تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۲۴

اثر بخشی اقدامات مداخله‌ای بر کاهش پرتوگیری‌های غیرعادی در پرتونگاری صنعتی ایران

سید مهدی حسینی پویا
پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای
mhosseini@aeoi.org.ir

چکیده

در میان انواع فعالیت‌های مرتبط با پرتوهای یونساز، پرتونگاری صنعتی یکی از پر ریسک‌ترین فعالیت‌ها به دلیل کار با چشمه‌های با اکتیویتهٔ بالا است. در چنین شرایطی، کنترل پرتوگیری افراد شاغل از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود. در این پژوهش، ضمن اشاره به وضعیت پرتوگیری شغلی این گروه از پرتوکاران ایران در بازه سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۶ میلادی، میزان اثر بخشی اقدامات انجام شده برای پرتوکارانی که دز بالاتر از آستانهٔ بررسی دریافت کرده‌اند، ارزیابی شده است. همچنین مقایسه‌ای بین دز میانگین و دز جمعی این فعالیت پرتوی در ایران با کشورهای مشابه دیگر انجام شده است. نتایج نشان می دهد که اقدامات انجام شده در بهینه سازی حفاظت به نحو محسوسی مؤثر بوده اند. با این حال برای رسیدن به یک سطح مطلوب تری از وضعیت ایمنی، تعریف یک دز محدود شده می‌تواند تأثیر به سزایی بر استمرار روند کاهش پرتوگیری شغلی در این فعالیت پرتوی داشته باشد.

واژگان کلیدی: پرتونگاری صنعتی، سطوح مرجع، دز محدود شده، دزیمتری، آستانهٔ بررسی

۱. مقدمه

آزمون پرتونگاری یکی از متداول‌ترین روش‌های آزمون غیرمخرب در بازرسی‌های مربوط به جوش اتصالات لوله‌ها و مخازن به ویژه در صنایع نفت و گاز است. مسئله‌ی اصلی در این روش، سر و کار داشتن با چشمه‌های با پرتوزایی بالا (از مرتبه ۱۰۰ کوری) است که خود مستلزم در نظر گرفتن اقدامات حفاظت پرتوی برای کارکنان درگیر در این فعالیت است .

بر اساس گزارش UNSCEAR که از داده‌های منتشر شده از سوی برخی کشورها به دست آمده است، مقادیر جهانی دز سالانه برای این کارکنان که در بازه های دزیمتری پنج ساله (از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۴) متوسط گیری شده‌اند، حدود ۱/۴تا۶/۲ mSv و دز تجمعی ۱۶۰ تا ۲۳۰ man-Sv برآورد شده است [۱]. مقایسه‌ی این مقادیر با سایر فعالیت های پرتوی در حوزه‌ی پزشکی و صنایع و نیز بالاتر بودن آن در این گزارش نشان می-دهد که پرتونگاری صنعتی را باید از جمله فعالیت- های با ریسک بالا در نظر گرفت.

با توجه به گستردگی صنایع مرتبط با جوشکاری در ایران، کاربرد پرتونگاری صنعتی نیز به موازات آن گسترش یافته است، به طوری که در حال حاضر تقریباً ۲۰۰ مرکز پرتونگاری صنعتی با حدود ۲۰۰۰ پرتونگار در کشور در حال فعالیت هستند[۲]. در گذشته، با توجه به اهمیت حفاظت پرتوی این فعالیت، مطالعاتی از نظر جنبه های مختلف از جمله دز سوانح و تحلیل های ریشه ای در خصوص علل پرتوگیری های غیر عادی صورت گرفته است [۲-۴]. با این وجود، تاکنون بررسی جامعی در خصوص اثر بخشی اقدامات مداخله‌ای در کاهش شاخصه های پرتوگیری در این گروه شغلی در کشور صورت نگرفته است.

