

## Calculation the Received dose by gonads arising from some common diagnostic radiography

Hasan Zarghani<sup>1</sup>, Mohammad Taghi Bahreyni Toossi<sup>2</sup>

**Background and Aim:** The basic aim in radiography is to acquire a good image from the body organs, but never the issue of the patient's protection against the harmful effects of ionizing radiation should be neglected. One of the most important factors for assessing the radiation risk is the dose received by sensitive organs such as gonads. Radiation damage to the gonads can be lead to genetic damages at the progeny of the radiated individuals, and that damage can be transmitted to the next generation.

**Materials and Methods:** In this study the thermoluminescence dosimeters were used to measure the entrance skin dose. DAP values for each examination and also the patients information such as age, size, weight and machine setting like that mA, time, kVp and focal spot to film distance were recorded. By means of PCXMC software version 2 gonadal doses were calculated.

**Results:** The maximum dose received by the testicles was for the pelvis AP projection, 0.45mGy and for the ovaries maximum dose was for abdomen PA, 0.306 mGy. The minimum dose received by the testicles and ovaries was for lumbar LAT 0.065, 0.101 respectively.

**Conclusion:** One of the ways for patient and gonadal dose reduction is to use appropriate shields for radiosensitive organs such as gonads. Hence its recommended to use appropriate shields for gonads because of their high radiosensitivity.

**Key Words:** Entrance skin dose, Thermoluminescent dosimeter, Organ doses, Gonad doses, Shield, Radiography

*Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2017; 24 (2):*

*Received: January 15, 2017*

*Accepted: July 15, 2017*

---

<sup>1</sup>**Corresponding Author;** Birjand CardioVascular Diseases Research Center, School of Medicine, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran.

Email: hmedicalphysics@gmail.com

Tel: +985632441620

Fax: +985632441620

<sup>2</sup> Medical Physics Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

## محاسبه دوز رسیده به گنادها ناشی از برخی رادیوگرافی تشخیصی رایج

حسن زرقانی<sup>۱</sup>، محمدتقی بحرینی طوسی<sup>۲</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** در رادیوگرافی بیماران قطعاً حفاظت مناطق حساس از جمله گنادها از اهمیت زیادی برخوردارند. هدف از مطالعه حاضر محاسبه دوز رسیده به گنادها در رادیوگرافی های ناحیه مجاور گنادها می باشد.

**روش تحقیق:** در این مطالعه از دوزیمترهای ترمولومینسانس (TLD) برای اندازه گیری دوز ورودی پوست استفاده شد. مقدار DAP برای هر معاینه و همچنین اطلاعات مربوط به بیماران شامل: سن، قد، وزن و شرایط رادیوگرافی از قبیل میلی آمپر، زمان، کیلوولتاژ پیک و فاصله فیلم تا کانون ثبت گردید و با استفاده از نرم افزار PCXMC 2 دوز گنادها محاسبه شد.

**یافته ها:** بیشترین مقدار دوز رسیده به بیضه ها در نمای قدامی - خلفی لگن ۰/۴۵ mGy و برای تخمدان نیز بیشترین مقدار در نمای قدامی - خلفی شکم ۰/۳۰۶ mGy مشاهده شد. کمترین مقدار میانگین دوز رسیده به بیضه ها و تخمدان مربوط به نمای جانبی کمر و به ترتیب برابر ۰/۰۶۵ mGy و ۰/۱۰۱ mGy بود.

**نتیجه گیری:** یکی از راهکارهای کم کردن دوز بیماران و دوز گنادها استفاده از حفاظهای مناسب برای ارگان های حساس به پرتو می باشد. با توجه به اینکه دز دریافتی بیضه ها در رادیوگرافی لگن زیاد می باشد از این رو استفاده از حفاظهای مناسب به خصوص برای بیضه ها در رادیوگرافی لگن اکیدا توصیه می گردد.

**واژه های کلیدی:** حفاظ، رادیوگرافی، دوز گنادها، دوز ورودی پوست، دوزیمتری ترمولومینسانس.

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۳۹۶؛ ۲۴ (۲): .

دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۶ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۲۴

<sup>۱</sup> نویسنده مسؤل؛ مرکز تحقیقات بیماری های قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران.

آدرس: بیرجند- دانشگاه علوم پزشکی بیرجند- مرکز تحقیقات بیماری های قلب و عروق

تلفن: ۰۵۶۳۲۴۴۱۶۲۰ شماره: ۰۵۶۳۲۴۴۱۶۰۰ پست الکترونیکی: hmedicalphysics@gmail.com

<sup>۲</sup> مرکز تحقیقات فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

## مقدمه

ارگان‌های بسیار حساس و البته مهم در بحث حفاظت پرتویی، گنادها می‌باشند. به دلیل اینکه گنادها دارای سلول‌های تمایزنیافته می‌باشند، به پرتو حساسیت بالایی نشان می‌دهند. از طرف دیگر، چون این ارگان‌ها در تولید مثل دخیل هستند، آسیب پرتویی به آن‌ها می‌تواند منجر به آسیب‌های ژنتیکی در فرزندان فرد تابش‌دیده شده و این آسیب به نسل‌های بعد نیز قابل انتقال خواهد بود (۹،۱۰).

یکی دیگر از مواردی که به آثار پرتوگیری گنادها مرتبط می‌شود، تأثیر پرتو بر غلظت و تعداد اسپرم‌ها و میزان قدرت باروری آن‌ها است. پرتوگیری غدد جنسی مردان از پرتوهای یونیزان ممکن است باروری آن‌ها را بسته به ویژگی‌های اسپرم تحت تأثیر قرار دهد که به نوبه خود منجر به کاهش توانایی اسپرم برای بارورسازی تخمک یا افزایش خطر اولیه از دست دادن جنین شود. اولین نوع اثر پرتوهای یونیزان بر اسپرم، مربوط به غلظت آن می‌شود. اثر وابسته به دوز پرتوهای ایکس بر تولید اسپرم، در جمعیتی از زندانیان سالم به‌طور واضح و روشن نشان داده شده است (۱۱،۱۲).

در دوز رسیده به گنادها در رادیوگرافی، علاوه بر پرتوهای مستقیم، پرتوهای پراکنده یا ثانویه نیز نقش عمده‌ای دارند. از این رو، تلاش جهت اندازه‌گیری دوز رسیده به اندام‌های حساسی مانند گنادها در معاینات مختلف تشخیصی با پرتوهای ایکس، به‌خصوص معاینات اندام‌هایی که در آن‌ها گنادها در میدان تابشی قرار دارد یا گنادها در نزدیکی میدان تابشی قرار می‌گیرند، از اهمیت بالایی برخوردار است.

## روش تحقیق

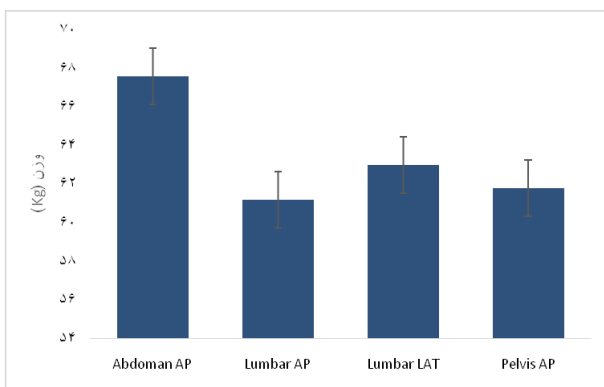
این مطالعه در ۸ مرکز رادیولوژی موجود در شهرستان سبزواری وابسته به دانشگاه علوم پزشکی و برای چهار نمای رادیوگرافی مهره‌های کمری قدامی - خلفی و جانبی، شکم و لگن قدامی - خلفی انجام شد. این مطالعه روی ۲۱۰ بیمار بالغ از هر دو جنس در بازه وزنی ۱۰۷-۴۰ کیلو گرم انتخاب شده اند. صورت گرفت و به دلیل اینکه برای برخی بیماران بیش از

