مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی چهاردهم، شماره‌ی ۶، صفحه‌های ۵۹۶ ـ ۵۸۶ (اسفند ۱۳۹۱)

مقاله‌ی مروری

تـاثیـر انفـجار نیروگاه‌های هسـته‌ای بر غده‌ی تیروئید و سـلامت انسـان

دکتر حسین دلشـاد، دکتر فریدون عـزیزی

۱) مرکز تحقیقات غدد، پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول**: تهران، ولنجک، پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دکتر حسین دلشاد؛
e-mail: delshad1336@yahoo.com

چکیده

مقدمه: حادثه‌ی اخیر نیروگاه هسته‌ای ژاپن که در بیست و پنجمین سالگرد حادثه‌ی نیروگاه اتمی چرنوبیل اتفاق افتاد، سبب شد تا پی‌آمدهای پزشکی به دست آمده از تشعشعات هسته‌ای یک بار دیگر مورد بررسی و مطالعه‌ی دقیق قرار گیرند. سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای ایزوتوپ اورانیوم یا پلو تونیوم می‌باشد و در صورت بروز حادثه، عناصر رادیواکتیو وارد محیط می‌شوند. تاکنون بحرانی‌ترین حادثه در نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل در سال ۱۹۸۶ میلادی و در نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما ژاپن در ۱۱ مارس سال ۲۰۱۱ میلادی اتفاق افتاده‌اند. عمده‌ترین خطر مربوط به حوادث نیروگاه‌های هسته‌ای، بروز سرطان تیروئید در کودکان می‌باشد که می‌توان از آن با تجویز ید پایدار در ساعت‌های اولیه پس از بروز حادثه پیشگیری نمود. تجویز زود هنگام ید دارای اهمیت ویژه است زیرا ۶ ساعت پس از تماس، تجویز ید کم تاثیر خواهد بود. در سال ۱۹۸۶ میلادی تاثیر چنین روش پیشگیری به خاطر عدم اطلاع از خاصیت سرطان‌زایی ید رادیو اکتیو، مورد تردید بود. امروزه هیچ‌گونه تردیدی در مورد پروفیلاکسی یدور پتاسیم توام با محدود نمودن مصرف غذاهای آلوده وجود ندارد.

واژگان کلیدی: نیروگاه هسته‌ای، تشعشع، سرطان تیروئید
دریافت مقاله: ۹۱/۲/۱۹ـ دریافت اصلاحیه: ۹۱/۶/۴ ـ پذیرش مقاله: ۹۱/۶/۱۲

مقدمه

حدود ۶/۶ بیلیون سال قبل در اثر انفجار ستاره‌ای بزرگ یکی از عناصر شیمیایی به نام اورانیوم در منظومه‌ی خورشیدی پراکنده شد.

«هانری بکرل» فیزیکدان فرانسوی در سال ۱۸۶۶ میلادی به پرتوزا بودن اورانیوم پی برد. در سال ۱۸۹۸ میلادی "ماری کوری" به همراه همسرش «پیر کوری» و یک شیمی‌دان فرانسوی به نام «لمون» دو عنصر پرتوزای دیگر به غیر از اورانیوم را کشف نموده و آن‌ها را پولوتونیوم و رادیوم نامیدند. رادیوم با نیمه عمر ۱۶۰۰ سال، مناسب‌ترین ماده‌ی پرتوزا بوده که با ایجاد دگرگونی‌های اساسی در دانش بشر درباره‌ی خواص و ساخت ماده، منجر به شناخت و دستیابی به انرژی اتمی گردید. از سوی دیگر تاثیر رادیوم بر بافت‌های زنده بدن یکی دیگر از مهم‌ترین دستاوردهای کشف «کوری‌ها» بود که منجر به راهیابی پرتو درمانی به حیطه‌ی پزشکی گردید.

اورانیوم مانند بسیاری از مواد پرتوزا در طبیعت به صورت ایزوتوپ یافت می‌شود، و دارای ۱۶ ایزوتوپ است. ایزوتوپ ۲۳۵ اورانیم تنها با فراوانی ۰/۷٪ در شرایط خاص قابلیت شکافت هسته‌ای دارد که با این عمل مقادیر زیادی انرژی آزاد می‌نماید. اورانیوم ۲۳۵ دارای ۹۲ پروتون و ۱۴۳ نوترون است که با دریافت یک نوترون دیگر به دو اتم تبدیل می‌شود. این عمل با بمباران نوترونی هسته در رآکتورهای

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]

هسته‌ای انجام می‌شود که یک واکنش زنجیره‌ای از تقسیم اتم‌های اورانیوم ۲۳۵ را به وجود می‌آورد، به گونه‌ای که جمع انرژی به دست آمده از تقسیم این زنجیره‌ی اتمی بسیار قابل توجه بوده و رآکتورهای هسته‌ای می‌توانند از این انرژی برای گرم کردن آب و راه‌اندازی توربین‌های بخار و تولید برق استفاده نمایند.

نحوه‌ی مواجهه با مواد پرتوزا:

حوادث رآکتورهای هسته‌ای و آزاد شدن مواد پرتوزا:

منابع سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای، ایزوتوپ‌های اورانیوم یا پلوتونیوم هستند که تحت شکافت هسته‌ای قرار گرفته و با تولید انرژی زیاد سبب گرم شدن آب و به راه افتادن توربین‌های مولد برق می‌گردند. علاوه بر تولید گرما، شکافت هسته‌ای، فرآورده‌های پرتوزای دیگری نیز تولید می‌نماید. از کار افتادن ناگهانی سیستم خنک کننده‌ی نیروگاه‌های هسته‌ای و ایجاد حرارت زیاد رآکتور، سبب ذوب شدن هسته فلزی رآکتور و لوله‌های حاوی سوخت اتمی می‌شود که نتیجه‌ی آن پخش شدن مواد پرتوزا و به وجود آمدن فاجعه‌ی انسانی و خطرات انسانی و زیست محیطی می‌باشد. حادثه‌ی اتمی چرنوبیل بدترین حادثه‌ی اتمی غیر نظامی تاریخ بشر می‌باشد که در ۲۶ آوریل سال ۱۹۸۶ میلادی در نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل اکراین اتفاق افتاد که یک سال بعد منجر به مرگ ۲۸ نفر از افرادی که در معرض تشعشعات قرار گرفته بودند، گردید.[۱،۲] متصدیان نیروگاه برای انجام آزمایشی سیستم ایمنی رآکتور را بلند نموده که مقدار زیادی بخار آب داغ از آن خارج گردید. انفجار دوم نیز سقف رآکتور را پاره کرده و با خارج شدن مواد داغ هسته، حدود ۳۰ آتش سوزی در نیروگاه اتفاق افتاد. پس از انفجار ابتدا محیط اطراف تاسیسات به مواد پرتوزا آلوده شده، و به تدریج ابرهای آلوده به نواحی دورتر نیز گسترش یافته و بارش باران سبب شد که بخش های وسیعی از اروپا به مواد رادیواکتیو آلوده شوند.[۳] در این حادثه که وحشتناک‌ترین فاجعه‌ی تکنولوژی انسانی در طول تاریخ بشر به شمار می‌رود مواد پرتوزای لازم برای ساختن ۱۰۰ بمب اتمی آزاد گردید.

در ۱۱ مارس سال ۲۰۱۱ میلادی، زلزله‌ای به قدرت ۹ ریشتر ساحل شرقی ژاپن را لرزانید که با پدیده‌ی سونامی نیز توام بود. تلفات این حادثه بالغ بر ۱۴۰۰۰ نفر گزارش شد.[۴] این حادثه سبب آسیب قابل ملاحظه نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما نیز گردید که پی‌آمد انسانی و خطرات زیست محیطی آن هنوز مشخص نمی‌باشد.

