



دانشگاه پیام نور

بیوشیمی عمومی

(رشته زیست‌شناسی)

دکتر حبیب‌اله ناظم

سرشناسه	: ناظم، حبیب‌الله، ۱۳۳۱-
عنوان و پدیدآور	: بیوشیمی عمومی / حبیب‌الله ناظم.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه پیام‌نور، ۱۳۸۵
مشخصات ظاهری	: شانزده، ۳۴۵ص: مصور، جدول.
فروست	: دانشگاه پیام‌نور، ۱۳۹۱: ۹۸/آ (آزمایشی). رشته زیست‌شناسی.
شابک	: 964-387-298-X
پادداشت	: فیبا
موضوع	: آموزش از راه دور - ایران.
موضوع	: زیست شیمی - آموزش برنامه‌ای.
شناسه افزوده	: دانشگاه پیام‌نور
رده‌بندی کنگره	: ۱۸۲ ن ۹ الف / ۵۸۰۸ LC
رده‌بندی دیویی	: ۳۷۸ / ۱۷۵۰۹۵۵
شماره کتابخانه ملی	: ۴۲۷۴۵ - ۸۵



دانشگاه پیام‌نور

بیوشیمی عمومی

دکتر حبیب‌الله ناظم

ویراستار علمی: دکتر رضا حاجی‌حسینی

حروفچینی و نمونه‌خوانی: مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی

طراح جلد: فرشته فلاحت‌دوست

لینوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه پیام‌نور

شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه

نویت و تاریخ چاپ: چاپ اول اردیبهشت ۱۳۸۶

شابک ۴ - ۲۹۸ - ۳۸۷ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN 978 - 964 - 387 - 298 - 4

کلیه حقوق برای دانشگاه پیام‌نور محفوظ است.

قیمت: ۲۳۲۰۰ ریال

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتابهای دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف به صورت درسنامه، آزمایشی، قطعی، متون آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می شود. کتاب درسنامه (د) نخستین ثمره کوششهای علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصلهای مصوب تهیه می شود و پس از داوری علمی در گروههای آموزشی چاپ می شود. با تجدیدنظر صاحب اثر و دریافت بازخوردها و اصلاح کتاب، درسنامه به صورت آزمایشی (آ) چاپ می شود. با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می کند و کتاب به صورت قطعی (ق) چاپ می شود. در صورت ضرورت، در کتابهای چاپ قطعی نیز می تواند تجدیدنظرهای اساسی به عمل آید.

متون آزمایشگاهی (م) متونی است که دانشجویان با استفاده از آن و راهنمایی مربیان کارهای عملی آزمایشگاهی را انجام می دهند. کتابهای فرادرسی (ف) و کمک درسی (ک) به منظور غنی تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه می شوند. کتابهای فرادرسی با تأیید معاونت پژوهشی و کتابهای کمک درسی با تأیید شورای انتشارات تهیه می شوند.

مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی

فهرست

پیشگفتار	نه
مقدمه	سیزده
سخن ارزیا ب	پانزده
گفتار اول: شناخت و بررسی خواص آب	۱
- آب	۲
- خواص آب از نظر پیوند هیدروژنی	۳
- تعریف اسید و باز	۴
- واحدهای سنجش غلظت	۵
- منحنی تیتراسیون و معادله هتدرسن - هاسلیاخ	۹
گفتار دوم: کربوهیدراتها	۱۵
- ایزومرهای فضایی و منوساکاریدها	۱۷
- بررسی خواص نوری محلول آبی منوساکاریدها	۲۰
- خواص شیمیایی منوساکاریدها	۲۳
- الیگوساکاریدها	۲۵
- پلی ساکاریدها	۲۷
گفتار سوم: لیپیدها	۳۳
- طبقه بندی لیپیدها	۳۴
- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اسیدهای چرب	۳۷
- تری اسیل گلیسرولها یا چربی های ختنی	۳۹
- خواص آسیل گلیسرولها	۴۱
- فسفو گلیسریدها	۴۲
- استروئیدها	۵۳
- میسلهای چربی. غشاها	۵۹

