مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی
دوره ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶

مقاله پژوهشی

# بررسی و پهنه بندی میزان پرتو UV-A در محیط کار شاغلین در یک مجتمع صنعت فولاد

اسماعیل شجاع [۱،*]، حسین ابراهیمیان [۲]، معصومه قرائی [۳]، مژگان مهری [۲]، حسین الهی [۴]، رضا ملائی [۲]

[۱] عضو هیأت علمی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی اسفراین، اسفراین، ایران
[۲] کارشناس، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
[۳] کارشناس ارشد، گروه اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران
[۴] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
[*] **نویسنده مسئول:** اسفراین، دانشگاه علوم پزشکی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، ایمیل: e.shoja@nkums.ac.ir

**DOI: 10.29252/nkjmd-09036**

**تاریخ دریافت:** ۱۳۹۵/۱۱/۰۲
**تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۶/۰۵/۱۴

**واژگان کلیدی:**
پهنه بندی
پرتو فرابنفش
صنعت فولاد
Surfer

## چکیده

**مقدمه:** وجود انواع مختلف کوره‌ها و فرآیندهای داغ در صنعت فولاد می‌تواند زمینه‌ساز ایجاد پرتو فرابنفش و اثرات نامطلوب این پرتو بر سلامت شاغلین این صنعت گردد. این مطالعه با هدف بررسی و پهنه‌بندی اشعه فرابنفش و مقایسه آن با استانداردها در مجتمع صنعتی اسفراین انجام شد.

**روش کار:** در این مطالعه توصیفی و مقطعی، کلیه بخش‌های کارگاهی مجتمع، مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری پرتو UV از دستگاه رادیومتر دیجیتالی سنجش UV مدل EC1 ساخت شرکت Hagner استفاده شد. به منظور پهنه‌بندی پرتوهای فرابنفش نیز از نرم افزار Surfer-v10 استفاده شد تا نقاط هم‌عیار در محدوده‌های مختلف شدت پرتو، بر روی نقشه کارگاه‌ها در رنگ‌های مختلف ترسیم شود.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از اندازه‌گیری در بخش‌های مختلف کارگاهی نشان داد بیشترین مقادیر اشعه فرابنفش در واحد جوشکاری (۰،۳۲ mw/cm2) می‌باشد. مقایسه مقادیر بدست آمده از اندازه‌گیری پرتو فرابنفش با استانداردها نشان داد که کلیه مقادیر اندازه گیری شده در محدوده استاندارد قرار می‌گیرند. نقشه‌های کانتور و همچنین نقشه‌های وایرفریم سه بعدی حاصل از پهنه بندی پرتو فرابنفش نیز با استفاده از نرم افزار Surfer-v10 ترسیم شد.

**نتیجه گیری:** با توجه به یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت طیف پرتوهای UV-A موجود در واحدهای مختلف کارگاهی در همه ایستگاه‌های مورد سنجش، در حد مجاز از لحاظ مواجهه شغلی می‌باشند. نقشه‌های ترسیم شده حاصل از اندازه‌گیری‌های این مطالعه به متولیان ایمنی و بهداشت کمک می‌کنند تا با مشخص کردن محدوده‌های ایمن، احتیاط و خطر از لحاظ تابش پرتوها، برنامه‌های دقیق‌تری را برای کاهش مواجهه با این پرتو تدوین نمایند.

