Applied Biology
Online ISSN: 2538-3434
Homepage: http://sjoapb.journal.qom-iau.ac.ir

Research article

Evaluating the harm of X-rays in diagnosis and treatment in medicine with the help of fuzzy logic

Amir-Mohamad Asgary-Tanha M.Sc. Student, Department of Medicalradiation, Faculty of Basic Science, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran. amirmohamad.22@yahoo.com

Fataneh Taghizadeh-Farahmand Associate Professor, Department of Physics, Faculty of Basic Science, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran **(Corresponding author).** fataneh_farahmand@yahoo.com

Abstract

Objective: Fast and correct diagnosis of the disease is very important in many cases. In X-ray medical imaging, the doctor treats the patient without accessing the inside of the body's organs. Therefore, the standard conditions must be met so that the benefits of using X-rays are greater than its disadvantages. Since the presence of medical personnel in imaging centers is now a necessity, they are therefore vulnerable due to constant exposure to the dangers of X-rays. Assessing the level of risk requires the definition of effective parameters that are associated with uncertainty. In this regard, the aim of the current research is to evaluate the harm of X-rays in diagnosis and treatment in medicine with the help of fuzzy logic.

Materials and methods: In this research, by using the fuzzy method, and with the help of graphic tools of MATLAB software, and determining four input parameters and one suitable output parameter, and by determining the rules by an expert and the Mamdani fuzzy inference system, the harms of X-rays for the referring person and The treatment panel was checked for imaging.

Findings: Examining the data of six selected medical imaging centers in different cities of Iran showed that all these centers are in the medium range of vulnerability to the dangers of X-ray radiation.

Conclusion: It seems that the Ministry of Health and Medicine should take more, continuous and serious care regarding safety and protection in medical centers. Safety points must be fully observed, otherwise, in the long run, the treatment staff will face problems with X-ray radiation.

Keywords: X-ray, medical imaging, fuzzy logic.

Cite this article: Asgary-Tanha AM & Taghizadeh-Farahmand F. Evaluating the harm of X-rays in diagnosis and treatment in medicine with the help of fuzzy logic. *Applied Biology*. 2023; 13(1): 29-42.

Received: 2022/12/24 ; **Revised:** 2023/01/22 ; **Accepted:** 2023/03/02 ; **Published online:** 2023/03/07

© the authors **Publisher:** Qom Islamic Azad University

بیولوژی کاربردی
شاپا الکترونیکی: ۲۵۳۸-۳۴۳۴
Homepage: http://sjoapb.journal.qom-iau.ac.ir

مقاله پژوهشی

ارزیابی مضرات اشعه ایکس در تشخیص و درمان در پزشکی به کمک منطق فازی

امیرمحمد عسگری‌تنها | دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه پرتوپزشکی، دانشکده علوم پایه، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران.
amirmohamad.22@yahoo.com
فتانه تقی‌زاده فرهمند | دانشیار، گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران (نویسنده مسئول).
fataneh_farahmand@yahoo.com

چکیده

هدف: تشخیص سریع و درست بیماری در بسیاری از موارد اهمیت بسزایی دارد. در تصویربرداری پزشکی با اشعه ایکس بدون دسترسی به داخل اندام‌های بدن، پزشک به معالجه بیمار می‌پردازد. لذا، باید شرایط استاندارد رعایت گردد تا مزایای استفاده از اشعه ایکس بیشتر از مضرات آن باشد. از آنجایی که در حال حاضر حضور کادر درمان در مراکز تصویربرداری یک امر ضروری است، بنابراین، به دلیل قرارگیری مداوم در برابر خطرات ناشی از اشعه ایکس، آسیب‌پذیر هستند. ارزیابی میزان خطر مستلزم تعریف پارامترهای مؤثر بوده که همراه با عدم‌قطعیت می‌باشند. در این راستا، هدف پژوهش حاضر ارزیابی مضرات اشعه ایکس در تشخیص و درمان در پزشکی به کمک منطق فازی است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش با به‌کارگیری روش فازی، و به کمک ابزار گرافیکی نرم‌افزار متلب و تعیین چهار پارامترهای ورودی و یک پارامتر خروجی مناسب و با تعیین قوانین توسط فرد خبره و سیستم استنتاج فازی ممدانی، مضرات اشعه ایکس برای فرد مراجعه‌کننده و کادر درمان جهت تصویربرداری بررسی شد.

یافته‌ها: بررسی داده‌های شش مرکز تصویربرداری پزشکی منتخب در شهرهای مختلف ایران نشان داد که همه این مراکز در گستره متوسط آسیب‌پذیری از خطرات تابش اشعه ایکس قرار دارند.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد وزارت بهداشت و درمان در خصوص ایمنی و حفاظت در مراکز پزشکی باید مراقبت‌های بیشتر، مستمر و جدی‌تری انجام دهد. باید نکات ایمنی به‌طور کامل رعایت گردد، در غیر این صورت در درازمدت برای کادر درمان مشکلات مواجه با تابش اشعه ایکس اتفاق خواهد افتاد.