در این پژوهش، فرایند اقدامات مداخله‌ای در پرتوگیری‌های غیرعادی برای گروه شغلی پرتونگاری صنعتی به عنوان یکی از مشاغل پُر ریسک کار با پرتو، و نتایج پرتوگیری این گروه در یک بازهٔ ده ساله به تفکیک دوره‌های دزیمتری بیان، و با سایر کشورهای جهان از نظر مقادیر دز سالانه و تجمعی مقایسه می-شود. سپس توزیع آماری این داده ها بر مبنای مقادیر متفاوتی از سطوح مرجع نشان داده، و تأثیر اقدامات حفاظتی در کاهش پرتوگیری های غیرعادی بیان می شود.

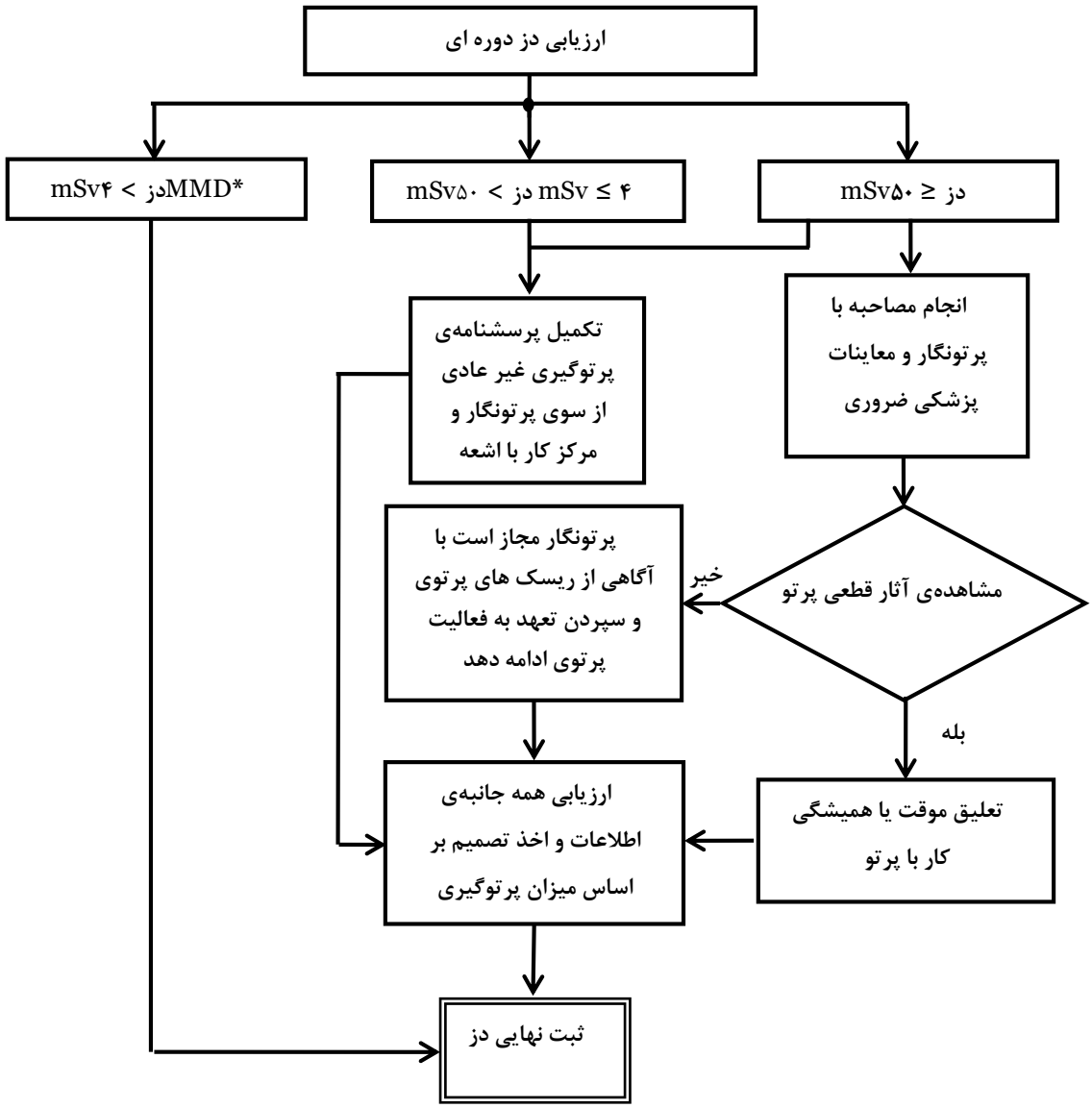
۲. مواد، وسایل و روش ها

۲-۱. روش دزیمتری

در ایران، پرتونگاران صنعتی در دوره‌های دزیمتری دو ماهانه، تحت پوشش خدمات دزیمتری TLD قرار دارند. دز تمام بدن آن ها با استفاده از دزیمترهای TLD-100 و سیستم خوانشگر تمام خودکار نوع کارتی Harshaw-6600 سنجش، و در یک بانک داده های دز مرکزی ثبت می‌شوند [۵]. تا سال ۲۰۱۲، این خدمات از سوی واحد قانونی به طور مستقیم انجام شده است، و از آن سال تاکنون از طریق مراکز خصوصی تحت نظارت واحد قانونی انجام می‌شود.

همچنین تمامی مراکز مجاز خدمات دزیمتری در ایران مطابق معیارهای ISO-17025 مربوط به آزمایشگاه های آزمون، توسط مرجع ذیصلاح تأیید صلاحیت شده‌اند [۶].

www.SID.ir



شکل (۱): فرآیند ثبت دز و اقدامات مداخله‌ای در فعالیت رادیوگرافی صنعتی ایران
***منظور از MMD (Minimum Measurable dose) حداقل دز قابل اندازه گیری در سیستم دزیمتری است.**

۲-۲. سطوح مرجع

