

مطالعه میدان‌های الکترومغناطیس تلفن‌های همراه متداول و برخی علائم خودگزارش‌شده کاربران

رستم گل‌محمدی^{۱*}، مجتبی کمالی‌نیا^۲، کمال‌الدین عابدی^۲، سارا کریمی^۲، محبوبه اسحاقی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱/۱۶

چکیده

مقدمه: امروزه انجام بسیاری از فعالیت‌ها مستلزم استفاده از تلفن همراه و مواجهه با آن است. با توجه به اهمیت موضوع و ابهامات مطرح‌شده در مورد تأثیرات آنها، هدف این تحقیق بررسی میدان‌های الکترومغناطیس گوشی‌های همراه متداول و ارتباط کمیات مورد سنجش آنها با برخی علائم سلامتی کاربران بوده است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی-تحلیلی در روی ۸۰ نفر از دانشجویان و کارکنان دانشگاه علوم پزشکی همدان در سال ۱۳۹۱ انجام شد. برای اندازه‌گیری میدان الکتریکی، مغناطیسی و چگالی توان تلفن‌های همراه از دستگاه Electrosmog Meter TES-593 استفاده شد. همچنین برخی علائم سلامتی کاربران از طریق پرسشنامه ثبت گردید. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آنالیز واریانس، تی و مجذور کای انجام شد.

یافته‌ها: در همه گوشی‌های مورد مطالعه، کمیات مورد سنجش (شدت میدان الکتریکی، مغناطیسی و چگالی توان) در حالت مکالمه بالاترین مقدار بود. میانگین چگالی توان گوشی‌ها در هنگام مکالمه با هم اختلاف معنادار داشتند ($P=0/001$). بین میانگین شدت میدان مغناطیسی هنگام مکالمه با سردرد ($P=0/02$) و اضطراب کاربران ($P=0/03$) و همچنین بین میانگین چگالی توان در شرایط مذکور و کم‌خوابی ارتباط معنادار وجود داشت ($P=0/002$).

نتیجه‌گیری: هرچند در این تحقیق ارتباط بین برخی علائم خود اظهاری شده و شدت میدان‌های الکترومغناطیس تلفن همراه همسو با سایر مطالعات مشابه تأیید شد، نمی‌توان به طور مطلق این علائم را به استفاده از گوشی‌ها نسبت داد؛ لذا توصیه می‌گردد جوانب احتیاط از جمله کاهش مواجهه با تشعشعات تلفن‌های همراه در هنگام استفاده از آنها و انتخاب گوشی‌های ایمن‌تر برای پیشگیری از عوارض احتمالی رعایت گردد.

کلیدواژه‌ها: میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی، تلفن همراه، کاربر.

^{۱*} (نویسنده مسئول) دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران، پست الکترونیکی: golmohamadi@umsha.ac.ir

^۲ دانشجوی دکترای مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران.