کلیدواژه‌ها: اشعه ایکس، تصویربرداری پزشکی، منطق فازی.

استناد به این مقاله: عسگری‌تنها، ام، تقی‌زاده فرهمند ف. ارزیابی مضرات اشعه ایکس در تشخیص و درمان در پزشکی به کمک منطق فازی. *بیولوژی کاربردی*. ۱۴۰۲؛ ۱۳(۱): ۲۹-۴۲.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳ ؛ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۱/۱۱/۰۲ ؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۱۲/۱۱ ؛ **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۱/۱۲/۱۶

© نویسندگان
ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

۱. مقدمه

انواع بسیار زیادی از پرتوهای یونی وجود دارد. از این میان می‌توان به پرتوهای کیهانی، آلفا، بتا، گاما یا اشعه ایکس، نوترون‌ها و انواع مختلف دیگر اشاره کرد. آنچه که در این میان از اهمیت بالایی برخوردار است، مقداری از تشعشع است که یک ارگانیسم یا موجود زنده در برابر آن قرار می‌گیرد. این مقدار هم به زمان و هم میزان تابش بستگی دارد. از زمان کشف اشعه ایکس توسط ویلهلم کنراد رنتگن در سال ۱۸۹۵ تاکنون، کاربردهای بسیار زیادی یافته است (۱). از اشعه ایکس در پزشکی (رادیولوژی و سی‌تی اسکن)، برای تهیه تصاویر دقیق از استخوان‌ها و بافت نرم در بدن و غربالگری امنیتی فرودگاه، بازرسی صنعتی و کنترل فرآیند استفاده می‌شود. رادیولوژی تشخیصی پزشکی براساس اشعه ایکس، تنها بزرگ‌ترین منبع قرار گرفتن در معرض تشعشعات مصنوعی است (۷). اشعه ایکس جزو پرتوهای الکترومغناطیس می‌باشد که از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم تشکیل شده و در زمره امواج یون‌ساز با طول موج ۱۰-۰/۰۱ آنگستروم است. اشعه ایکس دارای خواص موجی‌ذره‌ای بوده و سرعت آن نیز همانند سرعت نور در خلاء تعریف می‌شود. لامپ‌های اشعه ایکس در شرایط خلاء تولید شده و کاملا یونیزه می‌باشد. پرتو ایکس انرژی بین ۱۰۰ تا 10^5 الکترون ولت دارد. طول موج پرتو ایکس از طول موج پرتو فرابنفش پایین‌تر و از طول موج پرتو گاما بالاتر است. به پرتو ایکس با فوتون‌های پر انرژی پرتو ایکس سخت و پرتوهای با انرژی پایین‌تر را پرتو ایکس نرم گویند (۱۲). قدرت نفوذ پرتوهای ایکس به دلیل انرژی بالا، فوق‌العاده زیاد است. به طور کلی عناصری که جرم اتمی زیادی دارند، پرتوهای ایکس بیشتری جذب می‌کنند (۶). برد پرتو ایکس در هوا خیلی زیاد است و به حدود چندین متر می‌رسد. در آب و بافت‌ها مسافتی حدود چندین سانتیمتر تا متر را طی می‌کند. بنابراین، به راحتی می‌تواند از بدن انسان عبور کند (۱۷). لذا از همین خاصیت استفاده کرده و اعضای درونی بدن توسط پرتو ایکس عکس‌برداری می‌کنند. پرتو ایکس برای انسان یک خطر خارجی محسوب می‌شود و از لحاظ حفاظت، حائز اهمیت فوق‌العاده‌ای است. اشعه ایکس جزء اشعه یون‌ساز بوده و قادر به یونیزه کردن ماده و نسوج است (۴). درصد بالایی از بیماران مراجعه‌کننده به مراکز درمانی، جهت تشخیص، نیاز به استفاده از تصویربرداری با اشعه ایکس دارند. این پرتوها یکی از منابع آلودگی پرتویی هستند و برای استفاده از آن باید آخرین استانداردهای پیشرفته دنیا را به‌کار گرفت. تصویربرداری اهمیت فراوانی برای پزشکان و بیماران دارد. تصویربرداری می‌تواند به پزشکان در زمینه شکستگی استخوان، دررفتگی مفاصل، سرطان، پوسیدگی دندان، بررسی ریه‌ها

و... کمک شایانی بکند (۱۰، ۱۹). اشعه ایکس مورد استفاده در روش‌های تشخیصی پزشکی جزو منابع با دُز پایین محسوب می‌شود. ازجمله خواص اشعه ایکس عبارتند از:

۱. غیرقابل رویت است؛

۲. با خواص پنج‌گانه قابل درک نمی‌باشد؛

۳. برای سلول‌های زنده مضرّ است؛

۴. به‌صورت مستقیم حرکت می‌کند؛

۵. قابلیت نفوذ در مواد مختلف را دارد؛

۶. در هنگام عبور از مواد می‌تواند جذب یا پراکنده شود (۱۷).

