ‌های پیشین	
۱۸۳	نکات، منابع و مطالعه‌ی بیشتر	
۱۹۷	تقدیر	

در کلاس آناتومی، دندان‌ها از اهمیت چندانی برخوردار نیستند. ما برای آن‌ها تنها پنج دقیقه زمان صرف می‌کنیم و دندان‌ها، در فهرست اندام‌های مورد علاقه برای تشریح، به‌ندرت جزو پنج مورد اول هستند! - البته هر فردی می‌تواند فهرست خود را داشته باشد! - در حالی که همین دندان‌های کوچک، نقطه‌ی اتصال مهم ما با بقیه‌ی اجزای حیات به‌شمار می‌آیند، به‌طوری‌که شناخت بدن، بدون شناخت دندان‌ها، تقریباً غیرممکن است. از طرفی دندان‌ها برای من هم از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، چرا که برای نخستین بار در جستجوی آن‌ها بود که آموختم چطور فسیل‌ها را بیابم و یک سفر اکتشافی به‌راه بیندازم.

کار دندان‌ها این است که تکه‌های بزرگ غذا را به تکه‌های کوچک‌تر تقسیم کنند. دندان‌ها، با قرار گرفتن روی استخوان فک متحرک، قادر به خرد و آسیا کردن غذا شدند. دهان جانوران، از حد مشخصی بزرگ‌تر نیست اما دندان‌ها، آن‌ها را قادر به بلع چیزهایی می‌سازد که گاهی از دهان‌شان بسیار بزرگ‌تر است. این موضوع خصوصاً در مورد جانورانی که دست یا پنجه ندارند، اهمیت به‌سزایی دارد چرا که می‌توانند به‌کمک آن‌ها، طعمه‌ی خود را پیش از عمل بلع، به‌دام انداخته و تکه و پاره کنند. درست است که ماهی‌های بزرگ‌تر، ماهی‌های کوچک‌تر را می‌بلعند، اما دندان‌ها می‌توانند عدالت را طور دیگری برقرار کنند: اگر ماهی‌های کوچک‌تر دندان‌های خوبی داشته باشند، می‌توانند ماهی‌های بزرگ‌تر را بچوند و از دندان‌های‌شان برای خراشیدن فلس‌ها، تغذیه از اجزاء و تمام گوشت بدن آن‌ها بهره ببرند!

با مشاهده‌ی دندان‌ها می‌توان اطلاعات زیادی در مورد پیچیدگی‌های یک جانور به‌دست آورد. برآمدگی‌ها، فرورفتگی‌ها و لبه‌های دندان‌ها، اغلب بازتابی از رژیم غذایی جانوران است. گوشت‌خوارانی نظیر گربه‌سانان، دندان‌های آسیای تیغه‌مانندی برای بریدن گوشت دارند؛ در حالی که گیاه‌خواران، دهانی با دندان‌های صاف دارند که آن‌ها را قادر به آسیاب کردن برگ‌ها و دانه‌ها می‌سازد.

ارزش و اهمیت اطلاعاتی دندان‌ها، هیچ‌گاه در تاریخ آناتومی نادیده گرفته نشد. کالبدشناس فرانسوی ژورژ کوویه (Georges Cuvier) ادعای اغراق‌آمیزی داشت؛ او می‌گفت قادر است تنها از روی دندان، اسکلت کامل یک جانور را بازسازی کند! این بیان تا حدی اغراق‌آمیز است، اما کلیت آن درست است؛ دندان‌ها، دریچه‌ای روشن به سبک زندگی جانوران هستند.

دهان انسان‌ها بازگوکننده‌ی این واقعیت است که ما جزء همه‌چیزخواران^۱ هستیم، چرا که چندین نوع دندان داریم. دندان‌های جلویی، یا دندان‌های پیشین، به‌صورت تیغه‌های یک‌دست^۲ کشیده‌ای هستند که مختص بریدن‌اند. دندان‌های پسین یا آسیای بزرگ، تخت‌تر بوده و دارای الگوی متمایزی هستند که به آن‌ها امکان خرد کردن بافت‌های گیاهی و جانوری می‌دهد. دندان‌های آسیا کوچک در میانه، عملکردی بینابین دندان‌های پیشین و آسیای پسین دارند.

جالب توجه‌ترین موضوع در مورد دهان ما، دقت و ظرافت دندان‌ها، در جویدن خوراکی‌ها است. دهان خود را باز و بسته کنید: دندان‌های شما همیشه به یک شکل روی هم قرار می‌گیرند، دندان‌های بالا و پایین به‌دقت روی یکدیگر سوار می‌شوند. به‌علت جفت‌شدن بسیار خوب برآمدگی‌ها، فرورفتگی‌ها و لبه‌های دندان‌های بالا و پایین، ما قادر به خردکردن خوراکی‌ها، با بالاترین کارایی هستیم. در واقع، عدم مطابقت بین دندان‌های بالایی و پایینی می‌تواند دندان‌های ما را بشکند و دندان‌پزشکان را نروتمند سازد!

سفت‌ترین قسمت بدن ما و اطلاعات با ارزش آن! فسیل‌شناسان دریافته‌اند که دندان‌ها به‌طور شگفت‌انگیزی حاوی اطلاعات با ارزشی هستند. دندان‌ها سخت‌ترین قسمت بدن ما هستند، چرا که مینای دندان حاوی مقدار زیادی از هیدروکسی‌آپاتیت^۲ - حتی بیش از آن‌چه که در استخوان‌ها به‌کار رفته - است. به‌علت سختی و مقاومت بالا، دندان‌ها اغلب بهترین قسمت باقی‌مانده‌ی جانورانی هستند که پس از گذشت دوره‌های زمانی بسیار طولانی، فسیل‌شان را می‌یابیم. این‌که دندان‌ها راهنمای بسیار خوبی برای پی‌بردن به رژیم غذایی جانوران هستند، یک شانس بزرگ به‌حساب می‌آید چرا که فسیل‌های یافته‌شده، می‌توانند تصویر روشنی از چگونگی به‌وجود آمدن روش‌های متفاوت تغذیه، به ما بدهند. این نکته به‌ویژه در تاریخ پستانداران به‌خوبی صدق می‌کند: در حالی که بسیاری از خزندگان دندان‌های مشابهی دارند، دندان‌های پستانداران کاملاً از یکدیگر متمایزند. محبت پستانداران در درس دیرینه‌شناسی، اغلب به دانشجویان، احساس حضور در مطب دندان‌پزشکی را می‌دهد!

خزندگان امروزی - تمساح‌ها، مارمولک‌ها، مارها - فاقد بیشتر دندان‌هایی هستند که دهان پستانداران را تا به این اندازه منحصر به‌فرد ساخته است. برای نمونه، تمام دندان‌های تمساح، شکل تیغه‌مانند یکسانی دارند؛ تنها تفاوت میان آن‌ها این است که تعدادی بزرگ و بقیه کوچک هستند. هم‌چنین خزندگان فاقد جفت‌شدگی دقیق دندان‌های بالا و پایین، آن‌گونه که در پستانداران دیده می‌شود، هستند. علاوه بر آن، در حالی که ما پستانداران،

۱ - دسته‌ای از جانداران که همه‌ی انواع گوشت سفید و قرمز از جمله ماهی، مرغ، گاو و گوسفند را همراه با میوه‌ها و سبزیجات مصرف می‌کند.

2- Hydroxyapatite

بافت سخت پستانداران یعنی استخوان، عاج و مینای دندان ترکیباتی متشکل از ذرات معدنی و انواع مواد آلی همچون پروتئین‌ها و آب هستند. فاز معدنی استخوان و دندان به‌طور عمده از طبقه‌ی خاصی از کلسیم‌فسفات‌ها به‌نام هیدروکسی‌آپاتیت تشکیل یافته است. فرمول شیمیایی هیدروکسی‌آپاتیت $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ است.

تنها یک مرتبه در طول زندگی، دندان‌های مان جایگزین می‌شوند، خزندگان، در تمام دوران حیات‌شان، هر بار که دندانی را از دست می‌دهند، جای آن دندان تازه‌ای رشد می‌کند!

شاهدی از الگوی یک تکه‌ی بسیار ابتدایی از ما - نحوه‌ی دقیق جویدن به‌روش ما پستانداران - در نمونه‌های فسیلی مربوط به ۲۲۵ تا ۱۹۵ میلیون سال پیش، در حفاری‌های جای‌جای جهان ظاهر شد. ابتدا در صخره‌های قدیمی‌تر، تعدادی خزنده یافتیم که ظاهراً شبیه سگ بودند؛ روی چهارپا راه می‌رفتند، جمجمه‌های بزرگی داشتند و بسیاری از آن‌ها، دندان‌های تیزی داشتند؛ شباهت‌ها به‌همین جا ختم می‌شد و برخلاف سگ‌ها، این خزندگان آرواره‌ای متشکل از تعداد زیادی استخوان داشتند و دندان‌های‌شان هم به‌خوبی روی هم قرار نمی‌گرفت؛ هم‌چنین درست مثل خزندگان، دندان‌های‌شان مدام جایگزین هم می‌شدند، یعنی در تمام طول زندگی‌شان، دندان‌های جدید درمی‌آوردند!

سپس در ادامه‌ی بررسی‌ها، به صخره‌های بالاتر یا به‌عبارتی، به‌دوران جدیدتری رسیدیم و شاهد چیزی کاملاً متفاوت بودیم: ظهور پستاندار. استخوان‌های آرواره کوچک‌تر شده و به نزدیکی گوش رسیده بود. می‌توانستیم نخستین مدرک برای جفت‌شدگی دقیق دندان‌های بالا و پایین را در این‌جا ببینیم. شکل آرواره‌ها هم تغییر یافته بودند: آن‌چه که در فک خزندگان، پایه‌ای ساده بود - ریشه‌ی دندان‌ها - در پستاندارن شبیه به بومرنگ شده بود. به‌علاوه در این دوره، دندان‌ها تنها یک مرتبه در تمام طول زندگی، جایگزین می‌شدند؛ درست مثل ما! تمامی این تغییرات را می‌توانیم در فسیل‌های جمع‌آوری شده، به‌ویژه از زمین‌های فسیلی مشخص در اروپا، آفریقای جنوبی و چین دنبال کرده و بیابیم.

به‌وجود آمدن پستانداران اولیه در صخره‌های حدوداً ۲۰۰ میلیون سال پیش، فسیل جانوران چونده‌ی موش‌مانندی مثل مورگانوکدون^۱ و آئوسترودون^۲ وجود دارد که در جانورانی در مرحله‌ی شروع گذار به پستانداران به‌نظر می‌رسند؛ این جانوران که از یک موش کوچک‌ترند، قسمت مهمی از ما را درون خود دارند! عکس‌ها نمی‌توانند نشان دهند که این پستانداران اولیه، تا چه اندازه شگفت‌انگیز هستند. هنگامی که خود من برای نخستین بار فسیل این جانوران را مشاهده کردم، بسیار هیجان‌زده شدم.

من وارد دوره‌ی تحصیلات تکمیلی خود در هاروارد شدم و تحصیل و پژوهش در زمینه‌ی پستانداران اولیه را آغاز کردم. آن‌جا را به‌علت حضور فاریش آ. جنکینز - همان فردی که در فصل اول راجع به او صحبت کردم - انتخاب کردم. او رهبری‌کننده‌ی سفرهای اکتشافی به غرب آمریکا در هاروارد بود. در واقع، فاریش مدام صخره‌ها را برای یافتن نشانه‌هایی از چگونگی تکوین توانایی‌های متمایز جویدن در پستانداران، جستجو می‌کرد؛ کار فاریش و گروهش یک اکتشاف واقعی بود؛ آن‌ها به‌دنبال محل‌های ویژه و جایگاه‌های جدید می‌گشتند و معمولاً به‌سراغ

1- Morganucodon
2- Eozostrodon

زمین‌های کشف‌شده توسط گروه‌های دیگر نمی‌رفتند. فاریش گروهی مستعد از جستجوگران فسیل، شامل هیأتی از موزه‌ی جانورشناسی تطبیقی هاروارد و تعدادی پژوهشگران مستقل را گرد هم آورده بود.

رئیس‌های گروه، بیل امرل (Bill Amaral)، چاک شاف (Chuck Schaff) و ویل داوونز (Will Downs) آشناکنندگان من با دنیای دیرینه‌شناسی بودند.

فاریش و گروه‌اش، نقشه‌های زمین‌شناسی و عکس‌های هوایی را برای انتخاب منطقه‌ی احتمالی که ممکن بود نخستین پستانداران را در آن‌جا بیابند، بررسی کرده بودند. به این ترتیب هر تابستان، آن‌ها سوار بر کامیون‌های‌شان عازم صحراهایی در وایومینگ^۱، آریزونا و یوتا^۲ می‌شدند. پیش از آن‌که من در سال ۱۹۸۳ به آن‌ها بپیوندم، شماری از فسیل‌های ارزشمند و جدید پستانداران و همچنین زمین‌های فسیلی را یافته بودند. قدرت محاسبه و پیش‌بینی‌شان مرا بهت زده می‌کرد: گروه فاریش به‌سادگی با مطالعه‌ی تعدادی مقاله و کتاب علمی توانستند مکان‌های محتمل و غیرمحتمل برای کشف نخستین پستانداران را شناسایی کنند!

ورود من به دنیای دیرینه‌شناسی زمانی شروع شد که جستجو را با چاک و بیل در صحرای آریزونا آغاز کردم. در ابتدا، هرگونه اقدامی به‌نظم کاملاً شانس و تصادفی می‌آمد. در واقع، من انتظار انجام نوعی عملیات شناسایی منظم و هماهنگ، درست مانند آن‌چه که در عملیات نظامی انجام می‌شود را داشتم؛ اما چیزی که شاهدش بودم، کاملاً خلاف انتظارم بود؛ گروه روی قسمتی از یک صخره‌ی خاص فرود می‌آمدند و به‌جستجوی قطعات استخوانی در سطح سنگ‌ها، در تمام جهات ممکن می‌پرداختند، همین!

در چند هفته‌ی نخست اکتشافات، آن‌ها مرا تنها گذاشتند؛ من هم رهسپار جستجوی فسیل شده بودم و مدام هر صخره‌ای را که می‌دیدم برای یافتن تکه‌های استخوانی در سطحش، جستجو می‌کردم. در پایان هر روز ما به خانه برمی‌گشتیم تا یافته‌های ارزشمندمان را به بقیه گروه نشان دهیم. چاک معمولاً چندین کیف مملو از استخوان داشت. بیل نیز کارنامه‌ی پرکاری به‌همراه داشت که اغلب در آن تعدادی مجموعه‌ی کوچک یا غنایم مشابه دیگر به‌چشم می‌خورد. اما من هیچ! توشه‌ی خالی من، یادآوری غم‌انگیزی بر این واقعیت بود که راهی بسیار طولانی برای یادگیری در پیش دارم.

چند هفته پس از نخستین جستجوها، فکر کردم که کاوش به‌همراه چاک، ایده‌ی بهتری باشد! به‌نظر می‌رسد این چاک است که هر روز صاحب پرتترین کیسه است، بنابراین چرا نباید از تجربه‌ی متخصصی مثل او استفاده می‌کردم. چاک از جستجو با من خوشحال بود و زندگی حرفه‌ای طولانی خود را در رشته‌ی دیرینه‌شناسی، مفصل شرح می‌داد. او یک تگزاسی تمام عیار بود که پیشرفت حرفه‌ایش در بروکلین رخ داده بود؛ چکمه‌هایی کابویی، ارزش‌های غربی و لهجه‌ی نیویورکی! در حالی که او مرا با داستان‌هایی از سفرهای اکتشافی خود خوشحال و شادمان می‌کرد، من تجربه‌هایش را فروتنانه هم‌چون دانشجویی می‌آموختم. در ابتدا، چاک به‌همه‌ی صخره‌ها

1- Wyoming

از ایالت‌های غربی آمریکا است.

2- Utah

از ایالت‌های جنوب غربی آمریکا است.

توجه نمی‌کرد و زمانی که یکی از آن‌ها را برای جستجو انتخاب می‌کرد، ابداً علت این انتخاب را متوجه نمی‌شدم! قسمت خجالت‌آور قضیه این بود که من، همان تکه زمینی را که چاک جستجو می‌کرد می‌گشتم، اما جز سنگ‌های خشک کف بیابان، چیزی نمی‌دیدم؛ اما چاک، دندان فسیل، آرواره و حتی تکه‌هایی از جمجمه را می‌یافت!

اگر از نمای هوایی این بیابان را مشاهده می‌کردید، دو نفر را می‌دیدید که به‌تنهایی، مدام، در وسط پهنه‌ای به‌نظر نامحدود، جایی که دورنمایش تپه‌های گرد و خاکی سبز و قرمز ماسه‌ای بودند و زمین سنگلاخی‌اش برای کیلومترها امتداد داشت، به این سوی و آن سو می‌روند! من و چاک در آن زمین به خرده‌سنگ‌ها و دامنه‌های سنگلاخی کف بیابان خیره می‌شدیم. فسیل‌هایی که ما می‌یافتیم، بسیار کوچک بودند و طولی بیشتر از چند سانتی‌متر نداشتند؛ البته ناحیه‌ی جستجوی ما هم بسیار کوچک بود.

فضای صمیمی و خودمانی بین من و چاک، در تقابل فاحشی با دورنمای صحرای بی‌کران پیش‌روی ما بود. حس می‌کردم که گویی یار و همراه من در جستجوهایم، تنها انسان موجود در کل این سیاره است و تمام هستی، در تکه‌ای سنگ خلاصه شده است!

با وجود سؤالات متعددی که من در بیشتر اوقات پیاده‌روی با پرسیدن آن‌ها، چاک را به ستوه می‌آوردم، او در برابر من فوق‌العاده شکیبا و صبور بود. من از او می‌خواستم که دقیقاً توضیح دهد چگونه می‌توان استخوان‌ها را یافت و چاک مدام به من می‌گفت: «به دنبال چیزی متفاوت باش». چیزی که بافت استخوانی داشته باشد نه بافت صخره‌ای، چیزی که مانند برق دندان بدرخشد؛ چیزی که همانند قسمتی از استخوان باشد، نه مانند ریگ و سنگ. به‌نظر ساده می‌آمد، اما من نتوانستم متوجه آن‌چه که او می‌گفت، بشوم. تا جایی که می‌توانستم می‌کوشیدم، اما کماکان، هر روز دست خالی به خانه برمی‌گشتم؛ با این تفاوت که حالا، حتی بیش‌تر از قبل، خجالت می‌کشیدم چرا که چاک، همان سنگ‌هایی را جستجو می‌کرد که من جستجو می‌کردم، اما او یکی پس از دیگری با کیسه‌هایی پُر به خانه برمی‌گشت و من...!

تا این‌که، یک روز، درخشش نخستین تکه دندان را زیر نور آفتاب بیابان دیدم. آن دندان روی تکه سنگی در میان شن و ماسه‌های بیابان نشسته بود. اما یافتن آن بسیار ساده بود. مینا درخشندگی خاصی داشت که صخره‌ها نداشتند؛ قبلاً هرگز چنین چیزی ندیده بودم. واقعیه بسیار خوبی بود، اما باید بگویم این‌طور هم نبود که من هر روز، چیزهایی مشابه آن را مشاهده کنم!

آن‌چه که این بار متوجه آن شدم، تفاوت بین استخوان و صخره بود. دندان‌ها درخشیدند و موقعی که درخشش آن‌ها را دیدم، متوجه برآمدگی‌شان هم شدم. اندازه‌ی این دندان تنها در حدود یک سکه‌ی ده سنتی بود، که شامل پایه‌های دندان نمی‌شد. این دندان برای من، باشکوه‌تر از اسکلت بزرگ‌ترین دایناسور در سرسرای تمام موزه‌های جهان بود!

پس از آن، ناگهان کف بیابان به چشم من با استخوان فرش شد؛ جایی که من قبلاً تنها صخره می‌دیدم، حالا پر بود از تکه‌های کوچکی از فسیل، که می‌توانستم آن‌ها را در هر جایی مشاهده کنم. گویی من عینک خاصی به

چشم زده باشم و نورافکنی داخل همه‌ی تکه استخوان‌ها را روشن کرده باشد! دقیقاً در نزدیکی دندان‌ها، بخش‌های کوچکی از دیگر استخوان‌ها بود و پس از آن باز هم دندان‌های بیشتر. من یک آرواره می‌دیدم که در معرض هوا در سطح قرار داشت و قطعه‌قطعه شده بود. حالا دیگر من هر شب با کیسه‌های پُر کوچکم، به خانه برمی‌گشتم!