سطوح مرجع بر طبق تعریف کمیته جهانی حفاظت پرتوی، ICRU ، عبارتند از آستانهٔ بررسی (Investigation Level) و آستانه ثبت دز (Recording Level) [۷]. آستانه بررسی، حدّیست کمتر از میزان دز سالیانه که در صورت دریافت دزی بیش از آن، بررسی های ویژه برای کنترل پرتوگیری افراد صورت می گیرد. آستانهٔ ثبت، حدی است که دز دریافتی بیش از آن به عنوان یک مقدار معتبر در سابقه پرتوگیری شغلی فرد قابل ثبت است. بر طبق توصیهٔ این کمیسیون اگر چه آستانهٔ بررسی برای فعالیت های پرتوی، حدود ۰/۳ دز سالیانه توصیه شده است[۷]، اما مقدار آن می تواند بر اساس شرایط خاص هر کشور عدد متفاوتی در نظر گرفته شود. بر اساس تجربه های گذشته، تعداد پرتوگیری های غیرعادی در دوره‌های دزیمتری، فرهنگ ایمنی در این فعالیت پرتوی و نیز حجم مکاتبات قابل انجام در یک دوره دزیمتری دو ماهه، آستانهٔ بررسی برای این فعالیت از سوی واحد قانونی ایران mSv ۴ درنظر گرفته شده است[۳]. همچنین بر اساس سیستم دزیمتری و حداقل دز قابل سنجش (MMD)، آستانه ثبت دز برابر mSv ۰/۱ به کار رفته است. علاوه بر این،

www.SID.ir

واحد قانونی از حدود دز سالیانهٔ توصیه شده در گزارش ICRP-103 پیروی می کند[۸].

۲-۳. اقدامات مداخله‌ای

اقدامات مداخله‌ای در یک پرتوگیری غیرعادی حسب میزان دز دریافتی می‌تواند از یک اعلان صرف تا ممنوعیت همیشگی از فعالیت پرتوی گسترده باشد. به محض دریافت دزی بالاتر از آستانهٔ بررسی، یک فرایند اقدامات مداخله ای فعال می‌شود. فصل مشترک تمام اقدامات مداخله‌ای، تکمیل یک پرسشنامه از سوی پرتوکار و مسئولین ذی‌ربط در مرکز است.

