فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دورهٔ اول/ شماره اول/پاییز۸۸ / صفحات ۴۱- ۳۷

بررسی وضعیت دید رنگی کارگران در یک کارخانه ریخته گری مومی

خسرو صادق نیت*[۱]، بهرام خسروی [۲]، علیرضا بهمن آبادی [۳]، خداداد داوری [٤]

۱- متخصص طب کار، استادیار دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲-PhD اپتومتری، استادیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۳- متخصص طب کار
٤- دستیار طب کار، دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاریخ دریافت: ۸٦/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۱

چکیده

مقدمه: مواجهه شغلی با استایرن باعث ایجاد عوارض مختلف جسمی و روانی از جمله اختلال دید رنگی می‌شود که می تواند در مواجهه با غلظت‌های پایین هم ایجاد شود. اختلال دید رنگ یکی از نشانه های زودرس تأثیرات سوء استایرن در انسان است که میتوان از آن به عنوان یک روش غربالگری مناسب در کارگران مواجه با استایرن استفاده کرد.

روش بررسی: ریخته گری مومی یکی از مشاغلی است که مواجهه با استایرن در آن وجود دارد. مطالعه حاضر به منظور بررسی دید رنگی کارگران این کارخانه انجام شده است. پس از لحاظ معیار های ورود و خروج ۳۵ نفر کارگر کارخانه ریخته گری مومی و۶۲ نفر کارگر که با استایرن مواجهه نداشته اند مورد بررسی قرار گرفتند. تست launtony D 15d برای تعیین شاخص اختلال رنگ به عنوان معیار سنجش اختلال دید رنگی در محور زرد- آبی روی همه افراد انجام شد و به عنوان پایش بیولوژیک سطح مواجهه ماندلیک اسید ادراری گروه مورد در پایان شیفت اولین روز کاری هفته اندازه گیری شد.

یافته‌ها: دو گروه از نظر سنی تفاوتی نداشتند. شاخص اختلال رنگ در گروه مورد به طور معنی داری بیش از گروه کنترل به دست آمد (P=۰/۰۱۷). میزان ماندلیک اسید ادراری گروه مورد بین ۱۴۰۰-۱۰۰۰ میلی گرم برلیتر بود که نشان دهنده مواجهه با بیش از ppm ۵۰ استایرن در طول روز است. اما بین میزان ماندلیک اسید ادراری و شاخص اختلال رنگ رابطه معنی داری دیده نشد(P=۰/۹). در بررسی رابطه افزایش سن با شاخص اختلال رنگ در گروه کنترل، رابطه واضحی دیده نشد (CC= -۰/۰۱) .

نتیجه‌گیری:مواجهه بالاتر از حد مجاز با استایرن منجر به اختلال دید رنگ در کارگران مواجهه می شود.

واژگان کلیدی : استایرن، دید رنگی، ریخته گری مومی، ماندلیک اسید ادرار

* نویسنده مسئول: تهران، میدان راه آهن، بیمارستان بهارلو، دفتر ریاست، تلفن: ۵۵۶۶۹۳۰۰- ۰۲۱، پست الکترونیک: sadeghniiat@yahoo.com

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

مقدمه

استایرن از جمله حلال های آلی بسیار پر مصرف در ساخت پلاستیک، لاستیک لاتکس، رنگها و پوششها است. مواجهه شغلی با استایرن موجب ایجاد عوارض متعدد جسمی و روانی می‌شود که عبارتند از عوارض ریوی، عصبی، چشمی، اثر منفی بر شنوایی، احتمال ایجاد سرطانهای سیستم خونساز،اثرات سمی بر سیستم تولید مثل و اثر سمی بر ماده ژنتیک DNA (۱و۲). میزان حداکثر مواجهه مجاز استنشاقی با استایرن حسب توصیه ACGIH (American Conference on Governmental Industrial Hygienists) در سال ۱۹۹۹، ۵۰PPM برای ۸ ساعت کار است که در برخی کشورها به علت این عوارض به ۲۰PPM کاهش پیدا کرده است (۳-۶). مسیر جذب عمدتاً تنفسی و در مرحله بعد پوستی است، اما ندرتاً می‌تواند از راههای دیگر مثل آلودگی آب آشامیدنی، هوا، غذا (مصرف غذاهای چربی که در ظروف پلی استایرن بسته بندی وگرم شده اند) و دود سیگار نیز وارد بدن شود (۱و۵ و۷).

