بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم پایه

گروه فیزیک

(گرایش هسته ای)

دزیمتری گذشته نگر

از

ابوالفضل حیدرزاده اشیانی

استاد راهنما:

دکتر مسعود وهابی مقدم

اسفند ۱۳۹۱

تقدیم به پدر و مادر عزیز و مهربانم که مشوق همیشگی من در طی دوران تحصیل بوده اند

تقدیر و تشکر

از دست و زبان که بر آید کز عهده ی شکرش به در آید!

بار الهی تو را سپاس که توفیق فراگیری علم و دانش را به من عطا فرمودی.

«هرکس یک کلمه به من بیاموزد مرا بنده ی خود کرده است.» (حضرت علی(ع))

بر خود واجب می دانم که از زحمات بی دریغ و بی شائبه استاد فرزانه، جناب آقای دکتر مسعود وهابی مقدم که همواره مرا از راهنمایی های عالمانه و نقّادانه ی خویش بهره مند ساخته و درس زندگی و اخلاق را به من آموختند، کمال امتنان و تشکر را بنمایم. از خانم بهناز قنبرمقدم جهت هماهنگی با بیمارستان رازی و کمک در تهیه ی منحنی های درخشش قطعات الکترونیکی تلفن همراه تشکر می کنم. از اساتید فرهیخته و بزرگوار، جناب آقای دکتر عباس قاسمی زاد و جناب آقای دکتر علیرضا صدر ممتاز جهت داوری پایان نامه سپاسگزارم. همچنین از اساتید بزرگواری که در این مقطع از تحصیل از محضرشان بهره بردم، آقایان دکتر رضا صفاری، دکتر سیّد نادر رسولی، دکتر حسین پناهی و دکتر حمیدرضا مشایخی، نهایت سپاس و قدردانی را دارم.

دزیمتری گذشته نگر

ابوالفضل حیدرزاده اشیانی

چکیده

نگرانی های عمومی در پیِ رویداد سوانح اخیر هسته ای و پرتوگیری های ناشی از رهاسازی مواد پرتوزا به محیط به نحو چشمگیری افزایش یافته است. در همین راستا، ضرورتِ توسعه ی شیوه های مطمئن برای برآورد میزان پرتودهی و دُز دریافتی افراد، به ویژه در مواردی که بهنگام پرتوگیری از دُزیمترهای متداول استفاده نشده باشد، روز به روز بیشتر احساس می شود. برآورد به موقعِ میزان پرتوگیری افراد علاوه بر آن که نقشی اساسی در تعیین نحوه ی مراقبت های اضطراری پزشکی دارد، داده ای کلیدی در تدوین استراتژی مقابله با بحران به شمار می رود. دُزیمتری گذشته نگر (Retrospective Dosimetry) فرآیندی برای برآورد دُز افراد پس از قرار گرفتن در معرض پرتوهای یون ساز محسوب می شود. مهم ترین شیوه های پیشنهادی برای دُزیمتری گذشته نگر عبارتند از: دُزیمتری بیولوژیکی، دُزیمتری تشدید پارامغناطیسی الکترون و دُزیمتری لومینسانس. در این پایان نامه سعی شده است پتانسیل ها و محدودیت های این روش ها مورد بررسی قرار گرفته و امکان عملی یک شیوه ی برگزیده نیز به محک تجربه گذاشته شود. بدین منظور قطعات الکترونیکی تلفن های همراه از یک مدل متداول شامل خازن، مقاومت و القاگر را از نظر خاصیت لومینسانس مورد ارزیابی قرار داده ایم. تحقیقات نشان داده است که آلومینای موجود در قطعات الکترونیکی می تواند سیگنال لومینسانس مناسبی تولید کند. بررسی ترمولومینسانس قطعات یادشده پس از آماده سازی شیمیائی و پرتودهی توسط چشمه ی کبالت- ٦٠ از طریق آنالیز منحنی های درخشش مؤید آن است که آلومینای موجود در قطعه ی القاگر را می توان به عنوان گزینه ای مناسب برای برآورد دُز در پیِ سوانح هسته ای و رادیولوژیکی در نظر گرفت. ضمناً این تجربه بیانگر پتانسیل سیستم های موجود دُزیمتری ترمولومینسانس برای دُزیمتری گذشته نگر است.

