Archive of SID

مجله علمی سازمان نظام پزشکی جمهوری اسلامی ایران، دوره ۲۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۸: ۳۱۶-۳۰۷

● **مقاله تحقیقی** کد مقاله: ۰۲۹

تأثیر مواجهه با غلظت‌های پایین مخلوط حلال‌های آلی بر دید رنگی

دکتر میرسعید عطارچی ۱
دکتر جلیل کوهپایه‌زاده ۲
دکتر یاسر لبافی‌نژاد ۱
دکتر صابر محمدی ۱*

۱. استادیار و متخصص طب کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران
۲. دانشیار و متخصص پزشکی اجتماعی، دانشگاه علوم پزشکی ایران

* **نشانی نویسنده مسؤول:** تهران، خیابان ستارخان، خیابان نیایش، بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص)- ساختمان شماره ۱- کلینیک تخصص طب کار

تلفن: ٦٦٥٥١٢٠٤

نشانی الکترونیکی:
sabermohammadi@gmail.com

چکیده

زمینه: اختلال دیدرنگی در محیط‌های کاری شیوع نسبتاً بالایی دارد و می‌تواند در کارهای روزمره اختلال ایجاد نماید. همچنین بسیاری از مشاغل نیاز به درک نرمال دیدرنگی دارند.

روش کار: این مطالعه مقطعی در یک کارخانه خودروسازی انجام شد. گروه مورد کارگران شاغل در سالن رنگ این کارخانه و گروه شاهد کارگران شاغل در سالن مونتاژ همان کارخانه بودند. ابتدا پرسش‌نامه‌ای حاوی اطلاعات مورد نیاز مانند سن، سابقه کار، سابقه آسیب و اختلال مادرزادی سیستم بینایی، مصرف الکل و ... برای کلیه کارگران تحت بررسی تکمیل شد و پس از لحاظ کردن معیارهای خروج، ۱۲۱ کارگر گروه مورد با ۱۵۷ کارگر گروه شاهد از نظر وضعیت دیدرنگی مقایسه شدند. برای بررسی درک دیدرنگی از Ishihara Plates Test برای تشخیص اختلال مادرزادی دیدرنگی و (Lanthony D-15 LD-15) Desaturated Test برای غربالگری اختلال اکتسابی دیدرنگی، استفاده شد. غلظت مخلوط حلال‌های آلی در سالن رنگ کارخانه پایین‌تر از حد مجاز بود.

یافته‌ها: به وسیله تست LD-15 مشخص شد که ۳۱/٤٪ کارگران در گروه مورد دچار اختلال اکتسابی در دیدرنگی بودند. در گروه مورد اکثر اختلال اکتسابی دیدرنگی در طیف زرد-آبی بود. همچنین شیوع اختلال اکتسابی دیدرنگی در گروه شاهد ۳/۸٪ بود. شیوع اختلال اکتسابی دیدرنگی در گروه مورد به طور معنی‌داری از گروه شاهد بالاتر بود (۰/۰۰۱ =38/28-67/4CI) (52/11OR،P<). علاوه بر آن میانگین شاخص اختلال دیدرنگی (CCI) محاسبه شده از تست LD-15 در گروه مورد به طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد بالاتر بود (۱/۱٤ درمقابل ۱/۰۳ و P>۰/۰۰۱). نتایج آنالیز آماری رگرسیون لوجستیک نشان داد بین شاخص اختلال دیدرنگی و مواجهه مزمن با مخلوط حلال‌های آلی ارتباط معنی‌داری وجود دارد (P>۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این مطالعه به نظر می‌رسد اختلال اکتسابی دیدرنگی یک شاخص حساس برای تشخیص اختلال سیستم عصبی ناشی از مواجهه با حلال‌های آلی در نقاشان خودرو باشد. در نهایت نویسندگان پیشنهاد می‌نمایند که شاید بتوان از شاخص اختلال دیدرنگی (CCI) به عنوان یک شاخص مناسب جهت تشخیص زودرس اختلال سیستم عصبی در کارگرانی که در مواجهه مزمن با مخلوط حلال‌های آلی در غلظت‌های پایین قرار دارند، استفاده نمود.

واژگان کلیدی: مواجهه شغلی، دیدرنگی، حلال آلی، نوروتوکسین

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱۲/۲٤ تاریخ اصلاح نهایی: ۸۸/۷/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۷/۵

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-09-06]

