



## توزیع پرتو دهی در سی تی اسکن سر و قفسه صدی

محمد مهدوی<sup>۱\*</sup>، معصومه حسین نژاد<sup>۲</sup>، مسعود وهابی مقدم<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران

<sup>۲</sup> گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان

(دریافت مقاله: ۹۱/۳/۲۳ - پذیرش مقاله: ۹۱/۵/۲۵)

### چکیده

زمینه: تعیین میزان پرتو دهی در برش نگاری رایانه‌ای (CT) جهت تعریف دُز مرجع، کنترل کیفی مراکز CT و برآورد خطر ابتلا به سرطان ناشی از تابش ضروری است

مواد و روش‌ها: توزیع پرتو دهی ناشی از آزمون‌های CT سر و قفسه صدی در مرکز CT بیمارستان رازی رشت، وابسته به دانشگاه علوم پزشکی گیلان، توسط فانتوم‌های هم ارز بافت با استفاده از دوزیمترهای گرماتاب (TLD) صورت گرفت. فانتوم‌های سر و تنه با ابعاد استاندارد با تعبیه ۴ حفره پیرامونی و ۱ حفره مرکزی، برای جاسازی دُزیمترهای گرماتاب مورد استفاده قرار گرفت. تراشه‌های کوچک  $P, Cu, Mg, LiF$  به دلیل هم ارزی تقریبی با بافت نرم، حساسیت زیاد، روند پاکسازی ساده و منحنی درخشش غیر پیچیده به عنوان بلور گرماتاب برگزیده در این پروژه بود.

یافته‌ها: با استفاده از داده‌های حاصل میزان شاخص دُز برش نگاری رایانه‌ای (CTDI) برای سر ۵۲/۸۵ میلی‌گری، برای تنه ۶۸/۱۵ میلی‌گری و شاخص دُز وزنی برای سر ۱۳/۶۷ میلی‌گری و برای تنه ۱۶/۹۴ میلی‌گری برآورد شد.

نتیجه‌گیری: دُزهای دریافتی در سی تی اسکن نسبت به شیوه‌های دیگر پرتو نگاری نسبتاً بالا هستند و با افزایش شدت جریان، میزان دُز افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: دُز، سی تی اسکن، فانتوم، دوزیمترهای گرماتاب، شاخص دُز برش نگاری رایانه‌ای

\* مازندران، بابلسر، دانشگاه مازندران، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک هسته‌ای

## مقدمه

بنا بر گزارش کمیته علمی سازمان ملل متحد در زمینه آثار پرتوهای یونیزان بیشترین دُز دریافتی توسط انسان از میان منابع مصنوعی مربوط به پرتوگیری پزشکی می‌باشد (۱).

استفاده از تابش‌های یونساز برای تشخیص‌های پزشکی و کاربردهای درمانی در جهان بیش از صد سال متداول می‌باشد. پرتوهای ایکس به‌عنوان تابشی یونساز در موارد تشخیصی، کاربرد گسترده‌ای یافته‌اند. برش‌نگاری رایانه‌ای (CT) که از کاربردهای نسبتاً اخیر این پرتو به‌شمار می‌رود، بیشترین سهم پرتوگیری را تشکیل می‌دهد (۲).

تصویربرداری CT بیش از سی سال است که گسترش یافته است و برآوردها نشان می‌دهند که بیش از ۷۰ میلیون آزمایش هر ساله در ایالت متحده امریکا انجام می‌شود (۳ و ۴).

اسکنرهای CT تصاویر دو بعدی در مقطع عرضی بدن ایجاد می‌کنند که از چرخش لامپ پرتو ایکس حول بدن ایجاد می‌شوند (۵ و ۶). در حالی که برش‌نگاری رایانه‌ای مزایای زیادی در تشخیص دقیق دارد، این مزیت‌ها بدون خطر نیستند (۷ و ۸). دُز جذبی دریافت شده در آزمایش‌های CT نسبت به شیوه‌های دیگر رادیوگرافی نسبتاً بالا هستند. شیوه‌های برش‌نگاری رایانه‌ای دُز بالاتری را در مقایسه با دیگر روش‌های پرتو‌نگاری برای بیمار فراهم می‌کنند (۹). سهم پرتوگیری انسان از تابش یونساز هر ساله در حال افزایش است (۱۰).

