دانشگاه علوم پزشکی و
خدمات بهداشتی، درمانی استان اردبیل

دوره آموزشی

دزیمتـــری فـــردی

کریم افســـر

کارشناس ارشد رادیوبیـــولوژی

فهرست مطالب

مقدمه

تعاریف

هدف دزیمتری فردی

شرایط کار و ارتباط آن با استفاده از دزیمتر فردی

روشهای دزیمتری فردی

مقررات ویژه دزیمتری فردی

شرایط لازم برای انتخاب دزیمتر ایده آل

اتاقک های یونیزاسیون

آشکارساز گایگر مولر

آشکارسازهای سنتیلاسیون

دزیمتر فیلم بج

دزیمتر ترمولومینسانس (TLD)

دزیمتر نوترایران

دزیمتر قلمی

دزیمتری بیولوژیکی

مقدمه

- انسان بطور طبیعی هیچ نوع احساسی برای درک تابش یونساز ندارد، لذا بطور کامل برای آشکار سازی و اندازه گیری تابش به وسائل اندازه گیری متکی است. دزیمتری شامل تجهیزات، روشها و اندازه گیری و اصول اساسی فیزیکی و (فیزیکی شیمیایی) است که بر هم کنش پرتو با ماده را تعیین می کنند. آنچه که در دزیمتری به مفهوم خاص آن، مد نظر است تعیین کمیت اساسی آن یعنی انرژی جذب شده در واحد جرم جسم تحت تابش و یا به اصطلاح دز جذبی است. بر هم کنش پرتو با ماده، در سطح مولکولی و اتمی منجر به اثر قابل مشاهده ای می شود که به طور مستقیم با دز جذبی جسم تحت تابش ارتباط دارد. از این رو در هر گونه استفاده از پرتوهای یونساز برای دستیابی به یک اثر، اطلاع از میزان دز جذبی لازم یک پیش نیاز به شمار می رود.
- دزیمتری در سه زمینه عمده کاربرد پرتوهای یونساز یعنی پرتو درمانی، پرتودهی به مواد مختلف (مانند محصولات مورد استفاده در پزشکی، محصولات صنعتی و مواد غذایی) و حفاظت در برابر پرتوها اهمیت اساسی دارد.

تعاریف

- **دز جذبی (Absorbed dose)**: دز جذبی (ناشی از تابش) برابر است با مقدار انرژی‌ای (گرمایی) که تابش در هر کیلوگرمِ بافت‌های بدن آزاد می‌کند. یکای جدید دز جذب شده در دستگاه بین المللی یکاها، ژول بر کیلوگرم ماده می باشد که نام ویژه آن **گری** است و به (Gy) نشان داده می شود. **یک گری** عبارت است از انرژی معادل یک ژول ناشی از انواع پرتوها که به یک کیلوگرم از ماده منتقل می شود. (1Gy=1J/kg). گاهی از یکای کوچکتری به نام راد (rad)هم استفاده می‌شود.

1 Gy = 100 rad

- **دز معادل (Equivalent Dose)** : دوز پرتو یونساز با احتساب اثر بیولوژیك به یك بافت ، عضو و... است. کمیتی است که اثرات بیولوژیکی ناشی از جذب انواع پرتوها در بافت را منظور می دارد که حاصلضرب دوزجذبي در یکسری فاکتورها است. واحد ویژه دز معادل، سیورت (Sievert)می باشد. یکای قدیمی دز معادل رِم (rem)می باشد.

1 Sv = 100 rem

- **دز تجمعی**: مجموع دز معادلِ دریافتیِ یک فرد در یک مدت مشخص است. یکای دز معادل تجمعی هم سیورت است.

تعاریف

- **آشکارسازی:** اندازه گیری شدت و انرژی ذرات تشکیل دهنده پرتوها (طیف تابشی پرتو) را آشکارسازی پرتوها می نامند.
- **دزیمتری:** اندازه گیری انرژی منتقل شده از پرتو به محیط و یا انرژی جذب شده در محیط را دزیمتری پرتوها می نامند.
- **دزیمتر فردی:** به هرگونه وسیله ای اطلاق می شود که جهت اندازه گیری میزان پرتوگیری پرتوکاران بکار رود. نظیر: فیلم بج و TLD
- **دزیمتر محیطی:** وسیله ای است که جهت اندازه گیری آهنگ دز در محیط کار با پرتو بکار می رود.

هدف دزیمتـری فردی

- **دزیمتری (مونیتورینگ) فردی** مجموعه عملیات منظمی است که برای مشخص کردن میزان پرتوگیری شغلی افراد، برحسب کمیتهای دز موثر یا دز معادل، انجام میگیرد.
- منظور از **پرتوگیری شغلی**، پرتوگیری کارکنان به هنگام کار است بجز مواردی که بموجب استانداردهای پایه حفاظت در برابر اشعه، مستثنی یا خارج از شمول باشد.
- هدف دزیمتری فردی تعیین و کنترل پرتوگیری شغلی افراد بمنظور رعایت اصل حد دز است.
- انجام منظم دزیمتری فردی منجر به دستیابی به اهداف دیگری همچون کنترل شرایط ایمنی محیط کار نیز می شود.

انواع پرتوگیـری شغلی

پرتوگیری، بطور کلی بر اساس خصوصیت شرایط کار به 4 دسته تقسیم می شود:

- **پرتوگیـــری عادی**: قابل پیش بینی و کنترل است.
- **پرتوگیـــری بالقوه**: بسته به شرایط محل کار ممکن است پیش بیاید اما قابل کنترل است.
- **پرتوگیـــری اورژانس**: برنامه ریزی نشده است و به دلیل شرایط خاصش نیاز به مداخله جهت به حداقل رساندن پرتوگیری های بالا دارد.
- **پرتوگیـــری مزمن**: به افزایش پرتو های محیطی مانند پرتو تابی رادون مربوط است. توجه شود که پرتو گیری حاصل از پتاسیم-40، پرتوهای کیهانی و سایر رادیونوکلوئید های طبیعی معمولا به عنوان پرتوگیری شغلی محسوب نمیشوند.

وظایف پرتوکاران در اجرای برنامه مونیتورینگ فردی

کلیه کارکنان باید در مراحل کنترل دز مشارکت فعال داشته باشند. از پرتوکاران انتظار می رود:

- 1 -از قوانین و مقررات حفاظتی پیروی کنند.
- 2 -از تجهیزات مونیتورینگ، لباس و ابزار مناسب استفاده کنند.
- 3 -به کارفرما راجع به سابقه شغلی و فعلی به منظور اهداف حفاظتی اطلاعات کافی را بدهند.
- 4 -اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزشها را بپذیرند و بکار گیرند.

ملاحظات ویژه در برنامه مونیتورینگ فردی

- هر پرتو کار باید دارای یک دزیمتر اندازه گیری دز تجمعی باشد.
- در جاییکه احتمال نوسانات و تغییرات شدید در آهنگ دز و نیز احتمال پرتوگیری بالا وجود دارد، بهتر است به منظور کنترل دز، هر پرتوکار یک دزیمتر جیبی اضافی قرائت مستقیم و یا یک وسیله هشدار دهنده (صوتی) به همراه داشته باشد.

