Archive of SID

پژوهشی

فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران
سال پانزدهم شماره ۴۷ فصل تابستان سال ۱۳۸۴

طراحی نرم افزار رایانه‌ای جهت محاسبه حفاظ اضافی مورد نیاز بخش های پرتونگاری تشخیصی

سید علی رحیمی (M.Sc.)* سعید سرکار (Ph.D.)**
محمدجواد ابوالحسنی (Ph.D.)** شکرا... سالار (M.Sc.)***

چکیده

سابقه و هدف : حفاظ‌گذاری ساختمانی در بخش های پرتونگاری تشخیصی، معمولا بر اساس پیشنهادات شورای ملی اندازه گیری و حفاظت در برابر تابش (NCRP49) اجرا می شود. در این پروژه با طراحی نرم افزار کامپیوتری، بر اساس مدل ترکیبی(Simpkin) که تضعیف پرتوهای ناشی از مصالح و تأسیسات ساختمان که از قبل در محل موجود می‌باشند و استفاده هم زمان از چند منبع پرتونگاری در پتانسیل‌های مختلف را مد نظر دارد (بر خلاف روش‌های دیگر)، حفاظ اضافی مورد نیاز محاسبه گردید.

مواد و روش‌ها : در نرم‌افزار طراحی شده جهت تعیین ضخامت حفاظ اضافی از اطلاعات مربوط به نمودارهای تضعیف تابش، حد دز مجاز منطقه مورد بررسی ،حجم کار هفتگی، ضریب کاربرد، ضریب اشغال، فاصله منطقه اشغال شده از منبع اشعه و بیمار، حد دز معادل هفتگی (p) براساس نوع منطقه، جنس مصالح ساختمانی، ضخامت حفاظ ساختمانی موجود، زاویه پراکندگی، میزان مجاز نشت پرتو و میدان تابش استفاده گردید. در مرحله بعد یک بانک اطلاعاتی از تمام ضرایب جداول و نمودارهای مورد نیاز، که با استاندارد حفاظ گذاری مطابقت دارد ایجاد شد. معادلات حفاظ گذاری، به زبان (visual Basic) پیش‌رفته که تحت ویندوز نیز می‌باشد، تبدیل گردید. اطلاعات و متغیرهای مورد نیاز به نرم افزار داده شد و سپس با استفاده از نمودارهای تضعیف که به صورت بانک‌های اطلاعاتی می‌باشد تبدیل شد و نیز با استفاده از معادلات حفاظ گذاری، حفاظ اضافی مورد نیاز با دقت و در زمان اندک محاسبه گردید.

یافته‌ها : نتایج این پروژه، با توجه به بررسی های به عمل آمده در بخش پرتو نگاری، حاکی از این است که در اکثر موارد در بخش‌های پرتونگاری حفاظ مورد نیاز به کار نرفته و در مواردی نیز بیش از حد نیاز حفاظ گذاری شده است. در حالتی که ضریب کاربرد مخالف صفر باشد، ضخامت حفاظ مورد نیاز با روش NCRP49 حدود ۲۰ درصد کم تر از مقدار مورد نیاز محاسبه می‌شود، که در این بررسی تخمین نادرست NCRP49 اصلاح شد. در حالتی که ضریب کاربرد برابر با صفر باشد (یعنی تنها مانع ثانویه مد نظر است) ضخامت حفاظ مورد نیاز در حدود ۱۵ درصد کم تر از ضخامت مانع سربی و در حفاظ بتونی مقدار ۸ درصد کم تر از ضخامت محاسبه شده روش McGuire می‌باشد؛ به طوری که تخمین بیش از حد حفاظ مورد نیاز روش McGuire نیز در این نرم افزار پیشنهادی اصلاح شد.

