

پرتوشیمی

از بنیان تا کاربرد

در مواد و

علوم زیستی

ملانی اسپوتیم - موریزوت

مهران مصطفوی

تیری دوکی

جکولین بلونی

مترجمان:

دکتر علی اکبر رحمانی

عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

دکتر محمد قنّادی

دکتر امیر موافقی

اعضای هیئت علمی سازمان انرژی اتمی ایران

پرتو شیمی: از بنیان تا کاربرد در مواد و علوم زیستی / [ویراستاران] ملانی اسپونتم ... [و دیگران]

مترجمان: علی اکبر رحمانی، محمدقنادی، امیر موافقی

قزوین: آلائی اندیشه، ۱۳۹۳

۳۴۴ ص: معمور (رنگی)

۹۷۸-۶۰۰-۹۴۸۲۰-۵-۴ رزاق: ۱۹۵۰۰۰

فلیا

عنوان اصلی: Radiation chemistry : from basics to applications in material and life sciences, 2008.

[ویراستاران] ملانی اسپونتم، موریوزت، مهران مصطفوی، تیری دوکی، جکولین بلونی.

و از خانه

کتابخانه

نمایه

رادیوشیمی

تشعشع یونیز کننده

شیمی تشعشعی

اسپونتم، ماریوزت، ملانی، ویراستار

قنادی، محمد، مترجم

مواقیع‌امیر ۱۳۴۶ - مترجم

رحمانی، علی اکبر، ۱۳۳۱ - مترجم

۱۳۹۳ پ/۴/۱/۲ QD۶۰۰

۵۴۱۳۸

۳۶۳۴۲۱۸

عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

شابک

وضعیت فهرست نویسی

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

یادداشت

موضوع

موضوع

موضوع

شناسه افزوده

شناسه افزوده

شناسه افزوده

شناسه افزوده

رده بندی کنگره

رده بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی

عنوان: پرتوشیمی

مترجمان: علی اکبر رحمانی / محمد قنادی / امیر موافقی

ویراستار: زینب ابراهیمی

ناشر: قزوین: آلائی اندیشه

طراح جلد: مهندس کمیل رحمانی

چاپ اول: پاییز ۱۳۹۳

لینوگرافی چاپ و صحافی: سعیدی / قم

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

قیمت: ۱۹۵۰۰۰ ریال

"L'Actualite Chimique" ژورنال علمی ماهانه، به منظور اطلاع‌رسانی درباره‌ی پیشرفت علوم شیمیایی برای افرادی که علاقمند به موضوعات علمی می‌باشند، در نظر گرفته شده است. عناوین مندرج در این کتاب (بنا به درخواست کسانی که راجع به این مطالب تخصص کافی ندارند) توسط دانشمندانی تنظیم شده است که به جای پژوهش در آزمایشگاه، جهت توضیح مطالعات و دانش خود نهایت تلاش را به کار بسته‌اند.

چون اکثر مطالب به زبان فرانسه نوشته شده، ناخودآگاه پیوندی را بین انجمن‌های شیمی در کشورهایی که به زبان فرانسه تکلم می‌کنند، جایی که توسط دانشمندان، معلمان و مهندسان مورد پذیرش قرار گرفته، برقرار می‌کند.

به‌هرحال وسعت ژورنال محدودیت‌هایی را اعمال خواهد کرد که ما با این مجموعه "L'Actualite Chimique-Livres" درصدد حذف آن هستیم که در دو جهت مکمل خواهد بود: اولین جهت به وسیله‌ی کتاب حاضر به تصویر کشیده شده است چون با تخصص ویژه‌ای فراتر از ژورنال برای خوانندگان، مطالب را ارائه می‌کند و دیگر این که چون به زبان انگلیسی نوشته شده، امید است بتواند توجه جهانی را بر روی موضوع شیمی، جایی که پیشرفت‌های اخیر در آن مورد توجه قرار گرفته، به خود جلب کند. جهت دوم که در مجموعه‌ی جدید یافت می‌شود، در مقایسه، انتشار پیشرفت شیمی برای خیل عظیمی از مردم است که به زبان فرانسه تکلم می‌کنند و الزامی به تخصص آن‌ها در این رشته نمی‌باشد. اولین سبک، کتاب‌هایی را عرضه می‌کند که ما در بسیاری از کتابخانه‌ها پیدا می‌کنیم؛ کتاب‌هایی که با توجه به دومین سبک تولید می‌شوند در عوض به طور عمده در کتابخانه‌های عمومی، در مدارس یا در منازل افراد جویای علم، یافت می‌شود.

