مقاله کنفرانسی

مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد ۱۱، شمارهٔ ٤، زمستان (ویژه‌نامه) ۱٤۰۱، صفحه ۱۵۳-۱۵۹
ششمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌ساز (مردادماه ۱٤۰۰)
تاریخ دریافت مقاله: ۱٤۰۰/۰۷/۱۵، تاریخ پذیرش مقاله: ۱٤۰۱/۰۵/۰۸

ارزیابی تطابق با استاندارد ایمنی پرتویی سامانه‌های بازرسی کامیونی/کانتینری ساخت داخل

دانیال صالحی جوزانی*، حسین کریمی آشتیانی، محمد نوروزی، علی حیدرنیا، سعید تقی‌زاده و فیروزه ناظری

دفتر حفاظت در برابر اشعه مرکز نظام ایمنی هسته‌ای، تهران، ایران.
*تهران، دفتر حفاظت در برابر اشعه مرکز نظام ایمنی هسته‌ای، کدپستی: ۱٤۳۹۹-٥٤٨۳۱
پست‌الکترونیکی: dnsalehi@aeoi.org.ir

چکیده

سامانه‌های بازرسی بار با هدف کشف کالاهای غیرقانونی مانند سلاح، مواد منفجره، مواد مخدر، کالاهای قاچاق و حتی قاچاق انسان از طریق تصویربرداری از جسم مورد بازرسی مانند کانتینرهای باری، وسایل نقلیه، قطارها، کامیون‌ها یا قایق‌ها عمل می‌کنند. این سامانه‌ها از دهه گذشته رایج بوده و استفاده از آن‌ها به‌سرعت گسترش یافته است. در این مقاله به بررسی استانداردهای پرتویی لازم و نحوه ارزیابی تطابق سامانه‌های بازرسی تولید داخل با استاندارد وضع شده توسط مراجع ذی‌صلاح پرداخته می‌شود. میزان پرتوگیری افراد در اثر استفاده از سه سامانه بازرسی ساخت داخل درمقایسه با حدود دز برای این سامانه‌ها، مقایسه شده است. نتایج، برآورده‌سازی الزامات ایمنی بین‌المللی توسط سامانه‌های بازرسی ساخت داخل را نشان می‌دهد. هم‌چنین میزان دز دریافتی توسط راننده در هر بار پرتوگیری نسبت به سایر منابع مانند پرتوگیری طبیعی ناچیز است. بنابراین تعداد دفعات مجاز استفاده رانندگان از سامانه‌های بازرسی بار ساخت داخل، با توجه به حد پرتوگیری سالیانه مردم تعیین می‌شود.

کلیدواژگان: سامانه‌های بازرسی کامیونی، اشعه ایکس، پرتوگیری، دز، حفاظت پرتویی.

۱. مقدمه

شتاب‌دهنده‌ها در دهه ۱۹۳۰ برای تأمین ذرات پرانرژی به‌منظور بررسی ساختار هسته‌ی اتم اختراع شدند. از آن زمان، از آن‌ها برای بررسی بسیاری از جنبه‌های فیزیک ذرات مورد استفاده قرار گرفته است. وظیفه آن‌ها تسریع و افزایش انرژی ذرات باردار به‌وسیله میدان‌های الکتریکی و هدایت و متمرکز نمودن آن‌ها توسط میدان‌های مغناطیسی است. در شتاب‌دهنده ذرات باردار مختلف نظیر هسته‌ی اتم‌ها، اتم‌های یونیزه شده یا الکترون‌ها به‌وسیله‌ی میدان‌های الکتریکی یا مغناطیسی تا سرعت‌های بسیار زیادی شتاب داده می‌شوند. به‌طوری که سرعت بسیاری از آن‌ها، حتی تا نزدیکی‌های سرعت نور می‌رسد. به این ترتیب انرژی جنبشی ذره، به اندازه چندین برابر انرژی در حال سکون آن می‌باشد. بنابراین از طریق شلیک ذرات، توسط شتاب‌دهنده به‌سوی جسم هدف و آشکارسازی پراکندگی ذرات می‌توان از این دستگاه‌ها در اندازه‌گیری‌های متعدد مربوط به فیزیک هسته‌ای استفاده نمود.

