

## **Evaluation of prevalence of acquired color vision impairment in detergent factory workers**

Negar Pilvar <sup>1</sup>, **Ebrahim Jafarzadehpur** <sup>\*2</sup>, Ali Mirzajani <sup>2</sup>, Mohammad Khalaj <sup>3</sup>, Mehdi Khabazkhoob <sup>4</sup>

<sup>1</sup>. MS in optometry, Optometry Department, Tehran University of Medical Science (TUMS), Tehran, Iran

<sup>2</sup>. Associate professor, Optometry Department, Tehran University of Medical Science (TUMS), Tehran, Iran.

(corresponding author) ejafarzadehpur@tums.ac.ir

<sup>3</sup>. Assistant professor, Ghazvin University of Medical Science, Ghazvin Iran.

<sup>4</sup>. PhD candidate, Noor ophthalmology Research Center, Tehran, Iran.

**Received: 2012.7.7      Accepted: 2012.10.7**

### **ABSTRACT**

**Background and Aim:** Color vision is an important function of the visual system. Therefore, this study was aimed to evaluate the effect of chronic occupational exposure to detergents on color vision ability in different group.

**Materials and Methods:** This descriptive study was conducted in a detergent producer factory on all (300) workers who were in detergents production hall. After considering exclusion criteria, 279 persons were qualified to participate in the study. General visual exam and color vision test was performed for participants. Their color vision was evaluated by Ishihara and Farnsworth D-15.

**Results:** 12.9% of participants showed color vision disorder , the prevalence of which was mostly related to powder groups.

**Conclusion:** Chronic occupational exposure to excess amount of detergents can cause acquired color vision disorder.

**Key words:** Color vision, Occupational exposure, Detergents workers

**Cite this article as:** Negar Pilvar, Ebrahim Jafarzadehpur, Ali Mirzajani, Mohammad Khalaj, Mehdi Khabazkhoob. Evaluation of prevalence of acquired color vision impairment in detergent factory workers. J Rehab Med 2013; 2(1): 1-6.

## بررسی فراوانی اختلال دید رنگ اکتسابی کارکنان بخش های مختلف کارخانه ی مواد شوینده

نگار پیلوار<sup>۱</sup>، ابراهیم جعفرزاده پور<sup>۲\*</sup>، علی میرزاجانی<sup>۲</sup>، محمد خلیج<sup>۳</sup>، مهدی خباز خوب<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد اپتومتری، گروه اپتومتری، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

<sup>۲</sup> دانشیار گروه اپتومتری، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

<sup>۳</sup> دکترای تخصصی، استادیار گروه اپتومتری، دانشگاه علوم پزشکی قزوین

<sup>۴</sup> دانشجوی PhD اپیدمیولوژی، مرکز تحقیقات بیمارستان چشم پزشکی نور

### چکیده

#### مقدمه و اهداف

دید رنگ یکی از عملکردهای مهم سیستم بینایی است. بنابر این این مطالعه به منظور بررسی تاثیر مواجهه ی مزمن شغلی با مواد شوینده روی دید رنگ در گروه های مختلف انجام می پذیرد.

#### مواد و روش ها

این مطالعه ی توصیفی در یک کارخانه ی مواد شوینده بر روی همه ی ۳۰۰ نفر انجام شد. بعد از لحاظ کردن معیار های خروج ۲۷۹ نفر واجد شرایط در این مطالعه شرکت داده شدند. معاینات کلی بینایی و تست دید رنگ بر روی همه ی کارکنان انجام پذیرفت. در این مطالعه اختلال دید رنگ با تست ایشی هارا و فرانسفورت D15 به انجام رسید.

#### یافته ها

اختلال دید رنگ ۱۲/۹ درصد به دست آمد که در این میان افرادی که در قسمت پودر مشغول به کار بودند، اختلال دید رنگ بیشتری را گزارش کردند.

#### نتیجه گیری

مواجهه ی شغلی مزمن با مقادیر زیاد از حد مواد شوینده می تواند منجر به اختلال دید رنگ اکتسابی شود.

