

## مقایسه حساسیت کانتراست بین سه گروه از کارگران جوشکار GMAW جوشکار SMAW و کارگران نقطه جوشکار

بیژن ملک پور<sup>۱</sup> - ابراهیم جعفرزاده پور<sup>۲\*</sup> - علی میرزاجانی<sup>۲</sup>

jafarzadehpour.e@iums.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۴

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۳۰

### مکیده

**مقدمه:** بررسی تغییرات و مقایسه حساسیت کانتراست در سه گروه از جوشکاران حرفه ای که به روش جوشکاری برق با استفاده از پوشش محافظ گاز (Gas Metal Arc Welding: GMAW) اقدام به جوشکاری می نمایند و جوشکارانی که جوشکاری برق دستی (Shield Metal Arc Welding: SMAW) انجام می دادند و همچنین گروه کارگران نقطه جوشکار (Resistance Welding) به عنوان گروه سوم.

**روش کار:** تمامی جوشکاران حرفه ای GMAW و SMAW و نقطه جوش شاغل در یک مرکز صنعتی که همگی مرد بودند تحت آزمون حساسیت کانتراست با آزمون Freiburg قرار گرفتند. آزمون حساسیت کانتراست در سه فرکانس فضایی ۱۵ cpd، ۵ cpd و ۱ cpd در شرایط ثابتی انجام شد. سه گروه از لحاظ شرایط دموگرافیک مانند سن و سابقه شرایط مشابه ای داشتند. نتایج سه گروه در هر فرکانس فضایی ثبت و با یکدیگر مقایسه شد.

**یافته ها:** آزمون ANOVA نشان داد که حساسیت کانتراست در فرکانس فضایی ۱۵ cpd، در کارگران جوشکار GMAW به طور معناداری (p=۰/۰۲۸) و (p=۰/۰۴۱) به ترتیب نسبت به گروه کارگران SMAW و نقطه جوشکار کاهش یافته است. متوسط (انحراف معیار) حساسیت کانتراست در فرکانس های ۱۵ cpd، ۵ cpd، ۱ cpd در گروه کارگران جوشکار GMAW به ترتیب ۳۹/۸۰ ± ۲۵/۹۲، ۳۹/۸۰ ± ۴۳/۷۵ و ۱۷۲/۷۰ ± ۵۱/۸۰ و ۱۴۰/۶۹ ± ۵۱/۸۰ در گروه کارگران SMAW، ۶۰/۵۷ ± ۵۴/۳۰، ۱۸۳/۲۱ ± ۳۲/۰۱ و ۱۵۷/۸۰ ± ۴۲/۲۰ و کارگران نقطه جوشکار ۵۷/۳۸ ± ۳۹/۲۲، ۱۸۰/۶۰ ± ۳۵/۴۲ و ۱۴۹/۱۰ ± ۵۰/۶۸ بوده است.

**نتیجه گیری:** علیرغم اینکه همه ی کارگران جوشکار از عینک و دیگر وسایل حفاظت فردی استفاده می کردند، افت حساسیت کانتراست کارگران GMAW نسبت به دو گروه دیگر می تواند ناشی از تغییرات تجمعی اثرات سوء این پرتوها باشد. بهبود و ارتقاء کیفی تجهیزات ایمنی چشم ها مخصوصاً در این گروه از کارگران ضروری به نظر می رسد.

**کلمات کلیدی:** اشعه ی ماورای بنفش، تست حساسیت کانتراست، جوشکاری، فرکانس فضایی،

حفاظت چشم

۱- کارشناس ارشد اپتومتری، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

۲- دانشیار گروه اپتومتری، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران

## مقدمه

متفاوت است و به نظر او عواملی چون ولتاژ برق، نوع گاز محافظ و فلزی که باید جوشکاری شود روی طیف ایجادی تاثیر می گذارند (Tenkate, 1998). چیونگ یو و همکارانش در تحقیقات خود به این نکته اشاره دارند که در دهه اخیر تماس انسان با این منابع مصنوعی اشعه ی ماورای بنفش، به طور چشمگیری افزایش یافته است. در جوش برق انواع طیف های نور مرئی، مادون قرمز نزدیک و همه طیف های اشعه ی UV (UVA, UVB, UVC) ایجاد می شود از دیدگاه آنها UVR ناشی از جوش برق صدمات زیادی به پوست و چشم جوشکاران وارد می کند و تماس بیش از حد با منابع UV، باعث ایجاد اریتمای شدید پوستی و سوختگی شدید آن می شود. آسیب های چشمی در مراحل اولیه، فوتوافتالمیا (flash welder)، کراتوکونژکتیویت و Arc-eye (حالتی که بیمار احساس سنگریزه در چشمها می کند) می باشد. تماس طولانی با اشعه ی UV ناشی از جوشکاری، ممکن است باعث ایجاد کاتاراکت و سرطان پوست گردد (Chiung, et al., 2007). Mariutti و همکاران گزارش کردند تماس با اشعه ی UV در کوتاه مدت و طولانی مدت می تواند به چشمها آسیب وارد کند. Fich و همکاران اعلام نمودند تشعشعات حاصل از جوش برق می تواند باعث ایجاد کراتوکونژکتیویت، کاتاراکت شیشه گران (glassblower's cataract) و همچنین ماکولاپاتی گردند (Alkhalawi, et al., 2003)

