مجله طب دریا
دوره ۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰
صفحات: ۱۱۸-۱۱۶
10.30491/3.3.116

# کاربرد استراتژی‌های کنترل مدیریتی در ارتقای ایمنی شغلی کارکنان نیروی دریایی در مواجهه با پرتوهای راداری

# Application of Administrative Control Strategies in Promoting Occupational Safety of Naval Personnel in Exposure to Radar Radiation

ویدا زراوشانی [۱،۲]، فرحناز خواجه نصیری [۳ *]

Vida Zaroushani [1,2], Farahnaz Khajehnasiri [3 *]

[۱] مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، پژوهشکده پیشگیری از بیماریهای غیر واگیر، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
[۲] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران
[۳] گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

[1] Assistant Professor, Social Determinants of Health Research Center, Research Institute for Prevention of Non-Communicable Disease, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran
[2] Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran
[3] Associate Professor, Department of Community Medicine, School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

## سرمقاله

امواج راداری دسته‌ای از پرتوهای الکترومغناطیس هستند که در بخش‌های مختلفی مانند صنایع مخابراتی، نظامی، سامانه‌های ارتباطی ثابت و متحرّک، رادار و سامانه‌های ناوبری دریایی، ارتباط‌های ماهواره‌ای، شبکه‌های رایانه‌ای، ترافیک هواپیمایی، فرستنده‌های رادیویی و تلویزیونی و نیز موارد پزشکی مانند دیاترمی کاربرد دارند و دارای محدوده فرکانسی ۱ تا ۳۰۰۰ گیگاهرتز هستند. مواجهه شغلی کنترل نشده با این پرتوها می‌تواند باعث آسیب‌های حرارتی مانند آب مروارید، سوختگی پوست و آسیب به بیضه و آسیب‌های غیرحرارتی مانند اثرات زیان‌بار بر سیستم تولیدمثل، سیستم ایمنی و خون‌ساز (بروز استرس اکسیداتیو)، ژنتیک، اعصاب- روان و بروز سرطان گردد (۳-۱). اگرچه موضوع افزایش مرگ و میر ناشی از ابتلا به سرطان به دلیل مواجهه شغلی با پرتوهای راداری در میان شاغلین هنوز به قطعیت کامل نرسیده است (۴) اما سرطان بیضه، سرطان مغز و گلیوما و مننژیوم شایع‌ترین انواع تومورهای سرطانی هستند که در کارکنانی که با پرتوهای راداری مواجهه شغلی دارند گزارش شده است. در این میان ابتلا به سرطان، بار اقتصادی زیادی (هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم پزشکی) را به جامعه و خانواده‌ها وارد می‌کند (۳). لذا کنترل مواجهه کارکنان امری ضروری بوده و بر این اساس در هرم سلسله مراتب کنترل خطر پیشنهادی از سوی اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا به ترتیب روش‌های حذف، جایگزینی، مهندسی، مدیریتی و وسایل حفاظت فردی بعنوان استراتژی‌های اصلی کنترل خطر توصیه شده‌اند. در این میان کنترل‌های مدیریتی با تغییر در روش‌های عملیاتی و فرایندی به کنترل پرتوهای راداری در محیط های کاری پرداخته است و با داشتن مزایایی مانند هزینه کمتر، سهولت کاربرد، تنوع و کارایی از استقبال قابل توجهی در میان سازمان‌های بین‌المللی برخوردار شده است (۱). آگاهی از این اقدامات مدیریتی که در ۱۴ گروه متنوع دسته‌بندی شده‌اند می‌تواند در ارتقای ایمنی تشعشعی کارکنان شاغل در صنایع دریایی مفید بوده و در برنامه‌ریزی و سیاستگذاری ایمنی و بهداشت شغلی این صنعت بکار گرفته شود (جدول-۱).

**بازرسی:** بازرسی و نظارت‌های دوره‌ای توسط افراد متخصص می‌تواند به شناسایی خطرات منجر شود یا از بروز خطرات با احتمال بالاتر پیشگیری نماید. از بازنگری‌های دوره‌ای مانند بازرسی‌های سالیانه به منظور بررسی اثربخشی برنامه حفاظتی، شناسایی و رفع کاستی‌های مربوط به مواجهه با پرتوهای راداری در صنایع دریایی استفاده می‌گردد (۵).

