

به نام آن که جان را قدرت آموخت

پراغ دل به نور جان بر افروخت

فیزیک

پرتو درمانی خان

ویرایش پنجم

۲۰۱۴

ترجمه:

دکتر کیوان جباری

دکتر محمدباقر توکلی

اعضای هیات علمی گروه فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

نیما رستمپور

تینوش الماسی

ندا برادران محسنیان

فاخره پاشائی

معصومه رستمپور

زینب صالح نیا

ایرج عابدی

دانشجویان دکترای تخصصی فیزیک پزشکی

سرشناسه	خان، فیض ام. Khan, Faiz M.
عنوان و نام پدیدآور	: فیزیک پرتودرمانی خان، ۲۰۱۴ [فیض ام. خان، جان پی گیونز]: مترجمین کیوان جباری... [و دیگران].
مشخصات نشر	: تهران: آثار سبحان: انتشارات یاررس، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۷۳۴ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۶-۶۵-۶۵۳۱-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Khan's the physics of radiation therapy, 5th ed, [2014].
یادداشت	: مترجمین کیوان جباری، محمدباقر توکلی، تیما رستم‌پور، تینوش الماسی، ندا برادران محسنتیان، قاهره پاشایی، معصومه رستم‌پور، زینب صالح‌نیا، ایرج عابدی.
یادداشت	: کتب‌نامه.
یادداشت	: واژه‌نامه
موضوع	: فیزیک پزشکی
موضوع	: پرتو درمانی
شناسه افزوده	: گیونز، جان پی. Gibbons, John P.
شناسه افزوده	: جباری، کیوان، ۱۳۵۶ - مترجم
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۳ / ۲۵۹ / ۸۹۵ R
رده‌بندی دیوپی	: ۶۱۵/۸۴۲
شماره کتابشناسی	: ۳۶۹۴۶۶۹

فیزیک پرتودرمانی خان (۲۰۱۴)

نام کتاب:	جباری، توکلی، رستم‌پور، الماسی، محسنتیان، پاشایی، رستم‌پور، صالح‌نیا، عابدی
مترجمین:	انتشارات آثار سبحان (با همکاری انتشارات یاررس)
ناشر:	محمد ایمانی
صفحه‌آرایی:	اول - زمستان ۱۳۹۳
نوبت و سال چاپ:	۵۰۰ نسخه
تیراژ:	سبحان
چاپ:	۳۴۰۰۰ تومان
قیمت:	۶-۶۵-۶۵۳۱-۶۰۰-۹۷۸
شابک:	

مرکز بخش: انتشارات آثار سبحان و یاررس

تهران: میدان انقلاب، خیابان انقلاب، فرسیده به خیابان ۱۲
فروردین، ساختمان ولی عصر (عج) پلاک ۱۳۱۴، طبقه دوم
تلفن: ۶۶۹۷۱۱۱۲ - ۶۶۹۷۱۰۴۰ - ۶۶۹۳۷۹۶

فروشگاه

تهران: میدان انقلاب، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه
تهران، پاساژ کتابسرای اندیشه، کتابفروشی آثار سبحان
تلفن: ۶۶۴۱۸۱۹۲

کلیه حقوق معنوی و مادی برای ناشر محفوظ می‌باشد و
هرگونه تکثیر از این اثر پیگرد قانونی دارد.

خواننده گرامی سلام

از این‌که به جای کی‌برداری از این کتاب، آن را خریداری نموده‌اید و باعث ضرر و زیان نویسنده کتاب و انتشارات مربوطه نشده‌اید، از شما سپاسگزاریم.
لطفاً پیغام ما را به کسانی که از کتاب کی‌برداری می‌کنند برسانید. کی‌برداری از کتابی که با زحمت فراوان تهیه شده و با هزینه زیادی به چاپ رسیده است، موجب ضرر و زیان نویسنده و انتشارات مربوطه می‌شود.
همچنین، دریافت هزینه کتاب حق شرعی و قانونی نویسنده کتاب و انتشارات آن می‌باشد نه حق فردی که یک دستگاه چاپ و تکثیر خریده است و اکنون از طریق آن سود می‌برد. و در ضمن، با کی کردن کتاب باعث می‌شوند ناشر و مولف زیان ببینند و حتی باعث ورشکستگی شود. در نتیجه دیگر کتابی ترجمه، تالیف و تولید نخواهد شد!