مطالعات اخیر در اروپا و امریکا نشان می‌دهد که آزمایش‌های CT فقط ۳ تا ۵ درصد همه آزمایش‌های رادیولوژیکی را شامل می‌شوند اما در ۳۵ تا ۴۵ درصد دُز تابشی برای مجموعه بیماران سهم دارند (۱۱-۱۵).

دُزهای بیمار در آزمایش‌های برش‌نگاری رایانه‌ای ۲۰ برابر و در برخی موارد ۱۰۰ برابر دُزهای دریافتی توسط بیمار در آزمایش‌های پرتو ایکس معمولی هستند (۱۶). در این مطالعه با توجه به اهمیت آثار تابش ناشی از آزمایش‌های برش‌نگاری رایانه‌ای بر بدن، میزان توزیع پرتودهی ناشی از سی تی اسکن سر و قفسه صدی برای سر و تنه سنجش شد و شاخص دُز برش‌نگاری رایانه‌ای (CTDI) و شاخص دُز وزنی (CTDI<sub>w</sub>) به‌منظور برآورد میزان دُز تحویل داده شده از اسکنر سی تی به بافت‌ها نیز محاسبه گردید.

## مواد و روش‌ها

بررسی میزان شاخص دُز برش‌نگاری رایانه‌ای (CTDI) و توزیع دُز برای اندام‌ها در سی تی اسکن سر و قفسه صدی، در مرکز سی تی اسکن بیمارستان رازی شهر رشت وابسته به دانشگاه علوم پزشکی گیلان در بهار و تابستان سال ۱۳۹۰ صورت گرفت. به‌منظور برآورد دُز دریافتی توسط بافت‌ها از دو فانتوم سر و تنه با ابعاد استاندارد استفاده شد که در آن یک حفره مرکزی و چهار حفره پیرامونی به قطر ۱ سانتی‌متر جهت جاگذاری تراشه‌های دُزیمترهای گرماتاب (TLD)<sup>۱</sup> تعبیه شده است (شکل ۱).



شکل ۱) فانتوم استفاده شده در این تحقیق

<sup>1</sup> Thermoluminescence Dosimeter

مجموعه با اعمال ضریب تصحیح مناسب، ضرورتاً پاسخ یکسانی به پرتوهای تابش شده نشان می‌دهند و نیز داده‌های حاصل بر حسب کولن به یکای دُز جذبی تبدیل می‌شوند.

اسکنر مورد استفاده در بیمارستان رازی شهر رشت، اسکنر Hispeed Dual ساخت شرکت جنرال الکتریک از کشور انگلستان می‌باشد. شدت جریان‌های مورد استفاده در این مرکز بسته به نیاز ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ میلی‌آمپر ثانیه می‌باشد که در این آزمایش شدت جریان در ۲۰۰ میلی‌آمپر ثانیه و کیلو ولتاژ بیک روی ۲۰۰ تنظیم شد. میزان شاخص دُز برش نگاری رایانه ای با رابطه ۱ برآورد می‌شود (۱۸).

$$CTDI = \frac{1}{NT} \int_{-7T}^{7T} D(z) dz$$

که شاخصی است که برای تخمین و کمینه کردن دُز بیمار به کار می‌رود. N تعداد برش‌ها در هر اسکن، T ضخامت هر برش و D(z) توزیع دُز را در راستای محور Z نشان می‌دهد.

میانگین وزنی دُز برای حفره مرکزی و چهار حفره پیرامونی با شاخص دُز وزنی (CTDI<sub>w</sub>) برآورد می‌شود. اگر (CTDI<sub>c</sub>) سنجش CTDI مربوط به حفره مرکزی و (CTDI<sub>p</sub>) میانگین سنجش CTDI چهار حفره پیرامونی باشد، (CTDI<sub>w</sub>) از رابطه ۲ برآورد می‌شود (۷):

$$CTDI_w = \frac{1}{3} CTDI_c + \frac{2}{3} CTDI_p$$

### یافته‌ها

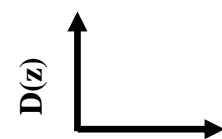
در این آزمایش دو فانتوم سر و تنه‌ای مورد تابش پرتوهای ایکس ناشی از سی تی اسکن قرار گرفته‌اند. kVp دستگاه ۲۰۰ و حاصل ضرب شدت جریان در زمان، در ۲۰۰ میلی‌آمپر ثانیه ثابت نگه داشته شد. حاصل ضرب تعداد برش‌های مورد اسکن، N، در