**پایش‌های پزشکی:** پایش‌های پزشکی به شکل انجام معاینات اولیه و دوره‌ای در دو شرایط عادی و خاص می‌تواند به

*نویسنده مسئول: **فرحناز خواجه نصیری**. پست الکترونیک: khajenasiri@tums.ac.ir
آدرس: گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

[ Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-12 ]
[ DOI: 10.30491/3.3.116 ]

افزایش ایمنی کارکنان دریایی در برابر پرتوهای راداری بیانجامد. در پایش‌های پزشکی به موارد منع اشتغال در میدان‌های رادیویی و افرادی که شامل این محدودیت هستند توجه می‌شود (۵).

**مشارکت** (Participation)**:** مشارکت کارکنان در تدوین و اجرای برنامه ایمنی و بهداشت مربوط به پرتوها و ارتقاء بینش، درک و تعهد آنها نقش بسیار موثر داشته و تشویق کارکنان از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۵).

**دستورالعمل ایمنی کار** ( Standard Operating Procedure: SOP)**:** دستورالعمل‌های ایمنی کار روشی است که علاوه بر ارائه روش صحیح و ایمن انجام یک فرایند عملیاتی، به آموزش افراد نیز کمک فراوانی می‌کند (۶). مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های گام به گام است که توسط سازمان مربوطه تهیه می‌شود تا برای کمک به کارکنان در انجام فعالیت‌ها و عملیات‌های پیچیده ارائه گردد. با استفاده از این دستورالعمل‌ها می‌توان ضمن اینکه به کارایی بهتر، افزایش کیفیت خدمات و نیز یکپارچگی در عملکرد موردنظر دست یافت، موجب کاهش برداشت اشتباه از قوانین و در نهایت کاهش رخداد خطا و کاستی در انجام فعالیت‌ها شد (۱،۶).

**پیروی از استانداردها:** استفاده کارفرمایان و تمامی کاربران از تجهیزات و دستگاه‌هایی که استانداردهای ایمنی را در خصوص پرتوهای رادیویی کسب کرده و در طول مدت بهره‌برداری و حتی بعد از هر گونه تعویض و تغییر، این استانداردها را حفظ نموده‌اند، یکی دیگر از روش‌های کم‌هزینه برای ارتقای ایمنی تشعشعی است (۱،۶).

**نگهداری و تعمیرات:** کارکنانی که وظیفه تعمیرات و نگهداری تجهیزات رادیویی را دارند بیشترین احتمال مواجهه را خواهند داشت. از این‌رو بایستی تنها توسط افرادی که آموزش تخصصی کار روی این تجهیزات را دیده و از خطرات بالقوه مربوطه آگاهی داشته و از چگونگی حفاظت خود در برابر این پرتوها اطلاع دارند، انجام شود. پس از اتمام تعمیرات نیز بایستی تمام قطعات، از جمله سپرهای موردنظر قبل از اتصال برق در جای خود قرار گرفته و نصب شوند (۶).

**قفل و برچسب‌زنی** (Tag Out/Lock Out)**:** بکارگیری سیستم قفل و برچسب‌زنی بر کنترل منابع انرژی دستگاه‌ها و تجهیزات تمرکز دارد. با این روش از روشن شدن غیرمنتظره ابزار و ماشین‌آلاتی که در حال تعمیر و سرویس و نیز از آزاد شدن ناخواسته انرژی‌ها از جمله انرژی تشعشات راداری پیشگیری می‌گردد. این سیستم اطلاعات جامعی را در خصوص فرایند کنترل انرژی ارائه کرده است. بایستی به هنگام تعمیرات و نگهداری ضمن اجرای این سیستم از هشداردهنده‌های شنیداری و دیداری نیز استفاده شود تا افراد متوجه فعالیت تعمیرات شده و از راه‌اندازی مجدد دستگاه و پرتوگیری اپراتور پیشگیری گردد (۷).

**پایش محیطی:** با استفاده از پایش و اندازه‌گیری‌های محیطی می‌توان به شناسایی مناطق خطرناک پرداخت. در صورت وجود مناطقی با تراز شدت تشعشعی بیش از حد مجاز، بایستی این مناطق تحت عنوان "مناطق خطر پرتوهای رادیویی" شناخته شود، و عملیات ایزولاسیون محوطه و اعلام هشدارهای تخصصی و عمومی به پرسنل داده شود (۱،۶).

