



سازمان انرژی اتمی ایران

نظام ایمنی هسته‌ای ایران
امور حفاظت در برابر اشعه

قواعد کار با پرتو در مراکز پرتودرمانی

شماره شناسه: INRARP6CP01

شماره بازنگری: صفر

تاریخ اجرا: ۸۴/۲/۲۶

۱	صفحه:	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	بازنگری:	پرتو درمانی
		INRARP6CP01	
		صفر	

قواعد کار با پرتو در مراکز پرتو درمانی

۱- هدف

هدف از تهیه این دستورالعمل، نحوه اجرای مقررات حفاظت و ایمنی در مراکز پرتودرمانی می باشد. لذا لازم است کلیه موارد عنوان شده در این دستورالعمل، بطور کامل و دقیق در هر مرکز پرتودرمانی کشور اجرا گردیده و کلیه وسایل، تجهیزات و امکانات لازم جهت اجرای این دستورالعمل توسط شخص قانونی تهیه و در اختیار مسئولین و سایر پرتوکاران قرار داده شود.

۲- دامنه کاربرد

کلیه افراد حقیقی و حقوقی شامل بیمارستانها، سازمانها، نهادها، موسسات، واحدها و مراکز اعم از خصوصی و دولتی که دارای پروانه تاسیس مرکز پرتو درمانی از وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی می باشند، مشمول این دستورالعمل می گردند.

۳- تعاریف

۱-۳ آستانه اقدام:

از آن مقادیر تجاوز نماید باید تا

زمان بررسی علت و رفع اشکال از ادامه فعالیت خودداری شود.

۲-۳ آستانه های بررسی:

مقادیری از دز دریافتی پرتوکاران در یک مدت زمانی مشخص می باشد که هر گاه دز پرتوکار از آن مقادیر تجاوز نماید باید تا زمانی که علت آن بررسی و رفع نشده باشد از ادامه فعالیت وی خودداری شود.

۳-۳ بارکار:

حاصل ضرب حداکثر میلی آمپر در مجموع زمان های پرتودهی بر حسب دقیقه در طول هفته می باشد. برای دستگاه های کبالت و شتابدهنده بار کار براساس دز جذب شده در فاصله یک متری از دستگاه بیان می شود.

۴-۳ بیمار:

به فردی اطلاق می گردد که جهت تشخیص و درمان بیماری تحت تابش مستقیم پرتوها قرار می گیرد.

۵-۳ پرتوکار:

به فردی اطلاق می گردد که در استخدام مرکز پرتو درمانی باشد و صلاحیت وی جهت حضور در نواحی کنترل شده توسط واحد قانونی تأیید شده باشد.

۶-۳ پروانه:

به مجوزی است که جهت اشتغال در امور پرتودرمانی برای مدت سه سال صادر می گردد.

۷-۳ پزشک متخصص:

به پزشک متخصصی اطلاق می گردد که صلاحیت وی به منظور تشخیص و درمان بیماری با استفاده از منابع پرتو توسط وزارتخانه تأیید شده باشد.

۲	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۱-۳ دز جذب شده (D):

به انرژی جذب شده از کلیه پرتوها در واحد جرم ماده گفته می‌شود و واحد آن برحسب گری (Gy) بیان می‌شود. ۱ Gy معادل ۱ J/Kg می‌باشد.

۹-۳ دز موثر (E):

کمیتی است که علاوه بر اینکه اثرات بیولوژیکی ناشی از انواع پرتوها را منظور می‌دارد، اثرات بیولوژیکی انواع بافت را در نظر می‌گیرد و عبارتست از حاصل ضرب معادل دز (H) در ضریبی بنام ضریب توزین بافت (WT). واحد آن بر حسب سیورت (Sv) بیان می‌شود. ۱ Sv معادل ۱ J/Kg می‌باشد.

$$E = \sum H \times WT$$

۱۰-۳ دز محدوده شده:

محدودیتی است که به منظور بهینه‌سازی حفاظت و ایمنی برای پرتوگیری از هر دستگاه پرتوساز اعمال می‌گردد.

۱۱-۳ دستورالعمل کنترل کیفی:

شرح روش‌های اندازه‌گیری جهت انجام آزمایش‌های کنترل کیفی بر اساس یکی از استانداردهای قابل قبول واحد قانونی می‌باشد.

۱۲-۳ شخص قانونی:

هر سازمان، موسسه، نهاد، شرکت تعاونی، دفتر و انجمن اعم از دولتی، خصوصی، سیاسی، اجتماعی، صنفی و یا هر فردی که بر اساس قوانین کشوری مسئولیت و اختیارات لازم جهت فعالیت‌های این دستورالعمل را داشته باشد. افرادی که موافقت اصولی از وزارتخانه کسب کرده باشند بعنوان شخص قانونی تلقی می‌شوند.

۱۳-۳ شخص مسئول:

به پزشک متخصص در زمینه پرتودرمانی اطلاق می‌گردد که مسئولیت پرتودهی به بیمار را به عهده دارد.

۱۴-۳ فاکتور استفاده:

کلیه کسری از زمان است که پرتوهای اولیه دستگاه درمانی در جهت یک حفاظ خاص قرار می‌گیرد.

۱۵-۳ فاکتور اشغال:

عمل یا شرایط قرار دادن یا قرار کسری که نشان‌دهنده حضور احتمالی فرد یا افراد در یک محل در زمان پرتودهی می‌باشد.

۱۶-۳ فیزیسیست:

به شخصی اطلاق می‌گردد که صلاحیت وی جهت تصدی مسئولیت دزیمتری، کنترل کیفی، طراحی درمان و محاسبه دز و دیگر وظایف مربوطه در یک مرکز پرتودرمانی توسط واحد قانونی تأیید شده باشد.

۱۷-۳ کارکنان عادی:

به کارکنانی اطلاق می‌گردد که در استخدام شخص قانونی هستند ولی اجازه ورود به ناحیه کنترل شده را ندارند.

۱۸-۳ کرما:

مجموع انرژی جنبشی اولیه ذرات حاصل از اولین برخورد پرتوهای غیر مستقیم یونسازی کننده می‌باشد.

۱۹-۳ کنترل کیفیت:

به مجموعه‌اندازه‌گیری‌ها و کنترل‌های منظمی اطلاق می‌گردد که به منظور اطمینان از صحت عملکرد دستگاه‌ها، تجهیزات و روش‌های کاری بایستی انجام پذیرد.

۳	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۲۰-۳ محل با اشغال گاه به گاه:

به محل‌هایی اتلاق می‌شود که احتمال اشغال حضور افراد در هر شیفت کاری به ندرت باشد، نظیر محوطه‌های باز اطراف محل نصب دستگاه، شوقاژ خانه، پارکینگ، انبار و غیره.

۲۱-۳ محل با اشغال نیمه وقت:

به محل‌هایی اتلاق می‌شود که احتمال اشغال آن در ۵۰٪ شیفت کاری (۴ ساعت) وجود داشته باشد، نظیر راهروها، راه پله‌ها، پیاده روها و غیره.

۲۲-۳ محل با اشغال دائم:

به محل‌هایی اتلاق می‌شود که احتمال اشغال دائم آن در هر شیفت کاری (۸ ساعت) وجود داشته باشد، نظیر محل منشی بخش، آزمایشگاه‌ها، دفاتر، اتاق انتظار، محل‌های مسکونی و غیره.

۲۳-۳ مردم:

به فردی اتلاق می‌گردد که در استخدام شخص قانونی نباشد.

۲۴-۳ مرکز پرتو درمانی:

به کلیه مراکز خصوصی و یا دولتی اتلاق می‌گردد که از منابع پرتو به منظور درمان بافت بدخیم استفاده می‌نمایند.

۲۵-۳ مسئول فیزیکی بهداشت:

به شخصی اتلاق می‌گردد که صلاحیت وی جهت تصدی مسئولیت نظارت بر اجرای معیارهای حفاظت و ایمنی در یک مرکز پرتو درمانی توسط واحد قانونی تأیید شده باشد.

۲۶-۳ معادل دز (H):

کمیتی است که اثرات بیولوژیکی ناشی از انواع پرتوها را در بافت منظور می‌دارد و عبارتست از حاصلضرب دز جذب شده (D) در ضریبی بنام ضریب توزین پرتو (WR). واحد آن بر حسب سیورت (Sv) بیان می‌شود. $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/Kg}$ می‌باشد.

$$H = \sum D \times WR$$

۲۷-۳ معیارهای حفاظت و ایمنی:

مجموعه ضوابط و مقرراتی که به منظور حفاظت در برابر پرتوها و ایمنی دستگاه‌های پرتوساز در استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه مشخص شده است.

۲۸-۳ منبع پرتو:

به دستگاه‌های پرتوساز، چشمه‌های پرتوزای بسته و کلیه تجهیزاتی که توسط آنها چشمه‌های مذکور جهت درمان یا طراحی درمان استفاده می‌شوند، اتلاق می‌گردد. نظیر دستگاه‌های کبالت تراپی، براکی تراپی، شتابدهنده، سیمولاتور، ایکس درمانی و غیره.

۲۹-۳ ناحیه تحت نظارت:

هر محلی خارج از ناحیه کنترل شده که بررسی پرتوگیری مردم و کارکنان عادی به منظور حصول اطمینان از رعایت حد دز ضرورت داشته باشد، ناحیه تحت نظارت تلقی شده و باید مرزهای آن مشخص گردد.

۳۰-۳ ناحیه کنترل شده:

هر محلی که در آن رعایت معیارهای حفاظت و ایمنی به منظور کنترل پرتوگیری و کاهش احتمال بروز سانحه ضرورت داشته باشد، ناحیه کنترل شده تلقی می‌گردد و مرزهای آن باید توسط موانع فیزیکی و یا هر روش ممکن دیگر مشخص گردد.

۴	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۳-۳۱ ناحیه ممنوعه:

به ناحیه ای اطلاق می‌گردد که آهنگ دز بیشتر از ۲ mSv/h باشد. در این ناحیه حضور کلیه افراد به استثنای بیمار ممنوع است.

۳-۳۲ واحد قانونی:

امور حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی ایران.

۳-۳۳ وزارتخانه:

وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی.

۴- مسئولیت‌ها

کلیه اشخاص قانونی یا دارندگان پروانه در مراکز پرتودرمانی کشور مسئول اجرای این دستورالعمل می‌باشند و باید مجوز های لازم برای کار با پرتو را از واحد قانونی دریافت نمایند. شخص مسئول، مسئول فیزیک بهداشت، فیزیسیست و سایر پرتوکاران نیز مطابق با این دستورالعمل و همچنین بر اساس اختیارات و مسئولیت‌های خاص دیگری که توسط شخص قانونی به آنها داده می‌شود، دارای مسئولیت می‌باشند.

شناسه:	INRARP6CP01	صفحه:	۵
بازنگری:	صفر	کل صفحات:	۳۵
قواعد کار با پرتو در مراکز		پرتو درمانی	

فصل ۱: وظایف مسئولین

۱- وظایف و مسئولیت‌ها:

در یک مرکز پرتودرمانی، برحسب نوع تخصص و وظایف کاری مختلف، می‌توان مسئولیت افراد مختلف را بصورت زیر دسته بندی کرد :

۱-۱ مسئولیت های شخص قانونی:

شخص قانونی مسئول اجرای کلیه موارد قانون حفاظت در برابر اشعه می باشد که مسئولیتهای وی را می‌توان بصورت زیر خلاصه نمود :

شخص قانونی باید مجوز های قانونی را از واحد قانونی اخذ نموده و مطمئن گردد که موارد زیر در مرکز پرتودرمانی تحت نظارت وی اجرا گردیده است :

- ✓ کلیه وسایل و تجهیزات حفاظتی مورد نیاز مربوط به بیماران و پرتوکاران تهیه گردیده است.
- ✓ بدون درخواست یک پزشک متخصص، هیچ بیماری تحت پرتوگیری پزشکی تشخیصی یا درمانی قرار نمی‌گیرد.
- ✓ پزشک متخصص هنگام ارائه درخواست وانجام پرتوگیری پزشکی، از وجود حفاظت برای بیماران اطمینان دارد.
- ✓ از بکارگیری افراد غیر واجد شرایط در بخش پرتودرمانی جلوگیری می‌شود.
- ✓ آموزش پرتوکاران در زمینه حفاظت در برابر اشعه و منابع پرتو بصورت منظم انجام می‌پذیرد.
- ✓ پرسنل پزشکی و غیرپزشکی که در زمینه رادیوتراپی آموزش‌های فنی و حفاظتی لازم جهت انجام وظایف خودشان را آموخته‌اند، به تعداد کافی در مرکز پرتودرمانی موجود می‌باشند.
- ✓ کالیبراسیون، دزیمتری و کنترل کیفی برای استفاده‌های درمان با پرتو (شامل تله تراپی و براکی تراپی) بوسیله یا تحت نظر یک فرد متخصص در فیزیک رادیوتراپی انجام می‌پذیرد.
- ✓ هر فرد پرتوکار در محدوده وظایفش از پرتوگیری غیرضروری بیماران خودداری می‌کند.
- ✓ دز افرادی که بطور آگاهانه در هنگام کمک داوطلبانه (غیراز پرتوگیری شغلی شان)، برای مراقبت، حمایت یا راحتی بیماران جهت تشخیص یا درمان بیمار، پرتوگیری می‌کنند، به مقادیر عنوان شده در جدول ۳، محدود می‌گردد.
- ✓ معیارها و مطالب آموزشی و استانداردهای معتبر جهانی را از واحد قانونی دریافت و با مشورت افراد متخصص در زمینه رادیوتراپی طبقه بندی و در اختیار پرسنل قرار می‌دهند.
- ✓ هیچگونه پرتودهی به انسانها جهت انجام تحقیقات پزشکی، انجام نمی‌شود مگر براساس پروتکل هلسینکی و پس از کسب مجوز از ارگان‌های ذیصلاح ملی باشد.
- ✓ بجز در موارد وجود علائم کلینیکی حاد، از انجام رادیوتراپی که باعث پرتوگیری شکم، و یا لگن زنان حامله یا مشکوک به حاملگی می‌شود، خودداری می‌شود.
- ✓ برنامه حفاظت پرتوکاران تهیه و در اختیار پرتوکاران قرار گرفته است.
- ✓ تجهیزات حفاظتی کافی و مناسب برای پرتوکاران فراهم گردیده است.
- ✓ هرکدام از پرتوکاران مجهز به تجهیزات مونیتورینگ فردی می‌باشند و بطور صحیح از آنها استفاده می‌کنند.
- ✓ ارزیابی دز دریافتی پرتوکاران در فواصل زمانی مشخص بطور منظم انجام می‌پذیرد و نتایج در پرونده پرتوکاران ثبت و بایگانی می‌شود.

