

## ارائه‌ی روشی در تعیین دوز تیروئید ناشی از CT Brain کودکان زیر ۵ سال

غفاری ، علیرضا<sup>۱\*</sup> - معماری ، بهزاد<sup>۲</sup> - ره‌گشای ، محمد<sup>۳</sup> - بیات ، محمد<sup>۴</sup> - نجفی ، مسعود<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی هسته‌ای گرایش پرتو پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

۲- متخصص رادیولوژی و سونوگرافی و عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی زنجان (استادیار)

۳- دکترای مهندسی هسته‌ای و عضو هیئت علمی گروه مهندسی هسته‌ای دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی (دانشیار)

۴- کارشناس ارشد رادیوبیولوژی و حفاظت پرتویی

۵- کارشناس رادیولوژی

### چکیده

با توجه به اینکه عضو تیروئید یکی از حساس‌ترین اعضاها به تشعشع می‌باشد، ما در این مقاله برای توسعه و ساده‌سازی روش‌های محاسباتی دوز تیروئید برای کودکان زیر 5 سال که تحت آزمایشات سی‌تی‌اسکن مغز قرار گرفته‌اند، با استفاده از نرم‌افزار آیمپکت دوز نسخه‌ی 2.3 (آزمایشی) ضرایبی برای تبدیل  $CTDI_{vol}$  به دوز ارگان (تیروئید) در ازای Effective Diameter های مختلف و طول‌اسکن‌های متفاوت برای محدوده‌ی سنی نوزاد (پسر و دختر) و کودکان 1 تا 5 سال (پسر و دختر) برآورد کرده‌ایم. و همچنین میزان پرتوگیری تیروئید و دوز موثر تیروئید و میزان بروز احتمال سرطان مورد محاسبه و ارزیابی قرار گرفته است. هدف از این مقاله ارائه‌ی روشی ساده برای محاسبات دقیق‌تر دوز جذبی تیروئید نسبت به اندازه‌های بیمار می‌باشد.

کلمات کلیدی: تیروئید ، دوز موثر ، ضرایب تبدیل ، دوز جذبی ، دوز ارگان ،  $CTDI$

\* نویسنده‌ی مسئول : علیرضا غفاری، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای گرایش پرتو پزشکی

تلفن : 09191418093

ایمیل : Alirezagh1024@gmail.com

## ۱- مقدمه

طبق گزارش کمیته سازمان ملل متحد در زمینه‌ی پرتوهای اتمی، بیشترین دوز دریافتی توسط همگان از میان منابع مصنوعی مربوط به پرتوگیری پزشکی می‌باشد. استفاده از تابش‌های یونساز برای تشخیص‌های پزشکی و درمانی بسیار متداول شده است. پرتوهای ایکس به‌عنوان یک تابش یونساز در موارد تشخیصی، کاربرد گسترده‌ای یافته است. سی‌تی‌اسکن که از کاربردهای اخیر این پرتو بشمار می‌رود، بیشترین سهم پرتوگیری را تشکیل می‌دهد [1]. تابش پرتوهای یونیزان، به بافت‌های بدن بویژه اندام‌های حساس به تشعشع آسیب می‌رساند، تیروئید یکی از عضوهایی است که پرتوگیری آن حائز اهمیت می‌باشد [2]. در مطالعات اپیدمیولوژیک از جمعیتی که در معرض تابش قرار گرفته‌اند، حساسیت به پرتو، در کودکان نسبت به بزرگسالان بیشتر می‌باشد. نگرانی اصلی، سرطان تیروئید ناشی از تشعشع می‌باشد؛ زیرا اشعه مهم‌ترین عامل قابل اصلاح است. اگر چه کاملاً روشن نیست که چه مقدار اشعه باعث افزایش بروز سرطان تیروئید می‌شود. با توجه به حساسیت تیروئید در سنین کودکی، نگرانی درمورد تابش اشعه به غده تیروئید در سی‌تی‌اسکن کودکان افزایش یافته است. همچنین استفاده از مواد کنتراست یددار در سی‌تی‌اسکن تابش جذب شده توسط تیروئید را تا 35 درصد افزایش می‌دهد [3]. بنابراین در پرتودهی‌های پزشکی بایستی کاهش دوز دریافتی تیروئید بویژه در کودکان همواره مورد توجه خاص قرارگیرد. برای کاهش دوز توجه به نکات و مسایل حفاظتی از قبیل کیفیت کار دستگاه و روش‌های پرتودهی ضروری می‌باشد [3]. مفیدترین راه‌های ارزیابی دوز ارگان اندازه‌گیری مستقیم با استفاده از دوزیمتری TLDها و در فانتوم با استفاده از اتاقک یونیزاسیون یا TLDها و اندازه‌گیری غیرمستقیم از طریق CTDI (شاخص دوزسی‌تی‌اسکن) و همچنین استفاده از شبیه‌سازی به روش مونت کارلو است [4 و 5]. اندازه‌گیری غیرمستقیم نیاز به عوامل تبدیل (ضرایب تبدیل) دارد که Choonsik lee و همکاران عوامل تبدیل شاخص دوز سی‌تی‌اسکن به دوز ارگان تیروئید در سی‌تی‌اسکن سر در ولتاژ (KV) 120 برای نوزادان (پسرودختر) برابر 0.175 و برای کودکان 5 سال (پسر و دختر) 0.114 گزارش کرده‌اند [5]. و Choonsik lee و همکاران در مقاله دیگری برای نوزادان پسر