هدف اصلی تهیه عکس‌های رادیوگرافی، گرفتن عکس‌هایی با کیفیت بالا از اعضای بدن بیماران است. با این وجود حفاظت بیماران در برابر اثرات زیان‌بار پرتوهای یون‌ساز را نباید نادیده گرفت (۱،۲) برای انجام یک معاینه رادیوگرافی، همواره باید سه اصل توجیه‌پذیری، بهینه‌سازی حفاظت و محدودکردن دوز افراد و خطرات آن مورد توجه قرار گیرد (۳،۴). آزمایشاتی که فواید انجام آن برای بیمار، بیش از آسیب‌های ناشی از عدم بکارگیری آزمایش باشد و دوز بیمار تا حد عملی و قابل قبول پایین باشد توجیه‌پذیر هستند. برای ارتقاء بهینه‌سازی حفاظت بیمار در آزمایشات تشخیصی پزشکی (۵)، اندازه‌گیری منظم دوز بیمار در تمامی بخش‌های پرتوشناسی و تعیین سطوح دوز مرجع ضروری است، به این دلیل که تصویربرداری تشخیصی، بزرگترین منبع پرتوگیری مصنوعی می‌باشد؛ به طوری که رادیولوژی تشخیصی و پزشکی هسته‌ای در حدود ۸۰ درصد دوز مؤثر تجمعی ناشی از منابع مصنوعی را در ایالات متحده موجب می‌شوند. طبق گزارش ۱۶۰ NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements)، پرتوگیری پزشکی عامه مردم در ایالات متحده نزدیک به نیمی از پرتوگیری از کل منابع را در بر می‌گیرد (۶). از این رو، توجه روزافزون به بهینه‌سازی حفاظت بیماران و توجیه‌پذیربودن انجام آزمون‌های تشخیص پزشکی با پرتوهای یون‌ساز در سراسر جهان صورت می‌گیرد. چنین اندازه‌گیری‌هایی در جهت بهینه‌سازی حفاظت پرتویی بیماران می‌تواند منجر به ایجاد و کنترل استانداردهای یک آزمون مطلوب گردد. اندازه‌گیری دوز ورودی پوست برای معاینات مختلف تشخیص پزشکی، علاوه بر افزایش آگاهی عمومی از میزان پرتوگیری بیماران، می‌تواند معیاری برای مقایسه دوز بیماران در مراکز پرتونگاری مختلف باشد (۷،۸). یکی دیگر از فاکتورهای مهم در ارزیابی خطرات پرتو، میزان دوز رسیده به ارگان‌های حساس به پرتو می‌باشد. در این میان یکی از

پرتو روی بدن مریض در فایل ورودی آن، دوز اندامها را محاسبه می‌نماید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های مقادیر DAP و دوز ورودی پوست و اطلاعات بیماران توسط نرم‌افزار PCXMC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و دوز گنادها از آن نرم‌افزار استخراج شد. نرم‌افزار مورد نظر از فانتوم استاندارد هرفرودیت جهت بررسی سنین مختلف برای شبیه‌سازی استفاده می‌کند. به کمک این محاسبات، میانگین دوز گنادها برای چهار نوع رادیوگرافی رایج مورد نظر در مطالعه حاضر تعیین شد.