استایرن بعد از جذب در همهٔ بدن خصوصاً بافت چربی توزیع می شود. محصولات نهایی متابولیسم آن که عمدتاً از طریق ادرار دفع می شوند عبارتند از اسید ماندلیک به میزان حدود ۸۵٪ و اسید فنیل گلی اکسیلیک به میزان حدود ۱۰٪ که هر دو نیمه عمر دفعی دو مرحله ای به مدت های ۲/۵ و ۳۰ ساعت دارند (۳و۵ ،۷و۸) و در فرد مواجهه با استایرن اگر نمونه گیری قبل از شروع شیفت روز بعد باشد، ۳۰٪ حداکثر غلظت آن در ادرار قابل مشاهده خواهد بود (۹و۱۰)، مطالعات، بیانگر رابطه میزان مندلیک اسید ادراری و میزان مواجهه محیطی استایرن بوده است بطوریکه ماندلیک اسید ادراری ۱۰۰۰mg/l بیانگر مواجههٔ هوایی روزانه با ۵۰ppm و به مقدار ۴۲۰mg/l معادل مواجهه با ۳۰ppm به دست آمده است. (۴و۶ و۱۰). استایرن با اثر بر غشای سلولهای عصبی یا نوروترانسمیترها باعث اختلال دید رنگی در محور زرد- آبی می‌شود. این نوع اختلال دید رنگی نوعاً اکتسابی است ولی درگیری محور سبز- قرمز معمولا مادرزادی است. شروع اختلال دید رنگی در اثر مواجهه با استایرن می تواند بسیار زودرس و مخفی باشد و درمواجهه با غلظتهای پایینِ استایرن نیز ایجاد می‌شود و ممکن است یکطرفه یا دوطرفه، برگشت پذیر یا دائمی و وابسته به دوز باشد (۸و۱۱-۱۶). سایرعلل دیگر موجد اختلال دید رنگ، عبارتند از افزایش سن بویژه بعد از سن ۴۰ سالگی، دیابت، فشار خون بالا، آب مروارید پیشرفته، برخی داروها (دفروکسامین، پنی سیلامین، فنی توئین، کاربا مازپین، اتامبوتول، کلروکین، دیژیتالها وکینیدین)، مصرف زیاد الکل و مواجهه با برخی مواد (تولوئن، مخلوط استایرن و پرکلرواتیلن، جیوه ان هگزان، دی سولفید کربن، مخلوط حلال های آلی و (۱۳و۱۴و۱۷و۱۸)، مطالعات متعددی روی اختلال دید رنگی در مواجهه با استایرن انجام شده . جهت سنجش دید رنگی، عمدتا از تست ۱۵ رنگ غیر اشباع لانتونی و تفسیر کمی آن با تعیین شاخص اختلال رنگ (شرح توسط Bowman (۱۹)) استفاده می شود. مطالعه حاضر در یک کارخانه ریخته گری مومی که کارگران آن با موم متشکل از پارافین و استایرن سروکار دارند انجام شده است که نمونه قبلی چنین مطالعه ای مشاهده نشد.

روش بررسی

این مطالعه بصورت مقطعی روی ۳۹ کارگر کارخانه ریخته گری مومی(گروه مورد) و ۷۸ نفر کارگر غیر مواجهه با استایرن (گروه کنترل) که همگی مرد بودند انجام شد. روش نمونه گیری بصورت سرشماری بوده است. کلیه افراد ساعت کاری منظم ۸ ساعت در روز داشتند. گروه کنترل از واحد اداری کارخانه مذکور و دو کارگاه فرعی انتخاب شدند. معیارهای خروج از مطالعه شامل سابقه ضربه شدید به سر، CVA(Cerebro vascular accident)، مصرف داروهای مذکور در مقدمه، دیابت، فشارخون بالا، آب مروارید پیشرفته، سابقه مواجهه با مواد موجد اختلال دید رنگی، دید چشمی بدون اصلاح کمتر از ۶/۱۰ در یک یا هر دو چشم، مصرف الکل بیش از ۲۵۰ گرم در هفته و کوررنگی مادرزادی بود که از طریق مصاحبه منطبق با پرسشنامه،رجوع به پرونده پزشکی، اندازه گیری تیز بینی، معاینه بالینی و تست دید رنگی ایشی هارا اطلاعات مورد نظر حاصل شد. با لحاظ معیارهای خروج حجم نمونه در گروه مواجه ۳۵ نفر و در گروه غیرمواجه ۶۲ نفر بدست آمد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

