



محاسبه دوز جذبی در ارگان‌های حساس سر و گردن در حین سی تی اسکن مغز با استفاده از کد MCNPX

نفر، زهرا*^(۱) - غفاری، علی رضا^(۱)

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی هسته‌ای

چکیده:

هنگام انجام سی تی اسکن مغز، ارگان‌های سر و گردن، دوزهای تابشی بالادریافت می‌کنند، که دریافت بیش از حد استاندارد آن باعث ایجاد انواع سرطان‌ها در بیمار می‌شود، بنابراین اندازه‌گیری دوز جذبی در این ارگان‌ها بسیار مهم می‌باشد. هدف از این مطالعه اندازه‌گیری دوز جذبی ارگان‌های مهم در سی تی اسکن مغز می‌باشد نتایج نشان می‌دهند که آهنگ دوز جذبی به موقعیت چشمه نسبت به سر، انرژی چشمه و نوع بافت بستگی دارد. در این مطالعه نتایج با استفاده از کد MCNPX و شبیه‌سازی فانتوم سر زوبال بدست آمده است.

کلمات کلیدی: سی تی اسکن مغز، آهنگ دوز جذبی، کد MCNPX، فانتوم سر زوبال

Calculation of absorbed dose in sensitive organs of the head and neck during brain CT scan using MCNPX code Nafar, Zahra⁽¹⁾ – Ghafari, Alireza⁽¹⁾

1- Islamic Azad University Arsanjan Branch, Faculty of Engineering, Department of Nuclear Engineering

Abstract:

When performing a brain CT scan, the head and neck organs receive high radiation doses, that over-standardization causes a variety of cancers in the patient, so measuring absorption dose in these organs is very important. The purpose of this study was to measure the absorption dose of important organs in brain CT scan. Results show that the absorbed dose rate depends on the source position relative to the head, the energy of the source, and the type of tissue. In this study, the results are obtained using the MCNPX code and simulation of the Zubal head phantom.

Key words: brain CT scan, absorbed dose rate, MCNPX code, Zubal head phantom

مقدمه:

در سال ۱۸۹۶ ویلیام رونتگن پرتو ایکس را کشف کرد. او این نام را برگزید بدون اینکه به طبیعت آن توجه کند. چند ماه بعد از کشف رونتگن محققان به این نتیجه رسیدند که می‌توان از پرتو ایکس برای اهداف درمانی و تشخیصی استفاده کرد. در سال ۱۹۱۳، ویلیام دی کولیج به وسیله‌ی یک لوله‌ی خلا شامل یک کاتد داغ تنگستن، پایه‌ای برای ادامه‌ی استفاده از تکنولوژی پرتو ایکس را ایجاد کرد [۱].



امروزه به طور گسترده از پرتو ایکس در انرژی‌های مختلف برای تصویربرداری از اعضای بدن استفاده می‌شود که این روش را سی‌تی‌اسکن می‌نامند. سی‌تی‌اسکن کاربردهای متعددی را در تشخیص پزشکی داراست که از آن جمله می‌توان به ایجاد تصویر سه بعدی با کیفیت بالا در مدت زمان کم اشاره کرد. مشکل عمده سی‌تی‌اسکن در مقایسه با مدل‌های دیگر تصویربرداری، ایجاد دوزهای تابشی بالا برای بیمار می‌باشد، دوز تابشی سی‌تی‌اسکن به یک نگرانی عمومی تبدیل شده است [۲،۳].

با وجود آنکه تصویربرداری سی‌تی‌اسکن فقط ۱۱ درصد تمام تصویربرداری‌ها را تشکیل می‌دهد ولی ۶۷ درصد پرتوگیری ناشی از موارد تشخیص را به خود اختصاص داده است. بنابراین اندازه‌گیری دوز جذبی در این ارگان‌ها بسیار مهم می‌باشد. هنگام انجام سی‌تی‌اسکن از ناحیه سر و گردن، ارگان‌های حیاتی دیگر مثل چشم‌ها، جمجمه، گردن، مری، مغز، تیروئید و... نیز دوزهای تابشی بالا دریافت می‌کنند، که دریافت بیش از حد استاندارد آن باعث ایجاد انواع سرطان‌ها در بیمار می‌شود، بنابراین اندازه‌گیری دوز جذبی در این ارگان‌ها بسیار مهم می‌باشد [۴]. در این مطالعه، هدف اندازه‌گیری دوز جذبی ارگان‌های مهم سر و گردن در سی‌تی‌اسکن سر است و برای این منظور، از شبیه‌سازی هدا شتابدهنده و گانتی خودداری شده است و بیشتر تمرکز بر روی تاثیرات پرتو گاما با حدود انرژی مورد استفاده در سی‌تی‌اسکن است.