### یافته‌ها

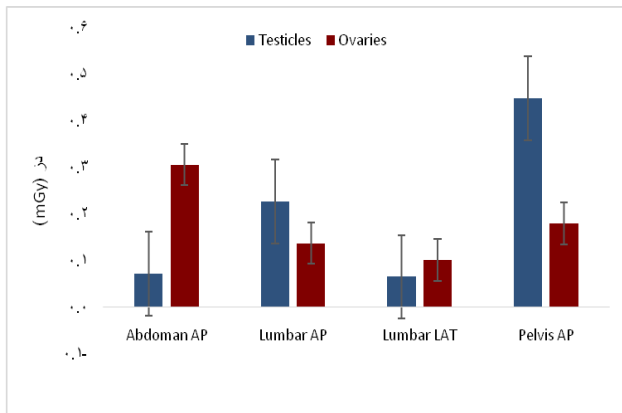
در نمودارهای ۱ و ۲، میانگین وزن و قد بیماران در معاینات مورد بررسی نشان داده شده است. در نمودار ۳ دوز رسیده به گنادها در چهار نمای مورد مطالعه نشان داده شده است. همچنین، میانگین دوز ورودی سطح پوست، میانگین پارامترهای مورد استفاده برای هر یک از انواع رادیوگرافی‌ها و میانگین مقدار DAP در جدول ۱ ارائه شده است. در جدول ۲ نیز، مقادیر میانگین دوز گنادها در این مطالعه با مطالعه Begum (۱۶) و همچنین مقادیر قیدشده در گزارش ICRP 60 آورده شده است.



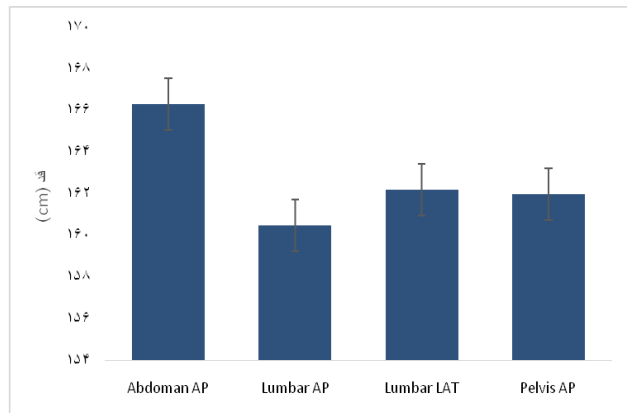
نمودار ۱- میانگین وزن بیماران در نماهای مورد مطالعه

یک تصویربرداری انجام شد، تعداد نماهای مورد مطالعه ۳۲۰ نما بود. نمونه‌ها به صورت تصادفی از بیماران بالغ مراجعه‌کننده به مراکز رادیولوژی شهرستان سبزوار انتخاب شدند. از دوزیمترهای ترمولومینسانس (TLD) که از نظر فیزیکی دارای ابعادی کوچک و معادل بافت می‌باشند برای اندازه‌گیری دوز ورودی پوست استفاده شد (۷). در هر معاینه، یک یا دو عدد تراشه در مرکز میدان روی بدن مریض قرار گرفت. در مواردی که از دو تراشه استفاده گردید، میانگین دوز آن‌ها به عنوان شاخص ورودی سطح پوست در نظر گرفته شد. علاوه بر استفاده از دوزیمتر ترمولومینسانس، از دستگاه Gammex RMI, Model 840A; (DAP-meter (Middleton, WI) (کمیت حاصل ضرب دوز در مساحت را اندازه‌گیری می‌کند) به طور همزمان در دستگاه‌های رادیوگرافی که امکان نصب این وسیله روی آن‌ها وجود داشت، استفاده شد و مقدار DAP برای هر معاینه و اطلاعات مربوط به بیماران شامل: سن، قد، وزن و شرایط رادیوگرافی از قبیل میلی‌آمپر، زمان، کیلوولتاژ پیک و فاصله فیلم تا کانون نیز ثبت گردید.

