غلظت عناصر کم مقدار در سرم خون کارکنان اتاق عمل تحت تابش دزهای کم پرتو

سالار عبدالله نژاد[۱]، احسان خدامرادی[۲*]، نصراله سهرابی[۳]، سوده شهسواری[۴]، نیما رستم پور[۵]

۱) گروه اتاق عمل، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۲) گروه رادیولوژی و پزشکی هسته ای، دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۳) گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۴) گروه فناوری اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

۵) گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۷ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۳۰**

چکیده

مقدمه: نتایج تحقیق در مورد اثرات بیولوژیکی اشعه یونیزان می تواند نقش مهمی در کاهش خطرات شغلی پرسنل بخش های پرتوی بیمارستان داشته باشد. این مطالعه به بررسی غلظت آلومینیوم، منگنز و سلنیوم در سرم کارکنان اتاق عمل و ارتباط شان با پرتوگیری شغلی پرداخته است.

مواد و روش ها: با استفاده از نمونه گیری تصادفی منظم، ۱۰۰ نفر از پرسنل سالم انتخاب و به سه گروه تقسیم شدند: پرتوکار، غیر پرتوکار و آزمون(پرسنلی که تحت تابش پرتو ایکس قرار گرفته اند، اما فیلم-بج ندارند). دو میلی لیتر خون محیطی به صورت داخل وریدی از داوطلبان گرفته و برای جداسازی سرم، نمونه ها سانتریفیوژ شدند. غلظت هر سه عنصر سلنیوم، آلومینیوم و منگنز توسط طیف سنجی جذب اتمی کوره گرافیت خوانده شد. از آنالیز واریانس برای تجزیه و تحلیل غلظت گروه پرتوکار، غیرپرتوکار و آزمون استفاده شد. برای توصیف منحنی مناسب از نرم افزار R استفاده شد.

یافته های پژوهش: نرمال بودن داده ها با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف تایید شد. غلظت عناصر بر حسب ng/ml برای آلومینیوم، منگنز و سلینوم، در گروه غیرپرتوکار به تریتب ۸/۶۲، ۹/۰۸ و ۷۶/۱۵ و در گروه پرتوکار به ترتیب ۱۳/۵۳، ۱۲/۱۴ و ۱۴۰/۹۷ اندازه گیری شد که اختلاف بین دو گروه برای هر سه عنصر معنی دار بود($p<0.001$). غلظت این عناصر به همان ترتیب در گروه آزمون ۹/۵۴، ۸/۷۶ و ۱۰۵ بود.

بحث و نتیجه گیری: پرتوگیری شغلی می تواند باعث افزایش غلظت عناصر منگنز، آلومینیوم و سلنیوم در سرم خون گردد. بر همین اساس پیشنهاد می شود که بر روی پرسنل غیرپرتوکار در کارکنان اتاق عمل که فیلم-بج ندارند، بررسی های بیشتر صورت گیرد.

واژه های کلیدی: عناصر کم مقدار، پرتوهای یونیزان، پرتوگیری شغلی، سرم خون

* نویسنده مسئول: گروه رادیولوژی و پزشکی هسته ای، دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

Email:eh_medph@yahoo.com

Copyright © 2019 Journal of Ilam University of Medical Science. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution international 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material, in any medium or format, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.29252/sjimu.28.5.43]

مقدمه

پرسنل اتاق عمل همواره در معرض سموم شیمیایی و بیولوژیکی، مواد سرطان زا، پرتوهای های یونیزان و غیر یونیزان و مخاطرات ارگونومیک واقع می شوند(۳-۱). یکی از عوامل زیان آور برای این پرسنل، پرتوهای یونساز می باشند که می توانند باعث ایجاد آسیب های جدی و برگشت ناپذیر می شوند. این پرتوها می توانند باعث موتاسیون ژنی، مرگ سلولی، آسیب های مراکز خون ساز بدن و غیره شوند(۴،۵).

عناصر کم مقدار، عناصری ضروری برای رشد و سلامتی بدن هستند. این عناصر در دوزهای پایین برای رشد بدن ضروری، در دوزهای متوسط به عنوان ذخیره و در دوزهای بالا سمیت دارند(۶،۷). غلظت عناصری از قبیل آلومینیوم، سلنیوم، مس، روی و منیزیم در بدن توسط سیستم هموستاز کنترل می شود و محدوده قابل قبول آن ها برای حفظ ویژگی های ساختمانی سلول و عملکرد بافت های بدن مشخص است. تغییر اندک در میزان این عناصر می تواند تغییرهای مهمی در فعالیت های فیزیولوژیک بدن ایجاد کند(۸،۹).

مطالعات قبلی در رابطه با تاثیر دوزهای پایین اشعه ایکس بر میزان غلظت فلزهای کم مقدار در خون و نشانگرهای پرتویی هم چون تغییرات ساختمانی در موی سر، ناخن و غیره در پرتوکاران گزارش شده است(۱۴-۱۰). هم چنین اثرات مزمن اشعه ایکس و گاما بر روی نمونه های حیوانی به صورت تغییر در غلظت عناصر کم مقدار در خون و بافت های در معرض تابش به خصوص در دزهای بالای پرتو گزارش شده است(۱۵،۱۶).

