



دانشگاه سام نور
پیه

آزمایشگاه فیزیولوژی جانوری ۲

(رشته زیست شناسی)

سوسن لامیان

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست

مقدمه	نه
راهنمای مطالعه و کار	یازده
کاوش ۱: تهویه تنفسی در پستانداران	۱
مفاهیم نظری	۲
آزمایش ۱: اندازه‌گیری حجم‌های استاتیک ششی	۷
آزمایش ۲: اندازه‌گیری، ثبت و بررسی ظرفیت حیاتی - زمانی	۹
آزمایش ۳: بررسی تغییرات ابعاد قفسه‌ی سینه در اثر دم و بازدم	۱۳
آزمایش ۴: بررسی و شناسایی صدای تولید شده در طی دم و بازدم	۱۵
کاوش ۲: ویژگی‌های آنزیم‌ها و تأثیر عوامل مختلف بر فعالیت آنها	۱۷
مفاهیم نظری	۱۷
آزمایش ۱: گوارش نشاسته	۲۱
آزمایش ۲: اثرات pH بر فعالیت آمیلاز	۲۳
آزمایش ۳: اثر دما بر فعالیت آمیلاز بزاق	۲۵
آزمایش ۴: اثر غلظت آنزیم بر فعالیت آمیلاز بزاق	۲۸
آزمایش ۵: اختصاصی بودن عمل آنزیم	۲۹
کاوش ۳: بررسی اندام‌ها و ساختارهای موجود در دستگاه گوارش	۳۱
مفاهیم نظری: تشریح فیزیولوژیکی دستگاه گوارش	۳۱
آزمایش ۱: بررسی تشریح فیزیولوژیکی دستگاه گوارش انسان	۴۳
آزمایش ۲: بررسی دستگاه گوارش موش	۴۴

- ۴۹ مفاهیم نظری: بررسی اندام‌های ضمیمه‌ی دستگاه گوارش
۵۳ آزمایش ۳: بررسی ساختار کبد (جگر)، پانکراس (لوزالمعده)، دستگاه صفراوی

کاوش ۴: اثر آنزیم‌های گوارشی بر مواد غذایی

- ۵۵ مفاهیم نظری
۵۶
۵۹ آزمایش ۱: مطالعه‌ی فعالیت آنزیم آمیلاز در قسمت‌های مختلف لوله‌ی گوارش سوسک حمام
۶۱ آزمایش ۲: مطالعه‌ی گوارش مالتوز و ساکاروز در قسمت‌های مختلف لوله‌ی گوارش سوسک حمام
۶۲ آزمایش ۳: چگونگی گوارش نشاسته توسط آمیلاز پانکراس
۶۴ آزمایش ۴: بررسی گوارش چربی‌ها در قسمت‌های مختلف لوله‌ی گوارش سوسک حمام
۶۴ آزمایش ۵: بررسی گوارش چربی‌ها در روده‌ی انسان
۶۶ آزمایش ۶: بررسی اثر پروتئازها بر پروتئین‌ها در قسمت‌های مختلف لوله‌ی گوارش سوسک حمام
۶۶ آزمایش ۷: مطالعه‌ی گوارش پروتئین‌ها در معده‌ی پستانداران
۶۸ آزمایش ۸: مطالعه‌ی آنزیم‌های لیپاز لوزالمعده
۷۰ آزمایش ۹: بررسی فعالیت آنزیم آمیلاز لوزالمعده
۷۰ آزمایش ۱۰: مطالعه‌ی فعالیت آنزیم تریپسین لوزالمعده

کاوش ۵: بررسی ساختار و اعمال فیزیولوژیکی دستگاه ادراری

- ۷۳ مفاهیم نظری: بررسی ساختار و اعمال فیزیولوژیکی دستگاه ادراری
۷۳
۷۷ آزمایش ۱: بررسی ساختار دستگاه ادراری
۷۸ مفاهیم نظری: بررسی فعالیت تنظیمی کلیه
۸۰ آزمایش ۲: بررسی نقش کلیه‌ها در تعادل آب (در انسان)
۸۲ آزمایش ۳: بررسی عملکرد کلیه در تعادل اسید و باز
۸۴ آزمایش ۴: انتقال مایع پالایش شده در لوله‌های ادراری کلیه‌ی قورباغه

کاوش ۶: تجزیه‌ی ادرار

- ۸۷ مفاهیم نظری
۸۷ فعالیت عملی
۹۰ آزمایش ۱: شناسایی کلرورها در ادرار طبیعی
۹۱ آزمایش ۲: تعیین مقدار کلرورها در ادرار
۹۲ آزمایش ۳: شناسایی فسفات‌ها و منیزیم و سولفات‌ها در ادرار
۹۳ آزمایش ۴: شناسایی اوره در ادرار
۹۵ آزمایش ۵: شناسایی اسید اوریک در ادرار
۹۶ آزمایش ۶: شناسایی کراتین در ادرار
۹۷ آزمایش ۷: جستجوی پروتئین‌ها در ادرار

کاوش ۷: مطالعه‌ی تنظیم اعمال تولیدمثلی به وسیله‌ی هورمون‌های مختلف

- ۹۹ مفاهیم نظری
۱۰۰
۱۰۴ آزمایش ۱: بررسی فعالیت هورمون‌های بیضه
۱۰۶ آزمایش ۲: بررسی فعالیت هورمون‌های تخمدان