مقدمه

در دو دهه گذشته با گذشت زمان، برقراری ارتباطات از طریق تلفن همراه رشد چشمگیری داشته است. رشد سریع ارتباطات از نوع تلفن همراه به حدود ۴/۶ میلیارد کاربر موبایل تا پایان سال ۲۰۰۹ موجب نگرانی‌های زیادی در خصوص مواجهه با میدان‌های رادیو فرکانس ناشی از تلفن‌های همراه و ایستگاه‌های آنها و اثرات ناشی از آنها بر سلامت کاربران شده است (۱). در تلفن‌های همراه آنالوگ و دیجیتال سیگنال‌های انتقال یافته و دریافت شده به شکل امواج میکروویو اغلب در گستره ۹۰۰MHz تا ۱/۸GHz و در مواردی تا حد ۲/۱GHz می‌باشد که مواجهه کاربران را در این محدوده ناگزیر ساخته است (۳). میدان‌های الکترومغناطیس در فضای آزاد دارای کمیت میدانی شدت میدان الکتریکی (E) بر حسب (V/m)، شدت میدان مغناطیسی (H) بر حسب (A/m) می‌باشند همچنین توسط دستگاه‌های مربوطه چگالی توان منبع بر حسب (W/m^2) نیز تعیین می‌گردد (۲). هنگام استفاده از تلفن‌های همراه، انرژی ساطع شده از میدان الکترومغناطیس آنها و نزدیک بودن فاصله گوشی با سر امکان دارد مقداری از آن توسط اندام بدن به ویژه سر جذب گردد (۴). موقع استفاده از گوشی همراه اثرات گرمایی که در اطراف سر ایجاد می‌گردد باعث افزایش دمای سر تا ۰/۶ درجه سانتیگراد می‌شود (۵). در برخی مطالعات، احساس سوختگی یا احساس گرما در اطراف و پشت گوش، پوست صورت و همچنین سردرد به عنوان علائم گرمایی در اثر استفاده از تلفن همراه گزارش گردیده است (۶، ۷). یکی از پارامترهای مهم در مواجهه با RF-EMF ناشی از سیگنال‌های تلفن همراه، نرخ جذب ویژه (SAR) است که به عنوان جریان انرژی جذب شده در واحد جرم (W/Kg) تعریف می‌گردد. میزان SAR نیز به چندین عامل از جمله خصوصیات آنتن، عمر تلفن، وضعیت و عمر باتری، فاصله سر با منبع تشعشع و خصوصیات فرد مواجهه یافته بستگی دارد. توان میدان انتشار یافته در گوشی‌های همراه متفاوت بوده اما راهنماهایی وجود دارد که ماکزیمم SAR مجاز را نشان می‌دهد (۸). با توجه به اینکه تلفن همراه اغلب به طور مستقیم و در تماس با سر استفاده می‌گردد ممکن است اثراتی بر ناحیه سر داشته باشد. قسمتی از بدن که ماکزیمم SAR وجود دارد معمولاً در بخش‌هایی از سر و

در نزدیکی گوش می‌باشد اما اگر گوشی نزدیک گونه قرار گیرد امکان دارد بیشترین میزان SAR نیز در نزدیک گونه ایجاد گردد (۹). نتایج مطالعه‌ای که توسط Wilen و همکارانش انجام شد، نشان داد مقادیر SAR بیشتر از ۰/۵ W/kg عامل مهمی در شروع برخی علائم بیماری بوده است (۱۰). هر چند این کمیت در مقایسه گوشی‌ها تا حدی می‌تواند تعیین کننده باشد لیکن تعیین عملیاتی میزان SAR گوشی‌ها در این تحقیق مد نظر نبوده است. مطالعه‌ای که توسط Lennart Hardella و همکارانش انجام شد ارتباط میان تلفن‌های بی سیم و تومور بررسی گردید و نتایج نشان داد الگویی قوی دال بر افزایش ریسک مواجهه وجود نداشته، اما محققین این مطالعه معتقد بودند که استانداردهای مواجهه با امواج تلفن‌های همراه برای طولانی مدت ایمن نبوده و بایستی مورد بازنگری قرار گیرد (۱۱). مطالعه‌ای نیز توسط Santini و همکارانش به منظور ارزیابی تاثیر امواج آنتن‌های مخابراتی تلفن‌های همراه روی ساکنین مجاور این ایستگاه‌ها انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد علائم بیماری گزارش شده توسط ساکنین در فواصل مختلف نسبت به این ایستگاه‌ها از اختلاف معنی داری برخوردار بوده است (۱۲). برخی مطالعات حیوانی حاکی از آن بود که مواجهه با امواج الکترومغناطیس ممکن است منجر به تغییراتی در سیستم عصبی و آندوکراین گردد (۱۳). همچنین تعدادی شکایات کلینیکی مرتبط با استفاده از تلفن‌های همراه در مقالات علمی گزارش شده که شامل سردرد، خستگی، اختلالات خواب، کاهش حافظه، سرگیجه، احساس گرما یا خارش و سوزش در ناحیه گوش و سر و تیرگی بینایی بوده است. به طور کلی مطالعات محدودی در این خصوص در دسترس است و نتایج آنها بیانگر مدرک متقنی دال بر ارتباط میان این علائم و استفاده از تلفن همراه نمی‌باشد.