## مقدمه

پرتوهای غیر یون‌ساز پرتوهایی هستند که انرژی کافی برای یونیزه کردن اتم‌ها و شکستن پیوندهای شیمیایی را ندارند. این پرتوها شامل: فرابنفش، نور مرئی، فروسرخ، امواج ماکروویو، امواج رادیویی و ... می‌باشند. پرتوهای ذکر شده می‌توانند صرفاً باعث تغییر در انرژی ارتعاشی و گردشی مولکول‌های بافت زیستی گردند و از این طریق سبب تغییر حالت مولکولی یا رهاسازی انرژی (به صورت گرما) شوند [۱]. استفاده گسترده از نیروی الکتریسیته در فرآیندهای صنعتی و نیز استفاده از سطوح بالای انرژی جهت پیشبرد این فرآیندها سبب می‌شود تا در جریان انتقال و تبدیل انرژی، بخشی از انرژی در فرم تابش اشعه در محیط رها شود که بر سلامت نیروی کار حاضر در محیط تأثیر منفی می‌گذارد. کنترل این تابش‌ها در حد استاندارد با تأمین تندرستی نیروی کار از هزینه‌های اقتصادی تولید ناشی از صدمات وارد بر نیروی کار خواهد کاست [۲]. در ایران صنعت فولاد به عنوان صنعتی پیشرو، نقش اساسی در توسعه صنعت و اقتصاد ملی ایفا می‌کند و زیربنای توسعه سایر صنایع کشور نیز محسوب می‌گردد. اما زمانی صنایع فولاد را می‌توان در توسعه پایدار صنعتی کشور دخیل دانست که کارکرد این صنایع، مشکلات غیر قابل جبرانی بر پیکره اصلی‌ترین ثروت و سرمایه کشور یعنی نیروی انسانی و محیط زیست وارد نکند. بطور قطع در پروسه تولید صنعت فولاد بخشی از پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان تولید و مخاطراتی غیر قابل جبران را بر شاغلین در این صنایع تحمیل نموده و سلامت آنان را تا حد مرگ تهدید می‌نمایند [۳, ۴]. پرتوهای غیریونیزان به طور گسترده در برنامه‌های مختلف مدرن امروزی و تا حدی در برخی محل‌های کار افراد وجود دارند و از آنجایی که این پرتوها نامرئی هستند، توسط کارگران تشخیص داده نمی‌شوند. همچنین مشخص شده است که مواجهه زیاد با این پرتوها برای سلامت افراد خطرناک است [۵]. پرتوهای فرابنفش از دسته پرتوهای غیر

یونساز می‌باشند. پرتوهای غیر یون ساز ممکن است در میزان شدت نیروی الکترومغناطیسی، فرکانس و طول موج با یکدیگر اختلاف داشته باشند؛ بنابراین متناسب با تغییرات هر یک از این ۳ عامل اصلی، خواص فیزیکی امواج از یکدیگر متمایز و در نتیجه اثرات فیزیکی و بیولوژیکی آنها بر بدن نیز تفاوت خواهد داشت [۶]. طیف فرکانسهای پرتوهای غیریونیزان بین ۰ تا ۱۰۱۵ هرتز است [۷, ۸]. پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج ۱۰۰-۴۰۰ نانومتر، پرتوهای فرابنفش (UV) خوانده می‌شوند. این پرتوها بر اساس طول موج به ۳ ناحیه A (۳۱۵-۴۰۰ نانومتر)، B(۲۸۰-۳۱۵ نانومتر) و C(۱۰۰-۲۸۰ نانومتر) تقسیم بندی می‌شوند [۹]. مهم‌ترین منبع طبیعی تولیدکننده پرتوهای فرابنفش خورشید است. از منابع عمده دیگر تولید کننده پرتو UV عبارت است از لامپ‌های پر فشار و کم فشار بخار جیوه، فلورسنت، دستگاه‌های جوشکاری، لوله‌های پلاسما، لیزر و ... [۱۰, ۱۱]. پیری زودرس از اثرات دراز مدت مواجهه با اشعه فرابنفش است. کشاورزان و کارگران که در محیط‌های باز و زیر نور مستقیم خورشید کار می‌کنند به انوع سرطان پوست مبتلا می‌شوند [۱۲, ۱۳]. در مطالعه‌ای که وطنی و همکاران در مواجهه جوشکاران مجتمع مس سرچشمه با پرتو فرابنفش انجام دادند ملاحظه کردند که میانگین میزان اشعه فرابنفش دریافتی $j2/cm^2$ ۰/۰۴۵ ± ۰/۰۹ می‌باشد و میزان پرتو فرابنفش دریافتی کارگران جوشکار پایین‌تر از حد آستانه مجاز می‌باشد [۱۴]. با توجه به اهمیت مواجهه شغلی با پرتوهای الکترومغناطیس و ازجمله پرتو فرابنفش و همچنین وجود مسلم این پرتو در صنعت فولاد و ریخته گری به دلیل وجود منابع مختلف مولد UV از جمله در محل خروج مواد گداخته از محل کوره‌های قوس الکتریکی، القایی و پیش‌گرم و انتقال آن به داخل پاتیل‌های ذوب و در طی مراحل ریخته گری، پرس و آهنگری و همچنین وجود پروسه‌هایی مانند جوشکاری، ضرورت هرچه بیشتر بررسی و کنترل میزان پرتو فرابنفش را نشان می‌دهد؛ لذا این مطالعه با هدف بررسی و پهنه بندی اشعه فرابنفش و مقایسه آن با استانداردها و حدود مجاز مواجهه در صنعت مجتمع فولاد اسفراین، صورت پذیرفت.