دستیابی به رابطه معنی داری بین میزان پرتوگیری شغلی پرسنل اتاق عمل و غلظت هر یک از عناصر کم مقدار خون، می تواند راهی سریع تر و ارزان تر برای تخمین دوز جذبی بیولوژیکی پرتوهای ایکس را پیشنهاد دهد. از طرفی مقایسه میزان سطح فلزات در گروه های پرتوکاران، غیرپرتوکار و آزمون می تواند مخاطرات گروه آزمون را از حیث غلظت عناصر کم مقدار گزارش کند. هدف از این مطالعه، ارزیابی ارتباط پرتوگیری شغلی با غلظت عناصر کم مقدار خون هم چون آلومینیوم(Al)، سلنیوم(Se) و منگنز(Mn) در نمونه سرم خون پرسنل اتاق عمل در بیمارستان های آموزشی علوم پزشکی کرمانشاه می باشد.

مواد و روش ها

جامعه آماری و گروه بندی: از کارکنان بخش اتاق عمل بیمارستان های آموزشی امام رضا(ع)، امام علی(ع) و امام خمینی(ره) دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه شامل پیراپزشک، تکنسین جراحی، پزشک، پرستار و تکنسین بیهوشی به عنوان جامعه آماری استفاده شد. با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی منظم، ۱۰۰ داوطلب سالم غیر سیگاری، غیر الکلی، که سابقه پرتودرمانی یا هر گونه پرتوگیری، بیماری حاد یا مزمن هم چون دیابت نداشته اند، در مطالعه مورد-شاهدی وارد شدند. هم چنین گروه پرتوکار حداقل دو سال سابقه کار با ۱۸۰ ساعت کار در ماه و تعداد ۱۰ الی ۲۸ بیماردر هر روز داشته باشند. شرایط دستگاه های مورد استفاده شامل کیلوولتاژ بیشینه در گستره ۴۰ الی ۱۲۰ KVp و جریان تیوب ۲۰ الی ۵۰۰ میلی آمپر بود. رضایت نامه اخلاقی جهت انجام نمونه گیری و شرکت در طرح تحقیقاتی اخذ شد. داوطلبان پرسش نامه ای شامل اطلاعات مربوط به سن، جنس، سابقه کار، عنوان دقیق شغل، استفاده از داروهای درمانی، قرار گرفتن در معرض پرتوگیری تشخیص قبلی، گروه خونی، محل کار، مدرک دانشگاهی، زمان شیفت و نام بیمارستان را پرکردند. داوطلبان به ۳ گروه تقسیم شدند: گروه پرتوکار(کارکنان در معرض پرتو ایکس به همراه فیلم-بج(تعداد ۴۴ نفر)). گروه غیرپرتوکار(گروهی که مواجهه ای با پرتو ایکس نداشتند و فقط با بیماران تحت درمان تماس گرفته بودند و در اتاق های عمل بدون منبع پرتو یونیزان کار کرده بودند(۴۴ نفر)). گروه آزمون(پرسنلی که در معرض پرتو ایکس قرار می گرفتند، اما فیلم-بج برای آن ها صادر نشده بود(۱۲ نفر)). شرایط ورود نمونه ها شامل عدم ابتلا به بیماری های حاد، مزمن، خونی، عفونی، کبدی و کلیوی، عدم مصرف داروهای خاص، عدم بارداری، عدم مصرف سیگار و تغذیه مناسب بود. این مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه با کد اخلاقی: ir.kums.rec.1397.467 تصویب شد.

جمع آوری اطلاعات پرتوگیری شغلی: داده های مواجهه شغلی از ۵ سال گذشته از بایگانی پرونده شغلی

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.29252/sjimu.28.5.43]

در دفتر فیزیک بهداشت دانشگاه گرفته شد. جهت دستیابی به مدل مطالعه، پرسنل پرتونگاری با پرتوگیری زیر ۰/۰۵ میلی سیورت(mSv) از داده های آماری خارج شدند.

جمع آوری نمونه سرم خون: پس از تکمیل پرسش نامه توسط هر داوطلب، قبل از شروع به کار دو میلی لیتر خون محیطی به صورت داخل وریدی از کارکنان گرفته شد و به لوله های ۳ میلی لیتری انتقال داده شد. سانتریفیوژ خون در ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه با سیستم سانتریفیوژ رومیزی(مدل Bio rad–آمریکا) منجر به جدا سازی گلبول های قرمز شد. نمونه سرم جدا شده در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد تا آزمایش اندازه گیری نهایی ذخیره شد.

آماده سازی نمونه و محلول های ا ستاندارد: سرم به ترکیب ۱ لیتر اسید نیتریک ۱ درصد رقیق شده (مرک، آلمان) با آب مقطر(سه بار تقطیر) و ۱ سی سی تریتون X ۵ درصد در یک بالون اضافه شد. یک میلی لیتر محلول به یک ویال منتقل شده تا با همزن مکانیکی(ورتکس) یکدست سازی شود و در مرحله بعدی، به فنجان خودکار دستگاه طیف سنجی جذب اتمی کوره گرافیت منتقل شد. منحنی های کالیبراسیون با ا ستفاده از ۵ محلول ا ستاندارد(۱، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ میکروگرم بر لیتر) از ویال آلومینیوم و منگنز با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر به عنوان استاندارد اولیه تهیه شد. یک سری رقت برای عنصر سلنیوم به صورت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میکروگرم بر لیتر از یک استاندارد اولیه ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نیز تهیه شد.