اولین جلد "L'Actualite Chimique-Livres" در نوع خود بی‌نظیر است و به پرتوشیمی، از بنیان تا کاربرد در علوم زیستی و مواد، تخصیص یافته است. این رشته از پژوهش دوره‌ی واقعی و از نوین‌پاد پرثمیری را طی می‌کند. توسعه‌ی این رشته‌ی علمی که در اواسط قرن بیستم فعال بود به علت هزینه‌ی بالای شتاب‌دهنده‌های ذرات با ضربان کوتاه و ساختارهای تخصصی تا حدودی فروکش کرده است. پیشرفت اخیر در کاربرد وسایل سنجش برای مثال شکل‌دادن ضربان تابش پیکوثانیه‌ای، روش‌های آشکارسازی زمان تفکیک سریعتر و روش‌های تعیین ساختار مولکولی قوی با تقویت ظرفیت پرتوشیمی مقارن شده است که سرمایه‌گذاری‌های جدید و شروع آزمایشگاه‌های جدید را به اندازه‌ی کافی تضمین می‌کند. امروزه پرتوشیمی

مسئول پیشرفت عمده در درک رویداد شیمیایی اولیه است و به اندازه‌ی کافی در این امر پاسخگو است که بتواند مکانیزم‌های آسیب القا شده به وسیله‌ی تابش به ماده‌ی زنده (سوالی که در بین مردم بسیار مورد توجه است) را با تغییراتی که در مواد ناشی از تابش القا شده، توضیح دهد.

تمام این جوانب توسط متخصصان متبخر توسعه یافته‌اند و برای دانشمندی که می‌خواهند پژوهش در رشته‌ی پرتوشیمی را شروع کنند یا آن‌هایی که تجربه‌ای دارند و هم‌چنین برای دانشجویان و مدرّسان جالب خواهد بود؛ هم‌چنین برای بسیاری از متخصصانی که با تابش سروکار دارند یا آن را در فعالیت‌های خود، به منظور بهبودبخشیدن مواد یا برای پرهیز از آسیب القا شده به وسیله‌ی تابش به مواد، به کار می‌گیرند بسیار مفید خواهد بود.

پُل ریگنی

ویراستار ژورنال

"L'Actualité Chimique-Livres"

هو الجمیل

ای فدای تو هم دل و هم جان وی نثار رخت هم این و هم آن
دل رهندن ز دست تو مشکل جان فشاندن به پای تو آسان
چشم دل باز کن که جان بینی آنچه نادیدنی است آن بینی
دل هر دره‌ای که بشکافی آفتابیش در میان بینی
یار، بی‌پرده از در و دیوار در تجلی است یا اولی الأبصار
که یکی هست و هیچ نیست جز او وحده لا اله الا هو

هاتف اصفهانی

تابش، انتقال انرژی بدون مداخله‌ی یک محیط خارجی است. پرتوشیمی یا شیمی هسته‌ای مطالعه‌ی تابش از نظر اتمی یا مولکولی است که شامل تبدیل عنصری، تاثیرات واکنشی، خواص فیزیکی اجسام و کاربردهای بهداشتی و پزشکی، می‌شود.

پرتوشیمی زیرمجموعه‌ی شیمی هسته‌ای محسوب می‌شود، که تأثیرات شیمیایی تابش بر روی ماده را مورد مطالعه قرار می‌دهد. شیمی هسته‌ای خود زیرمجموعه‌ی علم شیمی است که در آن پرتوزایی، فرایندهای هسته‌ای و خواص هسته‌ای بررسی می‌شود.

پس از کشف اشعه‌ی ایکس توسط رونتگن (Wilhelm Rontgen) (۱۸۴۵-۱۹۲۳) بسیاری از پژوهشگران مطالعه بر روی تابش یون‌ساز را شروع کردند. بکرل (Becquerel) (۱۸۵۲-۱۹۰۸) در خصوص رابطه‌ی بین فسفرسانس و سیاه‌کردن فیلم‌های عکاسی تحقیقاتی انجام داد. وقتی وی در فرانسه کار می‌کرد به این نتیجه رسید که به طور طبیعی و بدون هیچ منبع بیرونی، اورانیم (U) اشعه‌هایی را تولید می‌کند که آن اشعه‌ها می‌توانند فیلم عکاسی را سیاه کنند؛ از آن زمان به بعد پرتوزایی کشف شد.