ضریب تبدیلی برابر با 0.167 و کودکان 5 سال پسر 0.124 منتشر کرده‌اند [6]. دوز تیروئید در این مقاله با تکمیل و توسعه عوامل تبدیل منتشر شده در مقالات مشابه به روش غیرمستقیم محاسبه گردیده است.

## ۲- مواد و روش

### ۱-۲ الگوریتم محاسبه‌ی دوز ارگان

ما برای محاسبه‌ی دوز ارگان (تیروئید) از الگوریتمی که بسیار آسان و سریع و بدون هزینه می‌باشد بهره برده‌ایم. به طوری که با استفاده از ضرایب تبدیل دوز (AL) که براساس پارامترهای بیمار و شرایط تابش و  $CTDI_{vol}$  بدست آمده از فایل اسکن دوز جذبی ارگان قابل محاسبه می‌باشد.

الگوریتم به شرح زیر می‌باشد:

$$D_{organ} = CTDI_{vol} \times AL \quad (1)$$

$D_{organ}$  = دوز ارگان بر حسب میلی‌گری (m Gy)

$CTDI_{vol}$  = دوز جذبی محاسبه شده از فایل اسکن

AL = ضریب تبدیل  $CTDI_{vol}$  به دوز ارگان

### 2-2 محاسبه‌ی دوز تیروئید

در این مقاله پروتکل بیمارانی که در بیمارستان وابسته به علوم پزشکی زنجان، تحت آزمایشات سی تی اسکن مغز با دستگاه فیلیپس قرار گرفته بودند مورد بررسی قرار گرفت؛ و بیماران در محدوده‌ی سنی متفاوتی طبقه بندی گردید. با بررسی پروتکل‌ها، مشاهده شد که طول اسکن در محدوده‌ی سنی کودکان زیر 5 سال به اندازه‌ای انتخاب شده که غده تیروئید مستقیماً تحت تابش اشعه می‌باشد؛ بنابراین بیشترین مقدار پرتوگیری تیروئید در آزمایشات سی تی اسکن مغز کودکان زیر 5 سال می‌باشند. پس تمرکز اصلی بیماران زیر محدوده‌ی سنی 5 سال می‌باشد. شرایط تابش در دو محدوده‌ی سنی نوزادان دختر و پسر زیر 1 سال و کودکان 1 تا 5 سال

دختر و پسر طبقه‌بندی گردید؛ و میانگین شرایط تابش در هر دو محدوده‌ی سنی در نظر گرفته شد: که در نوزادان پسر  $CTDI_{vol}$  برابر 23.07 میلی‌گری و طول اسکن 12.16 سانتی‌متر و جریانی برابر با 175 میلی‌آمپرتانیه و در نوزادان دختر  $CTDI_{vol}$  برابر 23.07 میلی‌گری و طول اسکن 12.02 سانتی‌متر و جریانی برابر 175 میلی‌آمپرتانیه و همچنین در کودکان 1 تا 5 سال پسر  $CTDI_{vol}$  برابر 27.94 میلی‌گری و طول اسکن 12.68 سانتی‌متر و جریانی برابر 213.3 میلی‌آمپرتانیه و در کودکان 1 تا 5 سال دختر  $CTDI_{vol}$  برابر 22.6 میلی‌گری و طول اسکن 12.98 سانتی‌متر و جریانی برابر 172 میلی‌آمپرتانیه و همچنین در هر دو محدوده‌ی سنی ولتاژ برابر 120 کیلوولت برآورد شد. با داشتن  $CTDI_{vol}$  و ضرایب تبدیل، دوز تیروئید با استفاده از معادله‌ی (1) محاسبه گردید.

