

بیوشیمی ورزشی پیشرفته

واسیلیس موگیوس

مترجمان:

دکتر نادر حامد چمن (عضو هیأت علمی دانشگاه شمال)

دکتر میثم شعبانی نیا (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر)

دکتر لنا مطلبی (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر)

دکتر محمد سجادیان (عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر)

دکتر علی دلپیشه (پژوهشگر پسا دکتري دانشگاه سارلند آلمان)

ویراستار علمی:

دکتر میثم شعبانی نیا



بیوشیمی ورزشی پیشرفته

تألیف: واسیلیس موگیوس
ترجمه: دکتر نادر حامدچمن، دکتر میثم شعبانی‌نیا، دکتر لنا مطلبی، دکتر محمد سجادیان، دکتر علی دلپیشه
ویراستار علمی: دکتر میثم شعبانی‌نیا
| مدیر گرافیک/راضیه امیری
| مدیر هنری و طراح جلد/ محمودرضا لطیفی
| ناظر چاپ/ راضیه امیری
| نوبت چاپ/ اول ۱۴۰۴
| شمارگان/ ۵۰ نسخه
| شابک / ۹۷۸-۶۲۲-۴۲۷-۰۹۵-۵

قیمت: ۸۹۹۰۰۰۰ ریال

سرشناسه: موگیوس، واسیلیس، ۱۹۵۸ - م. Mougios, Vassilis
عنوان و نام پدیدآور: بیوشیمی ورزشی پیشرفته/ تألیف واسیلیس موگیوس؛ ترجمه نادر حامدچمن... [و دیگران]؛
ویراستار علمی میثم شعبانی‌نیا.
مشخصات نشر: تهران: انتشارات حتمی، ۱۴۰۴. / مشخصات ظاهری: ۵۶۶ ص.؛ مصور، جدول، نمودار؛ ۲۲ × ۲۹ س.م.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۴۲۷-۰۹۷-۹ / وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: عنوان اصلی: [۲۰۲۰]، ۲nd. ed, Exercise biochemistry
یادداشت: ترجمه نادر حامدچمن، میثم شعبانی‌نیا، لنا مطلبی، محمد سجادیان، علی دلپیشه.
یادداشت: کتاب حاضر با عنوان "بیوشیمی فعالیت ورزشی و تمرین" و ترجمه‌ی عبدالرضا کاظمی ... [و دیگران] توسط
انتشارات بامداد کتاب در سال ۱۴۰۳ فیپا گرفته است.
عنوان دیگر: بیوشیمی فعالیت ورزشی و تمرین.
موضوع: تمرین‌های ورزشی - جنبه‌های فیزیولوژیکی Exercise -- Physiological aspects
زیست‌شیمی Biochemistry / ماهیچه‌ها - متابولیسم Muscles -- Metabolism
ورزش-- جنبه‌های فیزیولوژیکی Sports-- Physiological aspects
شناسه افزوده: حامدچمن، نادر، ۱۳۷۰ - مترجم/ شناسه افزوده: شعبانی‌نیا، میثم، ۱۳۶۰ - ویراستار
رده بندی کنگره: QP۳۰۱
رده بندی دیویی: ۶۱۲/۰۴۴
شماره کتابشناسی ملی: ۱۰۱۳۱۶۰۲ / اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا/ کد پیگیری: ۱۰۱۲۹۰۵۵



مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، بین خیابان ۱۲ فروردین و اردیبهشت، ساختمان ۱۳۶۰، طبقه پنجم، واحد ۲۳

۶۶۴۰۳۱۷۰ | ۶۶۴۰۳۱۶۲

hatmipg.com | hatmipg

توجه:

به موجب ماده ۵ قانون حمایت، از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ کلیه حقوق این کتاب برای انتشارات حتمی محفوظ می‌باشد و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق استفاده از آن را ندارد و متخلفین به موجب این قانون تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



فهرست مطالب

۱۴	بخش اول: مبانی بیوشیمی
۱۶	فصل ۱: مقدمه
۱۷	۱-۱. عناصر شیمیایی
۱۹	۲-۱. پیوندهای شیمیایی
۲۰	۳-۱. مولکول‌ها
۲۲	۴-۱. یون‌ها
۲۳	۵-۱. رادیکال‌ها
۲۳	۶-۱. تأثیر قطبی بودن بر میل ترکیبی
۲۴	۷-۱. محلول‌ها
۲۵	۸-۱. واکنش‌های شیمیایی
۲۶	۹-۱. تعادل شیمیایی
۲۷	۱۰-۱. pH
۲۸	۱۱-۱. تبادل اسید و باز
۳۰	۱۲-۱. سیستم‌های بافری
۳۱	۱۳-۱. دسته‌بندی مواد زیستی
۳۲	۱۴-۱. دسته‌بندی مواد مغذی
۳۳	۱۵-۱. ساختار سلول
۳۹	فصل ۲: متابولیسم
۴۰	۱-۲. تغییرات انرژی آزاد واکنش‌های سوخت‌وسازی
۴۲	۲-۲. عوامل تعیین‌کننده در تغییرات انرژی آزاد
۴۴	۳-۲. ATP انرژی رایج سلول
۴۶	۴-۲. مراحل سوخت‌وساز
۴۸	۵-۲. واکنش‌های اکسایش - احیاء
۵۳	۶-۲. مروری بر کاتابولیسم
۵۸	فصل ۳: پروتئین‌ها

۵۸	۱-۳. اسیدهای آمینه، بلوک‌های ساختاری پروتئین‌ها
۶۱	۲-۳. پیوند پپتیدی
۶۲	۳-۳. ساختار اولیه پروتئین‌ها
۶۴	۴-۳. ساختار دوم
۶۶	۵-۳. ساختار سوم
۶۸	۶-۳. واسرشت (تقلیب)
۶۹	۷-۳. ساختار چهارم
۶۹	۸-۳. عملکرد پروتئین
۷۱	۹-۳. حامل‌های اکسیژن
۷۲	۱۰-۳. میوگلوبین
۷۵	۱۱-۳. ساختار هموگلوبین
۷۶	۱۲-۳. ویژگی‌های شگفت انگیز هموگلوبین
۷۹	۱۳-۳. آنزیم‌ها
۸۰	۱۴-۳. جایگاه فعال
۸۱	۱۵-۳. مکانیسم اثر آنزیم‌ها بر سرعت واکنش
۸۳	۱۶-۳. عوامل اثر گذار بر سرعت واکنش‌های آنزیمی
۹۱	فصل ۴: اسید نوکلئیک و بیان ژن
۹۲	۱-۴. معرفی اسیدهای نوکلئیک
۹۲	۲-۴. معرفی اسیدهای نوکلئوتید
۹۳	۳-۴. دزوکسی ریبونوکلئوتیدها، ساختار اصلی DNA
۹۶	۴-۴. ساختار اصلی DNA
۹۷	۵-۴. مارپیچ دورشته‌ای DNA
۹۹	۶-۴. ژنوم موجودات زنده
۱۰۱	۷-۴. همانند سازی DNA
۱۰۴	۸-۴. جبهش‌ها
۱۰۵	۹-۴. ریبونوکلئیک اسید (RNA)
۱۰۷	۱۰-۴. نسخه برداری: رونویسی
۱۰۹	۱۱-۴. قلمرو نسخه برداری: محدوده رو نویسی