۶ صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵ کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

- ✓ در صورت افزایش دز پرتوکاران از سطوح بررسی، دستورالعمل‌های لازم را اجراء کنند.
- ✓ بلافاصله پس از شناسائی هرگونه نقص دستگاه یا خطا که احتمال وقوع حادثه را داشته باشد، هرگونه پارامترکنترل کیفی که ایراد واضحی را نشان می‌دهد و یا هر تغییر غیرعادی شرایط کار که بتواند باعث افزایش دز بیشتر از حدود مجاز شود، نسبت به رفع آن اقدام می‌گردد و تا رفع اشکال مورد نظر، ادامه فعالیت متوقف گردد.
- ✓ وسایل و تجهیزات مونیتورینگ محل کار را تهیه نموده و در فواصل زمانی مشخص در مناطق حائز اهمیت مونیتورینگ انجام می‌پذیرد.
- ✓ پس از نصب دستگاه یا تعویض چشمه‌های تله تراپی یا براکی تراپی، کالیبراسیون باریکه پرتو انجام می‌گیرد و مونیتورینگ محل کار نیز انجام می‌پذیرد.
- ✓ حداقل و حداکثر دز جذب شده در حجم هدف و دز جذبی نقاط حساس مرتبط در درمان، برای هر درمان مشخص می‌گردند.
- ✓ دستورالعمل اقدامات لازم در موارد اورژانس تهیه گردیده و پرتوکاران آموزش‌ها و آمادگی کامل جهت اجرای آنها در هر زمان دارا می‌باشند.
- ✓ در صورت بروز سانحه، دزهای رسیده و توزیع آنها در داخل بدن بیماران را مشخص نموده و تمهیدات لازم برای جلوگیری از چنین حوادثی را فراهم می‌گردد. ضمناً هر چه سریعتر، موارد خواسته شده توسط واحد قانونی، تهیه و طی یک گزارش کتبی به واحد قانونی ارائه می‌گردد.
- ✓ پرتوگیری مردم در اثر انجام درمانهای رادیوتراپی یا در هنگام حمل و نقل یا نگهداری مواد پرتوزا، تحت کنترل می‌باشد و اندازه‌گیری‌های لازم جهت اطمینان از کنترل پرتوگیری مردم بر اساس تمهیدات ارائه شده توسط واحد قانونی، انجام می‌شود.
- ✓ چنانچه ضرورت ایجاب می‌کند که فردی از مردم عادی وارد ناحیه تحت کنترل گردد، اطلاعات و آموزش‌های کافی قبل از ورود به ناحیه تحت کنترل به این افراد داده می‌شود.
- ✓ بر روی نواحی ورودی ملاقات کنندگان به یک ناحیه تحت نظارت، کنترل‌های مناسب قرار داده شده و علائم خطر تابش اشعه در این نواحی نصب شده است.
- ✓ مونیتورینگ‌های لازم در مناطق حضور مردم عادی در فواصل زمانی مشخص انجام می‌گیرد و نتایج، ثبت و بایگانی می‌گردد.

۲-۱ مسئولیت‌های شخص مسئول:

- ✓ سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، نظارت بر روش‌های اجرائی و توجیه آزمایش‌های پرتودرمانی.
- ✓ جلوگیری از بکارگیری افراد غیر واجد شرایط در بخش پرتودرمانی.
- ✓ تعیین شرح وظایف برای پرتوکاران و نظارت بر عملکرد آنها.
- ✓ برنامه‌ریزی جهت آموزش عملی و تئوری پرتوکاران در راستای ارتقاء دانش آنها در انجام وظایف محوله.
- ✓ پیش‌بینی تهیه و نظارت در بکارگیری صحیح تجهیزات و امکانات.
- ✓ جلوگیری از انجام آزمایش‌های پرتودرمانی که از نظر درمان فاقد ارزش هستند.
- ✓ بررسی، کنترل و تایید دستورالعمل‌های مربوط به آزمایش‌های پرتودرمانی شامل پذیرش و یا پرتودهی به بیمار و سایر روش‌های اجرائی.
- ✓ هماهنگی بامسئول فیزیک بهداشت جهت رعایت معیارهای حفاظت در برابر اشعه در آزمایش‌های پرتودرمانی.

شناسه:	INRARP6CP01	صفحه: ۷
بازنگری:	صفر	کل صفحات: ۳۵

قواعد کار با پرتو در مراکز
پرتو درمانی

- ✓ جلوگیری از انجام آزمایش‌های پرتودرمانی در مواردی که نقص تجهیزات یا کمبود امکانات، باعث کاهش کیفیت درمان یا افزایش پرتوگیری غیر ضروری بیمار می‌شود.
- ✓ نظارت بر اجرای آزمایش‌های کنترل کیفی و رفع مشکلات و نواقص.
- ✓ بازنگری و اصلاح دستور العمل‌های داخلی مرکز تحت پوشش و ابلاغ کتبی دستورالعمل‌ها به پرتوکاران.

۳-۱ مسئولیت‌های مسئول فیزیک بهداشت:

- ✓ حفاظت و ایمنی مردم، کارکنان عادی، پرتوکاران و بیماران در برابر پرتوهای ناشی از آزمایش‌های پرتودرمانی تحت حوزه فعالیت.
- ✓ بازبینی، اصلاح و تایید مقررات داخلی در زمینه حفاظت در برابر اشعه شامل برنامه‌های مونیتورینگ فردی و محیطی پرتوها، مرزبندی نواحی کنترل شده و تحت نظارت و روش‌های اجرایی.
- ✓ پیش بینی تهیه و انتخاب تجهیزات حفاظتی و مونیتورینگ مورد نیاز.
- ✓ برنامه‌ریزی جهت حصول اطمینان از رعایت آئین نامه‌ها، ثبت نتایج مونیتورینگ، تهیه گزارش علت پرتوگیری بیش از آستانه‌های بررسی اقدام و اقدامات انجام شده به منظور جلوگیری از تکرار آن.
- ✓ نظارت بر کلیه فعالیت‌های مرتبط با منابع پرتو و جلوگیری از انجام آزمایش‌های پرتو درمانی در شرایط مغایر با معیارهای حفاظت در برابر اشعه.
- ✓ بررسی، ثبت و تفسیر نتایج مونیتورینگ فردی و محیطی و صدور دستورالعمل‌های لازم جهت کاهش پرتوگیری.
- ✓ برنامه‌ریزی جهت کنترل کیفی منابع پرتو و تجهیزات مربوطه، تجهیزات حفاظتی، تجهیزات مونیتورینگ، دزیمترها و کالیبراسیون آنها.
- ✓ برنامه‌ریزی آموزش کارکنان مربوطه در زمینه حفاظت در برابر اشعه و ایمنی منابع پرتو.
- ✓ برنامه‌ریزی جهت انجام آزمایش‌ها و معاینات پزشکی پرتوکاران (هر ۶ ماه یکبار) و نظارت بر ثبت نتایج.
- ✓ برنامه‌ریزی جهت آمادگی به منظور مقابله با سوانح پرتوی و هماهنگی و مشارکت در اجرای برنامه‌ها به هنگام بروز سانحه.
- ✓ پیگیری و اجرای آئین نامه‌ها و توصیه‌های واحد قانونی.

۴-۱ مسئولیت فیزیسیست درمان:

- ✓ اندازه‌گیری خروجی دستگاه درمانی بر اساس پروتکل‌های بین‌المللی در زمان‌های مقتضی.
- ✓ انجام آزمایشات کنترل کیفی بصورت دوره‌ای و ثبت نتایج و بایگانی آنها.
- ✓ تعیین ضرایب تضعیف سینی نگهدارنده، گوه‌ها، جبران‌کننده‌ها، شکل‌دهنده‌ها و ... جهت محاسبه صحیح زمان پرتودهی برای درمان‌هایی که از امکانات فوق استفاده می‌شود.
- ✓ تهیه نقشه درمانی متناسب با وضعیت آناتومی و آنکولوژی بیمار بر اساس توصیه مراجع بین‌المللی معتبر.
- ✓ در درمان‌های تله‌تراپی باید زوایای درمان، زمان پرتودهی به بیمار در هر زاویه درمانی، شیلدها، وج و ... مشخص گردند.
- ✓ در درمان‌های براکی‌تراپی باید نحوه آرایش چشمه‌ها و زمان حضور هر کدام از چشمه‌ها در داخل بدن بیمار مشخص گردد.

۸	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۵-۱ مسئولیت های پرتوکاران:

- ✓ رعایت آئین نامه‌ها، اطلاعیه‌ها، توصیه‌های مسئولین در رابطه با اجرای مقررات و دستورالعمل‌های اجرایی و معیارهای حفاظت و ایمنی.
- ✓ استفاده به موقع و صحیح از تجهیزات مونیترینگ فردی و محیطی طبق دستورالعمل‌های مربوطه.
- ✓ همکاری با مسئولین جهت انجام آزمایش‌های دوره‌ای پزشکی مربوط به خود.
- ✓ اعلام هرگونه اطلاعات موثر در بهبود وضعیت حفاظت و ایمنی یا وجود هرگونه نقص یا خطا که احتمال بروز سانحه را در برداشته باشد، به مسئولین.
- ✓ خودداری از اعمال خودسرانه که باعث افزایش پرتوگیری یا افزایش احتمال پرتوگیری خود یا دیگران شود.
- ✓ اعلام موارد مغایر با ضوابط و آئین نامه‌های حفاظتی در رابطه با شرایط محل کار، روش کار و یا وضعیت افراد به مسئولین مربوطه.
- ✓ پرتوکاران زن موظف هستند بلافاصله پس از مطلع شدن از بارداری مراتب را جهت بررسی و در صورت لزوم تغییر شرایط محل کار، به مسئولین مربوطه گزارش دهند.
- ✓ هر پرتوکار مسئولیت نگهداری و استفاده صحیح از دزیمتر خود را برعهده دارد و در صورت بروز هرگونه نقص و عملکرد غیرصحیح و یا نزدیک بودن تاریخ انقضاء کالیبراسیون دزیمتر، موظف است مراتب را به مسئول فیزیک بهداشت گزارش نماید تا نسبت به تعویض، تعمیر و یا کالیبراسیون آن اقدام گردد.

۲ - افراد با تخصص های لازم:

در یک مرکز پرتودرمانی وجود افرادی که دارای تخصص های ویژه در مورد شرایط کاری و وظایف شغلی خود می‌باشند، ضروری می‌باشد که ذیلاً به نوع تخصص ها و خلاصه ای از شرایط وظایف این افراد اشاره می‌گردد.

۱-۲ رادیوتراپیست ها (Radiation Oncologists)

مسئول توجیه آزمایش‌های پرتودرمانی، تعیین حجم هدف، تجویزات درمانی، توجه به بیمار در طی رادیوتراپی و ارتباط با بیمار پس از تشخیص و درمان، و پیگیری نتایج درمانی بیمار می‌باشد. بعد از تحصیلات رشته پزشکی، آنکولوژیست باید حداقل ۳ تا ۴ سال تحصیلات تکمیلی تعلیماتی و عملی را در یک مرکز آموزشی آنکولوژی بزرگ ببیند و دارای مدرک تخصصی آنکولوژی مورد تایید وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی باشد.

۲-۲ فیزیسیست درمانی (Medical Radiation Physicist)

مسئول انجام روال فیزیکی تکنیک‌های پرتودهی، طرح‌های درمانی، دزیمتری و کنترل کیفی و غیره می‌باشد. فیزیسیست درمان باید درجه دانشگاهی یا معلوماتی در حد آن در علوم فیزیکی را دارا باشد و آموزش ویژه ای در فیزیک دانشگاهی مربوط به آزمایش‌های عملی در کاربردهای رادیوتراپی داشته باشد. این آموزش باید شامل دوره تئوری و کارهای عملی آزمایشگاهی، شامل جزئیات درمان‌های مریض باشد. دوره تحصیلی جهت کسب مدرک تحصیلی باید به مدت ۳ سال ادامه یابد.

فیزیسیست درمان باید مسئول دزیمتری اشعه، دیدگاه‌های فیزیکی طراحی درمانی، حفاظت در برابر اشعه، طراحی و ساخت وسایلی از قبیل شیلدها، ثابت نگهدارنده‌های بیمار، با دید گسترده ای از کنترل کیفی و نظر دادن راجع به انتخاب دستگاه‌های رادیوتراپی جهت خرید با کیفیت بهتر، طراحی حفاظ اشعه و ساختمان اتاق درمان و غیره، باشد.

شناسه:	INRARP6CP01	صفحه: ۹	قواعد کار با پرتو در مراکز
بازنگری:	صفر	کل صفحات: ۳۵	پرتو درمانی

۳-۲ تکنیسین های رادیوتراپی (Medical Radiotherapy Technicians)

مسئول انجام روزمره پرتو دهی به بیماران شامل تعیین وضعیت ماشین، وضعیت دادن صحیح به بیمار و استقرار شیلدها و وج ها، قطعات و غیره می باشد.

تکنیسین رادیوتراپی باید حداقل در یک مؤسسه آموزش عالی، یک دوره تحصیلی در تکنولوژی رادیوتراپی برای مدت حداقل ۲ سال دیده باشد که این تعلیمات باید به گونه ای باشد که به تکنیسین اجازه داده شود که مسئولیت های فوق را به بهترین شکل به انجام برساند و نهایتاً پس از انجام یک امتحان، گواهینامه تحصیلی به وی اعطاء شود.

۴-۲ مهندسین تعمیرکار دستگاه ها (Engineers) :

مسئول تعمیر و نگهداری دستگاه های درمانی، وسایل دزیمتری و غیره می باشند. مهندسین باید تحصیلات تکنیکی مقدماتی همراه با معلومات کلی راجع به دستگاه هایی داشته باشند که در یک مرکز رادیوتراپی مورد استفاده قرار می گیرند. معلومات اولیه اغلب توسط سازندگان در اختیار گذارده می شود و باید توسط آموزش های مداوم، پیگیری شوند. چون در هر زمان وقوع مشکلات تکنیکی در ارتباط با خطاهای الکترونیکی یا مکانیکی که بر روی نحوه پرتو دهی دستگاه اثر مستقیم می گذارد، امکان پذیر است بنابراین وجود مهندسین کارآموده در مرکز رادیوتراپی ضروری به نظر می رسد.

۳ - مسئولیت های اجرای کنترل کیفی در مرکز پرتو درمانی:

جهت اجرای یک برنامه کنترل کیفی، مسئولیت ها و وظایفی که هر گروه از پرتوکاران بر عهده دارند را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

فیزیسیست مسئولیت کنترل کیفی خطاهای دزیمتری و همچنین محاسبات دز و دزیمتری in Vivo را به عهده دارد. فیزیسیست و رادیوتراپیست مسئولیت کنترل کیفی خطاهای دزیمتری در تجهیزات تله تراپی و براکی تراپی را برعهده دارند. کار مشترک آنها شامل کنترل کیفی خطاهای طراحی درمان می شود که در رابطه با جمع آوری اطلاعات از بیمار (تعیین حجم هدف، اعضای بحرانی و غیره) می باشد.