شرایط کار و ارتباط آن با استفاده از دزیمتر فردی

- **ناحیه کنترل شده:** در این ناحیه در شرایط عادی کار، احتمال پرتوگیری مستقیم از دستگاههای پرتوساز یا مواد پرتوزا وجود دارد.

  استفاده از دزیمتر فردی در این ناحیه **اجباری است.**

- **ناحیه تحت نظارت:** در این ناحیه معمولا کارکنان با منابع پرتو، کار نمی کنند.

  استفاده از دزیمتر فردی در این ناحیه **اجباری نیست.**

روشهای دزیمتـری فردی

- **دزیمتری پرتوگیری خارجی :** منبع پرتو در خارج از بدن قرار دارد.

روش دزیمتری : نصب یک یا چند دزیمتر مناسب روی لباس در حین کار با پرتو

- **دزیمتری پرتوگیری داخلی :** منبع پرتو داخل بدن است.

روش دزیمتری : تهیه نمونه از خون یا ادرار و تعیین پرتوزایی نمونه ، یا اندازه گیری مستقیم شدت پرتوها و درنهایت تعیین دز معادل.

- **دزیمتری محیط کار :** یکی از برنامه های دزیمتری محیط کار، بازرسی و اندازه گیری پرتوها در محیط و جمع آوری اطلاعات در رابطه با مدت و محل حضور افراد است. با استفاده از این اطلاعات در صورت لزوم می توان برآورد تقریبی از پرتوگیری افراد بدست آورد.

مقررات ویژه دزیمتـری فردی

مسئولین مراکز کار با اشعه موظفند:

- برنامه های دزیمتری فردی را براساس دستورالعملهای واحد قانونی انجام و نتایج آن را ثبت نمایند.
- کلیه کارکنانی را که بطور دائم یا موقت در ناحیه کنترل شده کار می کنند به دزیمتر فردی مجهز نمایند.
- پرتوگیری شغلی کارکنان را درناحیه تحت نظارت بر اساس نتایج مونیتورینگ محیطی تعیین نمایند.
- برای کارکنانی که با منابع پرتو باز کار میکنند، تجهیزات حفاظتی مناسب تهیه نمایند.
- در موارد عدم دسترسی به دزیمتر فردی یا مخدوش بودن اطلاعات آن (برای یک یا چند پرتوکار)، پرتوگیری را براساس نتایج دزیمتری کارکنان با وضعیت مشابه یا با استفاده از نتایج دزیمتری محیطی تخمین بزنند.
- نتایج دزیمتری فردی را در دسترس واحد قانونی قرار دهند.

شرایط لازم برای انتخاب دزیمتر ایده آل

- کم حجم و سبک باشد،
- قابلیت اندازه گیری دز از حد زمینه محیط تا دزهای کشنده را داشته باشد،
- قابلیت بکارگیری برای دزیمتری انواع پرتوهای یونساز را داشته باشد،
- شرایط محیطی نظیر رطوبت، گرما، ضربه و فشار، تاثیر محسوس روی نتایج آن نداشته باشد،
- پرتوکار بتواند درهنگام کار از نتیجه پرتوگیری خود مطلع شود،
- با دقت قابل قبولی دز معادل را نشان دهد،
- امکان ثبت مشخصات فرد استفاده کننده بر روی دزیمتر وجود داشته باشد.
- راحتی،ارزانی و استحکام

تجهیـــزات و روش های مختلف

آشکارســازی و دزیمتـــری

اتاقکهای یونیزاسیون

- اتاقک یونیزاسیون یا اتاقک یونیزان ساده‌ترین آشکارساز پرتویی است که با گاز پر شده است و به طور گسترده برای آشکارسازی و اندازه‌گیری انواع خاصی از پرتوهای یونساز، از جمله؛ ایکس ، گاما و ذرات بتا بکار می‌رود.

- اتاقک یونیزاسیون نوعی شمارشگر یا آشکارساز گازی است که اساس کار آن تبدیل افت پتانسیل ایجاد شده در اثر یونش ، به یک پالس الکتریکی است که دامنه این پالس متناسب است با تعداد یونهای تولیدی، که آن هم متناسب است با انرژی پرتو تابشی که وارد آشکارساز شده است .

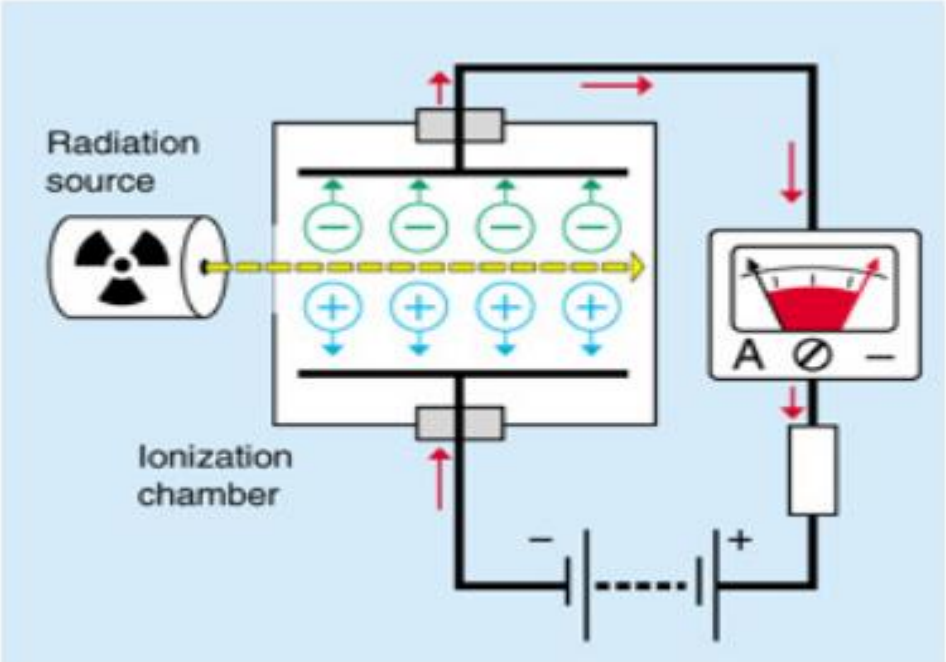
- اتاقک یونیزان پاسخ یکنواخت مناسبی به پرتوها در دامنه وسیعی از انرژی‌ها دارد و برای اندازه‌گیری سطوح بالایی از پرتو گاما نسبت به سایر آشکارسازها مناسب‌تر است. از این نوع آشکارسازها به طور گسترده در صنایع هسته‌ای، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی، رادیوگرافی، رادیوبیولوژی و مانیتورینگ محیطی و همچنین رادیوتراپی استفاده می‌شود.