ارتفاع حفره‌ها برای فانتوم سر ۱۶ سانتی‌متر و برای فانتوم تنه ۷۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده است. ارتفاع فانتوم سر ۲۴ سانتی‌متر و قطر آن ۱۶ سانتی‌متر بوده و ارتفاع فانتوم تنه ۷۰ سانتی‌متر و قطر آن ۳۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که از جنس ارتالون و معادل با بافت نرم با  $Z_{eff}=6/25$  در مقایسه با بافت نرم با  $Z_{eff}=7/4$  بوده که به‌عنوان فانتوم استاندارد محسوب می‌شود. TLDهای برگزیده در این پژوهش از نوع  $LiF:Mg, Cu, P$  به ابعاد  $3 \times 3 \times 1$  میلی‌متر بود که به‌علت هم ارزی تقریبی آن با بافت  $Z_{eff}=7/42$  حساسیت زیاد، روند پاکسازی ساده و منحنی درخشش غیرپیچیده انتخاب شدند و در دستگاه TLDReader مدل هارشا با استفاده از نرم‌افزار winREMS قرائت شده‌اند (۱۷).

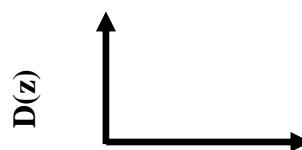
این دُزیمترهای گرماتاب قبل از کاربرد میدانی در دمای ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۰ دقیقه در کوره مورد پاکسازی واقع شدند. تراشه‌ها در کپسول‌های کوچک پلاستیکی به‌طول ۱/۶ سانتی‌متر و با قطر تقریباً برابر با قطر حفره جاسازی شده و به‌صورت پشت سر هم در حفره‌ها قرار گرفتند. برای فانتوم سر در هر حفره ۱۰ عدد TLD جاسازی شد که در مجموع برای این فانتوم از ۵۰ عدد TLD استفاده کردیم و برای فانتوم تنه در هر حفره از ۲۰ عدد TLD استفاده کردیم که در مجموع از ۱۰۰ عدد TLD استفاده شد. در فانتوم تنه بین هر دو کپسول حاوی TLD یک کپسول خالی قرار داده شد و کل فضای حفره‌ها با کپسول‌ها پر شد. از آنجاکه دُزیمتر گرماتاب، دُزیمتری نسبی است و آنچه که در دستگاه TLDReader خوانده می‌شود بر حسب کولن می‌باشد، برای سنجه‌سازی (کالیبراسیون) سیستم از دستگاه پرتو ایکس مرکز استاندارد ثانویه، وابسته به سازمان انرژی اتمی ایران استفاده شد. هدف از سنجه‌سازی دُزیمترهای گرماتاب اطمینان از این است که همه دُزیمترهای یک

از اسکن سر و قفسه صدی برای نواحی سر و تنه در شکل ۲ نشان داده شده است.

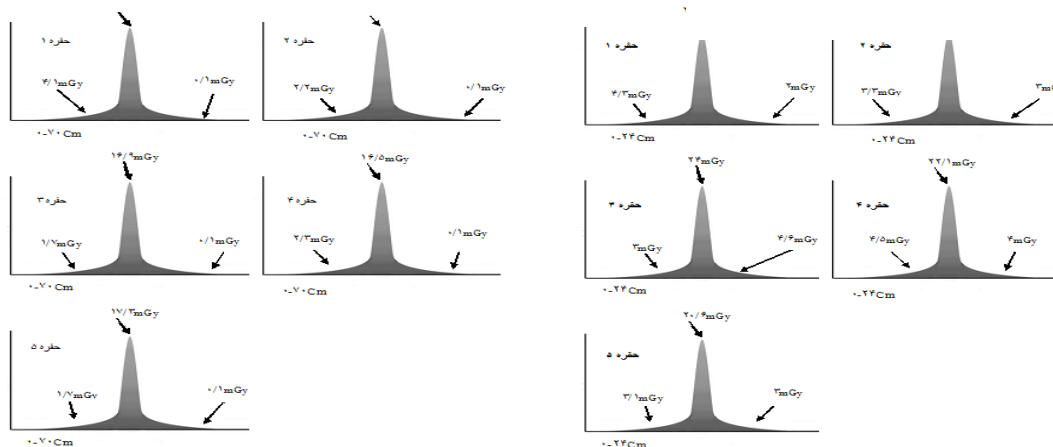
ضخامت هر برش،  $T$ ، برابر ۲۰ میلی متر است  $(NT=20\text{mm})$ ، که ضخامت هر برش مورد اسکن ۴ میلی متر می باشد. توزیع دُز (پروفایل دُز) حاصل