## روش کار

در این مطالعه توصیفی و مقطعی با توجه به منابع مولد پرتوهای فرابنفش در قسمت‌های مختلف کارگاهی مجتمع فولاد اسفراین، این مناطق از پایین‌ترین تا بالاترین درجه ریسک (متناسب با نوع منبع پرتو) مورد توجه قرار گرفت و با استفاده از روش شبکه بندی منظم و با در نظر گرفتن نقاط کور بدلیل وجود دستگاه‌ها و تجهیزات، اندازه گیری‌ها انجام شد. کلیه اندازه‌گیری‌ها در اواخر فصل بهار و ابتدای فصل تابستان و در هوای کاملاً صاف و آفتابی و بین ساعات ۱۰ صبح تا ۲ بعداز ظهر انجام گردید. اندازه‌گیری‌ها در کل سطح کارگاه در مرکز ایستگاه‌های تعیین شده انجام شد. فاصله ایستگاه‌ها با توجه به مساحت کارگاه و همچنین با درنظر گرفتن فاکتورهایی ازجمله تراکم حضور نیروهای کار و فرآیند تولید و وجود منابع اصلی مولد پرتو فرابنفش، تعیین شد به این صورت که در مجاور منابع مولد پرتوها (مانند کوره‌ها) به منظور بررسی و ترسیم نقشه‌های دقیق‌تر، اندازه‌گیری‌ها بصورت فاصله‌های یک متری، دو متری، سه متری و چهارمتری از منابع انجام شد و در سایر نواحی کارگاه، ایستگاه‌ها با فاصله دو متر از یکدیگر تعیین گردید. در مجموع تعداد ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده در بخش‌های مختلف کارگاهی به این صورت بود: در خط ذوب‌ریزی ۳۲ ایستگاه، سالن دستگاه‌های پرس ۴۱ ایستگاه، سالن آهنگری ۴۰ ایستگاه، محوطه کوره‌های پیش‌گرم ۲۸ ایستگاه، اتاق کنترل کوره قوس الکتریکی ۸ ایستگاه، واحد جوشکاری ۱۶ ایستگاه، واحد تول شاپ ۱۶ ایستگاه و در واحد EAF و LF ۲۴ ایستگاه. اندازه گیری‌ها در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین انجام شد. برای اندازه گیری پرتو UV-A از دستگاه رادیومتر دیجیتالی سنجش UV مدل EC1 ساخت شرکت هاگنر سوئد استفاده شد. به منظور پهنه بندی پرتوهای فرابنفش در سطح کارگاه‌ها و ترسیم نقشه‌های خطوط همترازی و وایرفریم نیز از نرم افزار کامپیوتری Surfer-v10 استفاده شد. این نرم افزار توسط شرکت Golden Software طراحی شده و تحت سیستم عامل ویندوز اجرا می‌گردد و قادر است نقاط هم‌عیار را در محدوده‌های مختلف شدت پرتو به یکدیگر وصل نموده و روی نقشه کارگاه، در رنگ‌های مختلف ترسیم نماید. با ورود داده‌های اندازه‌گیری شده از شدت پرتو و همچنین مختصات نقاط مختلف سطح کارگاه شامل طول، عرض و ارتفاع،Surfer قادر است با متدهای مختلف نقشه توپوگرافی، رقومی، کانتور، وایرفریم و... را به صورت دو بعدی و سه بعدی تولید نماید [۱۵, ۱۶].