به دلیل اجتناب‌ناپذیر بودن تشخیص و درمان بسیاری از ناهنجاری‌ها با استفاده از پرتوهای یون‌ساز و فواید منحصربه‌فرد آن‌ها، عدم استفاده از این پرتوها سلامت جامعه را به خطر می‌اندازد (۸، ۱۱). یکی از عوامل زیان‌آور در محیط کار، پرتوهای یون‌ساز می‌باشند که می‌توانند سبب ایجاد آسیب‌های جدی و برگشت‌ناپذیر و غیرقابل درمان، در افرادی که به نحوی با پرتو سروکار دارند و یا افرادی که جهت تشخیص و درمان مراجعه می‌نمایند، شود (۲). هنگامی‌که این آثار در فرد پرتو دیده ظاهر شود، اثرات مذکور جسمی و در صورتی که در فرزندان و نسل فرد پرتو دیده مشاهده شود، اثرات ارثی خوانده می‌شود. به‌طور کلی اثرات بیولوژیکی ناشی از پرتو را به سه دسته ژنتیکی، قطعی (غیراحتمال) و احتمال تقسیم می‌کنند. اثرات ژنتیکی اثراتی هستند که در افراد مورد تابش ظاهر نمی‌شوند، بلکه در نسل‌های بعد ظاهر می‌شوند. اثرات احتمالی به اثراتی از پرتو گفته می‌شود که معمولاً برای آن‌ها آستانه دزی وجود ندارد، مانند: لوسمی، انواع سرطان‌ها و کوتاهی عمر. برعکس اثرات غیراحتمالی اثراتی از پرتو هستند که عموماً برای آن‌ها حد آستانه دز وجود دارد، مانند: سرخی پوست، نکروز بافت‌ها (۵). اثرات پرتوهای یون‌ساز می‌تواند آسیب به مراکز خون‌ساز، دستگاه گوارش، دستگاه اعصاب مرکزی و عوارضی مثل آب مروارید، سرطان‌های مختلف، کوتاه شدن عمر، ریزش مو، عدم باروری و غیره باشد (۴).

مطالعات متعددی توسط محققین مختلف در مورد اشعه ایکس صورت گرفته است. فراهانی و همکاران (۹)، تحقیقاتی در مورد استفاده از الگوی پراش اشعه ایکس برای مطالعه DNA سالم و سرطانی استخراج شده از سلول‌های سرطان پستان القائی انجام دادند. معصوم‌بیگی و همکاران (۱۵)، در پژوهشی به بررسی میزان آگاهی پرتوکاران، کارورزان پزشکی، دستیاران و دانشجویان رادیولوژی از مقدار دز دریافتی در روش‌های مختلف تصویربرداری پرداختند. آنها بیان داشتند که

حفاظت بیمار در مقابل خطرات پرتوهای یون‌ساز مورد استفاده برای مقاصد تشخیصی پزشکی، مستلزم داشتن دانش کافی و آگاهی از مقدار منابع و خطرات پرتوها می‌باشد. همچنین ولی‌پور و همکاران (۱۸)، در پژوهشی میزان پرتو پراکنده ایکس و دز دریافتی کارکنان بخش آنژیوگرافی یک بیمارستان نظامی را بررسی کردند.

استفاده از اشعه ایکس برای آزمایش‌های تشخیصی، یکی از مهم‌ترین منابع پرتوگیری افراد جامعه و به ویژه پرتوکاران است، لذا، پایین نگاه داشتن آلودگی محیط در پایین‌ترین سطح ممکن از لحاظ حفاظت در برابر پرتوگیری داخلی بسیار مهم است.

لازم به ذکر است که تشخیص بیماری و درمان آن می‌تواند با سطوح مختلفی از عدم‌اطمینان و عدم‌دقت همراه باشد که این مسئله در پزشکی یک امر ذاتی و انکارناپذیر است. برای بالا بردن راندمان درمان در پزشکی باید سعی گردد در طی تشخیص و درمان بیماری، کادر درمان هیچ‌گونه خطری را متحمل نشوند و یا میزان آسیب به حداقل و سطح نرمال برسد. برای مقابله با عدم‌دقت و عدم‌اطمینان در تشخیص بیماری و درمان، می‌توان از منطق فازی کمک گرفت. به دلیل اهمیت اثرات مخرب اشعه ایکس در بدن انسان در پرتونگاری لازم است پارامترهای کنترل‌کننده کاهش مضرات اشعه ایکس در تصویربرداری با استفاده از روش‌های مختلف مانند منطق فازی بررسی شود. چون در روش منطق فازی عدم قطعیت‌ها نسبت به روش‌های دیگر بهبود بخشیده می‌شود، بنابراین، می‌تواند یکی از بهترین روش‌ها برای ارزیابی میزان آسیب باشد.

