

## بررسی تأثیر تجهیزات حفاظت چشمی در حفاظت شاغلین از پرتوهای فرسرخ و فرابنفش

یاسر صحرانورد<sup>۱</sup>، لیلا امیدی<sup>۲</sup>، معصومه کرمی<sup>۱</sup>، صبا کلانتری<sup>۳\*</sup>

۱. مجتمع مس سرچشمه، کرمان، ایران.  
۲. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.  
۳. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.

### چکیده

**سابقه و هدف:** شاغلین ممکن است در معرض مواجهه با پرتوهای غیر یونیزان تابش شده از خورشید یا منابع مصنوعی مانند لامپ های مخصوص یا جوشکاری با قوس الکتریکی باشند. سوختگی پوست، تسریع در پیری پوست، کاتاراکت، سوختگی شبکیه، جهش ژنی و آثار نامطلوب بر سیستم ایمنی انسان از جمله دلایل نگرانی در هنگام مواجهه با این پرتوها هستند. هدف مطالعه بررسی میزان مواجهه شاغلین صنعت مس با پرتوهای فرسرخ و فرابنفش و اثربخشی تجهیزات حفاظت چشمی مورد استفاده در گروه های شغلی مورد مطالعه می باشد. **روش بررسی:** در این بررسی مقادیر تابش هر یک از پرتوهای فرسرخ و فرابنفش در واحدهای دارای مواجهه در دو وضعیت عدم استفاده و در هنگام استفاده از تجهیزات حفاظتی چشم در مجتمع مس سرچشمه اندازه گیری گردید. جهت بررسی تغییر مقادیر تابش هر یک از پرتوها، اندازه گیری ها با استفاده از رادیومتر دیجیتالی هاگنر به صورت ۸ بار در ماه و در ساعات متفاوت روز و در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین و به مدت یک سال انجام شد.

**یافته ها:** میانگین تابش پرتو فرابنفش بر اساس ماه های مختلف سال در واحد تعمیرگاهی معدن ۰/۲۹، واحد ذوب ۰/۲۵ و واحد تعمیرگاهی مهندسی ۰/۰۸ میلی وات بر سانتی متر مربع بود. همچنین میانگین تابش پرتو فرسرخ در بخش کنورتور در واحد ذوب ۵/۹۶، بخش ریخته گری در واحد مهندسی ۲/۶۰ و بخش آسارکو در واحد پالایشگاه نیز ۱/۸۷ میلی وات بر سانتی متر مربع بود. نتایج مطالعه نشان داد که تجهیزات حفاظت چشمی به طور معنی دار سبب کاهش میانگین مواجهه شاغلین با پرتوهای فرابنفش و فرسرخ می شوند ( $p < ۰/۰۰۱$ ). **نتیجه گیری:** تجهیزات حفاظت چشم به طور مؤثری میزان مواجهه شاغلین با پرتوهای فرابنفش و فرسرخ را کاهش می دهند. **واژگان کلیدی:** فرسرخ، فرابنفش، پرتوها، تجهیزات حفاظت چشمی

### مقدمه

از سوی دیگر کنترل تابشها از طریق تأمین تندرستی نیروی کار، هزینه های اقتصادی ناشی از صدمات وارده بر نیروی کار را کاهش می دهد (۲). پرتو فرسرخ بخشی از پرتوهای غیر یونیزه از طیف پرتوهای الکترومغناطیس است که از منابع طبیعی و مصنوعی که دارای دمای بالا هستند، ساطع شده و می تواند دارای اثرات مخرب باشد (۲). مواجهه با اشعه فرسرخ و آسیب حرارتی ناشی از آن، سبب آسیب های چشمی و ایجاد کاتاراکت می شود که این امر در مطالعات حیوانی انجام شده توسط کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر اشعه های غیر یونیزان به اثبات رسیده است. اشعه فرسرخ توسط قرنیه و عنبیه جذب شده و گرمای تولید شده به عدسی چشم انتقال یافته و در نهایت کاتاراکت به دلیل افزایش دما در عدسی رخ می دهد (۴). مواجهه پیوسته در سال های متمادی در مشاغل همچون شیشه گری، کوره و ذوب فلزات سبب بروز کاتاراکت در شاغلین این صنایع شده است (۵). اشعه فرابنفش نیز بخش دیگری از طیف پرتوهای الکترومغناطیس با طول موج ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر است که طول موج ۲۸۰ تا ۴۰۰ نانومتر (UV-B و UV-A) آن بیش از سایر طول موجها سبب آسیب به چشم می شود. بسیاری از پروسه های