برای سنجش میزان مواجهه از پایش بیولوژیک استایرن در ادرار استفاده شد. نمونه ادراری به حجم حداقل ۵ میلی لیتر در پایان شیفت کاری اولین روز هفته از همه افراد گروه مورد گرفته شد و سنجش میزان ماندلیک اسید ادراری به روش کروماتوگرافی گازی و توسط آزمایشگاه مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت و بهداشت کار وزارت کار انجام شد.

به منظور سنجش قدرت افتراق رنگ از تست غیر اشباع ۱۵ رنگ لانتونی استفاده شد(۲۰). این تست بر مبنای مرتب کردن ۱۵ قطعه رنگ خاص به ترتیب شباهت رنگ است و به دو طریق کیفی و کمی تفسیر می شود. روش کمی مورد استفاده که توسط Bowman (۱۹) شرح داده شده است بر مبنای محاسبه فاصله بین رنگها بصورت عددی است. ابتدا حاصل جمع فواصل بین رنگهای چیده شده توسط آزمون شونده، با استفاده از جدول محاسبه می شود و عدد حاصل بر بهترین حالت ممکن تقسیم می شود که حاصل آن عددی مساوی یا بزرگتر از یک به نام شاخص اختلال رنگ است. در این مطالعه برای هر فرد چشمها بصورت جداگانه آزمایش و میانگین دو شاخص به دست آمده محاسبه شد. به تمام افراد زمان کافی داده شد و همه تست را ظرف ۱ تا ۴ دقیقه کامل کردند. تست در نور روز و روشنایی ۱۲۰۰ لوکس و دور از تابش مستقیم آفتاب انجام شد.

برای سنجش تفاوت توزیع سن در گروهها ازآزمون تی استفاده شد و برای سنجش ارتباط میان غلظت ماندلیک اسید ادراری و شاخص اختلال رنگ از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. محاسبات توسط نرم افزار SPSS (11.5) انجام شد.

یافته ها

ابتدا دو گروه از نظر میانگین سنی مقایسه شدند (جدول۱) که اختلاف بارزی مشاهده نشد($p=۰/۲$). میانگین شاخص اختلال رنگ در گروه مواجه بصورت معنی داری، بالاتر از گروه غیر مواجه بود.($p<۰/۰۵$)

در بررسی مقدار ماندلیک اسید ادراری پایان شیفت گروه مواجه، میانگین و انحراف معیار و دامنه به ترتیب ، ۱۱۵۷/۷۹ و ۱۱۴/۶و ۱۰۰۰-۱۴۰۰ میلی گرم بر لیتر بدست آمد. با توجه به اینکه کارگران گروه مورد دو نوع فعالیت شاخه گیری و قطعه گیری دارند، شاخص اختلال رنگ و میزان ماندلیک اسید ادرار در این دو گروه مقایسه شد که نتایج معنی دار نبود(جدول۳).

در گروه مواجه، به بررسی همبستگی میزان ماندلیک اسید ادراری با شاخص اختلال رنگ پرداختیم که معنی دار نبود($P=۰/۰۶$ و $r=۰/۲۷$).