امیدوارم موفق باشید
انتشارات آثار سبحان

پیشگفتار

پرتودرمانی در حال حاضر یکی از روش‌های مهم درمان سرطان می‌باشد و تکنولوژی مربوط به این رشته به صورت روزافزون در حال گسترش است. کتاب فیزیک پرتودرمانی خان در سراسر دنیا به عنوان یکی از منابع اصلی پرتودرمانی مطرح می‌باشد. کتاب حاضر ترجمه جدیدترین ویرایش این کتاب در سال ۲۰۱۴ است. در ترجمه کتاب تعداد زیادی از اصطلاحات، به ویژه در بخش سوم کتاب (پرتودرمانی مدرن)، برای اولین بار صورت می‌گیرد و به این دلیل تلاش شده است تا حد امکان از زیرنویس‌های زبان اصلی به منظور فهم و آشنایی با اصطلاحات استفاده گردد. در طول مطالعه این کتاب باید به این نکته دقت شود که در برخی از بخش‌های کتاب خان چندین مقاله در چند جمله خلاصه شده و فهم این بخش‌ها بدون مدرس و یا مراجعه به منابع مربوط، مشکل می‌باشد.

فیزیک پزشکی و شاخه پرتودرمانی در ایران نیز با ورود دستگاه‌ها و تکنولوژی جدید در حال تحول چشم‌گیر می‌باشد. امید است که کتاب حاضر گامی در راستای یادگیری و بالا بردن کیفیت آموزش و درمان در پرتودرمانی کشور باشد.

این کتاب با تلاش زیاد جمعی از اساتید و دانشجویان دکترای تخصصی فیزیک پزشکی در مدت زمان کوتاهی ترجمه شد. لازم به گفتن است که حتی در اصل کتاب خان نیز تعدادی اشتباهات چاپی و غیره مشاهده گردید که در ترجمه اصلاح شده‌اند. در پایان لازم است که از زحمات زیاد آقای نیما رستم‌پور در طول ترجمه کتاب تشکر نمایم.

دکتر کیوان جباری

دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

Jabbari@med.mui.ac.i

فهرست مطالب

بخش اول: فیزیک پایه	۱	مراجع	۳۳
فصل ۱: ساختمان مواد	۲	فصل ۳: تولید پرتوهای X	۳۴
۱-۱. اتم	۲	۱-۳. لامپ پرتو X	۳۴
۲-۱. هسته	۲	۲-۳. مدار اصلی پرتو X	۳۶
۳-۱. یکاهای جرم اتمی و انرژی	۳	۳-۳. یکسوسازی ولتاژ	۳۹
۴-۱. توزیع الکترون های مدار	۵	۴-۳. ژنراتورهای پرتو X با خروجی بالا	۴۰
۵-۱. سطوح انرژی اتمی	۶	۵-۳. فیزیک تولید پرتو X	۴۱
۶-۱. نیروهای هسته ای	۷	۶-۳. طیف انرژی پرتو X	۴۳
۷-۱. سطوح انرژی هسته ای	۸	۷-۳. ویژگی های عملکردی	۴۵
۸-۱. تابش ذره ای	۸	نکات کلیدی	۴۶
۹-۱. ذرات اولیه	۹	مراجع	۴۷
۱۰-۱. تابش الکترومغناطیس	۱۰	فصل ۴: ژنراتورهای تابشی کلینیکی	۴۸
نکات کلیدی	۱۲	۱-۴. سیستم های کیلوولتاژ	۴۸
مراجع	۱۳	۲-۴. ژنراتور واندوگراف	۵۱
فصل ۲: فیدبکات هسته ای	۱۴	۳-۴. شتاب دهنده خطی	۵۲
۱-۲. پرتو زایی	۱۴	۴-۴. بتاترون	۶۰
۲-۲. ثابت واپاشی	۱۴	۵-۴. میکروترون	۶۱
۳-۲. فعالیت	۱۵	۶-۴. سیکلوترون	۶۲
۴-۲. نیمه عمر و عمر میانه گین	۱۵	۷-۴. دستگاه های استفاده کننده از رادیونوکلیدها	۶۳
۵-۲. سری های پرتوزا	۱۹	۸-۴. پرتوهای ذره ای سنگین	۶۸
۶-۲. تعادل پرتوزا	۱۹	نکات کلیدی	۷۰
۷-۲. انواع واپاشی های پرتوزا	۲۱	مراجع	۷۲
۸-۲. واکنش های هسته ای	۲۶	فصل ۵: برهم کنش تابش های یونیزان	۷۳
۹-۲. فعال کردن هسته ها	۳۱	۱-۵. یونیزاسیون	۷۳
۱۰-۲. راکتورهای هسته ای	۳۱	۲-۵. توصیف پرتو فوتون	۷۳
نکات کلیدی	۳۲	۳-۵. تضعیف پرتو فوتون	۷۴