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

درک رنگ یکی از قابلیت‌های حسی سیستم بینایی محسوب می‌گردد. اختلال دیدرنگی در جوامع بشری از شیوع نسبتاً بالایی برخوردار می‌باشد [۱]. این اختلال می‌تواند در زندگی و فعالیت‌های روزمره و یا فعالیت‌های شغلی آثار سوئی داشته باشد [۲]. اختلال دیدرنگی می‌تواند از نوع مادرزادی باشد که بیشتر طیف سبز- قرمز را درگیر می‌کند و یا از نوع اکتسابی باشد که بیشتر طیف زرد- آبی را درگیر می‌نماید [۳ و ۱]. در مطالعه‌ای که توسط Smith انجام شد شیوع اختلال دیدرنگی اکتسابی معادل ۵٪ گزارش شده است [۴]. بر اساس مطالعات مختلفی که در این زمینه صورت گرفته است، دلایل اصلی این اختلال عبارتند از: اختلالات نورولوژیک، اختلال سیستم بینایی، مسمومیت با داروهای نوروتوکسیک و مسمومیت به علت مواجهه شغلی با نوروتوکسین‌های محیط کار [۶ و ۵]. مطالعات دیگر نیز نشاندهنده این موضوع بودند که مواجهه شغلی با انواع مواد شیمیایی نوروتوکسیک می‌تواند باعث اختلال دید رنگی اکتسابی شود [۱۱-۷]. حلال‌های آلی جزء مهم‌ترین نوروتوکسین‌ها بوده که بر اساس برخی مطالعات انجام شده، مواجهه شغلی با این مواد شیمیایی می‌توانند سبب بروز اختلال اکتسابی در دیدرنگی گردند [۱۵-۱۱] هر چند که نتایج برخی مطالعات دیگر این موضوع را به طور کامل تأیید ننموده‌اند [۱۸-۱۶]. از طرف دیگر طبق بررسی‌های به عمل آمده، در کشور انگلستان بیش از یک میلیون کارگر در معرض مواجهه با حلال‌های آلی قرار دارند [۱۹] و پیش‌بینی می‌شود در کشور ما که یک کشور در حال توسعه می‌باشد، این رقم افزایش چشمگیری داشته باشد. اثرات نورولوژیک مواجهه با حلال‌های آلی طیف وسیعی را در بر گرفته و از اختلال در دیدرنگی تا آنسفالوپاتی سمی مزمن را شامل می‌شود [۲۰ و ۱۳]. نکته قابل توجه دیگر اینکه، برخی مطالعات بیانگر این موضوع بودند که اختلال در دیدرنگی اکتسابی ممکن است به عنوان یک علامت اولیه و زودرس در درگیری سیستم عصبی کارگران مواجهه یافته با حلال‌های آلی به صورت مزمن، مشاهده گردد [۲۱]. از طرف دیگر، حدود ۳۰-۲۰٪ از افرادی که اختلال دیدرنگی دارند به وجود این اختلال در سیستم عصبی خود واقف نبوده [۲۲] و معمولاً اختلال دیدرنگی اکتسابی در مراحل اولیه به صورت تحت بالینی می‌باشد و روش تشخیصی آن در این مرحله استفاده از تست‌های اوپتومتری مناسب و حساس می‌باشد و نهایتاً در صورت عدم تشخیص به موقع و ادامه مواجهه با نوروتوکسین‌های شغلی، اختلال در دیدرنگی به سمت بروز سایر علایم اختلال سیستم عصبی پیشرفت می‌نماید [۲۱]. با توجه به گستردگی کاربرد مخلوط حلال‌های آلی در صنایع مختلف از جمله صنایع لاستیک‌سازی، تولید رنگ، صنعت چاپ و ... قشر کثیری از کارگران در معرض مواجهه با مخلوط حلال‌های آلی قرار می‌گیرند [۲۳] و با توجه به اینکه مطالعات قبلی بیشتر به بررسی تأثیر یک نوع حلال خاص [۲۶- ۲۴] و در غلظت‌های بالاتر از حد مجاز [۲۸ و ۲۷] پرداخته‌اند، ما مطالعه‌ای طراحی نمودیم که اثرات مواجهه مزمن شغلی با مخلوط حلال‌های آلی را در غلظت‌های کمتر از حد مجاز بر روی دیدرنگی کارگران ارزیابی نموده و از نتایج آن در ارائه پیشنهاداتی در زمینه به کارگیری تست‌های اوپتومتری حساس و مناسب در برنامه معاینات دوره‌ای کارگرانی که با حلال‌های آلی به صورت مزمن مواجهه دارند استفاده نماییم تا علائم نوروتوکسیک ناشی از مواجهه با حلال‌های آلی، به صورت زودرس شناسایی شده و با مداخله مناسب به توان از پیشرفت آن جلوگیری نمود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک مطالعه مقطعی- تحلیلی می‌باشد که در یکی از کارخانه‌های بزرگ خودروسازی واقع در حومه شهر تهران و در سال ۱۳۸۷ انجام گرفته است. در این مطالعه جهت نمونه‌گیری از روش سرشماری استفاده شده است. افراد گروه مورد شامل کارگرانی بودند که در سالن رنگ کارخانه مشغول به کار بوده و با حلال‌های آلی مواجهه داشتند و افراد گروه شاهد کارگران شاغل در سالن مونتاژ همان کارخانه بودند که با حلال‌های آلی مواجهه نداشتند. ضمناً کلیه افراد مورد بررسی کارگران مرد بودند.

در این مطالعه محققین تمام کارگرانی را که بیش از شش ماه سابقه کار در هر یک از سالن‌های مذکور را داشتند وارد مطالعه نمودند. همچنین معیارهای خروج از این مطالعه عبارت بودند از: وجود بیماری‌های زمینه‌ای چشم (مانند گلوکوم، کاتاراکت و ...)، هر گونه اختلال در عروق مغزی (مانند ابتلا به CVA یا Cerebro Vascular Accident و ...)، ابتلا به بیماری‌های سیستمیکی که عوارض نوروتوکسیک دارند (نظیر دیابت قندی)، اختلال سیستم عصبی (مانند ابتلا به آلزایمر و پارکینسون)، مصرف داروهای نوروتوکسیک (مانند فنی توئین، اتامبوتول، کلروکین، دیژیتال و ...) به مدت بیش از شش ماه، سابقه ضربه شدید به سر، فشار خون بالا، حدت بینایی کمتر از ۶/۱۰ در هر یک از چشم‌ها با یا بدون اصلاح (ارزیابی به وسیله Snellen Chart)، وجود اختلال دیدرنگی

www.SID.ir

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-09-06]

Archive of SID

مادرزادی تأیید شده توسط Ishihara Plate Test، مواجهه با حلال‌های آلی در شغل قبلی، شغل دوم و یا فعالیت‌های تفریحی فرد و مصرف الکل (حتی به صورت تفریحی) [۲۹].

