

## تعیین دوز موثر اندامهای بحرانی در آزمونهای رادیوگرافی دیجیتال

فاطمه امینی<sup>۱</sup>، مهدی صالحی باروق<sup>۲</sup>، وحید چنگیزی<sup>۳</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** با توجه به افزایش روزافزون آزمونهای رادیوگرافی با استفاده از دوزیمتر ترمولومینسانس (TLD) در آزمونهای مختلف رادیوگرافی، می‌توان مقدار دوز موثر اندامهای بحرانی را اندازه گرفت. در این تحقیق، روند پیشرفت دستگاههای رادیولوژی از آنالوگ به دیجیتال که موجب تسریع در انجام رادیوگرافی‌ها به‌خصوص بیماران اورژانسی شده است، بررسی شد؛ سپس میزان دوز موثر اندامهای بحرانی در دستگاههای رادیوگرافی دیجیتال با استفاده از دوزیمتر TLD محاسبه گردید. **روش بررسی:** در این مطالعه توصیفی-تحلیلی از ۲۹ عدد دوزیمتر TLD استفاده شد. ابتدا مراحل کالیبراسیون TLDها توسط مرکز حفاظت سازمان انرژی اتمی تهران انجام گردید، سپس با استفاده از TLDها در آزمونهای رادیوگرافی دوز معادل و سپس دوز موثر اندامهای بحرانی محاسبه شد.

**یافته‌ها:** داده‌ها با استفاده از آزمون واریانس ANOVA در نرم افزار SPSS انجام شد. میانگین دوزهای موثر اندامهای بحرانی عبارتند از: چشم  $0.0063 \pm 0.0004$  mSv (در رادیوگرافی جمجمه)، تیروئید  $0.0034 \pm 0.0015$  mSv (در رادیوگرافی گردن)، میانگین دوز موثر پستان  $0.0067 \pm 0.0009$  mSv (در رادیوگرافی ریه) و میانگین دوز موثر تخمدان  $0.0201 \pm 0.0062$  mSv (در رادیوگرافی شکم). اختلاف معناداری میان دوز موثر اندامهای تیروئید و تخمدان که هر دو در وضعیت قدامی-خلفی (AP) قرار دارند، یافت شد ( $P < 0.05$ ). در مورد اندامهای چشم و پستان که هر دو در وضعیت خلفی-قدامی (PA) قرار دارند، اختلاف معناداری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** تحقیق حاضر نشان داد که مقدار دوز موثر بیمار در آزمونهای رادیوگرافی به ضخامت عضو مورد نظر و وضعیت بیمار بستگی دارد که در مقدار دوز اشعه جذب شده بیمار، تاثیر بسزایی دارد.

**واژه‌های کلیدی:** آزمونهای رادیوگرافی، دوزیمتر ترمولومینسانس، اندامهای بحرانی، دوز معادل، دوز موثر

دریافت مقاله: آبان ۱۳۹۸  
پذیرش مقاله: شهریور ۱۳۹۹

\* نویسنده مسئول:

فاطمه امینی؛

مرکز تصویربرداری بیمارستان شریعی دانشگاه  
علوم پزشکی تهران

Email :  
aminif@farabi.tums.ac.ir

۱ مهندس پرتوپزشکی، مرکز تصویربرداری بیمارستان شریعی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲ استادیار گروه مهندسی هسته‌ای، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳ استاد گروه علوم پرتوی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

## مقدمه

شدن است (۵). یکی از اصول اساسی حفاظت رادیولوژیکی توصیه شده توسط کمیسیون بین المللی حفاظت رادیولوژی (ICRP یا International Commission of Radiation Protection) بهینه‌سازی تابش بیماران به صورت هرچه کمتر و توجیه‌پذیرتر ALARA می‌باشد (۹). با توجه به حساسیت چشم، تیروئید، پستان و تخمدان به اشعه ایکس و افزایش روزافزون درخواست‌های رادیوگرافی، تحقیق حاضر به ارزیابی دوز موثر این چهار عضو حساس در رادیوگرافی جمجمه، گردن، ریه و شکم و در نهایت مقایسه‌ی آنها با یکدیگر پرداخته است.

## روش بررسی

این مطالعه‌ی توصیفی-تحلیلی با دستگاه رادیولوژی دیجیتال با نام آراین درمان پژه، ۱۰۰۰ mA و ساخت کشور ایران در مرکز درمانگاهی بیمارستان دکتر شریعتی انجام گردید. در این پژوهش از ۲۹ عدد دوزیمتر TLD-200 (LiF: Mg, Cu, P) استفاده شد. دستگاه خوانش دوزیمترها (TLD Reader) مدل ۷۱۰۰ ساخت شرکت IAP بود. دوز چهار عضو بحرانی چشم، تیروئید، پستان و تخمدان در رادیوگرافی جمجمه، گردن، ریه و شکم در شرایط معمولی با استفاده از TLD بررسی شد. کالیبراسیون TLD ها در مرکز حفاظت سازمان انرژی اتمی تهران انجام شد. دوزیمترهای TLD (به دلیل تفاوت‌های ذاتی و ساختمانی) وقتی زیر تابش دوزهای یکسان از یک منبع تشعشع قرار گیرند، حتی اگر توسط یک قرائت‌گر تحت شرایط یکسانی قرائت شوند، پاسخ‌های متفاوتی از خود بروز می‌دهند، از فاکتور تصحیح‌کننده (ECC یا Element Correction Coefficient) استفاده می‌شود (۱۱ و ۱۰) که عدد مربوط به این فاکتور از رابطه‌ی ۱ به دست می‌آید:

$$ECC = \frac{\langle TLD \rangle}{TLD_1} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در رابطه‌ی ۱،  $\langle TLD \rangle$  میانگین خوانش در تمامی دوزیمترهای ترمولومینسانس بوده و  $TLD_1$  خوانش در یک دوزیمتر ترمولومینسانس منفرد می‌باشد. کالیبراسیون به منظور تعیین (RCF یا Reader Calibration Factor) انجام شد، بدین ترتیب که دوزیمترهای

