

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دعای پیش از مطالعه

اَللّٰهُمَّ اَخْرِجْنِيْ مِنْ ظُلُمَاتِ الْوَهْمِ وَاكْرِمْنِيْ بِنُوْرِ الْفَهْمِ
اَللّٰهُمَّ افْتَحْ عَلَيْنَا اَبْوَابَ رَحْمَتِكَ وَاَنْشُرْ عَلَيْنَا خَزَائِنَ عُلُوْمِكَ
بِرَحْمَتِكَ يَا اَرْحَمَ الرَّاحِمِيْنَ

پروردگارا، خارج کن مرا از تاریکی های فکر و گرامی بدار به نور فهم
پروردگارا، بکشای بر مادرهای رحمت را و بکستران کنج های دانشت را به امید رحمت
تو ای مهربان ترین مهربانان

بیایید به حقوق دیگران احترام بگذاریم

دوست عزیز، این کتاب حاصل دستریج چندین ساله ی مؤلف، مترجم و ناشر آن است. تکثیر و فروش آن به هر شکلی بدون اجازه از پدیدآورنده کاری غیراخلاقی، غیرقانونی، غیرشرعی و کسب درآمد از دستریج دیگران است، نتیجه ی این عمل نادرست، موجب رواج بی اعتمادی در جامعه و بروز پی آمدهای ناگوار در زندگی و محیط ناسالم برای خود و فرزندانمان می گردد.



درسنامه بیوشیمی

**ویژه رشته‌های ایمنی‌شناسی، خون‌شناسی، ژنتیک،
بیوتکنولوژی، علوم تغذیه، نانوفناوری پزشکی و کلیه
گرایش‌های وزارت علوم و دانشگاه آزاد**

تألیف و گردآوری:

سلمان عسگرخانی

فاطمه بیاتیان

سرشناسه

عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شابک

وضعیت فهرست‌نویسی

یادداشت

عنوان دیگر

موضوع

: عسگرخانی، سلمان، ۱۳۶۱-

: درسنامه بیوشیمی: ویژه رشته‌های ایمنی‌شناسی، خون‌شناسی، ژنتیک، بیوتکنولوژی، علوم تغذیه، نانوفناوری پزشکی و کلیه گرایش‌های وزارت علوم و دانشگاه آزاد/ تألیف و گردآوری سلمان عسگرخانی، فاطمه بیاتیان.

: تهران: آناهید گستر خلیلی، ۱۴۰۳.

: ۴۸۶ص: مصور، جدول.

: 978-622-8348-37-7

: فیپا

: عنوان دیگر: AGK درسنامه بیوشیمی ...

: AGK درسنامه بیوشیمی ...

: زیست‌شیمی-- راهنمای آموزشی (عالی)

: Biochemistry – Study and teaching (Higher)

: زیست‌شیمی پزشکی-- راهنمای آموزشی (عالی)

: Medicine, Biochemic – Study and teaching (Higher)

: بیاتیان، فاطمه، ۱۳۶۱-

: QD ۴۱۵/۳

: ۵۷۲/۰۷۶

: ۹۵۷۴۵۸۲

شناسه افزوده

رده‌بندی کنگره

رده‌بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی



انتشارات آناهید گستر خلیلی

نام: AGK درسنامه بیوشیمی

(ویژه رشته‌های ایمنی‌شناسی، خون‌شناسی، ژنتیک، بیوتکنولوژی علوم تغذیه، نانوفناوری پزشکی و

کلیه گرایش‌های وزارت علوم و دانشگاه آزاد)

تألیف و گردآوری: سلمان عسگرخانی، فاطمه بیاتیان

ناشر: آناهید گستر خلیلی

نوبت و سال چاپ: اول. ۱۴۰۳

شمارگان: ۱۰۰۰

چاپ و صحافی: گیلان

مدیر تولید: امیرحسین خلیلی

مدیر فنی و هنری: مریم آرده

تایپ و صفحه‌آرایی: بیتا اندوزفر

بهاء: ۴۵۰۰۰۰ تومان

آموزشگاه/فروشگاه: ۰۲۱۶۶۵۶۸۶۲۱

مرکز پخش: ضلع جنوب غربی میدان انقلاب، جنب بانک پارسیان، مجتمع تجاری پارس، طبقه اول

مدیر فروش: ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ (ارتباط از طریق پیامک)

 agkpublisher@gmail.com

 www.agkins.com

طلیحه سخن مدیر تولید:

سپردن کار به اهلش نشانه‌ی خردمندی است.

برای تولید بسته‌های آموزشی تمام تلاش خود را به کار گرفته‌ایم تا محصولی شایسته را تقدیم شما عزیزان نماییم.

مجموعه‌ای که پیش روی شماست براساس معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور و به قلم مجرب‌ترین اساتید تألیف شده است و مطالعه آن موجب صرفه‌جویی در زمان و هزینه شما خواهد شد.

ارائه بالاترین آمار قبولی در کنکور کارشناسی ارشد و دکتری در دهه اخیر بیان‌گر توانایی این مجموعه در راستای اهداف آموزشی خود می‌باشد. اینک با اتکا به تجربه‌ای ۱۷ ساله می‌توانیم ادعا کنیم که مجموعه حاضر، بی‌شک از جمله کامل‌ترین و به‌روزترین بسته‌های آموزشی موجود در عرصه کنکور می‌باشد.

❧ برخی از ویژگی‌های بسته‌های آموزشی:

- منطبق با معتبرترین و به‌روزترین منابع کنکور
- گردآوری و تألیف توسط مجرب‌ترین اساتید کنکور
- تدریس مطالب از سطح پایه تا پیشرفته به بیان ساده و روان
- انتقال بهتر مفاهیم با استفاده از شکل، جدول و نمودار
- تألیف مبتنی بر نحوه‌ی طراحی سوالات کنکور
- مطالعه یک منبع منسجم به جای مطالعه چندین منبع مختلف
- منبعی خودآموز و بدون نیاز به مدرس

اینک علاوه بر مطالعه بسته‌های آموزشی استفاده از خدمات و محصولات زیر را به عنوان ضمانتی برای قبولی به شما داوطلبان عزیز توصیه می‌کنم؛

❧ آزمون‌های آزمایشی: خوش بود گر محک تجربه آید به میان

داوطلب شجاع کیست؟ داوطلبی است که خود را مورد سنجش (خود را با خود) و ارزیابی (خود را با دیگران) قرار دهد تا پیش از کنکور به نقاط ضعف خود پی ببرد و آن‌ها را تقویت نماید. آزمون‌های آزمایشی دارای یک برنامه‌ریزی منسجم است و به شما اولتیماتوم می‌دهد. یعنی شما باید در یک زمان معین مطالب معینی را مطالعه نمایید.

آزمون‌های آزمایشی مجموعه دارای سوالات استاندارد، پاسخنامه تشریحی و کارنامه تحلیلی می‌باشد. صادقانه شرکت در آزمون‌های آزمایشی را به شما عزیزان توصیه می‌کنم.

❧ مشاوره تخصصی و برنامه‌ریزی: زیر نظر حرفه‌ای‌ها درس بخوانید ...

در صورتی که نمی‌توانید با توجه به زمان آزادتان برنامه‌ی مطالعاتی استاندارد را برای خود تدوین کنید حتماً از افراد متخصص کمک بخواهید. افرادی که تجربیات خود را صادقانه در اختیار شما قرار می‌دهند و برنامه‌ریزی مناسب با شرایط شما را انجام می‌دهند.

📖 کتاب تست:

کوچک‌ترین واحد یادگیری در کنکور، تست است. شما می‌توانید برای این‌که سطح یادگیری خود را پس از مطالعه بسنجید از کتاب‌های تست مجموعه (تست کنکور) و ماطراحان (تست‌های تألیفی) استفاده کنید. این کتاب‌ها به‌صورت موضوعی طبقه‌بندی شده‌اند و می‌توانند نحوه‌ی طرح سوالات کنکور و سطح آن‌ها را به‌صورت واضح به شما نشان دهند.

📖 درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم مناسب‌ترین منابع برای دوران مرور و جمع‌بندی:

بیش‌تر داوطلبان حین مطالعه نگران خلاصه‌نویسی و مرور آموخته‌های خود هستند و برای خلاصه‌نویسی زمان زیادی را صرف می‌کنند. اینک به شما مژده می‌دهیم که این‌بار زمان به نفع شما در حال گذر است و دیگر با استفاده از درسنامه‌های نکات داغ و کتاب‌های الگوریتم نیاز به خلاصه‌نویسی ندارید.

شما می‌توانید نظرات، انتقادات و پیشنهادهای سازنده خود را در مورد بسته‌های آموزشی به شماره‌تلفن همراه ۰۹۱۹۱۶۸۵۹۷۰ فقط و فقط پیامک نمایید.

مشاور و مدیر تولید

امیرحسین خلیلی

طلیحه سخن مؤلف:

حمد و سپاس خداوندی را سزااست که وجود آدمی را به قدرت تعقل زینت بخشید و او را اشرف مخلوقات نام نهاد.

بیوشیمی یکی از شاخه‌های علوم پزشکی است که پیوسته در حال تکامل می‌باشد؛ پیشرفت‌های روزافزون در زمینه‌ی این علم و کمبود چشمگیر مقالات و کتاب‌های علمی به زبان فارسی و دور از دسترس بودن منابع جامع خارجی، از عوامل بازدارنده یادگیری این علم می‌باشد.

درسنامه حاضر که در زمینه بیوشیمی بالینی فراهم گردیده، کوششی است در راستای دستیابی به موفقیت که تقدیم دانش‌دوستان و دانش‌پژوهان علوم پزشکی می‌گردد. امید است بخشی از نیازهای علمی و تخصصی‌شان را پاسخگو باشد.

هم‌چنین نگارش روان و بیان ساده و شیوایی که در تدوین این درسنامه در پیش گرفته شده به گونه‌ای است که کلیه مطالب و مفاهیم را قابل درک ساخته و نیز می‌تواند ارتباط نزدیکی را با خواننده به وجود آورد. در پایان لازم می‌دانم از زحمات بی‌دریغ همسرم که در گردآوری این درسنامه مرا یاری نمودند، تشکر و قدردانی نمایم. هم‌چنین از جناب آقای دکتر احمد خلیلی به پاس همکاری و راهنمایی‌های صمیمانه‌شان نهایت تشکر را دارم.