3-2 محاسبه‌ی دوز موثر ( Effective Dose )

برای محاسبه‌ی دوز موثر می‌توان از سه روش زیر استفاده کرد:

1-3-2 استفاده از نرم افزار ایمپکت دوز

به منظور محاسبه‌ی دوز موثر به کمک نرم افزار ایمپکت دوز اطلاعات مربوط به بیماران (شامل قد، وزن، و جنس) و شرایط پرتونگاری ثبت و با این اطلاعات و وارد کردن آن در فایل ورودی نرم‌افزار دوز موثر محاسبه می‌شود [7].

2-3-2 با استفاده از DLP و ضرایب K [8 و 9]

$$DLP^* = CTDI_{vol} \times \text{Scan Length} \quad (2)$$

دوز موثر به شرح زیر برآورد می‌شود :

<sup>\*</sup> dose length product

$$E = DLP \times K \quad (3)$$

(ضرایب K در جدول شماره 2 مقاله [8])

2-3 با استفاده از دوز ارگان و فاکتور وزنی بافت ( $w_t$ ) [8 و 9 و 10]

$$E = D_{organ} \times W_t \quad (4)$$

یا

$$E = CTDI_{vol} (\text{ارگان اسکن شده}) \times W_t \quad (5)$$

در این مقاله دوز موثر تیروئید با این روش محاسبه گردیده و مقادیر فاکتور وزنی بافت در جدول 1 مشخص شده است .

جدول 1: فاکتورهای وزنی بافت یا ارگان از ICRP 103 [11]

Organ	Tissue Weighting Factor
Gonads	0.08
Bone marrow	0.12
Colon	0.12
Lung	0.12
Stomach	0.12
Breast	0.12
Bladder	0.04
Liver	0.04
Oesophagus	0.04
Thyroid	0.04
Skin	0.01
Bone (surface)	0.01
Salivary Glands	0.01
Brain	0.01
Remainder	0.12
TOTAL	1.00

\*Remainder tissues: Adrenals , Extrathoracic (ET) region, Gall bladder, Heart, Kidneys, Lymphatic nodes, Muscle, Oral mucosa, Pancreas, Prostate , Small intestine, Spleen, Thymus, Uterus/cervix .



4-2 احتمال بروز سرطان

خطر بروز سرطان (R) در یک ارگان خاص (T) تحت معاینات معمول سی تی اسکن برای کودکان زیر 5 سال در این مقاله با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید [12].

$$R = \sum R_t \cdot H_t \quad (6)$$

$$R_t = \text{ضریب خطر}$$

$$D_{\text{organ}} = \text{دوز معادل ارگان خاص}$$

یافته‌های حاصل از محاسبات در بخش بحث و نتیجه‌گیری منتشر شده و مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### 3- بحث و نتایج

#### 1-3 تعیین ضرایب تبدیل برای برآورد دوز ارگان تیروئید

ضرایب تبدیل با استفاده از نرم افزار IMPACT DOSE 2.3 تعیین گردید. این نرم افزار برای محاسبه‌ی دوز ارگان و دوز موثر بیماران که تحت معاینات سی تی اسکن قرار می‌گیرد، استفاده می‌شود. و براساس روش شبیه سازی مونت کارلو که در گزارش SR252 در سال 1993 توسط NRPB منتشر شده است عمل می‌کند [7]. و با توجه به اینکه دسترسی به نسخه اصلی این نرم افزار سخت و پرهزینه می‌باشد؛ از نسخه آزمایشی نرم افزار که محدودیت محاسبه‌ی دوز موثر و 60 درصد دوز ارگان‌ها را دارد استفاده گردید. ضریب تبدیل دوز ارگان (تیروئید) در سی تی اسکن سر برای دو محدوده‌ی سنی نوزادان پسر و دختر کمتر از یک سال و کودکان دختر و پسر 5 سال تعیین شد. مزیت این مقاله نسبت به روش‌های مشابه تعیین ضرایب برای طول اسکن‌های مختلف و Effective Diameter<sup>۳</sup> های مختلف است (جدول 2 و 4). در نوزادان پسر و دختر برای طول اسکن متوسط و Effective Diameter متوسط (11.2)، ضریب تبدیل به ترتیب 1.395 و 1.377 و میانگین انحراف معیار دوز  $\pm 0.009$  برآورد شد. و در کودکان پسر و دختر 5 سال برای طول اسکن متوسط و Effective Diameter متوسط (18.5)، ضرایب تبدیل به ترتیب 0.080 و 0.089 و میانگین انحراف معیار دوز به ترتیب  $\pm 0.002$  و  $\pm 0.006$  برآورد گردید. و این ضرایب تبدیل (AL) در ولتاژ 120 میلی آمپر ثانیه محاسبه گردیده و برای جریان‌های مختلف صادق می‌باشد.