در تحقیقی که توسط Elcin Ozgur و همکارانش انجام گرفت به بررسی تفاوت بین شرایط تماس گیرنده و دریافت کننده تماس پرداخته شد (۹). در تحقیق دیگری که توسط Riddervold و همکارانش در سال ۲۰۰۸ انجام گرفت مواجهات در محدوده شدت ۰/۹-۲/۲ V/m ثبت گردید (۱۴). با توجه به اینکه یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین منابع تابشی این گروه از پرتوها، تلفن‌های همراه می‌باشند و با توجه به موارد عنوان شده در خصوص عوارض و ایمنی آنها،

لذا اندازه‌گیری در این تحقیق مقادیر مذکور مربوط به هر گوشی تکرار شده‌است. دستگاه مورد نظر در حالت‌های مختلف اندازه‌گیری به صورت عمود در فواصل ۵ تا ۲۰ سانتی‌متری از تلفن‌های همراه قرار گرفته و مقادیر مختلف شدت میدان الکتریکی و شدت میدان مغناطیسی و چگالی توان به طور مجزا با رعایت استاندارد مربوطه ثبت شد (۱۵ و ۱۶). به دلیل اینکه تفاوت معنی‌داری در مقادیر اندازه‌گیری در این فواصل به دست نیامد، ملاک اندازه‌گیری همان فاصله حداقل ۵ سانتی‌متری (نزدیک ترین فاصله به فرد در هنگام صحبت کردن با موبایل) در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری‌ها در محیط با زمینه تابش حداقل و در حالت‌های روشن بودن تلفن همراه، برقراری تماس، صحبت کردن و فرستادن یا دریافت کردن پیام کوتاه انجام گردید که با توجه به عدم وجود تفاوت بین حالت‌های صحبت کردن و فرستادن یا دریافت کردن پیام کوتاه، تنها سه حالت روشن بودن، برقراری تماس و صحبت کردن ملاک اندازه‌گیری قرار گرفت. در هر حالت، در ابتدا محل اندازه‌گیری از لحاظ وجود سایر منابع تابش میدان الکترومغناطیس همچون دستگاه‌های رایانه، خطوط جریان برق و سایر دستگاه‌های تداخل کننده مورد بررسی قرار گرفت و محلی که حداقل تداخل را در اندازه‌گیری‌ها داشتند، انتخاب شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار SPSS (Ver 11.5) انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری T-Test، One Way ANOVA و مجذور کای انجام گرفت.

یافته‌ها

بیشترین گوشی‌های مورد بررسی به ترتیب فراوانی شامل: نوکیا (۵۶/۳٪)، سونی (اریکسون) (۲۶/۳٪)، سامسونگ (۸/۷٪) و سایر مدلها (۸/۷٪) بودند. ۵۸/۸٪ افراد مورد مطالعه را مردان و ۴۱/۲٪ را زنان تشکیل داده‌اند. میانگین و انحراف معیار سن افراد مورد مطالعه برابر با $۶/۳ \pm ۲۷/۳۱$ سال و میانگین سابقه استفاده از تلفن همراه برابر با کمتر از یک تا ۱۱ سال با میانگین و انحراف معیار $۲/۴ \pm ۵/۲۱$ سال بود. از کل افراد مورد مطالعه، بیشترین علائم اظهار شده به ترتیب شیوع شامل: کاهش تمرکز، کم خوابی، اضطراب، سردرد، پرخاشگری و کاهش شنوایی بوده است که مقادیر آن بر حسب درصد در شکل ۱ آمده‌است.

این مطالعه با هدف بررسی میدانهای الکترومغناطیس گوشی‌های همراه متداول و ارتباط آن با برخی علائم خود اظهار شده کاربران که در بسیاری موارد جنبه مواجهه شغلی دارد انجام گردید.