بر اساس این فرایند، چنانچه دز دریافتی پرتوکار از حد دز سالانه (۵۰ mSv) بالاتر باشد، علاوه بر پرسشنامه، یک تعلیق موقت کار تا زمان روشن شدن وضعیت پرتوکار اعمال می- شود. در این وضعیت، مصاحبه و معاینه پزشکی فرد، ضروری است و چنانچه آثار قطعی پرتوی بروز کرده باشد، حسب نوع آثار، یک تعلیق کار با مدت محدود و یا همیشگی برای پرتوکار تعیین می شود. اما اگر پرتوگیری بالا باشد ولی در حد آثار قطعی پرتو نباشد، ضمن توضیح در خصوص ریسک پرتوی و اخذ تعهد مبنی بر آگاهی از ریسک های پرتوی، پرتوکار مجاز است به کار خود ادامه دهد. چنانچه دز دریافتی بین آستانهٔ بررسی و حد دز سالیانه باشد، بررسی‌هایی در خصوص امکان کاهش دز با استفاده از روش هایی مانند کاهش ساعت کار صورت می گیرد و فرد با آگاهی از ریسک، به کار عادی خود ادامه می دهد .

در تمامی این موارد، اگر علت پرتوگیری غیرعادی از سوی کارفرما باشد، اقدامات متناسب از سوی واحد قانونی برای مرکز صورت می‌گیرد. خلاصه‌ای از این فرایند در نمودار شکل۱ نشان داده شده است.

۳. نتایج و بحث

آن چه که به عنوان نمودار ثبت دز و اقدامات مداخله ای در شکل ۱ نشان داده شده است، حاصل تجربه سالیان طولانی واحد قانونی در ارائه خدمات دزیمتری فردی و نیز مواجهه با پرتوگیری های غیر عادی بر اساس رویکرد استفاده از آستانه بررسی بوده و ساز و کاری کامل است. جدول ۱، نتایج ثبت دز سالانه و تجمعی پرتونگاران صنعتی، هم شامل پرتوگیری های شغلی عادی و هم سوانح پرتوی، در بازهٔ سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۶ میلادی را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می شود، از ۲۰۱۲ به بعد میانگین دز دوره ای پرتوکاران در بیشتر دوره های دزیمتری نسبت به پنج سال قبل، به کمتر از ۱ mSv کاهش یافته است .

چنانچه این بازهٔ زمانی ده ساله، به دو بازهٔ پنج ساله تقسیم شود، میانگین دز سالانه از مقدار ۶/۷۷ mSv در دوره ی اول، به رقم ۴/۷۹ mSv در دوره‌ی دوم کاهش یافته است. علاوه بر این، با وجود افزایش تعداد پرتوکاران، میانگین دز تجمعی در پنج سال اول از رقم ۹/۲۲ man-Sv، به میانگین ۸/۲۴ man-Sv در پنج سال دوم کاهش یافته است. لازم به یادآوری است که کاهش محسوس در شاخصه‌های پرتوگیری در سال ۲۰۱۲، به عدم دریافت دزیمترها از تعداد زیادی از پرتوکاران طی فرآیند برون سپاری این خدمات از واحد قانونی به مؤسسهٔ خصوصی باز می‌گردد که طی این فرایند انتقال، بخشی از دزیمترها برای خوانش تحویل نشده‌اند و لذا این کاهش را نمی توان به تنهایی به عنوان شاخص بهبود در نظر گرفت. با این حال کاهش شاخصه‌های دز در دو دورهٔ پنج ساله نشان می‌دهند که مجموعه تلاش‌های قبلی صورت گرفته واحد قانونی مانند بازرسی‌ها، بازبینی دستورالعمل‌ها، گسترش آموزش و ...، و نیز تلاش های صورت گرفته توسط مراکز پرتونگاری از جمله شرکت در برنامه های خودارزیابی و ارتقاء فرهنگ ایمنی برای افزایش سطح ایمنی پرتوکاران به نحو محسوسی مؤثر واقع شده‌اند .

