

بیوشمی جامع ایران

(لیپیدها)

جمع آوری و تالیف

هیمن مرادی سردره

هاجر شکری افرا

(دانشجویان دکترای تخصصی بیوشیمی بالینی دانشگاه علوم پزشکی تهران)

زیر نظر

پروفسور محمد تقی گودرزی

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی همدان

پروفسور زهره رحیمی

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

سرشناسه : مرادی سردره، هیمن، ۱۳۶۷-
 عنوان و نام پدیدآور : بیوشیمی جامع ایران (لیپیدها)
 مشخصات نشر : اسدآباد: نشر دایان، ۱۳۹۴.
 مشخصات ظاهری : ۱۵۴ص: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۲-۱۹-۹۴۳۰-۶۰۰-۹۷۸
 وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا
 یادداشت : فهرست‌نویسی کامل این اثر در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل
 دسترسی است
 شناسه افزوده : شکری‌افرا، هاجر، ۱۳۶۷
 شناسه افزوده : گودرزی، محمدتقی، ۱۳۳۰
 شناسه افزوده : رحیمی، زهره، ۱۳۴۷
 شماره کتابشناسی ملی: ۳۸۴۶۵۰۱



مدیر بخش: ۰۹۱۲۴۹۵۲۰۵۷

عنوان	: بیوشیمی جامع ایران (لیپیدها)
ناشر	: انتشارات دایان
جمع‌آوری و تألیف	: هیمن مرادی سردره، هاجر شکری‌افر
زیرنظر	: پروفسور محمدتقی گودرزی، پروفسور زهره رحیمی
صفحه‌آرایی	: منیژه فاتحی
لیتوگرافی	: صبا
چاپ	: شادیران
نوبت چاپ	: اول/ ۱۳۹۴
صحافی	: آرمان
تیراژ	: ۱۰۰۰ نسخه
شابک	: ۲-۱۹-۹۴۳۰-۶۰۰-۹۷۸
قیمت	: ۱۵۰۰۰ تومان

فهرست مطالب

۱۷	 ساختار لیپیدها
۱۸	 انواع لیپیدها براساس ساختمان
۲۰	 اسید چرب پیشساز لیپیدها
۲۰	 نامگذاری اسیدهای چرب
۲۳	 اسیدهای چرب اشباع بدون پیوند دوگانه
۲۵	 اسیدهای چرب غیراشباع با پیوندهای دوگانه
۲۹	 ایزومری هندسی اسیدهای چرب در طبیعت
۳۴	 تریآسیلگلیسرول
۳۶	 ویژگیهای حیاتی تریآسیلگلیسرولها
۳۷	 فسفولیپیدها
۴۳	 انواع گلیکولیپیدها
۵۶	 آنتیاکسیدانها
۵۷	 انواع آنتیاکسیدان:
۵۷	 جهتگیری لیپیدهای آمفیپاتیک
۵۸	 کاربرد لیپوزومها در پزشکی
۶۰	 هضم تری آسیل گلیسرول غذایی
۶۱	 سنتز شیلومیکرون ها
۶۱	 متابولیسم اسیدهای چرب

۶۲	 مراحل تجزیه اسیدهای چرب
۶۳	 مراحل تجزیه چربی در بافت چربی
۶۴	 فعالسازی اسیدهای چرب
۶۵	 مکانیسم اختصاصی انتقال اسیدهای چرب زنجیر بلند فعال شده از عرض غشای داخلی میتوکندری
۶۵	 تجزیه اسیدهای چرب
۶۸	 اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع
۶۹	 اکسیداسیون پالمیتوئیل کوآ
۷۱	 عبور اسیدهای چرب بلند از غشای میتوکندری
۷۲	 β -اکسیداسیون در پراکسیزومها
۷۲	 کتونسازی (کتوژنز)
۷۵	 کارنتین پالمیتوئیل ترانسفراز I
۷۷	 مکانیسم داروهای سولفونیل اوره
۷۸	 اومگا اکسیداسیون (ω -اکسیداسیون)
۸۰	 بیماری LO, Burne fat
۸۱	 سنتز اسیدهای چرب و ایکوزانوئیدها
۸۱	 کوفاکتورهای لیپوژنز
۸۱	 مراحل لیپوژنز
۸۶	 انتقال استیلکوآ از میتوکندری به سیتوزول
۸۷	 طولی شدن اسیدهای چرب در شبکه آندوپلاسمی
۸۸	 تنظیم لیپوژنز
۹۰	 وظایف آسیلکوآ در زمان گرسنگی
۹۰	 اثرات انسولین
۹۰	 اسیدهای چرب ضروری
۹۰	 مسیر تک غیر اشباع سازی Δ^9 اسیدهای چرب
۹۲	 تبدیل شدن لیتولئات به آراشیدونات
۹۳	 ایکوزانوئیدها

