

مبانی و کاربردهای پزشکی هسته‌ای

تالیف:

دکتر سعید مصلحی

دکتر احمد شانی

اعضای هیأت علمی گروه فیزیک و مهندسی پزشکی

دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

سرشناسه : شائنی، احمد
 عنوان و نام پدیدآور : مبانی و کاربردهای پزشکی هسته‌ای/ تالیف و تدوین احمد شائنی، مسعود مصلحی.
 مشخصات نشر : اصفهان: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان اصفهان، ۱۳۹۳.
 مشخصات ظاهری : ۲۲۰ ص.
 شابک : 978-964-524-513-7
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : واژه‌نامه.
 یادداشت : کتابنامه.
 موضوع : پزشکی هسته‌ای
 شناسه خزوده : مصلحی، مسعود، ۱۳۵۴ -
 شناسه افزوده : دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان اصفهان
 رده بندی کلاسیک : ۸۹۵/۲م۲ ۱۳۹۳
 رده بندی دیویی : ۶۱۶/۰۷۷۵
 شماره کتابشناسی ملی : ۲۳۹۹



نام کتاب: مبانی و کاربردهای پزشکی هسته‌ای

نویسندگان: دکتر احمد شائنی - دکتر مسعود مصلحی

ناشر: دانشگاه علوم پزشکی اصفهان با همکاری انتشارات مانی

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۴-۵۱۳-۷

تعداد صفحات: ۲۲۰

قطع: وزیری

مخمس چاپ: تابستان ۱۳۹۳

نوبت چاپ: اول

قیمت: ۱۶۰۰۰ تومان

تیراژ: ۱۰۰۰

کلیه حقوق برای دانشگاه علوم پزشکی اصفهان محفوظ است.

آدرس: دانشگاه علوم پزشکی اصفهان - ص.پ. ۳۱۹-۸۱۷۴۵ <http://publication.mui.ac.ir>

E-mail: publications@mui.ac.ir

دورنما: ۰۳۱۱-۶۶۸۷۸۹۸ تلفن فروشگاه: ۰۳۱۱-۶۶۸۳۴۰۵

انتشارات مانی: تلفن: ۰۳۱۱-۶۶۸۳۴۰۵ - دورنما: ۰۳۱۱-۶۶۲۸۵۹۰

E-mail: manipub@yahoo.com



بنام خدا

پیشگفتار

شماره و سپاس فراوان خداوند منان را که به فیض عنایت او توفیقی دست داد تا بتوانیم کتابی تحت عنوان مبانی و کاربردهای پزشکی هسته‌ای را تالیف نموده و در اختیار دانشجویان و علاقمندان قرار گیرد. کمبود کتاب فارسی در این زمینه که بتواند هم از جهت مبانی فیزیکی و هم از نظر کاربردهای پزشکی تا حدودی نیازهای دانشجویان رشته‌های کارشناسی پزشکی هسته‌ای، کارشناسی رادیوترابی، کارشناسی رادیولوژی، کارشناسی ارشد فیزیک پزشکی و پزشکی که در زمینه درمان سرطان فعالیت دارند را مرتفع سازد، نویسندگان را بر آن داشت تا با توجه به سرفصلهای مصوب درس پزشکی هسته‌ای برای رشته‌های فوق به تهیه و تدوین کتاب حاضر اقدام نمایند.

بطور کلی کتاب حاضر در دو بخش عمده، ابتدا مبانی فیزیکی و سپس اصول و کاربردهای پزشکی هسته‌ای به رشته تحریر درآمده است. در بخش مبانی فیزیکی، فصولی تحت عنوان ساختمان اتم و هسته، پرتوهای ناشی از هسته، مواد رادیواکتیو، قوانین مربوط به دگرگونی مواد رادیواکتیو و در نهایت آشکارسازی و اندازه‌گیری مواد رادیواکتیو آمده است. در بخش اصول و کاربردهای پزشکی هسته‌ای ابتدا تصویربرداری بالینی به روش توموگرافی نشر پوزیترون (PET) و سپس به نقش پزشکی هسته‌ای در زمینه‌های بیماری‌های قلب و عروق، ریوی، سر و گردن، غدد درون‌ریز، سیستم گوارشی و کبد، دستگاه تناسلی و در پایان در زمینه بیماری‌های استخوان تالیف گردیده است.