## یافته‌ها

اندازه‌گیری شدت پرتو فرابنفش در کل سالن‌های ریخته‌گری، پرس و آهنگری و در مجاورت کوره‌های ذوب، خط ذوب‌ریزی، کوره‌های پیش‌گرم و عملیات حرارتی، ماشین‌های پرس و آهنگری، اتاق‌های کنترل، واحد جوشکاری و واحد تول‌شاپ انجام شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پرتو در بخش‌های مختلف نشان داد، در فواصل مختلف اندازه گیری شده از ناحیه خط ذوب ریزی کلیه مقادیر بدست آمده کمتر از ۰/۰۱ وات بر متر مربع بوده و با توجه به مقادیر حد مجاز توصیه شده (مقادیر حد مجاز توصیه شده توسط انجمن متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) وهمچنین کمیته بهداشت حرفه‌ای ایران برای اشعهUV-A برای دوره‌های بیش از هزار ثانیه برابر با ۱ $mw/cm^2$می‌باشد.) توسط انجمن متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) و همچنین کمیته بهداشت حرفه‌ای ایران، در حد مجاز می‌باشد (جدول ۱). بیشترین مقادیر ثبت شده در مجاورت واحدهای آهنگری، تول شاپ و کوره‌ها (پیش گرم و عملیات حرارتی) به ترتیب ۰/۰۲۳، ۱/۴ و ۰/۱۶ وات بر متر مربع بود. همچنین بیشترین مقدار ثبت شده در مجاورت واحدهای EAF و LF، ۲/۲۳ وات بر متر مربع و بیشترین مقدار اندازه گیری شده در واحد جوشکاری ۳/۲۱ وات بر متر مربع بود که این مقدار، بیشترین مقدار ثبت شده در کل واحدهای تحت بررسی بود.

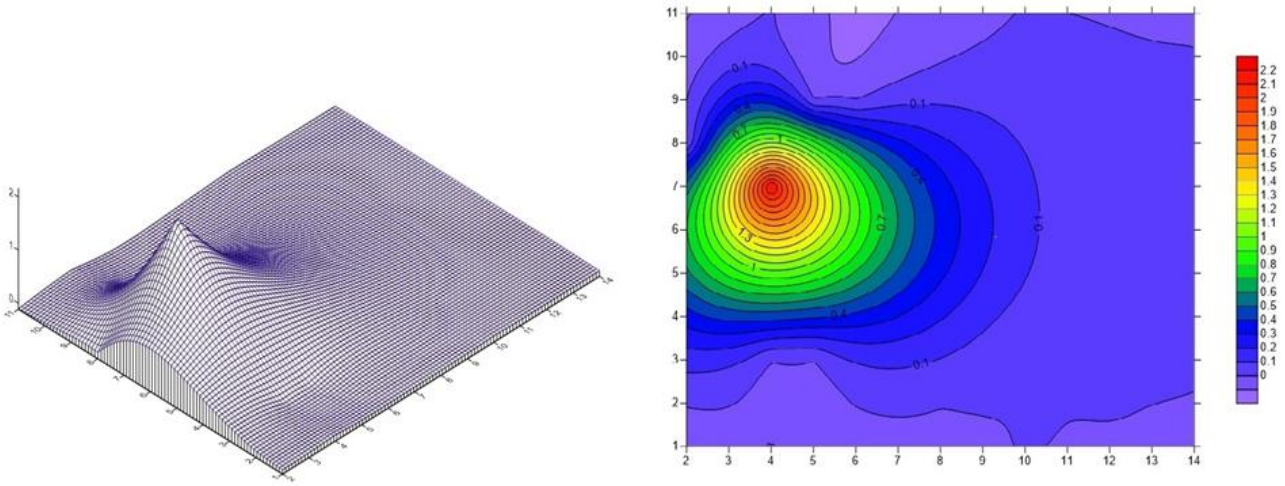
مقایسه مقادیر به دست آمده از اندازه گیری شدت پرتو فرابنفش در همه ایستگاه‌های اندازه گیری شده با مقادیر حد مجاز توصیه شده، نشان داد شدت پرتو در هیچکدام از ایستگاه‌ها از حد توصیه شده استاندارد فراتر نرفته و در محدوده استاندارد قرار دارند. البته ذکر این نکته بایسته می‌باشد که مقادیر توصیه شده حد مجاز نباید به عنوان مرز قابل قبول مواجهه در نظر گرفته شوند بلکه تا جای ممکن، مواجهه با پرتوها، علیرغم قرارگیری در محدوده مجاز، بایدکاهش پیدا کند.