با احترام

سلمان عسگرخانی

فصل اول: آب و الکترولیت.....	۹
فصل دوم: مشخصات اسیدهای آمینه.....	۱۹
فصل سوم: ساختار پروتئین و پروتئین‌های پلاسما.....	۳۷
فصل چهارم: هموگلوبین و میوگلوبین.....	۷۶
فصل پنجم: عضله و موتورهای مولکولی.....	۸۷
فصل ششم: آنزیم.....	۱۰۰
فصل هفتم: ویتامین‌ها و عناصر معدنی.....	۱۲۴
فصل هشتم: ساختمان کربوهیدرات.....	۱۴۵
فصل نهم: ساختمان لیپیدها.....	۱۶۲
فصل دهم: سلول و غشاهای بیولوژیک.....	۱۸۲
فصل یازدهم: متابولیسم کربوهیدرات.....	۱۹۸
فصل دوازدهم: متابولیسم لیپید.....	۲۴۱
فصل سیزدهم: فسفریلاسیون اکسیداتیو و بیوانرژی.....	۲۸۳
فصل چهاردهم: متابولیسم اسیدهای آمینه.....	۳۰۶
فصل پانزدهم: متابولیسم هم (Heme).....	۳۴۵
فصل شانزدهم: متابولیسم نوکلئوتیدها.....	۳۵۶
فصل هفدهم: هورمون و پیام‌رسانی.....	۳۷۵
فصل هجدهم: بیولوژی مولکولی.....	۴۲۶
فصل نوزدهم: نگاهی کاملاً مصور به ارتباطات متابولیکی در شرایط گرسنگی و شرایط خوب تغذیه شده.....	۴۸۰

فصل

۱

آب و الکترولیت

۹

آب یک مولکول دوقطبی، چهار وجهی نامتقارن با هیبریداسیون sp^3 و زاویه 104.5° درجه است که بین مولکول‌های آن پیوندهای هیدروژنی بسیاری ایجاد می‌گردد. در حالت مایع هر مولکول آب، $3/4$ پیوند هیدروژنی ایجاد می‌کند. در حالی که به شکل کریستال‌های یخ هر مولکول آب، 4 پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد. حدوداً 60% وزن بدن از آب تشکیل شده که به 2 بخش تقسیم می‌شود: الف) آب داخل سلولی یا ICF که شامل $2/3$ یا 60% کل مایعات بدن است.

Volumes of Body Fluid Compartments*

Intracellular volume: 24 L (60%)

Extracellular volume: 16 L (40%)

Interstitial volume: 11.2 L (28%)

Plasma volume: 3.2 L (8%)

Transcellular volume: 1.6 L (4%)

ب) آب خارج سلولی یا ECF که $1/3$ یا 40% کل مایعات بدن است و البته ECF شامل: مایع بین سلولی (28%)، پلاسما (8%) و مایع ترانس سلولار (4%) می‌باشد.

Electrolyte Concentrations in Extracellular and Intracellular Fluids

	PLASMA		INTERSTITIAL FLUID		PLASMA WATER		CELL WATER (MUSCLE)	
	(mmol/L)	(mmol/L)	(mmol/L)	(mmol/L)	(mmol/L)	(mmol/L)	(mmol/L)	(mmol/L)
Na ⁺	140	140	145.3	145.3	149.8	149.8	13	13
K ⁺	4.5	4.5	4.7	4.7	4.8	4.8	140	140
Ca ⁺⁺	5.0	2.5	2.8	2.8	5.3	5.3	10^{-7}	0.5×10^{-7}
Mg ⁺⁺	1.7	0.85	1.0	0.5	1.8	0.9	7.0	3.5
Cl ⁻	104	104	114.7	114.7	111.4	111.4	3	3
HCO ₃ ⁻	24	24	26.5	26.5	25.7	25.7	10	10
SO ₄ ²⁻	1.0	0.5	1.2	0.6	1.1	0.55	-	-
P	2.1	1.2*	2.3	1.3*	2.2	1.2*	107	57 [†]
Protein	15	1	8	0.5	16	1	40	2.5 [‡]
Organic anion	5	5	5.6	5.6	5.3	5.3	-	-

فصل

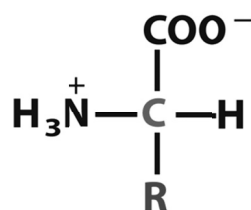
۲

مشخصات اسیدهای آمینه

پروتئین‌ها از مجموعه‌ای متشکل از ۲۰ اسیدآمینه ساخته می‌شوند:

اسیدهای آمینه واحدهای ساختاری تشکیل‌دهنده پروتئین‌ها می‌باشند. با توجه به نام اسیدآمینه، مولکولی است که دارای دو گروه عامل آمین و کربوکسیل است. به کربنی که به گروه کربوکسیل وصل می‌شود، کربن شماره ۲ یا کربن آلفا (α) گفته می‌شود. نام‌گذاری اسیدهای آمینه بدین صورت است که اگر گروه آمین به کربن α وصل باشد، آن را آلفاآمین می‌نامند یا اگر گروه آمین به کربن بتا وصل شود آن را بتاآمین می‌نامند.

تمامی ۲۰ اسیدآمینه متداول در ساختار پروتئین‌ها که به‌عنوان اسیدهای آمینه استاندارد شناخته می‌شوند از نوع آلفا آمینواسید هستند. تمام آلفا آمینواسیدها دارای خصوصیات ساختاری مشترک هستند این مولکول‌ها دارای یک گروه کربوکسیل، یک گروه آمین و یک هیدروژن متصل به کربن آلفا هستند. تفاوت اسیدهای آمینه در نوع زنجیره جانبی آن‌ها (گروه‌های R) می‌باشد.



برای نام‌گذاری اسیدهای آمینه از کلمات سه حرفی که معمولاً سه حرف اول نام اسیدآمینه است، استفاده می‌شود به استثنای اسیدهای آمینه اسپارژین (Asn)، گلوتامین (Gln)، ایزولوسین (Ile)، و تریپتوفان (Trp).
در جدول صفحه بعد مخفف‌های سه حرفی و یک‌حرفی برای اسیدهای آمینه نشان داده شده است.

فصل

۳

ساختار پروتئین و پروتئین‌های پلاسما

۳۷

پروتئین‌ها ماکرومولکول‌هایی هستند که از پلیمریزاسیون اسیدهای آمینه حاصل می‌شوند که توسط پیوند پپتیدی که نوعی پیوند آمیدی است شکل می‌گیرند، انرژی مورد نیاز برای ایجاد هر پیوند پپتیدی در ساختار پروتئین‌ها معادل مصرف ۴ مولکول پرانرژی ATP است.

پیوند پپتیدی از نظر طول پیوند و انرژی پیوند حدواسط پیوند یگانه و دوگانه و دارای ماهیت رزونانس می‌باشد. پیوندهایی که حالت رزونانس دارند مانند پیوند دوگانه صفحه‌ای ایجاد می‌کنند که مانند پیوند یگانه آزادی چرخش ندارد و ساختار مسطحی را ایجاد می‌کند.

پیوندهای پپتیدی در ساختمان پروتئین‌ها به‌جز در ۶ درصد موارد که بدلیل حضور اسیدآمینه‌ی پرولین به صورت Cis است، در باقی موارد در حالت trans می‌باشد.

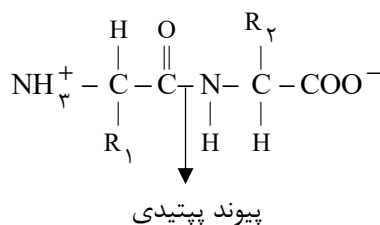
در حالت Cis، کربن‌های آلفای دو اسیدآمینه‌ی درگیر در پیوند پپتیدی در جهت موافق هم و در حالت trans در جهت مخالف هم قرار دارند.

Back Bone یا اسکلت پیوند پپتیدی شامل ترتیب افقی (C_α - C - N - C_α) می‌باشد، پروتئین‌ها به‌واسطه پیوندهای پپتیدی دارای یک بیشینه‌ی جذب نور در طول موج حدوداً ۲۱۰ نانومتری و یک بیشینه‌ی جذب نور به‌واسطه حضور اسیدهای آمینه‌ی آروماتیک در طول موج حدوداً ۲۸۰ نانومتر می‌باشند.

تفاوت صفحه‌ی پپتیدی حاصل از اسیدآمینه‌ی پرولین چیست؟ فاقد هیدروژن است.

براساس قرارداد وزن مولکولی میانگین برای هر اسیدآمینه در ساختار پروتئین حدوداً ۱۱۰ Dal (دالتون) است.

پیوند پپتیدی بین گروه آلفا آمین یک آمینواسید از یک سو و گروه آلفاکربوکسیل آمینو اسید دیگری برقرار می‌شود همان‌طور که گفته شد این پیوند فاقد چرخش آزادانه است.



فصل

۴

هموگلوبین و میوگلوبین

۷۶

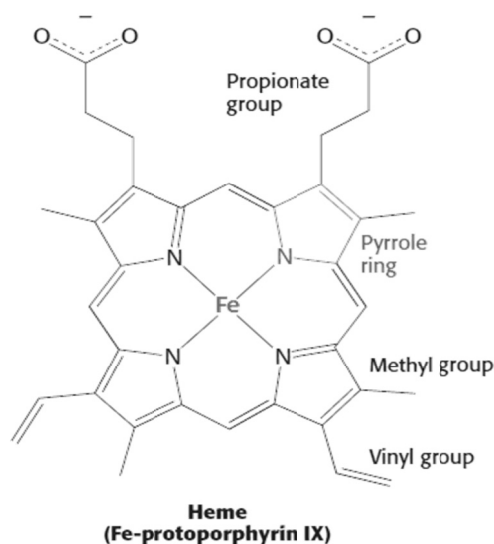
گروه پروستتیک ترکیبی است که به‌طور محکم به پروتئین متصل است و در عملکرد آن پروتئین نقش دارد. این گروه برای پروتئین‌های Mb و Hb یک گروه Heme می‌باشد که جزء غیرپروتئینی این مولکول‌ها اطلاق می‌شود، به Mb و Hb فاقد گروه هم، آپو Mb یا آپو Hb گفته می‌شود.