طیف سنجی جذب اتمی کوره گرافیت: غلظت سه عنصر کم مقدار تو سط طیف سنجی جذب اتمی کوره گرافیتی SpectrAA 220 (شرکت واریان، استرالیا) خوانده شد. برای اندازه گیری از لامپ های کاتدی Se، Al و Mn (شرکت واریان) به عنوان منبع تابش با طول موج های ۱۹۶، ۳۹۶/۲ و ۲۷۹/۵ نانومتر استفاده شد. حجم ۲۰ میکرولیتر محلول حاوی نمونه ها برای استفاده از دستگاه نمونه بردار خودکار استفاده شد.

تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده های جمعیت شناختی شامل سن، جنس، وضعیت تاهل، شغل در اتاق عمل، وزن، تجربه اشتغال، گروه خونی و میزان تحصیلات دانشگاهی بین گروه های غیرپرتوکار و پرتوکار با آزمون های مجذورکای، گاما دقیق، مجذور کای دقیق و تی–دانشجو با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۴) انجام شد. از آنالیز واریانس برای تجزیه و تحلیل غلظت گروه های Se، Al و Mn در گروه های غیرپرتوکار، پرتوکار و آزمون استفاده شد. مقدار $P<0.05$ از نظر آماری معنی دار تلقی شد. برای برآورد غلظت خون بر اساس عنصر کم مقدار از روش‌های رگرسیونی استفاده شد. روش مدل های خطی چندگانه و چند جمله ای با درجات مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند و بر اساس ضریب تعیین و آماره نسبت درست نمایی بهترین مدل به دست آمد. مدل رگرسیون ارایه شده بر اساس نرم افزار R.4.2.1 تحلیل شد. برای توصیف منحنی مناسب قرار گرفتن در معرض شغل و عنصر کم مقدار، از نرم افزار R استفاده شد.

یافته های پژوهش

مشخصات دموگرافیک داوطلبان: نرمال بودن داده های جمعیتی با آزمون کلموگروف–اسمیرنوف تایید شد. میانگین و انحراف معیار در متغیرهای دموگرافیک به شرح ذیل می باشد: در مورد گروه های غیرپرتوکار و پرتوکار، سن به ترتیب ۷/۴۴±۳۹/۵۷ و ۷/۰۱ ± ۴۲/۳۶ سال اختلاف معنی داری را با به کارگیری آزمون تی–مستقل نمایش نمی داد(P=0.06). این مقادیر برای گروه آزمون ۴/۲ ±۳۵ سال بود. سابقه کاربر حسب سال تنها متغیری بود که در آن با استفاده از آزمون تی مستقل بین دو گروه غیرپرتوکار و پرتوکار(به ترتیب ۷/۸۰±۱۲/۵۲ و ۷/۷۸ ±۲۰/ ۱۸) تفاوت معناداری را نشان می داد(P=0.001). مقادیر سابقه کار برای گروه آزمون ۵/۰۲±۸/۵۸ سال بود. تعداد ساعات کاری در هفته برای دو گروه غیرپرتوکار و پرتوکار به ترتیب ۱۳/۳۰±۵۲/۹۵ و۷/۵۱±۴۹/۲۷ ساعت، تفاوت معناداری را با آزمون تی–مستقل نمایش نداد(P=0.113) و علاوه بر این، متغیر وزن برای این دو گروه به ترتیب ۱۲/۲۵±۷۰/۳۶ و ۱۰/۵۲±۷۵/۰۲ کیلوگرم بود که این متغیر نیز تفاوت معناداری را با آزمون تی–مستقل نشان نداد(P=0.059). ساعات کاری در هفته برای گروه آزمون ۵/۹±۴۶/۹۲ ساعت و وزن آن ها ۹/۲۸±۷۶/۷۳ کیلوگرم بود. مشخصات عمومی

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.29252/sjimu.28.5.43]

دیگر پرسنل اتاق عمل در گروه غیرپرتوکار و مورد در جدول شماره ۱ نمایش داده شده است.

با به کارگیری آزمون مجذور کای اختلاف معنی داری بین دو گروه پرتوکارو غیرپرتوکار برای جنس(P=0.018) و وضعیت تأهل و شغل در اتاق عمل(P<0.001) مشاهده گردید. اما برای گروه خونی(P=0.179)، و تحصیلات(P=0.274) اختلاف معنی داری بین این دو گروه وجود نداشت(جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱. مشخصات دموگرافیک در گروه‌های پرتوکار، غیر پرتوکار و آزمون