استنتاج : نتایج نشان داد که اختلاف بین مقادیری که محاسبات تئوری پیش‌بینی می کند با نتایج نرم‌افزار به کار رفته در این پروژه، مضربی ناچیز از $\chi^2 = 10^{-5}$ می‌باشد که نشان دهنده دقت و صحت بالای کارآیی این نرم‌افزار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی : پرتونگاری تشخیصی ، حفاظ اضافی ، نمودارهای تضعیف ، مصالح ساختمانی

* کارشناس ارشد فیزیک پزشکی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی مازندران ✉ ساری : کیلومتر خزرآباد- دانشکده بهداشت
** متخصص فیزیک پزشکی، اعضای هیئت علمی و استادیار دانشگاه علوم پزشکی تهران *** کارشناس ارشد فیزیک پزشکی بیمارستان ۱۷ شهریور آمل

تاریخ دریافت : ۸۳/۳/۲۳ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۸۳/۸/۱۳ تاریخ تصویب: ۸۳/۱۰/۱۶

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-13]

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

اشعه X قسمتی از طیف الکترومغناطیسی است که خاصیت یون سازی دارد . به دلیل آثار مخرب پرتوهای یونیزان ناشی از دستگاه های اشعه X ، قوانین بین المللی در مورد کنترل و حفاظت در برابر پرتو ، برای بیماران و کارکنان، در بخش های پرتونگاری (x-ray) وجود دارد (۱). درسال‌های اخیر، به‌دلیل‌خطرات ناشی ازتابش‌گیری بیش از حد مجاز و اثرات مخرب آن، ضرورت تعیین استانداردهای حفاظ گذاری جهت کاهش پرتو دهی به بیماران وکارکنان و رعایت اصول حفاظت در برابر پرتو به طور جدی توسط متخصصین فیزیک پزشکی مورد بررسی قرار گرفته است. تعیین استانداردهای حفاظ گذاری در بخش های پرتو نگاری اولین بار در شورای ملی اندازه‌گیری و حفاظت در برابر تابش (NCRP49) [1] گزارش شد. پیش از این روش‌های تحلیلی دیگری برای طراحی حفاظ مورد استفاده قرار می‌گرفت که به علت عدم کارایی مناسب، محاسبه نادرست حفاظ مورد نیاز، در حال حاضر استفاده نمی‌شوند.

در NCRP49 فرض بر این است که پرتوهای اولیه که از منبع x-ray خارج می شوند مستقیما به مصالح ساختمانی برخورد می‌کنند و ازتضعیف پرتو اولیه توسط بیمار و سخت‌افزارهای مربوطه (نظیر کاست، نگه دارنده‌های کاست، تیوب پرتو X و میز پرتونگاری) صرف نظر شده است(۲) هم چنین حفاظ اولیه در حالت حداکثر پتانسیل بهره برداری در نظر گرفته شده و برای مقادیر پایین Kvp (نظیر ماموگرافی) توضیح داده نشده است، ضمن این‌که به داده‌های تضعیف در ژنراتورهای سه فاز، که امروزه بیش ترین استفاده را در منابع x-ray دارند نیز اشاره نشده است(۳).

طراحی حفاظ برای تأسیسات x-ray تشخیصی، عموما براساس اصل ALARA [2] انجام می‌شود. این اصل به‌این‌معنی است‌که میزان پرتو دریافتی براساس‌ملاحظات فنی و اقتصادی هر چه کم تر باشد، بهتر است. اخیرا روش‌های تحلیلی دیگری برای طراحی حفاظ ساختمانی در برابر تابش برای تأسیسات x-ray تشخیصی به کار گرفته شده است(۳).

بررسی به عمل آمده نشان داد نرم‌افزارهای طراحی شده بر پایه گزارش NCRP49 قادر به محاسبه دقیق حفاظ اضافی مورد نیاز نمی‌باشد. Archerو همکاران (۱۹۸۳) با ارائه یک مدل جدید تخمین‌های نادرست مدل NCEP49 را اصلاح نمودند(۱). آن‌ها روشی را برای‌تعیین دقیق ضخامت‌مانع ثانویه‌مورد نیازبرای کاهش پرتوگیری تا حد مجاز (MPD) را ارائه نمودند. بررسی به عمل آمده نشان داد نرم افزار طراحی شده Archer و همکاران(۱۹۸۳) نیز به دلیل در نظر نگرفتن وجود چند منبع پرتونگاری‌که در یک اتاق واحد بهره‌برداری می شوند و در نظر نگرفتن حفاظ اضافی موجود قادر به محاسبه دقیق حفاظ اضافی مورد نیاز نمی‌باشد(٤).