#### واژگان کلیدی

دید رنگ، مواجهه ی شغلی، مواد شوینده و کارکنان

پذیرش مقاله ۱۳۹۱/۷/۱۵ \*

\* دریافت مقاله ۱۳۹۱/۴/۱۶

**نویسنده مسؤل:** دکتر ابراهیم جعفرزاده پور. تهران، میرداماد، میدان مادر، خیابان شهید شاه نظری، دانشکده توانبخشی. دانشگاه علوم

پزشکی تهران

تلفن: ۲۲۲۲۸۰۵۱، فکس: ۲۲۲۲۰۹۴۶

آدرس الکترونیکی: [ejafarzadehpur@tums.ac.ir](mailto:ejafarzadehpur@tums.ac.ir)

## مقدمه و اهداف

دید رنگ یکی از عملکردهای مهم سیستم بینایی است که اختلالات آن به طرق مختلف طبقه بندی می شود. یکی از روش های تقسیم بندی این اختلال براساس تئوری تضاد رنگی مطرح می شود<sup>[۱-۳]</sup>. اختلال دید رنگ زرد آبی و اختلال سبز-قرمز مبنای طبقه بندی این اختلال محسوب می شود. اختلال دید رنگ اکتسابی بیشتر از نوع آبی - زرد است<sup>[۴]</sup>. ولی برخی مطالعات نشاندهنده آن است که می تواند طیف قرمز-سبز در اختلالات اکتسابی درگیر گردد.<sup>[۵]</sup>

عوامل محیطی از جمله استفاده از برخی داروها، تماس با مواد شیمیایی در محیط کار و ابتلا به بیماری های سیستمیک مانند دیابت و اختلالات نورولوژیکی موجب اختلال دید رنگ می شوند<sup>[۶-۹]</sup>. استفاده از داروهای قلبی و همچنین داروهای ضد افسردگی مثل هیدرازین به دلیل ایجاد التهاب و آتروفی عصب اپتیک موجب اختلال دید رنگ می شود<sup>[۹]</sup>. افزایش سن نیز می تواند باعث بروز تغییرات غیرقابل برگشتی در دید رنگ شود که شایعترین آن ها کاتاراکت است و باعث شده برخی رنگ ها (مخصوصا آبی و زرد) به نظر مات و تیره برسند.<sup>[۱۰-۱۱]</sup>

تماس با حلال های ارگانیک می تواند علائم گذرای روی سیستم عصبی ایجاد کند. از جمله این علائم می توان به سردرد و سرگیجه در غلظت های کم تا متوسط و مشکلات تنفسی و قلبی - عروقی در غلظت های بالا اشاره کرد<sup>[۱۲]</sup>. مطالعات گذشته بیانگر این است که اختلالات در مراحل اولیه قابل بازگشت بوده اما با پیشرفت بیماری، علائم می تواند غیر قابل بازگشت باشد<sup>[۱۳-۱۴]</sup>. حلال های ارگانیک تأثیراتی در قسمت های مختلف سیستم عصبی، عدسی، لایه های شبکیه و عصب اپتیک می گذارند که این تأثیرات موجب اختلال دید رنگ می شود<sup>[۱۵-۱۶]</sup>. اختلال در دید رنگ می تواند روی فعالیت های روزمره و کاری فرد تأثیر منفی بگذارد<sup>[۱۷]</sup>.

اختلال دید رنگ در مراحل اولیه ساب کلینیکال است و تنها توسط آزمون های دقیق و مناسب دید رنگ که نشان دهنده اختلال زرد-آبی هستند، تشخیص داده می شوند.<sup>[۱۸]</sup> بر اساس مطالعات انجام شده، اثر مواد نوروتوکسین حداقل پس از ۶ ماه تماس با فرد نمایان می شود.<sup>[۱۹]</sup> بنابراین کارکنان مورد بررسی در این مطالعه، حداقل یکسال در مواجهه با مواد شوینده بودند. در سال های اخیر تأثیر رنگ در جامعه به خصوص در محیط های کاری افزایش یافته است. بنابراین بسیاری از مشاغل و تخصص ها به درجاتی از تشخیص رنگ نیاز دارند مانند استفاده گسترده از کد های رنگی که کمک زیادی به تشخیص اشیاء مشابه می کند. نداشتن دید رنگ مناسب منجر به کاهش بازدهی و کارایی افراد می شود<sup>[۷]</sup>.

