

صفحه: ۱	شناسه: INRRP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

## قواعد کار با پرتو در کاربرد سنجش‌گرهای پرتوی

### ۱- هدف

هدف این مجموعه، مشخص نمودن معیارهای حفاظتی بمنظور حصول اطمینان از عدم تجاوز از حدود دز مشخص شده در استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه (قسمت ۵-۱-۴ و ضمیمه ۱) و رعایت اصل هرچه کمتر موجه شدنی (ALARA) در بکارگیری سنجش‌گرهای پرتوی می باشد.

این مجموعه مبین الزامات فیزیکی برای سنجش‌گرهای نصب شده، روش‌های اجرائی استفاده از آنها و الزامات مراقبت‌های پرتوی است. آگاهی و استفاده از این مجموعه، استفاده ایمن سنجش‌گرها با شرایط گوناگون کاری را تضمین خواهد کرد.

ذکر این نکته نیز ضروری است که براساس قانون حفاظت در برابر اشعه مصوب ۱۳۶۸ مجلس شورای اسلامی، آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۶۹ هیئت وزیران و استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه مصوب سال ۱۳۷۸ واحد قانونی، هرگونه ساخت، نصب و راه اندازی، استفاده، تعمیر و نگهداری، انبارداری و پسمانداری سنجش‌گرهای پرتوی باید براساس مجوزهای صادره از طرف واحد قانونی و اخذ پروانه ثبت یا اشتغال براساس دستورالعمل "ضوابط اظهار، ثبت و اشتغال" صورت پذیرد.

### ۲- دامنه کاربرد

این مجموعه فقط برای سنجش‌گرهای نصب شده در محل‌های ثابت کاربرد دارد (نظیر سنجش‌گرهایی که در نزدیکی محل‌هایی نصب شده اند که شاغلین در آنجا مشغول کار هستند).

کاربردها و نحوه نصب سنجش‌گرها با توجه به نوع و کاربرد آنها متنوع می‌باشد اما در هر صورت باید امکان دسترسی پرسنل تعمیر و نگهداری به آنها در برخی زمان‌ها میسر باشد به همین علت گستره مقرراتی که برای سنجش‌گرهای نصب شده و انواع فرایندها و عملیاتی که باید تحت کنترل قرار گیرند بسیار متغیر خواهد بود.

این مجموعه قابل استفاده در سنجش‌گرهایی است که در مرحله تولید انبوه و استفاده توسط مصرف کنندگان قرار دارند. درمورد سنجش‌گرهایی که در مراحل ساخت و آزمایش می‌باشند باید با توجه به نظرات واحد قانونی عمل گردد.

### ۳- تعاریف

#### ۳-۱ آستانه بررسی:

مقداری از یک کمیت مانند دز موثر، ورود مواد پرتوزا به بدن یا آلودگی در واحد سطح یا حجم است که برای مقادیر بیشتر از آن، باید بررسی لازم انجام پذیرد.

#### ۳-۲ آسیب:

کلیه صدمات ناشی از پرتوگیری گروهی از مردم و نسل‌های بعدی آنها از منبع پرتو

#### ۳-۳ آلودگی:

وجود ناخواسته مواد پرتوزا درون یا روی یک ماده یا بدن انسان یا هر جای دیگر که می‌تواند زیان‌آور باشد.

صفحه: ۲	شناسه: INRRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

### ۴-۳ استاندارد:

استاندارد به مجموعه‌ای از قواعد، ضوابط، دستورالعمل‌ها یا روش‌های آزمایش که توسط گروه واجد صلاحیت تعیین، تدوین، تصویب و منتشر می‌شود، اطلاق می‌گردد. در این مجموعه منظور از استاندارد، مدارکی هستند که براساس استانداردهای بین‌المللی یا ملی تهیه شده باشند.

### ۵-۳ اقدام حفاظتی:

مداخله بمنظور جلوگیری و یا کاهش دز مردم در شرایط پرتوگیری ممتد یا سانحه.

### ۶-۳ باید:

کلمه "باید" نشان‌دهنده ضوابطی است که باید بصورت اجباری انجام گیرد.

### ۷-۳ پرتوهای یونساز:

از دیدگاه حفاظت در برابر اشعه، پرتوهایی که قادر به ایجاد جفت یون در مواد بیولوژیکی می‌باشند.

### ۸-۳ پرتوزائی:

کمیت A، برای مقداری از یک رادیونوکلئید (عنصر پرتوزا) در تراز انرژی و زمان معین که به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$A = dN/dt$$

که در آن dN ارزش انتظاری تعداد واپاشی خود به خودی هسته در تراز انرژی معین و در زمان dt می‌باشند. یکای پرتوزائی در سیستم SI عکس ثانیه (1/s) است که بکرل (Bq) نامیده می‌شود.

### ۹-۳ پرتوگیری (Exposure):

عمل یا شرایط قرار دادن یا قرار گرفتن در معرض تابش پرتو. پرتوگیری می‌تواند شامل پرتوگیری خارجی (از منابع خارج بدن) یا پرتوگیری داخلی (از منابع داخل بدن) باشد. پرتوگیری را می‌توان به صورت پرتوگیری عادی یا پرتوگیری بالقوه، یا بصورت پرتوگیری شغلی، پزشکی و مردم و در شرایط مداخله به صورت پرتوگیری اورژانس یا ممتد طبقه بندی نمود.

### ۱۰-۳ پرتوگیری شغلی:

پرتوگیری کارکنان به هنگام کار با منابع پرتو.

### ۱۱-۳ پرتوگیری عادی:

پرتوگیری قابل انتظار در شرایط عادی کار با منابع پرتو، با در نظر گرفتن پرتوگیری های ناشی از سوانح جزئی قابل کنترل.

### ۱۲-۳ پرتوکار:

به شخص حقیقی اطلاق می‌گردد که با منابع پرتو بطور فیزیکی در ارتباط باشد.

### ۱۳-۳ چشمه بسته:

ماده پرتوزائی که درون یک محفظه مسدود جای گرفته یا ذرات آن کاملاً بهم متصل و جامد باشد بطوری که در اثر فرسایش یا اشتباهات قابل پیش بینی، مواد پرتوزا در کاربرد مورد نظر نشت نکند.

### ۱۴-۳ دارنده پروانه کسب:

به شخص حقیقی یا حقوقی اطلاق می‌شود که براساس قوانین کشور مسئولیت و اختیارات لازم جهت انجام فعالیت خاصی را داشته باشد.

شناسه :	INRARP6CP06	صفحه: ۳	قواعد کار با پرتو در کاربرد
بازنگری :	صفر	کل صفحات: ۲۹	سنجش گره‌های پرتوی

### ۱۵-۳ دزیمتر فردی:

به هر گونه وسیله‌ای اطلاق می‌شود که جهت اندازه‌گیری میزان پرتوگیری پرتوکاران بکار رود. نظیر: فیلم بج، TLD و دزیمتر قلمی

### ۱۶-۳ دزیمتر محیطی:

وسيله‌ای است که جهت اندازه‌گیری آهنگ دز در محیط کار با پرتو بکار می‌رود.

### ۱۷-۳ دوره حفاظت در برابر اشعه ویژه صنایع:

دوره آموزش حفاظت در برابر اشعه ویژه مراکز صنعتی غیر پرتوکاری یا معادل آن که مورد تایید واحد قانونی باشد.

### ۱۸-۳ در صورت امکان:

" در صورت امکان " نشان‌دهنده ضوابطی است که برای کاهش خطر پرتوها هر کجا امکان پذیر باشد انجام می‌گیرد.

### ۱۹-۳ دستگاه پرتوساز:

دستگاه‌های تولید کننده پرتو ایکس که در امور غیرپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هرلایمپ پرتوایکس در محدوده موضوع این مجموعه به تنهایی بعنوان یک‌دستگاه محسوب می‌گردد.

### ۲۰-۳ دارنده پروانه:

مقتضای که پروانه فعالیت پرتوی با منبع خاص به او اعطا شده است و واجد صلاحیت جهت فعالیت پرتوی با منبع بویژه در رابطه با حفاظت و ایمنی باشد.

### ۲۱-۳ دز:

معیاری برای بیان دریافت یا جذب پرتو که بر حسب مورد، توسط کمیت‌هایی نظیر دز جذبی، دز عضو، دز معادل، دز موثر و... بکار می‌رود. در اغلب موارد، عبارات مکمل مربوط به دز در صورت غیر ضروری بودن حذف می‌گردند.

### ۲۲-۳ دز معادل:

کمیت  $H_{T,R}$  که بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$H_{T,R} = D_{T,R} \cdot w_R$$

که در آن  $D_{T,R}$  میانگین دز جذبی از پرتو R در عضو یا بافت T و  $w_R$  ضریب وزنی پرتو R است. در صورتی که میدان پرتو ترکیبی از پرتوها با مقادیر مختلف  $w_R$  باشد. دز معادل برابر است با:

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$$

یکای دز معادل J/kg است که سیورت (Sv) نامیده می‌شود.

### ۲۳-۳ دز موثر:

کمیت E که بصورت مجموع حاصلضرب دزهای معادل هر بافت در ضریب وزنی بافت مربوطه تعریف می‌شود:

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T$$

که در آن  $H_T$  دز معادل در بافت T و  $w_T$  ضریب وزنی بافت T است. از تعریف دز معادل رابطه زیر

$$\sum_T w_T \cdot \sum_R w_R \cdot D_{T,R} \cdot E =$$

حاصل می‌شود:

که در آن  $w_R$  ضریب وزنی پرتو R و  $D_{T,R}$  میانگین دز جذبی از پرتو R در عضو یا بافت T است. یکای دز موثر J/kg است که سیورت (Sv) نامیده می‌شود.

شناسه :	INRARP6CP06	صفحه: ۴	قواعد کار با پرتو در کاربرد
بازنگری :	صفر	کل صفحات: ۲۹	سنجش گره‌های پرتوی

### ۲۴-۳ روش اجرایی:

(Procedure) روش کار معین و مشخص شده ای برای اجرای فعالیت های مرتبط که می توان توسط آن بطور خلاصه تعریف کرد که چه کاری، توسط چه کسی، در چه زمانی، از چه مواد، تجهیزات، دستگاه ها، منابع، مدارک مورد استفاده، در کجا و چگونه انجام شده و چگونه کنترل و ثبت شده است.

### ۲۵-۳ سنجشگر پرتوی:

دستگاهی که با استفاده از یک منبع پرتوهای یونساز و تجهیزات جانبی دیگر بمنظور اندازه گیری یک کمیت فیزیکی نظیر وزن، چگالی، سطح، رطوبت و ضخامت بکار می رود.

### ۲۶-۳ سانحه:

هر اتفاق غیر عمدی در اثر اشتباه انسانی، نقص فنی تجهیزات یا سایر رویدادها، به طوری که پیامد یا احتمال پیامد آنها، از نقطه نظر حفاظت و ایمنی قابل چشم پوشی نباشد.

### ۲۷-۳ شخص مسئول:

فرد حقیقی مجربی که به موجب این دستور العمل واجد صلاحیت علمی و فنی و شرایط لازم برای تصدی و نظارت بر کلیه امور مربوط به کار با اشعه در حیطه کاربرد این مجموعه باشد.

### ۲۸-۳ قانون:

قانون حفاظت در برابر اشعه است.