مواد و روش‌ها

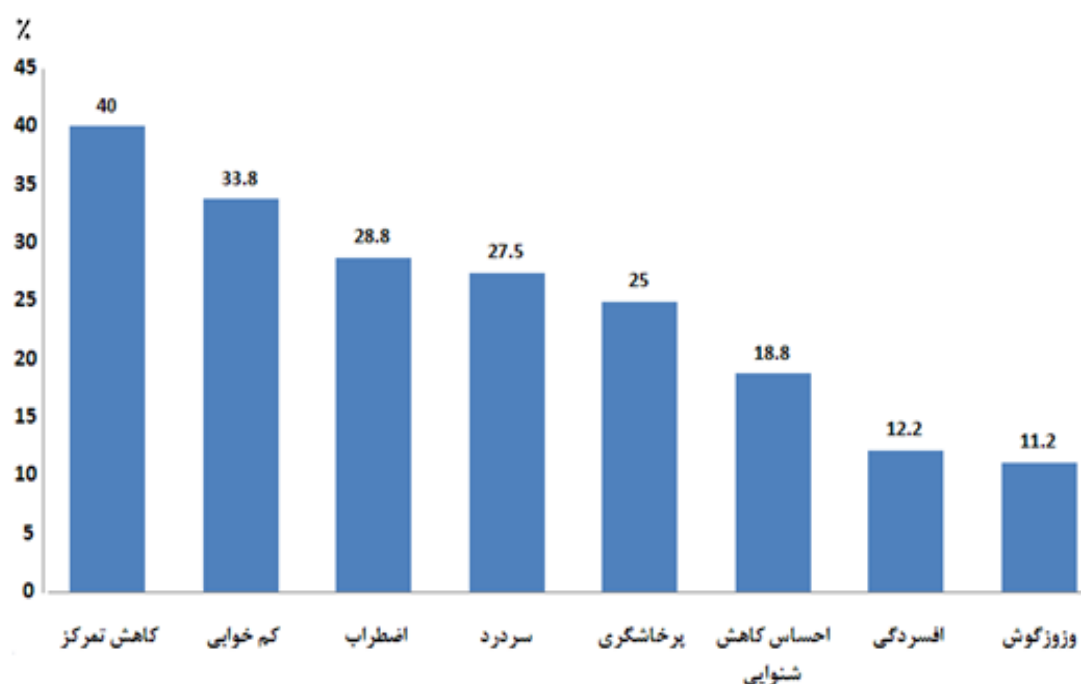
این مطالعه توصیفی تحلیلی و مقطعی، بر روی ۸۰ نفر از پرسنل و دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی همدان و گوشی همراه آنان که بصورت تصادفی و در دسترس انتخاب شده بودند در سال ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفت. حجم نمونه با رعایت معیارهای آماری و توجه به مطالعات مشابه در سوابق تحقیق تعیین شده است. به منظور بررسی ارتباط میدانهای انتشار یافته از گوشی‌های همراه بر سلامتی کاربران از یک پرسشنامه سه بخشی استفاده گردید و جهت تعیین پایایی آن، تعداد ۱۵ پرسشنامه به صورت تصادفی توسط افراد مورد مطالعه تکمیل و پایایی آن با روش آلفا کرونباخ تعیین گردید. پرسشنامه مذکور از سه قسمت تشکیل شده بود: الف) اطلاعات دموگرافیک، ب) سوالات مربوط به اطلاعات مدل تلفن همراه، سابقه استفاده و متوسط مدت زمان استفاده روزانه، تعداد پیامک دریافتی و ارسالی، میزان آگاهی کاربر از اثرات امواج ناشی از تلفن‌های همراه بر روی سلامتی (نتایج این بخش برای اختصار در مقاله آورده نشده است)، ج) سوالات مربوط به بررسی علائمی مانند وزوز گوش، سرگیجه، سردرد، کاهش شنوایی، اختلال در تمرکز و خواب که ممکن است در اثر استفاده از تلفن‌های همراه در افراد بروز کند. روایی پرسشنامه محقق ساخته مورد استفاده با عنایت به سوابق تحقیق و نظر متخصصین از جمله پزشک طب کار و پایایی پرسشنامه مورد استفاده با روش آلفا کرونباخ برابر با ۰/۷۱ تعیین گردید.