ماری کوری (Marie Curie) (۱۸۶۷-۱۹۳۴) و همسر او پیر کوری (Pierre Curie) (۱۸۵۹-۱۹۰۶) در پاریس دو عنصر پرتوزای جدید را از کانه‌ی اورانیم جدا کردند و با استفاده از روش‌های پرتوسنجی توانستند مسیر پرتوزایی را، پس از جداسازی شیمیایی، شناسایی کنند. آنها عناصر شیمیایی موجود شناخته‌شده تا آن زمان را از کانه‌ی اورانیم جدا کردند و پرتوزایی هر کدام از کسرهای را اندازه‌گیری نمودند و آنگاه سعی کردند این کسرهای پرتوزا را، برای

تجزیه‌ی کسر کوچکی با فعالیت ویژه‌ی بیشتر (پرتوزایی تقسیم بر جرم)، تقسیم کنند و به این روش پولونیم (Pu) و رادیم (Ra) را از کانه‌ی اورانیم جدا کردند. در حدود سال ۱۹۰۱ بود که دانشمندان دریافتند ذره‌های زیاد تابش می‌تواند در انسان آسیب‌هایی به وجود آورد. پگرل نمونه‌ای از رادیم را در جیب لباس خود حمل می‌کرد که تشعشعات آن سوختگی در بدن او به وجود آورد و تحت مداوای پزشکی قرار گرفت.

راترفورد (Ernest Rutherford) (۱۸۷۱-۱۹۳۷) که در کانادا و انگلستان تحقیق می‌کرد دریافت که پرتوزایی می‌تواند به وسیله‌ی یک معادله‌ی ساده (یک معادله‌ی درجه‌ی اول خطی که امروزه سینتیک درجه‌ی اول نامیده می‌شود) نشان داده شود به این معنا که یک جسم پرتوزای معین دارای "تیمه عمر" (زمان لازم برای اینکه مقدار پرتوزایی موجود در یک منبع به نصف کاهش یابد) ویژه‌ی می‌باشد و از آن زمان به بعد پرتوهای آلفا، بتا و گاما را شناساند. وی نیتروژن را به اکسیژن تبدیل نمود و از همه مهمتر او دانشجویانی را که بر روی آزمایش گایگر (Geiger) (۱۸۸۲-۱۹۴۵) - مارسدن (Marsden) (۱۸۸۹-۱۹۷۰) (آزمایش ورقه‌ی طلا)، تحقیق می‌کردند راهنمایی کرد و بدین ترتیب نشان داد که مدل کلوچه‌ی کشمشی اشتباه است. این مدل توسط تامسون (J. J. Thomson) (۱۸۵۶-۱۹۴۰) در سال ۱۹۰۴ پیشنهاد شده بود و وی معتقد بود که اتم از الکترون‌هایی تشکیل شده که به وسیله‌ی ابری از بار مثبت، برای متوازن کردن بار منفی الکترون‌ها، محاصره شده است. از نظر راترفورد ورقه‌ی طلا بر این دلالت می‌کرد که بار مثبت هسته بسیار کوچک و محدود می‌باشد که ابتدا به مدل راترفورد و نهایتاً به مدل بوهر (Bohr) (۱۸۸۵-۱۹۶۲) منتهی شد. بوهر معتقد بود که هسته‌ی مثبت اتم به وسیله‌ی الکترون‌های منفی محاصره شده است.

در سال ۱۹۳۴ دختر ماری کوری (ایرین ژولیت کوری) (Irene Joliet Curie) (۱۸۹۷-۱۹۵۶) و همسرش نخستین کسانی بودند که پرتوزایی مصنوعی را ایجاد کردند. آنها اتم بور (B) را برای به‌وجود آوردن ایزوتوپ نیتروژن ۱۳ بمباران کردند - این ایزوتوپ پوزیترون‌ها را منتشر کرد. به علاوه این عمل را با استفاده از نوترون‌ها بر آلومینیم و منیزیم برای تشکیل رادیوایزوتوپ‌های جدید انجام دادند.

دانشمندان بین پرتوشیمی (Radiation Chemistry) و رادیوشیمی (Radiochemistry) تفاوت قایل شده‌اند. پرتوشیمی به مطالعه‌ی تأثیرات تابش بر روی ماده می‌پردازد و رادیوشیمی وجود خاصیت پرتوزایی را در ماده‌ای که به طور شیمیایی به وسیله‌ی تابش تغییر کرده بررسی می‌کند که تبدیل آب به گاز هیدروژن و پراکسید هیدروژن از آن جمله می‌باشد.