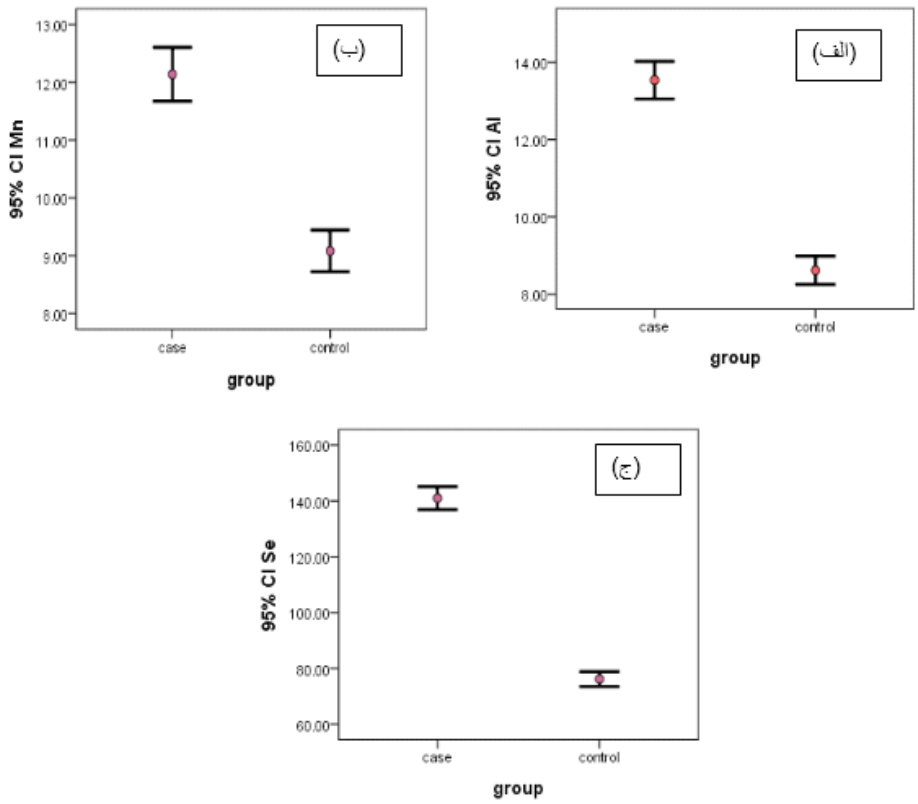
متغیرها		گروه غیرپرتوکار(تعداد=۴۴)		گروه پرتوکار(تعداد=۴۴)		گروه آزمون(تعداد=۱۲)	
		فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد
شغل *	کاردان/کارشناس اتاق عمل	۱۱	۲۵	۲۵	۵۶/۸۲	۰	۰
	کاردان/کارشناس بیهوشی	۱۲	۲۷/۲۷	۹	۲۰/۴۵	۰	۰
	پرستار	۱۷	۳۸/۶۴	۸	۱۸/۱۸	۴	۳۳/۳
	بهیار	۱	۲/۲۷	۱	۲/۲۷	۱	۸/۳
	پزشک	۳	۶/۸۲	۱	۲/۲۷	۷	۵۸/۳
جنس	مرد	۱۹	۴۳,۲	۳۰	۶۸/۲	۱	۸/۳
	زن	۲۵	۵۶/۸	۱۴	۳۱/۸	۱۱	۹۱/۷
تاهل	مجرد	۸	۱۸/۱۸	۲۴	۵۴/۵۴	۳	۲۵
	متاهل	۳۶	۸۱/۸۲	۲۰	۴۵/۴۶	۹	۷۵
تحصیلات	کاردانی	۶	۱۳/۶۴	۱۰	۲۲/۷۳	۱	۸/۳
	کارشناسی	۳۰	۶۸/۱۸	۳۱	۷۰/۴۵	۳	۲۵/۱
	کارشناسی ارشد	۵	۱۱/۳۶	۱	۲/۲۷	۱	۸/۳
	دکتری	۳	۶/۸۲	۲	۴/۵۴	۷	۵۸/۳
گروه خونی	A+	۱۶	۳۶/۳۶	۱۲	۲۷/۲۷	۵	۴۱/۷
	A-	۱	۲/۲۷	۲	۴/۵۵	۱	۸/۳
	B+	۱۰	۲۲/۷۳	۵	۱۱/۳۶	۰	۰
	B-	۰	۰	۱	۲/۲۷	۰	۰
	AB+	۲	۴/۵۵	۶	۱۳/۶۴	۱	۸/۳
	O+	۱۱	۲۵	۱۷	۳۸/۶۴	۰	۰
	O-	۴	۹/۰۹	۱	۲/۲۷	۵	۴۱/۷

غلظت عناصر کم مقدار در سرم: به منظور مقایسه غلظت فلزات خونی در دو گروه پرتوکار و غیرپرتوکار، آزمون نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنف تایید شد. با استفاده از آزمون تی مقایسه سطح هر سه عنصر در دو گروه انجام شده و مشخص شد که سطح هر سه عنصر فرا-کم مقدار در گروه پرتوکار به طور معنی داری بالاتر از سطح آن در گروه غیرپرتوکار(P=<0.001) است(شکل شماره ۱).

غلظت آلومینیوم در گروه پرتوکار بر حسب نانوگرم بر میلی لیتر ۱/۵۹±۱۳/۵۳ و در گروه غیرپرتوکار ۱/۲۰±۸/۶۲ در شکل شماره ۱ الف نشان داده شده است(P<0.001). افزایش غلظت منگنز در گروه پرتوکار ۱/۵۳±۱۲/۱۴ نسبت گروه غیرپرتوکار ۱/۱۹±۹/۰۸ در شکل شماره ۱-ب نمایش داده شده است(p<(P<0.001)). برای سلنیوم این مقادیر برای گروه پرتوکار ۱۳/۵۵±۱۴۰/۹۷ نسبت به گروه غیرپرتوکار ۸/۶۷±۷۶/۱۵ در شکل شماره ۱-ج معنی دار بود(P<0.001).

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.29252/sjimu.28.5.43]



شکل شماره ۱. نمودارهای میله ای در دو گروه پرتوکار، غیرپرتوکار و آزمون برای مقایسه سطح الف) آلومینیوم ب) منگنز و ج) سلنیوم.