۹۳	فعالیت زیستی پروستانوئیدها:
۹۵	منشاء سه گروه اصلی ایکوزانوئیدها
۹۸	نکات کلیدی در ارتباط با ایکوزانوئیدها
۹۸	مسیر تولید پروستانوئیدها و ایکوزانوئیدها
۹۸	انواع فسفولیپاز (PLS)
۹۹	متابولیسم آسیل گلیسرولها و اسفنگولیپیدها
۱۰۰	سنتز تری آسیل گلیسرولها
۱۰۳	متابولیسم فسفاتیدیل کولین
۱۰۶	سنتز اسفنگولیپیدها
۱۰۸	گلیکواسفنگولیپیدها
۱۱۱	کلسترول
۱۱۶	تنظیم سنتز کلسترول
۱۱۷	علل افزایش کلسترول در سلول
۱۱۷	دلایل کاهش کلسترول در سلول
۱۱۷	جذب کلسترول در روده
۱۲۱	تبدیل کلسترول به اسیدهای صفراوی در یک نگاه
۱۲۲	داروهای کاهش دهنده لیپید خون
۱۲۳	مکانیسم تنظیم بیان ژن HMG-CoA ردوکتاز
۱۲۳	وظایف SCAP
۱۲۳	اثرات کلسترول آزاد شده از LDL در سلول
۱۲۴	چرخه کبدی - روده‌ای
۱۲۴	لیپوپروتئینها (LP)
۱۲۶	لیپوپروتئینهای پلاسما
۱۲۶	انواع لیپید پلاسما
۱۲۸	سایر لیپوپروتئینها
۱۲۹	ساختار کلی LPها

۱۲۹	آپو لیپوپروتئینها (آپوپروتئین، Apo)
۱۲۹	انواع آپوپروتئین
۱۳۱	وظایف آپوپروتئینها
۱۳۱	انواع گیرنده LPS برای اتصال به سلول
۱۳۲	انواع ناقلین لیپیدی بین LPS
۱۳۳	سنتز شیلومیکرون و VLDL
۱۳۳	آپت لیپوپروتئینمی
۱۳۶	آنزیمهای مهم در متابولیسم LPS
۱۳۶	آنزیم لیپوپروتئین لیپاز (LPL)
۱۳۷	آنزیم لیپاز کبدی (HL)
۱۳۷	آنزیم لسیتین کلاسترول آسیل ترانسفراز (LCAT)
۱۳۷	راههای برداشت باقیمانده LPS در کبد
۱۳۷	متابولیسم VLDL
۱۳۸	HDL نوزاد
۱۳۸	جرخه HDL
۱۳۹	مکانیسمهای انتقال معکوس کلسترول
۱۴۱	منابع اسیدهای چرب مورد نیاز برای ساخت TAG در کبد
۱۴۱	علت انواع کبد چرب
۱۴۴	اثرات انسولین در مهار لیپولیز
۱۴۴	بافت چربی و هورمونهای مترشح از آن
۱۴۵	هورمونهای بافت چربی
۱۵۲	سلولهای عصبی CNS موثر در سیری و گرسنگی
۱۵۲	راههای کاهش اشتها
۱۵۳	داروهای افزایش دهنده بیان ژن آدیپونکتین در بافت چربی
۱۵۴	منابع

