*Pejouhesh dar Pezeshki (i.e., Research in Medicine)* **Original Article**

The Quarterly Journal of School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences 2022; Vol. 46; No. 2

# Evaluation of occupational external radiation and related factors in Nuclear Medicine Center of Shohadaye Tajrish Hospital in 1398

**Elahe Mahmoudi[1], Mohammad Reza Deevband[1*], Mahasti Amoui[2], Elahe Pirayesh[2], Mohammad Ali Ghodsi Rad[2], Mehrdad Ghorbani Rad[2]**

1. Biomedical Engineering and Medical Physics Department, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Nuclear Medicine Department, Shohadaye Tajrish Hospital, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Received: October 13, 2020; Accepted: December 05, 2021

## Abstract

**Background and Aim:** Most radioactive materials used in nuclear medicine are gamma emitters. Gamma range is relatively large, so the nuclear medicine staff is exposed to external exposure by gamma. The aim of the present study was to estimate the dose which is received by staff during different diagnostic methods in a nuclear medicine center.

**Methods:** This study is a descriptive, cross-sectional study. The studied components include the amount of radiation of the staff in the imaging stage of patients and the injection of radiopharmaceuticals to patients at different intervals. A total of 60 patients and 8 staff were included in the study. Data was collected in terms of compliance with the dose limits set by the Atomic Energy Organization (20 mSv/year) based on descriptive statistics, such as minimum dose, maximum dose, the mean and standard deviation of analysis, and comparisons through student t-test in SPSS.

**Results:** The average amount of irradiation recorded for staff due to imaging process ranged from 0.03±0.01 to 0.32±0.08 µSv/h and 0.05 ± 0.03 to 0.43 ± 0.04 µSv/h, when radiopharmaceuticals were injected into the patient.

**Conclusion:** The amounts of the doses received were in good agreement with other studies, and did not exceed the dose set for occupational exposure (20 milli Sieverts per year). The dose received by staff decreases as the distance from the patient increases and the duration of communication with the patient decreases.

**Keywords:** Dose Received; Dose Rate; Radiopharmaceutical; Occupational Radiation; Nuclear Medicine

**Please cite this article as:** Mahmoudi E, Deevband M, Amoui M, Pirayesh E, Ghodsi Rad M, Ghorbani Rad M. Evaluation of occupational external radiation and related factors in Nuclear Medicine Center of Shohadaye Tajrish Hospital in 1398. Pejouhesh dar Pezeshki. 2022;46(2):68-76.

[ Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.17355311.1401.46.2.2.6 ]

[*]**Corresponding Author:** Mohammad Reza Deevband; Email: mdeevband@sbmu.ac.ir



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

پژوهش در پزشکی
مقاله پژوهشی
فصلنامه علمی-پژوهشی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی شهید بهشتی
دوره ٤٦، شماره ٢، سال ١٤٠١ شمسی، صفحات ٦٨ تا ٧٦

# بررسی میزان پرتوگیری خارجی شغلی و عوامل مرتبط با آن در مرکز پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش سال ۱۳۹۸

**الهه محمودی[1]، محمدرضا دیوبند[1*]، مهستی عموئی[2]، الهه پیرایش[2]، محمدعلی قدسی راد[2]، مهرداد قربانی‌راد[2]**

۱. گروه مهندسی و فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. گروه پزشکی هسته‌ای، بیمارستان شهدای تجریش، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۴

## خلاصه

**سابقه و هدف:** بسیاری از رادیوداروهای مورد استفاده در پزشکی هسته‌ای گامازا هستند. از آنجا که پرتوهای گاما برد به نسبت زیادی دارند، کارکنان پزشکی هسته‌ای در معرض پرتوگیری خارجی هستند. هدف از انجام این مطالعه، تخمین پرتوگیری شغلی کارکنان پزشکی هسته‌ای در روش‌های مختلف تشخیصی در یک مرکز پزشکی هسته‌ای است.

**روش کار:** این مطالعه یک مطالعه توصیفی- مقطعی است. مؤلفه‌های بررسی‌شده عبارتنداز: میزان پرتوگیری پرتوکاران در مرحله تصویربرداری از بیماران و تزریق رادیودارو به بیماران در فواصل مختلف، در روش‌های پزشکی هسته‌ای متعارف شامل اسکن پرفیوژن میوکارد، اسکن استخوان کل بدن، اسکن تیروئید و اسکن کلیه است. در مجموع ۶۰ بیمار و هشت نفر از پرتوکاران در این مطالعه حضور داشتند. اطلاعات جمع‌آوری شده از نظر انطباق با حدود دوز تعیین شده توسط سازمان انرژی اتمی (۲۰ میلی‌سیورت در سال) براساس آمارهای توصیفی نظیر حداقل دوز، حداکثر دوز، میانگین و انحراف معیار تجزیه و تحلیل و مقایسه‌ها از طریق آزمون T در نرم‌افزار SPSS ۲۵ انجام شد.

**یافته‌ها:** میزان پرتوگیری ثبت‌شده برای پرتوکاران هنگام تصویربرداری از بیماران در محدوده ۰/۰۱±۰/۰۳ تا ۰/۰۸±۰/۳۲ میکروسیورت، و همچنین هنگام تزریق رادیودارو به بیمار در محدوده ۰/۰۳±۰/۰۵ تا ۰/۰۴±۰/۴۳ میکروسیورت ثبت شده است.