در آنزیم‌های دهیدروژناز گروه FAD یک گروه پروستتیک است ولی ترکیب NAD^+ یک گروه کوسوبسترا می‌باشد و پروستتیک نیست.

با اضافه شدن گروه پروستتیک پروتئین کانفورماسیون عملکرد خود را می‌یابد.

به پروتئین‌های Heme دار، کروموپروتئین نیز می‌گویند.

Heme یک تتراپیرول حلقوی است و از ۴ مولکول پیرول ترکیب یافته که به وسیله پل‌های، متیل (CH=) به هم متصل شده‌اند، این مولکول نور مرئی را جذب می‌کند و دارای شاخه‌های متیل، وینیل و پروپیونات در ساختار خود می‌باشد که ترتیب آن به صورت (I - MV - II - MV - III - MP - IV - PM) می‌باشد.



فصل

۵

عضله و موتورهای مولکولی

سلول‌ها مجموعه‌های پویایی از پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، اندامک‌ها و ... هستند که متحرک می‌باشند. این حرکت توسط پروتئین‌های موتور مولکولی و مجموعه‌ای از پروتئین‌های فیلامانی که سایتواسکلتون یا اسکلت سلولی نام دارد تامین می‌شود.

سه خانواده از موتورهای مولکولی وجود دارد: میوزین، کینزین و دینئین میوزین در ارتباط با اکتین می‌باشد و در انقباض ماهیچه‌ها دخالت دارد.

کینزین و داینئین موتورهای پایه‌ای میکروتوبول‌ها هستند و در انتقالات داخل سلولی و سازماندهی داخل سلول‌ها نقش دارند و معمولاً به صورت منفرد عمل می‌کنند در حالی‌که میوزین تمایل به تشکیل تجمعات فیبری دارد. سوخت تمام این موتورهای مولکولی ATP است.

انواع عضله

در عضله انرژی پتانسیل شیمیایی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود سه نوع عضله داریم.
عضله اسکلتی: ظاهری مخطط که دارای باندها و فیلامنت‌های مجزا هستند و انقباض ارادی دارند.
عضله قلبی: ظاهری مخطط دارند ولی واحدهای انقباضی منظم و در یک خط نیستند. انقباض غیرارادی است.
عضله صاف: ظاهر مخطط ندارند و فیلامنت‌ها الگوی نامنظمی دارند و انقباض آن‌ها ارادی نیست.

عضله اسکلتی:

عضله مخطط از سلول‌های تار عضلانی چند هسته‌ای تشکیل شده است که در اطراف آن یک غشاء تحریک‌پذیر به نام سارکولم وجود دارد. یک سلول تار عضلانی (فیبر) دارای مجموعه‌ای از میوفیبریل‌هاست که به موازات هم کشیده شده‌اند میوفیبریل‌ها در داخل مایع سلولی به نام سارکوپلاسم قرار دارند. میکروفیبریل‌ها حاوی باندهای تیره و روشن هستند. باند a (آنیزوتروپیک) که در برابر نور پلاریزه خاصیت انکسار مضاعف دارد.

دارای هر دو فیلامان ضخیم و نازک است.

باند I (ایزوتروپیک) که در برابر نور پلاریزه تغییری در آن ایجاد نمی‌شود و فقط دارای فیلامان نازک است. باند I توسط خط Z به دو بخش تقسیم می‌شود.



آنزیم‌ها پروتئین‌های تخصص یافته‌ای هستند که واکنش‌های زیستی را کاتالیز می‌کنند، برخی RNAهای ریبوزومی که در فرآیند پردازش اینترون و tRNA شرکت می‌کنند نیز فعالیت آنزیمی داشته که به آن‌ها ریبوزیم (مثل 28 SrRNA) گفته می‌شود که از جنس RNA هستند نه پروتئین.

تعریف آنزیم (Abzyme)

آنزیم‌های صناعی که با طراحی آنتی‌بادی بر علیه آنالوگ‌های حالت گذار در واکنش‌های شیمیایی (Transitionstate) سنتز شده‌اند و فعالیت آنزیمی دارند.

نظریه‌های مختلف در مورد اتصال سوبسترا به آنزیم

۱. نظریه قفل و کلید: جایگاه اتصال سوبسترا به آنزیم یک ناحیه غیرقابل انعطاف است و فقط یک ترکیب خاص (سوبسترای اختصاصی) در آن جا می‌گیرد.
۲. نظریه قالب القایی: برای آنزیم ساختار انعطاف‌پذیری در نظر گرفته می‌شود که پس از اتصال به سوبسترا آرایش فضایی آن به نحوی تغییر می‌کند که یک اتصال پایدار تشکیل دهد.

تعریف ایزوآنزیم‌ها

ایزوآنزیم‌ها اشکال مختلف از نظر ساختار پروتئینی هستند که واکنش‌های مشابه را کاتالیز می‌کنند و می‌توانند محصول ژن‌های مختلفی باشند که درجاتی تشابه در توالی آمینواسیدی دارند و می‌توانند ویژگی‌های کینتیکی متفاوتی داشته باشند و میل ایزوآنزیم‌ها نسبت به سوبسترا (Km) متفاوت است و حساسیت به عوامل تنظیمی و توزیع بافتی متفاوتی دارند، هم‌چنین دارای PHهای ایزوالکتریک متفاوت بوده اما محصول و سوبسترای یکسانی دارند. براساس تفاوت در حرکت الکتروفورتیک براساس این که چند تا ایزوآنزیم برای یک واکنش آنزیمی وجود داشته باشد از ایزوآنزیم شماره یک (سریع‌ترین حرکت الکتروفورتیک) به بعد (یعنی ۲، ۳ و...) نامگذاری می‌شوند. براساس تفاوت در توزیع بافتی، افزایش ایزوآنزیم خاص هر بافتی در خون نشان‌دهنده نوع آسیب بافتی خواهد بود.

فصل

۷

ویتامین‌ها و عناصر معدنی

ویتامین‌ها گروهی از مواد غذایی آلی هستند در عملکردهای بیوشیمیایی لازمند و بدن عموماً قادر به سنتز آنها نیست بنابراین باید در رژیم غذایی وجود داشته باشند.

۱۲۴

Vitamin		Functions	Deficiency disease
Lipid- Soluable			
A	Retinol, β – carotene	Visual pigments in the retina; regulation of gene expression and cell differentiation (β – carotene is an antioxidant)	Night blindness, xerophthalmia; keratinization of skin
D	Calciferol	Maintenance of calcium balance;l enhances intestinal absorption of Ca^{2+} and mobilizes bone mineral; regulation of gene expression and cell differentiation	Rickets= poor mineralization of bone; osteomalacia= bone demineralization
E	Tocopherols, tocotrienols	Antioxidant, especially in cell membranes; roles in cell signaling	Extremely rare- serious neurologic dysfunction
K	Phylloquinone: menaquinones	Coenzyme in formation of γ -carboxy- glutamate in enzymes of blood clotting and bone matrix	Impaired blood clotting, hemorrhagic disease
Water- Soluable			
B_1	Thiamin	Coenzyme in pyruvate and α – ketoglutarate dehydrogenases, and transketolase;l regulates Cl^- channel in nerve conduction	Peripheral nerve damage (beriberi) or central nervous system lesions (Wernicke- Korsakoff syndrome)
B_2	Riboflavin	Coenzyme in oxidation and reduction reactions (FAD and FMN); prosthetic group of flavoproteins	Lesions of corner of mouth, lips, and tongue, seborrheic dermatitis
Niacin	Nicotinic acid, nicotinamide	Coenzyme in oxidation and reduction reactions, functional part of NAD and NADP; role in intracellular calcium regulation and cell signaling	Pellagra- photosensitive dermatitis, depressive psychosis
B_6	Pyridoxine, pyridoxal, pyridoxamine	Coenzyme in transamination and decarboxylation of amino acids and glycogen phosphorylase; modulation of steroid hormone action	Disorders of amino acid metabolism, convulsions
	Folic acid	Coenzyme in transfer of one- carbon fragments	Megaloblastic anemia
B_{12}	Cobalamin	Coenzyme in transter of one- carbon fragments and metabolism of folic acid	Pernicious anemia= megaloblastic anemia with degeneration of the spinal cord
	Pantothenic acid	Functional part of CoA and acyl carrier protein: fatty acid synthesis and metabolism	Peripheral nerve damage (nutritional melalgia or “burning foot syndrome”)
H	Biotin	Coenzyme in carboxylation reactions in gluconeogenesis and fatty acid synthesis; role in regulation of cell cycle	Impaired fat and carbohydrate metabolism, dermatitis
C	Ascorbic acid	Coenzyme in hydroxylation of proline and lysine in collagen synthesis; antioxidant; enhances absorption of rion	Scurvy- impaired wound healing, loss of dental cement, subcutaneous hemorrhage

ویتامین‌ها را براساس خاصیت حلالیت به دو دسته تقسیم می‌کنند:

الف) ویتامین‌های محلول در چربی

ب) ویتامین‌های محلول در آب

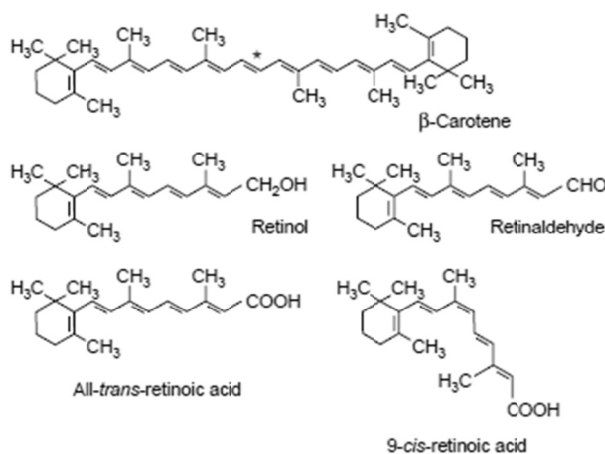
ویتامین‌های محلول در چربی K, E, D, A

ترکیبات آب‌گریز و غیرقطبی هستند و در جریان خون در داخل لیپوپروتئین‌ها قرار دارند و حمل می‌شوند، یا با اتصال به پروتئین‌های اتصالی خاص خود جابه‌جا می‌شوند.

