Journal of Gorgan University of Medical Sciences

e-ISSN: 2008-4080 p-ISSN: 1562-4765

2021 / Vol 23 / No 3

OPEN ACCESS

Original Paper

Employer's Exposure Risk to Electromagnetic Fields from Monitors of Computers in North of Iran

Ali Shahryari (Ph.D)[1], Bibisalimeh Anehberdi Pourghezel (B.Sc)[2], Arezoo Heidari (M.Sc)[3], Mohammad Hadi Mehdinejad (Ph.D)*[4]

1 Associate Professor, Environmental Health Research Centre, Department of Environmental Health, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. 2 B.Sc in Environmental Health, Environmental Health Research Centre, Health Centre of Gomishan, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. 3 M.Sc in Environmental Health Engineering, Environmental Health Research Centre, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. 4 Associate Professor, Environmental Health Research Centre, Department of Environmental Health, Faculty of Health, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.

Abstract

Background and Objective: Overexposure to electromagnetic waves produces by computer cause health disorders by users. This study was performed to determine the employer's exposure risk to electromagnetic fields from monitors of computers in north of Iran

Methods: This descriptive-analytical study was performed on 100 of computers using by 100 employee users (69 males and 31 femals) with the mean age of 40.83±7.37 in Gomishan county, Golestan province in north of Iran during 2018. The intensity of the magnetic and electric field caused by computers was measured at 30, 50 and 60 cm intervals and in four directions from the front, back, right and left side of the monitor using SVENSK standard method. The intensity of fields was measured by TM-190 instrument. Data were compared with OEL (Occupational Exposure Limit), MPRII and TCO (The Swedish Confederation of Professional Employees). The NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) standard questionnaire was used to assess the side effects of working with computers. The health problems in employee users were recorded.

Results: The mean±SD of the intensity of the electrical waves was 103.63±33.62 v/m that was less than the standard values. The mean±SD of the intensity of the magnetic waves was 0.1±0.09 mA/m that was higher than the TCO, MPRII standard values and less than OEL. The maximum magnetic-field invasion from the standard range with an average of 157.04 mA/m is on the front of the monitors, at a distance of 30 cm and the lowest of them with a mean of 19.2 mA/m for the off-mode computer and at a distance of 60 cm from the mantle. There was a significant difference between the time of working with computer in the day with burning eye, headache and eye fatigue. There were no significant difference of clinical symptoms in men and women and fatigue syndrome.

Conclusion: The electrical waves of monitor of computers were lower than standard limit in all studied conditions, but the magnetic waves were much higher than standard limit.

Keywords: Computer, Electromagnetic Fields, Chronic Fatigue Syndromes

***Corresponding Author:** Mohammad Hadi Mehdinejad (Ph.D), E-mail: hmnejad@yahoo.com

Received 19 Dec 2020 **Revised** 18 May 2021 **Accepted** 31 May 2021

Cite this article as: Shahryari A, Anehberdi Pourghezel B, Heidari A, Mehdinejad MH. [Employer's Exposure Risk to Electromagnetic Fields from Monitors of Computers in North of Iran]. J Gorgan Univ Med Sci. 2021; 23(3): 77-83. [Article in Persian]

© The author(s)

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان

پاییز ۱۴۰۰ / دوره ۲۳ / شماره ۳ (پی در پی ۷۹)

دارای رتبه علمی -پژوهشی از کمیسیون نشریات علوم پزشکی کشور

e-ISSN: ۲۰۰۸-۴۰۸۰ p-ISSN: ۱۵۶۲-۴۷۶۵

با دسترسی آزاد

تحقیقی

ارزیابی شدت میدان الکترومغناطیسی مانیتورهای رایانه مورد استفاده کارکنان ادارات شهر گمیشان در استان گلستان

دکتر علی شهریاری [۱]، بی بی سلیمه آنه بردی پوزقزل [۲]، آرزو حیدری [۳]، دکتر محمد هادی مهدی نژاد* [۴]

[۱] دانشیار، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. [۲] کارشناس بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، مرکز بهداشت گمیشان، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گمیشان، ایران. [۳] کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. [۴] دانشیار، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: *تماس بیش از اندازه با امواج الکترومغناطیسی ساطع شده توسط رایانه‌ها، اثرات مخربی بر روی کاربران دارد. این مطالعه به منظور ارزیابی شدت میدان الکترومغناطیسی مانیتورهای رایانه مورد استفاده کارکنان ادارات شهر گمیشان در استان گلستان انجام شد.*