افرادی که در کارخانه مشغول به کار هستند هم در معرض حلال های شیمیایی مختلفی هستند هم ممکن است سال های متعددی در تماس با آن ها باشند بنابراین این افراد می توانند شانس ابتلا به اختلال دید رنگ را به صورت جدی تری داشته باشند. با توجه به حساسیتی که کار در محیط کارخانه با مواد شیمیایی و کد های رنگی در محیط کار وجود دارد و اختلالات احتمالی دید رنگ ممکن است به خوبی درک نشود و از طرفی دیگر این افراد ممکن است بسته به نوع شغل خود دچار اختلال دید رنگ شوند لذا لازم است این افراد که در تماس با عوامل محیطی هستند، مورد بررسی قرار بگیرند.

بنابراین ما در این مطالعه به مقایسه ی اختلال دید رنگ اکتسابی کارکنان گروه های مختلف در یک کارخانه ی مهم مواد شوینده ایران پرداختیم.

## مواد و روش ها

این مطالعه به صورت مقطعی در یک کارخانه ی مواد شوینده انجام گرفت. روش اجرای طرح بدین صورت است که چنانچه هر یک از کارکنان برای شرکت در طرح تحقیقاتی داوطلب باشند، توضیحات لازم در رابطه با اهداف تحقیق به آن ها ارائه شده و با امضای فرم رضایت نامه در تحقیق شرکت داده می شوند.

معیارهای خروج شامل بیماری های چشمی ( گلوکم، کاتاراکت )، سابقه ی بیماری عروقی (دیابت)، فشار خون، اختلالات سیستم عصبی ( پارکینسون، آلزایمر )، سن بالای ۳۵ سال، مصرف داروهای نروتوکسینی مانند ( اتمبولت، کلروکین، دیجیتال، فیتوتین )، اختلال دید رنگ مادرزادی و حدت بینایی کمتر از ۶/۱۰ در هر کدام از چشم ها با بهترین اصلاح توسط چارت اسنلن

می باشد .

پس از تکمیل پرسشنامه معاینات انجام می گیرد که شامل معاینات اپتومتری از جمله بررسی میزان دید و ثبت آن توسط چارت اسنلن ، رتینوسکوپ ( Heine BETA 200 ) و اتورفرکتومتر ( Topcon R M-8800 ) ، معاینه با افتالموسکوپ ( Heine k180 ) و تست دید رنگ ( D-15) Farnsworth و Ishihara pseudo Isochromatic plates است .  
روش نمونه گیری تمام شماری است و با توجه به رابطه مربوط به برآورد حجم نمونه، حجم نمونه برآورد شده به مراتب کمتر از تعداد پرسنل شاغل در این شرکت بوده است.

در این تحقیق ۳۰۰ نفر مورد بررسی قرار گرفتند که بعد از لحاظ کردن معیار های خروج ۲۷۹ نفر شامل ۲۵ زن و ۲۵۴ مرد، باقی ماندند. مراحل انجام تست نیز بدین صورت است که، ابتدا حدت بینایی کارکنان توسط چارت اسنلن مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس تست ایسی هارا به منظور مشخص شدن اختلال دید رنگ مادرزادی انجام شد و پس از آن اختلال دید رنگ اکتسابی در کارکنانی که در مواجهه با مواد شوینده بودند با استفاده از تست D-15 بررسی شد.

### شرایط انجام تست دید رنگ

شرایط نوری تست باید مشابه نور روز باشد که بدین منظور می توان از لامپ مکبث که حدود LUX650\_100 باشد، استفاده کرد که این لامپ ها نباید گلیر ایجاد کنند. تست باید به صورت تک چشمی و در فاصله ی ۶۰ سانتی متری انجام شود و فرد باید با بهترین دید اصلاحی باشد. تست دید رنگ نباید بلافاصله بعد از تست هایی مانند افتالموسکوپ که در آن نور شدیدی استفاده می شود انجام شود. نوار های رنگی مورد استفاده در تست نباید خمیدگی و تاری داشته باشند. محدودیت زمانی برای انجام تست وجود ندارد اما دامنه ی تقریبی آن ۳۰ ثانیه تا ۳ دقیقه است.<sup>[۲۰]</sup> همه ی کارکنان باید به یک شیوه تست شوند و در هنگام معاینه و بررسی اطلاعات ، اپتومتریست نباید از اسامی خبرداشته باشد.