قوانین ارزشمند نهایتاً حالا می‌توانستم خودم به‌تنهایی استخوان‌ها را ببینم. آن‌چه که قبلاً یک تلاش کاملاً فسیل‌یابی اتفاقی بود حالا بسیار مرتب و برنامه‌ریزی‌شده به‌نظر می‌رسید؛ قوانین حقیقی ناگفته‌ای در این مورد وجود داشت. قانون شماره یک: به‌سوی سنگ‌هایی که به‌نظر پریار می‌آیند بروید و بر مینای هر آن‌چه که از عکس‌های تحقیقاتی، علائم دیداری و نیز تجارب پیشین خود کسب کرده‌اید، اقدام کنید. قانون شماره دو: دنباله‌روی جاپای فرد دیگری نباشید؛ به‌عبارتی ردپای جستجوگران دیگر را تعقیب نکنید؛ زمین‌های جدید را بگردید (البته چاک رثوفانه به من اجازه می‌داد این قانون را نقض کنم!) قانون شماره سه: اگر منطقه‌ی مطلوب شما توسط فرد دیگری در حال جستجو است، منطقه‌ی مناسب دیگری پیدا کنید یا زمین‌هایی با احتمال کمتر یافتن فسیل را جستجو کنید؛ حق تقدم با فردی است که اول آمده است!

طی این مدت، شروع به یادگیری ویژگی‌های ظاهری استخوان‌های متنوع کردم. استخوان‌های دراز، استخوان‌های آرواره و قسمت‌هایی از جمجمه. اگر تنها یک مرتبه این چیزها را ببینید و بیاموزید، توانایی کشف آن‌ها را هرگز از دست نمی‌دهید؛ درست مثل ماهی‌گیر ماهری که با نگاه کردن به آب می‌تواند ماهی را در آن تشخیص دهد، یک جستجوگر فسیل نیز از کاتالوگ‌ها و تصاویر تحقیقاتی به‌گونه‌ای می‌تواند استفاده کند که به‌نظرش می‌رسد، فسیل‌ها، در حال بیرون پریدن از داخل صخره‌ها هستند!

من در ادامه، با تمرین و ممارست، شناخت دیداری خود را از این که استخوان‌های فسیل در صخره‌های مختلف و شرایط روشنایی متفاوت چگونه‌اند، به‌دست آوردم. اکتشاف فسیل در نور صبحگاهی خورشید، با اکتشاف آن در بعد از ظهر بسیار متفاوت است، که این به‌علت مسیر حرکت نور در راستای زمین است.

بیست سال بعد متوجه شدم که برای یافتن فسیل‌ها در مکان‌های جدید تحقیقم، از دوره‌ی تریاسه^۱ در کشور مراکش گرفته تا دوره‌ی دونین در جزیره‌ی الزمیر، می‌باید از همان الگوی تجربیات قبلی تبعیت کنم و سعی در تکرار آن‌ها داشته باشم. در چند روز نخست، یافتن فسیل‌ها دشوارتر بود؛ تقریباً همان‌طور که آن روزها، بیست سال پیش، با چاک در آریزونا تلاش می‌کردم؛ اما تفاوتش با آن زمان در این بود که اطمینان داشتم نقشه‌ی جستجو نهایتاً منجر به‌موفقیت خواهد شد!

هدف تمام اکتشافاتی که با چاک انجام می‌دادم یافتن محلی با استخوان‌های کافی برای علامت‌گذاری لایه‌های غنی از فسیلی بود که می‌توانستیم آشکار سازیم. زمانی که من به تیم اکتشافی پیوستم، گروه فاریش چنین

1- Triassic

دوره‌ی زمین‌شناسی بین حدوداً ۲۴۵ تا ۲۰۸ میلیون سال پیش، که یکی از دوره‌های مزوزوئیک است.

منطقه‌ای را کشف کرده بودند؛ صخره‌ای یکپارچه به‌درازای حدوداً سی متر که اسکلت‌های زیادی از جانوران کوچک را در خود داشت.

معدن فسیلی فاریش، در گل‌ولای سنگ‌های رسوبی بسیار ریزدانه واقع شده بود. فوت‌وفن کار در آن منطقه، در فهم این نکته بود که باید می‌دانستیم فسیل‌ها، از درون یک لایه‌ی نازک با ضخامتی حدود یک میلی‌متر به‌دست می‌آمدند. اگر بتوانید این لایه را آشکار کنید، شانس بزرگی برای مشاهده‌ی استخوان‌ها پیدا می‌کنید. آن‌ها باریک و سیاه‌اند و درازایی در حدود یک یا دو سانتی‌متر دارند. بنابراین تقریباً شبیه به لکه‌های سیاه رنگی هستند که درون صخره‌های قهوه‌ای قرار دارند. فسیل جانوران کوچکی که ما پیدا کردیم شامل قورباغه‌ها (برخی از گونه‌های ابتدایی آن‌ها)، دوزیستان بدون پا، سوسمارها، خزندگان دیگر و مهم‌تر از همه، برخی از پستانداران اولیه بودند.

نکته‌ی کلیدی در این اکتشافات آن بود که می‌دانستیم پستانداران اولیه، کوچک بودند، بسیار کوچک و دندان‌های آن‌ها درازایی بیش از دو میلی‌متر نداشته است. پس برای کشف آن‌ها باید بسیار دقیق و البته خوش‌شانس بود. اگر که دندان آن‌ها به‌وسیله‌ی خرده‌سنگ یا حتی با چند دانه شن و ماسه پوشیده شده باشد، شما هرگز متوجه‌اش نخواهید شد.

این پستانداران اولیه به‌راستی مرا شیفته‌ی خود کردند. من در جستجوهایم برای یافتن آن‌ها، ابتدا لایه‌ی فسیلی را آشکار می‌کردم، سپس کل آن سطح را با لنز دستی خود که بزرگ‌نمایی ۱۰ داشت، بررسی می‌کردم. هر آن‌چه زیر دست‌ها و اطرافم بود با چشم‌ها و لنز دستی‌ام با فاصله‌ی شش سانتی‌متر از سطح زمین به‌دقت موشکافی می‌کردم. بدین ترتیب چنان مجذوب می‌شدم که معمولاً فراموش می‌کردم، کجا هستم و تصادفاً به‌زمین همسایه‌ام، تجاوز می‌کردم و از مرزهای محدوده‌ی خودم عبور می‌کردم؛ نتیجه‌ی این خطا هم این می‌شد که مقداری خاک و کلوخ به‌عنوان یک تذکر جدی، با سرم برخورد می‌کرد تا تنها در محدوده‌ی خودم به جستجو و اکتشاف بپردازم(!؟). البته بعضی اوقات هم تیرم به‌هدف می‌خورد و برای بار نخست، یک وابستگی عمیق را مشاهده می‌کردم: دندان‌ها شبیه تیغه‌های کوچکی با نوک‌هایی تیز و ریشه بودند. نوک تیز در این دندان‌ها اطلاعات بسیار ویژه‌ای را آشکار می‌کرد. هر دندان دارای الگوی مشخصی از سائیدگی در جایی که دندان‌های بالا و پایین بر هم منطبق می‌شدند، بود. به این ترتیب، من به‌برخی از اولین شواهد الگوی دقیق جویدن خودمان تنها در یک پستاندار بسیار کوچک ۱۹۰ میلیون ساله، دست یافته بودم.

انرژی عجیبی در آن روزهای حفاری و اکتشاف جاری بود، چیزی که من هرگز فراموش نخواهم کرد. این‌جا، درون صخره‌های شکسته و خس و خاشاک، هدفی را دنبال می‌کردم که قدرت تغییر مسیر فکری بشریت را داشت. باور کنار هم قرار دادن این فعالیت‌های کودکانه - حتی اگر فروتنی باشد - و یکی از بزرگ‌ترین آمال روشنفکرانه‌ی بشر، هرگز در من از بین نرفته بود. تلاش می‌کردم آن را هر زمانی که یک مکان جدیدی را حفاری می‌کردم، به خودم خاطرنشان سازم.

با فرا رسیدن پاییز و بازگشت به دانشکده، من گروه اکتشافی معروف و کوچک خود را تشکیل دادم. چرا که می‌خواستم، گروه خود را رهبری کنم. اما به‌علت فقدان همیشگی منابع برای انجام هر کار بزرگی، من به‌تنهایی رهسپار کاوش صخره‌های ۲۰۰ میلیون ساله‌ی در ایالت کنتیکت^۱ شدم.

مطالعه‌های انجام‌شده در قرن نوزدهم، شماری از فسیل‌های مهم کشف‌شده را گزارش می‌کردند. احساس می‌کردم اگر در همان صخره‌ها، با لنز دستی و شانس شگفت‌انگیزم، پستانداران نخستین را جستجو کنم، مقدار زیادی از این دست فسیل‌ها خواهم یافت. به این ترتیب، یک مینی‌ون اجاره کردم، کیف‌های جمع‌آوری فسیل‌ها را برداشتم و به‌راه افتادم. آن‌جا بود که درس دیگری آموختم: من هیچ نیافتم! بنابراین به‌مباحث علمی مربوطه، یا به‌تعبیر دقیق‌تر، کتابخانه‌ی زمین‌شناسی دانشکده، برگشتم!

فهمیدم به‌مکانی با صخره‌های به‌خوبی نمایان ۲۰۰ میلیون ساله نیاز دارم: در کنتیکت تنها بریدگی‌های جاده‌ای وجود داشتند. چنین جایی می‌توانست در امتداد ساحل باشد؛ جایی که موج‌ها، سطح شکسته‌شده‌ی صخره‌ها را برای مشاهده و جستجو آماده کرده باشند. بررسی نقشه، انتخاب من را روشن کرد: در نوا اسکوشیا^۲، صخره‌های دوران تریاسه و ژوراسیک (با حدود ۲۰۰ میلیون سال سن) در امتداد سطح قرار گرفته‌اند. در پایان، برای تکمیل مطالب پیشین باید بگویم، مطبوعات گردشگری در مورد منطقه تبلیغ می‌کردند که این‌جا منطقه‌ای جزر و مدی در جهان است که گاهی اوقات این جریان‌ها تا بیش از ۱۵ متر جابجایی دارند؛ نمی‌توانستم خوش‌شانسی خودم را باور کنم!

با فردی که متخصص این صخره‌ها بود و اطلاعات زیادی داشت تماس گرفتم؛ پائول اولسن (Paul Olsen)، فردی که به‌تازگی تدریس در دانشگاه کلمبیا را آغاز کرده بود. اگرچه من پیش از گفتگو با پائول، به چشم‌انداز اکتشاف فسیل در آن منطقه علاقه‌مند شده بودم، پس از گفتگو با او کاملاً به‌وجد آمدم. او شرحی تمام عیار راجع به دانش زمین‌شناختی آن منطقه برای یافتن پستانداران و خزندگان کوچک به من داد: رودخانه‌ها و ریگ‌های روان باستانی، قابلیت خوبی برای محافظت از استخوان‌های کوچک دارند. حتی بهتر از آن، او چند استخوان دایناسور و جای‌پا در امتداد شهرک پارسبرو^۳ و نوا اسکوشیا پیدا کرده بود.

من و پائول به این برنامه اندیشیدیم که هر دو به پارسبرو رفته و ساحل آن‌جا را برای یافتن فسیل‌های کوچک کاوش کنیم. این نهایت سخاوت پائول بود زیرا او در آن منطقه حق آب و گِل داشت و هیچ مسئولیتی برای کمک به من نداشت، چه رسد به این‌که با من بیاید و همراه من کار کند!

من با فاریش در رابطه با نقشه‌ی تازه‌ام رایزنی کردم؛ او نه‌تنها به من کمک مالی کرد، بلکه پیشنهاد به‌کارگیری چند متخصص در امر یافتن فسیل را به من داد؛ بیل و چاک. همراه داشتن پول کافی و متخصصینی چون بیل،

1- Connecticut

2- Nova Scotia

3- Parrasboro

یکی از ایالت‌های نیوانگلند در شمال شرقی امریکا.

یکی از استان‌های کشور کانادا، واقع در ساحل جنوب شرقی کشور.

یکی از شهرک‌های استان نوا اسکوشیا.

چاک و پائول اولسن در کنار منطقه‌ای بسیار خوب برای جستجو و البته یک چشم‌انداز زیبا؛ چه چیز بیشتری می‌توانستم بخواهم؟!

آن تابستان، اولین سفر اکتشافی خود را به‌راه انداختم. بدین ترتیب من به همراه گروه‌م، بیل و چاک سوار استیشن کرایه‌ای‌مان شدیم و به‌سمت سواحل نوا اسکوشیا حرکت کردیم. نکته‌ی خنده‌دار این سفر من بودم! در حالی که سال‌های تجارب علمی چاک و بیل بیش از سن من بود، من رهبر گروه بودم؛ البته رهبری من، فقط اسمی بود و بیشتر هنگام پرداخت صورت‌حساب شام!

صخره‌های نوا اسکوشیا به‌صورت تخته‌سنگ‌های ماسه‌ای کاملاً نارنجی رنگ و یک‌دست در امتداد خلیج فاندی^۱ قابل مشاهده بودند. جریان جزر و مد هر روز در حدود ۸۰۰ متر پیش می‌آمد و به‌عقب برمی‌گشت و این بستر سنگ‌های نارنجی مسطح بزرگ را آشکار می‌ساخت.

هنوز زمان زیادی از شروع جستجوهای ما برای کشف استخوان، در نواحی مختلف نگذشته بود که رگه‌های کوچک سفید از استخوان، در امتداد صخره‌ها نمایان شدند. پائول رد فسیل‌ها را در همه‌جا پیدا کرد، حتی در مناطق مسطحی که به‌علت جزر و مد روزانه به‌وجود آمده بودند.

1- Bay of Fundy

در سواحل اقیانوس اطلس در آمریکای شمالی بین استان‌های کانادایی نیوبرانزویک و نوا اسکوشیا واقع است. این خلیج دارای یکی از بالاترین کشتندها (جریان‌های جزر و مدی) است و در جولای ۲۰۰۹ به‌عنوان یکی از عجایب طبیعت نام‌گذاری شد.





پائول اولسن رد فسیل‌ها را در جلگه‌های جزر و مدی نوا اسکوشیا پیدا کرد در هنگام مدهای شدید آب می‌توانست حتی تا صخره‌های سمت چپ بالا (مشخص شده با فلش) بیاید. اگر ما سفرمان را اشتباه برنامه‌ریزی کرده بودیم، ممکن بود ساعت‌ها وقت خود را در آن‌جا بگذرانیم و چیزی هم به‌دست نیاوریم. عکس از شوین

من به‌همراه چاک، بیل و پائول دو هفته‌ای را در نوا اسکوشیا، برای حفاری سپری کردیم و توانستیم قطعات کوچک و بخش‌هایی از استخوان‌هایی را که بیرون صخره‌ها گیر کرده بودند بیابیم. بیل در گروه آماده‌سازی فسیل بود و مدام به من اخطار می‌داد که خاک را زیاد از استخوان‌ها نزنیم برای این‌که تا اندازه‌ای سالم بمانند و استخوان‌ها را طوری خارج سازم که تا حدی با ماسه‌سنگ پوشیده شده باشند؛ به این ترتیب او می‌توانست استخوان‌ها را بهتر زیر میکروسکوپ بررسی کند. ما همه‌ی این کارها را به‌دقت انجام می‌دادیم، اما باید بپذیریم آن‌چه که با خود به خانه آوردیم، خیلی هم امیدوارکننده نبود: تنها چند جعبه کفش مملو از سنگ‌ها و تکه‌های کوچک استخوان. زمانی‌که به‌سمت خانه رانندگی می‌کردیم، من به این فکر کردم که اگرچه چیز زیادی نیافتیم، اما این خود تجربه‌ی فوق‌العاده‌ای بود. پس از آن، من یک هفته به تعطیلات رفتم، چاک و بیل هم به آزمایشگاه برگشتند.

زمانی‌که به بوستون برگشتم، چاک و بیل برای صرف ناهار به بیرون رفته بودند. بعضی از همکاران که در حال بازدید از موزه بودند متوجه حضور من شدند و ضمن احوال‌پرسی گرم، به من تبریک گفته و به تمجید از من پرداختند؛ با من درست مثل یک قهرمان فاتح رفتار می‌شد، اما من واقعاً نمی‌دانستم چرا؟! رفتار آن‌ها برای من مثل یک شوخی عجیب بود، انگار آن‌ها می‌خواستند مرا ترغیب به انجام کار بزرگی کنند! آن‌ها به من گفتند که به آزمایشگاه بیل برویم تا آن غنیمتی را که به‌دست آورده بودم ببینیم! نمی‌دانستم باید چه فکری کنم؛ برای همین با آن‌ها به‌راه افتادم.

کشف سورپرایزکننده‌ی زیر میکروسکوپ بیل، یک آرواره‌ی بسیار کوچک بود که طولی بیش از یک و نیم سانتی‌متر نداشت. روی آن چند دندان بسیار ریز قرار داشت. بدون شک آرواره، متعلق به یک خزنده بود چرا که دندان‌ها تنها یک ریشه در پایه داشتند، در حالی که دندان‌های پستانداران

ریشه‌های بیشتری دارد. اما روی آن دندان‌ها، برجستگی و فرورفتگی و لبه‌های زیادی وجود داشت که می‌توانستم آن‌ها را با چشم غیرمسلح هم ببینم. مشاهده‌ی دندان در زیر میکروسکوپ برای من سورپرایز بزرگتری بود: روی برجستگی دندان‌ها، کمی سائیدگی دیده می‌شد؛ یعنی این خزنده، دارای قابلیت جفت‌شدگی دندان‌ها بوده است. به بیان دیگر فسیل من، به‌نوعی نیمه‌خزنده - نیمه‌پستاندار بود!

بیل بدون اطلاع من، یکی از قطعه‌سنگ‌ها را شکافته و رگه‌ای از استخوان را مشاهده کرده بود، سپس آن را با استفاده از سوزن برای مشاهده‌ی زیر میکروسکوپ آماده کرده بود. هیچ یک از ما این موضوع را در میدان فسیلی متوجه نشده بود، اما گروه اکتشافی ما به‌موفقیت بزرگی نائل شد، که تمام آن را مدیون بیل بودیم.

در آن تابستان چه چیزهایی آموختم؟! اول این‌که به‌دقت، به حرف‌های چاک و بیل گوش کنم! دوم، بسیاری از بزرگترین اکتشافات، در دست‌های متخصصین فسیل‌ها (آماده‌کنندگان فسیل‌ها) اتفاق می‌افتد نه در زمین‌ها و میادین فسیلی. هنگامی که این جریان به‌نتیجه‌ی مطلوب رسید، من بزرگترین درس‌هایم را در مورد فعالیت‌های اکتشافی در زمین‌های فسیلی فراگرفتم.

خزنده‌ی کشف‌شده‌ی توسط بیل، یک تریتلدونت^۱ بود؛ این جانور به‌همان میزانی که در نوا اسکوشیا شناخته شده بود، در آفریقای جنوبی هم دیده شده بود؛ تریتلدونت‌ها، جانوران بسیار نادری بودند. به این ترتیب، ما تصمیم گرفتیم که تابستان آینده هم برای کشف تعداد بیشتری از آن‌ها به نوا اسکوشیا برگردیم. من مجبور بودم تمام زمستان را در انتظار بمانم. اگر رفتن به‌سفر اکتشافی در آن زمستان یخبندان امکان‌پذیر بود حتماً این کار را انجام می‌دادم!

در تابستان ۱۹۸۵، ما به‌همان زمین فسیلی که تریتلدونت را پیدا کرده بودیم، برگشتیم. این بستر فسیلی دقیقاً در سطح ساحل قرار داشت، جایی که چندین سال قبل، تکه‌ی کوچکی از صخره‌های نزدیک دریا، در آن سقوط کرده بودند. ما باید بازدیدهای روزانه‌مان را دقیقاً به این صورت زمان‌بندی می‌کردیم: محل جستجو در زمان مدهای شدید، غیرقابل دسترس بود زیرا آب اطراف مکان بررسی ما، بسیار بالا می‌آمد. من هرگز آن روز مهیج را از یاد نمی‌برم؛ هنگامی که ما همان محل سال گذشته را برای پیدا کردن تکه‌ی کوچک از صخره‌ی نارنجی روشن‌مان دور زدیم. این تجربه از آن جهت حائز اهمیت بود که الان دیگر در دسترس نبود؛ ما بیشتر آن منطقه را در سال گذشته کاوش کرده بودیم. آن منطقه در زمستان گذشته دچار فرسایش شده و محل فسیلی دوست‌داشتنی ما که تریتلدونت‌های زیبایی در خود داشت، در اثر جذر و مد از بین رفته بود!

یک خبر خوب، البته اگر می‌شد این نام را روی آن گذاشت، این بود که هنوز مقدار کمی ماسه‌سنگ و صخره‌ی نارنجی رنگ در امتداد ساحل برای کاوش باقی مانده بود. بیشتر ساحل، به‌خصوص مناطقی که ما مجبور بودیم هر روز صبح جستجو کنیم، از بازالت ۲۰۰ میلیون ساله‌ی جریان گدازه تشکیل شده بود. ما یقین داشتیم در آن‌جا فسیلی یافت نخواهد شد، چرا که بدیهی بود آن صخره‌ها، با دمای فوق‌العاده بالایی که داشتند، هرگز نمی‌توانستند

1 - Trithelodont

محافظ استخوان‌های فسیلی باشند. ما بیش از پنج روز زمان برای کاوش سایت فسیلی جزر و مدی و صخره‌های ماسه‌سنگی اطراف آن سپری کردیم و مطلقاً چیزی نیافتیم!