روش بررسی: *این مطالعه توصیفی – تحلیلی روی ۱۰۰ رایانه مورد استفاده ۱۰۰ نفر (۶۹ مرد و ۳۱ زن) از کارکنان ادارات مختلف شهرستان گمیشان استان گلستان با میانگین سنی ۷/۲۷±۴۰/۸۳ سال طی ماه‌های اردیبهشت لغایت بهمن سال ۱۳۹۷ انجام شد. شدت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی مانیتورهای رایانه در فواصل ۳۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متری و در چهار جهت مختلف مانیتور با استفاده از روش استاندارد Svensk به وسیله دستگاه الکترومغناطیس سنج TM-190 ساخت تایوان تعیین و با استانداردهای TCO، MPRII و OEL مقایسه گردید. برای ارزیابی عوارض ناشی از کار با مانیتورهای رایانه از پرسشنامه استاندارد مؤسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی (National Institute for Occupational Safety and Health: NIOSH) استفاده شد.*

یافته‌ها: *میانگین و انحراف معیار شدت امواج الکتریکی ۱۰۳/۶۳±۳۳/۶۲ v/m تعیین شد که کمتر از مقادیر استاندارد بود. میانگین و انحراف معیار شدت امواج مغناطیسی ۰/۱±۰/۰۹ mA/m تعیین شد که از حد استاندارد TCO و MPRII بیشتر و از حد استاندارد OEL کمتر بود. بیشترین شدت امواج الکترومغناطیسی در جلوی مانیتورها و در فاصله ۳۰ سانتی‌متری (۱۵۷/۰۴ mA/m) و کمترین آن در حالت خاموش و در فاصله ۶۰ سانتی‌متری از مانیتور (۱۹/۲ mA/m) تعیین شد. افزایش طول زمان کار با مانیتورهای رایانه در روز، سبب افزایش علایم سندرم خستگی مزمن در کاربران گردید. شیوع سردرد و سرگیجه در کاربرانی که بیش از ۴ ساعت پشت مانیتورهای رایانه قرار گرفته بودند؛ بیش از دیگر افراد بود. تفاوتی در خصوص علایم بالینی بین مردان و زنان و نیز علایم سندرم خستگی وجود نداشت.*

نتیجه‌گیری: *میزان امواج الکتریکی مانیتورهای رایانه در کلیه شرایط، پایین‌تر از حد استاندارد، ولی میزان امواج مغناطیسی تولید شده، بسیار بالاتر از حد استاندارد بود.*

واژه‌های کلیدی: *رایانه ، میدان های الکترومغناطیسی ، سندرم خستگی مزمن*

* نویسنده مسؤول: دکتر محمد هادی مهدی نژاد ، پست الکترونیکی hmnejad@yahoo.com

نشانی: گرگان، کیلومتر ۲ جاده گرگان به ساری، مجموعه آموزش عالی (شادروان فلسفی) دانشگاه علوم پزشکی گلستان، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط

تلفن و نمابر ۰۱۷-۳۲۴۵۶۱۰۷

وصول مقاله ۱۳۹۹/۹/۲۹، اصلاح نهایی ۱۴۰۰/۲/۲۸، پذیرش مقاله ۱۴۰۰/۳/۱۰

مقدمه

میدان‌های الکترومغناطیسی خطوط نامرئی نیرو هستند که توسط تجهیزات الکترونیکی مانند رایانه، مایکروفر، تلویزیون و مودم تولید می‌شوند.[۱] این میدان‌ها در نتیجه حرکت ذرات باردار در محیط رسانا و خلاء به وجود می‌آیند[۲] و دارای نوعی انرژی هستند که بر اتم‌ها و مولکول‌ها برهم کنشی ایجاد کرده و منجر به جذب یا بازتابش امواج الکترومغناطیس می‌شوند.[۳] رایانه‌ها، لپ‌تاپ‌ها، تلفن‌های همراه و سایر تجهیزات الکترونیکی در گروه تولیدکنندگان امواج الکترومغناطیس قرار دارند. میدان‌های مغناطیسی اطراف مانیتور رایانه‌ها در محدوده فرکانسی خیلی پایین (ELF) (Extremely Low Frequency) و محدوده فرکانسی فوق العاده پایین (Very Low Frequency: VLF) قرار دارند.[۴] معمولاً مواجهه

کوتاه‌مدت با میدان مغناطیسی در این محدوده، بر کیفیت خواب انسان اثر سوء می‌گذارد. ولی در درازمدت می‌تواند سبب بروز سندرم خستگی مزمن (chronic fatigue syndrome) گردد.[۵و۶] این سندرم بر عملکرد بسیاری از سیستم‌های اصلی بدن مثل فیزیولوژیکی، ایمونولوژیکی، هورمونی، معده – روده‌ای، اسکلتی – عضلانی تاثیر می‌گذارد. اختلال در مکانیسم اعصاب مرکزی مثل سیکل خواب و بیداری و سایر ناراحتی‌های روانی، اختلال حافظه کوتاه‌مدت و تمرکز انسان، اختلال در دستگاه بینایی و شنوایی، اختلال در سیستم قلبی – عروقی، خشکی دهان و چشم، گیجی و مشکلات تعادلی، سردردهای غیرمعمول، احساس گرفتگی در صورت، دست و پا از عوارض مهم آن محسوب می‌شود.[۷] آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان انرژی‌های منتشره از امواج الکترومغناطیس را در گروه احتمالاً سرطان‌زا برای انسان طبقه‌بندی نموده است. تغییرات در سلول‌ها و بیوشیمی خون، کمک به پیشرفت سرطان، اثر بر روی منحنی‌های الکتروکاردیوگرام و الکتروانسفالوگرام، اختلال در عملکرد میتوکندری و هورمون انسولین، اثر بر روی غده هیپوفیز، غدد جنسی و ملاتونین از جمله عوارض مهم مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی است.[۸–۱۰]