باید گفت به غیر از ورود جسم خارجی به چشم، موارد پیشرفته ناخنک و عوامل فوق الذکر در موارد پیشرفته، تغییرات حدت بینایی آنچنان نیست، لذا ما نیاز به تستی داریم که تاثیرات جوشکاری روی سلامت بینایی را قبل از هر چیز نشان دهد. از قدیم تست حدت بینایی به عنوان استاندارد

جوشکاری روش رایج صنعتی در اتصال فلزات به هم است (Jame, et al., 2007). در جوشکاری، مواد که اغلب فلزات و یا ترمو پلاستیک می باشند به هم اتصال داده می شوند. گاهی در جوشکاری فشار و گرما توأمأ باعث اتصال می گردند (Uzun, et al., 2012). انواع مختلف جوشکاری وجود دارد که در این جا به چند نوع از آنها که مورد مطالعه ما می باشند اشاره مختصری می گردد:

Arc welding: از برخورد قوس الکتریکی بین الکتروود و فلز پایه گرمای زیادی تولید می شود. خود انواع مختلفی دارد:

۱- Gas metal arc welding (GMAW): که در آن الکتروود که همان ماده ی پر کننده است به صورت سیمی و طویل بوده و گاز محافظ خارج شده از مجاورت الکتروود، از دخالت هوا جلوگیری می کند.

۲- Shielded metal are welding (SMAW):

در این نوع جوشکاری، اتصال فلزات به هم، مانند روش قبلی از برخورد قوس الکتریکی بین الکتروود و قطعه کار صورت می گیرد. بعد از احتراق الکتروود، گرمای حاصل از قوس سطح فلز پایه را ذوب نموده و استخری از مواد ذوب شده در انتهای الکتروود به وجود می آید و الکتروود نقش ماده ی پر کننده را در فرایند جوشکاری به عهده دارد. برای هر نوع جوش الکتروود خاصی مصرف می شود (Chiung, et al., 2007).

Resistance Welding: در این نوع جوشکاری، اتصال دو سطح توسط حرارت و فشار توأمأ انجام می شود. این روش عموماً برای اتصال صفحات نازک به کار می رود (Tang, et al., 2000).

Tenkate معتقد است جوشکاری یکی از شدیدترین منبع مصنوعی تشعشعات نوری است. طیف و شدت این تشعشعات نوری در هر نوع از جوشکاری

## روش کار

این مطالعه‌ی پژوهشی در یک شرکت صنعتی تهران انجام شد. کلیه کارگران جوشکار SMAW، GMAW و نقطه جوشکار در این مطالعه شرکت کردند. معیارهای ورود به مطالعه در گروه‌های آزمون به ترتیب شامل موارد زیر بود:

الف) کارگر صرفاً در جوشکاری GMAW مشغول بوده است  
ب) کارگر صرفاً در جوشکاری SMAW مشغول بوده است و

ج) صرف فعالیت در جوشکاری نقطه جوش از آن جایی که مطالعه اختصاصاً روی کارگران جوشکار صورت پذیرفت لذا کلیه کارگران جوشکار، در مطالعه شرکت داده شدند. بعد از بررسی پرونده‌ی پزشکی شان، بعضی از آنها به علت شرایط ذیل از مطالعه حذف شدند. معیارهای خروج از مطالعه به شرح زیر بود:

الف) سابقه عمل جراحی عیوب انکساری  
ب) سابقه ضربه به چشم  
ج) کدورت مدیاهای چشم  
د) وجود آمبلیوپی، آنیزومتروپی  
ه) سابقه‌ی دیابت و بیماری فشارخون  
و) کارگرانی که نوع جوشکاری آنها تغییر کرده است.  
ز) افراد دارای کاتاراکت و یا کسانی که سابقه‌ی جراحی کاتاراکت دارند.