منحنی های پاسخ به دز عناصر کم مقدار سرم خون:

پس از بررسی متغیرهای مختلف و برازش مدل های متفاوت، مدل چندجمله ای درجه ۳ بهترین نتیجه را ارائه داد. هیچ کدام از متغیرهای دموگرافیک در مدل معنادار نشدند و لذا همه آن ها در مدل اصلی کنار گذاشته شدند.

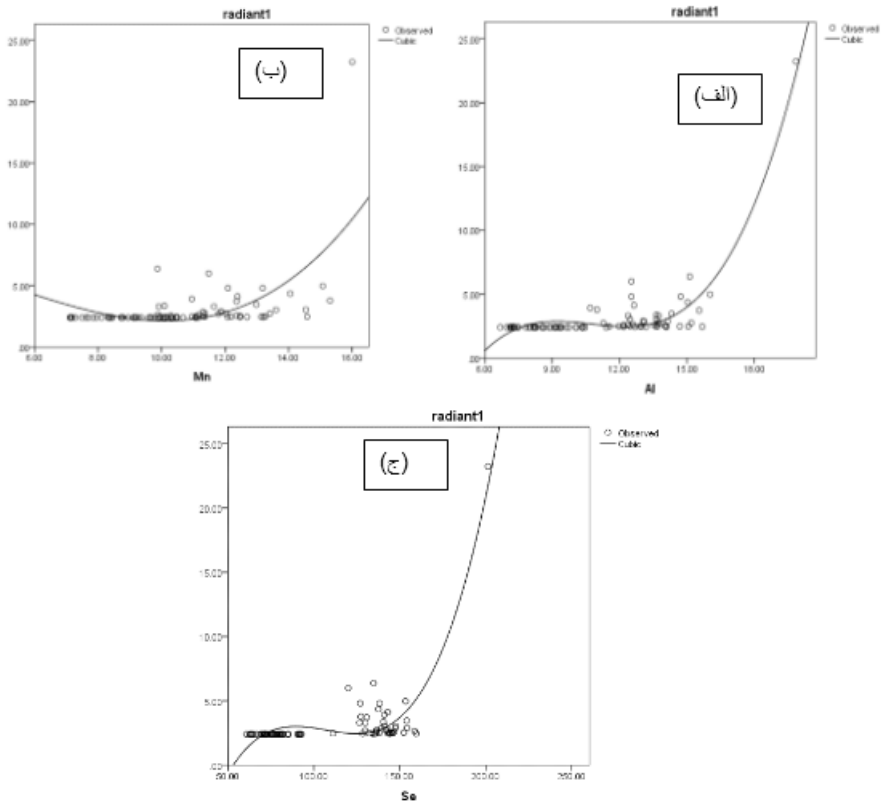
لازم به ذکر است این مدل برای منگنز برازش قابل قبولی ارائه نداد برخلاف آن برای آلومینیوم و سلنیوم نشان دهنده برازش مناسب مدل بود. مدل ارائه شده به صورت زیر است:

$$\text{Equivalent dose (mSv)} = -30.623+9.687(Al)-0.920(Al)^2+0.029(Al)^3 \quad R^2 = 0.882 \qquad (1)$$
$$\text{Equivalent dose (mSv)} = -8.009-0.172(Mn)^2+0.011(Mn)^3 \quad R^2 = 0.379 \qquad (2)$$
$$\text{Equivalent dose (mSv)} = -26.061+0.854(Se)-0.008(Se)^2+0.000025(Se)^3 \quad R^2 = 0.827 \qquad (3)$$

در بخش قبلی تفاوت غلظت سه عنصر فرا-کم مقدار مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در بخش قبل ارائه شد. در بخش دوم مطالعه، با استفاده از منحنی های پاسخ به دز به دست آمده از گروه پرتوکار، به تخمین پرتوگیری شغلی احتمالی کارکنان اتاق عمل پرداخته شد که فیلم-بج نداشتند. نداشتن فیلم-بج به این معنا است که پرتوگیری شغلی احتمالی این افراد ثبت نشده است. بنا بر این در بررسی ۱۲ نمونه این گروه، غلظت عناصر آلومینیوم و سلنیوم به دست آمده در دو معادله (۱) و (۳) قرار داده شد و میزان پرتوگیری احتمالی بر حسب میلی سیورت نمایانگر این مطلب بود که تخمین دوز معادل ۰/۰۴±۴/۳۳ و ۰/۴۹±۳/۱۸ میلی سیورت بر مبنای غلظت سلنیوم و آلومینیوم این مقدار می باشد. میزان غلظت نمونه های آزمون در جدول شماره ۲ نمایش داده شده است.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.29252/sjimu.28.5.43]



شکل شماره ۲. منحنی برازش شده به داده ها برای بررسی رابطه میزان اشعه دریافتی و سطح فلز الف) الومینیوم ب) منگنز و ج) سلنیوم.