امروزه برای ارزیابی شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی اطراف تجهیزات الکتریکی مانند کامپیوتر، مانیتور، صفحه‌کلید، تلفن همراه، چاپگر و دستگاه کپی و نظایر آن از استانداردهای بین المللی TCO (The Swedish Confederation of Professional Employees: TCO) استفاده می‌کنند. پیش از استاندارد TC، استانداردهای دیگری با علایم اختصاری MPRI و MPRII توسط Swedish Board for Technical Accreditation برای ساخت و تولید مانیتور به کار برده می‌شد. استاندارد MPRII بر پایه کاهش میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در اطراف مانیتور و توجه به ارگونومی و میزان مصرف انرژی بنا نهاده شده بود.[۱۱]

امروزه رایانه‌ها از تجهیزات الکترونیکی ضروری در فعالیت‌های اداری محسوب می‌شوند. بلقن آبادی و همکاران با استفاده از دستگاه YF-170 میزان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ۱۲۵ لپ‌تاپ از برندهای مختلف را در فواصل ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متری در چهار جهت مختلف صفحه نمایش اندازه‌گیری کردند و با استفاده از پرسشنامه ۱۵ سؤالی استاندارد شده، میزان خستگی چشم را سنجیدند. ۰/۸ درصد از مدل‌های مختلف لپ‌تاپ دارای میدان الکتریکی بالاتر از حد مجاز استاندارد MRPII و به ترتیب ۲۲/۴ درصد و ۱۰/۴ درصد از لپ‌تاپ‌ها دارای مقادیری بیشتر از حد مجاز استاندارد TCO بودند. همچنین شدت میدان مغناطیسی در مدل‌های مختلف لپ‌تاپ در فاصله ۳۰ سانتی‌متری به میزان ۱۹/۲ درصد بالاتر از حد استاندارد مورد مطالعه (۲۵ نانو تسلا) بود. نتایج اندازه‌گیری خستگی چشم نیز در کاربران مدل‌های مختلف لپ‌تاپ نشان داد که سطح بدون خستگی ۱۰/۴درصد، خستگی کم ۴۸درصد، خستگی متوسط ۲۵/۶ درصد و خستگی شدید ۱۶ درصد بود.[۱۲] همچنین نتایج مطالعه صمدی و همکاران با هدف مقایسه میزان تابش‌های غیریونساز مانیتورهای کریستال مایع با مانیتورهای معمولی در دانشگاه علوم پزشکی همدان برای تعیین میزان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ۴۶ دستگاه مانیتور کریستال مایع و ۵۰ دستگاه مانیتور معمولی دارای پرتو کاتدی به روش تصادفی و در قسمت‌های جلو و پشت مانیتورها و در فواصل ۳۰، ۵۰ و ۷۰ سانتی‌متری نشان داد که با کاهش فاصله از مانیتورهای CRT، شدت میدان مغناطیسی از حدود مجاز توصیه شده TCO و MRPII فراتر می‌رود؛ ولی در مانیتورهای LCD این مقادیر تنها در ۷ درصد نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز استانداردهای موردنظر بود. همچنین شدت میدان الکتریکی در نزدیک‌ترین فاصله از جلو در مانیتورهای CRT، میانگینی بالاتر از مانیتورهای LCD نشان داد.[۱۳] در مطالعه Bellieni و همکاران اثر میدان مغناطیسی تولید شده توسط انکوباتورهای نگهداری نوزادان نارس بر سیستم عصبی نوزادان ارزیابی شد. نوسانات ضربان قلب ۴۳ نوزاد در ۳ حالت مختلف انکوباتور (روشن، خاموش و استفاده مجدد) با دوره‌های زمانی ۵ دقیقه‌ای اندازه‌گیری شد. میدان مغناطیسی تولید شده توسط انکوباتور در حالت روشن و خاموش به طور چشمگیری به ترتیب افزایش و کاهش داشت و با روشن شدن مجدد دستگاه، مجدداً این فرکانس افزایش یافت. ضربان قلب نوزادان دچار نوسان شده بود که نشان دهنده تاثیر بر سیستم عصبی مستقل آنها است.[۱۴] همچنین در مطالعه Bortkiewicz و همکاران تغییرات ضربان قلب ۶۳ کارگر صنعت در معرض میدان مغناطیسی با فرکانس بالای ۵۰ هرتز، بررسی شد. اگرچه میزان مواجهه این کارگران با میدان‌های مغناطیسی در شغل آنها بیشتر از حد مجاز نبود؛ ولی خطر اختلالات نوروژنتیک در این افراد به طور چشمگیری بالا بود. شایع‌ترین اختلال در اعمال اعضای بدن آنها، افزایش چشمگیر اختلالات قلب و عروق در نتیجه افزایش فشار خون شریانی بود که در طیف VLF اتفاق افتاد.[۱۵]

