Journal of Health and Safety at Work 2022; 12(1): 54-66

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Experimental Study on the Effect of monitor height on Eye Indices Influencing Eye Discomfort among VDT Workers

Adel Mazloumi [1*], Sajjad Samiei [1], Reza Pourbabaki [2]

[1] *Department of Occupational Health Engineering, School of health, Tehran University of medical sciences, Tehran, Iran*
[2] *Student research committee, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran*

Received: 2020-7-11 Accepted: 2022-1-11

ABSTRACT

Introduction: Nowadays, excessive computer use in the workplace has raised concerns about the health status of VDT workers, particularly complaints about eye discomforts. Due to the importance of the eyelids and eye closure parameters on eye health during computer works and the direct effect of monitor height on these parameters, this study was aimed to examine the effect of different monitor heights adjustment on the eye indicators and eye discomfort among participants.

Material and Methods: In this study, any changes in the eye indicators including blink rate, the eye blink opening and closing time, the blink opening rate in three different monitor heights (standard, low, and high) were examined among 11 participants. The blink rate and the eye blink opening and closing time were measured and evaluated using videotaping and analyzing by an image processing software, developed in this study. Participants were also asked to complete a questionnaire for eye fatigue assessment due to daily computer uses.

Results: Results showed that the highest rate of eye blink was at the standard height of the monitor, and this rate was significantly different at three different heights of monitors (high, standard, and low) ($p<0.05$). The lowest blink rate was observed at low and high heights with an average of 7.3 and 7.8 and the highest blink rate at standard height with an average of 8.9 blink per minute, respectively. Meanwhile, image processing and analyzing of eye surface showed, in average, 16% decrease in the opening rate of the eye surface by decreasing the height of the monitor, and 15% increase by increasing it, relative to the standard mode of monitor.

Conclusion: To protect users from computer-related eye strain, it is recommended to correct monitors height to the standard height along with typing and data entry training for keyboarding skill development and minimizing working times as a result. What is more, a proper work-rest schedule when working with computer can be considered as an effective countermeasure to prevent from eye strain.

Keywords: *Eye blinking, monitor height, eye fatigue, computer*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Mazloumi A, Samiei S, Pourbabaki R. Experimental Study on the Effect of monitor height on Eye Indices Influencing Eye Discomfort among VDT Workers, J Health Saf Work. 2022; 12(1): 54-66.

1. INTRODUCTION

Progress in technology affects different aspects of working life including clerical works, designing, medical facilities, and day-to-day work. During last decades, working with Video Display Terminals (VDT) has become widespread and popular in daily life. Major complaints of VDT users usually include musculoskeletal disorders, stress, mental disorders, and eye fatigue. In a review of CVS, Computer-aided vision syndrome, Reddy found that more than 90% of computer users may experience symptoms such as eye strain, headache, eye dryness, diplopia, and blurred vision.

One of the main functions of eye blinking, as a completely involuntary action, is to keep the eye wet and prevent moisture evaporation from the eye's outer surface. Also, blinking protects the eye against injury, removes particles that may drop in the eye and also helps to remove cellular debris. Previous researches have shown that the blinking rate is reduced when working with computers.

* Corresponding Author Email: *amazlomi@tums.ac.ir*

Copyright © 2022 The Authors.
Published by Tehran University of Medical Sciences

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

Dry eye is highly associated with ocular symptoms and disorders. It has a negative impact on the people's quality of life in various functional aspects including physical, social, and psychological. Also, dry eye has a negative effect on the performance of office workers and may cause a significant reduction in productivity in industries, too. One of the aspects of workstation design that can lead to discomfort is the height of electronic screens. This study aimed to examine the effect of different monitor heights adjustment on ocular indicators and eye discomfort among computer users.

2. MATERIAL AND METHODS

This experimental study was conducted among 11 participants to determine any changes in the eye indicators including blink rate, the eye blink opening and closing time, the blink opening rate of them in three different monitor heights.

The predetermined three heights of monitor included A) standard height (10 cm below the line of sight) B) below the standard height (10 cm below the standard height of the monitor in standard mode), C) above the standard height (10 cm higher than the height of the monitor in the standard position). The number of participants was based on the previous similar studies and the conditions existed for this controlled laboratory study.

Inclusion criteria included working with a computer for at least 3 hours per day, no history of a disease, eye disorder, or eye surgery, not taking drugs that affect vision, not using glasses or contact lenses, and not smoking. At the beginning of the experiment, the subjects were given a demographic questionnaire, and they started the experiment after being fully informed of the study's subject and purpose. Also, the participants completed the eye fatigue questionnaire related to their daily computer work.

In this study, the number of blinks and the time of opening and closing of the eyelids were calculated through videotaping and analyzing videos using a special image processing software, developed in this study. To determine eye indicators, participants read the pre-prepared text continuously for 10 minutes at three: standard height, below the standard, and above the monitor's standard heights. The text on the monitor was same for all of the participants. Likewise, other parameters including eye distance from the monitor (75 cm), angle and brightness of the monitor, test time, and ambient light (500 Lux) all were kept the same among all participants. Each participant started reading the text on the monitor and in the meantime, the participant's face and eyes images were recorded. The recorded images were then uploaded in the software and relevant analyses were performed independently for each conditions.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Tables 1 and 2 show demographic characteristics of the participants, with an average age of 25±1 years. The results showed no significant relationship between eye fatigue and gender ($p > 0.05$) for three

Table 1. Demographic characteristics of the participants

	Min	Max	Mean
Age (year)	24	27	25.25
Hours of computer use per day	3	7	4.58
Hours of mobile use per day	1	8	3.92
Average hours of sleep per night	6	9	7.33
Last night's sleep hours	5	7	6.42

Table 2. Findings related to eye fatigue of computer users

Variable	Not fatigue (%)	Low fatigue (%)	Moderate fatigue (%)	High fatigue (%)
Eye strain	0	41.66	8.34	50
Visual impairment	50	25.01	16.67	8.34
Eye surface disorder	33.33	41.66	8.34	16.67
Extraocular problems	8.34	25.01	33.32	33.32
Final score	22.92	33.33	16.66	27.09

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

Table 3. Complete and incomplete blink rate and eye surface opening at three different monitor heights

	Low Height				Standard Height				High Height			
	Complete Blink rate (per min)	Incomplete Blink rate (per min)	Right eye surface opening	Left eye surface opening	Complete Blink rate (per min)	Incomplete Blink rate (per min)	Right eye surface opening	Left eye surface opening	Complete Blink rate (per min)	Incomplete Blink rate (per min)	Right eye surface opening	Left eye surface opening
Mean	7.31	5.97	36.03	36.14	8.9	6.56	42.84	42.65	7.8	6.3	49.28	49.93
Standard deviation	6.4	6.2	8.67	8.63	6.9	6.7	7.58	8.32	6.7	6.2	10.1	7.98

different monitor heights (Table 3).