انسان همواره در معرض تابش پرتوهای یون ساز و غیر یون ساز ناشی از منابع طبیعی و مصنوعی قرار دارد. با پیشرفت تکنولوژی در زمینه های مختلف مانند تولید انرژی، پزشکی، صنعتی، آموزشی، تحقیقاتی و حتی تولید لوازم خانگی از قبیل تلویزیون، ساعت های شب نما و کامپیوتر استفاده از منابع مولد پرتو به صورت گسترده ای افزایش یافته و این امر سبب تماس بیشتر انسان با پرتوها شده است (۱). استفاده گسترده از نیروی الکتریسیته در فرایندهای صنعتی و نیز استفاده از سطوح بالای انرژی جهت پیشبرد این اهداف سبب شده است تا در جریان انتقال و تبدیل، انرژی در فرم اشعه در محیط انتشار یابد که می تواند دارای اثرات نامطلوب بر سلامت انسان باشد (۲). ایمنی و بهداشت لازمه یک زندگی بانشاط برای انسان است که او را از حوادث، بیماریها و خطرات حفظ می کند. شناخت خطرات و اثرات سوء تشعشعات و اثرات نامطلوب ناشی از سایر عوامل زیان آور بر انسان، پیش بینی تکنولوژی های ایمن برای هر یک از موارد مذکور را ضروری و اجتنابناپذیر ساخته است (۳).

تغییر در فرایندهای کاری و نیز تأثیر دمای محیط بر شدت تابش پرتوها در هر یک از ماه‌های مختلف در طی یک سال اندازه‌گیری گردیدند. جهت تعیین ایستگاه‌های اندازه‌گیری تعداد شاغلین در ایستگاه‌های کاری مورد مطالعه، نوع فرایند تولید، ارتفاع اندازه‌گیری پرتو و منابع مولد پرتو مورد توجه قرار گرفتند. اندازه‌گیری پرتو فرابنفش در ۳ ایستگاه اندازه‌گیری در واحد تعمیرگاهی معدن، ۵ ایستگاه در واحد تعمیرگاهی مهندسی و ۴ ایستگاه اندازه‌گیری در واحد ذوب انجام شد و برای اندازه‌گیری پرتوهای فرورسرخ ۱۱ ایستگاه در واحد ریخته‌گری پالایشگاه، ۷ ایستگاه در واحد مهندسی (آهن‌گری و ریخته‌گری) و ۲۳ ایستگاه در واحد ذوب (ریخته‌گری و کوره‌های مذاب) انتخاب شدند. اندازه‌گیری‌ها در ارتفاع ۱/۵ متری در ایستگاه‌های مورد بررسی با حضور شاغلین انجام گرفت. پس از اندازه‌گیری، مقادیر حاصل با حدود مجاز استاندارد ارائه شده از سوی سازمان بهداشت صنعتی آمریکا مقایسه گردیدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ انجام یافت. از شاخص‌های آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار جهت بررسی میزان انتشار پرتوها و شدت انتشار آنها در محیط کار استفاده شد. آزمونهای آماری Kruskal-Wallis test و t-test جهت مقایسه شدت پرتوها در واحدهای مختلف مجتمع، ماه‌های متفاوت سال، مقایسه با حدود مجاز استاندارد و تعیین اثربخشی تجهیزات حفاظت چشمی استفاده گردید.