۶۲	- سیستمهای لیپوپروتئینی
۶۹	گفتار چهارم: پروتئین‌ها
۷۰	- نظری اجمالی بر پروتئین‌ها
۷۵	- بنای فضایی پروتئین‌ها
۷۹	- تقلیب ماهیت پروتئین‌ها
۸۰	- توالی اسیدهای آمینه در پروتئین‌ها
۸۱	- چند نمونه از اعمال کارکردی پروتئین‌ها
۸۷	- بررسی خواص انفرادی برخی از اسیدهای آمینه
۹۲	- بررسی خواص نوری اسیدهای آمینه
۹۴	- واکنشهای شیمیایی اسیدهای آمینه
۹۷	- کروماتوگرافی کاغذی
۱۰۳	- خالص کردن پروتئین‌ها
۱۰۶	- الکتروفورز
۱۰۷	- بررسی ساختمان و عملکرد هموگلوبین
۱۱۹	گفتار پنجم: اسیدهای نوکلئیک
۱۲۴	- منشأ بازهای پورینی و پیریمیدین
۱۲۷	- بررسی برخی از خواص نوکلئوتیدها
۱۳۳	- مولکول DNA
۱۳۶	- RNA ریبونوکلیک اسید
۱۴۴	- بررسی چند مجموعه فوق مولکولی اسید نوکلئیک - پروتئین
۱۵۳	گفتار ششم: آنزیم‌ها
۱۵۷	- کوفاکتورهای آنزیمی
۱۵۹	- اصول کلی واکنش آنزیمی
۱۶۳	- سینتیک واکنشهای آنزیمی
۱۷۱	- رابطه میکائلیس - متن
۱۷۳	- ترکیبات بازدارنده و اهمیت آنها
۱۸۰	- سیستمهای چند آنزیمی
۱۸۷	- پروآنزیمها
۱۸۹	- نامگذاری و طبقه‌بندی آنزیمها
۱۹۰	- واحدهای فعالیت آنزیمی
۱۹۷	گفتار هفتم: عناصر معدنی و ویتامین‌ها
۱۹۹	- عناصر معدنی مهم بدن انسان
۲۰۵	- ویتامین‌های محلول در چربیها
۲۰۵	- ویتامین A
۲۰۶	- کاروتن‌ها یا پروویتامینهای A
۲۰۸	- ویتامین D

۲۱۰	- ویتامین E
۲۱۲	- ویتامین F
۲۱۳	- ویتامین K
۲۱۴	- آلفالیپونیک اسید یا تیوکتیک اسید
۲۱۵	- ویتامینهای محلول در آب
۲۱۸	- ویتامین PP
۲۲۲	- پانتوتیک اسید
۲۲۴	- ویتامین B ₆
۲۲۶	- بیوتین یا ویتامین H
۲۲۶	- فولیک اسید و صورتهای کوآنزیمی آن
۲۲۷	- بررسی ساختار شیمیایی ویتامین B ₁₂
۲۲۹	- ویتامین C
۲۳۱	- کوآنزیمها و تقسیم‌بندی آنها
۲۳۹	گفتار هشتم: متابولیسم
۲۴۱	- گلیکولیز
۲۴۴	- گلیکوزنز
۲۴۵	- گلیکوزنولیز
۲۴۶	- چرخه کربس
۲۴۹	- راه هگزوز مونوفسفات
۲۵۵	- متابولیسم چربی‌ها
۲۵۸	- بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب
۲۵۸	- متابولیسم اسیدهای آمینه
۲۶۵	گفتار نهم: اکسایش زیست‌شناختی
۲۶۷	- تعادل اکسایش - کاهش
۲۶۷	- اکسایش و کاهش در آنزیم‌ها و کوآنزیم‌ها
۲۷۳	- دهیدروژنازهای هوازی
۲۷۸	- هیدروپراکسیدازها
۲۸۰	- سیستمهای مونواکسیژناز و سیتوکروم p-۴۵۰ میکروزومی
۲۸۱	- متابولیسم سوپراکسید
۲۸۷	گفتار دهم: فتوسنتز
۲۸۹	- مرحله نوری فتوسنتز
۲۹۱	- مرحله بدون نور فتوسنتز
۲۹۲	- سیکل ازت؛ سنتز ترکیبات ازت‌دار
۲۹۵	گفتار یازدهم: هورمون‌ها
۳۰۴	- غده هیپوفیز