جدول ۱: مقایسه سنی گروههای مواجه و غیر مواجه

اطلاعات آماری / گروهها	تعداد	میانگین (سال)	دامنه	انحراف معیار	P-value
مواجه	۳۵	۳۲/۸۶	۳۵-۴۸	۵/۸۸	
غیر مواجه	۶۲	۳۱/۲۳	۲۰-۴۸	۵/۹۹	۰/۲

جدول۲: مقایسه شاخص اختلال رنگ در گروههای مواجه و غیر مواجه

اطلاعات آماری / گروهها	تعداد	میانگین	انحراف معیار	دامنه	P-value
مواجه	۳۵	۱/۴۴۰	۰/۲۷	۱-۱/۹۵	۰/۰۱۷
غیر مواجه	۶۲	۱/۳۰۷	۰/۲۵	۱-۱/۹۳	

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

جدول ۳ : مقایسه میانگین شاخص اختلال رنگ و میزان ماندلیک اسید ادراری (mg/l) در زیرگروههایِ مورد

گروه	شاخص اختلال رنگ				میزان ماندلیک اسید ادراری				
	تعداد	میانگین	انحراف معیار	دامنه	P	تعداد	میانگین	انحراف معیار	دامنه	P
شاخه گیری	۱۷	۱/۴۸۶	۰/۲۹۳	۱/۰۹-۱/۹۵	۰/۵۳	۱۶	۱۱۱۹/۲۸	۱۰۶/۲۸	۱۰۰۰-۱۲۷۰	۰/۰۶
قطعه گیری	۱۸	۱/۳۹۸	۰/۲۶۰	۱-۱/۹۲		۱۸	۱۱۹۱/۹۴	۱۱۳/۵۹	۱۰۳۰-۱۴۰۰	

بحث و نتیجه گیری

با توجه به اینکه میزان ماندلیک اسید ادراری همه کارگران بالاتر از mg/l ۱۰۰۰ به دست آمد، می‌توان نتیجه گرفت که میزان مواجهٔ این افراد بالاتر از حد مجاز ACGIH است.

با توجه به حذف عوامل مخدوش کننده، اختلاف مشاهده شده در شاخص اختلال دید رنگ این کارخانه را می توان به مواجهه با استایرن نسبت داد. بعضی مطالعات این اختلاف را حتی در مواجهه با غلظتهای بسیار پایینتر استایرن نیز بدست آورده اند بطوریکه در غلظت ماندلیک اسید ادارای معادل یک دهم غلظت بدست آمده در این مطالعه نیز شاخص اختلال رنگ مختل بوده است(۴). لذا محققین پیشنهاد می کنند سطوح پایینتری برای حد مجاز مواجهه با استایرن از سوی سازمانهای تعیین کننده حدود مجاز، در نظر گرفته شود. (۴و۸و۱۱و۱۵).

میان شاخص اختلال رنگ و میزان ماندلیک اسید ادراری هبستگی معنی داری مشاهده نشد. برخی مطالعات با حجم نمونه بیشتر همبستگی میان شاخص اختلال دیدرنگ و میزان مندلیک اسید ادراری بدست آورده اند (۴و۱۲). با توجه به اینکه در این مطالعه میزان همبستگی نزدیک به سطح معنی داری بوده است (P=۰/۰۶ وR=۰/۲۷) بنظر می رسد علت عدم مشاهده رابطه میان میزان ماندلیک اسید ادراری بعنوان شاخصی از مواجهه و شاخص اختلال دید رنگ، ناکافی بودن حجم نمونه بوده است. در این مطالعه، غلظت ماندلیک اسید ادراری در کارگران واحد قطعه گیری بالاتر از واحد شاخه گیری بود که بیانگر مواجهه بالاتر است ولی تفاوت معنی داریمیان دو گروه در شاخص اختلال دید رنگ مشاهده نشد (P=۰/۰۶). با توجه به نزدیک بودن P-value به سطح معنی داری و نیز نتیجه سایر مطالعات (۴و۸و۱۲)، این عدم اختلاف را نیز می توان به پایین بودن حجم نمونه نسبت داد.

نتایج این مطالعه نشاندهنده مواجهه بالاتر از حد مجاز با استایرن در کارگران و ایجاد عوارض ناشی از مواجهه مزمن استایرن در این کارخانه است. با توجه به عوارض سوء سلامتی استایرن که در مقدمه اشاره شد لزوم مداخله سریع برای کاهش میزان مواجهه در کارگران این کارخانه مطرح می باشد. همچنین طراحی و هدایت مطالعات پیگیری و آینده نگر در این گروه، به کشف زودرس سایر عوارض و بیماریهای شناخته شده و ناشناخته ناشی از مواجهه با استایرن بسیار کمک کننده خواهد بود. توصیه می شود، تست غیر اشباع ۱۵ رنگ لانتونی بعنوان تست غربالگری، در معاینات دوره ای کارگران مواجه با استایرن، استفاده شود.