### یافته‌ها

نتایج نشان داد که مقادیر اندازه‌گیری شده پرتوهای فرابنفش در واحد تعمیرگاهی معدن بیش از سایر واحدهای مورد مطالعه بود. میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده پرتوهای فرابنفش در این واحد ۰/۲۵ میلی وات بر سانتی‌متر مربع گزارش گردید. همچنین نتایج نشان داد که مقادیر این پرتوها در واحد تعمیرگاهی معدن در مهرماه بیش از سایر ماه‌های سال بود. کمترین مقادیر در ماه اسفند و در واحد تعمیرگاهی مهندسی ثبت گردید.

جدول ۱. میانگین مقادیر پرتو فرابنفش (میلی وات بر سانتی‌متر مربع) به تفکیک واحدها

واحد	تعمیرگاهی معدن	ذوب	تعمیرگاهی مهندسی
فروردین	۰/۳	۰/۲۸	۰/۱۶
اردیبهشت	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۰۹۴
خرداد	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۳۷
تیر	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۰۸
مرداد	۰/۳	۰/۲۸	۰/۰۹
شهریور	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۱۵
مهر	۰/۳۳	۰/۲۷	۰/۰۲
آبان	۰/۳۱	۰/۲۶	۰/۰۱۱
آذر	۰/۳۲	۰/۲۵	۰/۰۲
دی	۰/۳۲	۰/۲۸	۰/۰۱۴
بهمن	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۰۲
اسفند	۰/۲۹	۰/۲۱	۰/۰۱۵
کل	۳/۵۴	۳/۱	۰/۹۸

صنعتی مانند جوشکاری در کنار تولید نور و حرارت، تولید اشعه فرابنفش نیز می‌کنند (۶). مواجهه چشم با پرتو فرابنفش می‌تواند منجر به ایجاد کاتاراکت و نیز آسیب به شبکه چشم شود. در هر دو آسیب فرض بر این است که پرتو فرابنفش می‌تواند سبب تشکیل رادیکال‌های آزاد گردد که منجر به تغییر پروتئین سلول و لیپید پراکسیداسیون می‌شود (۷). حساسیت چشم انسان در مقیاس زمانی متوسط و نیز لزوم حضور نیروی کار در محیط‌های دارای سطوح متفاوت از این پرتوها و لزوم حفظ سلامتی نیروی کار به‌عنوان یکی از ارکان توسعه، سبب می‌شود تا کنترل سطوح تابش خصوصاً در بخش صنعت که مولدهای مصنوعی این پرتوها حضور پررنگ‌تری دارند، امری اجتناب‌ناپذیر باشد. فرارگیری شاغلین در فضای باز و در معرض تابش‌های خورشیدی نیز سهم زیاد و معنی‌داری در پرتوگیری این افراد دارد (۲). امروزه با استفاده از حفاظ‌های مختلف که در مسیر تولید و تابش این پرتوها قرار داده می‌شود، می‌توان از ایجاد عوارض احتمالی جلوگیری نمود. جهت پیشگیری از آسیب‌های چشمی ناشی از این تابش‌ها می‌توان از تجهیزات حفاظت فردی متناسب با نوع پرتو استفاده کرد (۷). از دیگر اقدامات ضروری جهت پیشگیری از عوارض نامطلوب ناشی از این پرتوها بررسی و اندازه‌گیری مداوم میزان نشت این پرتوها و تعیین مقدار آنها در محیط کار شاغلین می‌باشد. سطوح مواجهه با این پرتوها همواره باید در حدود مجاز توصیه شده باشد (۱). وجود منابع متعدد مولد پرتوهای فرورسرخ و فرابنفش در صنعت مس و سطوح بالای مواجهه با این پرتوها در کنار منابعی نظیر کوره‌های مذاب، چرخ‌های ریخته‌گری و کارگاه‌های جوشکاری در فضای کار شاغلین در این محیط‌های شغلی منجر به طراحی مطالعه حاضر گردید. هدف از این مطالعه بررسی میزان مواجهه شاغلین صنعت مس با پرتوهای فرورسرخ و فرابنفش و نیز بررسی اثربخشی تجهیزات حفاظت چشمی مورد استفاده در گروه‌های شغلی مورد مطالعه می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه در مجتمع مس سرچشمه کرمان در سال ۱۳۹۲ صورت پذیرفت. جهت اندازه‌گیری مقادیر تابش پرتوها از دستگاه رادیومتر دیجیتالی هاگنر استفاده شد. با توجه به این‌که طول‌موج‌های ایجادکننده اثرات نامطلوب ناشی از مواجهه با پرتوهای فرورسرخ بر روی شبکه و قرنیه چشم در ناحیه ای با طول‌موج ۷۸۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر قرار داشته و نیز پرتو فرابنفش با طول‌موج ۲۸۰ تا ۴۰۰ نانومتر نیز روی قرنیه نسبت به سایر طول‌موج‌ها آثار سوء بیشتری دارد، این طول‌موج‌ها جهت بررسی انتخاب شدند (۸). جهت بررسی تغییرات مقادیر تابش، اندازه‌گیری به‌صورت ۸ بار در هرماه و در ساعات متفاوت انجام گرفت. با توجه به احتمال تفاوت در میزان تشعشع هر یک از پرتوهای فرورسرخ و فرابنفش در ماه‌های متفاوت سال به دلیل امکان