**نتیجه‌گیری:** مقادیر دوز دریافتی تطابق خوبی با سایر مطالعه‌ها داشت. میزان پرتوگیری ثبت‌شده در حد قابل قبول بوده و از حد دوز تعیین‌شده برای پرتوکاران (۲۰ میلی‌سیورت در سال) تجاوز نکرد، ضمن آنکه فاصله پرتوکار از بیمار، سرعت‌عمل پرتوکاران هنگام مواجهه با بیماران و میزان پرتوزایی تجویزی تأثیر مستقیم بر میزان دوز دریافتی توسط پرتوکاران دارند. با افزایش فاصله از بیمار و کاهش مدت زمان ارتباط با بیمار، میزان پرتوگیری پرتوکاران کاهش می‌یابد.

**واژگان کلیدی:** دوز دریافتی؛ آهنگ دوز؛ رادیودارو؛ پرتوگیری شغلی؛ پزشکی هسته‌ای.

**به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:**
Mahmoudi E, Deevband M, Amoui M, Pirayesh E, Ghodsi Rad M, Ghorbani Rad M. Evaluation of occupational external radiation and related factors in Nuclear Medicine Center of Shohadaye Tajrish Hospital in 1398. Pejouhesh dar Pezeshki. 2022;46(2):68-76.

***نویسنده مسئول مکاتبات:** محمدرضا دیوبند؛ آدرس پست الکترونیکی: m.deevband@sbmu.ac.ir



[ Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.17355311.1401.46.2.2.6 ]
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## مقدمه

مشکل اصلی و همچنین نگرانی عمده هنگام استفاده از داروهای مورد استفاده در پزشکی هسته‌ای، ناشی از پرتو گاما ( اکثر داروهای مورد استفاده در بخش پزشکی هسته‌ای گامازا هستند) ساطع شده است که سبب می‌شود پرتوکاران مراکز پزشکی هسته‌ای که در مراحل مختلف از جمله تهیه و تزریق رادیودارو، موقعیت‌دهی به بیمار روی تخت برای تصویربرداری، نظارت بر بیمار هنگام دستیابی به داده‌ها، در ارتباط نزدیک با بیماران هستند، در معرض پرتوگیری خارجی قرار گیرند (۲-۱). کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه[1] محدودیت‌هایی برای تابش‌های یونیزان حد دز ۱ mSv و ۲۰ mSv در سال به ترتیب برای عموم مردم و کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای تعیین کرده است (۳). رادیوایزوتوپ تکنسیوم-۹۹m بیشترین کاربرد را در تکنیک‌های تشخیصی پزشکی هسته‌ای دارد، به عبارتی در ۸۰درصد کل روش‌های پزشکی هسته‌ای به کار گرفته می‌شود. این رادیوایزوتوپ نیمه پایدار دارای ویژگی‌های ایده‌ال از نظر انرژی گاما و نیمه عمر برای آزمایش‌های پزشکی هسته‌ای است. رایج‌ترین روش‌های تشخیصی انجام شده در مرکز پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش، تهران به شرح زیر است: اسکن پرفیوژن میوکارد قلب، رادیوداروی مورد استفاده در این نوع اسکن $^{99m}$Tc-methoxyisobutyl is nitrile (MIBI) و $^{201}$Tl thallous chloride است(۴). این اسکن در دو فاز استرس و استراحت، انجام می‌شود. اسکن رادیوایزوتوپی از استخوان (۵) با تکنسیوم متصل شده به متیلین در فوسفات $^{99m}$TC-methylene diphosphate (MDP) می‌شود. اسکن کلیه با استفاده از رادیونوکلئید تکنسیوم نشان‌دار شده با دی‌مرکپتو سوکسینیک‌اسید $^{99m}$TC-dimercapatosuccinic acid (DMSA) انجام می‌شود(۶). اسکن تیروئید با استفاده از $^{99m}$Tc-pertechnate است(۹-۷). کار تحقیقی حاضر برای ارزیابی میزان پرتوگیری پرتوکاران شاغل در مرکز پزشکی هسته‌ای، از بیمارانی که روش‌های تشخیصی پزشکی هسته‌ای را در مرکز پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش تهران گذرانده‌اند، برنامه-ریزی شده است. برای این منظور سه مرحله تعیین شده است: ۱- تعیین فواصل ثابت بین بیمار و پرتوکار در هر مرحله؛ ۲- قرائت تقریبی آهنگ دوز در آن فواصل به صورت مستقیم توسط دزیمتر اتاقک یونیزان؛ و ۳- تقریب مدت زمان صرف‌شده در این فواصل توسط پرتوکاران؛

هدف اصلی این تحقیق، تعیین دوز سالانه برای پرتوکاران است که یک روش واحد را در طول یک سال کاری انجام می‌دهند. این مطالعه سال ۱۳۹۸ در مرکز پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش تهران، ایران انجام شده است.