قابل ذکر است که در این کارخانه در سالن رنگ تعداد ۱۳۴ کارگر و در سالن مونتاژ تعداد ۱۷۲ کارگر سابقه اشتغال به کار بیش از ۶ ماه داشتند. اطلاعات مورد نیاز مانند اطلاعات دموگرافیک، سوابق پزشکی و شغلی کلیه ۳۰۶ کارگر مذکور با استفاده از روش مصاحبه مستقیم استخراج و در پرسش‌نامه‌ای که جهت اجرای این مطالعه طراحی شده بود ثبت گردید. اطلاعات این پرسش‌نامه عبارت بودند از: سن افراد، سابقه مصرف سیگار و الکل، سابقه مصرف دارو، سابقه ابتلا به هر گونه بیماری سیستمیک، سابقه انجام هر گونه عمل جراحی، ابتلا به بیماری‌های زمینه‌ای چشم، سابقه ضربه شدید به سر، هر گونه اختلال در دیدرنگی، مدت زمان کار در شغل فعلی، مدت زمان کار (به صورت روزانه و هفتگی)، داشتن شغل دوم و یا شغل قبلی و عادات و سرگرمی‌های فردی.

پس از تکمیل پرسش‌نامه‌ها معاینات بالینی مورد نیاز، شامل معاینات نورولوژیک و نیز اندازه‌گیری فشار خون در کلیه کارگران تحت بررسی توسط دو پزشک متخصص طب کار انجام شد. قابل ذکر است که در طی انجام معاینات نورولوژیک در کارگران مورد مطالعه، یافته نورولوژیکی که سبب خروج آنها از مطالعه گردد تشخیص داده نشد. نهایتاً تست‌های اپتومتریک شامل ارزیابی حدت بینایی با استفاده از Snellen chart، ارزیابی دیدرنگی با استفاده از Ishihara Plate Test و تست Lanthony D-15 Desaturated Test(LD-15) برای کلیه کارگران گروه مورد و شاهد انجام شد. در این بررسی ۵ نفر به علت ابتلا به دیابت قندی (۲ نفر از گروه مورد و ۳ نفر از گروه شاهد)، ۱۵ نفر به علت اختلال مادرزادی در دیدرنگی (۷ نفر از گروه مورد و ۸ نفر از گروه شاهد)، ۵ نفر به دلیل مصرف الکل (۲ نفر از گروه مورد و ۳ نفر از گروه شاهد) و ۱ نفر به علت سابقه تروما‌ی شدید به سر (در گروه شاهد) از مطالعه خارج شدند. نهایتاً پس از لحاظ کردن معیارهای ورود و خروج فوق تعداد ۱۲۱ کارگر به عنوان گروه مورد و ۱۵۷ نفر به عنوان گروه شاهد تحت بررسی قرار گرفتند.

ارزیابی دیدرنگی

پیش از بررسی دیدرنگی، در ابتدا حدت بینایی کارگران به وسیله Snellen Chart ارزیابی شد و سپس توانایی دیدرنگی افراد توسط Ishihara Plate Test بررسی گردید که با استفاده از این تست کارگران دارای اختلال دیدرنگی مادرزادی (محور سبز-قرمز) شناسایی و از مطالعه خارج شدند.

در این مطالعه ارزیابی اختلال در دیدرنگی اکتسابی ناشی از مواجهه با حلال‌های آلی توسط آزمون Lanthony D-15 Desaturated Test(LD-15) که تست مناسبی جهت تشخیص زودرس این اختلال محسوب می‌گردد صورت گرفت [۳۰]. تست LD-15 جهت اجرای این مطالعه یک تست مطلوب و کاربردی محسوب می‌گردد زیرا در زمان کوتاهی انجام شده، قابل حمل بوده و قابلیت اجرا در محیط کارخانه را داشته و نیز دارای قابلیت اعتماد و تکرارپذیری بالا می‌باشد [۳۰].

تست LD-15 در روز شنبه صبح (۴۰ ساعت عدم مواجهه با حلال‌های آلی جهت تعدیل اثر مواجهه حاد) و در شدت روشنایی ۱۲۰۰ لوکس نور مهتابی و دور از تابش مستقیم نور آفتاب با روش مشابه برای کلیه کارگران گروه مورد و شاهد و توسط یک کارشناس ارشد اپتومتری انجام شد. قبل از انجام تست روش انجام آن به طور مشابه برای همه افراد شرح داده شد. ما جهت انجام این تست محدودیت زمانی قائل نشدیم ولی کلیه افراد تست را در زمانی بین ۳۰ ثانیه تا ۳ دقیقه به اتمام رساندند.

روش انجام تست LD-15 به این قرار است که معاینه‌کننده ابتدا مهره راهنما را به کارگر نشان داده و کارگر باید بر اساس شباهت رنگ بین مهره‌ها، ۱۵ مهره بعدی را مرتب نماید. این روش برای هر دو چشم به صورت جداگانه انجام شد. تفسیر این تست می‌تواند به دو روش کیفی یا کمی صورت بگیرد.