4. CONCLUSIONS

Findings in the present study showed that the highest rate of blinking was related to the standard height of the monitor and blinking rate was significantly different at three different heights of the high, standard, and low levels. The lowest rate of blinking was belong to the low and high height with an average of 7.3 and 7.8 times per minute, respectively, and the highest number of blinking was for standard height with an average of 8.9 times per minute. The results also showed that with decreasing the height of the monitor compared to the standard mode, the amount of eye surface opening decreased by an average of 16% and with increasing the height of the monitor compared to the standard mode, the amount of eye surface opening increased by an average of 15%. Previous researches showed that adults blink on average once every 4 seconds, but when they are concentrating on a subject or performing a task that requires high concentration, the number of blinks drops to 3 to 4 times per minute. This change causes stress on the eyes which leads to dry eyes. In this study, no relationship was observed between gender and blink rate at the three different heights. A study by Yolton et al. found no difference in the number of blinks between men and women. According to the study results, it was observed that there was no significant relationship between gender and eye fatigue ($p>0.05$). Also, in a study conducted by Darsanj et al. to evaluate eye fatigue in bank employees, it was found that eye fatigue was not significantly associated with gender. In the present study, no remarkable difference was observed between the opening and closing times of the eyelids at three different heights of monitor. Reading electronic texts increases the percentage of incomplete blinking. Previous studies have reported that experiencing eye problems in computer users is associated with an increase in incomplete blink rate.

It is recommended that the screen should be located below the line of sight, i.e., the center of the screen should be 15 to 20 degrees (10 to 15 cm) below the line of sight. The 20-20-20 rule can relax the eyes by looking at a distant point (20 feet away) after 20 minutes of working with the computer for 20 seconds.

Excessive focus on the screen reduces the blinking rate and results in dry eyes. The number of blinks decreases to 5 to 9 times per minute while working with a computer, however, the average blink rate when you are not working with a computer is 20 to 24 times per minute. In this regard, to prevent dryness of the eye's surface, blink voluntarily. Studies have shown that the voluntarily blinking rate can be increased up to 14 times per minute.

5. ACKNOWLEDGMENT

The study was founded by Tehran University of Medical Sciences (TUMS).

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

تأثیر ارتفاع مانیتور بر روی شاخص‌های مؤثر در بروز ناراحتی‌های چشمی کاربران کامپیوتر

عادل مظلومی[1*]، سجاد سمیعی[1]، رضا پوربابکی[2]

[1] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

[2] کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۲۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۱

چکیده

مقدمه: پیشرفت‌های تکنولوژیکی در محیط کار باعث افزایش نگرانی در مورد سلامتی کاربران کامپیوتر شده است و شکایات عمده آن‌ها معمولاً در خصوص ناراحتی‌های مربوط به ناحیه چشم می‌باشد. با توجه به اهمیت سلامت چشم و تأثیر پلک زدن در حالت طبیعی بر آن، چندین دهه است که این موضوع توسط ارگونومیست ها، متخصصین چشم، روانشناسان و دیگر متخصصان موردمطالعه قرار گرفته است. با در نظر گرفتن شیوع ناراحتی‌های چشمی ناشی از کار با کامپیوتر در مشاغل مختلف، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر ارتفاع مانیتور بر روی شاخص‌های مؤثر در بروز و شیوع ناراحتی‌های چشمی در کاربران کامپیوتر صورت گرفت.

روش کار: در این مطالعه شاخص‌های چشمی ازجمله تعداد پلک زدن، زمان باز و بسته شدن پلک چشم، میزان بازشدگی پلک چشم در سه ارتفاع مختلف مانیتور (ارتفاع استاندارد، پائین تر و بالاتر از استاندارد) بر روی ۱۱ نفر شرکت‌کننده در قالب یک مطالعه آزمایشگاهی موردبررسی قرار گرفت. تعداد پلک زدن و زمان باز و بسته شدن پلک از طریق فیلم‌برداری و تحلیل آن با استفاده از نرم‌افزار اختصاصی پردازش تصویر صورت گرفت. همچنین، پرسشنامه خستگی چشم در ارتباط با کار روزمره با کامپیوتر نیز تکمیل گردید.

یافته ها: کمترین میزان پلک زدن در ارتفاع پایین و بالا به ترتیب با میانگین ۷/۳ و ۷/۸ بار در دقیقه و بیشترین تعداد پلک زدن در ارتفاع استاندارد با میانگین ۸/۹ بار در دقیقه به دست آمد و نرخ پلک زدن در سه ارتفاع مختلف بالا، استاندارد و پایین دارای اختلاف معنی‌داری بود ($p<0,05$). با کاهش ارتفاع مانیتور نسبت به حالت استاندارد، میزان بازشدگی سطح چشم به‌طور میانگین ۱۶ درصد کاهش یافته و با افزایش ارتفاع مانیتور نسبت به حالت استاندارد به‌طور میانگین ۱۵ درصد میزان بازشدگی سطح چشم افزایش داشته است.

نتیجه گیری: جهت محافظت کاربران در برابر خطرات چشمی مرتبط با کامپیوتر توصیه می‌شود طراحی مجدد ایستگاه کار با تأکید بر اصلاح ارتفاع مانیتور صورت گیرد. اگر اصلاح ارتفاع مانیتور همراه با اقدامات دیگر از قبیل آموزش و ارتقای مهارت تایپ و کار با صفحه‌کلید، به حداقل رساندن زمان کار و افزایش استراحت در حین کار با رایانه انجام پذیرد، احتمالاً تأثیر قابل‌توجهی بر کاهش ناراحتی‌های چشمی حاصل خواهد شد.