## روش کار

مطالعه حاضر توصیفی- مقطعی محسوب می‌شود که روی کارکنان پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش انجام شد. در مجموع ۶۰ بیمار که برای انجام یکی از اسکن‌های هسته‌ای به بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش مراجعه کردند، برای شرکت در این مطالعه انتخاب شدند. هشت نفر از پرتوکاران در این مطالعه حضور داشتند. در هر شیفت وظایف بین پرتوکاران تقسیم شده است. روش‌های متفاوتی در بخش پزشکی هسته‌ای برای اندازه‌گیری دوز پرتوکاران می‌توان استفاده کرد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به اندازه‌گیری مستقیم توسط دزیمتر ترمولومینسانس، دزیمتر قلمی، دزیمتر جیبی، فیلم بج، گایگر مولر و اتاقک یونیزان اشاره کرد. این مطالعه با استفاده از یک دزیمتر thermo (FH 40G-L10) ساخت کشور آلمان که توسط آزمایشگاه دزیمتری استاندارد ثانویه کالیبره شده، انجام شده است. از ویژگی‌های این دزیمتر می‌توان به قابلیت آن در دزیمتری اشعه ایکس و پرتو گاما در محدوده ۱۰۰ mSv/h- ۱۰ nSv/h اشاره کرد. پاسخ انرژی دزیمتر۴/۴ MeV - ۳۰ KeV است. دقت بالا و سرعت خوانش آنی این دزیمتر از مهم‌ترین ویژگی‌های مورد توجه برای انتخاب این دزیمتر، برای انجام این مطالعه بوده است. لازم به ذکر است که اکثر کارکنان مرکز پزشکی هسته‌ای آشنایی کامل با قوانین حفاظتی را تا حد

1-International Commission on Radiological Protection (ICRP)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

[ Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.17355311.1401.46.2.2.6 ]

مطلوب دارند، دوره‌های حفاظت از اشعه را گذرانده و مجهز به دزیمتر فردی هستند ضمن آنکه میزان حد قابل قبول پرتوگیری خارجی برای کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای بر اساس مقدار تعیین شده توسط کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر پرتو ۲۰ میلی‌سیورت در سال در نظر گرفته شده است (۳). شرایط یکسانی برای آماده‌سازی داروهای هر اسکن لحاظ شد. در این مطالعه ابتدا $^{99m}Tc$ از ژنراتور مولیبدن دوشیده شد. سپس توسط دوز کالیبراتور مقدار $^{99m}Tc$ برای اطمینان از صحت مقدار آن اندازه‌گیری شد. در ادامه کار $^{99m}Tc$با کیت مربوط به هر اسکن نشان‌دار شد. حداکثر دوزهای تزریقی برای همه اسکن‌ها و زمان استراحت برای بیماران پس از تجویز دوز، در جدول (۱) ارائه شده است.

دوزهای تابشی به پرتوکاران با اندازه‌گیری فاصله زمانی و آهنگ دوز در فاصله‌های مختلف (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ متری ) از بیمار تخمین زده شد. هنگام کار پرتوکاران در فواصل علامت‌گذاری‌شده حضور یافتند. در برخی از موارد، بیماران پس از دریافت دستورالعمل‌ها در وضعیت مورد نظر روی تخت، بدون کمک پرتوکاران قرار می‌گیرند.

در مجموع ۳۰ بیمار تحت تصویربرداری پرفیوژن قلب با رادیوداروی $^{99m}$TC-MIBI ، ۱۰ بیمار تحت تصویربرداری استخوان با رادیوداروی $^{99m}$TC-MDP، ۵ بیمار تحت تصویربرداری تیروئید با رادیوداروی $^{99m}$TC-pertechnetate، ۱۰ بیمار تحت تصویربرداری کلیه با رادیوداروی $^{99m}$TC-DMSA، و ۵ بیمار تحت تصویربرداری پرفیوژن قلب با رادیوداروی TI-chloride $^{201}$است.

نحوه اندازه‌گیری دوز دریافتی توسط این دزیمتر به این صورت است که میزان آهنگ دوز بر حسب میکروسیورت بر ساعت (µSv/h ) محاسبه شد. مدت زمان حضور پرتوکار (ثانیه) در فاصله‌های مختلف و زمان‌های متفاوت در ارتباط مستقیم با بیمار، به دقت توسط محقق ثبت شد و زمان (ثانیه) که به صورت دقیق توسط اپراتور ثبت شده بود و نرخ دوز نسبی در یکدیگر ضرب شدند.

در نهایت، میانگین دوز خارجی به پرتوکاران و SD آنها محاسبه شد. دوز دریافتی پرتوکاران با استفاده از نرم‌افزار SPSS(SPSS Inc. Chicago, IL) توسط آزمون آماری t دانشجویی (student t-Test) تجزیه و تحلیل شدند. مقادیر برابر با ۰/۰۵ به عنوان سطح معنادار در نظر گرفته شد.

**جدول ۱- حداکثر دوز تزریق‌شده و زمان استراحت بیمار پس از تجویز دوز**

| نوع تصویربرداری | فعالیت تزریق شده (mci) | زمان تصویربرداری |
|---|---|---|
| اسکن استخوان کل بدن ($^{99m}$Tc-MDP) | ۳۰-۲۰mci | ۲ ساعت |
| اسکن تیروئید ($^{99m}$Tc-pertechnetate) | ۱۰-۲ mci | ۱۵ دقیقه |
| اسکن کلیه ($^{99m}$Tc-DMSA) | ۵ mci | ۱ ساعت |
| اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{99m}$Tc-MIBI) | ۱۵ mci | ۴۵ دقیقه |
| اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{99m}$Tc-MIBI) | ۲۰mci | ۱۵ دقیقه |
| اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{201}$TI- chloride) | ۲ mci | ۴۵ دقیقه |
| اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{201}$TI- chloride) | ۳ mci | ۱۵ دقیقه |

## یافته‌ها

میانگین آهنگ دوز خارجی و انحراف استاندارد در اسکن‌های مختلف هسته‌ای و فواصل مختلف از بیمار در جدول ۲ گزارش شده است. بیشترین میزان پرتوگیری در هنگام اسکن قلب مرحله استرس با رادیوداروی($^{99m}$ Tc-MIBI) است.