پیشرفت چشمگیر ما زمانی حاصل شد که یک شب رئیس لیون‌کلپ محلی^۱ به کمپ گروه ما آمد تا نظر ما را در رابطه با مسابقه‌ی زیبایی محلی و تاج‌گذاری بانوی شایسته در هفته‌ی پارس‌برو جویا شود. ساکنان این شهر کوچک اغلب این وظیفه‌ی سنگین را به‌عهده‌ی بازدیدکنندگان می‌گذاشتند؛ از آن‌جا که در زمان این رویداد، به‌طور معمول، احتمال درگیری دسته‌جمعی بالا می‌رفت، داوران هر سال معمولاً از اهالی کیک بودند که امسال حضور نداشتند و من و گروهم به جای آن‌ها دعوت شدیم!

داوری در مورد مسابقه‌ی زیبایی و بحث و نتیجه‌گیری آن تا دیر وقت به‌طول انجامید؛ این باعث شد جزر و مدهای صبح فردا را از یاد برده و در اطراف یک صخره‌ی بازالتی به‌دام بیافتیم! حدوداً دو ساعت، ما در یک دماغه‌ی کوچک با عرضی حدود ۱۵ متر گیر کرده بودیم! صخره، آشفشانی بود و از نوعی نبود که ما بخواهیم برای یافتن فسیل آن را جستجو کنیم. برای خروج از آن منطقه، از روی سنگ‌ها می‌پریدیم تا وقتی که خسته شدیم و ناچار به بررسی صخره‌ها پرداختیم؛ ممکن بود مواد معدنی یا کریستال‌های جالبی پیدا کنیم.

بیل در گوشه‌ای ناپدید شد و من برخی از بازالت‌های پیش‌روییم را بررسی می‌کردم. پس از حدود ۱۵ دقیقه، اسم خودم را شنیدم! هرگز صدای گرفته‌ی بیل را فراموش نمی‌کنم: «نیل، شاید بخواهی نگاهی به این‌جا بیندازی!» هنگامی که آن گوشه را دور زد، هیجان عجیبی در چشمان بیل می‌دیدم و متوجه صخره‌ی مقابل پای او شدم. صخره‌ای برآمده که حاوی قطعات سفید رنگ کوچکی بود؛ هزاران استخوان فسیل آن‌جا بود!

این دقیقاً همان چیزی بود که ما به‌دنبالش بودیم؛ زمین فسیلی پر از استخوان‌های کوچک. متوجه شدم که آن صخره‌های آشفشانی، کاملاً هم آشفشانی نبودند؛ رگه‌هایی از ماسه‌سنگ از میان تخته‌سنگ‌ها عبور کرده بود. ترکیبی از جریان روان گل‌ولای بسیار قدیمی و مواد مذاب آشفشانی، صخره‌های آن‌جا را ساخته بودند و فسیل‌ها درون این گل‌ولای کهن، به‌دام افتاده بودند.

ما چندین تن از این صخره‌ها را به خانه آوردیم. درون آن‌ها بیشتر تریتلدونت بود و تعدادی کروکودیل اولیه و در بقیه هم، خزندگان شبیه سوسمار وجود داشت. در واقع، این تریتلدونت‌ها برای ما در حکم جواهرات زیرخاکی بودند، چراکه آن‌ها گونه‌هایی از خزندگان را به‌نمایش می‌گذاشتند که دارای الگوی جویدن پستانداران هم بودند.

پستانداران اولیه، درست مانند آن‌هایی که گروه فاریش در آریزونا کشف کرده بودند، طرح بسیار دقیقی از گاز گرفتن داشتند. سائیدگی‌ها در تیغه‌ی دندان‌های بالا، دقیقاً با تصویر آینه‌ای این سائیدگی‌ها در دندان‌های پایین، جفت می‌شد. الگوهای سائیدگی به‌قدری خوب بودند که می‌شد گونه‌های متفاوت پستانداران اولیه را از روی همین الگوها و جفت‌شدگی دندان‌ها، از یکدیگر تشخیص داد. الگوی هلالی نوک دندان و جویدن پستاندارانی که فاریش در آریزونا یافت، از پستانداران هم دوره‌ی شان در شمال آمریکا، اروپا یا چین متفاوت بود. حتی اگر این فسیل‌ها را با

1- Local Lions Club

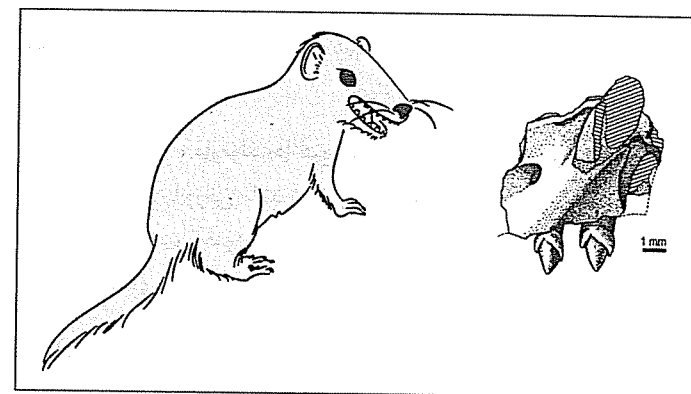
خزندگان زنده هم مقایسه کنیم، تصور می‌کنم که باز هم منشأ تغذیه پستانداران، هم‌چون یک راز بزرگ باقی می‌ماند.

همان‌طور که اشاره کردم، تمساح‌ها و مارمولک‌ها هیچ نوع الگوی انطباق و جفت‌شدگی دندان‌ها را ندارند. مقطع زمانی بعدی، همان‌جایی است که جانورانی مانند تریتلدونت پا به عرصه‌ی وجود گذاشتند. وقتی که در زمان به عقب می‌رویم و به صخره‌هایی با سن حدودی ۱۰ میلیون سال پیرتر از آن‌ها می‌رسیم، مانند سنگ‌های نوا اسکوشیا، تریتلدونت‌هایی با الگوی اولیه‌ی جویدن می‌یابیم.

در تریتلدونت‌ها، برآمدگی‌های منفرد دندان‌ها، به‌طور دقیقی مانند آن‌چه که در پستانداران رخ می‌دهد، روی هم جفت نمی‌شوند و در عوض، تمام سطح داخلی دندان‌های بالا با حرکت در خلاف جهت سطح خارجی دندان‌های پایین برش می‌خورند، تقریباً مانند یک قیچی. البته، بروز تغییرات در جفت‌شدگی دندان‌ها، به یکباره و بدون پیش زمینه رخ نداده است. دانستن این نکته نباید باعث تعجب شود که نخستین جانورانی که الگوی جویدن پستانداران را از خود نشان دادند، ویژگی‌های پستانداری از قبیل آرواره‌ی کوچک‌تر، جمجمه و اسکلت را به‌نمایش گذاشتند.

از آن‌جا که دندان‌ها در فسیل‌های به‌دست‌آمده خیلی خوب حفظ شده‌اند، ما اطلاعات مفصلی در مورد الگوهای اصلی جویدن و توانایی که به‌مرور زمان برای استفاده از رژیم‌های غذایی جدید به‌وجود آمده‌اند، داریم. بخش وسیعی از داستان پستانداران مربوط به قضیه‌ی مسیرهای تازه در مراحل هضم و جذب غذاست. پس از مواجهه با تریتلدونت‌ها در فسیل‌های به‌دست‌آمده، ما به‌سرعت همه نوع از گونه‌های پستانداران جدیدتر با انواع تازه‌ای از دندان‌ها و هم‌چنین راه‌های جدید جفت‌شدگی دندان‌ها و نحوی استفاده‌ی از آن‌ها را مشاهده کردیم. پستانداران جونده‌ی کوچکی با نوع جدیدی از ردیف‌های دندانی را در صخره‌های حدوداً ۱۵۰ میلیون ساله یافتیم، که راه را برای به‌وجود آمدن ما هموار کرده بودند.

آن‌چه که باعث خاص بودن این جانوران شده بود، پیچیدگی‌های موجود در دهان‌شان بود: فک، مجموعه‌ی متفاوتی از دندان‌ها را در خود داشت. دهان، نوعی تقسیم کار را توسعه داد. دندان‌های پیشین برای قطعه‌قطعه کردن غذا تخصصی شده بودند، دندان‌های نیش بیشتر برای سوراخ کردن و دندان‌های آسیا در منتهی‌الیه عقب دهان برای بریدن، خرد کردن و خمیری کردن غذا به‌کار می‌رفتند. این پستانداران کوچک که به موش‌ها شبیه‌اند، بخش اساسی از تاریخچه‌ی درون ما را در خود دارند. اگر شما نسبت به این موضوع تردید دارید، تصور کنید بدون دندان‌های پیشین، می‌خواهید یک سیب بخورید، یا حتی بدتر از آن، چطور یک هویج بزرگ را بدون دندان‌های آسیا می‌خورید؟! توانایی استفاده‌ی ما از رژیم‌های غذایی متنوع، از میوه و گوشت گرفته تا کیک، تنها به این علت است که در نیاکان پستاندار بسیار دور ما، دهانی با انواع متفاوتی از دندان‌ها، که می‌توانستند به‌خوبی با هم جفت شوند، تکوین یافت؛ و بله، مراحل ابتدایی این تغییرات، در تریتلدونت‌ها و خویشاوندان باستانی دیگر ما دیده شده است: لبه‌ی تیغه‌ای و هلالی دندان‌های جلو، طرح متفاوتی از دندان‌های عقبی دارند.



یک تریلدونت و قسمتی از فک بالایی آن در نوا اسکوشیا. تصویر تکه‌ی آرواره از لازلو میسوی.

دندان‌ها و استخوان‌ها - اندام سخت

همه چیز را در مورد دندان گفتیم به‌غیر از آن‌چه که باعث خاص شدن دندان‌ها در میان اندام‌ها شده است: سخت بودن دندان‌ها. دندان‌ها مجبور بودند، سخت‌تر از تکه‌های غذایی خورده شده، باشند تا بتوانند آن‌ها را خرد کنند؛ تصور کنید که بخواهید یک استیک را با یک اسفنج ببرید!

در بسیاری از موارد، دندان‌ها به‌سختی صخره‌ها هستند و علت آن این است که آن‌ها درون خود مولکول‌هایی کریستالی دارند. این مولکول‌ها با نام هیدروکسی‌آپاتیت شناخته می‌شوند و زیربنای ساختار سلولی و مولکولی دندان‌ها و استخوان‌ها از این ماده اشباع است و باعث می‌شود آن‌ها در مقابل خمیدگی، فشردگی و دیگر تنش‌ها مقاوم باشند.

دندان‌ها فوق‌العاده سخت هستند و این به‌علت لایه‌ی بیرونی آن‌ها یعنی میناست، که دارای هیدروکسی‌آپاتیتی به‌مراتب غنی‌تر از هر ساختار دیگری در بدن، از جمله استخوان‌ها هستند. این میناست که سفیدی و درخشانی را به دندان‌ها می‌بخشد، البته، مینا تنها یکی از لایه‌هایی است که دندان‌های ما را می‌سازند. لایه‌های درونی، از قبیل عاج دندان نیز از هیدروکسی‌آپاتیت پر شده است.

جانوران زیادی مانند صدف‌ها یا خرچنگ‌های دریایی نیز بافت‌های سخت دارند؛ اما آن‌ها هیدروکسی‌آپاتیت ندارند. سختی این دو جانور به‌علت مواد دیگری مانند کربنات کلسیم^۱ یا کیتین^۲ است. همچنین برخلاف ما، این جانوران دارای اسکلت خارجی^۱ هستند که بدن‌شان را پوشانده است؛ در حالی که سختی ما، درون ما قرار دارد!

1- Calcium carbonate

ماده‌ی سفید رنگی که به‌طور فراوان، در ترکیب صخره‌های سراسر جهان یافت می‌شود. مهم‌ترین کانی‌های آن آراگونیت، سنگ‌آهک، ماربل و تراورتن است.

2- Chitin

ماده سازنده‌ی اصلی دیواره‌ی سلولی قارچ‌ها، اسکلت خارجی بندپایانی چون خرچنگ‌ها و حشرات، نرمتنان و سرپایان، از جمله ماهی مرکب و هشت‌پا است.

نشان ویژه‌ی سختی ما، که با دندان‌های درون دهان و استخوان‌های درون بدن‌مان مشخص می‌شود، بخش ضروری جواب سوال «ما کیستیم؟!» است. ما قادر به خوردن، حرکت به اطراف، تنفس، حتی متابولیسم مواد معدنی مشخصی هستیم و این به‌علت بافت‌های هیدروکسی‌آپاتیت‌مان است. برای داشتن این قابلیت‌ها، ما باید از نیای مشترک‌مان با ماهی‌ها سپاسگزار باشیم!

هر ماهی، دوزیست، خزنده، پرنده و پستاندار در کره‌ی زمین، شبیه به ما است؛ تمام آن‌ها، ساختارهایی متشکل از هیدروکسی‌آپاتیت دارند. اما این ساختارهای مشترک از کجا آمده‌اند؟

یک مسئله‌ی مهم و منطقی را نباید فراموش کرد؛ با دانستن این‌که کی، کجا و چطور استخوان‌ها و دندان‌های سخت به‌وجود آمده‌اند، ما می‌توانیم علت حضور آن‌ها را نیز درک کنیم. آیا این بافت‌ها برای حمایت جانوران در برابر محیط‌شان بوده‌اند؟ آیا برای کمک به آن‌ها در حرکت کردن‌شان بوده‌اند؟ پاسخ به این سؤالات در فسیل‌های اکتشافی از صخره‌های حدوداً ۵۰۰ میلیون ساله، نهفته است.

برخی از معمول‌ترین فسیل‌های ۵۰۰ تا ۲۵۰ میلیون ساله در اقیانوس‌های بسیار کهن، کونودونت^۲ هستند. کریستین پاندر (Christian Pander) زیست‌شناس روسی، کونودونت را در دهه‌ی ۱۸۳۰ کشف کرد؛ در مورد او در فصل‌های بعد نیز صحبت خواهد شد. کونودونت‌ها، ارگانسیم صدفی کوچکی با زائده‌های نوک‌تیز در سطح خارجی‌شان هستند. پس از دوران پاندر، کونودونت‌ها در همه‌ی قاره‌ها کشف شدند؛ آن‌ها تقریباً همه‌جا هستند، به‌طوری که سنگی نیست که شما بشکافید بدون آن‌که شمار زیادی از آن‌ها را بیابید. امروزه صدها گونه از کونودونت‌ها شناخته شده‌اند.

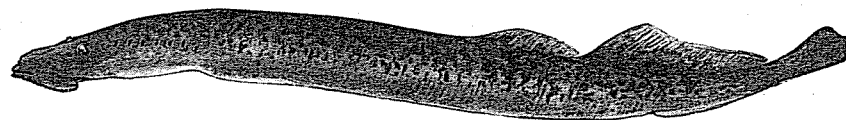
برای مدت زیادی، کونودونت‌ها معما به‌شمار می‌آمدند: دانشمندان راجع به این‌که آن‌ها جانور، گیاه یا مواد معدنی هستند، اتفاق نظر نداشتند. به‌نظر می‌آمد هر فردی برای خود تئوری خاصی دارد. ادعاهایی وجود داشت که می‌گفت کونودونت‌ها بخشی از صدف‌ها، اسفنج‌ها، استخوان‌های ستون فقرات و حتی کرم‌ها هستند!

این گمانه‌زنی‌ها، زمانی پایان یافت که همه‌ی جانوران در نمونه‌های فسیلی به نمایش درآمدند. نخستین نمونه از کونودونت که همه چیز آن با عقل جور درمی‌آمد، توسط استاد دیرینه‌شناسی در زیرزمین دانشگاه ادینبرو کاوش شد: آن‌جا سنگی بود که چیزی شبیه به لامپری^۳ درون آن وجود داشت.

۱ - اسکلت خارجی یکی از انواع استخوان‌بندی بدن است که در آن ضمن استحکام دادن به بدن می‌تواند سخت یا قابل ارتجاع باشد.

2- Conodont

3- Lamprey



شاید شما از کلاس زیست‌شناسی لامپری را به یاد بیاورید، آن‌ها ماهی‌های بسیار بدوی بدون آرواره هستند. لامپری با چسبیدن به دیگر ماهی‌ها و تغذیه از مایعات بدن آن‌ها، زندگی می‌کند. در آن سنگ، در مقابل اثر لامپری، فسیل‌های کوچکی قرار گرفته بود که بسیار آشنا به نظر می‌رسید؛ بلکه کونودونت‌ها! به تدریج، سایر فسیل‌های لامپری‌مانند از صخره‌هایی در جنوب آفریقا و بعدها، در غرب آمریکا به دست آمدند. فسیل تمام این جانوران یک ویژگی استثنائی داشت: دهان آن‌ها تماماً از کونودونت‌ها تشکیل شده بود! نتیجه کاملاً روشن شد: کونودونت‌ها همان دندان‌ها بودند و نه هر نوع دندان: آن‌ها دندان‌های دیرینه‌ماهی بدون آرواره بودند.

در حقیقت، ما دندان‌ها را در ثبت‌های فسیلی برای بیش از ۱۵۰ سال در اختیار داشتیم، بدون آن‌که بدانیم آن‌ها چه هستند! علت این امر در چگونگی حفظ فسیل‌ها بود. تکه‌های سخت، از قبیل دندان‌ها، به سادگی به شکل فسیل محفوظ می‌مانند؛ اما اندام‌های نرم، مانند ماهیچه‌ها، پوست، شکم و روده، عموماً بدون فسیل شدن در طول زمان از بین می‌روند. در موزه‌ها، قفسه‌هایی مملو از فسیل اسکلت‌ها، پوسته‌های سخت و دندان داریم اما در عوض، از فسیل مجاری گوارشی و مغز بسیار کم به دست آمده است. هنگامی هم که ما به قدرت نشانه‌ای از یک بافت نرم کشف می‌کنیم، تنها باقی‌مانده‌ی یک قالب یا اثر را می‌بینیم. نمونه‌های فسیلی ما با دندان‌های کونودونت در قفسه‌ها نشسته بودند و ۱۵۰ سال طول کشید تا بدن آن‌ها را کشف کنیم. نکته جالب توجه دیگری در مورد بدن‌های کونودونت وجود دارد و آن این‌که، بدن‌شان فاقد هرگونه استخوان سختی است: در واقع، کونودونت‌ها جانورانی نرم‌تن، با دندان‌های سخت بودند!

استخوان و دندان؛ سال‌های متمادی دیرینه‌شناسان، در مورد این موضوع که چرا در نخستین گام به سمت تقدم و تأخر.

تکامل، اسکلت‌های سخت حاوی هیدروکسی‌آپاتیت به وجود آمدند، بحث می‌کردند. برای دیرینه‌شناسانی که معتقد بودند استخوان‌ها نخستین بار با تشکیل آرواره، ستون فقرات یا پوشش زرهی صدف‌مانند به وجود آمده‌اند، کونودونت‌ها یک مثال نقض به شمار می‌آمدند؛ در آن‌ها، نخستین قسمت حاوی هیدروکسی‌آپاتیت در بدن‌شان، دندان‌ها بودند. استخوان‌های سخت، برای حفاظت از جانوران به وجود نیامدند، بلکه برای تغذیه‌ی آن‌ها پدیدار شدند! با این توصیف، جهان «ماهی، ماهی بخور!» به طور جدی آغاز شد. در ابتدا، ماهی بزرگ، ماهی کوچک را خورد؛ سپس یک مسابقه‌ی تسلیحاتی شروع شد و شکل جنگ به خود گرفت. ماهی‌های کوچک پوشش زرهی برای خود ایجاد کردند؛ ماهی‌های بزرگ برای شکستن این پوشش زرهی، آرواره‌های بزرگ‌تری به دست آوردند و به همین ترتیب داستان ادامه یافت. دندان‌ها و استخوان‌ها، در رقابت مدام برای حیات، تغییر کرده‌اند.

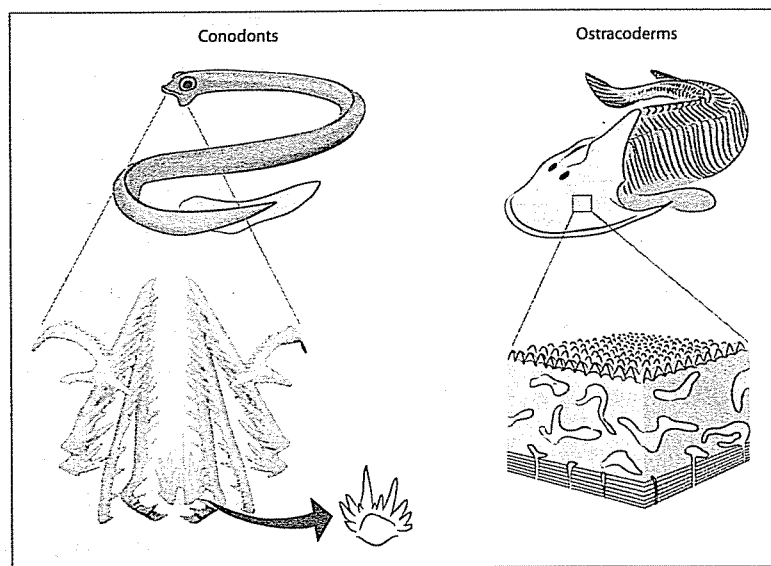
هنگامی که ما نخستین جانوران با مجموعه‌های استخوانی را مد نظر قرار می‌دهیم، موضوع جالب‌تر هم می‌شود. همین‌طور که در زمان به پیش می‌رویم و از نخستین جانوران کونودونت اولیه عبور می‌کنیم، متوجه می‌شویم که نخستین اسکلت‌هایی که سر استخوانی داشتند، چه شکلی بودند. آن‌ها به ماهی‌های ۵۰۰ میلیون ساله‌ای موسوم

به اُستراکودرم^۱ تعلق داشتند؛ فسیل این ماهی‌ها، در صخره‌های سراسر زمین، از شمالگان گرفته تا بولیوی، یافت شدند. این ماهی‌ها، شبیه همبرگری با دنباله‌ی گوشتی بودند!