بر اساس این تست اختلال دید رنگ به ۴ دسته کلی زیر تقسیم می گردد : 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 : نامشخص.<sup>[۲۰]</sup>  
جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار آماری SPSS20 استفاده شد. آمار توصیفی (محاسبه شاخص های تمایل مرکزی و شاخص های پراکندگی) با استفاده از جداول متناسب صورت گرفته است.

### یافته ها

میانگین سنی در کل افراد مورد مطالعه  $32/38 \pm 3/19$  سال ( ۱۸-۳۵ سال)، میانگین سابقه کار  $5/03 \pm 9/68$  سال ( ۱۷\_۱ سال) و میانگین ساعت کاری ۴۸ ساعت در هفته بود.  
نتایج به دست آمده از تست دید رنگ به این صورت است که از ۲۷۹ نفر مورد مطالعه ۳۶ نفر (۱۲/۹ درصد) دچار اختلال دید رنگ هستند که همگی مرد بودند.  
اختلال دید رنگ در گروه های مختلف و توزیع فراوانی اختلال دید رنگ گروه های مختلف بر اساس نوع اختلال در جدول ۲ و ۱ دیده می شود.

جدول ۱. توزیع اختلال دید رنگ در گروه های مختلف آزمودنی

|               | واحد اشتغال آزمودنی ها |       |       |           |        |
|---------------|------------------------|-------|-------|-----------|--------|
|               | پودر                   | اداری | خدمات | بسته بندی | مایعات |
| نرمال         | ۶۱                     | ۶۰    | ۳۰    | ۳۵        | ۵۷     |
| شرایط دید رنگ | ۱۲/۶                   | ۹۲/۳  | ۸۳/۳  | ۸۷/۵      | ۸۷/۷   |
|               | (تعداد) و (درصد)       |       |       |           |        |
| غیر نرمال     | ۱۲                     | ۵     | ۶     | ۵         | ۸      |
|               | ۱۶/۴                   | ۷/۷   | ۱۶/۷  | ۱۲/۵      | ۱۲/۳   |
|               | (تعداد) و (درصد)       |       |       |           |        |

جدول ۲. توزیع فراوانی اختلال دید رنگ گروه های مختلف بر اساس نوع اختلال

| واحد اشتغال آزمودنی ها   |                         | مابعات | بسته بندی | خدمات | اداری | پودر  |
|--------------------------|-------------------------|--------|-----------|-------|-------|-------|
| انواع اختلال دید رنگ     | I نوع (تعداد) و (درصد)  | ۱      | ۲         | ۱     | ۱     | ۴     |
|                          |                         | ٪۰/۳۵  | ٪۰/۷۱     | ٪۰/۳۵ | ٪۰/۳۵ | ٪۱/۴۳ |
|                          | II نوع (تعداد) و (درصد) | ۱      | ۰         | ۰     | ۰     | ۱     |
|                          |                         | ٪۰/۳۵  | ٪۰        | ٪۰    | ٪۰    | ٪۰/۳۵ |
| III نوع (تعداد) و (درصد) | ۴                       | ۳      | ۴         | ۴     | ۷     |       |
|                          | ٪۱/۴۳                   | ٪۱/۰۷  | ٪۱/۴۳     | ٪۱/۴۳ | ٪۲/۵  |       |
| IV نوع (تعداد) و (درصد)  | ۱                       | ۰      | ۱         | ۰     | ۰     |       |
|                          | ٪۰/۳۵                   | ٪۰     | ٪۰/۳۵     | ٪۰    | ٪۰    |       |

## بحث

شیوع اختلال دید رنگ در ۱۲/۹٪ از کارکنان این مرکز تولیدی حاکی از شیوع نسبتاً زیاد این اختلال در این جمعیت مورد بررسی است. درصد اختلال دید رنگ در بین کارگرانی که با مواد شوینده در تماس بودند و مدت زمان مواجهه و/یا نوع مواجهه متفاوتی داشتند، نتایج یکسانی را نشان نمی دهد. این نتایج در مقایسه با سایر مطالعات که در آن شیوع اختلال دید رنگ را در مردان جوان ایرانی ۸ درصد می دانند اختلافی در حدود ۵٪ افزایش شیوع اختلال دید رنگ را نشان می دهد. این اختلاف شاید بخاطر کار روزانه با مواد شوینده و تماس با آن باشد. سایر مطالعات نیز که در گروه های صنعتی انجام شده است این احتمال را تایید می کند. [۲۵-۲۱] لذا این احتمال مطرح است که عوامل شغلی و/یا محیطی بر شیوع بیشتر اختلال دید رنگ در جامعه مورد مطالعه تاثیر داشته باشد.