تفسیر کمی این تست بر اساس تقسیم مجموع فواصل بین مهره‌هایی که فرد معاینه شونده مرتب کرده است بر مجموع فواصل استاندارد مهره‌ها (فواصل مهره‌ها در صورت چینش صحیح همه آنها) انجام می‌گیرد [۳۱] که حاصل این تقسیم عددی است که به آن شاخص اختلال دیدرنگی یا Color Confusion Index (CCI) می‌گویند. در این مطالعه CCI بر اساس میانگین شاخص اختلال دیدرنگی دو چشم محاسبه گردید و مبنای مقایسه در مطالعه ما قرار گرفت. عدد CCI می‌تواند مساوی یک یا بزرگ‌تر از یک باشد. اگر CCI برابر یک باشد به این معنا است که اختلال دیدرنگی وجود ندارد ولی افزایش CCI به مقدار بیش از یک نشاندهنده وجود اختلال در دیدرنگی فرد مورد بررسی است. همچنین هر چقدر که میزان CCI از عدد یک فاصله بیشتری بگیرد شدت اختلال دیدرنگی نیز بیشتر می‌گردد.

همچنین تفسیر کیفی تست LD-15 به این صورت است که در صورتی که فرد معاینه شونده در مرتب کردن مهره‌ها دو یا بیش از دو خطای بارز (جابجایی مهره‌ها با اختلاف ۲ یا بیش از ۲ مثلاً

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-09-06]
www.SID.ir

Archive of SID

جایگذاری ۱۴ به جای ۱۱) داشته باشد، تست اختلال دارد و بر اساس اینکه این خطاها در کدام محور صورت گرفته است، این اختلال به ۴ دسته کلی زیر تقسیم‌بندی می‌گردد [۲۴]: نوع I: اختلال در محور سبز- قرمز، نوع II: اختلال در محور سبز- قرمز و زرد-آبی، نوع III: اختلال در محور زرد- آبی و نوع IV: اختلال طبقه‌بندی نشده. قابل ذکر است کلیه اختلالات دیدرنگی تشخیص داده شده در کارگران مورد بررسی در مطالعه ما، به صورت قرینه بوده و در آن هر دو چشم فرد درگیر بودند.

روش پایش محیطی و سطح مواجهه با حلال‌های آلی

جهت سنجش محیطی حلال‌های آلی موجود در محیط کار، نمونه‌برداری به روش مدار فعال و با روش جذب سطحی انجام شد. نمونه‌گیری توسط Detector Tube حاوی زغال فعال در ۹ ایستگاه طراحی شده در این سالن رنگ و به مدت دو ساعت انجام شد و نمونه‌برداری در دو نوبت و در روزهای متفاوت انجام شد. دبی پمپ نمونه‌برداری محیطی ۰/۵ لیتر در دقیقه بود. جهت آنالیز نمونه‌ها از دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده شد و در نهایت میانگین غلظتی هر حلال مشخص گردید.

اطلاعات بهداشت حرفه‌ای سالن رنگ این کارخانه به قرار زیر است:

اولاً مخلوط حلال‌های آلی مورد استفاده در سالن رنگ این کارخانه عبارت بودند از بنزن، تولوئن، زایلن واستن. با توجه به اینکه حلال‌های ذکر شده در بدن اثرات مشابه داشته و حتی گاهی می‌توانند اثرات تشدیدکننده داشته باشند جهت ارزیابی حد مجاز مخلوط حلال‌های آلی از فرمول زیر [۳۲] استفاده شد:

$$Em = C1/L1 + C2/L2 + ... + Cn/Ln$$

در این فرمول Em نمایانگر غلظت معادل مواجهه با مخلوط حلال‌های آلی و C نمایانگر میانگین تراکم حلال‌های آلی در هوای محیط کار بوده و L حد آستانه مجاز حلال آلی می‌باشد.

پس از محاسبه میانگین غلظتی هر یک از حلال‌های مذکور و جایگذاری در فرمول فوق در صورتی که میزان Em بیش از ۱ باشد نشان‌دهنده بیش از حد مجاز بودن غلظت مخلوط حلال‌های آلی در محیط کار می‌باشد. با توجه به اینکه میانگین غلظت‌های اندازه‌گیری شده بنزن، تولوئن، زایلن واستن در سالن رنگ به ترتیب برابر با ۰/۰۰۱ ، ۵، ۳۱ و۴۲ Part Per Million (PPM) بوده و حدود مجاز هر یک از حلال‌های فوق به ترتیب ۰/۵، ۵۰، ۱۰۰و ۵۰۰ ppm می‌باشند بنابراین میزان Em برابر با عدد ۰/۴۹۶ به دست می‌آید بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که غلظت مخلوط حلال‌های آلی در سالن رنگ این کارخانه حدود نصف حد مجاز مواجهه می‌باشد.

در این مطالعه جهت مقایسه متغیرهای کیفی از آزمون x2 و جهت مقایسه متغیرهای کمی از T-test استفاده شده است. همچنین جهت تعدیل عوامل مخدوش‌کننده و بررسی دقیق‌تر ارتباط بین مواجهه با مخلوط حلال‌های آلی و میزان اختلال در دیدرنگی کارگران، از روش آنالیز آماری رگرسیون لوجستیک (Logistic Regression) استفاده شد. کلیه محاسبات مذکور با استفاده از نرم‌افزار Version 16.5 (SPSS) انجام شد.

نتایج

در این مطالعه محققین به بررسی ۲۷۸ کارگر شاغل در یک کارخانه خودروسازی پرداختند که ۱۲۱ نفر (٪ ۴۳/۵) از آنها جزء گروه مورد و ۱۵۷ نفر (٪ ۵۶/۵) نیز جزء گروه شاهد بودند. میانگین سنی در کل افراد مورد مطالعه ۳۱/۲۴ سال (۵۱-۲۱ سال) بود و میانگین سابقه کار در کل افراد مورد مطالعه ۶/۷۷ سال (۲۲-۰/۵ سال) بود. جدول شماره ۱ به مقایسه گروه‌های مورد و شاهد از نظر شاخص‌های میانگین سنی، سنوات کاری و میانگین مصرف سیگار پرداخته است. همانگونه که از این جدول استنباط می‌شود، دو گروه از نظر سن، سابقه کار و مصرف سیگار با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. همانطور که قبلاً نیز ذکر شد غلظت مخلوط حلال‌های آلی در این سالن کمتر از حد مجاز بود (حدود نصف حد مجاز) و کارگران شاغل در این سالن (گروه مورد) با غلظت کمتر از حد مجاز مخلوط حلال‌های آلی مواجهه داشتند.