جدول ۱. دز فردی دو ماهانه رادیوگرافی صنعتی ایران

سال	تعداد پرتوکار	میانگین دز دوماهانه(mSv)							میانگین دز سالیانه (mSv)	دز تجمعی (man-Sv)
		میانگین	Jan-Feb	Mar-Apr	May-Jun	Jul-Aug	Sep-Oct	Nov-Dec		
		دز دوره (mSv)								
۲۰۰۷	۱۴۵۷	۰/۹۷	۱/۱۶	۱/۰۰	۰/۷۶	۰/۹۰	۰/۹۵	۱/۰۴	۵/۸۴	۸/۵
۲۰۰۸	۱۳۷۷	۱/۰۷	۱/۰۴	۰/۹۰	۰/۹۸	۱/۲۴	۰/۹۲	۱/۳۷	۶/۴۵	۸/۹
۲۰۰۹	۱۳۱۰	۱/۱۸	۱/۷۷	۰/۹۴	۰/۸۷	۱/۱۹	۰/۹۸	۱/۳۰	۷/۱۱	۹/۳
۲۰۱۰	۱۳۷۹	۱/۲۵	۱/۰۷	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۶۵	۱/۵۰	۱/۰۶	۷/۵۱	۱۰/۳
۲۰۱۱	۱۳۰۹	۱/۱۶	۱/۲۲	۱/۰۰	۰/۹۳	۱/۴۴	۱/۳۱	۱/۰۲	۶/۹۵	۹/۱
۲۰۱۲	۱۱۵۰	۰/۶۷	۰/۶۳	۰/۷۷	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۹۲	۰/۵۴	۴/۰۵	۴/۷
۲۰۱۳	۱۶۹۰	۰/۹۶	۱/۰۱	۱/۰۰	۰/۹۵	۰/۷۶	۰/۸۴	۱/۱۷	۵/۷۰	۹/۶
۲۰۱۴	۱۹۵۵	۰/۸۱	۱/۲۵	۰/۶۸	۰/۸۰	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۸۶	۴/۹۰	۹/۶
۲۰۱۵	۱۸۹۵	۰/۷۷	۱/۲۱	۰/۶۲	۰/۸۱	۰/۵۳	۰/۷۲	۰/۷۱	۴/۶۱	۸/۷
۲۰۱۶	۱۸۳۳	۰/۷۸	۰/۷	۰/۵۷	۰/۷۴	۱/۰۱	۰/۸	۰/۸۵	۴/۶۷	۸/۶

شکل ۲، توزیع فراوانی دز دوماهانهٔ پرتونگاران صنعتی را در بازه‌های دز ۱ mSv (آستانهٔ بررسی توصیه شده برای بازه‌های

www.SID.ir

دزیمتری دوماهانه از سوی ICRP)[۸]، ۴ mSv (مقدار آستانهٔ بررسی تعیین شده در برخی کشورها) [۹و۱۰]، و ۱۰ mSv (مقدار نوعی برای دز محدود شده)[۱۱] نشان می دهد. مشاهده می شود که جمعیتی معادل با هشتاد درصد

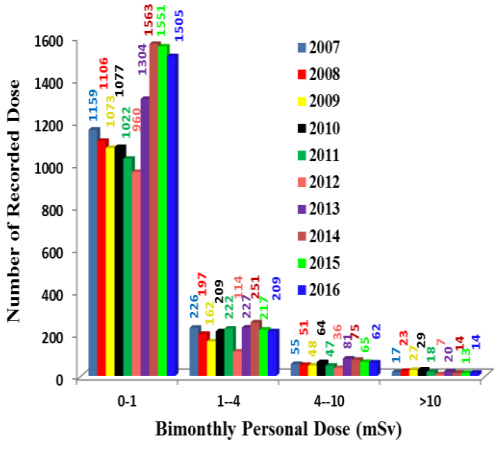
از پرتوکاران دز کمتر از ۱ mSv، و ۹۵/۵ درصد از آنان کمتر از ۴ mSv، و ۹۸ درصد از آنان کمتر از ۱۰ mSv در دوره های دزیمتری دو ماهه دریافت کرده‌اند . چنانچه هر یک از این ارقام به عنوان دز سطوح مرجع انتخاب شوند، به ترتیب معادل ۲۰، ۴/۵٪ و ۲ درصد از جمعیت پرتونگاران باید تحت بررسی فرایند پرتوگیری غیرعادی در هر دوره‌ی دوماهه قرار گیرند. بنابراین در شرایط کاری کشور ایران، عدد ۲۰ درصد، منجر به حجم بزرگی از مکاتبات و اقدامات مداخله‌ای می‌شود که ممکن است بر کیفیت و اثر بخشی اقدام نیز تأثیر منفی بگذارد. از طرفی عدد ۲درصد نیز ممکن است در آینده، به دلیل کاهش کنترل‌ها و نظارت‌ها، منجر به بالارفتن ناخواستهٔ میانگین دز در این فعالیت پرتوی شود. در نتیجه، انتخاب ۴ mSv به عنوان سطح آستانهٔ بررسی بر اساس شرایط کاری و جمعیت پرتوی ایران، بهینه بوده است .