کلید واژه: دُزیمتری پرتوی، دُزیمتری گذشته نگر، دُزیمتری ترمولومینسانس، قطعات الکترونیکی تلفن های همراه.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده ی فارسی ..... س

چکیده ی انگلیسی ..... ع

مقدمه ۱

فصل اول- مبانی پرتوهای یون ساز و دزیمتری ۳

۱-۱ پرتوهای یون ساز ٤

۱-۲ واحدهای دزیمتری ٦

۱-۲-۱ پرتودهی ۷

۱-۲-۲ دز جذب شده ۷

۱-۲-۳ دز معادل ۸

۱-۲-٤ دز مؤثر ۹

فصل دوم– دزیمتری بیولوژیکی ۱۱

۲-۱ چرخه ی سلول ۱۳

۲-۲ کروموزوم ۱۵

۲-۲-۱ کاریوتیپ ۱٦

۲-۳ مکانیزم آسیب های القایی پرتو به سلول ۲۰

۲-۳- ۱ اثر مستقیم ۲۱

۲-۳-۲ اثر غیرمستقیم ۲٤

۲-٤ ناهنجاریهای ایجاد شده در اثر پرتوگیری کروموزوم ها ۲٦

۲-٤-۱ ناهنجاری های نوع کروموزومی ۲۷

۲-٤-۱-۱ ناهنجاری های ناپایدار ۲۷
۲-٤-۱-۲ ناهنجاری های پایدار ۳۰
۲-٤-۲ ناهنجاری های نوع کروماتیدی ۳۲
۲-٤-۳ تراکم پیش رس کروموزوم ۳۳
۲-٤-٤ ریز هسته ها ۳٤
۲-۵ لنفوسیت انسان ۳۷
۲-٦ تخمین دز پرتوی با استفاده از ناهنجاری دومرکزی ۳۸
۲-٦-۱ ارزیابی روش و نتیجه گیری ٤۲
۲-۷ تخمین دز پرتوی با استفاده از ریز هسته ها ٤٤
۲-۷-۱ ارزیابی روش و نتیجه گیری ٤٦
۲-۸ تخمین دز پرتوی با استفاده از جابجایی های کروموزومی ٤۸
۲-۸-۱ روش "دو رگ گیری فلوئورسانس درجا" برای آشکارسازی جابجایی ها ۵۰
۲-۸-۲ ارزیابی روش و نتیجه گیری ۵۲
۲-۹ تخمین دز پرتوی با استفاده از تراکم پیش رس کروموزومی ۵۳
۲-۹-۱ ارزیابی روش و نتیجه گیری ۵۸
۲-۱۰ برخی از سوانح پرتوی ارزیابی شده با روش های سیتوژنتیکی ۵۸

فصل سوم– دزیمتری تشدید پارامغناطیسی الکترون ٦۰
۳-۱ گشتاور دوقطبی مغناطیسی الکترون ٦۱
۳-۲ پارامغناطیس ٦٦
۳-۳ مدل باند انرژی ٦۷
۳-٤ نواقص در شبکه بلوری ٦۷
۳-۵ برهم کنش گشتاور دوقطبی مغناطیسی الکترون با میدان مغناطیسی خارجی ٦۹
۳-۵-۱ ضریب شکافتگی طیف نمایی ۷۰

۳-٦ جهت گیری گشتاور دوقطبی مغناطیسی اسپینی الکترون ها در میدان مغناطیسی خارجی ۷۲
۳-۷ تشدید ۷۵
۳-۸ عملیات طیف سنجی تشدید پارامغناطیسی الکترون ۷۸
۳-۹ حساسیت ۸٤
۳-۱۰ برهمکنش فوق ریز ۸۵
۳-۱۰-۱ تأثیر برهم کنش فوق ریز در طیف تشدید پارامغناطیسی الکترون ۸۹
۳-۱۱ اشباع ۹۱
۳-۱۲ دزیمتری بر اساس تشدید پارامغنایسی الکترون ۹۲
۳-۱۲-۱ تجزیه طیف با استفاده از سیگنال های مرجع آزمایشگاهی ۹۳
۳-۱۲-۲ روش های تخمین دز ۹٤
۳-۱۳ برخی از سوانح پرتوی ارزیابی شده با روش تشدید پارامغناطیسی الکترون ۹٦