۱۰۸	آزمایش ۳: تست بارداری به روش ایمونولوژیکی
۱۱۱	آزمایش ۴: تست بارداری به روش بیولوژیکی
۱۱۳	کاوش ۸: استخوان‌شناسی مهره‌داران (انسان)
۱۱۳	مفاهیم نظری
۱۱۶	آزمایش ۱: مطالعه‌ی تشریح استخوان‌های سر
۱۱۸	مفاهیم نظری
۱۲۲	آزمایش ۲: شناسایی استخوان‌های صورت انسان
۱۲۳	مفاهیم نظری
۱۲۹	آزمایش ۳: شناسایی استخوان‌های تنه انسان
۱۳۱	مفاهیم نظری
۱۳۷	آزمایش ۴: بررسی استخوان‌های تشکیل‌دهنده‌ی اندام بالایی در انسان
۱۳۹	مفاهیم نظری
۱۵۰	آزمایش ۵: بررسی استخوان‌های اندام پایینی
۱۵۵	کاوش ۹: بررسی ساختار و اعمال دستگاه عصبی خودکار
۱۵۶	مفاهیم نظری
۱۶۴	آزمایش ۱: بررسی ساختار اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک
۱۶۶	آزمایش ۲: بررسی اعمال فیزیولوژیکی اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک
۱۷۰	منابع مورد استفاده

مقدمه

کتاب حاضر چکیده‌ای از فیزیولوژی عملی - تجربی دستگاه‌های مختلف بدن و قوانین حاکم بر آنها است. تجربیات آزمایشگاهی به ما امکان می‌دهد که علوم زیستی را با روش درست فراگیریم و توانایی کشف مجهولات را کسب نماییم. تکنیک‌ها و روش‌های مورد استفاده در این کتاب حاصل دسترنج و تلاش‌های پیگیر دانشمندان و فیزیولوژیست‌های متعددی است که لحظات زیادی از عمر خویش را صرف جستجو برای یافتن تئوری‌ها و قوانین و قراردادهای این علم کرده‌اند.

هدف آموزشی نهایی این کتاب این است که دانشجویان با مطالعه‌ی مفاهیم نظری و انجام آزمایش‌های توصیه شده، ضمن درک برخی از مفاهیم پایه‌ای علم فیزیولوژی جانوری، با چگونگی انجام کارهای پژوهشی آشنا شوند و قدرت تفسیر یافته‌ها و تعمیم منطقی آنها را به دست آورند. برای دستیابی به این هدف آموزشی کلی، مطالب کتاب مشتمل بر ۹ کاوش به شرح زیر تدوین شده است:

کاوش یک، به بررسی مکانیسم تنفس می‌پردازد. در این کاوش، شما، ضمن استفاده از دستگاه اسپرومتر، با اندازه‌گیری به روش مستقیم (اسپیرومتری) و یا به روش غیرمستقیم، یعنی تعیین شاخص توراکس (قفسه‌ی سینه) و صدای تولید شده در دم و بازدم، با تهویه ششی آشنا می‌شوید.

کاوش دو، شما را با چگونگی عملکرد آنزیم آمیلاز در بدن جانداران آشنا می‌سازد و عوامل فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر فعالیت آمیلاز را مورد بررسی قرار می‌دهد.

کاوش سه، آنزیم‌های متعددی را که سبب گوارش مواد غذایی (قندی، پروتئینی، چربی) در لوله‌ی گوارش می‌شوند مورد مطالعه قرار می‌دهد و شما را با نحوه‌ی عمل هر یک از آنزیم‌ها در شریط مختلف آشنا می‌سازد. در این کاوش، با چگونگی عملکرد آنزیم‌های مترشحه‌ی غده‌ی پانکراس (لوزالمعده) نیز آشنا می‌شوید.

کاوش چهار، چگونگی فرایند تصفیه گلومرولی و نقش کلیه در تعادل اسید و باز و هموستازی بدن را نشان می‌دهد.

کاوش پنج، اجزا تشکیل‌دهنده‌ی ادرار را مورد بررسی قرار می‌دهد و در طی آن شما با مواد طبیعی و غیرطبیعی موجود در ادرار آشنا می‌شوید.

کاوش شش، به بررسی اثر، هورمون‌های بیضه و تخمدان بر روی دستگاه تناسلی و وزن بدن می‌پردازد و نقش هورمون HCG جفت در تشخیص بارداری را مورد بررسی قرار می‌دهد.

کاوش هفت، به مطالعه‌ی استخوان‌های سازنده‌ی بدن در سه بخش سر و صورت، تنه، اندام‌های بالایی و پایینی، می‌پردازد.

در کاوش هشت، ساختارها و اندام‌های موجود در حفره‌ی شکمی مورد بررسی قرار می‌گیرد. این کاوش به مطالعه‌ی مختصر ساختار دستگاه گوارش و اندام‌های ضمیمه‌ی این دستگاه می‌پردازد.

در کاوش نُه، به بررسی تشریح اعصاب خودکار بدن انسان می‌پردازیم و تأثیر تحریک دستگاه‌های عصبی سمپاتیک و پاراسماتیک بر روی اندام‌های مختلف یک جانور مهره‌دار (خرگوش) را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

در خاتمه، از استادان ارجمند و محترم فیزیولوژی دانشگاه تهران، جنابان آقایان دکتر هوشنگ فرمند و دکتر محمدعلی حائری روحانی و دکتر حسن‌نوده، و همچنین از زحمات ویراستاران محترم سرکار خانم پروانه نورجاه و جناب آقای غلامحسین باباهادی و طراح آموزشی محترم، جناب آقای محمدحسن امیر تیموری صمیمانه سپاسگزاریم.