در پایان مولفان اذعان دارند با همه سعی و کوشش که برای تالیف این کتاب صورت گرفته است، کتاب خالی از نقص نیست و انتظار می‌رود اساتید محترم، صاحب‌نظران و دانشجویان عزیز با تذکر موارد بر مولفان منت نهند تا با یاری خداوند منان در فرصتهای مناسب بعدی نسبت به رفع آنها اقدام و به نحو شایسته‌تری تقدیم حضور بلامندان گردد.

دکتر احمد شانی - دکتر مسعود مصلحی

تابستان ۱۳۹۲

www.ketab.ir



فهرست مطالب

فصل ۱- ساختمان اتم و هسته.....	۱
ساختمان اتم.....	۲
ساختمان هسته.....	۳
حد جرم.....	۸
واحد انرژی.....	۹
موازنه جرم و انرژی.....	۹
واحد بار الکتریکی.....	۱۱
انرژی هسته‌ای.....	۱۱
انرژی همبستگی.....	۱۱
همجوشی هسته‌ای.....	۱۴
مشخصات الکترون.....	۱۵
مشخصات پروتون.....	۱۵
مشخصات نوترون.....	۱۶
مشخصات پوزیترون.....	۱۶
مشخصات نوترینو.....	۱۷
مشخصات مزونها.....	۱۷
پایداری هسته‌ای.....	۱۷
نسبت نوترون به پروتون.....	۱۸
ناپایداری عناصر سنگین.....	۲۰
فصل ۲- پرتوهای ناشی از هسته.....	۲۵
مقدمه.....	۲۶
پرتوهای یونساز.....	۲۶

۲۷	یونسازی و تحریک
۲۸	یونسازی کلی
۲۸	یونسازی مخصوص
۲۹	طرحهای واپاشی
۳۳	دگرگونی همراه با تابش آلفا
۳۵	مشخصات ذره آلفا
۳۶	برهم‌کنش ذرات آلفا با ماده
۳۷	دگرگونی همراه با تابش بتا
۳۸	مشخصات ذرات بتای منفی و برهمکنش آن با ماده
۴۱	دگرگونی با تابش بتای مثبت (پوزیترون)
۴۳	مشخصات بتای مثبت (پوزیترون) و برهمکنش آن با ماده
۴۳	تسخیر الکترونی
۴۴	پرتوهای الکترومغناطیس
۴۶	تابش پرتو گاما
۴۷	مشخصات پرتو گاما
۴۸	پرتو ایکس
۵۰	برهمکنش پرتوهای ایکس و گاما با ماده
۵۰	پراکندگی تامسون یا کلاسیک (پراکندگی براگ)
۵۱	اثر فتوالکتریک
۵۱	اثر کامپتون
۵۲	پدیده تولید جفت
۵۲	تولید سه ذره
۵۳	واکنش هسته‌ای
۵۴	جذب پرتوهای X یا γ توسط ماده

۵۵.....	ضرب جذب خطی (μ)
۵۶.....	جذب نمایی
۶۱.....	فصل ۳- مواد رادیواکتیو
۶۲.....	انواع مواد رادیواکتیو
۶۲.....	مواد رادیواکتیو طبیعی
۶۵.....	عناصر رادیواکتیو طبیعی سبک
۶۹.....	پرتوهای پیهانی
۷۱.....	مزونها
۷۳.....	عناصر رادیواکتیو مصنوعی
۷۵.....	واکنشهای ذرات باردار
۷۶.....	واکنش با پروتون
۷۸.....	واکنشهای دوترونی
۷۹.....	واکنش با ذرات آلفا
۷۹.....	واکنش الکترون و فوتون
۸۰.....	شتاب دهنده ها
۸۱.....	سیکلوترون
۸۳.....	نوترونها و مواد رادیواکتیو مصنوعی
۸۴.....	واکنشهای نوترونی
۹۱.....	راههای تهیه نوترون
۹۲.....	راکتورهای هسته‌ای
۹۹.....	فصل ۴- قوانین مربوط به دگرگونی مواد رادیواکتیو
۱۰۰.....	فعالیت یا اکتیویته
۱۰۴.....	اکتیویته ویژه
۱۰۵.....	نیمه عمر فیزیکی