وظیفه مشترک رادیوتراپیست و تکنیسین، قراردادن صحیح بیمار بر روی تخت درمان بر اساس محل علامتگذاری شده بر روی بدن بیمار می باشد که منجر به کنترل کیفی خطاهای مهندسی می شود.

فیزیسیست و رادیوتراپیست و تکنیسین، مشترکاً مسئولیت کنترل کیفی خطاهای طراحی درمان را که بازبینی و ثبت اطلاعات مربوطه به بیمار مربوط می شود، برعهده دارند.

هدف از انجام اعمال فوق ایجاد برنامه ای جهت کنترل دز بیمار در تشخیص و اجراء می باشد.

جهت بکاربردن عملیات کنترل کیفی برای سلامتی کارکنان می توان وظایف افراد مختلف در رادیوتراپی را بصورت زیر خلاصه کرد (WHO ۱۹۸۸):

فیزیسیست مسئولیت کنترل تجهیزات و حفاظت (شامل فوتون ها و نوترون ها) و همچنین اخطار به کارکنان در مورد اشعه (فوتون ها، ذرات باردار، آلودگی نوترون و آلودگی رادیواکتیو) را دارا می باشد.

فیزیسیست و تکنیسین مشترکاً مسئولیت کنترل کیفی سیستم های اینترلاک مکانیکی و الکتریکی (شامل درها، لامپ ها، کلیدهای اضطراری، وسایل درمانی بیمار)، دز خروجی از حجم هدف و مقدار اشعه درمانی داده شده به بیمار را بر عهده دارند.

فیزیسیست و تکنیسین جهت حفاظت بیمار، باید دز خروجی از حجم هدف و مقدار اشعه درمانی داده شده به بیمار را مورد کنترل قرار دهند.

۱۰ صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵ کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

بطور کلی فیزیسیست‌ها و رادیوتراپیست‌ها و تکنیسین‌ها باید خود را ملزم کنند که درمان بیماران بر اساس استاندارد ملی و بین‌المللی معتبر انجام گردد. مشکل اساسی در هر مرحله از انجام برنامه اطمینان از کیفیت در یک مرکز پرتودرمانی این است که وقتی که یک وظیفه مشخص در کنترل کیفی چه از نظر کلینیکی و چه از نظر فیزیکی تعیین گردید، باید از نظر عملی نیز به آن تحقق بخشید. بنابراین رؤس و وظایف در یک مرکز رادیوتراپی باید شامل تاکید در اجرای برنامه کنترل کیفی، کالیبره کردن و ثبت اطلاعات موجود در مورد بیمار باشد که بطور صحیح انجام شود و بتوان این اطلاعات را برای مدت قابل توجهی نگهداری کرد. انجام این روند برای پیگیری بازرسی و جلوگیری از اعتراضات احتمالی ضروری است. وقتی که یک مرکز رادیوتراپی، تاسیس می‌شود، بسیار مهم است که مسئول رادیوتراپی وظیفه مشخصی از مسئولیت‌های کنترل کیفی را به افراد در این تشکیلات بدهد. در این صورت تیمی که از تجویز درمانی صحیح آنها اطمینان داریم، با دقت و کیفیت مطلوب درمانی بوجود می‌آیند. سرپرست رادیوتراپی و دیگر افراد مسئول در رادیوتراپی باید کارکنان را در انجام محاسبات در تمام سطوح پرتوگیری تشویق کنند و خطاها را در عمل کاهش دهند. بسته به شرایط محلی و ملی، خط مشی و امکانات، ممکن است مراکز رادیوتراپی در درجه‌ها و خصوصیات و همچنین شغل ویژه کارکنان در محل‌های مختلف اختلاف داشته باشند. در مجموع باید یک یا چند رادیوتراپیست و همچنین یک یا چند متخصص فیزیک پزشکی رادیولوژی آموزش دیده (یا کارکنان مشابه) و کارشناس فنی آموزش دیده در رادیوتراپی (بطور نیمه وقت) وجود داشته باشند. وقتی که کارکنان آموزش دیده با این سه گروه شغلی در دسترس قرار گرفت باید مسئولیت‌های برنامه اطمینان از کیفیت بین آنها تقسیم شود.

یکی از مهمترین اجزای یک برنامه کنترل کیفی در مراکز رادیوتراپی، کنترل دز بیمار می‌باشد. این عمل باید با کنترل در دقت و صحت روال دزیمتری مورد نظر قرار گیرد (کالیبره کردن دستگاه دزیمتری و خروجی دستگاه با ارجاع به یک استاندارد ملی و بین‌المللی باید انجام شود). این کنترل باید در شکل هندسی و تنظیم دستگاه و تعیین آناتومی بیمار نیز انجام گیرد و همچنین درک صحیحی از منابع خطا در طراحی درمان به منظور کاهش خطاها نیز ضروری است اینها همه مثال‌های خوبی برای تعیین وظایفی که یک تیم فعال باید بر عهده داشته باشد و همچنین دلیلی برای نیاز مسئول رادیوتراپی به افراد با مهارت‌های خاص در رادیوتراپی می‌باشد.

یکی دیگر از اجزای مهم برنامه کنترل کیفی، سلامتی بیمار است. تکنیسین رادیوتراپی به عنوان کسی که وضعیت بیمار را در روی تخت درمان و همچنین وضعیت‌های وسایل نگهدارنده و گوه‌ها را تعیین می‌کند و در واقع اجرای طرح درمان را برعهده دارد، نقش مهمی را در سلامتی بیمار بازی می‌کند. به حداقل رساندن دز در نقاط خارج از حجم هدف دوباره باید توسط گروه مسئول انجام شود که این عمل احتیاج به بیان حدود دز برای اعضای حساس بدن توسط رادیوتراپیست و همچنین بیان چگونگی طراحی درمان توسط فیزیسیست و رادیوتراپیست، طراحی بلوک‌های حفاظتی توسط فیزیسیست و نهایتاً "تجویزات فوق توسط کارشناس فنی رادیوتراپی دارد.

وظیفه‌نهایی کنترل کیفی به سلامتی کارکنان مربوط می‌شود. این مرحله برای سرپرست رادیوتراپی، پیچیده‌تر از دیگر مراحل می‌باشد. اما در این مرحله رادیوتراپیست باید نماینده مسئول داشته باشد و بر اساس کار تکنیکی کارکنان جوابگو باشد. سایر کارکنان رادیوتراپی که بسته به شرایط محلی تعداد و کیفیت کاریشان فرق میکند، ممکن است باعث پیچیدگی بیشتر در انجام برنامه تعیین کنترل کیفی بشوند. به عنوان مثال مسئولین دزیمتری پزشکی اغلب محاسبات طراحی درمان دز را برای ناحیه دبدو ناحیه کاری انجام می‌دهند در حالیکه مهندسین فقط مسئولیت نگهداری دستگاه‌های درمانی را برعهده دارند. اما در این مورد نمی‌توان فرض کرد که چنین کارکنانی در سطح وسیع در اختیار می‌باشند. علاوه بر این پیشنهاد می‌شود که برای انجام یک برنامه کنترل کیفی باید چند نوع مهارت فردی خاص در تشکیلات رادیوتراپی وجود داشته باشد، و کارکنان دیگر قسمت‌ها ممکن است نقش ثانویه بصورت مشورتی در اجراء این برنامه داشته باشند.

۱۱	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۴ - تعبیر نتایج درمان :

نتیجه نهائی رادیوتراپی، به گونه ای برای گروه بیماران بکار می‌رود، با پارامترهای تندی بازگشت، تندی پیچیدگی و تندی تکرار بر اساس آنچه توسط سازمان جهانی بهداشت تعریف شده‌اند، باید توصیف شوند (WHO ۱۹۷۹). نتایج باید به طریقی بیان شده باشند که اطلاعات کافی راجع به گروه بیماران، درمان های بکار رفته (تمام روش ها) و روش‌های استفاده شده اندازه‌گیری خروجی را در دسترس قرار بدهد. روش‌های تحلیل بکار رفته باید توضیح داده شوند. روند پیگیری نتایج درمان باید به گونه ای باشد که کاملاً مطمئن باشد که حتی چند بیمار هم در طی این پیگیری از قلم نیافتاده‌اند چرا که ممکن است در اثر عدم پیگیری نتیجه ای خلاف نتیجه واقعی حاصل شود.

۱۲ صفحه:	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
کل صفحات: ۳۵	بازنگری:	پرتو درمانی
	INRARP6CP01	
	صفر	

فصل ۲ - دستگاه‌ها و تجهیزات پرتودرمانی

۱ - ملاحظات عمومی

- ✓ هیچ دستگاه پرتودرمانی نباید برای درمان بیماران بکار رود، مگر آنکه خصوصیات زیر را دارا باشد:
- ✓ دارای تمام مشخصات کارخانه سازنده متناسب با نوع استفاده از دستگاه باشد.
- ✓ هرگونه نقص در مورد مشخصات دستگاه به کارخانه سازنده گزارش شود و اطمینان حاصل گردد که این نقص، باعث بروز خطرات مهمی در رابطه با پرتوگیری نمی‌شود.
- ✓ پرتودهی باید توسط یک دستگاه اتوماتیک و پس از زمان یا دز جذبی مشخص، متوقف شود.
- ✓ یک وسیله هشداردهنده مناسب بر روی صفحه کنترل دستگاه پرتودرمانی، باید وضعیت روشن یا خاموش بودن دستگاه را به وضوح نشان دهد.
- ✓ تایمر کنترل کننده زمان درمان، در زمان‌های بیشتر از ۱۰۰ ثانیه، باید حداکثر ۱٪ خطا و برای زمان‌های کمتر از آن، حداکثر یک ثانیه خطا داشته باشد. در صورت وجود خطای بیشتر از یک ثانیه، محاسبات زمان درمان باید تصحیح گردد.

۲ - دستگاه‌های اشعه ایکس زیر ۳۰۰ kV

- ✓ سردستگاه باید به اندازه کافی حفاظ داشته باشد بطوریکه نرخ دز تابش ناشی در فاصله یک متری از نقطه کانونی از $10 \mu\text{Gy/hr}$ و در فاصله ۵ سانتی متر از سردستگاه، از $300 \mu\text{Gy/hr}$ بیشتر نباشد.
- ✓ دستگاه‌ها باید دارای اینتر لاک یا سیستم‌های دیگر باشد که از پرتودهی در مواردیکه ترکیب فیلتر و kV صحیح نمی‌باشد، جلوگیری کند.
- ✓ پرتو ناشی از مخروط‌ها، اپلیکاتورها یا دیافراگم‌ها نباید بیشتر از ۲٪ پرتو مفید باشد.

۳ - دستگاه‌های اشعه ایکس درمانی کمتر از ۵۰ کیلوولت:

- ✓ این دستگاه‌های درمانی باید کلیه خصوصیات بند ۲ را داشته باشند.
- ✓ نرخ دز تابش ناشی نباید بیشتر از $1 \mu\text{Gy/hr}$ در فاصله ۵ سانتی متری از سر دستگاه باشد.

۴ - دستگاه‌های درمانی با الکترون و اشعه ایکس مگا ولتاژ (شتابدهنده خطی)

- ✓ صفحه کنترل دستگاه درمانی باید بوضوح و بدون ابهام، تمام پارامترهای ماشین که بر روی دز جذبی بیمار تاثیر می‌گذارد، شامل گوه‌ها و فیلترها را نشان دهد. همچنین باید دارای اینترلاک‌ها برای جلوگیری از پرتودهی در مواردیکه ناهماهنگی بین پارامترهای تنظیم شده با پارامترهای موجود بر روی دستگاه وجود دارد، باشد.
- ✓ این دستگاه‌ها باید با دوسیستم مونیورینگ دز تجهیز شده باشند که هرکدام بطور مستقل قادرند ادامه پرتودهی را متوقف کنند. آنها باید به گونه ای طراحی گردند که احتمال خراب شدن همزمان آنها وجود نداشته باشد. اگر مونیاتور اولیه خراب شود، مونیاتور ثانویه باید ادامه درمان را پس از گذشت زمان دریافت معادل $0/4$ گری دز در فاصله نرمال درمان، متوقف کند.

شناسه:	INRARP6CP01	صفحه: ۱۳
بازنگری:	صفر	کل صفحات: ۳۵
قواعد کار با پرتو در مراکز		
پرتو درمانی		

- ✓ نرخ دز که منجر به تابش نشتی (شامل نوترون ها) در خارج از حداکثر باریکه مفید در یک سطح دایره‌ای به شعاع ۲ متر در فاصله نرمال درمان می‌شود، نباید از ۰/۲٪ نرخ دز در محور مرکزی در همین فاصله بیشتر باشد.
- ✓ خارج از سطح تعریف شده بالا، نرخ کرمای تابش نشتی (شامل نوترون ها) در فاصله ۱ متری از مسیر الکترون‌ها بین منبع تولیدشان وهدف یا پنجره الکترون نباید از ۰/۵٪ نرخ دز در محور مرکزی پرتودر فاصله نرمال درمان، افزایش یابد.
- ✓ دستگاه‌های محدود کننده قابل تنظیم باریکه برای فوتون‌ها، باید پرتو را در ناحیه حفاظ به گونه ای تضعیف کنند که دز جذبی محور باریکه در فاصله نرمال درمان، از ۰/۲٪ افزایش نیابد.
- ✓ دستگاه‌های محدود کننده قابل تنظیم یا قابل تعویض برای الکترون‌ها باید پرتو را در ناحیه حفاظ به گونه ای تضعیف کنند که در فاصله نرمال درمان از مقادیر زیر افزایش نیابد :
- ✓ ۰/۲٪ دز جذبی محور مرکزی، متوسط در ناحیه محدود شده بین ۴ سانتی متر خارج از منحنی دز ۰/۵٪ و حداکثر میدان تابش اشعه.
- ✓ ۰/۱۰٪ دز جذبی محور مرکزی، متوسط در ناحیه محدود شده بین ۲ سانتی متر خارج از منحنی دز ۰/۵٪ و حداکثر میدان تابش اشعه.
- ✓ نرخ معادل دز از نوترون‌ها در داخل ناحیه پرتو اولیه نباید از ۰/۱٪ نرخ معادل دز پرتو اولیه بیشتر باشد. شتاب‌دهنده‌های خطی الکترون باید دارای استاندارد IEC 601-2-1 باشند.
- ✓ روش‌های استفاده شده برای تست تطابق با استاندارد IEC و همچنین با دیگر بندهای این بخش باید با IEC 601-2-1 تطابق داشته باشد.