جدول شماره ۲. میزان غلظت فلزات آلومینیوم، منگنز و سلنیوم و پرتوگیری شغلی پیش بینی شده گروه آزمون بر طبق مدل های به دست آمده

نمونه های گروه آزمون	غلظت Se (ppb)	پرتوگیری شغلی بر حسب میلی سیورت مدل Se	غلظت Al (ppb)	پرتوگیری شغلی بر حسب میلی سیورت مدلAl	غلظت Mn (ppb)	پرتوگیری شغلی بر حسب میلی سیورت مدلMn
1	۱۰۳/۵	۴/۳۴۷	۱۴/۲۴	۴/۵۰۳	۱۲/۶۹	۳۳/۶۵
2	۱۱۱	۴/۳۵۵	۱۰/۳۲	۳/۲۳۸	۱۰/۶۳	۳۴/۲۶
3	۹۳	۴/۲۷۷	۱۰/۲۶	۳/۲۴۰	۹/۱۲	۳۳/۲۰
4	۹۱	۴/۲۴۴	۹/۱۸	۳/۲۰۸	۸/۱۱	۳۲/۴۷
5	۱۰۵/۶	۴/۳۵۰	۹/۶۴	۳/۲۴۳	۷/۴۸	۳۲/۰۱
6	۹۸/۴	۴/۳۳۱	۱۰/۰۳	۳/۲۴۶	۷/۹۶	۳۲/۳۶
7	۱۰۷	۴/۳۵۱	۹/۸۵	۳/۲۴۷	۷/۲۸	۳۱/۸۶
8	۱۱۱	۴/۳۵۵	۹/۱۴	۳/۲۰۲	۸/۱۱	۳۲/۴۷
9	۱۱۳/۶	۴/۳۶۳	۸/۴۵	۳/۰۳۹	۸/۰۳	۳۲/۴۱
10	۱۰۸	۴/۳۵۱	۷/۶۹	۲/۶۵۲	۸/۵۶	۳۲/۸۰
11	۱۱۹/۴	۴/۴۱۰	۸/۲۵	۲/۹۶۱	۹/۰۲	۳۳/۱۳
12	۱۰۰/۷	۴/۳۴۱	۷/۳۹	۲/۴۲۴	۸/۱۴	۳۲/۴۹
میانگین±انحراف معیار	۱۰۵/۸±۱۸/۳۷	۴/۰±۳۳/۰۴	۹/۱±۵۴/۷۷	۳/۰±۱۸/۴۹	۸/۱±۷۶/۵	۳۲/۰±۷۵/۶۹

بحث و نتیجه گیری

پرتوکاران بخش های پرتویی به مدت طولانی دز دریافت می کنند و گزارشات ضد و نقیضی در مورد امکان ارتباط بین پرتوگیری شغلی و غلظت عناصر کم مقدار در دست می باشد(۱۷). در یک مطالعه تحلیلی مقایسه ای در سال ۲۰۱۲ که ۴۹ نفر از پرسنل بخش های پزشکی هسته ای و رادیولوژی و رادیوتراپی مورد مطالعه قرار گرفتند، گزارش شد که این دزها نمی تواند سبب تغییر

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.29252/sjimu.28.5.43]

به سزایی در شاخص های خونی مورد مطالعه شود(۱۸). از طرفی، در سال ۲۰۱۳ با استفاده از اسپکترومتر جرمی القای پلاسمایی ۲۰ عنصر کم مقدار از ۵۰ نمونه خونی پرتوکاران اندازه گیری شده نشان داد که عناصر آلومینیوم،کروم و منیزیم می تواند نشانگر زیستی مناسبی برای پرتوکاران باشد(۱۹).