تأثیرات تابش در سامانه‌های زیستی به قدمت حیات است و مطمئناً نقش بسزایی در تکوین ساختارهای خودتنظیم‌کننده ایفا کرده است. نقش تابش برای تکوین بیشتر نیز قابل

چشم‌پوشی نیست و شباهت نزدیک بین طیف‌های جذب اوزون و DNA نمی‌تواند اتفاقی باشد. استفاده‌ی صنعتی نور فرابنفش (UV) و تابش باریکه‌ی الکترونی (EB) به سرعت رو به رشد است و در چندین بخش از قبیل صنایع الکترونیک، چاپ، بسته‌بندی و غیره کاربرد دارد. اطلاعاتی که در این باره برای متخصصان مفید است، در منابع مختلفی از جمله دائرةالمعارف‌ها، کتاب‌ها و مجلات تخصصی به وفور یافت می‌شود. در چند سال گذشته کتاب‌های جامعی که جنبه‌های مختلف فناوری تابش UV/EB را با جزئیات کامل مورد ارزیابی قرار داده‌اند به چاپ رسیده است ولی ضرورت یک کتاب مرجع هنوز احساس می‌شد. با این ایده و با در نظر گرفتن اهمیت و گستردگی موضوع "پرتوشیمی" مترجمان به ترجمه‌ی کتاب حاضر مبادرت ورزیدند تا شاید بتوانند، هر چند اندک، اطلاعات مفیدی را از طریق ترجمه در اختیار علاقمندان قرار دهند.

کتاب حاضر که با قلمی شیوا و در عین حال جامع به نگارش در آمده کاربردهای متنوع پرتوشیمی را به دقت مورد ارزیابی قرار داده است، طوری که خواننده‌ی محترم خود به آن اذعان خواهد نمود. کتاب به گونه‌ای تنظیم شده است که دانش‌پژوهان رشته‌های مختلف نیز می‌توانند با توجه به تخصصی که دارند از آن بهره‌مند گردند. برای مثال کسانی که تمایل دارند در مورد منشأ حیات تحقیق نمایند می‌توانند به فصل ۵ مراجعه نمایند. همچنین کسانی که در صنعت تصفیه‌ی آب و فاضلاب به کار مشغولند می‌توانند در مورد بی‌خطر سازی پساب‌های صنعتی، که خطر جدی برای محیط زیست محسوب می‌شود، اطلاعاتی به دست آورند. داروسازان می‌توانند به بخش پرتوسترونی (فصل ۱۰) مراجعه نمایند. تولیدکنندگان مواد غذایی هم می‌توانند از بخش تابش‌دهی مواد غذایی (فصل ۱۱) استفاده نمایند. حتی کسانی که در صنایع بسته‌بندی فعالیت می‌کنند بدون شک کتاب را مفید ارزیابی خواهند کرد. در این کتاب به عنوان حسن ختام؛ آخرین پیشرفت‌ها در پرتوشیمی به همراه یافته‌های جدید در فصل ۲۰ در اختیار دانش‌پژوهان و علاقمندان قرار داده شده است.

در پایان بر خود لازم می‌بینیم که از تمام کسانی که ما را در به‌ثمررساندن ترجمه‌ی این کتاب یاری کرده‌اند قدردانی نماییم. امید است خوانندگان نکته‌سنج مترجمان را از لغزش‌های احتمالی آگاه گردانند تا در چاپ‌های بعد، تذکرات این عزیزان به نام خودشان ثبت گردد.

الحمد لله رب العالمین

بهار ۱۳۸۹

پیشگفتار
مقدمه‌ی مترجمان

بخش اول: پدیده‌ی القای تابش اولیه

فصل اول: مروری بر پرتوشیمی مایعات

۱-۱	مقدمه	۳
۲-۱	پرتوشیمی آب	۵
۳-۱	پرتوشیمی مایعات آلی	۷
۴-۱	محلول‌های آبکی	۸
۵-۱	خواص رادیکال‌های اولیه از پرتوکافت آب	۸
۶-۱	تولید رادیکال‌های ثانویه	۱۱
۱-۶-۱	شرایط اکسند	۱۲
۲-۶-۱	شرایط کاهشده (احیاکننده)	۱۳
۷-۱	اکسایش و احیای تک‌الکترونی در حلال‌های آلی	۱۴
۸-۱	الکل‌ها	۱۴
۱-۸-۱	متانول	۱۴
۲-۸-۱	پروپانول	۱۵
۹-۱	هیدروکربن‌های کلردار	۱۵
۱۰-۱	استونیتریل	۱۵
۱۱-۱	هیدروکربن‌ها	۱۶
۱-۱۱-۱	سیکلوهگزان	۱۶
۲-۱۱-۱	بنزن	۱۶
۱۲-۱	نتایج	۱۷
۱۳-۱	منابع	۱۷