نیمه عمر بیولوژیکی و نیمه عمر مؤثر.....	۱۰۶
عمر متوسط.....	۱۰۸
تعادلهای رادیواکتیو.....	۱۰۹
تعادل پایدار.....	۱۰۹
تعادل گذرا.....	۱۱۱
رکیبات نشاندار یا ردیاب ها.....	۱۱۲
فصل ۵- آشکارسازی و اندازه گیری مواد رادیواکتیو.....	۱۱۷
آشکارسازی و اندازه گیری مواد رادیواکتیو.....	۱۱۸
آشکارسازهای گسی.....	۱۱۸
آشکارساز سنتیلسانس.....	۱۲۰
دستگاههای تصویربرداری پزشکی هسته‌ای.....	۱۲۲
جاروگر خطی.....	۱۲۲
دوربین گاما.....	۱۲۴
فصل ۶- تصویربرداری بالینی به روش توموگرافی نشر پوزیترون (PET).....	۱۲۷
مقدمه.....	۱۲۸
رادیوداروهای مورد استفاده در مراکز دارای PET.....	۱۲۸
آمادگی بیمار برای انجام اسکن FDG-PET.....	۱۳۰
نواحی جذب طبیعی در اسکن FDG-PET.....	۱۳۱
کاربردهای بالینی PET.....	۱۳۲
سرطان ریه.....	۱۳۲
لنفوما.....	۱۳۴
تشخیص سرطانهای دستگاه گوارش توسط PET.....	۱۳۵
تشخیص سرطانهای سر و گردن توسط PET.....	۱۳۷
تشخیص ملانوما توسط PET.....	۱۳۸



تشخیص سرطان سینه توسط PET	۱۳۹
تشخیص تومورهای سیستم عصبی مرکزی (CNS) توسط PET	۱۴۰
تصویربرداری ترکیبی CT Scan و PET	۱۴۰
کاربردهای متفرقه در سرطان شناسی	۱۴۱
کاربرد FDG-PET در عفونت	۱۴۱
کاربرد روش PET در تشخیص قلب و عروق	۱۴۱
کاربرد روش PET در تشخیص بیماری‌های عصبی	۱۴۳
فصل ۷- تشخیص روشک هسته‌ای در زمینه بیماری‌های قلب و عروق	۱۴۵
اندیکاسیونهای اسکن قلب	۱۴۶
انواع اسکن قلب در پزشکی هسته‌ای	۱۴۷
رادیو داروهای مورد استفاده برای اسکن قلب	۱۴۷
مقدمات لازم برای اسکن قلب	۱۵۰
روشهای رایج اسکن قلب	۱۵۱
روش اسکن تالیوم استرس - تالیوم استراحت با تزریق مجاری	۱۵۵
روش اسکن تکنسیوم استرس - تکنسیوم استراحت	۱۵۶
روش اسکن پرفیوژن قلب دو دارویی	۱۵۶
روش اسکن استراحت با تالیوم و تصاویر تأخیری ۲۴ ساعت	۱۵۶
اسکن PET با رادیوداروی روییدیوم	۱۵۶
آمادگی بیمار برای انجام اسکن قلب	۱۵۷
گزارش اسکن پرفیوژن قلب	۱۵۷
اسکن متابولیسم قلب با فلورو داکسی گلوکز (FDG)	۱۵۹
نحوه انجام اسکن متابولیسم FDG	۱۵۹
گزارش اسکن FDG قلب	۱۶۰
آثریو کاردیو گرافی گذر اول	۱۶۲