کلمات کلیدی: *پلک زدن، ارتفاع مانیتور، خستگی چشم، کاربران کامپیوتر*

نحوه استناد به این مقاله

مظلومی عادل، سمیعی سجاد، پوربابکی رضا. تأثیر ارتفاع مانیتور بر روی شاخص‌های مؤثر در بروز ناراحتی‌های چشمی کاربران کامپیوتر. *فصلنامه بهداشت و ایمنی کار*. ۱۴۰۱؛ (۱) ۱۲: ۵۴-۶۶.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: amazlomi@tums.ac.ir

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

مقدمه

پیشرفت تکنولوژی تأثیرات زیادی بر روی جنبه‌های زندگی ازجمله کارهای اداری، طراحی‌ها، امکانات پزشکی، کارهای روزانه گذاشته است (۱). امروزه کار با پایانه‌های تصویری که به‌اختصار به آن VDT[1] گویند بسیار گسترده و در زندگی روزمره مورد استقبال بسیار زیادی قرار گرفته است (۲). در سال ۲۰۰۸ تعداد رایانه‌های شخصی مورداستفاده از یک میلیارد پیشی گرفت و با رشد سریع تکنولوژی، در اوایل سال ۲۰۱۴ به دو برابر رسید (۳). طبق مطالعات گزارش‌شده اخیر، بزرگ‌سالان به‌طور متوسط حدود ۸/۵ ساعت در روز با صفحه‌نمایش‌های الکترونیکی در ارتباط هستند (۴).

همچنین پیشرفت‌های سریع تکنولوژی در محیط‌های کاری باعث افزایش نگرانی در مورد سلامتی کاربران کامپیوتر شده است (۵). مشاغل کار با کامپیوتر دارای تحرک کمی بوده و نیاز به انرژی کمتری در مقایسه با کار فیزیکی دارند، اما در مقابل نیازمند پردازش‌های شناختی و توجهات ذهنی بیشتری هستند (۶). در اوایل، مطالعات مربوط به کار با کامپیوتر عمدتاً بر روی پرتوها و خطرات ناشی از آن تمرکز داشت، ولی به‌تدریج شکایات چشمی حاصل از استفاده از کامپیوتر به موضوع اصلی چنین مطالعاتی تبدیل شده است(۷). به دلیل استفاده روزافزون از کامپیوتر در ساختار اداری و اجتماعی، به نظر می‌رسد که در آینده‌ای نزدیک، علائم چشمی و بدنی ناشی از کار با کامپیوتر به یکی از مسائل مهم سلامت جوامع تبدیل شود و عوارض عمده‌ای برای سلامت نیروی کار به بار آورد (۸).

شکایات عمده کاربران VDT معمولاً شامل ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی، استرس، اختلالات روانی و خستگی چشم می‌باشد (۹). از زمانی که کامپیوتر بخشی از زندگی روزانه ما شده است، هر روز افراد بیشتری ناراحتی‌های چشمی متعددی در ارتباط با استفاده از کامپیوتر تجربه می‌کنند(۱۰). Reddy در یک مطالعهٔ مروری بر روی سندرم بینایی ناشی از کار با کامپیوتر یا CVS[2] نشان داد که بیش از ۹۰ درصد کاربران کامپیوتر ممکن است نشانه‌های بیماری از قبیل فشار چشمی، سردرد، خشکی و دوبینی چشم و تاری دید را تجربه کرده باشند(۱).

با توجه به اهمیت سلامت چشم و تأثیر پلک زدن بر آن، چندین دهه است که این موضوع توسط ارگونومیست ها، متخصصین چشم، روانشناسان، روان‌پزشکان و دیگر متخصصان موردمطالعه قرار گرفته است. به‌طورکلی هدف از پلک زدن به‌عنوان یک عمل کاملاً غیرارادی، مرطوب نگه‌داشتن چشم و جلوگیری از تبخیر رطوبت از سطح بیرونی چشم می‌باشد، همچنین، پلک زدن به دفاع از چشم در برابر آسیب‌دیدگی، حذف ذراتی که روی چشم رسوب می‌کند و نیز حذف باقیمانده‌های سلولی کمک می‌کند (۱۱). پژوهش‌ها نشان می‌دهد در هنگام کار با کامپیوتر، نرخ پلک زدن کاهش می‌یابد. Tsubota و Nakamori نرخ پلک زدن در ۱۰۴ نفر از کارمندان دفتری را در حالت استراحت، خواندن کتاب و یا مشاهده متون الکترونیکی در صفحه‌نمایش مقایسه کردند. متوسط نرخ پلک زدن در حالت استراحت ۲۲ بار در دقیقه بوده؛ درحالی‌که در هنگام خواندن کتاب یا مشاهده صفحه‌نمایش الکترونیکی ۷ تا ۱۰ بار در دقیقه بوده است(۳). عنوان شده که کاهش نرخ پلک زدن می‌تواند به‌عنوان یک عامل بالقوه برای خشکی چشم و علائم مرتبط با آن در نظر گرفته شود (۱۲).

خشکی چشم ارتباط زیادی با نشانه‌ها و ناراحتی‌های چشمی دارد و باعث تأثیر منفی بر کیفیت زندگی افراد در جنبه‌های مختلف عملکردی ازجمله فیزیکی، اجتماعی و روانی-اجتماعی می‌شود(۱۳). همچنین، خشکی چشم تأثیر منفی بر روی عملکرد کارکنان اداری دارد و نیز ممکن است باعث کاهش قابل‌توجهی در بهره‌وری در صنایع شود. در مقابل، کنترل و مدیریت ناراحتی‌های چشمی می تواند به افزایش بهره‌وری در مشاغل مختلف کمک کند (۱۴). سندرم خشکی چشم (DES[3]) به‌عنوان

1 visual display terminal

2 Computer vision syndrome

3 Dry eye syndrome

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

یک عامل شناخته‌شده در حال رشد فزاینده است و علائمی نظیر نقص در کمیت و یا کیفیت اشک چشم، آسیب سطح چشم و علائم آزار دهنده از قبیل سوزش چشم، خشکی، خستگی و اختلالات بینایی را در بر می‌گیرد (۱۵).

ارتفاع قرارگیری صفحه‌نمایش‌های الکترونیکی یکی از جنبه‌های طراحی ایستگاه‌های کاری است که نامناسب بودن آن می‌تواند منجر به ایجاد ناراحتی گردد. استانداردهای ایزو و استرالیا توصیه‌های مشابهی در خصوص زاویه قرارگیری صفحه‌نمایش نسبت به چشم کرده‌اند که بعدها در یک بازبینی محدودهٔ بین ۱۵ تا ۴۵ درجه زیر خط افقی چشم عنوان شد (۱۶, ۱۷).