فصل دوم: ابزارهای مطالعات پرتوکافت

۱-۲	انواع تابش‌های یون‌ساز و روش‌های تولید آنها	۱۹
۲-۲	پرتوهای X و گاما	۲۰
۳-۲	شتاب‌دهنده‌های ذرات برای پرتوکافت	۲۲

فهرست مطالب

۴-۲	روش‌های آشکارسازی عملی برای پرتوکافت فراسریع	۳۰
۵-۲	منابع یون‌های سنگین	۳۴
۶-۲	روند آتی	۳۴
۷-۲	منابع	۳۵

فصل سوم: الکترون حلال پوشیده؛ یک گونه‌ی شیمیایی آلی

۱-۳	مقدمه	۳۹
۲-۳	بعضی از خواص الکترون حلال پوشیده	۴۱
۱-۲-۳	حجم	۴۳
۲-۲-۳	بار (الکتریکی)	۴۳
۳-۲-۳	تحرك	۴۳
۴-۲-۳	جذب نوری	۴۴
۳-۳	واکنش‌پذیری شیمیایی الکترون حلال پوشیده	۴۷
۱-۳-۳	باز ترکیب دوقلو و واکنش اسپور	۴۸
۲-۳-۳	واکنش‌ها با اجسام حل شده	۴۹
۴-۳	دینامیک حلال پوشی الکترون	۵۱
۵-۳	نتیجه‌گیری	۵۶
۶-۳	منابع	۵۶

فصل چهارم: پرتوکافت آب تحت شرایط شدید. کاربرد در صنعت هسته‌ای

۱-۴	مقدمه	۵۹
۲-۴	تأثیر نوع تابش	۶۰
۳-۴	تجزیه و انعطاف	۶۲
۴-۴	پرتوکافت آب: یک حالت معماگونه	۶۳
۵-۴	حالت خاص HO_2°	۶۵
۶-۴	کاربرد در واکنشگرهای هسته‌ای	۶۶
۷-۴	آب در واکنشگر ITER	۶۷
۸-۴	شرایط فوق بحرانی	۶۹
۹-۴	تلاش برای آینده	۷۰
۱۰-۴	منابع	۷۱

بخش دوم: سازوکارها و کاربردهای پرتوشیمی

فصل پنجم: تشکیل مولکولی در محیط میان ستاره‌ای

۷۵.....	مقدمه.....	۱-۵
۷۶.....	منشأهای حیات.....	۲-۵
۷۹.....	محیط میان ستاره‌ای به صورت یک کارخانه‌ی شیمیایی.....	۳-۵
۸۳.....	تشکیل مولکولی در یخ‌های اخترشیمیایی.....	۴-۵
۸۶.....	شهاب‌سنگ‌ها و پتسنپریمیا.....	۵-۵
۸۸.....	نتیجه‌گیری.....	۶-۵
۸۸.....	منابع.....	۷-۵

فصل ششم: بهسازی آب از طریق تصفیه با استفاده از باریکه‌ی الکترونی

۸۹.....	مقدمه.....	۱-۶
۹۰.....	فرایندهای پیشرفته‌ی اکسایش (AOPs).....	۲-۶
۹۱.....	پرتوکافت آب توسط باریکه‌ی الکترونی.....	۳-۶
۹۴.....	پرتوکافت ضربانی.....	۴-۶
۹۵.....	ازهم‌پاشیدگی آفت‌کش‌ها: کربوفوران.....	۵-۶
۹۶.....	کاتالیزور TiO_2	۶-۶
۹۶.....	رنگ‌زدایی رنگینه‌ها: قرمز آپولوفیکسی.....	۷-۶
۹۹.....	شتاب‌دهنده‌های الکترونی و شرایط عملیاتی.....	۸-۶
۱۰۱.....	تصفیه‌های صنعتی و شهری.....	۹-۶
۱۰۳.....	ازربایی هزینه.....	۱۰-۶
۱۰۵.....	نتیجه‌گیری.....	۱۱-۶
۱۰۶.....	منابع.....	۱۲-۶

فصل هفتم: خوشه‌های فلزی و نانومواد

۱۰۹.....	مقدمه.....	۱-۷
۱۱۰.....	احیای یون فلزی و هم‌آمیزی اتم‌ها.....	۲-۷
۱۱۳.....	پایدارسازی خوشه.....	۳-۷
۱۱۸.....	پتانسیل احیای وابسته به خاصیت هسته‌ای خوشه‌ای.....	۴-۷