میانگین دوزهای دریافتی تمامی پرتوکاران بخش پزشکی هسته‌ای به ازای هر مرحله اسکن و وظیفه در جدول (۳) آمده است. مشاهده می‌شود که بیشترین میزان دوز دریافتی پرتوکاران هنگام تزریق رادیودارو است. دوز دریافتی پرتوکاران پزشکی هسته‌ای به ازای هر اسکن قلب در مراحل تزریق- استراحت، تصویربرداری- استراحت و تزریق- استرس، تصویربرداری-

[ Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]
[ DOR: 20.1001.1.17355311.1401.46.2.2.6 ]



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

استرس به ترتیب ۰/۰۴±۰/۴۳، ۰/۰۵±۰/۲۷، ۰/۰۹±۰/۳۹، ۰/۰۸ ± ۰/۳۲ میکروسیورت است.

این اطلاعات نشان می‌دهد که میانگین پرتوگیری پرتوکار هنگام تزریق رادیودارو و آماده‌سازی برای اسکن پرفیوژن قلب، در مرحله تزریق بیشترین مقدار است. میزان پرتوگیری پرتوکار هنگام اسکن استخوان در مرحله تزریق رادیودارو بیشتر از تصویربرداری ثبت شده است. این مقدار برابر با ۰/۰۵ ±۰/۴۱ میکروسیورت به ازای هر اسکن است. اگرچه اسکن‌های قلب با رادیوداروی $^{201}$TI- chloride با همان روش تصویربرداری با رادیوداروی $^{99M}$(Tc-MIBI) انجام می‌شود، اما دوز کمتری به پرتوکاران اعمال می‌شود، به ازای هر اسکن قلب در مرحله‌های تزریق-استراحت، تصویربرداری- استراحت و تزریق- استرس، تصویربرداری -استرس، به ترتیب ۰/۰۳ ± ۰/۰۵، ۰/۰۱ ± ۰/۰۳، ۰/۰۲ ± ۰/۰۴و ۰/۰۴ ± ۰/۰۷ میکروسیورت است.

میانگین پرتوگیری سالانه پرتوکاران شاغل در مرکز پزشکی هسته‌ای به تفکیک در جدول شماره ۴ آمده است. میانگین پرتوگیری سالانه در مراکز پزشکی هسته‌ای رابطه مستقیم با تعداد اسکن‌های انجام‌شده در مرحله دارد. از آنجا که بیشترین مراجعه کنندگان به بخش پزشکی هسته‌ای شهدای تجریش، به ترتیب متقاضی انجام اسکن قلب و اسکن استخوان بوده‌اند، میزان پرتوگیری سالانه پرتوکاران ناشی از اسکن قلب و اسکن استخوان، بالاترین مقدار ثبت شده است.