روش پیشنهادیArcher توسط McGuire (۱۹۸۶) بررسی وتکمیل شد. McGuire روشی جهت انجام محاسبه حفاظ دراتاق‌های تشخیصی‌که از منابع چند گانه تابش تحت پتانسیل (Kvp) یکسان استفاده می‌کنند ارائه نمود. محقق یک راه حل عمومی برای محاسبه حفاظ اضافی مورد نیاز که باید به حفاظ اولیه موجود افزوده شود را نیز پیشنهاد داد. بررسی به عمل آمده نشان داد نرم‌افزار طراحی شده بر پایه مدل McGuire به دلیل در نظر نگرفتن سخت‌افزارهای موجود در بخش‌های پرتوشناسی (کاست، نگه دارنده‌های کاست، میز پرتونگاری) قادر به‌محاسبه دقیق حفاظ اضافی‌نمی‌باشد. ضمن این‌که بر پایه این مدل چند منبع x-ray که در یک اتاق واحد استفاده می‌شوند،همگی تحت پتانسیل یکسان در نظر گرفته می‌شوند، که در غالب موارد این طور نخواهد بود(۵). Simpkin وهمکاران (۱۹۹٦) مدل‌های مذکور را در هم ترکیب کرده و یک مدل ترکیبی ایجاد نمودند(٦). در این مدل ترکیبی با در نظرگرفتن

1. National Council on Radiation Protection and Measurements(NCRP)
2. According to this all exposure shall be kept As Low As Reasonably Achievable.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-13]
www.SID.ir

Archive of SID

تضعیف مصالح ساختمانی موجود، حفاظ اضافی مورد نیاز به صورت تئوریک با دقت بالا محاسبه گردید(۷). بررسی‌های به عمل آمده نشان داد مقدار حفاظ اضافی محاسبه شده با این روش قادر به کاهش پرتوگیری تا حد مجاز دوز (MPD) [1] می‌باشد، نرم افزار طراحی شده در این پروژه بر اساس این مدل می باشد .

براساس مدل ترکیبی Simpkin ، در این پروژه طراحی نرم افزاری برای محاسبه حفاظ اضافی مورد نیاز چند منبع x-ray که در پتانسیل‌های بهره‌برداری مختلف استفاده می‌شوند، با در نظر گرفتن تضعیف پرتو ناشی از مصالح ساختمانی و تأسیساتی ساختمانی که از قبل در محل موجود باشند، مدنظر می‌باشد.

مواد و روش ها

در طراحی نرم افزار این پروژه از معادلات مدل ترکیبی Simpkin استفاده گردید(۷). فرض می کنیم P_{pj} ، P_{sj} و P_{lj} میزان پرتوگیری حفاظ گذاری نشده از تابش اولیه، پراکنده و نشتی تابش شده از هر تیوپ j موجود در اتاق x-ray که توسط McGuire تعریف شده است باشد (۵). مدار $P(x)$ در معادله ۱ باید برابر با نسبت حد در طراحی سالیانه به فاکتور اشغال ($\frac{P}{T}$) منطقه مورد حفاظت باشد(۸،۷).

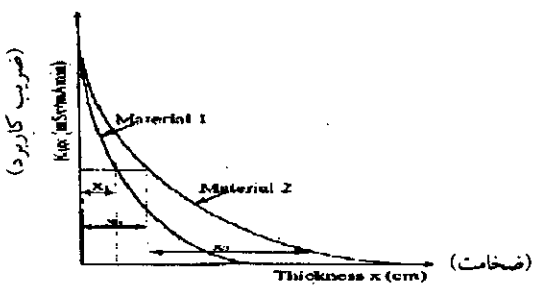
T_{pj} ، T_{sj} ، T_{Lj} خصوصیات انتقال تابش‌های اولیه پراکنده و نشتی نوع j منبع x-ray که از حفاظی با ضخامت x عبور می کند می‌باشند(۷).

$$\frac{P}{T} = P(x) = \sum_{j=1}^{M}\left(P_{Pj}T_{Pj}(x) + P_{Sj}T_{Sj}(x) + P_{Lj}T_{Lj}(x)\right) \quad (۱)$$