فصل چهارم- دزمیتری لومینسانس ۹۷
٤-۱ تقسیم بندی مواد لومینسانس بر اساس زمان مشخصه ۹۸
٤-۲ ارتباط مدل باند انرژی و فرایند لومینسانس ۱۰۰
٤-۳ توضیح فرایند لومینسانس بر اساس مدل باند انرژی ۱۰۱
٤-٤ به دام افتادن بارهای الکترونی در محل نواقص ۱۰۲
٤-۵ تحریک بارهای به دام افتاده ۱۰٤
٤-٦ تفاوت بین فلورسانس و فسفرسانس بر اساس مدل باند انرژی ۱۰۵
٤-۷ نورتاب ۱۰٦
٤-۸ روش های تحریک نوری ۱۰۸
٤-۸-۱ نورتاب موج پیوسته ۱۰۹
٤-۸-۱-۱ توضیح منحنی نورتاب موج پیوسته براساس مدل یک دام - یک مرکز بازترکیب ۱۰۹
٤-۸-۱-۲ مساحت زیر منحنی نورتاب موج پیوسته و رابطه ی آن با بارهای به دام افتاده ۱۱۵

٤-٨-٢ نورتاب مدوله شده ی خطی ١١٦
٤-٨-٢-١ توضیح منحنی نورتاب مدوله شده ی خطی بر اساس مدل یک دام- یک مرکز بازترکیب ١١٧
٤-٨-٢-٢ ارتباط بین نورتاب مدوله شده ی خطی و نورتاب موج پیوسته ١٢٠
٤-٨-٣ نورتاب پالسی ١٢٤
٤-٨-٣-١ ارتباط منحنی نورتاب پالسی با پهنای پالس تحریکی ١٢٥
٤-٩ گرماتاب ١٢٦
٤-٩-١ توضیح گرماتاب بر اساس مدل یک دام - یک مرکز بازترکیب ١٢٩
٤-٩-١-١ سینتیک مرتبه ی اول ١٢٩
٤-٩-١-٢ سینتیک مرتبه ی دوم ١٣٤
٤-١٠ تجهیزات مورد نیاز دستگاه قرائت گر لومینسانس ١٣٧
٤-١٠-١ لوله ی تکثیر کننده فوتونی ١٣٧
٤-١٠-٢ چشمه ی تحریک کننده ی ماده(تحریک نوری و گرمایی) ١٣٨
٤-١٠-٣ صافی های نوری ١٤٠
٤-١١ لومینسانس در دزیمتری گذشته نگر ١٤٠
٤-١٢ شیوه های تحلیلی در ارزیابی دز ١٤٣
٤-١٢-١ شیوه ی دز احیای تک نمونه ١٤٤
٤-١٣ برخی از سوانح پرتوی ارزیابی شده با روش های لومینسانس ١٤٦

فصل پنجم- دزیمتری لومینسانس با استفاده از قطعات الکترونیکی تلفن همراه ١٤٨
٥-١ روش عملیاتی دزیمتری گرماتاب ١٤٩
٥-١-١ دستگاه قرائت گر مواد گرماتاب ١٤٩
٥-١-٢ نرم افزار وین رمس ١٥٠
٥-٢ روش کار ١٥١
٥-٣ بحث و نتیجه گیری ١٥٢

فصل ششم- نتیجه گیری ۱۵٦

٦-۱ مروری بر شیوه های دزیمتری بیولوژیکی و ارزیابی آن ها ۱۵۷

٦-۲ مروری بر دزیمتری با استفاده از مواد موجود در پیرامون سانحه و همراه افراد ۱٦۵

٦-۲-۱ خواص دزیمتری برخی از مواد مورد بررسی توسط روش های لومینسانس ۱٦٦

٦-۲-۲ خواص دزیمتری برخی از مواد مورد بررسی توسط روش تشدید پارامغناطیسی الکترون ۱٦۸