شدت میدان الکتریکی، شدت میدان مغناطیسی و چگالی توان تلفن‌های همراه با استفاده از دستگاه Electrosmog Meter (TES-593) تک‌پروب اندازه‌گیری شد. گستره فرکانسی قابل اندازه‌گیری توسط این دستگاه ۱۰ مگاهرتز تا ۸ گیگاهرتز می‌باشد. این دستگاه به طور لحظه‌ای مقادیر شدت میدان الکتریکی را اندازه‌گیری و مقادیر شدت میدان مغناطیسی و چگالی توان را به طور محاسباتی تعیین می‌نماید و در این دستگاه امکان مشاهده فقط یک کمیت وجود دارد

نتایج نشان داد که چگالی توان گوشی‌های مورد بررسی در هنگام مکالمه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P=0/001$).

مقایسه مقادیر شدت میدان الکتریکی، مغناطیسی و چگالی توان گوشی‌های تلفن همراه متداول در حالات مختلف استفاده نیز در جدول ۲ آمده است. ملاحظه می‌شود که بیشترین مقادیر مربوط به حالت مکالمه در استفاده از گوشی‌های مورد بررسی بوده است.

نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین مقادیر شدت میدان مغناطیسی هنگام مکالمه با سردرد و اضطراب کاربران ارتباط معنی‌دار آماری وجود دارد (به ترتیب $P=0/026$ و $P=0/03$). همچنین بین مقادیر چگالی توان در شرایط مذکور و کم‌خوابی نیز ارتباط معنی‌دار آماری وجود دارد ($P=0/002$). نتایج اندازه‌گیری شدت میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی و چگالی توان که هر یک به طور مستقل و در یک محدوده زمانی (یک جلسه اندازه‌گیری) مربوط به حالت مکالمه گوشی‌ها اندازه‌گیری شده‌اند، در جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- نمودار درصد شیوع مهمترین علائم اظهار شده کاربران تلفن همراه

جدول ۱- شدت میدان الکتریکی، مغناطیسی و چگالی توان گوشی‌های تلفن همراه متداول در زمان مکالمه

چگالی توان (mW/m ²)	شدت میدان مغناطیسی (A/m)		شدت میدان الکتریکی (V/m)		تعداد	کد برند تلفن همراه
	انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار		
۴۱۳/۳	۵۷۱/۸	۱۴/۵	۴۳/۹	۵/۱	(۴۵)	نوکیا
۵۸۱/۲	۱۰۲۶/۲	۱۵/۶	۵۰/۸	۵/۴	(۲۱)	سونی (اریکسون)
۴۱۱/۰	۴۳۲/۸	۱۷/۳	۳۳/۷	۶/۳	(۷)	سامسونگ
۱۴۱/۱	۳۲۳/۶	۱۵/۵	۳۹/۶	۳/۸	(۷)	سایر

جدول ۲- مقایسه مقادیر شدت میدان الکتریکی، مغناطیسی و چگالی توان گوشی‌های تلفن همراه متداول در حالات مختلف استفاده

چگالی توان (mW/m ²)		شدت میدان مغناطیسی (A/m)		شدت میدان الکتریکی (V/m)		حالت استفاده
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۰	۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۹۶	۰/۰۰۴	روشن
۴۰۵/۱	۵۰۱/۴	۱۵/۵	۳۹/۲	۶/۳	۱۶	برقراری تماس
۴۹۹/۷	۶۵۷/۲	۱۵/۶	۴۴/۴	۵/۴	۱۷/۸	مکالمه