دوز اندامها را می‌توان با استفاده از فانتوم‌های فیزیکی مناسب که مکان‌های خاصی برای قراردادن دوزیمتر در آن‌ها تعبیه شده است، اندازه‌گیری کرد (۱۳). روش دیگر استفاده از کامپیوتر جهت شبیه‌سازی آزمون روی یک فانتوم شبیه‌سازی شده از بدن انسان است که می‌توان دوز اکثر اعضاء را بسیار سریع محاسبه نمود (۱۴، ۱۵). در این مطالعه، نرم‌افزار PCXMC 2 برای به دست آوردن دوز ارگان‌ها مورد استفاده قرار گرفت. این نرم افزار توسط مرکز ایمنی هسته ای و تابش فنلاند تولید شده است و بر اساس محاسبات مونت کارلو استوار است. دوز گنادها مورد استفاده قرار گرفت. این نرم‌افزار توسط مرکز ایمنی هسته‌ای و تابش فنلاند تولید شده است و بر پایه‌ی محاسبات مونت کارلو (Carlo-Monte) استوار است و با ثبت اطلاعاتی از قبیل: قد، وزن، کیلوولتاژ پیک و فاصله فیلم تا کانون، مقدار DAP و تعیین موقعیت میدان



نمودار ۳- میانگین دوز گنادها در نماهای مورد مطالعه



نمودار ۲- میانگین قد بیماران در نماهای مورد مطالعه

جدول ۱- میانگین دوز ورودی سطح پوست، DAP و پارامترهای اصلی تابش براساس نمای معاینه

معاینه	kVp	mAs	ESD (mGy)	DAP (mGycm <sup>2</sup> )
AbdomenAP	۶۹/۵۴ (۵۶-۷۶)	۲۹/۷۲ (۱۲/۵-۸۰)	۲/۱۵ (۰/۹۱-۳/۴۳)	۸۵۲/۳۸
Pelvis AP	۶۶/۹۵ (۶۰-۸۱)	۴۰/۲۷ (۱۶-۷۵)	۱/۴۷ (۱/۲۲-۱/۹۸)	۷۴۴/۲
Lumbar AP	۷۱/۴۵ (۸۰-۶۰)	۴۳/۹۰ (۱۰-۹۰)	۱/۹۹ (۱/۰۶-۳/۳۸)	۵۰۲/۰۸
Lat	۷۸/۳۲ (۶۳-۹۰)	۶۸/۰۸ (۲۰-۱۸۰)	۳/۸۳ (۲/۰۲-۶/۴۸)	۱۰۸۵/۱

kVp: کیلو ولتاژ بیک، mAs: میلی آمپر ثانیه، ESD: دز ورودی سطح پوست

جدول ۲- میانگین دوز گنادها در این مطالعه و مطالعه Begum و گزارش ICRP

	در مطالعه حاضر		در مطالعه Begum (۱۶)		گزارش ICRP (17) Gonads
	testicles	Ovaries	testicles	Ovaries	
AbdomenAP	۰/۱۱	۰/۳۱	-	-	۰/۱۸
Pelvis AP	۰/۴۵	۰/۱۸	۳/۰۱	۰/۷۵	۱/۰۷
Lumbar AP	۰/۰۶	۰/۱	۰/۰۱	۰/۴۲	۱/۰۴
Lumbar Lat	۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۲	۱/۰	۰/۱۸

## بحث

بالا بودن میانگین میلی آمپر در ثانیه مورد استفاده نسبت به دیگر نماها می باشد. در این نمای رادیوگرافی به طور میانگین از میلی آمپر در ثانیه ۶۸/۰۸ استفاده شده است. این پارامتر تعیین کننده کمیت پرتوهای ایکس خروجی از یک تیوب اشعه ایکس می باشد (۷). با توجه به ضخامت بیشتر بدن در این وضعیت، تعداد فوتون بیشتری برای ایجاد تصویر با کیفیت مناسب لازم است. از این رو پرتوهای کم انرژی و پراکنده‌ی

در میان چهار نمای مورد مطالعه، در نمای رادیوگرافی جانبی مهره‌های کمری، بیشترین میانگین دوز ورودی پوست بیماران ۳/۸۳ mGy می باشد. برای مقادیر DAP نیز، بیشترین مقدار مربوط به همین نمای جانبی مهره‌های کمری با میانگین ۱۰۸۵/۱ mGycm<sup>2</sup> می باشد. یکی از دلایل عمده بالا بودن میزان دوز ورودی پوست و DAP در این نما،

دوز دریافتی تخمدان‌ها در تمام نماهای مورد مطالعه، دوز محاسبه شده در این مطالعه کمتر از مقادیر مطالعه Begum به دست آمد. در گزارش ICRP 60 نیز مقادیر مشاهده شده برای دوز گنادها در تمامی موارد بیشتر از مقادیر حاصل از مطالعه حاضر بود (۱۶،۱۷).