فاصله در راستای محور Z بر حسب cm



فاصله در راستای محور Z بر حسب cm



شکل ۲ ب) نمودارهای توزیع دُز بر حسب میلی گری در راستای محور Z برای نواحی تنه

شکل ۲ الف) نمودارهای توزیع دُز بر حسب میلی گری در راستای محور Z برای نواحی سر

با پژوهش دیگران که با استفاده از دُزیمترهای گرماتاب انجام شد (۱۹ و ۲۰)، در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است.

با استفاده از روابط ۱ و ۲ و داده های حاصل از سی تی اسکن، مقادیر  $CTDI$  و  $CTDI_w$  محاسبه شد و همراه

جدول ۱) مقادیر مربوط به  $CTDI$

	سی تی اسکن سر	سی تی اسکن قفسه صدی
Ref.(۱۹) CTD(mGy)	$kV_p=120$ و $mAs=120$	$kV_p=170$ و $mAs=120$
	۵۲/۳	۷۳/۴
CTD This work (mGy)	۵۲/۸۵	۶۸/۱۵

### بحث

بیشترین میزان دُز برای نواحی سر ۲۴ میلی گری و برای نواحی تنه ۱۸ میلی گری برآورد شد که این نواحی در نزدیکی مرکز سی تی اسکن قرار دارند (نقاط بیشینه روی شکل ۲) میزان این دوز با دور

جدول ۲) مقادیر مربوط به  $CTDI_w$

	سر	تنه
Ref.(۱۸) $CTDI_w$ (mGy)		
$mAs=200$ و $kVp=120$	۲۶	۲۲
Ref.(۱۸) $CTDI_w$ (mGy)		
$mAs=300$ و $kVp=140$	۵۵	۲۵
$CTDI_w$ This work (mGy)	۱۳/۶۷	۱۶/۹۴

از حفاظت‌های خاص در صورت امکان، اتخاذ شود. با توجه به مقادیر به دست آمده در جدول و مقایسه آن‌ها می‌توانیم نتیجه گرفت که هر چه mAs بیشتر شود، میزان دُز دریافتی هم افزایش می‌یابد و با افزایش kVp میزان دُز دریافتی کاهش می‌یابد.

شدن از ناحیه مورد اسکن کاهش می‌یابد زیرا این نواحی تابش‌های پراکنده را دریافت می‌کنند. اما همین کمینه دُز نیز در مقایسه با دُز دریافتی در شیوه‌های دیگر پرتونگاری نسبتاً بالاست (۷ و ۱۱). بنابراین باید برای کاهش پرتوگیری در طی آزمایش‌های CT، راهکارهای مناسبی، از جمله استفاده