همانند کمبود غذایی در شرایط ابتلا به استئاتوره و اختلالات صفراوی نیز امکان ابتلا به سندرم‌های کمبود ویتامین وجود دارد.

ویتامین A

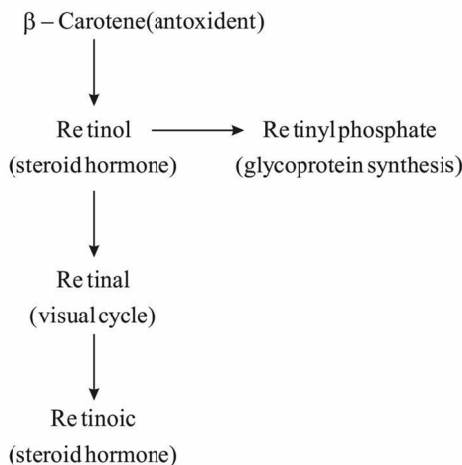
اشکال فعال ویتامین A، رتینول، رتینال و اسید رتینوئیک می‌باشند، پیش‌سازهای آن‌ها توسط گیاهان به شکل کارتنوئیدهای سنتز می‌شوند که در جانوران به رتینول شکسته شده و به شکل متصل به پالمیتات در کبد ذخیره می‌شوند.



کارتنوئیدها به رتینول شکسته شده و به سایر متابولیت‌های ویتامین A در بدن تبدیل می‌شوند در فشار اکسیژن پایین در بدن، β - کاروتن یک آنتی‌اکسیدان بسیار مؤثر است و خطر سرطان‌هایی را که توسط رادیکال‌های آزاد آغاز می‌شوند، کاهش می‌دهد. β - کاروتن در کاهش خطر سرطان ریه به ویژه در افراد سیگاری مهم می‌باشد.

رتینول فسفات یک‌دهنده‌ی گروه گلیکوزیل در سنتز برخی گلیکو پروتئین‌ها و موکوپلی ساکاریدها است که مشابه دولیکول فسفات عمل می‌کند و برای سنتز گلیکو پروتئین‌های مورد نیاز جهت تنظیم رشد طبیعی و ترشح مخاط ضروری است.

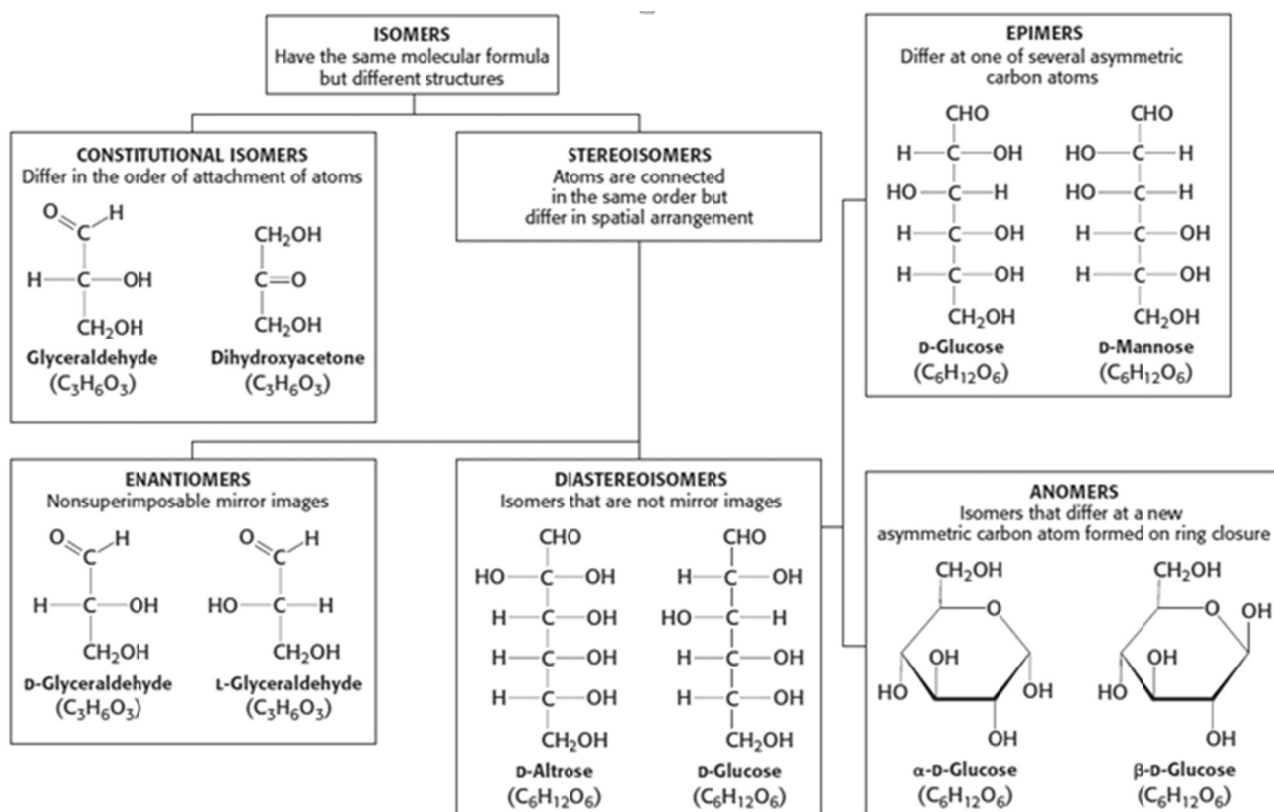
اسید رتینوئیک به گیرنده‌های اسید رتینوئیک (RARs) و گیرنده‌های X رتینوئیک (RXRs) متصل می‌شود و بعد با اتصال به DNA میزان سنتز پروتئین‌های دخیل در تنظیم رشد و تمایز سلول را تنظیم می‌کند و در واقع اسید رتینوئیک مثل یک هورمون استروئیدی در تنظیم رشد و تمایز عمل می‌کند. α و β و γ کاروتن و کریپتوگزانتین از لحاظ کمی مهم‌ترین کارتنوئیدهای پرو ویتامین A هستند، که در مخاط روده توسط کاروتن دی‌اکسیژناز تجزیه می‌شوند و رتینالدهید حاصل می‌کنند که بعد به رتینول احیاء شده، استریفیه شده و توسط شیلومیکرون حمل می‌شوند.



ساختمان کربوهیدرات

۱۴۵

کربوهیدرات‌ها، آلدهیدها یا کتون‌های پلی‌هیدروکسی هستند. فرمول تجربی آن‌ها به صورت $(CH_2O)_n$ است، برخی حاوی نیتروژن، فسفر یا سولفور نیز هستند.



بررسی کلی قندها از نظر انواع ایزومری

فصل هشتم

از نظر اندازه سه دسته عمده از کربوهیدرات وجود دارد:

مونوساکاریدها، اولیگوساکاریدها و پلی ساکاریدها

مونوساکاریدها

شامل یک واحد پلی هیدروکسی آلدئید یا کتون (ستونی) هستند، فراوانترین مونوساکارید در طبیعت، قند شش کربنه D- گلوکز است که گاهی دکستروز نامیده می شود.

مونوساکاریدها ترکیبات جامد کریستالی و بی رنگ هستند که به راحتی در آب حل می شوند ولی در حلال های غیرقطبی نامحلول اند و شامل ۳ تا ۷ کربن می باشند.

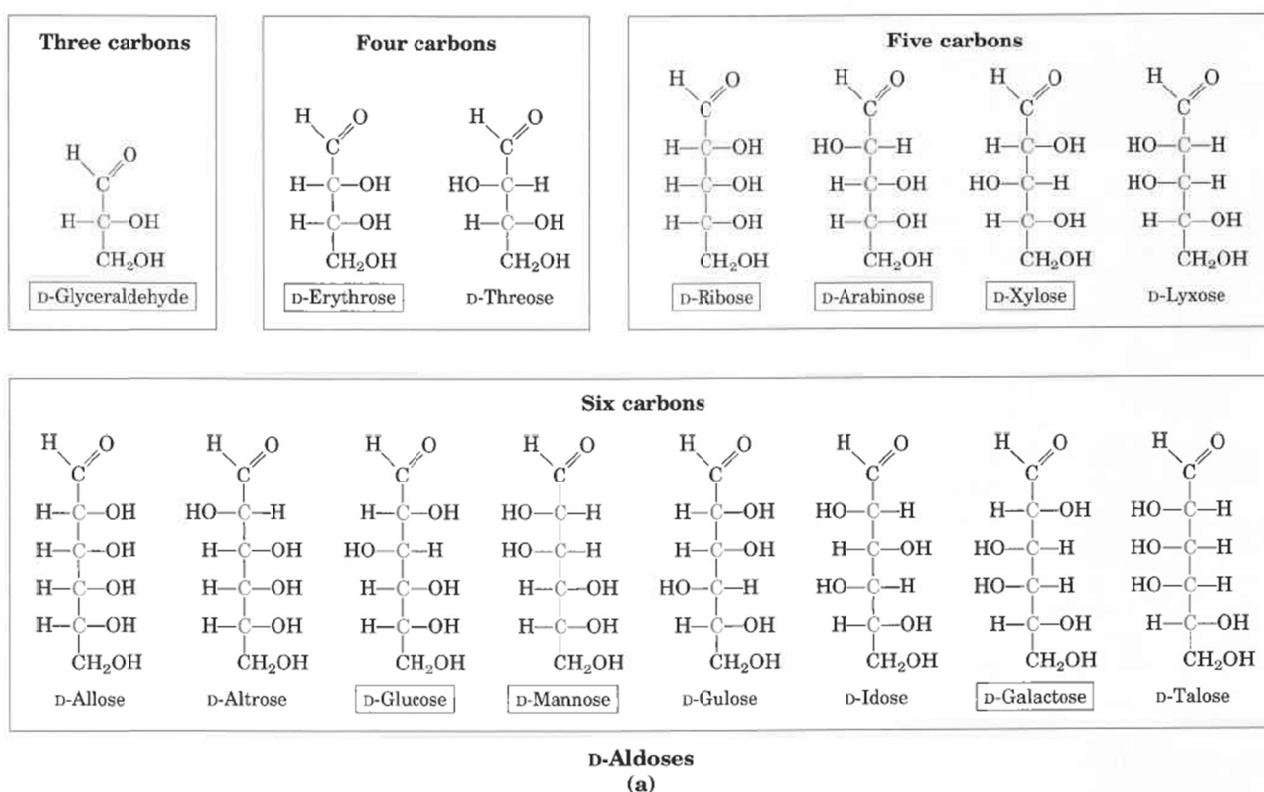
دو خانواده مونوساکاریدها، آلدوزها و کتوزها هستند، اگر گروه کربونیل ($C=O$) در یک انتهای زنجیره کربنی باشد

(گروه آلدیدی باشد $-C(=O)H$) مونوساکارید یک آلدوز خواهد بود، در صورتی که در سایر موارد که گروه کربونیل در موقعیت های دیگر باشد، مونوساکارید یک کتوز خواهد بود.