با توجه به گستردگی شیوع ناراحتی‌های چشمی ناشی از کار با کامپیوتر در مشاغل مختلف به‌خصوص در کاربران ایرانی، مواردی مشاهده می‌شود که جهت افزایش ارتفاع مانیتور از زیر مانیتورهایی استفاده می‌گردد که هرکدام از شکل و سایزهای مختلفی برخوردار بوده و به نظر می‌رسد معیار ارگونومیک و استانداردی برای آن وجود ندارد. با توجه به این مشکل شایع در محیط‌های کار با کامپیوتر، ارزیابی شاخص‌های چشمی مرتبط با این موضوع و بهینه‌سازی ارتفاع مانیتور یکی از مسائل مهم در این زمینه به شمار می‌رود؛ بنابراین، هدف مطالعه حاضر تعیین تأثیر ارتفاع مانیتور بر شاخص‌های چشمی مؤثر در بروز و شیوع ناراحتی‌های چشمی در بین کاربران کامپیوتر بود.

روش کار

این مطالعه به‌صورت تجربی (آزمایشگاهی) با هدف تعیین تأثیر ارتفاع‌های متفاوت مانیتور شامل الف) ارتفاع استاندارد (۱۰ سانتیمتر پایین‌تر از خط دید چشم) (۱۸, ۱۹)، ب) ارتفاع زیر حد استاندارد (۱۰ سانتیمتر پایین از ارتفاع قرارگیری مانیتور در حالت استاندارد)، ج) ارتفاع بالای حد استاندارد (۱۰ سانتیمتر بالاتر از ارتفاع قرارگیری مانیتور در حالت استاندارد) بر روی شاخص‌های چشمی ازجمله تعداد پلک زدن، زمان باز و بسته شدن چشم، میزان بازشدگی پلک چشم بر روی ۱۱ نفر شرکت‌کننده صورت گرفت. این تعداد با توجه به پیشینه مطالعات مشابه انجام‌شده و شرایط کنترل‌شده آزمایشگاهی تعیین شد(۲۰). معیارهای ورود افراد به مطالعه شامل کار کردن با کامپیوتر حداقل به میزان ۳ ساعت در روز، نداشتن هرگونه سابقه بیماری، اختلالات چشمی و جراحی چشم، عدم مصرف داروهایی که بر روی بینایی تأثیر می‌گذارد، عدم استفاده از عینک و لنز و عدم استعمال سیگار بود.

در این پژوهش ۱۱ دانشجوی پسر و دختر شاغل به تحصیل در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران به‌صورت تصادفی (۶ پسر و ۵ دختر) با میانگین سنی ۱±۲۵ انتخاب و جهت شرکت در مطالعه دعوت شدند. در ابتدای آزمایش به افراد پرسشنامه دموگرافیک داده شد و افراد پس از آگاهی کامل از عنوان و هدف مطالعه وارد آزمایش شدند. همچنین، پرسشنامه خستگی چشم در ارتباط با کار روزمره با کامپیوتر نیز توسط شرکت‌کنندگان تکمیل گردید. این پرسشنامه توسط حبیبی و همکاران با آلفای کرونباخ ۰/۷۵ طراحی و اعتبار سنجی شده که دارای ۱۵ سؤال با ۴ حیطه شامل استرین چشمی، اختلال دید، اختلال سطح چشم و مشکلات خارج چشم و شامل طیف لیکرت ۱۰ درجه از صفر تا ۱۰ می‌باشد (۲۱).

در این مطالعه تعداد پلک زدن و زمان باز و بسته شدن پلک از طریق فیلم‌برداری و تحلیل آن با استفاده از نرم‌افزار اختصاصی پردازش تصویر که در این مطالعه طراحی و ساخته شد، انجام شد. در خصوص فعالیت انجام‌شده به‌منظور اعتباربخشی نرم‌افزار و ارزیابی صحت و دقت پردازش اطلاعات توسط آن، در ادامه توضیحاتی ارائه‌شده است. برای تعیین شاخصه‌های چشم، از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا به‌صورت ثابت و پیوسته به مدت ۱۰ دقیقه متنی را که از قبل آماده شده بود را در سه ارتفاع زیر حد استاندارد، حد استاندارد و بالای حد استاندارد مانیتور مطالعه نمایند. همچنین، از افراد خواسته شد تا در حین مطالعه متن، وضعیت خود را حفظ کرده و حتی‌الامکان از حرکت در جهات مختلف خودداری کنند. با توجه به ابعاد آنتروپومتری مختلف افراد، ارتفاع چشم آن‌ها به‌صورت ثابت و به ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر از

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

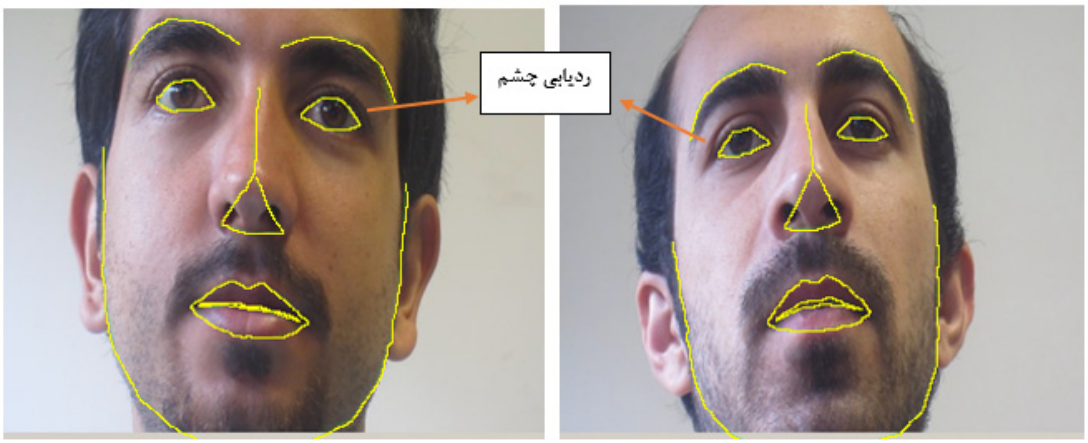
شکل ۱. ارتفاع چشم نشسته (A)، ارتفاع نشیمنگاه (B)، ارتفاع میز (C)، ارتفاع لبه فوقانی مانیتور (D)، فاصله چشم تا مرکز مانیتور (E)

سطح زمین تعیین گردید و تنظیم سه ارتفاع مانیتور در سه حالت ارتفاع استاندارد، بالا و پایین با توجه به ارتفاع چشم نشسته صورت گرفت. برای جلوگیری از هرگونه اثر احتمالی ترتیب تنظیم ارتفاع مانیتور بر متغیرهای وابسته طرح، ترتیب انجام آزمون در این سه ارتفاع برای هر فرد به‌صورت تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار اکسل مشخص گردید. متن موجود بر روی مانیتور برای تمامی شرکت‌کنندگان یکسان بود. همچنین تمامی پارامترها ازجمله فاصله چشم تا مانیتور (۷۵ سانتی‌متر)، زاویه مانیتور نسبت به سطح افق، میزان درخشندگی و روشنایی سطح مانیتور، زمان انجام آزمایش و میزان روشنایی محیط (۵۰۰ لوکس) برای تمام شرکت‌کنندگان یکسان در نظر گرفته شد. در این مطالعه از نمایشگر LG با ابعاد ۲۱ اینچ استفاده گردید. در شکل ۱ نمایی از محیط آزمایش نشان داده شده است.