یا به صورت تحلیلی :

$$P(x) = \sum_{j=1}^{M}\left(P_{Pj}(K_{uxj}(x)/K_{0j}) + P_{Sj}(K_{uxj}(x)/K_{0j}) + P_{Lj}\exp(-x\ln 2/HVL_j)\right) \quad (۲)$$

که P (x) کل پرتودهی هفتگی ناشی از یک منبع x-ray در نقطه ای پشت حفاظ با ضخامت x است. ضمن اینکه P (x) با حداکثر دز مجاز (MPD) طراحی جهت حفاظت کافی مساوی می‌باشد(۹). مقادیر K (تعداد رنتگن‌ها به ازای یک میلی‌آمپر در دقیقه در هفته در یک متری) پارامتر دهی شده منطبق با مدل آرشر بوده و به نوع ماده، ضخامت آن و مقادیر کیلو ولتاژ Kvp بستگی دارد(۱). x_1 ضخامت ماده یک است که باید در مقابل حفاظ موجود ۲ با ضخامت x_2 اضافه شود تا پرتوگیری در نقطه پشت مانع حفاظتی برابر با حداکثر دز مجاز شود (۷). نمودار شماره ۱ انتقال یکسان تابش x- ray از ماده ۲ با ضخامت x_3 را نشان می‌دهد(۷).



نمودار شماره ۱ : نمایش کیفی انتقال پرتوهای اولیه و پراکنده از طریق ۲ ماده مختلف می باشد

به‌طورخلاصه هنگامی‌که تعدادی(M) تیوب X-ray تابش‌های مختلفی تشعشع نمایند، درصورت وجودحفاظ ناشی از مصالح ساختمانی، پرتوگیری در نقطه‌ای پشت دیوار حفاظتی با ترکیب مدل‌های پیشنهادی McGuire ، Archer و Simpkin عبارت است از :

T_{2j} انتقال تابش اولیه یا پراکنده با کیفیت j از ماده ثانویه می باشد و در صورتی که از قبل در محل حفاظ موجود نباشد برابر با یک می شود. (یعنی $X_2=0$)(۱۰-۷).

$$P_T = \sum_{j=1}^{M}\left[\left(\frac{K_{uxj}\ x_1}{K_{0j}}\right)T_{2j}\left(P_P + P_S\right) + \exp\left(\frac{-x_1\ln 2}{HVL_{1j}}\right)\exp\left(\frac{-x_2\ln 2}{HVL_{2j}}\right)P_L\right] \quad (۳)$$

1. Maximum Permissible Dose. (MPD)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-13]

www.SID.ir

Archive of SID

در موردی که ضخامت x_1 در مقابل ضخامت موجود x_2 و با همان جنس افزوده شود ، انتقال برابر با $[K_{ux}(X_3+X_2)/K_{ux}(X_3)]$ می‌گردد(۷). با استفاده از این معادله برای رساندن P_T به حداکثر دز مجاز می توان ضخامت حفاظ اضافی مورد نیاز (x_1) را محاسبه نمود. در حالتی که حفاظ ساختمانی با ضخامت (x_2) از قبل در محل موجود باشد ، با اطلاع از جنس ماده موجود و ضخامت آن، الگوریتم کامپیوتری از $x_1=0$ شروع شده و مقادیر x_1 مطابق با معادله (۳) با خطای قابل قبول $P_{TOT}=MPD=.000001$ را به دست می‌آورد(۱۵-۱۱).

در مرحله بعد یک بانک اطلاعاتی از تمام ضرائب، جداول و نمودارهای تضعیف مورد نیاز ایجاد شد. سپس معادلات حفاظ گذاری مدل ترکیبی Simpkin به زبان Visual Basic که تحت ویندوز نیز می‌باشد،تبدیل شد با وارد کردن اطلاعات و متغیرهای مورد نیاز به نرم‌افزار طراحی شده و استفاده از نمودارهای تضعیف، مصالح ساختمانی موجود که به صورت بانک‌های اطلاعاتی ذخیره شده است، حفاظ اضافی مورد نیاز به سرعت محاسبه می شود.