انواع تماس با پرتوزاها:

مواجهه‌ی انسان با پرتوزاهای به دست آمده از حوادث نیروگاه‌های هسته‌ای به طور معمول به سه روش صورت می‌گیرد: تماس کامل یا نسبی بدن با تشعشع به علت نزدیکی کامل به منبع تشعشات، آلودگی خارجی و آلودگی داخلی. تمام این سه نوع تماس ممکن است در فردی که در محل حادثه حضور داشته ایجاد شوند. تماس کامل یا نسبی بدن با تشعشات زمانی اتفاق می‌افتد که تشعشع به دست آمده از منبع خارجی از راه سطحی به پوست یا عمیق به ارگان‌های داخلی بدن برسد. نفوذ اشعه به بافت‌های عمقی بدن بستگی به نوع و انرژی اشعه دارد. اشعه‌ی رادیواکتیو از پرتوهای آلفا، بتا و گاما و تابش نوترونی تشکیل شده، که نوع آلفای آن بسیار خطرناک است ولی توان نفوذ اندکی دارد. این پرتو در بافت زنده تنها کمتر از ۱۰۰ میکرون نفوذ می‌کند اما برای آن ویرانگر می‌باشد. پرتو بتا بر حسب انرژی خود تنها مسافت کمی را در بافت‌ها طی نموده و می‌تواند منبع عمده‌ی تشعشع به پوست باشد. پرتو گاما با انرژی بالا قادر به عبور از دیوار و سنگ بوده، بنابراین در برخورد با بدن تا عمق زیاد نفوذ می‌کند و در مسیر حرکت خود سبب تخریب DNA و پیدایش انواع سرطان‌ها، نقایص مادرزادی و انتقال این نقایص به نسل‌های آینده می‌گردد. برای جلوگیری از نفوذ پرتو گاما، به یک دیواره‌ی سربی به عرض حدود ۱۰ سانتی‌متر نیاز است. در حادثه‌ی نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل تنها کارگران و مسئولین اورژانس نیروگاه که بلافاصله بعد از حادثه درگیر اتفا حریق شده بودند دچار تماس کامل یا نسبی بدن با تشعشعات گردیدند.

آلودگی داخلی بدن زمانی اتفاق می‌افتد که فرآورده‌های به دست آمده از انفجار هسته‌ای از راه دهان و یا از راه استنشاق و یا از راه زخم‌های پوستی وارد بدن گردند. بیشتر جمعیتی که در اطراف نیروگاه‌های هسته‌ای زندگی می‌کنند، از این راه آلوده می‌گردند. بنابراین در حوادث نیروگاه‌ها، به جمعیت ساکن اطراف نیروگاه توصیه می‌شود که به منظور جلوگیری از آلودگی داخلی با تشعشعات برای مدتی از منزل خارج نشوند. در حادثه‌ی چرنوبیل حدود ۵ میلیون نفر از جمعیت ساکن در اطراف نیروگاه دچار آلودگی داخلی و آسیب‌های به دست آمده گردیدند. حدود ۵ هزار مرکز مسکونی در جمهوری روسیه سفید، اوکراین و فدرال روسیه

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]

با ذرات رادیواکتیو آلوده شدند. به غیر از آن کشورهای فنلاند، سوئد، نروژ، لهستان، انگلستان و برخی دیگر از کشورهای اروپایی نیز اثرات این فاجعه را احساس نمودند.[۵،۶]

انفجار رآکتور هسته‌ای مواد پرتوزای متعددی را وارد فضا می‌نماید. جدول ۱ فهرست رادیوایزوتوپ‌های آزاد شده در حادثه‌ی نیروگاه چرنوبیل را نشان می‌دهد.[۷]

جدول ۱- رادیو ایزوتوپ‌های خارج شده در طول حادثه نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل

ایزوتوپ	نیمه عمر	نوع تشعشع
نپتونیوم - ۲۳۹	۵۸ ساعت	بتا ، گاما
مولبدینیوم - ۹۹	۶۷ ساعت	بتا ، گاما
تلوریوم - ۱۳۲	۷۸ ساعت	بتا ، گاما
گزنون - ۱۳۳	۵ روز	بتا ، گاما
ید - I131	۸ روز	بتا ، گاما
باریوم - ۱۴۰	۱۳ روز	بتا ، گاما
سریوم - ۱۴۱	۳۳ روز	بتا ، گاما
روتینوم - ۱۰۳	۴۰ روز	بتا ، گاما
استرنتیوم - ۸۹	۵۲ روز	بتا
زیرکونیوم - ۹۵	۶۵ روز	بتا ، گاما
کوریوم - ۲۴۲	۱۶۳ روز	آلفا
سریوم - ۱۴۴	۲۸۵ روز	بتا ، گاما
روتنیوم - ۱۰۶	۱ سال	بتا ، گاما
ستریوم - ۱۳۴	۲ سال	بتا
پلوتونیوم - ۲۴۱	۱۳ سال	بتا
استرونتیوم - ۹۰	۲۸ سال	بتا
سنریوم - ۹۰	۳۰ سال	بتا ، گاما
پلوتونیوم - ۲۳۸	۸۶ سال	آلفا
پلوتونیوم - ۲۴۰	۶۸۵۰ سال	آلفا ، گاما
پلوتونیوم - ۲۳۹	۲۴۴۰۰ سال	آلفا ، گاما

تاثیر نامطلوب هر یک از این رادیوایزوتوپ‌ها به یک سری عوامل طبقه‌بندی شده بستگی دارد. رادیو ایزوتوپ‌های با نیمه عمر بسیار کوتاه (برای نمونه مولیبدنیوم ۹۹ با ۶۷ ساعت) و یا خیلی طولانی (برای نمونه پلوتیتیوم-۲۳۹ با ۲۴ هزار سال) رادیوایزوتوپ‌های گازی (مانند گزنون-۱۳۳) و آن‌ها که به اندازه‌ی کافی وارد محیط نمی‌شوند (مانند پلوتونیوم-۲۳۸) آلودگی قابل توجه خارجی وداخلی در حوادث هسته‌ای ایجاد نمی‌نماید. در مقابل، ید ۱۳۱ به خاطر فراوانی آن در بین ویژگی‌های به دست آمده از انفجار هسته‌ای و تمایل رسوب روی زمین می‌تواند یک منبع مهم بیماری‌زایی باشد. وقتی ید ۱۳۱آزاد گردید، می‌تواند از راه استنشاق و پس از آنکه وارد چرخه‌ی غذا گردید با آلودگی میوه‌جات، سبزیجات، شیر و آب‌های آشامیدنی از راه دستگاه گوارش وارد بدن گردد. ید ۱۳۱ پس از ورود به داخل بدن به سرعت در غده تیروئید تجمع می‌یابد و منبع قابل توجه تشعشع بتا می‌شود. ارتباط بین تشعشعات و سرطان تیروئید اولین بار در سال ۱۹۵۰ میلادی مورد تایید قرار گرفت.[۸] سرطان تیروئید اولین تومور توپری (solid) بود که میزان بروز آن در بازماندگان بمباران اتمی ژاپن افزایش نشان می‌داد.[۹] ورود مواد پرتوزا به دست آمده از حادثه‌ی نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما به داخل آب دریا و آلوده شدن زنجیره غذایی آبزیان دریایی نیز راه دیگری برای آلودگی هسته‌ای انسان‌ها فراهم آورده است.

پی‌آمدهای بالینی مواجهه با تشعشعات:

مواجهه با تشعشعات بالقوه می‌تواند منجر به تاثیرات کوتاه و طولانی‌مدت در هر یک از ارگان‌ها و سیستم‌های بدن گردد.[۱۰،۱۱] در سطح مولکولی پی‌آمد اولیه‌ی تشعشع، آسیب DNA است، این آسیب ممکن است به طور کامل بهبود یافته یا منجر به اختلال عملکرد، سرطان‌زایی یا مرگ سلولی گردد. اثرات بالینی تشعشعات بستگی به متغیرهای متعددی از جمله نوع مواجهه (مواجهه‌ی کامل یا نسبی در مقابل آلودگی خارجی یا داخلی)، نوع نسج (نسج حساس به تشعشعات در مقابل نسج مقاوم به آن)، نوع تشعشع (گاما در مقابل بتا)، عمق نفوذ تشعشعات در بدن (انرژی پایین در مقابل انرژی بالا)، دوز تام جذب شده و طول زمان جذب اشعه دارد. نوع تشعشعات و مقدار دوزی که در حوادث نیروگاه‌های هسته‌ای آزاد می‌شوند با آنچه که در بمباران اتمی دیده می‌شود به طور کامل متفاوت می‌باشند. در جنگ افزارهای اتمی نیز انرژی به دست آمده از شکاف هسته‌ای برای تخریب و کشتار انسان‌ها استفاده می‌شود. این سلاح در طول تاریخ تنها دوبار مورد استفاده قرار گرفته است. در ۶ اگوست سال ۱۹۴۵ میلادی، نیروی هوایی آمریکا اولین بمب اتمی خود را که در طراحی آن از ۶۴ کیلوگرم اورانیوم استفاده شده بود روی شهر هیروشیمای ژاپن منفجر ساخت،

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]

که شدت آن معادل انفجار ۱۵ هزار تن TNT بوده و تلفات اولیه‌ی آن بالغ بر ۱۴۰۰۰۰ انسان بود. سه روز بعد در ۹ اگوست سال ۱۹۴۵ میلادی دومین بمب پلوتونیومی با انفجاری معادل ۲۱ کیلو تن TNT بر شهر ناکازاکی ژاپن منفجر شد که موجب مرگ ۷۴۰۰۰ نفر گردید.