۱۱۹	۴-۷. اندازه‌گیری انرژی دسته پرتو مگاولتاژ	۷۶	۴-۵. ضرایب
۱۱۹	۵-۷. اندازه‌گیری طیف انرژی	۷۸	۵-۵. برهم‌کنش فوتون‌ها با ماده
۱۲۰	نکات کلیدی	۷۸	۶-۵. پراکندگی هم‌دوس
۱۲۱	مراجع	۷۹	۷-۵. اثر فوتوالکتریک
۱۲۲	فصل ۸: اندازه‌گیری دز جذبی	۸۱	۸-۵. اثر کامپتون
۱۲۲	۱-۸. تعریف دز جذبی	۸۴	۹-۵. تولید جفت
۱۲۲	۲-۸. رابطه میان کرما، اکسپوزر، و دز جذبی	۸۶	۱۰-۵. اهمیت نسبی انواع مختلف برهم‌کنش‌ها
۱۲۴	۳-۸. محاسبه دز جذب شده از اکسپوزر	۸۸	۱۱-۵. برهم‌کنش‌های ذرات باردار
۱۲۹	۴-۸. نظریه خفیه براگ - گری	۸۹	۱۲-۵. برهم‌کنش‌های نوترون
۱۳۴	۵-۸. کالبراسیون پرتوهای مگاولتاژ: پروتکل TG-۵۱	۹۱	۱۳-۵. مقایسه ویژگی‌های پرتوها
۱۴۴	۶-۸. پروتکل IAEA TRS-398	۹۱	نکات کلیدی
۱۴۶	۷-۸. اکسپوزر ناشی از چشمه‌های پرتوزا	۹۲	مراجع
۱۴۸	۸-۸. روش‌های دیگر اندازه‌گیری دز جذبی	۹۳	فصل ۶: اندازه‌گیری تابش‌های یونیزان
۱۶۱	نکات کلیدی	۹۳	۱-۶. مقدمه
۱۶۵	مراجع	۹۳	۲-۶. رونتگن
۱۶۸	بخش دوم: پرتودرمانی کلاسیک	۹۵	۳-۶. ائتافک یونیزاسیون هوای آزاد
۱۶۹	فصل ۹: توزیع دز و ارزیابی پرتو براکنده	۹۶	۴-۶. ائتافک انگستانه‌ای
۱۶۹	۱-۹. فانتوم‌ها	۱۰۰	۵-۶. ائتافک‌های فارمر
۱۷۱	۲-۹. توزیع دز عمقی	۱۰۳	۶-۶. الکترومترها
۱۷۲	۳-۹. درصد دز عمقی	۱۰۵	۷-۶. ائتافک‌های ویژه
۱۷۹	۴-۹. نسبت بافت - هوا (TAR)	۱۰۷	۸-۶. جمع‌آوری یون‌ها
۱۸۶	۵-۹. نسبت پراکندگی - هوا (SAR)	۱۰۸	۹-۶. اثرات قطبش ائتافک
۱۸۹	نکات کلیدی	۱۰۹	۱۰-۶. شرایط محیطی
۱۹۰	مراجع	۱۱۰	۱۱-۶. اندازه‌گیری اکسپوزر
۱۹۱	فصل ۱۰: سیستم محاسبات دزیمتری	۱۱۰	نکات کلیدی
۱۹۱	۱-۱۰. پارامترهای محاسبه دز	۱۱۱	مراجع
۱۹۷	۲-۱۰. روابط مربوط به محاسبات مانیتورینیت (MU)	۱۱۲	فصل ۷: کیفیت پرتوهای x
۲۰۶	۳-۱۰. روش‌های عملی دیگر جهت محاسبه توزیع دز عمقی	۱۱۲	۱-۷. ضخامت نیم‌مقدار
۲۱۱	پیوست فصل ۱۰	۱۱۲	۲-۷. فیلترها
		۱۱۴	۳-۷. اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت پرتو