فهرست اشکال

- شکل ۲. اسید اولئیک. نامگذاری اسید اولئیک با دو روش انجام میشود. ۲۲.....
- شکل ۳. اسید ایزووالریک. شاخه متیل در دایره نشان داده شده است. ۲۴.....
- شکل ۴. پیوندهای دوگانه کونژوگه (شکل بالا) و غیر کونژوگه (شکل پایین). پیوندهای کونژوگه عموماً در ساختارهای آروماتیکی دیده میشوند. گروه متیل در دایره مشخص شده است. ۲۵.....
- شکل ۵. تنوع حلقه‌های پروستاگلاندینها. ۵ سری پروستاگلاندین اصلی با تنوع در گروههای متصل و پیوندهای موجود در حلقهها. A، دارای گروه عاملی کتون بر روی حلقه هستند و پیوند دوگانه در حلقه دیده می شود. سری E، F و D از نظر داشتن گروههای کتون و هیدروکسیل در موقعیتهای ۹ و ۱۱ حلقه با هم اختلاف دارند. ۲۸.....
- شکل ۶. (A) پروستاگلاندین E_2 (PGF_2)، (B) ترومبوکسان A_2 (TXA_2)، (C) پروستاگلندین I_2 (PGI_2) و (D) لوکوترین A_4 (LTA_4). ۲۹.....
- شکل ۷. ایزومری سیس و ترانس. اسید اولئیک و اسید الئیدیک. در فرم سیس مولکول خم شده ولی در فرم ترانس مستقیم باقی میماند. ۳۰.....
- شکل ۸. اشکال فضایی مختلف اسید آراشیدونیک ($\Delta^{5,8,11,14}$). ۳۱.....
- شکل ۹. شولموگریک اسید. ۳۱.....
- شکل ۱۰. متراکم شدن اسیدهای چرب به شکل تجمعات پایدار. میزان تراکم بستگی به شدت اشباع دارد. (A) اسیدهای چرب کاملاً اشباع در شکل امتداد یافته و به شکل صفوف کریستالی متراکم شده که با تعاملات متعدد آبگریز پایدار میگردند. (B) وجود یک یا چند پیوند دوگانه سیس با ایجاد این تراکم شدید تداخل کرده و تجمعاتی با پایداری کمتر ایجاد مینماید. ۳۳.....
- شکل ۱۱. ایجاد پیوندهای استری و آمیدی به دنبال واکنش اسیدهای چرب با الکلیها و آمینها. ۳۳.....
- شکل ۱۲: گلیسرول و انواع آسیلگلیسرولها. ۳۴.....
- شکل ۱۳. اسیدهای چرب ساده و مرکب. ۳۵.....
- شکل ۱۴. انواع فسفولیپیدها. ۳۹.....
- شکل ۱۵. لیزوفسفاتییدیل کولین (لیزولستین). ۴۰.....
- شکل ۱۶. پلاسمالوژن. ۴۱.....
- شکل ۱۷. فاکتور فعال کننده پلاکتی. ۴۱.....

- شکل ۱۸. ساختمان اسفنگوزین، سرآمید و اسفنگومیلین..... ۴۳
- شکل ۱۹. گالاکتوسربروزید. محل ستاره در کربن ۳ گالاکتوز جایگاه اتصال سولفات است..... ۴۴
- شکل ۲۰. آنتیژنهای گروههای خونی. اختلاف این آنتیژنها در منوساکارید انتهایی است. Fuc (۶)-..... ۴۵
- دزاکسی-L-گالاکتوز..... ۴۵
- شکل ۲۱. سه نوع گانگلیوزید (GM) که در ساختمان خود یک واحد NANA دارند..... ۴۶
- شکل ۲۲. ساختمان هسته استروئیدی، کلسترول (۳-هیدروکسی-۵،۶-کلستن، Cholestene⁵)..... ۴۸
- $\Delta^3\beta\text{OH}$ و ویتامین D..... ۴۸
- شکل ۲۳. ساختمان چند اسید صفراوی..... ۴۹
- شکل ۲۴. ساختمان چند استروئید ۲۱ کربنه..... ۵۰
- شکل ۲۵. ساختمان چند اندروستان. (۱) 3β -هیدروکسی استروئید دهیدروناز و (۲) 17β -هیدروکسی استروئید دهیدروناز..... ۵۱
- شکل ۲۶. ساختمان چند استران. (۱) آنزیم آروماتاز..... ۵۲
- شکل ۲۷. نمایش حالت‌های سیس و ترانس حلقهها نسبت به هم. (A) وضعیت all-ترانس بین حلقههای مجاور، (B) وضعیت سیس بین حلقههای A و B..... ۵۳
- شکل ۲۸. یک واحد ایزوپرن و دولیکول. n اشاره به ۹ تا ۲۲ واحد ایزوپرن دارد..... ۵۴
- شکل ۲۹. ساختمان و نحوه فعالیت اوبیکینون. اوبیکینون در واکنشهای اکسیداسیون-احیایی در انتقال (یک یا دو) هم الکترون و هم پروتون شرکت میکند. اوبیکینون به سه شکل: (۱) اوبیکینون: کاملاً اکسیده، (۲) رادیکال سمی‌اوبیکینون: نیمه اکسیده و (۳) اوبیکینول: کاملاً احیاشده وجود دارد. زنجیره هیدروکربنی R از حدود ۴ تا ۸ واحد ایزوپرن تشکیل شده است..... ۵۴
- شکل ۳۰. پراکسیداسیون لیپید. واکنش به‌وسیله یک رادیکال آزاد ($X^\bullet$)، نور یا یونهای فلزی شروع میشود. مالون دی آلدئید فقط به‌وسیله اسیدهای چرب دارای ۳ پیوند دوگانه یا بیشتر تشکیل میشود و به همراه اتان، از دو کربن انتهایی اسیدهای چرب 3° و 2° یا پنتان، از پنج کربن انتهایی اسیدهای چرب 6° به‌عنوان مقیاس پراکسیداسیون لیپید مورد استفاده قرار میگیرد..... ۵۵
- شکل ۳۱. مراحل پراکسیداسیون لیپیدها. آغاز، گسترش و پایان..... ۵۶
- شکل ۳۲. تشکیل غشاهای لیپیدی، میسلها، امولسیونها و لیوزومها از لیپیدهای آمفیپاتیک (فسفولیپیدها)..... ۵۸