۱۱۰	۴-۱۲. ژن‌ها و بیان ژن
۱۱۳	۴-۱۳. RNA پیک (پیامبر)
۱۱۴	۴-۱۴. ترجمه
۱۱۵	۴-۱۵. رمز ژنتیک
۱۱۷	۴-۱۶. RNA ی ناقل
۱۱۸	۴-۱۷. ادامه ترجمه
۱۲۰	۴-۱۸. گونه‌های جدید RNA
۱۲۱	۴-۱۹. RNA ، در پیدایش حیات ؟
۱۲۸	فصل ۵: کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها
۱۲۸	۵-۱. کربوهیدرات‌ها
۱۲۹	۵-۲. منوساکاریدها
۱۳۲	۵-۳. الیگوساکاریدها
۱۳۳	۵-۴. پلی ساکاریدها
۱۳۶	۵-۵. دسته‌بندی کربوهیدرات‌های موجود در غذا
۱۳۶	۵-۶. چربی‌ها
۱۳۶	۵-۷. اسیدهای چرب
۱۴۰	۵-۸. تری اسیل گلیسرول‌ها
۱۴۱	۵-۹. فسفولیپیدها
۱۴۴	۵-۱۰. استروئیدها
۱۴۴	۵-۱۱. غشای سلول
۱۴۷	فصل ۶: ویتامین‌ها و مواد معدنی
۱۴۷	۶-۱. ویتامین‌های محلول در آب
۱۵۴	۶-۲. ویتامین‌های محلول در چربی
۱۵۹	۶-۳. مواد معدنی آهن‌دار
۱۶۲	۶-۴. مواد معدنی غیر فلزی
۱۶۴	۶-۵. عناصر در بدن انسان
۱۶۹	بخش ۲: بیوشیمی فرآیندهای عصبی و عضلانی حرکت
۱۷۰	فصل ۷: کنترل عصبی حرکت

۱۷۱	۱-۷. مسیر دو گانه انتقال پیام عصبی
۱۷۳	۲-۷. پتانسیل استراحت
۱۷۶	۳-۷. پتانسیل عمل
۱۷۷	۴-۷. انتشار پتانسیل عمل
۱۷۹	۵-۷. انتقال تکانه عصبی از یک نورون به نورون بعدی
۱۸۱	۶-۷. به وجود آمدن یک تکانه عصبی
۱۸۳	۷-۷. پیوندگاه عصبی عضلانی
۱۸۶	۸-۷. تغییر در فعالیت نورون حرکتی هنگام فعالیت ورزشی
۱۸۸	۹-۷. ابزاری مرکب در خدمت پژوهش
۱۹۳	فصل ۸: انقباض عضله
۱۹۳	۱-۸. ساختار سلول عضله
۱۹۵	۲-۸. نظریه سُرخوردن الیاف
۱۹۷	۳-۸. ویژگی‌های شگفت انگیز میوزین
۱۹۷	۴-۸. ساختار میوزین
۱۹۹	۵-۸. اکتین
۲۰۰	۶-۸. ساختار سارکومر
۲۰۱	۷-۸. ساز و کار تولید نیرو
۲۰۳	۸-۸. انواع انقباض عضلانی
۲۰۴	۹-۸. ایزو فرم‌های میوزین و انواع تار عضلانی
۲۰۵	۱۰-۸. کنترل فعالیت انقباضی عضله توسط Ca^{2+}
۲۰۷	۱۱-۸. جفت شدن تحریک - انقباض
۲۱۵	بخش سوم: متابولیسم فعالیت ورزشی
۲۱۵	III-۱- تعریف فعالیت ورزشی و فعالیت بدنی
۲۱۶	III-۲- اصول سوخت و ساز فعالیت ورزشی
۲۱۷	III-۳- پارامترهای فعالیت ورزشی
۲۱۹	III-۴- مفهوم کنترل متابولیکی در فعالیت ورزشی
۲۲۲	III-۵- منابع انرژی در فعالیت ورزشی
۲۲۲	III-۶- مدل‌های تجربی مورد استفاده برای مطالعه متابولیسم فعالیت ورزشی

۲۲۴ III-۷- تکنیک‌های آزمایشگاهی در مطالعه متابولیسم در فعالیت ورزشی

۲۲۷ فصل ۹: ترکیبات حامل فسفریل با ظرفیت بالا

۲۲۸ ۹-۱. چرخه ATP-ADP

۲۳۰ ۹-۲. چرخه ADP - ATP در فعالیت ورزشی

۲۳۲ ۹-۳. کراتین فسفات

۲۳۵ ۹-۴. نگاهی به سوخت‌وساز ورزشی

۲۳۷ ۹-۵. حذف AMP از راه آمین زدایی

۲۴۰ ۹-۶. تجزیه پورین

۲۴۵ فصل ۱۰: سوخت‌ساز کربوهیدرات‌ها در فعالیت ورزشی

۲۴۶ ۱۰-۱. هضم، جذب و توزیع کربوهیدرات‌ها در بدن

۲۴۹ ۱۰-۲. ذخایر گلیکوژن در بدن

۲۵۰ ۱۰-۳. سنتز گلیکوژن (گلیکوژنز)

۲۵۳ ۱۰-۴. تجزیه گلیکوژن (گلیکوژنولیز)

۲۵۵ ۱۰-۵. فعالیت ورزشی سرعت گلیکوژنولیز را در عضله افزایش می‌دهد

۲۵۸ ۱۰-۶. آبخار AMP حلقوی

۲۶۲ ۱۰-۷. مروری بر تأثیر فعالیت ورزشی بر سوخت‌وساز گلیکوژن عضلانی

۲۶۴ ۱۰-۸. گلیکولیز

۲۶۸ ۱۰-۹. فعالیت ورزشی سرعت گلیکولیز را در عضله افزایش می‌دهد.

۲۷۱ ۱۰-۱۰. اکسایش پیرووات

۲۷۴ ۱۰-۱۱. فعالیت ورزشی سرعت اکسایش پیرووات را در عضله افزایش می‌دهد.

۲۷۵ ۱۰-۱۲. چرخه اسید سیتریک

۲۷۸ ۱۰-۱۳. فعالیت ورزشی سرعت چرخه اسید سیتریک را در عضله افزایش می‌دهد.