### ۲۹-۳ قواعد کار با پرتو (در اینجا باختصار از کلمه مجموعه استفاده خواهد شد):

(Code of Practice) مجموعه ای از مقررات و استانداردها که براساس قوانین، آئین نامه ها، استانداردها، توصیه های آژانس بین المللی انرژی اتمی، عمدتاً در ارتباط با منابع یا انجام فعالیت های پرتوی تهیه شده و بایستی در مراکز کار با پرتو رعایت گردد.

### ۳۰-۳ قوانین، مقررات و آئین نامه ها (Rules and Regulations):

قوانین مستنداتی هستند که توسط مجلس شورای اسلامی تصویب شده باشند. آئین نامه ها مستنداتی هستند که توسط هیئت دولت اسلامی تصویب شده باشند. مقررات به مستنداتی اطلاق می گردد که به موجب قانون و آئین نامه ها تهیه شده و لازم الاجرا می باشند.

### ۳۱-۳ کارفرما (در اینجا مرکز):

دارنده پروانه ای است با مسئولیت، تعهد و وظایف مشخص در قبال کارکنانی که به واسطه رابطه مورد توافق دوطرف در استخدام او هستند.

### ۳۲-۳ کارکنان:

افرادی که بطور تمام وقت، پاره وقت یا قراردادی در استخدام کارفرما هستند و وظایف و حقوق ایشان در رابطه با حفاظت در برابر اشعه مرتبط با شغلشان مشخص است.

### ۳۳-۳ گواهی کنترل کیفی:

سندی است رسمی مبنی بر مثبت بودن نتایج آزمایشات کنترل کیفی که از طرف یکی از مؤسسات معتبر مورد تایید واحد قانونی و براساس استانداردهای معتبر بین المللی صادر شده باشد.

شناسه :	INRARP6CP06	صفحه: ۵
بازنگری :	صفر	کل صفحات: ۲۹

قواعد کار با پرتو در کاربرد

سنجش گره‌های پرتوی

### ۳-۳۴ مسئول فیزیک بهداشت:

شخص واجد صلاحیت علمی و فنی که شرایط لازم را برای تصدی مسئولیت حفاظت در برابر اشعه در فعالیت پرتوی مربوطه داشته باشد و توسط دارندگان پروانه برای نظارت در اجرای این مجموعه قواعد کار با پرتو انتخاب شده باشند.

### ۳-۳۵ منبع پرتو:

هر چیزی که از آن پرتوهای یونساز ساطع گردد مانند دستگاه های مولد اشعه ایکس یا چشمه های پرتوزا.

### ۳-۳۶ ناحیه کنترل شده:

هر ناحیه‌ای که در آن معیارهای حفاظتی ویژه و مقررات ایمنی به دلایل زیر انجام گرفته و یا مورد نیاز باشد:

✓ کنترل پرتوگیری یا جلوگیری از گسترش آلودگی در شرایط عادی کار

✓ جلوگیری یا محدود کردن گستره پرتوگیری‌های بالقوه

### ۳-۳۷ واحد قانونی:

در مفهوم " امور حفاظت در برابر اشعه کشور " است.

## ۴- مسئولیت‌ها

کلیه مراکزسازنده، نصب و راه اندازی کننده، استفاده کننده، تعمیر و نگهداری کننده و مراکزی که بنوعی خدمات جمع‌آوری، انبارداری و پسمانداری سنجشگرهای پرتوی را به انجام می‌رسانند ملزم به اجرای مفاد مجموعه قواعد کار با پرتو این مدرک بوده و باید مجوز های لازم را از واحد قانونی اخذ نمایند.

## ۵- رویه های کاری

### ۵-۱ کلیات

#### ۵-۱-۱ سنجشگرهای پرتوی:

سنجشگرهای حاوی مواد پرتوزا برای مقاصد گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرند که مهمترین آنها در حال حاضر سنجش ضخامت، سطح و دانسیته است. کاربرد های دیگر آن نظیر سنجش وزن و رطوبت و در بعضی موارد آنالیز مواد میباشد. اصول عملکرد هر یک از موارد فوق براساس آشکارسازی دسته پرتو عبور کرده یا پراکنده شده در اثر برخورد با ماده مورد نظر می‌باشد.

در این مجموعه عبارت "سنجشگر" به مفهوم سنجشگرهای پرتوی می‌باشد که به مجموعه وسایل و تجهیزات، شامل چشمه پرتوزا، محفظه چشمه، آشکارساز و کنترل کننده‌های آن اطلاق می‌گردد. ممکن است بعضی از سنجشگرها به علت شکل ویژه طراحی یا نوع عملکرد آنها نتوانند تمام ضوابط این مجموعه را پوشش دهند که این مسئله باید توسط تهیه و توزیع کنندگان این‌گونه سنجشگرها برای مصرف کننده و واحد قانونی روشن گردد.

#### ۵-۱-۲ ماهیت این مجموعه از قواعد کار با پرتو

این مجموعه در راستای قانون و مقررات حفاظت در برابر اشعه مصوب سال ۱۳۶۸ و بعنوان رویه اجرائی جهت استفاده از سنجشگرهای پرتوی تهیه شده است.

قواعد کار با پرتو در کاربرد سنجش گره‌های پرتوی	شناسه : بازنگری :	INRARP6CP06 صفر	صفحه: ۶ کل صفحات: ۲۹
---	----------------------	--------------------	-------------------------

### ۳-۱-۵ حدود دز

مقادیری از دز پرتو بیش از آنچه که انسان بطور طبیعی از دز زمینه دریافت می کند زیان آور تلقی گردیده و می تواند باعث افزایش خطر ابتلاء به سرطان گردد. حدود دز برای اشخاصی که با منابع پرتو کار می کنند طوری تعیین گردیده است که خطر ناشی از دز دریافتی آنها از خطر سایر مشاغل با استاندارد ایمنی بالا بیشتر نباشد. در همین راستا حدود دز پرتو برای افراد جامعه طوری تعیین گردیده که خطر ناشی از آن بالاتر از سایر مخاطرات زندگی روزمره نباشد.

حدود دز برای کار با منابع پرتو تضمین کننده این است که حد بالای خطر برای افراد در معرض پرتو نسبتا ناچیز است. اطلاعات پایه اثرات بیولوژیکی پرتوهای یونیزان و خلاصه‌ای از حدود دز در پیوست ۱ آمده است.

### ۴-۱-۵ طبقه بندی افراد در معرض پرتوگیری

استانداردهای حفاظت در برابر اشعه برای دو گروه در معرض پرتو به شرح زیر تعیین گردیده است:

✓ پرتوکاران، افرادی هستند که بواسطه شغل خود و به علت تماس مستقیم با منابع پرتو در معرض پرتوهای یونساز قرار دارند و

✓ افراد جامعه، افرادی که پرتوکار نمی باشند.

### ۵-۱-۵ اقدامات حفاظتی مورد نیاز

جزئیات ضوابط مورد نظر در این مجموعه:

✓ تعیین مسئولیت برای اجرای کلیه روش‌های ایمن و نگهداری تجهیزات ایمنی

✓ طراحی، ساخت و آزمایش منابع پرتوی که در سنجشگرها بکار می‌رود

✓ طراحی، ساخت، آزمایش و نگهداری کانتینرهای سنجشگرها

✓ جایگزاری و نصب سنجشگرها و موانع حفاظتی مرتبط و سایر روش‌های حفاظتی

✓ در نظر گرفتن محل مناسب برای سنجشگرهای نصب نشده

✓ استفاده از وسائل مونیتورینگ فردی برای ارزیابی دز فردی و استفاده از دستگاه‌های مناسب محیطی برای

ارزیابی پتانسیل خطر ناشی از پرتوگیری

✓ تنظیم روش‌های مناسب ایمنی، شامل قواعد کاری، برنامه‌های اورژانس و برنامه‌های حسابرسی منابع پرتو

✓ آموزش‌های مناسب برای پرسنل استفاده کننده و پرسنل نگهداری سنجشگرها در شروع کار و درحین خدمت

✓ در نظر گرفتن برچسب‌ها و پلاکاردهای هشدار دهنده

✓ ثبت و نگهداری کلیه اطلاعات مرتبط

### ۲-۵ چشمه‌های پرتوزا مورد استفاده در سنجشگرهای پرتوی

در این بخش به الزاماتی در زمینه مواد پرتوزا در سنجشگرهای پرتوی، تهیه، استفاده و کپسول سازی آنها به عنوان چشمه‌های پرتوزا اشاره می‌شود.

### ۱-۲-۵ انتخاب مواد پرتوزا برای سنجشگرهای پرتوی

زمانی که یک ماده پرتوزا جهت استفاده در یک سنجشگر پرتوی انتخاب می‌شود باید ضوابط زیررعایت گردند:

✓ با توجه به پرتوزایی، نیمه عمر، انرژی و نوع پرتوهای گسیل شده از این مواد، باید جهت استفاده در یک مورد

خاص، مناسب باشند. به ویژه، نیمه عمر تا حد ممکن کوتاه بوده و از عمر مفید پیش بینی شده سیستم

بیشتر نباشد. اگر بکارگیری یک ماده پرتوزا با نیمه عمر کوتاه، عملی نیست باید با واحد قانونی مشورت شود.

قواعد کار با پرتو در کاربرد سنجش گره‌های پرتوی	شناسه : بازنگری :	INRARP6CP06 صفر	صفحه: ۷ کل صفحات: ۲۹
---	----------------------	--------------------	-------------------------

- ✓ نباید پرتوزایی بیش از حد موردنیاز برای طول عمر مفید سنجشگر انتخاب گردد. پرتوزایی انتخاب شده بستگی دارد به:
- ✓ کمترین حد فاصله مورد قبول بین چشمه و آشکارساز در صورتی که از سنجشگر با خاصیت انتقالی پرتو استفاده شود. ( که در آنها چشمه و آشکارساز در دو طرف دستگاه قرار گرفته اند )
- ✓ کوتاه‌ترین مسیر پرتو، بین چشمه و آشکارساز در سنجشگرهایی که از خاصیت پراکندگی پرتوها استفاده می‌کنند.
- ✓ بهترین نوع آشکارساز برای شرایط کاری مورد نظر،
- ✓ اثر کلیه مواد بین چشمه و آشکارساز که پرتوها از آن عبور می‌کنند. (intra – beam)
- ✓ نباید جزء موادی با سمیت پرتوی خیلی بالا (که در جدول ۱ آمده است ) باشد، مگر آنکه:
- ✓ جهت تولید نوترون در سنجشگری خاصی استفاده شود، و یا
- ✓ هیچ ماده پرتوزا دیگری که از نظر نوع و انرژی مناسب بوده و جهت استفاده در سنجشگری خاصی به سهولت قابل دسترسی باشد، موجود نباشد.
- ✓ در صورتی که استفاده از یک یا چند ماده پرتوزا (مندرج در جدول ۱ ) ضروری به نظر برسد، باید تاییدیه قبلی از واحد قانونی دریافت شده باشد.