یافته‌ها

در این پروژه با طراحی یک نرم‌افزار، حفاظ اضافی موردنیاز برای هرسه نوع تابش(اولیه، پراکنده و نشتی) بخش‌های پرتونگاری تشخیصی محاسبه شده است. حفاظ‌گذاری تأسیسات x-ray تشخیصی ازتیوب‌های با آند تنگستن (w) و مولیبدن (mo) در محدوده ۱۵۰Kvp - ۲۵ استفاده می‌شوند. جدول شماره ۱ داده‌های فرضی برای مقایسه ضخامت حفاظ اضافی مورد نیاز بر اساس نرم‌افزار طراحی شده ونرم‌افزارهای مشابه دیگرمی‌باشد. نمودارها و جداول مقایسه نتایج محاسبات نرم افزار طراحی شده این پروژه با مدل‌های دیگر می‌باشد.

همان گونه که جدول شماره ۲ نشان می‌دهد، زمانی که هیچ حفاظی در محل موجود نباشد ضخامت مانع بتونی موردنیاز ۱۵۶/۱ میلی‌متر خواهد بود. اما در صورت وجود حفاظ بتونی با ضخامت ۷۸/۱ میلی متر (ناشی از مصالح ساختمانی موجود)، ضخامت حفاظ اضافی مورد نیاز با نرم افزار McGuire ۸۵/۵ میلی‌متر و ضخامت کل حفاظ بتونی مورد نیاز ۱۶۳/۶ میلی‌متر می‌شود. در این حالت ضخامت حفاظ‌اضافی موردنیاز با نرم‌افزار طراحی شده ۷۷/۶ میلی متر و ضخامت کل حفاظ بتونی مورد نیاز ۱۵۵/۷ میلی متر محاسبه می شود که ۷/۹ میلی متر خطا نرم افزاری McGuire را کاهش می دهد.

جدول شماره ۱ : داده‌های فرضی برای مقایسه حفاظ اضافی مورد نیاز براساس نرم‌افزاری پیشنهادی و روش‌های NCRP49 ، Archer و McGuire

مقدار	پارامترهای حفاظ گذاری
۱	(U) ضریب کاربرد
۱۰۰۰	(mA.min /week) ، کار کرد هفتگی(w)
۲	فواصل اولیه ،ثانویه و نشتی نقطه کانونی منبع x-ray تا منطقه اشغال شده
۴	شدت جریان ماکزیمم دستگاه بر حسب میلی آمپر
۰/۰۲	پرتوگیری هفتگی (میلی سیورت در هفته)
۱۰۰۰	اندازه میان تابش بر حسب سانتی متر مربع
۲	فاصله بیمار از منبع تابش بر حسب متر

مقایسه نرم افزار پیشنهادی و نرم افزار McGuire نشان داد در حالت کلی با افزایش عرض حفاظ موجود، روش McGuire منجر به ضخامت بزرگ‌تری جهت افزودن به حفاظ موجود شده و حفاظ نهایی بزرگ‌تر از حفاظ موجود می شود. این مسأله منجر به تخمین بیش از حد حفاظ مورد نیاز خواهد شد.

جدول شماره ۳ نشان می‌دهد، حتی در حالتی که ضخامت حفاظ‌موجود برابر با حفاظ موردنیاز(درصورت موجودنبودن حفاظ‌اولیه) باشد، یعنی بتون موجود ۱۵۶/۱ میلی‌متر باشد، روش McGuire نیاز به حفاظ‌گذاری اضافه دارد که منجر به بزرگ‌تر شدن حفاظ از حالت قبلی می‌شود. بنابراین حفاظ کل ناشی از نرم‌افزار McGuire به ترتیب حدود ۱۵ درصد ضخیم‌تر از حفاظ سربی و ۸ درصد ضخیم تر از حفاظ بتون حاصل از نرم‌افزار طراحی شده این پروژه خواهد بود.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-13]
www.SID.ir

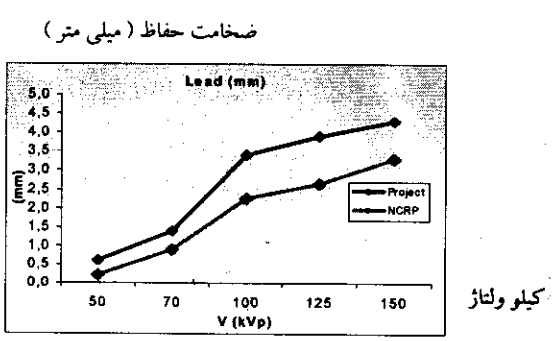
Archive of SID

جدول شماره ۲ : مقایسه ضخامت حفاظ اضافی مورد نیاز بر اساس نتایج نرم افزاری پیشنهادی با نرم افزار McGuire در حالتی که از مواد مشابه حفاظ موجود استفاده گردد.