۲۷۹ ۱۰-۱۴. زنجیره انتقال الکترونی

۲۸۱ ۱۰-۱۵. فسفر یله شدن اکسایشی

۲۸۲ ۱۰-۱۶. انرژی حاصل از زنجیره انتقال الکترونی

۲۸۴ ۱۰-۱۷. تولید انرژی از اکسایش کربوهیدرات‌ها

۲۸۵ ۱۰-۱۸. فعالیت ورزشی سرعت فسفر یله شدن اکسایشی را در عضله افزایش می‌دهد.

۲۸۶ ۱۰-۱۹. تولید لاکتات در عضله هنگام فعالیت ورزشی

- ۲۸۹ ۱۰-۲۰. احتمالاً تولید لاکتات دلیل خستگی نیست
- ۲۸۹ ۱۰-۲۱. تولید لاکتات به دلیل کمبود اکسیژن نمی‌باشد
- ۲۹۱ ۱۰-۲۲. ویژگی‌های کاتابولیسم بی‌هوازی کربوهیدرات
- ۲۹۲ ۱۰-۲۳. مصرف لاکتات
- ۲۹۴ ۱۰-۲۴. گلوکونئوزنز
- ۲۹۸ ۱۰-۲۵. مسیر کوتاه گلوکونئوزنز
- ۳۰۰ ۱۰-۲۶. فعالیت ورزشی سرعت گلوکونئوزنز کبدی را افزایش و گلیکولیز را کاهش می‌دهد.
- ۳۰۲ ۱۰-۲۷. چرخه کوری
- ۳۰۳ ۱۰-۲۸. فعالیت ورزشی سرعت گلیکونئولیز کبدی را افزایش و گلیکونئوز کبدی را کاهش می‌دهد.
- ۳۰۵ ۱۰-۲۹. کنترل غلظت پلاسمایی گلوکز
- ۳۱۰ ۱۰-۳۰. اثر ورزش بر کنترل غلظت پلاسمایی گلوکز
- ۳۱۱ ۱۰-۳۱. تجمع لاکتات خون
- ۳۱۲ ۱۰-۳۲. کاهش لاکتات خون
- ۳۱۴ ۱۰-۳۳. آستانه‌ها

فصل ۱۱: سوخت‌وساز چربی در فعالیت ورزشی

- ۳۲۰ ۱۱-۱. هضم، جذب و توزیع تری‌اسیل‌گلیسرول در بدن
- ۳۲۶ ۱۱-۲. هضم، جذب و توزیع سایر چربی‌ها در بدن
- ۳۲۷ ۱۱-۳. محتوای چربی بدن
- ۳۲۹ ۱۱-۴. سنتز تری‌اسیل‌گلیسرول در بافت چربی:
- ۳۳۱ ۱۱-۵. لیپولیز
- ۳۳۳ ۱۱-۶. فعالیت ورزشی سرعت لیپولیز در بافت چربی را افزایش می‌دهد
- ۳۳۷ ۱۱-۷. فعالیت ورزشی، لیپولیز عضلانی را سرعت می‌بخشد
- ۳۳۷ ۱۱-۸. سرنوشت فرآورده‌های ناشی از لیپولیز هنگام فعالیت ورزشی
- ۳۳۹ ۱۱-۹. تجزیه اسیدچرب
- ۳۴۵ ۱۰-۱۱. تولید انرژی از اکسایش اسید چرب
- ۳۴۵ ۱۱-۱۱. تجزیه اسیدهای چرب غیراشباع
- ۳۴۶ ۱۱-۱۲. تجزیه اسیدهای چرب با تعداد کربن فرد
- ۳۴۷ ۱۱-۱۳. سنتز اسید چرب
- ۳۵۲ ۱۱-۱۴. سنتز سایر اسیدهای چرب غیر از پالمیتات

۳۵۳	۱۱-۱۵. فعالیت ورزشی اکسایش اسیدچرب را در عضله افزایش می‌دهد
۳۵۴	۱۱-۱۶. تغییرات غلظت و نیمرخ اسیدچرب پلاسما هنگام فعالیت ورزشی
۳۵۶	۱۱-۱۷. تبدیل متقابل چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها
۳۵۸	۱۱-۱۸. بافت چربی قهوه‌ای
۳۵۹	۱۱-۱۹. لیپوپروتئین‌های پلاسما
۳۶۱	۱۱-۲۰. مروری بر لیپوپروتئین‌ها
۳۶۴	۱۱-۲۱. اثر فعالیت ورزشی بر تری‌اسیل گلیسرول‌های پلاسما
۳۶۶	۱۱-۲۲. اثر فعالیت ورزشی بر کلسترول پلاسما
۳۶۸	۱۱-۲۳. فعالیت ورزشی تشکیل اجسام کتونی را افزایش می‌دهد
۳۷۴	فصل ۱۲: سوخت‌وساز پروتئین در فعالیت ورزشی
۳۷۴	۱۲-۱. سوخت‌وساز پروتئین‌های رژیم غذایی
۳۷۹	۱۲-۲. محتوای پروتئینی بدن انسان
۳۷۹	۱۲-۳. بازیابی پروتئین‌ها
۳۸۰	۱۲-۴. تأثیر فعالیت ورزشی بر بازیابی پروتئین‌ها
۳۸۳	۱۲-۵. تجزیه اسید آمینه
۳۸۷	۱۲-۶. سنتز آمینواسید
۳۸۷	۱۲-۷. تأثیر فعالیت ورزشی بر متابولیسم آمینواسید در عضله
۳۸۹	۱۲-۸. اثر فعالیت ورزشی بر متابولیسم اسید آمینه کبد
۳۹۲	۱۲-۹. چرخه اوره
۳۹۴	۱۲-۱۰. غلظت‌های اسید آمینه، آمونیاک و اوره در پلاسما هنگام فعالیت ورزشی
۳۹۵	۱۲-۱۱. سهم پروتئین‌ها در تأمین انرژی مصرفی حین فعالیت ورزشی
۳۹۵	۱۲-۱۲. اثر تمرین بر بازیابی پروتئین
۴۰۳	فصل ۱۳: اثرات فعالیت ورزشی بر بیان ژن
۴۰۴	۱۳-۱. مراحل کنترل بیان ژن
۴۰۶	۱۳-۲. مراحل کنترل بیان ژن تحت تأثیر فعالیت ورزشی
۴۰۷	۱۳-۳. کینیتیک و جنبش فرآورده ژنی پس از فعالیت ورزشی
۴۰۹	۱۳-۴. اثر تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی بر تغییر بیان ژن
۴۱۱	۱۳-۵. سازوکارهای اثر فعالیت ورزشی بر هایپرتروفی عضله
۴۱۷	۱۳-۶. سازوکارهای اثر فعالیت ورزشی بر افزایش محتوای میتوکندری‌ها