از آنجا که دز تجمعی بستگی زیادی به تعداد پرتوکاران دارد، برای مقایسه‌ی وضعیت ایران نسبت به سایر کشورهای جهان، منطقی است کشورهایی انتخاب شوند که در این فعالیت پرتوی حدود جمعیتی شغلی یکسانی با ایران داشته باشند. جدول ۲، مقایسه‌ی بین میانگین دز سالیانه و نیز دز تجمعی پرتونگاران صنعتی ایران با سایر کشورهای دارای بیش از هزار پرتونگار صنعتی است که بر اساس داده های آخرین گزارش UNSCEAR گرداوری شده‌اند[۱].

همان طور که ملاحظه می شود، دز برآورد شده از نظر مقدار در یک وضعیت میانی قرار دارند، به عبارت دیگر وضعیت ایران از برخی کشورها بهتر است و متقابلاً برخی دیگر از کشورها وضعیت بهتری دارند. اختلاف مشاهده شده می‌تواند مربوط به اختلاف بازهٔ زمانی سنجش‌ها، قوانین و مقررات، فرهنگ ایمنی و خط مشی کشورها در اجرای برنامه های بهینه سازی حفاظت باشد .

اثر بخشی اقدامات مداخله‌ای را با دو شاخص می توان ارزیابی کرد. اول کاهش عمومی دز میانگین که این کاهش طبق داده-های جدول ۱ پیش‌تر شرح داده شد و دوم بررسی تعداد پرتوکارانیست که پرتوگیری های غیرعادی متعددی داشته اند. جدول ۳، درصد تعداد پرتونگارانی را که بیش از یک بار پرتوگیری غیر عادی داشته اند، نشان می دهد. بر اساس این داده ها، به طور میانگین در طول این بازهٔ ده ساله، ۲۷/۷ درصد از کل پرتونگارانی که پرتوگیری غیر عادی داشته‌اند، برای بار دوم و یا بیشتر دزی بالاتر از آستانهٔ بررسی دریافت کرده‌اند و فرایند بررسی در مورد آنها انجام شده است. همچنین در پنج سال اول، درصد پرتونگارانی که بیش از یک بار پرتوگیری غیرعادی داشته-اند به کل پرتونگاران، به طور میانگین ۷/۴ در هر سال بوده است که در پنج سال دوم به رقم ۴ درصد کاهش یافته است.

این شاخص ها نشان می‌دهند که باوجود بهبود نسبی وضعیت کاهش پرتوگیری های غیرعادی، صرف استفاده از رویکرد آستانهٔ بررسی برای کاهش دز مطابق آنچه در شکل۱ نشان داده شده است، کفایت نمی کند و براساس توصیهٔ ICRU، استفاده از رویکرد تعیین یک دز محدود شده، در کنار آستانهٔ بررسی برای کاهش هر چه بیشتر پرتوگیری شغلی ضروری به نظر می‌رسد. بر طبق استاندارد پایه حفاظت در برابر اشعه، دز محدود شده، محدودیت اعمال شده همراه با آینده نگری در زمینه دز فردی است که در بهینه سازی حفاظت و ایمنی منبع پرتوی در نظر گرفته می شود. دز محدود شده در پرتوگیری شغلی مقدار دز فردی از یک منبع است که انتخاب روش های بهینه سازی را محدود می کند. در حقیقت دز محدود شده بر خلاف آستانه بررسی، یک "حد دز" نیست، بلکه کسری از حد دز است که انتخاب آن بر اساس انجام یک فعالیت پرتوی خوب و آنچه که به طور معقول در حوزه بهینه سازی حفاظت دست یافتنی است صورت می گیرد. دز محدود شده بر خلاف آستانهٔ بررسی یک "حد" برای اعمال اقدامات مداخله ای نیست، بلکه معیاری است که بر اساس آن قوانین و مقررات یک کشور در حوزه نظارت بر فعالیت پرتوی خاص و روال های انجام آن فعالیت با همکاری دارندگان پروانه اصلاح می شوند.