سپس، هریک از شرکت‌کنندگان شروع به خواندن متن بر روی مانیتور کرده و در حین خواندن متن از چهره و چشمان فرد فیلم‌برداری صورت گرفت. همچنین، متون مورداستفاده در این مطالعه به‌صورت داستان‌هایی در نظر گرفته شد که جهت خواندن آن‌ها به بار ذهنی بالایی نیاز نباشد و متون حالت خنثی داشته و محتوی آن سبب ایجاد هیجانات مثبت یا منفی روان‌شناختی در افراد ایجاد نکند. این متون با فونت و اندازه مشخص در مرکز صفحه‌نمایش کامپیوتر نشان داده می‌شد. جهت اعتبارسنجی و ارزیابی صحت و دقت نرم‌افزار طراحی‌شده، تعداد پلک زدن در چند فیلم به‌صورت تصادفی و دستی (چشمی) شمارش شد. این فیلم‌ها در نرم‌افزار فراخوانی شده و مجدداً با استفاده از نرم‌افزار شمارش به‌صورت اتوماتیک انجام شد. سپس، میزان همبستگی و دقت موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد نرم‌افزار با ضریب همبستگی ۰/۹۵ از دقت بالایی در شمارش صحیح و دقیق نرخ پلک برخوردار است. در این مطالعه سرعت پلک زدن افراد نیز موردبررسی قرار گرفت. جهت تعیین سرعت پلک زدن، زمان بسته و باز شدن کامل چشم برحسب میلی‌ثانیه در نظر گرفته شد. اساس کار جهت تعیین سرعت پلک زدن (زمان باز و بسته شدن چشم) بدین‌صورت است که زمانی ک چشم در حالت باز و خواندن متن می‌باشد به‌صورت چشم باز در نظر گرفته می‌شود و به‌محض اینکه پلک حرکت کرده و فرآیند پلک زدن آغاز می‌شود، محاسبه زمان بسته و باز شدن چشم تا باز شدن کامل چشم شروع می‌شود.

در خصوص نحوه کار با نرم‌افزار، به‌طورکلی، تصاویر ضبط‌شده از چهره افراد، در نرم‌افزار فراخوانی شده و آنالیزهای مربوطه هر بار به‌صورت مجزا انجام می‌گرفت. در انتها، خروجی به‌صورت اکسل نمایش داده شده

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]
[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]



شکل ۲. نحوه ردیابی چشم و ساختار صورت توسط نرم‌افزار

جدول ۱. نتایج مربوط به مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در مطالعه آزمایشگاهی (کمی) (N=11)

	حداقل	حداکثر	میانگین
سن (سال)	۲۴	۲۷	۲۵/۲۵
میزان استفاده از کامپیوتر در روز (ساعت)	۳	۷	۴/۵۸
میزان استفاده از موبایل در روز (ساعت)	۱	۸	۳/۹۲
میانگین ساعات خواب شبانه (ساعت)	۶	۹	۷/۳۳
ساعات خواب شب گذشته (ساعت)	۵	۷	۶/۴۲

و نمودار مربوط به هرکدام از سیگنال‌های ثبت‌شده از حرکات پلک چشم هر فرد تهیه و جهت اطمینان از صحت داده‌های ثبت‌شده، قبل از شمارش تعداد پلک زدن و سایر شاخصه‌های چشمی، داده‌ها به‌صورت دیداری مورد بازبینی قرار می‌گرفت. در شکل ۲ نحوه ردیابی چشم توسط نرم‌افزار ارائه شده است.

یافته ها

یافته‌های مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک افراد شرکت‌کننده در مطالعه با میانگین سنی ۱±۲۵ سال به‌صورت کمی و کیفی به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

یافته‌های مربوط به خستگی چشمی کاربران کامپیوتر در جدول ۳ آورده شده است. نتایج نشان داد که بین خستگی چشم و جنسیت ارتباط معناداری وجود ندارد ($P>0.05$). یافته‌های مربوط به شاخص‌های چشمی به تفکیک سه ارتفاع مختلف مانیتور در جدول ۴ آورده شده است. مقیاس پلک زدن برحسب تعداد در دقیقه و میزان بازشدگی سطح چشم برحسب پیکسل گزارش شده است.

در این مطالعه سرعت پلک زدن افراد نیز مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های مربوط به زمان بسته و باز شدن چشم در جدول ۵ آورده شده است.

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه تأثیر ارتفاع مانیتور بر روی شاخصه‌های چشمی ازجمله نرخ پلک زدن موردبررسی قرار گرفت. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که بیشترین میزان پلک زدن مربوط به ارتفاع استاندارد مانیتور بوده و نرخ پلک زدن در سه ارتفاع مختلف بالا، استاندارد و پایین دارای اختلاف معنی‌داری بود. پس از انجام آنالیز توسط

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

جدول ۲. نتایج مربوط به مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در مطالعه آزمایشگاهی (کیفی) (N=11)

متغیر	پاسخ‌ها	تعداد (درصد)
جنسیت	مرد	۶ (٪۵۴/۵۴)
	زن	۵ (٪۴۵/۴۵)
استفاده از اشک مصنوعی	استفاده	۱ (٪۹/۰۹)
	عدم استفاده	۱۰ (٪۹۰/۹۰)
دست غالب	راست	۱۰ (٪۹۰/۹۰)
	چپ	۱ (٪۹/۰۹)
سطح تحصیلات	لیسانس و پایین‌تر	۰
	فوق‌لیسانس و بالاتر	۱۱ (٪۱۰۰)
میزان مهارت تایپ	مبتدی (دو انگشتی)	۱ (٪۹/۰۹)
	نیمه‌حرفه‌ای (ده انگشتی با نگاه به صفحه‌کلید)	۹ (٪۸۱/۸۱)
	حرفه‌ای (ده انگشتی بدون نگاه کردن به صفحه‌کلید)	۱ (٪۹/۰۹)
میزان آگاهی در ارتباط با ارتفاع مناسب مانیتور	کم	۰
	متوسط	۷ (٪۶۳/۶۳)
	زیاد	۴ (٪۳۶/۳۶)
فعالیت بدنی (ورزش)	بدون ورزش	۱ (٪۹/۰۹)
	۱-۳ روز در هفته	۸ (٪۷۲/۷۲)
	هر روز	۲ (٪۱۸/۱۸)