۳۰۹	- غده جنسی
۳۱۴	- غده تیروئید
۳۱۷	- غده پاراثیروئید
۳۲۳	- هورمونهای لوزالمعده
۳۱۹	- اثرات متابولیسمی انسولین
۳۲۲	- غده فوق کلیوی
۳۲۵	- نحوه عمل هورمونهای استروئید
۳۳۵	گل واژگان
۳۴۵	منابع

پیشگفتار

پیشرفت علم بیوشیمی در سال‌های اخیر و ارتباط بسیار نزدیک این دانش با علوم زیستی به‌ویژه علوم زیست‌شناسی، بهداشت و پزشکی اهمیت ویژه‌ای را برای این رشته به‌وجود آورده است. به‌طوری که امروزه این علم از ارکان مهم علوم پایه پزشکی به حساب می‌آید. رابطه بسیار نزدیک این دانش با سایر علوم پایه پزشکی نظیر بیولوژی، ایمونولوژی، فیزیولوژی و میکروبیولوژی از یک جهت و کاربرد کلینیکی این دانش در تمام سطوح پزشکی و داروشناسی شناخت و آشنائی عمیق‌تر این علم را برای دانشجویان رشته‌های زیست‌شناسی، تربیت بدنی، پزشکی، پیراپزشکی، بهداشت تغذیه، پرستاری، مامائی و داروسازی لازم دانسته است.

یاخته جاندار برای ادامه زندگی به‌طور همیشگی با محیط خارج در حال مبادله است و مواد غذایی را از ماورای غشای خود جذب می‌کند قسمتی از مواد جذب شده پس از تغییرات شیمیایی، جزئی از مولکول‌های ساختمان یاخته می‌شود و قسمتی دیگر به‌وسیله واکنش‌های اکسیداسیون می‌سوزد و نیروی لازم برای ادامه حیات را به‌وجود می‌آورد سرانجام مواد زائدی که از واکنش‌های شیمیایی حاصل می‌شود به‌خارج دفع می‌گردد شرح علمی کلیه این واکنش‌ها، موضوع علم بیوشیمی را تشکیل می‌دهد. تحقیقات بیوشیمی در شناخت ماهیت پدیده‌های زیستی در سلول‌های بدن انسان به قدری مهم بوده که کاربرد وسیع این یافته‌ها اصول دانش پزشکی را در جهت تکامل متحول ساخته است به‌طوری که روش‌ها و نتایج علم بیوشیمی امروزه در تمام سطوح

پزشکی از جمله پیشگیری، تشخیص و درمان بیماری‌ها نقش مهمی را به عهده می‌گیرد.