## References:

- Muhogora WE, Nyanda AM, Ngoye WM, et al. Radiation doses to patients during selected CT procedures at four hospitals in Tanzania. *Eur J Radiol* 2006; 57: 461-7.
- Jessen KA, Shrimpton PC, Geleijns J, et al. Dosimetry for optimization of patient protection in computed tomography. *Appl Radiat Isot* 1999; 50: 165-72.
- Wenjum He, Huda W, Magill D, et al. X-ray Tube Current Modulation and patient Doses in Chest CT. *Radiat Prot Dosimetry* 2011; 143: 81-7.
- Tyan YS, Tsai HY, Hung YL, et al. In vivo dose assessments of multi slice CT in abdominal examinations. *Radiat Meas* 2008; 43: 1012-16.
- Walter C, Wertz H, Loeb I, et al. Phantom and in- vivo measurements of dose exposure by imageguided. *Radiother Oncol* 2007; 85: 418-23.
- Ferreira CC, Vieira JW, Maia AF. The influence of calculated CT X-ray spectra on organ absorbed dose to a human phantom. *Nucl Instrum Methods Phys Res B* 2009; 267: 3447-55.
- Bouzarjomehri F, Shahbazi D, Zare MH. Conventional and Spiral CT dose indices in Yazd general hospitals. *J Radiat Res* 2006; 3: 183-9.
- Saberi fard J, Radmehr A. Review of frequency of abnormal imaging finding in magnetic resonance cholangiopancreatography. *ISMJ* 2009;12:149-56.
- Habibzadeh MA, Ay MR, Kamali asl AR, et al. Impact of miscentering on patient dose and image noise in X-ray CT imaging. *Physica Medica* 2012; 28: 191-9.
- Aroua A, Bochud FO, Valley JF, et al. Number of X-Ray examinations performed on paediatric and geriatric patients compared with adult patients. *Radiat Prot Dosimetry* 2007; 123: 402-8.
- Imhof H. Spiral CT and radiation dose. *Eur J Rad* 2003; 47: 29-37.
- Rothenberg LN. CT dosimetry and radiation safety RSNA. *RC* 2001; 823: 97.
- Kaul A, Bauer B, Bernhardt J, et al. Effective doses to the members of the public from the diagnostic application of the ionizing radiation in Germany. *Eur Radiol* 1997; 7: 1127-32.
- Galanski M, Nagel HD, Stamm G. Radiation exposure dosage in CT studies: results of a nationwide inquiry. *RoFo* 2000; 172: M164-8.
- Feng ST, Law MW, Huang B, et al. Radiation dose and cancer risk from pediatric CT examinations on 64-slice CT. *Eur J Radiol* 2010; 76: 19-23.
- Adliene A, Mockeviciene S. Discrepancy between Absorbed Dose Estimated from phantom Measurement and from Estimates using Data on Individual Head Sizes in Head CT. *Radiat Prot Dosimetry* 2010; 139:186-90.
- Sarycheva S, Golikov V, Kalnichy S. Studies of patient doses in interventional Radiological Examinations. *Radiat Prot Dosimetry* 2010; 139: 258-61.
- Verdun FR, Aroua A, Trueb PR, et al. Diagnostic and interventional radiology: a strategy to introduce reference dose level taking into account the national practice. *Radiat Prot Dosimetry* 2005; 114: 188-91.
- Michael F, Nitt-GrayMc. AAPM/RSNA Physics Tutorial For Residents: Topics in CT Radiation Dose in CT. *RadioGraphics* 2002; 22: 1541-53.
- John A, Thomas J, Andrew N, et al. CT Dosimetry: Comparison of Measurement Techniques and Devices. *RadioGraphics* 2008; 28: 245-53.

*Original Article*

## Radation distribution in head & thorax computerized tomography

M. Mahdavi <sup>1\*</sup>, M. Hoseinnezhad <sup>2</sup>, M. Vahabbi Moghaddam <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Physics Department, Scientific Faculty College, Mazandaran University IRAN

<sup>2</sup> Physics Department, Scientific Faculty, Guilan University IRAN

(Received 12 Jul, 2012      Accepted 15 Aug, 2012)

### *Abstract*

**Background:** Determination of the exposure levels in the computerized tomography (CT) practices is necessary to define the respected national reference levels, quality control of CT centers and the risk assessment for radiation induced cancers.

**Material and Methods:** On the basis of this necessity, the radiation exposure distribution due to common CT practices has been investigated at Razi Hospital CT center in Rasht using tissue-equivalent phantoms and the thermoluminescent dosimeters (TLD). The Head and Thorax phantoms were used with the standard dimensions incorporating holes at the center and edges for TLD placement. Dosimetry was carried out using LiF; Mg, Cu, P small chips due to their relatively tissue equivalence, high sensitivity convenient annealing procedure and the non-complex glow curve.

**Results:** Results showed that CTDI for Head is 52.85 mGy and for Body is 68.15mGy. CTDL<sub>w</sub> for Head is 13.67 mGy and for Body is 16.94mGy .

**Conclusion:** In comparison with other radiographical procedures, patient absorbed doses in CT imaging are usually very high. Content of dose is increased by increase of mAs.

**Keywords:** Dose, Computed Tomography (CT), Phantom, Thermoluminescent Dosimeters, CTDI.

\*Address for correspondence: Mazandaran, Babolsar University of Mazandaran Faculty of Science physic department.

E.mail: [m.mahdavi@umz.ac.ir](mailto:m.mahdavi@umz.ac.ir)

Website: <http://bpums.ac.ir>

Journal Address: <http://ismi.bpums.ac.ir>