جدول 2: ضرایب تبدیل (AL)، CTDI<sub>vol</sub> به دوز تیروئید در نوزادان دختر و پسر (کمتر از یک سال)

اسکن سر	طول اسکن	ضرایب تبدیل به ازای Effective Diameter								
		7.9	8.2	9.2	10.2	11.2	12.2	13.2	14.5	15.2

<sup>۳</sup> Effective Diameter =  $\sqrt{AP \times LAT}$  where AP and LAT are the anterior posterior (AP) and lateral (LAT) dimension, respectively, of the patient's cross section on the mid-level of the scan range [16].

T H Y R O I D Boy	<b>8.16</b>	0.257	0.253	0.257	0.262	0.265	0.269	0.274	0.278	0.282
	<b>9.16</b>	0.595	0.592	0.582	0.571	0.560	0.550	0.539	0.529	0.518
	<b>10.16</b>	0.991	0.982	0.950	0.918	0.886	0.854	0.822	0.790	0.759
	<b>11.16</b>	1.368	1.352	1.300	1.247	1.196	1.144	1.092	1.040	0.988
	<b>12.16</b>	1.610	1.590	1.524	1.458	1.395	1.393	1.261	1.195	1.129
	<b>13.16</b>	1.671	1.650	1.583	1.516	1.448	1.381	1.314	1.247	1.179
T H Y R O I D Girl	<b>8.02</b>	0.224	0.225	0.228	0.232	0.236	0.240	0.243	0.248	0.280
	<b>9.02</b>	0.546	0.543	0.534	0.525	0.516	0.507	0.498	0.489	0.480
	<b>10.02</b>	0.943	0.934	0.903	0.872	0.841	0.810	0.779	0.748	0.718
	<b>11.02</b>	1.328	1.313	1.261	1.209	1.157	1.104	1.052	1.000	0.948
	<b>12.02</b>	1.599	1.579	1.511	1.443	1.377	1.309	1.242	1.174	1.107
	<b>13.02</b>	1.679	1.658	1.587	1.515	1.444	1.372	1.301	1.230	1.158
	<b>14.02</b>	1.703	1.683	1.613	1.544	1.474	1.405	1.336	1.266	1.179

طول اسکن متوسط برای نوزاد پسر 12.16 سانتی‌متر و برای نوزاد دختر 12.02 سانتی‌متر و Effective Diameter

متوسط 11.2 سانتی‌متر می‌باشد.

جدول 3: انحراف معیار "میانگین" دوز تیروئید در محاسبات با ضرایب تبدیل به ازای Effective

Diameter ها و طول اسکن‌های متفاوت در نوزادان دختر و پسر (کمتر از یک سال)

اسکن سر	طول اسکن	انحراف معیار "میانگین" دوز تیروئید								
		7.9	8.2	9.2	10.2	11.2	12.2	13.2	14.5	15.2
T H Y R O I D Boy	<b>8.16</b>	0.008	0.004	0.002	0.003	0.005	0.009	0.008	0.004	0.001
	<b>9.16</b>	0.007	0.003	0.006	0.001	0.008	0.003	0.009	0.006	0.006
	<b>10.16</b>	0.002	0.009	0.006	0.009	0.005	0.002	0.005	0.004	0.009
	<b>11.16</b>	0.004	0.004	0.006	0.008	0.002	0.004	0.005	0.007	0.008
	<b>12.16</b>	0.009	0.005	0.003	0.005	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
	<b>13.16</b>	0.009	0.009	0.004	0.003	0.009	0.003	0.009	0.009	0.003
T	<b>8.02</b>	0.002	0.002	0.006	0.007	0.003	0.009	0.005	0.005	0.009