راهنمای مطالعه و کار

کتابی که به عنوان راهنمای کارهای آزمایشگاهی در دست مطالعه دارید برای یادگیری هر چه بهتر شما به صورت خودآموز تهیه شده است. این کتاب از ۹ بخش به نام «کاوش» تشکیل شده است. هر کاوش یک موضوع کلی را در بر می گیرد که با آزمایش هایی چند مورد بررسی واقع می شود. سازمان بندی، ترتیب و توالی و نوع نگارش این کتاب به گونه ای است که بتوانید مطالب بحث شده را آسان تر درک کنید، آنها را بهتر به ذهن بسپارید و در موارد مقتضی به کار گیرید. به منظور جلوگیری از اتلاف وقت و درک بهتر مفاهیم این کتاب به نکات زیر توجه کنید.

۱. پیش از آغاز مطالعه ی کتاب، هدف های آموزشی نهایی آن را بخوانید. این هدف ها به شما می آموزند که هنگام مطالعه باید در پی فهم چه مطالبی باشید و چگونه دریابید که تمام مطالب را فرا گرفته اید. هدف های آموزشی نهایی کتاب به شما نشان می دهند که در پایان مطالعه و یادگیری این درس، باید قادر به انجام چه کارهایی باشید برای اینکه بتوانید کارهای خواسته شده در هدف نهایی را انجام دهید، باید همه ی کتاب، یعنی کاوش های مختلف آن را مطالعه کنید، آزمایش های توصیه شده را اجرا کنید و فعالیت های مورد نظر را انجام دهید. در هر کاوش نیز هدف های آموزشی مربوطه، روش مطالعه و عمل شما و در عین حال انتظار نهایی ما از شما را بیان می کنند. اگر بتوانید به مجموعه ی هدف های آموزشی کاوش های کتاب دست یابید، در حقیقت به هدف های نهایی کتاب رسیده اید. در مجموع، هدف های آموزشی این کتاب، همانند استاد کلاس درس، به شما می آموزند که این درس را باید چگونه مطالعه کنید، روی چه نکاتی تأکید کنید و چه فعالیت هایی را انجام دهید. هدف های نهایی کتاب و هدف های آموزشی کاوش ها، در عین حال برای گذراندن موفقیت آمیز آزمون این درس، راهنمای شما هستند. بنابراین، لازم است که در مطالعه و انجام فعالیت های هر کاوش ابتدا هدف های آموزشی آن را مطالعه کنید. هنگامی که برای نخستین بار هدفی را می خوانید ممکن است معنای آن را به طور کامل درک نکنید. این مسئله چندان غیرعادی نیست. با مراجعات مجدد در ضمن مطالعه ی متن و یا پس از پایان فعالیت های مربوط، حتماً معنای هدف ها را به طور کامل درک کرده و به اهمیت آنها پی خواهید برد.

۲. دانشجویان موظف اند طبق برنامه ی تنظیم شده، در هر جلسه ی کاری یک یا

چند آزمایش مشخص را انجام دهند و هر یک از افراد گروه گزارش کار مربوطه را جداگانه تنظیم کنند و به مربی خود ارائه دهند. برای انجام برخی از آزمایش‌ها، دانشجویان باید به گروه‌های ۲ یا ۳ نفره (بسته به امکانات آزمایشگاه از نظر مواد و وسایل) تقسیم شوند. این آزمایش‌ها به صورت مشترک و با همکاری تمامی افراد گروه انجام می‌شود. اما، در پایان ترم، آزمون درس به طور انفرادی صورت خواهد گرفت. بنابراین، کلیه افراد گروه باید به شکل فعال در مطالعه‌ی مباحث نظری، انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی و تهیه‌ی گزارش کار شرکت کنند.

۳. در هر کاوش، پس از ذکر هدف‌های آموزشی، ابتدا یک سلسله مفاهیم نظری مطرح می‌شود و سپس این مفاهیم از طریق یک یا چند آزمایش مورد بررسی عملی و دقیق‌تر قرار می‌گیرند. در هر آزمایش پس از ذکر مواد و وسایل لازم، روش انجام کار به صورت گام به گام ارائه می‌شود و سپس با طرح پرسش‌هایی از دانشجو خواسته می‌شود که مشاهدات و نتایج به دست آمده را مورد تعبیر و تفسیر قرار دهد و به پرسش‌های خودآزمایی پاسخ دهد.

لازم است که دانشجویان برای صرفه‌جویی در وقت و نیز داشتن فرصت کافی برای رفع اشکالات مربوط به مفاهیم نظری، و احتمالاً بسط اطلاعات خود در آن زمینه از طریق مراجعه به منابع معرفی شده، با توجه به برنامه‌ی زمان‌بندی شده و قبل از ورود به جلسه‌ی کار آزمایشگاهی، کل مطالب مربوط به آن جلسه را عموماً و مفاهیم نظری مربوط را خصوصاً مطالعه کنند.