#### جدول ۱ – مواد رادیواکتیو با سمیت پرتوی بسیار بالا

Pb210	Po210	Ra226	Ra228	Ac227	Th228	Th230	Pa231	U232
U233	U234	Np237	Pu238	Pu239	Pu240	Pu241	Pu242	Am241
Am243	Cm242	Cm243	Cm244	Cm247	Cm246	Cf249	Cf250	Cf252

- ✓ باید از نظر شکل فیزیکی و شیمیایی به گونه ای باشد که در تمام طول عمر مفید سنجشگر که طی آن مورد استفاده قرار می‌گیرد:
  - ✓ خوردگی و تراکم فشار داخلی کمترین مقدار بوده، و
  - ✓ در صورت شکسته شدن کیسول نگهداری چشمه، پراکندگی و انحلال مواد پرتوزا کمترین مقدار باشد.
- ۲-۲-۵ کیسول سازی چشمه‌های پرتوزا که در سنجشگری پرتوی استفاده می‌شود باید یکی از الزامات زیر برآورده سازد:
- ✓ استاندارد ملی آمریکا (NBC Hand book 126 N542. 1977)، یا
  - ✓ استاندارد ISO 2919، یا
  - ✓ هر استاندارد دیگر که توسط واحد قانونی مناسب تشخیص داده شود.
- ۳-۲-۵ وظایف تهیه کنندگان چشمه‌های رادیواکتیو جهت استفاده در سنجشگری:
- تهیه کنندگان چشمه‌های پرتوزا باید تضمین دهند که همه چشمه‌های پرتوزای که در سنجشگرها به کار می‌روند:
  - ✓ آزمایش شده و نتیجتاً علائمی بر روی آنها حک شده باشد که نشان دهنده مطابقت آنها با استانداردهای مورد قبول واحد قانونی (مانند ANSI N542. 1977) باشد.

شماره: ۸	شناسه: INRRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	صفر	سنجش گره‌های پرتوی

- ✓ جهت احراز مطابقت با هر استاندارد یا مشخصات مورد نیاز دیگر، مورد آزمایش قرار گیرند.
- ✓ هر گونه گواهی مرتبط دیگری که ممکن است برای واحد قانونی مورد نیاز باشد ارائه گردد.

### ۳-۵ کانتینرهای چشمه

- کانتینر چشمه باید از نظر طراحی و ساخت دارای ویژگی‌های زیر باشد:
- ✓ یک شاتر یا هرگونه مکانیسم دیگری جهت کنترل چشمه بصورت دستی، الکتریکی یا پنوماتیک به کانتینر متصل باشد. در غیر این صورت مورد تایید بودن آن باید به تشخیص واحد قانونی برسد.
- ✓ شاتر یا مکانیسم کنترل چشمه و کلیه ملحقات آن باید به نحوی طراحی و ساخت یا درون محفظه قرار داده شده باشند که:
- ✓ در نتیجه انجام تست‌های ویژه این‌گونه کانتینرها نتایج قابل قبولی بدست دهند.
- ✓ عملکرد آن تحت تاثیر عوامل نامساعد محیطی نظیر رطوبت، گرد و خاک، گرما، ارتعاش و مواد خوردنده بطور نامطلوبی تغییر نکند.
- ✓ شاتر یا مکانیسم کنترل چشمه را باید بتوان در وضعیت قطع پرتودهی (beam off) توسط قفل مناسب ایمن نمود. هر دو وضعیت قطع پرتودهی و پرتودهی (beam on) واضح و قابل تشخیص باشند و همچنین:
- ✓ اگر از یک نشانگر مکانیکی برای این منظور استفاده می‌شود باید در برابر آسیب‌های مکانیکی مقاوم باشد. علامت‌های قطع پرتودهی و پرتودهی باید از نوعی باشند که در اثر گردوخاک، خوردگی و ... به سادگی پاک نشوند.
- ✓ اگر از نشانگر الکتریکی استفاده می‌شود باید چراغ یا علائم مجزایی برای نشان دادن وضعیت‌های قطع پرتودهی و پرتودهی وجود داشته باشند.
- ✓ وقتی کانتینر با حداکثر پرتوزایی مجاز آن بارگذاری شود، آهنگ دز نباید در هیچ نقطه‌ای به فاصله ۵ سانتیمتر از سطح خارجی آن بیشتر از  $500 \mu\text{Sv/h}$  و در هیچ نقطه‌ای به فاصله یک متر از  $10 \mu\text{Sv/h}$  تجاوز کند. برآورد مقدار مذکور باید در وضعیت قطع پرتودهی انجام گیرد.
- ✓ اگر ماده‌ای که به عنوان حفاظ قرار گرفته دارای نقطه ذوب پایینتر از  $800$  درجه سانتی‌گراد باشد باید در محفظه فلزی با نقطه ذوب بالاتر از  $800$  درجه سانتی‌گراد بطور کاملاً بسته قرار گیرد.
- ✓ باید بتواند تغییرات پیش بینی شده برای شرایط کاری مورد نظر را بدون آنکه در کیفیت و سهولت کار شاتر یا مکانیسم کنترل چشمه و ... خللی ایجاد شود، تحمل کند. همچنین موادی که در ساخت آن مورد استفاده قرار گرفته‌اند دچار ترک و شکنندگی نگردند.
- ✓ در صورت استفاده از تجهیزات پیش بینی شده برای بلند کردن کانتینر، ساختمان آن آسیب نبیند.
- ✓ اتصالات جوشکاری، لحیم‌کاری و غیره باید براساس استانداردهای مربوطه و ضوابط مورد تایید واحد قانونی باشد.
- ✓ باید در برابر هرگونه لرزش، تشدید ناشی از لرزش و شتاب محتمل مقاوم باشد و دچار آسیب یا تغییر در کیفیت و سهولت عملکرد شاتر، سیستم کنترل چشمه و سایر قسمت‌ها نشود.
- ✓ باید مواد تشکیل دهنده آن از نظر فیزیکی و شیمیایی با هم و با ماده پرتوزای که در کانتینر قرار داده می‌شود سازگار باشد. باید رفتار این مواد تحت تاثیر اشعه در نظر گرفته شده باشد.
- ✓ اگر وزن آن بین  $10$  تا  $50$  کیلوگرم باشد باید امکانات مناسبی برای حمل دستی داشته باشد. در صورتیکه وزن آن بیشتر از  $50$  کیلوگرم باشد باید دارای امکانات مناسبی برای حمل مکانیکی باشد.



شناسه :	INRARP6CP06	صفحه: ۹	قواعد کار با پرتو در کاربرد
بازنگری :	صفر	کل صفحات: ۲۹	سنجش گره‌های پرتوی

- ✓ باید برچسب مناسبی داشته باشد که روی آن علامت خطر اشعه و عبارت «احتیاط» و عباراتی که در پیوست ۲ آمده درج شده باشد. علائم باید سیاه و با زمینه زرد باشند.
- ✓ برچسب باید مقاوم و حاوی اطلاعات زیر باشد:
- ✓ نام ماده پرتوزا
- ✓ پرتوزایی چشمه و تاریخ اندازه‌گیری آن
- ✓ ماکزیمم آهنگ دز در یک متری کانتینر (در حالت بسته بودن شاتر) و تاریخ اندازه‌گیری آن
- ✓ نام و آدرس سازنده یا فروشنده
- ✓ شماره شناسایی کانتینر
- ✓ برچسب‌های ذکر شده در دو بند قبل باید فلزی بوده و عبارات ذکر شده روی آن حکاکی یا چاپ شده باشد.
- ✓ جنس فلز بکار رفته باید با در نظر گرفتن آثار طولانی مدت خوردگی و عوامل نامساعد محیطی انتخاب شود.
- ✓ قفل کانتینر باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشد که باز شدن یا برداشتن آن با ابزار دستی رایج امکان‌پذیر نباشد.

#### ۴-۵ وظایف و مسئولیت‌ها

- ۱-۴-۵ الزامات شرکت‌های تامین کننده سنجشگرهای پرتوی:
- ✓ تنها کسانی مجاز به فروش سنجشگرهای پرتوی هستند که دارای مجوز لازم از واحد قانونی باشند.
- ✓ ضروری است تامین کننده سنجشگر پرتوی نسبت به معرفی یک نفر به عنوان شخص مسئول و مسئول فیزیک بهداشت به واحد قانونی اقدام نماید.
- ۲-۴-۵ مسئولیت‌های تامین کننده سنجشگر پرتوی:
- ✓ قبل از انتقال سنجشگر پرتوی باید تامین کننده اطلاعات و مدارک زیر را به واحد قانونی ارائه نماید.
- ✓ نام و آدرس استفاده کننده سنجشگر.
- ✓ موقعیت آشکارساز نسبت به کانتینر چشمه.
- ✓ جزئیات و مشخصات آشکارساز، عملکرد قفل های داخلی و سوییچ های خارجی مربوط به سنجشگر.
- ✓ جزئیات مشخص کننده نوع چشمه و مقدار پرتوزایی آن همراه با کپی گواهینامه های مربوطه.
- ✓ جزئیات و مشخصات تمام موادی (ترکیبات ضخامت و در صورت لزوم چگالی آنها) که بین چشمه و آشکارساز قرار می‌گیرند.
- ✓ مکان نصب سنجشگر.
- ✓ تامین کننده سنجشگر پرتوی با ارائه مدارک و گواهینامه معتبر به تشخیص واحد قانونی ثابت نماید که کانتینر چشمه الزامات بخش ۵-۵ این مجموعه را برآورده می‌نماید.
- ✓ اطمینان حاصل نماید که شاتر یا مکانیسم چشمه در صورت نصب کامل صحیح عمل می‌نماید. (با ارائه مدارک به واحد قانونی)
- ✓ اطمینان حاصل نماید که الگوی پرتو دهی در نزدیکی کانتینر چشمه اصولاً با الگوی پیش بینی شده در طراحی کانتینر (یا کانتینر مشابه با این طراحی) در شرایطی که کانتینر با حداکثر ظرفیت چشمه پرتوزا بارگذاری شده است مطابقت دارد. (با ارائه مدارک به واحد قانونی)

صفحه: ۱۰	شناسه:	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری:	سنجش گره‌های پرتوی
	INRARP6CP06	
	صفر	