بیماری حاد ناشی از تشعشعات و درمان آن (Acute Radiation Sickness):

زمانی‌که تمام یا قسمتی از بدن با یک دوز منفرد از اشعه‌ای با شدت بیش از ۱ گرادیان مورد رادیاسیون قرار گیرد، بیماری حاد ناشی از رادیاسیون می‌تواند ایجاد گردد. GY(Gray) واحد اندازه‌گیری رادیاسیون در سیستم بین‌المللی است. یک GY معادل جذب یک ژول انرژی به ازای هر کیلوگرم از توده (Mass) است. در سیستم سانتی‌متر ـ گرم ـ ثانیه واحد اشعه جذب شده راد (Rad) نامیده می‌شود (1 GY=100 Rad). واحد اندازه‌گیری دوز موثر اشعه Sievert (SV) است. هر Sievert معادل ۱۰۰۰ میلی Sievert (mSV) می‌باشد. انسان‌ها سالانه معادل mSV ۳-۲ اشعه از محیط دریافت می‌کنند. مقدار اشعه‌ای که در طی یک رادیوگرافی ساده قفسه صدری به فرد می‌رسد معادل mSV ۰/۰۲ بوده و در سی‌تی‌اسکن، ارگان مورد بررسی در بالغین معادل mSV ۱۵ و در نوزادان معادل mSV ۳۰ اشعه دریافت می‌کند. تشعشع بیش از mSV ۱۰۰ در یک سال خطر بروز سرطان را به وضوح افزایش می‌دهد. تشعشع حاد با mSV ۱۰۰۰ موجب تهوع استفراغ و خونریزی (Radiation sickness) گردیده اما سبب مرگ نمی‌شود. یک دوز واحد معادل mSV ۵۰۰۰ در طول یک ماه سبب مرگ نیمی از افراد تحت تشعشع می‌گردد. بخش بیشتر داده‌های مربوط به بیماری حاد ناشی از تشعشعات از پژوهش‌های انجام شده و گزارشات ملی و بین‌المللی ثبت شده توسط آژانس‌های هسته‌ای از افرادی‌که به طور عمده از منابع پزشکی مورد تشعشعات قرار گرفته‌اند، به دست آمده است.[۱۲] تمام ۱۳۴ نفری که در حادثه‌ی نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل دچار بیماری حاد ناشی از رادیاسیون شده بودند کارگران و اعضا تیم اورژانس نیروگاه را شامل می‌شدند.[۵] علت عمده‌ی بیماری‌زایی و مرگ و میر به دست آمده از تشعشعات تمام یا قسمتی از بدن، عوارض خونی، پوستی و گوارشی است. در حادثه نیروگاه چرنوبیل تمام ۱۳۴ نفری که دچار بیماری حاد ناشی از تشعشعات شده بودند، نارسایی مغز استخوان پیدا نموده، ۱۹ نفر درماتیت اشعه‌ای گسترده و ۱۵ نفر نیز عوارض وخیم دستگاه گوارشی را نشان دادند.[۱۳] عوارض مغز استخوان و دستگاه گوارش به خاطر حساس بودن سلول‌های سازنده این ارگان‌ها به اشعه شایع‌تر می‌باشند. اثرات سمی پوست نیز شایع می‌باشد، زیرا اشعه‌ی گاما با انرژی پائین و اشعه‌ی بتا به طور عمده توسط پوست جذب می‌شوند. در حادثه‌ی چرنوبیل در برخی از بیماران دوز اشعه به پوست ۱۰ تا ۳۰ برابر بیشتر از دوز جذب شده توسط مغز استخوان بود. چنان‌چه دوز کلی بدن بیش از Gy ۲۰ باشد اختلال شدید و فشار عصبی ـ عروقی می‌تواند ایجاد گردد. در حادثه‌ی چرنوبیل بیشینه میزان اشعه جذب شده در یکی از کارگران Gy ۱۶ بود.[۱۳]

بیماری حاد ناشی از اشعه (Acute Radiation Sickness) را می‌توان به سه مرحله تقسیم نمود: مرحله‌ی مقدماتی (prodrome)، مرحله‌ی نهفته (latency) و مرحله‌ی بیماری (illness). جدول ۲ پی‌آمدهای بالینی بیماری را در سه مرحله نشان می‌دهد.

جدول ۲ - علایم و نشانه های بیماری حاد ناشی از اشعه در سه مرحله بعد از تشعشع

مرحله‌ی مقدماتی بر حسب سطح تماس	مرحله‌ی نهفته (Latency)	مرحله‌ی بیماری
خفیف (Gy ۲-۱) استفراغ، شروع ۲ ساعت بعد	طول مدت ۲۱ تا ۳۵ روز تعداد لنفوسیت‌ها ۱۵۰۰-۸۰۰ در میلی‌متر مربع	ضعف و خستگی، مرگ و میر
متوسط (Gy ۴-۲) استفراغ، سردرد خفیف شروع ۱ تا ۲ ساعت بعد	طول مدت ۱۸ تا ۳۵ روز تعداد لنفوسیت‌ها ۸۰۰-۸۰۰ در میلی‌متر مربع	تب، عفونت، خونریزی، ضعف، مرگ و میر مساوی یا کمتر از ۵۰٪
شدید (Gy ۶-۴) استفراغ، اسهال خفیف، سردرد متوسط، تب، شروع ۱ تا ۲ ساعت بعد	طول مدت ۸ تا ۸ روز تعداد لنفوسیت‌ها ۵۰۰-۳۰۰ در میلی‌متر مربع	تب بالا، عفونت، خونریزی، مرگ و میر ۳۰ تا ۷۰٪
خیلی شدید (Gy ۸-۶) استفراغ، اسهال شدید، سردرد شدید، تب بالا، اختلال سطح هوشیاری شروع کمتر از ۳۰ دقیقه بعد	طول مدت مساوی یا کمتر از ۷ روز تعداد لنفوسیت‌ها ۳۰۰-۱۰۰ در میلی‌متر مربع	تب بالا، اسهال و استفراغ، گیجی، کاهش فشار خون و عدم شناخت زمان و مکان مرگ و میر ۵۰ تا ۱۰۰٪
کشنده (>8Gy) استفراغ، اسهال شدید، سردرد شدید، تب بالا، اختلال سطح هوشیاری شروع کمتر از ۱۰ دقیقه بعد	زمان نهفته وجود نداشته تعداد لنفوسیت‌ها ۱۰۰-۰ در میلی‌متر مربع	تب بالا، اسهال کاهش سطح هوشیاری مرگ و میر ۱۰۰٪

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]

تظاهرات پوستی در بیماری حاد ناشی از اشعه شامل اریتم خفیف و خارش (با دوز Gy ۱۸-۳) و تاول‌های پوستی توام با زخم با دوزهای بسیار بالا (Gy ۱۰<) می‌باشد.[۵]

اولین اقدام در مراقبت از هر فردی که در معرض تشعشع قرار گرفته ارزیابی و اداره‌ی فوری آسیب‌های تهدید کننده‌ی زندگی مانند تروما و سوختگی می‌باشد. قدم بعدی رسیدگی به آلودگی تشعشعی خارجی و داخلی بدن خواهد بود. روش‌های آلودگی زدایی از منابع مختلف در دسترس هستند.[۶،۱۴] پس از توجه و انجام اقدامات یاد شده، بیماری حاد ناشی از اشعه را باید در نظر قرار داده و درمان مناسب را برحسب دوز کلی اشعه دریافتی که بر اساس علایم بالینی ابتدایی و تعداد لنفوسیت‌ها و در صورت امکان تجزیه و تحلیل ستیوژنی امکان‌پذیر می‌باشد، انجام داد.[۱۵،۱۶]