نکات کلیدی.....	۲۱۳	نکات کلیدی.....	۳۲۰
مراجع.....	۲۱۳	مراجع.....	۳۲۱
فصل ۱۱: طراحی درمان I: توزیع‌های هم‌دز	۲۱۵	فصل ۱۴: الکترون درمانی	۳۲۳
۱-۱۱. نمودار هم‌دز.....	۲۱۵	۱-۱۴. برهم‌کنش‌های الکترون.....	۳۲۳
۲-۱۱. اندازه‌گیری منحنی‌های هم‌دز.....	۲۱۷	۲-۱۴. مشخصات و اندازه‌گیری انرژی.....	۳۲۶
۳-۱۱. پارامترهای منحنی‌های هم‌دز.....	۲۱۸	A. محتمل‌ترین انرژی.....	۳۲۶
۴-۱۱. فیلترهای کوه‌ای (وج).....	۲۲۳	۳-۱۴. تعیین دز جذبی.....	۳۲۸
۵-۱۱. ترکیب میدان‌های تابشی.....	۲۲۷	۴-۱۴. ویژگی‌های دسته پرتوهای الکترونی مورد استفاده در کلینیک.....	۳۳۵
۶-۱۱. تکنیک‌های ایزوستری.....	۲۳۲	۵-۱۴. طراحی درمان.....	۳۴۷
۷-۱۱. تکنیک‌های میدان کوه‌ای.....	۲۳۶	۶-۱۴. شکل‌دهی میدان.....	۳۶۰
۸-۱۱. مشخصات دز نومو. برای پرتوهای فوتونی خارجی.....	۲۳۹	۷-۱۴. آرک درمانی (درمان قوسی) با الکترون.....	۳۷۰
نکات کلیدی.....	۲۴۴	۸-۱۴. تابش تمام پوست.....	۳۷۴
مراجع.....	۲۴۵	۹-۱۴. الگوریتم‌های طراحی درمان.....	۳۸۲
فصل ۱۲: طراحی درمان II: دریافت اطلاعات بیمار، ارزیابی درمان، و توضیحات ناهمگنی	۲۴۶	نکات کلیدی.....	۳۸۷
۱-۱۲. دریافت اطلاعات بیمار.....	۲۴۶	مراجع.....	۳۸۸
۲-۱۲. شبیه‌سازی درمان.....	۲۵۹	فصل ۱۵: برای تریابی آهنگ دز کم: قوانین کاشت و ویژگی‌های دز	۳۹۳
۳-۱۲. ارزیابی درمان.....	۲۶۲	۱-۱۵. چشمه‌های پرتوزا.....	۳۹۳
۴-۱۲. تصحیح نامنظمی‌های کانتور.....	۲۶۷	۲-۱۵. کالیبراسیون چشمه‌های برای تریابی.....	۴۰۰
۵-۱۲. تصحیح ناهمگنی‌های بافت.....	۲۷۱	۳-۱۵. محاسبه توزیع دز.....	۴۰۶
۶-۱۲. جبران بافت.....	۲۸۲	۴-۱۵. سیستم‌های دزیمتری کاشت.....	۴۱۵
۷-۱۲. تنظیم موقعیت بیمار.....	۲۸۸	۵-۱۵. دزیمتری کامپیوتری.....	۴۲۱
نکات کلیدی.....	۲۹۳	۶-۱۵. تکنیک‌های کاشت.....	۴۲۳
مراجع.....	۲۹۴	۷-۱۵. تعیین دز. سرطان دهانه رحم.....	۴۲۷
فصل ۱۳: طراحی درمان III: شکل دادن میدان، دز پوست، و جداسازی میدان	۲۹۷	۸-۱۵. دستگاه‌های سیم‌مارگذاری از راه دور.....	۴۳۲
۱-۱۳. بلاک‌های میدان.....	۲۹۷	نکات کلیدی.....	۴۳۶
۲-۱۳. شکل‌دهی میدان.....	۲۹۹	مراجع.....	۴۳۷
۳-۱۳. دز پوست.....	۳۰۴	فصل ۱۶: حفاظت پرتویی	۴۴۲
۴-۱۳. جدایی میدان‌های مجاور.....	۳۱۰	۱-۱۶. دز معادل.....	۴۴۲