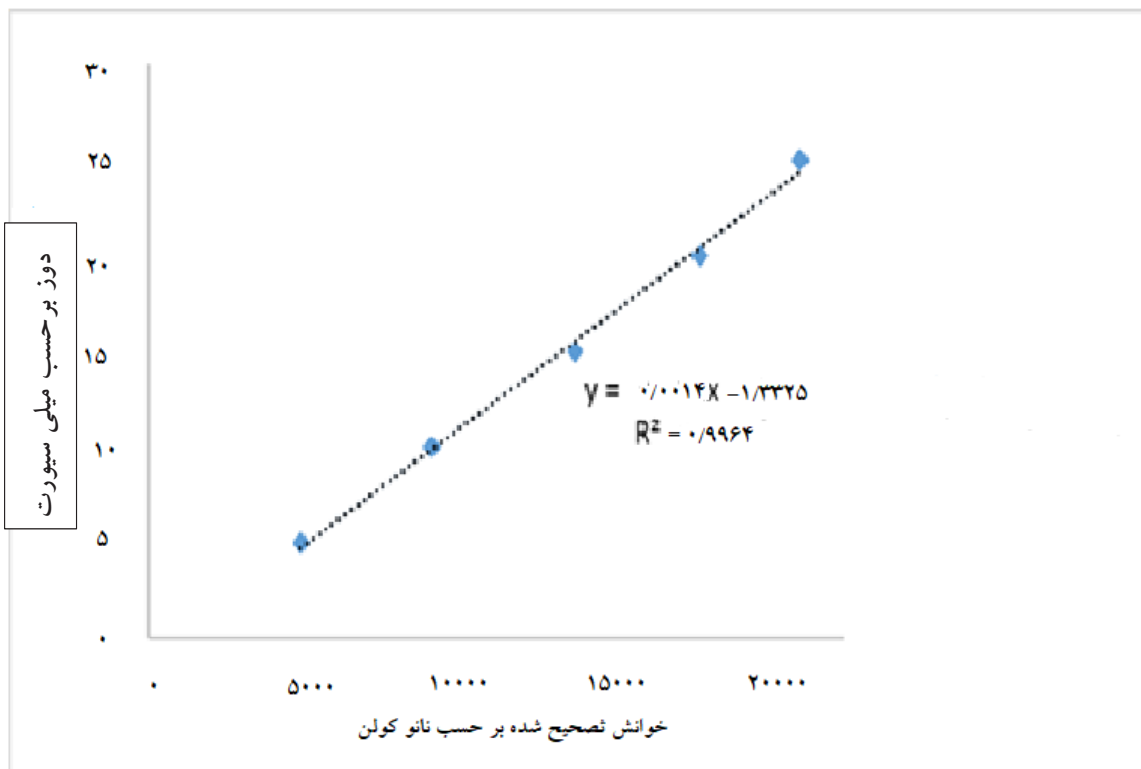
حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد تصمیم‌گیری‌های پزشکی، خصوصاً در شرایط بحرانی، متکی بر یافته‌های رادیولوژیک است (۱). تعداد آزمونهای تصویربرداری تشخیصی از بیماران هر ساله در حال افزایش است (۲ و ۳). با توجه به افزایش روزافزون آزمونهای رادیوگرافی و افزایش دوز رسیده به بدن، رادیوگرافی دیجیتال زمینه کاهش دوز را فراهم آورد، با بهینه‌سازی خودکار کنتراست (Contrast) تصویر و دانسیته (Density) بر روی یک رادیوگرافی دیجیتال، افزایش تدریجی دوز تحت کنترل است، به خصوص در ناحیه قفسه سینه که پرتوگیری پستان‌ها مطرح می‌شود و با افزایش شیوع تومورهای پستان، بهینه سازی دوز در بیماران جوان بسیار اهمیت دارد. از مزیت‌های دستگاههای رادیوگرافی دیجیتال، تغییرات اندک شرایط اکسپوزر (kV, mAs) در مورد بیماران مختلف در رادیوگرافی‌های مشابه است (۴). آزمونهای رادیوگرافی جمجمه، گردن، ریه و شکم از نظر قرارگرفتن اندامهای بحرانی چشم، تیروئید، پستان و تخمدان در این نواحی بسیار مهم است؛ چرا که مواردی مانند کاتاراکت، تومور تیروئید، پستان، موارد نازایی و تومورها در تخمدان در استفاده از دستگاههای اشعه ایکس مطرح می‌شود. دوز موثر (ED یا Effective Dose) در اندامهای بحرانی با استفاده از دوزیمتر TLD محاسبه گردید و با مقادیر استاندارد انجمن حفاظت ملی رادیولوژی (NRPB یا National Radiological Protection Board) مطابقت داده شد (۵).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که روزانه ده میلیون آزمون پرتونگاری و صد هزار آزمون پزشکی هسته‌ای در جهان انجام می‌شود (۶). پرتوگیری چنین جمعیت بزرگی (حتی در سطح دوزهای پایین مورد استفاده در رادیولوژی تشخیصی) به دلیل اثرات قطعی و احتمالی پرتوهای یونیزان، باعث نگرانی عمومی شده است (۷). مهم‌ترین کاربرد مواد ترمولومینسانس، استفاده از آنها برای اهداف دوزیمتری است (۸). از دوزیمتر TLD می‌توان هم برای افراد پرتوکار، بیمار و هم دوزیمتری محیط استفاده نمود و مزایای آن اندازه کوچک و بازدهی خوب آن و حساسیت بالای آن برای آشکارسازی پرتو و استفاده‌ی مجدد از آن پس از کالیبره

خوانش هر دوزیمتر در ECC مربوط به همان دوزیمتر ضرب گردید.