**جدول ۲- میزان دوز بر حسب فواصل به تفکیک نوع تصویربرداری**

| نوع تصویربرداری | تعداد نمونه (n) | فاصله از بیمار | | | | | P-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ۰ متری | ۰/۲۵ متری | ۰/۵ متری | ۱ متری | ۲ متری | |
| اسکن استخوان کل بدن ($^{99m}$Tc-MDP) | ۱۰ | ۲۰/۲±۷/۱ (رنج ۲۵/۴-۱۳) | ۱۶/۳±۶ (رنج ۲۰-۱۳/۴) | ۱۱/ ۶ ± ۲/۳ (رنج ۱۵ - ۸/۵) | ۴/۶ ± ۱/۱ (رنج ۶/۸ - ۳) | ۲/۱ ± ۰/۶۵ (رنج ۳/۲- ۱/۱) | (P<0.05) |
| اسکن تیروئید ($^{99m}$Tc-pertechnetate) | ۵ | ۲۲/۰ ± ۲/۲ (رنج۲۴/۴- ۲۱) | ۱۹/۱ ± ۱/۲ (رنج۲۶- ۱۷) | ۱۶/۵ ± ۲/۳ (رنج۲۰- ۱۳/۷) | ۸/۱ ± ۱/۰۷ (رنج ۱۰-۷/۵) | ۴/۷ ± ۰/۷۷ (رنج ۶/۱ -۴) | (P<0.05) |
| اسکن کلیه ($^{99m}$Tc-DMSA) | ۱۰ | ۱۵/۹ ± ۲/۱ (رنج ۲۰/۵ – ۱۰/۳) | ۱۰/۸ ± ۱/۱ (رنج ۱۴/۸ – ۸/۶) | ۸/۷ ± ۱/۳ (رنج ۱۱ – ۷/۳) | ۳/۵ ± ۰/۹ (رنج ۵/۵ - ۲) | ۲/۵ ± ۰/۹ (رنج ۴ – ۱/۸) | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{99m}$Tc-MIBI) | ۳۰ | ۲۰/۲ ± ۱/۲ (رنج ۲۶/۱ – ۱۸/۲) | ۱۹/۷ ± ۲/۱ (رنج ۲۲/۹ – ۱۶/۷) | ۱۷/۲ ± ۱/۵ (رنج ۲۰/۸ - ۱۵) | ۹/۵ ± ۱/۱ (رنج ۱۱ -۸/۴) | ۲/۸ ± ۱/۰۲ (رنج ۴/۲ – ۱/۵) | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{99m}$Tc-MIBI) | ۳۰ | ۲۴/۴ ± ۲/۱ (رنج ۲۸/۳ – ۲۰/۲) | ۲۰/۱ ± ۱/۸ (رنج ۲۳ – ۱۸/۸) | ۲۰/۱ ± ۱/۸ (رنج ۲۳ – ۱۸/۸) | ۱۲/ ±۰ ۱/۱ (رنج ۱۴/۳- ۱۰) | ۳/۹ ۰±/۶۴ (رنج ۵/۱ - ۳) | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{201}$TI- chloride) | ۵ | ۴/۰ ± ۰/۴ (رنج ۴/۴ -۳/۵) | ۳/۴ ± ۰/۲ (رنج ۴/۰ -۳) | ۲/۲ ± ۰/۲ (رنج ۳/۱ -۲) | ۱/۵ ± ۰/۲ (رنج ۲/۲ -۱) | ۰/۸۷ ± ۰/۲ (رنج ۱/۰ -۰/۵) | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{201}$TI- chloride) | ۵ | ۴/۴ ± ۰/۵ (رنج ۶/۶ -۴) | ۴/۰ ± ۰/۳ (رنج ۵/۲ -۴/۶) | ۳/۲ ± ۰/۵ (رنج ۴/۰ -۲/۸) | ۲/۰ ± ۰/۲ (رنج ۳/۰ -۱/۶) | ۱/۰ ± ۰/۳ (رنج ۱/۳ -۰/۸) | (P<0.05) |

- میانگین ± انحراف معیار برحسبµSv/h

[ Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.17355311.1401.46.2.2.6 ]



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

**جدول ۳- میزان پرتوگیری پرتوکاران شاغل بر حسب فعالیت و به تفکیک نوع اسکن**

| نوع تصویربرداری | میزان پرتوگیری هنگام تصویربرداری از بیمار | میزان پرتوگیری هنگام آماده سازی و تزریق رادیودارو | P-value |
|---|---|---|---|
| اسکن استخوان کل بدن ($^{99m}$Tc-MDP) | ۰/۲۶ ± ۰/۰۷ (رنج ۰/۱۸-۰/۳۲) | ۰/۴۱ ± ۰/۰۵ (رنج ۰/۲۸-۰/۵۱) | (P<0.05) |
| اسکن تیروئید ($^{99m}$Tc-pertechnetate)) | ۰/ ۱۷ ± ۰/۰۳ (رنج ۰/۱۲-۰/۲۰) | ۰/ ۲۲ ± ۰/۰۶ (رنج ۰/۱۵-۰/۳۰) | (P<0.05) |
| اسکن کلیه ($^{99m}$Tc-DMSA) | ۰/۰۸ ± ۰/۰۳ (رنج ۰/۰۴-۰/۱۱) | ۰/۱۳ ± ۰/۰۷ (رنج ۰/۰۹-۰/۱۵) | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{99m}$Tc-MIBI) | ۰/۲۷ ± ۰/۰۵ (رنج ۰/۲۰-۰/۳۷) | ۰/ ۴۳ ± ۰/۰۴ (رنج ۰/۳۳-۰/۵۱) | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{99m}$Tc-MIBI) | ۰/۳۲ ± ۰/۰۸ (رنج ۰/۲۵-۰/۴۲) | ۰/۳۹ ± ۰/۰۹ (رنج ۰/۳۰-۰/۵۰) | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{201}$TI- chloride) | ۰/۰۳ ± ۰/۰۱ (رنج ۰/۰۱-۰/۰۵) | ۰/۰۵ ± ۰/۰۳ (رنج ۰/۰۳-۰/۰۸) | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{201}$TI- chloride ) | ۰/۰۴ ± ۰/۰۲ (رنج ۰/۰۳-۰/۰۶) | ۰/۰۷ ± ۰/۰۴ (رنج ۰/۰۵-۰/۰۹) | (P<0.05) |

- میانگین ± انحراف معیار برحسبµSv

**جدول ۴- میانگین پرتوگیری سالانه± انحراف معیار پرتوکاران شاغل در مرکز پزشکی هسته‌ای برحسب کار و به تفکیک نوع آزمون به ازای هر بیمار (بر حسب µSv)**