در ابتدا فرم اولیه که برای ثبت مشخصات بیمار و اطلاعات جسمی و شغلی بیمار، در نظر گرفته شده بود توسط آزمونگر تکمیل گردید. بعد از انجام رفراکشن آبجکتیو و سابجکتیو و اندازه‌گیری بهترین دید اصلاح شده، از چشم راست آنها تست حساسیت کاتراست در سه فرکانس فضایی ۱۵ cpd، ۵ cpd و ۱ cpd با استفاده

اندازه‌گیری بینایی مطرح بوده است. می‌دانیم که برای درک توانایی بینایی بیمار، باید یکسری تست‌های کامل تری نظیر اندازه‌گیری میدان بینایی، دید رنگ، و ... انجام دهیم، از طرفی ما می‌دانیم دید ۲۰/۲۰ در شرایط اندازه‌گیری کاتراست بالا (شرایط اندازه‌گیری فعلی حدت بینایی) کافی نیست چون در زندگی روزمره، بینایی‌مان در شرایط متفاوت از آن قرار می‌گیرد. لذا باید توانایی دید بیمار را در فرکانس‌های فضایی پایین، متوسط و بالا (در کاتراست‌های پایین تر از حد مطلوب) اندازه‌گیری کنیم (Lederer, et al., 1992).

توانایی بیمار برای درک کاتراست پایین اشیاء تحت عنوان Contrast Sensitivity Function (CSF) مطرح می‌باشد. حساسیت کاتراست معمولاً با گریٹینگ‌های سینوسی در فرکانس‌های فضایی مختلف ارزیابی می‌شود و عملکرد بینایی بیمار را به خوبی نشان می‌دهد. به‌طور مثال، در تحقیقات Mergler و همکاران روی کارگران مونتاژ الکترونیک که با حلال‌های سمی مختلفی سروکار داشتند، حساسیت کاتراست آنها در فرکانس فضایی متوسط کاهش نشان داد ولی دید دور آنها نسبت به گروه کنترل، تفاوتی نداشت (Mergler, et al., 1996).

تست‌های مختلفی برای ارزیابی حساسیت کاتراست وجود دارد، یکی از تست‌ها، تست Freiburg است. از آن جایی که تست حساسیت کاتراست در شرایط مزوپیک انجام می‌شود براساس مطالعات انجام شده، تست Freiburg در شرایط مزوپیک عملکرد مناسب و مطمئنی دارد (Wilhelm, et al., 2011). هدف از این مطالعه بررسی توانایی تشخیص حساسیت کاتراست در تشخیص زود هنگام اختلالات بینایی ناشی از جوشکاری می‌باشد.

### یافته ها

در این مطالعه ۳۸ نفر از کارگران جوشکار GMAW با میانگین سنی  $48/4 \pm 31/95$  سال و ۴۱ نفر از کارگران SMAW با میانگین سنی  $58/5 \pm 34/05$  سال و ۶۲ نفر از کارگران نقطه جوشکار با میانگین سنی  $16/5 \pm 30/08$  سال شرکت کردند. همه‌ی افراد مذکر بودند. میانگین میزان جوشکاری انجام شده توسط کارگران GMAW،  $6501 \pm 7871$  ساعت، کارگران SMAW،  $6479 \pm 8443$  ساعت و کارگران نقطه جوشکار،  $2923 \pm 5933$  ساعت بود. میانگین بهترین دید با اصلاح یا (Best Correction Visual Acuity) BCVA در کلیه‌ی گروه‌ها بر حسب لگاریتم مطابق جدول ۱ بود:

همان‌گونه که در مقدمه ذکر گردید، طیف و شدت تشعشعات نوری مانند اشعه‌ی UV در هر نوع جوشکاری متفاوت است. تماس بیش از حد با منابع UVR و شدید بودن میزان اشعه‌ها باعث مشکلات چشمی زیادی می‌گردد. برای درک بهتر، در جدول زیر متوسط تابش پرتوهای فرابنفش ساطع شده از انواع جوشکاری قید شده است.

از تست Freiburg به‌عمل آمد. این تست یک تست ارزان و چند صفحه‌ای کامپیوتری بوده و به‌راحتی در دسترس قرار می‌گیرد.

بخاطر تاثیر منفی فوندوسکپی در دقت این تست، فوندوسکپی در پایان صورت می‌گرفت در فوندوسکپی، افراد نمونه از لحاظ وجود رتینوپاتی دیابتیک، cupping، از لحاظ دژنراسیون‌های رتین و خصوصاً ماکولا و وجود فیکساسیون خارج از مرکز مورد بررسی قرار گرفتند.