علاوه بر این در مطالعه قبلی منتشر شده از نویسندگان مقاله حاضر در سال ۲۰۱۷ با اندازه گیری عناصر کم مقدار خون شامل آهن، منیزیم، مس، سلنیوم و روی را برای ۴۴ پرتوکار در بخش های رادیوگرافی گزارش شد که میزان عنصر آهن در پرتوکاران کاهش معنی داری داشت اما عنصر سلنیوم در تحقیق قبلی غلظتی بر حسب نانوگرم در میلی لیتر ۲۵±۲۲۵ در گروه پرتوکار و ۲۹±۲۱۶ در گروه غیرپرتوکار را نشان داد که تفاوتی معنی دار نبود($P>0.921$). بر خلاف آن، در مطالعه کنونی این تفاوت معنی دار بود. احتمال صحیح تر بودن نتایج این مطالعه در مورد غلظت سلنیوم در سرم خون می تواند معتبر تر باشد چرا که دستگاه مورد استفاده این مطالعه کوره گرافیتی است که توانایی اندازه گیری غلظت های نانوگرم در میلی لیتر را با دقت و حساسیت بسیار بالاتری داراست این در صورتی است که در مطالعه قبلی سیستم AAS مورد استفاده حساسیت دستگاه بسیار پایین تر است و مناسب اندازه گیری عناصری مانند مس آهن و روی با غلطت میکرگرم در میلی متر می باشد. هم چنین در مطالعه قبلی بین وزن پرتوکار و میزان عنصر منیزیم رابطه معنی داری وجود دارد. در صورتی که رابطه معنی داری بین عناصر کم مقدار و میزان پرتوگیری شغلی پیدا نشد(۱۷) که به نظر می رسد اگر در مطالعه قبلی از سیستم طیف سنجی جذب اتمی کوره گرافیتی استفاده می شد احتمال دستیابی به ارتباط بین متغیر علظت عناصر و پرتوگیری شغلی بیشتر می شد. در مطالعه کنونی با تمرکز بر روی سه عنصر کم مقدار در سرم خون به این نتیجه رسیدیم که هر سه عنصر می تواند با توان آماری بالایی در گروه پرتوکار متفاوت از گروه غیرپرتوکار باشد(شکل شماره ۱) و برای دستیابی به مدلی برای پیشگویی دز جذبی کارکنان اتاق عمل در معرض پرتو و بدون فیلم–بج پرداخته شد(شکل شماره ۲). در مطالعه قبلی نتایج معنی داری به دست نیامد اما در این مطالعه، مدل های به دست آمده از معادله چند جمله ای درجه سه تبعیت می کردند. بر اساس غلظت عناصر به دست آمده از ۱۲ نفر و با قرار دادن این غلظت ها در مدل عناصر سلینوم و آلومینیوم، R^2 قابل قبولی(۰/۸۲ و ۰/۸۸ به ترتیب) داشتند. بنا بر نتایج داده های منحنی برازش، بر مبنای غلظت سلنیوم، تخمین دوز معادل ۰/۰۴±۴/۳۳ میلی سیورت و برمبنای غلظت آلومینیوم این مقدار ۰/۴۹±۳/۱۸ میلی سیورت می باشد. علی رغم در نظر گرفتن دوز زمینه در کرمانشاه که ۲/۴ میلی سیورت است و با اتکا به غلظت افزایش یافته سلنیوم در گروه آزمون دوز معادل ۴ میلی سیورت دریافتی این افراد می تواند پیام آور این نکته باشد که کارکنان اتاق عمل بدون فیلم–بج که تحت پرتوگیری شغلی قرار دارند، متحمل سطحی از آثاربیولوژیکی پرتو و عوارض ناشی از افزایش معنی دار غلظت سلنیوم قرار گرفته اند در نتیجه نیاز به مطالعات بیشتری در این زمینه ضروری به نظر می رسد. بدون اتکا به مدل های به دست آمده نیز سطح فلز آلومینیوم و سلنیوم گروه آزمون به طور معنی داری از گروه غیرپرتوکار کمتر و با سطح معنی داری از گروه پرتوکار کمتر است، که این نکته نیز می تواند موید نکته فوق باشد(۲۰). عدم اطلاعات پرتوگیری شغلی در تمام سال های پرتوکاری افراد پرتوکار یکی از محدودیت های این مطالعه بوده است. از نقاط قوت این مطالعه استفاده از دستگاه اسپکترومتر–کوره گرافیتی بوده که حساسیت بسیار بالا در حد نانوگرم در میلی لیتر که اندازه گیری های را قابل اعتماد از مطالعات دیگر ساخته است. غلظت آلومینیوم،منگنز و سلنیوم در اثر پرتوگیری شغلی با افزایش معنی داری می تواند موجب آثار فیزیولوژیکی در کارکنانی گردد که در معرض پرتو قرار دارند. در کارکنان اتاق عمل در معرض پرتو بدون فیلم–بج، با توجه دز پیش بینی شده توسط منحنی پاسخ به دز سلنیوم می توان این گروه را پرتوکار نامید.

سپاسگزاری

از همکاری مرکز تحقیقات روغن و چربی و بخش پزشکی هسته ای بیمارستان امام رضا(ع) و آقای دکتر مجتبی حسینی تشکر و قدردانی می گردد.

کد اخلاق: ir.kums.rec.1397.467

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.29252/sjimu.28.5.43]

References

1.Gugurlu Z, Karahan A, Uuunlu H, Gabbasoglu A, Oozhanselbas N, Avcıisık S, et al. The effects of workload and working conditions on operating room nurses and technicians. Workpl Health Saf2015;63:399-407. doi.10.1177/2165079915592281.

2.Tok A, Akbas A, Aytan N, Aliskan T, Cicekbilek I, Kaba M, et al. Are the urology operating room personnel aware about the ionizing radiation? Int Braz J Urol 2015;41:982-9. doi.10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.0351.

3.Vaisbuc Y, Moore JM, Jackler RK, Vaughan J. Operating room ergonomics a practical approach for reducing operating room ergonomic hazards. Int Con Appl Hum Fact Erg 2017; 462-8. doi.10.1007/978-3-319-60483-1_48

4. Jones JA, Karouia F, Pinsky L, Cristea O. Radiation and radiation disorders. Prin Clin Med Spa Flight 2019;2: 39-45. doi.10.1007/978-1-4939-9889-0_2.

5.Stewart FA, Akleyev AV, Hauer M, Hendry JH, Kleiman NJ, Macvittie TJ, et al. ICRP publication 118 ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. Annals ICRP2012;41:1-322. doi.10.1016/j.icrp.2012.02.001.

6. Fraga CG. Relevance essentiality and toxicity of trace elements in human health. Mole Asp Med2005; 26: 235-44. doi:10.1016/j.mam.2005.07.013.

7. Kohlmeier M. Nutrient metabolism structures functions and genes. Acad Publ 2015;2:123-8.

8. Dow JA. The essential roles of metal ions in insect homeostasis and physiology. Curr Opin Ins Sci2017;23:43-50. doi.10.1016/j.cois.2017.07.001.

9. Collins JF. Copper basic physiological and nutritional aspects. Mole Gen Nutr Asp Maj Trace Min2017; 69-83. doi.10.1016/B978-0-12-802168-2.00007-5.

10.Rybkina VL, Bannikova MV, Adamova GV, Dorr H, Scherthan H, Azizova TV. Immunological markers of chronic occupational radiation exposure. Health Phys2018;115:108-13. doi.10.1097/HP.0000000000000855.