فصل ۸- نقش پزشکی هسته‌ای در زمینه بیماریهای ریوی..... ۱۶۵

مقدمه..... ۱۶۷

اسکن پرفیوژن / ویتلاسیون ریه..... ۱۶۷

انجام اسکن پرفیوژن ریه..... ۱۶۹

کمیت سازی اسکن ریه..... ۱۷۰

اسکن پرفیوژن / ویتلاسیون همخوان یا غیر همخوان..... ۱۷۰

اسکن کمی ریه..... ۱۷۱

مشکلات احتمالی..... ۱۷۱

تفسیر اندامه اسکن پرفیوژن..... ۱۷۲

شانت راست به چپ..... ۱۷۲

فصل ۹- نقش پزشکی هسته‌ای در زمینه بیماریهای سر و گردن..... ۱۷۵

بررسی جریان خون مغزی احشاء به روش توموگرافی کامپیوتری گسیل تک فوتون..... ۱۷۶

کاربردهای کلینیکی..... ۱۷۷

بیماری آلزایمر..... ۱۷۷

زوال عقل عروقی..... ۱۷۸

بیماری مغزی عروقی..... ۱۷۸

عفونت..... ۱۷۹

مرگ مغزی..... ۱۸۰

تومورهای داخل مغزی..... ۱۸۱

اسکن بررسی عملکرد غدد بزاقی..... ۱۸۱

اسکن غدد اشکی چشم..... ۱۸۲

فصل ۱۰- نقش پزشکی هسته‌ای در زمینه بیماریهای غدد درون ریز..... ۱۸۵

تیروئید، پاراتیروئید و آدرنال..... ۱۸۶

اسکن تیروئید..... ۱۸۶



۱۸۹.....	بزرگی تیروئید چند گره‌ای.....
۱۹۰.....	تشخیص افتراقی شامل التهاب تیروئیدی خود ایمنی.....
۱۹۱.....	گره‌های تیروئید.....
۱۹۴.....	پیکاری تیروئید.....
۱۹۶.....	عوارض درمان با ید رادیواکتیو.....
۱۹۷.....	تهاب تیروئید.....
۲۰۰.....	بزرگی تیروئید مدولاریتی.....
۲۰۱.....	کم کاری تیروئید نوزاد.....
۲۰۲.....	تشخیص سرطان تیروئید و ماستاز.....
۲۰۲.....	سرطان تیروئید تمایز یافته.....
۲۰۷.....	سرطان مدولاری تیروئید.....
۲۰۸.....	تومور آناپلاستیکها و لنفوهای تیروئید.....
۲۰۹.....	غدد پاراتیروئید و اسکن پاراتیروئید.....
۲۱۱.....	اسکن مدولای غده فوق کلیوی.....
۲۱۲.....	روش تصویربرداری.....
۲۱۳.....	کاربردهای کلینیکی اسکن مدولای آدرنال.....
۲۱۷.....	فصل ۱۱- نقش پزشکی هسته‌ای در زمینه بیماریهای سیستم گوارشی و کبد
۲۱۸.....	اسکن تخلیه معده.....
۲۱۹.....	اسکن کبدی صفراوی.....
۲۱۹.....	تصویر برداری از سیستم صفراوی.....
۲۲۰.....	کاربردهای کلینیکی اسکن کبدی صفراوی.....
۲۲۱.....	اسکن همانژیوم کبدی.....
۲۲۱.....	روش انجام اسکن کبدی با $^{99m}\text{Tc-RBC}$
۲۲۲.....	اسکن دیورتیکول مکل.....

۲۲۲.....	روش انجام اسکن دیورتیکول مکل
۲۲۲.....	اسکن بررسی خونریزی دستگاه گوارش
۲۲۳.....	تست تنفسی اوره.....
۲۲۵.....	فصل ۱۲- نقش پزشکی هسته‌ای در زمینه تصویربرداری از تومورها
۲۲۶.....	فیزیولوژی تومور.....
۲۲۶.....	رادیوداروهای مورد استفاده در تشخیص تومورها.....
۲۲۹.....	تصویربرداری هسته‌ای از استخوان.....
۲۳۰.....	اسکن گالیوم ⁶⁷
۲۳۱.....	یاد رادیواکتیو سرطان پروستات.....
۲۳۲.....	اسکن با متایدوبیل (MIBG).....
۲۳۳.....	فتو کروموسیتوما.....
۲۳۴.....	نوروبلاستوما.....
۲۳۴.....	آنتی بادی منوکلونال نشاندار.....
۲۳۴.....	تصویربرداری توسط رسیپتورها.....
۲۳۶.....	محل یابی تومور حین جراحی.....
۲۳۷.....	اسکن PET در سرطان شناسی.....
-	فصل ۱۳- نقش پزشکی هسته‌ای در زمینه بیماری‌های دستگاه ادراری
۲۴۱.....	تناسلی.....
۲۴۲.....	اسکن کلیه با ^{99m} Tc-DTPA.....
۲۴۲.....	طرز تهیه رادیوداروی ^{99m} Tc-DTPA.....
۲۴۳.....	روش انجام اسکن دیورتیک رنوگرام.....
۲۴۴.....	تصویربرداری در فاز خونرسانی.....
۲۴۴.....	تصویربرداری در فاز عملکرد.....
۲۴۵.....	فاز پس از تخلیه ادرار.....