H	<b>9.02</b>	0.005	0.009	0.008	0.007	0.006	0.004	0.001	0.001	0.002
Y	<b>10.02</b>	0.009	0.009	0.006	0.007	0.003	0.003	0.005	0.009	0.008
R	<b>11.02</b>	0.009	0.005	0.003	0.006	0.009	0.009	0.001	0.005	0.004
O	<b>12.02</b>	0.006	0.009	0.006	0.009	0.009	0.003	0.009	0.006	0.005
I	<b>13.02</b>	0.009	0.001	0.009	0.001	0.009	0.005	0.001	0.009	0.002
D	<b>14.02</b>	0.008	0.009	0.004	0.005	0.009	0.002	0.006	0.007	0.001
Girl										

جدول 4: ضرایب تبدیل (AL)،  $CTDI_{vol}$  به دوز تیروئید در کودکان 1 تا 5 سال دختر و پسر

اسکن سر	طول اسکن	ضرایب تبدیل به‌ازای Effective Diameter								
		14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5
T H Y R O I D Boy	<b>8.68</b>	0.020	0.020	0.021	0.022	0.022	0.023	0.024	0.024	0.025
	<b>9.68</b>	0.028	0.028	0.029	0.030	0.031	0.031	0.032	0.033	0.034
	<b>10.68</b>	0.038	0.039	0.040	0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.046
	<b>11.68</b>	0.053	0.054	0.055	0.056	0.058	0.059	0.060	0.062	0.063
	<b>12.68</b>	0.074	0.076	0.077	0.079	0.080	0.082	0.083	0.085	0.086
	<b>13.68</b>	0.105	0.106	0.109	0.110	0.112	0.114	0.115	0.117	0.119
T H	<b>14.68</b>	0.164	0.166	0.168	0.170	0.172	0.174	0.177	0.179	0.181
	<b>8.98</b>	0.023	0.023	0.024	0.024	0.025	0.025	0.026	0.026	0.027
	<b>9.98</b>	0.031	0.031	0.032	0.032	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037

Y	<b>10.98</b>	0.042	0.043	0.044	0.045	0.046	0.047	0.048	0.050	0.051
R	<b>11.98</b>	0.058	0.059	0.061	0.062	0.064	0.065	0.067	0.069	0.070
O	<b>12.98</b>	0.081	0.083	0.085	0.087	0.089	0.091	0.093	0.094	0.096
I	<b>13.98</b>	0.115	0.117	0.119	0.122	0.124	0.127	0.129	0.131	0.134
D	<b>14.98</b>	0.196	0.199	0.201	0.204	0.206	0.209	0.212	0.214	0.217

طول اسکن متوسط برای کودکان پسر 1 تا 5 سال 12.68 سانتی متر و برای کودکان دختر 1 تا 5 سال 12.98 سانتی متر و

Effective Diameter متوسط 18.5 سانتی متر می باشد.

جدول 5 : انحراف معیار "میانگین" دوز تیروئید در محاسبات با ضرایب تبدیل به ازای Effective

Diameter ها و طول اسکن های متفاوت در کودکان 1 تا 5 سال پسر و دختر

اسکن سر	طول اسکن	انحراف معیار "میانگین" دوز تیروئید								
		<b>14.5</b>	<b>15.5</b>	<b>16.5</b>	<b>17.5</b>	<b>18.5</b>	<b>19.5</b>	<b>20.5</b>	<b>21.5</b>	<b>22.5</b>
T H Y R O I D Boy	<b>8.68</b>	0.009	0.009	0.002	0.008	0.009	0.002	0.009	0.008	0.002
	<b>9.68</b>	0.015	0.007	0.001	0.006	0.009	0.009	0.005	0.002	0.008
	<b>10.68</b>	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	<b>11.68</b>	0.015	0.006	0.003	0.009	0.009	0.001	0.008	0.011	0.005
	<b>12.68</b>	0.004	0.009	0.003	0.011	0.002	0.011	0.003	0.013	0.002
	<b>13.68</b>	0.004	0.004	0.013	0.006	0.004	0.015	0.008	0.002	0.009
T H Y	<b>14.68</b>	0.009	0.004	0.002	0.006	0.009	0.015	0.008	0.003	0.003
	<b>8.98</b>	0.009	0.003	0.009	0.003	0.008	0.006	0.009	0.006	0.007
	<b>9.98</b>	0.003	0.013	0.008	0.001	0.009	0.009	0.003	0.009	0.014
	<b>10.98</b>	0.009	0.005	0.002	0.004	0.006	0.009	0.013	0.011	0.008