می‌توان بیمارانی را که کمتر از ۲ گرادیان اشعه دریافت نموده‌اند تنها با حمایت‌های علامتی برای تهوع و استفراغ اداره نمود. چنان‌چه تشعشعات تمام بدن از Gy ۲ تجاوز نماید، درمان نارسایی مغز استخوان ارجح خواهد بود. استراتژی‌های درمانی در چنین مواردی تجویز آنتی‌بیوتیک‌ها، ضد ویروس و ضد قارچ، استفاده از فاکتورهای تحریک رشد سیستم هماتوپوئتیک و به احتمال زیاد پیوند مغز استخوان می‌باشند.[۱۷] پیوند مغز استخوان به دلیل پی‌آمد نه چندان مطلوب آن در مورد بیماران حادثه دیده از انفجارات هسته‌ای مورد اختلاف نظر است. در حادثه‌ی چرنوبیل تنها ۲ نفر از ۱۳ بیماری که تحت پیوند مغز استخوان قرار گرفته بودند، به مدت طولانی زنده ماندند. از بین ۱۱ بیماری که دچار مرگ گردیدند، عوارض ناشی از پیوند علت اصلی مرگ ۲ نفر از آنان بود.[۱۸] عوارض ناشی از رادیاسیون به دستگاه گوارش را می‌توان با اقدامات نگهدارنده از جمله تجویز پروفیلاکسی پروبیوتیک‌ها کنترل نمود.[۱۹] ضایعات پوستی ناشی از رادیاسون ممکن است در عرض چند هفته تظاهر یافته که با تجویز سطحی پمادهای گلوکوکورتیکوئیدی و اجتناب از بروز عفونت‌های ثانویه اداره می‌شوند. الگوریتم مراقبت از بیماران دچار بیماری حاد ناشی از تشعشع توسط چندین سازمان تهیه و برای استفاده عموم انتشار یافته‌اند.[۲۲-۲۰،۵]

افزایش بروز سرطان در طولانی مدت:

بررسی بازماندگان بمباران‌های اتمی ژاپن نشان داد که خطر بروز لوسمی و سرطان‌های دیگر در این افراد بالا بوده است. پی‌گیری سالانه ۲۸۴۰۰۰ نفر از بازماندگان بمباران اتمی ژاپن ۲۲۵ مورد سرطان تیروئید را در بین ۷۹۹۷۲ نفری که تا ژانویه سال ۱۹۵۸ فاقد کانسر بودند نشان داد.[۲۳،۲۴]

تفاوت‌های عمده‌ای بین نوع و دوز رادیاسیون به دست آمده از بمباران اتمی با حوادث نیروگاه‌های هسته‌ای وجود دارد. این تفاوت‌ها ممکن است علت عدم افزایش خطر بروز لوسمی و سرطان‌های توپر در اطراف نیروگاه چرنوبیل باشند.[۳۵-۲۵] اگر ید پرتوزا مورد استنشاق قرار گرفته و یا از راه دستگاه گوارش به بدن برسد، در غده تیروئید تجمع یافته و خطر بروز سرطان تیروئید را افزایش می دهد. این خطر را می‌توان با دریافت قرص‌های حاوی یدور پتاسیم که غده‌ی تیروئید را اشباع نموده و مانع برداشت ید رادیواکتیو می‌شود، کاهش داد. شواهد قوی مبنی بر افزایش شیوع سرطان تیروئید بین کودکانی که ید ۱۳۱ دریافت می‌نمایند، وجود دارد. بیش از ۵ میلیون نفر در اطراف نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل تحت تشعشع با ید ۱۳۱ و ایزوتوپ‌های Cesium قرار گرفتند.[۶] پژوهش‌های دقیق روی کودکانی که در نزدیکی نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل زندگی می‌نمودند، نشان داد خطر بروز سرطان تیروئید با ضریب ۲ تا ۵ به ازای هر Gy ۱ رادیاسیونی که تیروئید دریافت نموده‌اند، افزایش یافته است.[۳۸-۳۶] میزان بروز سالیانه‌ی سرطان تیروئید در کودکان، یک مورد بین ۱۰۰۰۰۰ کودک می‌باشد، در حالی‌که این میزان بین سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۰۰ میلادی در کشور بلاروس ۱۳/۵ در ۱۰۰۰۰۰ کودک گزارش شده است. به بیان دیگر در مقایسه با ۱۵ سال قبل از حادثه‌ی چرنوبیل میزان بروز سرطان تیروئید در طی ۱۵ سال بعد از این حادثه در کودکان، نوجوانان و بالغین بلاروسی به ترتیب ۸۷/۸، ۱۲/۷ و ۴/۵ مرتبه افزایش نشان می‌داد.[۱]

در یک مطالعه‌ی موردی ـ شاهدی خطر بروز تمام سرطان‌ها در کودکان زیر ۵ سال ساکن در حومه‌ی ۵ کیلومتری یک نیروگاه هسته‌ای در آلمان ۶۱٪ افزایش داشت.[۳۹] در یک متاآنالیز بررسی‌های جغرافیایی نیز خطر بروز لوسمی در کودکان زیر ۹ سال ساکن در حومه‌ی ۱۶ کیلومتری نیروگاه‌های هسته‌ای ۲۳٪ گزارش گردیده است.[۴۰] این بررسی‌ها نشان داده‌اند که غده‌ی تیروئید در دوران کودکی مانند پستان‌ها، مغز و مغز استخوان نسبت به اشعه به شدت حساس می‌باشد.

عوامل موثر در افزایش سرطان‌زایی مقدار اشعه‌ی دریافتی، سن زمان تماس، جنس، استعداد ژنتیکی و عوامل محیطی می‌باشند. یکی از عمده‌ترین عوامل سن پائین فرد

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]

هنگام تماس با تشعشع است. آنالیز ۷ پژوهش انجام شده در این زمینه نشان داد خطر بروز سرطان تیروئید بعد ازتشعشع در سنین زیر ۵ سال، ۲ برابر کودکانی بوده که بین ۵ تا ۹ سال و ۵ برابر کودکانی بود که بین ۱۰ تا ۱۴ سالگی تحت تشعشعات قرار گرفته بودند.[۴۱]

در بازماندگان بمباران‌های اتمی ژاپن خطر بروز سرطان‌های تیروئید در چهار گروه سنی صفر تا ۹ سال، ۱۰ تا ۱۹ سال، ۲۰ تا ۳۹ سال و بالاتر از ۴۰ سال به ترتیب ۰/۵، ۰/۳۳ ، ۰/۲ و ۰/۲ برابر افزایش نشان داد.[۴۲] در این بررسی‌ها افزایش خطر بروز سرطان برای افرادی‌که در سنین بالاتر از ۱۵ تا ۲۰ سال بوده‌اند قابل توجه نبود. افزایش خطر بروز سرطان پاپیلری تیروئید به دنبال تشعشعات پس از ۴۰ سالگی در هیچ پژوهشی نشان داده نشده است.

احتمال بروز گره‌های خوش‌خیم و بدخیم تیروئید به دنبال تشعشعات در دوران کودکی، در زنان ۲ تا ۳ برابر بیشتر از مردان است.[۴۱،۴۳] استعداد ژنتیکی به دست آمده از اختلال در سوخت و ساز ترمیمی DNA [۴۴] و هم‌چنین، عوامل تغذیه‌ای و هورمونی نیز ممکن است بر میزان بروز تومورهای تیروئید پس از تشعشعات تاثیر داشته باشند.[۴۵]

ویژگی‌های اولیه و پی‌آمد سرطان‌های تیروئید تولید شده از تشعشعات خارجی به ناحیه‌ی گردن شبیه تومورهایی است که بدون تشعشعات ایجاد شده‌اند. تنها تفاوت یافت شده در یک بررسی شیوع بیشتر چند کانونی بودن تومور بوده که این یافته تاکیدی بر انجام تیروئیدکتومی نزدیک به کامل نزد این بیماران است.[۴۶] نکته‌ی قابل توجه تهاجمی‌تر بودن سرطان‌های تیروئید کودکان و جوانان تحت تشعشع قرار گرفته در حادثه‌ی چرنوبیل می‌باشد که این یافته ممکن است ناشی از تشخیص دیررس و جوان‌تر بودن بیشتر مبتلایان باشد.