اتاقکهای یونیزاسیون

- اصول و نحوه عملکرد:

اتاقک یونیزان، بارهایی را که حاصل از برخورد پرتو تابشی با گاز (هوا) است را اندازه‌گیری می‌کند. این آشکارساز از محفظه پرشده از گاز، و دو الکترود به نام‌های آند و کاتد تشکیل شده‌است. الکترودها ممکن است به صورت دو صفحه موازی یا یک استوانه هم‌محور با سیم مرکزی آند باشد. اعمال پتانسیل الکتریکی بین دو الکترود باعث ایجاد میدان الکتریکی می‌شود. زمانی که گاز بین الکترودها با برخورد پرتو یونساز به آن، یونیزه شود، جفت یون‌هایی ایجاد می‌شود و بارهای مثبت و الکترون‌های جدا شده به سمت الکترودهای با قطبیت مخالف در اثر وجود میدان الکتریکی حرکت می‌کنند (بارهای مثبت به سمت کاتد و الکترون‌ها به سمت آند). بنابراین جریانی به نام جریان یونیزان با مدار الکترومتر اندازه‌گیری می‌شود(شکل 1).

اتاقکهای یونیزاسیون



شکل 1- اتاقک یونیزاسیون

آشکارساز گایگر مولر

آشکارساز گایگر مولر (G-M) آشکارساز گایگر نیز نامیده می‌شود. این آشکارساز نیز،از انواع آشکارهای گازی بشمار می آید و شمارنده‌ای برای ذرات بنیادی و ذرات باردار بوده و برای سنجش اشعه ایکس، گاما، ذرات الفا و ذرات بتا نیز کاربردهای فراوان دارد. آشکارساز گایگر از جمله آشکارسازهایی است که برای سنجش میزان آلودگی رادیواکتیو نیز استفاده می‌شود (شکل 2).

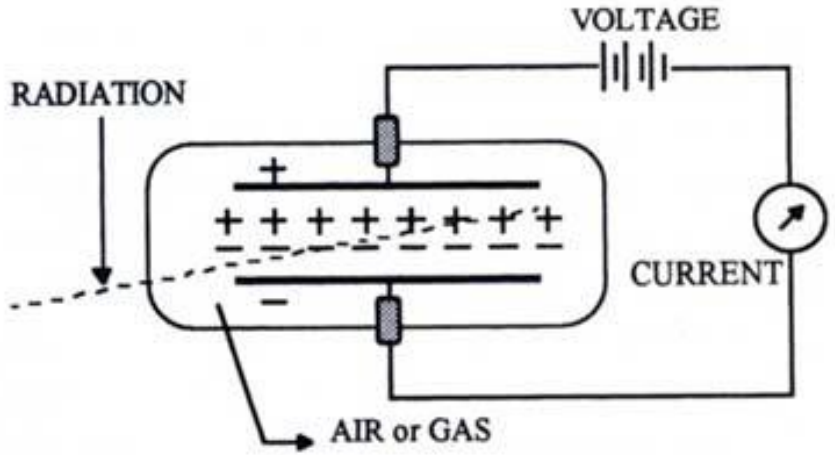
اساس کار آشکارساز گایگر مولر:

مبنای کار بدین صورت است که زمانی که یک پرتو یا ذره‌ی شتابدار در حجم گاز وارد می‌شود، یونیزه می‌شود. اگر اختلاف پتانسیلی بین دو الکترود برقرار باشد، میدان الکتریکی در گاز ایجاد شده و نیرویی از طرف میدان به یون‌ها وارد شده و یون‌های مثبت را به الکترود منفی و یون‌های منفی را به سمت الکترود مثبت هدایت می‌کند.

حرکت یون‌ها منجر به تولید جریان الکتریکی لحظه‌ای می‌شود. جریان تولید شده به وسیله‌ی یک الکترومتر با حساسیت متوسط قابل اندازه گیری است. شدت جریان تولید شده به عواملی از جمله اختلاف پتانسیل الکترودها، فاصله‌ی دو الکترود، نوع گاز، حجم گاز، فشار و دمای گاز بستگی دارد که از بین این عوامل اختلاف پتانسیل بین دو الکترود مهم ترین عامل تأثیرگذار در شدت جریان است.

آشکارساز گایگر مولر

آشکارساز گایگر مولر قادر است حتی با وجود یک زوج یون در محیط گازی جریان و پالس ایجاد کند. بنابراین اگر اشعه‌ای وارد حجم گازی آشکارساز شود حتماً شمرده خواهد شد. پالس‌های تشکیل شده توسط این آشکارسازها ارتفاع بیشتری نسبت به بسیاری از انواع دیگری از آشکارسازها دارند و هم چنین نیازی به استفاده تقویت کننده در آشکارسازهای گایگر نیست.
از معایب این آشکارساز نسبت به اتاقک یونیزان اینست که ارتفاع پالس خروجی در گایگر مولر، به نوع و انرژی پرتو بستگی ندارد لذا نمیتوان از آنها جهت تشخیص انواع پرتوها و انرژی آنها استفاده کرد. عدم نیاز گایگر مولر به تقویت کننده ها، جهت افزایش ارتفاع پالس های خروجی یکی از محاسنات این آشکارساز نسبت به اتاقک یونیزان می باشد.



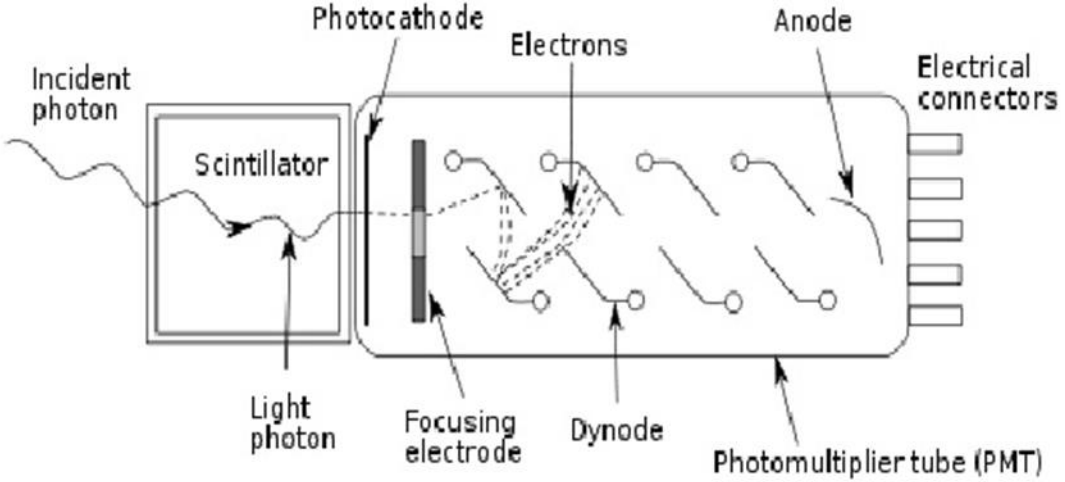
شکل 2- آشکارساز گایگر مولر

آشکارسازهای سنتیلاسیون (سوسوزن)