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد استفاده قرار گرفت. بدین صورت که در ابتدا توزیع داده‌ها با روش آزمون ناپارامتریک مقایسه میانگین بین چند گروه یا kruskal-wallis test مورد بررسی قرار گرفت و نرمال بودن توزیع متغیر حساسیت کانتراست در هر سه فرکانس فضایی در همه‌ی گروه‌ها مشخص گردید. سپس با استفاده از آزمون ANOVA، گزینه Post HOC (LSD) اختلاف میانگین‌ها در هر سه فرکانس فضایی دو به دو مقایسه شدند. سطح آلفای کمتر از ۰.۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

جدول ۱: میانگین حدت بینایی بر حسب لگاریتم زاویه حداقل تفکیک\*

Groups	BCVA	St.deviation
GMAW	-۰/۰۸۲	۰/۰۹۵
SMAW	-۰/۰۷۵	۰/۰۹۲
Resistance Welding	-۰/۰۶۰	۰/۰۸۲

\*زاویه‌ی حداقل تفکیک: این زاویه بر حسب دقیقه از کمان بیان می‌شود، در چارت‌های بینایی از جمله چارت E کاربرد دارد، عبارتست از حداقل اندازه‌ی زاویه‌ای اجزای E و یا حروف دیگر در چارت بینایی که فرد قادر به تشخیص آن باشد، به‌طور مثال در حروف ۲۰/۲۰ جزئیات حروف زاویه معادل یک دقیقه از کمان دارند و در حروف ۲۰/۴۰ این زاویه دو دقیقه از کمان خواهد بود. (Willim J. Benjamin, 2006)

جدول ۲: میانگین حساسیت کانتراست و میزان انحراف معیار و P-value در دو گروه جوشکار SMAW و GMAW

Std.D	Cs <sub>۱۰۰۰</sub>	Std.D	Cs <sub>۵۰۰</sub>	Std.D	Cs <sub>۱۰۰</sub>	گروه
۲۵/۹۲	۳۹/۸۰	۴۳/۷۵	۱۷۲/۷۰	۵۱/۸۰	۱۴۰/۶۹	GMAW
۵۴/۳۰	۶۰/۵۷	۳۲/۰۱	۱۸۳/۲۱	۴۲/۲۱	۱۵۷/۸۰	SMAW
	۰/۰۲۸		۰/۲۰۸		۰/۱۲۱	P-value

توضیحات بیشتر در فرکانس های فضایی: یک شیء یا به طور مثال یک شخص از فرکانس های فضایی زیادی تشکیل شده. از فرکانس های فضایی پایین مانند دست ها و پاها تا فرکانس های فضایی بالا مانند موها و خصوصیات دقیق صورت و چهره. همه ما می دانیم در کاهش تصویر ابتدا جزئیات شیء، فرکانس های فضایی بالا، از دست می روند. وقتی ما خارج از فوکوس به شخصی نگاه کنیم ممکن است خود شخصی را ببینیم (فرکانس های پایین) ولی قادر به تشخیص خصوصیات دقیق (فرکانس های بالا) نباشیم. عملکرد بینایی را می توان مستقیماً با اندازه گیری حساسیت کانتراست به دست آورد. کاهش حساسیت کانتراست در فرکانس های مختلف نشان دهنده کاهش عملکرد بینایی است. (به توضیحات مقدمه و بحث رجوع شود) (Ronald, 2004)

جدول ۳: میانگین حساسیت کانتراست و میزان انحراف معیار و P-value در دو گروه جوشکار SMAW و نقطه جوش

Std.D	Cs <sub>۱۵</sub>	Std.D	Cs <sub>۵</sub>	Std.D	Cs <sub>۱</sub>	گروه
۲۵/۹۲	۳۹/۸۰	۴۳/۷۵	۱۷۲/۷۰	۵۱/۸۰	۱۴۰/۶۹	GMAW
۳۹/۲۲	۵۷/۳۸	۳۵/۴۲	۱۸۰/۶۰	۵۰/۶۸	۱۴۹/۱۰	نقطه جوش
	۰/۰۴۱		۰/۳۰۲		۰/۴۰۲	P-value

جدول ۴: میانگین حساسیت کانتراست و میزان انحراف معیار و P-value در دو گروه جوشکار SMAW و نقطه جوش

Std.D	Cs <sub>۱۵</sub>	Std.D	Cs <sub>۵</sub>	Std.D	Cs <sub>۱</sub>	گروه
۵۴/۳۰	۶۰/۵۷	۳۲/۰۱	۱۸۳/۲۱	۴۲/۲۱	۱۵۷/۸۰	SMAW
۳۹/۲۲	۵۷/۳۸	۳۵/۴۲	۱۸۰/۶۰	۵۰/۶۸	۱۴۹/۱۰	نقطه جوش
	۰/۷۰۳		۰/۷۲۴		۰/۳۷۷	P-value