ساختمان بدن موجودات زنده از نظم خاص برخوردار می‌باشد. مولکول‌های پیچیده بیوشیمیایی ساختمان‌های مختلف بدن موجودات زنده را به وجود می‌آورند این مولکول‌های در ساختمان رده‌های مختلف جانداران یکسانند و هریک عهده‌دار وظیفه ویژه‌ای می‌باشند. موجودات زنده قادرند انرژی را از محیط خارج گرفته و به مصرف اعمال حیاتی و ساخت ترکیبات بیوشیمیایی برسانند. اغلب ترکیبات بیوشیمیایی در موجودات زنده ترکیبات آلی حاوی کربن هستند که به صورت احیا با هیدروژن می‌باشند. اغلب این مولکول‌های آلی که به اصطلاح بیومولکول نیز نامیده می‌شوند شامل ازت و اکسیژن نیز می‌باشند. انواع مولکول‌ها در بدن موجودات زنده وجود دارند به طور مثال باکتری اشریشیاکلی حاوی پنج هزار نوع مختلف مواد آلی است. در بدن انسان حدود ۵ میلیون نوع مختلف پروتئین می‌باشد و هیچکدام از انواع پروتئین‌های فوق با پروتئین موجود در باکتری‌ها کاملاً یکسان نیستند.

واحدهای ساختمانی ترکیبات بیوشیمیایی که مولکول‌های بزرگ نامیده می‌شوند عهده‌دار وظایف مختلف می‌باشند به طور نمونه اسیدهای آمینه که واحد ساختمانی مولکول‌های پروتئین را تشکیل می‌دهند به عنوان سوسترا یا ماده اولیه جهت تشکیل بعضی از مواد مانند آلکالوئیدها، پورفیرین‌ها، مواد رنگی پوست و مو و سایر بیومولکول‌ها به کار می‌روند. به طور کلی می‌توان گفت تمامی ترکیبات موجود در بدن موجودات زنده عهده‌دار وظائف بیوشیمیایی خاصی می‌باشند. عناصری که مواد شیمیایی مختلف را تشکیل می‌دهند از ۲۲ عنصر ساده تشکیل یافته و تنها ۱۶ عنصر در تمام موجودات زنده یافت می‌شود. چهار عنصر اصلی کربن، هیدروژن، اکسیژن و ازت تقریباً ۹۹ درصد توده سلولی را تشکیل می‌دهند. این عناصر از این نظر با یکدیگر تشابه دارند که همگی قادرند با ایجاد پیوند کووالان، مولکول‌های بزرگ مواد آلی بیوشیمیایی را تشکیل دهند. علاوه بر عناصر فوق عناصری مانند فسفر و گوگرد و یون‌های فلزی مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و کلر به مقدار نسبتاً فراوان در بدن موجودات زنده یافت می‌شود. عناصر دیگر مانند منگنز، آهن، کوبالت، روی و مس به مقدار جزئی در بدن موجودات وجود دارند. چهار دسته اصلی مواد آلی موجود در بدن

جانداران عبارتند از پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها که مورد بررسی قرار می‌گیرد.

محرک کلی، واکنش‌های درون یاخته‌ای و به‌طور کلی فعل و انفعالات شیمیایی که در موجود زنده، انجام می‌گیرد آنزیم‌ها می‌باشند این مواد که از مولکول‌های پروتئینی‌ها به‌وجود آمده‌اند عمل کاتالیزور را در بدن انجام می‌دهند یعنی سرعت و شدت واکنش‌های شیمیایی را افزایش داده و خود متحمل هیچ نوع تغییری نمی‌گردند. غیر از آنزیم‌ها کاتالیزورهای حیاتی دیگری در واکنش‌های درون یاخته‌ای شرکت دارند، کاتالیزورهای اخیر یا از محیط خارج به‌وسیله مواد غذایی به سلول می‌رسند که مانند ویتامین‌ها و یا در درون یاخته‌های غدد داخلی ساخته می‌شوند و از راه جریان خون به سلول‌های دیگر بدن می‌رسند مانند هورمون‌ها.