۵- دستگاه‌های درمان از راه دور با چشمه‌های بسته:

- ✓ این دستگاه‌ها باید با دوسیستم مونیوتورینگ دز تجهیز شده باشند که هرکدام بطور مستقل قادرند ادامه پرتودهی را متوقف کنند. آنها باید به گونه ای طراحی گردند که احتمال خراب شدن همزمان آنها وجود نداشته باشد. اگر مونیوتور اولیه خراب شود، مونیوتور ثانویه باید ادامه درمان را پس از گذشت زمان دریافت معادل ۰/۴ گری دز در فاصله نرمال درمان، متوقف کند.
- ✓ در وضعیت خاموش، نرخ نشتی سردستگاه نباید از ۲۰ $\mu\text{Gy/hr}$ در فاصله یک متری از چشمه و ۲۰۰ $\mu\text{Gy/hr}$ در فاصله ۵ سانتیمتر از سطح سر دستگاه، افزایش یابد.
- ✓ در وضعیت روشن، نرخ دز که منجر به نشتی پرتو خارج از حداکثر باریکه مفید در یک سطح ۲ متر عمود بر محور باریکه در فاصله نرمال درمان، می‌شود نباید از ۰/۲٪ نرخ کرمای هوا در محور مرکزی در همین فاصله افزایش یابد.
- ✓ خارج از محدوده تعریف شده بالا، نرخ کرمای تابش نشتی در یک متری از چشمه پرتوزا نباید از ۰/۵٪ نرخ کرمای هوا در محور مرکزی باریکه پرتو در فاصله نرمال درمان، افزایش یابد.
- ✓ دستگاه‌های محدود کننده قابل تنظیم، باید پرتو را در ناحیه ایکه حفاظ می‌کند، به گونه ای محدود کند که در فاصله نرمال درمان، از ۰/۲٪ دز جذبی محور مرکزی در همین فاصله، افزایش یابد.
- ✓ مکانیسم پرتودهی در زمانیکه خطایی در سیستم کنترل یا منبع تغذیه به وقوع می‌پیوندد، باید بطور اتوماتیک به وضعیت خاموش برگردد و تا زمانیکه دوباره کلید روشن کردن دستگاه فعال نشده است، در وضعیت خاموش بماند.
- ✓ وجود اکتیویته بیشتر از ۲ kBq بر روی سطح، نشان دهنده وجود نشتی در سطح می باشد و باید فوراً استفاده از دستگاه متوقف شود.
- ✓ دستگاه‌های تله تراپی باید با استاندارد IEC - 601-2-11 (۱۹۸۷) تطابق داشته باشد.

صفحه: ۱۴	شناسه: INRRARP6CP01	قواعد کار با پرتو در مراکز
کل صفحات: ۳۵	صفر	پرتو درمانی

۶ - دستگاه‌های براکی تراپی:

- هر دستگاه براکی تراپی Remote after loading باید شرایط زیر را دارا باشد:
- ✓ برای محل قرار گرفتن چشمه نسبت به اپلیکاتور دقتی بیشتر از $\pm 2 \text{ mm}$ داشته باشد.
- ✓ برای زمان مشخص شده جهت درمان دقتی بیشتر از $\pm 2\%$ داشته باشد.
- ✓ دارای سیستم عیب یاب اتوماتیک باشند که بوسیله یک روش مستقل از سیستم کنترل چشمه، وضعیت پرتودهی یا عدم پرتودهی چشمه را بوضوح هم بر روی صفحه کنترل و هم در اتاق درمان نمایش دهد.
- ✓ دارای دو تایمر اتوماتیک باشند که بطور مستقل بتوانند پس از پایان زمان تنظیم شده برای درمان، ادامه درمان را متوقف کنند.
- ✓ یک کلید قطع اضطراری جهت قطع فوری ادامه پرتودهی در موارد اورژانس هم در داخل اتاق درمان و هم داخل اتاق کنترل وجود داشته باشد.

۷ - سیمولاتورهای درمانی:

- ✓ یک سیمولاتور درمانی باید تمام قواعد مربوط به دستگاه‌های پرتوتشخیصی را دارا باشد.
- ✓ طراحی یک شبیه ساز درمان باید شامل امکانات زیر باشد:
- ✓ هر وضعیت هندسی، ابعاد و جهت میدان تابش اشعه که در یک درمان ایزوسنتریک، می‌تواند دوباره توسط یک سیمولاتور تولید شود.
- ✓ تخت سیمولاتور باید دارای همان طراحی تخت درمان می‌باشد و دارای وسایل ثابت نگهدارنده تخت باشد.
- ✓ سیستم تقاطع لیزرها باید به همان شکل که در اتاق درمان می‌باشند، طراحی شوند.
- ✓ باید قابلیت جایگذاری سینی نگهدارنده را داشته باشد تا امکان تولید همان شکل بلوک‌ها که برای درمان بکار می‌رود را فراهم آورد.
- ✓ دقت مکانیکی حرکت گانتری، تخت و میدان تابش اشعه، حداقل معادل مشخصات دستگاه درمان باشد.

۸ - سی تی اسکن ها :

- ✓ در صورت امکان باید یک سی تی اسکن به عملیات پرتودرمانی اختصاصی داده شود.
- ✓ اگر یک سی تی اسکن برای طراحی درمان مورد استفاده قرار گیرد، باید دارای خصوصیات زیر باشند :
- ✓ 70 سانتیمتر \geq قطر حفره گانتری
- تخت و امکانات جانبی دیگر باید خصوصیات مشخصه دستگاه درمان را دارا باشند.
- ✓ دقت حرکت تخت بیشتر از $1 \text{ mm} \pm$ باشد.
- ✓ قابلیت تکرار مجدد اسکن بهتر از $1 \text{ mm} \pm$ باشد.
- ✓ قابلیت رزولوشن تشخیصی را داشته باشد.
- ✓ برای تعیین دانسیته الکترون دقت بیشتر از $2\% \pm$ با قدرت تفکیک فضائی بهتر از $2 \text{ mm} \pm$ داشته باشد.

۱۵	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۹ - تجهیزات جانبی:

در کنار دستگاه‌های مولد پرتو تهیه کلیه ابزار های جانبی زیر به منظور بالا بردن سطوح کمی و کیفی درمان الزامی است.

۱-۹ اصلاح کننده‌های تابش

این وسایل را می‌توان به صورت زیر دسته بندی کرد:

- ✓ گوه‌ها (Wedges): گوه‌ها معمولاً در هنگام خرید دستگاه‌های تله تراپی توسط شرکت سازنده ارائه می‌گردند. آنچه باید در این زمینه مورد توجه قرار گیرد اطمینان از کامل بودن سری گوه‌ها در هنگام تحویل دستگاه است. چرا که ناقص بودن سری گوه‌ها ممکن است فیزیسیست را در هنگام طراحی درمان با محدودیت مواجه کند.
- ✓ پرسپکس ساده و مشبک و سری کامل بلوک های سری: این وسایل نیز در هنگام خرید توسط شرکت سازنده ارائه می‌گردند و فقط باید به کامل بودن آنها توجه شود.
- ✓ سایر وسایل کمکی: منظور وسائلی همچون کلیه اشکال ثابت نگهدارنده‌ها جهت جلوگیری از حرکت غیرارادی بیمار در حین درمان گوه‌های زیربیمار جهت صاف کردن سطح بدن بیمار در درمان‌هایی مانند Breast تخته CSI و... می‌باشد

۲-۹ ابزار های دزیمتری:

- کلیه بخش‌های رادیوتراپی ملزم هستند به منظور اندازه‌گیری خروجی دستگاه ضرایب تضعیف گوه‌ها و Perspex ها و تحقیق خطی بودن تایمر و مونیتورینگ اطاق تابش و اطاق کنترل ابزار های دزیمتری لازم را تهیه کنند. حد اقل این وسایل عبارتند از:
- ✓ دزیمترهای محیطی و میدان تابش
- ✓ فانتوم آب
- ✓ فشارسنج و دما سنج دقیق آزمایشگاهی

۳-۹ سیستم های طراحی درمان:

نرم افزار های طراحی درمان ابزار هایی هستند که توزیع دز را در تمام نقاط تابش نشان می‌دهند و بوسیله آنها می‌توان دز ارگان های حساس اطراف تومور را کنترل کرد و همچنین از یکنواختی دز در حجم هدف مطمئن شد. تهیه این نرم افزارها در رادیوتراپی و بویژه در براکی تراپی الزامی است.

۱۰ - تاسیسات لازم برای اشعه ایکس کمتر از ۵۰۰ کیلوولت :

- ✓ برای اشعه گرنز که ولتاژ کمتر از ۲۰ کیلوولت دارد، حفاظ ویژه لازم نیست ولی بجز بیمار، افراد دیگر و همچنین اپراتور نباید در داخل اتاق درمان باشند و نباید با اشعه تضعیف نشده پرتوگیری شوند.
- ✓ برای درمان سطحی در ولتاژهای ۴۰ کیلوولت تا ۵۰ کیلوولت، در مواقعی که فاصله چشمه تا پوست کمتر از ۲ سانتیمتر می‌باشد، حفاظ نیاز نیست چراکه زمان درمان کوتاه می‌باشد و در نتیجه بار کاری کم می‌باشد.
- ✓ برای درمان سطحی در ولتاژهای ۵۰ کیلوولت تا ۱۵۰ کیلوولت، اتاق ها باید دارای حفاظ ساختمانی باشند. احتیاجی نیست که اتاق کنترل خارج از اتاق درمان باشد. فقط یک صفحه محافظ برای حفاظت از اپراتور کافی می‌باشد. در طی زمان درمان بیمار باید از داخل یک پنجره محافظ و یا با دید غیرمستقیم تحت نظر باشد.

۱۶ صفحه:	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵ کل صفحات:	بازنگری:	پرتو درمانی
	INRARP6CP01	
	صفر	

✓ برای درمان عمقی (ارتوولتاژ) در ولتاژهای ۱۵۰ کیلوولت تا ۵۰۰ کیلوولت، اتاق کنترل باید خارج از اتاق درمان باشد و اینترلاک درب اتاق درمان تعبیه شده باشد. در تمام موارد برای حفاظ اولیه باید ضرایب کاربرد (U) حداقل ۰/۰۶ بکار برده شود.

۱۱ - تاسیسات لازم برای اشعه ایکس بالاتر از ۵۰۰ کیلوولت (مگاولتاژ یا سوپر ولتاژ):

- ✓ حفاظ‌های اولیه برای تاسیسات مگا ولتاژ اغلب چند ده سانتیمتر بتن یا معادل آن می‌باشد. بنابراین برای اطمینان از طراحی اقتصادی حفاظ، دقت در محل تاسیس اتاق، ضریب کاربرد (U) و جهت تابش اشعه الزامی است.
- ✓ در جهت تابش باریکه اشعه، حفاظ اولیه موردنیاز است که می‌توان علاوه بر در نظر گرفتن درصد اصلی تابش اشعه، مقداری نیز به عنوان حاشیه ایمنی در نظر گرفت. در طراحی حفاظ اولیه باید امکان تغییرات در آینده را در نظر گرفت که در نتیجه باعث افزایش مقدار ضریب کاربرد (U) می‌شود. ضریب کاربرد (U) نباید کمتر از ۱/۱۶ در نظر گرفته شود.
- ✓ وقتی که اتاقی زیر اتاق درمان قرار دارد باید امکان پرتو دهی به سمت کف اتاق درمان در نظر گرفته شود.
- ✓ وقتی که الکترون‌ها دقیقاً روی هدف تنظیم نشوند، ممکن است که به تمام قسمت‌های دیگر دستگاه برخورد کنند که در این حالت امکان افزایش در تابش اشعه نشتی بوجود می‌آید. این امکان در طراحی حفاظ و در تجهیزات تصویربرداری باید در نظر گرفته شود.
- ✓ اغلب، درمان بیشتر از پنجاه بیمار با یک ماشین درمان در مدت ۸ ساعت در روز مشکل می‌باشد. اگر تمهیدات ویژه برای افزایش بارکاری انجام پذیرد، از قبیل درمان همزمان دو بیمار در دو اتاق مجاور، حفاظ باید متناسب با آن افزایش یابد. اگر برای افزایش بهره وری از دستگاه درمان، بیشتر از یک شیفت کاری صورت بگیرد، حفاظ اضافی بیشتری برای ناحیه کنترل شده مورد نیاز نیست، مگر اینکه بارکاری در هر شیفت افزایش یابد. اتاق کنترل باید خارج از اتاق درمان باشد. اینترلاکها و لامپ‌های خطر باید تعبیه شده باشند. خروجی الکترون ممکن است آنقدر زیاد باشد که چنانچه شخصی بطور اتفاقی در هنگام روشن بودن دستگاه داخل اتاق مانده است در طی درمان پرتوگیری فوق‌العاده زیادی دریافت کند که این خطر می‌تواند با زدن کلید قطع اضطراری در شرایط حساس کاهش یابد که با فشار این کلید پرتو دهی خاتمه می‌یابد. جزئیات بیشتر در مورد این مطلب در گزارش NCRP آمده است (۹۷۶، ۵۱ NCRP).

۱۲ - تاسیسات لازم برای گاماترایی (تله ترایی):

- ✓ ^{60}Co رادیوایزوتوپی است که دارای فوتون‌های با انرژی حدود ۱/۲۵ MeV می‌باشد و برای درمان با اشعه گاما بکار می‌رود. توضیحات داده شده در مورد دستگاه‌های مگا ولتاژ با اندکی افزایش محدود می‌تواند بکار رود.
- ✓ توضیحات در مورد جزئیات طراحی تجهیزات درمانی اشعه گاما را می‌توان در گزارشات NCRP یافت (۱۹۶۸، ۳۳ NCRP). در طراحی حفاظ باید مسائل زیر مد نظر قرار گیرد:
- ✓ کلیه جهاتی که امکان تابش پرتوهای اولیه وجود دارد.
- ✓ تابش اشعه نشتی اتاق درمان در هنگام پرتو دهی.
- ✓ تضعیف اشعه مفید و تابش اشعه پراکنده بوسیله Beam Stopper، در صورتیکه وجود داشته باشد.
- ✓ حداقل زاویه ای که تابش اشعه بدون تضعیف از محور ایزوسنتر پراکنده می‌شود، در صورتیکه وجود داشته باشد.
- ✓ فاصله چشمه تا مرکز چرخش برای دستگاه‌های ایزوسنتر.

صفحه: ۱۷	شناسه: INRARP6CP01	قواعد کار با پرتو در مراکز
کل صفحات: ۳۵	صفر	پرتو درمانی
	بازنگری:	

✓ در دستگاه‌های درمانی با اشعه گاما، محافظی در مقابل تابش اشعه وجود دارد (Beam Stopper) که از نفوذ اشعه جلوگیری می‌کند. این محافظ در مقابل تابش اشعه می‌تواند باعث کاهش تجهیزات ساختمانی حفاظ شوند. نشستی این محافظ تابش اشعه وقتی که چشمه روشن باشد نباید بیشتر از ۱/۰ درصد مفید اشعه باشد. همچنین این حفاظ باید با همین ضریب، تابش اشعه پراکنده بیشتر از 30° از ایزوسنتر را تضعیف کند. اگر حتی تضعیف کننده تابش اشعه حول زاویه 30° نیز وجود داشته باشد، در طراحی حفاظ در مقابل تابش اشعه باید فرض شود که هیچ تضعیف کننده‌ای وجود ندارد (NCRP ۳۳، ۱۹۶۸).