۴. هنگام کار در آزمایشگاه حتماً از روپوش استفاده کنید و پس از پایان آزمایش‌ها، وسایل آزمایشگاهی قابل شستشو را با آب و صابون بشوید. برای اندازه‌گیری اسیدها و بازها به ویژه اسیدسولفوریک، اسیدنیتریک و اسیدکلریدریک، هرگز از پیت استفاده نکنید و به جای آن از استوانه‌ی مدرج دقیق و یا پوآر استفاده نمایید.

۵. مفاهیم نظری کاوش‌ها بسیار خلاصه است. برای کسب اطلاعات بیشتر، به ویژه در موارد ذکر شده، به کتاب فیزیولوژی جانوری^۲، نوشته‌ی خانم دکتر پروین رستمی و خانم پروانه نورجاه، یا فیزیولوژی پزشکی تألیف پرفسور آرتور گاتون^۱ و یا کانونگ^۲ مراجعه کنید.

موفق باشید

کاوش یک

تهویه‌ی تنفسی در پستانداران

در این کاوش، به مطالعه چگونگی تبادلات گازی دستگاه تنفسی پستانداران می‌پردازیم و شما را با ساده‌ترین روش اندازه‌گیری حجم هوای مبادله شده در هر دم و بازدم (روش مستقیم یا اسپرومتری) و یا تعیین شاخص توراکس (قفسه‌ی سینه) و صدای دم و بازدم تولید شده در طی چرخه‌ی تنفسی (روش غیرمستقیم) آشنا می‌سازیم. هدف آموزشی کلی این کاوش عبارت است از: «آشنایی با چگونگی تهویه‌ی تنفسی در پستانداران و روش بررسی و نوشتن گزارش کار در این زمینه». برای دستیابی به این هدف آموزشی نهایی، باید پس از مطالعه‌ی مفاهیم نظری و انجام آزمایش‌های این کاوش، به هدف‌های آموزشی جزئی زیر نائل شوید؛ یعنی بتوانید:

۱. حجم‌ها و ظرفیت‌های ششی را تعریف کنید و تفاوت آنها را در مردان و زنان توضیح دهید.
۲. ساختار دستگاه اسپرومتری و طرز کار آن را شرح دهید و با آن کار کنید.
۳. مکانیسم عمل دم و بازدم را توضیح دهید.
۴. حجم هوای تنفسی را در حالات مختلف توسط اسپرومتر ثبت کنید.
۵. حرکات ثبت شده را تجزیه و تحلیل کنید و حجم‌ها و ظرفیت‌های تنفسی را از روی منحنی ثبت شده، محاسبه نمایید.
۶. تغییرات قطر قفسه‌ی سینه را در طی دم و بازدم پیاپی اندازه‌گیری کنید و شاخص سینه‌ای را به دست آورید.
۷. اصوات تولید شده در لوله‌های تنفسی و شش‌ها را هنگام ورود و خروج هوا

از دستگاه تنفسی شناسایی کنید.

مفاهیم نظری

تنفس در پستانداران دو روند را دنبال می‌کند:

الف) تنفس خارجی یا تهویه‌ی ششی؛

ب) تنفس درونی.

تنفس بیرونی به معنای جریان هوا بین محیط و حبابچه‌ها (آلوئول‌ها) است و منظور از تنفس درونی سوختن مواد به‌وسیله‌ی اکسیژن و با دخالت میتوکندری یاخته و در نتیجه تولید انرژی است:

یک روش ساده برای مطالعه‌ی تهویه‌ی ششی، ثبت حجم هوای مبادله شده به درون و بیرون شش‌هاست که بر مبنای دینامیک و کنترل تنفس بیرونی قرار دارد. این روش، اسپیرومتری نامیده می‌شود. برای درک حجم‌های هوای مبادله شده باید حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی را تعریف کرد.

انواع حجم‌های ششی

۱. **حجم هوای جاری**^۱: مقدار هوایی است که در جریان یک دم و بازدم عادی به شش‌ها وارد و یا از آنها خارج می‌شود و مقدار آن در یک مرد جوان طبیعی به‌طور متوسط ۵۰۰ میلی‌لیتر است.

۲. **حجم هوای ذخیره‌ی دمی**^۲: هوایی است که پس از دم عادی، با یک دم عمیق وارد شش‌ها می‌شود و مقدار آن در یک مرد جوان معمولاً به‌طور متوسط ۳۰۰۰ میلی‌لیتر است.

۳. **حجم هوای ذخیره‌ی بازدمی**^۳: حداکثر هوایی است که در پایان یک بازدم عادی می‌توان با یک بازدم عمیق از شش‌ها خارج کرد و مقدار آن را در یک مرد جوان سالم در حدود ۱۵۰۰ - ۱۰۰۰ سانتی‌متر مکعب است.

۴. **حجم هوای باقی‌مانده**^۴: مقدار حجم هوایی است که پس از یک بازدم عمیق

1. Tidal Volume (TV)

2. Inspiratory Reserve Volume (IRV)

3. Expiratory Reserve Volume (ERV)

4. Residual Volume (RV)

در شش‌ها باقی می‌ماند و هیچگاه نمی‌توان آن را حتی با عمیق‌ترین بازدم از شش‌ها خارج کرد و مقدار آن در یک مرد جوان طبیعی به‌طور متوسط ۱۲۰۰ میلی‌لیتر است.

انواع ظرفیت‌های ششی

مجموع چند حجم ششی را ظرفیت ششی گویند.