۴۲۲	۷-۱۳. فعالیت ورزشی و ایپیژنیک
۴۲۶	فصل ۱۴: یکپارچگی سوخت‌ساز فعالیت ورزشی
۴۲۷	۱-۱۴. روابط بین مسیرهای سوخت و سازی
۴۲۸	۲-۱۴. دستگاه‌های انرژی
۴۲۹	۳-۱۴. منابع انرژی در فعالیت ورزشی
۴۳۱	۴-۱۴. انتخاب منابع انرژی هنگام فعالیت ورزشی
۴۳۲	۵-۱۴. اثر شدت فعالیت ورزشی بر انتخاب منابع انرژی
۴۳۴	۶-۱۴. اثر مدت فعالیت ورزشی بر انتخاب منابع انرژی
۴۳۶	۷-۱۴. تعامل شدت و مدت فعالیت: منابع انرژی شنا کردن و دویدن
۴۳۸	۸-۱۴. تأثیر برنامه فعالیت ورزشی بر انتخاب منابع انرژی
۴۳۹	۹-۱۴. تفاوت‌های جنسی در انتخاب منابع انرژی هنگام فعالیت ورزشی
۴۴۰	۱۰-۱۴. چگونگی تأثیر جنس بر انتخاب منابع انرژی هنگام فعالیت ورزشی
۴۴۲	۱۱-۱۴. تأثیر سن بر انتخاب منابع انرژی هنگام فعالیت ورزشی
۴۴۳	۱۲-۱۴. تأثیر کربوهیدرات دریافتی بر انتخاب منابع انرژی هنگام فعالیت ورزشی
۴۴۴	۱۳-۱۴. تأثیر چربی دریافتی بر انتخاب منابع انرژی هنگام فعالیت ورزشی
۴۴۵	۱۴-۱۴. سازگاری‌ها با تمرین استقامتی در نسبت منابع انرژی مورد استفاده هنگام فعالیت ورزشی
۴۴۸	۱۵-۱۴. اثر تمرین استقامتی بر انتخاب منابع انرژی در هنگام فعالیت ورزشی
۴۵۰	۱۶-۱۴. سازگاری‌های سوخت و سازی فعالیت ورزشی با تمرین مقاومتی و سرعتی
۴۵۱	۱۷-۱۴. سازگاری‌های سوخت و ساز فعالیت ورزشی با تمرین تناوبی
۴۵۳	۱۸-۱۴. سازگاری‌های سوخت و ساز فعالیت ورزشی با تمرین هوازی
۴۵۵	۱۹-۱۴. تأثیر ژنوم بر انتخاب منابع انرژی در فعالیت ورزشی
۴۵۷	۲۰-۱۴. تبدیل تارهای عضلانی
۴۵۸	۲۱-۱۴. آثار عوامل محیطی بر انتخاب منابع انرژی در فعالیت ورزشی
۴۵۹	۲۲-۱۴. سنجش سهم مواد سوختی بدون خون‌گیری
۴۶۰	۲۳-۱۴. آثار هورمونی بر سوخت و ساز فعالیت ورزشی
۴۶۵	۲۴-۱۴. حالت ردوکس و سوخت و ساز فعالیت ورزشی
۴۶۸	۲۵-۱۴. دلایل خستگی
۴۷۳	۲۶-۱۴. بازیافت وضعیت انرژی پس از فعالیت ورزشی