ضخامت حفاظ بتونی موجود (میلی متر)	ضخامت حفاظ سربی موجود (میلی متر)	ضخامت حفاظ اضافی سربی با نرم افزار McGuire	ضخامت حفاظ اضافی بتونی با نرم افزار McGuire	ضخامت حفاظ اضافی سربی با نرم افزار این پروژه (میلی متر)	ضخامت حفاظ اضافی بتونی با نرم افزار این پروژه (میلی متر)
۰	۰	۲/۵	۱۵۶/۱	۲/۴	۱۵۵/۶
۷۸/۱	۱/۲	۱/۲	۸۵/۵	۱/۲	۷۷/۶
۱۵۶/۱	۲/۵	۰/۳	۲۹/۱	۰	۰
۲۱۲/۱	۳/۴	۰	۰	۰	۰

جدول شماره ۳ : مقایسه ضخامت اضافی مورد نیاز در حالتی که از مواد غیر مشابه حفاظ موجود استفاده گردد بر اساس نتایج نرم افزار این پروژه با نرم افزار McGuire

ضخامت حفاظ بتونی موجود (میلی متر)	ضخامت حفاظ سربی موجود (میلی متر)	ضخامت حفاظ اضافی سربی با نرم افزار McGuire	ضخامت حفاظ اضافی بتونی با نرم افزار McGuire	ضخامت حفاظ اضافی سربی با نرم افزار این پروژه (میلی متر)	ضخامت حفاظ اضافی بتونی با نرم افزار این پروژه (میلی متر)
۳۷/۵	۱/۲	۱/۹	۸۳/۷	۱/۸	۸۲/۹
۷۸/۱	۲	۱/۳	۴۵/۱	۱/۱	۳۷/۱
۱۵۶/۱	۲/۵	۰/۳	۲۶/۷	۰	۰
۲۱۲/۱	۳/۴	۰	۰	۰	۰



نمودار شماره ۲ : مقایسه نتایج مدل NCRP49 و نتایج نرم افزار طراحی شده برای دو ماده سرب و بتون

جدول شماره ۴ : مقایسه حفاظ مورد نیاز بر اساس نتایج نرم افزاری پیشنهادی با نرم افزار Archer

ضخامت حفاظ مورد نیاز با توجه به نتایج نرم افزار طراحی شده(میلی متر)	ضخامت حفاظ مورد نیاز روش Archer (میلی متر)	کیلو ولتاژ (Kvp)	جنس حفاظ
۰/۵۸	۱	۷۰	سرب
۱/۸۲	۲/۵	۱۰۰	سرب
۲/۳۵	۲/۹	۱۲۵	سرب
۵۴/۷	۹۰	۷۰	بتون
۱۱۰/۱	۱۵۶/۱	۱۰۰	بتون
۱۶۸/۵	۲۱۵/۱	۱۲۵	بتون

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-13]

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۵: مقایسه حفاظ مورد نیاز بر اساس نتایج نرم افزاری پیشنهادی و نرم افزارروش NCRP49.