۱. **ظرفیت دمی**^۱: مجموع هوای جاری و حجم ذخیره‌ی دمی است. این ظرفیت برابر حداکثر مقدار هوایی است که شخص می‌تواند با یک دم عمیق وارد شش‌های خود سازد و آنها را تا حد ممکن متسع کند.

۲. **ظرفیت باقی‌مانده‌ی عملی**^۲: برابر با مجموع حجم ذخیره‌ی بازدمی و حجم باقی‌مانده است و برابر مقدار هوایی است که در پایان بازدم عادی در شش‌ها باقی می‌ماند و مقدار آن به‌طور متوسط ۲۳۰۰ میلی‌لیتر است.

۳. **ظرفیت کل ششی**^۳: مقدار کل هوایی است که پس از یک دم کاملاً عمیق، در شش‌ها وجود دارد و برابر مجموع ظرفیت‌های حیاتی و حجم باقی‌مانده است و مقدار آن در یک مرد جوان سالم ۵۸۰۰ میلی‌لیتر است.

۴. **ظرفیت حیاتی - زمانی ششی**: حداکثر مقدار هوای خارج شده از شش‌ها در ثانیه‌ی اول، در طی یک بازدم عمیق و سریع و پس از دم عمیق را ظرفیت حیاتی - زمانی گویند. به عبارت دیگر، کل هوایی است که در ثانیه‌ی اول و پس از یک دم عمیق می‌توان با یک بازدم عمیق و سریع از شش‌ها خارج کرد. گاهی مقدار هوای خارج شده در دو یا سه ثانیه‌ی اول نیز مورد توجه است.

تمام حجم‌ها و ظرفیت‌های ششی در بانوان حدود ۲۰ تا ۲۵٪ کمتر از مردان است. مقدار این حجم‌ها در افراد درشت جثه و ورزشکار بیشتر از افراد کوچک جثه و ضعیف است. حجم هوا در دماهای مختلف متفاوت است و برای تبدیل شرایط بدن به شرایط اسپرومتری مقادیر به‌دست آمده از منحنی‌ها را در ضریب تصحیح مناسب ضرب می‌کنند. همه‌ی حجم‌ها و ظرفیت‌های ششی، غیراز حجم هوای باقی‌مانده و ظرفیت‌های کل ششی و باقی‌مانده‌ی عملی، توسط اسپرومتر قابل اندازه‌گیری است.

1. Inspiratory Capacity (IC)

2. Functional Residual Capacity (FRC)

3. Total Lung Capacity (T. L. C)

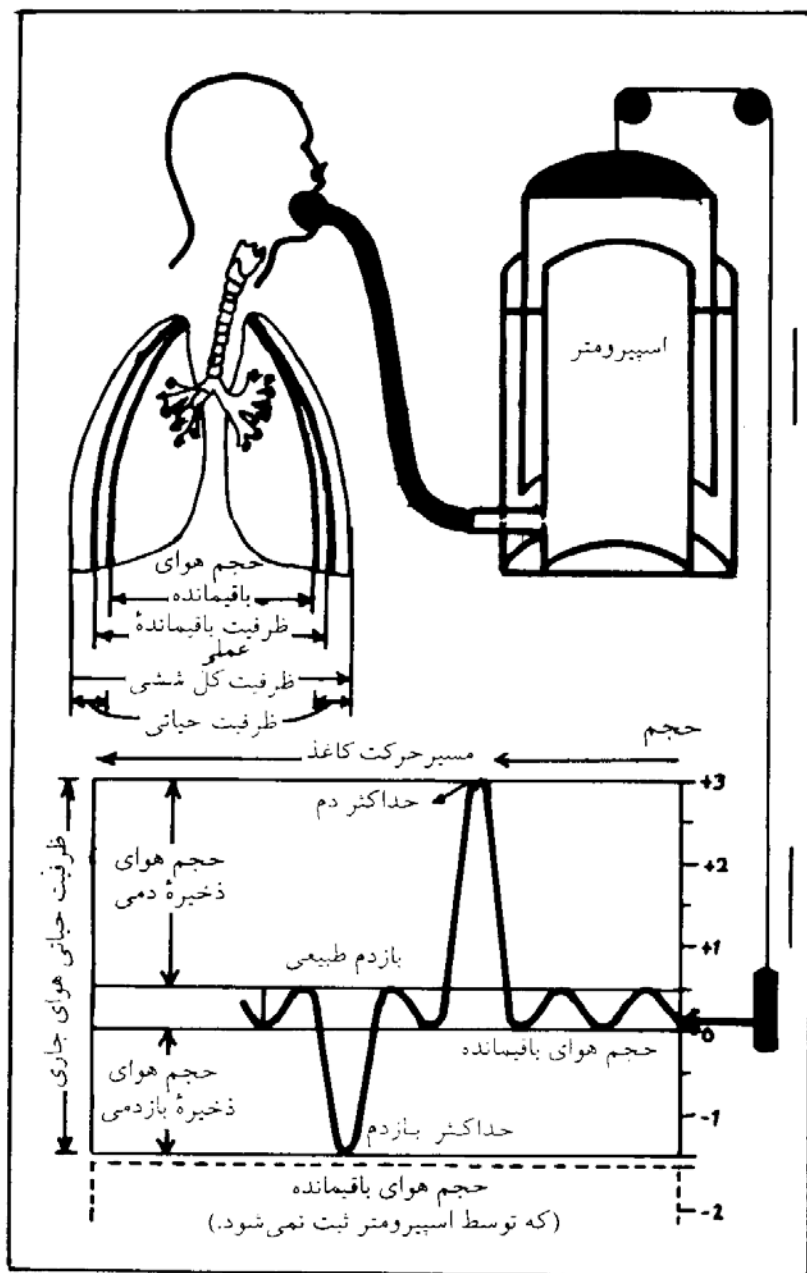
حجم‌ها و ظرفیت‌هایی که به وسیله‌ی دستگاه اسپرومتر ثبت می‌شود (شکل ۱-۱) با مقدار واقعی آنها در شش تفاوت دارد و به عواملی مثل فشار هوای محیط، دما (دمای اسپرومتر یا بدن) و درجه‌ی اشباع‌پذیری بخار آب و هوای موجود در اسپرومتر و هوای درون شش‌ها بستگی دارد. برای تصحیح اعداد به دست آمده از اسپرومتر و تبدیل آن با شرایط بدن از جدول زیر استفاده کنید.