در کل، غده‌ی تیروئید یکی از حساس‌ترین ارگان‌ها به اثر سرطان‌زایی تشعشعات در دوران کودکی است. هر چند تعدادی از بررسی‌ها رابطه‌ی مقدار اشعه‌ی دریافتی و بروز سرطان (Dose-response effect) را مطرح نموده‌اند، اما آستانه‌ی مشخصی که خطر بروز سرطان را افزایش دهد یافت نگردیده است. سن پایین یکی از عمده‌ترین عوامل تعیین کننده حساسیت غده تیروئید نسبت به تشعشعات است. خطر بروز سرطان تیروئید در افرادی که پس از ۱۵ تا ۲۰ سالگی در معرض تماس با اشعه قرار گرفته اند قابل توجه نیست. به علت وجود دوران نهفته‌ی طولانی‌مدت، افرادی که در دوران کودکی و به طور کلی در سنین پائین‌تر مورد تشعشع قرار گرفته‌اند نیاز به پی‌گیری در تمام طول زندگی خود دارند. نحوه‌ی برخورد تشخیصی درمانی و پی‌گیری سرطان‌های تیروئید به دست آمده از تشعشعات مانند تومورهای خود به خود ایجاد شده تیروئید است. نحوه‌ی پی‌گیری افرادی‌که در دوران کودکی تحت تشعشع قرار گرفته‌اند در شکل ۱ دیده می‌شود.

اقدامات پیشگیری کننده از بروز عوارض به دست آمده از تشعشعات:

پس از بروز حادثه‌ی نیروگاه اتمی فوکوشیما ژاپن، سازمان بهداشت جهانی[i] راه‌کارهای جدیدی را به منظور چگونگی کاهش تماس با تشعشعات که موجب سرطان، به ویژه در کودکان و بالغین جوان، می‌شود منتشر نمود. این توصیه‌ها به شرح زیر می‌باشند:

مواد رادیونوکلئید اصلی که پس از حادثه‌ی نیروگاه‌های هسته‌ای آزاد می‌شوند سزیوم و ید رادیواکتیو می‌باشند. افراد ممکن است به طور مستقیم از راه مواد رادیونوکلئید پراکنده در هوا و یا در صورت آلودگی آب و غذا با چنین موادی آلوده گردند.

محدودیت مصرف سبزیجات و مواد لبنی در حومه‌ی نیروگاه هسته‌ای حادثه دیده می‌تواند تشعشعات دریافتی را کاهش دهد.

چنان‌چه در معرض تشعشع قرار گرفته‌اید لباس و کفش خود را قبل از ورود به منزل از خود خارج نموده و در یک کیسه پلاستیکی و در محلی دور از دسترس کودکان و یا حیوانات خانگی قرار دهید.

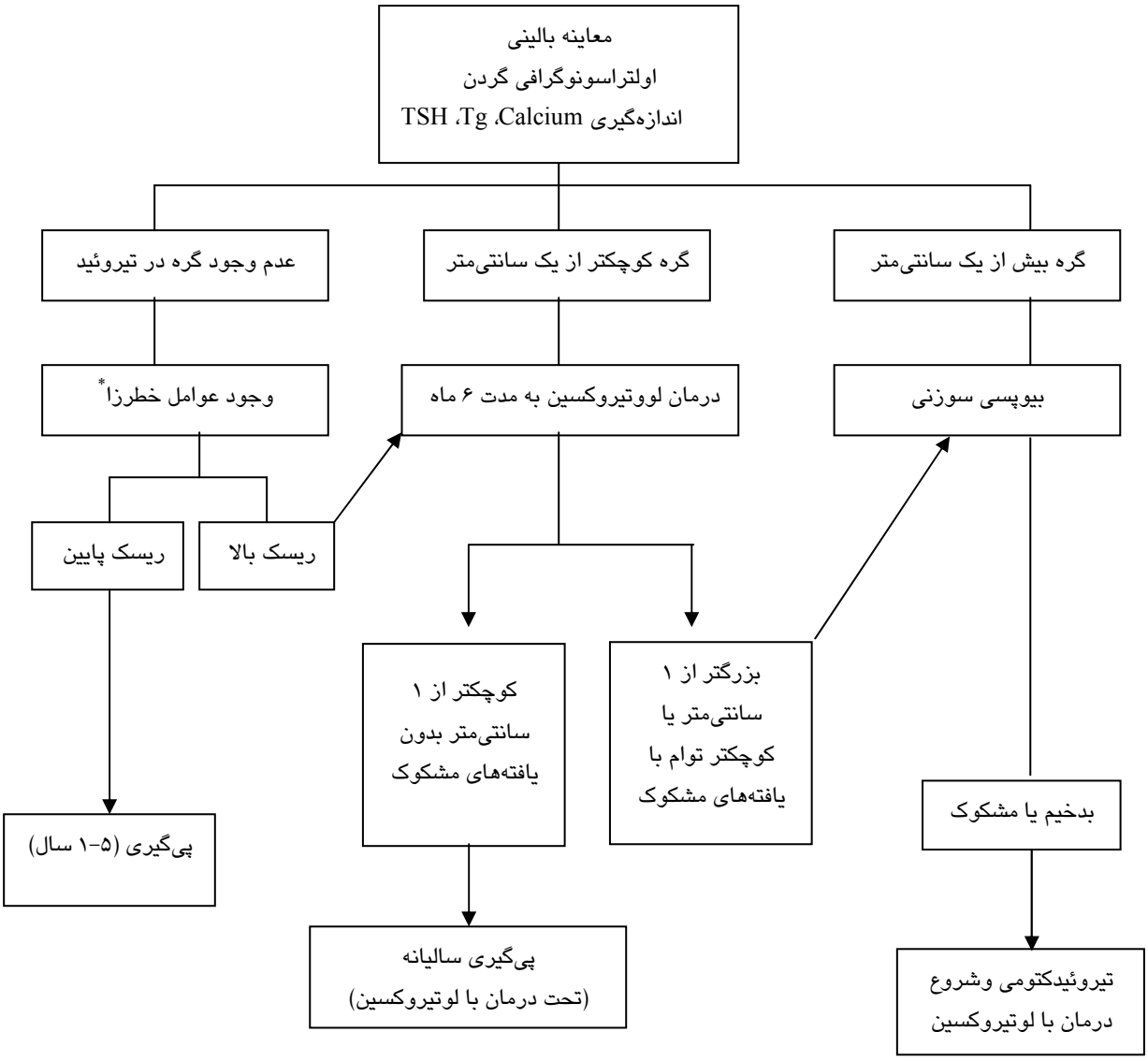
پس از ورود به داخل منزل ابتدا استحمام نموده و تمام بدن خود را با صابون و آب گرم شستشو دهید.

چنان‌چه به شما توصیه شده که در داخل منزل بمانید مطمئن‌ترین اطاق یا مکان منزل را که فاقد درب و پنجره به بیرون بوده انتخاب نموده و سیستم گرمایشی و یا خنک کننده را روشن نکنید.

غذاها می‌توانند توسط مواد پرتوزا آلوده شوند. غذاهایی مانند تن، کنسرو و یا پوشیده شده از پلاستیک از آلوده شدن با مواد پرتوزا مصون می‌مانند.

i- World health organization

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]



شکل ۱- چگونگی پی‌گیری افرادی‌که سابقه‌ی تشعشع خارجی در دوران کودکی داشته‌اند. * عوامل خطر زا : سن پایین در زمان تماس با اشعه، دوز بالای اشعه، استعداد فردی یا فامیلی، سطح تیروگلوبولین بالا

با گذشت زمان با آلوده شدن آب و خاک به مواد رادیو اکتیو مواد غذایی به دست آمده از این محیط‌ها نیز می‌توانند به مواد پرتوزا آلوده شوند.

از مصرف شیر، سبزیجات، قارچ، گوشت و دیگر مواد غذایی به عمل آمده در حومه‌ی نیروگاه هسته‌ای حادثه دیده اجتناب نمایید. از آنجا که نیمه عمر ید ۱۳۱ تنها ۸ روز می‌باشد، این منابع غذایی بعد از گذشت ۲ تا ۳ ماه آلودگی قابل توجه‌ای از ید ۱۳۱ را نخواهند داشت.

ید پرتوزای آزاد شده از انفجار هسته‌ای از راه استنشاق یا دستگاه گوارش وارد بدن شده و به طور عمده در غده‌ی تیروئید تجمع می‌یابد و خطر بروز سرطان تیروئید را افزایش می‌دهد. این خطر را می‌توان با دریافت قرص‌های حاوی یدور پتاسیم که غده تیروئید را اشباع نموده و مانع برداشت ید رادیو اکتیو می‌شود، کاهش داد.