٦-۳ دزیمتری لومینسانس با استفاده از قطعات الکترونیکی موجود در تلفن همراه ۱۷۲

٦-٤ خلاصه ی کلام ۱۷۳

٦-۵ پیشنهادات برای ادامه ی کار ۱۷۳

منابع ۱۷٤

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول(۱-۱) ضرایب وزنی پرتوها ۹

جدول(۱-۲) ضرایب وزنی بافت ها ۱۰

جدول(۲-۱) درصد ژنوم موجود در جفت کروموزوم های مرد ۱۹

جدول(۲-۲) درصد ژنوم موجود در هر یک از جفت کروموزوم های زن ۱۹

جدول(۲-۳) آسیب های القایی در DNA سلول توسط پرتوهای یون ساز با انتقال خطیِ کمِ انرژی،

به همراه فراوانی آسیب ها به ازای دریافت دز ۱ گری و احتمال وقوع مرگ ۲۵

جدول(۳-۱) فرکانس های رایج مورد استفاده در تشدید پارامغناطیسی الکترون ۸۳

جدول(٦-۱) تعداد لنفوسیت های موجود در خون انسان در بازه های دزی مختلف، شمارش شده ٦ روز

پس از پرتوگیری ۱٦۱

جدول(٦-۲) مقایسه ی روش های سیتوژنتیکی ارزیابی دز پرتوی از نظر زمان و بازه ی پرتوی مناسب قابل

ارزیابی بعد از پرتوگیری ۱٦۲

جدول (٦-۳) مقایسه برخی از شیوه های دزیمتری بیولوژیکی از نظر مدت زمان لازم برای کشت و

آنالیز لنفوسیت ها و کاربردهای آن ها ۱٦۳

جدول(٦-٤) مزایا و محدودیت های برخی از شیوه های دزیمتری بیولوژیکی ۱٦٤

جدول(٦-۵) خواص دزیمتری برخی از مواد مورد بررسی به روش لومینسانس..... ۱٦۸

جدول(٦-٦) خواص دزیمتری برخی از مواد مورد بررسی توسط روش تشدید پارامغناطیسی الکترون ۱۷۱

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل(۱-۱) طیف امواج الکترومغناطیسی ٦

شکل(۲-۱) چرخه ی یک سلول پروکاریوتی ۱۵

شکل(۲-۲) به هم فشردگی DNA و ایجاد کروموزوم در سلول پروکاریوتی ۱۷

شکل(۲-۳) کاریوتیپ کروموزوم های یک مرد سالم ۱۸

شکل(۲-٤) کاریوتیپ کروموزوم های یک زن سالم ۱۸

شکل(۲-۵) منحنی ارتباط بین تأثیر بیولوژیکی نسبی وانتقال خطی انرژی ۲۲

شکل(۲-٦) آثار مستقیم پرتوهای یون ساز ۲۳

شکل(۲-۷) منحنی پاسخ دز ناهنجاری دومرکزی برای پرتوهای با انتقال خطی زیاد و کم انرژی ۲٤

شکل(۲-۸) نحوه ی تشکیل ناهنجاری کروموزومی دو مرکزی ۲۸

شکل(۲-۹) نحوه ی تشکیل حلقه ی مرکزی و حلقه های روی هم افتاده ۲۹

شکل(۲-۱۰) تصویر واقعی از برخی ناهنجاری های کروموزومی لنفوسیت خون انسان در زیر میکروسکوپ ۳۰

شکل(۲-۱۱) نمونه هایی از جابجایی های معکوس ۳۱

شکل(۲-۱۲) نمونه ای از جابجایی درون شبکه ای ۳۲

شکل(۲-۱۳) نمونه هایی از شکاف ها و شکست های کروماتیدی کروموزوم ۳۳

شکل(۲-۱٤) نمونه هایی از کروموزوم های متراکم شده در مراحل فاز میانی از چرخه ی سلولی ۳۵