✓ بعضی از تجهیزات درمان با اشعه گاما دارای محافظ در مقابل تابش اشعه می‌باشند که حایل اشعه (Counter weight) مفید نمی‌باشد و بنابراین هیچ کاهش قابل توجهی در تجهیزات حفاظ ساختمانی بوجود نمی‌آید.

۱۳ - تاسیسات لازم برای براکی تراپی

- ✓ اتاق کنترل باید خارج از اتاق درمان باشد و اینترلاک درب اتاق درمان تعبیه شده باشد.
- ✓ در برای کلیه حفاظ‌ها باید ضرایب کاربرد (U) برابر ۱ در نظر گرفته شود.
- ✓ اتاق‌ها باید دارای حفاظ ساختمانی از جنس بتن یا معادل آن از سرب باشند.
- ✓ وقتی که اتاقی زیر اتاق درمان قرار دارد باید امکان پرتودهی به سمت کف اتاق درمان در نظر گرفته شود.
- ✓ چنانچه دو بیمار همزمان درمان میشوند، باید محافظ سربی مناسب بین آنها قرار داشته باشد.
- ✓ برای درمانهای براکی تراپی دستی باید علاوه بر موارد فوق موارد زیر را جهت بکارگیری و ذخیره سازی چشمه‌های بسته نیز رعایت نمود:
- ✓ دو اتاق مجزا با حفاظ مناسب جهت آماده سازی و انبار چشمه‌ها تهیه گردد و فقط پرتوکاران آموزش دیده مجهز به مونیتورینگ فردی مناسب وارد این اتاق‌ها گردند.
- ✓ اتاق آماده سازی تا حد امکان به اتاق انبار چشمه‌ها نزدیک باشد.
- ✓ اتاق‌های آماده سازی و انبار چشمه‌ها باید دارای یک دستشویی مناسب با درپوشی باشند که از ورود چشمه‌ها به داخل فاضلاب جلوگیری می‌کند.
- ✓ قفل ایمنی مناسب بر روی درب اتاق‌ها نصب گردد.
- ✓ علائم خطر اشعه بر روی درب اتاق‌ها نصب گردد.
- ✓ محل آماده سازی چشمه‌ها باید توسط یک شیشه سربی مناسب احاطه گردیده و قابل رویت باشد.
- ✓ کلیه وسایل مورد نیاز جهت حمل و نقل چشمه‌ها نظیر انبر بلند، کانتینر سربی و... در دسترس باشند.
- ✓ هر چشمه رادیو اکتیو دارای برچسب مخصوص شامل نوع ماده پرتوزا و فعالیت آن باشد.
- ✓ سطح میز کار کاملاً تمیز، صاف و بدون هیچگونه تخلخلی باشد
- ✓ یک دزیمتر محیطی در محل کار موجود باشد.
- ✓ بین بیمار با پرستاران، همراهان و ملاقات کنندگان یک حفاظ مناسب قرار بگیرد.
- ✓ یک دزیمتر محیطی هشداردهنده در جلوی درب اتاق درمان جهت کنترل وضعیت چشمه‌ها در داخل بدن بیمار وجود داشته باشد.

۱۸	صفحه:	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	بازنگری:	پرتو درمانی
		INRARP6CP01	
		صفر	

فصل ۳ - پرتوگیری شغلی

۱ - دز محدود شده (Dose Constraint)

دز محدود شده برای پرتوگیری شغلی بصورت زیر تعریف می‌شود:
 "محدودیتی است که به منظور بهینه سازی حفاظت وایمنی برای پرتوگیری از هر دستگاه پرتوساز اعمال می‌گردد."
 لذا برای تعیین دز محدود شده پرتوکاران باید پرتوگیری پرسنلی را که در دو رادیوتراپی مختلف در دو شیفت کار می‌کنند، یا پرتوکاران باردار که در یک مرکز پرتودرمانی کار می‌کنند و یا پرستاران بخش پرتودرمانی را در نظر داشت. هنگام بهینه سازی در مرحله طراحی حفاظ برای هر چشمه پرتوزا، می‌توان دز محدود شده را بکار برد. دز دریافتی تخمینی برای هر پرتوکار باید با دز محدود شده مناسب مقایسه گردیده و اندازه‌گیری‌های حفاظتی لازم برای تایید دزهای کمتر از دز محدود شده انجام گردد.

۲ - سطوح بررسی (Investigation Levels):

سطح بررسی بصورت زیر تعریف می‌شود:
 "مقادیری از دز دریافتی پرتوکاران در مدت زمانی مشخص می‌باشد که هرگاه دز پرتوکار از آن مقادیر تجاوز نماید باید تا زمانی که علت آن بررسی و رفع نشده باشد از ادامه فعالیت وی خوداری شود."
 سطوح بررسی، عامل هشدار دهنده برای نیاز به بازبینی دستورالعمل‌ها و امور اجرایی و بررسی اینک، چه چیزهایی در سیستم طبق روال عادی کار نمی‌کنند و یا چه موقع عملکرد صحیح ندارند، می‌باشد. یک کمیت مناسب برای استفاده به عنوان سطح بررسی، دز موثر ماهانه می‌باشد، اما برای براکی تراپی دستی، دز دست‌های پرتوکاران را می‌توان به عنوان کمیت سطح بررسی، مورد استفاده قرار داد. همچنین بر اساس نوع کار خاص یا وظایف مرتبط دیگر، می‌توان سطوح بررسی دیگری را در نظر گرفت.
 برای اشخاصی که فقط با شتابدهنده‌های خطی، یا براکی تراپی کنترل از راه دور کار می‌کنند، سطح بررسی ماهانه دز موثر 0.2 mSv و برای کارکنان تله تراپی با CO-60، پرستاران براکی تراپی و اشخاصی که چشمه های براکی تراپی را جابجا و یا جایگذاری می‌کنند، سطح بررسی ماهانه دز موثر 0.4 mSv باید استفاده گردد. سطوح بررسی دو ماهه و سالانه را برای هرگونه فعالیت پرتویی می‌توان طبق جدول ۱ بیان نمود.

جدول ۱: مقادیر آستانه‌های بررسی

آستانه بررسی			دوره زمانی مونیتورینگ
دزدست (یا پوست) mSv	دز چشم mSv	دز موثر mSv	
۱۵۰	۵۰	۵	سال
۳۰	۱۰	۱	دوماه

۱۹	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۳- کارکنان باردار:

پرتوکاران زن، باید متوجه حاملگی خود باشند و آگاه باشند که در صورت نیاز، شرایط کار خود را اصلاح نمایند. البته حاملگی دلیلی بر توقف ادامه کار پرتوکاران زن نمی‌باشد، ولی کارفرما در مورد پرتوکاران زن حامله باید شرایط را به گونه ای فراهم کند که مطمئن گردد، پرتوگیری جنین یا رحم در سطح پرتوکاری مردم عادی جامعه می‌باشد. در براکی تراپی دستی، ممکن است تحت شرایط نرمال کاری نیز دز دریافتی جنین از حدود دز تعیین شده برای مردم بیشتر باشد.

۴- طبقه بندی نواحی:

نواحی موجود در یک مرکز پرتودرمانی را می‌توان به دو ناحیه کنترل شده و تحت نظارت طبقه بندی کرد.

۱-۴ ناحیه کنترل شده:

ناحیه‌ای است که اندازه‌گیری‌های ویژه و نظارت‌های حفاظتی، به منظور کنترل پرتوگیری و جلوگیری از "پرتوگیری بالقوه" در این ناحیه لازم است.

در مراکز پرتودرمانی، نواحی که نیاز به اندازه‌گیری ویژه دارند (نواحی کنترل شده)، شامل تمام اتاق پرتودرمانی و براکی تراپی کنترل از راه دور، انبار چشمه‌های رادیواکتیو و نواحی که با چشمه‌های بدون حفاظ کار می‌کنند و اتاق سیمولاتور، می‌شود. نواحی کنترل شده، ترجیحاً باید توسط مرزهای فیزیکی نظیر دیوارها یا سطوح فیزیکی و دیگر با علامت ناحیه تابش اشعه مشخص گردند. در مورد اتاق کنترل که صفحه کنترل دستگاه پرتودرمانی در آن قرار دارد، بدلیل اینکه می‌توان با طراحی حفاظ مناسب، میزان دز را به مقدار قابل توجهی کاهش داد، این نواحی را تحت نظارت در نظر می‌گیریم ولی باید مقررات نواحی کنترل شده، نظیر نیاز به اندازه‌گیری ویژه و برخی محدودیت‌ها برای ورود افراد غیرمرتبط را که می‌تواند باعث پرتوگیری این افراد و یا پرت شدن حواس اپراتور و در نتیجه بروز سانحه احتمالی گردد، اعمال کرد.

۲-۴ ناحیه تحت نظارت:

ناحیه ای می‌باشد که علیرغم اینکه اندازه‌گیری‌های حفاظتی ویژه و نظارت‌های حفاظتی عموماً مورد نیاز نمی‌باشد، ولی باید تحت نظارت قرار داشته باشند.

در مراکز پرتودرمانی، نواحی تحت نظارت شامل نواحی اطراف اتاق بیماران براکی تراپی یا نواحی اطراف کانتینرهای چشمه‌های رادیواکتیو یا نواحی که با چشمه بدون حفاظ کار می‌کنند، می‌باشد. همچنین نواحی که نیاز به بازبینی منظم شرایط رادیولوژیکی برای تشخیص اینکه آیا بعضی از موارد دستورالعمل‌ها رعایت نمی‌شوند، می‌تواند جزو نواحی تحت نظارت باشند.

در تمام نواحی که به عنوان ناحیه کنترل شده و یا تحت نظارت طراحی نشده‌اند، باید سطوح دز دریافتی افراد غیرپرتوکار، همانند سطوح حفاظتی برای مردم عادی باشد.

۵- قوانین و نظارت‌های محلی :

مدیریت یک مرکز پرتودرمانی باید قوانینی برای کلیه افراد پرتوکار در مراکز پرتودرمانی تهیه و تدوین کند و مطمئن گردد که مسئولین، بر نحوه انجام وظایف افراد نظارت می‌کنند.

۲۰ صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵ کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۶- وسایل و تجهیزات حفاظتی:

کلیه مراکز پرتودرمانی باید دارای وسایل و تجهیزات ایمنی کامل و مناسب باشند که میزان پرتوگیری شغلی را به مقادیر مجاز کاهش دهند. شرایط تجهیزات و تاسیسات حفاظتی لازم برای دستگاه‌های مختلف در فصل ۲ عنوان گردیده است.

۷- مونیترینگ فردی و ارزیابی پرتوگیری:

هدف از مونیترینگ و ارزیابی دز، گرفتن اطلاعات پرتوگیری واقعی کارکنان و تایید شرایط مناسب کار پرتوکاران می‌باشد. هرکدام از پرتوکاران باید بطور جداگانه، دارای مونیترینگ فردی باشند. افرادی که در یک مرکز پرتودرمانی نیاز به مونیترینگ فردی دارند، می‌توانند شامل رادیوتراپیست ها، فیزیسیست‌ها، مسئولان فیزیک بهداشت، تکنیسین‌های رادیوتراپی، جاگذارنده چشمه‌ها، مسئولان نگهداری و هر پرستار یا هر شخص دیگری که مدتی از زمان خود را با بیمارانی که حاوی چشمه براکی تراپی می‌باشند، می‌گذرانند.

بوسیله مونیترینگ به غیر از اندازه‌گیری دز، می‌توان ارزیابی و تفسیر نتایج را نیز انجام داد. دزهای فردی دریافتی از منابع خارجی، معمولاً با وسایل مونیترینگ فردی نظیر TLD یا فیلم بچ که اغلب در جلوی بدن و بالای سینه نصب می‌شود، تعیین میگردد. فرض می‌شود که تمام بدن بطور یکنواخت پرتوگیری می‌کند ولی در مواردی که احتمال پرتوگیری دست‌ها نظیر لمس کردن چشمه‌های براکی تراپی وجود دارد، بهتر است از دزیمترهای انگشتی نیز استفاده گردد. دزیمترهای فردی در یک مرکز پرتودرمانی، باید حداکثر ماهانه ارزیابی شوند. تاخیر در زمان ارزیابی یک دزیمتر، می‌تواند منجر به از دست دادن اطلاعات ذخیره شود. در صورت مفقود شدن دزیمتر فردی یکی از پرتوکاران، باید یک ارزیابی تخمینی از دز دریافتی شخص انجام شده و در پرونده پرتوکار ثبت و بایگانی گردد. کلیه مونیترینگ های فردی باید قبل از استفاده کالیبره شده باشند. در صورت افزایش دز پرتوکاران از سطوح بررسی باید طبق دستورالعمل‌های تهیه شده، اقدامات لازم صورت پذیرد. حدود دز پرتوگیری شغلی پرتوکاران را میتوان طبق جدول ۲ بیان نمود.

جدول ۲ - حد دز پرتوگیری شغلی (پرتوکاران)

حد دز سالیانه (mSv/y)	
۵۰	دز موثر
۲۰	میانگین دز موثر در ۵ سال متوالی
۱۵۰	دز معادل در عدسی چشم
۵۰۰	دز معادل در پوست

۲۱	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۸- تحقیق و پیگیری :

چنانچه حادثه‌ای در یک مرکز پرتودرمانی بوقوع بپیوندد که باعث پرتوگیری غیرعادی پرتوکار یا بیمار گردد، بلافاصله باید تحقیق اولیه پس از حادثه انجام گرفته و یک گزارش مکتوب نیز باید تهیه گردد که علت حادثه را مشخص نموده و ارزیابی در مورد پرتوگیری افراد درگیر در حادثه نیز انجام پذیرد. همچنین آموزش‌ها، اصلاحات و پیشنهادات برای جلوگیری از بروز حوادث مشابه را نیز باید تهیه نمود و این گزارش‌ها هرچه سریعتر به واحد قانونی و سایر افراد مرتبط ارسال گردد.

بعضی از مواردی را که می‌توان به عنوان حادثه در نظر گرفت، شامل موارد زیر می‌باشد:

- ✓ دز فردی موثر سالانه از سطوح بررسی افزایش یابد.
- ✓ پارامترهای کنترل کیفی دوره‌ای، بطور واضح از دامنه نرمال خطا، خارج باشد.
- ✓ هرگونه نقص دستگاه یا خطا که پتانسیل بوجود آوردن حادثه را دارد مثلا چشمه در انتهای درمان بطور اتوماتیک به محل حفاظ باز نگردد.
- ✓ تغییر غیرعادی در شرایط کار پرتوکار یا شرایط دستگاه مثلا بار کاری با نشستی سر دستگاه افزایش یابد.