دمای اسپرومتر	ضریب تصحیح	دمای اسپرومتر	ضریب تصحیح
۱۵	۱/۳۷	۲۱	۱/۱۰۳
۱۶	۱/۱۳۱	۲۲	۱/۰۹۸
۱۷	۱/۱۲۶	۲۳	۱/۰۹۲
۱۸	۱/۲۰	۲۴	۱/۰۸۶
۱۹	۱/۱۱۴	۲۵	۱/۰۸۰
۲۰	۱/۱۰۹	۲۶	۱/۰۷۴
		۲۷	۱/۰۶۸

می‌توان ظرفیت حیاتی - زمانی را از روی منحنی اسپرومتری اندازه گرفت و در تشخیص افتراقی بیماری‌های ششی از آن استفاده کرد (شکل ۱-۱).

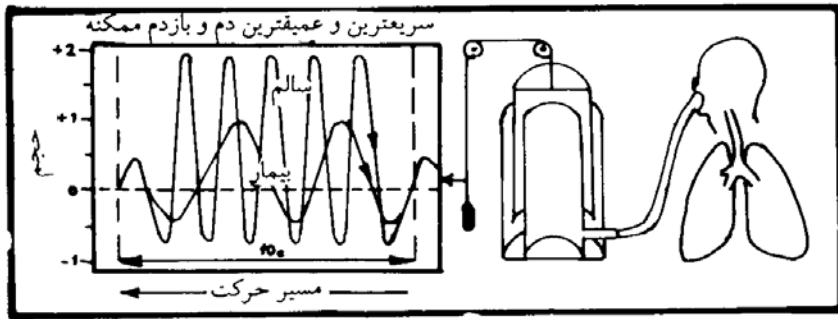
شرح دستگاه اسپرومتر

ثبت حجم‌ها و ظرفیت‌های ششی به وسیله‌ی اسپرومتر امکان‌پذیر است. این دستگاه از استوانه‌ی دو جداره‌ای تشکیل شده است که بین دو جدار آن آب ریخته می‌شود و سرپوش سبکی به طور معکوس روی آن قرار می‌گیرد. درون اسپرومتر هوا وجود دارد و ظرف معکوس توسط زنجیره‌ای به یک قرقره متصل است. در انتهای زنجیر، وزنه‌ای قرار دارد که تعادل دستگاه را حفظ می‌کند. این دستگاه با محیط خارج ارتباط دارد، زیرا دو لوله‌ی خرطومی وجود دارد که یکی از آنها پس از عبور از ظرف محتوی آهک سوددار (آهک سوده) هوای بازدمی را وارد زیر محفظه می‌کند (آهک سوددار CO_2 هوای بازدمی را جذب می‌کند) و دیگری به یک دهانه‌ی سه طرفه ختم می‌شود که در

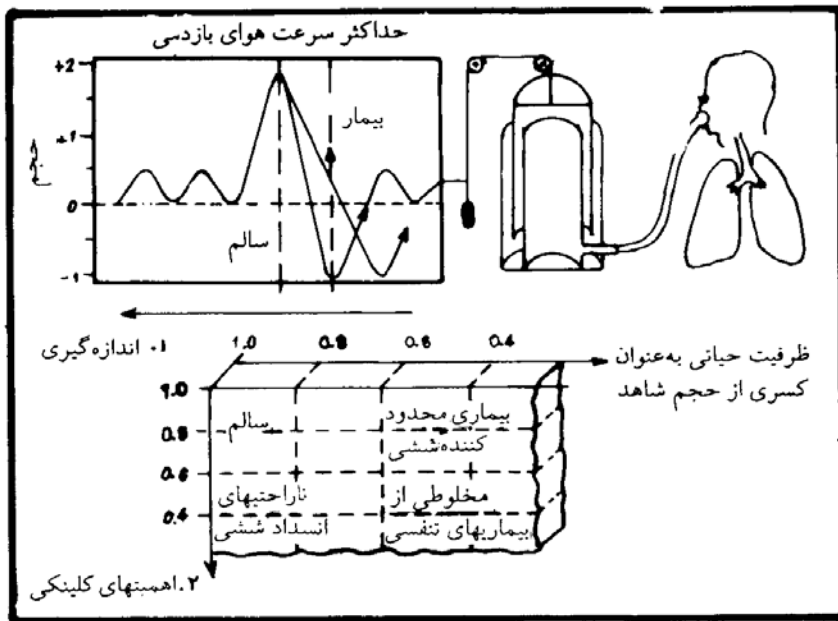


شکل الف

شکل ۱-۱. الف) نمونه‌ای از دستگاه اسپیرومتر و انواع حجم‌های ششی را نشان می‌دهد.