حفاظ برای اتاق x-ray	ضخامت حفاظ سربی مورد نیاز بر اساس NCRP49 (میلی متر)	ضخامت حفاظ سربی مورد نیاز با توجه به نرم افزار طراحی شده (میلی متر)	ضخامت حفاظ بتونی مورد نیاز بر اساس NCRP49 (میلی متر)	ضخامت حفاظ بتونی مورد نیاز با توجه به نرم افزار طراحی شده (میلی متر)
برای کف	۳	۳/۹	۲۶۰	۲۸۰/۷
برای سقف	۲/۱	۱/۸	۱۵۵/۶	۱۴۴/۴
دیوار	۲/۷	۳/۵	۲۴۰	۲۵۸/۴
دیوار	۹	۰/۷	۶۶/۸	۶۵/۷

حفاظ اضافی محاسبه شده با این نرم افزار در بخش‌های پرتونگاری نصب شده و با مقادیر متری مشخص کرد که حداکثر مقدار مجاز رعایت شده است. آزمایش در پارامترهای حفاظ‌گذاری مختلف منابع پرتونگاری تشخیصی تکرار و هر بار صحت محاسبات حفاظ اضافی مورد نیاز با نتایج نرم افزار طراحی شده این پروژه مشخص شد به طوری‌که اختلاف بین مقادیری که محاسبات تئوری مدل ترکیبی پیش‌بینی می‌کند با نتایج نرم افزار به‌کار رفته در این پروژه مضربی از $\chi^2=10^{-5}$ بود .

بحث

یافته های تحقیق نشان داد، نرم افزار طراحی شده در این پروژه در مقایسه با نرم افزارهای روش NCRP49 ضخامت دقیق حفاظ اضافی مورد نیاز جهت تضعیف هرسه نوع‌تابش(اولیه، پراکنده ونشتی) را تا حد حداکثر مقدار مجاز ارائه می‌کندومیزان خطای ناشی از محاسبات نرم‌افزار NCRP49 را ۲۰ درصد کاهش می‌دهد(۱،۲).

همچنین حفاظ اضافی موردنیاز منابع چندگانه تابش که در یک اتاق واحد با پتانسیل‌های ماکزیمم مختلف بهره‌برداری می‌شوند نیز با این نرم‌افزار تا حد مقدار مجاز محاسبه می‌گردد. اما نرم‌افزارهای که برپایه مدل Archer طراحی شده‌اند توانایی انجام این محاسبه را ندارند و نیزبه میزان ۶تا۲۰درصد خطای ناشی از محاسبه حفاظ با نرم افزار مدل Archer را کاهش می‌دهد(۵-۳).

این نرم‌افزار ضخامت حفاظ موردنیاز برای ژنراتورهای سه فاز x-ray ، که امروزه بیش ترین استفاده را در بخش های x-ray تشخیصی دارند، سیستم‌های ماموگرافی و سی تی اسکن را نیز به درستی محاسبه می‌نماید. نرم‌افزارهای که براساس مدل McGuire طراحی شده‌اند ضخامت حفاظ مورد نیاز را در این حالت به طور صحیح محاسبه نمی‌کند، اما این نرم افزار به میزان ۷تا۱۵ درصد خطای ناشی از محاسبه حفاظ با نرم افزار مدل McGuire را کاهش می‌دهد(۱۰-۶).

نرم افزار طراحی شده، حفاظ اضافی مورد نیاز را درحالتی که تضعیف پرتو اولیه توسط بیمار و سخت افزار های مربوطه (نظیر کاست، نگه دارنده کاست، تیوب پرتو X و میز پرتونگاری) ایجاد شده است را نیز به درستی محاسبه می نماید(۱۳-۱۱).

به طوری که محاسبات تئوریک به همراه اندازه‌گیری‌های به عمل آمده در بخش‌های پرتو نگاری نتایج نرم‌افزار به کار رفته در این پروژه را با دقت بسیار بالا تأیید می‌کند.

نرم افزارهای مشابه که بر اساس گزارش NCRP49 طراحی شده‌اند ضخامت حفاظ مورد نیاز برای هر تابش (اولیه، پراکنده و نشتی) را به طور مجزا محاسبه می‌کند و در مورد موانعی که هر سه نوع تابش را دریافت می‌کنند اطلاعات دقیقی را ارائه نمی‌نماید. ضمن این‌که نرم افزارهای که بر اساس گزارش NCRP49 طراحی شده‌اند در محاسبه حفاظ مورد نیاز از تضعیف پرتو اولیه