### نتیجه گیری

با توجه به اهمیتی که شرایط تابش بر دوز دریافتی بیماران و کیفیت تصویر دارد، می توان شرایط تنظیمی دستگاه را طوری انتخاب کرد تا ضمن حفظ کیفیت تصویر، دوز دریافتی بیمار کاهش یابد. مثلاً می توان با استفاده از kVp بالا و mA پایین، مقدار دوز ورودی پوست بیماران را کاهش داده و به دلیل وابسته بودن دوز اندام‌ها به این مقدار، دوز رسیده به گنادها را کاهش داد. همچنین، می توان با کلیماسیون دقیق میدان تابش از بازشدن بیش از حد نیاز اندازه‌ی میدان جلوگیری کرد تا پرتوهای اولیه و پراکنده‌ی ناشی از حجم‌های اضافی و غیرضروری تابش دیده کاهش پیدا کند. یکی دیگر از راهکارهای کم کردن دوز بیماران و دوز گنادها، استفاده از حفاظ‌های مناسب برای اندام‌های حساس به پرتو است. در این راستا، در تمام مراکز رادیوگرافی استفاده از حفاظ‌های مناسب به خصوص برای گنادها به دلیل حساسیت پرتویی بالاتر، اکیداً توصیه می شود.

### تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل از بخشی از یافته های طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی بیرجند با کد طرح ۴۴۳۳ و با کد اخلاق ۱۳۹۶.۲۸ Ir.bums.REC. می باشد.

بیشتری تولید می شود و در نتیجه دوز بیمار افزایش می یابد. در مورد دوز اندام‌های مختلف بسته به اینکه چقدر هر اندام از میدان پرتویی فاصله داشته باشد و حجمی از بافت‌های بدن سر راه پرتوهایی که به سمت هر اندام می روند، میزان دوز جذب شده در آن اندام متفاوت می شود. در این مطالعه، بیشترین مقدار دوز رسیده به بیضه‌ها در نمای رادیوگرافی قدامی - خلفی لگن با مقدار میانگین  $0/45$  mGy و برای تخمدان نیز بیشترین مقدار میانگین دوز رسیده به آن مربوط به نمای قدامی - خلفی شکم با میانگین  $0/306$  mGy می باشد. کمترین مقدار میانگین دوز رسیده به بیضه‌ها و تخمدان به ترتیب مربوط به نمای جانبی کمر به میزان  $0/065$  mGy و  $0/101$  mGy بود. با توجه به اینکه بیضه‌ها در نمای رادیوگرافی‌های لگن در میدان تابش قرار می گیرند، انتظار می رود که دوز آن‌ها مقادیر بالاتری نسبت به دیگر نماها داشته باشد. برای تخمدان‌ها نیز که در نمای رادیوگرافی شکم مستقیماً در میدان تابش قرار می گیرند، دور از انتظار نیست که نسبت به سایر نماها دارای میانگین دوز جذبی بیشتری باشند. در مورد نمای جانبی مهره‌های کمری با توجه به اینکه میزان دوز رسیده به سطح پوست بالاتری نسبت به دیگر نماها دارد. در هر دو مورد بیضه‌ها و تخمدان میانگین دوز کمتری دارد که به نظر می رسد به این دلیل است که عرض میدان در این نما کمتر است و پرتو پراکنده کمتری به گنادها می رسد.