تقدیر و تشکر

از همکاری مسئولان محترم کارخانه ریخته گری مومی و آقای دکتر گلشن، مدیر ایمنی و بهداشت مجموعه تشکر می کنیم.

مراجع

1. Styrene. available from URL: http://www.WHO.dk/documents/aiq /5-12.

2. Miller RR, et al. ***Styrene production, use and human exposure***. critical reviews of toxicology 1994; 24: S1-S11.

3. Styrene. available from URL: http://siri.org/msds/mf/cards/file/0073.html.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]

4. Kishi R, Eguchi T, Yuasa J, Arata Y, Harabuchi I, Kawai T, et al. ***Effects of low-level occupational exposure to styrene on color vision: does relation with a urinary metabolite***. Environ Res. 2001; 85: 25-30.

5. Styrene. available from URL: http://www.gwu.edu/~macche/ presentations

6. Inaoka T, Nagano M, Kitano T, Ushijima K, Minamoto K, Tasaki R, ,et al. ***Biological monitoring of styrene in FRP– making small industries in kumamoto, Japan – winter–summer difference and effect of protective masks in practice working conditions.*** Occup Health, 2002; 44:83-88.

7. Pekari, Nylander-French L, Pfaffli P, Sorsa M. ***Biological monitoring of exposure to styrene – assessment of different approaches.*** J Occup Med Toxicol. 1993; 2: 115-126.

8. Kishi R, Tozaki SH, Gong YY. ***Impairment of neurobehavioral function and color vision loss among workers exposed to low concentration of styrene – a review of literature***. Ind Health. 2000; 38:120-126.

9**.** International programme on chemical safey. environmental health criteria 26. styrene. available from: http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc 26.htm.

10. Engstrom K, Harkonem H, Kallioski P, Rantanen J. ***Uninary mandelic acid concerntration after occupational exposure to styrene and its use as a biological exposure test***. Scand J Work Enviorn Health. 1976; 2:21-26

11.Gobba F, Gallassi C, Imbriani M,et al. ***Acquired dyschromatopsia among styrene –exposed workers***. J Occup Med. 1991; 33(7): 761-76.

12. Gong YY, Kishi R, Katakura Y, Tsukishima E, Fujinara K, Kasai S, et al. ***Relation between color vision loss and occupational styrene exposure level***. Occup Enviorn Med. 2002; 23: 719-733.

13. Iregren A, Andersson M,Nylen P. ***Color vision and occupational chemical exposure: An overview of tests and effects***. Neurotoxico.l 2002; 23: 719-733.

14. Geller AM, Hudnell HK.Critical ***issues in the use and analysis of the lanthony desaturate color vision test.*** Neurotoxical Teratol. 1997; 19(6):455-465.

15. Compagna D, Mergler D, Huel G, Belanger S, Truchon G, Ostiguy C, et al. ***Visual dysfunction among styrene-exposed workers***. Scand J Work Enviorn Health. 1995; 21:382-390.

16. Gobba F, Cavalleri A. ***Evolution of color vision loss induced by occupational exposure to chemicals. Neurotoxicol***. 2000 Oct; 21 (5): 777-781.

17.Paramei GV, Meyer-Baron M, Seeber A. ***Impairment of colors vision induced by organic solvents: a meta –analysis study***. Neurotoxicol. 2004 Sep; 25 (5):803-816.

18. Werner JS, Peterzell DH, and Scheetsz AJ. ***Light, vision and Age***. Optom Vision Sci. 1990; 67: 214-229.

19. Bowman KJ. ***A Method for quantitative scoring of the farnsworth panel D.*** Acta Ophthalmol. 1982; 60: 907-916.

20. Lanthony P, Dubois – poulsen A. ***Le Farnsworth- 15 desatured***. Bull Soc Ophthalmol Fr.1973; 73:862-866. (article in French)

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-18]