نقش یدور پتاسیم (KI)[i] در پیشگیری از بروز سرطان تیروئید ناشی از تشعشعات هسته‌ای :

غده تیروئید برای سنتز هورمون‌های تیروئید که تنظیم کننده‌ی سوخت و ساز بدن می‌باشند، نیاز به ید دارد. غده تیروئید ید مورد نیاز خود را از جریان خون دریافت می‌کند. این غده قادر به افتراق ید عادی از ید پرتوزا نیست، بنابراین هر دو نوع ید را برداشت می‌نماید. در نوزادان و کودکان غده

i - Potassium iodide

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]

تیروئید یکی از حساس‌ترین ارگان‌ها نسبت به تشعشع می‌باشد. به نظر می‌رسد سرطان تیروئید تنها سرطانی باشد که میزان بروز آن پس از آزاد شدن مواد پرتوزا، به ویژه در کودکان و نوجوانان، افزایش پیدا می‌کند. یدور پتاسیم تنها عامل محافظت کننده‌ی غده تیروئید در برابر سرطان ناشی از ید پرتوزا می‌باشد. یدور پتاسیم مانع برداشت ید پرتوزا توسط غده تیروئید و در نتیجه مهار تشعشعات آن می‌گردد. اثر یدور پتاسیم بستگی به مقدار تجویز شده و هم‌چنین موازنه از قبل موجود بوده ید در بدن دارد. اساس تاثیر یدور پتاسیم، رقیق نمودن ید پرتوزای وارد شده به داخل بدن با مقادیر زیاد ید پایدار می‌باشد که منجر به کاهش تشعشعات به غده تیروئید می‌گردد. دو سازوکار دیگر نیز در این فر آیند دخیل می‌باشند: ازجمله اشباع شدن پدیده‌ی حمل ید به داخل غده تیروئید و مهار ورود ید به داخل مولکول تیروگلوبولین (پدیده‌ی ولف ـ چایکوف). این اثرات به سرعت بروز نموده، به‌طوری‌که در عرض ۳۰ دقیقه پس از دریافت یدور پتاسیم بیشینه مهار برداشت ید رادیو اکتیو نمودار می‌گردد.[۴۷]

میزان دریافت روزانه ید، تنظیم کننده‌ی مقدار برداشت ید پرتوزا توسط غده تیروئید است. در مناطقی از جمله کشور ایران که میزان دریافت ید کافی و حدود ۱۵۰ میکرو گرم در روز باشد،[۴۸] برداشت ید پرتوزای ۲۴ ساعته ۲۰٪ خواهد بود که در شرایط کمبود ید به ۴۰ تا ۶۰٪ افزایش پیدا می‌کند. مهار برداشت ید پرتوزا ارتباط نزدیک با یدور پتاسیم تجویزی دارد. در بالغین با ۱۳۰ میلی گرم یدور پتاسیم، صرف‌نظر از وضعیت برداشت قبل از تجویز، بیشینه مهار برداشت ید پرتوزا به دست می‌آید. برای مهار مطلوب در نزد کودکان، مقادیر کمتری از یدور پتاسیم مورد نیاز می‌باشد.

زمان تجویز یدور پتاسیم برای اعمال اثر آن حیاتی می‌باشد. با تجویز یدور پتاسیم در طی یک تا دو ساعت قبل و یا بلافاصله پس از آلودگی، میزان اثر بخشی آن به بیش از ۹۸٪ می‌رسد. پس از آلودگی اثر بخشی آن به سرعت کاهش پیدا می‌کند. تاثیر یدور پتاسیم یک ساعت پس از آلودگی ۹۰٪، ۲ ساعت بعد ۸۴٪ و ۳ ساعت بعد ۶۰٪ خواهد بود. برداشت ید پرتوزا توسط غده تیروئید در طی یک تا دو روز پس از تجویز دوز واحد یدور پتاسیم به طور قابل توجهی افزایش پیدا می‌کند، بنابراین تجویز روزانه‌ی آن در آلودگی‌های طولانی مدت توصیه می‌گردد. تجویز بیش از یک تا دو هفته ممکن است خطر بروز عوارض یدور پتاسیم را افزایش دهد.

برخلاف این‌که نقش یدور پتاسیم برای چندین دهه مورد بحث قرار گرفته، اما هنوز بسیاری از مردم چگونگی ذخیره‌سازی و مصرف آن را نمی‌دانند. حادثه‌ی نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما ژاپن مردم بسیاری از کشورها را که فاصله‌ی قابل توجه‌ای با ژاپن داشتند و هم‌چنین، پزشکان و مراکز بهداشتی را با این پرسش روبرو نمود که آیا آن‌ها نیز نیاز به مصرف یا ذخیره سازی قرص‌های یدور پتاسیم دارند یا نه.

یدور پتاسیم همان نوع یدی است که برای ید دار نمودن نمک طعام مورد استفاده قرار می‌گیرد و با اشباع نمودن غده تیروئید مانع برداشت ید پرتوزا از هر منبعی (غذا، هوا، شیر،آب) می‌شود. یدور پتاسیم به صورت قرص یا محلول تهیه می‌شود. دو نوع آن توسط سازمان غـذا و داروی آمریکا (FDA) مورد تائید قرار گرفتـه‌اند. قرص یـدور پتاسیم ۱۳۰ میلـی‌گرمی با نام تجـاری IOSAT و-Thyro Blockو قـرص ۶۵ میلی‌گرمی به نام تجاری Thyrosafe می‌باشند. طول عمر قرص‌های یدور پتاسیم بسته‌بندی شده از ۵ تا ۱۱ سال می‌باشد. کار آیی یدور پتاسیم در پیشگیری از بروز سرطان تیروئید در لهستان به اثبات رسیده است. بعد از حادثه نیروگاه اتمی چرنوبیل در سال ۱۹۸۶ میلادی وزش باد ابرهای آلوده به مواد پرتوزا را در سطح اروپا گسترش داد. کشور لهستان که در نزدیکی بلاروس و اکراین قرار دارد قرص‌های یدور پتاسیم را بین ۱۰/۵ میلیون کودک و ۷ میلیون افراد بالغ خود توزیع نموده و در مقایسه با کشورهای همجوار افزایش شیوع سر طان تیروئید در این کشور دیده نشد.[۴۹]

مصرف قرص یدور پتاسیم ۶ تا ۱۲ ساعت قبل از تماس با مواد پرتوزا بیشینه تاثیر خود را داشته، زیرا با اشباع غده‌ی تیروئید از ید مانع برداشت ید پرتوزا از هر منبع دیگری می‌شود. هم‌چنین، مصرف یدور پتاسیم اگر در طی چند ساعت اول بعد از تماس با تشعشعات صورت گیرد نیز مفید خواهد بود. افرادی‌که در معرض تشعشعات با ید پرتوزا قرار می‌گیرند لازم است یک قرص را در همان روز استفاده نموده، و تکرار این دوز بستگی به مقدار تشعشع دریافتی غده تیروئید و طول مدت آلودگی دارد.

دوز یدور پتاسیم برای افراد بالغ یک قرص ۱۳۰ میلی‌گرمی، برای کودکان ۳ ساله تا بالغین ۱۸ ساله ۶۵

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]

میلی‌گرم، برای کودکان یک ماهه تا ۳ ساله ۳۲ میلی‌گرم و برای نوزادان تا یک سالگی ۱۶ میلی‌گرم است. با این مقادیر، مقدار تشعشع به غده تیروئید تا ۹۸٪ کاهش می‌یابد.