نقشه‌های کانتور و همچنین نقشه‌های وایرفریم سه بعدی حاصل از پهنه بندی پرتو فرابنفش نیز با استفاده از نرم افزار Surfer-v10 ترسیم شد که در تصویرهای ۱ و ۲ این نقشه‌ها برای برخی از واحدهای بررسی شده ارائه شده است.

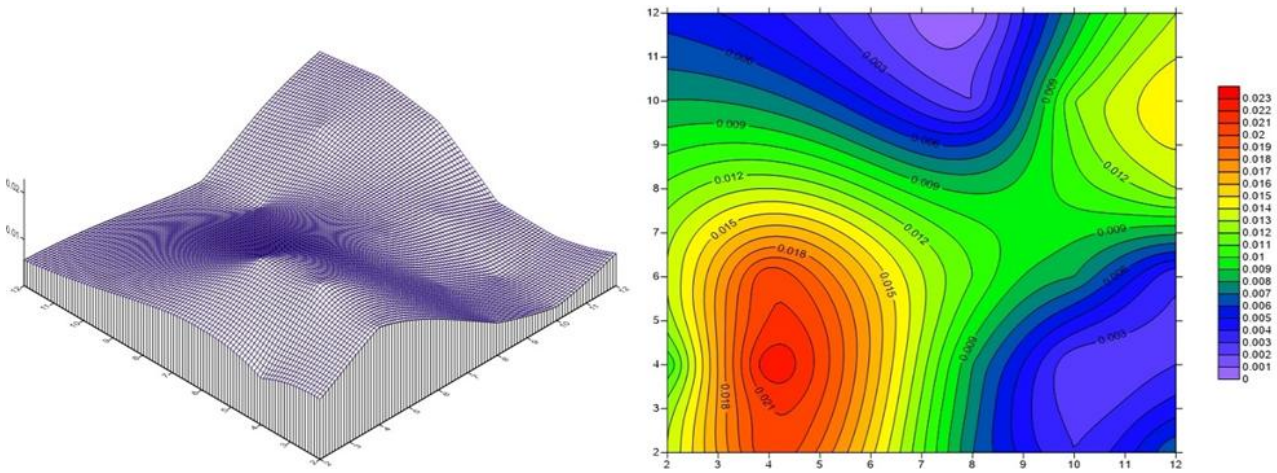
محدوده‌های نمایش داده شده به رنگ قرمز در نقشه‌های کانتور و همچنین نقاط برآمده در نقشه‌های وایرفریم، به معنای شدت بالاتر پرتوها در آن نواحی است.

**جدول ۱:** نتایج حاصل از اندازه گیری پرتو UV-A ($w/m^2$) در واحدهای مختلف مورد مطالعه

| نام واحد | میانگین | انحراف معیار | بیشینه | کمینه |
|---|---|---|---|---|
| خط ذوب‌ریزی | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۰۱ |
| سالن دستگاه‌های پرس | ۰/۰۴۰ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۹۰ | ۰ |
| محوطه کوره‌های پیش‌گرم | ۰/۱۱۰ | ۰/۰۵۰ | ۰/۱۶۰ | ۰ |
| سالن آهنگری | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۰۳ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۰۲ |
| اتاق کنترل کوره قوس الکتریکی | ۰/۱۰۰ | ۰/۰۴۰ | ۰/۱۳۰ | ۰ |
| واحد جوشکاری | ۲/۴۴۰ | ۰/۷۰۰ | ۳/۲۱۰ | ۰/۹۰۰ |
| واحد EAF و LF | ۱/۶۵۰ | ۰/۳۰۰ | ۲/۲۳۰ | ۰/۱۰۰ |
| واحد تول شاپ | ۰/۸۰۰ | ۰/۱۰۰ | ۱/۴۰۰ | ۰ |