R	<b>11.98</b>	0.011	0.005	0.009	0.008	0.011	0.001	0.011	0.011	0.005
O	<b>12.98</b>	0.004	0.005	0.002	0.003	0.006	0.009	0.011	0.011	0.009
I	<b>13.98</b>	0.008	0.005	0.003	0.009	0.008	0.003	0.003	0.013	0.003
D	<b>14.98</b>	0.003	0.009	0.006	0.006	0.009	0.001	0.013	0.003	0.008
Girl										

طول اسکن با توجه به بررسی پروتکل‌ها انتخاب شده است.

### 2-3 میزان پرتوگیری تیروئید

نتایج حاصل از محاسبات میزان پرتوگیری تیروئید، درازای میانگین ولتاژ و جریان و طول اسکن ناشی از CT Brain طبق جدول (6) برآورد شد. بیشترین مقدار دوز جذبی در نوزادان دختر و کمترین مقدار کودکان دختر 1 تا 5 سال می‌باشد. فاکتور اصلی که، باعث کم بودن مقدار دوز جذبی در نوزادان دختر نسبت به نوزادان پسر شده، طول اسکن می‌باشد (طول اسکن در نوزادان دختر 0.14 سانتی‌متر کمتر از نوزادان پسر می‌باشد).

جدول 6: دوز جذبی تیروئید بر حسب میلی‌گری (mGy)

محدوده‌ی سنی	نوزادان پسر کمتر از یکسال	نوزادان دختر کمتر از یکسال	کودکان پسر 1 تا 5 سال	کودکان دختر 1 تا 5 سال
میانگین میزان دوز جذبی تیروئید	$32.18 \pm 0.009$	$31.76 \pm 0.009$	$2.2 \pm 0.002$	$2.01 \pm 0.006$

و همچنین فاکتوری که باعث کم بودن میزان پرتوگیری کودکان 1 تا 5 سال دختر نسبت به کودکان 1 تا 5 سال پسر شده، جریان تیوب می‌باشد. مقادیر دوز جذبی بصورت میانگین بوده و برای محاسبه دقیق‌تر باید بر اساس طول اسکن و اندازه‌ی بیمار (Effective Diameter) که ضرایب متفاوتی معین شده است، محاسبه گردد.

### 3-3 مقادیر دوز موثر

وقتی تمام بدن بطور یکنواخت تحت تابش قرار می‌گیرد احتمال خطرات تصادفی مانند ایجاد سرطان و نواقص ارثی متناسب با میزان دوز جذبی فرض می‌شود. چون تابش یکنواخت تمام بدن کمتر اتفاق می‌افتد و بافت‌های متفاوت، دارای حساسیت متفاوت، در ایجاد خطرات تصادفی نسبت به اشعه می‌باشند. لذا سازمان ICRP اصطلاح فاکتور وزنی بافت یا Tissue Weighting Factor را معرفی کرده است. این فاکتور نسبت خطرات ایجاد شده برای هر بافت به خطرات ایجاد شده در اثر تابش یکنواخت تمام بدن، را بیان می‌کند (ارزیابی ریسک خطر و عوارض بیولوژیکی پرتوگیری).

جدول 7: میانگین دوز موثر

محدوده‌ی سنی	نوزادان	نوزادان	کودکان	کودکان
	پسر کمتر از یکسال	دختر کمتر از یکسال	پسر 1 تا 5 سال	دختر 1 تا 5 سال
میانگین دوز موثر تیروئید	$1.28 \pm 0.009$	$1.45 \pm 0.009$	$0.0892 \pm 0.002$	$0.0804 \pm 0.006$

دوز موثر در واقع توصیفگر دوزی که نشان دهنده‌ی تفاوت حساسیت بیولوژیکی هر بافت یا اندام می‌باشد [11]. دوز موثر تنها برای یک عضو تعریف نمی‌شود. بلکه برای کل بدن تعریف می‌شود، پس در یک آزمایش سی‌تی‌اسکن دوز موثر برای هر بافت یا اندام محاسبه و باهم جمع می‌گردد. که در این مقاله دوز موثر تیروئید در سی‌تی‌اسکن مغز کودکان زیر 5 سال با توجه به میانگین دوز محاسبه شده برای تیروئید (جدول 6) و با معادله‌ی (4) طبق جدول 7 محاسبه و ارائه گردیده است.