میلیون‌ها نفر از یدور پتاسیم استفاده نموده اما عوارض جانبی جدی معدودی گزارش شده‌اند. مرکز ثبت کم‌کاری مادرزادی تیروئید لهستان پس از استفاده از یدور پتاسیم در سال ۱۹۸۶ میلادی هیچ‌گونه افزایشی را در میزان بروز این بیماری گزارش نکرده بود. افزایش خفیف و گذرای تیروتروپین سرم توام با کاهش تیروکسین آزاد در ۱۲ نوزاد از ۳۲۱۲ نوزادی که در روز اول تولد یدور پتاسیم دریافت کرده بودند، مشاهده گردید پس از ۳ تا ۵ روز به محدوده‌ی طبیعی بازگشته و تا ۳ سال پی‌گیری نیز عملکرد تیروئید آن‌ها طبیعی بود. هیچ مورد تیروتوکسیکوز ناشی از ید یا وخیم‌تر شدن تیروتوکسیکوز از قبل موجود بوده گزارش نشده است. عوارض جانبی غیر تیروئیدی مانند تهوع، استفراغ، درد شکمی و راش‌های جلدی خفیف و گذرا می‌باشند. این عوارض در ۰/۳۵٪ از کودکان و ۰/۲٪ از بالغینی که یک یا ۲ دوز یدور پتاسم دریافت نموده بودند، گزارش شده است.[۴۹] تنها افرادی‌که واکنش‌های آلرژی شدید نسبت به ید دارند نباید از آن استفاده نمایند. در شرایط بحران با مصرف مقادیر توصیه شده، یدور پتاسیم می‌تواند توسط افراد دچار بیماری‌های تیروئید نیز مورد استفاده قرار گیرد. در واقع در چنین شرایطی منافع آن بیشتر از خطر بالقوه آن خواهد بود. بالغین بالای ۴۰ سال فقط در شرایطی که در معرض تشعشعات بالایی از ید پرتو زا قرار گرفته باشند نیاز به مصرف قرص یدور پتاسیم خواهند داشت.

بعد مسافت انتشار مواد پرتوزا پس از حوادث نیروگاه‌های اتمی مشخص نیست، بنابراین تخمین واقعی این‌که تا چه مسافتی از نیروگاه حادثه دیده امکان آلودگی وجود دارد میسر نیست. انجمن تیروئید آمریکا سه سطح پوششی را بر اساس فاصله تا نیروگاه هسته‌ای توصیه می‌نماید:

سطح اول صفر تا ۸۰ کیلومتری نیروگاه، که در این سطح تمام خانوارهای ساکن باید قرص یدور پتاسیم را در منزل خود نگه‌داری نموده تا در موقع نیاز در دسترس قرار داشته باشد. ذخیره‌ی این قرص در مراکز اورژانس این بعد مسافتی نیز ضروری است.

سطح دوم ۸۰ تا ۳۲۰ کیلومتری نیروگاه است که در این سطح نگهداری قرص یدور پتاسیم در مراکز عمومی مانند مدارس، بیمارستان‌ها، کلینیک‌ها، اداره پلیس و آتش‌نشانی ضرورت دارد تا در صورت بروز حادثه بین مردم ساکن در این بعد مسافتی توزیع شود.

سطح سوم مسافت دور تر از ۳۲۰ کیلومتری است که در این مناطق قرص یدور پتاسیم در انبارهای دارویی و سرویس‌های بهداشتی درمانی ملی ذخیره می‌شوند.

نتیجه‌گیری:

آشنایی با تاثیر انفجار نیروگاه‌های هسته‌ای بر سلامت انسان و نحوه‌ی پیشگیری و درمان عوارض به دست آمده برای کشور ایران که با تلاش جدی دانشمندان و مسئولین محترم نظام جمهوری اسلامی به کشورهای هسته‌ای ملحق شده، دارای اهمیت زیادی است. به علت نادر بودن حوادث رآکتورهای هسته‌ای، تعداد معدودی از پزشکان داده‌ها و تجربه‌ی مستقیم درمان بیماران حادثه دیده و به طور کلی نحوه‌ی ارایه‌ی خدمات بهداشتی را در جمعیت در معرض خطر تشعشعات هسته‌ای دارند. ادارات و موسسات مسئول ارایه‌ی خدمات پزشکی و بهداشتی نزدیک به نیروگاه‌های هسته‌ای باید برنامه‌ی کنترل بحران به دست آمده از حوادث هسته‌ای را در دسترس داشته و به طور دوره‌ای جزییات برنامه را با پرسنل مربوطه مرور نمایند. یکی از حیاتی‌ترین جزییات این برنامه شفاف بودن آن در چگونگی برقراری ارتباط با سطوح مختلف تماس با تشعشعات به منظور کنترل هر چه سریع‌تر بیماری حاد ناشی از تشعشعات (Acute radiation sickness) و به کمینه رسانیدن خطر بروز سرطان در طولانی مدت می‌باشد. توصیه می‌شود متن کامل دستورالعمل‌ها همراه با شواهد علمی آن‌ها در سایت وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی قرار گرفته تا به مجرد بروز حادثه‌ی احتمالی در دسترس عموم قرار داشته باشند.

References

1. Baverstock K, Egloof B, Pinchera A, Ruchti C, Williams D. Thyroid cancer after Chernobyl. Nature 1992; 359: 21-2.
2. Williams E.D. Cancer after nuclear fallout: lessons from the Chernobyl accident. Nat Rev Cancer 2002; 2: 543-9.
3. Karaoglou A, Desmet G, Kelly GN, Menzel HG; European Commission and the Belarus, Russian and Ukrainian Ministries on Chernobyl Affairs, Emergency Situations and Health, editors. The radiological consequences of the Chernobyl accident. Luxembourg, Belgium: Off-

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]