خوشه‌های دو و چندفلزی.....	۱۲۱	۵-۷
محدودیت نوری.....	۱۲۲	۶-۷
خواص کاتالیزوری.....	۱۲۴	۷-۷
عکاسی نقره‌ای.....	۱۲۶	۸-۷
نتیجه‌گیری.....	۱۲۸	۹-۷
منابع.....	۱۳۰	۱۰-۷

فصل هشتم: پرتوکافت آب در مواد سیمان پایه

مقدمه.....	۱۳۳	۱-۸
زمینه‌ی سیمان پایه: محیط اصلی.....	۱۳۴	۲-۸
تأثیر شیمی سیمان بر روی پرتوکافت.....	۱۳۶	۳-۸
تأثیر تخلخل ماده‌ی تشکیل‌دهنده‌ی سیمان بر روی پرتوکافت.....	۱۳۹	۴-۸
روش پدیدشناسی و شبیه‌سازی کلی.....	۱۴۱	۵-۸
منابع.....	۱۴۵	۶-۸

فصل نهم: تولید مواد بسیاری با کارآیی بالا به وسیله‌ی تابش دهی

مقدمه.....	۱۴۷	۱-۹
ذخیره‌سازی انرژی بر اثر اندرکنش ماده - تابش.....	۱۴۸	۲-۹
تنوع فرایند تابش ویژه‌ی بسیارها.....	۱۵۰	۳-۹
منابع تابش.....	۱۵۲	۴-۹
القاشدن تأثیرات شیمیایی توسط تابش با انرژی بالا.....	۱۵۳	۵-۹
اتصال عرضی.....	۱۵۶	۶-۹
ازهم‌پاشیدگی و اکسایش پس تابش دهی.....	۱۵۹	۷-۹
پیوند تابشی.....	۱۵۹	۸-۹
بسیارش اتصال عرضی که با تابش القا شده.....	۱۶۲	۹-۹
بسیارش امولسیون.....	۱۶۴	۱۰-۹
نتیجه‌گیری.....	۱۶۵	۱۱-۹
منابع.....	۱۶۶	۱۲-۹

فصل دهم: پرتو سترونی داروها

۱۶۹.....	مقدمه.....	۱-۱۰
۱۷۰.....	نظریه‌ی سترونی.....	۲-۱۰
۱۷۰.....	روش‌های سترون‌سازی.....	۳-۱۰
۱۷۰.....	بخار یا حرارت دادن خشک.....	۱-۳-۱۰
۱۷۱.....	پالایش.....	۲-۳-۱۰
۱۷۱.....	سترون‌سازی گازی.....	۳-۳-۱۰
۱۷۱.....	فرایندهای ضد عفونی شده.....	۴-۳-۱۰
۱۷۱.....	پرتو سترونی.....	۴-۱۰
۱۷۳.....	مزایا.....	۱-۴-۱۰
۱۷۳.....	معایب.....	۲-۴-۱۰
۱۷۴.....	پراکنش دز.....	۳-۴-۱۰
۱۷۴.....	سترون‌سازی حالت جامد.....	۵-۱۰
۱۷۵.....	سترون‌سازی با محلول آبکی.....	۶-۱۰
۱۷۶.....	پروتو حفاظت داروها.....	۱-۶-۱۰
۱۷۷.....	محلول‌های آبکی منجمد.....	۲-۶-۱۰
۱۷۸.....	رهنمودها.....	۷-۱۰
۱۸۰.....	منابع.....	۸-۱۰

فصل یازدهم: اصول تابش دهی غذا؛ و سالم و بی خطر بودن

۱۸۳.....	اصول و سالم و بی خطر بودن تابش دهی غذا.....	۱-۱۱
۱۸۳.....	عمل فرایندهای یونی کننده.....	۱-۱-۱۱
۱۸۴.....	تجهیزات تابش دهی.....	۲-۱-۱۱
۱۸۵.....	تأثیرات غذایی.....	۳-۱-۱۱
۱۸۶.....	سالم و بی خطر بودن مواد غذایی تابش دیده.....	۲-۱۱
۱۸۷.....	روش‌های بررسی غذاهای تابش دیده.....	۳-۱۱
۱۹۰.....	آینده‌ی قابل قبول تابش دهی.....	۴-۱۱
۱۹۲.....	منابع.....	۵-۱۱