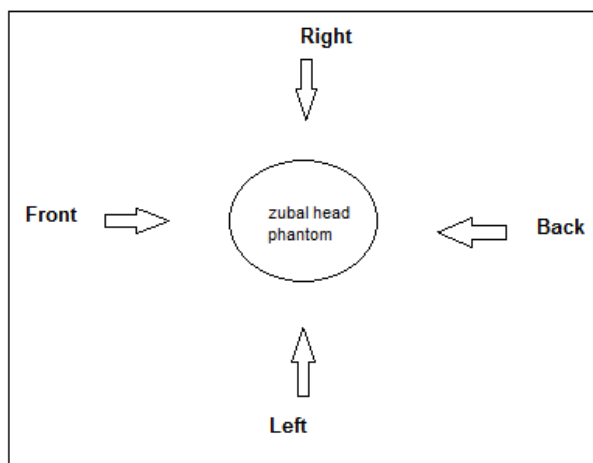
روش کار :

در این مطالعه از فانتوم سر زوبال استفاده شده است که یک تومور کروی به قطر ۱ سانتی‌متر در سمت چپ مغز در ناحیه‌ی ماده‌ی سفید مغزی قرار گرفته است. چشمه‌ی نقطه‌ای فوتون در فاصله‌ی ۲۵ سانتی‌متری از سطح پوست قرار گرفته است. مشخصات مربوط به مواد در فانتوم سر زوبال در جدول ۱ آمده است. در این مطالعه فرض بر این است که چشمه اشعه‌ی ایکس از برخورد الکترون به تنگستن بدست می‌آید که الکترون‌ها از یک شتابدهنده با جریان ۱۲۰ میلی‌آمپر تولید می‌شوند. از آنجایی که در سی‌تی‌اسکن از گانتی استفاده می‌شود و پرتوها در زاویه‌های مختلف به سر برخورد می‌کنند در این مطالعه چشمه در چهار جهت نسبت به فانتوم سر (جلو سر، پشت سر، چپ سر و راست سر) قرار گرفته است که شکل قرارگیری چشمه نسبت به فانتوم در شکل ۱ نشان داده شده است. شبیه‌سازی‌ها با استفاده از کد MCNPX و برای 2×10^8 ذره انجام شده است. برای هر یک از جهت‌های قرارگیری چشمه نسبت به فانتوم دوز جذبی ارگان‌های حساس سر و گردن با استفاده از تالی F6 در ۹ انرژی مختلف محاسبه گردیده است. انرژی‌ها از ۵۰ کیلو الکترون ولت تا ۱۳۰ کیلو الکترون ولت با گام‌های ۱۰ کیلو الکترون ولت تغییر می‌کنند.

جدول شماره (۱): مشخصات مواد در فانتوم سر زوبال

چگالی (g/cm ³)	Ca	K	Cl	P	Na	O	N	C	H	بافت
۱/۰۹	-	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۶۴۵	۰/۰۴۲	۰/۲۰۴	۰/۱۰۰	پوست