TLD در پنج گروه پنج تایی تقسیم شده و در معرض تابش دوزهای mSv

۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ قرار گرفتند، سپس دوزیمترها خوانش شدند و مقدار



نمودار ۱: منحنی کالیبراسیون دوزیمترهای TLD

تابش معینی از دوز قرار گرفته‌اند و L بیانگر میزان دوز تابش شده به دوزیمترها بر حسب یکی از واحدهای دوزیمتری است. با توجه به مطالبی که عنوان شده می‌توان دوز جذبی ثبت شده در هر دوزیمتر TLD را بر مبنای ضرایب کالیبراسیون ECC و RCF با استفاده از رابطه‌ی ۳ به دست آورد:

$$\text{دوز جذبی} = \text{ECC} \times \text{RCF} \times \text{بار الکتریکی} \quad (\text{رابطه ی ۳})$$

که ECC و RCF ضرایب تصحیح مناسب کالیبراسیون دوزیمترهاست. نتیجه‌ی حاصل از رابطه‌ی ۳ دوز معادل بر حسب mSv می‌باشد که با استفاده از فاکتور وزنی بافت موردنظر به دوز موثر اندام مذکور تبدیل می‌گردد. تبدیل دوز معادل به دوز موثر به کمک رابطه‌ی ۴ صورت گرفت.

$$\text{ED (mSv)} = \sum_i H_i \times W_{Ti} \quad (\text{رابطه ی ۴})$$

در رابطه‌ی ۴،  $H_i$  دوز معادل و  $W_{Ti}$  فاکتور وزنی بافت است. برای به دست آوردن فاکتور وزنی بافت از ICRP نسخه‌ی ۱۰۳ استفاده

میانگین خوانش‌های هر کدام از گروه‌های پنج تایی TLD ها در دوز مشخص محاسبه گردید و با استفاده از نرم افزار Office Excel ۲۰۱۶ نمودار ۱ رسم گردید. محور افقی این نمودار میانگین خوانش تصحیح شده برای هر دسته‌ی ۵ تایی از TLD ها در دوز مشخص بر حسب نانوکولون است. محور عمودی این نمودار دوز دریافتی هر دسته‌ی ۵ تایی از TLD ها بر حسب mSv است. بر طبق بررسی میانگین خوانش‌های هر کدام از گروه‌های پنج تایی TLD ها در دوز مشخص نمودار ۱ شیب نمودار دوز بر حسب خوانش، میزان RCF می‌باشد (۱۱ و ۱۲). ضریب کالیبراسیون قرائت‌گر مواد گرماتاب یا RCF عاملی است که بار الکتریکی (Q) حاصل شده از لامپ فتوالکتریک را به واحد دوزیمتری (mGy) تبدیل می‌کند. ضریب RCF را می‌توان از رابطه‌ی ۲ به دست آورد:

$$\text{RCF} = \langle Q \rangle / L \quad (\text{رابطه ی ۲})$$

که در رابطه‌ی ۲،  $\langle Q \rangle$  برابر با میانگین بار الکتریکی خوانده شده از مجموعه دوزیمترهایی است که به منظور کالیبراسیون زیر

## یافته‌ها

پس از قرائت TLD ها فاکتور کالیبراسیون ECC برای تک تک TLD ها محاسبه گردید. بدین نحو که تعداد ۲۵ عدد TLD در نگهدارنده‌ی

دوزیمترها بر طبق شماره در فاصله‌ی یک‌متری از چشمه سزیم ۱۳۷ و ۴ عدد TLD به‌منظور بررسی دوز زمینه در اتاق اپراتور قرارداد شد. این ۲۵ عدد TLD در پنج دسته‌ی پنج‌تایی تقسیم شدند. شرایط تابش و زمان در جدول ۱ خلاصه شده است که این بررسی‌ها در هوا انجام گرفت.

جدول ۱: اطلاعات تابشی در مرحله‌ی کالیبراسیون RCF

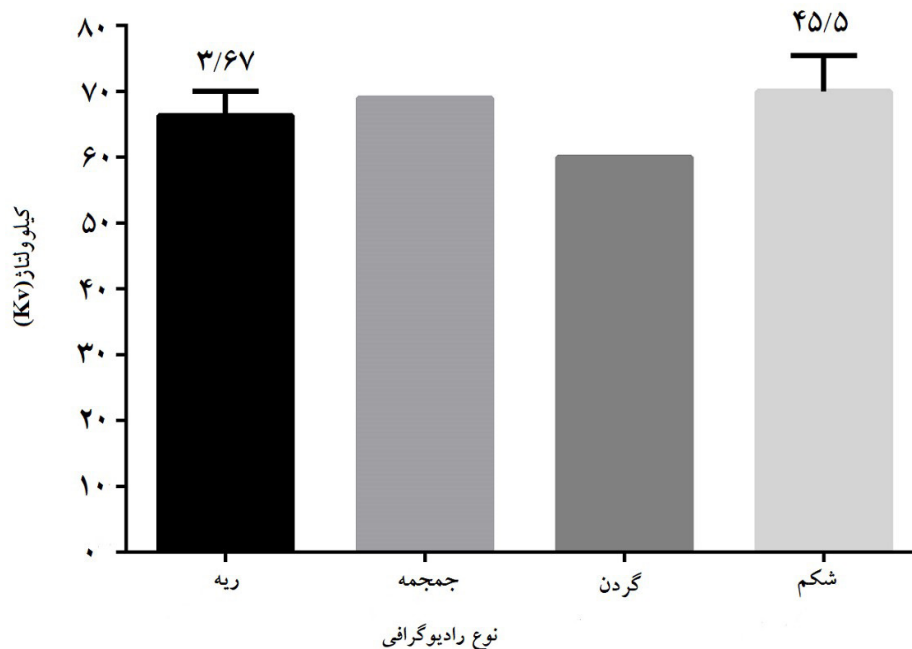
شماره TLD	زمان بر حسب ثانیه (s)	دوز دریافتی بر حسب میلی سیورت (mSv)	فاصله TLD از چشمه سزیم ۱۳۷ بر حسب متر (m)
۱-۵	۲۶۹۲	۵	۱
۶-۱۰	۴۰۳۸	۱۰	۱
۱۱-۱۵	۵۳۸۴	۱۵	۱
۱۶-۲۰	۶۷۳۰	۲۰	۱
۲۱-۲۵	۸۰۷۶	۲۵	۱

