

تخمین دوز دریافتی سطح پوست کودکان در آزمون‌های رادیوگرافی قفسه صدری با

استفاده از کمیت (DAP) Dose Area Product

محمدرضا عیدیان^۱، وحید کرمی^۲، فاطمه سادات حاتمی^۱، سید عباس نبوی^۲، حامد پیرمند^۳، اسما مرایی^۴، نسترن میرسامی یزدی^۵،
فاطمه حسینی نیک^۵، محمد مهدی^۵، رویا داودی^{۴*}

- ۱- گروه فیزیک هسته ای، دانشکده فیزیک، دانشگاه پیام نور مشهد، مشهد، ایران
- ۲- واحد توسعه تحقیقات بالینی، بیمارستان گنجویان، دانشگاه علوم پزشکی دزفول، دزفول، ایران
- ۳- مرکز رادیولوژی بیمارستان پایگاه چهارم شکاری، دزفول، ایران
- ۴- گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دزفول، ایران
- ۵- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی دزفول، دزفول، ایران

* royadavoodi74@gmail.com

چکیده

تغییرات گسترده ای در میزان دوز دریافتی کودکان در آزمون‌های رادیولوژیکی قفسه صدری (chest x-ray) گزارش شده است. هدف از مطالعه حاضر اندازه گیری دوز سطحی پوست (ESD) کودکان در آزمون‌های chest x-ray می باشد. تعداد ۲۰۴ کودک زیر ۱۵ سال مراجعه کننده جهت chest x-ray به بیمارستان گنجویان دزفول انتخاب گردید. محاسبه ESD با استفاده از دستگاه DAP meter و روابط استاندارد مربوطه انجام شدند. میانگین ESD برای کل کودکان زیر ۱۵ سال $59/40 \pm 22/52 \mu\text{Gy}$ بدست آمد. این مقدار در گروه های سنی مختلف زیر یک سال، ۱-۵ سال، ۵-۱۰ سال و ۱۰-۱۵ سال به ترتیب $55/01 \pm 22/32 \mu\text{Gy}$ ، $38/15 \pm 5/24 \mu\text{Gy}$ ، $67/91 \pm 15/67 \mu\text{Gy}$ و $76/95 \pm 20/63 \mu\text{Gy}$ محاسبه گردید. علیرغم اینکه مقادیر ESD بدست آمده در مطالعه حاضر در توافق نسبی با مقادیر توصیه شده توسط برد ملی حفاظت رادیولوژیکی می باشد، لیکن بهینه سازی حفاظت پرتویی کودکان ضروری به نظر می رسد.

کلید واژه: رادیوگرافی قفسه سینه، کودکان، پرتوگیری، ESD، DAP

۱- مقدمه

کشف اشعه ایکس در سال ۱۸۹۵ و استفاده از آن در پزشکی، انقلابی در تشخیص و درمان بیماری ها ایجاد کرد [۱]. امروزه با گسترش تکنولوژی، تعداد آزمون های پرتوتشخیصی گسترش قابل توجهی داشته است [۱، ۲]. تخمین زده می شود روزانه بیش از ۱۰ میلیون آزمون پرتونگاری در جهان انجام می شود و این میزان به سرعت در حال افزایش است [۳]. اگرچه آزمون های رادیولوژیکی فرآیند تشخیص و درمان بیماری ها را بطور قابل توجهی بهبود بخشیده اند لیکن از دیدگاه حفاظت در برابر اشعه منشا خطرات بالقوه ای از قبیل افزایش خطر القای سرطان های کشنده و سایر بدخیمی ها هستند [۱، ۲، ۴-۱۰]. بطور کلی ۰/۶ تا ۳/۲ درصد سرطان های اضافی جمعیت به آزمون

های پرتوتشخیصی با اشعه ایکس نسبت داده شده است [۱، ۴]. بر طبق توصیه های کمیسیون بین المللی حفاظت رادیولوژیکی (ICRP^۱)، انجام هر گونه آزمون پرتونگاری باید به گونه ای باشد که با در نظر گرفتن فاکتورهای اجتماعی و اقتصادی، دوز تابشی بیماران، مخصوصا کودکان، به کمترین مقدار ممکن کاهش یابد [۱۱]. بیشترین حساسیت پرتویی در زمان رشد جنینی و در کودکی وجود دارد [۱۰]. تخمین زده می شود حساسیت پرتویی کودکان بطور متوسط ده برابر بیشتر از بزرگسالان است [۴، ۸] و ضروری است که با بهینه سازی آزمون های پرتوتشخیصی، دوز دریافتی کودکان به کمترین مقدار ممکن کاهش یابد.