جدول ۲. میانگین مقادیر پرتو فروسرخ (میلی وات بر سانتی متر مربع) به تفکیک واحدها

واحد	ذوب			مهندسی			پالایشگاه		
	ریورب	کنورتر	آند	ریخته‌گری	جوشکاری	آهن‌گری	آسارکو	هلدینگ	اتاق کنترل
فروردین	۴/۹	۶/۹۱	۲/۱۲	۲/۷۶	۰/۳	۱/۰۶	۱/۷۶	۱/۶۲	۰/۲۳
اردیبهشت	۳/۹۶	۶/۶۹	۲/۰۶	۲/۳۵	۰/۲۶	۱/۰۳	۱/۸۱	۱/۷۸	۰/۳
خرداد	۴/۱	۶/۰۶	۲/۰۴	۲/۹۶	۰/۳	۱/۲۶	۱/۸	۱/۶۵	۰/۲۶
تیر	۵/۳	۶/۷۲	۲/۱۱	۲/۵۳	۰/۲۹	۱/۱۶	۱/۹۲	۱/۹۳	۰/۳۳
مرداد	۵/۱۳	۶/۲۱	۲/۳	۲/۷۶	۰/۳۱	۱/۰۸	۲/۱۲	۲/۱۶	۰/۲۹
شهریور	۴/۴	۵/۹	۲/۰۹	۳/۰۸	۰/۳	۱/۰۵	۱/۹۷	۱/۸۴	۰/۳۵
مهر	۳/۶۳	۵/۵۶	۲/۲۵	۲/۷۸	۰/۲۳	۱/۳۲	۱/۹۴	۱/۹۴	۰/۲۵
آبان	۳/۷۳	۵/۶۳	۱/۹۴	۲/۲۳	۰/۳	۱/۰۳	۱/۸۳	۱/۴۶	۰/۲۲
آذر	۳/۷۵	۵/۹۸	۲/۰۳	۲/۴	۰/۳۳	۱/۰۲	۱/۹	۱/۵۱	۰/۱۴
دی	۳/۵	۵/۵۷	۱/۹۴	۲/۳۵	۰/۳۲	۱/۰۱	۱/۴۲	۱/۶۲	۰/۲۷
بهمن	۳/۴	۵/۱	۱/۸۸	۲/۵۹	۰/۳	۰/۹۹	۲	۱/۵۷	۰/۲۵
اسفند	۳/۲	۵/۲۳	۱/۶۳	۲/۴۸	۰/۲۷	۱	۲/۰۱	۱/۶۸	۰/۲۶
کل	۴۹	۷۱/۵۶	۲۴/۳۹	۳۱/۲۷	۱۱/۸۹	۱۳/۰۱	۱۲/۰۹	۲۲/۴۷	۳/۱۵