**تصویر ۱:** نقشه‌های کانتور و وایرفریم شدت پرتو فرابنفش در مجاورت کوره قوس الکتریکی



**تصویر ۲:** نقشه‌های کانتور و وایرفریم شدت پرتو فرابنفش در مجاورت ماشین آهنگری

## بحث

با توجه به یافته‌های به دست آمده از این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت طیف پرتوهای UV-A موجود در واحدهای مختلف کارگاهی که از منابع مختلفی ازقبیل کوره‌های پیش گرم، قطعات گداخته موجود در ماشین‌های آهنگری، مواد مذاب فلزی موجود در خط ذوب ریزی، فرایندهای نظیر جوشکاری و ... ساطع می‌شوند، در همه ایستگاه‌های مورد سنجش، در حد مجاز از لحاظ مواجهه شغلی می‌باشند. میانگین پرتو UV-A در کلیه واحدهای تحت مطالعه نشان از پایین‌تر بودن سطح مواجهه پرسنل شاغل در این واحدها نسبت به حد استاندارد این پرتو دارد. استاندارد کشوری کمیته بهداشت حرفه‌ای ایران برای اشعه UV-A برای دوره‌های بیش از هزار ثانیه مواجهه، برابر با ۱ $mw/cm^2$ می‌باشد و مقادیر میانگین به دست آمده در این مطالعه با تبدیل واحد اندازه‌گیری‌های انجام شده برای واحدهای مختلف خط ذوب‌ریزی، سالن پرس، سالن آهنگری، محوطه کوره‌های پیش‌گرم، اتاق کنترل کوره قوس الکتریکی، واحد جوشکاری، واحد تول‌شاپ و واحد EAF به ترتیب ۰/۰۰۰۸، ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۱۸، ۰/۰۱۱، ۰/۰۱، ۰/۲۴۴، ۰/۰۸ و ۰/۱۶۵ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع بود که نشان از قرارگیری کلیه مقادیر در محدوده مجاز مواجهه توصیه شده دارد. همانطور که قبلاً گفته شد، مقادیر توصیه شده حد مجاز نباید به عنوان مرز قابل قبول مواجهه در نظر گرفته شوند بلکه تا جای ممکن، مواجهه با پرتوهای مذکور علیرغم قرارگیری در محدوده مجاز، بایدکاهش پیدا کند. در مبحث مواجهه با پرتوهای الکترومغناطیس، یک اصل به نام اصل آلارا (ALARA: As Low As Reasonably Achievable) یا «هر چه کمتر موجه شدنی» وجود دارد و به‌معنای این است که تا جایی که امکان دارد باید پرتوگیری را کم کنیم [۱۷, ۱۸]. از آنجایی که مواجهه با پرتوهای فرابنفش می‌تواند اثرات سوء بر سلامت انسان داشته باشد، با وجود قرارگرفتن مقادیر اندازه گیری شده در این صنعت در محدوده مجاز، کماکان طبق اصل آلارا، تدوین برنامه‌های مناسب جهت کم کردن مواجهه شاغلین، دارای اهمیت زیادی می‌باشد. در مطالعه‌ای که وطنی و همکاران در شرکت مجتمع مس سرچشمه انجام دادند نیز میزان مواجهه با پرتوهای فرابنفش را ۰/۰۹ $j^2/cm^2$ اندازه گیری نمودند و یافتند که میزان پرتو فرابنفش دریافتی کارگران پایین‌تر از حد آستانه مجاز می‌باشد [۱۴]. در مطالعه آسمند و همکاران که به ارزیابی پیامدهای مواجهه شغلی جوشکاران صنعت فولاد با پرتوهای ماوراء بنفش پرداختند میانگین، انحراف استاندارد، ماکزیمم و مینیمم اشعه ماوراءبنفش در مچ دست جوشکاران به ترتیب ۰/۳۶۲، ۰/۳۴۶، ۱/۲۷ و ۰/۰۱ میکروووات بر سانتی‌مترمربع به دست آمد که با شیوع بیشتر علائم کاتاراکت، کراتوکنژنکتیویت، درماتیت و اریتما، در جوشکاران همراه بود و لذا با توجه به شیوع اختلالات چشمی‌و پوستی در جوشکاران، کاهش مدت زمان مواجهه، کنترل پرتوهای ماوراء بنفش و استفاده از لوازم حفاظت فردی مناسب را پیشنهاد کردند [۱۹].