شتاب‌دهنده‌ها اصولاً به دو دسته خطی و دایره‌ای تقسیم می‌شوند. شتاب‌دهنده‌های خطی کوچک تا انرژی چند ده میلیون الکترون‌ولت، در زمینه‌های مختلفی از جمله در پزشکی،

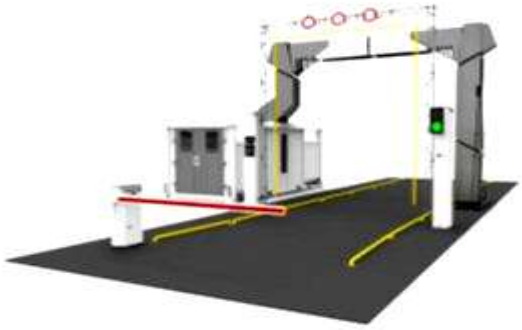
در فرودگاه‌ها و گمرکات و مراکز ورودی کشورها و شهرها برای اسکن کلی محموله اتومبیل‌ها، اشخاص و اشیا باستانی و نظایر آن استفاده می‌شود.

همگام با پیشرفت فناوری روز و اهمیت مقوله امنیت، استفاده از سامانه‌های پرتونگاری در زمینه‌های امنیتی بیش از پیش مورد استقبال قرار گرفته است. سامانه‌های بازرسی به‌منظور ایجاد یک تصویر از جسم مورد بازرسی برای کشف و شناسایی موقعیت کالاهای ممنوعه پنهان شده در بار یا وسیله‌ی نقلیه، طراحی شده‌اند. سامانه بازرسی پرتونگاری وسیله نقلیه بار طبق تعریف سامانه‌ای است که از منابع پرتو ایکس یا گاما و آشکارسازهای پرتویی مناسب برای به‌دست آوردن تصاویر عبوری از بار یا وسیله نقلیه استفاده می‌کند. در این مطالعه به ارزیابی تطابق سامانه‌های بازرسی کامیونی بر پایه شتاب‌دهنده خطی پرداخته می‌شود که در سالیان اخیر تولید آن، مورد توجه سازندگان داخلی قرار گرفته شده است [۱].

۲. سامانه‌های بازرسی کامیونی/کانتینری

سامانه‌های بازرسی پرتویی به‌طور کلی از چشمه‌های پرتوزا یا دستگاه‌های مولد پرتو، آشکارسازها، تجهیزات کنترلی، سیستم پردازش تصویر، سازه‌های حفاظت پرتویی و سایر دستگاه‌های کمکی تشکیل شده است. سیستم‌های بازرسی کانتینری مبتنی‌بر شتاب‌دهنده‌های خطی، پالس‌های اشعه ایکس را با یک یا دو انرژی (معمولاً ۳ و ٦ یا ٦ و ۹ مگا الکترون‌ولت) و با نرخ تکرر پالس تا ٤۰۰ هرتز فراهم می‌کنند. اسکن ممکن است با حرکت کامیون در جهت عمود بر خط بین مولد ثابت اشعه ایکس و آرایه آشکارساز (Drive through mode) یا با حرکت مولد اشعه ایکس و آرایه آشکارساز (Gantry or drive by mode)، در یک موقعیت ثابت نسبت به یکدیگر توسط یک دروازه، در امتداد طول وسیله نقلیه صورت پذیرد. شکل شماتیکی این نوع سامانه‌ها در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است [۲-۱]. در حال حاضر در کشور بیش از ۲۰ سامانه بازرسی کانتینری که طبق مقررات می‌بایست منحصراً تحت استفاده نهادهای حاکمیتی مانند گمرک باشد، وجود دارد که از این میان یک سوم آن‌ها از این نوع بوده که ساخت آن مورد توجه تولیدکنندگان داخلی نیز قرار گرفته است.