جدول ۴. مقایسه میانگین پرتوهای فروسرخ (میلی وات بر سانتی متر مربع) قبل و

بعد از استفاده از حفاظ چشمی

واحد	قبل	بعد	
ذوب	ریورب	۴/۰۹±۰/۷۵	۰/۲۶±۰/۰۴
	کنورتر	۵/۹۶±۰/۶۲	۰/۲۸±۰/۰۵
	آند	۲/۰۴±۰/۱۸	۰/۲۹±۰/۰۴
	ریخته‌گری	۲/۶۰±۰/۳۱	۰/۱۷±۰/۰۲
مهندسی	اتاق کنترل	۰/۹۹±۰/۰۵	۰/۲۴±۰/۰۳
	ریخته‌گری	۱/۰۹±۰/۱۱	۰/۴۹±۰/۰۴
	آهن‌گری	۱/۰۱±۰/۰۶	۰/۰۰۲±۰/۰۰۴
پالایشگاه	جوشکاری	۰/۲۹±۰/۰۳	۰/۰۲±۰/۰۱
	آسارکو	۱/۸۷±۰/۲۰	۰/۳۱±۰/۰۳
	هلدینگ	۱/۷۳±۰/۲۵	۰/۵۷±۰/۰۲
	هزلت	۰/۵۹±۰/۰۵	۰/۱۴±۰/۰۶
	اتاق کنترل	۰/۲۶±۰/۰۶	۰/۰۶±۰/۰۱

## بحث

بر اساس نتایج مطالعه، میزان مواجهه شاغلین با پرتوهای فرابنفش و فروسرخ در کلیه واحدهای مجتمع مورد مطالعه پایین تر از حدود مجاز توصیه شده توسط سازمان های قانونگذار بوده است که سبب ایجاد آسیب در شاغلین این واحد تولیدی نمی گردد. نتایج مطالعه نشان داد که تجهیزات حفاظت چشمی به طور معنی دار سبب کاهش میانگین مواجهه شاغلین با پرتوهای فرابنفش و فروسرخ می شوند. نتایج نشان داد که میانگین مقادیر پرتوهای فروسرخ و فرابنفش در هیچ یک از ماه های سال از مقدار مجاز استاندارد مورد بررسی تجاوز ننموده و در همه واحدهای کارگاهی در تمامی ماه های سال میزان تشعشع در حد استاندارد بوده است ( $p < 0/001$ ). نتایج مطالعه حقیقی فرد و همکاران نیز که باهدف بررسی میزان تابش پرتو IR-A در صنعت فولاد در ماهها و ساعات و در ارتفاعات مختلف صورت گرفت، نشان داد که در هیچ یک از ماه های سال میزان تابش

نتایج اندازه گیری پرتو فروسرخ در واحدهای مختلف کارخانه در جدول ۲ ارائه شده است.

بالاترین میزان تابش مربوط به بخش کنورتر واحد پالایشگاه می باشد. با توجه به حدود استاندارد پرتو فروسرخ ارائه شده از سوی سازمان بهداشت صنعتی آمریکا (۱۰ میلی وات بر سانتی متر مربع) (۲)، تمام مقادیر اندازه گیری شده در تمام ماه های سال کمتر از حدود استاندارد توصیه شده هستند ( $p < 0/001$ ).