ناحیه‌ی سر یک اُستراکودرم، مانند یک دیسک بزرگ است که با سپری استخوانی پوشیده شده باشد، تقریباً چیزی شبیه به یک زره. اگر من یکی از کشوهای موزه‌ام را باز کنم و یکی از آن‌ها را به شما نشان دهم، شما بی‌درنگ متوجه چیز عجیبی خواهید شد: اسکلت سر اُستراکودرم، براق و درخشان، خیلی شبیه به دندان‌های ما یا فلس‌های ماهی است!

یکی از لذت‌ناشمندها بودن این است که طبیعت، توانایی خاصی در متحیر ساختن و غافل‌گیر کردن شما دارد! ما اکنون در اُستراکودرم‌ها، گروهی از ماهی‌های بدون آرواره‌ی باستانی، شاهد نمونه‌ای درجه یک از همین نوع غافل‌گیری هستیم!

اُستراکودرم‌ها جزو نخستین جانوران دارای سر استخوانی هستند که اگر استخوان جمجمه را باز کنید، آن را در پلاستیک قرار داده و زیر میکروسکوپ بشکنید، فقط شاهد یک بافت کهنه و قدیمی نخواهید بود، بلکه عملاً بافتی مشابه بافت دندان‌ها در آن می‌بینید! لایه‌ای از مینا و حتی از بافت نرم دندان نیز وجود دارد. کل پوشش محافظ، از هزاران دندان ریز درهم آمیخته تشکیل شده بود. این مجموعه‌ی استخوانی، یکی از قدیمی‌ترین ثبت‌های فسیلی‌ست که کاملاً از دندان‌های کوچک تشکیل شده است. دندان‌ها در اصل برای گازگرفتن جانوران به وجود آمدند؛ سپس، نسخه‌ای از دندان‌ها در مسیر تازه‌ای برای محافظت از آن‌ها مورد استفاده قرار گرفت.



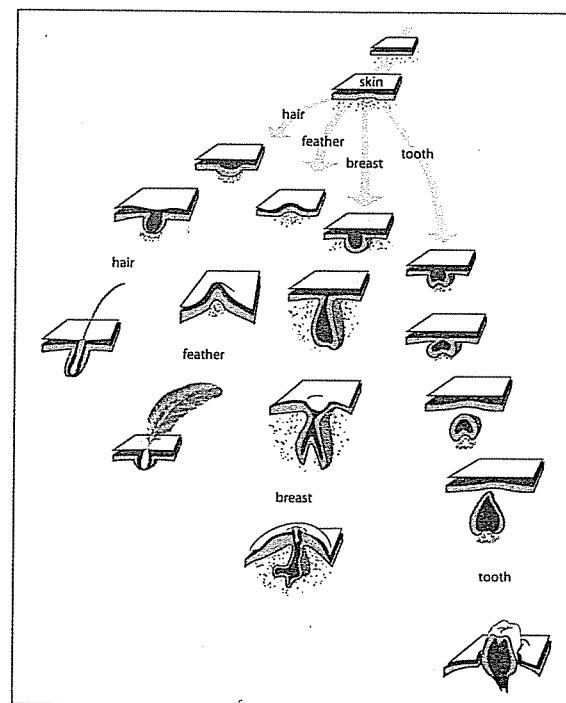
کونودونت (چپ) و اُستراکودرم (راست). کونودونت‌ها در اصل به صورت منفرد کشف شدند پس همان‌طور که سایر حیوانات شناخته شدند ما دریافتیم که بسیاری از آن‌ها با یکدیگر مانند ردیف دندان در دهان این ماهی نرم‌تن بدون آرواره عمل می‌کنند. سرهای اُستراکودرم‌ها با یک محافظ استخوانی پوشیده شده است. لایه‌های میکروسکوپی این پوشش هم‌چون یک ساختار دندان‌مانند ریز درست شده است. بازسازی از دکتر مارک پرنل، دانشگاه لیستر و دکتر فیلیپ دانو دانشگاه بریستل.

دندان‌ها، غدد و پر و بال

دندان‌ها نه تنها منادی یک مسیر کاملاً تازه برای زندگی بودند، بلکه آشکارکننده‌ی منشأ یک شیوه‌ی کاملاً جدید برای ساخت اندام‌ها هم بودند. دندان‌ها توسط اندرکنش دو لایه از بافت پوست در حال تکوین ما ایجاد می‌شوند.

توضیح این مکانیسم به این صورت است که دو لایه به یکدیگر نزدیک می‌شوند، سلول‌ها تقسیم شده و لایه‌ها تغییر شکل داده و پروتئین‌هایی را می‌سازند؛ لایه‌ی خارجی، پیش‌ساز مولکولی مینا را ترشح می‌کند و لایه داخلی، مواد تشکیل‌دهنده عاج و مغز درونی دندان را می‌سازد. با گذشت زمان، ساختار دندان برای ساخت الگوهای برآمدگی و فرورفتگی که منجر به تمایز گونه‌ها می‌گردد، بهینه‌سازی شده‌اند.

کلید تکوین دندان‌ها، اندرکنش بین این دو لایه‌ی بافتی است: صفحه‌ی سلولی خارجی و لایه‌ی سلولی سست داخلی، که سبب می‌شود بافت پیچ‌وتاب خورده و هر دو لایه را برای ترشح مواد لازم ساخت دندان، آماده سازد. این فرایند، منجر به تکوین همه‌ی ساختارهای موجود در پوست شد: پولک، مو، پر و بال، غدد عرق و حتی پستان‌ها. در تمام آن‌ها، دو لایه کنار هم قرار می‌گیرند، پیچ‌وتاب می‌خورند و پروتئین ترشح می‌کنند. در واقع، باتری‌های روشن و خاموش‌کننده‌ی (سوئیچ‌های) اصلی ژنتیکی فعال در این فرایندها، در هر کدام از بافت‌های یاد شده (مو، پر، پولک،...)، تا حد زیادی مشابه هم هستند.



دندان‌ها، پستان‌ها، پر و بال و مو همه در اثر فعل و انفعالات میان لایه‌های پوست ایجاد شدند

این قضیه مشابه راه‌اندازی کارخانه‌ای جدید یا فرایند مونتاژ و سرهم‌سازی است؛ زمانی که تزریق پلاستیکی اختراع شده بود، در ساختن همه چیز، از اجزاء ماشین گرفته تا یویو، مورد استفاده قرار می‌گرفت! دندان‌ها هم از همین قاعده تبعیت می‌کردند. هنگامی که فرایندی که منجر به ساخت دندان‌ها بود آغاز شد، بهنجوی بهینه و اصلاح گردید که منجر به ساخت اندام‌های گوناگون و متنوع با منشأ بافت پوست گردد. این قضیه را به بهترین شکل در استراکودرم‌ها مشاهده کردیم. پرنده‌ها، خزندگان و انسان‌ها نمونه‌های فوق‌العاده پیشرفته‌ای از این الگو و فرایند هستند. ما اگر از ابتدا دندان نداشتیم هرگز پولک، پر و بال و پستان هم نمی‌توانستیم داشته باشیم! ابزار رشددهنده‌ای که دندان‌ها را ساختند، بار دیگر به‌منظور

ساخت دیگر ساختارهای مهم پوستی به کار رفتند؛ اگر ملموس‌تر بگوییم، اندام‌هایی مثل دندان‌ها، بال‌ها و پستان‌ها با این همه تفاوت، به‌واسطه‌ی تاریخ، پیوند جدانشدنی جالبی با یکدیگر دارند.

زمینه‌ی اصلی چهار فصل نخست این بود که چطور قادر به تعقیب اندام‌های مشابه در جانوران متفاوت هستیم. در فصل اول دریافتیم که می‌توانیم نسخه‌های اندام‌های مان را در صخره‌های باستانی پیش‌بینی و کشف کنیم. در فصل دوم متوجه شدیم چطور می‌توانیم بدون هیچ استثنایی، استخوان‌های مشابه را از ماهی تا انسان دنبال کنیم. در فصل سوم نشان دادیم که چطور آن بخش ارثی بدن ما - DNA و دستورالعمل‌های ژنتیکی که اندام‌ها را می‌سازند - می‌توانند در جانوران بسیار متفاوت دنبال شوند. اکنون، در دندان‌ها، پستان و پر و بال، زمینه‌ی مشترکی یافتیم. فرایندهای زیست‌شناختی که این اندام‌های متفاوت را ساخته‌اند، نسخه‌هایی از یک اصل اولیه هستند. وقتی متوجه شباهت عمیق میان اندام‌ها و بدن‌های متفاوت می‌شویم، تازه درک می‌کنیم که ساکنان متعدد دنیای ما، تنها در ظاهر با یکدیگر تفاوت دارند!

- ۱- کدام عبارت صحیح می‌باشد؟
- ۱) از واکنش‌های شیمیایی روی نفت خام گیاهی اولیه، گازوئیل زیستی حاصل می‌شود.
 ۲) جدیداً در وسایل نقلیه از گلیسرین و گازوئیل زیستی برای تأمین انرژی استفاده می‌شود.
 ۳) امروزه در برخی کشورها از الکل برخلاف گازوئیل زیستی برای حرکت اتومبیل استفاده می‌شود.
 ۴) از واکنش شیمیایی بین الکل و نفت خام تصفیه شده گیاهی، گلیسرین و گازوئیل زیستی حاصل می‌شود.
- ۲- از چند مورد زیر می‌توان سوخت زیستی استخراج کرد؟
- | | | | | |
|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| الف) ضایعات چوب | ب) تفاله غلات | ج) روغن گیاهی | د) روغن سبزیجات | ه) دانه روغنی |
| ۱) ۳ مورد | ۲) ۴ مورد | ۳) ۵ مورد | | ۴) ۲ مورد |
- ۳- کدام مورد زیر در مورد مطالعات زیست‌شناسان امروزی صحیح می‌باشد؟
- ۱) پس از انتخاب مصنوعی گیاهان پرسلولز، آن‌ها را با مهندسی ژنتیک تغییر می‌دهند.
 ۲) در روش مهندسی ژنتیک روی گیاهان، برخلاف استفاده از آب و کود انرژی بیشتری مصرف می‌شود.
 ۳) در روش پزشکی شخصی، علاوه بر مشاهده‌ی حال بیمار، ژن‌های فرد را نیز بررسی می‌کنند.
 ۴) در روش پزشکی شخصی، بیماری‌های ارثی فرد را برخلاف داروی مناسب درمان فرد تعیین می‌کنند.
- ۴- دنا (DNA) یکی از جانداران مختلف است که در همه‌ی جانداران وجود و کار انجام می‌دهد. (قلم‌چی - ۹۵)
- ۱) شباهت‌های - ندارد - متفاوتی
 ۲) تفاوت‌های - ندارد - متفاوتی
 ۳) شباهت‌های - دارد - یکسانی
 ۴) تفاوت‌های - دارد - یکسانی
- ۵- بیش از نیازهای انرژی‌یابی کنونی جهان از سوخت‌های مانند که هستند، تأمین می‌شود. (قلم‌چی - ۹۵)
- ۱) $\frac{1}{2}$ - فسیلی - نفت - تجدیدپذیر
 ۲) $\frac{3}{4}$ - زیستی - گازوئیل زیستی - تجدیدپذیر
 ۳) $\frac{1}{2}$ - زیستی - گازوئیل زیستی - تجدیدناپذیر
 ۴) $\frac{3}{4}$ - فسیلی - گاز - تجدیدناپذیر
- ۶- افزایش دفع سدیم از ادرار، در صورت افزایش سدیم خون نمونه‌ای از جانداران است. (قلم‌چی - ۹۵)
- ۱) سازش و ماندگاری در محیط
 ۲) هومئوستازی
 ۳) پاسخ به محیط
 ۴) نظم و ترتیب
- ۷- کدام گزینه جمله‌ی زیر را به‌درستی تکمیل نمی‌کند؟
- «پروانه‌ی موناک»
- ۱) طی چهار نسل پی‌درپی، مسیر مهاجرت خود را می‌پیماید.
 ۲) دارای نورون‌هایی است که در تشخیص جایگاه خورشید نقش دارند.
 ۳) هر سال هزاران کیلومتر را از مکزیک تا جنوب کانادا طی می‌کند.
 ۴) دارای نوزاد کرمی شکل است.
- ۸- کدام یک از موارد زیر صحیح است؟
- الف) بوم‌سازگان از چند زیست‌بوم تشکیل می‌شود.
 ب) زیست‌شناسی علم بررسی حیات است.
 ج) خم شدن ساقه‌ی گیاهان به سمت نور صرفاً نوعی رشد و نمو است.
 د) وجود موهای سفید در خرس قطبی یک نوع سازش با محیط است.
- ۱) الف و ب
 ۲) الف و ج
 ۳) ب و ج
 ۴) ب و د
- ۹- در سطوح سازمان‌بندی حیات نسبت به در سطح بالاتر قرار دارد. (قلم‌چی - ۹۵)
- ۱) دستگاه حرکتی - هسته‌ی یاخته - ۴
 ۲) دستگاه حرکتی - یاخته - ۳
 ۳) جاندار - یاخته‌ی ماهیچه - ۵
 ۴) جاندار - راکیزه (میتوکندری) - ۴

(قلمچی - ۹۵)

۱۰- چه تعداد از موارد ذکر شده، جمله‌ی زیر را به نادرستی تکمیل می‌کنند؟

«یاخته در همه‌ی جانداران»

الف) وجود دارد و واحد ساختاری و عملی حیات است.

ب) باعث رشد و ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده می‌شود.

پ) اطلاعات مورد نیاز برای زندگی خود را در مولکول دنا (DNA) ذخیره می‌کند.

ت) دارای غشایی است که ورود و خروج مواد را به یاخته کنترل می‌کند.

ث) پایین‌ترین سطح ساختاری است که همه‌ی فعالیت‌های زیستی در آن انجام می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(قلمچی - ۹۵)

۱۱- کدام گزینه صحیح است؟

۱) محیط جانداران همواره در تغییر است اما جاندار نمی‌تواند وضع درونی پیکر خود را در حد ثابتی نگه دارد.

۲) همه‌ی جانداران به محرک‌های محیطی پاسخ می‌دهند.

۳) بسیاری از جانداران سطوحی از سازمان‌یابی را دارند.

۴) جانداران موجوداتی دقیقاً شبیه خود را به‌وجود می‌آورند.

(قلمچی - ۹۵)

۱۲- کدام عبارت درباره‌ی سطوح سازمان‌بندی حیات به‌درستی بیان شده است؟

۱) زیست‌بوم شامل همه‌ی جانداران، همه‌ی زیستگاه‌ها و همه‌ی زیست‌کره‌ی زمین است.

۲) زیستگاه شامل همه‌ی جانداران، همه‌ی زیست‌کره و همه‌ی زیست‌بوم‌های زمین است.

۳) زیست‌کره شامل همه‌ی جانداران، همه‌ی زیستگاه‌ها و همه‌ی زیست‌بوم‌های زمین است.

۴) بوم‌سازگان شامل همه‌ی جانداران، همه‌ی زیستگاه‌ها و همه‌ی زیست‌بوم‌های زمین است.

(قلمچی - ۹۵)

۱۳- کدام گزینه در مورد علم زیست‌شناسی صحیح نیست؟

۱) دارای محدودیت‌هایی است و نمی‌تواند به همه‌ی پرسش‌های ما پاسخ دهد.

۲) در این علم فقط ساختارها و فرایندهایی را بررسی می‌کنند که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم قابل مشاهده و اندازه‌گیری باشند.

۳) زیست‌شناسان معتقدند که این علم تاکنون بیش‌تر جانداران روی زمین را شناسایی و بررسی کرده است.

۴) علم بررسی حیات است و در این علم معمولاً به جای تعریف حیات، ویژگی‌های جانداران را معرفی می‌کنند.

(قلمچی - ۹۵)

۱۴- چه تعداد از موارد زیر جزء اثرات مربوط به استفاده از سوخت‌های فسیلی است؟

- افزایش کربن دی‌اکسید جو - گرمایش جهانی

- آلودگی محیط‌زیست به هنگام استخراج این سوخت‌ها - بارش باران‌های اسیدی

- ورود موارد سرطان‌زا به جو

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(قلمچی - ۹۵)

۱۵- کدام گزینه از پیامدهای جنگل‌زدایی نمی‌باشد؟

۱) تغییر آب و هوا ۲) سیل ۳) افزایش تنوع زیستی ۴) فرسایش خاک

(قلمچی - ۹۵)

۱۶- کدام یک از گزینه‌های زیر، تعبیر درستی را از جمله‌ی «کل، چیزی بیش‌تر از اجتماع اجزاء است.» بیان کرده است؟

۱) هنگامی که اجزای تشکیل‌دهنده‌ی یک مجموعه به‌صورت جدا از هم کار می‌کنند، کارایی سامانه در مجموع افزایش می‌یابد.

۲) این که اجزای یک مجموعه جدا از هم و یا در تعامل با یک‌دیگر کار کنند، تفاوتی در خروجی سامانه ایجاد نمی‌کند.

۳) ویژگی‌های سامانه‌ی پیچیده و مرکب را می‌توان صرفاً با مطالعه‌ی اجزای سازنده‌ی آن‌ها توضیح داد.

۴) ارتباط بین اجزاء مانند خود اجزاء در تشکیل و خروجی‌ای که یک مجموعه خواهد داشت، مؤثر است.

(قلمچی - ۹۵)

۱۷- چند مورد از عبارات به درستی بیان شده است؟

(الف) از تعامل جمعیت‌های گوناگون، یک اجتماع به وجود می‌آید.

(ب) بدن گوزن از چند دستگاه تشکیل شده است.

(ج) هر دستگاه از چند اندام تشکیل شده است.

(د) یک جمعیت از مجموع جانداران چند گونه که در یک جا زندگی می‌کنند، تشکیل شده است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(قلمچی - ۹۵)

۱۸- کدام گزینه جزء راه‌های افزایش کمیت و کیفیت غذای انسان نیست؟

(۱) شناخت بیشتر گیاهان، زیرا غذای انسان به طور مستقیم یا غیرمستقیم از گیاهان به دست می‌آید.

(۲) انتقال ژن‌های مطلوب از جانداران دیگر به گیاهان زراعی و بهبود ویژگی‌های آن‌ها.

(۳) شناخت تأثیر عواملی مانند دما، رطوبت، نور و... که بر روی کیفیت رشد گیاهان تولید شده مؤثرند.

(۴) شناخت راه‌های نابودی و مقابله با تمامی اجتماع‌های پیچیده میکروبی که در خاک وجود دارند.

(قلمچی - ۹۵)

۱۹- کدام عبارت به درستی بیان نشده است؟

(۱) تنوع از ویژگی‌های حیات و یکی از شگفتی‌های آفرینش است.

(۲) زیست‌بوم از چند بوم‌سازگان تشکیل شده است.

(۳) جاندارانی را که ژن‌های افراد گونه‌ای دیگر را در خود دارند، جانداران تراژن می‌نامند.

(۴) هر بافت از چند اندام مختلف تشکیل شده است.

(قلمچی - ۹۵)

۲۰- کدام گزینه تعریف درستی از جمعیت بیان می‌کند؟

(۱) مجموع جاندارانی از یک گونه که در یک مکان زندگی می‌کنند.

(۲) مجموع جاندارانی از یک گونه که در چند مکان زندگی می‌کنند.

(۳) مجموع جاندارانی از چند گونه که در یک مکان زندگی می‌کنند.

(۴) مجموع جاندارانی از چند گونه که در چند مکان زندگی می‌کنند.

(قلمچی - ۹۵)

۲۱- کدام یک از گزینه‌های زیر، جزء عوامل اصلی مؤثر در خشکسالی دریاچه‌ی ارومیه نیست؟

(۱) حفر بی‌حساب چاه‌های کشاورزی در اطراف دریاچه

(۲) وجود گونه‌های جانوری مختلف در دریاچه

(۳) سدسازی در رودهای منتهی به دریاچه

(۴) احداث بزرگراه بر روی دریاچه

(قلمچی - ۹۵)

۲۲- چند مورد عبارت زیر را به درستی کامل می‌کنند؟

«ممکن نیست میکروبیوم»

(الف) در انسان، منجر به بروز بیماری گردد.