- شکل ۳۳: واکنش صابونی شدن ۵۹
- شکل ۳۴: فسفریلاسیون پرلیپین ۶۳
- شکل ۳۵: فعالسازی اسیدهای چرب و انتقال آنها به میتوکندری ۶۴
- شکل ۳۶: تجزیه اسیدهای چرب: ۶۶
- شکل ۳۷: بتا اکسیداسیون در یک نگاه ۶۷
- شکل ۳۸: اکسیداسیون پالمیتولئیل ۶۹
- شکل ۳۹: اکسیداسیون لینولات ۷۰
- شکل ۴۰: کتوژنز ۷۳
- شکل ۴۱: تبدیل استوئاستات به استون و ۳-هیدروکسی بوتیرات ۷۴
- شکل ۴۱: انتقال اجسام کتون و مصرف آنها در بدن ۷۵
- شکل ۴۲: اومگا اکسیداسیون اسیدهای چرب ۷۹
- شکل ۴۳: تبدیل DHAP به G3P ۸۰
- شکل ۴۴: استیل کوآ کربوکسیلاز ۸۱
- شکل ۴۵: فعالیت همزمان استیل ترانس آسیلاز و مالونیل ترانس آسیلاز ۸۲
- شکل ۴۶: فعالیت ۳-کتوآسیل سنتاز ۸۳
- شکل ۴۷: فعالیت ۳-کتوآسیل ردوکتاز ۸۴
- شکل ۴۸: فعالیت D-۳-هیدروکسی آسیل آنزیم هیدراتاز ۸۵
- شکل ۴۹: فعالیت ۲،۳ آنویل آسیل آنزیم ردوکتاز ۸۶
- شکل ۵۰: انتقال استیل کوآ از میتوکندری به سیتوپلاسم ۸۷
- شکل ۵۱: سیستم طولی سازی میکروزومی ۸۸
- شکل ۵۲: تنظیم فعالیت استیل کوآ کربوکسیلاز ۸۹
- شکل ۵۳: آنزیم Δ^9 دسچوراز میکروزومی ۹۱
- شکل ۵۴: بیوسنتز اسیدهای چرب چند غیر اشباع خانواده $\omega 9$ ، $\omega 6$ و $\omega 3$: تمام مراحل توسط آنزیمهای طولی سازی میکروزومی یا سیستم غیراشباع سازی انجام میشوند. ۹۲
- شکل ۵۵: تبدیل شدن آراشیدونیک اسید به پروستاگلندین و ترومبوکسانهای سری ۲ ۹۵

- شکل ۵۶: تبدیل شدن آراشیدونیک اسید به لوکوترین ها و لیپوکسینهای سری ۴ توسط مسیر
لیپواکسیژناز..... ۹۶
- شکل ۵۷: سنتز انواع لوکوترین از آراشیدونات..... ۹۷
- شکل ۵۸: فعالیت انواع فسفولیپاز..... ۹۹
- شکل ۵۹: روش های سنتز گلیسرول ۳-فسفات..... ۱۰۰
- شکل ۶۰: سنتز فسفاتیدات..... ۱۰۱
- شکل ۶۱: سنتز تری آسیل گلیسرول..... ۱۰۱
- شکل ۶۲: مسیر ۲-منوآسیل گلیسرول..... ۱۰۱
- شکل ۶۳: سنتز فسفاتیدیل کولین..... ۱۰۲
- شکل ۶۴: سنتز فسفاتیدیل سرین..... ۱۰۲
- شکل ۶۵: کاتابولیسم فسفاتیدیل کولین..... ۱۰۳
- شکل ۶۶: سنتز کاردیولیپین..... ۱۰۴
- شکل ۶۷: سنتز ۱-آلکیل دی هیدروکسی استن فسفات..... ۱۰۵
- شکل ۶۸: سنتز ۱-آلکیل گلیسرول ۳-فسفات و ۱-آلکیل ۲-آسیل گلیسرول ۳-فسفات..... ۱۰۵
- شکل ۶۹: سنتز سرامید..... ۱۰۷
- شکل ۷۰: تبدیل شدن سرامید به اسفنگومیلین..... ۱۰۸
- شکل ۷۱: سنتز گالاکتوزیل سرامید..... ۱۰۸
- شکل ۷۲: سنتز انواع گانگلیوزید..... ۱۰۹
- شکل ۷۳: سنتز موالونات از استیل کوآ..... ۱۱۲
- شکل ۷۴: تبدیل شدن موالونات به ایزوپنتیل..... ۱۱۳
- شکل ۷۵: سنتز اسکوالن..... ۱۱۴
- شکل ۷۶: سنتز زیمواسترول..... ۱۱۵
- شکل ۷۷: سنتز کلسترول..... ۱۱۶
- شکل ۷۸: تنظیم سنتز کلسترول..... ۱۱۸
- شکل ۷۹: انتقال کلسترول در بدن..... ۱۱۹
- شکل ۸۰: ساخت و تجزیه اسیدهای صفراوی..... ۱۲۰