حفظ و ارتقاء سطح سلامت آحاد جامعه به ویژه کارکنان سازمان‌های مختلف اداری به عنوان سرمایه انسانی تکامل یافته از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به اهمیت تعیین شدت میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی در کاربران رایانه در ادارات و سازمان‌های دولتی و ارزیابی امکان ایجاد اثرات جانبی بر آنها، این مطالعه به منظور ارزیابی شدت میدان الکترومغناطیسی مانیتورهای رایانه مورد استفاده کارکنان ادارات شهر گمیشان در استان گلستان انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی – تحلیلی روی ۱۰۰ مانیتور رایانه‌های مورد استفاده ۱۰۰ نفر (۶۹ مرد و ۳۱ زن) از کارکنان ادارات مختلف شامل

آموزش و پرورش، شبکه بهداشت، جهاد کشاورزی، بهزیستی، فرمانداری و کمیته امداد در شهرستان گمیشان استان گلستان طی ماه‌های اردیبهشت لغایت بهمن سال ۱۳۹۷ انجام شد.

مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی گلستان (IR.GOUMS.REC.1395.225) قرار گرفت.

معیارهای ورود به مطالعه، داشتن حداقل ۴ ساعت در روز مواجهه با مانیتور تصویری نوع اشعه کاتدی (CRT)، کریستال مایع (LCD) و LED بودند. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل ابتلاء به بیماری‌های مرتبط با تحقیق از جمله میگرن، عمل جراحی چشم و بیماری‌های چشمی و نیز بیماری‌های قلبی – عروقی و نیز کاربران دارای مواجهه کمتر از ۴ ساعت با مانیتور تصویری بودند.

از آنجایی که در ادارات مختلف، میزان و نحوه استفاده از رایانه متفاوت است؛ برای بررسی دقیق‌تر، انتخاب افراد و سنجش متغیرهای وابسته مورد مطالعه شامل آبریزش از چشم، سوزش چشم، سرگیجه، سردرد و خستگی چشم در سازمان‌های مختلف شامل آموزش و پرورش، بهداشت، جهاد کشاورزی، بهزیستی، فرمانداری و کمیته امداد صورت گرفت. به این منظور، کاربران رایانه از بین کارکنان متفاوت شامل مدیران و سرپرستان، کارشناسان فنی و کارکنان اداری مالی در ادارات ذکر شده در شهرستان گمیشان انتخاب شدند. لازم به ذکر است که قبل از انجام تحقیق، رایانه‌های مورد استفاده این کاربران، بر اساس شرکت سازنده و نوع مانیتور و نیز نوع مانیتور آنها طبقه‌بندی گردید.

برای اندازه‌گیری شدت میدان مغناطیسی ناشی از رایانه‌ها از دستگاه الکترومغناطیس سنج TM-190 ساخت کشور تایوان استفاده شد. برای این کار فواصل ۳۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متری از رایانه‌ها به عنوان نقاط ثابت اندازه‌گیری تعیین شدند. برای ارزیابی اثر امواج در جهات مختلف نیز بخش‌های جلو، عقب، راست و چپ مانیتور نیز در حالت‌های مختلف (فعال، نیمه فعال و غیر فعال) مورد پایش قرار گرفتند. با استفاده از روش استاندارد Svensk اندازه‌گیری شد.[۱۲] برای گردآوری داده‌های فردی کاربران رایانه و همچنین علایم سندرم خستگی مزمن ناشی از کار با مانیتورها از پرسشنامه استاندارد NIOSH (مؤسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی) (National Institute for Occupational Safety and Health) و از طریق مصاحبه[۱۳] استفاده شد.

میزان شدت میدان‌های الکترومغناطیسی با استانداردهای MPRII و TCO و حد مجاز مواجهه شغلی (Occupational Exposure Limit: OEL) وزرات بهداشت ایران مورد مقایسه قرار گرفت. حد مجاز شدت امواج الکترومغناطیسی بر اساس استانداردهای مورد نظر در جدول یک آمده است.[۱۶]

جدول ۱: حد مجاز شدت امواج الکترومغناطیسی بر اساس استانداردهای MPRII، TCO و OEL

متغیرها	استاندارد	حد مجاز
شدت امواج الکتریکی (v/m)	MPRII	۲/۵
	TCO	۱
	OEL	۲۵۰۰۰
شدت امواج مغناطیسی (mA/m)	MPRII	۲۵
	TCO	۲۵
	OEL	۱/۲*۱۰^{۶}