کتاب بیوشیمی حاضر که هدف آن آشنا کردن دانشجویان زیست‌شناسی، بهداشت و علوم پایه پزشکی با اصول بیوشیمی و بیوشیمی پزشکی است در دو بخش که بخش اول آن شامل عناصر، مولکول‌های حیاتی، ترکیب شیمیایی بدن انسان، آب، تاپون‌ها، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، انرژی بیوشیمیایی، آنزیم‌ها، ویتامین‌ها و کوآنزیم‌ها و بخش دوم شامل متابولیسم مواد انرژی‌زا شامل سلول و سازمان بیوشیمیایی آن متابولیسم بی‌هوازی کربوهیدرات‌ها راه‌های کاتابولیسم گلوکز، سیکل اسید تری کاربوکسیلیک، متابولیسم لیپیدها، انتقال الکترون و فسفریلاسیون اکسیداتیو، تنفس، سیکل ازت و متابولیسم آمونیاک می‌باشد.

مقدمه

با آنکه پیریم، گر می‌پرستیم، از باده عشق آفرین علم مستیم،

و سالهاست پیر می‌شویم تا این خطوط را جوان داریم،

به ظاهر چنین می‌آید که در این سالیان قلم‌زنی، شیوه دیرین را یکنواخت دنبال کرده‌ایم و اگر تغییری در مسوده‌های گذشته هم روا داشته‌ایم چندان نبوده که رنگ و نامش را دگرگون کرده باد و این استمرار از آن سبب به نظر همگون می‌آید که سبک بیان هر کس از سرشت او می‌زاید.

اما چنین نیست، این پیروی به عادت مالوف اگر انجام یافته به ظاهر در کلام است و به واقع به موازات سیر تکاملی دانش بیوشیمی تغییر یافته و در اصول علمی و نیاز زمان و ضرورت هماهنگی با شیمی حیاتی بر اهل فن روشن و مستغنی از تعریف است زیرا:

مولف، مهرآئین و همیشه به دنبال آفتاب در حرکت است.

اگر هر روز افق را در مشرق نظاره کردیم و غروب را در مغرب بدرقه نموده‌ام.

اگر دیروز را به امروز پیوند داده‌ام.

و اگر فردا را چنان خواهم دید که دیروز را در امروز یکسان یافتم.

این بدان مانند نیست که همه روز امروز است بلکه هر روز خصوصیات خود را

دارد که به فرمایش حضرت علی (ع) «و کل لمن ساویومان» این شیوه ماست که به

دنبال آفتاب چهار فصل زمان را به سازیم و جهان پیر را در هر بهار جوان بباییم.

کتاب حاضر، آوازی است که از پرده‌های دل‌های صبور نواخته شده به بهای
فرسودن جسم و جان، با آب دیدگان نت‌نویسی گردیده و اگر مایه به گذشته پیوند دارد
اما مقامات و گوشه‌هایی نغمه‌گونه بر آن افزوده شده تا حلاوتی بر ذائقه اهل ذوق بیش
از پیش داشته باشد.

پاداش ما، رضایت شما و سپاس خوانندگان است. حتی به تعداد انگشت‌های
دست:

تقدیم به یک نگاه رضایت‌بخش شما دانشجویان عزیز

دکتر حبیب ا... ناظم
عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور

بنام پرودگار دانا و توانا

سخن ارزیاب

اکنون که در کار خواندن این کتاب هستیم، در زوایای پنهان بدن ما، در درون میلیاردها یاخته واکنش‌های شیمیایی بسیاری در حال انجام است. مجموعه این واکنش‌ها و هماهنگی آنان سبب ادامه‌ی زندگی است، درک مسئله حیات موجودات، گیاه یا حیوان (تک‌یاخته یا پریاخته) بدون شناسایی این پدیده‌های بی‌شمار ممکن نخواهد بود.