در بررسی و مقایسه مجموع انواع اختلالات در دیدرنگی (مجموع Type I، Type II و Type III) در دو گروه، مشخص شد که میزان اختلال دیدرنگی در گروه مورد به طور کاملاً معنی‌داری نسبت به گروه شاهد بیشتر می‌باشد که جزئیات آن درجدول ۲ نشان داده شده است. همانگونه که از جدول ۲ برمی‌آید احتمال ابتلا به اختلال دیدرنگی اکتسابی در کارگران گروه مورد نسبت به کارگران گروه شاهد ۱۱/۵۲ برابر می‌باشد. همچنین میزان اختلال دیدرنگی بر حسب نوع (Type) اختلال در گروه مورد و شاهد به قرار زیر بود:

Type I: در گروه مورد مشاهده نشد و در گروه شاهد ۱ نفر

Type II: در گروه مورد ۸ نفر و در گروه شاهد ۳ نفر

Type III: در گروه مورد ۳۰ نفر و در گروه شاهد ۲ نفر

www.SID.ir
[Downloaded from jmciri.ir on 2026-09-06]

Archive of SID

همانطور که مشاهده می‌شود در گروه مورد بیشترین شیوع اختلال دیدرنگی به Type III (اختلال دیدرنگی در طیف زرد- آبی) اختصاص داشت (۳۰ نفر معادل ۲۴/۷۹٪). همچنین میزان این نوع از اختلال دیدرنگی به طور واضح و معنی‌داری در گروه مورد بالاتر از گروه شاهد بود (P<۰/۰۰۱).

میانگین CCI در کلیه ۲۷۸ کارگر تحت بررسی برابر با ۱/۰۸ (۱/۸۲-۱) بود. میانگین CCI در گروه مورد برابر با ۱/۱۴۶ (۱/۸۲-۱) و در گروه شاهد برابر با ۱/۰۳۰ (۱/۵۴-۱) بود و آزمون‌های آماری نشان دادند که میانگین CCI در گروه مورد به طور معنی‌داری از گروه شاهد بالاتر بود (P<۰/۰۰۱) (جدول۲).

همچنین در این مطالعه از روش آنالیز آماری رگرسیون لوجستیک جهت بررسی دقیق‌تر ارتباط مواجهه با مخلوط حلال‌های آلی و اختلال در دیدرنگی استفاده گردید (جدول شماره ۳) و مشاهده شد که حتی پس از تعدیل اثر متغیرهای سن، سابقه کار و مصرف سیگار باز هم بین مواجهه با مخلوط حلال‌های آلی و مقدار CCI ارتباط معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۰۱). جهت انجام این آنالیز آماری، ابتدا افراد مورد مطالعه برحسب سن به سه گروه کمتر از ۲۸ سال، ۲۸ تا ۳۲ سال و بیشتر از ۳۲ سال تقسیم شدند. بر اساس جدول شماره ۴ بین گروه سنی بالاتر از ۳۲ سال و CCI ارتباط معنی‌داری وجود داشت (P =۰/۰۳۳) ولی در این مطالعه CCI ارتباط معنی‌داری با سابقه کار و مصرف سیگار نداشت (در مورد سابقه کار P =۰/۵۱۱ و در مورد مصرف سیگار P =۰/۰۹).

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه ارتباط معنی‌داری بین مواجهه مزمن شغلی با مخلوط حلال‌های آلی در غلظت‌های کمتر از حد مجاز و ابتلا به اختلال دیدرنگی اکتسابی در کارگران شاغل در سالن رنگ کارخانه دیده شد. در این مطالعه ۳۱/۴ ٪ از کارگران در معرض مواجهه مزمن شغلی با مخلوط حلال‌های آلی، دچار اختلال در دیدرنگی اکتسابی بودند که این میزان در مقایسه با برخی مطالعات بیشتر بود (۲۹،۳۳). بر اساس برخی مطالعات انجام شده اختلال دیدرنگی اکتسابی معمولاً در طیف زرد- آبی تظاهر می‌نماید (که به آن اختلال نوع Tritan هم می‌گویند)، که این اختلال می‌تواند با پیشرفت بیماری به سمت طیف سبز- قرمز هم گسترش یابد (۲۴). همچنین اختلال دیدرنگی اکتسابی می‌تواند سبب ایجاد درگیری به صورت یک‌طرفه و غیرقرینه نیز بشود (۳۴). هر چند که در مطالعه ما کلیه درگیری‌ها به صورت دو طرفه و قرینه بود.

در مطالعه ما شایع‌ترین نوع اختلال دیدرنگی در گروه مورد در طیف زرد- آبی (Type III) و با میزان ۲۴/۷٪ بود که این نتیجه با مطالعات قبلی هماهنگی داشت (۱۴،۳۵). البته اختلال از انواع Type II و Type I هم دیده شد که علت آن می‌تواند پیشرفت بیماری بوده و یا به علت ابتلا به اختلال دیدرنگی مادرزادی به صورت نهفته باشد که حتی با تست Isihara نیز تشخیص داده نشده است. قابل ذکر است برخی مطالعات اختلال دیدرنگی اکتسابی در طیف سبز- قرمز یا ترکیبی از دو طیف زرد- آبی و سبز- قرمز را نیز گزارش نموده‌اند (۲۹).