¹ International commission on radiological protection

برای آزمون chest x-ray به بیمارستان آموزشی دانشگاه علوم پزشکی دزفول و مقایسه آن با استانداردهای جهانی می باشد.

۲- روش کار

پژوهش حاضر نوعی مطالعه مقطعی است که به منظور ارزیابی ESD کودکان در آزمون های پرتونگاری chest x-ray انجام می شود. جامعه پژوهش کودکان زیر ۱۵ سالی هستند که جهت انجام رادیوگرافی chest x-ray به بیمارستان آموزشی دانشگاه علوم پزشکی دزفول مراجعه کرده اند. پس از هماهنگی های اولیه، چک لیستی توسط محقق به منظور جمع آوری اطلاعات مربوط به شرایط پرتودهی و مشخصات بیماران تهیه و تنظیم شد. تمام پرتودهی ها با استفاده از دستگاه دیجیتال VARIAN با فیلتراسیون کلی ۳ میلی متر آلومینیوم و در فاصله ۱۰۰ سانتی متری از تخت انجام شد (FFD=100cm). بیمارانی برای ورود به مطالعه مناسب در نظر گرفته شدند که جهت انجام chest x-ray در نمای خلفی قدامی (PA) یا قدامی خلفی (AP) مراجعه کرده بودند، زیر ۱۵ سال بودند، والدین آنها موافقت کتبی داده بودند و بیمار قادر به همکاری برای انجام مطالعه بود. بیمارانی بالای ۱۵ سال و یا با درخواست نمای نیمرخ (LAT) و سایر بیمارانی فاقد شرایط پایدار از مطالعه حذف شدند. بر طبق پروتوکل پیشنهادی توسط سایر نویسندگان [۱۸-۲۱]، بیمارانی به چهار گروه سنی زیر ۱ سال، ۱-۵ سال، ۵-۱۰ سال و ۱۰-۱۵ سال تقسیم شدند. قبل از انجام پرتودهی، اطلاعات دموگرافیکی بیمارانی شامل سن، جنس، قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI^3) و ضخامت بدن بیمار ثبت می شد. همچنین برای هر رادیوگرافی، اطلاعات پرتودهی دستگاه شامل کیلوولتاژ بیشینه (kVp^4)، میلی آمپر ثانیه (mAs)، فاصله کانون پرتو تا بدن بیمار (FSD^5)، فاصله کانون پرتو تا دکتکتور (FFD^6) و اندازه میدان تابشی روی بدن

رادیوگرافی قفسه صدری (chest x-ray)، بیشترین آزمون پرتونگاری است که یک کودک در بدو تولد خود با آن مواجه می شود [۴، ۸، ۱۲]. تغییرات گسترده ای در میزان دوز دریافتی کودکان در آزمون های رادیولوژیکی یکسان و از جمله chest x-ray گزارش شده است که این امر منجر به پرتوگیری غیر ضروری بیمارانی می گردد. براین اساس، ICRP در سال ۱۹۹۶ کمیتی به نام دوز مرجع تشخیصی (DRL^1) را برای بهینه سازی آزمون های پرتونگاری و مدیریت دوز دریافتی بیمارانی ارائه نموده و مراکز پرتونگاری را به استفاده آن توصیه نموده است [۱۳]. دوز سطحی پوست (ESD^2) مهمترین شاخص ارزیابی دوز دریافتی بیمارانی در آزمون های پرتونگاری است [۶، ۱۴]. کمیسیون اروپایی، ESD را بعنوان مهمترین ابزار برای ارزیابی DRL و کمک به بهینه سازی دوز دریافتی بیمارانی معرفی کرده است [۱۴]. ESD را می توان با استفاده از روش های مختلفی از قبیل اندازه گیری با استفاده از تراشه های ترمولومینسنت و یا با استفاده خروجی دستگاه از فرمول ریاضی و کمیت DAP محاسبه کرد [۶]. مطالعات مختلفی در خصوص بررسی میزان ESD دریافتی کودکان در آزمون های chest x-ray انجام شده است. در سال ۲۰۱۳، Ademola و همکاران، ESD آزمون های chest x-ray کودکان ۱۵-۵ سال را به میزان 0.620 mGy گزارش کردند [۱۵]. در مطالعه مشابهی که توسط Kepler و همکاران در استونی انجام شد، ESD آزمون های chest x-ray کودکان به میزان $0.050-0.097 \text{ mGy}$ تعیین گردید [۱۶]. ایران یکی از معدود کشورهایی است که در زمینه میزان دوز دریافتی بیمارانی، هنوز اطلاعات دقیق و روشنی ارائه نداده و از لحاظ بررسی های ICRP فاقد بانک اطلاعات می باشد. گرچه در بعضی از استان ها این اندازه گیری ها صورت گرفته است، ولی هنوز اطلاعات مکتوب و جامعی از این اندازه گیری ها و مقادیر دوز دریافتی بیمارانی ارائه نشده است [۱۷]. لذا هدف از مطالعه حاضر اندازه گیری مقادیر ESD کودکان مراجعه کننده