نحوه‌ی تابش به این ترتیب بود که در ابتدا تعداد ۲۵ عدد TLD در فاصله یک متری از چشمه سزیم قرار داده شد و زمان برای ۲۶۹۲ ثانیه تنظیم شد. طی این مدت TLD ها دوز ۵ mSv را دریافت کردند. سپس TLD های شماره‌ی یک تا پنج خارج شده و در داخل پوشش پلاستیکی که از قبل تهیه شده بود، قرار گرفت؛ سپس سایر TLD ها در همان مکان قرار گرفتند و زمان روی ۲۶۹۲ ثانیه تنظیم گردید. پس از این مدت TLD شماره‌ی شش تا ده خارج شدند که طی این فرایند این TLD ها دوز ۱۰ mSv را در مدت زمانی برابر با ۴۰۳۸ ثانیه دریافت کردند و این روند تا انتها به همین صورت ادامه یافت. پس از اتمام این فرایند کلیه‌ی TLD ها برای خوانش به مرکز آزمایشگاه هسته‌ای دانشگاه علوم تحقیقات منتقل شدند. لازم به توضیح است که پس از کالیبراسیون و تا پایان مراحل پروژه، شماره TLD ها در زمان خوانش و صفر کردن برای استفاده مجدد از TLD ها) نباید تغییر کند که این امر مستلزم دقت زیادی است. فرایند پخت (Annealing) به‌منظور کاهش پرتوهای زمینه در دوزیمتر ترمولومینسانس صورت می‌گیرد که این فرایند در آزمایشگاه هسته‌ای مرکز علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی صورت گرفت. بدین ترتیب که TLD ها در داخل یک نگهدارنده TLD قرار گرفتند و سپس در یک کوره در دمای ۲۴۰ درجه‌ی سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شدند تا اطلاعات اضافی

احتمالی ثبت شده در آنها حذف گردد. پس از مراحل کالیبراسیون، TLD ها با دقت و به‌وسیله‌ی انبرک ظریفی داخل محفظه‌های خالی قرص قرار گرفت و با پنبه روی آن پوشانده شد و سپس به‌وسیله نوار چسب کاغذی ثابت گردید و روی هر کدام از TLD ها شماره‌ی مخصوص به همان TLD (پس از مرحله کالیبراسیون) نصب و به درمانگاه رادیولوژی منتقل شد. به دلیل محدودیت دسترسی به فانтом راندو، این تحقیق در بیماران با درخواست رادیوگرافی چهار ناحیه جمجمه، گردن، ریه و شکم انجام شده است. در تمامی موارد قبل از انجام کار به بیمار آگاهی کامل داده شد و فاکتورهای تابشی (Kv و mAs) دستگاه نیز برای تمامی بیماران یادداشت شد. نحوه‌ی کار به این ترتیب بود که برای رادیوگرافی‌های جمجمه چهار عدد TLD استفاده شد که دو عدد روی چشم راست و دو عدد روی چشم چپ به‌وسیله‌ی نوار چسب نصب شد. برای رادیوگرافی گردن هم چهار عدد TLD استفاده شد که دو عدد روی لوب تیروئید راست و دو عدد روی لوب تیروئید چپ به‌وسیله‌ی نوار چسب نصب شد (در دو طرف برجستگی جلوی گردن). برای رادیوگرافی ریه چهار عدد TLD استفاده شد که دو عدد روی نوک پستان راست و دو عدد روی نوک پستان چپ به‌وسیله‌ی نوار چسب نصب شد و برای رادیوگرافی شکم نیز چهار عدد TLD استفاده شد که دو عدد روی تخمدان راست و دو عدد

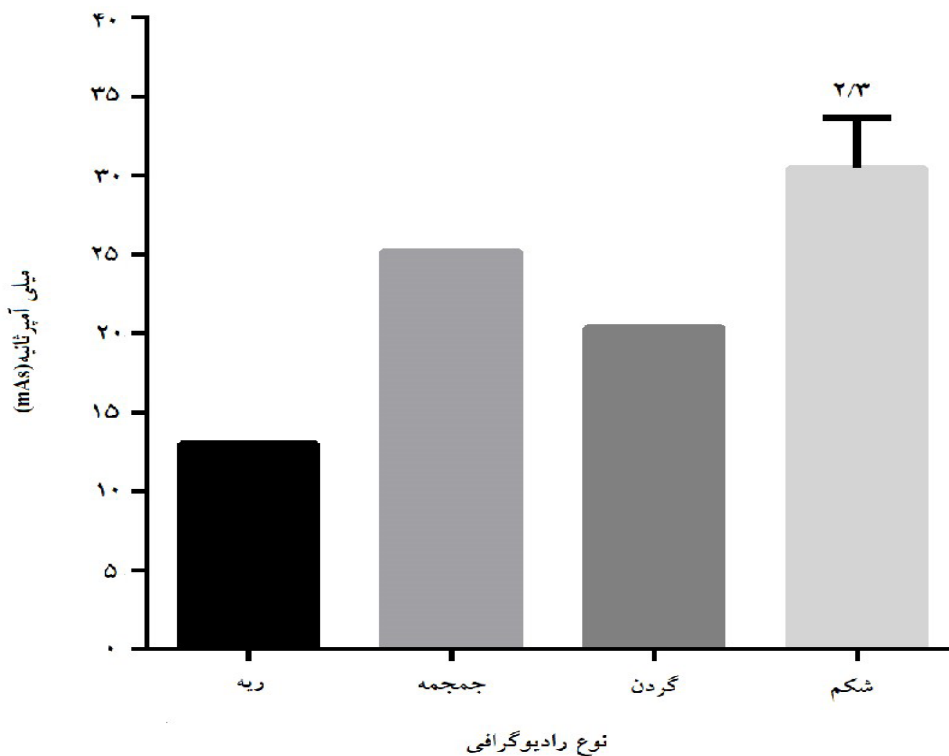
TLD ثبت و پس از صفر کردن در کوره، مجدداً به درمانگاه رادیولوژی منتقل شد. این کار به صورت چند مرحله انجام گردید.

روی تخمدان چپ به وسیله‌ی نوار چسب نصب شد (در ناحیه زیر ناف و بالای استخوان عانه). پس از انجام کار، TLD ها به آزمایشگاه هسته‌ای منتقل شد و خوانش شد، اعداد مربوط به خوانش با توجه به شماره‌ی



نمودار ۱: میانگین کیلوولتاژ Kv اندامهای بمرانی در دستگاه رادیوگرافی دیجیتال

در نمودار ۱ مقادیر میانگین کیلوولتاژ برای اندامهای بحرانی ریه و جمعیه و گردن و شکم نمایش داده شده است.



نمودار ۲: میانگین میلی آمپر ثانیه mAs اندامهای بمرانی در دستگاه رادیوگرافی دیجیتال

در نمودار ۲ مقادیر میانگین میلی آمپر ثانیه برای اندامهای بحرانی ریه و جمجمه و گردن و شکم نمایش داده شده است.