۴۷۸ ۱۴-۲۷. تغییرات سوخت و سازی در بی تمرینی

۴۸۴ فصل ۱۵: فعالیت ورزشی ویژه مبارزه با بیماری‌ها

۴۸۴ ۱۵-۱. تندرستی، بیماری و فعالیت ورزشی

۴۸۵ ۱۵-۲. فعالیت ورزشی ویژه مبارزه با بیماری قلبی عروقی

۴۸۷ ۱۵-۳. سازگاری‌های قلبی با تمرینات ورزشی

۴۸۸ ۱۵-۴. سازگاری‌های عروقی توسط تمرین‌های ورزشی

۴۹۱ ۱۵-۵. فعالیت ورزشی علیه سرطان

۴۹۴ ۱۵-۶. دیابت، یک اختلال عمده سوخت و سازی

۴۹۷ ۱۵-۷. فعالیت ورزشی علیه دیابت

۴۹۸ ۱۵-۸. چاقی، تهدید کننده جدی تندرستی

۵۰۰ ۱۵-۹. چرا چاقی زیان بار است؟

۵۰۳ ۱۵-۱۰. فعالیت ورزشی علیه چاقی

۵۰۶ ۱۵-۱۱. فعالیت ورزشی علیه پوکی استخوان

۵۰۷ ۱۵-۱۲. فعالیت ورزشی علیه اختلالات ذهنی

۵۰۸ ۱۵-۱۳. آثار زیان بار بی تحرکی

۵۱۰ ۱۵-۱۴. فعالیت ورزشی ویژه سالمندی و طول عمر سالم

۵۱۲ ۱۵-۱۵. فواید فعالیت ورزشی منظم در مورد سایر بیماری‌ها

۵۱۲ ۱۵-۱۶. کلام آخر درباره ارزش فعالیت ورزشی

۵۱۶ بخش چهارم: ارزیابی بیوشیمیایی افراد ورزشکار

۵۱۶ ۱-IV- خون

۵۱۸ ۲-IV- اهداف و دامنه ارزیابی بیوشیمیایی

۵۱۸ ۳-IV- محدوده استاندارد

۵۲۰ ۴-IV- طبقه‌بندی شاخص‌های بیوشیمیایی

۵۲۱ فصل ۱۶: وضعیت آهن

۵۲۲ ۱۶-۱. هموگلوبین

۵۲۶ ۱۶-۲. آهن

۵۲۷ ۱۶-۳. ظرفیت تام پیوند آهن

۵۲۷ ۱۶-۴. اشباع ترانسفرین

۵۲۸ ۱۶-۵. گیرنده محلول ترانسفرین

۵۲۸ ۱۶-۶. فریتین

۵۲۹ ۱۶-۷. کمبود آهن

۵۳۱ فصل ۱۷: متابولیت‌ها

۵۳۱ ۱۷-۱. لاکتات

۵۳۵ ۱۷-۲. برآورد ظرفیت بی‌هوازی لاکتات

۵۳۵ ۱۷-۳. برنامه‌نویسی تمرین

۵۳۸ ۱۷-۴. برآورد استقامت هوازی

۵۴۰ ۱۷-۵. گلوکز

۵۴۱ ۱۷-۶. تری اسید گلیسرول‌ها

۵۴۲ ۱۷-۷. کلسترول

۵۴۴ ۱۷-۸. مرور نیمرخ چربی

۵۴۵ ۱۷-۹. گلیسرول

۵۴۵ ۱۷-۱۰. اوره

۵۴۶ ۱۷-۱۱. آمونیاک

۵۴۶ ۱۷-۱۲. کراتینین

۵۴۸ ۱۷-۱۳. اسید اوریک

۵۴۹ ۱۷-۱۴. گلوکاتیون

۵۵۱ فصل ۱۸: آنزیم‌ها و هورمون‌ها

۵۵۱ ۱۸-۱. آنزیم‌ها

۵۵۲ ۱۸-۲. کراتین کیناز

۵۵۴ ۱۸-۳. ۷-گلوتامیل ترنسفراز

۵۵۵ ۱۸-۴. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

۵۵۵ ۱۸-۵. هورمون‌ها

۵۵۷ ۱۸-۶. کورتیزول

۵۵۸ ۱۸-۷. تستوسترون

۵۶۰ ۱۸-۸. بیش‌تمرینی

۵۶۱ ۱۸-۹. کلام آخر

پیشگفتار

بیوشیمی ورزشی بررسی می‌کند که چگونه ورزش در اشکال مختلف، روش‌های عملکرد بدن ما را در سطح مولکولی تغییر می‌دهد. اهمیت علم بیوشیمی و کاربرد آن در علوم ورزشی ما را بر آن داشته تا این کتاب ارزشمند را ترجمه کنیم. علم بیوشیمی در فعالیتهای ورزشی به بررسی تغییرات مولکولی و شیمیایی بدن، متابولیسم و نیز سلسله مراتب تولید انرژی در حالت‌های مختلف بدن و شدت‌های مختلف فعالیت ورزشی می‌پردازد و تغییرات متابولیکی بدن، تولید و تنظیم انرژی را طی فعالیت ورزشی بررسی می‌کند. درواقع امروزه علوم تطبیقی، مورد علاقه پژوهشگران قرار گرفته که تطبیق علم بیوشیمی و علوم ورزشی از این حیث مستثنی نیستند. در رابطه با علم بیوشیمی ورزشی، کتاب‌های بسیاری نوشته و ترجمه شده است و با توجه به اهمیت این امر و به روز شدن این علم برای پژوهشگران این حوزه، تصمیم گرفتیم که کتاب پیش رو را به زبان فارسی برگردانیم. دکتر Mougios, vassillis بیش از سی سال در این حوزه فعالیت داشته و به طور کامل در کتاب *exercise biochemistry*، فرایند‌های بیوشیمیایی را از ابتدا تا انتها توضیح داده است. در این کتاب تمام مطالب مرتبط با علم بیوشیمی و ارتباط آن با فعالیت‌های ورزشی به طور کامل و جامع توضیح داده شده است. این کتاب در چهار بخش طبقه بندی شده، که برای شما عزیزان ارائه شده است. بخش یک شامل مبانی بیوشیمی و بخش دوم شامل فرایند‌های عصبی و عضلانی است، بخش سوم شامل سوخت و ساز فعالیت ورزشی و بخش چهارم شامل ارزیابی بیوشیمیایی ورزشکاران می‌باشد. در پایان امیدواریم این کتاب بتواند در راستای ارتقای علمی جامعه دانشگاهی، پاسخگوی نیاز دانشجویان عزیز و اساتید فرهیخته در این زمینه باشد.

گروه مترجمان

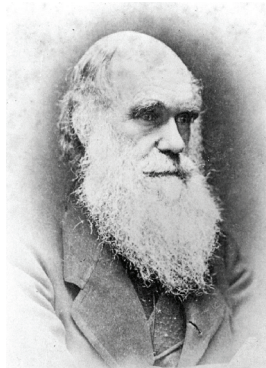
بخش اول

مبانی بیوشیمی

شیمی آلی شیمی ترکیبات کربنی است. بیوشیمی مطالعه ترکیبات کربنی در بدن موجود زنده است (مایک آدامز).

بیوشیمی شاخه‌ای از علوم است که به پدیده‌های زیستی می‌پردازد. این علم به همراه زیست شناسی، فیزیولوژی، پزشکی، فارماکولوژی و سایر علوم مرتبط به بررسی موجودات زنده و اجزای آن‌ها با هدف شناسایی ساختار و عملکرد آن‌ها می‌پردازد. انسان‌ها از دانش تولید شده توسط تحقیقات بیوشیمیایی برای بهبود کیفیت زندگی خود و حفاظت از محیط زیست استفاده می‌کنند.

نکته‌ای که بیوشیمی را از سایر علوم متمایز می‌سازد این است که این علم سطح بنیادی زندگی از جمله سطوح اتمی، مولکول‌ها و برهم‌کنش آن‌ها در سیستم‌های زنده را مورد بررسی قرار می‌دهد. ابزار اصلی چنین علمی چیزی جز قوانین شیمی نیست. به همین دلیل است که به آن بیوشیمی یعنی شیمی زیستی می‌گویند. اگر کسی بخواهد اصطلاح شیمی زیستی را بیشتر بررسی کند، در تعریف قسمت اول آن مشکلی نخواهد داشت. در واقع، به راحتی می‌توان شیمی را به عنوان علمی تعریف کرد که به ساختار و خواص مواد، همراه با نحوه تعامل آن‌ها برای تولید مواد دیگر می‌پردازد. با این حال، تعریف زیستی چالش برانگیز بوده است، تا جایی که بسیاری به موضع بیان شده در عبارت «وقتی آن را می‌بینم می‌توانم درک کنم» متوسل می‌شوند. از میان بسیاری از تلاش‌های انجام شده برای گنجاندن ویژگی‌های حیات که آن را از ماده بی‌جان متمایز می‌کند، در یک تعریف مختصر، یکی را که توسط ناسا پیشنهاد شده است را ارائه می‌کنم: «زندگی یک سیستم شیمیایی خودپایدار است که قادر به تکامل داروینی است» (جوینس - ۱۹۹۴).



اگرچه تحلیل جامع این تعریف فراتر از محدوده ما است، اما می‌توان به عناصر زیر اشاره کرد: توصیف حیات به عنوان یک سیستم شیمیایی، سیستم خودپایداری که به عنوان یک ویژگی در اکثر فصل‌های کتاب مشهود خواهد بود و قابلیت تکامل داروینی، که البته به نظریه تکاملی که توسط طبیعت‌شناس بریتانیایی چارلز داروین در اواسط قرن نوزدهم ارائه شد، اشاره دارد. داروین (با پیشنهاد مشترک با آلفرد راسل والاس، به همراه یک طبیعت‌شناس بریتانیایی) نه تنها تکامل را به عنوان فرآیند امتزاج گونه‌های زنده (از جمله هومو ساپینس^۱) از اجداد مشترک معرفی کرد بلکه طرز تفکر ما انسان‌ها نسبت به زندگی و خود را تغییر داد و انتخاب طبیعت را به عنوان نیروی محرکه تکامل معرفی کرد.

در اینجا تصویری از انواع تصورات مردم در مورد نزول موجودات زنده بر روی زمین ارائه شده است: مردم بومی ساکن در جنگل‌های بارانی استوایی بین رشته‌های آند و ناحیه آمازون در اکوادور و پرو، به نوعی از تکامل معکوس اعتقاد دارند: در ابتدا، همه موجودات زنده انسان بودند، اما بسته به رفتار خوب یا بدشان، توسط روح قدرتمند آروتام به حیوانات و گیاهان مختلف تبدیل شدند. این جهان بینی ممکن است احترام این مردم (و بسیاری از مردم بومی) را به طبیعت توضیح دهد: آن‌ها حیوانات و گیاهان را خواهر و برادر خود تصور می‌کنند.