بحث

مغناطیسی هنگام مکالمه با سردرد و اضطراب کاربران و همچنین بین مقادیر چگالی توان در شرایط مذکور و کم خوابی بر احتمال قابل توجه ارتباط علائم اظهار شده با میزان میدان‌های ایجاد شده انواع گوشی تاکید دارد. در تحقیق حاضر ارتباط استفاده از گوشی‌ها با برخی علائم اظهار شده توسط کاربران شامل کاهش تمرکز، کم خوابی، اضطراب، سردرد، پرخاشگری و کاهش شنوایی افسردگی و وزوز گوش بررسی و جمعاً ۱۲۸ مورد از علائم توسط کاربران اعلام شده نیز حائز اهمیت می‌باشد که با نتایج مطالعه‌ای که توسط Hansson و همکارانش انجام شد که در آن بین زمان مکالمه و تعداد مکالمات در روز با بروز علائم سردرد، احساس گرما در اطراف گوش و تهوع ارتباط معنی‌دار آماری بدست آمد، همخوانی دارد (۱۸). نتایج مطالعه‌ای که توسط مرتضوی و همکارانش انجام شد نشان داد امواج تلفن‌های همراه با اختلال در توجه و تمرکز ارتباط معنی‌داری داشته است که با نتایج این مطالعه هم راستا می‌باشد (۱۹). در این بررسی معلوم گردید که استفاده از تلفن‌های همراه با معیار چگالی توان منبع بر اختلالات خواب کاربران (کم خوابی) مؤثر بوده است (P=۰/۰۰۱). سایر نتایج محققین که با نتایج این تحقیق مغایرت دارد نیز حاکی از ضعیف بودن ارتباط بین علام و میزان دریافت میدان‌ها توسط کاربران یا شاغلین مشابه بوده است به طور مثال نتایج تحقیقی که توسط Furubayashi انجام شد، نشان داد مواجهه با تشعشعات ایستگاه‌های تلفن همراه بر خستگی بی تاثیر بوده است (P<۰/۴۱) در مطالعه دیگری نیز که توسط Danker-Hopfe انجام شد، نتیجه مشابهی بدست آمده است (P<۰/۸۴). در تحقیقی که توسط Hinrich انجام شد نیز افراد با تشعشعات تلفن همراه

این مطالعه جهت اندازه‌گیری میزان میدان‌های ناشی از تلفن‌های همراه و اثرات آن بر کاربران آنها انجام گرفته است. با توجه به نتایج به دست آمده معلوم گردید که بیشترین شدت میدان الکتریکی ساطع شده از گوشی‌ها مربوط به گوشی مارک سونی (اریکسون) بوده است. نتایج نشان داد که چگالی توان گوشی‌های مورد بررسی در هنگام مکالمه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (P=۰/۰۰۱) که با توجه به همسان بودن محل انجام آزمایشات، بر دقت و توجه در انتخاب گوشی برای کاهش اثرات احتمالی تاکید دارد. مطالعاتی که توسط سایر محققین انجام شده از جمله Elcin و Ozgur و همکاران، نشان داد که بین میزان شدت میدان الکتریکی در تماس گیرنده و دریافت کننده تماس تلفن همراه تفاوتی وجود ندارد و میزان میدان الکتریکی در حالت شنیداری در دو مدل گوشی سونی (اریکسون) برابر با $7/7 \pm 0/2$ و $4/52 \pm 0/14$ (V/m) بوده است (۹) که از مقادیر اندازه‌گیری شده گوشی‌ها در این تحقیق پایین‌تر بوده است که احتمالاً پایین بودن نتایج تحقیق حاضر به دلیل تنوع گوشی‌ها و تردید در اصالت برند می‌باشد.

نتایج میزان مولفه‌های میدان الکترومغناطیس در حالت مکالمه همواره بالاتر از شرایط برقراری تماس گوشی‌های مورد مطالعه بوده است. هر چند مقادیر چگالی توان اندازه‌گیری شده گوشی‌های مورد بررسی در این تحقیق به دلیل محدودیت دستگاهی به صورت معادل (integrated) نبوده است، لیکن مقایسه نتایج اندازه‌گیری‌های گوشی‌ها مختلف با حدود مجاز شغلی (50 W/m^2) و حدود مجاز عموم مردم (10 W/m^2) در کلیه حالت‌های مورد استفاده کمتر از این حدود مجاز بوده است (۱۷). ارتباط آماری بین مقادیر شدت میدان

مواجهه با میدان‌های ناشی از این وسایل از طریق کوتاه کردن زمان مکالمه و یا خاموش نمودن آن در زمان عدم استفاده، استفاده از دست - آزاد و بکارگیری گوشی‌های ایمن تر مد نظر قرار گیرد تا با این اقدامات بتوان تا حدی از مواجهه با تشعشعات مضر جلوگیری بعمل آورد.