جدول ۵: متوسط تابش پرتوهای فرابنفش ساطع شده از انواع جوشکاری به صورت ذیل ثبت شده است:

انحراف معیار	متوسط تابش اشعه ی UV بر حسب $w\mu / cm^2$	گروه
۳۵/۱	۱۰۹/۳	GMAW
۲۰/۵	۴۳/۴	SMAW
۰/۱	۰/۳	Resistance Welding

### بحث

در این تحقیق، مطالعه روی سه گروه از جوشکاران انجام پذیرفت. گرچه فاصله ی کاری جوشکاران SMAW و کارگران نقطه جوش نسبتاً یکسان بود، لیکن از آنجایی که جوشکاران SMAW شرایط کاری متفاوتی داشتند (در بعضی از موارد به صورت ایستاده و یا نشسته و یا در محیط

فضایی متوسط، به سیستم اپتیکی چشم مربوط می شود. از طرفی درک گریتینگ‌های سینوسی در فرکانس فضایی بالا توسط موزاییک‌های فوتورسپتورها در ناحیه‌ی بسیار کوچکی در فووه آ صورت می‌گیرد (Ronald, 2004). با این توضیحات می‌توان این‌گونه توجیه نمود که اشعه‌ی فرابنفش ناشی از جوشکاری GMAW می‌تواند علاوه بر موزاییک فوتورسپتورهای ناحیه فووه آ، بر سیستم اپتیکی و سیستم عصبی بینایی در دراز مدت تاثیر بگذارد. به عبارت دیگر اشعه‌ی فرابنفش نقص کلی در سیستم بینایی انسان ایجاد می‌کند و کاهش حساسیت کانتراست را در هر سه فرکانس فضایی سبب می‌شود. نتیجه این تاثیر می‌تواند ایجاد کاتاراکت (Hayashi, *et al.*, 2003) و فوتوتوکسیسیته رتین (Martin, *et al.*, 2010) ناشی از جوشکاری در درازمدت باشد. البته نمی‌توان تاثیر فیوم‌های ناشی از جوشکاری را نادیده انگاشت. فیوم‌ها و دیگر گازهای سمی در مقایسه با سایر محصولات فرعی جوشکاری، بیشترین ضرر را دارا می‌باشند. (Uzun, *et al.*, 2012). تماس با فیوم‌های جوشکاری و ذرات معلق در حین جوشکاری، باعث آسیب به سیستم عصبی مرکزی و محیطی می‌گردد (Rosemarie, *et al.*, 2003) در جوشکاری برق مقدار بسیار زیادی از گازهای سمی نظیر مونواکسید کربن، ازن و اکسید نیتروژن و همچنین فیوم‌های فلزی مانند آلومینیم، باریم، کادمیم، کروم، مس، آهن، منیزیم، نیکل و قلع ایجاد می‌شود. این عوامل علاوه بر مشکلات تنفسی می‌توانند باعث ایجاد مشکلات چشمی و غیر چشمی شوند (Uzun, *et al.*, 2012). شاید در

سرپوشیده و یا در فضای بیرون مشغول فعالیت بودند) لذا اندازه‌گیری متوسط تابش اشعه‌ی UV در سطح چشمی کارگران اندازه‌گیری شد و در نهایت میانگین آنها در جدول ۵ ثبت گردید. در مطالعات گذشته توسط Chiung-yu و همکاران اندازه‌گیری مورد نظر در گروه SMAW و در فاصله ثابت ۵۰ سانتی‌متری و ۱۰۰ سانتی‌متری و بیشتر صورت گرفت. در فاصله‌ی ۵۰ سانتی متری میزان اشعه UVC,UVB,UVA به ترتیب ۴۸ درصد، ۱۹ درصد و ۳۳ درصد از طیف UVR را شامل شدند و با افزایش فاصله‌ی اندازه‌گیری، نسبت اشعه‌های UVB و UVC کاهش یافته و نسبت اشعه‌ی UVA بیشتر بود. همچنین از آنجایی‌که اشعه UVR تاثیرات بیولوژیکی روی چشم و پوست ایجاد می‌کند، لذا در بسیاری از مطالعات، از فاکتور تابش موثر بیولوژیکی (در یک طیف از طول موج، میزان تابشی که پاسخ بیولوژیکی ایجاد می‌کند) برای ارزیابی اثرات UVR روی سلامت انسان استفاده کردند (Chiung-yu, *et al.*, 2007) ولی در مورد استفاده از تست حساسیت کانتراست روی عملکرد بینایی گروه‌های جوشکاری، مطالعه‌ی چندانی صورت نگرفت.