شکل(۲-۱۵) روند شکل گیری ریز هسته ۳٦

شکل(۲-۱٦) یک سلول دو هسته ای بدون ریز هسته، با یک و دو ریز هسته ۳٦

شکل(۲-۱۷) یک سلول دو هسته ای با یک و دو ریز هسته ۳٦

شکل(۲-۱۸) منحنی های پاسخ دز ناهنجاری دومرکزی برای پرتوهای گامای ناشی از کبالت-٦۰ ..... ٤۱

شکل(۲-۱۹) نمونه ای از منحنی پاسخ دز ناهنجاری جابجایی برای پرتوهای ایکس و گاما ٤۹

شکل(۲-۲۰) منحنی تعداد کروموزوم ها در هر سلول به ازای دز دریافتی از یون کربن-۱۲ ..... ۵۷

شکل(۲-۲۱) منحنی نسبت بلندترین به کوتاه ترین طول کروموزوم مشاهده شده در سلول بر حسب دز
دریافتی از یون کربن-۱۲ ..... ۵۷
شکل(۳-۱) مدل کلاسیکی نمایانگر جهت اندازه حرکت زاویه ای مداری L و گشتاور دوقطبی مغناطیسی
μ الکترون در حرکت به دور هسته ۶۳
شکل(۳-۲) مدل برداری $\vec{J}$ و $\vec{\mu}_J$ ۶۵
شکل(۳-۳) ترازهای انرژی در یک بلور همراه با دام الکترونی واقع در ناحیه ی ممنوعه انرژی ۶۸
شکل(۳-٤) جهت گیری های انرژی زیاد و کم گشتاور مغناطیسی الکترون در نگرش کلاسیک ۷۲
شکل(۳-۵) دو جهت گیری ممکن برای اسپین الکترون در میدان مغناطیسی خارجی B_0 ..... ۷٤
شکل(۳-٦) حرکت تقدیمی گشتاور دوقطبی مغناطیسی اسپینی الکترون با حضور در
میدان مغناطیسی خارجی ۷٤
شکل(۳-۷) شکافتگی ترازهای انرژی الکترون واقع شده در یک میدان مغناطیسی ۷٦
شکل(۳-۸) طرح ساده ای از یک طیف سنج تشدید پارامغناطیسی..... ۸۰
شکل(۳-۹) منحنی جذب و طیف تشدید پارامغناطیسی الکترون ۸۱
شکل(۳-۱۰) نمونه ای از طیف تشدید پارامغناطیسی الکترون ۸۲
شکل(۳-۱۱) طرح یک طیف سنج موج پیوسته همراه با میدان مغناطیسی مدوله شده ۸۳
شکل(۳-۱۲) شکافتگی ترازهای انرژی اتم هیدروژن با $I = \frac{1}{2}$ ۸۹
شکل(۳-۱۳) شکافتگی یک خط تشدیدی در سیگنال تشدید پارامغناطیسی الکترون به دو
خط تشدیدی فوق ریز ۹۰
شکل(۳-۱٤) طیف تشدید پارامغناطیسی الکترون آنیون بنزن به همراه مثلث پاسکال برای تعیین
شدت نسبی خطوط تشدیدی ۹۱
شکل(۳-۱۵) منحنی پاسخ دز ۹۵
شکل(٤-۱) تقسیم بندی لومینسانس بر اساس زمان مشخصه ۹۹
شکل(٤-۲) نمودار شدت فلورسانس و فسفرسانس بر حسب زمان ۱۰۰

شکل(٤-٣) ترازهای انرژی در یک کریستال عایق همراه با دامهای الکترونی، حفره ای و مراکز بازترکیب ١٠٣

شکل(٤-٤) طرح ساده ای از فرایند لومینسانس ١٠٥

شکل(٤-٥) تمایز بین فلورسانس و فسفرسانس بر مبنای باند انرژی ١٠٦

شکل(٤-٦) منحنی شدت نور تحریکی بر حسب زمان در فرایند نورتاب موج پیوسته ١١٠

شکل(٤-٧) مدل باند انرژی نشان دهنده گذار در یک ماده ی لومینسانس بر اساس مدل ساده ی دو ترازه ١١١