۹- مونیترینگ محل کار :

مونیتورینگ محل کار باید به گونه ای باشد که ارزیابی دقیقی از شرایط رادیولوژیکی، در تمام محل کار انجام پذیرد. همچنین باید با مونیترینگ بتوان مرزهای نواحی کنترل شده و تحت نظارت را بازبینی نموده و ارزیابی پرتوگیری در نواحی کنترل شده و تحت نظارت انجام شود.

برنامه مونیترینگ باید شامل کمیت‌هایی که باید اندازه‌گیری شوند، محل‌های اندازه‌گیری، دوره زمانی اندازه‌گیری‌ها، روش‌های اندازه‌گیری، سطوح مرجع و فعالیت‌های لازم که در صورت افزایش از این سطوح باید انجام شود، باشد. بلافاصله پس از نصب یک دستگاه پرتودرمانی جدید و یا بعد از جایگذاری چشمه‌های تله تراپی و یا براکی‌تراپی کنترل از راه دور، باید مونیترینگ انجام شود. این مونیترینگ باید شامل اندازه‌گیری نشستی از دستگاه و مونیترینگ فضای اطراف اتاق درمان باشد.

میزان سطوح پرتوگیری در اتاق‌های تله تراپی و درمان با دز بالا، باید توسط دزیومتر محیطی اندازه‌گیری شود. در عملیات براکی‌تراپی، نیز باید بلافاصله پس از کاشت چشمه‌ها، میزان آهنگ پرتوگیری در اطراف بیمار انجام پذیرد. پس از خروج چشمه‌ها از داخل بدن بیمار، باید یک بازرسی مجدد انجام پذیرد تا مطمئن گردیم که کلیه چشمه‌ها از بدن بیمار خارج گردیده‌اند و به داخل کانتینر بازگشته‌اند. کلیه بسته‌های حاوی چشمه‌های رادیواکتیو، قبل از استفاده توسط دارنده پروانه، باید مونیتور شوند.

کلیه دزیومترهای محیطی که برای مونیترینگ محل کار استفاده می‌شوند، باید توسط یک آزمایشگاه استاندارد دزیمتری کالیبره شوند.

۲۲	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۱۰- حفاظت پزشکی :

کلیه تمهیدات و توافقات نامه‌ها جهت مطابقت حفاظت پزشکی کارکنان بر اساس پیشنهادات واحد قانونی، باید تهیه گردد. هدف اولیه از حفاظت پزشکی، ارزیابی اولیه از شرایط کاری مستخدمین می‌باشد. تطابق شرایط کار با پرتو باید با وضعیت جسمانی پرتوکار و شرایط عمومی کارکنان و با در نظر گرفتن کلیه شرایط و جزئیات پرتوها در محیط کار، مدنظر قرار گیرد. اصولاً حفاظت پزشکی خاصی برای پرتوکاران در مراکز پرتودرمانی مورد نیاز نمی‌باشد ولی در مواردیکه کارکنان دزهای بالاتر از حدود دز دریافت می‌نمایند، باید بررسی‌ها ویژه شامل دزیمتری بیولوژیکی و تشخیص درمان صورت پذیرد. توصیه‌های ویژه برای پرتوکاران خاص نظیر زنانی که ممکن است حامله و یا در حال شیردهی باشند، یا کارکنان خاصی که پرتوگیری بیش از حد نموده‌اند و یا در مورد پرتوگیری واقعی شان مشکوک می‌باشند، باید موجود باشد.

۱۱- ثبت و بایگانی :

پرتوگیری هر کدام از پرتوکاران باید در پرونده پرتوکار ثبت و بایگانی گردد. اطلاعات ثبت شده ماهیت کلی محیط کار پرتوکار، دز دریافتی و داده‌هایی را شامل می‌گردد که بر اساس آنها ارزیابی دز انجام پذیرفته است. برای پرتوکارانی که در استخدام چندکارفرما می‌باشند، اطلاعات در مورد روز استخدام با هر کارفرما، دزهای دریافتی در هر محل استخدامی، هرگونه دزی که در اثر مداخله اورژانسی یا بروز سانحه در پرونده این پرتوکار ثبت گردیده است، باید مشخص گردیده و براساس آنها دزهای دریافتی این فرد تخمین زده شود. کلیه اطلاعات ثبت شده در خصوص هر پرتوکار، باید به اطلاع وی رسانده شود.

۲۳	صفحه:	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	بازنگری:	پرتو درمانی
		INRARP6CP01	
		صفر	

فصل ۴ - پرتوگیری پزشکی

۱ - پرتوگیری بیماران:

پرتوگیری که بیمار در زمان تشخیص یا درمان از پرتوهای یونساز دریافت می‌کند، باید تا حد امکان کاهش یابد و اصولاً بیمار در هنگام تشخیص یا درمان نباید پرتوگیری دریافت کند که هیچ نقشی در تشخیص یا درمان ندارد. بنابراین هیچ انسانی به غیر از موارد تشخیصی یا درمانی نباید تحت پرتودهی قرارگیرد و این پرتوگیری بدون درخواست یک پزشک متخصص انجام پذیرد. همچنین در هنگام تصمیم‌گیری و اجرای پرتودهی به بیمار، پزشک متخصص باید از وجود حفاظت بیمار در برابر پرتوهای ناخواسته و غیرضروری اطمینان کلی داشته باشد. کلیه افرادی که در مرکز پرتودرمانی مشغول بکار می‌باشند باید تخصص‌های لازم را داشته و آموزش‌های مناسب را دیده باشند و کلیه دستگاه‌های موجود در مرکز پرتودرمانی باید کنترل کیفی شده باشند و پرتو خروجی آنها کالیبره و دزیمتری شده و کلیه مراحل اجرای برنامه کنترل کیفی، کالیبراسیون و دزیمتری توسط فرد متخصص در فیزیک رادیوتراپی انجام پذیرد.

کلیه پرتوکاران موظف می‌باشند از هرگونه پرتودهی غیرضروری به بیماران خودداری نموده و قبل از شروع به درمان، حتماً درمان و طرح درمان توسط یک پزشک متخصص درخواست و امضاء شده باشد. کلیه لوازم و تجهیزات حفاظتی لازم در رابطه با حفاظت و ایمنی بیمار باید در مرکز پرتودرمانی موجود باشد (نظیر ثابت نگهدارنده‌ها، جبران‌کننده، امکانات ریخته‌گری، گوه‌ها، لیزرها و ...).

۲ - توجیه پذیری:

جهت هرگونه تشخیص یا درمان بیماران با پرتو باید اصل زیر را در نظر گرفت:

" هرگونه پرتوگیری از منابع پرتو ممنوع است مگر آنکه سود حاصل از آن در مقایسه با خسارات و اثرات سوء ناشی از پرتوگیری با در نظر گرفتن موازین اقتصادی و اجتماعی قابل توجیه باشد. "

بنابراین یک پزشک متخصص باید تکنیک‌های متفاوت موجود بدون پرتوگیری پزشکی را در نظر گرفته و چنانچه بر اساس اثربخشی، مزایا و ریسک‌های شکل‌های مختلف درمان، پرتودرمانی تجویز می‌گردد، باید بهترین روش پرتودرمانی را در نظر بگیرد. همچنین هرگونه پرتوگیری انسانها جهت انجام تحقیقات پزشکی ممنوع می‌باشد مگر بر اساس توافقنامه هلسینکی و پس از دریافت مجوزهای لازم از ارگان‌های ذیصلاح ملی باشد.

۳ - بهینه سازی:

جهت هرگونه تشخیص یا درمان بیماران با پرتو باید اصل زیر را در نظر گرفت:

"آزمایش‌های پرتودرمانی باید به نحوی بهینه سازی گردند، که ضمن دستیابی به اهداف توجیه شده، تعداد بافت‌هایی که پرتوگیری می‌کنند، میزان پرتوگیری هر یک و احتمال بروز سانحه پرتویی با در نظر گرفتن موازین اقتصادی و اجتماعی به حداقل ممکن برسد. "

اهداف توجیه شده در رادیوتراپی مطابق اصل ALARA، رسیدن دز مورد نیاز به حجم هدف طراحی شده در حالیکه بافت‌های سالم کمترین پرتوگیری ممکن را کرده‌اند، می‌باشد.

۲۴	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

از پرتودرمانی که باعث پرتوگیری شکم یا لگن زنان حامله یا مشکوک به حاملگی می‌شود باید خودداری شود مگر آنکه علائم کلینیکی حاد موجود باشد. چنانچه زنان حامله پرتودرمانی می‌شوند، طراحی درمان باید به گونه‌ای باشد که حداقل دز جنین یا رحم برسد. باید توجه کرد که دزهای جنین زیر ۱۰۰ mGy دلیلی برای سقط جنین وجود ندارد ولی دزهای جنین بالای این سطح می‌تواند موجب خسارت جنین شده و مقدار و نوع اعمال دز می‌تواند میزان خسارت را مشخص کنند.

۴ - کالیبراسیون:

کلیه پرتوهایی که برای درمان بکار می‌روند باید توسط یک آزمایشگاه استاندارد دزیمتری کالیبره شود. پرتوها بر اساس کیفیت پرتو یا انرژی و یا با دز جذبی در یک فاصله تعریف شده ویژه کالیبره می‌شوند که در نشریه شماره TRS۲۷۷ یک نمونه آنرا می‌توان یافت. چشمه‌های بسته مورد استفاده در براکی تراپی بر اساس فعالیت نرخ کرمای هوای مرجع در هوا و یا نرخ دز جذب شده در یک محیط ویژه در فاصله مشخص در یک روز مرجع کالیبره می‌شوند. پس از نصب هر دستگاه باید کالیبراسیون پرتو خروجی انجام گردد. خروجی دستگاه‌های پرتودرمانی تله تراپی در فواصل زمانی مشخص که توسط واحد قانونی تعیین می‌گردد، باید تکرار گردند. تعیین دز جذب شده برای فوتون و پرتوهای الکترون که در TRS۲۷۷ عنوان شده است بر اساس کرمای هوا در هوا می‌باشد. ولی در نشریه جدید در شماره TRS۳۹۸ دستورالعمل‌های اخیر بر اساس استانداردهای دز جذب شده در آب ارائه شده است. مشخصات کلیه چشمه‌های بسته مورد استفاده در تله تراپی یا براکی تراپی باید بر اساس استانداردهای بین‌المللی در گواهینامه‌ای که توسط سازنده ارائه می‌گردد، قید گردد. کالیبراسیون دستگاه‌ها و چشمه‌های پرتوزای نو باید مستقلاً حداقل توسط دو نفر متخصص در فیزیک رادیوتراپی و ترجیحاً با استفاده از سیستم‌های دزیمتری مختلف انجام شود و نتایج هر دو اندازه‌گیری مقایسه شوند. کالیبراسیون پرتوهای خروجی تمام دستگاه‌های پرتودرمانی تله تراپی حداقل هر دو سال یکبار باید توسط یک مرکز استاندارد دزیمتری انجام شود. چنانچه مقادیر اندازه‌گیری‌ها در مورد چشمه‌های براکی تراپی بیشتر از ۵٪ با مقادیر ارائه شده در گواهینامه چشمه برای فعالیت یا نرخ کرما تفاوت دارد تا هنگامی که علت وجود اختلاف مشخص و حل نگردیده است نباید از این چشمه برای درمان بیماران استفاده نمود.

۵ - دزیمتری کلینیکی

برای هر بیمار که با دستگاه‌های تله تراپی درمان می‌شود باید حداکثر و حداقل دزهای جذب شده در حجم هدف طراحی شده با دز جذبی نسبت به یک نقطه مرجع نظیر مرکز حجم طراحی درمان بعلاوه دز نقاط مرتبط دیگر که توسط پزشک متخصص که در درمان انتخاب می‌شوند، تعیین گردند. در درمان‌های براکی تراپی که با چشمه‌های بسته انجام می‌شوند دزهای جذب شده در نقاط انتخاب شده مرتبط در هر بیمار باید مشخص گردند اصولاً در تمام درمان‌های پرتودرمانی دز جذبی ارگان‌های درگیر باید مشخص گردند. نقاطی که باید انتخاب شوند و روش تعیین و ثبت دز آنها باید براساس یک پروتکل بین‌المللی انجام شود که در این ارتباط می‌توان از نشریات ICRU50 و ICRU62 استفاده نمود.

۲۵ صفحه:	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
کل صفحات: ۳۵	بازنگری:	پرتو درمانی
	INRARP6CP01	
	صفر	

۶ - Q. A برای پرتوگیری پزشکی

- در هر مرکز پرتودرمانی باید یک برنامه جامع برای پرتوگیری پزشکی تهیه گردد که شامل موارد زیر باشند:
- ✓ اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و دز خروجی دستگاه‌های پرتودرمانی و سیمولاتور در زمان نصب دستگاه و فواصل زمانی متوالی پس از آن.
 - ✓ ارزیابی عوامل فیزیکی و کلینیکی موثر که در تشخیص یا درمان بیمار استفاده می‌شوند.
 - ✓ ثبت کتبی روش‌های مرتبط با اندازه‌گیری‌ها و نتایج حاصله.
 - ✓ ارزیابی کالیبراسیون مناسب و شرایط عملکرد تجهیزات مونیترینگ و دزیمتری.
 - ✓ حداقل زمان‌ها برای بازبینی‌های منظم برنامه‌های کنترل کیفی.
 - ✓ برای تایید دستگاه‌های رادیوتراپی جدید، داده‌های مناسب که برای دزیمتری کلینیکی در طراحی درمان استفاده می‌شوند در هنگام نصب دستگاه باید اندازه‌گیری و در کتابچه مخصوص بطور واضح ثبت شوند. قبل از استفاده از این داده‌ها در طراحی درمان، سندها باید مستقلاً ارزیابی و امضا شوند و روز آن مشخص گردد. تمام کالیبراسیونهای دزیمتری، داده‌های دزیمتری کلینیکی و روش‌های محاسبه برای دستگاه درمانی در فواصل زمانی مشخص باید دوباره تایید گردند. اندازه‌گیری و بررسی‌ها باید میزان انحرافات از این داده‌ها را مشخص کند.
- ارزیابی درمان بوسیله روش‌های *In vivo* قابل قبول است. ثبت داده‌ها و اطلاعات از مهمترین بخشهای Q. A می‌باشند. در یک برنامه Q. A آموزش‌های دوره‌ای پرسنل و تهیه و تجهیزات حفاظتی را نیز می‌توان در نظر گرفت.

۷ - محدودیت‌ها برای همراهان و ملاقات کنندگان:

دز محدود شده برای بیماران کاربرد ندارد ولی برای همراهان و ملاقات کنندگان بیمار به عنوان پرتوگیری پزشکی بکار میرود. دز دریافتی فردیکه بطور داوطلبانه برای مراقبت نگهداری و یا راحتی بیمار تحت تشخیص یا درمان پزشکی به بیمار کمک می‌کنند و یا ملاقات کنندگان بیمارانی که با دز درمانی از چشمه‌های براکی تراپی درمان می‌شوند. نباید از سطوح مجاز دز محدود شده تجاوز کند. این مقادیر در بدترین شرایط نباید مقادیر جدول ۳ تجاوز کند.