³ Body mass index

⁴ Kili voltage peak

⁵ Focus to skin distance

⁶ Focus to film distance

¹ Dose reference level

² Entrance surface dose

بیمار (A) اندازه گیری و ثبت می شد. محاسبه و اندازه گیری ESD با استفاده از رابطه ۱ انجام شد.

$$ESD(mGy) = \frac{DAP}{A} \times \left(\frac{FSD}{FFD} \right)^2 \times BSF$$

در این رابطه A مساحت میدان تابش، DAP دوز قرائت شده در دستگاه DAP meter بر حسب $mGy \times cm^2$ ، FSD فاصله کانون پرتو تا پوست بیمار بر حسب متر، FFD فاصله کانون پرتو تا دتکتور رادیوگرافی بر حسب متر و BSF فاکتور پراکندگی پرتو می باشد که از جداول مربوطه با توجه به ضخامت بدن بیمار، اندازه میدان تابش و کیلو ولتاژ دستگاه استخراج می شود.

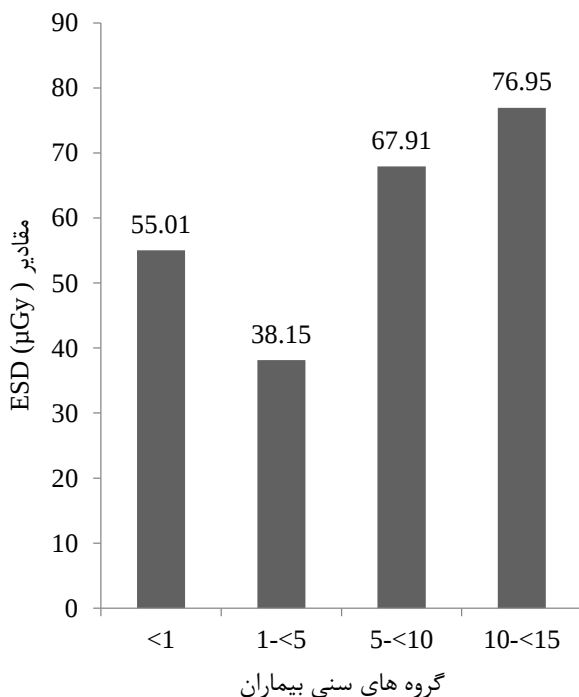
آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شدند. برای مقایسه تاثیر جنسیت در مقادیر ESD، از آزمون independent pair t-test استفاده شد. همچنین با آزمون آنالیز واریانس یک طرفه مقدار ESD در گروه های سنی مختلف بررسی گردید