شکل(٤-٨) منحنی نورتاب موج پیوسته ١١٦

شکل(٤-٩) منحنی شدت نور تحریکی بر حسب زمان در فرایند نورتاب مدوله شده ی خطی ١١٧

شکل(٤-١٠) منحنی نورتاب مدوله شده ی خطی برای سه مقدار متفاوت حاصلضرب $\sigma\gamma$ ١١٩

شکل(٤-١١) منحنی های نورتاب مدوله شده ی خطی برای یک n_0 وσ ثابت و مقادیر متفاوت نرخ جهش ١٢٠

شکل(٤-١٢) منحنی نورتاب مدوله شده ی خطی آزمایشگاهی و کاذب نمونه فلدسپار ١٢٢

شکل(٤-١٣) مقایسه ی بین منحنی نورتاب موج پیوسته و نور تاب مدوله شده ی خطی با مقادیر یکسان n_0 و$\sigma\varphi$ ١٢٣

شکل(٤-١٤) منحنی نورتاب موج پیوسته و نورتاب مدوله شده ی خطی برای یک سیستم با دو مرکز دامی ١٢٣

شکل(٤-١٥) نمودار شدت نور تحریکی بر حسب زمان در فرایند نورتاب پالسی ١٢٤

شکل(٤-١٦) سیگنال نورتاب به دست آمده با استفاده از (a) شمارش پیوسته فوتون تحریکی و(b) شمارش

دریچه ای فوتون ١٢٥

شکل(٤-١٧) الگوی نمایش تغییرات نسبت لومینسانس گسیلی در طی پالس با لومینسانس گسیلی بعد از

پالس با پهنای پالس متفاوت و انرژی تحریکی ثابت ١٢٦

شکل(٤-١٨) منحنی درخشش ماده ی گرماتاب مطابق با معادله ی (٤-٤١) با پارامترهای $\beta = 5\frac{^{\circ}c}{s}$، $s=10^{12}s^{-1}$

و مقادیر مختلف انرژی فعال سازی ١٣٢

شکل(٤-١٩) منحنی معادله ی گرماتاب مرتبه ی اول رندال ویلکینز بر اساس تغییرات چگالی اولیه ی بار دام افتاده ١٣٣

شکل(٤-٢٠) منحنی درخشش گرماتاب نمک به جرم ٦/ ٤ میلی گرم ثبت شده بلافاصله بعد از تابش دز $1Gy$ ١٣٣

شکل(٤-٢١) منحنی معادله ی گرماتاب مرتبه ی دوم گارلیک - گیبسون بر اساس تغییرات چگالی اولیه بار دام افتاده... ١٣٦

شکل(٤-٢٢) نمایی ساده از لوله ی تکثیر کننده ی فوتونی ١٣٨

شکل(٤-٢٣) نحوه قرارگرفتن چشمه های تحریکی، صافی های نوری و لوله ی تکثیر کننده ی فوتونی در دستگاه قرائت گر لومینسانس ریسو ١٤١

شکل(٤-٢٤) تعیین دز پرتوی مجهول نمونه با رویه ی دز احیای تک نمونه ١٤٦

شکل(٥-١) قرائت گر گرماتاب مدل هارشَو مدل ٣٥٠٠ ..... ١٥١

شکل(٥-٢) منحنی درخشش به دست آمده از خازن تلفن همراه به ازای دز ١٠٠ cGy ١٥٣

شکل(٥-٣) منحنی درخشش به دست آمده از خازن تلفن همراه به ازای دز ٥٠٠ cGy ١٥٣

شکل(٥-٤) منحنی درخشش به دست آمده از مقاومت تلفن همراه به ازای دز ١٠٠ cGy ١٥٤

شکل(٥-٥) منحنی درخشش به دست آمده از مقاومت تلفن همراه به ازای دز ٥٠٠cGy ١٥٤

شکل(٥-٦) منحنی درخشش به دست آمده از القاگر تلفن همراه به ازای دز ١٠٠ cGy ١٥٥

شکل(٥-٧) منحنی درخشش به دست آمده از القاگر تلفن همراه به ازای دز ٥٠٠ cGy ١٥٥

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار (۲-۱) فراوانی جابجایی های زمینه بر حسب سن افراد ۴۹