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-13]
www.SID.ir

Archive of SID

توسط بیمار و سخت افزار های مربوطه (نظیر کاست، نگهدارنده کاست، تیوب پرتو X و میز پرتونگاری) صرف نظر نموده است. نرم افزارهای قبلی حفاظ اولیه رادر حالت ماکزیمم پتانسیل بهره‌برداری منبع x-ray ، محاسبه می‌کند و برای مقادیر پائین KVP (نظیر ماموگرافی) و ژنراتورهای سه فاز x-ray اطلاعاتی دقیقی ارائه نمی‌نماید(۱۴،۱۵). که این نواقص در این نرم‌افزار برطرف شده است. نتایج برنامه را می توان به صورت فایل ذخیره و مجددا در صورت نیاز استفاده نمود و یا این‌که نتایج را چاپ نمود. این برنامه دارای یک سیستم کمکی قوی و مدرن که برنامه را حمایت می‌کند نیز می‌باشد. ضمن این‌که با تغییر استانداردهای حفاظ گذاری بانک‌های اطلاعاتی این نرم‌افزار، قابلیت انعطاف‌پذیری خوبی برای پذیرش استانداردهای جدید دارد. همچنین قیمت این نرم افزار نسبت به نرم افزارهای مشابه خارجی بسیار مناسب است.

در پایان طراحی چنین نرم‌افزاری برای محاسبه حفاظ مورد نیاز بخش‌های پزشکی هسته‌ای و پرتودرمانی پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

از مساعدت و همکاری معاون محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران و از زحمات اساتید و همکاران محترم که در این پروژه همکاری نمودند، قدردانی می‌گردد.

فهرست منابع

1. Benjamin R. Archer. History of the shielding of Diagnostic X-ray Facilities. ***Health physics.*** 1995; 69(5): 750-758.
2. Douglas J. Simpkin. A General solution to the shielding of medical x and y Rays by the NCRP Report No.49 methods. ***Health physics.*** 1987; 52(4): 431-436.
3. Douglas J. Simpkin. Evaluation of NCRP No. 49 assumptions on workloads and use factors in diagnostic Radiology Facilities. ***Medical physics.*** 1996; 23(4): 577-584.
4. B.R.Archer, J.I. Thomby, S.C. Bushong. Diagnostic X-ray shielding design Based on and Empirical Model of photon Attenuation. ***Health physics.*** 1983; 44(5): 507-517.
5. E. lynn McGuire. A revised schema for performing diagnostic X-ray shielding calculations. ***Health physics.*** 1986; 50(1): 99-105.
6. Douglas J. simpkin.Radiation shielding of Multiple X-ray Sources in Diagnostic Radiology. ***Health physics.*** 1986; 50(1): 117-122.
7. Robert L. Dixon, Douglas J. Simpkin. Primary shielding barriers for diagnostic x-ray facilities: A New Model. ***Health physics.*** 1998; 75(2): 181-189.
8. Robert L. Dixon, Douglas J simpkin. Secondary shielding barriers for diagnostic x-ray facilities: scatter and leakage revisited. ***Health physics.*** 1998; 74(3): 350-365.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-13]
www.SID.ir

Archive of SID

9. Douglas J.simpkin. Shielding a Spectrum of Workloads in Diagnostic Radiology. ***Health physics.*** 1991; 61(2): 259-261.

10. Raymond P. Rossi, Russell Ritenour, Emmanuel Christodoulou. Broad Beam Transmission properties of Some Common Shielding Materials for use in Diagnostic Radiology. ***Health physics.*** 1991; 61(5): 601-608.

11. Douglas j. simpkin. Transmission Data for shielding Diagnostic X-ray facilities. ***Health physics.*** 1995; 68(5): 704-709.

12. Douglas J. Simpkhn. Shielding Requirements for Mammography. ***Health physics.*** 1987; 53(3): 267-279.

13. Douglas J. simpkin. Fitting Parameters for medical diagnostic x-ray transmission data. ***Health physics.*** 1988; 54(3): 345-347.

14. Douglas J. Simpkin. Shielding requirements for constant- potential diagnostic X-ray beams determined by a Monte Carlo calculation. ***Health physics.*** 1989; 56(2): 151-164.

15. Douglas J. simpkin. Transmission of scatter radiation from computed tomography (CT) scanners determined by a Monte Carlo calculation. ***Health physics.*** 1996; 23(4): 577-584.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-02-13]

www.SID.ir