جدول ۲: میانگین دوز موثر اندامهای بحرانی در رادیوگرافی

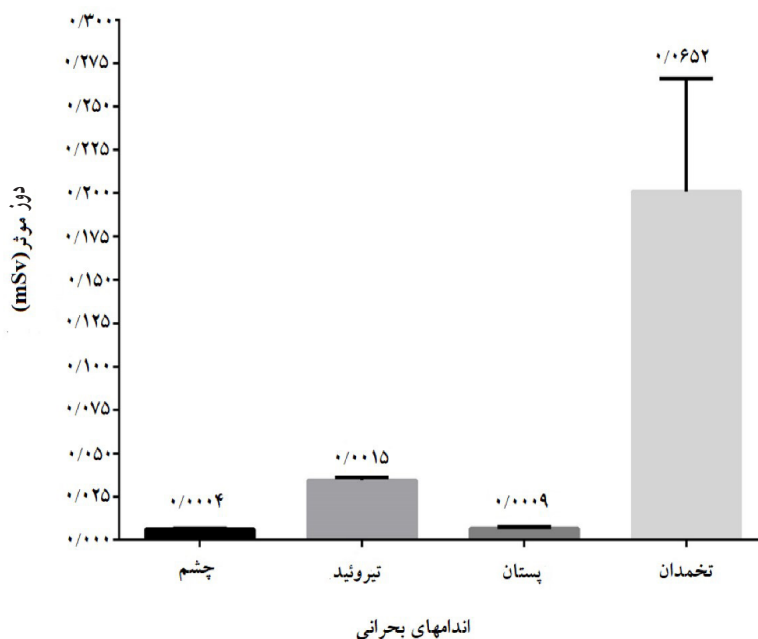
mean±SD (mSv)	عضو بحرانی	نوع رادیوگرافی
۰/۰۰۶۳±۰/۰۰۰۴	چشم	جمجمه
۰/۰۳۴۳±۰/۰۰۱۵	تیروئید	گردن
۰/۰۰۶۷±۰/۰۰۰۹	پستان	ریه
۰/۲۰۱۰±۰/۰۶۵۲	تخمدان	شکم

در جدول ۲ پس از محاسبه دوزهای موثر اندامهای بحرانی (چشم، تیروئید، پستان و تخمدان)، میانگین دوز موثر و انحراف معیار این اندامها با استفاده از تجزیه و تحلیل واریانس ANOVA در نرم افزار SPSS محاسبه گردید و ضرایب خطا در جدول ۲ مشخص شده است.

جدول ۳: میانگین دوز موثر اندامهای بحرانی (راست و چپ) در رادیوگرافی

mean±SD (mSv)	عضو بحرانی	نوع رادیوگرافی
۰/۰۰۶۲±۰/۰۰۰۲	چشم راست	جمجمه
۰/۰۰۶۳±۰/۰۰۰۵	چشم چپ	جمجمه
۰/۰۳۳۸±۰/۰۰۱۹	لوب راست تیروئید	گردن
۰/۰۳۴۸±۰/۰۰۰۹	لوب چپ تیروئید	گردن
۰/۰۰۶۵±۰/۰۰۰۹	پستان راست	ریه
۰/۰۰۶۸±۰/۰۰۰۸	پستان چپ	ریه
۰/۲۰۰۰±۰/۰۶۷۹	تخمدان راست	شکم
۰/۲۰۱۸±۰/۰۶۶۴	تخمدان چپ	شکم

مقادیر میانگین دوزهای موثر اندامهای بحرانی (راست و چپ) در جدول ۳ آمده است.



نمودار ۳: مقایسه میانگین دوز موثر اندامهای بحرانی در دستگاه رادیوگرافی دیجیتال

است. براساس این نمودار، پستان‌ها و چشم‌ها به ترتیب دارای حداکثر و حداقل دوز موثرند و تیروئید بعد از تخمدانها بیشترین دوز موثر را دارد.

نمودار ۳ نشان می‌دهد که در این تحقیق میزان دوز موثر تخمدانها(رادیوگرافی شکم) نسبت به سه عضو بحرانی چشم(رادیوگرافی جمجمه)، تیروئید(رادیوگرافی گردن) و پستان(رادیوگرافی ریه) بیشترین

جدول ۴: حداقل و حداکثر دوز موثر اندامهای بمرانی در آزمونهای رادیوگرافی

نوع رادیوگرافی	عضو بحرانی	حداکثر دوز موثر (mSv)	حداقل دوز موثر (mSv)
جمجمه	چشم	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۵۷
گردن	تیروئید	۰/۰۳۷	۰/۰۳۲
ریه	پستان	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۴۵
شکم	تخمدان	۰/۲۶۸۴	۰/۱۱۰۶

مقادیر حداقل و حداکثر دوز موثر اندامهای بحرانی در جدول ۴ آمده است.

جدول ۵: ممدوده و یا میانگین دوزهای موثر گزارش شده از آزمونهای مختلف تصویربرداری پزشکی بر اساس مطالعات پیشین و نتایج حاصل از تمقیق ماضر

مطالعات پیشین	آزمون	اندام	محدوده‌ی دوز موثر mSv	میانگین دوز موثر mSv
			۰/۰۲-۰/۰۶	۰/۰۳±۰/۰۰۹
	جمجمه	تیروئید	۰/۰۰۷-۰/۱۱	۰/۰۳±۰/۰۰۲
چنگیزی و همکاران(۱۰)			۰/۰۲-۰/۰۶	۰/۰۴±۰/۰۰۱
			۰/۳۷-۷/۰۳	۲/۶۶±۲/۰۴
	جمجمه	چشم(قدامی-خلفی)	۰/۴۰-۴/۹۴	۱/۸۰±۱/۱۱
			۰/۳۰-۳/۰۳	۱/۹۴±۰/۹۵
نیکزاد و همکاران(۱۳)	شکم	تخمدان	-	۰/۳۳
	ریه	پستان	-	۰/۰۵
Grewal و همکاران(۴)	ریه	پستان	۰/۰۰۷-۰/۰۱۵	-
	ریه	پستان	۰/۰۶-۲/۹۱	۰/۰۳
Olowookere و همکاران(۵)	شکم	تخمدان	۰/۰۹-۳/۱۷	۱/۳۶
	جمجمه	چشم	۰/۰۱-۰/۱۱	۰/۰۶
پورکاوه و همکاران(۱۴)	شکم	تخمدان	-	۰/۸
	ریه	پستان	-	۰/۰۵
	جمجمه	چشم	۰/۰۰۵۷-۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۶۴±۰/۰۰۰۴
	گردن	تیروئید	۰/۰۳۲-۰/۰۳۷	۰/۰۳۴±۰/۰۰۱۵
تحقیق حاضر	ریه	پستان	۰/۰۰۴۵-۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۶۷±۰/۰۰۰۹
	شکم	تخمدان	۰/۱۱۰۶-۰/۲۶۸۴	۰/۲۰۱۰±۰/۰۶۵۲

در جدول ۵، مقایسه‌ی بین تحقیقات پیشین و تحقیق حاضر مشاهده می‌شود.