در حال حاضر، منطق فازی در علوم مختلف مانند کامپیوتر، کشاورزی، پزشکی و حمل‌ونقل مورد استفاده قرار گرفته است. توانایی منطق فازی در کار با عدم قطعیت‌ها باعث برتری این تئوری در مدل کردن پدیده‌های طبیعی شده است. چون پیشگیری از آسیب بهتر از درمان بعد از آسیب است، در این پژوهش با استفاده از منطق فازی، مضرّات و خطرات ناشی از اشعه ایکس در پزشکی مورد بررسی قرار گرفت و عدم‌قطعیت‌ها نسبت به روش‌های دیگر که معمولاً روش‌های آماری می‌باشند، بهبود بخشیده شد.

۲. روش پژوهش

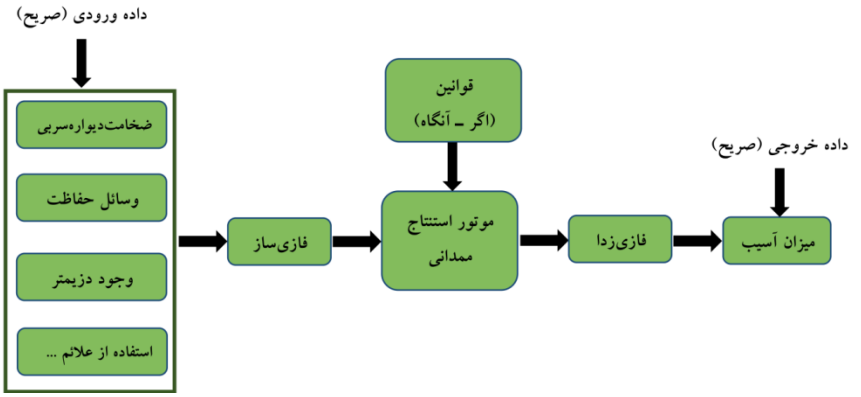
پس از دو دهه از معرفی تئوری فازی توسط لطفی‌زاده در ۱۹۶۵، تئوری مجموعه فازی به یک بلوغ رسیده و پیشرفت‌های چشمگیری در استفاده از این تئوری در پیشبرد علم به‌دست‌آمده است.

به‌عنوان نمونه مطالعات مختلفی در پزشکی با استفاده از منطق فازی صورت گرفته که می‌توان

به تشخیص تومور سرطان سینه و درمان با منطق فازی (۱۳، ۱۴) و همچنین تشخیص تومور مغزی به کمک منطق فازی (۱۶) و سیستم تشخیص پزشکی (۳) اشاره کرد.

توانایی منطق فازی در کار با عدم قطعیت‌ها باعث برتری این تئوری در مدل کردن پدیده‌های طبیعی مانند تابش سالم اشعه ایکس در پزشکی شده است. سیستم خبره فازی یک برنامه کامپیوتری است که توانایی حل مسئله توسط یک فرد خبره را مدل می‌کند و ابزاری توانمند و انعطاف‌پذیر برای مدل‌سازی عدم قطعیت‌ها و عدم صراحت‌های موجود در دنیای واقعی به‌شمار می‌آید. برخلاف مجموعه کلاسیک که مرز مشخصی داشته و یک عضو یا متعلق به مجموعه هست یا نیست و حالت بینابینی وجود ندارد، یک مجموعه فازی مرز مشخصی ندارد و انتقال از شمول به عدم‌شمول به‌صورت تدریجی صورت می‌گیرد. در منطق فازی بین هست و نیست حالت بینابینی وجود دارد (سفید، خاکستری و یا سیاه) و هر عضو مجموعه در مجموعه فازی، درجه عضویتی به مجموعه دارد که مابین صفر تا یک است.

در مطالعه به روش منطق فازی پس از تعیین پارامتر (x) مؤثر در تحقیق، ابتدا پارامترها را به متغیرهای زبانی مانند کم، متوسط و زیاد، تبدیل می‌کنیم. سپس به کمک تابع عضویت $\mu(x)$ که به مدل توابع مختلفی (مثلثی، ذوزنقه‌ای، گوسین، زنگوله‌ای و ...) قابل تعریف است، متغیرهای زبانی را فازی می‌کنیم. پس از تنظیم قوانین که براساس قضایای شرطی و نظر فرد خبره وضع می‌گردند، با استفاده از سیستم استنتاج فازی، پردازش روی داده‌ها صورت گرفته و در انتها خروجی دریافت می‌شود که اگر خروجی به‌صورت فازی باشد، توسط تابع فازی‌زدای مناسب به عدد تبدیل می‌گردد. به‌طور کلی استخراج خروجی در منطق فازی، مطابق نمودار شماره (۱) است.