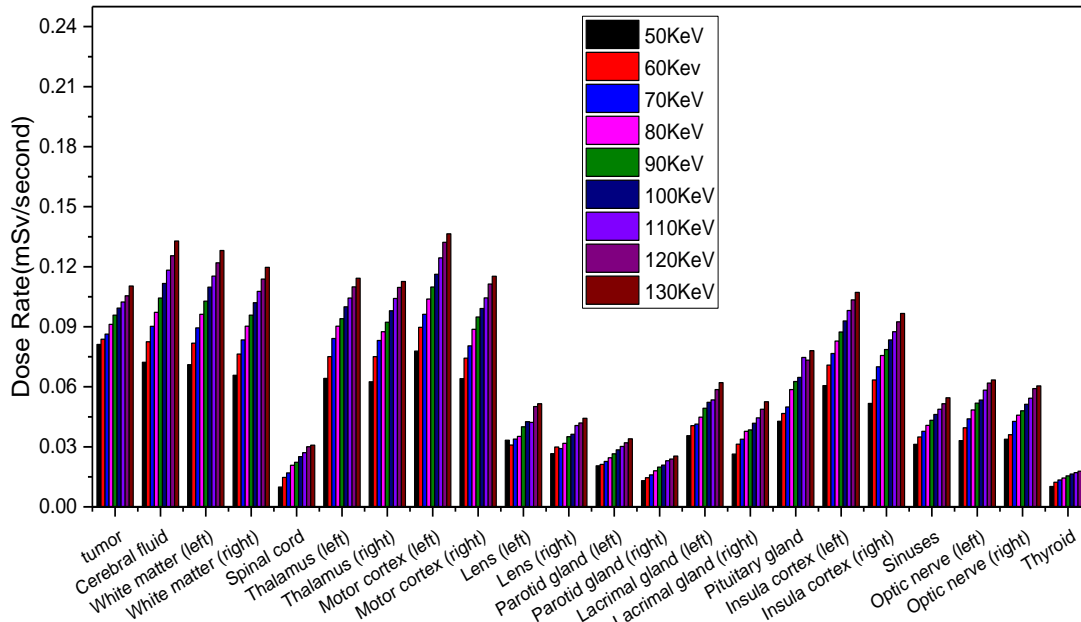
۱/۰۳۸	-	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۷۱۲	۰/۰۲۲	۰/۱۴۵	۰/۱۰۷	نخاع
۱/۶۱	۰/۱۷۶	-	-	۰/۰۸۱	۰/۰۰۱	۰/۴۳۵	۰/۰۴۰	۰/۲۱۲	۰/۰۵۰	جمجمه
۱/۱۰	-	-	۰/۰۰۳	۰/۰۲۲	۰/۰۰۵	۰/۷۴۴	۰/۰۲۲	۰/۰۹۹	۰/۰۹۶	غضروف
۱/۰۷	-	-	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۶۴۶	۰/۰۵۷	۰/۱۹۵	۰/۰۹۶	عدسی
۱/۰۵	-	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۷۱۰	۰/۳۴۰	۰/۱۴۳	۰/۱۰۲	ماهیچه
۱/۰۷۶	-	۰/۰۰۲	-	۰/۰۰۱	-	۰/۸۰۳	۰/۰۱۷	۰/۰۶۹	۰/۱۰۷	چشم
۱/۰۰۷	-	-	۰/۰۰۴	-	۰/۰۰۵	۰/۸۸۰	-	-	۰/۱۱۱	مایع نخاعی
۱/۰۵	-	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۷۴۵	۰/۰۲۴	۰/۱۱۹	۰/۱۰۴	تیروئید
۰/۹۵	-	-	۰/۰۰۱	-	۰/۰۰۱	۰/۲۷۸	۰/۰۰۷	۰/۵۹۸	۰/۱۱۴	بافت چربی
۱/۱۸	۰/۰۷۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱	۰/۳۶۷	۰/۰۲۸	۰/۴۰۴	۰/۰۸۵	spongiosa
۱/۰۴۳	-	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۶۶۱	۰/۰۲۵	۰/۱۹۴	۰/۱۰۶	ماده سفید
۱/۰۳۹	-	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۷۶۷	۰/۱۸۰	۰/۰۹۵	۰/۱۰۷	ماده خاکستری



شکل شماره (۱): شکل نمادینی از قرارگیری چشمه در جهت های مختلف

نتایج :

آهنگ دوز جذبی در ارگان‌های حساس سر و گردن در ۹ انرژی مختلف حاصل از برهم‌نهی ۴ جهت متفاوت قرارگیری چشمه نسبت به سر در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل شماره (۲): آهنگ دوز جذبی در ارگان‌های حساس سر و گردن در ۹ انرژی مختلف از نمودار شکل ۲ برمی‌آید که افزایش انرژی چشمه موجب افزایش دوز جذبی در ارگان‌ها شده است که مقدار افزایش آن به نوع بافت و چگالی آن بستگی دارد. در جدول ۲ مقادیر عددی آهنگ دوز جذبی بر حسب $mSv/second$ قرار داده شده است.