۳- نتایج

در کل ۲۰۴ کودک زیر ۱۵ سال وارد مطالعه شدند که از این تعداد ۸۱ نفر (۳۹/۷ درصد) مونث و ۱۲۳ (۶۰/۳ درصد) مذکر بودند (جدول ۱). میانگین kVp ، mAs و A و ضخامت قدامی خلفی قفسه صدری کودکان در این مطالعه به ترتیب $9/08 \pm 67/59$ ، $8/75 \pm 3/55$ ، $24/71 \pm 4/73$ و $14/77 \pm 6/05$ بود. میانگین ESD برای کل کودکان زیر ۱۵ سال $59/40 \pm 22/53 \mu Gy$ بدست آمد. این مقدار در گروه های سنی مختلف زیر یک سال، ۱-۵ سال، ۵-۱۰ سال، ۱۰-۱۵ سال به ترتیب $55/01 \pm 22/32$ ، $38/15 \pm 24/24$ ، $67/91 \pm 15/67$ ، $76/95 \pm 20/63 \mu Gy$ محاسبه گردید (نمودار ۱). تفاوت آماری معناداری بین میانگین ESD در گروه های سنی مختلف مشاهده شد ($P < 0/01$). همچنین تفاوت آماری معناداری بین مقادیر ESD دخترها ($59/42 \mu Gy$) و پسرها ($59/39 \mu Gy$) وجود نداشت ($P = 0/993$).

جدول ۱: اطلاعات جمعیت شناختی کل کودکان

متغیر	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
وزن (kg)	۱۷/۸۷	۱۱/۸۰	۲/۵۰	۵۰
قد (cm)	۸۳/۲۵	۲۰/۵۱	۱۲	۱۴۰
ضخامت قدامی خلفی (cm)	۱۴/۷۷	۶/۰۵	۵	۲۹
A	۲۴/۷۱	۴/۷۳	۱۸	۳۰
FFD	۱۱۸/۸۷	۲۴/۲۹	۱۰	۱۵۰
kVp	۶۷/۵۹	۹/۰۸	۵۰	۹۰
mAs	۸/۷۵	۳/۵۵	۴	۲۰
DAP	۳۳/۹۴	۱۹/۸۶	۴/۸	۸۷



نمودار ۱: مقادیر ESD در گروه های سنی مختلف

۴- بحث

سینه در نوزادان کمتر از یک ماه، بین یک ماهه و یک سال، بین یک تا پنج سال را به ترتیب $77 \mu\text{Gy}$ ، $126 \mu\text{Gy}$ و $138 \mu\text{Gy}$ توصیه کردند [۳۱] که بالاتر از مقادیر گزارش شده در مطالعه حاضر در بیمارستان دزفول می باشد. این اختلاف در مقادیر دوز گزارش شده در سایر مطالعات نیز دیده می شود [۳۲-۳۴].

برطبق نتایج مطالعه حاضر، رابطه مستقیمی بین مقادیر دوز بدست آمده و سن بیماران وجود دارد. با توجه به نمودار ۱، غیر از گروه زیر ۱ سال، با افزایش سن دوز دریافتی کودکان بیشتر شده است که این مورد در توافق خوبی با مطالعه سلیمان و همکاران در عمان [۳۵] و کرمی و همکاران در اهواز-ایران می باشد [۶، ۲۱]. مقادیر دوز نسبتاً بالای گزارش شده برای کودکان زیر ۱ سال می تواند به دلیل استفاده از شرایط پرتودهی نامناسب و کاهش فاصله FFD باشد؛ بنابراین به نظر می رسد ضروری است که با روش های مناسب دوز دریافتی کودکان را کاهش داد. مطالعات مختلفی در خصوص روش های بهینه سازی حفاظت پرتویی بیماران در آزمون های chest x-ray انجام شده است که نتایج آنها حاکی از اثربخشی این گونه روش ها می باشد. کرمی و همکاران نشان دادند در آزمون های chest x-ray کودکان استفاده از ۱ میلی متر سرب دوز دریافتی غده تیروئید را تا ۹۷ درصد کاهش می دهد [۴]. همچنین در آزمون های chest x-ray افزایش FFD از ۱۰۰ به ۱۳۰ سانتی متر بدون کاهش کیفیت تشخیصی تصویر، دوز دریافتی کودکان را تا ۳۲ درصد کاهش می دهد [۷]. علیرغم اینکه به نظر می رسد مقادیر ESD گزارش شده در مطالعه حاضر در توافق نسبی با مقادیر DRL توصیه شده توسط برد ملی حفاظت رادیولوژیکی (NRPB) می باشد، لیکن اختلاف چشمگیری بین مقادیر دوز گزارش شده در مطالعات مختلف وجود دارد که حاکی از عدم بهینه سازی روش های پرتوتشخیصی مورد استفاده می باشد. همچنین اطلاعات سایر بیمارستان ها در دسترس نمی باشد به همین دلیل نمی توان ارزیابی دقیقی از میزان دوز دریافتی کودکان در بخش رادیولوژی و تفاوت این میزان با مقدار بین المللی داشت. به همین دلیل بنظر می رسد برای بهینه سازی مقادیر و همچنین کنترل کیفی دستگاه های موجود جهت کاهش پرتوگیری