در جدول ۲، نتایج به دست آمده از این مطالعه با بررسی Begum و همچنین مقادیر میانگین دوز برای گنادها در گزارش ICRP 60 نشان داده شده است (۱۶،۱۷). مطالعه Begum و همکاران، در چندین نمای مختلف صورت گرفته بود؛ ولی در نمای شکمی مطالعه‌ای انجام نشده است. نتایج مذکور نشان می دهد که دوز رسیده به بیضه‌ها در نماهای مهره‌ای کمری - جانبی و قدامی - خلفی در این مطالعه بیشتر از مطالعه Begum بوده است و در نمای قدامی - خلفی لگن، دوز دریافتی بیضه‌ها از مطالعه حاضر کمتر بوده است. در مورد

## منابع:

- 1- Beerington de Gonzalez A, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet*. 2004; 363(9406): 345-51.
- 2- Hall EJ, Brenner DJ. Cancer risks from diagnostic radiology. *Br J Radiol*. 2008; 81(965): 362-78.
- 3- Wall BF, Kendall GM, Edwards AA, Bouffler S, Muirhead CR, Meara JR. What are the risks from medical X-rays and other low dose radiation? *Br J Radiol*. 2006; 79(940): 285-94.
- 4- International Commission on Radiological Protection. Protection R. ICRP publication 103. *Ann. ICRP*. 2007;37(2.4):2.
- 5- Le Heron J. Guidelines on patient dose to promote the optimisation of protection for diagnostic medical exposures: documents of the NRPB v. *Radiat Protect News Notes*. 1999; 10(1): 17-8.
- 6- Schauer DA, Linton OW. NCRP Report No. 160, ionizing radiation exposure of the population of the United States, medical exposure are we doing less with more, and is there a role for health physicists? *Health Phys*. 2009; 97(1): 1-5.
- 7- Asadinezhad M, Bahreyni Toossi MT. Doses to patients in some routine diagnostic X-ray examinations in Iran: proposed the first Iranian diagnostic reference levels. *Radiat Prot Dosimetry*. 2008; 132(4): 409-14.
- 8- Zarghani H, Jafari R. Assessment of outdoor and indoor background gamma radiation, the annual effective dose and excess lifetime cancer risk in Birjand, Iran. *Jundishapur J Health Sci*. In Press 2016.
- 9- Karami V, Zabihzadeh M, Shams N, Sarikhani S. Evaluation of the prevalence and utility of gonad shielding in pediatrics undergoing pelvic X-ray. *Int J Pediatr*. 2016; 4(11): 3735-40.
- 10- Frantzen MJ, Robben S, Postma AA, Zoetelief J, Wildberger JE, Kemerink GJ. Gonad shielding in pediatric pelvic radiography: disadvantages prevail over benefit. *Insights Imaging*. 2012; 3(1): 23-32.
- 11- Clifton DK, Bremner WJ. The effect of testicular x-irradiation on spermatogenesis in man. A comparison with the mouse. *J Androl*. 1983, 4(6): 387-92.
- 12- Pasqualotto FF, Agarwal A. Radiation effects on spermatogenesis. *Fertil Preserv Male Cancer Patients*. 2013; 21: 104.
- 13- Hunt JG, da Silva FC, Mauricio CL, dos Santos DS. The validation of organ dose calculations using voxel phantoms and Monte Carlo methods applied to point and water immersion sources. *Radiat Prot Dosimetry*. 2004; 108(1): 85-9.
- 14- Candela-Juan C, Perez-Calatayud J, Ballester F, Rivard MJ. Calculated organ doses using Monte Carlo simulations in a reference male phantom undergoing HDR brachytherapy applied to localized prostate carcinoma. *Med Phys*. 2013; 40(3): 033901.
- 15- Schultz FW, Geleijns J, Spoelstra FM, Zoetelief J. Monte Carlo calculations for assessment of radiation dose to patients with congenital heart defects and to staff during cardiac catheterizations. *Br J Radiol*. 2003; 76(909): 638-47.
- 16- Begum Z. Entrance surface, organ and effective doses for some of the patients undergoing different types of X-ray procedures in Bangladesh. *Radiat Prot Dosimetry*. 2001; 95(3): 257-62.
- 17- International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 60: 1990 recommendations of the international commission on radiological protection. New York: Elsevier Health Sciences; 1991.