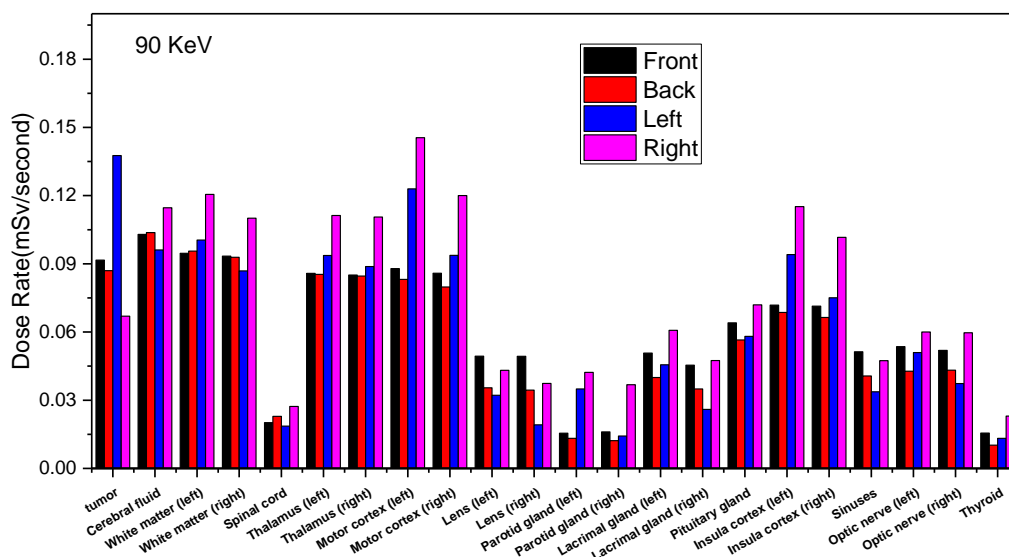
جدول شماره (۲): آهنگ دوز جذبی ($mSv/second$) در ارگان‌های حساس سر و گردن در انرژی‌های مختلف (بر حسب KeV)

بافت	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
تومور	۰/۰۸۱	۰/۰۸۴	۰/۰۸۶	۰/۰۹۱	۰/۰۹۶	۰/۰۹۹	۰/۱۰۲	۰/۱۰۵	۰/۱۱۰
مایع نخاعی	۰/۰۷۲	۰/۰۸۳	۰/۰۹۰	۰/۰۹۷	۰/۱۰۴	۰/۱۱۱	۰/۱۱۸	۰/۱۲۵	۰/۱۳۳
ماده سفید (چپ)	۰/۰۷۱	۰/۰۸۲	۰/۰۸۹	۰/۰۹۶	۰/۱۰۳	۰/۱۱۰	۰/۱۱۵	۰/۱۲۲	۰/۱۲۸
ماده سفید (راست)	۰/۰۶۶	۰/۰۷۶	۰/۰۸۳	۰/۰۹۰	۰/۰۹۶	۰/۱۰۲	۰/۱۰۸	۰/۱۱۴	۰/۱۲۰
نخاع	۰/۰۰۹	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۲۱	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۷	۰/۰۳۰	۰/۰۳۱
تالاموس (چپ)	۰/۰۶۴	۰/۰۷۵	۰/۰۸۴	۰/۰۹۰	۰/۰۹۴	۰/۱۰۰	۰/۱۰۴	۰/۱۱۰	۰/۱۱۴
تالاموس (راست)	۰/۰۶۲	۰/۰۷۵	۰/۰۸۳	۰/۰۸۷	۰/۰۹۲	۰/۰۹۸	۰/۱۰۴	۰/۱۱۰	۰/۱۱۳



۰/۱۳۶	۰/۱۳۲	۰/۱۲۴	۰/۱۱۶	۰/۱۱۰	۰/۱۰۴	۰/۰۹۶	۰/۰۹۰	۰/۰۷۸	مغز (چپ)
۰/۱۱۵	۰/۱۱۱	۰/۱۰۴	۰/۰۹۹	۰/۰۹۵	۰/۰۸۹	۰/۰۸۰	۰/۰۷۴	۰/۰۶۴	مغز (راست)
۰/۰۵۲	۰/۰۵۰	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۰	۰/۰۳۵	۰/۰۳۴	۰/۰۳۱	۰/۰۳۳	عدسی (چپ)
۰/۰۴۴	۰/۰۴۲	۰/۰۴۱	۰/۰۳۶	۰/۰۳۵	۰/۰۳۲	۰/۰۲۹	۰/۰۳۰	۰/۰۲۶	عدسی (راست)
۰/۰۳۴	۰/۰۳۲	۰/۰۳۰	۰/۰۲۸	۰/۰۲۶	۰/۰۲۴	۰/۰۲۳	۰/۰۲۱	۰/۰۲۰	غده بناگوشی (چپ)
۰/۰۲۵	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	غده بناگوشی (راست)
۰/۰۶۲	۰/۰۵۸	۰/۰۵۳	۰/۰۵۲	۰/۰۴۹	۰/۰۴۵	۰/۰۴۱	۰/۰۴۱	۰/۰۳۵	غده اشکی (چپ)
۰/۰۵۲	۰/۰۴۹	۰/۰۴۴	۰/۰۴۲	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۴	۰/۰۳۱	۰/۰۲۶	غده اشکی (راست)
۰/۰۷۸	۰/۰۷۳	۰/۰۷۵	۰/۰۶۵	۰/۰۶۳	۰/۰۵۹	۰/۰۵۰	۰/۰۴۷	۰/۰۴۳	غده هیپوفیز
۰/۱۰۷	۰/۱۰۳	۰/۰۹۸	۰/۰۹۳	۰/۰۸۷	۰/۰۸۳	۰/۰۷۷	۰/۰۷۱	۰/۰۶۱	دیواره مغز (چپ)
۰/۰۹۷	۰/۰۹۲	۰/۰۸۷	۰/۰۸۳	۰/۰۷۹	۰/۰۷۶	۰/۰۷۰	۰/۰۶۳	۰/۰۵۲	دیواره مغز (راست)
۰/۰۵۴	۰/۰۵۱	۰/۰۴۹	۰/۰۴۶	۰/۰۴۳	۰/۰۴۱	۰/۰۳۸	۰/۰۳۵	۰/۰۳۱	سینوسها
۰/۰۶۳	۰/۰۶۲	۰/۰۵۸	۰/۰۵۳	۰/۰۵۲	۰/۰۴۸	۰/۰۴۴	۰/۰۴۰	۰/۰۳۳	عصب چشم (چپ)
۰/۰۶۰	۰/۰۵۹	۰/۰۵۴	۰/۰۵۱	۰/۰۴۸	۰/۰۴۶	۰/۰۴۳	۰/۰۳۶	۰/۰۳۴	عصب چشم (راست)
۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰	تیروئید