در مورد مکانیسم پاتوفیزیولوژی اختلال دیدرنگی ناشی از مواجهه با حلال‌های آلی فرضیه‌های مختلفی وجود دارد. مکانیسم اصلی این اختلال بر مبنای تداخل و درگیری راه‌های عصبی- بینایی می‌باشد هر چند که ممکن است درگیری و یا تداخل در اکسون‌ها، غلاف میلین و حتی سلول‌های مخروطی شبکیه چشم نیز به وجود آید (۳۶). طبق بعضی از مطالعات انجام شده در این زمینه، اختلال دیدرنگی درطیف زرد- آبی که بیشتر نشان دهنده، اختلال دیدرنگی اکتسابی می‌باشد، ناشی از درگیری لایه خارجی شبکیه بوده و اختلال دیدرنگی در طیف سبز- قرمز که بیشتر اختلال دیدرنگی مادرزادی را نشان می‌دهد، ناشی از درگیری لایه داخلی شبکیه و یا عصب اپتیک می‌باشد (۳۸،۳۷).

در مطالعه ما مشاهده شد که میانگن شاخص اختلال دیدرنگی (CCI) در گروه مورد، به طور معنی‌داری از گروه شاهد بالاتر بود که این نتیجه با برخی ازمطالعات قبلی هماهنگی داشت (۴۰،۳۹).

در این مطالعه حتی پس از تعدیل اثر سن، سابقه کار و مصرف سیگار، ارتباط مثبت و معنی‌داری بین مواجهه با مخلوط حلال‌های آلی و شاخص اختلال دیدرنگی (CCI) مشاهده شد که با نتایج برخی از مطالعات قبلی هماهنگی داشت (۴۱،۱۹) هر چند که این ارتباط در برخی دیگر از مطالعات گزارش نشده است (۲۹).

در مطالعه ما ارتباط معنی‌داری بین افزایش سن (بیشتر از ۳۲ سال) و شاخص اختلال دیدرنگی (CCI) دیده شد که این موضوع با مطالعات قبلی هماهنگی داشت (۴۲،۱۹). همچنین در این مطالعه ارتباط معنی‌داری از نظر آماری بین مصرف سیگار و شاخص اختلال دیدرنگی (CCI) دیده نشد، قابل ذکر است که برخی از مطالعات ارتباط بین مصرف سیگار و شاخص اختلال دیدرنگی (CCI) را گزارش نموده‌اند که این عدم ارتباط در مطالعه ما می‌تواند به علت مصرف سیگار با مقادیر بیشتر در مطالعات مذکور باشد (۴۴،۴۳). در مطالعه ما ارتباط معنی‌داری بین سابقه کار و شاخص اختلال دیدرنگی (CCI) دیده نشد. هر چند که این موضوع با نتایج حاصل از برخی مطالعات هماهنگی داشت (۲۹) ولیکن ممکن است مواجهه

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-09-06]
www.SID.ir

Archive of SID

با مقادیر کمتر از حد مجاز مخلوط حلال‌های آلی در کارگران تحت بررسی در مطالعه ما، توجیه قابل قبولی جهت این عدم ارتباط باشد. به طور کلی اختلاف در نتایج مطالعات مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت در حجم نمونه، روش مطالعه، نوع و غلظت حلال مورد مطالعه و نوع تست اپتومتری به کار گرفته شده در مطالعه باشد. در این مطالعه ما به بررسی دیدرنگی کارگرانی پرداختیم که با غلظت‌های کمتر از حد مجاز مخلوط حلال‌های آلی مواجهه داشتند، و مشاهده نمودیم که حتی دراین شرایط نیز، درک دیدرنگی می‌تواند مختل شود. از طرف دیگر با توجه به کاربرد وسیع مخلوط حلال‌های آلی در صنایع مختلف، ما به بررسی اثرات مزمن مخلوط حلال‌های آلی پرداختیم، در صورتی که مطالعات قبلی بیشتر به بررسی اثرات یک حلال خاص به ویژه در مواجهات حاد پرداخته‌اند. همچنین در این مطالعه محققین جهت تعدیل اثر احتمالی مواجهه با حلال‌ها به صورت حاد، تنها کارگرانی را وارد مطالعه نمودند که حداقل ۶ ماه از استخدام آنها گذشته بود، همچنین تست‌های اوپتومتری در روز شنبه انجام گردید و کارگران حدود ۴۰ ساعت از مواجهه با هر گونه حلال آلی دور بودند.

با توجه به اینکه مطالعه ما از نوع مقطعی می‌باشد، جهت تأیید نتایج آن نیاز به انجام مطالعات بیشتر و ترجیحاً از نوع آینده‌نگر می‌باشد. در صورتی که نتایج مطالعه ما توسط این مطالعات آینده‌نگر تأیید گردد و نشان داده شود که مواجهه مزمن شغلی با حلال‌های آلی، حتی در غلظت‌های کمتر از حد مجاز می‌تواند سبب بروز اختلال در دیدرنگی گردد، می‌توان پیشنهاد نمود که انجام تست دیدرنگی در معاینات دوره‌ای کارگران مذکور گنجانده شود. به عبارت دیگر با توجه به اینکه در این کارگران احتمال ابتلا به اختلال سیستم عصبی وجود دارد و با در نظرگرفتن این موضوع که اختلال دیدرنگی اکتسابی می‌تواند یک علامت زودرس و هشداردهنده برای بروز اختلال سیستم عصبی محسوب گردد، شاید به توان با انجام تست‌های اپتومتری مناسب و دقیق (مانند تست LD-15) این اختلال را در مراحل اولیه و ساب کلینیکال تشخیص داده و از پیشرفت آن به سمت بروز سایر علائم اختلال سیستم عصبی جلوگیری نمود.

www.SID.ir
[Downloaded from jmciri.ir on 2026-09-06]

Archive of SID

مراجع

1- Dain S. Clinical colour vision tests. Clin Exp Optom 2004; 87: 276–93.