نمودار ۱- شماتیک مراحل تحلیل فازی

در این پژوهش از چهار پارامتر ورودی و یک پارامتر خروجی استفاده شده است. پارامترهای متعددی در آسیب‌پذیری در مراکز تصویربرداری پزشکی مؤثر هستند، ولی چون پژوهش حاضر بر آن بود که از تمامی قوانین موجود بین پارامترهای ورودی و خروجی استفاده کند و به دلیل افزایش قوانین با افزایش ورودی‌ها، چهار ورودی در نظر گرفته شد که عبارتند از:

- استفاده از علائم ایمنی؛
- ضخامت دیواره سربی اتاقک پرتوگیری؛
- وجود دزیمتر؛
- وسایل حفاظت فردی کارکنان درمانی؛
- تک پارامتر خروجی، میزان آسیب است.

۳. مشاهده‌ها

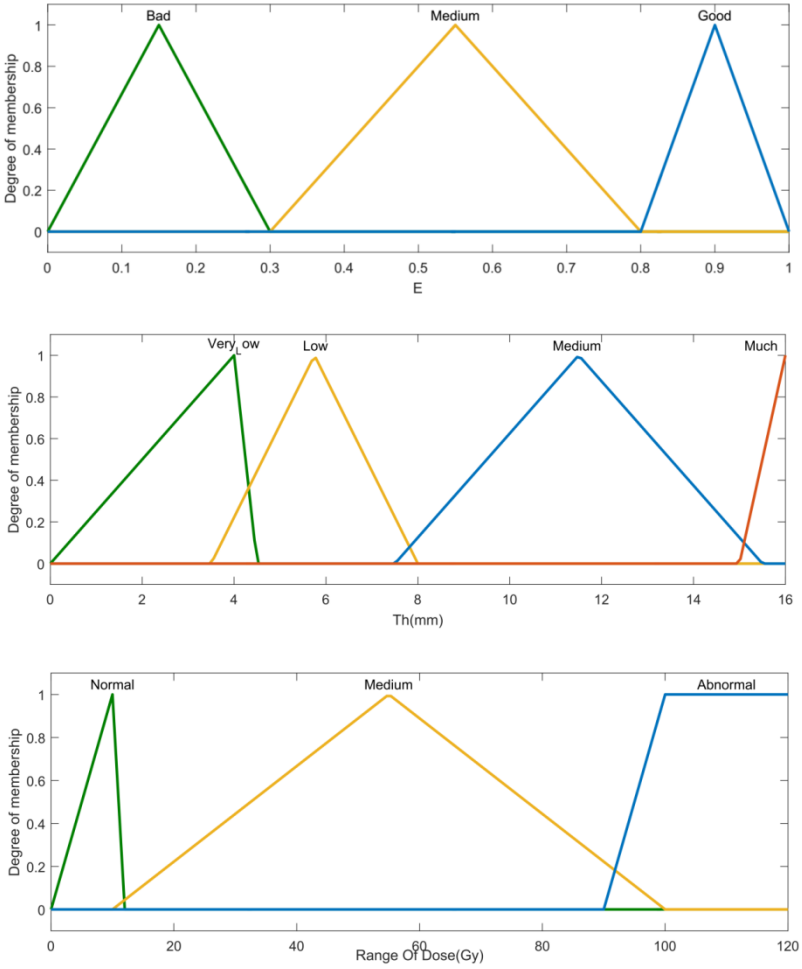
برای اینکه پارامترهای مورد نیاز سیستم فازی به‌صورت مجموعه‌های فازی تعریف شوند، ابتدا توابع عضویت مثلثی برای پارامترها تعریف شد که برای نمونه چند تابع عضویت برای پارامترهای ورودی و خروجی در نمودار (۲ الف- ج) نشان داده شده است.

نمودار (۲ قسمت الف و ب) به ترتیب مربوط به توابع عضویت پارامترهای ورودی استفاده از وسایل حفاظت فردی و مقدار ضخامت دیوار سربی اتاقک پرتوگیری بوده و قسمت (ج) مربوط به توابع پارامتر خروجی آسیب می‌باشد.

۴۸ قانون فازی با وزن برابر برای سیستم استنتاج توسط فرد خبره تعیین شد. به‌عنوان نمونه یکی از قواعد عبارت است از: اگر ضخامت دیواره سربی زیاد و استفاده از وسایل حفاظتی خوب و استفاده از دُزیمتر نرمال و استفاده از علائم ایمنی نرمال باشد، آنگاه میزان آسیب نرمال خواهد بود.