جدول ۳. مقایسه میانگین پرتو فرابنفش اندازه گیری شده (میلی وات بر سانتی

مربع) قبل و بعد از استفاده از حفاظ چشمی

واحد	قبل	بعد
تعمیرگاهی معدن	۰/۲۹±۰/۰۳	۰/۰۱۵±۰/۰۰۲۲
ذوب	۰/۲۶±۰/۰۴	۰/۰۰۳۲±۰/۰۰۳۷
تعمیرگاهی مهندسی	۰/۰۹±۰/۰۱	۰/۰۰۲۸±۰/۰۰۴۴

نتایج نشان داد که تجهیزات حفاظت چشمی به طور معنی دار سبب کاهش میانگین مواجهه شاغلین با پرتوهای فرابنفش می گردند ( $p < 0/001$ ).

جدول ۴ مقادیر میانگین میزان شدت پرتو فروسرخ به تفکیک با و بدون بهره گیری از تجهیزات حفاظت چشمی را نشان می دهد. نتایج مطالعه نشان داد که تجهیزات حفاظت چشمی به طور معنی داری سبب کاهش میانگین مواجهه شاغلین با پرتوهای فروسرخ شده است ( $p < 0/001$ ).

فروسرخ A از مقدار مجاز استاندارد مورد بررسی تجاوز ننموده و در تمام کارگاه‌ها در حد استاندارد بوده و اختلاف معنی‌داری نداشته است که بامطالعه حاضر همخوانی دارد (۲). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که پرتوهای غیر یونیزان بر اساس طول‌موج و مدت مواجهه دارای اثرات نامطلوبی بر سلامتی انسان هستند. از جمله آثار نامطلوب آن‌ها می‌توان به سوختگی پوست، تسریع در پیری پوست، کاتاراکت، سوختگی شبکیه، جهش ژنی و آثار نامطلوب بر سیستم ایمنی انسان اشاره نمود (۱۰). در مطالعه صورت گرفته از سوی بهروز و همکاران که اندازه‌گیری اشعه فرابنفش در محیط‌های روباز و به‌صورت محیطی انجام گرفت، میزان تابش پرتو UV-A در خردادماه بیشترین و در آذرماه کمترین مقدار بوده است و همچنین حداکثر تابش UV-B در خردادماه و حداقل تابش در آذرماه مشاهده شده است (۱۱). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بیشترین میزان مواجهه شاغلین با پرتو فرابنفش در ماه مهر بوده است. میزان مواجهه شاغلین تعمیرگاه معدن نیز بیش از مواجهه سایر افراد مورد مطالعه بوده است. نتایج مطالعه وطنی و همکاران در مجتمع مس سرچشمه در سال ۱۳۸۹ نشان داد که در واحد جوشکاری این مجتمع میزان مواجهه شاغلین  $0.045 \pm 0.009$   $\text{J}^2/\text{cm}^2$  بوده که کمتر از حدود مجاز توصیه شده توسط کمیته بهداشت حرفه ای ایران بوده است ( $\text{J}^2/\text{cm}^2$  که در تأیید نتایج مطالعه حاضر می‌باشد (۱۲). چشم می‌تواند توسط تجهیزات حفاظتی چشمی در مقابل پرتوهای فرابنفش و فرسوخ محافظت گردد. عینک‌های محافظ رایج ترین تجهیزات محافظ چشم در برابر این پرتوها هستند که نوع خاصی از آنها (بر اساس طول‌موج پرتوها) جهت محافظت پرسنل در مجتمع مس سرچشمه مورداستفاده قرار می‌گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در خصوص استفاده از تجهیزات حفاظت چشمی در برابر پرتوهای فرسوخ و فرابنفش مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری میان میانگین تابش دریافتی توسط فرد قبل از استفاده و بعد از استفاده از تجهیزات حفاظت چشمی وجود دارد ( $P < 0.001$ ). اگرچه میزان