## نتیجه‌گیری

در این مطالعه نیز نقشه‌های ترسیم شده حاصل از اندازه گیری‌ها، به متولیان ایمنی و بهداشت صنعت مورد مطالعه کمک می‌کنند تا با مشخص کردن محدوده‌های ایمن، احتیاط و خطر از لحاظ تابش پرتوها، برنامه‌های دقیق‌تری را برای کاهش مواجهه با این پرتوها (با استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، کاهش زمان مواجهه، استفاده از موانع در مسیر انتشار پرتوها و ...) تدوین نمایند.

## تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مادی و معنوی معاونت تحقیقات و فناوری (کد طرح: ۷۰۸/پ/۹۲) و تأیید شورای اخلاق دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی اجرا شد که بدین وسیله از حمایت‌های ایشان تشکر می‌شود. در ضمن از پرسنل زحمتکش، مسئولین محترم واحد بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست و همچنین مدیریت محترم شرکت مجتمع صنعتی اسفراین بابت همکاری‌های ایشان تشکر و قدردانی می‌شود.

## References

1. Ng K, editor Non-ionizing radiations–sources, biological effects, emissions and exposures. International conference on non-ionizing radiation at UNITEN; 2013
2. WHO/EHG. A Scientific Summary of Environmental, Health Criteria. WHO/EHG, 2015.
3. Bouzarjomehri F. Health and radiations. 1st ed. Tehran: Asare Sobhan Publition; 2012.
4. Abramson C, Page M, Zolna M, Howard W, Aquino I, Nain S. A Preliminary Study of Illimination levels in University and Elementary Classroom in Campine Grande, Brazil. J Soc Sci. 2011;3(3):106-9.
5. Majidi F, Abedi K, Pirsaraei SRA. Occupational exposure to infrared radiation in aluminum and cast-iron foundries in Zanjan, Iran. Int J Occup Hyg. 2011;3(1):33-7.
6. Karimi S. Occupational hazards of ultraviolet radiation. 1st ed. Tehran: Fanavaran publition; 2012.
7. Lucas R, McMichael T, Smith W, Armstrong B. Environmental Burden of Disease Series. No.13. Solar Ultraviolet Radiation: Global burden of disease from solar ultraviolet radiation. Geneva: World Health Organization, 2011.
8. Shahbazi-Gahrouei D. natural background radiation dosimetry in the highest altitude region of Iran. J Radiat Res. 2003;44(3):285-7. PMID: 14646234
9. Scotto J, Fears TR. The association of solar ultraviolet and skin melanoma incidence among caucasians in the United States. Cancer Invest. 1987;5(4):275-83. PMID: 3664331
10. Ghotbi Ravandi M, Khanjani N, Nadri F, Nadri A, Ahmadian M, Toolabi A. Evaluation of illumination intensity and ultraviolet radiation at Kerman Medical University libraries. Iran Occup Health. 2012;8(4):29-35.
11. Behrooz M, Seif F, Asl J, Behrooz L. Variation of cosmic ultraviolet radiation measurements in Ahvaz at different months of year. Sci Med J. 2010;9(1):45-51.
12. Akhgari M, Ghasemi Bromand M. A bilateral macular hemorrhage caused by welding. J Rafsanjan Univ Med Sci. 2013;9(2):143-8.
13. Nabi Zadeh R, Salehi Rashidi S, Yonesian m, Nddafi K. Evaluate the relationship between the global index UV radiation of the sun in different parts of Iran With skin cancer. J Health Environ. 2011;2(4):258-67.
14. Vatani J, Raei M, Asadi M. Assessing the ultraviolet exposure level in welding workers of Sar-Cheshmeh copper complex. Zahedan J Res Med Sci. 2013;15(4):76-7.
15. Golden Software I. Surfer Getting Started Guide, Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers Colorado Golden Software, Inc; 2012. Available from: www.goldensoftware.com.