شکل (۱): تصویر یک نمونه سامانه بازرسی Drive through.



شکل (۲): تصویر یک نمونه سامانه بازرسی Gantry.

۱.۲. الزامات داخلی ارایه شده برای ساخت سامانه‌های پرتویی

مطابق قانون حفاظت در برابر اشعه مصوب مجلس شورای اسلامی، انجام هر گونه فعالیت در ارتباط با منابع مولد پرتو شامل تولید، ساخت، تملک و به‌کارگیری آن‌ها مستلزم اخذ مجوز از سازمان انرژی اتمی بوده و دفتر حفاظت در برابر اشعه پس از تشخیص برآوردسازی استانداردهای لازم نسبت به ارائه مجوزهای لازم جهت بهره‌برداری از آن‌ها اقدام می‌کند.

به‌منظور بومی‌سازی فناوری‌های جدید ازجمله فناوری تجهیزات پرتویی و به‌منظور استفاده ایمن و حفاظت در برابر خطرات پرتویی دفتر حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی اقدام به تعریف استانداردها و الزماتی مطابق با مراجع و استانداردهای بین‌المللی نموده که شرکت‌های داخلی برای واردات، ساخت و واگذاری دستگاه‌های مولد پرتو ازجمله سامانه بازرسی کانتینری نیازمند اخذ مجوزها و ارزیابی‌های مورد نیاز توسط مراجع ذی‌صلاح این سازمان هستند.

در فرآیند ساخت سامانه‌های بازرسی کامیونی/کانتینری توسط شرکت‌های سازنده داخلی، شرکت سازنده می‌بایست درخواست رسمی خود را به‌همراه سایر مدارک از جمله ارایه کامل مشخصات سامانه، محاسبات حفاظ پرتویی، تمهیدات و الزامات ایمنی و استانداردهای پرتویی را برای اخذ موافقت اولیه ساخت دستگاه به دفتر حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی ارائه نماید که این دفتر پس از بررسی همه جانبه با تشکیل کارگروه‌های مورد نیاز به صدور موافقت اولیه دستگاه مبادرت می‌ورزد. دارنده موافقت اولیه بعد از ساخت قسمت‌های غیر پرتویی به منظور آزمون ایمنی و عملکردی دستگاه ساخته شده و استفاده از منبع پرتو در ساخت دستگاه باید نسبت به اخذ مجوز انجام آزمون پرتویی با ارایه مدارک و مستندات لازم، اقدام نماید. متقاضی ساخت دستگاه بعد از انجام آزمون‌های پرتویی و در صورت اخذ گواهی کیفیت محصول توسط نهاد ارزیابی‌کننده تطابق با استاندارد (که ضمن نظارت بر آزمون‌ها، مسئول صدور گواهی کیفیت محصول و تطابق با استاندارد است) به‌منظور تولید انبوه و یا واگذاری دستگاه باید اقدام به دریافت پروانه اشتغال ساخت دستگاه‌های پرتویی نماید.

۱.۱.۲. استاندار حفاظت پرتویی سامانه‌های بازرسی کامیونی/کانتینری

استاندارد ملی حفاظت پرتوی دستگاهی- سامانه بازرسی پرتونگاری بار/ وسیله نقلیه، که استاندارد مورد استفاده‌ی نهاد ارزیابی‌کننده دفتر حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی نیز می‌باشد، برمبنای استاندارد مرجع بین‌المللی IEC ٦٢٥٢٣: ٢٠١٠ توسط سازمان ملی استاندارد ایران به شماره ٢٢٦٥١ در سال ١٣٩٨ به تصویب رسیده است. این استاندارد، برای سامانه‌های بازرسی پرتونگاری با انرژی حداقل KeV ۵۰۰ به‌منظور بازرسی بار، وسیله نقلیه و کانتینرهای بار کاربرد دارد [٤-١].