مقدمه

کاربرد گسترده ی پرتو و مواد پرتوزا منجر به بروز انواع مختلف آسیب برای افرادی که دز پرتوی ناخواسته از پرتوهای یون ساز دریافت کرده اند شده است. حوادث شامل پرتوگیری بیش از حد بیماران در رادیوگرافی، رهاسازی مواد پرتوزا در محیط ناشی از نشت چشمه های پرتوزای ایزوله شده، سوانح راکتورهای هسته ای، آزمایش جنگ افزارهای هسته ای و سوء تدبیر در مورد ضایعات هسته ای است. علاوه بر این، پتانسیل حمله ها ی تروریستی به تأسیسات هسته ای یا استفاده از مواد هسته ای و پرتوزا توسط گروه های تروریستی نگرانی قابل ملاحظه ای را در برخی جوامع ایجاد کرده است. بازه ی دز جذبی دریافتی توسط افراد، نوع پرتو و مسیرهای غالب پرتوگیری داخلی یا خارجی بستگی به نوع خاص رویداد دارد. از آن جا که دُزیمترهای فردی تنها بین پرتوکاران توزیع می شود، نیازمند روش هایی برای تخمین دز پرتوی دریافتی افراد جامعه در موارد اضطراری هستیم.

برآورد دُز دریافتی پس از زمان پرتوگیری اصطلاحاً "دُزیمتری گذشته نگر"[1] یا "بازسازی دُز"[2] خوانده می شود. برآورد به موقعِ میزان پرتوگیری افراد علاوه بر آن که نقشی اساسی درتعیین نحوه ی مراقبت های اضطراری پزشکی دارد، داده ای کلیدی در تدوین استراتژی مقابله با بحران به شمار می رود. داده های حاصل از دزیمتری گذشته نگر همچنین می تواند برای آگاهی دادن به جامعه ی متأثر از رویداد هسته ای و نیز برای حوادثی که در آینده ممکن است روی دهد به کار رود. در مورد پرتوگیری های مزمن و با دز کم که اثرات احتمالی ناشی از پرتوگیری در افراد نگرانی عمده است، داده ها می تواند برای مشاوره دادن به افراد و اطمینان دادن به آن ها که پرتوگیری قابل ملاحظه ای دریافت نکرده اند به کار آید. همچنین از این داده ها می توان برای ترسیم منحنی های هم دز پیرامون محل وقوع سانحه برای تعیین مناطق حفاظت شده استفاده کرد[Yukihara&Mckeever, 2011].

در دزیمتری گذشته نگر سعی بر آن است در غیاب دزیمترهای فیزیکی از موادی که پیرامون فرد پرتودیده وجود دارد برآوردی از دز پرتوی فرد حاصل شود. معمولاً چنین روش های دزیمتری هنگامی استفاده می شود که تجهیزات متداول تخمین دز، نظیر فیلم بج، موجود نباشد و یا در صورت وجود نیاز به تأیید و اعتبار بخشی دز برآورد شده توسط آن ها داشته

[1] - Retrospective dosimetry
[2] - Dose reconstruction

باشد[Ainsbury *et al.*, 2011]. همچنین باید توجه شود که ممکن است تخمین دز پرتوی توسط دزیمترهای فیزیکی در بازه ی پرتوی معینی دارای اعتبار باشد و در دزهای بالاتر از حد مشخص مناسب نباشد.