- بعضی از مواد می‌توانند انرژی جذب نموده و مقداری از آن را به‌صورت نور مجددا تابش نمایند، این عمل لومینسانس نام دارد. موادی که تابش مجدد را در طول زمانی حدود چند میکرو ثانیه یا کمتر انجام می‌دهند، به مواد فلوئورسانس موسوم هستند. موادی که فاصله زمانی جذب انرژی و پس دادن آن به‌صورت نور برایشان طولانی‌تر است، فسفرسانس نام دارند. در آشکار سازی تابشها فقط مواد فلوئورسانس بکار می‌روند و موادی که برای چنین منظوری مورد استفاده قرار می‌گیرند، سنتیلاتور نامیده می‌شوند.
- ساختمان یک آشکارساز سنتیلاسیون از قسمتهای اساسی سنتیلاتور، فوتومولتی پلایر، دستگاه تغذیه ولتاژ و سیستم های تقویت و جدا کننده پالس ها و در نهایت شمارنده تشکیل شده است(شکل 3). سنتیلاتور که حجم حساس آشکارساز را تشکیل می دهد، از ماده ای با خاصیت فلوئورسانس می باشد.

آشکارسازهای سنتیلاسیون (سوسوزن)

- عبور پرتو تابشی از سنتیلاتور باعث بوجود آمدن فوتونهای نور می شود که به داخل فوتومولتی پلایر هدایت می شوند فوتون های نور با برخورد به فوتوکاتد تولید الکترون می کنند. در نهایت یک پالس الکتریکی ایجاد می شود که دامنه این پالس الکتریکی با انرژی پرتو ورودی به آشکارساز رابطه مستقیم دارد.



شکل 3- آشکارساز سنتیلاسیون

دزیمتـر فیلم بج
(film badge dosimeter)

- دزیمترهای فیلم بج برای تعیین پرتوگیری از پرتوهای ایکس،گاما، بتا و نوترون حرارتی بکار می رود.

- فیلم بج از دو قسمت اصلی تشکیل شده است :

یک قطعه فیلم (از نوع فیلم عکاسی) که درون یک بج (قاب) با فیلترهای مخصوص قرار گرفته است.

- در حال حاضر در ایران بیشتر مراکز کار با پرتو از خدمات دزیمتری فیلم بج استفاده می کنند.

فیلم

- فیلم از یک ورقه پلاستیکی تشکیل شده است که دو طرف آن با لایه نازک و یکنواختی از ماده ژلاتینی پوشانده شده است.
- ماده ژلاتینی حاوی دانه های برمورنقره است، دراثر برخورد پرتوهای یونساز با این دانه ها یک تصویر پنهان بر روی فیلم ایجاد می شود.
- پس از مراحل ظهور و ثبوت، نقره های آزاد شده اثر سیاهی دائمی روی فیلم ایجاد می کنند.
- چگالی نوری (شدت سیاهی) توسط دانسیتومتر اندازه گیری میشود و تابعی است از دز و نوع و انرژی پرتو.

تشکیل تصویر نهان

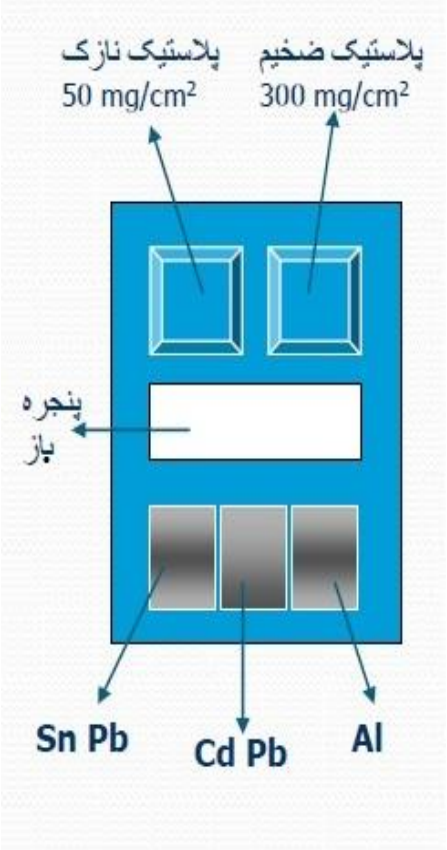
- اساس دزیمتری فیلم بج، ایجاد فعل وانفعالات شیمیائی بعد از برخورد پرتو با ترکیبات نقره موجود در ماده حساس فیلم است.

این فعل وانفعالات باعث سیاه شدن فیلم میشوند. این سیاه شدگی را تصویر نهان میگویند . زیرا در حالت عادی پس از پرتوگیری چیزی روی فیلم دیده نمیشود (بلکه پس از ظهور و ثبوت این سیاهی قابل مشاهده است). علت سیاه شدن فیلم تاثیر پرتو بر برمورنقره و رسوب سیاه رنگ نقره است.

پس از پایان ظهور و ثبوت، فیلم را با آب شستشو داده و فیلمهائي که بیشتر پرتوگیری کرده اند، تاریکتر از فیلمهائی هستند که کمتر پرتوگیری کرده اند.

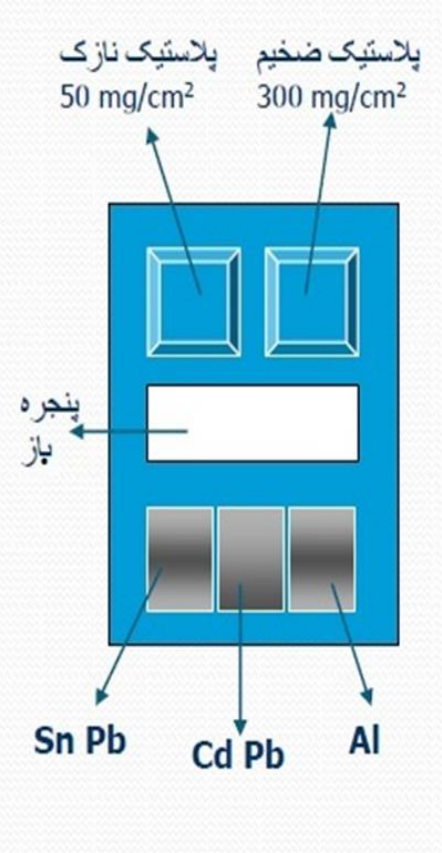
- برای تعیین میزان سیاهی (بعنوان عامل تعیین کننده میزان دز)، از میزان نور عبوری از فیلم استفاده می کنند (بوسیله دانسیتومتر).

بج



- بدلیل یکسان نبودن عدداتمی دانه های برومورنقره با عدداتمی بافت نرم بدن، بستگی فیلم به انرژی پرتو، با بستگی بافت بدن انسان به انرژی پرتو متفاوت است.
- جهت تعیین انرژی و نوع پرتو، از یک بج که چند فیلتر مختلف دارد استفاده میشود.
- بدنه بج از جنس پلاستیک با ضخامت 300 mg/cm2 است.
- پرتوهای بتا از پنجره باز و پلاستیک نازک (اگرانرژی بیش از Mev 0.5 داشته باشند) می توانند عبور کنند.
- پرتوهای ایکس کم انرژی از پنجره باز و پلاستیک نازک و بدنه بج می توانند عبور کنند.