در ادامه شرحی کوتاه از چستی زندگی را با مثالی مربوط به بیوشیمی ورزشی ارائه می‌کنیم. یکی از نتایج انتخاب طبیعی، ظهور و کمال فرآیندهای بیوشیمیایی است که تکامل موجودات زنده را تضمین می‌کند که در طول حدود یک میلیارد سال زندگی خود، قوی‌تر، سریع‌تر و انعطاف‌پذیرتر هستند. برای مثال، ممکن است تصور کنیم که ظهور اتفاقی فسفوکراتین (منبع سریع انرژی برای مهره‌داران) و کراتین کیناز (آنزیمی که انرژی فسفوکراتین را آزاد می‌کند) - که هر دو به طور کامل در فصل ۹ به آن‌ها پرداخته شده‌اند - به حیوانات سرعت بیشتری بخشیده است. در مورد یک گیاهخوار، این قابلیت شانس آن را برای پیشی گرفتن از شکارچی و از این رو، زنده ماندن، تولیدمثل و به ارث بردن این مزیت برای فرزندانش افزایش می‌دهد. در مورد یک حیوان گوشتخوار، همین قابلیت شانس آن را برای غلبه بر طعمه خود افزایش می‌دهد و نتایج مشابهی را برای حیوان گیاهخوار به همراه خواهد داشت. در مقابل، یک حیوان گیاهخوار یا گوشتخوار بدون مزیت سرعت، شانس کمتری برای زنده ماندن، تولیدمثل و انتقال این ویژگی به نسل بعدی خواهد داشت. با گذشت زمان و نسل به نسل، تعداد افراد سریع در یک جمعیت بیشتر خواهد شد و در نهایت، افراد کند را از بین خواهند برد. در همان زمان، سطوح بالای فسفوکراتین و کراتین کیناز به طور طبیعی نسبت به سطوح پایین برگزیده می‌شوند.

فصل ۱

مقدمه

اهداف یادگیری

پس از مطالعه این فصل، می‌توانید به موارد زیر پاسخ دهید:

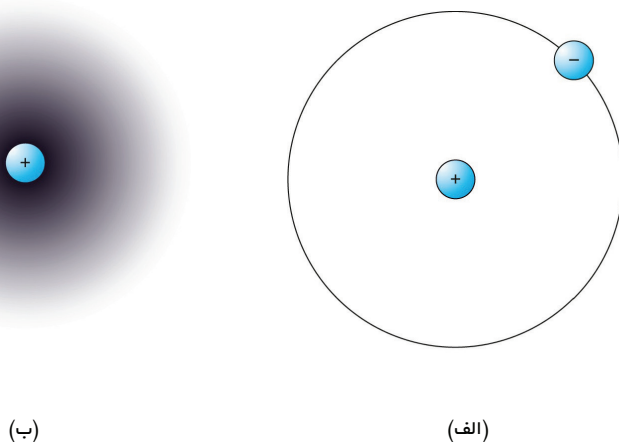
- فهرست شش عنصر فراوان موجود در بدن موجودات زنده، همراه با نمادها، اعداد اتمی و جرم اتمی، تعداد پیوندهایی که اتم‌های هر ماده را به هم پیوند داده است.
- دست کم یک فرمول مولکولی را از یک ساختار مولکولی تشخیص داده و یک برتری برای هر یک از آن‌ها تعریف کنید.
- محاسبه جرم مولکولی از طریق فرمول مولکولی و ترسیم فرمول مولکولی و ساختار مولکولی برخی از ترکیبات زیستی ساده.
- شناخت تفاوت‌های ساختار آنیون و کاتیون‌ها و شناسایی فرمول ساختاری یک اسیدآمین در اشکال خنثی و باردار آن.
- تعریف رادیکال‌های آزاد به همراه مثال‌های آن.
- شناخت ترکیبات قطبی (آب دوست) و ترکیبات غیرقطبی (آب گریز)، دسته‌بندی مواد بر اساس قطبیت و انحلال‌پذیری آن‌ها در آب.
- شرح واژگان مربوط به محلول‌ها و غلظت‌ها.
- شناخت تفاوت واکنش‌های شیمیایی از فرایندهای فیزیکی و ارائه مثال‌هایی برای هر کدام.
- اصطلاحات مربوط به واکنش‌های شیمیایی و قوانین حاکم بر آن‌ها را شرح داده و موازنه کردن معادلات بر طبق این قوانین و تعیین ثابت تعادل برای هر معادله.
- تعریف PH؛ استفاده از مقادیر PH برای تعیین اسیدی، قلیایی یا خنثی بودن محلول، و محاسبه مقادیر PH نسبت به تغییرات غلظت پروتون و برعکس.
- تعیین غلظت یک اسید، و باز مزدوج آن در محلول بر اساس میزان انحلال‌پذیری آن در محلول.
- تشریح چگونگی محافظت سیستم بافری در مقابل تغییرات PH در حفظ هموستاز مایعات زیستی در بدن موجودات زنده.
- دسته‌بندی گروه‌های مواد زیستی در موجودات زنده و دسته‌بندی مواد مغذی در رژیم غذایی.
- تشخیص تفاوت‌های سلول یوکاریوتی و پروکاریوتی و تعیین اجزای اصلی در یک سلول حیوانی.

در مقدمه فصل اول، به مباحثی می‌پردازیم که برای مطالعه این کتاب ضروری هستند. به طور تخصصی این فصل شامل مفاهیم اولیه‌ی شیمی، طبقه‌بندی مواد زیستی، مواد مغذی و شرح کوتاهی از سلول و اجزای آن می‌باشد.