اندازه گیری ESD کودکان، مخصوصاً در آزمون های رادیولوژیکی رایج و پرتکرار یکی از شاخص های مهم سیاست گذاری جهت بهینه سازی حفاظت پرتویی در مراکز پرتوتشخیصی محسوب می شود. مقادیر DRL استاندارد برای آزمون های chest x-ray کودکان ۱ سال، ۵ سال و ۱۰ سال به ترتیب $50 \mu\text{Gy}$ ، $70 \mu\text{Gy}$ و $120 \mu\text{Gy}$ گزارش شده است [۲۲]. با توجه به نمودار ۱، در مطالعه حاضر مقادیر ESD برای کودکان زیر ۱ سال، ۱ تا ۵ سال و ۵ تا ۱۰ سال به ترتیب $55/10 \mu\text{Gy}$ ، $38/15 \mu\text{Gy}$ و $67/91 \mu\text{Gy}$ بدست آمد که به نظر می رسد در توافق نسبی با مقادیر استاندارد ESD می باشد. در مطالعه حاضر میانگین ESD برای chest x-ray کودکان زیر ۱۶ سال $60 \mu\text{Gy}$ بدست آمد که در توافق خوبی با مقادیر $80-100 \mu\text{Gy}$ گزارش شده در مطالعه Brady و همکاران در آمریکا می باشد [۲۳]. همچنین مقادیر ESD گزارش شده در مطالعه حاضر برای کودکان زیر ۱ سال $55 \mu\text{Gy}$ بدست آمد که مشابه $59 \mu\text{Gy}$ گزارش شده در مطالعه کرمی و همکاران است [۴، ۷] اما کمتر از $80 \mu\text{Gy}$ گزارش شده در مطالعه Alzimami و همکاران در عربستان برای این رنج سنی می باشد [۲۴]. نتایج مطالعه ما در مقایسه با مطالعات انجام شده در کشورهای اوروگوئه، برزیل و سودان میزان دوز دریافتی کمتری را نشان می دهد [۲۵-۲۷]. به نظر می رسد این اختلاف ها می توان به دلایل فاکتورهای متفاوت پرتودهی، مشخصات دموگرافیکی بیماران، FFD کاربردی، استفاده و یا عدم استفاده از گرید و دستگاه های پرتودهی مورد استفاده در این مطالعات بوده باشد [۲۸]. ملک زاده و همکاران نشان دادند در رادیوگرافی قفسه سینه و شکم نوزادان استفاده از kVp پایین و mAs بالا و همچنین استفاده از گرید موجب افزایش دوز دریافتی نوزادان می گردد [۲۹]. بحرینی و همکارانش ESD قفسه سینه نوزادان بستری در بخش های ICU بیمارستان های مشهد را به طور میانگین $76/3 \mu\text{Gy}$ گزارش کردند [۳۰]، که بالاتر از $55/10 \mu\text{Gy}$ گزارش شده در مطالعه حاضر می باشد. در مطالعه دیگری مقادیر DRL استان خراسان رضوی را برای گرافی قفسه

International Journal of Pediatrics 2016, 4(5):1795-1802.

۵. Karami V, Zabihzadeh M: Prevalence of radiosensitive organ shielding in patients undergoing computed tomography examinations: an observational service audit in Ahvaz, Iran. Asian Biomed journal 2015, 9(6):771-775.

۶. Karami V, zabihzadeh M: Evaluation of the Entrance Surface Dose (ESD) and Radiation Dose to the Radiosensitive Organs in Pediatric Pelvic Radiography. International Journal of Pediatrics 2017.

۷. Karami V, Zabihzadeh M, Danyaei A, Shams N: Efficacy of Increasing Focus to Film Distance (FFD) for Patient's Dose and Image Quality in Pediatric Chest Radiography. Int J Pediatr 2016, 4(9):3421-3429.