ساده ترین مونوساکاریدها دو تا تریوز (سه کربنه) هستند: گلسیر آلدئید یک آلدوتریوز و دی هیدروکسی استون یک کتوتریوز است.

آلدولازها دارای گروه عاملی آلدیدی و کتوزها دارای گروه عامل کتونی هستند.

۱۴۶



دسته بندی انواع آلدوزها و کتوزها

فصل

۹

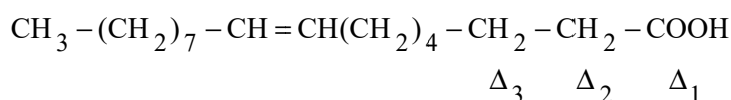
ساختمان لیپیدها

۱۶۲

تفاوت هیدروکربن با کربوهیدرات در این است که کربوهیدرات‌ها دارای گروه OH هستند ولی هیدروکربن‌ها نیستند. اسیدهای چرب، هیدروکربن‌هایی هستند که دارای گروه کربوکسیل هستند. دارای گروه COOH هستند. اسیدهای چرب به سه شکل نام‌گذاری می‌شوند:

توجه: در ساختمان اسیدهای چرب به کربن بعد از گروه کربوکسیل (COOH)، کربن α و گروه متیل انتهایی را کربن ω می‌نامند.

الف) روش Δ



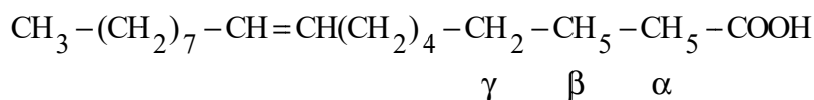
تعداد پیوند ۲ گانه

↑
محل پیوند ۲ گانه $\rightarrow \Delta^9$; 18 : 1
↓

تعداد کربن زنجیره

ب) شماره‌گذاری $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \dots$

در این روش، کربن بعد از گروه کربوکسیل را آلفا می‌نامند.



تعداد پیوند ۲ گانه

↑
محل پیوند ۲ گانه $\rightarrow 9 : 1$; 18
↓

تعداد کربن زنجیره

فصل

۱۰

سلول و غشاهای بیولوژیک

۱۸۲

سلول‌های یوکاریوتی دارای ساختارهای تحت سلولی مشخصی به نام اندامک‌ها هستند که شامل میتوکندری، لیزوزوم، پراکسی‌زوم‌ها بوده و هر یک توسط یک غشاء احاطه می‌شوند. شبکه اندوپلاسمی و دستگاه گلژی هم از غشاء مشتق می‌شوند.

اجزای سلول را می‌توان به دلیل تفاوت در اندازه و چگالی از طریق سانتریفیوژ افتراقی جداسازی کرد. یک هموژن بافتی تهیه می‌کنیم و آن را در دور پایین ۱۰۰۰g به مدت ۱۰' سانتریفیوژ می‌کنیم. رسوب جدا شده شامل سلول‌های کامل، هسته، اسکلت سلولی و غشاء پلاسمایی خواهد بود. مجدد مایع رویی را در دور ۲۰۰۰۰g به مدت ۲۰' سانتریفیوژ می‌کنیم. این بار رسوب حاوی میتوکندری، لیزوزوم و پراکسی‌زوم خواهد بود. در دور بعدی سانتریفیوژ با دور ۸۰۰۰۰g به مدت یک ساعت میکروزوم‌ها (قطعات شبکه اندوپلاسمی) و وزیکول‌های کوچک جدا خواهد شد. در دور نهایی سانتریفیوژ با سرعت خیلی بالا (very high speed ۱۵۰۰۰۰g) و به مدت سه ساعت، ریبوزوم‌ها و ماکرومولکول‌های بزرگ جدا خواهد شد.

– ماهیت لیپید – پروتئین غشاهای سلولی از حرکت سریع بسیاری از مولکول‌ها چون آب از بخشی به بخش دیگر جلوگیری می‌کند.

– به استثنای گلیکول قرمز که فاقد DNA است تمامی سلول‌های تشکیل‌دهنده یک موجود حاوی اطلاعات ژنتیکی یکسانی در DNA خود هستند.

اندامک‌ها دارای اعمال بسیار اختصاصی هستند مثلاً چرخه اسید تری‌کربوکسیلیک تماماً در مسیر میتوکندری، گلیکولیز تماماً در سیتوزول، همانندسازی DNA در هسته و میتوکندری انجام می‌شود و آنزیم‌های سنتز هِم در میتوکندری و سیتوزول تقسیم می‌شوند.

برخی مارگرهای آنزیمی اندامک‌ها

- ✓ لاکتات دهیدروژناز در سیتوزول
- ✓ گلوکز ۶ فسفاتاز در شبکه اندوپلاسمی
- ✓ کاتالاز و اکسیداز در پراکسی‌زوم
- ✓ گالاکتوزیل ترانسفراز در گلژی
- ✓ اسید فسفاتاز در لیزوزوم
- ✓ گلوتامات دهیدروژناز در ماتریکس میتوکندری

فصل

۱۱

متابولیسم کربوهیدرات

۱۹۸

در گلیکولیز یک مولکول گلوکز طی ۱۰ واکنش آنزیمی به ۲ مولکول ۳ کربنه پیروات تبدیل می‌شود که در این بین ۲ مولکول ATP و ۲ مولکول NADH حاصل می‌شود.

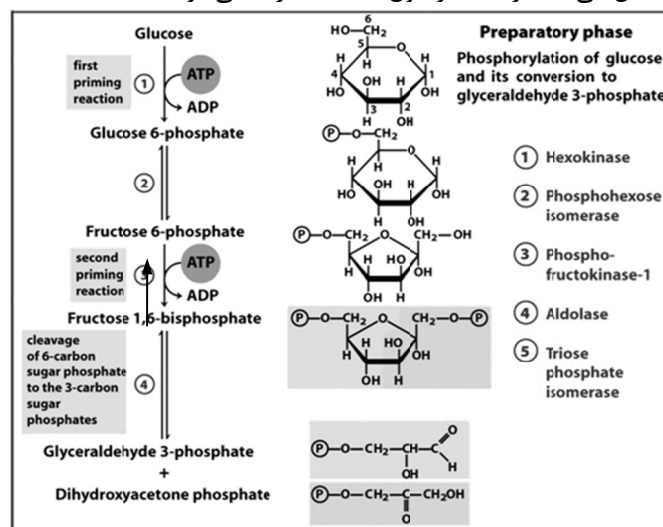
در سلول‌های حاوی میتوکندری پیروات حاصل در اثر دکربوکسیلاسیون اکسیداتیو تبدیل به استیل CoA شده و وارد چرخه کربس می‌شود و به صورت کامل به CO_2 و H_2O تبدیل می‌شود.

سلول‌های قرمز خون فاقد میتوکندری هستند در نتیجه قادر به تبدیل پیروات به CO_2 نمی‌باشد، قرنیه، عدسی و قسمتهایی از شبکیه، جریان خون محدود داشته و نیز فاقد میتوکندری هستند، زیرا میتوکندری نور را جذب و پخش می‌کند مکانیسم اصلی تولید ATP در این موارد گلیکولیز بی‌هوازی می‌باشد، بخش مرکزی کلیه، بیضه‌ها، کلوئیت‌ها و فیبرهای سفید ماهیچه هم نسبتاً میتوکندری کمی دارند و نیز در عضلات اسکلتی تحت شرایط هیپوکسی گلیکولیز بی‌هوازی داریم.