ice for Official Publications of the European Communities; 1996.
4. National Police Agency of Japan, Emergency Disaster Countermeasure Headquarters, editors. Damage situation and police countermeasures associated with 2011 Tohoku district- off the Pacific Ocean earthquake. Tokyo: National Police Agency of Japan, Emergency Disaster Countermeasure Headquarters; 2011.
5. International Atomic Energy Agency, World Health Organization, editors. Follow up of delayed health consequences of acute accidental radiation exposure. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2002.
6. International Atomic Energy Agency, editor. Chernobyl´s Legacy: Health, environmental and socio-economic impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2006.
7. Nuclear Energy Agency of the Organization for Economic Cooperation and Development, editor. Chernobyl: assessment of radiological and health impacts. 2002 Update of Chernobyl: ten years on. Paris: Nuclear Energy Agency of the Organization for Economic Cooperation and Development; 2003.
8. Duffy BJ, Fitzgerald PJ. Thyroid cancer in childhood and adolescence: a report on twenty-eight cases. Cancer 1950; 3: 1018-32.
9. Socolow EL, Hashizume A, Neriishi S, Niitani R. Thyroid carcinoma in man after exposure to ionizing radiation. A summary of the findings in Hiroshima and Nagasaki. N Engl J Med 1963; 268: 406-10.
10. International System of Radiological Protection (ICRP) Committees. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals (addendum 2 to ICRP publication 53). Ann ICRP 1998; 28: 1-126.
11. Health Physics Society, editor. Radiation risk in perspective. McLean, VA: Health Physics Society; 2010.
12. Friesecke I, Beyrer K, Wedel R, Reimers K, Fliedner TM. SEARCH: a system for evaluation and archiving of radiation accidents based on case histories. Radiat Environ Biophys 2000; 39: 213-7.
13. Mettler FA Jr, Gus,kova AK, Gusev I. Health effects in those with acute radiation sickness from the Chernobyl accident. Health Phys 2007; 93: 462-9.
14. World Health Organization, editor. Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes. Geneva: World Health Organization; 2006.
15. Weinstock DM, Case C Jr, Bader JL, Chao NJ, Coleman CN, Hatchett RJ, et al. Radiologic and nuclear events: contingency planning for hematologists/oncologists. Blood 2008; 111: 5440-5.
16. Fliedner TM, Powles R, Sirohi B, Niederwieser D; European Group for Blood and Marrow Transplantation (EBMT) Nuclear Accident Committee (NAC). Radiologic and nuclearevents: the METREPOL severity of effect grading system. Blood 2008; 111: 5757-8.
17. Tochner ZA, Glatstein E. Radiatio bioterrorism. In: Fauci AS, Braunwald E, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, et al. Harrison's principles of internal medicine. 17th ed. New York: McGraw-Hill; 2008.pp. 1358-64.
18. Baranov A, Gale RP, Guskova A, Piatkin E, Selidovkin G, Muravyova L, et al. Bone marrow transplantation after the Chernobyl nuclear accident. N Engl J Med 1989; 321: 205-12.
19. Korschunov VM, Smeianov VV, Efimov BA, Tarabrina NP, Ivanov AA, Baranov AE. Therapeutic use of an antibiotic-resistant Bifidobacterium preparation in men exposed to high-dose gamma-irradiation. J Med Microbiol 1996; 44: 70-4.
20. International Atomic Energy Agency, editor. Diagnosis and treatment of radiation injuries. Safety series no. 2. Vienna: International Atomic Energy Agency; 1998.
21. Armed Forces Radiobiology Research Institute Medical management of radiological casualties. 3rd ed. Bethesda, MD: Armed Forces Radiobiology Research Institute; 2010.
22. Armed Forces Radiobiology Research Institute (AFRRI) – Military Medical Operations editor. Radiation emergency medical management. Bethesda, MD: AFRRI Special Publication of Medicine; 2010.
23. Preston DL, Kusumi S, Tomonaga M, Izumi S, Ron E, Kuramoto A, et al. Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III. Leukemia, lymphoma and multiple myeloma, 1950-1987. Radiat Res 1994; 137 Suppl 2: S68-97.
24. Preston DL, Ron E, Tokuoka S, Funamoto S, Nishi N, Soda M, et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998. Radiat Res 2007; 168: 1-64.
25. Petridou E, Trichopoulos D, Dessypris N, Flytzani V, Haidas S, Kalmanti M, et al. Infant leukaemia after in utero exposure to radiation from Chernobyl. Nature 1996; 382: 352-3.
26. Steiner M, Burkart W, Grosche B, Kaletsch U, Michaelis J. Trends in infant leukaemia in West Germany in relation to in utero exposure due to Chernobyl accident. Radiat Environ Biophys 1998; 37: 87-93.
27. Parkin DM, Clayton D, Black RJ, Masuyer E, Friedl HP, Ivanov E, et al. Childhood leukaemia in Europe after Chernobyl: 5 year follow-up. Br J Cancer 1996; 73: 1006-12.
28. Noshchenko AG, Zamostyan PV, Bondar OY, Drozdova VD. Radiation-induced leukemia risk among those aged 0-20 at the time of the Chernobyl accident: a casecontrol study in the Ukraine. Int J Cancer 2002; 99: 609-18.
29. Konogorov AP, Ivanov VK, Chekin SY, Khait SE. A case-control analysis of leukemia in accident emergency workers of Chernobyl. J Environ Pathol Toxicol Oncol 2000; 19: 143-51.
30. Romanenko AY, Finch SC, Hatch M, Lubin JH, Bebeshko VG, Bazyka DA, et al. The Ukrainian-American study of leukemia and related disorders among Chornobyl cleanup workers from Ukraine: III. Radiation risks. Radiat Res 2008; 170: 711-20
31. Kesminiene A, Evrard AS, Ivanov VK, Malakhova IV, Kurtinaitis J, Stengrevics A, et al. Risk of hematological malignancies among Chernobyl liquidators. Radiat Res 2008; 170: 721-35
32. Ivanov V, Ilyin L, Gorski A, Tukov A, Naumenko R. Radiation and epidemiological analysis for solid cancer incidence among nuclear workers who participated in recovery operations following the accident at the Chernobyl NPP. J Radiat Res 2004; 45: 41-4.
33. Ivanov VK, Gorski AI, Tsyb AF, Ivanov SI, Naumenko RN, Ivanova LV. Solid cancer incidence among the Chernobyl emergency workers residing in Russia: estimation of radiation risks. Radiat Environ Biophys 2004; 43: 35-42.
34. Pukkala E, Kesminiene A, Poliakov S, Ryzhov A, Drozdovitch V, Kovgan L, et al. Breast cancer in Belarus and Ukraine after the Chernobyl accident. Int J Cancer 2006; 119: 651-8.
35. Bogdanova NV, Antonenkova NN, Rogov YI, Karstens JH, Hillemanns P, Dörk T. High frequency and allele-specific differences of BRCA1 founder mutations in bre-

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]

ast cancer and ovarian cancer patients from Belarus. Clin Genet 2010; 78: 364-72.
36. Tronko MD, Howe GR, Bogdanova TI, Bouville AC, Epstein OV, Brill AB, et al. A cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chornobyl accident: thyroid cancer in Ukraine detected during first screening. J Natl Cancer Inst 2006; 98: 897-903.
37. Zablotska LB, Ron E, Rozhko AV, Hatch M, Polyanskaya ON, Brenner AV, et al. Thyroid cancer risk in Belarus among children and adolescents exposed to radioiodine after the Chornobyl accident. Br J Cancer 2011; 104: 181-7.
38. Brenner AV, Tronko MD, Hatch M, Bogdanova TI, Oliynik VA, Lubin JH, et al. I-131 Dose-response for incident thyroid cancers in Ukraine related to the Chornobyl accident. Environ Health Perspect 2011; 119: 933-9.
39. Spix C, Schmiedel S, Kaatsch P, Shulze-Rath R, Blettner M. Case-control study on childhood cancer in the vicinity of nuclear power plants in Germany 1980-2003. Eur J Cancer 2008; 44: 275-28
40. Kaatsch P, Spix C, Schulze-Rath R, Schmiedel S, Blettner M. Leukemia in young children living in the vicinity of German nuclear power plants. Int J Cancer 2008; 122: 721-6
41. Ron E, Lubin JH, Shore RE, Mabuchi K, Modan B, Pottern LM, et al. Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven studies. Radiat Res 1995; 141: 259-77.
42. Thompson DE, Mabuchi K, Ron E, Soda M, Tokunaga M, Ochikubo S, et al. Cancer incidence in atomic bomb survivors- Part II: solid tumors, 1958-1987. Radiat Res 1994; 137 Suppl 2: S17-67.
43. Schneider AB, Ron E. Carcinoma of follicular epithetlium: pathogenesis. In: The Thyroid, 8th ed. Braverman LE, Utiger RD, editors. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2000. pp. 902-9.
44. Leprat F, Alapetite C, Rosselli F, Ridet A, Schlumberger M, Sarasin A, et al. Impaired DNA repair as assessed by the comet assay in patients with thyroid tumors after a history of radiation therapy: a preliminary study. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1998; 40: 1019-26.
45. Delshad H, Azizi F. Thyroid nodules and thyroid tumors. In: Azizi F, Larijani B, Hosseinpanah F, Delshad H, Amouzegar A, et al. editors. Endocrine Disorders. 2nd ed. Tehran: Iran Endocrine Society, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences 2012 (In press).
46. Rubino C, Cailleux AF, Abbas M, Diallo L, Shamsaldin A, Caillou B, et al. Characteristics of follicular cell-derived thyroid carcinomas occurring after external radiation exposure: results of a case control study nested in a cohort. Thyroid 2002; 12: 299-304.
47. Azizi F, Delshad H, Mirmiran P, Mehran L, editors. Iodine, Thyroid function and public health. Tehran: Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences; 2012 (In press).
48. Delshad H, Amouzegar A, Mirmiran P, Mehran L, Azizi F. Eighteen years of continuously sustained elimination of iodine deficiency in the Islamic Republic of Iran: The vitality of periodic monitoring. Thyroid 2012; 22: 415-21.
49. Nauman J, Wolff J. Iodide prophylaxis in Poland after the Chernobyl reactor accident: benefits and risks. Am J Med 1993; 94: 524-32.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]

Review Article

Health Risk of Nuclear- Power- plant Accidents on Thyroid Gland and Human Health

Delshad H, Azizi F

Endocrine Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran I.R. Iran

e-mail: delshad1336@yahoo.com

Received: 08/05/2012 **Accepted**: 02/09/2012

Abstract

Introduction: On the 25th anniversary of the Chernobyl power plant accident, interest was rekindled by the recent Japan nuclear disaster, and the medical consequences from the fall out are once again under scrutiny. In a nuclear power plant, the fuel, is an isotope of either Uranium or Plutonium. In the event of an accident, radioactive elements escape into the environment. By far the most dramatic accidents occurred at the Chernobyl nuclear power plant in 1986 and at the Fukushima nuclear power plant of Japan on March 11, 2011. A major health hazard of a nuclear accident is childhood thyroid cancer which can be avoided if stable iodine is administered as prophylaxis during the hours immediately following the accident and particularly in young children. Early administration of iodine is critical because it is not as useful if taken six hours after radiation exposure. Prior to 1986 the usefulness of this prophylaxis was controversial since there was limited data on is potential carcinogenic risks. At present, however there is no doubt that prophylaxis with potassium iodide (KI) with limited consumption of contaminated food is not harmful and useful if administered promptly.

Keywords: Nuclear Power Plant, Radiation, Thyroid Cancer

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-10-01]