(ب) در گیاهان، به افزایش تولیدکنندگی منجر شود.

(ج) در مهندسی ژنتیک برای بهبود مقاومت گیاهان به کار رود.

(د) در انتقال صفت یا صفاتی به جانداران دیگر نقش داشته باشد.

۴ صفر

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(قلمچی - ۹۵)

۲۳- کدام مورد جمله را به نادرستی کامل می‌کند؟

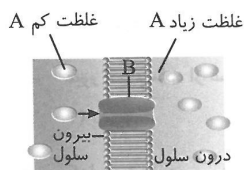
«در پزشکی شخصی»

(۱) می‌توان از بیماری‌هایی که در آینده قرار است فرد به آن مبتلا شود، آگاه شد.

(۲) برای درمان بیماری صرفاً از مشاهده‌ی حال بیمار استفاده می‌شود.

(۳) برای تشخیص بیماری از اطلاعات ژنی فرد استفاده می‌شود.

(۴) برای هر فرد روش‌های درمانی خاص در ارتباط با بیماری طراحی می‌شود.



۲۴- با توجه به شکل روبه‌رو در یک سلول یوکاریوتی، اگر A در خلاف جهت شیب غلظت جابه‌جا شود، کدام گزینه صحیح می‌باشد؟
(قلم‌چی - ۹۵)

- ۱) تا برطرف شدن اختلاف غلظت، مولکول‌های آب فقط از خارج وارد سلول می‌شوند.
- ۲) عمل B اختصاصی داشته و می‌تواند در اتصال فیزیکی سلول با سلول‌های مجاور مؤثر باشد.
- ۳) آنزیم‌های درون ماتریکس میتوکندری، در انتقال A به داخل سلول تأثیر گذارند.
- ۴) اتصال A به هر سمت از B می‌تواند موجب انتقال آن به طرف دیگر شود.

(گزینه‌ی دو - ۹۴)

۲۵- هر پروتئین غشای سلولی در سلول‌های یوکاریوتی

- ۱) به آب اجازه عبور می‌دهد.
- ۲) در ریبوزوم ترجمه شده است.
- ۳) تخصصی عمل می‌کند.
- ۴) در انتقال مواد شرکت دارد.

(سراسری - ۹۰)

۲۶- همه‌ی کانال‌های پروتئینی که در غشای سلول‌های جانوری قرار دارند،

- ۱) می‌توانند به‌طور غیر تخصصی عمل کنند.
- ۲) به مولکول‌های آب اجازه‌ی عبور می‌دهند.
- ۳) فقط در موقع عبور برخی مواد باز می‌شوند.
- ۴) همیشه بازند و مولکول‌های کوچک را عبور می‌دهند.

(سراسری خارج از کشور - ۹۰)

۲۷- کدام عبارت صحیح است؟

- ۱) همه‌ی کانال‌های پروتئینی به مولکول‌های آب اجازه‌ی عبور می‌دهند.
- ۲) کانال‌های پروتئینی در انتشار تسهیل شده غیر تخصصی عمل می‌کنند.
- ۳) بعضی مواد برخلاف شیب غلظت، توسط کانال‌های پروتئینی از سلول خارج می‌شوند.
- ۴) یون‌ها و مولکول‌های کوچک می‌توانند به وسیله‌ی انتقال فعال یا آندوسیتوز وارد سلول شوند.

(سراسری - ۹۲)

۲۸- چند مورد جمله‌ی زیر را به‌طور نادرست تکمیل می‌کنند؟

«هر پروتئین غشایی،»

- الف) برای ایفای نقش خود نیاز به صرف انرژی دارد.
- ب) برای عبور مواد از منافذ خود اختصاصی عمل می‌کند.
- ج) حداقل با زنجیره‌ای از مونوساکاریدها اتصال دارد.
- د) به برقراری اتصال فیزیکی میان سلول‌ها کمک می‌کند.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۲۹- درون‌بری برون‌رانی، سبب نمی‌شود.

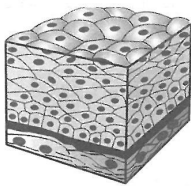
- ۱) همانند - مصرف انرژی
- ۲) برخلاف - افزایش سطح غشای یاخته
- ۳) همانند - ایجاد کیسه غشایی
- ۴) برخلاف - ایجاد کریچه (واکوئل) درون سلول

۳۰- مواد موجود در زیر لایه‌ی پوششی دوازدهه از تشکیل شده و آن مانند ماده‌ی زمینه‌ای بافت پیوندی چسبناک است.

- ۱) پروتئین و کربوهیدرات - کربوهیدرات
- ۲) پروتئین و هیدروکربن - پروتئین
- ۳) پروتئین و کربوهیدرات - پروتئین
- ۴) پروتئین و هیدروکربن - هیدروکربن

۳۱- غشای پایه

- ۱) یاخته‌هایی برای اتصال بافت پوششی به پیوندی دارد.
- ۲) سطح لوله‌ی گوارش انسان را می‌پوشاند.
- ۳) شبکه‌ای از پلی‌ساکاریدهای رشته‌ای و پروتئین‌های چسبناک است.
- ۴) همه‌ی سلول‌های پوششی روده را به بافت پیوندی زیرین متصل می‌کند.



۳۲- شکل مقابل در کدام قسمت بدن وجود ندارد؟

- (۱) قسمت دارای لایه شاخی روی عضله چهار سر ران
- (۲) قسمتی که لایه‌ی داخلی مخاط مری را می‌سازد و دارای آنزیم لیزوزیم است.
- (۳) قسمتی که در تماس با خون است.
- (۴) قسمتی از لوله‌ی گوارش که در عبور مواد در آن نیروی جاذبه نقش مهمی ندارد.

۳۳- سلول‌های دیواره‌ی داخلی مری سطح درونی آئورت هستند.

- (۱) مانند - چندلایه‌ای
- (۲) برخلاف - از ساده‌ترین بافت
- (۳) مانند - سنگفرشی
- (۴) برخلاف - استوانه‌ای

۳۴- کدام گزینه درستی یا نادرستی موارد زیر را به‌طور صحیح بیان کرده است؟

- (الف) در سرتاسر لوله‌ی گوارش همه‌ی سلول‌های پوششی با غشای پایه در تماس‌اند.
- (ب) سلول‌های بافت پوششی سنگفرشی تک لایه برخلاف سنگفرشی چند لایه، هیچ ماده‌ای از خود ترشح نمی‌کنند.
- (ج) در بخش‌هایی از لوله‌ی گوارش که سطح داخلی آن توسط بافت پوششی سنگفرشی چند لایه پوشیده شده، ماهیچه‌های زیرین همگی از نوع ماهیچه‌ی صاف هستند.

(د) در زیر مخاط لوله‌ی گوارش، نمی‌توان همانند پوششی مخاط آن سلول‌های سنگفرشی یافت.

- (۱) نادرست - درست - درست - نادرست
- (۲) همگی نادرست
- (۳) نادرست - نادرست - درست - درست
- (۴) همگی درست

۳۵- تفاوت بافت پوششی لوله‌های تنفسی و لوله‌های گوارشی در انسان چیست؟

- (۱) بافت پوششی در لوله‌های تنفسی بر خلاف لوله‌های گوارشی دارای غشای موکوزی است.
- (۲) بافت پوششی در لوله‌های گوارشی بر خلاف لوله‌های تنفسی دارای غشای موکوزی است.
- (۳) بافت پوششی در لوله‌های گوارشی بر خلاف لوله‌های تنفسی دارای مژک است.
- (۴) بافت پوششی در لوله‌های تنفسی بر خلاف لوله‌های گوارشی دارای مژک است.

۳۶- سلول‌های انواع بافت‌های پوششی

(گزینه‌ی دو - ۹۴)

- (۱) موادی نرم، چسبنده و لزج که موکوز نامیده می‌شود، ترشح می‌کنند.
- (۲) با حرکت مژک‌های خود مانع از ورود میکروب‌ها به بدن می‌شوند.
- (۳) در زیر خود شبکه‌ای از پروتئین‌های رشته‌ای و پلی‌ساکاریدهای چسبناک را دارند.
- (۴) دائماً در حال تقسیم هستند.

۳۷- نوع بافت پوششی در کدام گزینه، به اتاقک‌های هوایی ریه‌ها (شش‌ها) شبیه‌تر است؟

(گزینه‌ی دو - ۸۴)

- (۱) مایع درون آئورت
- (۲) سطح درونی مری
- (۳) سطح درونی دوازدهه
- (۴) جدار داخلی آئورت

۳۸- سلول‌های پوششی فاقد مژه است.

(سراسری - ۸۴)

- (۱) نای
- (۲) مجرای بینی
- (۳) روده
- (۴) لوله‌ی فالوپ

۳۹- چند عبارت زیر صحیح نمی‌باشد؟

- (الف) هر یاخته مکعبی غده تیروئید برخلاف هر یاخته سنگفرشی مری با غشای پایه در تماس است.
- (ب) یاخته‌های مسئول ترشح بزاق، فضای بین‌یاخته‌ای اندک دارند.
- (ج) نوع بافت اصلی یاخته‌های تولیدکننده‌ی پپسینوژن معده و مخاط مری یکسان است.
- (۱) صفر مورد
- (۲) ۱ مورد
- (۳) ۲ مورد
- (۴) ۳ مورد

۴۰- در کدام یک از گزینه‌های زیر بافت پیوندی با رشته‌های کشسان دارای انعطاف زیاد، وجود ندارد؟

- (۱) زیر مخاط کولون
(۲) پیراشامه قلب
(۳) مخاط دوازدهه
(۴) لایه‌ی خارجی معده

۴۱- در کدام یک از گزینه‌های زیر واکنش‌های متابولیکی صورت نمی‌گیرد؟

- (۱) غضروف و سلول چربی
(۲) زردپی آشیل و غشای پایه
(۳) بافت چربی و کوتیکول
(۴) غشای پایه و پوستک

۴۲- در انسان، بافت اصلی تشکیل دهنده‌ی یکی است.

- (۱) ضربه‌گیر کف دست و آندوکارد قلب
(۲) اتوزینوفیل‌ها و لایه‌ی داخلی سرخرگ گردنی
(۳) جدار گلو مری و گلبول قرمز
(۴) جدار کیسه‌های هوایی و سد خونی مغزی

۴۳- چند مورد از موارد زیر عبارت زیر را به‌طور نادرست تکمیل نمی‌کند؟

«در بدن انسان، سلول‌های در تولید دخالت دارند.»

- (الف) عصبی - غلاف لیپیدی روی آکسون
(ب) خونی - همه‌ی مواد درون پلاسما
(ج) غضروف - ریزرشته‌های پروتئینی
(د) استخوانی - رشته‌های پروتئینی زردپی
(۱) ۲ مورد
(۲) صفر مورد
(۳) ۱ مورد
(۴) ۳ مورد

(قلم‌چی - ۹۵)

۴۴- در بافت پیوندی سست،

- (۱) کلاژن در شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف سلول‌ها تولید و به کمک جسم گلژی به بیرون ترشح می‌شود.
(۲) سلول‌های ترشح‌کننده‌ی ماده‌ی زمینه‌ای، عمر بیش‌تری نسبت به سطحی‌ترین سلول‌های مخاط مری دارند.
(۳) فاصله‌ی هر سلول با سلول مجاور کم‌تر از فاصله‌ی بین سلول‌های غشای موکوزی می‌باشد.
(۴) ماده‌ی زمینه‌ای، نسبت به شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف سلول ماهیچه‌ای ذخیره‌ی کلسیم بیش‌تری دارد.

(گزینه‌ی دو - ۹۲)

۴۵- منشأ کدام، از بافت پیوندی نیست؟

- (۱) رباط
(۲) جناغ
(۳) پلاکت
(۴) پیلور

(سراسری خارج از کشور - ۸۵)

۴۶- کدام فاقد سلول است؟

- (۱) رباط
(۲) غضروف
(۳) غشای موکوزی
(۴) غشای پایه

(سراسری خارج از کشور - ۸۵)

۴۷- منشأ کدام، بافت پیوندی نیست؟

- (۱) آبشامه‌ی قلب
(۲) اسفنکتر (پنداره)
(۳) رباط
(۴) زردپی آشیل

۴۸- بافتی که معمولاً بافت پوششی را پشتیبانی می‌کند،

- (۱) در زیر خود غشای پایه دارد.
(۲) انعطاف‌پذیر و مقاوم به کشش می‌باشد.
(۳) در زیر مخاط برخلاف مخاط لوله‌ی گوارش وجود دارد.
(۴) ماده‌ی زمینه‌ای چسبنده بی‌رنگ آن فاقد یاخته است ولی موادی مشابه مواد غشای پایه دارد.

۴۹- بافت پیوندی موجود در بخش‌هایی از قلب، بافت پیوندی موجود در لایه‌ی خارجی دوازدهه، دارد.

- (۱) همانند - کلاژن و یاخته کم‌تر ولی انعطاف‌پذیری بیش‌تری
(۲) برخلاف - کلاژن و مقاومت بیش‌تر ولی انعطاف و ماده‌ی زمینه‌ای کم‌تری
(۳) همانند - فضای بین یاخته‌ای زیاد، همراه با ماده‌ی زمینه‌ای اندک پرا‌انعطاف
(۴) برخلاف - انعطاف و تعداد یاخته کم‌تر ولی ماده‌ی زمینه‌ای و مقاومت بیش‌تری

۵۰- کدام نادرست است؟

- ۱) آنزیم هیدرولیزکننده‌ی گلوتن، ابتدا در معده اثرگذاری می‌کند.
- ۲) صفراي خارج شده از کبد می‌تواند از مجرای مستقیم به مجرای مشترک با پانکراس بپیوندد.
- ۳) هر ویتامین محلول در چربی پس از جذب توسط ریزبرزها از راه لنف وارد گردش خون می‌شود.
- ۴) پروتئازهای پانکراس همانند پروتئازهای معده، پس از ورود به دوازدهه فعال می‌شوند.

(قلم‌چی - ۹۴)

۵۱- کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) حرکت قطعه‌قطعه کننده برخلاف حرکت کرمی به‌صورت انقباض‌های جدا از هم می‌باشد.
- ۲) وقتی اپی‌گلوت به زبان کوچک نزدیک شود، لقمه‌ی غذا وارد مری شده است.
- ۳) هر چه فعالیت پیسین معده بیش‌تر باشد کیموس معده رقیق‌تر می‌شود.
- ۴) گیرنده‌های شیمیایی و مکانیکی محل ترکیب صفرا با کیموس، عامل مؤثر بر حرکات کرمی معده‌اند.

(گزینته‌ی دو - ۹۲)

۵۲- کدام عبارت درباره‌ی روده‌ی باریک انسان درست است؟

- ۱) جذب تمام آمینواسیدها با مصرف انرژی صورت می‌گیرد.
- ۲) حضور سدیم برای جذب همه‌ی انواع آمینواسیدها ضروری است.
- ۳) دی‌گلیسریدها به راحتی می‌توانند از سلول‌های پوششی روده عبور کنند.
- ۴) ترکیبات معدنی منحصراً از راه پدیده‌ی اسمز جذب می‌شوند.

(گزینته‌ی دو - ۹۲)

۵۳- سیاهرگ روده که به سوی کبد انسان می‌رود، واجد کدام گزینه است؟

- ۱) کلسترول ۲) ویتامین A ۳) لسیتین ۴) ویتامین B

(سراسری - ۸۳)

۵۴- درباره‌ی جذب و ورود مواد از لوله‌ی گوارش انسان به جریان خون، کدام جمله صحیح است؟

- ۱) ترکیبات معدنی، منحصراً از طریق انتشار وارد مویرگ می‌شوند.
- ۲) ویتامین C، از طریق انتشار وارد مویرگ لنفی می‌شود.
- ۳) برای جذب همه‌ی آمینواسیدها، وجود سدیم ضروری است.
- ۴) آمینواسیدهای حاصل از هیدرولیز آمیلاز، وارد مویرگ خونی روده می‌شوند.

(سراسری خارج از کشور - ۸۶)

۵۵- کدام پس از جذب از روده‌ی باریک، به‌طور مستقیم به کبد وارد نمی‌شود؟

- ۱) لوسین ۲) گلوکز ۳) ویتامین E ۴) ویتامین B_{۱۲}

(سراسری - ۸۸)

۵۶- وجود پلی‌ساکاریدها در سطح مویرگ‌های خونی روده‌ی انسان، مانع جذب نمی‌شود.

- ۱) تیامین (ویتامین B_۱) ۲) کلسترول ۳) ویتامین A ۴) ویتامین K

(سراسری خارج از کشور - ۸۸)

۵۷- کدام مطلب، درباره‌ی ساختار لوله‌ی گوارش انسان، نادرست است؟

- ۱) هر سلول مخاط روده صدها ریزبرز دارد.
- ۲) مخاط، یک لایه‌ی پیوندی با رگ‌های خونی فراوان است.
- ۳) ماهیچه‌های طولی در خارج ماهیچه‌های حلقوی قرار گرفته‌اند.
- ۴) سطح داخلی معده را یک لایه‌ی ضخیم چسبنده و قلیایی موکوزی می‌پوشاند.

(سراسری - ۸۹)

۵۸- در انسان، چربی‌ها پس از گوارش، مجدداً در روده، به تری‌گلیسیرید تبدیل می‌شوند.

- ۱) زیر مخاط ۲) پوشش استوانه‌ای ۳) مویرگ‌های لنفی ۴) مویرگ‌های خونی

(سراسری خارج از کشور - ۸۹)

۵۹- در روده‌ی باریک انسان ،

- ۱) وجود سدیم برای جذب اغلب گلوکزها ضروری است.
- ۲) ترکیبات معدنی از راه انتشار یا انتقال فعال جذب می‌شوند.
- ۳) جذب اکثر ویتامین‌ها به کمک پروتئین‌های حامل صورت می‌گیرد.
- ۴) جذب قندهای ساده به یاخته‌ی روده از طریق انتشار تسهیل شده می‌باشد.

۶۵- به طور معمول، کبد انسان در ناتوان است.

(سراسری خارج از کشور - ۹۲)

(۱) تولید استروئیدها

(۲) افزایش هماتوکریت خون

(۳) خنثی نمودن اثرات سوء بعضی باکتری‌ها

(۴) استفاده از بقایای اریتروسیت‌های مسن

۶۶- چند مورد درباره‌ی همهی آنزیم‌های موجود در روده‌ی باریک انسان، نادرست است؟

(سراسری خارج از کشور - ۹۴)

(الف) همواره به صورت غیرفعال، ترشح می‌شوند.

(ب) هم‌زمان با ترشحات صفرا به ابتدای دوازدهه، وارد می‌گردند.

(ج) در سلول‌هایی با فضاهای بین سلولی اندک، تولید می‌گردند.

(د) با مصرف انرژی توسط غشاء سلول سازنده‌ی خود، خارج می‌شوند.

(۴) ۴ مورد

(۳) ۳ مورد

(۲) ۲ مورد

(۱) ۱ مورد

۶۷- کدام مورد زیر درباره‌ی روده بزرگ صحیح نمی‌باشد؟

(۱) فاقد پرز و توانایی ترشح آنزیم گوارشی می‌باشد ولی ماده‌ی مخاطی ترشح می‌کند.

(۲) ابتدای روده بزرگ، روده کور است و انتهای روده بزرگ به آپاندیس ختم می‌شود.

(۳) کولون سمت چپ بدن به سمت راست روده می‌رود.

(۴) بنداره‌هایی با یاخته‌های تک و چند هسته‌ای در انتهای راست روده وجود دارد.

۶۸- روده بزرگ توانایی را ندارد.

(۱) ایجاد حرکت

(۲) جذب مواد معدنی غذایی

(۳) ایجاد انعکاس

(۴) جذب مواد آلی غذایی

۶۹- به راه افتادن انعکاس دفع مدفوع به صورت و با خروج مواد از صورت می‌گیرد.

(۱) ارادی - راست روده

(۲) غیرارادی - کولون پایین‌رو

(۳) غیرارادی - راست روده

(۴) ارادی - کولون پایین‌رو

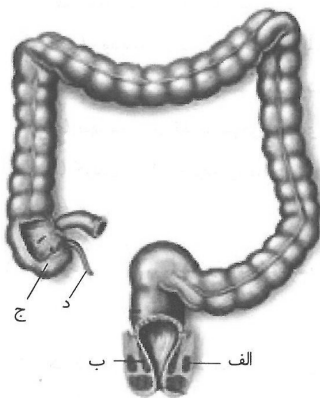
۷۰- در شکل مقابل جنس ماهیچه بخش با ماهیچه بنداره‌ای ابتدای بخش مشابه است.

(الف - ج)

(ب - ج)

(الف - د)

(ب - د)



۷۱- خون کدام اندام وارد سیاهرگ باب نمی‌شود؟

(۱) دوازدهه

(۲) لوزالمعده

(۳) طحال

(۴) کلیه

۷۲- کبد کدام یک از مواد زیر را از مواد وارد شده توسط رگ خونی دوازدهه تولید می‌کند؟

(۱) LDL و آلبومین

(۲) گلیکوژن و آلبومین

(۳) آهن و برخی ویتامین‌ها

(۴) LDL و گلیکوژن

۷۳- سیاهرگ فوق کبدی سیاهرگ باب، می‌باشد.