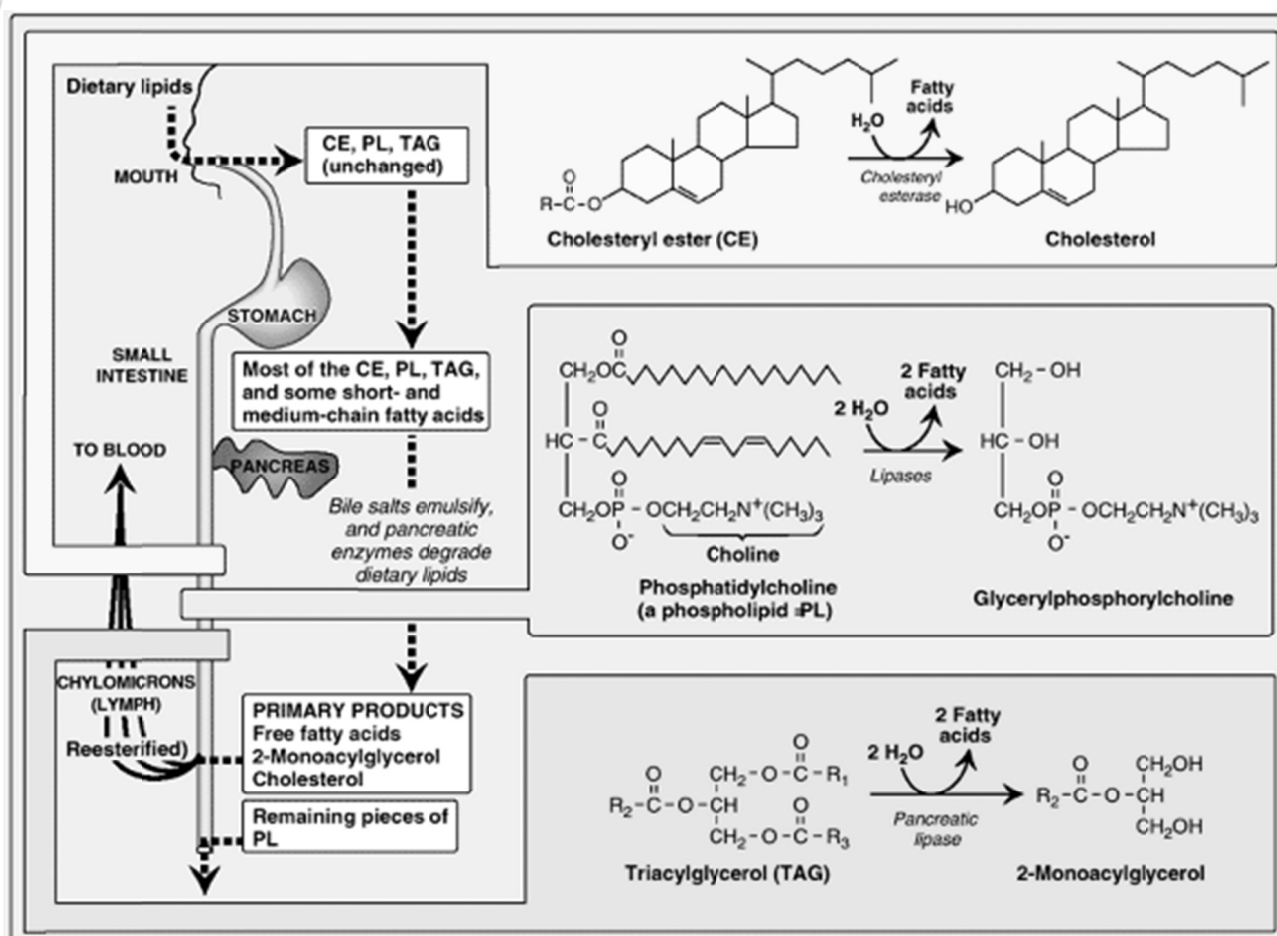
گلیکولیز را می‌توان به ۲ فاز تقسیم کرد.

الف) فاز آماده‌سازی

۵ مرحله‌ی اول گلیکولیز را شامل می‌شود، در این فاز آنزیم‌های هگزوکیناز و فسفوگلوکو ایزومراز، فسفوفروکتوکیناز ۱، آلدولاز و تریوز فسفات ایزومراز عمل می‌کنند و ۲ تا مولکول ATP مصرف می‌شود.

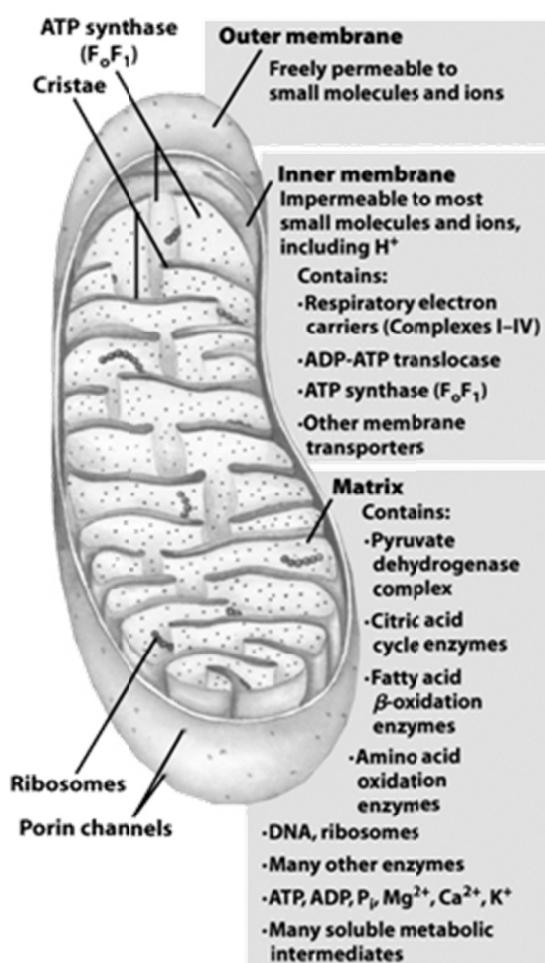


متابوليسم ليپيد



فسفریلاسیون اکسیداتیو و بیوانرژی

۲۸۳



فسفریلاسیون اکسیداتیو مرحله پایانی متابولیسم تولید انرژی در موجودات هوازی است. همه مراحل اکسیداتیو در تجزیه کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و اسیدهای آمینه در این مرحله‌ی پایانی از تنفس سلولی به هم ملحق می‌شوند و طی آن انرژی حاصل از اکسیداسیون صرف سنتز ATP می‌شود.

در یوکاریوت‌ها، فسفریلاسیون اکسیداتیو در میتوکندری انجام می‌شود. (در باکتری‌ها در غشاء پلاسمایی انجام می‌شود). میتوکندری دارای دو غشاء می‌باشد غشاء داخلی که نسبت به مولکول‌های کوچک و یون‌ها نفوذناپذیر بوده و فقط مولکول‌ها و یون‌هایی از این غشاء عبور می‌کنند که انتقال‌دهنده اختصاصی برای آن وجود داشته باشد ولی غشاء خارجی به مولکول‌های کوچک و یون‌ها نفوذپذیر است. ماتریکس میتوکندری توسط غشاء داخلی محصور شده است. غشاء داخلی میتوکندری دارای اجزای زنجیره تنفسی و ATP سنتاز است.

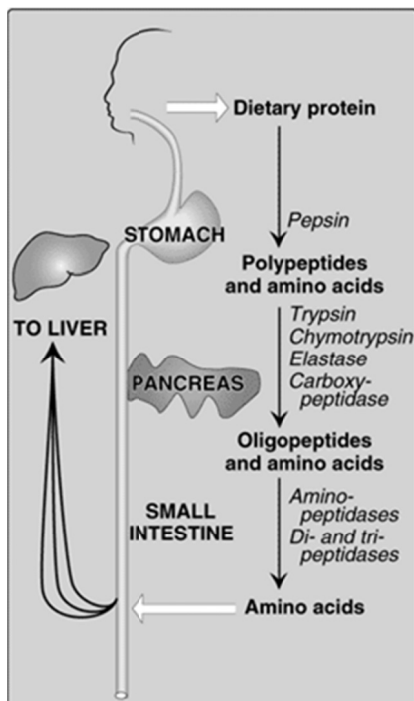
فصل

۱۴

متابولیسم اسیدهای آمینه

۳۰۶

مسیرهای متابولیسم اسیدهای آمینه در مجموع ۱۰ تا ۱۵ درصد انرژی مورد نیاز بدن را تأمین می کنند. در انسان تجزیه پروتئین های غذا به اسیدهای آمینه در مجرای گوارشی صورت می گیرد و ورود پروتئین های غذا به معده، موجب تحریک ترشح هورمون گاسترین توسط مخاط معده می شود این هورمون، ترشح اسید کلریدریک (HCL) توسط سلول های حاشیه ای و پپسینوژن توسط سلول های اصلی غده معده را تحریک می کند. شیره اسیدی معده ($PH= 1.5-2.5$) به عنوان یک عامل دنا توره کننده باعث باز شدن ساختمان پروتئین های کروی و در دسترس قرار گرفتن پیوندهای پپتیدی داخلی آنها می شود.



پپسینوژن یک زیموژن غیر فعال است که در PH پایین (تحت اثر HCL)، و تحت اثر فعالیت اتوکاتالیتیک پپسین، به پپسین فعال تبدیل می شود.

پپسینوژن $\xrightarrow{HCL}$ پپسین

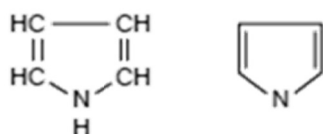
پپسین در داخل معده، باعث هیدرولیز پیوندهای پپتیدی پروتئین هایی می شود که در سمت انتهای آمین آنها اسیدهای آمینه آروماتیک Tyr، Trp، phe وجود داشته باشد.

با ورود محتویات اسیدی معده به روده باریک، PH پایین باعث تحریک ترشح هورمون سکرتین به خون می شود. پانکراس توسط سکرتین تحریک شده و با ترشح بی کربنات به داخل روده باریک موجب خنثی شدن HCL معده ای شده و PH آن را تا ۷ بالا می برد با رسیدن اسیدهای آمینه به دوازدهه، ترشح کوله سیتوکینین (CCK) یا پانکروزیمین به خون تحریک می شود، CCK باعث تحریک ترشح آنزیم های پانکراس می شود که در PH بین ۷ و ۸ بیشترین فعالیت را دارند.

متابولیسم هم (Heme)

۳۴۵

پورفیرین‌ها ترکیبات حلقوی هستند که با اتصال چهار حلقه پیرولی (تتراپیرول) از طریق پل‌های متن یا متیل ($-HC=$) ساخته می‌شوند، یکی از خواص پورفیرین‌ها این است که با یون‌های فلزی متصل به اتم نیتروژن حلقه‌های پیرولی، کمپلکس می‌سازند که شامل:



Pyrrole

– پورفیرین‌های حاوی آهن یا همو پروتئین که شامل موارد زیر است:

۱. هموگلوبین و میوگلوبین

۲. سیتوکروم‌ها؛ سیتوکروم C و P450

۳. پراکسیدازهای نظیر کاتالاز

۴. تریپتوفان پیرولاز

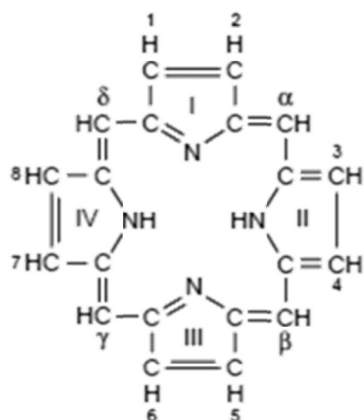
– سایر پورفیرین‌ها شامل پورفیرین‌های روی، پورفیرین B_{۱۲} یا

کبالت و پورفیرین حاوی منیزیم مثل کلروفیل.