2- Steward S, Cole B. What do colour vision defectives say about everyday tasks? Optom Vis Sci 1989; 66: 288–95.

3- Shin Y, Park K, Hwang J, Won R, Lee J. A New color vision test to differentiate congenital and acquired color vision defects. Ophthalmology 2007;114:1341–7.

4- Smith D. The assessment of acquired dyschromatopsia and clinical investigation of the acquired tritan defect in dominantly inherited juvenile optic atrophy. Am J Optom 1972; 49: 574-88.

5- Kaur S, Mursyid A, Kamaruddin A, Ariffin A. Effect of petroleum derivatives and solvents on colour perception. Clin Exp Optom 2004; 87:4: 339–43.

6- Porkony J, Smith V. Eye disease and color defect. Vision Res 1986; 26: 1573– 84.

7- Ventura D, Simoes A , Tomaza S, Costa M.F , Lagoa M, Costa M.T, Canto-Pereira L, Souza J, Faria M, Silveira L. Colour vision and contrast sensitivity losses of mercury intoxicated industry workers in Brazil. Environmental Toxicology and Pharmacology 2005;19 :523–9.

8- Urban P, Gobba F, Nerudova J, Lukas E, Cabelkova Z, Cikrt M. Color discrimination impairment in workers exposed to mercury vapor. NeuroToxicology 2003;24:711–6.

9- Paramei1 G, Meyer-Baron M, Seeber A. Impairments of colour vision induced by organic solvents: A meta-analysis study. NeuroToxicology 2004;25:803–16.

10- Gobba F, Cavalleri A. Color vision impairment in workers exposed to neurotoxic chemicals. NeuroToxicology 2003;24: 693–702.

11- Puri V, Chaudhry N, Tatke M. N-hexane neuropathy in screen printers. Electromyogr Clin Neurophysiol 2007;47:145-52.

12- Raitta C, Teir H, Tolonen M. Impaired colour vision among viscose rayon workers exposed to carbon disulfide. J Occup Med 1981;23:189–92.

13- Mergler D, Bowler R, Cone J. Colour vision loss among disabled workers with neuropsychological impairment. Neurotoxicol Teratol 1990;12:669–72.

14- Mergler D, Belanger S, Grosbois S. Chromal focus of acquired chromatic discrimination loss and solvent exposure among printshop workers. Toxicology 1988;49:341–8 .

15- Zavalic M, Mandic Z, Turk R. Quantitative assessment of colour vision impairment in workers exposed to toluene. Am J Ind Med 1998;33:297–304.

16- Ruitjen M, Salle H, Verberk M. Special nerve functions and colour discrimination in workers with long term low level exposure to carbon disulphide. Br J Ind Med 1990;47:589–95.

17- Muttray A, Wolters V, Mayer-Popken O. Effect of subacute occupational exposure to toluene on colour vision. Int J Occup Med Environ Health 1995;8:339–45.

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-09-06]

www.SID.ir

Archive of SID

18- Baird B, Camp J, Daniell W. Solvents and colour discrimination ability: non-replication of previous findings. J Occup Med 1994;36:747–51.

19- Semple S, Dick F, Osborne A, Cherrie J, Soutar A, Seaton A, Haites N. Impairment of colour vision in workers exposed to organic solvents. Occup. Environ. Med. 2000;57;582-7.

20- Baker E. Review of recent research on health effects of occupational exposure to organic solvents. J Occup Med 1994;36:1079–92.

21- Gobba F. Color vision: a sensitive indicator of exposure to neurotoxins. Neurotoxicology 2000;21:857-62 .

22- Barry L Cole. Assessment of inherited colour vision defects in clinical practice. Clin Exp Optom 2007; 90: 157–75.

23- Fiedler N, Lerman S: Organic solvents and fules. In Environmental and Occupational Medicine, Chapter 70. Fourth edition. Edited by:Rom W.N., Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, U.S.A.; 2007: p 1103.

24- Campagna D, Stengel B, Mergler D, Limasset J, Diebold F, Michard D, Huel G. Color vision and occupational toluene exposure. Neurotoxicology and Teratology 2001;23: 473– 80.

25- Gong Y, Kishi R, Katakura Y, Tsukishima E, Fujiwara K, Kasai S, Satoh T, Sata F, Kawai T. Relation between colour vision loss and occupational styrene exposure level. Occup Environ Med 2002;59:824–9.

26- Bowler R, Gysens S, Hartney C. Neuropsychological effects of ethylene dichloride exposure. NeuroToxicology 2003;24: 553–62.

27- Schaper M, Demes P, Kiesswetter E, Zupanic M, Seeber A. Colour vision and occupational toluene exposure:results of repeated examinations. Toxicology Letters 2004;151: 193–202.

28- Viaene M. Relation between colour vision loss and occupational styrene exposure. Occup Environ Med 2003;60:222.

29- Lee E, Eum K, Cho S, Cheong H, Paek D. Acquired dyschromatopsia among petrochemical industry workers exposed to benzene. NeuroToxicology 2007;28 :356–63.

30- Good G, Schepler A, Nichols J. The Reliability of the Lanthony Desaturated D-15 Test. Optometry and Vision Science 2005;82:1054–9.