جدول ۳ - دز محدود شده برای همراه بیمار

سن همراه بیمار	دز محدود شده (mSv)
بیشتر از ۱۸ سال	۵
کمتر از ۱۸ سال	۱

۲۶	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۸- تخلیه بیماران :

چنانچه بیماری تحت پرتودرمانی با چشمه‌های داخل بدن قرار گرفته است قبل از رسیدن فعالیت مواد رادیواکتیو داخل بدن وی به سطوح مشخص نباید از بیمارستان ترخیص گردد. این مقدار برای I-131 به عنوان سطوح راهنما مقدار ۱۱۰۰kBq می‌باشد. نشریه ICRP گروهی را موظف به تعیین سطوح راهنمای فعالیت چشمه‌هایی که برای کاشت دائم در براکی تراپی بکار می‌روند کرده است.

۹- ارزیابی پرتوگیری پزشکی در اثر حادثه :

کلیه مواردی که باعث پرتوگیری بیش از حد نرمال دزهای درمانی بیمار شود حادثه تلقی می‌شود موارد زیر را می‌توان حادثه تلقی کرد :

- ✓ هرگونه درمان رادیوتراپی که اشتباها برای بیمار دیگر یا عضو دیگر انجام شده و یا از ادیوداروی اشتباهی استفاده شده یا با دز یا جلسات درمانی بسیار متفاوت با آنچه توسط پزشک متخصص تجویز شده است اختلاف دارد و یا منجر به اثرات جانبی تخریب کننده می‌شود.
- ✓ هرگونه نقص دستگاه، حادثه، خطا، اتفاق ناگوار یا دیگر حوادث غیرطبیعی که احتمال بوجود آمدن پرتوگیری بیمار با اختلاف قابل توجهی نسبت به مقادیر طراحی شده را دارد.
- ✓ در صورت بروز هرگونه حادثه باید فوراً در مورد هر حادثه فعالیت‌های زیر انجام پذیرد :
- ✓ دزهای رسیده و توزیع آنها در داخل بدن بیمار را محاسبه و ارزیابی کنند.
- ✓ اندازه‌گیری‌های مورد نیاز صحیح برای جلوگیری از تکرار چنین حوادثی را مشخص می‌کنند.
- ✓ تمام اندازه‌گیری‌های صحیح که تحت مسئولیت خودشان می‌باشند را اجرا کنند.
- ✓ پس از ارزیابی، هر چه سریعتر گزارش کتبی که عامل بروز سانحه را نشان می‌دهد و اطلاعات فوق و سایر اطلاعات مورد نیاز واحد قانونی را تهیه و به واحد قانونی اطلاع دهند.
- ✓ بیمار و پزشک وی را از وقوع حادثه مطلع سازند.
- ✓ گزارش ICRU 86 شامل بازبینی و درس‌هایی می‌باشد که از جمع‌آوری کامل حوادث پرتودهی پزشکی بدست آمده است.

۲۷	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

فصل ۵ - پرتوگیری مردم

۱ - پرتوگیری مردم :

پرتوگیری مردم در اثر انجام عملیات رادیوتراپی باید کنترل گردد. برای کنترل پرتوگیری مردم باید حفاظ مناسبی طراحی گردیده و اطمینان حاصل گردد که چشمه‌های پرتوزا دارای حفاظ و قفل مناسب باشد. هنگام طراحی حفاظ برای استفاده از تجهیزات پرتودرمانی یا انبار چشمه‌ها، باید وجود افراد در محل یا نزدیکی محل حفاظ سازی شده، مدنظر قرار گیرد. برای اطمینان از وجود کنترل کافی پرتوگیری مردم بر اساس الزامات واحد قانونی، باید اندازه‌گیری‌های لازم در هنگام استفاده، انبار یا حمل و نقل چشمه‌ها و دستگاه‌های پرتودرمانی انجام پذیرد. در مواقعی که چشمه‌ها در داخل حفاظ نمی‌باشند نظیر مواقعی که چشمه‌های براکی برای درمان استفاده می‌شوند یا حمل و نقل می‌شوند، باید در محلی با حفاظ مناسب و قابل کنترل قرار داشته و از استفاده غیر صحیح یا نگهداری غیر ایمن آنها جلوگیری شده و حتماً در محل‌های حفاظ سازی شده که دارای قفل مناسب می‌باشند، نگهداری شوند.

۲ - کنترل پرتوگیری ملاقات کنندگان:

رفت و آمد عمومی افراد جامعه به اتاق‌های رادیوتراپی باید کنترل شود و قبل از ورود این افراد به ناحیه کنترل شده باید اطلاعات و آموزش‌های مناسب داده شود و از حفاظت مناسب آنها اطمینان حاصل شود و حتماً این افراد باید با یک پرتوکار وارد ناحیه کنترل شده شوند.

۳ - پسمان‌های رادیواکتیو و چشمه‌هایی که دیگر استفاده نمی‌شوند:

وجود چشمه‌هایی که دیگر مورد استفاده نمی‌باشند باید جهت انتقال و پسمان به واحد قانونی اطلاع داده شود. چنانچه دستگاه تله تراپی CO-60 از کاراندازی شده است، باید قبل از هر اقدام جهت انتقال به واحد قانونی اطلاع داده شود. اورانیوم تهی شده موجود در سردستگاه تله تراپی CO-60 که برای حفاظ بکار می‌رود نیز باید مانند پسمان‌های رادیواکتیو در نظر گرفته شود. هنگام از کاراندازی دستگاه پرتودرمانی باید از پسمان شدن ایمن آنها اطمینان حاصل گردد. درخواست کنندگان قبل از دریافت مجوز ورود یا خرید چشمه یا دستگاه رادیوتراپی باید برنامه خود را برای پسمان کردن یا بازگرداندن چشمه‌های موجود به واحد قانونی ارائه دهند. ارتباط با سازنده یا نماینده کارخانه سازنده می‌تواند به مشخص شدن نحوه بازگرداندن چشمه‌ها کمک کند.

۴ - مونیتورینگ پرتوگیری مردم :

برنامه مونیتورینگ مناسب از پرتوگیری مردم برای اطمینان از اینکه پرتوگیری مردم ناشی از چشمه‌ها یا دستگاه‌های پرتودرمانی استاندارد می‌باشد، باید وجود داشته باشد. کلیه اندازه‌گیری‌ها باید ثبت و بایگانی شوند. برنامه مونیتورینگ پرتوگیری مردم از رادیوتراپی باید شامل ارزیابی در محیط اطراف اتاق‌های پرتو درمانی تله تراپی و براکی تراپی و محل نگهداری چشمه‌ها و اتاق‌های آماده سازی بیمار و اتاق‌های انتظار باشد.

۲۸	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

حدود دز برای پرتوگیری مردم را می‌توان در جدول ۴ خلاصه کرد.

جدول ۴- حد دز برای پرتوگیری مردم

حد دز سالیانه (mSv/y)	
۱	دز موثر
۱۵	دز معادل در عدسی چشم
۵۰	دز معادل در پوست

۲۹	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

فصل ۶ - توجهات تکمیلی

۱ - اورژانس

۱-۱ پتانسیل پرتوگیری:

در یک مرکز پرتو درمانی باید یک ارزیابی ایمنی از چشمه ها وجود داشته باشد. ارزیابی ایمنی شامل اشکالات احتمالی که ممکن است بوقوع بپیوندد، چگونگی جلوگیری از وقوع آنها و چگونگی کاهش شدت حادثه در صورتی که اتفاق بیافتد، می باشد.

ارزیابی ایمنی عمومی برای انواع دستگاهها به یک شکل بیان می شود. تجربه نشان می دهد که برای داشتن یک برنامه ایمنی مناسب برای چشمه ها، هماهنگی بین مراکز پرتو درمانی و سازندگان چشمه بسیار مفید است. بطور کلی، درس هایی که از حوادث و سوانح گزارش شده، بدست آمده است باید توسط واحد قانونی به مراکز پرتو درمانی اطلاع داده شود. به منظور اطمینان از ارزیابی ایمنی تمام جوانب باید در نظر گرفته شود و فقط به حوادثی که در گذشته بوقوع پیوسته، اکتفا نگردد بلکه باید کلیه حوادث محتمل براساس استفاده از تکنیک های سیستماتیک، نظیر خطا یا نوع حادثه و تکنیک های ارزیابی ایمنی احتمالی، در نظر گرفته شوند.

ارزیابی ایمنی باید سیستماتیک بوده و حوادث محتمل که به پرتوگیری منجر می شود، باید تعیین گردند. همچنین حوادثی که تا کنون بوقوع نپیوسته است، نیز باید در نظر گرفته شوند.

در موارد زیر، ارزیابی ایمنی باید با سند و مدرک باشد و توسط یک فرد با تجربه بازبینی و اصلاح شده باشد:

- ✓ اصلاح چشمه های پرتوزا، یا تأسیسات آنها در هنگام ساخت آنها.
- ✓ تجارب عملی یا اطلاعات در مورد یا حادثه یا خطا نشان می دهد که ارزیابی ایمنی باید بازبینی شود.
- ✓ تکنیک های اصلاحی جهت بهبود کیفیت ارزیابی ایمنی مورد نیاز باشد.

۲-۱ جلوگیری از حادثه:

باید اندازه گیری های لازم برای برآمدن از عهده حوادث تعریف شده و ارزیابی قابلیت سیستم های ایمنی (شامل روش های عملی و اجرایی و تجهیزات و طراحی تأسیسات) انجام شود.

تجارب عملی و درس هایی که از حوادث آموخته ایم و خطاهای موجود در آموزش، نگهداری و برنامه های کنترل کیفی باید باهم تلفیق شود.

۳-۱ کاهش عواقب حادثه (طرح اورژانس):

براساس برنامه ارزیابی ایمنی، در مواقع بروز حادثه باید عکس العمل های لازم برای مهار حادثه و جلوگیری از گسترش آن مشخص باشد.

مسئولیت کلیه افراد باید مشخص گردیده و پرسنل باید تمرین های دوره ای برای مهار حادثه و کاهش اثرات آنرا دیده باشند. دستورالعمل ها باید مختصر، مفید و روشن بوده و در معرض دید قرار گیرند. چنانچه در حین تعویض چشمه های تله تراپی و براکی تراپی کنترل از راه دور، حادثه ای رخ دهد، فقط کارکنان آموزش دیده و تأیید شده قانونی باید نسبت به مهار حادثه اقدام نمایند. اگر شرکت کارکنان رادیوتراپی در هر مرحله مورد نیاز باشد، دامنه فعالیت آنها فقط به اپراتوری صفحه کنترل محدود شود و مسئولیت های آنها باید بطور واضح بیان شود.

در زیر بیشترین موارد اورژانس که ممکن است به وقوع بپیوندد، آمده است:

۳۰	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۴-۱ گم شدن چشمه‌های رادیوتراپی:

در این قبیل حوادث، باید هرچه سریعتر نوع و فعالیت چشمه گمشده و اینکه آخرین بار چه زمانی، در کجا و توسط چه کسی استفاده شده است، مشخص گردد. همچنین باید ورود و خروج افراد در ناحیه ای که چشمه آخرین بار استفاده شده و یا احتمال دارد چشمه در آن ناحیه گم شده باشد، جلوگیری شده و کلیه افراد داخل این ناحیه از نظر همراه نداشتن احتمالی چشمه بررسی گردند. جستجو باید با آشکارسازهای تابش بسیار حساس انجام شود.

۵-۱ گیرکردن چشمه‌ها:

دستورالعمل اورژانس باید کوتاه، روشن باشد، و در صورت نیاز با شکل و بدون توضیح اضافی مشخص گردد. دستگاه‌های درمانی خارج از بدن: برای این مواقع باید دستورالعمل اورژانس در مرکز پرتودرمانی موجود باشد. بطور کلی در اولین مرحله باید سعی گردد با دگمه قطع اضطراری، برای بازگرداندن چشمه به داخل حفاظ اقدام گردد. اگر این عمل فوراً موفقیت آمیز نباشد و بیمار بر روی تخت درمان قرار داشته باشد، باید سریعاً بیمار را از ناحیه پرتو دهی خارج نموده واز ورود افراد به این ناحیه جلوگیری شود. تاکید می‌شود که از پرتوگیری از میدان تابش اصلی، جدا خودداری گردد. پس از آن مسئول فیزیک بهداشت باید توجهات لازم را اعمال نموده و وضعیت موجود را تحت کنترل قرار دهد.

۶-۱ دستگاه‌های براکی تراپی از راه دور:

باید یک کانتینر اورژانس در اتاق درمان و همچنین یک کیت اورژانس شامل انبرهای بلند برای انجام عملیات دستی بر روی تیوبهای هدایت کننده چشمه یا اپلیکاتورها برای مواقعی که بازگشت چشمه به داخل کانتینر دچار اشکال می‌شود، در مرکز پرتودرمانی موجود باشد. کانتینر اورژانس باید نزدیک بیمار باشد و به اندازه‌ای بزرگ باشد که اپلیکاتورهای مورد استفاده برای بیمار را بتوان داخل آن قرار داد. براساس استاندارد TECDOC1040 آژانس، براکی تراپی HDR، یک تکنیک درمانی با ریسک بالا می‌باشد و دقت و مراقبت ویژه نیاز دارد. در انجام عملیات اورژانس، سرعت عمل (در حد دقیقه) بسیار مهم است و حضور پزشک متخصص و فیزیسیست آموزش دیده در کلیه مراحل انجام عملیات اورژانس، ضروری است. معمولاً سازندگان دستگاه‌ها، روش‌های اورژانس را برای مواقعی که چشمه برای بازگشت به وضعیت ایمن مشکل پیدا می‌کند، پیشنهاد می‌کنند. فرض می‌شود که یکنواختی اپلیکاتورها حفظ می‌شود. این روش‌ها، ویژه دستگاه‌های براکی تراپی afterloading می‌باشند و عموماً شامل موارد زیر می‌باشند. در هر مرحله فرض می‌شود که اگر اقدام قبلی در باز گرداندن چشمه موثر نبوده، فعالیت‌های بعدی مورد نیاز است. موارد عمومی بصورت زیر است:

- ✓ مشاهده پیغام خطا یا علائم اورژانس بر روی صفحه کنترل (هشدارهای صوتی یا نوری).
- ✓ سعی در بازگرداندن چشمه از روی صفحه کنترل (بعنوان مثال کلید قطع اضطراری را فشار دهید).
- ✓ ورود به اتاق با یک دزیمر محیطی پرتابل (درب را باز کرده تا اینترلاک عمل کرده و چشمه بازگردد).
- ✓ مونیتور کردن سطوح پرتو در اتاق.
- ✓ بازگشت از حالت بارگذاری ثانویه (بوسیله فشار دادن کلید قطع اضطراری بر روی دستگاه بارگذاری ثانویه از راه دور).
- ✓ بازگرداندن دستی چشمه (با استفاده از یک سیستم بازگرداننده دستی).
- ✓ بازرسی بیمار و بارگذاری ثانویه (تأیید وضعیت ایمن چشمه).