در راستای ایجاد یک سیستم استنتاج فازی، از رابط گرافیکی جعبه ابزار منطق فازی در نرم‌افزار متلب[1] استفاده شد. با توجه به روش ممدانی مناسب در مورد ورودی‌های تعریف شده توسط فرد خبره و با توجه به شهودی بودن روش و مقبولیت گسترده، در این پژوهش از سیستم استنتاج فازی ممدانی استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از شش مرکز تصویربرداری پزشکی منتخب جمع‌آوری شده و در جدول شماره (۱) آمده است.

1. MatLab

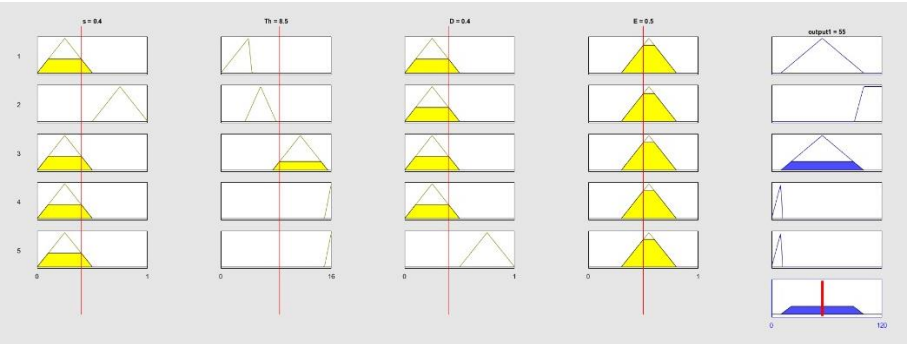


نمودار۲- الف و ب) پارامتر ورودی استفاده از وسایل حفاظت فردی و مقدار ضخامت دیوار سربی اتاقک پرتوگیری، ج) پارامتر خروجی آسیب

جدول ۱- پارامترهای ورودی و خروجی برای مراکز پزشکی درمانی در شهرهای مختلف

مرکز تصویربرداری پزشکی پارامتر	مرکز منتخب ۱	مرکز منتخب ۲	مرکز منتخب ۳	مرکز منتخب ٤	مرکز منتخب ٥	مرکز منتخب ٦
استفاده از علائم ایمنی S	۱	۱	۱	۱	۱	۱
ضخامت دیواره سربی Th	۰/۸	۰/۶	۰/۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵
وجود دزیمتر D	۰/۵	۱	۱	۱	۱	۱
وسایل حفاظت فردی E	۰/۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳
ریسک	۷۵	۷۰	۶۵	۶۵	۶۰	۶۷

بعد از اعمال قوانین و استفاده از سیستم استنتاج فازی، خروجی فازی به دست آمد که به کمک فازی‌زدای از نوع فازی‌زدا مرکز جرم عدد تبدیل شد. در نمودار شماره (۳) به‌کارگیری پنج قانون بر روی داده‌ها و نتیجه سیستم استنتاج فازی برای ارزیابی ریسک تابش اشعه ایکس در مراکز تصویربرداری پزشکی نشان داده شده است. همانطور که در نمودار نشان داده شده، بعد از اعمال هر قانون، نتیجه سیستم استنتاج فازی به صورت یک تابع عضویت در ستون سمت راست به دست می‌آید که پس از اعمال تمام قوانین، نتایج استخراج شده برانبارش می‌شوند و به کمک فازی‌زدا نتیجه فازی به عدد تبدیل می‌گردد و میزان ریسک مشخص می‌شود که در بکارگیری پنج قانون مقدار آن ۵۵ به دست آمده است.



نمودار۳- فرآیند استنتاج فازی در ارزیابی تابش اشعه ایکس در مراکز پزشکی درمانی برای پنج قانون

٤. نتیجه‌گیری

استفاده از اشعه ایکس برای آزمایش‌های تشخیصی، یکی از مهم‌ترین منابع پرتوگیری افراد جامعه و به ویژه پرتوکاران است، لذا، پایین نگاه داشتن آلودگی محیط در پایین‌ترین سطح ممکن از لحاظ حفاظت در برابر پرتوگیری داخلی بسیار مهم است.

به نظر می‌رسد باید یک برنامه استراتژیک ملی بر پایه ارزیابی نیازها و اولویت‌ها به‌وسیله وزارت بهداشت و امور حفاظت در برابر اشعه سازمان انرژی اتمی اتخاذ و به‌طور جدی و با نظارت مستمر در مراکز پرتو تشخیصی کشور اجرا شود.

نتایج به دست آمده برای ارزیابی مضرات تابش اشعه ایکس در مراکز پزشکی درمانی با به‌کارگیری سیستم فازی در مراکز منتخب ۱ تا ۶ نشان داد که همه این مراکز در گستره متوسط ریسک واقع شده‌اند که در مرکز منتخب شماره (۱)، از نظر تابش اشعه ایکس در ریسک بالاتری

نسبت به سایر مراکز قرار دارد.