31- Geller A. A table of color distance score for quantitative scoring of the Lanthony Desaturated color vision test. Neurotoxicology and Teratology 2001; 23:265-7.

32- Cohen B.S.: Industrial hygiene measurement and control. In Environmental and Occupational Medicine, Chapter 117.Fourth edition. Edited by:Rom W.N., Lippincott Williams & Wilkins.Philadelphia, U.S.A.;2007:p 1768.

33- Bockelmann I, Lindner H, Peters B, Pfister E. Influence of long term occupational exposure to solvents on colour vision. Ophthalmologe 2003;100:133-41.

34- Birch J. Diagnosis of defective colour vision. 2nd ed. Oxford, UK: Butterworth–Heinemann; 2001.

35- Zdzieszynska M, Gos R. Acquired color vision disturbances as a sensitive marker of chronic exposure to petroleum derivatives. Med Prog 1995;46:121–35.

36- Campagna D, Mergler D, Hugel G, Belanger S, Truchon G, Ostiguy C. Visual dysfunction among

www.SID.ir

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-09-06]

Archive of SID

styrene-exposed workers. Scand J Work Environ Health 1995;21:382–90.

37- Hart W. Color vision. In: Hart WM, editor. Adler's physiology of the eye: clinical application. St. Louis, MO: Mosby-Year Book; 1992. p. 708–27.

38- Gobba F, Galassi C, Imbriani M, Ghittori S, Candela S, Cavalleri A. Acquired dyschromatopsia among styrene exposed workers. J Occup Med 1991;33:761–5.

39- Ihrig A, Nasterlack M, Dietz M, Hoffmann J, Triebig G. Pilot study on prevalence of color vision dysfunction in long-term solvent-exposed painters. Ind Health. 2003;41:39-42.

40- Dick F, Semple S , Chen R, Seaton A. Neurological deficits in solvent-exposed painters: a syndrome including impaired colour vision, cognitive defects, tremor and loss vibration sensation . Q J Med 2000;93:655-61.

41- Mergler D, Blain L. Assessing colour vision loss among solvent-exposed workers. Am J Ind Med 1987;12:195–203.

42- Bowman K, Collins M, Henry C. The effect of age on panel D-15 and desaturated D-15: A quantitative evaluation. Doc Proc Ophthalmol Ser 1984;39:227–31.

43- Erb C, Nicaeus T, Adler M, Isensee J, Zrenner E, Thiel H. Colour vision disturbances in chronic smokers. Graefer's Arch 1999;237:377–80.

44- Lomax R, Ridgway P, Meldrum M. Does occupational exposure to organic solvents affect colour discrimination. Toxicol Rev 2004;23:91-121.

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-09-06]

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: مقایسه گروه مورد و شاهد از نظر متغیرهای مطالعه			
متغیر	گروه مورد	گروه شاهد	سطح معنی‌داری
سن (سال) (میانگین ± SD)	۳۱/۸۳ ± ۵/۹۶	۳۰/۷۸ ± ۴/۹۷	۰/۱۱۹
سابقه کار (سال) (میانگین ± SD)	۶/۴۶ ± ۳/۶۵	۷/۰۰ ± ۳/۵۱	۰/۲۰۸
مصرف سیگار(پاکت – سال) (میانگین ± SD)	۱/۰۶ ± ۰/۴۱	۱/۹۶ ± ۰/۵۰	۰/۶۲۹

جدول ۲: فراوانی اختلال دیدرنگی و میانگین CCI در گروه‌های مورد و شاهد		
	مجموع اختلال دیدرنگی* (Type I + Type II + Type III + Type IV) (تعداد – درصد)	شاخص اختلال دیدرنگی** (CCI) (میانگین ± S.D.)
گروه مورد	۳۸ – ٪۳۱/۴۰	۱/۱۴۶ ± ۰/۱۹۸
گروه شاهد	۶ – ٪۳/۸۰	۱/۰۳۰ ± ۰/۰۸۷
O.R. (Confidence Interval)	۱۱/۵۲ (۴/۶۷ – ۲۸/۳۸)	---

*P< 0.001 by Pearson's Chi – Square Test

**P< 0.001 by Independent – Sample T - Test

جدول۳: آنالیز رگرسیون لوجستیک در مورد ارتباط متغیرهای مطالعه با CCI					
متغیر	β	S.E	O.R.	C.I.	P-Value
ثابت	۰/۱۹۳	۰/۲۵۶	---	---	۰/۴۵۱
سن (سال)					
< ۲۸			۱/۰۰		
۲۸–۳۲	۰/۵۰۹	۰/۳۴۰	۱/۶۶۴	۰/۸۵۴ – ۳/۲۴۰	۰/۱۳۴
۳۲ <	۰/۷۳۵	۰/۳۴۵	۲/۰۸۵	۱/۰۶۱ – ۴/۰۹۵	۰/۰۳۳
سابقه کار (سال)					
≤ ۷			۱/۰۰		
> ۷	۰/۲۱۰	۰/۳۲۰	۱/۲۳۴	۰/۶۵۹ – ۲/۳۰۹	۰/۵۱۱
مصرف سیگار	۰/۶۷۳	۰/۳۹۷	۰/۵۱۰	۰/۲۳۴ – ۱/۱۱۲	۰/۰۹۰
مواجهه با مخلوط حلال‌های آلی	۱/۱۱۷	۰/۲۴۷	۳/۰۵۶	۱/۷۸۵ – ۵/۲۳۴	<۰/۰۰۱

(CCI = 1 = Normal & CCI > 1=Abnormal)

[Downloaded from jmciri.ir on 2026-09-06]

www.SID.ir