بخش سوم: آسیب تابش به زیست مولکول ها، پرتو حفاظت و پرتودرمانی

فصل دوازدهم: آسیب القاشده به وسیله تابش به DNA: از ترکیبات مدل به سلول

مسیرهای از هم پاشیدگی القاشده به وسیله تابش	۱-۱۲
تکپارهای DNA	۱۹۸
آسیب القاشده به وسیله رادیکال $^{\circ}\text{OH}$ به پایه های هسته ای	۱-۱-۱۲
واکنش های اکسایش تکالکترونی	۲-۱-۱۲
آسیب القاشده به وسیله تابش به اولیگونوکلئوتیدها و DNA ی	۲-۱۲
دورشته ای	۲۰۳
آسیب به قند	۱-۲-۱۲
آسیب پایه ی القاشده به وسیله تابش در درون DNA مجزا	۲-۲-۱۲
ضایعات متوالی	۳-۲-۱۲
انتقال بار	۴-۲-۱۲
آسیب القاشده به وسیله تابش به DNA سلولی	۳-۱۲
روش های اندازه گیری	۱-۳-۱۲
آسیب به DNA بر اثر تابش القاشده در سلول ها	۲-۳-۱۲
آسیب خوشه ای	۳-۳-۱۲
نتیجه گیری و چشم انداز	۴-۱۲
منابع	۵-۱۲

فصل سیزدهم: سازوکارهای آسیب مستقیم تابش به DNA

مقدمه	۱-۱۳
رادیکال های به تله افتاده	۲-۱۳
رادیکال های زمینه	۳-۱۳
رادیکال های قند DNA	۴-۱۳
الکترون های انرژی پایین	۵-۱۳
انتقال الکترون ها و سوراخ ها توسط تابش دهی القاشده از درون	۶-۱۳
DNA دوبخشی	۲۲۱
مطالبات تابش دهی LET بالا	۷-۱۳
منابع	۸-۱۳

فصل چهاردهم: حرکت بار در DNA

مقدمه.....	۱-۱۴
بی‌نظمی ساختاری در DNA و دورنمای انرژی بی‌نظم.....	۲-۱۴
سازوکارهای انتقال بار: مراحل فرایند اولیه.....	۳-۱۴
زمان لازم برای حرکت بار از درون DNA.....	۴-۱۴
سخن آخر.....	۵-۱۴
منابع.....	۶-۱۴

فصل پانزدهم: سازوکارهای حفظ ژنوم در واکنش به آسیب‌دیده توسط تابش

مقدمه.....	۱-۱۵
مسیرهای ترمیم و برش برای آسیب واردشده به زمینه.....	۲-۱۵
ترمیم با قطع (برش) زمینه.....	۳-۱۵
ترمیم شکست‌های رشته‌ی دوتگه‌ای توسط بازترکیب همانند و اتصال یابانه‌های غیرهمانند.....	۴-۱۵
جهش.....	۵-۱۵
زیست‌شناسی شیمی و ساختار گلیکولار DNA: حالت فرامید و پیریمیدین - گلیکوسیلز DNA (Fpg).....	۶-۱۵
شیمی نوکلئوزید برای کسب کمپلکس‌های پایدار Fpg.....	۱-۶-۱۵
متصل شده به DNA.....	۲۵۴
اتصال DNA و حرکت سریع و ناگهانی نوکلئوباز توسط Fpg.....	۲-۶-۱۵
شیوه‌ی تشخیص Fpg بازمانده‌ی FapyG و سازوکار کاتالیز کردن شکافتگی پیوند N-گلیکوزیدی.....	۳-۶-۱۵
نتیجه‌گیری.....	۷-۱۵
منابع.....	۸-۱۵

فصل شانزدهم: مطالعات پرتوکافت فرایندهای رادیکال‌های آزاد در پپتیدها و پروتئین‌ها

مقدمه.....	۱-۱۶
گلیسین؛ ساده‌ترین اسید آمینه.....	۲-۱۶
از اسیدهای آمینه تا پروتئین‌ها.....	۳-۱۶
رادیکال‌های تیبل.....	۱-۳-۱۶
رادیکال‌های دی‌سولفید.....	۲-۳-۱۶

فهرست مطالب

اکسایش تک الکترونی متیونین.....	۲۶۵	۳-۳-۱۶
انتقال الکترون دوربرد میان مولکولی در پپتیدها و پروتئین‌ها.....	۲۶۹	۴-۱۶
تحقیقات پرتوکافت ضربانی مرتبط با تنش اکسیدی.....	۲۷۰	۵-۱۶
کنترل حالت پایای آنیون رادیکال سوپراکسید.....	۲۷۰	۱-۵-۱۶
تحقیقات بر روی پرتوکافت ضربانی واکنش آنیون‌های رادیکال سوپراکسید ($O_2^{\cdot-}$) با رادیکال‌های مشتق‌شده از اسیدهای آمینه‌ی مختلف.....	۲۷۱	۲-۵-۱۶
نتیجه‌گیری.....	۲۷۲	۶-۱۶
منابع.....	۲۷۳	۷-۱۶