بج



- پرتوهای گاما و ایکس در انرژیهای بالاتر علاوه بر فیلترهای قبلی، از فیلتر آلومینیوم هم عبور می کنند.
- پرتوهای گاما و ایکس با انرژی بالاتر علاوه برفیلترهای قبلی، از قلع و سرب هم عبور می کنند.
- از فیلتر کادمیم برای دزیمتری پرتوهای نوترون حرارتی استفاده میشود.

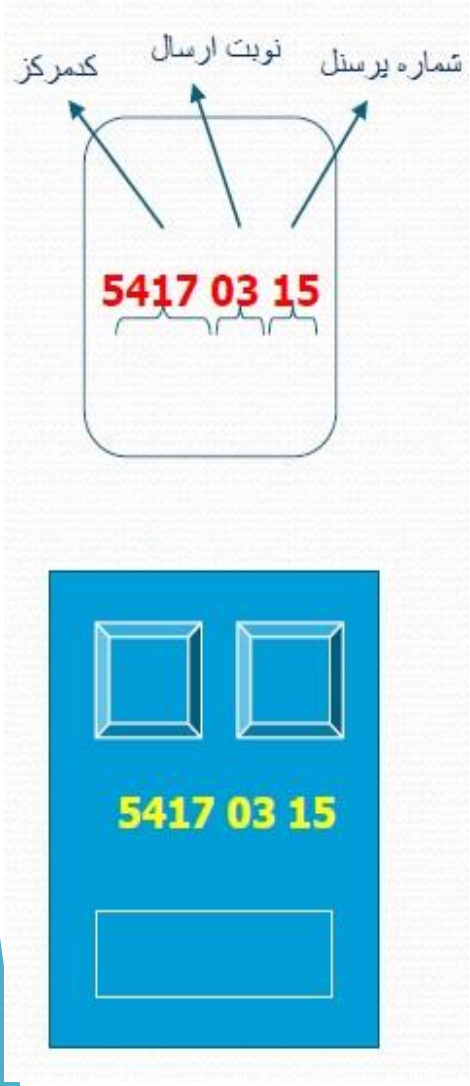
مزایای فیلم بج

- برای تعیین دز پرتوهای بتا، ایکس، گاما و نوترون حرارتی استفاده می گردد.
- اطلاعات پرتوگیری بطور دائمی روی فیلم ثبت می شود.
- ارزان و بادوام است.
- در اثر حرکات شدید یا ضربه خراب نمی شود.
- پرتوکاران برای استفاده نیاز به آموزش خاصی ندارند.
- نوع ، انرژی و جهت پرتو با این دزیمتر تعیین می گردد.

معایب فیلم بج

- عوامل محیطی نظیر رطوبت، فشار، گرما، و گازهای شیمیایی میتوانند باعث ایجاد تصویر پنهان شوند (تیرگی فیلم).
- اگر مدت طولانی قبل ازظهور درمحیط نامناسب نگهداری شوند، تیرگی افزایش می یابد و ممکن است دزیمتری میسر نشود.
- اگر فیلم برای مدت طولانی پس از پرتوگیری ظاهرنشود، تصویر پنهان تدریجا محو می گردد.
- نحوه دزیمتری با فیلم نسبتا پیچیده است.
- عدداتمی دانه های برومورنقره معادل عدداتمی موثر بافت نرم بدن نمی باشد.
- عدم امکان قرائت همزمان با پرتوگیری

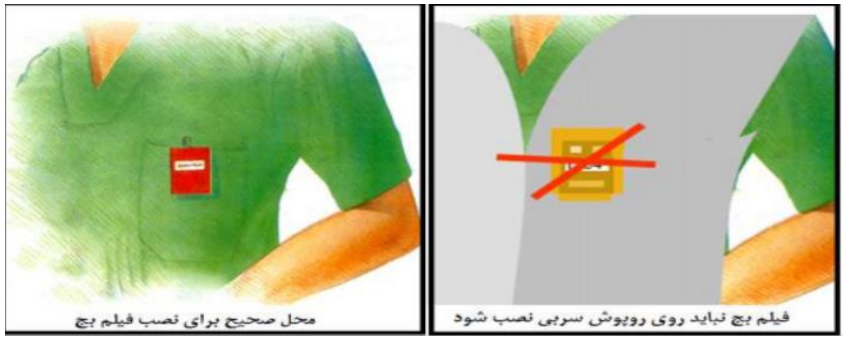
استفاده از فیلم بج



- مسئولین مراکز کار با پرتو، جهت اشتراک فیلم بج باید درخواست اشتراک را به امور حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی کشور ارسال نمایند.
- سرویس دزیمتری فیلم بج به تعداد پرتوکاران، فیلم و بج به اضافه یک فیلم اضافی (دزیمتر کنترل) ارسال می کند.
- هردو ماه یکبار فیلم برای مرکز ارسال می گردد (بج فقط بار اول ارسال می شود).
- روی فیلم یک عدد 8 رقمی است، از چپ به راست : 4 رقم اول کد مرکز، 2 رقم بعدی نوبت ارسال، و 2 رقم آخر شماره پرسنل است.
- روی فیلم کنترل بجای شماره پرسنل شماره 00 درج شده است.
- فیلم کنترل در محلی دور از تابش پرتو باید نگهداری شود.

استفاده از فیلم بج

- فیلم باید طوری درون بج قرارداده شود که شماره آن از پنجره باز دیده شود.
- فیلم بج روی سینه (زیر روپوش سربی) نصب می شود.



- در صورت خراب بودن فیلترها، باید جهت
- دریافت بج جدید اقدام شود.
- در صورت اشتباه قرار دادن فیلم در بج و استفاده از دزیمتر، نباید وضعیت فیلم تا دریافت دزیمتر نوبت جدید تغییر داده شود.
- پس از دریافت دزیمترهای جدید، همه دزیمترهای دوره قبل، بموقع و بدون تاخیر و همزمان یکجا و همراه با گزارش اسامی پرتوکاران آن دوره، برگشت داده شوند.
- سرویس دزیمتری پس از انجام محاسبات، نتایج دز را برای مراکز ارسال میکند.
- مسئولین مراکز موظف به ثبت نتایج پرتوگیری افراد در پرونده پرتوگیری آنها هستند.

دزیمتر ترمولومینسانس (TLD)

- پدیده ترمولومینسانس عبارت است از ساطع شدن نور در اثر گرمادهی به ماده ای که قبلا در معرض پرتو قرار گرفته است. به بیان دیگر ترمولومینسانس، انتشار نور مرئی از ماده پرتودهی شده در اثر تحریک گرمایی می باشد.
- از بعضی از موادی که دارای چنین ویژگی هستند (مانند:LiF)در دزیمتری استفاده می گردد.
- میزان نورساطع شده (و سیگنال خروجی سیستم) مستقیما متناسب با دز دریافت شده توسط ماده است.
- ارتباط بین سیگنال خروجی و کمیت دز معادل توسط کالیبراسیون مشخص می شود.
- حساسیت دزیمترهای ترمولومینسانس، به کریستال پایه تشکیل دهنده ماده و ناخالصی های موجود در آن بستگی دارد.