جدول ۳. میزان خستگی چشم افراد شرکت‌کننده در مطالعه آزمایشگاهی (N=11)

متغیر	بدون خستگی (درصد)	خستگی کم (درصد)	خستگی متوسط (درصد)	خستگی زیاد (درصد)
استرین چشمی	۰	۴۱/۶۶	۸/۳۴	۵۰
اختلال دید	۵۰	۲۵/۰۱	۱۶/۶۷	۸/۳۴
اختلال سطح چشم	۳۳/۳۳	۴۱/۶۶	۸/۳۴	۱۶/۶۷
مشکلات خارج چشمی	۸/۳۴	۲۵/۰۱	۳۳/۳۲	۳۳/۳۲
امتیاز نهایی	۲۲/۹۲	۳۳/۳۳	۱۶/۶۶	۲۷/۰۹

جدول ۴. نرخ پلک زدن کامل و ناقص (تعداد در دقیقه) و میزان بازشدگی سطح چشم حاصل از آنالیز تصاویر ضبط‌شده از چهره افراد در سه ارتفاع مختلف مانیتور (N=11)

	ارتفاع پایین				ارتفاع استاندارد				ارتفاع بالا			
	تعداد پلک زدن (بار در دقیقه)	تعداد پلک ناقص (بار در دقیقه)	میزان بازشدگی سطح چشم راست (پیکسل)	میزان بازشدگی سطح چشم چپ (پیکسل)	تعداد پلک زدن	تعداد پلک ناقص	میزان بازشدگی سطح چشم راست	میزان بازشدگی سطح چشم چپ	تعداد پلک زدن	تعداد پلک ناقص	میزان بازشدگی سطح چشم راست	میزان بازشدگی سطح چشم چپ
میانگین	۷/۳۱	۵/۹۷	۳۶/۰۳	۳۶/۱۴	۸/۹	۶/۵۶	۴۲/۸۴	۴۲/۶۵	۷/۸	۶/۳	۴۹/۲۸	۴۹/۹۳
انحراف معیار	۶/۴	۶/۲	۸/۶۷	۸/۶۳	۶/۹	۶/۷	۷/۵۸	۸/۳۲	۶/۷	۶/۲	۱۰/۱	۷/۹۸

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

جدول ۵. میانگین زمان باز و بسته شدن چشم در سه ارتفاع مختلف برحسب میلی‌ثانیه (N=11)

ردیف	ارتفاع پایین	ارتفاع استاندارد	ارتفاع بالا
میانگین	۱۶۷/۷۹	۱۵۸/۹۵	۱۴۷/۷۲
انحراف معیار	۸۱/۷	۷۰	۸۵/۳

نرم‌افزار، خروجی نرم‌افزار بدین‌صورت مشاهده شد که کمترین میزان پلک زدن در ارتفاع پایین و بالا به ترتیب با میانگین ۷/۳ و ۷/۸ بار در دقیقه و بیشترین تعداد پلک زدن در ارتفاع استاندارد با میانگین ۸/۹ بار در دقیقه به دست آمد. همچنین یافته‌ها نشان داد که با کاهش ارتفاع مانیتور نسبت به حالت استاندارد میزان بازشدگی سطح چشم به‌طور میانگین ۱۶ درصد کاهش یافت و با افزایش ارتفاع مانیتور نسبت به حالت استاندارد، میزان بازشدگی سطح چشم به‌طور میانگین ۱۵ درصد افزایش می‌یابد. کمترین میزان پلک زدن در ارتفاع پایین مشاهده گردید که با مطالعات صورت گرفته در این زمینه همخوانی دارد (۲۲, ۲۳) و دلیل آن را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که پایین بودن مانیتور می‌تواند باعث کاهش میزان بازشدگی پلک، کاهش میزان خشکی سطح چشم و نتیجتاً کاهش تعداد پلک زدن شود (۲۴).

مطالعات گزارش کرده‌اند که میانگین پلک زدن در بزرگ‌سالان هر ۴ ثانیه یک بار می‌باشد و زمانی که چشم‌ها بر روی موضوعی تمرکز می‌کنند و یا فرد مشغول انجام کاری با تمرکز بالاست تعداد پلک زدن به ۳ تا ۴ بار در دقیقه کاهش می‌یابد. این تغییر باعث ایجاد استرس بر روی چشم می‌شود که منجر به ایجاد خشکی چشم می‌گردد (۲۵). در زمان خواندن متن و یا کتاب از روی مانیتور به دلیل افزایش تمرکز و توجه بر روی متن، نرخ پلک زدن کاهش می‌یابد (۲۶).

همچنین، هیچ‌گونه ارتباطی بین جنسیت و نرخ پلک زدن در سه ارتفاع مختلف ۰/۰۵ مشاهده نشد ($p>0/05$). مطالعه‌ای که توسط Yolton و همکاران صورت گرفت مشاهده گردید که بین زن و مرد بودن تفاوتی در تعداد پلک زدن وجود ندارد (۲۷) اما مطالعه‌ای دیگر که در بین دانشجویان صورت گرفت مشخص گردید که بین جنسیت و تعداد پلک زدن ارتباط معنی‌داری وجود دارد و در مردان تعداد پلک زدن کمتر از زنان است (۲۸). با توجه به نتایج مطالعه مشاهده گردید بین جنسیت و خستگی چشم ارتباط معنی‌داری وجود ندارد ($p>0/05$). در مطالعه‌ای که توسط Darsanj و همکاران به‌منظور بررسی خستگی چشم در کارمندان بانک انجام گرفت مشخص گردید که خستگی چشم با جنسیت ارتباط معناداری نداشته است (۲۹). همچنین در مطالعه حاضر مشاهده گردید که زمان باز و بسته شدن پلک در سه ارتفاع مختلف تفاوت چشمگیری ندارد. همچنین بین ساعات کاری کار با کامپیوتر در طول روز و خستگی چشم ارتباط معناداری یافت نشد ($p>0/05$) ولی مشاهده شد که با افزایش ساعت کار با کامپیوتر میزان خستگی چشم کاربران افزایش می‌یابد.