۳. الزامات ایمنی پرتویی سامانه‌های بازرسی کامیونی/کانتینری

ارزیابی تطابق با استاندارد پرتویی مطابق با آزمون‌های مندرج در استاندارد ملی به شماره ٢٢٦٥١ یا IEC ٦٢٥٢٣: ٢٠١٠، توسط نهاد ارزیابی‌کننده تطابق دستگاه انجام می‌شود که این آزمون‌ها می‌بایست در شرایط مرجع و استاندارد مندرج مطابق جدول ۱ انجام پذیرند. جزئیات این آزمون‌ها در ادامه شرح داده شده است.

جدول (۱): شرایط مرجع و استاندارد آزمون.

شرایط محیطی	شرایط مرجع	شرایط استاندارد
دمای محیط (°C)	۲۰	۱۵ تا ۳۵
رطوبت نسبی (٪)	٦٥	۵۰ تا ۷۵
فشار اتمسفر (kPa)	۱۰۱/۳	۷۰ تا ۱۰٦/٦
آهنگ دز تابش زمینه (μSv/h)	آهنگ معادل دز محیطی ۰/۱	آهنگ معادل دز محیطی کم‌تر از ۰/۲۵
میدان الکترومغناطیس محیطی	ناچیز	کم‌تر از پایین‌ترین مقدار تداخل
القای مغناطیسی محیطی	ناچیز	کم‌تر از دو برابر مقدار القایی به‌دلیل میدان مغناطیسی زمین

۱.۳. کانتور هم دز آهنگ معادل دز محیطی

کانتور هم دز آهنگ معادل دز محیطی ۲/۵ میکروسیورت بر ساعت، پیرامون سامانه باید اندازه‌گیری و ارایه شود. در جایی که آهنگ معادل دز محیطی در فاصله ۵ سانتی متر تمام سطوح خارجی قابل دسترس سامانه، کم‌تر از ۲/۵ میکروسیورت بر ساعت بالاتر از زمینه طبیعی باشد، این آزمون الزامی نیست.

اندازه‌گیری آهنگ معادل دز محیطی در فاصله یک متری مقابل منبع پرتو به‌عنوان سطح تابش خروجی صورت می‌پذیرد. برای به‌دست آوردن کانتور هم دز، دزیمترهای TLD در زوایای مختلف (۰ تا ۳۶۰) در موقعیتی که آهنگ معادل دز محیطی ۲/۵ میکروسیورت بر ساعت باشد، قرار داده می‌شوند. با وصل کردن نقاط حاصله به یکدیگر علاوه‌بر کانتور هم دز، مرز سامانه نیز مشخص می‌شود.

۲.۳. آهنگ معادل دز محیطی در مرز سامانه

در مدت زمان روبش و در امتداد مرز سامانه که توسط سازنده تعیین می‌شود، حداکثر مقدار آهنگ معادل دز محیطی نباید ۲/۵ میکروسیورت بر ساعت، بالاتر از زمینه طبیعی باشد.

۳.۳. آهنگ معادل دز محیطی در محل استقرار کاربر

بیشینه آهنگ معادل دز محیطی در محل استقرار کاربر در مدت زمان روبش نباید بیش‌تر از ۱ میکروسیورت بر ساعت بالاتر از زمینه طبیعی باشد. برای این آزمون اندازه گیری آهنگ معادل دز محیطی در محل قرارگیری اپراتور مورد نیاز است.

۴.۳. معادل دز محیطی در محل راننده

اگر راننده در مدت زمـان روبش در وسیله نقلیه روبش‌شونده باقی بماند، معادل دز محیطی در محل راننده نباید بیش‌تر از ۵ میکروسیورت در هر روبش باشد. در این آزمون، بار نمونه در مقابل منبع پرتو قرار داده شده و فانتوم قفسه سینه در محل راننده قرار می‌گیرد و با ۱۰ عدد دزیمتر TLD بر روی فانتوم آهنگ دز حاصل می‌شود.