فصل هفدهم: آسیب القاشده به وسیله‌ی تابش به لیپیدها و لیپوپروتئین‌های غشا

مقدمه.....	۲۷۵	۱-۱۷
ترکیب لیپیدهای غشا.....	۲۷۶	۲-۱۷
انبوهه‌های لیپیدی و سامانه‌های نمونه.....	۲۷۹	۳-۱۷
پرتوکافت آب.....	۲۸۱	۴-۱۷
سازوکار زنجیر - رادیکال پراکسایش لیپید.....	۲۸۲	۵-۱۷
تعیین کمی هیدروپراکسیدها، نشانگرهای اولیه‌ی پراکسایش لیپید.....	۲۸۵	۶-۱۷
در مایسل‌ها.....	۲۸۵	۱-۶-۱۷
در لیپوزوم‌ها.....	۲۸۷	۲-۶-۱۷
قطعه‌قطعه‌شدن اکسیدی لیپیدها.....	۲۸۸	۷-۱۷
پراکسایش لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین.....	۲۹۰	۸-۱۷
نتیجه‌گیری.....	۲۹۱	۹-۱۷
منابع.....	۲۹۲	۱۰-۱۷

فصل هجدهم: پیش‌بینی توزیع آسیب بر اثر تابش در زیست‌مولکول‌ها

مقدمه.....	۲۹۵	۱-۱۸
راداک، مدل اصلی حمله‌ی پرتوکافتی به زیست‌مولکول‌ها.....	۲۹۷	۲-۱۸
توزیع آسیب وابسته به توالی و ساختار در DNAی آزاد.....	۲۹۹	۳-۱۸
حفاظت از DNA به وسیله‌ی پروتئینی که به طور ویژه محصور شده (ردپای پرتوکافتی).....	۲۹۹	۴-۱۸

فهرست مطالب

حفاظت پروتئین توسط DNA که به طور ویژه محصور شده.....	۳۰۴	۵-۱۸
نتیجه گیری.....	۳۰۵	۶-۱۸
منابع.....	۳۰۵	۷-۱۸

فصل نوزدهم: حفاظت شیمیایی بر ضد تابش یونی کننده

مقدمه.....	۳۰۷	۱-۱۹
حفاظت بر ضد تابش، چرا؟.....	۳۰۸	۲-۱۹
معیارهای یک پرتوحفاظت کنندهی کارآمد.....	۳۰۹	۳-۱۹
پرتوحفاظت کنندههای آلی فلزی.....	۳۱۰	۴-۱۹
متالاتیازولیدینها.....	۳۱۰	۱-۴-۱۹
متالادینتئوآستالها.....	۳۱۳	۲-۴-۱۹
پرتوحفاظت کنندهی فسفری.....	۳۱۵	۵-۱۹
نتیجه گیری.....	۳۱۸	۶-۱۹
منابع.....	۳۱۹	۷-۱۹

فصل بیستم: پیشرفت ها در پرتودرمانی؛ اصول جدید

مقدمه.....	۳۲۱	۱-۲۰
پیشرفت های جدید در پرتودرمانی.....	۳۲۲	۲-۲۰
مشکلات تشریحی.....	۳۲۲	۱-۲-۲۰
پرتودرمانی تطبیقی سه بعدی.....	۳۲۳	۲-۲-۲۰
پرتودرمانی با شدت تنظیم شده.....	۳۲۴	۳-۲-۲۰
تنظیم داروسازی.....	۳۲۵	۳-۲۰
اولین آزمایش های بالینی از طریق داروهای نورفعال شده.....	۳۲۵	۱-۳-۲۰
تابش شتاب ساز، کاربرد پزشکی نورفعال سازی را نجات می دهد.....	۳۲۶	۲-۳-۲۰
کارآمدی روش برای کشتن غده ها.....	۳۲۷	۳-۳-۲۰
آیندهی معالجات ضدسرطان، ویژهی حالت های جداگانه.....	۳۳۰	۴-۲۰
منابع.....	۳۳۰	۵-۲۰

واژگان انگلیسی - فارسی.....	۳۳۳	
نمایه ها.....	۳۳۹	