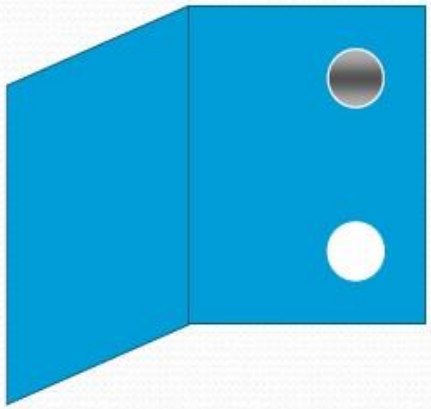
دزیمتـر ترمولومینسانس (TLD)

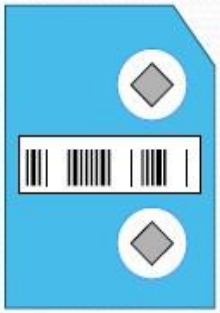
برخی کریستالها بعد از قرار گرفتن در معرض تابش چنانچه گرم شوند از خود نور گسیل می کنند. این نوع کریستالها را TLD می نامند (مانند CaF2 و LiF).

- هنگامی که کریستال TLD تحت تابش پرتو یونساز قرار می گیرد انرژی جذب شده باعث :

- تحریک اتمهای کریستال مي شود.
- الکترونها سطوح انرژی خود را ترک کرده و به مدارهای با سطوح انرژی بالاتر میروند.
- اکثر الکترونها پس از مدت زمانی به مدارهای خود باز مي گردند.
- بعضی از آنها ممکن است به مدارهای الکترونهای ناخالصی برگردند و در آنجا بدام بیافتند .
- در صورت گرم کردن کریستال، الکترونهای بدام افتاده آزاد شده و تولید نور میکنند .
- مقدار نور تابشی با تعداد الکترونهای بدام افتاده متناسب است .
- تعداد الکترونهای بدام افتاده نیز با انرژی جذب شده از پرتو یونساز متناسب است .

دزیمتر ترمولومینسانس(TLD)





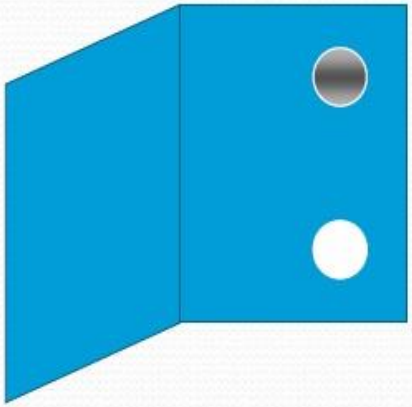
- به دلیل آنکه عدداتمی موثر لیتیوم فلوراید LiF نزدیک به عدد اتمی بافت بدن انسان است، از آن برای دزیمتری فردی استفاده می گردد.
- دزیمتر TLD از دو قسمت تشکیل شده است :

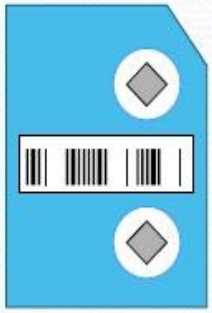
1- کارت حاوی کریستالهای TLD

2- بج یا قاب

- بدنه کارت دزیمتر TLD مورد استفاده پرتوکاران از جنس آلومینیوم است و حاوی 2 قطعه کریستال TLD است.
- بر روی کارت بارکدی وجود دارد که شماره کارت را نشان می دهد.
- بج یا قاب از پلاستیک ساخته شده است و دارای 2 فیلتر است.

دزیمتر ترمولومینسانس (TLD)





- ضخامت یکی از فیلترها معادل 10 mm از بافت بدن است.
- ضخامت فیلتر دوم معادل 0.07 mm از بافت بدن است.
- پس از آنکه دزیمتر توسط پرتوکاران استفاده شد و به مرکز سرویس خدمات دزیمتری برگشت داده شد، توسط دستگاه قرائتگر خوانده می شود.
- دستگاه قرائتگر ابتدا بارکد روی کارت را می خواند.
- در مرحله بعد کریستالها توسط قرائتگر گرمادهی می شوند.
- یک لوله تقویت نور (PM-tube) ،نور ساطع شده از کریستال را تبدیل به پالس الکتریکی می کند.
- خروجی سیستم عددی است که مستقیما متناسب با دز است.

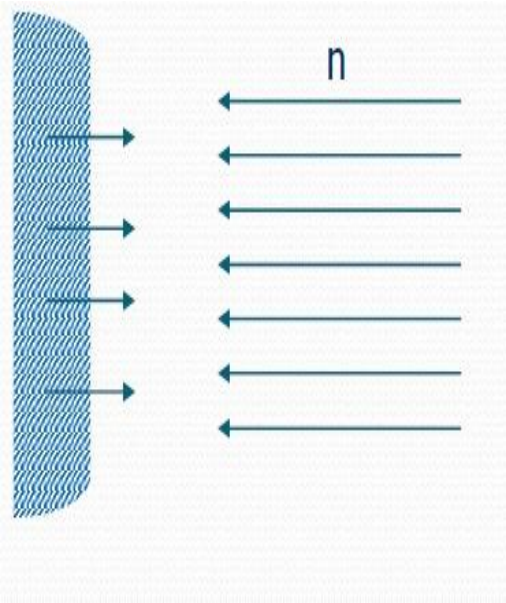
دزیمتر ترمولومینسانس (TLD)

- نتیجه محاسبه کریستالی که در پشت فیلتر 10 mm قرار داشته است،کمیت دز معادل فردی را می دهد که برابر با دز موثر است.
- نتیجه محاسبه کریستالی که در پشت فیلتر 0.07 mm قرار داشته است، کمیت دز معادل پوست را می دهد.
- چنانچه از کریستالهایی استفاده شده باشد که به نوترونهای حرارتی حساس هستند، از دزیمتر ترمولومینسانس برای دزیمتری نوترون نیز می شود استفاده کرد.
- دزیمتر ترمولومینسانس قابلیت اندازه گیری پرتوهای ایکس، گاما و بتا را دارد.