۵.۳. معادل دز محیطی جسم تحت بازرسی

تجربه نشان می‌دهد که ممکن است افراد در محموله‌های باری که جهت بازرسی مورد تصویربرداری قرار می‌گیرند، مخفی شوند. به این افراد که مسافر قاچاق گفته می‌شود، مثالی هستند از مسئله کلی‌تر اشخاصی که به‌طور ناخواسته و غیر عمد پرتوگیری می‌کنند. موارد زیادی از افرادی که به این شکل پرتوگیری کرده‌اند وجود دارد. توصیه می‌شود که این سیستم‌ها به‌نحوی طراحی و استفاده شوند که احتمال پرتوگیری این افراد، ناچیز باشد. بنابراین معادل دز محیطی جسم تحت بازرسی نباید از ۱ میلی‌سیورت به‌ازای هر روبش بیش‌تر باشد که در مورد پرتوگیری افراد مخفی شده در بار می‌تواند به‌عنوان حدی برای هر بار تصویربرداری درنظر گرفته شود. در این آزمون مشابه آزمون قبل، فانتوم قفسه سینه در محل بار قرار گرفته و دزیمترهای TLD بر روی آن قرار داده می‌شود.

٤. الزامات مکانیکی در سامانه‌های بازرسی کامیونی/کانتینری

علاوه‌بر موارد فوق وجود موارد زیر در این سامانه‌ها به‌عنوان الزامات مکانیکی مربوط به حفاظت در برابر اشعه ضروری است.

* وجود وسیله‌های توقف اضطراری به‌منظور قطع‌کنندگی باریکه ایمنی و عدم تابش پرتو به‌صورت خودکار پس از فعال شدن و یا خرابی یکی از وسایل توقف اضطراری (رعایت اصل جایگزینی[1] در کلیدهای توقف اضطراری).

* وجود قفل‌های همبند (اینترلاک) به‌منظور توقف یا مسدود کردن شدن باریکه پرتو در صورت عدم عملکرد صحیح

[1] Redundancy

تجهیزات ایمنی و یا دریافت پیام توسط حس‌گرهای مرتبط با قفل‌های همبند تغییر حالت هر یک از قفل‌های همبند ایمنی.

* نصب نشان‌گرهای وضعیت پرتودهی و روشن ماندن آن‌ها حداقل ۵ ثانیه قبل از فعال شدن باریکه و روشن ماندن آن‌ها در حین روبش.

* نصب نشان‌گرهای وضعیت پرتودهی و روشن ماندن آن‌ها حداقل ۵ ثانیه قبل از فعال شدن باریکه و روشن ماندن آن‌ها در حین روبش.

* نصب نمادهای هشداردهنده پرتویی در امتداد مرز ناحیه‌های کنترل شده و تحت نظارت و وجود سامانه پایش پرتویی برای این نواحی.

* وجود سنسورهای تشخیص‌دهنده کابین و کانتینر به‌گونه‌ای که بعد از عبور کابین اسکن کامیون شروع شود.

* وجود سیستم تشخیص پلاک خودرو و همچنین ثبت کد ملی راننده به‌منظور بررسی دز سالانه راننده و جلوگیری از پرتوگیری بیش‌تر از حد دز محدود شده برای هر راننده در این پرتوگیری (۲۵۰ میکروسیورت در سال).

* وجود گیت مکانیکی ورودی به‌گونه‌ای که مانع ورود سایر وسایل به منطقه ممنوعه اسکن شود (محلی نصب گیت باید بیرون منطقه تعیین شده توسط کانتور ایزو دز (آهنگ دز کم‌تر از ۲/۵ میکروسیورت بر ساعت باشد).

* نصب دوربین‌های مدار بسته جهت کنترل اطراف محل اسکن به‌منظور تشخیص سریع حضور افراد در زمان اسکن توسط اپراتور دستگاه.

* لحاظ کردن تمهیداتی به‌منظور تشخیص ورود افراد به منطقه ممنوعه در زمان اسکن و خاموش‌سازی سامانه از طریق ایجاد اینترلاک‌هایی بین سامانه و سنسورهای ایمنی نصب شده برای این منظور.