شکل (۲): توزیع فراوانی دز دوماهانه پرتونگاران صنعتی ایران از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۶.

www.SID.ir

جدول(۲): مقایسه جهانی وضعیت پرتوگیری پرتونگاری صنعتی [۱]

کشور	دوره زمانی	تعداد پرتونگاران (هزار)	متوسط دز فردی سالیانه (mSv)	دز تجمعی سالیانه (man-Sv)
استرالیا	۱۹۹۰ تا ۱۹۹٤	۱/۰۲	۰/٤٦	۰/٤۷
کانادا		۱/۳۰	۵/۸۲	۷/۵۵
چین		۲/۳۸	۱/٤۵	۳/٤۷
آلمان		۲/۱۹	٤/۲۹	۹/٤۱
هند		۱/۹۲	۳/٤۹	٦/۷۷
ژاپن		۱/٤۱	۲/۵۷	٤/۰۰
انگلستان		۲/٤۹	۱/۵۵	۳/۸٦
آمریکا		۳/۷۵	۵/٦۸	۱۸/۳
شوروی سابق		>۲/٦۳	>٦/۵۵	۱۷/۲
ایران	۲۰۰۷ تا ۲۰۱۱	۱/۳٦	٦/۷۷	۹/۲۲
	۲۰۱۲ تا ۲۰۱٦	۱/۷۰	٤/۷۹	۸/۲٤

در رویکرد به کارگیری دز محدود شده، به جای مخاطب قرار دادن افراد در پرتوگیری های غیرعادی، تمامی معیارهای ایمنی، استانداردهای شغلی، دستورالعمل ها و فرآیند های شغلی و کاری و نحوه بازرسی ها، طوری باید تهیه و تنظیم شوند که میزان دز به طور خودکار در یک سطح محدود شده قرار گیرد. به این دلیل روش دز محدود شده در کاهش پرتوگیری شغلی از روش به کارگیری آستانهٔ بررسی کاراتر است.

در حال حاضر، استفاده از سطح مرجع آستانهٔ بررسی به دلیل ضعف های ذاتی در کاهش مؤثر دز در بسیاری از کشورهای دنیا کنار گذاشته شده است و یا این که به همراه یک دز محدود شده به کار می رود.

۴. نتیجه گیری

داده‌های دز ثبت شدهٔ بازهٔ ده سالهٔ پرتونگاران صنعتی در ایران به همراه توزیع فراوانی آنها مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت و نتایج نشان می دهند که وضعیت ایمنی پرتونگاران صنعتی ایران در مقایسه با سایر کشورها از یک سطح میانی برخوردار است.

همچنین، نتایج مؤید آنست که با وجود افزایش نسبی تعداد پرتونگاران، شاخص‌های پرتوگیری کاهش یافته‌اند که خود نشان از بهبود حفاظت پرتوی در پرتونگاری صنعتی ایران است. با این حال، استقرار یک دز محدود شده علاوه بر آستانهٔ بررسی در این فعالیت پرتوی، برای استمرار و بهبود بهینه سازی حفاظت در این شغل پرتوی توصیه می شود.