#### مسئولیت‌های دارنده پروانه: ۳-۴-۵

- ✓ کسی که سنجشگر را مورد استفاده قرار می‌دهد باید الزامات زیر را بجای آورد.
- ✓ قبل از نصب سنجشگر، واحد قانونی را از جزئیات طرح و نقشه نصب تجهیزات یا تاسیساتی که سنجشگر بر روی آن نصب می‌شود مطلع نماید. این نقشه باید نشان دهنده وضعیت مکانی تاسیسات و تجهیزات با توجه به نواحی مورد اشغال (از نظر وجود افراد) باشد.
- ✓ قبل از اولین استفاده از سنجشگر و در فواصل مختلف زمانی کمتر از دوازده ماه آزمایش‌های لازم جهت اطمینان از موارد زیر را به عمل آورد:
  - ✓ آسیب دیدگی
  - ✓ سالم و خوانابودن برجسب‌ها مطابق بایندهای مربوط به ویژگی برجسب‌ها از قسمت ۳-۵
  - ✓ عملکرد صحیح شاتر یا مکانیسم کنترل چشمه.
  - ✓ اطمینان حاصل نماید که سنجشگر توسط افراد یا شرکت‌های دارای مجوز از واحد قانونی نصب می‌گردد.
  - ✓ با توجه به فواصل زمانی مشخص شده توسط واحد قانونی نسبت به انجام آزمایش آلودگی سطح کانتینر اقدام نماید.
  - ✓ اطمینان حاصل نماید که سنجشگر بصورت دوره ای مورد بازرسی و آزمایش قرار می‌گیرد و بدین ترتیب از عملکرد صحیح کلیه مکانیسم‌های کنترل مطمئن گردد. توجه خاصی باید به عملکرد مکانیسم شاتر معطوف گردد.
  - ✓ اطمینان حاصل نماید که سنجشگرهای نصب شده بر روی نقاله در خط تولید به نحوی عمل می‌نمایند که با قطع حرکت نقاله شاتر بسته می‌شود.
  - ✓ اطمینان حاصل نماید که در صورت آسیب دیدگی کانتینر چشمه و تغییر در الگوی پرتودهی تا بر طرف شدن آسیب دیدگی و تعمیر کانتینر چشمه و بدست آمدن نتایج مثبت آزمایش (از لحاظ عملکرد و حفاظ) از بکارگیری آن پرهیز می‌شود.
  - ✓ اطمینان حاصل نماید که در صورت بروز خرابی در شاتر یا مکانیسم کنترل چشمه، به سرعت تعمیر گردیده و سلامتی آنها با آزمایش‌های لازم تایید شود.
  - ✓ نتایج آزمایش‌های این قسمت (۳-۴-۵) ثبت گردد.
  - ✓ اطمینان حاصل نماید بعد از هرگونه سانحه ای نظیر آتش سوزی یا سرریز مذاب آزمایش‌های لازم برای اطمینان از عدم آسیب دیدگی کانتینر چشمه و عملکرد مناسب سنجشگر به عمل آید.
  - ✓ اطمینان حاصل نماید که در کلیه عملیات سنجشگر، عملکرد کارگران ایمن و مطابق قواعد کاری باشد. باید اطمینان حاصل گردد که کلیه کارگران این قواعد را رعایت می‌نمایند.
  - ✓ اطمینان حاصل نماید که دستورالعمل‌های اورژانس به نحوی طراحی شده است که کمترین میزان پرتوگیری افراد در صورت بروز سانحه محتمل باشد. چنین دستورالعمل‌هایی باید حاوی جزئیات کامل برای مقابله با کلیه سوانح مورد انتظار باشد. اصول کلی این دستورالعمل باید به تایید واحد قانونی برسد.
  - ✓ اطمینان حاصل نماید که پرتوگیری هر یک از افراد عادی در حد "هر چه کمتر موجه شدنی" نگهداشته شود و در هر صورت از حدود مشخص شده توسط واحد قانونی تجاوز ننماید.
  - ✓ محدودیت‌های لازم برای جلوگیری از پرتوگیری اضافی ناشی از قرار گرفتن مقابل دسته پرتو اعمال گردد (با استفاده از حفاظت‌های فیزیکی یا قفل). به نحوی که هیچیک از افراد بیش از حدود مشخص شده توسط واحد قانونی پرتوگیری ننمایند. اصل ALARA رعایت گردد.

صفحه: ۱۱	شناسه :	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری :	سنجش گره‌های پرتوی
	INRARP6CP06	
	صفر	

- ✓ بازرسی از دستگاه‌های مونی‌تورینگ بصورت دوره‌ای انجام شده و تجهیزات مونی‌تورینگ پرتو و هرگونه تجهیزاتی که برای محدود کردن پرتوگیری بکارمی‌آید را در شرایط مناسب نگهداری و مورد استفاده قراردهد.
- ✓ اطمینان حاصل نماید که کارکنان بویژه آنهاییکه تازه به کار گرفته شده اند یا مجدداً به کار با پرتو مشغول شده اند با خطرات پرتوی مرتبط با سنجشگرهای پرتوی، دستورالعمل‌های حفاظتی کار با آنها، توجهات لازم جهت جاوگیری از بروز سوانح و آسیب‌های پرتوی آشنا شده اند.
- ✓ استفاده‌کننده باید اطمینان حاصل نماید که عمل توجیه کارگران و آموزش آنها در زمینه حفاظت در برابر اشعه در مقاطع مختلف زمانی تکرار گردد.
- ✓ بازرسی و نظارت بر کار کارکنان به منظور اطمینان از انجام ملزومات این مجموعه را به عمل آورد.
- ✓ از وضعیت مناسب علائم حفاظتی و مشخص شده مطابق این مجموعه اطمینان حاصل کند. به عنوان مثال اگر علامت از جنس فلز است دارای مقاومت کافی نسبت به خوردگی، گردوغبار و غیره بوده و شرایط مختلف این علائم باید همیشه در وضعیت واضح و خوانا نگهداری شود.
- ✓ تعداد و مکان هر یک از سنجشگرهای متعلق به شرکت را در یک پرونده مجزا ثبت کند.
- ✓ استفاده‌کننده باید نسبت به معرفی یک نفر به عنوان شخص مسئول و مسئول فیزیکی بهداشت اقدام نماید. شخصی که معرفی می‌شود باید دارای تخصص و دانش کافی باشد به نحویکه توانایی درک ضوابط این مجموعه را داشته و بتواند وظایف محوله در چارچوب مسئولیت‌های قانونی را انجام دهد.
- ✓ اطمینان حاصل نماید که علائم از لحاظ شکل و ابعاد (مطابق با پیوست ۲) مناسب بوده و بر روی سنجشگر به نحوی مناسبی نمایش داده شده است.
- ✓ اطمینان حاصل نماید که مسئول فیزیکی بهداشت اندازه‌گیری‌ها، بررسی‌ها و ارزیابی‌های ایمنی لازم را انجام داده و گزارش‌های لازم ارائه شده توسط مسئول فیزیکی بهداشت را نگهداری نماید.
- ✓ مسئول فیزیکی بهداشت همواره باید در مرکز حضور داشته باشد.
- ✓ نزدیکترین آتش نشانی به محل را از مکان کلیه چشمه‌های پرتوزا و تحت کنترل مطلع نماید.

#### ۴-۴-۵ مسئولیت‌های مسئول فیزیکی بهداشت:

- ✓ مسئول فیزیکی بهداشت باید:
- ✓ اطمینان حاصل نماید که طی مراحل مختلف نصب، جابجایی، جمع‌آوری، نگهداری، تعمیر، نصب مجدد و انتقال محل سنجشگر، هر یک از کارکنان که ممکن است در معرض پرتو قرار گیرند مجهز به تجهیزات مونی‌تورینگ فردی خاص خود باشند.
- ✓ در دوره‌های آموزش حفاظت در برابر اشعه و دوره‌های بازآموزی مربوطه در مراکز مورد تایید واحد قانونی شرکت نموده و گواهی مربوطه را اخذ نماید.
- ✓ با ملزومات و قوانین کامل کار با سنجشگرهای پرتوی و روش‌های اورژانس، روش‌های مونی‌تورینگ پرتو و بکارگیری تجهیزات حفاظتی مشخص شده در این مجموعه به خوبی آشنا گردد.
- ✓ از در دسترس بودن و عملکرد صحیح کلیه مونی‌تورهای پرتو و مونی‌تورهای فردی اطمینان حاصل نماید.
- ✓ کلیه تجهیزات مونی‌تورینگ فردی را که ممکن است مورد استفاده قرار گیرد، در اختیار کارکنان قرارداده و پس از استفاده جمع‌آوری نماید.
- ✓ اطمینان حاصل نماید که تجهیزات مونی‌تورینگ فردی پس از استفاده به واحد قانونی ارسال گردد.

صفحه: ۱۲	شناسه: INRRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

✓ اطمینان حاصل نماید که هر فردی که بیش از ۱۰۰۰ میکروسیورت دز دریافت کرده یا مشکوک به دریافت چنین دزی می باشد بلافاصله مورد ارزیابی قرار می گیرد. اطلاع از دریافت چنین دزی می تواند براساس نتایج ثبت شده توسط دزی‌متر فردی شخص یا مفروضات شرایط پرتوگیری باشد. در صورتی که دزی‌متر فردی چنین شخصی برای ارزیابی به واحد قانونی ارسال شود باید شرایط پرتوگیری فرد نیز به آن مرکز اطلاع داده شود.

✓ نسبت به تهیه دزی‌متر محیطی مورد تایید واحد قانونی اقدام نماید. (مطابق با الزام بند ۵-۵-۲)

✓ وظایف محوله در ملزومات بندهای ۵-۶-۲ (اورژانس) و ۵-۷-۲ (حمل و نقل) را بجا آورد.

#### ۵-۴-۵ مسئولیت‌های پرتوکاران

هر یک از پرتوکاران باید:

✓ هرگونه عیب جدی را که بر روی تجهیزات مشاهده کند یا احتمال دهد که این عیب ممکن است منجر به پرتوگیری یا افزایش آهنگ دز گردد به مسئول فیزیک بهداشت گزارش نماید.

✓ با علائم و هشدارها که در نواحی کار نمایش داده شده اند آشنا گردد و از آنها تبعیت نماید و کلیه دستورات لازم در رابطه با حفاظت و ایمنی خود و دیگران را رعایت نماید.

✓ از سهل انگاری و بی‌دقتی در حین انجام کار که منجر به بروز خطرات پرتوی برای او یا دیگران گردد پرهیز نماید.

✓ از تجهیزات و وسایلی که به منظور ارزیابی پرتوگیری فردی توسط واحد قانونی ارائه می‌گردد به نحو مناسب و مطابق با توصیه های واحد قانونی استفاده نماید.

#### ۵-۵ مونیتورینگ و سطوح آهنگ دز

۱-۵-۵ دستگاه های مونیتورینگ لازم:

✓ استفاده کننده از دستگاه های سنجشگر پرتوی در صورت تشخیص واحد قانونی، باید از در دسترس بودن دستگاه های مونیتورینگ در مکان های مناسب و زمان های لازم با توجه به نکات ذیل اطمینان حاصل نمایند:

✓ کلیه افرادی که بطور مستقیم در عملیات نصب، جمع‌آوری و سرویس سنجشگرهای پرتوی شرکت می‌کنند باید از دزی‌متر فردی مناسب نظیر فیلم بیج یا دزی‌متر ترمولومینسانس (TLD) در حین کار استفاده نمایند. این دزی‌مترها باید از مراکز مورد تایید واحد قانونی (ضمیمه ۴) تهیه شوند. در صورتی که استفاده کننده مایل به استفاده از نوع دیگری از دزی‌متر های فردی باشد باید با واحد قانونی مشاوره نموده و کسب اجازه نماید.

✓ باید از یک دزی‌متر محیطی متناسب با نوع و انرژی پرتو مورد استفاده در مجاورت محل نصب سنجشگرهای پرتوی از نوع گاما و بتا جهت حصول اطمینان از سطح آهنگ پرتو استفاده نمود.

#### ۲-۵-۵ دزی‌مترهای محیطی

دستگاه های سنجش پرتو که به آنها دزی‌متر محیطی اطلاق می گردد باید:

✓ حداقل دارای محدوده اندازه گیری آهنگ دز معادل از ۱ میکرو سیورت بر ساعت تا ۱۰ میلی سیورت بر ساعت (یا معادل آن) باشند. (سروی میتر های نوترون غالباً آهنگ دز را بر حسب میکرو سیورت بر ساعت نمایش می دهند)

صفحه: ۱۳	شناسه: INRRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

- ✓ در صورت تجاوز آهنگ دز از حداکثر محدوده قابل نمایش در هر رنج انتخابی سروی میتر، این موضوع با علائم نوری یا صوتی بصورت ممتد نمایش داده شود.
- ✓ عدم قطعیت در نمایش آهنگ دز در سنجش پرتوهای گاما در هر میدان مشخص کمتر از ۰.۲۵٪ باشد. این موضوع شامل عدم قطعیت در نمایش آهنگ دز برای محدوده انرژی‌های که دستگاه قادر به اندازه‌گیری آن است می‌باشد.
- ✓ کلیه دزیمترهای محیطی باید قبل از اولین استفاده، در دوره‌های زمانی حداکثر ۱۲ ماهه و بعد از هر آسیب یا تعمیر توسط مراکز مورد تأیید واحد قانونی کالیبره شده و دارای گواهی یا برچسب کالیبرسیون باشند.