| نوع تصویربرداری | پرتوگیری هنگام تصویر برداری از بیمار | پرتوگیری هنگام آماده سازی و تزریق رادیودارو | n | P-value |
|---|---|---|---|---|
| اسکن استخوان کل بدن ($^{99m}$Tc-MDP) | ۰/۱۵ ± ۰/۰۵ (رنج ۰/۰۹-۰/۱۸) | ۰/۲۲ ± ۰/۰۴ (رنج ۰/۱۵-۰/۲۷) | ۵۴۰ | (P<0.05) |
| اسکن تیروئید ($^{99m}$Tc-pertechnetate)) | ۰/ ۰۶ ± ۰/۰۲ (رنج ۰/۰۴-۰/۰۷) | ۰/ ۰۹ ± ۰/۰۳ (رنج ۰/۰۵-۰/۱۲) | ۳۷۸ | (P<0.05) |
| اسکن کلیه ($^{99m}$Tc-DMSA) | ۰/۰۲ ± ۰/۰۱ (رنج ۰/۰۱-۰/۰۳) | ۰/۰۳ ± ۰/۰۱ (رنج ۰/۰۲-۰/۰۴) | ۲۷۰ | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{99m}$Tc-MIBI) | ۰/۲۹ ± ۰/۰۴ (رنج ۰/۲۳-۰/۳۹) | ۰/ ۴۶ ± ۰/۰۵ (رنج ۰/۳۵-۰/۵۵) | ۱۰۸۰ | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{99m}$Tc-MIBI) | ۰/۳۴ ± ۰/۰۵ (رنج ۰/۲۷-۰/۴۵) | ۰/۴۲ ± ۰/۰۶ (رنج ۰/۳۲-۰/۵۴) | ۱۰۸۰ | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{201}$TI- chloride) | ۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰۱ (رنج ۰/۰۰۱-۰/۰۰۵) | ۰/۰۰۸ ± ۰/۰۰۲ (رنج ۰/۰۰۴-۰/۰۰۹) | ۱۶۲ | (P<0.05) |
| اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{201}$TI- chloride ) | ۰/۰۰۵ ± ۰/۰۰۱ (رنج ۰/۰۰۴-۰/۰۰۷) | ۰/۰۰۸ ± ۰/۰۰۳ (رنج ۰/۰۰۶-۰/۰۰۹) | ۱۶۲ | (P<0.05) |

- میانگین ± انحراف معیار برحسبµSv



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



[ Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.17355311.1401.46.2.2.6 ]

## بحث

در این مطالعه میزان پرتوگیری کارکنان از منابع و مسیرهای مختلف در پزشکی هسته‌ای ارزیابی شده است. با توجه به جدول‌های ۱ و ۲ و بررسی مقایسه‌ای آن‌ها می‌توان پی برد که تأثیر این دو موضع در پرتوگیری پرتوکاران متفاوت است. مطالعه‌های بسیاری میزان دوز دریافت‌شده توسط پرتوکاران را هنگام انجام وظایف خود اندازه‌گیری کرده‌اند (۱۳-۱۰) در مقابل نیز مطالعه‌هایی ارائه شده که تنها یک جنبه از پرتوگیری پرتوکار را بررسی کرده است(۹،۱۴). نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در تمام روش‌های تشخیصی انجام شده در مرکز پزشکی هسته‌ای، میزان پرتوگیری پرتوکاران در زمان تزریق رادیودارو بسیار بیشتر از پرتوگیری هنگام تصویربرداری از بیمار است. از دلایل آن می‌توان به این نکته اشاره کرد که هنگام تزریق رادیودارو، پرتوکار به طور مستقیم در معرض پرتوگیری قرار می‌گیرد، درصورتی که هنگام تصویربرداری علاوه بر آنکه با گذشت زمان با توجه به نیمه عمر مؤثر رادیودارو، بخشی از رادیودارو از بدن بیمار دفع شده است، پرتوکار با پرتوهای تضعیف شده مواجهه است که حاوی پرتوهای اولیه و پراکنده شده از بدن بیمار است. Areeb و همکاران (۱۴) میانگین پرتوگیری پرتوکاران بخش پزشکی هسته‌ای را با استفاده از دزیمتر قلمی محاسبه کردند. در این مطالعه تنها میزان پرتوگیری پرتوکاران در هنگام تصویربرداری از بیماران ارزیابی شد. در این مطالعه بیشترین میزان پرتوگیری مربوط به تصویربرداری قلب در مرحله استرس برابر با ۰/۱۱۱±۰/۵۸۴ میکروسیورت بیان شده است. Shanei و همکاران (۱۵) میزان پرتوگیری تکنولوژیست‌های پزشکی هسته‌ای مسئول تزریق و تصویربرداری در اسکن قلب را در مرکز پزشکی هسته‌ای، با استفاده از دزیمتر جیبی دیجیتال در هر دو مرحله استراحت و استرس به تفکیک محاسبه کرده‌اند. میزان دوز دریافتی تکنولوژیست‌ها هنگام تزریق $^{99m}$Tc-MIBI و تصویربرداری اسکن قلب به ترتیب ۰/۰۷۳±۰/۳۶۰ و ۰/۰۷۰±۰/۲۴۰ میکروسیورت به ازای هر اسکن قلب تخمین زده‌اند. در این مطالعه بیان شد، دوز دریافتی تکنولوژیست‌های پزشکی هسته‌ای در هنگام تزریق رادیودارو حدود ۳۳ درصد بیشتر از دوز دریافتی هنگام تصویربرداری از بیمار است. این مقادیر در مطالعه حاضر در مراحل تزریق- استراحت، تصویربرداری- استراحت و تزریق- استرس، تصویربرداری - استرس به ترتیب برابر با ۰/۰۴±۰/۴۳ ، ۰/۰±۲۷/۰۵، ۰/۰±۳۹/۰۹ و ۰/۰۸ ±۰/۳۲است. تفاوت در مقادیر به دست آمده می‌تواند ناشی از دقت و سرعت عمل متفاوت تیم پزشکی باشد. Fathy و همکاران (۱۶) میزان پرتوگیری پرتوکاران در مواجهه با ۱۸۰ بیمار را بررسی کردند در این مطالعه بیشترین میزان پرتوگیری در مرحله اسکن قلب ثبت شده است. Alramlawy و همکاران (۱۷) هم با بررسی میزان پرتوگیری پرتوکاران در مواجهه با ۱۱۱ بیمار با استفاده از یک دستگاه اندازه گیری استاندارد کالیبره‌شده به این نتیجه رسیدند که مرحله تزریق اسکن هسته‌ای از بحرانی‌ترین نقاط زمانی است که در آن کارکنان بالاترین دوز تابش را دریافت می‌کنند. Bayram و همکاران (۱۸) میزان پرتوگیری کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای را به تفکیک نوع اسکن، با و بدون استفاده از تجهیزات حفاظتی پزشکی هسته‌ای ارزیابی کردند. در مطالعه ذکرشده از آنجا که آماده‌سازی و تزریق رادیودارو بر عهده پرستار است، تنها میزان پرتوگیری خارجی پرتوکاران هنگام تصویربرداری از بیمار ارائه شده است. در این مطالعه مقدار پرتوگیری پرتوکار در هر دو مرحله تصویربردای اسکن قلب (مرحله استرس، مرحله استراحت) به صورت مجموع برابر با ۰/۰±۱۳/۰۸ میکروسیورت بیان شده است. در حالی‌که در مطالعه حاضر میزان پرتوگیری پرتوکاران هنگام تصویربرداری از بیمار در دو مرحله استراحت و استرس متفاوت ثبت شده است. لازم به ذکر است که تفاوت در پرتوگیری پرتوکاران در مراحل اسکن قلب، می‌تواند ناشی از این موضوع باشد که در مرحله استرس نیاز به اتصال لیدهای قلبی در تصویربرداری است، در نتیجه پرتوکار زمان بیشتری را در کنار بیمار سپری می‌کند.

[ Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.17355311.1401.46.2.2.6 ]



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ضمن آن که تفاوت در پرتوگیری پرتوکار تزریق‌کننده رادیودارو در اسکن قلب در دو مرحله استراحت و استرس می‌تواند ناشی از تفاوت در مهارت پرتوکاران نیز باشد، زیرا در مرحله استراحت رادیودارو به صورت مستقیم و در مرحله استرس از طریق آنژوکت به بیمار تزریق می‌شود، دقت و سرعت‌عمل پرتوکار در رگ‌گیری و تزریق رادیودارو می‌تواند، میزان پرتوگیری را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار دهد. میزان پرتوگیری پرتوکاران در مراحل دیگر تا حدودی با اطلاعات ثبت شده در این مطالعه مطابقت داشت. تفاوت ثبت شده می‌تواند ناشی از تفاوت میزان رادیوداروی تزریقی به بیماران در اسکن‌های مختلف باشد. به عنوان مثال در مطالعه انجام شده توسط Bayram و همکاران (۱۸) میزان فعالیت تزریقی در اسکن استخوان ۲۰mci است، در حالی‌که در این مطالعه، دامنه میزان پرتوزایی استفاده شده mci ۲۰-۳۰ تخمین زده شده است. تفاوت دیگر می‌تواند ناشی از تصاویر تأخیری گرفته شده در اسکن استخوان، در فازهای متفاوت باشد که در این مطالعه لحاظ شده است. در نتیجه مقادیر تخمین‌زده‌شده برای پرتوگیری پرتوکاران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مقایسه پرتوگیری‌های ثبت شده در مطالعه‌های مختلف می‌تواند تا حدودی به نوع دستگاه استفاده شده در مرکز پزشکی هسته‌ای، مدت زمان استفاده از دستگاه و زمان‌بندی انجام آزمون‌های کنترل کیفی دستگاه توسط مسئول فیزیک بهداشت هم ارتباط داشته باشد. توجه به این نکته مهم است که حساسیت دستگاه‌های تصویربرداری به مرور زمان کاهش می‌یابد. یکی از راه‌های جبران این کاهش حساسیت، برای به دست‌آوردن تصویری با کیفیت مناسب، افزایش میزان فعالیت تزریقی به بیماران ا.ت، این کار سبب افزایش میزان پرتوگیری پرتوکاران در هر دو مرحله تزریق و تصویربرداری است. به همین دلیل انجام کنترل کیفی منظم دستگاه‌های بخش بسیار مهم و حیاتی است. با این وجود مقادیر موجود در جداول ۳ و ۴ نشان می‌دهد که حتی بدون چرخش نیروی کار و با افزایش عمده در تعداد بیماران، دوز سالانه برای پرتوکاران به حد سالانه (۲۰ میلی‌سیورت در سال) تعیین شده توسط کیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر پرتو نخواهد رسید. ضمن آنکه با افزایش فاصله و کاهش مدت زمان ارتباط بین بیماران و پرتوکاران، میزان پرتوگیری کاهش می‌یابد.