نتایج این مطالعه تفاوتی را در کاهش حساسیت کانتراست در فرکانس فضایی ۱۵ cpd بین گروه جوشکار GMAW نسبت به گروه‌های جوشکار SMAW و نقطه جوش نشان می‌دهد. پاسخ به گریتینگ‌های سینوسی نه تنها به سیستم اپتیکی بلکه به موزاییک فوتورسپتورها و سیستم عصبی بینایی مربوط می‌باشد. (Ronald, 2004) کاهش حساسیت کانتراست در فرکانس فضایی پایین به سیستم عصبی و در فرکانس

آینده تاثیرات جذب سیستمیک این عوامل زیان آور روی سیستم بینایی افراد اثبات گردد.

بر اساس اندازه گیری انجام شده در این مطالعه و همچنین مطالعات گذشته توسط آقای Dixon در سال ۲۰۰۷، میزان اشعه‌ی UV در جوشکاری GMAW بسیار بیشتر از انواع دیگر جوشکاری می‌باشد. اشعه‌ی UV ناشی از جوشکاری، شامل UVA، UVB و UVC است (Chiung-yu, et al., 2007). گرچه عدسی چشم، تقریباً همه‌ی اشعه‌ی UVA را جذب می‌کند، لیکن سلول‌های اپی تلیال عدسی چشم به آسیب‌های اشعه‌ی UVB حساس هستند. (Hayashi, et al., 2003) اشعه‌ی UVB برخلاف UVA و نور آبی، انرژی یا فوتون کافی برای ایجاد ضایعه‌ی فوتوتوکسیسیته‌ی رتین را دارد (Martin, et al., 2010). که می‌تواند باعث افت بینایی گردد. از طرفی می‌دانیم در کاهش کیفیت تصویر، ابتدا جزئیات ریز یا همان فرکانس فضایی بالا از دست می‌روند (Ronald, 2004).

از طرفی چون حساسیت کانتراست انسان در محدوده‌ی فرکانسی ۵-۲ سیکل بر ثانیه (فرکانس فضایی متوسط) در بهترین حالت می‌باشد، (Ando, 2009) لذا دیرتر از بقیه فرکانس فضایی دچار تغییر می‌شوند. با این توضیحات می‌توان تاثیر اشعه ماورای بنفش ناشی از جوشکاری GMAW که بالاترین شدت اشعه‌ی UV را دارد روی فرکانس فضایی بالا توجیه نمود. همان‌طور که از نتایج فوق برمی‌آید با این‌که میزان متوسط پرتوهای فرابنفش ساطع شده از جوشکاری SMAW بیشتر از جوشکاری نقطه

جوش می‌باشد، لیکن کاهش حساسیت کانتراست در هر سه فرکانس فضایی در گروه نقطه جوش بیش از گروه SMAW است، ولی این کاهش معنادار نیست. کاهش جزئی را این‌گونه می‌توان تفسیر کرد:

در این شرکت صنعتی، کارگران نقطه جوشکار در مجاورت کارگران جوشکار GMAW مشغول فعالیت هستند، در چنین حالتی اشعه‌ی UV نه تنها به‌طور مستقیم، بلکه به‌صورت reflection/scattering به چشم این کارگران می‌رسد.

(Ziegelberger, 2010) همان‌طور که می‌دانیم اشعه‌ی UV ناشی از جوشکاری، علاوه بر جوشکاران به کارگران مجاور نیز آسیب وارد می‌کند (Xu, et al., 2012) این کارگران در یک شیفت کاری به مدت  $5/82 \pm 0/78$  ساعت در فاصله‌ی نزدیک، در مجاورت با کارگران جوشکار GMAW مشغول فعالیت هستند، ولی در جوشکاران SMAW، در یک شیفت کاری  $3/00 \pm 1/48$  ساعت آن هم به‌طور پراکنده و بیشتر در فضای بیرون جوشکاری می‌کنند. در محیط بسته، چشم انسان به UV تشعشع شده از لامپ‌های بالای سر حساسیت کمی دارد اما به تشعشعات مستقیم این اشعه از منابع مصنوعی اطراف، در محدوده طبیعی دید فوق العاده حساس است. از طرفی در فضای بیرون به علت روشن تر بودن فضای کاری، انقباض مردمکی مانع از تاثیر بیش از حد این اشعه روی چشم خواهد شد. (Ziegelberger, 2010) لذا کارگران نقطه جوشکار در این شرکت صنعتی، از ریسک بالاتری به لحاظ افت عملکرد بینایی شان برخوردار خواهند بود.