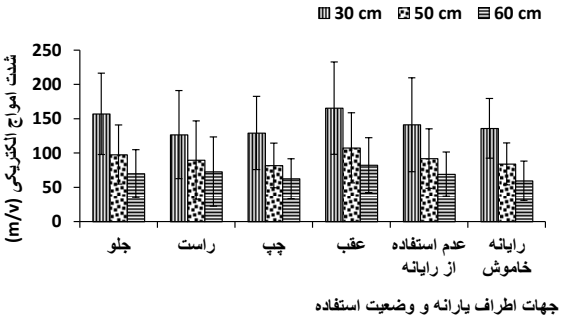
داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-20 تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون شاپیرو ویلک برای ارزیابی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. در صورت نرمال نبودن توزیع داده‌ها، از آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس برای بررسی ارتباط این متغیرها با نوع مانیتور رایانه‌های مورد استفاده کاربران و از آزمون همبستگی اسپیرمن برای تعیین ارتباط بین مدت کارکرد رایانه با شدت امواج الکتریکی استفاده گردید. سطح معنی‌داری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

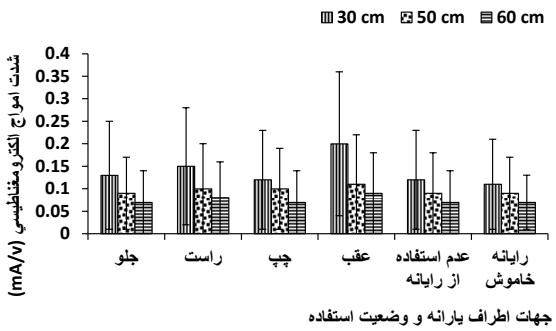
میانگین و انحراف معیار سن کارکنان ۴۰/۸۳±۷/۲۷ سال سابقه کار ۷/۱۸±۴/۲۱ سال و فعالیت روزانه با رایانه ۵/۵±۱/۷۴ ساعت تعیین شدند. کارکنان مورد مطالعه در خارج از ساعت اداری به میزان ۱۲ درصد با رایانه کار می‌کردند. ۱۰ درصد از کارکنان گاهی با رایانه خارج از ساعت اداری کار می‌کردند و ۷۸ درصد در خارج از اداره با رایانه کار نمی‌کردند.

به طور کلی میانگین شدت امواج الکتریکی و امواج مغناطیسی مانیتورها به ترتیب ۱۰۳/۶۳±۳۳/۶۲ v/m و ۰/۱±۰/۰۹ mA/m تعیین شدند (جدول‌های ۲ و ۳). مقادیر میدان الکتریکی (P<۰/۰۳۴) و میدان مغناطیسی (P<۰/۰۰۱) از توزیع نرمال برخوردار نبودند. لذا از آزمون کروسکال والیس برای بررسی ارتباط در مانیتور رایانه‌های مورد استفاده کاربران استفاده شد. شدت امواج الکتریکی به طور معنی‌داری (P<۰/۰۰۱) تحت تاثیر مارک مانیتور قرار داشت. به طوری که بیشترین و کمترین شدت امواج الکتریکی تولید شده به ترتیب مربوط به مانیتورهای مارک AOC و LG بودند. در مقابل بیشترین و کمترین شدت امواج مغناطیسی به ترتیب مربوط به مانیتورهای مارک LG و AOC بودند. با این حال نوع مانیتور تاثیری بر شدت امواج الکتریکی نداشت. بیشترین و کمترین شدت امواج مغناطیسی تولید شده به ترتیب مربوط به نوع مانیتور CRT و LED بودند. با توجه به آزمون همبستگی اسپیرمن، بین مدت کارکرد رایانه با شدت امواج الکتریکی همبستگی معکوس ضعیف (r=-۰/۲۱۶) و بین مدت کارکرد رایانه با شدت امواج مغناطیسی همبستگی بالایی (r=۰/۲۶۶) وجود داشت.

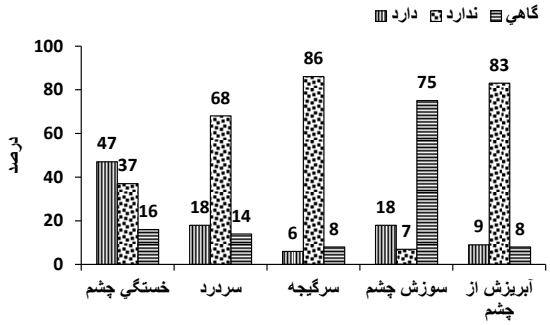
شدت میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی تولید شده مانیتورها در فواصل و جهات مختلف، متفاوت بود. بیشترین مقدار شدت امواج



نمودار ۱ : میانگین شدت میدان الکتریکی در فواصل ۳۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی متری جهات مختلف اطراف مانیتورهای رایانه ها



نمودار ۲ : میانگین شدت میدان مغناطیسی در فواصل ۳۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متری جهات مختلف اطراف مانیتورهای رایانه



نمودار ۳ : درصد علایم سندرم خستگی مزمن در کارکنان اداری استفاده کننده از مانیتورهای رایانه