11. Rybkina VL, Azizova TV, Scherthan H, Meineke V, Doerr H, Adamova GV, et al. Expression of blood serum proteins and lymphocyte differentiation clusters after chronic occupational exposure to ionizing radiation. Rad Environ Biophys2014;53:659-70. doi. 10.1007/s00411-014-0556-3.

12. Wakeford R. Radiation in the workplace a review of studies of the risks of occupational exposure to ionising radiation. J Radiol Protec2009;29:61. doi.10.1088/0952-4746/29/2A/S05.

13. Truckenbrodt R, Winter L, Schaller KH. Effect of occupational lead exposure on various elements in the human blood. Effects on calcium cadmium iron copper magnesium manganese and zinc levels in the human blood erythrocytes and plasma in vivo. Bakteriol Mikrobiol Origi Hyg 1984;179: 87.

14. Davoudiantalab A, Farzanegan Z, Mahmoudi F. Effects of occupational exposure on blood cells of radiographers working in Diagnostic Radiology Department of Khuzestan Province. Iranian J Med Phys2018; 15:66-70. doi.10.22038/IJMP.2018.26692.1273.

15. Elshanshoury H, Elshanshoury G, Abaza A. Evaluation of low dose ionizing radiation effect on some blood components in animal model. J Rad Res Appl Sci2016; 9:282-93. doi. 10.1016/j.jrras.2016.01.001.

16. Zhang XH, Lou ZC, Wang AL, Hu XD, Zhang HQ. Development of serum iron as a biological dosimeter in Mice. Rad Res2013; 179:684-9. doi. 10.1667/RR3142.1.

17. Rostampour N, Almasi T, Rostampour M, Sadeghi HR, Khodamoradi E, Razi R, et al. Impact of low level radiation on concentrations of some trace elements in radiation workers. J Exp Therap Oncol 2018;12:187-92.

18. Heydarheydari S, Haghparast A, Eivazi MT. A novel biological dosimetry method for monitoring occupational radiation exposure in diagnostic and therapeutic wards from radiation dosimetry to biological effects. J Biomed Phys Eng 2016; 6:21.

19.Ivanenko NB, Ivanenko AA, Solovyev ND, Zeimal AE, Navolotskii DV, Drobyshev EJ. Biomonitoring of 20 trace elements in blood and urine of occupationally exposed workers by sector

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.29252/sjimu.28.5.43]

20.Zimmermann MB. Symposium on geographical and geological influences on nutrition iodine deficiency in industrialised countries. Proce Nutr Soc2010;69:133-43. doi. 10.1017/S0029665109991819.

field inductively coupled plasma mass spectrometry. Talanta 2013;116:764-9. doi.10.1016/j.talanta.2013.07.079.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.29252/sjimu.28.5.43]

Concentration of Trace Elements in the Blood Serum of Operating Room Staff Exposed to Low-Dose Radiation

Abdolahnezhad S[1], Khodamoradi E[2], Sohrabi N[3], Shahsavari S[4], Rostampour N[5]*

(Received: May 27, 2020 Accepted: September 20, 2020)

Abstract

Introduction: The results of studies on the biological effects of ionizing radiation can play an important role in reducing the risk of occupational hazards of personnel working at the radiological departments of the hospital. This study aimed to investigate the concentration of aluminum, manganese, and selenium in the blood serum of operating room staff and their association with occupational radiation exposure.

Materials & Methods: In total, 100 healthy operating room staff was selected using systematic random sampling. They were then divided into three groups of radiation workers, non-radiation worker, and test (those who were exposed to X-rays but did not wear film badges). Subsequently, two milliliters of peripheral blood were taken intravenously from volunteers and centrifuged to separate serum. The concentration of three elements was read by the graphite furnace atomic absorption spectroscopy. The analysis of variance was used to analyze the concentration of aluminum, manganese, and selenium in all groups. Moreover, the fitting curve of the occupational exposure was described using the R software. *Ethics code:* ir.kums.rec.1397.467

Findings: The normality of the data was assessed and confirmed by the Kolmogorov-Smirnov test. Moreover, the concentration values (ng/ml) of aluminum, manganese, and selenium were 8.62, 9.08, and 76.15, as well as 13.53, 12.14, and 140.97 in the non- and radiation worker groups, respectively. The difference between the two groups was significant for all three elements ($P<0.001$). Furthermore, the corresponding values for aluminum, manganese, and selenium were 9.54, 8.76, and 105 in the test group.

Discussions & Conclusions: Occupational radiation can increase the concentration of manganese, aluminum, and selenium in the blood serum. These results suggest the necessity for more investigations on operating room personnel who do not wear film-badges.

Keywords: Blood serum, Ionizing radiation, Occupational radiation, Trace element

1. Dept of Operating Room, Faculty of Allied Medical Sciences, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
2. Dept of Radiology and Nuclear Medicine, Faculty of Allied Medical Sciences, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
3. Dept of Medical Laboratory, Faculty of Allied Medical Sciences, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
4. Dept of Health Information Technology, Faculty of Allied Medical Sciences, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
5. Dept of Medical Physics, Faculty of Medicine, Kermanshah University of Medical Sciences, Iran
**Corresponding author Email: eh_medph@yahoo.com*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.29252/sjimu.28.5.43]