#### ۳-۵-۵ سطوح آهنگ دز در سنجشگرها

- در استفاده از سنجشگرهای پرتوی مقادیر حدود دز داده شده براساس استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه که در ضمیمه ۱ این مجموعه داده شده است بایستی رعایت شود. بمنظور برنامه‌ریزی در نواحی نزدیک سنجشگرها مقادیر زیر بعنوان حداکثر آهنگ دز مجاز توصیه می‌شود:
- ✓ در مکان‌هایی با ضریب اشغال کم (جائی که افراد در آن حضور دائم ندارند)
  - در مواردی که تنها امکان پرتوگیری اعضای جانبی بدن مانند دست و پا وجود دارد آهنگ دز ۳۵۰ میکروسیورت بر ساعت، و
  - در مواردی که امکان پرتوگیری سایر قسمت‌های بدن وجود دارد آهنگ دز ۲۵ میکروسیورت بر ساعت.
- ✓ برای مکان‌هایی با ضریب اشغال بالا (جائی که افراد در آن حضور دائم دارند)، ۰/۱ مقادیر .

#### ۴-۵-۵ پرتوگیری ناشی از سوانح

- ✓ بر اثر اشکال در تجهیزات، مسائل کاری پیش بینی نشده، گم شدن چشمه یا برخی دلایل دیگر که در کنترل استفاده کننده نمی‌باشد ممکن است برخی افراد دچار پرتوگیری شوند. پرتوگیری بی‌مورد ممکن است قبل از اطلاع از وقوع سانحه روی دهد. در صورت اطلاع یا احتمال وجود پرتوگیری ناشی از سانحه باید نسبت به مقابله با سانحه اقدام نموده و در صورت لزوم با واحد قانونی مشاوره گردد.
- ✓ در وقوع یک حادثه پرتوی در سنجشگرها ممکن است نیاز باشد تا یک یا چند نفر جهت رفع سانحه مقداری دز دریافت کنند، در اکثر سوانح می‌توان از مقادیر دز دریافتی زیر جهت برنامه‌ریزی برای عملیات مقابله با سانحه استفاده نمود.
  - ۱۰۰۰ میکروسیورت برای دز تمام بدن از منابع گاما و نوترون
  - ۱۵۰۰۰ میکروسیورت برای دز دست و پا
  - ۶۰۰۰ میکروسیورت برای دز پوست از پرتوهای کم انرژی
- ✓ در صورت وقوع یک سانحه باید گزارش مربوط به نوع سانحه، دلایل رخداد آن، اقدامات انجام شده در جهت رفع سانحه و فهرست افراد پرتوگیری کرده یا مظنون به پرتوگیری با ذکر میزان پرتوگیری به واحد قانونی ارائه گردد.

شناسه :	INRARP6CP06	صفحه: ۱۴	قواعد کار با پرتو در کاربرد
بازنگری :	صفر	کل صفحات: ۲۹	سنجش گرهای پرتوی

#### ۶-۵ رویه های اجرایی

چنانکه قبلا گفته شد نباید افراد آموزش ندیده و فاقد تجربه کافی یا بدون مجوز به کارهایی نظیر نگهداری، جابجایی، تنظیم و ... سنجشگرها اقدام یا در آنها دخالت نمایند.

#### ۱-۶-۵ قواعد کار

- ✓ استفاده کننده باید با در نظر گرفتن موارد زیر قواعد کار را تهیه و برای تایید به واحد قانونی ارائه کند.
- ✓ روش های انجام مونیتورینگ محیطی، تست آلودگی غیر ثابت سطوح و اینکه مونیتورینگ و تستها در چه زمانها و موقعیتهایی انجام می شوند.
- ✓ روش کار با چشمه یا کنترل های شاتر و نحوه قفل کردن کانتینر چشمه.
- ✓ نحوه بکارگیری قفلها و روش های ایمنی و تجهیزات لازم برای جلوگیری از پرتوگیری افراد.
- ✓ روش های حصول اطمینان از عدم پرتوگیری اعضاء بدن در حالت پرتودهی سنجشگر به دلیل داخل نمودن اعضا بدن به درون دستگاهی که سنجشگر در آن نصب شده است.
- ✓ ترتیبات لازم برای امنیت چشمه وقتی کانتینر آن در انبار یا در حال حمل و نقل است.
- ✓ بازبینی منظم از کلیه تجهیزات نظیر کانتینر چشمه، دزیمترهای محیطی، دزیمترهای فردی، برچسبها، علامت گذاریها و هشدارها.
- ✓ نوع دزیمترهای فردی و نحوه و زمان استفاده از آنها
- ✓ رویه و مراحل کار در موارد اورژانس

#### ۲-۶-۵ دستورالعمل اورژانس

- روش کار در موارد اورژانس باید تامین کننده موارد زیر باشد:
- ✓ ارزیابی فوری از نوع و وسعت خطرات بعد از بروز هرگونه سانحه توسط مسئول فیزیک بهداشت
- ✓ اقدامات لازم برای برقراری آرامش
- ✓ روش های کنترل سانحه نظیر استفاده از حفاظ، دور کردن افراد یا چشمه از محل تا فاصله ایمن، مونیتورینگ افراد یا تجهیزاتی که از محل خارج می گردند و کنترل دقیق ورود یا دسترسی به محل.
- ✓ بلافاصله بعد از کنترل سانحه، مسئول فیزیک بهداشت باید با محاسبه یا از روی نتایج دزیمترهای فردی، دز دریافتی افراد درگیر در سانحه را برآورد کند.
- ✓ در صورت گم شدن یا آسیب دیدن چشمه یا اگر در نتیجه سانحه دز شخصی از حد دز بیشتر شود، مسئول فیزیک بهداشت باید مورد را به دارنده پروانه اطلاع دهد. دارنده پروانه باید:
- بلافاصله سانحه را همراه با ذکر اقدامات پیشنهادی برای برگرداندن وضعیت به حالت عادی به واحد قانونی گزارش دهد.
- طبق ۴-۴-۵ ارزیابی انجام گردد و گزارش کاملی از سانحه با ذکر جزییات مراحل و اقدامات لازم برای جلوگیری از وقوع مجدد چنین سانحه ای ظرف مدت ۷ روز به واحد قانونی ارائه دهد.
- ✓ در دسترس بودن نام و شماره تلفن افراد ذیربط جهت تماس در هنگام بروز سانحه بطوریکه به سرعت امکان دسترسی به آن وجود داشته باشد.
- ✓ در تهیه دستورالعمل اورژانس باید سوانح قابل پیش بینی زیر در نظر گرفته شوند:
- هرگونه آسیب مشکوک یا قابل رویت بر چشمه، کانتینر یا هر دو

صفحه: ۱۵	شناسه: INRRP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

- بروز یا احتمال بروز اشکال در عملکرد چشمه یا مکانیسم کنترل شاتر
- گم شدن یا شک به گم شدن چشمه
- عدم اجرای درست رویه های ایمنی
- آتش سوزی، سیل یا هرگونه حوادث غیرمترقبه دیگر

#### ۷-۵ نگهداری و حمل و نقل

##### ۱-۷-۵ نگهداری سنجشگرهای پرتوی:

- ✓ سنجشگرهایی که بلافاصله پس از دریافت از آنها استفاده نمی گردد یا آنهایی که هنوز دارای مواد پرتوزا بوده و از سرویس خارج و جمع‌آوری گردیده اند، باید بطور ایمن نگهداری شوند.
- ✓ ضوابط نگهداری:
- ✓ الزامات زیر باید برای سنجشگرها در نظر گرفته شود:
  - مکانیسم کنترل چشمه یا شاتر باید قفل شده و یا بطور ایمن در وضعیت قطع پرتو دهی قرار گیرد.
  - مسئول فیزیک بهداشت بوسیله مونیتورینگ مناسب باید مطمئن شود که پرتوی ناشی از سنجشگر بوسیله مکانیسم کنترل چشمه یا شاتر در وضعیت قطع پرتو دهی بطور مناسب تضعیف شده است.
- ✓ الزامات انبار (محل نگهداری):
- ✓ انبار باید الزامات زیر را برآورده سازد:
  - بطور محکم و با مصالح ساختمانی با دوام ساخته شود.
  - آهنگ دز در هیچیک از نواحی قابل دسترس در خارج از انبار نباید از ۲۵ میکروسیورت بر ساعت تجاوز نماید.
  - انبار باید در محلی باشد که پرتو گیری ناشی از آن در محل‌های اشغال شده براساس اصل "هر چه کمتر موجه شدنی" (ALARA) باشد.
  - انبار باید از دسترس افراد متفرقه مصون بوده و همیشه قفل و تحت کنترل نگهداری شود.
  - انبار باید دارای علامت خطر اشعه مناسب باشد که بر روی آن کلمه احتیاط بطور واضح درج شده باشد. علامت خطر اشعه باید به رنگ سیاه و در زمینه زرد رنگ طراحی شده باشد. مثالی از یک علامت خطر اشعه مناسب در پیوست ۲ آورده شده است. اینگونه علامت‌ها باید دارای شماره تماس مسئول فیزیک بهداشت باشد که بتوان در موقع ضرورت با آنها تماس برقرار نمود.
  - انبار نباید در مجاورت مواد قابل انفجار، اشتعال، خورنده و همچنین فیلم رادیو گرافی قرار داده شود.

##### ۲-۷-۵ الزامات حمل و نقل سنجشگرهای پرتوی

- این بند برای هرگونه حمل و نقل سنجشگرهای پرتوی در مسافت‌های بین تهیه کننده اصلی، عامل فروش، مصرف کننده، شرکت نصب و نگهداری و یا هر سازمان دیگری به کار می‌رود. الزامات این بخش باید بطور دقیق مورد توجه قرار گیرد بطوریکه حمل و نقل سنجشگرهای پرتوی نباید خطری را برای افرادی که در گیر حمل و نقل هستند ایجاد کند. اینگونه افراد عموماً دارای اطلاعات بسیار کمی در رابطه با خطرات پرتوها هستند و نباید در معرض خطر ناشی از بسته بندی نامناسب سنجشگرهای پرتوی قرار گیرند.

صفحه: ۱۶	شناسه: INRRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

✓ آمادگی برای حمل و نقل:

✓ الزامات زیر باید برآورده شود:

- مکانیسم کنترل چشمه یا شاتر در داخل کانتینر چشمه باید در وضعیت beam off قفل گردد.
- مسئول فیزیک بهداشت بوسیله مونیتورینگ مناسب باید مطمئن شود که پرتوی ناشی از سنجشگر بوسیله مکانیسم کنترل چشمه یا شاتر در وضعیت beam off بطور مناسب تضعیف شده و پرتوهای آن مطابق الگوی پرتوهای پیش بینی شده است.
- کانتینر چشمه باید در داخل یک بسته بندی بیرونی محکم و مناسب برای حمل آماده گردد. کانتینر باید در داخل این بسته بندی بیرونی، محکم و بدون حرکت نگاه داشته شود. ( برای مثال کانتینرهای سنگین با استفاده از زنجیر و پیچ و مهره در داخل بسته بندی بیرونی ثابت شود).
- بسته بندی بیرونی باید دارای برچسب مناسب براساس استانداردهای حمل و نقل مواد پرتوزا باشد.