### 3-4 ارزیابی احتمال سرطان

میزان ابتلا به سرطان تیروئید در بسیاری از منابع آمده است، و در کشورهای توسعه یافته روند رو به رشد مشاهده شده است [3]. در جدول 8 احتمال خطر ناشی از تشعشع در آزمایشات سی‌تی‌اسکن مغز، که با حاصلضرب میانگین دوز معادل ارگان در فاکتور خطر منتشر شده در ICRP (ICRP 2007) برآورد و ارائه شده است.

جدول 8: برآورد خطر ابتلا به سرطان تیروئید در آزمایشات سی تی اسکن مغز

Nominal risk factor ( $10^{-4}\text{Sv}^{-1}$ )* $=32/5$				
محدوده‌ی سنی	نوزادان پسر کمتر از یکسال	نوزادان دختر کمتر از یکسال	کودکان پسر 1 تا 5 سال	کودکان دختر 1 تا 5 سال
Cancer probability $10^{-6}$	1045.85±0.009	1178.12±0.009	72.475±0.002	65.325±0.006
**Nominal risk factor values were obtained from Table A.4.2 of ICRP Publication 103(2007) report				

مشاهدات ما نشان می‌دهد که کودکان، بخصوص نوزادان کمتر از یکسال بیشتر در معرض قرار دارند. می‌توان به این نتیجه رسید که پارامترهای اسکن بخصوص محدوده‌ی اسکن نقش مهمی در خطر ابتلا به سرطان را دارد [12]. بنابراین باید حدامکان طول اسکن در سی تی اسکن مغز کودکان بهینه‌سازی شود.

### 3-5 ارزیابی نتیجه تعیین ضریب تبدیل

با توجه به پروتکل‌های بررسی شده  $\text{CTDI}_{\text{vol}}$  برای نوزادان دختر و پسر برابر 23.07 میلی‌گری می‌باشد. و ضریب تبدیل در سال 2015 در نوزادان در مقاله Choonsik lee برابر 0.168 منتشر شده [6] که طبق معادله‌ی 5 دوز جذبی تیروئید باید برابر 3.85 میلی‌گری باشد، درحالی که میزان دوز جذبی تیروئید (جدول 6) برای نوزادان زیر یکسال پسر  $32.18 \pm 0.009$  میلی‌گری و برای نوزادان زیر یکسال دختر  $31.76 \pm 0.009$  میلی‌گری محاسبه گردیده است. همچنین برای کودکان یک تا پنج سال ضریب تبدیل 0.124 و  $\text{CTDI}_{\text{vol}}$  کودکان یک تا پنج سال پسران و دختران به ترتیب 27.94 و 22.6 میلی‌گری می‌باشد، که میزان دوز جذبی برابر 3.46 و 2.80 میلی‌گری محاسبه می‌گردد در حالی که در جدول 6 میزان دوز جذبی به ترتیب  $2.2 \pm 0.002$  و  $2.01 \pm 0.006$  می‌باشد. بنابراین ضرایب تبدیل برای آگاهی از

میزان دقیق دوز جذبی باید براساس طول اسکن و Effective Diameter بیمار باشد. (تفاوت معنی دارد و دوز جذبی تیروئید در نوزادان ناشی از طول اسکن می باشد).

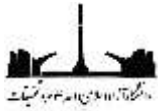
#### 4- نتیجه گیری

مشاهدات نشان می دهد که به علت بالا بودن طول اسکن در CT Brain کودکان، غده تیروئید در معرض تابش مستقیم قرار دارد. بنابراین آگاهی از میزان دوز دریافتی می تواند برای بهینه سازی دوز و کاهش خطراتی مانند سرطان ناشی از تشعشع سودمند باشد. روش های متعددی برای دوزیمتری وجود دارد ولی استفاده از روش های آسان می تواند مفیدتر باشد. یکی از این روش ها، استفاده از ضرایب تبدیل می باشد که برآورد دوز تیروئید را برای ما آسان می کند، در این مقاله ضرایب تبدیلی برای کودکان زیر 5 سال مشخص نموده ایم که تکنسین می تواند میزان دوز جذبی در Effective Diameter های مختلف و طول اسکن های متفاوت را مورد محاسبه و ارزیابی قرار دهد و بهینه ترین شرایط تابش را برای تصویربرداری مغز استفاده نماید. و همچنین می تواند از کالیبره بودن دستگاه اطمینان حاصل نماید.