و جمجمه است. رادیوگرافی‌هایی که در این تحقیق انجام شد، شامل دو وضعیت قدامی-خلفی (AP) و خلفی-قدامی (PA) بود. اندازه‌گیری دوز موثر تخمدان(رادیوگرافی شکم) و تیروئید(رادیوگرافی گردن) در وضعیت

هدف این تحقیق، محاسبه‌ی دوز دریافتی ارگانهای حساس با استفاده از TLD پس از انجام رادیوگرافی چهار ناحیه‌ی شکم، گردن، ریه

## بحث



(AP) صورت گرفت. همچنین اندازه گیری دوز موثر پستان (رادیوگرافی ریه) و چشم (رادیوگرافی جمجمه) در وضعیت PA انجام گرفت. در این میان بیشترین دوز موثر مربوط به ناحیه تخمدان و کمترین دوز موثر مربوط به ناحیه چشم بود. ترتیب کاهش دوز موثر اندامهای بحرانی در این تحقیق به ترتیب عبارتند از: تخمدان، تیروئید، پستان و چشم. تخمدانها که در ناحیه پایینی شکم قرار گرفته اند، دارای ضخامت بیشتری نسبت به نواحی دیگر بدن هستند و مقدار Kv و mAs بیشتری لازم است. اندام تیروئید پس از تخمدانها بیشترین دوز موثر را دارد و رادیوگرافی هر دو اندام تخمدان و تیروئید در وضعیت AP صورت گرفت و با توجه به ضخامت کمتر گردن نسبت به شکم، مقدار Kv و mAs برای ناحیه گردن بسیار کمتر از ناحیه شکم است. رادیوگرافی از ناحیه پستان و چشم در وضعیت PA انجام گرفت. ناحیه قفسه سینه شامل نسوج نرم پستان، ریه و استخوانهای دنده که با فاصله قرار گرفته اند و ناحیه جمجمه که دارای ضخامت بیشتر استخوانها است، برای رادیوگرافی از ناحیه جمجمه مقدار Kv و mAs بیشتر از ناحیه ریه است. در بررسی انجام شده در ناحیه سر و گردن که در این تحقیق صورت گرفت، رادیوگرافی گردن (تیروئید) که در وضعیت AP انجام شد، نسبت به رادیوگرافی جمجمه (چشم) که در وضعیت PA صورت گرفت، دارای مقدار Kv و mAs کمتری است. همچنین در بررسی انجام شده در دو عضو بحرانی پستان و تخمدان که در ناحیه قفسه سینه و شکم قرار گرفته اند، رادیوگرافی از ناحیه شکم، در وضعیت AP دارای مقدار Kv و mAs بیشتری نسبت به رادیوگرافی ریه در وضعیت PA است.

در تحقیق Grewal و همکاران ارزیابی کاهش دوز در کیفیت تصویر رادیوگرافی دیجیتال قفسه سینه بیشترین مقدار دوز موثر ناحیه ریه (پستان) در رادیوگرافی دیجیتال ۰/۱۵ و کمترین مقدار دوز موثر این ناحیه را ۰/۰۷ محاسبه نمودند. در تحقیق حاضر بیشترین مقدار دوز موثر ناحیه ریه (پستان) در رادیوگرافی دیجیتال ۰/۰۷۶ و کمترین مقدار دوز موثر این ناحیه ۰/۰۴۵ محاسبه شده است که هر دو تحقیق در محدوده ی مشابهی قرار دارند (۴).

Olowookere و همکاران به بررسی دوزیمتری بیمار هنگام رادیوگرافی قفسه سینه، شکم، جمجمه و گردن پرداختند (۵).

در تحقیق مذکور، بیشترین مقدار دوز موثر در رادیوگرافی معمولی از ناحیه ریه (پستان) ۲/۹۱ و کمترین مقدار دوز موثر در این ناحیه ۰/۰۶ محاسبه گردیده که این مقادیر در تحقیق حاضر با رادیوگرافی دیجیتال کمتر از مقادیر دوز موثر تحقیق مذکور است. در تحقیق مذکور بیشترین مقدار دوز موثر در رادیوگرافی از ناحیه شکم (تخمدان) ۳/۱۷ و کمترین مقدار دوز موثر در رادیوگرافی از این ناحیه ۰/۰۹ است که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارند. همچنین بیشترین مقدار دوز موثر در رادیوگرافی از ناحیه جمجمه (چشم) در تحقیق مذکور ۰/۱۱ و کمترین مقدار دوز موثر در رادیوگرافی از این ناحیه ۰/۰۱ است. از طرفی میانگین دز موثر در مطالعه مذکور برای نواحی ریه (پستان) ۰/۰۳، شکم (تخمدان) ۱/۳۶ و جمجمه (چشم) ۰/۰۶ که با مقادیر استاندارد انجمن ملی حفاظت رادیولوژی (NRPB یا National Radiological Protection Board) تطابق داشته است (۵). در تحقیق حاضر مقادیر دوز موثر ناحیه جمجمه (چشم) کمتر از مقدار دوز موثر این ناحیه در تحقیق مذکور است و این امر به دو دلیل، یکی استفاده از رادیوگرافی دیجیتال و دوم به دلیل اختلاف وضعیت بیمار در ناحیه جمجمه (چشم) است و چشمها به عنوان یک عضو بحرانی در وضعیت خلفی-قدامی دوز اشعه ی کمتری از وضعیت قدامی-خلفی دریافت کرده اند.