✓ حمل و نقل:

✓ در حین حمل و نقل چشمه‌های پرتوزا در وسیله نقلیه باید الزامات زیر رعایت گردد:

- بسته حاوی مواد پرتوزا باید طوری در وسیله نقلیه قرار داده شود که دز دریافتی در محل سرنشینان آن به حداقل ممکن برسد. آهنگ دز در محل سرنشین نباید از ۲۰ میکرو سیورت بر ساعت تجاوز کند.
- بسته ها باید به گونه ای بارگیری گردند که در حوادثی که بطور معمول برای وسایل نقلیه اتفاق می افتد جابجا نگردند.

✓ جابجایی کانتینر حاوی چشمه در داخل مرکز استفاده کننده:

- باید قبل از هرگونه اقدام برای برداشتن کانتینر از روی تجهیزات ثابت کننده آن، مکانیسم کنترل چشمه یا شاتر کانتینر چشمه در وضعیت قطع پرتوهای قفل گردد.
- مسئول فیزیک بهداشت بوسیله مونیتورینگ مناسب باید مطمئن شود که پرتوی ناشی از سنجشگر بوسیله مکانیسم کنترل چشمه یا شاتر در وضعیت قطع پرتوهای بطور مناسب تضعیف شده و پرتوهای آن مطابق الگوی پیش بینی شده است.
- کانتینر حاوی چشمه باید به گونه ای با استفاده از وسایل بلند کردن و حمل مناسب از محل نصب آن برداشته و در داخل تاسیسات حمل گردد که پرتوگیری افراد به هر چه کمتر موجه شدنی کاهش یابد.

✓ اقداماتی که باید در پی آسیب به کانتینر در حین حمل انجام شود:

- اگر کانتینر آسیب دیده یا به نظر میرسد که آسیب دیده باشد، الزامات زیر باید برآورده گردد:
- شخص مسئول کانتینر در هنگام حادثه باید دارنده پروانه و واحد قانونی را آگاه سازد.
- دارنده پروانه باید مطمئن گردد که کانتینر چشمه به دقت مورد آزمایش قرار گرفته و کماکان با الزامات این دستور العمل مطابقت دارد. در غیر این صورت باید تمام آسیبهای وارده به کانتینر قبل از استفاده مجدد از آن رفع گردد.



صفحه: ۱۷	شناسه: INRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

#### ۱-۸-۵ حسابرسی:

- ✓ استفاده‌کننده همواره باید حسابرسی چشمه‌های پرتوزای تحت کنترل خود را در اختیار داشته باشد. لذا باید کلیه اطلاعات آماری و مکانی چشمه‌ها را در هر لحظه بطور دقیق داشته باشد.
- ✓ ثبت اطلاعات چشمه‌های پرتوزا:
- ✓ استفاده‌کننده باید برای همه چشمه‌های پرتوزا گزارش‌هایی شامل اطلاعات زیر را ثبت و نگهداری نماید:
  - شماره شناسایی و محل استقرار آنها
  - نوع مواد پرتوزا در چشمه‌ها
  - مقادیر پرتوزایی و تاریخ اندازه‌گیری آنها

#### ✓ واگذاری:

- استفاده یا تهیه کننده بدون کسب مجوزهای لازم از واحد قانونی، مجاز به انتقال یا واگذاری سنجشگرهای پرتوی به غیر نمی‌باشد.

#### ✓ بازبینی سالیانه:

- استفاده‌کننده باید به صورت سالیانه چشمه‌های پرتوزا و محل استقرار آنها را مورد بازبینی قرار داده و یک کپی از نتایج آن را به واحد قانونی ارسال نماید و جابجایی های چشمه‌ها را که در این مدت صورت گرفته شرح دهد.

#### ✓ مشاهده اشکال در آمار چشمه‌های موجود:

- استفاده‌کننده در صورت مشاهده هر گونه اشکال در آمار چشمه‌های موجود (مثلا کم شدن چشمه‌ها) باید بلافاصله واحد قانونی را مطلع سازد.

#### ۹-۵ دورریزی چشمه‌های پرتوزا

- ✓ استفاده‌کننده باید قبل از دورریزی هر چشمه پرتوزا، نسبت به کسب مجوز لازم از واحد قانونی اقدام نماید.

۱۸ صفحه: ۱۸	شناسه: INRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گرهای پرتوی

## ۶- منابع

1. NATIONAL HEALTH AND MEDICAL RESEARCH COUNCIL OF AUSTRALIA .Code of Practice for The Safe Use of Radiation Gauges . ARPANSA .Canberra (1983).
2. ATOMIC ENERGY ORGANIZATION OF IRAN .RADIATION PROTECTION DEPARTMENT, Radiation Protection Act of Iran and its Regulations .AEOI .Tehran (1989).
3. IRANIAN NUCLEAR REGULATORY AUTHORITY .NATIONAL RADIATION PROTECTION DEPARTMENT .Basic Radiation Safety Standards .NRPD .Tehran (1999).
4. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY .Categorization of Radioactive Sources .IAEA-TECDOC-1344 .Vienna (2003)
5. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY .Practical Radiation Safety Manual .IAEA-PRSM-3 ,(Rev. 1) .1996.
6. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY .The Safe Use and Regulation of Radiation Sources .IAEA .1992.
7. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY .Safety Series No. 102 . IAEA .1990.
۸. ((آشنائی با فیزیک بهداشت))، هرمان سمبر، ترجمه محمد ابراهیم ابوکاظمی، هوشنگ سپهری و علیرضا بینش، ۱۳۷۱
۹. ((بررسی و خواص رادیوایزوتوپ ها))، جی ان گریگوری، ترجمه محمد ابراهیم بنیسی و کاظم

صفحه: ۱۹	شناسه: INRRP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

## پیوست ۱

### اثرات بیولوژیکی پرتوهای یونساز

#### مقدمه:

انسان همواره در معرض تابش پرتوهای کیهانی، منابع زمینی پرتوها و .. بوده است. میزان این نوع پرتوگیری از پرتوژائی طبیعی در نقاط مختلف متفاوت است اما در مجموع و بطور متوسط منجر به دریافت ۲mSv در سال برای هر فرد می‌گردد. البته باید در نظر داشت مناطق محدودی نیز وجود دارند که میزان تشعشع منابع زمینی در آنجا بیشتر است.

در سه دهه‌ی اخیر اطلاعات بسیاری در مورد اثرات بیولوژیکی پرتوهای یونساز بر انسان بدست آمده است. هنگامی که این آثار در فرد پرتو دیده ظاهر شود، اثرات مذکور سوماتیک (جسمی) و در صورتیکه در فرزندان و نسل فرد پرتو دیده مشاهده شود اثرات ارثی خوانده می‌شوند.

در گذشته عوامل گوناگون دیگری نیز موجب آسیب دیدگی بافت‌ها و اندام‌های انسان می‌شده است. به عنوان مثال بسیاری از کارگرانی که برای رنگ آمیزی عقربه‌های ساعت از ترکیبات رادیوم استفاده می‌کردند به سارکومای استخوان و معدن کاران شاغل در معادن اورانیوم غالباً " به سرطان ریه مبتلا می‌گشتند. در تمام موارد فوق، اثرات ایجاد شده ناشی از پرتو، موید دریافت دزهایی به مراتب بالاتر از دز ناشی از تابش طبیعی زمینه است.

#### ۱- تقسیم بندی اثرات بیولوژیکی:

اثرات ناشی از پرتوگیری با پرتوهای یونساز به دو دسته تقسیم می‌گردند:

- الف- اثرات احتمالی ( Stochastic effects )
- ب- اثرات قطعی ( non - Stochastic effects )

#### الف- اثرات احتمالی:

اثرات احتمالی اثراتی هستند که احتمال وقوع آنها با افزایش دز دریافتی بیشتر می‌شود. این اثرات همان گونه که از نامشان پیداست به صورت تصادفی پدیدار گشته و حتی ممکن است در شخصی که در معرض تابش پرتوها قرار نگرفته نیز مشاهده گردد. مثلاً اگر شخصی پرتوگیری نکرده باشد احتمال بروز سرطان خون (لوسمی) در وی صفر نیست اما با افزایش پرتوگیری احتمال بروز سرطان خون افزایش می‌یابد. برای بروز این اثرات معمولاً آستانه دز وجود ندارد و براساس مطالعات و بررسی‌های انجام شده مشخص گردیده که وقوع بیماری‌های بدخیمی مانند لوسمی ممکن است سال‌ها پس از پرتوگیری ظاهر شوند. اثرات جهش زاوی نیز از اثرات احتمالی پرتوها محسوب شده و حتی ممکن است در نسل‌های بعد هم ظاهر شود. به نظر می‌رسد ناهنجاری‌های ناشی از این جهش‌ها بیشتر در نسل اول و یا دوم فرد پرتو دیده مشاهده می‌شود. منحنی احتمالی بروز این اثرات بصورت تابعی خطی از دز می‌باشد. با توجه به این منحنی حتی برخورد یک فوتون اشعه گاما نیز ممکن است باعث بروز سرطان گردد. در واقع اصل هرچه کمتر موجه شدنی " ALARA " با توجه به خطی بودن منحنی پاسخ - دز اثرات احتمالی وضع شده است.

صفحه: ۲۰	شناسه: INRRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

بطور کلی ویژگی‌های اثرات احتمالی را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- ۱ - آستانه دز برای بروز این اثرات وجود ندارد.
- ۲ - احتمال بروز این اثرات با افزایش دز بیشتر می‌گردد.
- ۳ - تندی دز ارتباطی با بروز اثرات احتمالی ندارد.

#### ب- اثرات قطعی:

اثرات قطعی زمانی ظاهر می‌شوند که میزان پرتوگیری فرد از حد آستانه بیشتر باشد. این اثرات بر هر عضو یا بافت به گونه‌ی خاصی تاثیر می‌گذارند. به عنوان مثال اثر آن بر پوست به صورت سرخی و التهاب پوست (اریتما)؛ در چشم به صورت آب مروارید و در غدد تناسلی آسیب سلولی منجر به ناباروری ایجاد می‌کند. در بسیاری از این موارد برای بروز یک اثر به یک حداقل دز و یا دز آستانه نیاز است. اگر فردی دز بالاتر از آستانه دریافت کند ظهور اثر آن در زمان نسبتاً کوتاهی رخ داده و اثر آن نمایان‌تر و بیشتر خواهد بود. اما اگر دز دریافتی کمتر از دز آستانه باشد بسیاری از اثرات ایجاد شده موقت و گذرا بوده و سپس بافت یا اندام مورد نظر به شرایط نرمال باز می‌گردد.

ویژگی‌های اثرات قطعی به صورت خلاصه عبارتند از:

- ۱- قبل از بروز یک اثر مشخص مقدار دز بایستی از آستانه معین تجاوز کند.
- ۲- هر چه مقدار دز بیشتر باشد اثر آن بیشتر و نمایان‌تر خواهد بود.

#### ۲- اثرات عمومی پرتوهای یونساز بر سلول:

بطور کلی پرتوها به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم بر سلول اثر می‌گذارند.