جدول ۲ : میانگین و انحراف معیار شدت امواج الکتریکی و مغناطیسی به تفکیک مارک مانیتورهای رایانه

متغیر	مارک مانیتور	تعداد	میانگین و انحراف معیار	p-value *
شدت امواج الکتریکی (v/m)	SAMSUNG	۲۵	۱۲۰/۴۱±۳۲/۲۷	۰/۰۰۱
	LG	۶۶	۹۳/۵۹±۲۹/۸۷	
	AOC	۹	۱۳۰/۶۲±۳۲/۹	
	کل	۱۰۰	۱۰۳/۶۳±۳۳/۶۲	
شدت امواج مغناطیسی (mA/m)	SAMSUNG	۲۵	۰/۰۳۷±۰/۰۴۷	۰/۰۰۱
	LG	۶۶	۰/۱۴±۰/۰۸	
	AOC	۹	۰/۰۳۴±۰/۰۵۴	
	کل	۱۰۰	۰/۱±۰/۰۹	

* آزمون کروسکال والیس

میدان مغناطیسی (۱۵۷/۰۴ mA/m) در فاصله ۳۰ سانتی‌متری بخش جلویی مانیتورها و در زمان روشن بودن رایانه ثبت گردید. کمترین مقدار شدت امواج میدان مغناطیسی (۱۹/۲ mA/m) در فاصله ۶۰ سانتی‌متری مانیتورها در زمان خاموش بودن رایانه‌ها مشاهده شد (نمودارهای ۱ و۲). با این وجود مقادیر میدان الکتریکی اندازه‌گیری شده در اطراف مانیتورها در همه فواصل و جهات پایین‌تر از حد استانداردهای استانداردهایTCO و MPRII تعیین شدند.

نتایج ارتباط سابقه کار و زمان کار با مانیتورهای رایانه با علایم سندرم خستگی مزمن در جدول ۴ آمده است. بیشترین علایم سندرم خستگی مزمن مربوط به خستگی چشم (۴۷ درصد) و کمترین مربوط به سرگیجه (۶ درصد) بود (نمودار ۳).

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه، شدت امواج الکترومغناطیسی ساطع شده از مانیتورهای رایانه با افزایش فاصله مانیتور ارتباط معکوس داشت. بیشترین و کمترین سطح انتشار امواج الکترومغناطیسی به

جدول ۳ : میانگین و انحراف معیار شدت امواج الکتریکی و مغناطیسی به تفکیک نوع مانیتورهای رایانه

متغیر	نوع مانیتور	درصد	میانگین و انحراف معیار	p-value *
شدت امواج الکتریکی (v/m)	LCD	۶۳	۹۷/۵۷±۳۲/۸۸	۰/۰۰۶
	CRT	۹	۱۱۴/۷۹±۳۲/۴۴	
	LED	۲۸	۱۱۳/۶۸±۳۳/۴۵	
	کل	۱۰۰	۱۰۳/۶۳±۳۳/۶۲	
شدت امواج مغناطیسی (mA/m)	LCD	۶۳	۰/۱۲±۰/۰۹	۰/۰۱۲
	CRT	۹	۰/۱۳±۰/۰۵	
	LED	۲۸	۰/۰۶±۰/۰۶	
	کل	۱۰۰	۰/۱±۰/۰۹	

* آزمون کروسکال والیس

جدول ۴ : تعیین ارتباط سابقه کار و زمان کار با مانیتورهای رایانه با علایم سندرم خستگی مزمن

	متغیرها	آبریزش از چشم	سوزش چشم	سرگیجه	سردرد	خستگی چشم
* p-value	سابقه کار (سال)	۰/۷۵۶	۰/۱۸۸	۰/۷۰۲	۰/۹۵۴	۰/۹۳۱
	زمان کار (در روز به ساعت)	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۶۸۵	۰/۰۵	۰/۰۱۷

* آزمون کروسکال والیس

ترتیب در جهت جلویی و پشتی مانیتورهای رایانه ثبت شدند. دلیل این امر را می‌توان به وجود لامپ‌های کاتدی در قسمت جلوی مانیتورها مرتبط دانست. نتایج این مطالعه نشان داد که بایستی مانیتورهای رایانه را به عنوان یکی از عوامل موثر بر سلامت کارکنان به دلیل مواجهه با امواج الکترومغناطیسی در نظر گرفت؛ اما شدت امواج منتشره و تاثیر آن به عواملی مانند مدت زمان فعالیت طی یک روز و یا میزان فاصله با مانیتورها و جهت آنهاست.