## نتیجه‌گیری و پیشنهاد

از آنجا که مواد پرتوزای باز مورد استفاده در مراکز پزشکی هسته‌ای می‌تواند از سه طریق تنفس، بلع و پوست وارد بدن پرتوکاران شده و سبب پرتوگیری داخلی می‌شود، بررسی همه‌جانبه پرتوگیری خارجی و داخلی کارکنان در تحقیق‌های بعدی پیشنهاد می‌شود. ضمن آنکه تجهیزات حفاظتی متفاوتی از قبیل روپوش سربی، ویال سربی و حفاظ سرنگ برای بخش‌های پزشکی تعبیه شده است، بررسی تأثیر این تجهیزات حفاظتی در میزان پرتوگیری پرتوکاران شاغل در بخش پزشکی هسته‌ای شهدای تجریش می‌تواند کارآمد باشد.

## تشکر و قدردانی

با تشکر از پرتوکاران، استادان و متخصصان پزشکی هسته‌ای و سوپروایزر محترم بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش که همکاری صمیمانه‌ای با مجریان طرح در اجرای مراحل مختلف این تحقیق داشته‌اند.

## تأمین بودجه

اظهار نشده است.

## تعارض منافع

نویسندگان، تعارض منافعی را گزارش نکرده‌اند.

[ Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.17355311.1401.46.2.2.6 ]



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

# References


1- Semwal MK. Khan's The Physics of Radiation Therapy. J Med Phys. 2020; 45(2):134-135.

2- Ahasan MM. Assessment of radiation dose in nuclear medicine hot lab. Iran J Radiat Res 2004; 2(2): 75-8.

3- Movahedi MM, Mehdizadeh A, Khalifeh B, Amani S, Taeb S, Mostaghimi H. Evaluation of Radiation Exposure of Urology Surgeons and Radiology Personnel during Fluoroscopy Guided Surgeries at Shahid Faghihi Hospital in Shiraz. J Fasa Univ Med Sci. 2016; 6 (3): 343-348.

4- Baggish AL, Boucher CA. Radiopharmaceutical agents for myocardial perfusion imaging. Circulation 2008; 118(16): 1668-74.

5- Fogelman I, Bessent RG, Cohen HN, Hart DM, Lindsay R. Skeletal uptake of diphosphonate. Method for prediction of post-menopausal osteoporosis. Lancet. 1980; 2(8196):667-670.

6- Sfakianakis GN, Cavagnaro F, Zilleruelo G, Abitbol C, Montane B, Georgiou M, et al. Diuretic MAG3 scintigraphy (F0) in acute pyelonephritis: regional parenchymal dysfunction and comparison with DMSA. J Nuclear Med 2000; 41(12): 1955-63.

7- Chiesa C, De Sanctis V, Crippa F, Schiavini M, Fraigola CE, Bogni A, et al. Radiation dose to technicians per nuclear medicine procedure: comparison between technetium-99m, gallium-67, and iodine-131 radiotracers and fluorine-18 fluorodeoxyglucose. Eur J Nucl Med. 1997 Nov; 24(11):1380-9.

8- Kurtaran A, Preitfellner J, Kohoutek D, Tousek A, Virgolini I, Havlik E. Radiation exposure in the surroundings of patients after $^{201}$Tl myocardial scintigraphy [in German]. Nuklearmedizin. 1997; 36(1):29-31.

9- Smart R. Task-specific monitoring of nuclear medicine technologists' radiation exposure. Radiat Prot Dosimetry. 2004; 109(3):201-209.

10- Harbottle EA, Parker RP, Davis R. Radiation doses to staff in a department of nuclear medicine. Br J Radio, 1976; 49:612-617.

11- Lis GA, Zu 'bi SM, Brahmavar SM. Fingertip and whole body exposure to nuclear medicine personnel. J Nuc Med Techno, 1981; 9:91-98.

12- Nishiyama H. Administration of radiopharmaceuticals to patients. Radiation safety in nuclear medicine: a practical guide. Rockville, Maryland: U.S. Department of Health and Human Services, Bureau of Radiological Health, 1981:45-54.

13- Nishiyama H, Lukes SJ, Feller PA, et al. Survey of $^{99m}$Tc contamination of laboratory personnel: its degree and routes. Radiology 1980; 135:467-471.

14- Areeb F,Taqmeem H, Sumera P, Arfa M and Humera N, Radiation Exposure to Nuclear Medicine Technologists During Different Diagnostic Techniques, Journal of Basic & Applied Sciences, 2013, *9*, 187-189.

15- Shanei A, Rezvani S, Moslehi M. Comparison of Nuclear-Medicine-Technologist Absorb Dose in Myocardial Perfusion Scan between Responsible for Injection and Imaging. J Isfahan Med Sch 2016; 34(391): 823-8.

16- Alramlawy S, Khalil MM. Effective radiation dose to staff members due myocardial perfusion spect imaging: tracking the exposure from preparation to patientrelease. Radiat Prot Dosimetry. 2018; 182(3):345-351.

17- Fathy M, Khalil MM, Elshemey WM, Mohamed HS. Occupational radiation dose to nuclear medicine staff due TC99M, F18-FDG PET and therapeutic I-131 based examination. Radiat Prot Dosimetry. 2019; 186(4):443-451.

18- Bayram T, Yilmaz AH, Demir M, Sonmez B. Radiation dose to technologists per nuclear medicine examination and estimation of annual dose. J Nucl Med Technol. 2011; 39(1):55-59.


[ Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-11 ]

[ DOR: 20.1001.1.17355311.1401.46.2.2.6 ]



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.