نحوه‌ی قرارگیری چشمه نسبت به سر یکی دیگر از عواملی است که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ۳ نمودار آهنگ دوز جذبی برای ۴ جهت مختلف قرارگیری چشمه نسبت به سر را نشان می‌دهد در این نمودار انرژی چشمه برابر با ۹۰ کیلو الکترون ولت در نظر گرفته شده است.



شکل شماره (۳): آهنگ دوز جذبی در ارگان‌های حساس سر و گردن در انرژی ۹۰ کیلو الکترون ولت

بحث و نتیجه‌گیری:

مشکل عمده‌ی سی‌تی‌اسکن در مقایسه با مدل‌های دیگر تصویربرداری، ایجاد دوزهای تابشی بالا در بدن بیمار می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که آهنگ دوز جذبی توسط ارگان‌های حساس سر و گردن در سی‌تی‌اسکن مغز کمتر از نیم میلی‌سیورت است. با توجه به جدول ۲ دیده می‌شود که با افزایش انرژی میزان دوز جذبی افزایش می‌یابد که قابل پیش‌بینی بود، و این روند افزایشی برای تمام جهتها وجود دارد. با افزایش چگالی بافت، دوز جذبی افزایش پیدا می‌کند و عامل دیگری که بر روی دوز جذبی تاثیرگذار است جهت قرارگیری چشمه نسبت به سر و فاصله‌ی چشمه نسبت به ارگان‌ها است به طوری که، ارگان‌های نزدیک‌تر به چشمه دوز بیشتری را دریافت می‌کنند. در این مطالعه بافت‌های سر و گردن با جزئیات، مورد بررسی قرار گرفته‌اند و با مقایسه نتایج، با گزارش ICRP 130 نتیجه می‌شود که استفاده از سی‌تی‌اسکن در فواصل طولانی (هر ده سال یک بار) خطری را برای بیمار نخواهد داشت. برای مثال در مورد عدسی چشم طبق نتایج این مطالعه، در طول یک سی‌تی‌اسکن که زمانی بین سه تا چهار دقیقه طول می‌کشد کل دوز جذبی چشم در حدود یک صدم سیورت است. این در حالی است که در گزارش ICRP 130 حد آستانه‌ی دوز برای عدسی چشم حدود نیم سیورت است.



مراجع :

- [1] United Nations Scientific Committee on the Atomic Radiation. Ionizing Radiation: levels and effects. New York. 1972.
- [2] Ferria C.C, Vieira J.W , Maia A.F. The influence of calculated CT X-ray spectra on organ absorbed dose to a human phantom, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 267 3447–3455(2009).
- [3] M.M. Rehani, G. Bongartz, S.J. Golding, L. Gordon, W. Kalender, T. Murakami, P. Shrimpton, R. Albrecht, K. Wei, Ann. ICRP Rep. 87 30 (2001) .
- [4] KHarita MH, Wali Kh (Department of Protection and Safety, Atomic Energy Commission, Syria). Patient management practice in Computed Tomography with special emphasis to Pediatric Patients. Department of Protection and Safety. Atomic Energy Commission, Damascus; 2010. Report No.: 906.