در مرکز شماره (۱) نسبت به سایر مراکز درمانی از دُزیمتر و وسایل حفاظتی به طور کامل استفاده نمی‌شود و ضخامت دیواره سربی در گستره کم است، در نتیجه ریسک تابش اشعه ایکس در این مرکز ۷۵ برآورد شد که در گستره ریسک متوسط قرار دارد. این نکته بدین معنا است که علاوه بر رعایت تمام نکات ایمنی، استفاده از وسایل حفاظت و ذریمتر از اهمیت برخوردار بوده و باید اصول ایمنی و استاندارد رعایت گردد. به نظر می‌رسد وزارت بهداشت و درمان در خصوص ایمنی و حفاظت در مراکز پزشکی باید مراقبت‌های بیشتر، مستمر و جدی‌تری داشته باشد.

معصوم‌بیگی و همکاران (۱۵)، در بررسی میزان آگاهی پرتوکاران، کارورزان پزشکی، دستیاران و دانشجویان رادیولوژی از مقدار دز دریافتی در روش‌های مختلف تصویربرداری نشان دادند که حفاظت بیمار در مقابل خطرات پرتوهای یون‌ساز مورد استفاده برای مقاصد تشخیصی پزشکی، مستلزم داشتن دانش کافی و آگاهی از مقدار منابع و خطرات پرتوها می‌باشد. همچنین میانگین ۷۵ درصد به بالا به صورت آگاهی خیلی خوب، ۷۵-۵۰ درصد آگاهی خوب، ۵۰-۲۵ درصد آگاهی متوسط و کمتر از ۲۵ درصد آگاهی ضعیف داشتند. به طور کلی آگاهی نسبت به دز دریافتی در گروه پرتوکاران (۵۷/۹ درصد) و دانشجویان رادیولوژی (۵۲/۴ درصد) خوب بود، در حالی که در کارورزان پزشکی (۳۵/۳۵ درصد) و دستیاران (۴۱/۳۵ درصد) متوسط بود. بنابراین، تجدیدنظر در سرفصل‌های درسی با تاکید بیشتر بر مباحث حفاظت پرتویی ضروری به نظر می‌رسد.

ولی‌پور و همکاران (۱۸)، در پژوهشی به بررسی میزان پرتو پراکنده ایکس و دز دریافتی کارکنان بخش آنژیوگرافی یک بیمارستان نظامی پرداختند. برای به دست آوردن میزان دز دریافتی توسط کارکنان، از فیلم بج‌های آنها در یک دوره دوماهه، یک‌ساله و پنج ساله استفاده شد. نتایج نشان داد که مقدار پراکنده در فاصله‌های یک و دو متری از منبع پرتو ایکس برای حالت پالسی به ترتیب ۴۷ میکروسیورت بر ساعت و ۹/۷ میکروسیورت بر ساعت و برای فلوروسکپی پیوسته ۹/۸ میکروسیورت بر ساعت و ۴ میکروسیورت بر ساعت است. نتایج به دست آمده از فین بج کارکنان برای یک دوره یک و پنج ساله به ترتیب ۸/۰۸ میلی سیورت و ۲۲/۸۵ میلی سیورت در سال به صورت ماکزیمم برای پزشکان،۱/۴۴ میلی سیورت و ۲/۱۲ میلی سیورت در سال برای رادیولوژیست‌ها و ۱ میلی سیورت و ۲/۵۵ میلی سیورت در سال برای پرستارها به دست آمد. دریافت دز توسط همه کارکنان کمتر از حد مجاز (۲۰میلی سیورت در سال) می‌باشد. حالت‌های مختلف آنژیوگرافی، تجربه و تخصص پزشک و سایر پارامترها می‌تواند فاکتورهای مهمی در میزان

دز دریافتی توسط کارکنان باشد. از این‌رو آموزش کارکنان، بهینه‌سازی عمل حفاظت در برابر تشعشع و پایش دز کارکنان می‌تواند دز دریافتی سالانه آنها را زیر حد مجاز نگاه دارد.

نتایج به‌دست آمده از مطالعات انجام شده قبلی در توافق خوبی با مطالعه حاضر است که نشان می‌دهد باید نکات ایمنی به‌طور کامل رعایت گردد، در غیر این صورت در درازمدت برای کادر درمان مشکلات مواجه با تابش اشعه ایکس اتفاق خواهد افتاد.