در مطالعه گلمحمدی و همکاران که روی ۴ برند مختلف لپ‌تاپ انجام شد؛ شدت میدان مغناطیسی منتشره از فواصل ۳۰، ۶۰ و ۹۰ سانتی‌متری اطراف لپ تاپ و در چهار جهت مورد بررسی تقریباً ثابت (محدوده ۲۸ mA/m تا ۳۲) بود.[۱۷] همچنین بیشترین میزان امواج الکترومغناطیسی مربوط به حالت فعال رایانه بوده که از آنجایی که در این حالت استفاده از CPU، حافظه و جریان برق بیشتر بوده؛ سبب افزایش میدان تولید شده نیز شده است.[۴] در حالت نیمه‌فعال و غیرفعال نیز همچنان مقادیری از امواج الکترومغناطیسی در اطراف مانیتورها اندازه‌گیری شده که به ویژه در حالت نیمه فعال (stand by) این امواج به میزان قابل توجهی وجود داشت. دلیل آن را می‌توان اتصال به جریان برق دانست که خود سبب تولید میدان می‌شود.[۱۷] لذا بهتر است در صورت عدم نیاز به رایانه، دستگاه خاموش و اتصال آن از کابل برق جدا گردد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نوع مانیتور اثر قابل توجهی بر میزان انتشار امواج الکترومغناطیسی دارد. به طوری که میزان امواج الکترومغناطیسی در مانیتورهای تخت به میزان قابل توجهی کمتر از مانیتورهای کاتدی بود. در مانیتورهای نوع LCD نیز شدت میدان مغناطیسی از حد مجاز بالاتر بود؛ ولی میزان میدان الکتریکی در محدوده پایین‌تر از حد استاندارد بود. با این حال شدت میدان مغناطیسی در فواصل ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متری از مانیتورها به میزان زیادی کاهش می‌یافت. این یافته با نتایج برخی از مطالعات دیگر که مقادیر کمتری را گزارش کرده بودند؛ مطابقت نداشت. احتمالاً دلیل آن کاربرد تکنوژی مطابق با استانداردهای TOC مثل طراحی مانیتورهای اندازه کوچک و تکنولوژی متفاوت ساخت لامپ تصویر و سایر اجزا باشد؛[۱۷و۱۸] لذا استفاده از مانیتورهای با برچسب استاندارد (TOC) برای مشاغلی که بایستی به طور مداوم از رایانه استفاده کنند؛ توصیه می‌گردد[۴] تا میزان مواجهه با تشعشعات و در نتیجه عوارض سوء بر سلامتی کمتر گردد.

در مطالعه حاضر خستگی چشم و پس از آن سوزش و سردرد از مهم‌ترین مشکلات کاربران در استفاده از مانیتورهای رایانه تعیین شد. این عوارض احتمالاً به دلیل عدم رعایت فاصله با صفحه مانیتور و عدم رعایت استراحت در فاصله زمانی کار بوده است. علت این ادعا را می‌توان به دلیل کاهش قابل توجه عوارض سوء مثلاً کاهش خستگی چشم از ۴۷ درصد به ۱۷ درصد پس از چند ساعت قطع مواجهه با مانیتور رایانه نسبت داد. البته تعداد محدودی از کاربران ابراز داشتند که حتی ساعت‌ها پس از مراجعه به منزل، دچار خستگی چشم هستند. نتایج مطالعه فولادی و همکاران نیز نشان داد که ۳۹درصد از کاربران رایانه از مشکلات جسمی رنج می‌برند[۱۸] که با یافته‌های این مطالعه مطابقت داشت.

نتایج این مطالعه تاکید می‌کند که فعالیت روزانه با رایانه تاثیر بالاتری نسبت به سال‌های فعالیت با رایانه‌ها دارد. بدین معنی که چنانچه فرد طی روز از استانداردهای کار با رایانه‌ها تبعیت کند؛ می‌تواند طی سال‌ها فعالیت از عوارض بسیار کمی رنج برد. مؤسسه استاندارد سوئد گزارش داد که احتمالاً عوارض ناشی از کار در طول روز به دلیل عدم رعایت مسایل ارگونومی در محیط کار، عدم

زمان‌بندی مناسب در کاربری رایانه، استرس‌های محیط کار، حرکات متعدد کره چشم و نور نامناسب تشدید می‌گردد.[۱۹] لذا در نظر گرفتن برنامه‌های استراحت و ورزش در محیط کار برای کاربران رایانه می‌تواند تا حدود زیادی از عوارض سوء آن جلوگیری به‌عمل آورد. زیرا پایین بودن شدت امواج الکترومغناطیس نمی‌تواند ضمانتی برای پیشگیری از عوارض سوء باشد. انجام مطالعات جامع در خصوص خطرات احتمالی ناشی از تجهیزات الکترونیکی مورد نیاز است. همچنین برنامه‌ریزی سازمان‌های دولتی برای پیشگیری از عوارض سوء احتمالی بر سلامت کارکنان به خصوص زنان و مردان جوان ضروری است. علاوه بر این آموزش کاربران به منظور افزایش آگاهی، نگرش و عملکرد در خصوص عوارض سوء کار مداوم با رایانه‌ها می‌تواند مفید باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان امواج الکتریکی منتشره از طریق مانیتورهای رایانه در تمامی جهات از حد توصیه شده کمتر؛ ولی میزان امواج مغناطیسی تولید شده از حد استاندارد بیشتر بود. لذا می‌توان مانیتورهای رایانه را به عنوان یکی از مسیرهای مواجهه انسان با امواج الکترومغناطیس و امکان بروز عوارض سوء به ویژه سندرم خستگی مزمن در نظر گرفت.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی (شماره ۹۵۰۹۲۳۲۱۷) مصوب مرکز تحقیقات بهداشت محیط معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی گلستان بود. بدین‌وسیله از کارکنان شهرستان گمیشان که در این مطالعه همکاری داشتند؛ سپاسگزاری می‌کنیم.