در سوانح هسته ای مختلفی از دزیمتری گذشته نگر برای تخمین دز پرتوی افراد و مناطق پیرامون سانحه استفاده شده است. از جمله این سوانح می توان سانحه ی نیروگاه هسته ای چرنوبیل و انفجار بمب های هسته ای هیروشیما و ناکازاکی را نام برد. مناطق آلوده ی پیرامون رودخانه ی تکا واقع در منطقه ی اورال جنوبی در اثر رهاسازی ضایعات هسته ای روسیه و مکان های آزمایش های هسته ای در مناطقی نظیر قزاقستان و ایالت نوادای آمریکا نیز مورد ارزیابی با روش های دزیمتری گذشته نگر قرار گرفته است. دز پرتوی دریافتی افرادی که تحت تأثیر پرتوگیری در سوانح گوایانیای برزیل و استانبول قرار گرفته بودند نیز با روش های گذشته نگر مورد سنجش واقع شده اند. در این سوانح به ترتیب، افراد تحت پرتوگیری با چشمه های پرتوی صدمه دیده ی سزیم-۱۳۷ و کبالت-۶۰ قرار گرفته بودند.

فصل اول این پایان نامه به معرفی اجمالی پرتوهای یون ساز و واحدهای دزیمتری اختصاص دارد. در فصل دوم روش های دزیمتری بیولوژیکی، مخصوصاً دزیمتری سیتوژنتیکی، مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته اند و مزایا و معایب آن ها بیان شده است. در فصل سوم اساس دزیمتری تشدید پارامغناطیسی الکترون شرح داده شده است. در فصل چهارم دزیمتری لومینسانس که خود شامل دو بخش اصلی دزیمتری گرماتاب و نورتاب است مورد ارزیابی قرار گرفته است. فصل پنجم گزارشی از بررسی امکان عملیِ کاربرد یک شیوه ی برگزیده ی دُزیمتری گذشته نگراست که با توجه به امکانات به محکِ تجربه گذاشته شده است. بدین منظور قطعات الکترونیکی تلفن های همراه از یک مدل متداول، شامل خازن، مقاومت والقاگر را از نظرخاصیت ترمولومینسانس مورد ارزیابی قرارداده ایم. در نهایت، فصل ششم به نتیجه گیری اختصاص یافته است.

فصل اول

مبانی پرتوهای یون ساز

و

دزیمتری

انسان همواره در طول حیات خود با انواع مختلف پرتوها مواجه است. به طور کلی می توان این پرتوها را به دو دسته ی طبیعی و مصنوعی دسته بندی کرد. پرتوهای طبیعی پرتوهایی هستند که به طور طبیعی در محیط پیرامون ما وجود دارند، نظیر پرتوهای کیهانی و پرتوهای ناشی از مواد پرتوزای موجود در زمین. پرتوهای مصنوعی پرتوهایی هستند که مصنوع دست بشر می باشند و توسط تجهیزات و دستگاه ها یا رادیوایزوتوپ های ساخته شده توسط بشر تولید می شوند. از جمله ی این دستگاه ها می توان لامپ پرتو ایکس، رآکتورهای هسته ای یا شتاب دهنده ها را نام برد.

۱-۱ پرتوهای یون ساز

ذرات باردار مانند ذرات آلفا و بتا، و تابش الکترومغناطیس(فوتون ها) مانند پرتو های گاما و ایکس پیامدهای اصلی واپاشی پرتوزا محسوب می شوند. این تابش ها انرژی خود را هنگام عبور از ماده به آن منتقل می کنند. واکنش تبدیل انرژی بر پایه یونش و برانگیزش اتم ها و مولکول ها است. بیشتر این انرژی در پایان به صورت گرما (ارتعاشات اتمی و مولکولی) تلف می شود، اما اثر یونش نتایج مهم دیگری نیز به دنبال دارد. به همین دلیل پرتوهایی که در طول واپاشی پرتوزا از ماده گسیل می شوند، اغلب پرتوهای یون ساز نامیده می شوند[صدرممتاز و طاهرپرور، ۱۳۸۹].

پرتو های یون ساز به سه گروه تقسیم می شوند:

۱. ذرات باردار : شامل الکترون (β^-)، پوزیترون (β^+)، پروتون، دوترون، آلفا و یو ن های سنگین($A > 4$)
۲. فوتون ها : شامل ایکس و گاما
۳. نوترون ها

تقسیم کردن پرتوهای یون ساز به سه گروه راحت است. زیرا هر گروه خواص مخصوص به خود را دارد و می تواند به صورت جداگانه بررسی شود.