جدول(۳): درصد پرتونگارانی با بیش از یک بار پرتوگیری غیرعادی

سال	تعداد پرتونگاران با بیش از یک بار پرتوگیری غیرعادی در سال	(%) درصد	
		نسبت به کل پرتونگاران	نسبت به کل پرتونگاران با پرتوگیری غیر عادی
۲۰۰۷	۸۹	٦/۱	۲۸/۹
۲۰۰۸	۱۰٦	۷/۷	۳٦/٤
۲۰۰۹	۹۹	۷/٦	۳۱/۷
۲۰۱۰	۱۳۲	۹/٦	۳۵/۸
۲۰۱۱	۷۹	٦/۰	۲۷/۲
۲۰۱۲	۳٤	۳/۰	۱٦/۸
۲۰۱۳	۱۰٤	٦/۲	۳۱/۵
۲۰۱٤	۷۹	٤/۰	۲۷/۰
۲۰۱۵	۷۱	۳/۷	۲٤/۹
۲۰۱٦	۵۸	۳/۲	۲۲/٤

قدردانی

به این وسیله از همکاری امور حفاظت در برابر اشعه کشور برای در اختیار قرار دادن داده های اولیه این پژوهش قدردانی می شود.

www.SID.ir

۵. مراجع

[1] UNSCEAR-United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Annex E, Occupational radiation exposures (2008).

[2] S. M. Hosseini Pooya, T. Orouji, M. Jafarizadeh, F. Nazeri, F. Yoosefi-Nejad, M. R. Dashtipour, Statues of industrial radiography incidents doses during the years 2005-2009 in Iran, Nucl. Tech. Radiat. Prot. 26 2, 177-179 (2011).

[3] F. Mianji, S. M. Hosseini Pooya, F. Zakeri, M. R. Dashtipour, A root cause analysis of the high occupational doses of industrial radiographers in Iran, J. Radiol. Prot. 36,184–194 (2016).

[4] M. R.Deevband, M.Ghiassi-Nejad, S.Borhan-Azad, B.Tavakoli, The Evaluation of Parameters Affecting Accidents in Companies Using Industrial Radioa- ctive Sources in Iran, Radiat. Prot. Dosim. 109, 3, pp. 253-256(2004)

[5] M.Jafarizadeh, F.Nazeri, S. M. Hosseini Pooya, et al. Occupational dose assessment and National Dose Registry System in Iran. Radiat. Prot. Dosim. 144(1–4), 52–55 (2010).

[6] S. M. Hosseini Pooya, F. Mianji, M. R. Kardan, N. Rastkhah, Quantifiable technical aspects of a quality management system for TL personal dosimetry services, Proceeding of the 3th international conf-erence on radiation and application in various field of research, Budva, Montenegro, 239-242 (2015).

[7] T. F. Johns, Investigation levels and reporting level, Radiat. Prot. Dosim. 2(1), 2 (1982).

[8] ICRP-International Commission on Radiological Protection, ICRP 103, the 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (2007).

[9] S.Economides, P.Tritakis, E. Papadomarkaki, E.Carinou, C.Hourdakis, V. Kamenopoulou, P. Dimitriou, Occupational exposure in Greek industrial radiography laboratories (1996–2003), Radiat. Prot. Dosim. 118 (3) 260–264 (2006).

[10] Code of safe practice for the use of x-rays and radioactive material in industrial radiography, CSP9, ISSN 0110-9316, Published by Ministry of Health, New Zealand (2010).

[11] NEA- Nuclear Energy Agency, Dose constraints - Dose constraints in optimisation of Occupational Radiation Protection and implementation of the Dose constraint concept into Radiation Protection regulations and its use in operators' practices, NEA/CRPPH/R (2011)

[12]

Effectiveness of Interventional Actions in Reduction of Unusual Exposure in Industrial Radiography in Iran

S.M. Hosseini Pooya

Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOI, Tehran, Iran.

mhosseini@aeoi.org.ir

Abstract

Among various types of radiation practices, industrial radiography is one of the highest risk activities due to handling high activity sources. Thus, the exposure control of the radiographers is of great importance in this regard. In this study, while presenting the occupational exposure situation of this group in the period from the years 2007 to 2016 in Iran, the effectiveness of the measures taken for the workers who received doses higher than the investigation level has been evaluated. Moreover, a comparison between the averaged individual and collective doses of this radiation practice in Iran with those of some other similar counties has been performed. The results show that all the interventional actions in the field of optimization of protection have been significantly effective. However, to achieve a better level of radiological safety, establishment of a dose constraint can have a significant effect on the further and continuous reduction of this radiation practice

Keywords: Industrial Radiography, Reference level, Dose constraint, Dosimetry, Investigation leve

www.SID.ir