References

1. Markovà E, Hillert L, Malmgren L, Persson BRR, Belyaev IY. Microwaves from GSM mobile telephones affect 53BP1 and gamma-H2AX foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. Environ Health Perspect. 2005 Sep; 113(9): 1172-77. DOI: 10.1289/ehp.7561

2. Rubin GJ, Hahn G, Everitt BS, Cleare AJ, Wessely S. Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double blind randomised provocation study. BMJ. 2006 Apr; 332(7546): 886-91. DOI: 10.1136/bmj.38765.519850.55

3. Farhang P, Jalilzadeh S, Kazemi A. Modeling and simulation of a wind farm in the presence of power electronic devices for the enhancement of transient stability. Simulation. 2013; 86(6): 735-45. DOI: 10.1177/0037549713481242

4. Ranjbarian M, Rezaee F. [Survey on severity of magnetic and electric fields around video display terminals and its association with health effects on operators]. Iran Occup Health J. 2009; 6(3): 17-21. [Article in Persian]

5. Pall ML. Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depressionl. J Chem Neuroanat. 2016 Sep; 75(Pt B): 43-51. DOI: 10.1016/j.jchemneu.2015.08.001

6. Stein Y, Udasin IG. Electromagnetic hypersensitivity (EHS, microwave syndrome) - Review of mechanisms. Environ Res. 2020 Jul; 186: 109445. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109445

7. Genuis SJ. Fielding a current idea: exploring the public health impact of electromagnetic radiation. Public Health. 2008 Feb; 122(2): 113-24. DOI: 10.1016/j.puhe.2007.04.008

8. Otto M, von Mühlendahl KE. Electromagnetic fields (EMF): do they play a role in children's environmental health (CEH)? Int J Hyg Environ Health. 2007 Oct; 210(5): 635-44. DOI: 10.1016/j.ijheh.2007.07.007

9. The International Agency for Research on Cancer. Non-Ionizing Radiation: Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. 2002.

10. Mortazavi SMJ, Ahmadi J, Shariati M. Prevalence of subjective poor health symptoms associated with exposure to electromagnetic fields among university students. Bioelectromagnetics. 2007 May; 28(4): 326-30. DOI: 10.1002/bem.20305

11. Hilgenkamp K. Environmental Health: Ecological Perspectives. London: Jones & Bartlett Publishers International. 2005; pp: 30-35.

12. Bolghan Abadi S, Usefi H, Dehghan H. [Evaluation of electromagnetic fields intensity and its relation with eyestrain users]. J Health Sys Res. 2014; 9(12): 1293-1300. [Article in Persian]

13. Samadi MT, Farasati F, Poormohammadi A. [Comparison of Non-Ionization Radiation Liquid Crystal Display with Conventional Display in Hamadan University of Medical Sciences]. Avicenna J Clin Med. 2014; 21(1): 49-57. [Article in Persian]

14. Bellieni CV, Acampa M, Maffei M, Maffei S, Perrone S, Pinto I, et al. Electromagnetic fields produced by incubators influence heart rate variability in newborns. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2008 Jul; 93(4): F298-301. DOI: 10.1136/adc.2007.132738

15. Bortkiewicz A, Gadzicka E, Zmyślony M, Szymczak W. Neurovegetative disturbances in workers exposed to 50 Hz electromagnetic fields. Int J Occup Med Environ Health. 2006; 19(1): 53-60. DOI: 10.2478/v10001-006-0001-1

16. Deng AY, Wang EG, He JC. Effect of Structure Parameters on Power and Magnetic Field in Electromagnetic Soft-Contact Continuous Casting System. J Iron Steel Res Int. 2008; 15(1): 19-24. DOI: 10.1016/s1006-706x(08)60005-9

17. Golmohammadi R, Ebrahimi H, Fallahi M, Soltanzadeh A, Mousavi SS. [An investigation of Extremely Low Frequency (ELF) Electromagnetic field emitted by common Laptops]. Health Saf Work. 2014; 4(1): 11-20. [Article in Persian]

18. Fouladi Dehaghi B, Ghamar A, Latifi SM. Electromagnetic Fields and General Health: A Case of LCDs vs. Office Employees. Jundishapur J Health Sci. 2016; 8(1): e33375. DOI: 10.17795/jjhs-33375

19. Meo SA, Al-Drees AM. Mobile phone related-hazards and subjective hearing and vision symptoms in the Saudi population. Int J Occup Med Environ Health. 2005; 18(1): 53-7.