بر اساس مطالعات انجام شده مواد شیمیایی مختلفی روی دید رنگ تاثیر می گذارند. [۶-۹، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۶] اما در مورد مواد شوینده مطالعه ی جدی انجام نشده است. بسیاری از ساختارهای بافت عصبی از جمله صفحات میلینی، آکسون ها و غشای سلولی سرشار از لیپید می باشند [۲۰] که این ساختارها در مواجهه با مواد شیمیایی تاثیر می پذیرند [۶، ۲۶]. یکی از نشانه های اولیه نوروٹوکسین ناشی از مواد آلی، اختلال دید رنگ است [۶].

خوشبختانه میزان اختلال دید رنگ اکتسابی در این مطالعه نسبت به برخی مطالعات مشابه از نسبت کمتری برخوردار بود. [۲۷] از آنجا که در انسان حساسیت به طول موج های کوتاه نور بعد از ۴۰ سالگی کاهش پیدا می کند و اختلال دید رنگ به سمت الگوی می رود که مشابه با اختلال ناشی از محلول های آلی است [۲۸-۲۹] در مطالعه فعلی به منظور جلوگیری از این عامل مخدوش کننده، حد اکثر سن نمونه ها ۳۵ سال و میانگین سنی حدود ۳۲ سال در نظر گرفته شده بود. اما در مطالعات دیگر افراد بالای ۴۰ سال نیز مورد بررسی قرار گرفته و در نتیجه اختلال دید رنگ مطالعه فعلی از فراوانی کمتری نسبت به دیگر مطالعات برخوردار است. همچنین به نظر می رسد که مواد شیمیایی مختلف روی شدت اختلال دید رنگ تاثیر متفاوتی دارند. این مواد پراکندگی و جذب محیطی متفاوتی می توانند داشته باشند. به دلیل وجود تهویه مناسب در محیط کار مطالعه فعلی، اختلال دید رنگ کمتری گزارش شده است.

بسیاری از مطالعات به اثرات حاد مواد شیمیایی در نمونه ها پرداخته اند. [۳۰] به نظر می رسد مواجهه با برخی مواد شیمیایی در طول ساعت کاری اثرات حاد و گذرای روی دید رنگ افراد به جا بگذارد ولی در این مطالعه جهت جلوگیری از تاثیر حاد این مواد تست های دید رنگ در روز شنبه و اولین ساعات کاری هفته انجام پذیرفت.

اختلال دید رنگ توسط مواد شیمیایی مختلف آمار متفاوتی را نشان می دهد [۱۹] که بیانگر این است که مواد شیمیایی مختلف اختلال دید رنگ متفاوتی را موجب می شود. اگر این مواد شیمیایی در فضای کارخانه به طور یکسان پخش شده بود می بایست اختلال دید رنگ در قسمت های مختلف مشابه هم بود اما بر اساس جدول شماره یک، اختلال دید رنگ در قسمتی که در تماس

با پودر مواد شوینده بودند از افرادی که در بخش اداری بودند بیشتر است. تفاوت اختلال دید رنگ در گروه های مختلف کارکنان کارخانه نشان می دهد که کار با مواد شوینده می تواند روی دید رنگ تاثیر بگذارد. در گروه خدماتی نیز به دلیل اینکه افراد در شغل اختصاصی خود نبوده و از حفاظ های لازم برخوردار نیستند مورد آسیب قرار گرفته اند. همچنین به دلیل اینکه آن مواد شوینده در فضا پخش بوده است حتی افراد اداری نیز مورد اختلال دید رنگ اکتسابی قرار گرفته اند.