لازم به ذکر است که در روش مطالعات معمولی که به تعداد کم تاکنون انجام شده است، پارامترها به‌صورت مجزا در نظر گرفته می‌شوند. سیستم فازی پیشنهادی با توجه به اینکه عدم‌قطعیت‌ها را برای پارامترها در نظر می‌گیرد، دقیق‌تر است و اینکه در سیستم استنتاج فازی، محاسبات ریاضی ارزیابی آسیب کمتر شده و سیستم فازی باعث ساده‌سازی فرآیند ارزیابی خطر می‌شود. به‌علاوه انعطاف‌پذیری سیستم استنتاج فازی براساس دانش فرد خبره برای حل مسائل پیچیده‌ای چون برآورد خطر پدیده‌های طبیعی و پیچیده و ساده‌سازی پردازش تحلیل خطر با در نظر گرفتن عدم‌قطعیت‌ها، با بهبود قطعیت می‌تواند به محققان و پژوهشگران کمک کند. لذا، نتایج پژوهش حاضر از اعتبار خوبی برخوردار است و سیستم فازی طراحی شده با قوانین فرد خبره، یک رفتار صحیحی برای ارزیابی میزان آسیب در مقابل اشعه ایکس برای کادر درمان را دارد.

References

1. Alexi A. *Early History of X Rays*. Carbutts. 1995: 10-12.
2. Amirzadeh F & Tabatabaie SHR. Survey of radiation protection awareness among radiation workers in shiraz hospitals. *Iranian Hournal of nuclear Medicine*. 2005; 13(2): 38-43.
3. Awotunde JB, Matiluko OE & Fatai, OW. Medical Diagnosis System Using Fuzzy Logic. *African Journal of Computing & ICT*. 2014; 7(2).
4. Bigdelirad MA. *Safety tips and protection recommendations*. Qazvin University of Medical Sciences and Health Services, 2006. [in persian]
5. Bushberg JT, Seibert JA, Leidholdt EM & Boone JM. *The Essential physics of Medical Imaging.* Wolters Kluwer Health, 2011.
6. Cullity BD. *Elements of X-Ray Diffraction*. Addison-Wesley Publishing Company, 1978.
7. Donya M, Radford M, ElGuindy A, Firmin D & Yacoub MH. Radiation in medicine: Origins, risks and aspirations. *Global Cardiology Science and Practice.* 2015; 57(4).
8. Dowd SB & Tilson ER. *Practical radiation protection and applied radiobiology.* Philadelphia, 1999.
9. Farahani H, Hamta A & Zoalanvari A. *Using X-ray diffraction patterns to study healthy and cancerous DNA extracted from induced breast cancer cells.* In: 9th International Breast Cancer Congress, 2013. [in persian]
10. Farzaneh A, Ian VM, Sunita C & Gailter H. Bioeffects and safety of low-intensity, low frequency Ultrasonic's exposure. *Prog biophys Mol Biol*. 2012; 108: 119-38.
11. Fatahi-Asl J, Tahmasebi M & Karami V. The protection knowledge and performance of Radiographers in some hospitals of Ahvaz County. *Jentashapir J Health Res.* 2013; 4: 405-415.
12. Galdames FJ, Perez CA, Est´evez PA & Held CM. *Segmentation of Renal SPECT Images Based on Deformable Models*. In: SURGETICA'2005, Computer-Aided Medical Interventions: tools and applications, Chamb´ery, France, 2005: 89–96.
13. Kamil MY & Salih AM. Breast Tumor Detection Via Fuzzy Morphological Operations. Internationa. *Journal of Advanced Pervasive and biquitous Computing.* 2019; 11(1).
14. Kovalerchuk, B, Triantaphyllou, E, Ruiz JF & Clayton J. Fuzzy logic in computer-aided breast cancer diagnosis: analysis of lobulation. *Artificial Intelligence in Medicine.* 1997; 11: 75–85.
15. Masoumbeigi M, Mohseni M, Akbari H & Aliasgharzadeh A. Knowledge of Medical Interns and Radiology Residents, Students, and Staff about the Radiation Dose Received by Patients in Different Imaging Methods. *J. Mazandaran Univ Med Sci*. 2016; 26(144): 230-239. [in persian]
16. Rezaei Vahdati AS & Tahernia AH. *Fuzzy expert system for brain tumor diagn*osis. In: The 9th Conference of New Researches in Science and Technology, 2017. [in persian]
17. Samimi, B. *Guide to occupational health conditions and control of ionizing radiation in metal industries.* Tehran: Ministry of Health, Treatment and Medical Education, Vice-

Chancellor of Health, 2016: 188. [in persian]

18. Valipoor F, Ahmadi O, Poortaghi Gh, Mahmoudi N & Mohamadian M. Survey on scattered and received dose of X-ray radiation in a military hospital. *Iran Occupational Health*. 2017; 14(1): 134-142. [in persian]
19. Yang SK & Cheng YI. Huang Biological effect of paramecium in diffused ultrasonic fields. *Ultrasonic*. 2002; 39: 525-31.