مواجهه شاغلین با پرتوهای فرابنفش و فرسوخ در کلیه ماه‌های اندازه‌گیری کمتر از حدود مجاز توصیه‌شده بود باین‌حال نتایج نشان داد که استفاده از تجهیزات حفاظت چشمی سبب کاهش چشمگیری مواجهه شاغلین با پرتوها گردید و میزان مواجهه به کمترین مقدار رسید. حساسیت‌های فردی و تفاوت در آسیب‌پذیری افراد ممکن است سبب شود که حتی کمترین میزان مواجهه با عوامل زیان‌آور سبب بروز عوارض جانبی در افراد گردد و حدود مجاز اعلام‌شده از سوی سازمان‌های مسئول مرز قطعی وجود مخاطرات یا ایمنی شاغل را فراهم نمی‌آورد و باید ضمن رعایت شرط احتیاط، میزان مواجهه با عوامل زیان‌آور در کمترین میزان ممکن قرار گیرد. پور نجف و نصری نیز در مطالعه خود به بررسی تأثیر ماسک جوشکاری باقابلیت حفاظت از دستگاه بینایی و تنفسی در مقابل دمه‌های فلزی و اشعه‌های ناشی از جوشکاری پرداخته و مشاهده نمودند که میزان دریافت پرتوهای مضر فرسوخ و فرابنفش در ناحیه دید شاغلین با استفاده از این تجهیزات حفاظتی به مقدار بسیار زیادی کاهش‌یافته است (۳) که بامطالعه حاضر نیز همخوانی دارد. در مطالعه کروتمان و همکاران نیز بر لزوم استفاده از وسایل حفاظت چشمی در کاهش پرتوگیری ناشی از پرتو فرابنفش تأکید شده است (۱۳). در مطالعه میلر و همکاران بر استفاده از تجهیزات حفاظت فردی در کاهش پرتوگیری شغلی تأکید گردیده است (۱۴)؛ بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و مؤثر بودن تجهیزات حفاظت چشمی و اهمیت سلامت شاغلین در صنایع (۱۵ و ۱۶)، بهره‌گیری کارکنان در معرض پرتوهای مضر از تجهیزات حفاظت چشمی و استفاده صحیح از آن‌ها به‌منظور پیشگیری از ایجاد هرگونه عوارض احتمالی پیشنهاد می‌گردد.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب سپاس و تشکر خود را از حمایت مسئولان و مشارکت شاغلین مجتمع مس سرچشمه ابراز می‌دارند.

### References

1. Valipur F, Pourtaghi G, Khavanin A, Akhound M, Ansari G, Mazahebi M. Rate of X-ray irradiation around the inspection gates at Mahrabad Airport, Tehran, Iran. *Journal Mil Med*. 2006;8(1):63-8. (Full Text in Persian)
2. Jaafarzadeh Haghighi Fard N, Salamat S, Rezvani Z, Behrooz M. Determination of Near Infrared Radiation (IR-A) at work unit in one of the Iran steel industries. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2009;2(3):170-7. (Full Text in Persian)
3. Pornajaf A, Nasri Y. Design and invention of semiautomatic weld mask capable to protect visual and respiratory systems against metal vapour and radiations caused by welding. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*. 2007;15(2):26-31. (Full Text in Persian)