**رعایت حدود مجاز مواجهه:** با رعایت حدود مجاز مواجهه شغلی می‌توان یکی از استراتژی‌های مهم برای دستیابی به ایمنی تشعشعی را اجرا نمود. حدود مجاز مواجهه شغلی از طرف سازمان‌های مرجع تعریف شده است و برای کارکنانی است که از یک منطقه در حال عبور هستند و به صورت گذرا با پرتوهای راداری مربوطه مواجهه دارند، امّا برای کارکنان بخش تعمیرات و نگهداری که مدت زمان فعالیت آنها طولانی‌تر است مناسب نیست. در چنین حالتی بایستی مدت زمان کار برای این افراد به بازه‌های زمانی کوچکتر تقسیم شود، به گونه‌ای که از حدود مجاز مواجهه تجاوز نکند (۱،۶،۷).

**محدودیت دسترسی:** محدود کردن دسترسی به میدان‌های رادیویی با شدت بالا یکی از اقدامات کنترلی مدیریتی است که می‌تواند به عنوان یک اقدام حفاظتی مهم استفاده گردد. مناطقی که تحت تابش پرتوهای رادیویی و مایکروویو هستند بایستی محدودیت دسترسی داشته و تنها در دسترس کارکنانی باشند که به آنها آگاهی و آموزش‌های لازم داده شده و اقدامات حفاظتی نیز برای آنها اعمال گردیده است. این افراد می‌توانند مواجهه‌ای تحت ضوابط و معیارهای خاصی داشته باشند. استفاده از توری‌ها و جلوگیری از حضور و فعالیت کارکنان در مکان‌هایی که دارای تراز مواجهه بالاتری هستند نمونه‌هایی از این محدودیت دسترسی است. سازمان‌های تخصصی ایمنی پرتوهای راداری در خصوص تاسیساتی که عملیات نصب یا راه‌اندازی آنها به مدت یک ماه یا بیشتر به طول می‌انجامد بر اجرای تمامی سیستم‌های محدودیت دسترسی و همچنین بکارگیری سیستم‌های قفل دائمی تاکید می‌نماید (۱،۶،۷).

**کاهش خروجی انرژی:** تعویض یا تعمیر سیستم‌های فرستنده از جمله مواردی است که شدت پرتوهای رادیویی در آنها بسیار افزایش می‌یابد. سازمان‌های فعال در ایمنی تشعشعی از کاهش توان و خاموش کردن دستگاه در زمانی که شدت پرتوهای خروجی آن بالا است به عنوان یکی از استراتژی‌های مدیریتی موثر در کنترل خطرات مربوط به پرتوهای راداری نام می‌برند. شایان ذکر است در محیط‌هایی که فرستنده‌های متعددی وجود دارند می‌توان کاهش توان یا حفاظ گذاری منابع رادیویی را انجام داد. همچنین با انتخاب تجهیزاتی که توان تابشی کمتری دارند، می‌توان مقدار مواجهه کارکنان را کاهش داد. می‌توان از قطع یا کاهش توان تجهیزات در هنگام تعمیرات نیز به عنوان تکنیکی برای کاهش تراز انرژی خروجی و کنترل مواجهه پرسنل تعمیرات و نگهداری استفاده نمود. علاوه بر این ساده‌سازی

[ Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.30491/3.3.116 ]

فرایندهای کاری نیز از جمله اقدامات موثری است که می‌تواند به کاهش تراز انرژی و مقدار مواجهه بیانجامد. در این روش، مراحل عملیاتی موجود در فرایندهای کاری کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر فرایندهای کاری پیچیده و طولانی به چندین فرایند کاری کوچک و ساده تقسیم می‌شوند (۱۶).

**جدول-۱.** عناوین کنترل‌های مدیریتی توصیه شده از سوی سازمان‌های بین‌المللی

| عنوان اقدام پیشنهادی | عنوان اختصاری سازمان پیشنهاد دهنده |
|---|---|
| بازرسی | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا |
| پایش پزشکی | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا |
| مشارکت | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا |
| دستورالعمل ایمنی کار | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا |
| پیروی از استانداردها | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا |
| نگهداری و تعمیرات | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا-کمیسیون ارتباطات فدرال آمریکا-انجمن حفاظت محیط زیست آمریکا |
| قفل و برچسب زنی | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا |
| پایش محیطی | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا-کمیسیون ارتباطات فدرال آمریکا |
| رعایت حدود مجاز مواجهه | اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا-کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر اشعه غیریونیزان-انجمن بین المللی مهندسین برق و الکترونیک-کمیسیون ارتباطات فدرال آمریکا |
| محدودیت دسترسی | سازمان بین المللی کار-کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر اشعه غیریونیزان-کمیسیون ارتباطات فدرال آمریکا-اداره بهداشت محیط کانادا |
| کاهش خروجی انرژی | سازمان بین المللی کار-کمیسیون ارتباطات فدرال آمریکا-اداره بهداشت محیط کانادا |
| رعایت فاصله | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا |
| کنترل مدت زمان مواجهه | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا |
| آموزش | سازمان بین المللی کار-اداره ایمنی و بهداشت کار آمریکا |