هرچند مقدار و نسبت کلی مواد شیمیایی ساختمان سلول ثابت می‌باشد. معذک برای ادامه‌ی زندگی به‌طور همیشگی با محیط خارج در حال مبادله است و مواد غذایی را از ماورای غشای خود جذب می‌کند. قسمتی از مواد جذب شده پس از تغییرات شیمیایی، جزئی از مولکول‌های ساختمان یاخته می‌شود و قسمتی دیگر به‌وسیله واکنش‌های اکسیداسیون می‌سوزد و نیروی لازم برای ادامه‌ی حیات را به‌وجود می‌آورد و سرانجام مواد زائدی که از واکنش‌های شیمیایی حاصل می‌شود به خارج دفع می‌گردد. بیان علمی کلیه این واکنش‌ها، موضوع دانش بیوشیمی را تشکیل می‌دهد. در بیوشیمی نخست ترکیب شیمیایی یاخته و به‌طور کلی موجود زنده مورد بحث قرار می‌گیرد و سپس چگونگی واکنش‌های شیمیایی و فعل و انفعال درون سلولی مطالعه خواهد گردید.

از زمان‌های قدیم و از هنگامی که فلسفه یونان با درخشندگی در حد اعتلای خود بوده در افسانه نیروی حیاتی، عامل قطعی جهت توجیه چگونگی ساختمان مواد آلی در موجودات زنده به‌شمار می‌رفته است. ناتوانی دانش آن زمان در بیان چگونگی ایجاد مواد آلی سبب شده بود که این عامل مبهم و نامعلوم را محرک کلیه واکنش‌هایی بدانند که منجر به ساختن مواد آلی موجود زنده می‌شود.

اولین بار تهیه اسید استیک در محیط خارج به وسیله کولب (۱۸۲۵) و ساختن اوره به وسیله ولر (۱۸۲۸) و نیز ایجاد الکل به وسیله برتلو و تهیه انواع قندها بدون کمک نیروهای حیاتی به وسیله امیلی فیشر ثابت کرد که مواد آلی نیز جزئی از ترکیبات بی شمار عناصر شیمیایی هستند و از قوانین عمومی دانش شیمی پیروی می نمایند.

محرک کلیه واکنش های درون یاخته ای و به طور کلی فعل و انفعالات شیمیایی که در موجود زنده انجام می گیرد آنزیم ها می باشند. این مواد که از مولکول های پروتئینی پیچیده به وجود آمده اند عمل کاتالیزور را در بدن انجام می دهند یعنی سرعت و شدت واکنش های شیمیایی را افزایش داده و خود متحمل هیچ نوع تغییری نمی گردند. در بدن ما هزاران آنزیم وجود دارد که هر کدام عمل مخصوص به خود را انجام می دهند.

نخستین بار سال ۱۸۹۷ ادوار بوخنر شیمی دان آلمانی موفق به جدا کردن مایعی از لوور گردید که خاصیت آنزیمی داشت در سال ۱۹۲۶ جایمز سومر موفق گردید آنزیم «اوره آزه» را که سبب تجزیه اوره در محیط خارج می گردد به شکل خالص و متبلور از دانه های نباتی استخراج کند.

دامنه دانش بیوشیمی به مطالعه ساختمان شیمیایی و واکنش های درون یاخته ها محدود نمی گردد بلکه مطالعه اعمال شیمیایی اندام ها را نیز در بر می گیرد. پیشرفت بیوشیمی به خصوص در این زمینه امکانات بی شماری را به وجود آورده است.

کتاب بیوشیمی و متابولیسم که توسط آقای دکتر حبیب ا... ناظم عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور تألیف گردیده است چکیده ای از مجموع مطالب ارائه شده در بیوشیمی و متابولیسم است که به صورت خودآموز تهیه شده است. اینجانب ضمن ابراز مسرت از چاپ کتاب حاضر امیدوارم شاهد کارهای انتشاراتی بیشتری از ایشان باشیم و مطالعه آنرا برای دانشجویان رشته زیست شناسی، شیمی، تربیت بدنی، علوم آزمایشگاهی، پزشکی، پرستاری و مامائی توصیه می نمایم.

از خداوند متعال توفیق روزافزون برای مشارالیه دارم.

دکتر ناصر ملک نیا

استاد بیوشیمی دانشگاه تهران