۲۴۵.....	تصاویر تاخیری
۲۴۶.....	تفاوت بین رادیوداروهای EC و DTPA
۲۴۶.....	محاسبه GFR کلیه ها به روش پزشکی هسته‌ای
۲۴۷.....	محاسبه GFR کلیه ها به وسیله دوربین گاما
۲۴۷.....	صورت برداری از کلیه ها با رادیو داروی $^{99m}\text{Tc-MAG3}$
۲۴۸.....	روش آماده سازی رادیوداروی $^{99m}\text{Tc-MAG3}$
۲۴۹.....	تصویر برداری از کلیه ها با رادیو داروی $^{99m}\text{Tc-EC}$
۲۴۹.....	آماده سازی رادیو داروی $^{99m}\text{Tc-EC}$
۲۴۹.....	رنوگرام عملکرد کلیه
۲۵۱.....	اسکن کلیه با استفاده از ماده (دی‌سینک)
۲۵۴.....	اسکن کلیه با مهار کننده آنزیم بدل (ACEI)
۲۵۵.....	روش انجام اسکن کلیه با کاپتوپریل
۲۵۶.....	روش انجام اسکن کلیه با کاپتوپریل
۲۵۹.....	اسکن کلیه پیوندی
۲۵۹.....	نکروز حاد توبولها
۲۵۹.....	پس زدن حاد پیوند کلیه
۲۶۰.....	پس زدن مزمن پیوند
۲۶۰.....	عوارض جراحی کلیه پیوندی
۲۶۱.....	انجام اسکن کلیه پیوندی
۲۶۲.....	یافته های اسکن در عوارض کلیه پیوندی
۲۶۲.....	وازموتور نفروپاتی (ATN)
۲۶۳.....	پس زدن حاد پیوند
۲۶۳.....	اسکن دی مرکاپتو سو کینیک اسید ($^{99m}\text{Tc-DMSA}$)
۲۶۴.....	نحوه تهیه کیت $^{99m}\text{Tc-DMSA}$

۲۶۵.....	آمادگی بیمار جهت انجام اسکن ^{99m}Tc -DMSA
۲۶۵.....	روش انجام اسکن
۲۶۶.....	ویژگیهای تصویربرداری با ^{99m}Tc -GH
۲۶۶.....	متوسط هندسی
۲۶۷.....	مقایسه تصاویر با کولیماتور کم انرژی همه منظوره با تصاویر کولیماتور سوراخ سوزنی
۲۶۹.....	پیلونفریت
۲۷۰.....	ماریجاس خاص، کلری و اسکن مربوط به آنها
۲۷۰.....	کلیه ال اسکن
۲۷۰.....	نابجای چسبیدن به طرف مقابل
۲۷۱.....	اسکن سیستم گوارش
۲۷۱.....	روشهای انجام سیستم ترافی هسته‌ای
۲۷۳.....	مراحل روش انجام اسکن
۲۷۳.....	راههای اطمینان از پر شدن کامل
۲۷۵.....	اسکن اسکروتال
۲۷۶.....	روش انجام اسکن بیضه
۲۷۹.....	پیش تشخیص داده نشده
۲۸۱.....	فصل ۱۴ - نقش پزشکی هسته‌ای در زمینه بیماریهای استخوان
۲۸۲.....	اسکن استخوان
۲۸۲.....	تکنیکهای انجام اسکن استخوان
۲۸۲.....	روش انجام اسکن استخوان
۲۸۴.....	روش توموگرافی کامپیوتری (SPECT)
۲۸۵.....	طرز تهیه کیت ^{99m}Tc -MDP
۲۸۶.....	نکات مهم در هنگام تصویربرداری اسکن استخوانها
۲۸۷.....	تومورها



- ۲۹۳.....تومور بدخیم اولیه استخوان
- ۲۹۴.....تومور استخوانی خوش خیم
- ۲۹۵.....ضربات فیزیکی
- ۲۹۶.....آس‌های ناشی از ورزش و ضربه زانو
- ۲۹۷.....شکستگی مخفی
- ۲۹۷.....شکستگی ضربه های تکراری
- ۲۹۹.....بیماری های مایو
- ۲۹۹.....استئوپروز
- ۲۹۹.....استئومالاسیا
- ۳۰۰.....عفونت
- ۳۰۰.....استئومیلیت
- ۳۰۱.....التهاب دیسک
- ۳۰۲.....اسکن گالیوم ($^{67}\text{Gallium Citrate}$)
- ۳۰۲.....روش انجام اسکن گالیوم
- ۳۰۳.....کاربرد کلینیکی اسکن گالیوم
- ۳۰۳.....اسکن با گلبول سفید نشاندار
- ۳۰۳.....کاربرد کلینیکی گلبول سفید نشاندار