– پورفیرین‌ها خاصیت فلورسانس شدید دارند ← در طول موج ۵۰۰-۶۰۰ nm

– پورفیرین‌ها نور uv (۲۰۰-۳۸۰ nm) و مرئی (۴۰۰ nm) را جذب می‌کنند

به پیک جذب نور مرئی در ۴۰۰ nm، سورت باند گفته می‌شوند.



Porphyrin
(C₂₀H₁₄N₄)

فصل

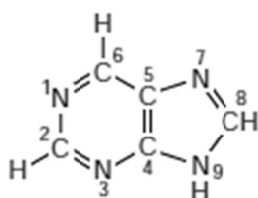
۱۶

متابولیسم نوکلئوتیدها

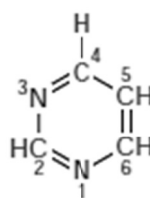
۳۵۶

نوکلئوتیدها: ساختمان و متابولیسم

پورین‌ها و پیریمیدین‌ها گروهی از ترکیبات حلقوی حاوی اتم‌های کربن و عناصر دیگر (هترو) و اتم نیتروژن هستند. مولکول‌های پورین و پیریمیدین سطح بوده و این امر به سهولت نزدیکی و فشردگی آن‌ها در مجاورت همدیگر و افزایش پایداری DNA کمک می‌کند.



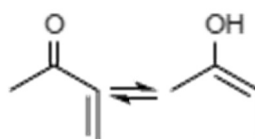
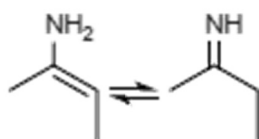
Purine



Pyrimidine

پورین و پیریمیدین

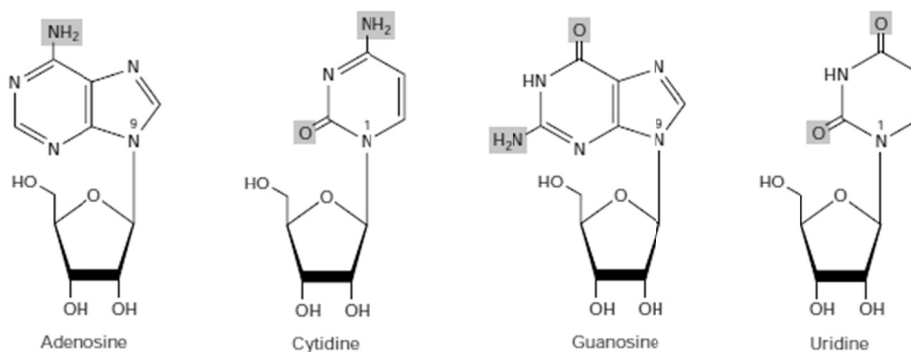
گروه‌های اکسو و آمینوی مولکول‌های پورین و پیریمیدین دارای اشکال توتومری کتو - انول و آمین - ایمین هستند و در حالت فیزیولوژیک اشکال آمینو و اکسو غالب هستند.



نوکلئوزیدها مشتقاتی از پورین و پیریمیدین هستند.

نوکلئوزیدها دارای یک قند متصل به نیتروژن حلقه پورین یا پیریمیدین هستند. ریبونوکلئوتیدها حاوی قند D-ریبوز و دزوکسی ریبونوکلئوتیدها دارای قند ۲' دزوکسی D-ریبوز می‌باشند. اتصال قند از طریق پیوند β-N-گلیکوزیدی به باز هتروسیکلیک صورت می‌گیرد و این پیوند در پورین‌ها با N-9 و در پیریمیدین با N-1 برقرار می‌گردد.

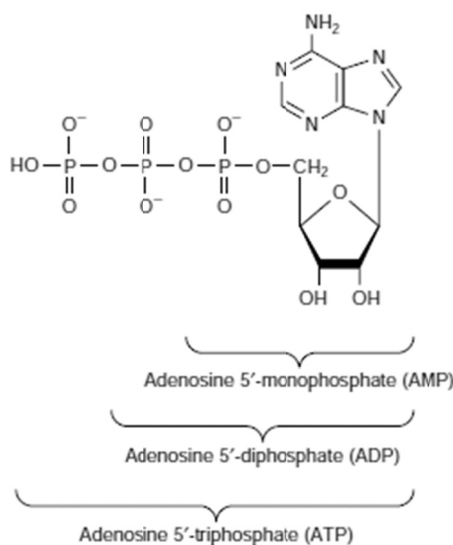
متابولیسم نوکلئوتیدها



انواع پورین و پیریمیدین

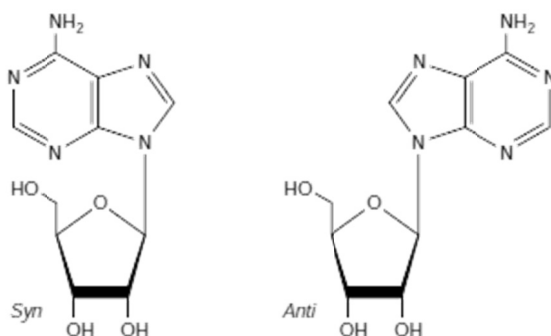
نوکلئوتیدها، نوکلئوزیدهای فسفریله هستند.

مونونوکلئوتید، نوکلئوزیدهایی هستند که به یک گروه فسفات متصل هستند نوکلئوتیدهای ۳' و ۵' نوکلئوزیدهایی هستند که به ترتیب در گروه هیدروکسیل ۳' و ۵' آن‌ها، یک گروه فسفریل اتصال یافته است. بیش‌تر نوکلئوتیدها، ۵' هستند. فسفات‌های دیگر که توسط پیوندهای اسید انیدریدی به فسفات نوکلئوتیدی اضافه می‌شوند نوکلئوتیدهای دی‌فسفات و تری‌فسفات را می‌سازند.



ساختار فضایی Syn و Anti

ممانعت فضایی حاصل از باز هتروسیکلیک چرخش آزادانه نوکلئوزیدها و نوکلئوتیدها را حول پیوند $N-\beta$ گلیکوزیدی محدود می‌نماید به همین جهت ساختمان فضایی سین (Syn) و آنتی (Anti) وجود دارد، کانفورماسیون Syn و Anti می‌توانند با شکستن و تشکیل مجدد پیوند گلیکوزیدی به هم تبدیل شوند، ساختمان آنتی، ساختمان فضایی غالب است.



آرایش سین و آنتی

فصل

۱۷

هورمون و پیام‌رسانی

۳۷۵

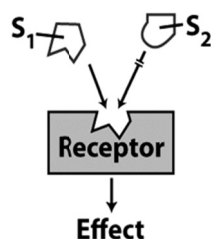
پیام‌رسانی و اصول آن

قابلیت انتقال پیام از آن سوی غشاء پلاسمایی به درون سلول امری حیاتی است. انتقال پیام فرآیندی اختصاصی و بسیار حساس است. ارتباط بین گیرنده و پیام‌رسان کاملاً اختصاصی و از طریق نیروهای ضعیف واندروالس صورت می‌گیرد تعامل میان گیرنده و مولکول پیام منجر به ایجاد پیام در درون سلول می‌شود.

ویژگی‌های انتقال پیام

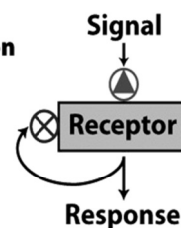
(a) Specificity

Signal molecule fits binding site on its complementary receptor; other signals do not fit.



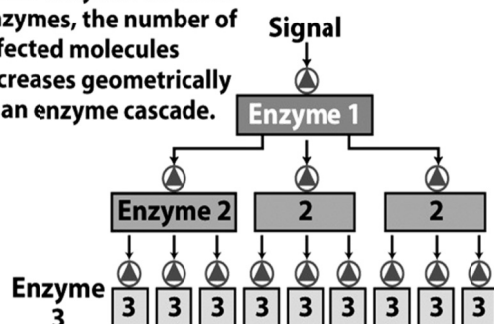
(c) Desensitization/Adaptation

Receptor activation triggers a feedback circuit that shuts off the receptor or removes it from the cell surface.



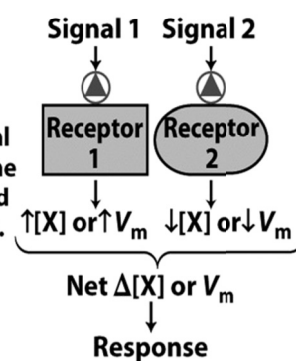
(b) Amplification

When enzymes activate enzymes, the number of affected molecules increases geometrically in an enzyme cascade.