A



B

شکل ب

- ب) نمونه‌ای از منحنی‌هایی که توسط دستگاه اسپرومتر ترسیم شده است را نشان می‌دهد.
- A. محدودیت تنفسی
- B. حجم هوای بازدمی سریع در ثانیه اول (FEV_1)
۱. اندازه‌گیری بازدم سریع در ثانیه اول
۲. کاربرد کلینیکی این اندازه‌گیری

وسط آن قطعه‌ی دهانی قرار دارد. در هنگام دم، هوای درون اسپرومتر به شش‌ها وارد می‌شود و هوای بازدمی از طریق لوله‌ی خرطومی دیگری به اسپرومتر بر می‌گردد. قطعه‌ی دهانی طوری ساخته شده است که به وسیله‌ی دریچه‌های خود هوای بازدمی را به درون لوله‌ی خرطومی هدایت می‌کند و هوای دمی را مستقیماً از محفظه‌ی مزبور به شش‌ها انتقال می‌دهد. بر اثر حرکات تنفسی، استوانه‌ی معکوس در درون آب حرکت می‌کند، منحنی تنفسی توسط قلم ثبات روی کاغذ ویژه‌ای ثبت می‌شود. کاغذ ویژه‌ی اسپرومتری عموماً دارای دو خط‌کشی است. خانه‌های عمودی آن نمایانگر میزان حجم (ml) و خانه‌های افقی نمایانگر سرعت حرکت کاغذ بر حسب زمان است که بستگی به سرعت چرخش استوانه‌ی ثبات دارد. (شکل ۱-۱)

فعالیت‌های عملی

آزمایش ۱: اندازه‌گیری حجم‌های استاتیک شش

مواد لازم مورد نیاز

استوانه‌ی ثبات

اسپرومتر

کاغذ اسپرومتر + جوهر ویژه

الکل ۷۰٪ و پنبه

گیره‌ی بینی

روش کار

۱. کاغذ ویژه اسپرومتر را به کمک نوار چسب به دور استوانه‌ی ثبات بپیچید.
۲. سرپوش معکوس را به کمک دست به آرامی چند بار بالا و پایین ببرید تا هوای درون سرپوش و لوله‌ها تهویه شود.
۳. سرپوش را طوری تنظیم کنید که قلم ثبات کمی پایین‌تر از وسط کاغذ قرار گیرد و آن را نقطه‌ی صفر نامگذاری کنید.
۴. دهانه‌ی سه طرفه را طوری تنظیم کنید تا لوله‌های دمی و بازدمی به مجرای قطعه‌ی دهانی مربوط گردد.

۵. قطعه‌ی دهانی را با الکل ۷۰٪ کاملاً ضدعفونی کنید و بر روی دهان بگذارید.
۶. باید روی چهارپایه‌ای در جلو اسپرومتر بنشینید و سپس کلید استوانه‌ی ثبات را روشن کنید.
۷. ابتدا یک دم آهسته طبیعی بکشید. سرپوش به طرف پایین آمده و قلم ثبات بالا می‌رود. سپس توسط بازدم معمولی نفس خود را خارج کنید. سرپوش به طرف بالا و قلم ثبات به طرف پایین حرکت می‌کند. این عمل را ۶ بار تکرار کنید و میانگین آن را محاسبه نمایید. این حجم هوا نشان‌دهنده‌ی چیست؟ (به علت اینکه مجرای مربوط به قطعه‌ی دهانی با مجرای مربوط به هوای خارج مرتبط است، لذا از هوای خارج تنفس می‌کنید، بنابراین، هر چند دقیقه یک بار و در پایان بازدم معمولی قطعه‌ی دهانی را در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید تا ارتباط با هوای خارج قطع شود).
۸. نفس دیگری بکشید و هوای جاری را تخلیه کنید. سپس تا آنجا که ممکن است هوا را وارد شش‌ها کنید. این عمل را سه بار انجام دهید و میانگین حجم را محاسبه کنید. این حجم نشان‌دهنده‌ی چیست؟
۹. ابتدا چند دم و بازدم عادی انجام دهید. سپس در انتهای یک دم معمولی تا آنجا که ممکن است هوا را از شش‌ها خارج کنید. این عمل را سه بار تکرار کنید و میانگین حجم را محاسبه کنید. این حجم نشان‌دهنده‌ی چیست؟
۱۰. چند دم و بازدم معمولی انجام دهید و سپس تا آنجا که ممکن است یک دم عمیق بکشید و هوا را تا آنجا که ممکن است از شش‌های خود به داخل قطعه‌ی دهانی خارج کنید. این عمل را نرم و آهسته انجام دهید و هوا را ناگهانی خارج نکنید. دوباره این عمل را تکرار کنید و متوسط حجم را محاسبه کنید. این عدد نشان‌دهنده‌ی چیست؟
۱۱. از داده‌های به‌دست آمده حجم ذخیره‌ی بازدمی را محاسبه کنید. مورد ۷ تا ۱۱ را در وضعیت نشسته، ایستاده، خمیده (دولاشده)، خوابیده (بیدار) اندازه‌گیری کنید.
۱۲. تعداد تنفس آرام شخصی را که تاکنون مورد آزمایش قرار نگرفته است در عرض ۳۰ ثانیه تا یک دقیقه بشمارید. فرض کنید که میزان تنفس او به همان تعداد تنفس شخص آزمایش شده است. سپس مقدار حجم هوای جاری را در تعداد تنفس در

دقیقه محاسبه کرده و آن را به عنوان حجم تنفسی در دقیقه ثبت کنید. مقدار هوای تنفس شده را در طی تنفس آرام در یک ساعت و یک روز محاسبه کنید.