مزایا ومعایب دزیمتر ترمولومینسانس

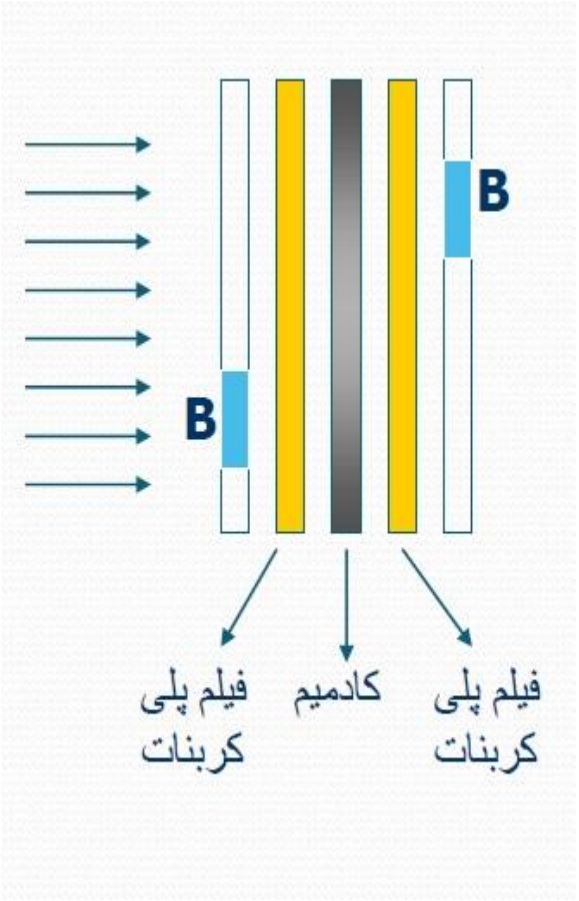
- تغییر دما و رطوبت تاثیر محسوسی روی نتایج دزیمتر ندارد.
- برای دزهای کم تا دزهای بسیار بالا قابل استفاده است.
- معادل بافت نرم است و مستقیما معادل دز فردی را می دهد.
- مرحله قرائت و محاسبه آن ساده است.
- از یک دزیمتر چندین نوبت میتوان استفاده کرد.
- برای تعیین پرتوگیریهای موضعی می توان از آن استفاده کرد (دزیمتری دست).
- جهت دزیمتری پوست و سطح مناسب است.
- پس ازهر بار قرائت اثر پرتو روی دزیمتر پاک می شود.
- کسب اطلاعات جانبی (انرژی پرتو، زاویه تابش) میسر نیست.
- قیمت آن در مقایسه با فیلم بج بالا است.
- مهمترین عیب این دزیمترها عدم قرائت همزمان آنهاست.

دزیمتـر نوتر ایران



- نوترونهای سریع در اثر برخورد با مواد هیدروژنه موجود در بدن کند و در جهات مختلف پراکنده میشوند و ممکن است از بدن خارج شوند.
- نوترونهای خارج شده از بدن را اصطلاحا نوترون آلبدو می گویند.
- اساس کار دزیمتر نوتر ایران، ثبت نوترونهای آلبدو است.
- دزیمتر نوتر ایران دارای یک ساختار چند لایه شامل لایه های زیر است:
- آشکارساز پلی کربنات
- پولک کادمیم
- مبدل بور

دزیمتـر نوتر ایران



- در اثر برخورد ذرات نوترون با مبدل بور (B)، ذرات α تولید می شود.
- ذرات α پس از برخورد با پلیمر آشکارساز (فیلم پلی کربنات) در آن ایجاد تخریب موضعی می کنند.
- نقاط تخریب شده تحت شرایط خاص با خورش شیمیایی یا الکتروشیمیایی آشکار می شوند.
- ردپای حاصل توسط میکروسکوپ نوری قابل شمارش است.
- میزان پرتوگیری براساس نتیجه شمارش محاسبه میشود.

دزیمتر های فردی قرائت مستقیم

- در صورتیکه مونیتورینگ روزانه ضروری باشد و یا در محیط های ناشناخته با مخاطرات پیش بینی نشده مواجه باشیم می توان از دزیمترهای قرائت مستقیم به عنوان دزیمتر تکمیلی استفاده کرد.

دزیمتر قلمی (جیبی)

در مواردی که آگاهی سریع از میزان پرتوگیری فرد ضروری باشد استفاده از یک دزیمتر قرائت مستقیم مانند دزیمتر قلمی ضروری است. در دزیمترهای جیبی، دز جذبی یا پرتوتابی بطور همزمان قرائت می شود.

- دزیمتر قلمی یک دزیمتر کمکی در کنار دزیمتر فیلم بج یا TLD است.
- داخل دزیمتر یک رشته سیم کوارتز قراردارد که در اثر باردار شدن خم میشود.
- درصورتی که دزیمتر در معرض پرتوهای یونساز قرارگیرد، یونهای ایجاد شده در هوا باعث کاهش بار الکتریکی در رشته سیم می شود. با کاهش بار الکتریکی، سیم از حالت خمیدگی خارج می شود. با تغییر خمیدگی رشته سیم، سوزن متصل به انتهای سیم در مقابل صفحه مدرج جابجا میشود.
- اختلاف بین دو نقطه (قبل و پس ازجابجایی سوزن) میزان دز دریافتی را نشان می دهد.

دزیمتر قلمی (جیبی)

هنگام استفاده از دزیمتر قلمی موارد زیر باید درنظر گرفته شود:

- بلافاصله پس از کار با پرتو، نتیجه خوانده شده باید ثبت گردد.
- اثرات محیطی می توانند باعث تخلیه بار در رشته سیم شوند،
- به همین دلیل نتیجه قرائت دزیمتر بیش از مقدار واقعی پرتوگیری آن است.
- قبل از ورود به میدان پرتو، اطمینان حاصل شود که شدت میدان در محدوده کار دزیمتر قرار داشته باشد.
- دزیمترهای قلمی معمولا برای پرتوهای x و γ با انرژی بیش از 50 keV مورد استفاده قرار می گیرند.

دزیمتر قلمی (جیبی)

آیا میتوان بجای فیلم بج از دزیمتر قلمی یا دزیمتر های هشدار دهنده استفاده نمود؟

معمولا خیر، زیرا فیلم بج بعنوان یک مدرک قانونی برای ثبت پرتوگیری کارکنان مورد استفاده قرار می گیرد و دزیمتر قلمی یک دزیمتر کمکی در کنار دزیمتر فیلم بج است تا در هر لحظه پرتوکار بتواند از مقدار پرتوگیری خود مطلع و در صورت لزوم از ادامه کار با اشعه اجتناب کند. در مواردی که احتمال بروز سوانح پرتوگیری بیش از حد وجود داشته باشد باید علاوه بر فیلم بج از یک نوع دزیمتر فردی قرائت مستقیم (نظیر دزیمتر قلمی) استفاده نمود.

دزیمتـــری بیـــولوژیکی

دزیمتری بیولوژیکی

- دزیمتري بیولوژیکی بر پایه اثرات بیولوژیکی القاء شده ناشی از پرتو در یک نشانگر بیولوژیکی (مانند؛ DNA) است که میزان این اثرات در ارتباط با دز دریافتی می باشد، لذا به کمک آن می توان دز پرتو را تخمین زد.
- اثرات بیولوژیکی القاء شده در نشانگرها، تغییرات سلولی و مولکولی ناشی از برخورد پرتوهاي یونساز به بافت زنده است.
- شکستهاي کروموزومی در لنفوسیتهاي خون محیطی انسان شایع ترین و اصلی ترین سیستم مطالعه شده است که واجد اکثر خصوصیات یک دزیمتر بیولوژیک ایده آل می باشد. باید دقت کرد که نشانگرهاي بیولوژیک متعددي وجود دارند اما تنها برخی از آنها دزیمتر بیولوژیک محسوب میشوند.