۵. بررسی مشخصات و حدود دز سامانه‌های بازرسی کامیونی/کانتینری

در این قسمت به‌منظور مقایسه حدود دز، مشخصات کلی سه سامانه باززرسی کانتینری ساخت داخل که با شرکت الف، ب و ج مشخص شده، در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول (۲): مشخصات کلی سامانه‌های مورد بررسی.

	الف	ب	ج
نوع سیستم	ثابت	سیار	سیار
منبع پرتو	شتاب‌دهنده خطی الکترون	شتاب‌دهنده خطی الکترون	شتاب‌دهنده خطی الکترون
مد کاری	دروازه ثابت	دروازه ثابت	دروازه ثابت
بیشینه انرژی پرتو	۳ و ٦ مگا الکترون ولت	۳ و ٦ مگا الکترون ولت	٤ و ٦ مگا الکترون ولت
نرخ تکرار پالس	٤۰ تا ٤۰۰ هرتز	۲۵ تا ۳۰۰ هرتز	۲۰۰ هرتز
محدوده سرعت جسم روبش‌شونده	۱۰-۱ کیلومتر بر ساعت	۱۵/۵-۰ کیلومتر بر ساعت	۱۵-۵ کیلومتر بر ساعت
نوع تصویربرداری	پرتوهای عبوری	پرتوهای عبوری	پرتوهای عبوری

٦. حدود دز و مقایسه سامانه‌های بازرسی

در جدول ۳، معادل دز محیطی در نواحی مختلف حین عملیات بـازرسی برای سه نمـونه سیستم کانتینری نوع Drive through ساخت داخل (الف، ب و ج) مقایسه و مقادیر استاندارد بین‌المللی نشان داده شده است. آن‌چه از این جدول مشاهده می‌شود قرارگیری دزهای محیطی در بازه استاندارد بین‌المللی برای دستگاه‌های کانتینری ساخت داخل است. به‌طوری که دز محیطی در محل استقرار راننده که مورد نگرانی افراد از جمله رانندگان کشور برای این نوع سامانه‌هاست از حد

استاندارد دز تعریف شده برای این سامانه‌ها به‌ازای هر اسکن خیلی کم‌تر است.

جدول (۳): دز ناشی از فعالیت سه سامانه بازرسی تولید داخل درمقایسه با حد استاندارد.

	الف	ب	ج	حد استاندارد
آهنگ معادل دز محیطی در مرز سامانه (µSv/h)	کم‌تر از ۲/۵	کم‌تر از ۲/۵	کم‌تر از ۲/۵	کم‌تر از ۲/۵
آهنگ معادل دز محیطی در محل استقرار کاربر (µSv/h)	۰/۰۵	۰/۵٦	۰/۳۵	کم‌تر از ۱
معادل دز محیطی در محل استقرار راننده (µSv/Scan)	۱/۸۸	۲/۲	۱/۳۵	کم‌تر از ۵
معادل دز محیطی جسم تحت بازرسی (µSv/Scan)	٤۸/۱۰	۹۸/۰۵	٦۱/٤	کم‌تر از ۱۰۰۰

از این جدول مشاهده می‌شود که دز دریافتی راننده در هر بار عملیات بازرسی توسط سامانه‌های بازرسی ساخت داخل، تقریباً برابر با ۲ میکروسیورت خواهد بود. بنابراین مشخص نمودن تعداد مجاز اسکن در این سامانه‌ها بنابر حد مجاز دز سالیانه برای مردم که برابر با ۱ میلی‌سیورت (۱۰۰۰میکروسیورت) است، برای هر راننده ضروری است. بنابر استاندارد ANS۱٤۳.۱۷، که مربوط به محدودیت دز برای سیستم‌های با کارکرد عمومی است، میزان دز مؤثر سالیانه دریافت شده توسط افراد از یک دستگاه نباید بیش‌تر از ۲۵۰ میکروسیورت باشد. بنابراین با یک فرض محتاطانه بنابر اصل دز محدود شده، مقدار دز دریافت شده از عملیات بازرسی کانتینری برای راننده مقدار ۲۵٪ دز سالیانه یعنی ۲۵۰ میکروسیورت بر سال پیشنهاد می‌شود که بر این اساس تعداد مجاز پرتوگیری راننده از مراکز بازرسی در سال ۱۲۵ بار خواهد بود. البته مناسب‌تر است در صورت امکان تعداد اسکن به ۵۰ اسکن در سال یعنی ۱۰ درصد دز سالیانه کاهش یابد. بنابراین می‌بایست مسئولین این نوع از سامانه‌ها، اطلاعات هویتی رانندگان را به‌منظور ارزیابی تعداد دفعات مراجعه و روبش، بررسی و نگهداری نمایند.