۸. Karami V, Zabihzadeh M, Gilavand A, Shams N: Survey of the Use of X-ray Beam Collimator and Shielding Tools during Infant Chest Radiography. International Journal of Pediatrics 2016, 4(4):1637-1642.

۹. Karami V, Zabihzadeh M, Shams N: Optimization of Radiological Protection in Pediatrics Undergoing Common Diagnostic X-ray Procedures: Effectiveness of Increasing the Film to Focus Distance (FFD). International Journal of Pediatrics 2017.

۱۰. Zabihzadeh M, Karami V: Current status of the fetography: Preventing of the future radiation induced cancer. Int J Cancer Mang 2016, 10(1):1-4.

۱۱. Khong P, Ringertz H, Donoghue V, Frush D, Rehani M, Appelgate K: Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. ICRP Publication, 121:13-63.

۱۲. Paydar R, Takavar A, Kardan M, Babakhani A, Deevband M, Saber S: Patient effective dose evaluation for chest X-ray examination in three digital radiography centers. Iran J Radiat Res 2012, 10(3-4):139-143.

۱۳. ICRP. (۱۹۹۶) International Commission on Radiological Protection. Radiological Protection and Safety in Medicine. ICRP Publication 73. Annals of the ICRP 26, No. 2 (Pergamon Press, Oxford.)

بیماران، اندازه گیری این مقادیر در سایر بیمارستان ها ضروری باشد. از طرفی ممکن است که افزایش پرتوگیری بیماران به دلیل مهارت و دانش ناکافی افراد شاغل در بخش پرتونگاری باشد که در صورت امکان نیاز به بازآموزی و افزایش آگاهی آنان در زمینه حفاظت پرتویی بیماران است.

۵- نتیجه گیری

اختلاف چشمگیری بین مقادیر ESD بدست آمده در مطالعه حاضر و مقادیر گزارش شده در سایر مطالعات مشابه وجود دارد که حاکی از عدم بهینه سازی تکنیک های مورد استفاده می باشد. علیرغم اینکه مقادیر ESD بدست آمده در مطالعه حاضر در توافقی نسبی با مقادیر توصیه شده توسط NRPB می باشد، لیکن بهینه سازی حفاظت پرتویی کودکان ضروری به نظر می رسد.

۶- تشکر و قدردانی

مقاله حاضر حاصل پایان نامه دانشجویی محمدرضا عیدیان و طرح تحقیقاتی مصوب معاونت تحقیقات و فن آوری دانشگاه پیام نور مشهد می باشد.

۷- مراجع

۱. Karami V, Zabihzadeh M: Review on the radiation protection in diagnostic radiology. Tehran Univ Med J 2016, 74(7):457-466.

۲. Karami V, Zabihzadeh M: Radiation Protection in Diagnostic X-Ray Imaging Departments in Iran: A Systematic Review of Published Articles. J Mazandaran Univ Med Sci 2016 26(135):175-188.

۳. Karami V, Zabihzadeh M, Gholami M: Gonad shielding for patients undergoing conventional radiological examinations: Is there cause for concern? Jentashapir J Health Res 2016, 7(2):1-4.

۴. karami V, Zabihzadeh M, Gholami M, Shams N, Fazeli-Nezhad Z: Dose Reduction to the Thyroid Gland in Pediatric Chest Radiography.