تحقیق چنگیزی و همکاران به بررسی و مقایسه ی سطوح ایمنی دوز موثر تیروئید و چشم در سی تی اسکن جمجمه در سه مرکز بیمارستانی پرداخت. برای ناحیه ی جمجمه در وضعیت قدامی-خلفی، محدوده ی دوز موثر برای ناحیه ی چشم در سه مرکز، به ترتیب ۰/۳۷-۷/۰۳، ۰/۳۷-۴/۹۴ و ۰/۴۰-۰/۳۰-۳/۰۳ است. در تحقیق حاضر برای ناحیه چشم در وضعیت خلفی-قدامی بیشترین مقدار دوز موثر ۰/۰۷۲ و کمترین مقدار دوز موثر ۰/۰۰۵۷ است. همچنین میانگین دوز موثر برای ناحیه چشم در تحقیق مذکور در سه مرکز، به ترتیب ۲/۶۶، ۱/۸۰ و ۱/۹۴ است. در تحقیق حاضر میانگین دوز موثر برای چشم ۰/۰۶۳ می باشد که محدوده ی مقادیر دوز موثر

ثبت شده در IAEA است که دلیل آن استفاده از رادیوگرافی دیجیتال در تحقیق حاضر است (۱۴).

بر اساس تحقیق طلایی پور و همکاران میزان دوز جذبی در رادیوگرافی دیجیتال از رادیوگرافی معمولی کمتر بوده و این امر در تمام اندام‌های مورد بررسی صادق است، اگرچه راه‌اندازی سیستم‌های دیجیتال گران می‌باشد ولی هزینه‌ی رادیوگرافی دیجیتال و معمولی اختلاف چندانی ندارد (۱۵).

امروزه در دستگاه‌های دیجیتال رادیوگرافی که دارای شرایط تکنیکی کم و بیش یکنواختی هستند، کاهش محسوس دوز موثر بیماران نسبت به دستگاه‌های آنالوگ (دستگاه‌های رادیولوژی قدیمی) به چشم می‌خورد (۱۶).

## نتیجه‌گیری

در تحقیق انجام شده، در وضعیت AP، دوز موثر تیروئید تفاوت معناداری با دوز موثر تخمدان دارد ( $P < 0/05$ ). در وضعیت PA، نیز دوز موثر چشم نسبت به دوز موثر پستان تفاوت معناداری نداشت ( $P > 0/05$ ). همچنین بین دوز موثر دو اندام چشم و تیروئید که در دو وضعیت متفاوت AP و PA انجام شد، تفاوت معناداری به چشم می‌خورد ( $P < 0/05$ ) و البته تفاوت معناداری بین دوز موثر پستان و تخمدان (دو وضعیت متفاوت بیمار) وجود دارد ( $P < 0/05$ ). پس مقدار دوز موثر بیمار در آزمون‌های رادیوگرافی به ضخامت عضو مورد نظر و وضعیت بیمار بستگی دارد که در مقدار دوز اشعه‌ی جذب شده‌ی بیمار تاثیر بسزایی دارد. همچنین با توجه به اصل ALARA استفاده از دستگاه‌های رادیوگرافی دیجیتال در تمامی مراکز درمانی توصیه می‌شود.

## تشکر و قدردانی

این تحقیق قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی پرتو پزشکی با شماره ۱۰۱۴۱۲۰۳۹۵۲۰۱۵ دانشگاه آزاد تهران مرکزی است که با همکاری پرسنل محترم مرکز تصویربرداری بیمارستان دکتر شریعتی

و میانگین آن در تحقیق حاضر از مقادیر محاسبه شده در تحقیق مذکور بسیار کمتر است که به دلیل اختلاف وضعیت بیمار است. همچنین در تحقیق چنگیزی و همکاران محدوده‌ی دوز موثر برای ناحیه تیروئید در وضعیت قدامی-خلفی در سه مرکز، به ترتیب  $0/06-0/02$ ،  $0/11-0/07$  و  $0/06-0/02$  است (۱۰). در تحقیق حاضر بیشترین مقدار دوز موثر برای ناحیه تیروئید در وضعیت قدامی-خلفی  $0/37$  و کمترین مقدار دوز موثر برای این ناحیه  $0/32$  است که هر دو تحقیق در محدوده‌ی مشابه قرار دارند. میانگین دوز موثر برای ناحیه تیروئید در تحقیق مذکور در سه مرکز، به ترتیب  $0/06-0/02$ ،  $0/11-0/07$  و  $0/06-0/02$  است. در تحقیق حاضر میانگین دوز موثر برای تیروئید  $0/34$  است که با مقادیر میانگین دوز موثر ناحیه تیروئید در تحقیق مذکور همخوانی دارد.

نیکزاد و همکاران در بررسی «برآورد دوز تابشی اندامها و خطر ابتلا به سرطان در روش‌های رادیولوژی تشخیصی» میانگین دوز موثر ناحیه ریه (پستان) و شکم (تخمدان) را به ترتیب  $0/05$  و  $0/33$  محاسبه کردند (۱۳). در تحقیق حاضر با استفاده از رادیوگرافی دیجیتال، میانگین دوز موثر ناحیه ریه (پستان)  $0/067$  است که کمتر از میانگین دوز موثر ناحیه ریه (پستان) در تحقیق مذکور می‌باشد. میانگین دوز موثر شکم (تخمدان) در تحقیق حاضر  $0/210$  است که کمتر از میانگین دوز موثر ناحیه شکم (تخمدان) در تحقیق مذکور است که این تفاوت به دلیل استفاده از رادیوگرافی دیجیتال در تحقیق حاضر است.

در تحقیق پورکاوه و همکاران دوز میانگین موثر نواحی شکم و ریه با مقادیر آژانس بین المللی انرژی اتمی (IAEA یا Agency Energy Atomic International) مقایسه شد. برای رادیوگرافی معمولی از نواحی شکم (تخمدان) و ریه (پستان) به ترتیب  $0/8$  و  $0/05$  است که این مقادیر در تحقیق حاضر کمتر از مقادیر ثبت شده در IAEA است که دلیل آن استفاده از رادیوگرافی دیجیتال در تحقیق حاضر است. همچنین مقادیر دوز میانگین موثر آژانس بین المللی انرژی اتمی IAEA برای رادیوگرافی معمولی از نواحی شکم (تخمدان) و ریه (پستان) به ترتیب  $0/8$  و  $0/05$  است که این مقادیر در تحقیق حاضر کمتر از مقادیر



تهران، مرکز حفاظت سازمان انرژی اتمی تهران و آزمایشگاه هسته‌ای  
دانشگاه علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی انجام گردیده است که از این

عزیزان تشکر و قدردانی می‌گردد. یادآوری می‌شود که این پژوهش بدون  
هیچ‌گونه مساعدت مالی انجام گرفته است.