برای نشان دادن بهتر مقدار دز دریافتی توسط سامانه‌های بازرسی کانتینری در مقایسه با سایر منابع پرتوگیری در جدول ٤ مقدار دز دریافتی سامانه‌های بازرسی با دز دریافتی توسط تصویربرداری‌های پزشکی مرسوم نشان داده شده است. همان‌طور که از این جدول مشاهده می‌شود مقدار دز دریافتی در هربار روبش در مقایسه با این تصویربرداری‌ها ناچیز است.

جدول (٤): مقدار دز دریافتی در فرآیندهای مختلف [۵].

فرآیند	مقدار دز دریافتی
آنژوگرافی عروق کرونری قلب	۸/۷ میلی‌سیورت
سی تی اسکن قفسه سینه	٦/۱ میلی‌سیورت
سی تی اسکن مغز	۱/٦ میلی‌سیورت
تصویربرداری اشعه ایکس قفسه سینه	۰/۱ میلی‌سیورت
تصویربرداری اشعه ایکس دندان	۰/۰۰۵ میلی‌سیورت
سامانه بازرسی کانتینری ساخت داخل	۰/۰۰۲ میلی‌سیورت

۷. نتیجه‌گیری

در این مطالعه به بررسی سامانه‌های بازرسی کانتینری ساخت داخل، استاندارد بین‌المللی ساخت و حدود دز و نحوه اخذ گواهی تطابق با استاندارد ساخت این سامانه‌ها در کشور پرداخته شد. دفتر حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی براساس استاندارد IEC ٦۲۵۲۳:۲۰۱۰ که توسط سازمان ملی استاندارد ایران نیز به تصویب رسیده است با ایجاد نهاد ارزیابی‌کننده، اقدام به ارزیابی تطابق سامانه‌های پرتویی ساخت داخل براساس آزمون‌های مختلف پرتوی و غیرپرتویی نموده است. نهاد ارزیاب براساس بالاترین سطح تابشی عملیاتی منبع پرتو سامانه بازرسی اقدام به اندازه‌گیری آهنگ معادل دز محیطی در نواحی مختلف و مقایسه نتایج با استاندارد می‌نماید. بدین منظور در این کار، به بررسی مشخصات کلی سه نمونه سامانه ساخت داخل و تعیین حدود دز آن در نواحی مختلف پرداخته شد، که نتایج دز حاکی از تطابق با استاندارد مبنا

می‌باشد. با توجه به نگرانی موجود رانندگان وسایل باربری در مورد این نوع از سامانه‌های بازرسی، در این کار به بررسی میزان دز در محل راننده برای سامانه‌های مختلف پرداخته شد و تعداد مجاز روبش برای رانندگان (حداکثر ۱۲۵ بار در سال) به‌دست آمد.

۵. مراجع

۱. استاندارد ملی ایران شماره: ۲۲۶۵۱ حفاظت پرتوی در ستگاهی – سامانه بازرسی پرتونگاری بار/وسیله نقلیه (۱۳۹۸).

2. https:// www.indiamart.com/proddetail/cargo-and-vehicle-x-ray-inspection-systems-19242181033 .html.

3. https:// www.wi-ltd.com/product/container-cargo-x-ray-scanning-portal/.

4. IEC 62523:2010, Radiation Protection Instrumentation - Cargo/Vehicle Radiographic Inspection System, 2010.

5. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and Effects of Ionizing Radiation, (UNSCEAR), 2010.