محققان نشان داده‌اند که پلک زدن ناقص می‌تواند منجر به ناراحتی‌های چشمی شود (۳۰, ۳۱). همچنین خواندن متون الکترونیکی منجر به افزایش درصد پلک زدن ناقص می‌شود (۲۶). در مطالعات گذشته گزارش شده است که تجربه مشکلات چشمی در کاربران کامپیوتر با افزایش نرخ پلک زدن ناقص مرتبط می‌باشد. مطالعات بسیاری تفاوت بین پلک زدن کامل و ناقص را در دو شرایط مطالعه بر روی کاغذ و مانیتور موردبررسی قرار داده‌اند و نشان داده‌اند که خواندن متن از روی صفحه‌نمایش می‌تواند باعث افزایش پلک زدن ناقص شود (۲۶, ۳۲, ۳۳).

توصیه می‌شود در زمان کار با کامپیوتر، روشنایی محیط اطراف به اندازه نیمی از روشنایی سطح مانیتور باشد. همچنین توصیه می‌شود صفحه‌نمایش پایین‌تر از

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

خط دید قرار گیرد. به عبارتی مرکز صفحه‌نمایش باید ۱۵تا۲۰ درجه۱۰ (تا ۱۵ سانتی‌متر) زیر خط دید قرار گیرد و زاویه صفحه‌نمایش نسبت به خط دید افقی باید بین ۲۰ تا ۵۰ درجه باشد. قرارگیری مانیتور پایین‌تر از خط دید چشم باعث کاهش تماس سطح چشم با هوا شده که خود می‌تواند منجر به کاهش تبخیر اشک از سطح چشم گردد. جهت استراحت دادن به چشم‌ها، می‌توان از قانون ۲۰-۲۰- ۲۰استفاده کرد. بدین‌صورت که کاربر پس از ۲۰دقیقه کار با کامپیوتر به مدت۲۰ ثانیه به نقاط دور (فواصل ۲۰ فوتی) نگاه کند. این قانون باعث می‌شود چشم از حالت تمرکز و فوکوس خارج شده و به استراحت بپردازد. هم‌چنین جهت استراحت دادن به چشم‌ها می‌توان از توصیه متخصصین چشم در آمریکا استفاده کرد. بدین‌صورت که پس از۲ ساعت کار مداوم با کامپیوتر،۱۵ دقیقه وقفه نیاز است. درصورتی‌که میزان روشنایی مانیتور از میزان روشنایی محیط کار بیش‌تر باشد، استرس و فشار بیش‌تری بر روی چشم وارد می‌شود؛ بنابراین توصیه می‌شود میزان روشنایی محیط کار نسبت به روشنایی مانیتور بیش‌تر باشد. همچنین منبع روشنایی و محل قرارگیری پنجره‌ها نباید در پشت سر و یا جلوی کاربر باشد. در این خصوص توصیه می‌شود که محل قرارگیری پنجره‌ها در کنار کاربر و منابع روشنایی در بالای سر کاربر باشد. با توجه به اینکه درخشندگی سطح مانیتور، پنجره‌ها و منابع روشنایی می‌تواند بر روی شاخص‌های چشمی اثر بگذارد، توصیه می‌شود قرارگیری مانیتور به‌گونه‌ای باشد که درخشندگی از ناحیه پنجره‌ها و منابع روشنایی به حداقل مقدار ممکن برسد. استفاده از فیلترهای صفحه‌نمایش می‌تواند باعث کاهش درخشندگی سطح مانیتور شود. تمرکز بیش‌ازحد بر روی صفحه‌نمایش باعث کاهش پلک زدن و درنتیجه خشکی چشم می‌شود. در زمان کار با کامپیوتر تعداد پلک زدن به ۵ تا ۹ بار در دقیقه کاهش می‌یابد؛ درحالی‌که نرخ نرمال پلک زدن در حال استراحت ۲۰ تا ۲۴ بار در دقیقه می‌باشد (۱۹). در این خصوص جهت جلوگیری از خشکی سطح چشم توصیه می‌شود که حتی‌الامکان به‌صورت اختیاری نیز پلک زده شود. مطالعات نشان داده‌اند که پلک زدن اختیاری می‌تواند تا ۱۴ بار در دقیقه افزایش یابد (۳۴). جهت محافظت کاربران در برابر خطرات چشمی مرتبط با کامپیوتر توصیه می‌شود طراحی مجدد شغلی صورت گیرد که این طراحی می‌تواند شامل آنالیز شغلی، آموزش و ارتقای مهارت، به حداقل رساندن کار با رایانه و افزایش استراحت در حین کار با رایانه باشد. هم‌چنین یکی از راه‌های کنترل و بهبود خشکی چشم استفاده از اشک مصنوعی توسط کاربران کامپیوتر می‌باشد(۳۵). توصیه‌های دیگری از قبیل استفاده از یک دستگاه بخار ساز به‌منظور بهبود سطح رطوبت محیط کاری (۳۰-۶۰ درصد، میانگین ۴۵ درصد)، افزایش تباین مانیتور جهت کاهش استرس و فشار وارده بر چشم در حین کار با کامپیوتر و استفاده از عینک به‌جای لنز جهت تصحیح خطاهای انکساری می‌توانند مفید باشند. بااینکه در مطالعات توصیه‌هایی برای کاربران شده است اما هنوز مطالعات بیش‌تر و دقیق‌تر جهت بررسی عوامل مرتبط با بروز شاخص‌های چشمی در کاربران کامپیوتر موردنیاز است (۳۴).

محدودیت ها

ازجمله محدودیت‌هایی که می‌توان در این مطالعه به آن اشاره داشت، عدم امکان تصویربرداری از کاربران کامپیوتر که از عینک استفاده می‌کردند، بود. نرم‌افزار اختصاصی طراحی‌شده در این مطالعه در نسخه حال حاضر خود قادر به اخذ داده‌های قابل‌اعتماد حین استفاده از عینک نبود. در نسخه‌های بعدی این نرم‌افزار این امکان مورد ارزیابی و بررسی بیشتر قرار خواهد گرفت. محدودیت دیگر در داده‌های چشمی اخذشده، تفاوت‌های فردی است که در نحوه نشستن، کار با موس و صفحه‌کلید و نیز نحوه و میزان تنظیم ارتفاع سطوح کار می‌باشد که سعی شد تا حد امکان موارد فوق در بخش مطالعه آزمایشگاهی با ثابت نگه‌داشتن هرکدام، اثر آن‌ها بر روی سایر متغیرهای موردبررسی کنترل شود.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