همانگونه که ذکر شد در این مطالعه اختلال دید رنگی در طیف زرد - آبی ( نوع III ) با میزان ۷/۹ درصد است که نسبت به دیگر اختلالات از میزان بیشتری برخوردار بوده و با برخی از مطالعات قبلی هماهنگی داشت [۶،۱۴]. شایع ترین نوع اختلال دید رنگ اکتسابی، نوع III (زرد- آبی) است [۳۱]. اختلال دید رنگ نوع زرد- آبی به دلیل تغییراتی در لایه های خارجی شبکیه و نوع سبز- قرمز به دلیل تغییراتی در لایه های داخلی شبکیه و یا عصب اپتیک اتفاق می افتد [۳۲-۳۴]. حساسیت سلول های مخلوطی آبی در مقایسه با سلول های قرمز و سبز نسبت به نوروتوکسین ها بیشتر است [۳۵]. اختلال دید رنگ معمولا از نوع III است که معمولا در مراحل اولیه اختلال اتفاق می افتد ولی ممکن است در حالات شدیدتر، نوع II هم مشاهده شود [۵،۳۶].

### نتیجه گیری

مواجهه مزمن شغلی با مواد شیمیایی که از طریق سیستم تنفسی، مخاط چشم، پوست و سیستم گوارش ممکن است جذب بدن شود، می تواند دوز خونی متفاوت و در نتیجه تاثیر متفاوتی را بر سلولهای بینایی ایجاد نماید. بنابراین، انتظار می رود در مواجهه با مقادیر بیش از حد مجاز مخلوط حلال های آلی، با مکانیزم اثر متفاوت، شاهد تغییرات متفاوت و شیوع متفاوتی از اختلال دید رنگ باشیم.

بنابراین ممکن است بتوان با ایجاد شرایط کاری و بینایی مناسب و با به کارگیری آزمون های اپتومتری مناسب و دقیق مانند آزمون D15 این تاثیر را به حداقل رساند. توصیه می شود تست رنگ D15 بعنوان تست غربالگری، درمعاینات ادواری کارگران مواجهه بامواد شوینده استفاده شود تا این اختلال را در مراحل اولیه و ساب کلینیکال تشخیص داده و از پیشرفت بیماری به سمت بروز سایر علائم اختلال سیستم عصبی جلوگیری شود.

### منابع

1. Guth SL, Massof RW, Benzsawel T. Vector model for normal and dichromatic color vision. J Opt Soc Am. 1980; 70(2):197-212.
2. Ingling CR Jr, Huong-Peng-Tsou B. Orthogonal combinations of three visual channels. Vision Res. 1977; 17(9):1075-82.
3. Jameson, D. Theoretical issues of color vision. In Jameson, D. & Hurvich, L. M. (Eds). New York: Springer. 1972; 4: 381412.
4. Dain S. Clinical color vision tests. Clin Exp Optom. 2004; 87(4-5):276-93.
5. Mergler D. Color vision loss: a sensitive indicator of the severity of optic neuropathy, in: B.L. Johnson (Ed.). Neurobehavioral Toxicology: Applications in Environmental and Occupational Health, Lewis, Chelsea, 1990; pp. 175-182.
6. Lee E, Eum K, Cho S, Cheong H, Paek D. Acquired dyschromatopsia among petrochemical industry workers exposed to benzene. Neurotoxicology. 2007;28(2):356-63
7. Fletcher R, Voke J. Defective color vision: fundamentals, diagnosis, and management. Br J Ophthalmol. 1986; 70(2): 159.
8. Schaper M, Demes P, Kiesswetter E, Zupanec M, Seeber A. Colour vision and occupational toluene exposure: results of repeated examinations. Toxicol Lett. 2004 15; 151(1):193-202.
9. Muttray A, Wolters V, Jung D AND Konietzko J. Effects of High Doses of Toluene on Color Vision. Neurotoxicol Teratol. 1999; 21(1):41-5.
10. Shinomori K, Scheffrin BE, Werner JS. Age-related changes in wavelength discrimination. J Opt Soc Am A. 2001; 18(2): 310-318.
11. Swanson WH, Fish GE. Age-related changes in the color-match-area effect. Vision Res. 1996;36(14):2079-85