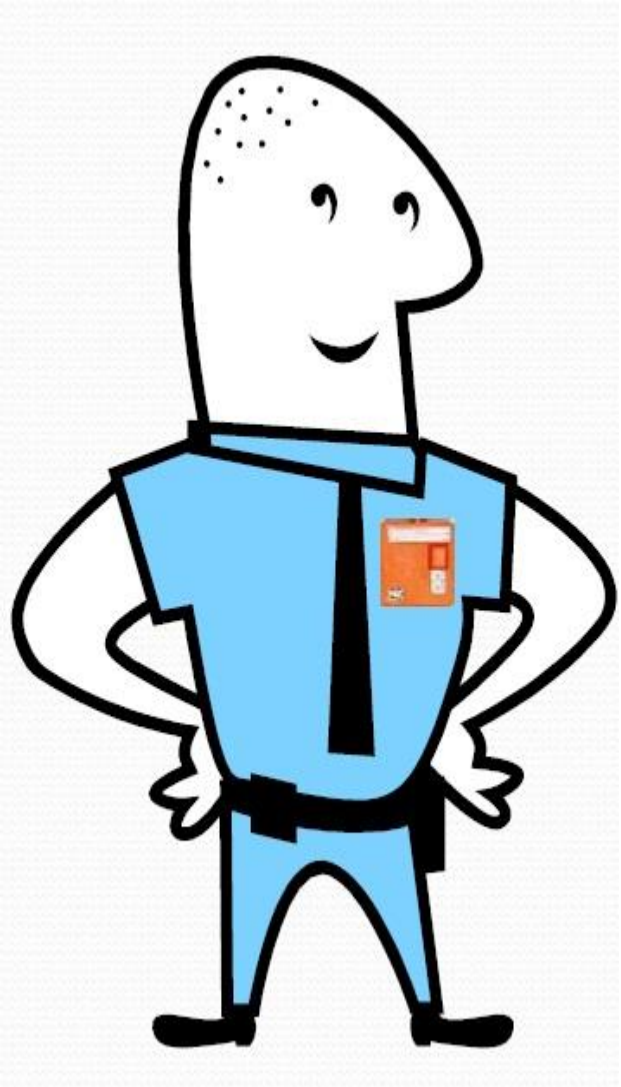
دزیمتری بیولوژیکی

- پرتوهاي يونساز سبب بروز انواع آسيبهاي DNA و شكستهاي كروموزومی می گردد.
- دزيمتري بيولوژيک با استفاده از آناليز سيتوژنتيک لنفوسيتهاي خون محيطی انسان كاربرد وسيعی در تخمين دز پرتو در موارد پرتوگيري شغلی و حوادث پرتوي، به خصوص در مواردي كه دزيمتري فيزيكی موجود نبوده و يا اطلاعات حاصل از آن دقيق نباشد، دارد. اطلاعات حاصل از دزيمتري بيولوژيكی، پزشک را در اتخاذ تدابير درمانی مناسب كمک ميكند. چندين روش سيتوژنتيک جهت تخمين دز بيولوژيكی وجود دارد كه با اين روشها ميتوان انواع آسيبهاي كروموزومی ناپايدار و پايدار ناشی از پرتو را سنجيده و با استفاده از منحنی كاليبراسيون مناسب كه قبلاً در آزمايشگاه و با پرتوهايی با همان كيفيت تهيه شده باشند، دز جذب شده را تخمين زد. در حال حاضر، دزيمتري بيولوژيكی بر اساس بررسی كروموزومهاي دي سانتريک روش اصلی و معتبر تخمين دز در موارد پرتوگيري شغلی و حوادث پرتوي است. علاوه بر آن آناليز جابجاييهاي كروموزومی با رنگ آميزي (FISH)، سنجش ريز هسته يا ميكرونوكلئوس(MN) و تراكم پيش رس كروموزومی(PCC)از ديگر روشهاي سيتوژنتيک در بيودزيمتري هستند.

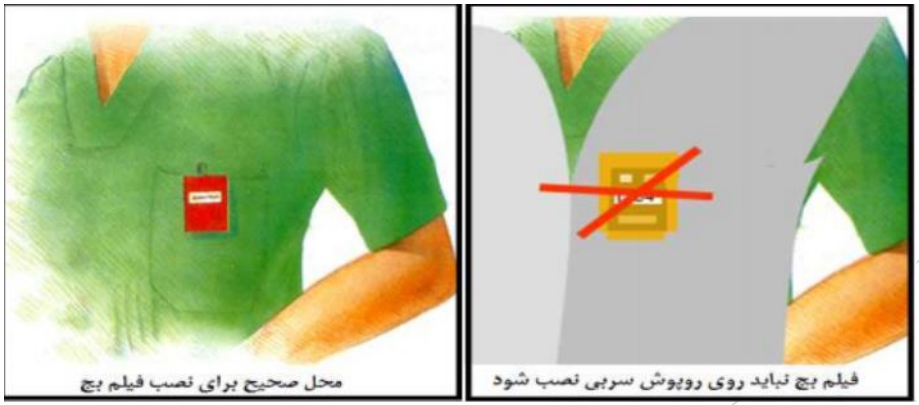
تعيين ميزان وقوع شكستهاي كروموزومی دي سانتريک در مرحله متافاز دركشت لنفوسيتهاي خون محيطی انسان، روش توصيه شده براي دزيمتري بيولوژيكی است.

ملاحظات عملیاتی دزیمتری فردی

محل قرار گیری دزیمتر



- دزیمتر باید در جایگاهی قرار گیرد که بیشترین پرتو گیری را در سطح بدن داشته باشد و عموما هم در قسمت جلویی (قدامی) بدن قرار می گیرد.



محل قرار گیری دزیمتر

- وضعیت پرتوگیری پوست و کل بدن معمولا یکسان نیست.
- در شرایطی که میدان پرتو یکنواخت نیست، استفاده از دزیمتر های اضافی و تکمیلی در نقاط دیگر بدن مفید است.

محل قرار گیری دزیمتر

- دزیمترهای اضافی در صورتی لازمند که احتمال پرتوگیری در هر دوره به حدود 0.3 دوز مجاز سالانه برسد.

محل قرار گیری دزیمتر

- در صورتیکه کارکنان مرتبا در حال حرکت در محیط پرتوی هستند و ممکن است تمام بدنشان بطور یکنواخت پرتوگیری کند و میزان پرتوگیری نیز قابل توجه است، ممکن است لازم شود یک دزیمتر ثانویه پشت بدنشان نصب شود.
- در مواقعی که روپوش های محافظتی سربی استفاده می شود، دزیمتر باید در محلی قرار گیرد که بیشترین پرتوگیری پوستی انجام می شود، یعنی هم زیر روپوش حفاظتی و هم در قسمت های بدون پوشش.