(۱) همانند - فاقد HDL

(۲) برخلاف - دارای LDL

(۳) برخلاف - فاقد LDL

(۴) همانند - دارای HDL

۶۹- چند مورد عبارت روبه‌رو را نادرست تکمیل می‌کند؟ «همه‌ی»

(الف) مواد از مخاط دهان و معده توانایی جذب دارند.

(ب) سلول‌های پوششی مخاط روده‌ها صدها ریزپرز دارند.

(ج) چربی‌ها فقط در روده‌ی باریک تجزیه می‌شوند.

(د) رگ‌های درون پرز روده توانایی جذب ویتامین دارند.

(۲) ۴ مورد

(۱) ۳ مورد

(۴) ۱ مورد

(۳) ۲ مورد

۷۰- هر سلول

(۱) مخاط روده‌ی باریک صدها ریزپرز دارد.

(۲) هدف گاسترین توانایی ترشح بی‌کربنات دارد.

(۳) ترشح‌کننده‌ی موسین در دهان جزء غده‌ی بزاقی اصلی می‌باشد.

(۴) هدف سکرتین جزء یکی از بافت‌های بدن با یاخته‌های به هم فشرده می‌باشد.

۷۱- کدام درست است؟ «..... همانند»

(۱) تحریک اعصاب غیرخودمختار - مایع مخاطی، در راه‌اندازی غذا در لوله‌ی گوارش نقش دارند.

(۲) پیک شیمیایی معده - اثر تحریک پاراسمپاتیک، ترشحات برون‌ریز لوزالمعده را افزایش می‌دهد.

(۳) سلول‌های تولیدکننده‌ی بیلی‌روبین - سلول‌های پوششی روده، در ترشح پروتئین دفاعی اختصاصی نقش دارند.

(۴) مواد معدنی - مواد کلسترولی صفرا در عدم چسبیدن ذرات لیپیدی روده نقش دارند.

(سراسری - ۸۹)

۷۲- در انسان، غددی که در نزدیکی پیلور قرار دارند، سایر غدد معدی ترشح می‌کنند.

(۲) بر خلاف - گاسترین

(۱) بر خلاف - آنزیم

(۴) همانند - فاکتور داخلی معده

(۳) همانند - اسید

(سراسری - ۹۲)

۷۳- در انسان، سکرتین بر خلاف گاسترین،

(۱) ترشح بیکربنات را به خون افزایش می‌دهد.

(۲) از سلول‌های سازنده‌ی خود به خون وارد می‌شود.

(۳) محرک ترشح پروتئین‌های فعال در لوزالمعده می‌باشد.

(۴) در خنثی نمودن کیموس اسیدی موجود در دوازدهه نقش دارد.

(سراسری خارج از کشور - ۹۲)

۷۴- در انسان، هورمون سکرتین،

(۱) ترشح بیکربنات را به خون افزایش می‌دهد.

(۲) پس از ورود کیموس معدی به دوازدهه، ترشح می‌شود.

(۳) محرک ترشح پروتئین‌های فعال شیریه‌ی پانکراس می‌باشد.

(۴) محرک تولید اسید کلریدریک از سلول‌های جدار دوازدهه می‌باشد.

(سراسری - ۹۳)

۷۵- کدام گزینه عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌نماید؟

«در یک فرد بالغ، آنزیم‌هایی که آغازگر روند هضم پروتئین‌ها می‌باشند،»

(۱) می‌توانند در تولید مولکول‌های کوچک پپتیدی نقش داشته باشند.

(۲) فقط از غدد مجاور دریچه‌ی انتهایی معده ترشح می‌شوند.

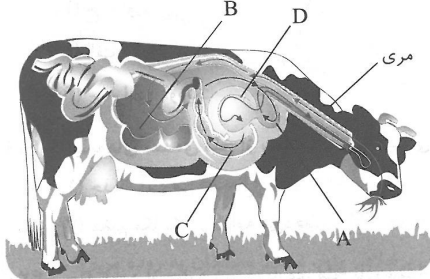
(۳) توسط ترشحات بعضی از سلول‌های غدد معدی، فعال می‌شوند.

(۴) تحت تأثیر نوعی پیک شیمیایی دستگاه درون‌ریز قرار می‌گیرند.

۷۶- مدفوع فیل سلولز دارد، چون در روده‌ی باریک، سلولز

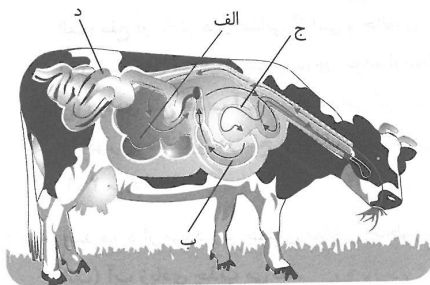
- (۱) زیادی - ندارد. (۲) زیادی - کمی دارد. (۳) کمی - زیادی دارد. (۴) کمی - ندارد.

۷۷- با توجه به شکل روبه‌رو کدام گزینه صحیح است؟



- (۱) جذب آب در A صورت می‌گیرد.
(۲) محل اصلی تجزیه‌ی سلولز است.
(۳) مرگ باکتری در D صورت می‌گیرد.
(۴) قسمت C فاقد باکتری فعال تجزیه‌کننده‌ی سلولز می‌باشد.

۷۸- در شکل مقابل اعمال جذب غذا، جذب اولیه‌ی آب، هضم شیمیایی، تجزیه‌ی سلولز در کدام قسمت بیش‌تر صورت می‌گیرد و غذا بعد از نشخوار ابتدا به کدام قسمت می‌رود؟



- (۱) د - د - الف - ب - الف
(۲) ب - ج - الف - د - ب
(۳) د - ج - ب - الف - الف
(۴) ب - د - ب - ج - ب

۷۹- از نشخوار، آب در در معده‌ی گوسفند جذب می‌شود.

- (۱) قبل - نگاری (۲) بعد - نگاری (۳) قبل - هزارلا (۴) بعد - هزارلا

۸۰- کدام گزینه، جمله‌ی مقابل را به درستی کامل می‌کند؟ «جذب روی می‌دهد.»

- (۱) گلوکز در روده‌ی ملخ و هزارلای گوزن
(۲) گلوکز در معده‌ی ملخ و روده‌ی بزرگ اسب
(۳) آب در روده‌ی ملخ و نگاری گوسفند
(۴) آب در معده‌ی کرم خاکی و هزارلای گاو

۸۱- چند مورد در ارتباط با دستگاه گوارش گاو نادرست است؟

(قلم‌چی - ۹۴)

- الف) برخلاف اسب، سلولز پس از عبور از روده‌ی باریک گوارش نمی‌یابد.
ب) همانند فیل کارایی بیش‌تری برای گوارش کامل غذا پیدا کرده است.
ج) برخلاف ملخ، بخش زیادی از آب موجود در غذا قبل از گوارش شیمیایی آن جذب می‌شود.
د) غذای اصلی که بار اول بلعیده شده برخلاف غذایی که بار دوم بلعیده شده، تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی گاو قرار نمی‌گیرد.

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

۸۲- بخشی از معده‌ی گاو

(قلم‌چی - ۹۵)

- (۱) که به دم نزدیک‌تر است، با ترشح آنزیم باعث هضم سلولز می‌شود.
(۲) که مسئول جذب آب است، محتویات نیمه‌جوییده خود را مستقیم از نگاری دریافت می‌کند.
(۳) که مسئول ترشح آنزیم‌های گوارشی است، غذا را به همراه باکتری‌هایی که وارد آن شده‌اند، گوارش می‌دهد.
(۴) که محتویات آن وارد مری می‌شود، دارای بافت پوششی ترشح‌کننده‌ی آنزیم سلولاز است.

۸۳- در جانوری که کیسه‌ی گوارشی دارد جانوری که کیسه‌های معدی دارد

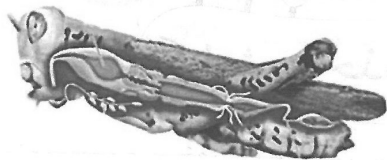
(قلم‌چی - ۹۵)

- (۱) همانند - دهان سلولی دیده می‌شود.
(۲) برخلاف - پتانسیل عمل ایجاد نمی‌شود.
(۳) برخلاف - دستگاه گردش خون وجود ندارد.
(۴) همانند - همولنف در حمل گازهای تنفسی دخالت دارد.

۸۴- در ملخ

(قلم‌چی - ۹۵)

- (۱) مواد غذایی پس از جذب در روده وارد همولنف می‌شود.
(۲) مواد غذایی وارد شده به چین‌دان گوارش شیمیایی نیافته است.
(۳) همانند کرم خاکی سه محل ذخیره‌ی موقتی غذا در لوله‌ی گوارش وجود دارد.
(۴) برخلاف گنجشک معده به روده متصل می‌باشد.



۸۵- در جانوری که لوله‌ی گوارش آن را در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید،

- (۱) چینه‌دان هضم شیمیایی ندارد.
- (۲) رژیم غذایی همه‌چیزخواری وجود دارد.
- (۳) کیسه‌های متعددی به درون روده راه دارند.
- (۴) معده، جایگاه جذب غذا می‌باشد.

۸۶- بُز در هنگام استراحت، غذای دوباره جویده شده را به‌طور مستقیم وارد قسمتی از می‌کند تا

- (۱) معده‌اش - جذب آب انجام دهد.
- (۲) روده‌اش - گوارش شیمیایی پیدا کند.
- (۳) معده‌اش - دوباره هضم سلولز انجام شود.
- (۴) روده‌اش - آب آن جذب شود.

۸۷- در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان، هزارلا بین قرار دارد.

- (۱) مری و نگاری
- (۲) شیردان و روده
- (۳) سیرابی و نگاری
- (۴) نگاری و شیردان

۸۸- در جانوری که کیسه‌های متعددی به معده‌اش متصل است،

- (۱) گوارش مکانیکی مواد غذایی از سنگدان آغاز می‌شود.
- (۲) آب و مواد غذایی درون معده جذب می‌گردند.
- (۳) گوارش شیمیایی مواد غذایی از قبل از معده آغاز می‌شود.
- (۴) روده قبل از معده قرار دارد و موجب فشرده‌سازی مدفوع می‌گردد.

۸۹- کدام جمله نادرست است؟

- (۱) صفرا، چربی‌ها را به اسید چرب و گلیسرول تبدیل می‌کند.
- (۲) پروتئازهای شیره‌ی لوزالمعده، در پانکراس غیر فعال هستند.
- (۳) از غده‌های دیواره‌ی روده‌ی بزرگ انسان، کمی ماده‌ی مخاطی ترشح می‌شود.
- (۴) در دستگاه گوارش فیل، گلوکز از روده‌ی کور و روده‌ی بزرگ، جذب خون می‌شود.

۹۰- در هیدر، آنزیم‌های هیدرولاز با کدام روش وارد کیسه‌ی گوارشی می‌شوند؟

- (۱) انتشار
- (۲) انتقال فعال
- (۳) اگزوسیتوز
- (۴) انتشار تسهیل شده

۹۱- کدام بخش معده‌ی گاو به دم نزدیک‌تر است؟

- (۱) هزارلا
- (۲) نگاری
- (۳) سیرابی
- (۴) شیردان

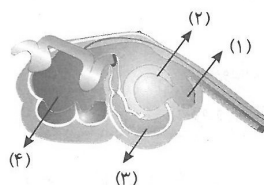
۹۲- در دستگاه گوارش ملخ، مانند جذب عمده‌ی آب را بر عهده دارد.

- (۱) معده - شیردان در فیل
- (۲) معده - شیردان در گوسفند
- (۳) روده - هزارلا در اسب
- (۴) روده - هزارلا در گوزن

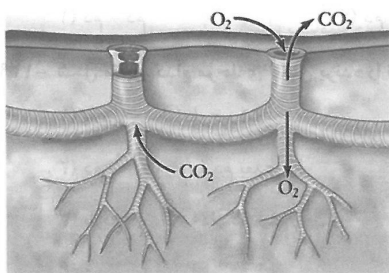
۹۳- در هیدر

- (۱) جهت حرکت مواد در کیسه‌ی گوارشی، یک‌طرفه می‌باشد.
- (۲) همه‌ی سلول‌ها می‌توانند به‌طور مستقل به تبادل مواد با محیط بپردازند.
- (۳) تولید مثل به روش‌های جنسی، جوانه زدن و قطعه‌قطعه شدن دیده می‌شود.
- (۴) برخی سلول‌های کیسه‌ی گوارشی مژک دارند و بعضی آنزیم‌های هیدرولیز کننده ترشح می‌کنند.

۹۴- در شکل روبه‌رو سلول‌های دیواره‌ی بخش سلول‌های دیواره‌ی بخش می‌توانند



- (۱) همانند ۳ - در عدم حضور اکسیژن انرژی زیستی تولید کنند.
- (۲) همانند ۳ - سلولز موجود در مواد غذایی را تجزیه نمایند.
- (۳) برخلاف ۱ - در مجاورت با غذای دوباره جویده شده، قرار گیرند.
- (۴) برخلاف ۲ - جذب بخشی از مواد حاصل از گوارش را انجام دهند.



۹۵- 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 و کیتین ندارد.
- (۴) جذب غذا فقط در روده صورت می‌گیرد.

۹۶- کدام یک سطح تنفسی محسوب نمی‌شود؟

- (۱) کیسه‌ی هوایی گربه
- (۲) رشته‌ی آبششی اردک‌ماهی
- (۳) پوست در پلاناریا
- (۴) کیسه‌ی هوادار جغد

۹۷- دی‌اکسید کربنی که به صورت پیکربنات در خون گنجشک حمل می‌شود، هنگام خروج از بدن، از بخشی از دستگاه تنفس پرنده عبور نخواهد کرد که در هنگام هوای

- (۱) بازدم - خود را از شش می‌گیرد.
- (۲) دم - هوای پر O_2 را از نای می‌گیرد.
- (۳) بازدم - تهویه شده را خارج می‌کند.
- (۴) دم - خود را به شش می‌دهد.

۹۸- 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

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

- (۱) منفذ تنفسی - فاقد کوتین
- (۲) یاخته‌ها - واجد کوتین
- (۳) یاخته‌های بدن - فاقد کیتین
- (۴) منفذ تنفسی - بن‌بست

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

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

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

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

۱۰۲- در کیوتر وقتی هوا از

- (۱) نای خارج می‌شود، ممکن نیست در کیسه‌های ششی جانور تهویه‌ی هوا صورت گیرد.
- (۲) شش‌ها خارج می‌شود، ممکن نیست، هوا به کیسه‌های هوادار وارد شود.
- (۳) کیسه‌های هوادار پیشین خارج می‌شود، فشار درون شش‌ها منفی است.
- (۴) کیسه‌های هوادار عقبی خارج می‌شود، هوای شش‌ها به کیسه‌های هوادار جلویی وارد می‌شود.

۱۰۳- 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.

۱۰۴- همه‌ی جانوران دارای

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

(گزینه‌ی دو - ۹۴)

۱۰۵- چند مورد عبارت زیر را به درستی کامل می‌کند؟

«در دستگاه تنفس پرندگان

الف) هنگام دم، هوای تهویه نشده وارد کیسه‌های هوادار پیشین می‌شود.

ب) هنگام بازدم، هوای تهویه نشده وارد کیسه‌های هوادار پیشین می‌شود.

ج) هنگام دم، هوای تهویه نشده وارد کیسه‌های هوادار عقبی می‌شود.

د) هنگام بازدم، هوای تهویه شده از کیسه‌های هوادار پیشین خارج می‌شود.

۴) ۴ مورد

۳) ۳ مورد

۲) ۲ مورد

۱) ۱ مورد

۱۰۶- 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.



(سراسری - ۸۴)

۱۰۷- در سرخرگ و سیاهرگ ششی انسان، گازهای تنفسی، بیش‌تر به چه صورت حمل می‌شوند؟ (هموگلوبین = Hb)

۲) $\text{HbO}_2 - \text{HCO}_3^-$

۱) $\text{HbO}_2 - \text{HbCO}_2$

۴) $\text{O}_2 - \text{HbCO}_2$ محلول در پلاسما

۳) $\text{O}_2 - \text{HCO}_3^-$ محلول در پلاسما

(سراسری - ۸۶)

۱۰۸- در انسان میزان هوای مرده با کدام، رابطه‌ی مستقیم دارد؟

۴) تعداد حرکات تنفسی

۳) حجم مجاری تنفسی

۲) عمق نفس

۱) هوای مکمل

(سراسری - ۸۷)

۱۰۹- دیواره‌ی نایزک‌های انتهایی انسان، دیواره‌ی می‌باشند.

۲) بر خلاف - نایزک‌ها، فاقد مژک

۱) مانند - نای، دارای تازک

۴) بر خلاف - نای، فاقد غضروف

۳) مانند - نایزک‌ها، دارای غضروف

(سراسری - ۸۷)

۱۱۰- با فرض این‌که به انسانی، مهار کننده‌ی انیدراز کربنیک تزریق شود، می‌یابد.

۲) تولید CO_2 بافت‌هایش، افزایش

۱) HCO_3^- خونش، کاهش

۴) فشار CO_2 سیاهرگ‌هایش، کاهش

۳) ظرفیت حمل O_2 در خونش، افزایش

(سراسری - ۸۷)

۱۱۱- کدام عبارت، جهت حرکت هوا در دستگاه تنفس چلچله را به درستی بیان نمی‌کند؟ «در هنگام

۲) بازدم، هوای تهویه نشده وارد شش‌ها می‌شود.

۱) دم، هوای تهویه شده از شش‌ها خارج می‌شود.

۴) بازدم، هوای تهویه شده از کیسه‌های هوادار پیشین خارج می‌شود.

۳) دم، هوای تهویه نشده به کیسه‌های هوادار پیشین وارد می‌شود.

۱۱۲- شکل مقابل، قسمتی از دستگاه تنفسی مرغ جولا را نشان می‌دهد. کدام شماره،

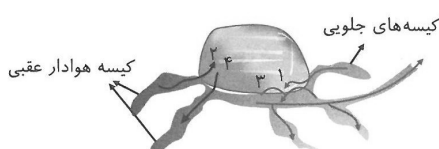
مسیر عبور هوا را به درستی نشان نمی‌دهد؟ (سراسری خارج از کشور - ۸۷)

۲) ۲

۱) ۱

۴) ۴

۳) ۳



۱۱۳- در انسان، ساختار بافت پوششی با کیسه‌ی هوایی (حبابک‌ها) مشابه است. (سراسری - ۸۸)

(۱) نایژک (۲) لوله‌ی هنله (۳) گلومرول (۴) غدد معدی

۱۱۴- در انسان، مایع سورفاکتانت از سلول‌های حبابک‌ها ترشح می‌شود و کشش سطحی مایع پوشاننده‌ی سطح داخلی آن را می‌دهد. (سراسری خارج از کشور - ۸۸ - با تغییر)

(۱) نایژک - افزایش (۲) نوع دوم - افزایش (۳) نوع دوم - کاهش (۴) نایژک - کاهش

۱۱۵- حلقه‌هایی که در دیواره‌ی نای انسان وجود دارد، نوعی بافت پیوندی است که فراوان دارد. (سراسری - ۸۹)

(۱) رشته‌های کشسان (۲) سلول‌هایی با ذخیره‌ی چربی (۳) سلول‌های رشته‌ای به هم فشرده (۴) رشته‌های کلاژن و مواد کلسیم‌دار

۱۱۶- اکسیژن برای رسیدن به سلول‌های سوماتیکی کدام جانور، از رگ عبور نمی‌کند؟ (سراسری خارج از کشور - ۸۹)

(۱) ملخ (۲) کرم خاکی (۳) اسب (۴) لیسه

۱۱۷- در انسان، خانه‌ی ششی (حبابک‌ها) نایژک (سراسری - ۹۱)

(۱) بر خلاف - واجد غشای پایه می‌باشد. (۲) مانند - فاقد سلول‌های مزه‌دار است. (۳) مانند - فاقد حلقه‌های غضروفی است. (۴) برخلاف - ماده‌ای مخاطی ترشح می‌کند.

۱۱۸- کدام نادرست است؟ «در پرندگی شهدخوار،» (سراسری - ۹۱)

(۱) کیفیت هوای همه‌ی کیسه‌های هوادار یکسان نمی‌باشد. (۲) عمل تهویه‌ی هوا، همیشه در مرحله‌ی بازدم صورت می‌گیرد. (۳) هنگام دم، میزان O_2 درون کیسه‌های هوادار بیشین زیاد نمی‌باشد. (۴) میزان O_2 در هوای کیسه‌های هوادار عقبی کم‌تر از شش‌ها می‌باشد.

۱۱۹- در یک فرد، با شدن عضله‌ای که مهم‌ترین نقش را در تنفس آرام و طبیعی دارد، (سراسری - ۹۳ - با تغییر)

(۱) مسطح - جناغ سینه به سمت عقب حرکت می‌کند. (۲) غیرمسطح - باز شدن کیسه حبابکی تسهیل می‌شود. (۳) غیرمسطح - دنده‌ها به سمت بالا و بیرون حرکت می‌کنند. (۴) مسطح - مقداری از هوای جاری دمی در مجاری تنفسی باقی می‌ماند.