۱-۱. عناصر شیمیایی

موادی که محیط اطراف ما را احاطه کرده و موادی که ما آن‌ها را بوجود می‌آوریم، از عناصر شیمیایی مانند هیدروژن، اکسیژن و کربن تشکیل شده‌اند. کوچک‌ترین واحد سازنده هر ماده که سبب حفظ خواص آن می‌شود، اتم نام دارد. هر اتم شامل هسته و الکترون‌های اطراف آن است. هسته شامل پروتون‌ها و نوترون‌ها می‌باشد؛ به جز هسته هیدروژن که تنها شامل یک پروتون می‌باشد (شکل ۱،۱). پروتون‌ها یک بار الکتریکی مثبت را حمل می‌کنند و نوترون‌ها خنثی هستند؛ هر الکترون یک بار الکتریکی منفی با مقدار عددی برابر با قدر مطلق پروتون دارد. از این‌رو، اتمی که تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های برابر دارد، به لحاظ الکتریکی خنثی می‌باشد. برخلاف باوری که بیان می‌دارد: الکترون‌ها در مدارهای معین اطراف هسته در چرخش هستند، باید اظهار کرد که داده‌های تجربی از ۹۰ سال پیش نشان داده‌اند که حرکت الکترون‌ها پیچیده‌تر از این بوده و بهتر آنست حرکت آن‌ها را در اوربیتال‌های اتمی (نه در مدارهای معین اطراف هسته) توصیف کرد. اوربیتال‌های اتمی از راه معادلات ریاضی توصیف شده‌اند که شیمی‌دان‌ها می‌توانند از راه آن احتمال پیدا شدن الکترون را در یک موقعیت ویژه نسبت به هسته محاسبه کنند. به طور شماتیک، موقعیت الکترون‌ها توسط ابرهای الکترونیکی^۱ نشان داده می‌شود. در مناطقی که حضور این ابرها متراکم‌ترند، احتمال حضور الکترون‌ها بیشتر است. همچنین در مناطقی که حضور این ابرها کمتر بوده، احتمال حضور الکترون‌ها کاهش می‌یابد (شکل ۱،۱).

در طبیعت نود و چهار عنصر وجود دارد. با این وجود، تنها ۲۶ مورد از آن‌ها با قطعیت شناخته شده‌اند که بدن موجودات زنده را تشکیل می‌دهند و تنها شش مورد از آن‌ها در حدود ۹۷٪ از وزن مواد زیستی را تشکیل می‌دهند. این شش عنصر عبارتند از هیدروژن (با علامت اختصاری H)، کربن (C)، نیتروژن (N)، اکسیژن (O)، فسفر (P) و گوگرد (S). جدول ۱-۱ برخی از ویژگی‌های این عناصر را نشان می‌دهد.



(ب)

(الف)

شکل ۱-۱. ساختار اتمی. برای نشان دادن ساختار اتمی در دو حالت آن، می‌توان از ساختار اتمی ساده هیدروژن (شامل یک پروتون با بار مثبت که هسته را تشکیل می‌دهد و یک الکترون با بار منفی در اطراف آن) استفاده کرد. در مدل سیاره‌ای (a)، پیشنهاد می‌شود که الکترون‌ها در مدارهای ثابتی حول محور هسته در حرکت هستند؛ در حالی که، مدل تجربی مدار اتمی (b) نشان می‌دهد که الکترون‌ها طی حرکت‌های بی‌نظمی در حرکت هستند و می‌توان آن را با مدل تراکم ابری توصیف کرد؛ به طوری که چگالی ابر نشان‌گر تراکم حضور الکترون‌ها می‌باشد. مدل تجربی مدار اتمی در مورد اتم هیدروژن پیشنهاد می‌کند که تراکم حضور الکترون‌ها نزدیک به هسته این اتم می‌باشد (همانطور که در تصویر "a" آورده شده است) و زمان بسیار کمتری را در اطراف دورتر هسته سپری می‌کند.

جدول ۱-۱. فراوان‌ترین عناصر در موجودات زنده

نام عنصر	علامت اختصاری	عدد اتمی	جرم اتمی (دالتون)	پیوند با سایر اتم‌ها
هیدروژن	H	۱	۱	۱
کربن	C	۶	۱۲	۴
نیتروژن	N	۷	۱۴	۳
اکسیژن	O	۸	۱۶	۲
فسفر	P	۱۵	۳۱	۵
گوگرد	S	۱۶	۳۲	۲

عدد اتمی:

عدد اتمی هر عنصر عبارتست از تعداد پروتون‌های موجود در هسته که برای عناصر بیان شده در جدول ۱-۱ شامل بازه‌ای بین ۱ تا ۱۶ می‌باشد. عدد اتمی هر عنصر منحصر به فرد می‌باشد اما تعداد نوترون‌های هسته متفاوت است. این بدین معنی است که دو اتم از یک عنصر بایستی تعداد پروتون‌های مشابه داشته باشند، اما ممکن است تعداد نوترون‌های آن متفاوت باشد. در چنین شرایطی اتم‌ها، ایزوتوپ^۱ نامیده می‌شوند. برای تعیین عدد ایزوتوپ‌ها، قبل از علامت عنصر، رقم برابر با مجموع نوترون‌ها و پروتون‌ها نوشته می‌شود. به عنوان مثال در حالی که اغلب اتم‌های کربن موجود در طبیعت شش پروتون و شش نوترون دارند (بنابراین دارای علامت اختصاری ^{12}C هستند)، درصد کمی از آن‌ها ($1/1\%$) دارای هفت نوترون می‌باشند (بنابراین دارای علامت اختصاری ^{13}C هستند). علاوه بر این، بخشی از کربن‌های موجود در طبیعت دارای هشت نوترون می‌باشند (نماد آن‌ها به چه صورت خواهد بود؟)

جرم اتمی:

جرم اتمی (به وزن اتمی نیز معروف است) یک عنصر، به جرم یکی از اتم‌های آن عنصر اطلاق می‌شود. واحد جرم اتمی دالتون^۲ است. علامت اختصاری دالتون، «Da» می‌باشد و به عنوان یک دوازدهم جرم یک اتم ^{12}C تعریف می‌شود. یک دالتون، جرم بسیار ناچیزی (برابر با 1.66×10^{-24} گرم) است. جرم اتمی در عناصر نسبتاً سبک‌تر، به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد می‌شود که با جمع پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته‌ی فراوان‌ترین ایزوتوپ از هر عنصر مطابقت دارد. از این‌رو، جرم اتمی هیدروژن تقریباً 1 Da است و ایزوتوپ اصلی آن تنها یک پروتون در هسته دارد؛ این در حالی است که جرم اتمی فسفر تقریباً 31 Da است و ایزوتوپ آن 15 پروتون و 16 نوترون دارد.

اندازه و واحد اندازه گیری

با تشریح وزن اتم‌ها، اکنون فرصت آن است که به اندازه آن‌ها اشاره کرد. اندازه‌ی اتم‌ها بی‌نهایت کوچک است. بنابراین واحد مورد استفاده آنگستروم^۱ (A°) است که برابر با 10^{-10} متر می‌باشد. اتم‌های شش عنصر فراوان موجود در بدن موجودات زنده قطری در حدود $2/2 - 7/7 A^\circ$ دارند.

ممکن است این سوال مطرح شود که اگر ساختار اتمی **مدل سیاره‌ای اتم**، (که در آن قطر اتم به وضوح توسط مدار الکتریکی لایه خارجی خود تعریف شده است) اشتباه باشد، پس چگونه ساختار اتمی **مدل مدار اتمی** که در آن هیچ مرز قطعی از ابر الکترونی و قطر اتمی تعریف نشده است، می‌تواند درست باشد؟ دانشمندان به طرق مختلفی به این سوال پاسخ می‌دهند، یکی از این روش‌ها، اندازه‌گیری فاصله بین هسته‌های دو اتم از یک عنصر، در زمانی که به یکدیگر چسبیده‌اند (با فرض بر این که بیشترین نزدیکی احتمالی دو اتم از طریق اندازه‌های آن‌ها محدود می‌شود) می‌باشد.