جوشکاری GMAW بیش از ۲/۵ برابر جوشکاری SMAW و ۳۵۰ برابر نقطه جوش می‌باشد. با توجه به کاهش حساسیت کانتراست در کارگران جوشکار GMAW نسبت به سایر کارگران مورد مطالعه در این تحقیق، اندازه‌گیری UVR و ارزیابی تماس با آن، فاکتور اصلی در کنترل آنها در محیط کار است. مطالعه میزان UVR ناشی از جوش برق در برنامه ریزی برای محافظت از آن به ما کمک می‌کند. (Chiung-yu, et al., 2007)

#### پیشنهادات

همان‌طور که قبلاً هم مطرح گردید بر اساس تحقیقات Uzun OG و همکاران در سال ۲۰۱۲ گازهای سمی و فیوم‌های ناشی از جوشکاری برق می‌توانند علاوه بر مشکلات تنفسی، مشکلات چشمی هم ایجاد کنند، لذا جوشکاری باید در محیطی با تهویه مناسب صورت گیرد. علاوه بر آن، تهویه موضعی برای خروج فیوم‌های جوشکاری و گازهای سمی کار گذاشته شود.

یک مطالعه توسط Megbele و همکاران در سال ۲۰۱۲ روی جوشکاران در نیجریه نشان داد، تاثیر ضربات وارده به چشم، اهمیت بیشتری نسبت به تاثیر UVR در ایجاد کاتاراکت دارند. لذا وسایل حفاظت فردی استفاده شده باید بتواند آنها را هم در برابر ضربات مستقیم وارده به چشم و هم در برابر عوامل اپتیکی محافظت کند.

#### تشریح و قدردانی

از زحمات مهندس فغانی، مدیر ایمنی و بهداشت شرکت سایپاپرس، مهندس آریافر و مهندس خواهشی که در اجرای این تحقیق نهایت همکاری را نمودند کمال سپاسگزاری را دارم.

علیرغم اینکه اکثریت کارگران جوشکار GMAW از وسایل حفاظت فردی استفاده می‌کنند لذا می‌توان افت فانکشنال بینایی کارگران را ناشی از استاندارد نبودن صد در صدی وسایل فوق‌الذکر عنوان کرد.

#### محدودیت‌ها

این مطالعه مانند بسیاری از تحقیقات دیگر، با مشکلات و محدودیت‌ها و چالش‌هایی نیز مواجه بود که می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ۱- اندازه‌گیری حساسیت کانتراست با Freiburg زمان بسیاری را می‌طلبید، لذا تنظیم نوبت‌دهی برای کارگران بعدی گاهاً مشکلاتی را به وجود می‌آورد.
- ۲- از آنجایی که انجام تست لزوماً باید در شرکت انجام می‌پذیرفت، حمل و نقل دستگاه‌ها از جمله اتورفرکتومتر، جعبه تریبال لنز، تریبال فریم، لپ‌تاپ و ... و نصب آنها همواره با مشکلاتی همراه بود.
- ۳- کمبود فضای فیزیکی برای انجام تست و اتاق انتظار کمی مشکل ساز بود.
- ۴- از آنجایی که کارگران در دو شیفت کاری مشغول فعالیت بودند. لذا معاینه همه کارگران واجد شرایط جهت مطالعه، با توجه به تغییرات شیفت، مرخصی‌شان و ... در بازه زمانی چندین ماهه انجام پذیرفت.
- ۵- این تست، برای بعضی از کارگران آشنا نبود، لذا باید قبل از هر مرحله به‌طور انفرادی به هر کدام از آنها آموزش داده می‌شد، ولی خوشبختانه آموزش انجام تست بسیار ساده و راحت بود.