REFERENCES

1. Reddy SC, Low C, Lim Y, Low L, Mardina F, Nursaleha M. Computer vision syndrome: a study of knowledge and practices in university students. Nepalese Journal of Ophthalmology. 2013;5(2):161-8.
2. Tamba C, Tomii S, Ohtsuki T, editors. Blink detection using Doppler sensor. Personal, Indoor, and Mobile Radio Communication (PIMRC), 2014 IEEE 25th Annual International Symposium on; 2014: IEEE.
3. Portello JK, Rosenfield M, Chu CA. Blink rate, incomplete blinks and computer vision syndrome. Optometry and Vision Science. 2013;90(5):482-7.
4. Chu CA, Rosenfield M, Portello JK. Blink patterns: reading from a computer screen versus hard copy. Optometry & Vision Science. 2014;91(3):297-302.
5. Rahman ZA, Sanip S. Computer user: demographic and computer related factors that predispose user to get computer vision syndrome. International Journal of business, humanities and technology. 2011;1(2):84-91.
6. Mocci F, Serra A, Corrias G. Psychological factors and visual fatigue in working with video display terminals. Occupational and Environmental Medicine. 2001;58(4):267-71.
7. Dehghani A, Tavakoli M, reza Akhlaghi M, Beni AN, Eslami F. Prevalence of ocular symptoms and signs among professional computer users in Isfahan, Iran. Journal of Research in Medical Sciences. 2008;13(6):303-7.
8. Dehghani A, Tavakoli M, Akhlaghi M, Sari-Mohammadli M, Masjedi M, Riahi M. Ocular symptoms and signs in professional video-display users. BINA. 2007;12(3):331-36.
9. Cardona G, García C, Serés C, Vilaseca M, Gispets J. Blink rate, blink amplitude, and tear film integrity during dynamic visual display terminal tasks. Current eye research. 2011;36(3):190-7.
10. Blehm C, Vishnu S, Khattak A, Mitra S, Yee RW. Computer vision syndrome: a review. Survey of ophthalmology. 2005;50(3):253-62.
11. Skotte J, Nøjgaard JK, Jørgensen L, Christensen K, Sjøgaard G. Eye blink frequency during different computer tasks quantified by electrooculography. European journal of applied physiology. 2007;99(2):113-9.
12. Gowrisankaran S, Nahar NK, Hayes JR, Sheedy JE. Asthenopia and blink rate under visual and cognitive loads. Optometry & Vision Science. 2012;89(1):97-104.
13. Friedman NJ. Impact of dry eye disease and treatment on quality of life. Current opinion in ophthalmology. 2010;21(4):310-6.
14. Yamada M, Mizuno Y, Shigeyasu C. Impact of dry eye on work productivity. ClinicoEconomics and outcomes research: CEOR. 2012;4:307.
15. Miljanović B, Dana R, Sullivan DA, Schaumberg DA. Impact of dry eye syndrome on vision-related quality of life. American journal of ophthalmology. 2007;143(3):409-15. e2.
16. Psihogios JP, Sommerich CM, Mirka GA, Moon SD. A field evaluation of monitor placement effects in VDT users. Applied Ergonomics. 2001;32(4):313-25.
17. Mazloumi A, Pourbabaki R, Samiei S. Studying factors influencing eye indicators of computer users: A systematic review. J Health Saf Work. 2019;9(3):231-40.
18. Psihogios JP, Sommerich CM, Mirka GA, Moon SD. A field evaluation of monitor placement effects in VDT users. Appl Ergon. 2001;32(4):313-25.
19. Anibala E, Sajan MFM, Gamit MK, Pitre S, Vinita M. International Journal of Nursing and Medical Investigation.
20. Sheedy JE, Smith R, Hayes J. Visual effects of the luminance surrounding a computer display. Ergonomics. 2005;48(9):1114-28.
21. HABIBI E, POURABDIAN S, RAJABI H, DEHGHAN H, MARACY MR. Development and validation of a visual fatigue questionnaire for video display terminal users. 2011.
22. Nielsen PK, Søgaard K, Skotte J, Wolkoff PJEjoap. Ocular surface area and human eye blink frequency during VDU work: the effect of monitor position and task. 2008;103(1):1.
23. Skotte J, Nøjgaard JK, Jørgensen L, Christensen K, Sjøgaard GJEjoap. Eye blink frequency during different computer tasks quantified by electrooculography. 2007;99(2):113-9.
24. Abusharha AAJCo. Changes in blink rate and ocular symptoms during different reading tasks. 2017;9:133.
25. Jennifer JS, Sharmila TS, editors. Edge based eye-blink detection for computer vision syndrome. 2017 International Conference on Computer, Communication and Signal Processing (ICCCSP); 2017: IEEE.
26. Argilés M, Cardona G, Pérez-Cabré E, Rodríguez MJIo,

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]

science v. Blink rate and incomplete blinks in six different controlled hard-copy and electronic reading conditions. 2015;56(11):6679-85.

27. Rodriguez JD, Lane KJ, Ousler III GW, Angjeli E, Smith LM, Abelson MBJCer. Blink: characteristics, controls, and relation to dry eyes. 2018;43(1):52-66.
28. Chauhan S, Dhasmana R, Raj AJSJoO. Knowledge, awareness and practice of CVS in digital device users. 2018;10(1):18.
29. Darsanj A, Yarmohammadi H, Poursadeghiyan M, Dalvand S, Javadzad H, Salehi R, et al. Investigating the Visual Fatigue in VDT Operators in the Banks of Qasr-e Shirin (Kermanshah-Iran). 2018;7(3):225-31.
30. Chu CA, Rosenfield M, Portello JKJO, Science V. Blink patterns: reading from a computer screen versus hard copy. 2014;91(3):297-302.
31. Hirota M, Uozato H, Kawamorita T, Shibata Y, Yamamoto SJO, science v. Effect of incomplete blinking on tear film stability. 2013;90(7):650-7.
32. Wu Z, Begley CG, Situ P, Simpson TJIo, science v. The effects of increasing ocular surface stimulation on blinking and sensation. 2014;55(3):1555-63.
33. Doughty MJJO, Science V. Consideration of three types of spontaneous eyeblink activity in normal humans: during reading and video display terminal use, in primary gaze, and while in conversation. 2001;78(10):712-25.
34. Turgut BJJEV. Ocular Ergonomics for the Computer Vision Syndrome. 2018;1(1):2.
35. Rahman ZA, Sanip SJIJob, humanities, technology. Computer user: demographic and computer related factors that predispose user to get computer vision syndrome. 2011;1(2):84-91.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-07-28]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.1.4.4]