12. Moen B, Hollund B. Exposure to organic solvents among car painters in Bergen. *Ann Occup Hyg.* 2000;44(3):185-9
13. Godin A, Dubielzig R, Giuliano E, Ekesten B. Retinal and optic nerve degeneration In cattle after accidental acrylamide intoxication. *Vet Ophthalmol.* 2000;3(4):235-239
14. Iregren A, Andersson M, Nylen P. Color vision and occupational chemical exposures. An overview of tests and effects. *Neurotoxicology.* 2002;23(6):719-33
15. Pokorney J, Smith VC, Verriest G, Pinkers AJ. Congenital and acquired color vision defects. New York, NY: Grune and Stratton; 1979.P.210-23
16. Till C, Westall CA, Rovet JF, Koren G. Effects of maternal occupational exposure to organic solvents on offspring visual function: a prospective controlled study. *Teratology.* 2001;64(3):134-41
17. Tagarelli A, Piro A, Tagarelli G, Lantieri P, Risso D, Olivieri R. Color blindness in everyday life and car driving. *Acta Ophthalmol Scand.* 2004; 82(4):436-42
18. Gobba F. Color vision: a sensitive indicator of exposure to neurotoxins. *Neurotoxicology.* 2000;21(5):857-62
19. Attarchi M, Kuhpayezade J, Labafinejad Y, Mohammadi S. Effects of exposure to low concentrations of mixed organic solvents on color vision. *Journal of Medical Council of Islamic Republic of Iran.* 1388; 27(3):307-316. [In Persian]
20. Chiappa HK. Principles of evoked potentials. In: Chiappa HK. *Evoked Potentials in Clinical Medicine.* 2<sup>nd</sup> Ed. New York: Raven Press, 1990; 1:1-37
21. Nabavi Zadeh SH, Nejabat M. Prevalence of congenital color blindness in secondary school students in Yasuj. *Armaghane-danesh. Journal of Yasuj University of Medical Sciences.* 2000; 5(20-19): 18-24. [In Persian]
22. Naser Khaki M, Malekzadeh M. Prevalence of color vision defect in students of the Dental Faculty of Kerman during 1992-97. *Shahid Beheshti Medical Sciences University Journal of the Dental School.* 2000; 17(4): 267-271. [In Persian]
23. Jafarzadehpur E, Ahmadzadeh F, Hassanpour N, Gholamyan A. Color discrimination improvement in color blinds. *Scientific Journal of the Eye Bank of I.R. Iran.* 1999; 5(1): 3-7. [In Persian]
24. Rastegar A. Prevalence of color blindness in students of the middle and high schools of Yazd. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences and Health Services.* 2000; 7(4): 22-26. [In Persian]
25. Reshadat S, Azami N, Ghasemi S.R, Almasi A, Azizi A. The frequency of color blindness in male drivers Samnalaymeh Clinic Kermanshah (87-1384). *Journal of Kermanshah University of medical science.* 1385; 16:5. [In Persian]
26. Campagna D, Stengel B, Mergler D, Limasset JC, Diebold F, Michard D, et al. Color vision and occupational toluene exposure. *Neurotoxicol Teratol.* 2001; 23(5):473-80
27. Mir Saeed Attarchi, Yasser Labbafinejad, Saber Mohammadi. Occupational exposure to different levels of mixed organic solvents and color vision impairment. *Neurotoxicol Teratol.* 2010;32(5):558-62
28. Pinckers A. Color vision and age. *Ophthalmologica.* 1998;181(1):23-30
29. Werner JS, Peterzell DH, Scheetz AJ. Light, vision and aging. *Optom. Optom Vis Sci.* 1990; 67(3):214-29
30. Mergler D, Blain L. Assessing color vision loss among solvent exposed Workers. *Am J Ind Med.* 1987; 12(2):195-203
31. Verriest G. Further studies on acquired deficiency of color discrimination. *J Opt Soc Am.* 1963; 53:185-95
32. Gobba F, Galassi C, Imbriani M, Ghittori S, Candela S, and Cavalleri A. Acquired Dyschromatopsia among styrene exposed workers. *J Occup Med.* 1991; 33(7):761-5.
33. Hart WM. Color vision. In: Hart WM, editor. *Adler's physiology of the eye: Clinical application.* St. Louis, MO: Mosby-Year Book, 1992; p.708-27.
34. Birch J. *Diagnosis of defective color vision.* 2<sup>nd</sup> Ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2001. P.114-49.
35. Zrenner E, Riedel KG, Adamczyk R, Gilg T, Liebhardt E. Effects of ethyl alcohol on the electrooculogram and color vision. *Doc Ophthalmol.* 1986 Nov 15;63(4):305-12
36. Hart WM. Acquired dyschromatopsia. *Surg Ophthalmol.* 1987;32:10-31