#### نتیجه‌گیری

با نگاهی به جدول ۵ متوجه خواهیم شد متوسط تابش پرتوهای فرابنفش ساطع شده از



- Perspective Ultraviolet-B Phototoxicity an Hypothetical Photomelanomagenesis: Intraocular and Crystalline Lens Photoprotection. *American Journal of Ophthalmology*, 2010;149(4):p.543-9.
- Megbele Y. Lam KB. Sadhra S. Risks of cataract in Nigerian metal arc welders. *Occup Med*, 2012;62(5):p.331-6.
- Risto N. et.al. Effects of long-term occupational solvent exposure on contrast sensitivity and performance in visual search. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2005;19:p.497-504.
- Ronald RK. Raymond AA. Wavefront Customized Visual Correction, 2004;p.20-71
- Rosemarie M. et al. Neuropsychological sequelae of exposure to welding fumes in a group of occupationally exposed men. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2003;206:p.517-529.
- Tang H. Hou W. Zhang H. Force Characteristics of Resistance Spot Welding of Steels. *The welding journal*, 2000;p.175 s-183 s.
- Tenkate TD. Optical Radiation Hazards of Welding Arcs. *Reviews on Environmental Health*, 1998;13(3):p.131-146.
- Uzun OG. Ince O. Bakalov V. TunaT. Massive hemoptysis due to welding fumes. *Respiratory Medicine Case Reports*, 2012;(5):p.1-3.
- Wilhelm D. Tobias P. Barbara W. Testing acuity and contrast vision under standard-
- Alkhaliwi T. Meo sultan A. Health hazards of welding fumes. *Saudi Medical Journal*, 2003;24(11):p.1176-82.
- Ando Y. Cariani P. Auditory and Visual Sensations: Introduction to visual sensations, 2009;p.248.
- Chiung-yu Peng H. et al. Evaluation and monitoring of UVR in shield metal arc welding processing. *Health Physics*, 2007;93(2):p.101-108.
- Chiung-yu Peng H. et al. Exposure assessment of aluminum arc welding radiation. *Health Physics*, 2007;93(4):p.298-306.
- Dixon A. Arc welding and the risk of cancer. *Australian Family Physician*, 2007;36(3):p.255.
- Hayashi LC. Yamaoka K. et al. Ultraviolet B exposure and type of lens opacity in ophthalmic patients in Japan. *Science of The Total Environment*, 2003;302(1-2):p.53-62.
- James M. Sam S. Jenny R. Aliakar A. Effect of short-term stainless steel welding fume inhalation exposure on lung inflammation, injury, and defense responses in rats. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 2007;223:p.234-245.
- Lederer PJ. Bosse JC. Clinical Use of Contrast Sensitivity Evaluation for General practice of Optometry. *Practical Optometry*, 1992;3:p.1.
- Martin A. Mainster and Patricia LT.

- radiation and protective measures for workers in electric welding. Beijing Da Xue Xue Bao, 2012;44(3):p.448-53.
- Ziegelberger G. Protection of workers against ultraviolet radiation. Health Physics, 2010;99(1):p.66-87.
- ised lighting conditions. Br J Ophthalmol, 2011;95:p.1506-1508.
- William J. Benjamin. Borish's Clinical Refraction: Visual Acuity, 2006;P.221
- Xu Y. Gong MM. Wang J. Zhang LL. Investigation of occupational hazards of ultraviolet

## Comparison of contrast sensitivity among welder with three methods of GMAW, SMAW and resistance welding

*B. Maleckpour<sup>1</sup>; E. Jafarzadehpour<sup>2\*</sup>; A. Mirzajani<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> MSc of optometry, optometry department of Rehabilitation Faculty, Iran University of Medical Sciences

<sup>2</sup> Associate professor of optometry department of Rehabilitation Faculty, Iran University of Medical Sciences

### Abstract

**Introduction:** The present study was carried out to compare contrast sensitivity among three groups of professional welders including (1) those who use gas metal Arc welding (GMAW) (2) those who use shield metal Arc welding (SMAW) and the group that uses resistance welding.

**Material and Method:** In this research, all the welders who use GMAW, SMAW and resistance welding working in an industry who were all male, performed contrast sensitivity test, using Freiburg. The contrast sensitivity test was done at three spatial frequency of 1cpd, 5cpd and 15 cpd under a constant condition. The three selected groups were similar regarding age and work experience. The result of the three groups at each spatial frequency were recorded and compared with other groups.

**Results:** ANOVA test showed that decrease contrast sensitivity in spatial frequency of GMAW group at the spatial frequency 15cpd, significantly decrease comparing to SMAW group ( $p=0.028$ ) and resistance welding group ( $p=0.041$ ). The mean (SD) of contrast sensitivity at frequency of 1cpd, 5cpd and 15cpd was respectively  $140.69\pm 51.8$ ,  $172.7\pm 43.75$  and  $39.8\pm 25.92$  for the GMAW group and  $157.8\pm 42.2$ ,  $183.21\pm 32.01$  and  $60.57\pm 54.30$  for the SMAW group and  $149.10\pm 50.68$ ,  $180.60\pm 35.42$  and  $57.38\pm 39.22$  for resistance welding.

**Conclusion:** Although all welders use goggle or other personal protective equipment, loss of contrast sensitivity of GMAW workers can be attributed to the cumulative effects of the radiation.

**Key words:** *Ultraviolet radiation, Contrast sensitivity test, Arc welding, Resistance welding, Spatial frequency, Eye safety*

\* Corresponding Author Email: [jafarzadehpour.e@iums.ac.ir](mailto:jafarzadehpour.e@iums.ac.ir)