## منابع

1. Fatahi-Asl J, Tahmasbi M & Karami V. The protection knowledge and performance of radiographers in some hospitals of Ahvaz County. *Jentashapir Journal of Cellular and Molecular Biology* 2013; 4(5): 405-12.
2. Holmberg O, Malone J, Rehani M, McLean D & Czarwinski R. Current issues and actions in radiation protection of patients. *European Journal Radiology* 2010; 76(1): 15-9.
3. Peer F. A balancing act: Potential benefits versus possible risks of radiation exposure. *South African Radiographer* 2009; 47(2): 14-7.
4. Grewal RK, Young N, Collins L, Karunaratne N & Sabharwal R. Digital chest radiography image quality assessment with dose reduction. *Australasian Physical & Engineering Sciences Medicine* 2012; 35(1): 71-80.
5. Olowookere CJ, Obed RI, Babalola IA & Bello TO. Patient dosimetry during chest, abdomen, skull and neck radiography in SW Nigeria. *Radiography* 2011; 17(3): 245-9.
6. Hall E & Giaksia A. Mazdarani H, Editor. *Radiobiology for Radiologist*. Tehran: Baresh Danesh; 2002: 83-9[Book in Persian].
7. Linet MS, Slovis TL, Miller DL, Kleinerman R, Lee C, Rajaraman P, et al. Cancer risks associated with external radiation from diagnostic imaging procedures. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 2012; 62(2): 75-100.
8. Nelson VK, Holloway L & McLean ID. The application of thermoluminescence dosimetry in X-ray energy discrimination. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine* 2015; 38(1): 543-9.
9. Davey E & England A. AP versus PA positioning in lumbar spine computed radiography: Image quality and individual organ doses. *Radiography* 2015; 21(2): 188-96.
10. Changizi V, Mohammadi F & Ebrahiminia A. Effective eye and thyroid of level safety comparing and investigating scans CT slice multi cranial in dose radiation. *Journal of Payavard Salamat* 2018; 11(5): 532-40[Article in Persian].
11. Kalhor P, Changizi V, Hossein S A & Jazayeri E. The optimization of head CT scan protocol to reduce the absorbed dose in eye lenses and thyroid: A phantom study. *Iranian Journal of Physics Science* 2019; 16(1): 64-74[Article in Persian].
12. Hiaty Abdelbaghi H. Estimation of uncertainly in TLD calibration [Thesis]. Khartoum: Sudan Academy of Sciences Atomic Energy Council; 2013.
13. Nikzad S, Pourkaveh M, Jabbari Vesal N & Gharekhanloo F. Cumulative radiation dose and cancer risk estimation in common diagnostic radiology procedures. *Iranian Journal of Radiology* 2018; 15(3): e60955.
14. Pourkaveh M, Nikzad S & Jabbari Vesal N. Measuring the entrance surface dose and effective dose for Chest and Abdomen X-ray examinations in Hamedan, Iran and their comparison with international standards. *Journal Mazandaran University Medical Science* 2017; 27(147): 249-58[Article in Persian].
15. Talaiepour AR, Abbasi Vardough M, Sakhdari Sh, Valaei N & Jafarizade M. Comparison of absorbed dose in target organs using conventional and digital panoramic radiography. *Iranian Journal of Reserch in Dental Sciences* 2013; 10(2): 83-9[Article in Persian].
16. Rocha P, Celiera D, Dessaud C & Etarda C. Using diagnostic reference levels to evaluate the improvement of patient dose optimisation and the influence of recent technologies in radiography and computed tomography. *European Journal of Radiology* 2018; 98(1): 68-74.

# Effective Dose Evaluation of Critical Organes in Digital Radiography Exames

**Fateme Amini<sup>1</sup> (M.S.) - Mahdi Salehi Baroogh<sup>2</sup> (Ph.D.) - Vahid Changizi<sup>3</sup> ( Ph.D.)**

1 Medical Radiation Engineer, Imaging Center of Shariati Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2 Assistant Professor, Faculty of Engineering, Department of Nuclear Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3 Professor, Department of Radiation Sciences, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

## Abstract

Received: Oct 2019

Accepted: Aug 2020

**Background and Aim:** Due to the increasing number of radiographic tests, TLD dosimeters can be used to measure the effective dose of critical organs in various radiographic tests. In this research, the progression of analogue to digital radiology devices, which facilitates and accelerates the performance of radiographs, especially emergency patients, was investigated, and then the effective dose of critical organs in digital radiographic devices was calculated using a thermoluminescence dosimeter.

**Materials and Methods:** In this cross-sectional study 29 thermoluminescence GR-200 dosimeters(LiF: Mg, Cu, P) were used first, the TLDs were calibrated by the Atomic Energy Organization of Tehran Protection Center, then using TLDs, equivalent doses were used in radiographic tests and finally, the effective dose of critical organs was calculated.

**Results:** Data were analyzed using Anova in SPSS software. The mean effective doses of critical organs were  $0/034\pm 0/0015$  mSv for eyes(in skull radiography),  $0/0063\pm 0/0004$  for thyroid(in cervical radiography),  $0/0067\pm 0/0009$  for breast(in lung radiography) and  $0/2010\pm 0/0652$  for ovarian(in abdominal radiography). We found significant differences between effective doses of thyroid and ovaries in common position(Postero Anterior)( $p<0.05$ ). We found non-significant differences between effective doses of the eyes and breast in common position(AntroPosterior) ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** According to the results of this study, the effective dose of the patient in radiographic exames depends on the thickness of the target organ and the patient's position, which has a significant effect on the dose of radiation absorbed by the patient.

**Keywords:** Radiography Exames, Thermolumenscence Dosimeter, Critical Organes, Equivalente Dose, Effective Dose

\* Corresponding Author:  
Amini F  
Email :  
aminif@farabi.tums.ac.ir