۲۳. Brady S, Kaufman R: Estimating pediatric entrance skin dose from digital radiography examination using DICOM metadata: A quality assurance tool. *Medical physics* 2015, 42(5):2489-2497.
۲۴. Alzimami K, Sulieman A, Yousif A, Babikir E, Salih I: Evaluation of radiation dose to neonates in a special care baby unit. *Radiation Physics and Chemistry* 2014, 104:150-153.
۲۵. Freitas M, Yoshimura E: Dose measurements in chest diagnostic X rays: adult and paediatric patients. *Radiation protection dosimetry* 2004, 111(1):73-76.
۲۶. Chateil JF, Rouby C, Brun M, Labessan C, Diard F: [Practical measurement of radiation dose in pediatric radiology: use of the dose surface product in digital fluoroscopy and for neonatal chest radiographs]. *Journal de radiologie* 2004, 85(5 Pt 1):619-625.
۲۷. Mohamadain K, Da Rosa L, Azevedo A, Guebel M, Boechat M, Habani F: Dose evaluation for paediatric chest x-ray examinations in Brazil and Sudan: low doses and reliable examinations can be achieved in developing countries. *Physics in medicine and biology* 2004, 49(6):1017.
۲۸. Karami V, zabihzadeh M, Shams N, Gholami M: Determination the anode heel effect to decrease the testes radiation dose in pelvic radiography. *Tehran University Medical Journal* 2017.
۲۹. Malekzadeh M, Toossi MB, Rodi SB, Shakeri M, Akbari F: First report of radiation dose to pediatric patients arising from diagnostic chest and abdomen examination. In: *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*, September 7-12, 2009, Munich, Germany: 2009: Springer; 2009: 93-95.
۳۰. Toossi MTB, Malekzadeh M: Radiation dose to newborns in neonatal intensive care units. *Iranian Journal of Radiology* 2012, 9(3):145-149.
۳۱. BahreyniToossi MT, Malekzadeh M: Local Diagnostic Reference Levels for Common Pediatric X-Ray Examinations in Khorasan Razavi Province, Iran. *Iranian Journal of Medical Physics* 2014, 11(4):301-307.
۱۴. Ofori K, Gordon SW, Akrobortu E, Ampene AA, Darko EO: Estimation of adult patient doses for selected X-ray diagnostic examinations. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* 2014, 7(4):459-462.
۱۵. Ademola AK, Obed RI, Adejumobi CA, Abodunrin OP, Alabi OF, Oladapo M: Assessment of Entrance Skin Dose in routine x-ray examinations of chest, skull, abdomen and pelvis of children in five selected hospitals in Nigeria. *IOSR Journal of Applied Physics* 2013, 5(2):47-50.
۱۶. Kepler K, Lintrop M, Servomaa A, Filippova I, Parviainen T, Eek V: Dosimetry in radiation dose measurement of paediatric patients in Estonia. Available from <http://www.ut.ee/BM/pdf/Turku2002.PDF>. Accessed Jun 2016.
۱۷. Tsapaki V, Tsalafoutas I, Chinofoti I, Karageorgi A, Carinou E, Kamenopoulou V, Yakoumakis E, Koulentianos E: Radiation doses to patients undergoing standard radiographic examinations: a comparison between two methods. *The British journal of radiology* 2007, 80(950):107-112.
۱۸. Frantzen MJ, Robben S, Postma AA, Zoetelief J, Wildberger JE, Kemerink GJ: Gonad shielding in paediatric pelvic radiography: disadvantages prevail over benefit. *Insights into imaging* 2012, 3(1):23-32.
۱۹. Warlow T, Walker-Birch P, Cosson P: Gonad shielding in paediatric pelvic radiography: Effectiveness and practice. *Radiography* 2014, 20(3):178-182.
۲۰. Gul A, Zafar M, Maffulli N: Gonadal shields in pelvic radiographs in pediatric patients. *Bulletin-hospital for joint diseases New York* 2005, 63(1/2):13.
۲۱. Karami V, Zabihzadeh M, Shams N, Gholami M: Radioprotection to the Gonads in Pediatric Pelvic Radiography :Effectiveness of Developed Bismuth Shield. *Int J Pediatr* 2017, 5(6):5153-5166.
۲۲. supporting Guidance I: 2, Diagnostic reference levels in medical imaging: Review and additional advice. *ICRP committee* 2002, 3:1-2.

۳۲. Kim BH, Do K-H, Goo HW, Yang DH, Oh SY, Kim HJ, Lee KY, Lee JE: National survey of radiation doses of pediatric chest radiography in Korea: analysis of the factors affecting radiation doses. Korean journal of radiology 2012, 13(5):610-617.
۳۳. Billinger J, Nowotny R, Homolka P: Diagnostic reference levels in pediatric radiology in Austria. European radiology 2010, 20(7):1572-1579.
۳۴. Aramesh M, Zanganeh KA, Dehdashtian M, Malekian A, Fatahiasl J: Evaluation of Radiation Dose Received by Premature Neonates Admitted to Neonatal Intensive Care Unit. Journal of clinical medicine research 2017, 9(2):124-129.
۳۵. Suliman, II, Elawed SO: Radiation dose measurements for optimisation of chest X-ray examinations of children in general radiography hospitals. Radiat Prot Dosimetry 2013, 156(3):310-314.