4. Sisto R, Frigerio F, Militello A, Borra M, Cottica D, Grignani E. Modelling infrared radiation exposure by black body-like sources. *Annals of occupational hygiene*. 2011;55(8):922-30.
5. The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0.38 to 3  $\mu\text{m}$ ). *Health Phys*. 1997;73(3):539-54.
6. The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). *Health Physics*. 2004;87(2):171-86.
7. Van Kuijk F. Effects of ultraviolet light on the eye: role of protective glasses. *Environmental health perspectives*. 1991;96:177.
8. The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 180 nm and 1,000 [mu] m. *Health Physics*. 1996;71(5):804-19
9. American Industrial Hygiene Association NIR Committee. Ultra Violet radiation quick reference sheet. 2013 [cited 2014/09/11]. Available from: <https://www.aiha.org/.../NONIONRAD-UVRadiationQuickReferenceGuide.pdf>
10. Akbar-Khanzadeh F, Jahangir-Blourchian M. Ultraviolet radiation exposure from UV-transilluminators. *Journal of occupational and environmental hygiene*. 2005;2(10):493-6.
11. Behrooz M, Seif F, Behrooz L. Variation of cosmic ultraviolet radiation measurements in Ahvaz at different months of year. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2010;9(1):46-51. (Full Text in Persian)
12. Vatani J, Raei M, Asadi M. Assessing the Ultraviolet Exposure Level in Welding Workers of Sar-Cheshmeh Copper Complex. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*. 2013;15(4):76-7.
13. Krutmann J, Béhar-Cohen F, Baillet G, de Agyuavives T, Ortega Garcia P, Peña-García P, et al. Towards standardization of UV eye protection: what can be learned from photodermatology? *Photodermatology, photoimmunology & photomedicine*. 2014;30(2-3):128-36.
14. Miller DL, Vañó E, Bartal G, Balter S, Dixon R, Padovani R, et al. Occupational radiation protection in interventional radiology: a joint guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2010;21(5):607-15.
15. Farhadi R, Omid L, Balabandi S, Barzegar S, Abbasi AM, Poornajaf AH, et al. Investigation of musculoskeletal disorders and its relevant factors using quick exposure check (QEC) method among seymareh hydropower plant workers. *Journal of Research & Health*. 2014;4(2):714-20.
16. Jafari MJ, Askarian AR, Omid L, Lavasani MRM, Taghavi L, Ashori AR. The assessment of independent layers of protection in gas sweetening towers of two gas refineries. *Journal of safety promotion and injury prevention*. 2014;2(2):103-12. (Full Text in Persian)



## The effect of eye protection equipment on protection of workers against Ultraviolet and Infrared Radiations

Sahranavard Y<sup>1</sup>, Omid L<sup>2</sup>, Karami M<sup>1</sup>, Kalantary S<sup>3\*</sup>

### Abstract

**Background and Objectives:** Workers may be exposed to non-ionizing radiation from sun or artificial sources such as some types of lamps and the arc-welding process. Skin burning, accelerating the skin aging, cataract, retinal burn, gene mutation, and adverse effects on human immune system are the other causes for concern. The objectives of this research are to determine the amount of workers' exposure to ultraviolet and infrared radiations in different occupational groups and assessing the effectiveness of eye protection equipment on protection of workers against exposure to ultraviolet and infrared radiations in Sarcheshmeh Copper Complex.

**Materials and Methods:** The amount of workers' exposure to ultraviolet and infrared radiations in two conditions (using eye protection equipment and not use protective equipment) was investigated. For the purpose of measuring the amount of workers' exposure, measurements were conducted using Hagner digital radiometer at 8 times during each month over a one year period.

**Results:** The average intensities of ultraviolet radiation according to different months in the mining workshop, smelting unit, and engineering workshop were 0.29, 0.25, and 0.08 MW/cm<sup>2</sup>, respectively. The average intensities of infrared radiation in the smelting unit, casting unit, and refinery unit were 5.96, 2.60, and 1.87 MW/cm<sup>2</sup>, respectively. The results of study indicated that eye protective equipment was significantly associated with decreases in the amount of workers' exposure to ultraviolet and infrared radiations in these workplaces ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** Eye protective equipment is the effective barrier against workers' exposure to ultraviolet and infrared radiations.

**Keywords:** *Infrared, Ultraviolet, Radiations, Eye protective equipment*

1. Sarcheshmeh Copper Complex, Kerman, Iran
2. Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Faculty of Public Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

\* **Corresponding Author:** kalantarei@arakmu.ac.ir