۵۳۱..... ۲-۱۹. فرایند طراحی درمان

۵۳۱..... ۳-۱۹. الگوریتم‌های محاسبه دز

۵۴۸..... نکات کلیدی

۵۴۸..... مراجع

فصل ۲۰: پرتودرمانی با شدت مدوله شده

۵۵۰..... ۱-۲۰. مقدمه

۵۵۰..... ۲-۲۰. طراحی پرتودرمانی با شدت مدوله شده

۵۵۲..... ۳-۲۰. تحویل پرتودرمانی با شدت مدوله شده

۵۶۳..... ۴-۲۰. راه‌اندازی IMRT

۵۷۱..... ۵-۲۰. الگوریتم‌های محاسبه دز

۵۷۶..... ۶-۲۰. کاربرد کلینیکی

۵۷۹..... نکات کلیدی

۵۷۹..... مراجع

فصل ۲۱: پرتودرمانی استریوناکتیک و رادیوسرجری

۵۸۱..... ۱-۲۱. مقدمه

۵۸۱..... ۲-۲۱. تکنیک‌های رادیوسرجری استریوناکتیک

۵۹۰..... ۳-۲۱. دزیمتری

۵۹۱..... ۴-۲۱. الگوریتم محاسبه دز

۵۹۲..... ۵-۲۱. تضمین کیفیت

۵۹۳..... ۶-۲۱. کاربردهای بالینی

۵۹۶..... نکات کلیدی

۵۹۶..... مراجع

فصل ۲۲: پرتودرمانی استریوناکتیک بدن

۵۹۷..... ۱-۲۲. مقدمه

۵۹۷..... ۲-۲۲. شبیه‌سازی

۶۰۲..... ۳-۲۲. طراحی درمان

۶۰۵..... ۴-۲۲. راه‌اندازی و تضمین کیفیت

۶۰۶..... نکات کلیدی

۶۰۶..... مراجع

۴۴۳..... ۲-۱۶. دز معادل موثر

۴۴۴..... ۳-۱۶. تابش زمینه

۴۴۵..... ۴-۱۶. اثرات تابش دزهای کم

۴۴۶..... ۵-۱۶. حدود دز معادل موثر

۴۴۹..... ۶-۱۶. طراحی ساختمان شیلد

۴۵۶..... ۷-۱۶. حفاظت در برابر تابش از چشمه‌های براکی‌تراپی

۴۵۷..... ۸-۱۶. بررسی حفاظت پرتوی

۴۶۱..... ۹-۱۶. پایش کارکنان

۴۶۲..... ۱۰-۱۶. آیین‌نامه‌های کمیسیون تنظیم مقررات هسته‌ای

۴۶۸..... نکات کلیدی

۴۶۹..... مراجع

فصل ۱۷: تضمین کیفیت

۴۷۱..... ۱-۱۷. اهداف

۴۷۲..... ۲-۱۷. کارکنان فیزیک

۴۷۷..... ۳-۱۷. تجهیزات

۴۸۰..... ۴-۱۷. صحت دزیمتری

۴۸۱..... ۵-۱۷. ویژگی‌های تجهیزات