##### ۱-۲ اثرات مستقیم:

- الف- ایجاد وقفه در تقسیم سلولی.
- ب - جهش (موتاسیون) ژنی.
- ج - شکست کروموزومی یا تغییر ترکیب و ساختمان کروموزوم‌های آسیب دیده که منجر به تولید سلول‌های غیرطبیعی می‌گردد.
- د - مرگ سلولی که علت آن از دست دادن اعمال اختصاصی و بهم خوردن نسبت ترکیبات داخلی سلول و همچنین نداشتن ظرفیت برای تولید مواد جدید می‌باشد.

##### ۲-۲ اثرات غیرمستقیم:

از آثار غیرمستقیم پرتوها اثر رادیوشیمیایی آن بر سلول است که موجب تغییر در اجزای شیمیایی سلول و تولید مولکول‌های یونیزه می‌گردد.

اثراتی که پس از پرتوگیری با پرتوهای یونساز در انسان ظاهر می‌شوند به لحاظ زمان بروز اثرات یکسان نیستند این اثرات ممکن است زودرس یا تاخیری باشند. اگر پرتوگیری با دز زیاد در مدت زمان بسیار کم رخ دهد، پرتوگیری حاد و اثرات ناشی از آن را اثرات زودرس می‌نامند. مانند سرخی پوست (اریتما) و چنانچه پرتوگیری در دراز مدت با دز کم رخ دهد اثرات آن ممکن است در درازمدت مشاهده گردد که در این صورت آن را پرتوگیری مزمن و اثر ناشی از آن را اثر تاخیری می‌نامند نظیر بروز سرطان در افراد پرتودیده.

صفحه: ۲۱	شناسه: INRRAP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

۱-۲-۲ اثرات زودرس پرتوها:

الف - اثرات پوستی:

این اثرات بر روی پوست به سه شکل زیر ظاهر می‌شوند:

۱ - سرخی ملایم پوست (اریتما): در این حالت در ناحیه پرتودیده پوست سرخی ملایمی ایجاد می‌شود که شبیه سوختگی ناشی از آفتاب است. این حالت بعد از دریافت دزی حدود ۴ گری ایجاد شده و در مدت ۷ روز برطرف می‌شود.

۲ - اثر تاول مرطوب: این اثر بصورت التهاب و سرخی شدید پوست است که منجر به تولید تاول می‌گردد. این حالت را میتوان به سوختگی درجه دو پوست تشبیه نمود. چنین حالتی در نتیجه دریافت دز بالای ۵ گری ایجاد می‌شود. بازیابی و ترمیم در این حالت بسیار کند بوده و حدود ۶ هفته به طول می‌انجامد.

۳ - مرگ سلولی: این اثر وضعیت بسیار شدید و دردناک آزرده‌گی پوست است که با دزی حدود ۱۵ گری یا بیشتر ایجاد می‌شود. این حالت بسیار شبیه به سوختگی درجه سه پوست است و التیام و ترمیم آن به سختی صورت گرفته و بهبودی کامل ممکن است تا چند سال به طول بیانجامد.

ب - اثر بر روی عناصر خونی:

دریافت دزی در حدود ۰/۲۵ گری منجر به کاهش گلبول‌های سفید و دز بالاتر از ۰/۵ گری به کاهش پلاکت‌های خون منجر می‌گردد. در دز ۲ گری فعالیت مغز استخوان کاهش یافته و در ۴ تا ۶ گری توقف کامل فعالیت مغز استخوان رخ می‌دهد.

ج - اثر بر روی سلول‌های جنسی:

برخورد پرتو به سلول‌های جنسی در انسان باعث کاهش تعداد آنها و احتمالاً سبب عقیمی کامل می‌گردد.

د - اثر بر جنین:

اثرات پرتو بر روی جنین به سن جنین بستگی دارد. هر چه جنین جوانتر باشد میزان تاثیر گذاری پرتو بر آن بیشتر خواهد بود و این اثر بویژه در چهار هفته اول رشد جنین محسوس است. این اثرات می‌تواند موجب سقط جنین، عقب ماندگی ذهنی، لوسمی، ناهنجاری کلیه، ناهنجاری‌های اسکلتی، کوتاهی قد و... گردد. در برخی موارد سقط جنین ممکن است در اثر بهم خوردن تعادل هورمونی ناشی از پرتوگیری رخ دهد. اعضای مختلف جنین به خصوص سلسله اعصاب مرکزی، چشم و... بیشتر از افراد بالغ، به پرتو حساس هستند که می‌توان آنرا به توسعه سریع و فعالیت متابولیکی جنین مربوط دانست.

در شرایطی که تمام بدن تحت تاثیر پرتو با دز بالا قرار گیرد ممکن است اثرات ذکر شده به هریک از اعضای بدن یکجا بروز کند. اثر عمومی پرتو بر اعضای مختلف بدن تقریباً متفاوت بوده و در بعضی اعضا شدید و در برخی ممکن است خفیف تر باشد. اگر دز دریافتی تمام بدن کمتر از حدود ۰/۲۵ گری باشد ممکن است اثر بالینی مشاهده نشده و تنها با انجام آزمایش‌های اختصاصی از جمله بررسی‌های کروموزومی قابل تشخیص باشد.

صفحه: ۲۲	شناسه: INRRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

در دز حدود ۱ گری در فرد پرتو دیده علائم بالینی مشاهده می‌شود که این علائم در دزهای مختلف در جدول زیر نشان داده شده است:

### جدول ۱ - علائم پرتوگیری در دزهای مختلف

محدوده دز (گری)	نوع علامت
۰/۶ - ۱/۳	بی اشتهایی
۱/۲ - ۱/۷	تهوع
۱/۷ - ۲/۷	استفراغ
۲/۴ - ۳	اسهال

#### ۲-۲-۲ اثرات تاخیری پرتوها:

اثرات تاخیری اغلب به شکلهای زیرظاهر می‌شوند:

الف - اثرات ژنتیکی:

عوامل مختلفی مانند عوامل شیمیایی، عوامل فیزیکی و پرتوها می‌توانند موجب بهم خوردن ترکیبات DNA شوند که این اختلال در محتوای اطلاعاتی سلول‌های بدن بی نظمی ایجاد می‌نماید. همچنین این تغییرات در DNA می‌تواند موجب جهش (موتاسیون) گردد که در این صورت امکان بروز نارسایی های ژنتیکی متعددی در آینده وجود دارد.

ب - اثرات سرطان زایی:

بروزانواع مختلف سرطان به خصوص سرطان تیروئید، سرطان ریه از جمله اثرات تاخیری پرتوها می‌باشند.

## پیوست ۲

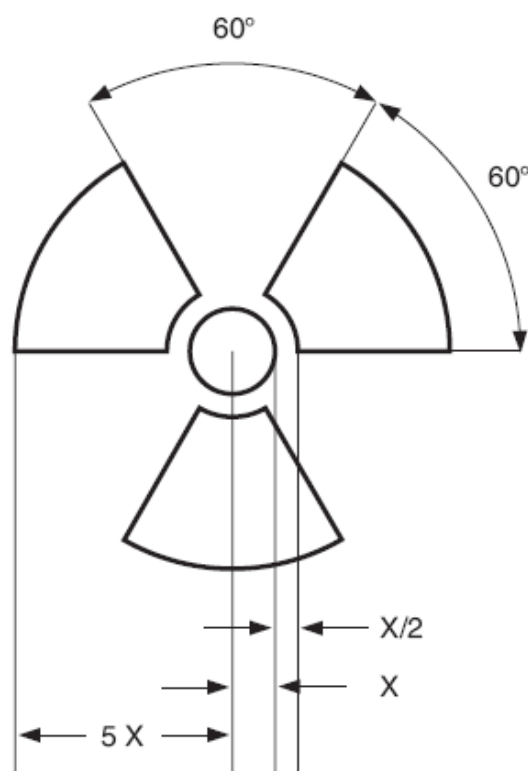
پلاکاردها، هشدارها و برچسب‌های خطر اشعه

## ۱- رنگ

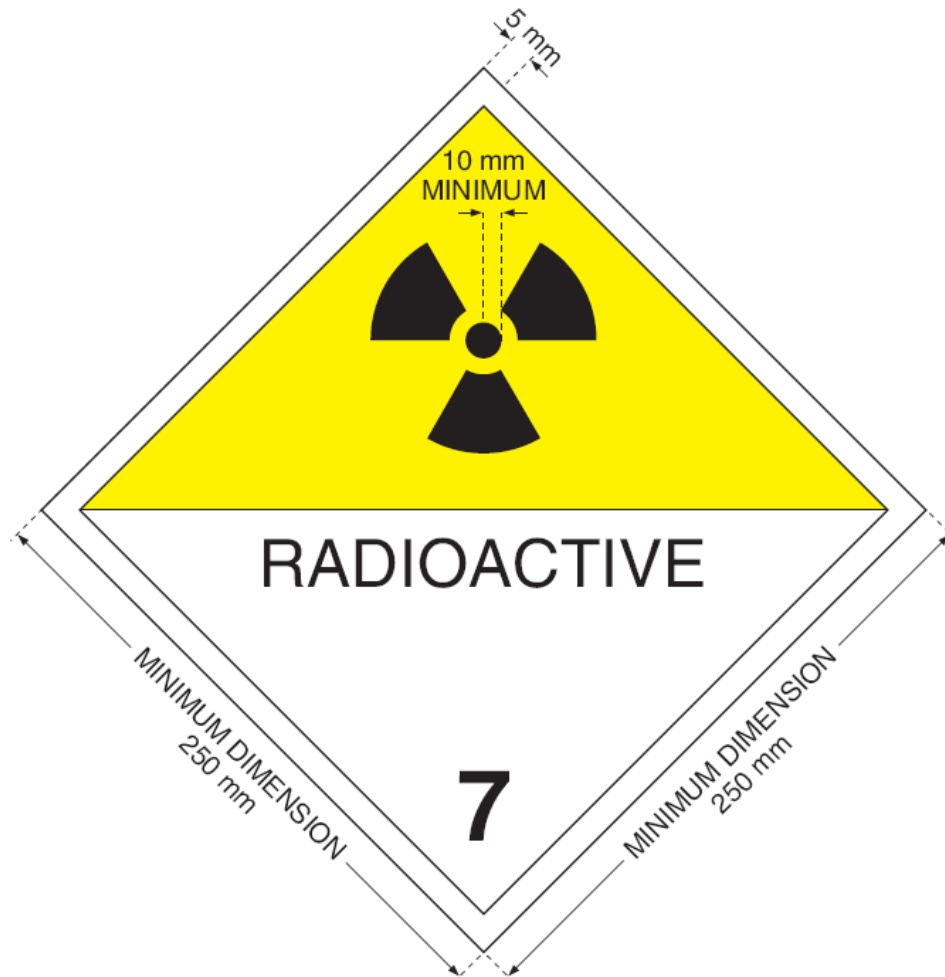
زمینه علائم خطر اشعه باید به رنگ زرد و خود علامت و نوشته‌های مرتبط به رنگ سیاه باشد.

## ۲- اندازه و مشخصات

شکل و اندازه علامت خطر اشعه باید براساس نمونه زیر و با اندازه‌های متناسب با مقادیر داده شده طراحی گردد.