۱۲۰- در سسک پشت سیاه، حین عمل (سراسری - ۹۳)

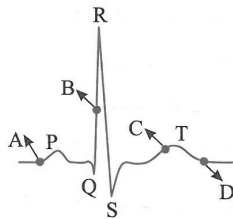
(۱) دم، ابتدا در همه‌ی کیسه‌های هوادار، فشار منفی ایجاد می‌شود. (۲) دم، هوای همه‌ی کیسه‌های هوادار، از سطوح تنفسی عبور می‌کند. (۳) بازدم، هوای غنی از اکسیژن، از همه‌ی کیسه‌های هوادار خارج می‌شود. (۴) بازدم، هوای تهویه شده‌ی همه‌ی کیسه‌های هوادار، به مجاری تنفسی منتقل می‌شود.

کدام گزینه عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌نماید؟ (سراسری خارج از کشور - ۹۳)

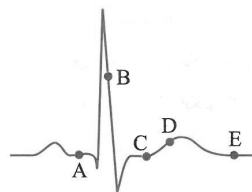
۱۲۱- «در انسان با مسطح شدن عضله‌ای که در تنفس آرام و طبیعی مهم‌ترین نقش را دارد،»

(۱) مقداری از هوای جاری دمی در مجاری تنفسی باقی می‌ماند. (۲) جناغ سینه به سمت جلو حرکت می‌نماید. (۳) کیسه‌های حبابکی به‌طور طبیعی باز می‌شوند. (۴) دنده‌ها به سمت پایین حرکت می‌کنند.

(قلم چی - ۹۴ - با تغییر)



(قلم چی - ۹۴)



۱۲۲- با توجه به نمودار مقابل در انسان سالم و در حال استراحت،
 (۱) در نقطه‌ی C برخلاف A، خون به داخل بطن‌ها سرازیر می‌شود.
 (۲) در نقطه‌ی C همانند A، فشار بطن‌ها افزایش نمی‌یابد.
 (۳) در نقطه‌ی D همانند A، عضلات همه‌ی حفرات قلب در حال استراحت‌اند.
 (۴) در نقطه‌ی B برخلاف A، فشار آئورت در حال افزایش است.

۱۲۳- با توجه به منحنی روبه‌رو، در نقطه‌ی A، برخلاف

- (۱) C، برخی از سلول‌های بافت گرهی در حال انقباض‌اند.
 (۲) D، فشار خون بطن‌ها به حداکثر مقدار خود رسیده است.
 (۳) B، مانعی برای ورود خون به بطن‌ها وجود دارد.
 (۴) E، جریان الکتریکی از گره‌ی سینوسی - دهلیزی به تارهای ماهیچه‌ی دهلیزی سرایت می‌کند.

۱۲۴- در فردی بالغ و سالم در حالت استراحت (با دوره‌ی قلبی ۸۰/ثانیه)، در مدت یک ساعت، دریچه‌ی میترا به‌طور معمول چند دقیقه باز است؟

(قلم چی - ۹۴)

۳۵ (۴)

۲۳/۵ (۳)

۲۵ (۲)

۳۷/۵ (۱)

۱۲۵- در مسیر گردش خون انسان، برای یک‌بار گردش یک گلبول قرمز در خون، از انگشت پا به قلب و برگشت مجدد آن به همان نقطه، کدام دریچه‌ی قلبی آخرین دریچه‌ای خواهد بود که این گلبول از آن عبور می‌کند؟

(قلم چی - ۹۴)

(۴) لانه کیوتری

(۳) میترا

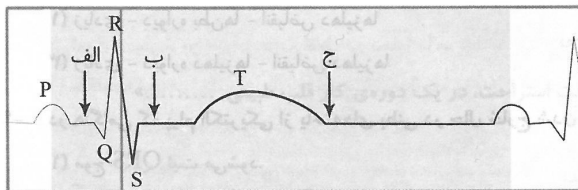
(۲) سینی

(۱) سه‌لختی

۱۲۶- کدام عبارت در مورد نوار قلب روبه‌رو صحیح می‌باشد؟

- (۱) در قسمت (الف) همانند (ج) دریچه‌های سینی بسته و میترا باز می‌شوند.
 (۲) قسمت (ب) برخلاف (ج) صدای واضح و کوتاه ایجاد می‌کند.
 (۳) در قسمت‌های (الف) و (ب) به‌تدریج فشار خون بطن چپ زیاد می‌شود.
 (۴) در قسمت (الف)، پیام الکتریکی از گره پیشاهنگ ارسال می‌شود.

(قلم چی - ۹۴)



۱۲۷- چند مورد جمله‌ی زیر را به‌درستی کامل می‌کند؟

«در طی دوره‌ی کاری قلب در انسانی که در حال استراحت است،»

- (الف) مدت دیاستول دهلیزها، هفت برابر سیستول دهلیزها است.
 (ب) زمانی که دهلیزها در حال سیستول‌اند، بطن‌ها در حال دیاستول‌اند.
 (ج) هم‌زمان بودن دیاستول دهلیزها و بطن‌ها امکان‌پذیر نیست.
 (د) مدت زمان باز بودن دریچه‌های دهلیزی - بطنی، بیش از باز بودن دریچه‌های سینی شکل است.

(۴) ۴ مورد

(۳) ۳ مورد

(۲) ۲ مورد

(۱) ۱ مورد

(گزینگی دو - ۸۴)

۱۲۸- صدای اول و دوم قلب را به ترتیب در چه مرحله‌ای از نوار قلب می‌توان شنید؟

- (۱) قبل از موج R - قبل از موج T
 (۲) بعد از موج T - بعد از موج R
 (۳) بعد از موج R - بعد از موج T
 (۴) قبل از موج T - قبل از موج R

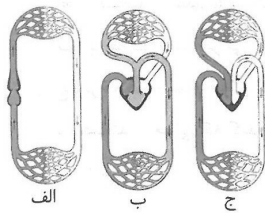
(گزینگی دو - ۹۲)

۱۲۹- صدای دوم قلب مربوط به کدام مرحله است و در چه زمانی از نوار قلب شنیده می‌شود؟

- (۱) دیاستول بطن‌ها - کمی بعد از موج T
 (۲) سیستول بطن‌ها - کمی بعد از موج S
 (۳) دیاستول بطن‌ها - کمی قبل از موج T
 (۴) سیستول بطن‌ها - کمی قبل از موج S

۱۳۰- کدام گزینه عبارت زیر را به صورت صحیح تکمیل می کند؟

«در جانور بالغ دارای گردش خون برخلاف و همانند وجود دارد.»



- ۱) الف - ج - ب - ساز و کار تهویه ای پمپ فشار مثبت
- ۲) ج - الف - ب - آنزیم تجزیه کننده گلیکوژن درون یاخته ای
- ۳) ب - ج - الف - تنفس پوستی
- ۴) ب - الف - ج - قلب با عمل دو تلمبه ای

۱۳۱- در کدام یک از موارد زیر، خون پس از خروج از اندام، ابتدا وارد سیاهرگ می شود؟

الف) در انسان، خونی که سیستم تنفسی را ترک می کند.

ب) در ماهی، خونی که وارد سیستم تنفسی می شود.

ج) در انسان، خونی که کبد را ترک می کند.

د) در کبوتر، خونی که بطن راست را ترک می کند.

- ۱) الف - ج) ۲) الف - ب) ۳) ب - د) ۴) ج - د)

۱۳۲- در جانوری که (قلم چی - ۹۴)

۱) کیسه های متعددی به معده ای آن متصل اند، طناب عصبی در مجاورت سیاهرگ شکمی قرار دارد.

۲) جویدن غذا را در دو مرحله انجام می دهد، محل ذخیره ی موقت غذا می تواند محل انجام گوارش نباشد.

۳) به قلب آن خون روشن وارد می شود، پرده ی دیافراگم می تواند در تبادل گازهای تنفسی نقش داشته باشد.

۴) خون با کمک چندین قلب به گردش در می آید، همواره فقط یک رگ شکمی دیده می شود.

۱۳۳- در کرم خاکی ملخ (قلم چی - ۹۴)

۱) برخلاف - طناب عصبی در سطح پشتی قرار دارد.

۲) همانند - خون پس از ورود به قلب های لوله ای، به سمت سر پمپ می شود.

۳) برخلاف - سلول های پیکری سبب افزایش کربن دی اکسید همولنف می شوند.

۴) همانند - جهت حرکت خون در سطح پشتی از انتهای بدن به سمت سر است.

۱۳۴- هر جانوری که ساده ترین را دارد، فاقد می باشد. (قلم چی - ۹۴)

۱) دستگاه تنفسی - تنفس یاخته ای

۲) دستگاه گردش خون - سخت ترین بافت پیوندی

۳) سامانه گردش آب - سلول هایی با زوائد حرکتی

۴) گردش خون بسته - گوارش برون سلولی

۱۳۵- کدام عبارت نادرست است؟ «در گردش خون ملخ» (قلم چی - ۹۴)

۱) رگ های جانبی قلب، فقط خون را از قلب خارج می کنند.

۲) رگ ناحیه ی سری، فقط خون را از قلب خارج می کند.

۳) رگ ناحیه ی دُمی، فقط خون را از قلب خارج می کند.

۴) با باز شدن دریچه های قلبی، همولنف وارد قلب می شود.

۱۳۶- در مهره دار بالگی که دارای قلب دو حفره ای است، (قلم چی - ۹۴)

۱) سرخرگ ها تنها خون پُر اکسیژن دارند.

۲) بخش سیاهرگی مویرگی های آبخشی حاوی O_2 زیادی هستند.

۳) گلبول قرمزی که از آبخش ها خارج می شود با عبور از یک شبکه ی مویرگی به دهلیز باز می گردد.

۴) در سطح شکمی، فقط سیاهرگ و در سطح پشتی، فقط سرخرگ وجود دارد.

(قلمچی - ۹۵)

۱۳۷- چند مورد عبارت روبه‌رو را به‌طور صحیح تکمیل می‌نمایند؟ «در انسان ماهی،»

(الف) همانند - سلول‌های قلب توسط خون روشن تغذیه می‌شوند.

(ب) برخلاف - سرخرگی که خون غنی از اکسیژن را وارد مغز می‌کند، از قلب خارج می‌شود.

(ج) برخلاف - تمام خونی که دستگاه تنفس را ترک می‌کند، ابتدا وارد قلب می‌شود.

(د) همانند - خونی که کبد را ترک می‌کند، قبل از عبور از سطح تنفس وارد قلب می‌شود.

(۴) ۴ مورد

(۳) ۳ مورد

(۲) ۲ مورد

(۱) ۱ مورد

۱۳۸- کدام نادرست است؟ «جاندار دارای می‌تواند»

(۱) گردش خون باز - دریچه‌ی دهلیزی بطنی داشته باشد.

(۲) گردش خون بسته - قلب اصلی و کمکی داشته باشد.

(۳) حفره‌ی گوارشی - در بازوهای خود انشعاب گوارشی داشته باشد.

(۴) گردش خون باز - دارای پیش معده گوارشی باشد.

(گزینه‌ی دو - ۹۱)

۱۳۹- شکل مقابل قسمتی از دستگاه گوارش را در جانوری نشان می‌دهد که

(۱) اسکلت بیرونی از جنس پروتئین، درون بستری از پلی‌ساکارید کیتین دارد.

(۲) برای انتقال اکسیژن به سلول‌های بدنش نیاز به دستگاه گردش خون ندارد.

(۳) در فضای بین سلول‌های سوماتیکی بدن آن، مایع میان‌بافتی گردش می‌کند.

(۴) گوارش و جذب مواد غذایی، هر دو درون روده‌های آن صورت می‌گیرد.



(گزینه‌ی دو - ۹۳)

۱۴۰- بیش‌ترین فشار خون بدن ماهی درون سرخرگ وجود دارد که واجد خون غنی از است.

(۴) شکمی - O_2

(۳) پشתי - O_2

(۲) شکمی - CO_2

(۱) پشתי - CO_2

(سراسری - ۷۶)

۱۴۱- کدام موج یا امواج مربوط به فعالیت الکتریکی پتانسیل عمل بطن‌هاست؟

(۴) فقط QRS

(۳) T و QRS

(۲) منحصراً T

(۱) منحصراً P

۱۴۲- بسته شدن دریچه‌های سینی و سه‌لختی به ترتیب از راست به چپ، در کدام محدوده از الکتروکاردیوگرام

(سراسری - ۸۶)

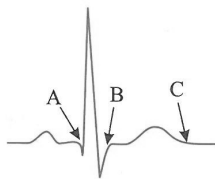
انسان (شکل روبه‌رو) صورت می‌گیرد؟

(۱) A و B

(۲) A و C

(۳) B و C

(۴) C و B



(سراسری خارج از کشور - ۸۶)

۱۴۳- در شروع صدای قلب انسان شنیده می‌شود.

(۲) سیستول بطن‌ها - اول

(۱) دیاستول دهلیزها - دوم

(۴) دیاستول بطن‌ها - اول

(۳) سیستول دهلیزها - دوم

(سراسری - ۸۷)

۱۴۴- تحریک الکتریکی در بین سلول‌های عضله‌ی بطن‌ها، منتشر می‌شود.

(۲) از محل اتصال تارهای ماهیچه‌ای

(۱) به واسطه‌ی گره دهلیزی-بطنی

(۴) از طریق بافت پیوندی میان تارهای ماهیچه‌ای

(۳) توسط الیاف گرهی دیواره‌ی بطن

۱۴۵- در مرحله ۳/۰ ثانیه‌ای از دوره‌ی کار قلب انسان، (سراسری - ۸۸)

- ۱) مقداری خون در دهلیزها جمع می‌شود.
- ۲) با انقباض دهلیزها، بطن‌ها از خون پر می‌شوند.
- ۳) با افزایش فشار خون در بطن‌ها، دریچه‌های سینی بسته می‌شوند.
- ۴) با افزایش فشار خون در دهلیزها، دریچه‌های دهلیزی- بطنی باز می‌شوند.

۱۴۶- در زمان رسم الکتروکاردیوگرام یک فرد سالم، در فاصله‌ی Q تا R، (سراسری - ۸۹)

- ۱) دریچه‌های دهلیزی - بطنی بسته می‌شوند.
- ۲) فشار خون در بطن‌ها کاهش می‌یابد.
- ۳) مقدار زیادی خون در دهلیزها جمع می‌شود.
- ۴) مانعی برای ورود خون به سرخرگ ششی وجود دارد.

۱۴۷- کدام عبارت در مورد قلب انسان سالم و بالغ به درستی بیان شده است؟ (سراسری - ۹۰)

- ۱) زایش تحرکات طبیعی قلب در سرتاسر بافت گرهی صورت می‌گیرد.
- ۲) انتشار تحریک از دهلیزها به بطن‌ها، فقط از طریق بافت گرهی ممکن است.
- ۳) گره دوم بزرگ‌تر از گره اول است و به وسیله‌ی رشته‌هایی از بافت گرهی به یک‌دیگر مربوط‌اند.
- ۴) سرعت انتشار تحریک در الیاف دیواره‌ی بین دو بطن، آهسته می‌باشد.

۱۴۸- در زمانی که با گوشی صدای دوم قلب انسانی سالم شنیده می‌شود، بلافاصله (سراسری خارج از کشور - ۹۰)

- ۱) دریچه‌های سینی بسته می‌شوند.
- ۲) مقدار خون بطن‌ها افزایش می‌یابد.
- ۳) دریچه‌های دهلیزی - بطنی بسته می‌شوند.
- ۴) دهلیزها شروع به انقباض می‌نمایند.

۱۴۹- کدام نادرست است؟ «به‌طور معمول در انسان، مستقیماً خون می‌کند.» (سراسری - ۹۱)

- ۱) دو سیاهرگ بزرگ - تیره را به یکی از حفرات قلب وارد
- ۲) چهار سیاهرگ - روشن را به یکی از حفرات قلب وارد
- ۳) دو سرخرگ - تیره را از دو حفره‌ی قلب خارج
- ۴) یک سرخرگ - روشن را از یک حفره‌ی قلب خارج

۱۵۰- بلافاصله پس از شنیدن صدای اول قلب در یک فرد سالم، (سراسری - ۹۱)

- ۱) دریچه‌های سینی بسته می‌شوند.
- ۲) خون در دهلیزها جمع می‌شود.
- ۳) دریچه‌های دهلیزی - بطنی بسته می‌شوند.
- ۴) فشار خون در بطن‌ها شدیداً افت می‌کند.

۱۵۱- در نقطه‌ای از منحنی زیر که با علامت سؤال مشخص گردیده، (سراسری - ۹۲)

- ۱) دهلیزها خود را برای انقباض آماده می‌کنند.
- ۲) همه‌ی حفرات قلب در حال استراحت می‌باشند.
- ۳) مانعی برای خروج خون از دهلیز راست وجود دارد.
- ۴) مانعی برای خروج خون از بطن چپ وجود دارد.

۱۵۲- در نقطه‌ای از منحنی روبه‌رو که با علامت سؤال مشخص گردیده، (سراسری خارج از کشور - ۹۲)

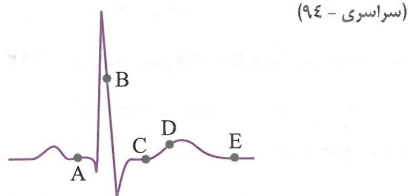
- ۱) بطن‌ها جهت انقباض آماده می‌شوند.
- ۲) همه‌ی حفرات قلب در حال استراحت می‌باشند.
- ۳) مانعی برای ورود خون به بطن چپ وجود دارد.
- ۴) دریچه‌های دهلیزی - بطنی، باز و دریچه‌های سرخرگی، بسته می‌باشند.

۱۵۳- در انسان، رشته‌های ماهیچه‌ای که در نوک بطن‌ها قرار دارند و برای انتقال پیام الکتریکی اختصاصی شده‌اند، نمی‌توانند (سراسری - ۹۳)

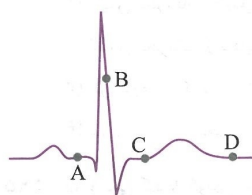
- ۱) سبب انقباض هم زمان سلول‌های هر دو بطن شوند.
- ۲) سبب انقباض همه‌ی تارهای میوکارد قلب شوند.
- ۳) در باز شدن دریچه‌های سرخرگی نقش داشته باشند.
- ۴) تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار، فعالیت خود را تغییر دهند.

۱۵۴- در انسان، رشته‌های ماهیچه‌ای که از نوک بطن‌ها به سمت دیواره‌ی میوکارد قلب گسترش یافته‌اند و برای انتقال پیام الکتریکی اختصاصی شده‌اند، نمی‌توانند
(سراسری خارج از کشور - ۹۳)

- (۱) سبب انقباض هم‌زمان همه‌ی تارهای میوکارد شوند.
(۲) با سرعت زیادی، تحریکات ایجاد شده را منتشر سازند.
(۳) در بسته شدن دریچه‌های دهلیزی - بطنی نقش داشته باشند.
(۴) تحت تأثیر اعصاب سمپاتیک، میزان فعالیت خود را تغییر دهند.



- ۱۵۵- با توجه به منحنی مقابل، در نقطه‌ی A برخلاف
(۱) C، صدایی طولانی‌تر و بم‌تر از صدای دوم قلب شنیده می‌شود.
(۲) D، سلول‌های مخطط و منشعب بطنی در حالت استراحت می‌باشند.
(۳) B، جریان الکتریکی به شبکه‌ی گرهی دیواره‌ی میوکارد بطن‌ها منتشر می‌شود.
(۴) E، جریان الکتریکی از گره سینوسی - دهلیزی به تارهای ماهیچه‌ی دهلیزی سرایت می‌کند.



- ۱۵۶- با توجه به منحنی روبه‌رو، کدام عبارت درست است؟
(۱) در نقطه‌ی B برخلاف C، صدایی طولانی‌تر و بم‌تر از صدای دوم قلب شنیده می‌شود.
(۲) در نقطه‌ی D همانند A، سلول‌های مخطط و منشعب بطنی در حالت استراحت می‌باشند.
(۳) در نقطه‌ی C برخلاف D، جریان الکتریکی از سلول‌های دهلیزها به گره دوم منتقل می‌گردد.
(۴) در نقطه‌ی A همانند B، جریان الکتریکی به شبکه‌ی گرهی دیواره‌ی میوکارد بطن‌ها منتشر می‌شود.