مفاهیم نظری

اندازه‌گیری ظرفیت حیاتی - زمانی^۱

عمل دم توسط انقباض دیافراگم و ماهیچه‌ای بین دنده‌ای خارجی آغاز می‌شود و نیاز به صرف انرژی دارد. انقباض دیافراگم سبب می‌شود که این ماهیچه به طرف پایین حرکت کند و این امر قفسه‌ی سینه را از بالا به پایین بزرگ می‌کند. ماهیچه‌های شکمی، به تدریج که دیافراگم پایین می‌آید، شل می‌شوند. انقباض ماهیچه‌ای بین دنده‌ای خارجی، دنده را بالا می‌کشد و در همان زمان آنها را کمی چرخش می‌دهد و به این ترتیب استخوان جناغ را به جلو می‌راند و این عمل قفسه‌ی سینه را از طرفین و از جلو به عقب بزرگ می‌کند و سبب کاهش فشار در این محوطه می‌شود. در نتیجه، هوا به داخل شش‌ها هجوم می‌آورد. ورود هوا آنقدر ادامه می‌یابد تا فشار شش‌ها و هوا برابر شود. عمل بازدم (در تنفس آرام) یک عمل غیرفعال است و در نتیجه‌ی رفع انقباض ماهیچه‌های دمی و بازگشت ارتجاعی شش‌های کشیده شده، به وجود می‌آید که حجم قفسه‌ی سینه کاهش می‌یابد. رفع انقباض ماهیچه‌ی دیافراگم سبب برگشت آن به وضعیت شروع دم شده و فشار هوا در شش‌ها بیشتر از محیط بیرون می‌شود و در نتیجه هوا از شش‌ها خارج می‌گردد. شش‌ها به علت دارابودن بافت قابل ارتجاع و وجود کشش سطحی ناشی از لایه‌ی آب موجود در حبابچه‌ها، تمایل به جمع شدن و کوچک شدن دارند.

فعالیت‌های عملی

آزمایش ۲: اندازه‌گیری، ثبت و بررسی ظرفیت حیاتی - زمانی

مواد و وسایل مورد نیاز

کلیه‌ی مواد و لوازم آزمایش یک

روش کار

۱. روی صندلی بنشینید و چند دقیقه استراحت کنید. چند دم و بازدم معمولی را انجام دهید. سپس بینی خود را ببندید و از طریق قطعه‌ی دهانی اسپرومتر یک دم عمیق بکشید و نفس خود را به مدت یک یا دو ثانیه نگه دارید.
۲. بلافاصله، استوانه‌ی ثبات را روشن کنید و سرعت آن را روی ۱cm/۱(s) بگذارید.
۳. نفس محبوس شده را تا آنجا که امکان دارد با حداکثر فشار و سرعت ممکن از شش‌ها خارج نمایید (بازدم عمیق) و سه بار این عمل را تکرار کنید و حجم متوسط آن را محاسبه نمایید.
۴. دستگاه را خاموش کنید و قطعه‌ی دهانی را خارج کرده و گیره‌ی بینی را باز کنید.
۵. بلافاصله دمای آزمایشگاه را یادداشت کنید و با روش زیر مقدار بازدم سریع در ثانیه‌ی اول را محاسبه کنید.

روش محاسبه

از نقطه‌ی آغاز منحنی بازدم سریع ثبت شده (نقطه‌ی یک) به محور زمان عمود کنید (نقطه‌ی دو). از نقطه‌ی دو به اندازه‌ی یک سانتی‌متر (یعنی به اندازه‌ی یک ثانیه) جدا کنید (نقطه‌ی سه) از نقطه‌ی سه به منحنی عمود کنید (۴). از نقطه‌ی چهار خطی موازی نقطه‌ی دو - سه رسم کنید تا نقطه‌ی پنج به دست آید. حال خط یک - پنج را از روی درجات تعیین شده‌ی کاغذ اسپرومتر بخوانید. عدد به دست آمده حجم هوای بازدمی سریع در ثانیه‌ی اول^۱ خواهد بود. حال با استفاده از دما از روی جدول ضریب تصحیح را بیابید و در عدد به دست آمده ضرب کنید. از روی این منحنی می‌توان ثانیه‌ی دوم و سوم را نیز محاسبه کرد. این عدد در افراد طبیعی برابر ظرفیت حیاتی است ولی در افراد مبتلا به ناراحتی‌های ششی (مثل انسداد ششی) کمتر از ظرفیت حیاتی است که معمولاً به صورت درصد ظرفیت حیاتی بیان می‌شود.

$$\% \frac{FEV_1}{FVC} = \frac{\text{بازدم سریع در ثانیه اول}}{\text{ظرفیت حیاتی}} \times 100$$