قبل از وارد شدن به مباحث دیگر، ابتدا ضروری است تا با اشاره به برخی از پیشوندهای واحدهای بین‌المللی در دستگاه SI به همراه علامت اختصاری مربوط به آن‌ها، همچنین واحدهای دیگری که خارج از دستگاه SI می‌باشد (آنگستروم)، شرح مختصری در جدول ۱-۲ ارائه شود.

جدول ۱-۲. رایج‌ترین پیشوند واحدها

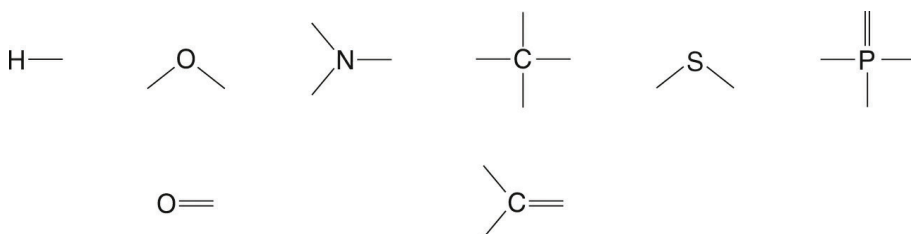
علامت اختصاری	نام	معادل با
M	مگا	10^6
K	کیلو	10^3
D	دسی	10^{-1}
C	سانتی	10^{-2}
M	میلی	10^{-3}
μ	میکرو	10^{-6}
N	نانو	10^{-9}
P	پیکو	10^{-12}

۲-۱. پیوندهای شیمیایی

اتم‌ها می‌توانند پیوندهای شیمیایی با اتم‌های یک عنصر یا عناصر مختلف ایجاد کنند. یک پیوند شیمیایی نیازمند حداقل دو الکترون است که در بیشتر موارد به طور برابر توسط اتم‌های متقارن شرکت کننده در پیوند تأمین می‌شود. بر اساس نظریه‌های علمی اخیر، حرکت این الکترون‌ها محدود می‌شود. لذا قبل از تشکیل پیوند، حرکت در محور اوربیتال‌های اتمی (که قبلاً توضیح داده شد) می‌باشد و پس از تشکیل پیوند، حرکت الکترون‌ها از قوانین اوربیتال‌های تشکیل یافته جدید که به اوربیتال‌های مولکولی (که در بخش بعدی توضیح داده خواهد شد) معروف هستند، تبعیت می‌کنند.

پیوندی که در آن دو اتم، الکترون به اشتراک می‌گذارند، به **پیوند کووالانسی** معروف است. اگر هر اتم تنها با یک الکترون در تشکیل پیوند شرکت کند، یک پیوند ساده تشکیل شده که با یک خط بین اتم‌ها نشان داده

می‌شود. ممکن است دو اتم با یک پیوند دوگانه یا سه گانه به یکدیگر متصل شده باشند. در این صورت پیوند توسط دو یا سه جفت الکترون تشکیل شده و به ترتیب با دو یا سه خط نشان داده می‌شود. تعداد پیوندهایی که یک اتم می‌تواند تشکیل دهد توسط توزیع الکترون‌های آن در اوربیتال‌های اتمی مشخص می‌شود. این توزیع، ساختار الکترونی نامیده می‌شود. همان‌طور که بعداً مشاهده خواهیم کرد، آگاهی از تعداد پیوندها برای ترسیم ساختار صحیح فرمول‌های مولکولی ضروری است. تعداد پیوندهای کووالانسی تشکیل شونده توسط شش عنصر فراوان موجود در بدن موجودات زنده، در آخرین ستون جدول ۱-۱ نشان داده شده است. از این رو، اتم‌های عناصری که مولکول‌های زیستی را تشکیل می‌دهند، از راه پیوند کووالانسی می‌توانند به یک، دو، سه یا چهار اتم متصل شوند. (اگرچه جدول ۱-۱ نشان می‌دهد که p یا همان فسفر می‌تواند پنج پیوند تشکیل دهد، اما یک پیوند آن به صورت پیوند دوگانه با یک اتم می‌باشد، بنابراین فسفر در این شکل با چهار اتم تشکیل پیوند می‌دهد.) شکل ۱-۲ تعداد اتم‌ها و ظرفیت‌هایی برای تشکیل پیوند کووالانسی را نمایان می‌کند.



شکل ۱-۲. اتم‌ها و پیوندهای آن. به علت ماهیت اوربیتال‌های اتمی که الکترون‌ها در آن تثبیت می‌شوند، اتم‌های عناصر تشکیل‌دهنده مولکول‌های زیستی، پیوندهای کووالانسی تشکیل می‌دهند. پیوندها در صفحه ترسیم شده‌اند، اما در هنگام تشکیل پیوند عناصر S، P، و C، به شکل سهمبندی خواهند بود.

۳-۱. مولکول‌ها

برای تشکیل مولکول‌ها، اتم‌ها با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل می‌شوند. برای مثال متصل شدن دو اتم هیدروژن به یکدیگر با یک پیوند ساده، مولکول هیدروژن را تشکیل می‌دهد. اگر مولکول‌های یک ماده از اتم‌های متعلق به عناصر مختلفی تشکیل شود، ماده تشکیل شده را ترکیب می‌نامند. آب که از دو هیدروژن متصل به یک اکسیژن تشکیل شده، فراوان‌ترین ترکیب در بدن انسان است. آب یک ترکیب غیر آلی است، زیرا در ساختار خود کربن ندارد. با این حال، اکثر ترکیبات زیستی آلی هستند (در ساختار خود کربن دارند).

فرمول مولکولی:

یک ترکیب توسط فرمول مولکولی آن نشان داده می‌شود که شامل علامت اختصاری عناصر موجود در ترکیب و عدد اتمی آن‌ها است و اگر عدد اتمی هر عنصر بزرگ‌تر از ۱ باشند، به صورت زیرنویس در کنار علامت اختصاری عنصر مربوطه درج می‌شود. لذا فرمول مولکولی آب، H_2O است. با استفاده از فرمول مولکولی می‌توان جرم مولکولی را محاسبه کرد که عبارتست از جمع عددهای اتمی عناصر تشکیل‌دهنده مولکول. به طور معمول، ابتدا باید جرم اتمی هر عنصر را در تعداد اتم‌هایش که در ترکیب وجود دارد ضرب کرد. همانند جرم اتمی، جرم مولکولی نیز بر حسب دالتون بیان می‌شود. از این رو، جرم مولکولی آب Da ۱۸ ($16 + 2 \times 1$) است.

طبق قرارداد، عناصر یک ترکیب در فرمول مولکولی خود به ترتیب C و H و بقیه بر اساس حروف الفبا چینش می‌شوند.