۳- نمونه‌ای از علائم خطر اشعه مناسب برای محوطه نصب سنجشگر



احتیاط

خطر پرتوگیری

محوطه وجود سنجشگر پرتوی

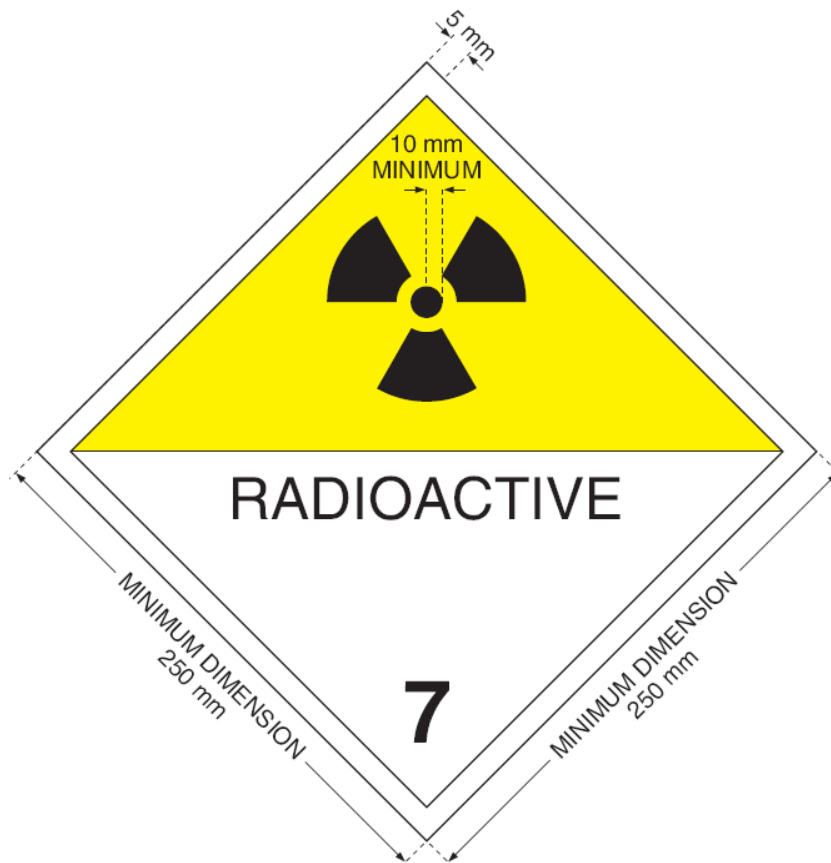


۴- نمونه‌ای از علائم خطر اشعه مناسب برای انبار نگهداری سنجشگر



احتیاط  
خطر پرتوگیری  
انبار نگهداری مواد پرتوزا

۵- نمونه‌ای از علائم خطر اشعه مناسب به عنوان برچسب روی سنجشگر



احتیاط  
خطر پرتوگیری

نوع ماده پرتوزا:

تاریخ:

پرتوزائی:

حداکثر آهنگ دز در یک متری:

تاریخ اندازه گیری:

تلفن مسئول فیزیک بهداشت در زمان ضرورت

شناسه :	INRARP6CP06	صفحه: ۲۷
بازنگری :	صفر	کل صفحات: ۲۹

قواعد کار با پرتو در کاربرد

سنجش گره‌های پرتوی

### پیوست ۳

#### روش‌های کاهش پرتوگیری

هدف دستورالعمل حاضر، کاهش پرتوگیری افرادی است که به نوعی با پرتوها سروکار دارند مانند کسانی که از سنجشگرها به عنوان منابع پرتو استفاده می‌کنند و یا افرادی که در نگهداری و تعمیر یا نصب و جایگزینی چشمه‌ها در دستگاه‌های مذکور دخالت دارند.

بطور کلی برای حفاظت افراد در برابر پرتوگیری خارجی و کاهش خطرات آن روش‌های زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- افزایش فاصله بین منبع پرتو و افرادی که در معرض آن قرار دارند. (عامل فاصله)
- ایجاد حفاظ مناسب بین منبع پرتو و افرادی که در معرض آن قرار دارند. (عامل حفاظ)
- به حداقل رساندن زمان پرتوگیری افراد (عامل زمان)

خلاصه روش‌های فوق در زیر ذکر می‌گردد:

#### ۱- عامل فاصله :

با افزایش فاصله از منبع پرتو آهنگ دز چشمه کاهش می‌یابد. اگر اندازه منبع پرتو کوچک باشد (مانند: سنجشگرها)، آهنگ دز متناسب با عکس مجذور فاصله کاهش می‌یابد. در رابطه زیر  $I_1$  و  $I_2$  آهنگ دز در فاصله‌های بترتیب  $d_1$  و  $d_2$  از منبع پرتو هستند:

$$I_1 = I_2 \times d_2^2 / d_1^2$$

براساس رابطه بالا، اگر آهنگ دز معادل در فاصله یک سانتی متری  $100 \text{ mGy/h}$  باشد در فاصله  $10$  سانتی متری این مقدار معادل  $1 \text{ mGy/h}$  و در فاصله  $1$  متری معادل  $0.01 \text{ mGy/h}$  خواهد بود.

استفاده از این قانون در کاهش دز دریافتی از منابع پرتو بسیار مفید خواهد بود. به این ترتیب ملاحظه می‌شود که ضخامت محل نگهداری چشمه و یا کانتینر آن بدون در نظر گرفتن این نکته که مواد تشکیل دهنده آن از مواد ویژه حفاظ سازی تشکیل شده است یا نه، از نقشی تعیین کننده در مقدار پرتوهای منتشره در نقاط مختلف سطح آن برخوردار است.

حتی با افزایش فاصله (بدون حفاظ‌گذاری) و با قراردادن منبع پرتو در درون محفظه‌ای از قبیل یک چهارچوب یا حصار فلزی می‌توان در برخی موارد آهنگ دز را در سطح حصار به حد لازم براساس ضوابط این دستورالعمل کاهش داد بدون آنکه الزامی به استفاده از حفاظ سازی باشد.

به علاوه استفاده از ابزاری که دارای دسته‌های بلند هستند در جابجایی منابع پرتو می‌تواند مانع از نزدیک شدن دست‌ها و بدن به منبع پرتو و در نتیجه مانع پرتوگیری آنها شود.

در مجموع، حفظ فاصله مناسب از منبع چشمه اغلب مقرون به صرفه‌ترین روش کاهش پرتوگیری است.

صفحه: ۲۸	شناسه: INRRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

## ۲- عامل حفاظ :

برای حفاظ‌گذاری مناسب در برابر هر نوع پرتو، موارد خاصی وجود دارد که به گونه آشکاری پرتوها را جذب و یا آنها را تضعیف می‌کنند که در نهایت منجر به کاهش میزان پرتو می‌شود. برای حفاظ‌گذاری در برابر پرتوهای گاما موادی که دارای عدد اتمی بزرگ هستند مفید تر و موثر ترند. به این ترتیب سرب، تنگستن و اورانیوم تهی شده در ساخت کانتینرهای این گونه چشمه‌ها به کار می‌روند. در مواردی که محدودیت حجم و وزن برای حفاظ وجود ندارد استفاده از موادی با عدد اتمی پایین‌تر از قبیل سیمان کاملاً توجیه پذیر خواهد بود.

برای حفاظ‌گذاری پرتوهای بتا، استفاده از موادی که دارای عدد اتمی کمتر هستند مانند: ورقه‌های شیشه‌ای فلزی و پرسپکس ارجحیت دارند مثلاً پرسپکس اگر طوری قرار داده شود که بتواند پرتوهای بتا را جذب کند می‌تواند موجب کاهش شدت تابش ترمزی تولید شده گردد. اینگونه مواد باید در برابر مقادیر بالای پرتودهی مقاوم باشند.

## ۳- عامل زمان:

در صورتیکه میزان پرتودهی در محل حضور افراد بیش از حد از تعیین شده در این دستورالعمل باشد زمان پرتوگیری افراد بایستی به نحوی کاهش یابد که دز دریافتی توسط هر فرد بیش از حد از تعیین شده نباشد.

## ۴- روش‌های تکمیلی کنترل پرتوگیری:

- به‌عنوان تکمیل روش‌های ذکر شده کاهش پرتو که قبلاً به آن اشاره شد بایستی موارد زیر مورد توجه قرار بگیرد:
- ۱- نمایش علائم هشدار در صورت وجود مواد پرتوزا
  - ۲- به حداقل رساندن جابجایی مواد پرتوزا

## ۵- مونیٹورینگ پرتو:

روش‌های کنترل پرتودهی با در نظر گرفتن شرایط کاری تنظیم می‌شود اما اغلب بهتر است دز دریافتی کارکنان در طول یک دوره کنترل شود. این روش‌ها می‌تواند به عنوان یک کنترل دوره ای در دراز مدت صورت گیرد که شامل:

الف) مونیٹورینگ منظم مقادیر پرتوها در محیط‌های مورد نظر

ب) استفاده از مونیٹورهای فردی مانند: فیلم بج و دزیمترهای قرائت مستقیم فردی که میزان دز دریافتی پرتوکار را در محیط کار اندازه می‌گیرد.

باید خاطر نشان ساخت که استفاده از مونیٹورهایی که متناسب با نوع پرتو طراحی شده اند و در فواصل زمانی مناسب کالیبره می‌گردند برای اخذ نتایج قابل اطمینان دارای اهمیت می‌باشد.

صفحه: ۲۹	شناسه: INRARP6CP06	قواعد کار با پرتو در کاربرد
کل صفحات: ۲۹	بازنگری: صفر	سنجش گره‌های پرتوی

#### پیوست ۴

مراکز ارائه دهنده خدمات و پشتیبانی مرتبط با منابع پرتوزا در ایران که مورد تأیید واحد قانونی می باشند.

ردیف	نام	آدرس	تلفن های تماس
۱	گروه کالیبراسیون مرکز تهران	تهران انتهای خ. کارگر شمالی - سازمان انرژی اتمی ایران امور حفاظت در برابر اشعه کشور صندوق پستی: ۴۴۹۴ ۱۴۱۵۵ - کدپستی: ۱۴۳۷۴	۸۲۰۶۲۷۰۱
۲	گروه کالیبراسیون مرکز کرج	کرج - انتهای رجایی شهر - خیابان مودن مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی کرج	۰۲۶۱ ۴۴۱۱۱۰۱-۴
۳	گروه دزیمتری فیلم بیج، دزیمتری نوترون و TLD	تهران انتهای کارگر شمالی - سازمان انرژی اتمی ایران امور حفاظت در برابر اشعه کشور صندوق پستی: ۴۴۹۴ ۱۴۱۵۵ - کدپستی: ۱۴۳۷۴	۸۲۰۶۳۵۷۲ ۸۲۰۶۳۵۷۷
۴	گروه اندازه‌گیری و کنترل آلودگی‌های پرتوی بدن	"	۸۲۰۶۲۷۶۹ ۸۲۰۴۱۵۷
۵	گروه پزشکی	"	۸۲۰۶۴۱۵۲ ۸۲۰۶۴۱۵۸ ۸۲۰۶۴۱۵۹
۶	گروه رادیوبیولوژی	"	۸۲۰۶۴۱۵۴ ۸۲۰۶۴۱۵۵
۷	کشیک اورژانس	"	شب - ۸۲۰۶۳۵۷۴ روز - ۸۲۰۶۳۵۶۶
۸	گروه کنترل و بازرسی مراکز صنعتی	"	۸۲۰۶۴۱۸۱ ۸۲۰۶۴۱۷۱