۴۸۲..... ۱۷-۱۷. آزمون پذیرش

۵۰۰..... ۷-۱۷. راه‌اندازی

۵۰۴..... ۸-۱۷. تضمین کیفیت دوره‌های (QA)

۵۱۴..... ۹-۱۷. ارزیابی خطر در پرتودرمانی

۵۱۴..... نکات کلیدی

۵۱۵..... مراجع

فصل ۱۸: تابش کل بدن

۵۱۸..... ۱-۱۸. تکنیک‌ها و تجهیزات

۵۲۷..... نکات کلیدی

۵۲۸..... مراجع

بخش ۳: پرتودرمانی مدرن

فصل ۱۹: پرتودرمانی تطبیقی سه بعدی

۵۳۰..... ۱-۱۹. مقدمه

فصل ۲۳: براکی ترابی با آهنگ دز بالا

۶۰۸	۱-۲۳. مقدمه
۶۰۸	۲-۲۳. دستگاه با آهنگ دز بالا
۶۱۳	۳-۲۳. الزامات مجوز
۶۱۹	۴-۲۳. کالبراسیون چشمه با آهنگ دز بالا (HDR)
۶۲۱	۵-۲۳. طراحی درمان
۶۲۴	۶-۲۳. تضمین کیفیت
۶۲۵	۷-۲۳. کاربردهای کلینیکی
۶۲۷	نکات کلیدی
۶۲۸	مراجع

فصل ۲۴: کاشت‌های روستات: تکنیک، دزیمتری، و

طراحی درمان

۶۳۰	۱-۲۴. پرتوزایی
۶۳۰	۲-۲۴. کاشت‌های دانه‌ای
۶۳۶	۳-۲۴. دزیمتری
۶۳۹	۴-۲۴. کاشت‌های با آهنگ دز بالا
۶۴۰	نکات کلیدی
۶۴۱	مراجع

فصل ۲۵: براکی ترابی داخل عروقی

۶۴۲	۱-۲۵. مقدمه
۶۴۲	۲-۲۵. حجم درمان
۶۴۴	۳-۲۵. روش‌های تابش‌دهی
۶۴۹	۴-۲۵. دزیمتری
۶۵۳	۵-۲۵. تضمین کیفیت
۶۵۴	۶-۲۵. مسایل به روز
۶۵۴	نکات کلیدی
۶۵۵	مراجع

فصل ۲۶: پروتودرمانی با هدایت تصویر

۶۵۷	۱-۲۶. مقدمه
۶۵۷	۲-۲۶. تکنولوژی‌های هدایت تصویر در IGRT

۶۶۲	۳-۲۶. مدیریت حرکت تنفسی
۶۶۹	۴-۲۶. مدیریت دز تصویربرداری
۶۷۳	نکات کلیدی
۶۷۴	مراجع

فصل ۲۷: پروتون درمانی

۶۷۶	۱-۲۷. اصول فیزیکی
۶۷۹	۲-۲۷. رادیوبیولوژی
۶۷۹	۳-۲۷. شتاب‌دهنده‌های پروتون
۶۸۳	۴-۲۷. سیستم‌های انتقال درمان
۶۸۷	۵-۲۷. دزیمتری
۶۹۱	۶-۲۷. طراحی درمان
۶۹۵	۷-۲۷. تضمین کیفیت
۶۹۸	نکات کلیدی
۶۹۸	مراجع

۷۰۲	ضمیمه
-----	-------