16. Golden Software I. Surfer Self-Paced Training Guide USA2012. Available from: http://www.geosoluciones.cl/documentos/surfer/.
17. Guenel P, Laforest L, Cyr D, Fevotte J, Sabroe S, Dufour C, et al. Occupational risk factors, ultraviolet radiation, and ocular melanoma: a case-control study in France. Cancer Causes Control. 2001;12(5):451-9. DOI: 10.1023/a:1011271420974 PMID: 11545460
18. Saraiya M, Glanz K, Briss PA, Nichols P, White C, Das D, et al. Interventions to prevent skin cancer by reducing exposure to ultraviolet radiation: a systematic review. Am J Prev Med. 2004;27(5):422-66. DOI: 10.1016/j.amepre.2004.08.009 PMID: 15556744
19. Asmand E, Zamanian Z, Mortazavi S. Assessment of health consequences of occupational exposure to ultraviolet radiation in steel industry welders. Armaghan-e-Danesh. 2014;19(7):643-53.

**Journal of North Khorasan University of Medical Sciences**
**Volume 9, Issue 3, Autumn 2017**

**Research Article**

# Assessment and Mapping of Ultraviolet Radiation (UV-A) in a Workplace Environment of a Steel Industry

Esmaeil Shoja [1,*], Hossein Ebrahimian [2], Masoumeh Gharaee [3], Mojgan Mehri [2], Hossein Elahi [4], Reza Mollaei [2]

[1] Faculty Member, Department of Occupational Hygiene Engineering, Esfarayen Faculty of Medical Sciences, Esfarayen, Iran
[2] BSc, Department of Occupational Hygiene Engineering, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran
[3] MSc, Department of Epidemiology, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran
[4] MSc Student, Department of Occupational Hygiene Engineering, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
*** Corresponding author:** Esmaeil Shoja, Faculty Member, Department of Occupational Hygiene Engineering, Esfarayen Faculty of Medical Sciences, Esfarayen, Iran. E-mail Address: E.Shoja @nkums.ac.ir

**DOI: 10.29252/nkjmd-09036**

**How to Cite this Article:**
Shoja E, Ebrahimian H, Gharaee M, Mehri M, Elahi H, Mollaei R. Assessment and Mapping of Ultraviolet Radiation (UV-A) in a Workplace Environment of a Steel Industry. JNKUMS. 2018; 9 (3) :330-335
URL: http://journal.nkums.ac.ir/article-1-1282-fa.html

**Received:** 21 Jan 2017
**Accepted:** 26 Jul 2017

**Keywords:**
Mapping
Ultraviolet Radiation
Steel Industry
Surfer

**Abstract**

**Introduction:** There are different types of furnaces and hot processes in steel industries that may create UV radiation and its adverse effects on the health of the workers. This study aimed at assessing and mapping ultraviolet radiation and comparing it with standards at the Esfarayen industrial complex.

**Methods:** In this cross-sectional study, all parts of the plant complexes were studied. Ultraviolet digital radiometer (model: EC1 Hagner) was used to measure UV radiation. For zoning and drawing a contour map of ultraviolet radiations, the Surfer-v10 software was used.

**Results:** The results of measurements in different parts of the workshop showed that the highest levels of ultraviolet radiation is in the welding unit (0.32 mw / cm2). Comparison of the values obtained from ultra violet ray measurement with standards showed that all measured values were within the standard range. Contour maps and three-dimensional Wireframe maps of ultraviolet radiation were drawn using the Surfer-v10 software.

**Conclusions:** According to the obtained results, UV-A radiation in different units of measure in the workshop at all stations are allowed. The results of the measurements are drawn maps to help health and safety officials determine the limits of safety, caution and danger of radiation exposure to reduce exposure by planning for more accurate programs.