**رعایت فاصله:** حتماً بایستی مناطق امن کاری که کارکنان می‌توانند برای یک دوره معین در آن به صورت ایمن کار کنند، شناسایی شود. این کار را می‌توان با فاصله‌گیری از منابع انتشار انرژی راداری و تعیین فواصل یا حریم‌های ایمن در اطراف منبع انجام داد. شدت تشعشعات دریافتی در یک نقطه مشخص با مجذور فاصله رابطه عکس دارد. بدین معنی که اگر پرسنل فاصله خود از منبع تشعشع را از ۱ متر به ۲ متر افزایش دهند، شدت تشعشعات مورد مواجهه از ۱۰۰ به ۲۵ درصد مقدار اولیه کاهش می‌یابد (۱۶).

**کنترل مدت زمان مواجهه:** کاهش مدت زمان مواجهه یکی از استراتژی‌های مدیریتی ساده و اثربخش در ارتقای ایمنی تشعشعی پرسنل دریایی است. این کار را می‌توان با رعایت مدت زمان مجاز مواجهه که برای هر فرکانس قابل محاسبه است انجام داد. همچنین می‌توان با افزایش تعداد کارکنان و انجام تقسیم کار بین آنها، میزان مواجهه افراد با پرتوها را کاهش داد (۱۶).

**آموزش:** آموزش بهداشت به تمام کارکنان و سرپرستان و اطمینان از اینکه آنان به درک خطرات در مورد مواجهه شغلی با پرتوهای رادیویی رسیده‌اند یکی از اقدامات مدیریتی موثر برای کاهش مواجهه شغلی آنان است.

در پایان لازم به ذکر است کنترل‌های مدیریتی یکی از پراستنادترین استراتژی‌های کنترلی در مواجهه با تشعشعات راداری هستند. تنوع و قابلیت کاربرد کنترل‌های مدیریتی به گونه‌ای است که می‌تواند در محیط‌های کاری مختلف دریایی و زیردریایی به تنهایی یا در کنار کنترل‌های مهندسی به کار گرفته شود. در سیاستگذاری‌های ایمنی شغلی کارکنان دریایی می‌توان از استراتژی‌های کنترل مدیریتی جهت پیشگیری و حفاظت در برابر پرتوهای راداری استفاده نمود (۱۶).

**تضاد منافع:** نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

## منابع

1. Khavanin A, Jonidi Jafari A, Ahmadi S, Zaroushani V. A Review on Administrative Controls to Radiofrequency and Microwave Radiation based on recommendations of International Organizations. Iran Occupational Health J. 2018;15(3):134-43.
2. Zaroushani V, Khavanin A, Mortazavi SB. Nonthermal Effects of Radar Exposure on Human: A Review Article. Iran J Health, Safety Environment. 2014; 1(1):43-52
3. Zaroushani V, Safari Variani A, Ahmadi S. Risk of Cancer in Occupational Exposure to Radar Radiation: A Systematic Review. Iran Occupational Health Journal. 2019; 16(4):43-52.
4. Safari Variani A, Saboori S, Shahsavari S, Yari S, Zaroushani V. Effect of Occupational Exposure to Radar Radiation on Cancer Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. Asian Pacific J Cancer Prevention. 2019; 20(11):3211-9. doi:10.31557/APJCP.2019.20.11.3211
5. International Labour Organization. Safety in the use of radiofrequency dielectric heaters and sealers: A practical guide. International Labour Office, Geneva. 1998.
6. Zaroushani V, Jarrahi SZM, Rahimi S. Occupational Cancer Protection by Most Recommended International Administrative Control. Asian Pacific J Environment and Cancer. 2020;3(1):1-7. doi:10.31557/apjec.2020.3.1.1-7
7. Katherine BF. Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields and Reassessment of FCC Radiofrequency Exposure Limits and Policies. 2020; 85 (63): 18131-51.

[ Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-12 ]

[ DOI: 10.30491/3.3.116 ]