#### 5- منابع

1. محمد، مهدوی؛ معصومه، حسین نژاد؛ مسعود، وهابی مقدم؛ حفاظت پرتوی بیمار در سی تی اسکن سر، کنفرانس هسته ای ایران، اسفند ۱۳۹۲.

2. Saeb M, Fatehi D, Thyroid exposure in brain CT-scan and skull X-ray, using different levels of mA and Kvp with and without thyroid shield. J Shahrekord Univ Med Sci 2011 June, July; 13(2): 19-25. Persian.
3. Bridget Sinnott, Elaine Ron, Arthur B. Schneider, Exposing the Thyroid to Radiation: A Review of Its Current Extent, Risks, and Implications, Department of Medicine, the Section of Endocrinology, Diabetes, and Metabolism, Chicago, 2010 Jul 21.
4. Justin E, Ngaile and Peter K, Msaki, Estimation of patient organ Doses, from CT examinations in Tanzania, Department of Physics, University of Dar es Salaam, 12 May 2006.



5. Choonsik Lee, Kwang Pyo Kim,, Daniel J. Long and Wesley E. Bolch,, Organ doses for reference pediatric and adolescent patients undergoing computed tomography estimated by Monte Carlo simulation, 2012 American Association of Physicists in Medicine .
6. Choonsik Lee, Kwang Pyo Kim, Wesley E Bolch , Brian E Moroz and Les Folio, NCICT: a computational solution to estimate organ doses for pediatric and adult patients undergoing CT scans, Journal of Radiological Protection, USA, 26 November 2015.
7. Hossein Sadra1, Mohamad reza Deevband, Darius Sardary Estimated organ and effective dose from CT examinations using software impact at Shahid Beheshti University of Medical Sciences hospitals, *The Quarterly journal of School of Medicine*, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Vol.39; No.1, ( 2016/1/27).
8. Jodie A. Christner, James M. Kofler, Cynthia H. McCollough, Estimating Effective Dose for CT Using Dose–Length Product Compared With Using Organ Doses: Consequences of Adopting International Commission on Radiological Protection Publication 103 or Dual-Energy Scanning, American Roentgen Ray Society, AJR:194, April 2010.
9. Robert D Prins, Raymond H Thornton, C Ross Schmidlein, Brian Quinn, Hung Ching and Lawrence T Dauer, Estimating radiation effective doses from whole body computed tomography scans based on U.S. soldier patient height and weight, BMC Medical Imaging, New York, USA , 2011.
10. M.R. Ay, M. Shahriari2, S. Sarkar, P. Ghafarian, Measurement of organ dose in abdomen/pelvis CT exam as a function of mA, KV and scanner type by Monte Carlo method, Department of Physics, Amir Kabir University, Iran. J. Radiat. Res., 2004; 1(4): 187-194.
11. International Commission on Radiological Protection. 2007 Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 103. Ann ICRP 37 (2-4) 2007.
12. M.K.A.KARIM, S.HASHIM, A.SABARUDIN, D.A. BRADLEY & N.A. BAHRUDDIN, Evaluating Organ Dose and Radiation Risk of Routine CT Examinations in Johor, Malaysia, Sains Malaysiana 45(4)(2016): 567–573.
13. Walter Huda, Alexander Sterzik, Sameer Tipnis, and U. Joseph Schoepf, Organ doses to adult patients for chest CT, Department of Radiology and Radiological Science, Medical University of South Carolina, 27 January 2010.
14. Hamid Badrian, Mahnaz Sheikhi, Atefeh Mirzabagherian, Navid Khalighinezhad, Evaluation of the absorbed dose of the thyroid gland in conventional spiral and spiral computed tomography techniques, Journal of Isfahan Dental School 2012; 8 (2): 143-150.
15. Khalilpour, M. Norouzzadeh, SH. I Dadras M, Assessment of Brain absorbed X-ray dose during CT- Scan using ImPACT software in Tehran University hospitals, Tehran University Medical Journal; Vol. 67, No. 4, July 2009: 257-261.
16. AAPM 2011 Size-Specific Dose Estimates (SSDE) in Pediatric and Adult Body CT Examinations.