۳۱	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

- ✓ خروج اپلیکاتور از بدن بیمار و قراردادن آن در داخل کانتینر اورژانس.
- ✓ بازرسی بیمار و کانتینر اورژانس (برای تأیید اینکه چشمه داخل بدن بیمار باقی نمانده و تمام چشمه‌ها در کانتینر می‌باشند).
- ✓ خروج بیمار از اتاق (با مونیٹورینگ بعدی).

۷-۱ آلودگی:

احتمال آلودگی در اثر حادثه در یک مرکز پرتو درمانی بسیار کم می‌باشد، فقط در مورد Ra - 226 و پودر Cs - 137، این احتمال وجود دارد. در این قبیل حوادث بسیار مهم است که از ورود افراد به ناحیه آلوده جلوگیری بعمل آمده و افرادی که در ناحیه آلوده بوده‌اند، برای مونیٹورینگ باقی بمانند و در صورت نیاز رفع آلودگی شوند. اگر پنجره یا تهویه وجود دارد، باید فوراً بسته شوند. باید امکاناتی موجود باشد که با شخص مسئول حفاظت در برابر اشعه در مورد این حادثه تماس حاصل گردد.

۸-۱ حوادث بیرون از محدوده مرکز پرتو درمانی:

در صورت از بین رفتن حفاظت چشمه‌های تله تراپی که استفاده نمی‌شوند امکان وقوع حادثه وسیع در خارج از محدوده مرکز پرتو درمانی وجود دارد. در این موارد عملیات اورژانس باید توسط سازمان‌های مرتبط ملی انجام شود. حضور مسئولین رادیوتراپی در طرح‌های ملی اورژانس نیز ضروری می‌باشد.

۲ - آموزش پرتوکاران:

چون در یک مرکز پرتو درمانی، تجهیزاتی وجود دارند که امکان جذب دز زیاد و حتی مرگ را در پی دارد لذا از نظر حفاظت و ایمنی دارای خطرات بالقوه زیاد می‌باشد. بنابراین باید کلیه افرادی که در مرکز پرتو درمانی فعالیت می‌کنند، دارای آموزش‌های مناسب با مدارک تحصیلی و کارآرایی مناسب با فعالیت تخصصی خود باشند. همواره یک فرد بعنوان مسئول فیزیک بهداشت باید در مرکز حضور داشته باشد و در زمان‌های عدم حضور نیز براحتهای قابل دسترس باشد تا در صورت لزوم و بروز حادثه بتوان با وی تماس گرفت. کارکنان باید آموزش‌های لازم جهت چگونگی کار و نصب مونیٹورینگ‌های فردی را ببینند. آموزش‌های مداوم در تمام زمان‌ها برای پرتوکاران مفید و ضروری می‌باشند و باید آموزش‌های ضمن خدمت برای آنها نیز در نظر گرفته شود.

آموزش‌ها عموماً باید شامل موارد زیر باشند:

- ✓ تفسیر نتایج حاصله از مونیٹورینگ فردی
 - ✓ خطرات مرتبط با پرتوگیری افراد
 - ✓ مقایسه خطرات پرتوگیری با سایر خطرات
 - ✓ حدود دز برای انواع پرتوگیریهای شغلی و مردم
- اصولاً وجود افراد دارای آموزش و تبحر کافی باعث می‌گردد که احتمال بروز حادثه کاهش یابد و بسیار عاقلانه است برای هر دستگاه درمانی حداقل یک فرد آموزش دیده با تجربه مفید وجود داشته باشد.

۳۲	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

۳ - ثبت و بایگانی اسناد و مدارک:

کلیه اندازه‌گیری‌ها و حوادثی که در یک مرکز پرتودرمانی انجام می‌پذیرد، باید ثبت و بعنوان مدرک بایگانی گردند. این موارد می‌تواند شامل نتایج دزیمتر فردی پرتوکاران، مونیتورینگ محل کار، مونیتورینگ محل رفت و آمد عمومی، گزارش حوادث و سوانح که منجر به پرتوگیری غیرعادی هر فردی شامل بیمار، پرتوکار یا عمومی می‌گردد و کلیه مواردی که می‌توان در آینده با استناد به آنها، برنامه حفاظت و ایمنی را گسترش داد، باشد. همچنین کلیه خصوصیات درمان مریض شامل نام و سن بیمار، روز شروع درمان، میزان دز درمانی تجویز شده، تعداد جلسات درمان، میزان دزدرمانی در هر جلسه، زمان پرتودهی در هر جلسه، خروجی دستگاه در روز درمان، پرتوهای درمانی، تکنیک درمان، فاصله چشمه تا پوست، ابعاد میزان تابشی و ... باید ثبت گردیده و نتایج درمان ارزیابی و گزارش آن تهیه گردیده و همراه با کلیه موارد فوق در پرونده بیمار بایگانی و نگهداری گردد.

۴ - حفاظت در هنگام حمل و نقل مواد رادیواکتیو:

کلیه نقل و انتقال چشمه‌های پرتودرمانی خارجی و براکی تراپی از راه دوراز هنگام تحویل در کشور تا زمان تعویض کامل چشمه بعهدہ استفاده کننده می‌باشد و چشمه‌های براکی تراپی دستی که مستقیماً به بیمارستان منتقل می‌شود نیز باید تحت نظارت استفاده کننده حمل شود و کلیه موارد حفاظت و ایمنی در هنگام حمل و نقل آنها باید رعایت گردد. کلیه نقل و انتقالات باید با هماهنگی فرد خاصی در مرکز پرتودرمانی انجام شود. این فرد باید مطابق با الزامات قانون و مقررات IAEA برای حمل و نقل ایمن مواد رادیواکتیو و همچنین بر اساس قوانین ملی موجود برای تمام فعالیت‌های مرتبط با حمل و نقل چشمه‌های رادیواکتیو، عمل کند. در مورد رادیوتراپی، این موارد فقط شامل چشمه‌های تله تراپی و براکی تراپی می‌شود و چشمه‌های باز را در بر نمی‌گیرد.

۱-۴ دریافت مواد رادیواکتیو:

قبل از بارگیری چشمه‌های رادیواکتیو، هماهنگی‌های لازم با سازنده چشمه جهت دریافت اطلاعات مفید در مورد هر بسته یا کانتینر باید انجام گیرد:

- ✓ نوع چشمه، تعداد و فعالیت چشمه‌ها.
- ✓ چگونگی تست‌های اجرایی و ساختار چشمه‌ها شامل تست‌های نشتی.
- ✓ فرم ویژه تأیید گواهینامه در جاهایی که مورد نیاز است.
- ✓ مشخصات بسته یا کانتینر حاوی چشمه
- ✓ گواهی تأیید نوع A یا B بسته‌ها، یا اعلام مطابقت با IAEA ST-1 برای دیگر بسته‌ها.
- ✓ جزئیات هر گونه هماهنگی خاص مورد نیاز، شامل تأییدهای چند جانبه در جاهایی که مورد نیاز است.
- ✓ یک کپی از مدرک حمل و نقل (که قبل از بسته بندی توسط فکس یا e-mail ارسال می‌گردد).
- ✓ در صورتی که کلیه مراحل فوق توسط سازنده مشخص نگردیده و یا رضایت بخش نباشند، نباید با بسته بندی محموله موافقت کرد. مسیر حمل بسته باید با موافقت سازنده و استفاده کننده، تعیین گردد. برای موارد زیر در جاهایی که نیاز است، باید هماهنگی لازم صورت پذیرد:
- برای چشمه‌های تله تراپی وسایل حمل و نقل ویژه نظیر جرثقیل، بالا بر مکانیکی و غیره در طی تغییر یک شکل از حمل به شکل دیگر یا بین وسایل نقلیه، مورد نیاز است.
- بررسی نرخ دز بسته یا کانتینر.

۳۳	صفحه:	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	بازنگری:	پرتو درمانی
		INRARP6CP01	
		صفر	

- بررسی علائم صحیح حمل و نقل که به کانتینر یا بسته چسبیده می‌شوند و در صورت مخدوش یا ناخوانا شدن بسته باید علامت جدید چسبانده شود.
- محدود شدن با کنترل‌های مرزی.
- ایمنی مرسوله در حین حمل و نقل، مخصوصاً در هنگام توقف‌های شبانه.

۲-۴ بسته بندی مواد رادیواکتیو:

پس از دریافت مرسوله مواد رادیواکتیو، باید بسته یا کانتینر به سازنده چشمه بازگردانده شود. در مورد چشمه‌های تله تراپی یا چشمه‌های براکی تراپی کنترل از راه دور، غالباً بسته‌های مواد رادیواکتیو استفاده می‌شوند.

۳-۴ بسته‌های خالی:

- ✓ برای بسته‌های خالی که باید به مبدأ بازگرداند، باید موارد زیر اجراء گردد.
- ✓ نرخ دزومونیتورینگ آلودگی هم داخل و هم خارج بسته یا کانتینر برای اطمینان از اینکه هیچ ماده رادیواکتیو داخل بسته موجود نمی‌باشد، باید اندازه‌گیری شود و بنابراین مانند یک بسته یا کانتینر خالی با آن رفتار گردد.
- ✓ کلیه علائم حمل و نقل مرتبط با وجود چشمه‌ها در بسته یا کانتینر، کنده شود.
- ✓ بسته یا چشمه را برای اطمینان از اینکه در وضعیت خوب قرار دارد، امتحان کرده و سپس بطور ایمن آنرا مطابق با روش ارائه شده توسط سازنده چشمه ببندید.
- ✓ یک علامت در خارج بسته یا کانتینر با مضمون " UN 2908 RADIOACTIVE EXPECTED PACKAGE- EMPTY PACKAGE " بچسبانید.
- ✓ مدرک حمل و نقل را کامل کنید.
- ✓ باسازنده تماس گرفته و درمورد مسیر حمل کانتینر در هر مرحله از سفر، به توافق برسید. به سازنده، روز بسته‌بندی را اطلاع دهید.

۴-۴ بازگرداندن چشمه‌های استفاده شده:

- برای بازگرداندن چشمه‌های استفاده شده، باید اطلاعات زیر برای هر بسته یا کانتینر به سازنده داده شود:
- ✓ نوع چشمه، تعداد و فعالیت چشمه‌ها.
- ✓ چگونگی ساختار چشمه‌ها شامل تست‌های نشتی.
- ✓ فرم ویژه تأیید گواهینامه در جاهایی که مورد نیاز است.
- ✓ مشخصات بسته یا کانتینر حاوی چشمه .
- ✓ گواهی تأیید نوع A یا B بسته‌ها، یا اعلام مطابقت با IAEA ST-1 برای دیگر بسته‌ها.
- ✓ جزئیات هر گونه هماهنگی خاص مورد نیاز، شامل تأییدیه‌های چند جانبه در جاهایی که مورد نیاز است.
- ✓ یک کپی از مدرک حمل و نقل (که قبل از بسته بندی توسط فکس یا e - mail ارسال می‌گردد).
- ✓ قبل از تأیید بسته بندی، نباید مرسوله به مبدأ بازگردانده شود. فرستنده و گیرنده باید در مورد مسیر حمل چشمه و مسئولیت‌ها در هر مرحله از سفر به توافق برسند. تا هنگام رسیدن محموله به آدرس گیرنده، فرستنده مسئول حمل و نقل بسته می‌باشد. سایر هماهنگی‌ها بر اساس قوانین و مقررات واحد قانونی باید انجام شود. به منظور آماده سازی مرسوله برای بسته بندی، فرستنده باید موارد زیر را انجام دهد:

۳۴	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

- چشمه‌ها را داخل بسته بار کنید و مشخصات گیرنده شامل شماره سریالها و اطلاعاتی که باید وارد گواهینامه حمل و نقل شود، را بازبینی نمایید.
- بسته یا چشمه را برای اطمینان از اینکه در وضعیت خوب قرار دارد، امتحان کرده و سپس بطور ایمن آنرا مطابق با روش ارائه شده توسط سازنده چشمه ببندید.
- نرخ دز و مونیتورینگ آلودگی خارج از بسته یا کانتینر برای اطمینان از اینکه هیچ ماده رادیواکتیو اضافی داخل بسته موجود نمی‌باشد، باید اندازه‌گیری شود و بنابراین برای حمل مناسب است.
- مونیتورینگ نرخ دز بسته یا کانتینر را انجام داده و علامتهای حمل و نقل مناسب را بچسبانید.
- از استفاده از علائم حمل و نقل مرتبط با چشمه‌های موجود قبلی بر روی بسته یا کانتینر دریافت شده، خودداری کنید.
- گواهینامه حمل و نقل را کامل کنید.
- هماهنگی‌های لازم برای موارد زیر در صورت نیاز، انجام شود:
- وسایل جابجایی ویژه مورد نیاز نظیر جرثقیل، بالا بر مکانیکی و غیره در طی تغییر یک شکل از حمل به شکل دیگر یا بین وسایل نقلیه، مورد نیاز است.
- اطمینان یابید که بسته یا کانتینر بصورت ایمن داخل وسیله حمل و نقل قرار گرفته و وسیله حمل و نقل دارای علائم صحیح میباشند.
- با کنترل روی مرزها، کانتینر را محدود کنید.
- ایمنی مرسوله در حین حمل و نقل، مخصوصا در هنگام توقف‌های شبانه یا تأخیر را تأمین کنید.

۳۵	صفحه:	INRARP6CP01	شناسه:	قواعد کار با پرتو در مراکز
۳۵	کل صفحات:	صفر	بازنگری:	پرتو درمانی

منابع:

- ۱ - “استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه“ ، تیرماه ۱۳۸۰.
- ۲ - “قانون حفاظت در برابر اشعه“ ، خردادماه ۱۳۶۸.
- 3 - **“Telegamma Therapy Equipment Installations.** “ , Atomic Energy Regulatory Board , Government of India , 2000 .
- 4 - **“Guidelines on Implementation of the Basic Safety Standards to Practice of Radiotherapy.** “ , Draft for Review , IAEA , 2003 .
- 5 - **“Design and Implementation of Radiotherapy Programmer: Clinical, Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects.** “ , IAEA, 1999 .
- 6 - **“Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X – rays and Gamma rays of Energies up to 10 MeV.”** , NCRP No 49, Washington DC, 1976 .
- 7 - **“Radiation Protection Design Guidelines for 0. 1 – 100 MeV Particle Accelerator Facilities.** “ , NCRP No 51, Washington, 1976.
- 8 - **“Code of Safe Practice for the Use of Irradiating Apparatus in Medical Therapy** “ , National Radiation Laboratory , New Zealand , June 1992.
- 9 - **“Code of Practice for the Use of Sealed Radioactive Materials for Brach therapy**“ , National Radiation Laboratory , New Zealand , Oct 2003.