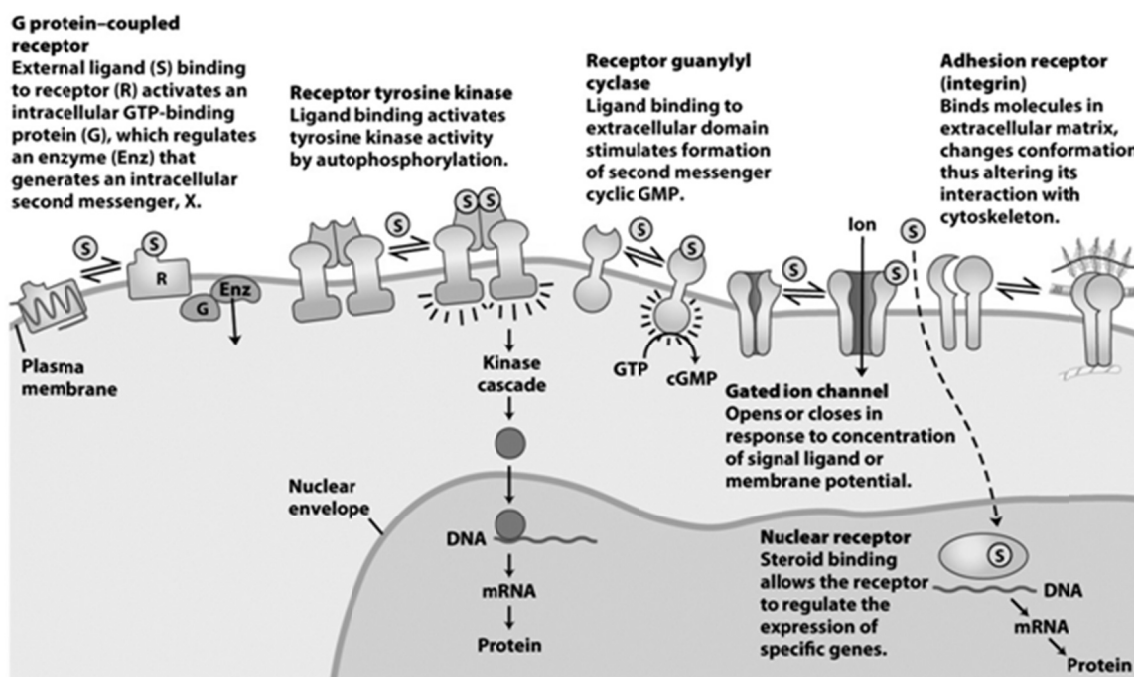
(d) Integration

When two signals have opposite effects on a metabolic characteristic such as the concentration of a second messenger X, or the membrane potential V_m , the regulatory outcome results from the integrated input from both receptors.



تقسیم‌بندی سیستم‌های پیام‌رسان بر اساس نوع گیرنده

۱. گیرنده جفت‌شونده با پروتئین G: که به‌طور غیرمستقیم (از طریق پروتئین‌های متصل‌شونده به GTP یا پروتئین G) آنزیم‌های تولیدکننده پیامبر ثانویه را فعال می‌کنند (مثل گیرنده β آدرنژیک اپی‌نفرین).
۲. گیرنده‌های با فعالیت تیروزین کینازی: این گیرنده‌ها خاصیت آنزیمی دارند هنگامی که فعال می‌شوند (توسط اتصال با لیگاند خارج سلولی خود)، فسفریلاسیون چند پروتئین غشاء پلاسمایی یا سیتوزولی را کاتالیز می‌کند مثل انسولین و گیرنده فاکتور رشد اپیدرمی (EGF-R).
۳. گوانیل سیکلازهای گیرنده: گیرنده غشا یک دومن سیتوپلاسمی آنزیمی دارد پیامبر داخل سلولی این گیرنده‌ها (CGMP) گوانوزین منوفسفات حلقوی است که یک پروتئین کیناز را فعال می‌کند و پروتئین‌های سلولی را فسفریله می‌کند و فعالیت آن‌ها را تغییر می‌دهد.
۴. کانال‌های یونی دریچه‌دار: در پاسخ به اتصال لیگاندهای شیمیایی یا تغییر در پتانسیل غشا این کانال‌ها باز و بسته می‌شوند مثل کانال یونی گیرنده استیل کولین.
۵. گیرنده‌های چسبندگی: که لیگاند با اجزای ماکرو مولکول ماتریکس خارج سلولی (کلاژن) میان‌کنش می‌دهد و دستوری در جهت مهاجرت سلول یا چسبندگی آن به ماتریکس صادر می‌کند مثل اینتگرین‌ها.
۶. گیرنده‌های هسته‌ای (گیرنده‌های استروئیدی) که به لیگاند اختصاصی متصل شده و سرعت رونویسی ژن‌ها و ترجمه آن‌ها را تغییر می‌دهند (با بیان ژن مرتبط هستند)



انواع مکانیسم‌های انتقال پیام

اجزای پیام‌رسانی

گیرنده اختصاصی در داخل یا خارج سلول هدف.

۱. مبدل که پیام را به شکلی تغییر داده و در اختیار اجزاء بعدی قرار دهد.
۲. افکتور (یا پروتئین اثرگذار)
۳. پیامبر دوم که حاصل فعالیت افکتور است و پیام را در سلول پخش می‌کند.

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

کتاب‌های کارشناسی ارشد مجموعه علوم آزمایشگاهی (۱) گروه تألیفی دکتر خلیلی

باکتری‌شناسی



شیمی عمومی آلی



بیوشیمی



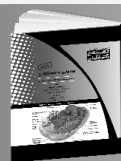
سلولی مولکولی



ژنتیک



IQ3
Iran Question Bank



کتاب جامع
دکتر خلیلی



الگوریتم
میانبر

کتاب‌های کارشناسی ارشد مجموعه علوم آزمایشگاهی (۲) گروه تألیفی دکتر خلیلی

باکتری‌شناسی



سلولی مولکولی



خون‌شناسی



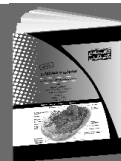
بیوشیمی



ایمنی‌شناسی



IQ3
Iran Question Bank



به زودی

کتاب جامع
دکتر خلیلی



الگوریتم
میانبر

بانک سوالات

جمع آوری سوالات کنکور کاردانی به کارشناسی
کارشناسی ارشد و دکتری به صورت فصل بندی شده

سوالات تألیفی

تألیف سوالات مشابه کنکور

جامع

حاوی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

الگوریتم

چکیده‌ی تمامی مطالب و نکات لازم
برای کنکور براساس منابع

کتاب‌های کارشناسی ارشد مجموعه علوم آزمایشگاهی (۳) گروه تألیفی دکتر خلیلی

ویروس‌شناسی

سلولی مولکولی

قارچ‌شناسی

باکتری‌شناسی

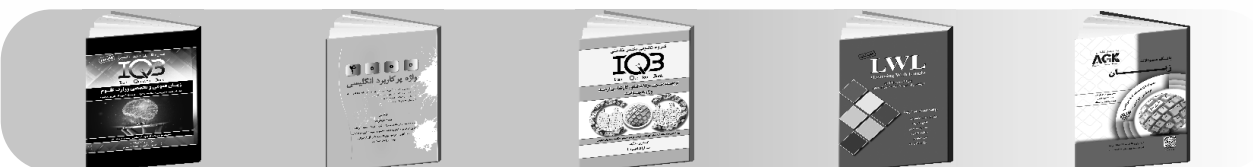
انگل‌شناسی

ایمنی‌شناسی

بیوشیمی



مجموعه کتاب‌های زبان انگلیسی گروه تألیفی دکتر خلیلی



دریافت نمونه‌ی کتاب به صورت رایگان



www.agkins.com

شماره تماس با نمایندگی‌های فعال و رسمی آناهید گستر خلیلی

شماره تماس	نمایندگی	شماره تماس	نمایندگی
۰۹۱۰۱۷۱۱۸۷۲	سبزوار (آقای شریفان)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۵۰	اراک (آقای حسینی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۱	شاهرود (آقای سلمانی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۸	اردبیل (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۹	شهرکرد (خانم تقی‌پور)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۱	ارومیه (آقای آرمیون)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۲	شیراز (آقای فروردین / خانم هوشمندی)	۰۹۱۹۶۳۲۱۸۵۲	اسفراین (خانم اسماعیل‌زاده)
۰۹۱۹۳۷۱۳۷۴۲	فسا (خانم شعبانی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۰	اصفهان (آقای کیانی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۹	قزوین (خانم چگینی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۴	اهواز (آقای دکتر رضازاده)
۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۷۱	کرج (آقای دکتر علیرضاپور)	۰۹۱۹۰۹۸۰۳۱۸	ایلام (آقای دکتر بوچانی)
۰۹۱۳۱۹۸۱۲۷۰	کرمان (خانم ضمانتی‌یار)	۰۹۱۹۶۸۵۳۱۱۶	بروجرد (آقای احمدی‌صدر)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۸	کرمانشاه (آقای ابراهیمی)	۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۹	بم (خانم سرحدی‌نژاد)
۰۹۱۹۵۳۷۱۸۹۰	کوهدشت (خانم یاریان)	۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۳	بیرجند (آقای دکتر بهروان)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۷	گرگان (آقای شاه‌علی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۴۷	تبریز (خانم عاصمی‌زاده)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	مراغه (آقای صمدی)	۰۹۰۱۳۷۳۷۸۹۶	جهرم (آقای یاعلی جهرمی)
۰۹۹۱۳۷۱۳۷۴۴	مشهد (خانم دکتر شجاعی)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۰	جیرفت (خانم دکتر محمدی)
۰۹۱۹۵۷۳۳۱۷۹	میاندوآب (آقای صمدی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۸	خرم‌آباد (خانم میر)
۰۹۱۹۶۳۵۰۷۶۸	نیشابور (آقای موسوی)	۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۳	رشت (خانم تنها)
۰۹۱۹۵۷۳۳۲۸۴	هرمزگان (آقای زارعی)	۰۹۱۹۶۸۲۹۲۸۰	رفسنجان (آقای یوسفی)
۰۹۱۹۵۷۳۰۱۵۵	همدان (آقای سوری)	۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۵	زاهدان (آقای مهمان‌دوست)
۰۹۱۹۵۹۰۷۲۰۴	یاسوج (آقای مرتضوی)	۰۹۱۹۲۷۰۵۸۷۱	زنجان (خانم دکتر هوشیار)
۰۹۱۹۹۱۰۱۲۴۳	یزد (خانم آزاد)	۰۹۱۹۷۷۸۱۹۴۴	ساری (آقای دکتر اکبری)

بانک کتاب ناهید



«هر کتابی، از هر انتشاراتی را از ما بخواهید»

✓ جامع‌ترین بانک کتاب

✓ تحویل روزانه

✓ ارسال به تمامی نقاط کشور

✓ سفارش کتاب به صورت تلفنی و آنلاین

www.NIBS.ir



کتاب دانشگاهی، فنی و مهندسی، علوم پزشکی، علوم انسانی، عمومی،
ادبی، مذهبی، کمک آموزشی، کودک و نوجوان و کتاب نفیس

فروشگاه: تهران - خیابان انقلاب - روبه روی درب اصلی دانشگاه تهران

پاساژ فروزنده - طبقه همکف - پلاک ۳۳۱

تلفن: ۶۶۴۸۹۳۷۵ - ۰۲۱ - ۶۶۴۸۹۳۴۹ - ۰۲۱