- ۱۵۷- افزایش مانع بروز خیز در انسان می‌شود.
(۱) ترشح آلدوسترون (۲) جریان لنف (۳) پروتئین در ادرار (۴) نفوذپذیری مویرگ‌ها
(سراسری خارج از کشور - ۸۷)

- ۱۵۸- کلسیم شبکه‌ی سارکوپلاسمی در فعالیت نقش ندارد.
(۱) پیلور (۲) کاردیا (۳) دریچه‌ی میترال (۴) اسفنکتر داخلی مثانه
(سراسری - ۸۸)

- ۱۵۹- کدام عبارت نادرست است؟ «گره‌های لنفاوی،»
(۱) موادی به داخل خون ترشح می‌نمایند.
(۲) حاوی تعداد زیادی ماکروفاژ و لنفوسیت هستند.
(۳) در کشاله ران زیاد هستند.
(۴) در مسیر رگ‌های لنفی دریچه‌دار قرار گرفته‌اند.
(سراسری خارج از کشور - ۹۰)

- ۱۶۰- کدام نادرست است؟ «به‌طور معمول در یک فرد بالغ»
(۱) انتشار تحریک از دهلیزها به بطن‌ها از طریق بافت پیوندی غیرممکن است.
(۲) خون جمع‌آوری شده از روده‌ی باریک، از طریق سیاهرگ‌ها مستقیماً به قلب وارد می‌شود.
(۳) کاهش سدیم بدن و افزایش پروتئین‌های خون در پهیود ادم مؤثر است.
(۴) کاهش O_2 و افزایش CO_2 خون، مستقیماً بر تغییر قطر سرخرگ‌های کوچک تأثیر گذار است.
(سراسری - ۹۱)

- ۱۶۱- در یک فرد سالم، مویرگ‌های لنفی روده
(۱) محتویات خود را مستقیماً به کبد وارد می‌کنند.
(۲) با لایه‌ای از غشای پایه پوشیده شده‌اند.
(۳) در مبارزه با بعضی از عوامل بیماری‌زا نقش دارند.
(۴) در بازگرداندن لنف به دو سیاهرگ بزرگ زیرین و زبرین بدن نقش دارند.
(سراسری خارج از کشور - ۹۱)

- ۱۶۲- کدام گزینه عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌نماید؟
«در انسان، با کاهش اکسیژن محیط، افزایش می‌یابد.»
(سراسری - ۹۳)

- (۱) نیاز به مصرف اسید فولیک
(۲) قطر رگ‌های خون‌رسان به کبد
(۳) در مواردی احتمال تغییر شکل اریتروسیت‌ها
(۴) قطر همه‌ی رگ‌های دیواره‌ی کیسه‌های هوایی

۱۶۱۳- در انسان، عدم می‌تواند از ایجاد بیماری خیز ممانعت به عمل آورد. (سراسری خارج از کشور - ۹۳)

- (۱) ورود پروتئین‌های درشت به کپسول بومن
(۲) سلامت دیواره‌ی گلومرول‌های کلیه
(۳) دفع نمک و آب از بدن
(۴) ورود لنف به رگ‌های لنفی

۱۶۱۴- فرایند انعقاد خون به‌طور معمول با پیدایش کدام ماده در پلاسما آغاز می‌شود؟ (سراسری - ۸۲)

- (۱) پروترومبین (۲) پروترومبیناز (۳) فیبرینوژن (۴) ترومبین

۱۶۱۵- در غشای گلبول‌های قرمز فردی با گروه خونی B^+ ، کدام پروتئین موجود نیست؟ (سراسری - ۸۴)

- (۱) پادتن A (۲) آنتی‌ژن B (۳) آنتی‌ژن رزوس (Rh) (۴) آنزیم ایندراز کربنیک

۱۶۱۶- سلول‌های هدف اریتروپویتین، کدام سلول‌ها هستند؟ (سراسری - ۸۶)

- (۱) عصبی (۲) کبدی (۳) بنیادی مغز استخوان (۴) نفرون‌های کلیوی

۱۶۱۷- به‌طور معمول، پلاسمای خون انسان سالم، فاقد کدام است؟ (سراسری خارج از کشور - ۸۶)

- (۱) پروترومبین (۲) لیزوزیم (۳) گاسترین (۴) اریتروپویتین

۱۶۱۸- کدام یک پروتئینی است که به‌طور معمول در پلاسمای خون مردان یافت نمی‌شود؟ (سراسری خارج از کشور - ۸۷)

- (۱) گلوکاگون (۲) استروژن (۳) ایندراز کربنیک (۴) گاما‌گلوبولین

۱۶۱۹- به‌طور معمول، برای جلوگیری از خون‌ریزی در هنگام پارگی رگ‌های انسان، صورت نمی‌گیرد. (سراسری خارج از کشور - ۸۸)

- (۱) تغییر حجم پلاکت‌ها و اتصال آن‌ها به هم
(۲) تولید فیبرینوژن از فیبرین
(۳) تولید ترومبین از پروترومبین
(۴) انقباض ماهیچه‌های دیواره‌ی رگ‌ها

۱۷۰- در کدام، همولنف جزئی از دستگاه گردش مواد است؟ (سراسری - ۸۲)

- (۱) هیدر (۲) ماهی (۳) عنکبوت (۴) عروس دریایی

۱۷۱- رگی که خون را از قلب ماهی خارج می‌کند، کدام است؟ (سراسری - ۸۶)

- (۱) سرخرگ با خون روشن (۲) سرخرگ با خون تیره (۳) سیاهرگ با خون روشن (۴) سیاهرگ با خون تیره

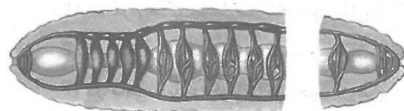
۱۷۲- در کدام بخش از دستگاه گردش مواد در ماهی، خون روشن جریان دارد؟ (سراسری خارج از کشور - ۸۶)

- (۱) بطن (۲) دهلیز (۳) سرخرگ شکمی (۴) سرخرگ پشתי

۱۷۳- کدام عبارت، در مورد دستگاه گردش خون ملخ، نادرست است؟ (سراسری خارج از کشور - ۸۷)

- (۱) قلب لوله‌ای شکل در سطح پشתי دارد.
(۲) همولنف در فضای بین سلول‌های بدن گردش می‌کند.
(۳) خون از طریق چند منفذ به قلب بازمی‌گردد.
(۴) هنگام انقباض قلب، دریچه‌های منافذ قلبی، باز می‌شوند.

۱۷۴- شکل مقابل، قسمتی از دستگاه گردش مواد را در جانوری نشان می‌دهد. در این جاندار



- (۱) معده و سنگدان محل ذخیره‌ی موقتی غذا می‌باشند.
(۲) غذا توسط صفحات آرواره‌مانند اطراف دهان، خرد می‌شود.
(۳) حرکت به واسطه‌ی عضلات طولی و حلقوی زیر پوست ممکن است.
(۴) برای انتقال گازهای تنفسی به سلول‌های سوماتیکی، نیازی به دستگاه گردش خون نیست.

۱۷۵- در ماهی حوض، خون پس از عبور از می‌رود. (سراسری - ۸۸)

- (۱) آبشش‌ها، ابتدا به اندام‌ها سپس به قلب
(۲) آبشش‌ها، ابتدا به قلب سپس به اندام‌ها
(۳) قلب، ابتدا به اندام‌ها و سپس به آبشش‌ها
(۴) سیاهرگ شکمی، بدون عبور از قلب، به آبشش‌ها

۱۷۶- جریان خون ماهی حوض، ساده است، زیرا خون (سراسری خارج از کشور - ۸۸)

- ۱) قلب، پس از عبور از آبشش‌ها، به اندام‌ها می‌رود.
- ۲) آبشش‌ها، پس از عبور از قلب، به اندام‌ها می‌رود.
- ۳) قلب، بدون عبور از آبشش‌ها، به اندام‌ها می‌رود.
- ۴) بافت‌ها، ابتدا از آبشش‌ها و سپس از قلب عبور می‌کند.

۱۷۷- سرخرگ پشته ماهی قزل‌آلا سرخرگ ششی انسان، می‌شود. (سراسری - ۸۹)

- ۱) مانند - از دستگاه تنفس خارج
- ۲) مانند - به دستگاه تنفس وارد
- ۳) برخلاف - از دستگاه تنفس خارج
- ۴) برخلاف - به دستگاه تنفس وارد

۱۷۸- جریان هوا در شش‌های جاننداری یک‌طرفه است. در این جاندار (سراسری خارج از کشور - ۹۱)

- ۱) روده تنها محل گوارش شیمیایی غذا است.
- ۲) پرده‌ی دیافراگم کاملی محوطه‌ی شکم را از قفسه‌ی سینه جدا می‌کند.
- ۳) قلب چهار حفره‌ای و گردش خون از نوع مضاعف است.
- ۴) دفع مواد زائد نیتروژن‌دار با خروج آب زیادی همراه است.

۱۷۹- رگی که مواد غذایی و اکسیژن را برای مغز کبوتر و ماهی تأمین می‌کند به ترتیب (راست به چپ) از کدام منشأ گرفته است؟

- ۱) قلب، دستگاه تنفس
- ۲) دستگاه تنفس، قلب
- ۳) قلب، قلب
- ۴) دستگاه تنفس، دستگاه تنفس

۱۸۰- چند مورد در ارتباط با دستگاه گردش خون ملخ، درست است؟ (سراسری خارج از کشور - ۹۲)

- الف) خون غنی از گازهای تنفسی، توسط چند منفذ به قلب وارد می‌شود.
- ب) خون از طریق منافذ دریچه‌دار قلب، در اختیار سلول‌ها قرار می‌گیرد.
- ج) حفره‌های حجیم‌شده‌ای از قلب، همولنف را به‌صورت فعال دریافت می‌کنند.
- د) یک رگ شکمی، خون را به نواحی عقبی بدن هدایت می‌کند.

- ۱) ۱ مورد
- ۲) ۲ مورد
- ۳) ۳ مورد
- ۴) ۴ مورد

۱۸۱- هر جانوری که ساده‌ترین را دارد، فاقد می‌باشد. (سراسری - ۹۳)

- ۱) گیرنده‌ی نوری - هومئوستازی
- ۲) دستگاه عصبی - همولنف
- ۳) سامانه گردش مواد - سلول‌هایی با زوائد حرکتی
- ۴) گردش خون بسته - گوارش برون‌سلولی

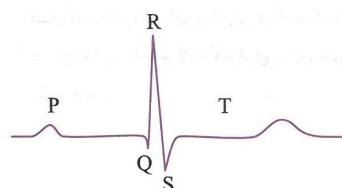
۱۸۲- هر جانوری که ساده‌ترین را دارد، فاقد است. (سراسری خارج از کشور - ۹۳)

- ۱) دستگاه عصبی - تولیدمثل جنسی
- ۲) سامانه گردش خون بسته - گوارش برون‌سلولی
- ۳) گیرنده‌ی نوری - هومئوستازی
- ۴) سامانه گردش مواد - ایمنی هومورال

۱۸۳- کدام گزینه، درست است؟ (سراسری - ۹۴)

- ۱) در نرم‌تنان همانند ملخ، خون توسط یک رگ شکمی به قلب باز می‌گردد.
- ۲) در کرم خاکی برخلاف ملخ، خون غنی از اکسیژن به قلب وارد می‌شود.
- ۳) در ملخ برخلاف ماهی، رگ پشته خون را از انتهای بدن به سوی سر و سایر قسمت‌ها می‌راند.
- ۴) در ماهی همانند کرم خاکی، خون از طریق یک رگ شکمی به سمت بخش‌های عقبی بدن جریان می‌یابد.

۱۸۴- الکتروکاردیوگرام مقابل مربوط به کدام بیماری است؟ (گزینه‌ی دو - ۹۳)



- ۱) نرسیدن خون کافی به میوکارد
- ۲) گُندی انتقال جریان الکتریکی از گره اول به دوم
- ۳) تنگی دریچه‌ی میترال قلب
- ۴) فشار خون مزمن

(گزینه‌ی دو - ۹۴)

۱۸۵- کدام یک مدت زمان بیش‌تری طول می‌کشد؟

- ۱) دیاستول بطن‌ها
- ۲) فاصله‌ی بین صدای اول تا دوم قلب
- ۳) دیاستول دهلیزها
- ۴) فاصله‌ی بین صدای دوم تا اول قلب

(سراسری - مرحله‌ی دوم - ۷۲)

۱۸۶- مواد زائد قابل دفع از کلیه به‌طور نسبی در کدام بیش‌تر است؟

- ۱) سرخرگ برنده
- ۲) سرخرگ کلیه
- ۳) سیاهرگ کلیه
- ۴) مویرگ دومین شبکه‌ی مویرگی

(سراسری - مرحله‌ی دوم - ۷۴)

۱۸۷- پیامد تنگ شدن سرخرگ و ابران کدام است؟

- ۱) کاهش فشار خون و میزان تراوش در شبکه‌ی اول مویرگی
- ۲) کاهش فشار خون و عدم بازجذب در شبکه‌ی دوم مویرگی دور لوله‌ای
- ۳) افزایش فشار خون و میزان تراوش در شبکه‌ی اول مویرگی
- ۴) افزایش فشار خون و بازجذب در شبکه‌ی دوم مویرگی دور لوله‌ای

(سراسری - ۷۹)

۱۸۸- در انسان غلظت کدام ماده در ادرار بیش از پلاسمای خون است؟

- ۱) آلبومین
- ۲) املاح
- ۳) گلوکز
- ۴) گلوبین

(سراسری - ۷۹)

۱۸۹- اوره از چه طریق وارد نفرون می‌شود؟

- ۱) انتشار تسهیل شده
- ۲) انتقال فعال
- ۳) تراوش
- ۴) ترشح

(سراسری خارج از کشور - ۸۷)

۱۹۰- در انسان محل قرار گرفتن کدام، نادرست بیان شده است؟

- ۱) تیموس در جلوی نای
- ۲) مخچه در پشت ساقه‌ی مغز
- ۳) ماهیچه‌ی دوسر در پشت ران
- ۴) گلومرول در بخش مرکزی کلیه

(سراسری خارج از کشور - ۸۹)

۱۹۱- در کلیه‌ی یک انسان سالم، میزان تراوش می‌تواند کم‌تر از مقدار دفع آن‌ها باشد.

- ۱) آمینواسیدها و H^+
- ۲) $NaCl$ و اوره
- ۳) پنی‌سیلین و K^+
- ۴) گلوکز و برخی داروها

(سراسری - ۹۱)

۱۹۲- کدام نادرست است؟ «در کلیه‌های انسان، گلومرول‌ها»

- ۱) در یکی از دو بخش درون کلیه، قرار دارند.
- ۲) محتوی آمینواسیدها و گلوکز می‌باشند.
- ۳) متشکل از مویرگ‌های سرخرگی و سیاهرگی می‌باشند.
- ۴) محتویات خود را به یک سمت نفرون وارد می‌کنند.

(سراسری خارج از کشور - ۹۱)

۱۹۳- کدام نادرست است؟ «در انسان به‌طور معمول، گلومرول»

- ۱) تنها در یک انتهای نفرون وجود دارد.
- ۲) توده‌ای از مویرگ‌های حاوی مواد دفعی می‌باشد.
- ۳) همواره خون تیره را به شبکه‌ی دوم مویرگی می‌رساند.
- ۴) و لوله‌ی پیچ‌خورده‌ی دور در منطقه‌ی قشری کلیه قرار دارند.

- ۱۹۴- کدام بافت زنده در استحکام گیاه بیش تر نقش دارد؟
 (۱) عناصر چوبی (۲) کلرانشیم (۳) کلانشیم (۴) اسکلوئید (سراسری - ۸۴)
- ۱۹۵- سلول های تراکتید بالغ، فاقد کدام اند؟
 (۱) لان (۲) لیگنین (۳) دیواره ی نخستین (۴) دیواره ی پسین (سراسری خارج از کشور - ۸۴)
- ۱۹۶- DNA پلی مرز، به طور معمول در سلول بالغ کدام، فعال است؟
 (۱) عناصر آوندی (۲) اسکلرانشیم (۳) نرم آکنه (۴) کلاهی ریشه (سراسری خارج از کشور - ۸۵ - با تغییر)
- ۱۹۷- هسته در ساختار کدام وجود دارد؟
 (۱) پارامسی (۲) اسپیریلیوم (۳) تراکتید کاج (۴) اسکلرانشیم هلو (سراسری - ۸۶ - با تغییر)
- ۱۹۸- کدام، در انواع سلول های هدایت کننده ی شیره های گیاهی وجود دارد؟
 (۱) هسته (۲) سیتوپلاسم (۳) دیواره ی سلولی (۴) غشای پلاسمایی (سراسری - ۸۶)
- ۱۹۹- ضخامت دیواره ی نخستین در سلول کدام بافت، یکنواخت نیست؟
 (۱) فیبر (۲) اسکلوئید (۳) کلانشیم (۴) کلرانشیم (سراسری - ۸۷)
- ۲۰۰- سلول های بالغ فاقد پروتوپلاست هستند.
 (۱) کلانشیم (۲) پارانشیم فتوستنز کننده (۳) عناصر آوندی (۴) هادی آبکشی (سراسری - ۸۷ - با تغییر)
- ۲۰۱- کدام تعریف برای «پوستک» صحیح تر است؟
 (۱) ماده ی ترشح شده از سلول های روپوست ساقه ی جوان (۲) پلی مری از اسیدهای چرب، مترشحه از لایه ی زیر اپیدرم برگ (۳) خارجی ترین لایه ی سلولی، قرار گرفته بر سطح خارجی برگ ها (۴) لایه ی محافظی دارای سلول های ویژه ی نگهبان روزنه و کرک (سراسری خارج از کشور - ۸۷)
- ۲۰۲- شکل روبه رو، سلولی از کدام بافت را نشان می دهد؟
 (۱) فیبر (۲) اسکلوئید (۳) پارانشیم فتوستنز کننده (۴) کلانشیم (سراسری خارج از کشور - ۸۷)
- 
- ۲۰۳- بسیاری از سلول های واقع در بخش خارجی پوست ساقه های جوان
 (۱) ماده های کوتینی ترشح می کنند. (۲) دیواره ی نخستین ضخیم دارند. (۳) توانایی رشد خود را از دست داده اند. (۴) دیواره ی دومین با ضخامت غیر یکنواخت دارند. (سراسری - ۹۱)
- ۲۰۴- در همه ی گیاهان تولید کننده،
 (۱) اولین علامت جوانه زنی، ظهور ریشه ی رویان است. (۲) سلول های همراه در مجاورت لوله های آبکشی هستند. (۳) تراکتیدهایی باریک و طویل در استوانه ی مرکزی وجود دارند. (۴) سلول هایی با غشای پلاسمایی، هدایت قندها را بر عهده دارند. (سراسری خارج از کشور - ۹۰)
- ۲۰۵- گیاه گوجه فرنگی، برای هدایت مواد معدنی به سلول هایی نیاز دارد که دارند.
 (۱) اندامک های تغییر شکل یافته (۲) باریک و طویل هستند و انشعاب (۳) غشای سلولی و انتهای مخروطی شکل (۴) دیواره ی سلولی و پایانه ای با لوله پیوسته (سراسری - ۹۰ - با تغییر)

۲۰۶- هر سلول گیاهی که می‌باشد،

(سراسری - ۹۲ - با تغییر)

۱) فاقد هسته - شیره‌ی پرورده را به نقاط مختلف گیاه منتقل می‌کند.

۲) فاقد پروتوپلاست زنده - در استحکام اندام‌های گیاهی نقش دارد.

۳) واجد دیواره‌ی نخستین - قابلیت رشد خود را در طول حیات حفظ می‌کند.

۴) دارای پوشش کوتینی - فاقد توانایی تنفس یاخته‌ای می‌باشد.

۲۰۷- هر سلول گیاهی که،

(سراسری خارج از کشور - ۹۲ - با تغییر)

۱) دارای دیواره‌ی دومین است، در انتقال شیره‌ی خام نقش دارد.

۲) در استحکام ساقه نقش دارد، فاقد هسته و غشای پلاسمایی می‌باشد.

۳) فتوسنتز می‌کند، در تولید ATP نقش دارد.

۴) در پایانه‌ی خود دیواره‌ی عرضی ندارد، حاوی اندامک‌های تغییر شکل یافته می‌باشد.

۲۰۸- کدام عبارت درباره‌ی سلول‌های سازنده‌ی تار کشنده‌ی ریشه هویج، درست است؟

(سراسری - ۹۴ - با تغییر)

۱) در پیوستگی شیره خام در آوندهای چوبی نقش دارند.

۲) توسط سلول‌های مرده‌ی نوک ریشه محافظت می‌شوند.

۳) در مجاورت سلول‌های مریستم‌ساز قرار می‌گیرند.

۴) همواره ماده‌ی لیپیدی بر روی دیواره‌ی خود دارند.

۲۰۹- در یک گیاه سه ساله، کدام لایه‌ی آوندی به کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز نزدیک‌تر است؟

(سراسری خارج از کشور - ۸۸)

۱) چوب سال دوم

۲) چوب سال سوم

۳) آبکش سال دوم

۴) آبکش سال سوم

۲۱۰- کدام عبارت، درباره‌ی مهم‌ترین مناطق مریستمی موجود در یک گیاه علفی، نادرست است؟

(سراسری - ۹۵)

۱) تنها در نوک ساقه‌ها و نزدیک به نوک ریشه‌ها قرار دارند.

۲) توسط سلول‌های زنده یا غیر زنده محافظت می‌شوند.

۳) باعث ایجاد سه گروه بافت اصلی گیاه می‌شوند.

۴) در رشد قطری ریشه و ساقه نقش دارند.