- شکل ۸۱: شماتیک لیپوپروتئین ۱۲۴
- شکل ۸۱: تقسیم بندی لیپوپروتئین ها بر اساس دانسیته و اندازه ۱۲۵
- شکل ۸۲: سنتز شیلومیکرون در روده ۱۲۷
- شکل ۸۳: سنتز VLDL در سلولهای هیپاتوسیت ۱۲۷
- شکل ۸۴: سنتز و متابولیسم شیلومیکرون ۱۳۴
- شکل ۸۵: سنتز و متابولیسم VLDL ۱۳۵
- شکل ۸۶: متابولیسم HDL و انتقال معکوس کلسترول ۱۴۰
- شکل ۸۷: الکل دهیدروژناز ۱۴۳

فهرست جداول

- جدول ۱. طبقه‌بندی ترکیبات لیپیدی براساس اجزای ساختمانی و نوع فعالیت آنها..... ۱۹
- شکل ۱. ساختمان اسید چرب با سر قطبی و دم خطی غیر قطبی..... ۲۰
- جدول ۲. نحوه نمایش اتمهای کربن اسیدهای چرب..... ۲۲
- جدول ۳. اسیدهای چرب اشباع بدون پیوند دوگانه..... ۲۳
- جدول ۴. برخی از مهمترین اسیدهای چرب غیر اشباع..... ۲۶
- جدول ۵. مقایسه کلی مراحل لیپولیز و لیپوژنز..... ۶۱
- جدول ۶. میزان تولید انرژی در لیپولیز..... ۶۸
- جدول ۷. انواع اسفنگولیپیدوزها و دلایل ایجاد آنها..... ۱۱۰
- جدول ۸. سیستمهای طولیل سازی اسیدهای چرب..... ۱۱۰

به نام خالق قلم

اهمیت کتابخوانی در اسلام به قدری است که معجزه پیامبر اکرم (ص) از نوع کتاب است و در این کتاب مقدس هم اولین آیاتی که بر پیامبر (ص) نازل شده با امر به خواندن و الفاظ کتاب، قلم، و علم توأم شده است. در این میان علم بیوشیمی جایگاه خاص خود را در بین سایر رشته‌ها دارد از منظر اینکه باید برای رهایی فردی از بیماری به کار گرفته شود. در ارتباط با اهمیت علم بیوشیمی اگر کتاب‌ها هم نوشته شود باز کم است. در حال حاضر در ایران کتب زیادی وجود دارند که با بهره‌گیری از آنها می‌توان به علم آموزی بیوشیمی پرداخت. هدف ما از تالیف و جمع‌آوری این کتاب اشاره به تمام جزئیات و گوشه‌کنارهای مباحث بیوشیمی به صورت کاملاً جدید و متفاوت است به طوری که بتوانیم همه منابع ذکر شده برای امتحانات مقاطع کارشناسی ارشد و دکترای تخصصی را پوشش دهیم. مطالبی که ارائه شده‌اند تماماً از منابع بیوشیمی معتبر و مورد تأیید استخراج شده است. همه تلاش این گروه بر آن بوده که مطالب کاملاً به روز باشند و به زبانی شیوا و ساده نوشته شوند. در این بین از تمام خوانندگان خود تقاضا داریم در صورت داشتن انتقاد، پیشنهاد و یا هر خواسته‌ای برای تصحیح یا تغییر قسمتی از مطالب، آن را به ما اطلاع داده تا در ویرایش‌های بعدی از آن استفاده کنیم.

با تشکر فراوان