منابع

1. Moussa MM. Review on Health Effects Related to Mobile Phones Part II: results and conclusions. The Journal of the Egyptian Public Health Association. 2011;86(5 and 6):79-89.
2. D'Costa H. Influence of mobile phone electromagnetic field exposures on nervous function in the human brain and heart. RMIT; 2008.
3. Sánchez E. What effects do mobile phones have on people's health? Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. 2006.
4. Schonbom F, Burkhardt M, Kuster N. Differences in energy absorption between head of adults and children in the near field of sources. Health phys. 1998;74(2):160-168.
5. Hirata A, Shiozawa T. Correlation of maximum temperature increase and peak SAR on the human head due to handset antennas. Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on. 2003;51(7):1834-1841.
6. Fritze K, Sommer C, Schmitz C, Mies G, Hossmann K, Kiessling M. Effect of global system for mobile communication (GSM) microwave exposure on blood-brain barrier permeability in rat. Acta Neuropathologica. 1997;94(5):465-470.
7. Frey A. Headaches from cellular telephones: are they real and what are the implications? Environmental Health Perspectives. 1998;106(3):101-103.
8. Brouwer M. Exposure to electromagnetic fields (EMF) from mobile phone signals and effects on human brain activity and neurobehavioral performance, MSc thesis, Toxicology and Environmental Health IRAS, Utrecht University, Netherland, 2010, pp 14-34.
9. Ozgur E, Guler G. Measurement of output radio frequency field generated by mobile phones with applied sound in different strengths & frequencies. Gazi University Journal of Science. 2010;23(3):281-286.
10. Wilen J, Sandstrom M, Hansson Mild K. Subjective symptoms among mobile phone users - a consequence of absorbtion of radiofrequency fields. Bioelectromagnetics. 2003;24:152-159.
11. Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Epidemiological evidence for an association between use of

مواجهه داشتند اما اثری بر خواب آنها مشاهده نگردید (۱۴) نتایج فوق با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد. هر چند سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۲ نیز اعلام نمود که امواج رادیویی تلفن همراه و ایستگاه‌های آن اثر سوء اثبات شده‌ای بر سلامت افراد نداشته اما چگالی توان خروجی از گوشی‌ها به فاصله ایستگاه فرستنده امواج بستگی دارد و بین مدت زمان مکالمه و تعداد مکالمات روزانه و بروز برخی علائم مانند سردرد، احساس گرما در اطراف گوش و تهوع رابطه آماری وجود دارد (۱۸) که با نتایج این تحقیق همسو می‌باشد. در این مطالعه دستگاه اندازه‌گیری به طور همزمان فقط یک کمیت را اندازه‌گیری می‌نمود لذا علیرغم تلاش محققین ممکن است مقادیر اعلام شده میدان‌های الکترومغناطیس در مقایسه مارک‌ها دقیقاً متناظر نباشند لیکن در نتیجه‌گیری کلی دخالت چندانی ننموده است زیرا تحلیل نتایج در راستای هدف طرح مبتنی بر نتایج حاصل از تمام نمونه‌ها بوده است. پیشنهاد می‌گردد با توجه به محدودیت‌های تجهیزاتی برای انجام این طرح از دستگاه‌های مجهزتری استفاده شود که بتواند به طور همزمان هر سه کمیت مورد نظر را اندازه‌گیری نماید و تعداد و تنوع گوشی‌های و کاربران نیز برای دستیابی به نتایج بهتر افزایش یابد.

نتیجه‌گیری

با توجه به تحقیق حاضر و سایر مطالعات انجام شده هر چند شواهدی بر بروز علائم مرتبط با استفاده مداوم از تلفن‌های همراه برای کاربران مبنی بر ارتباط بین برخی علائم اثرات خود اظهار شده و شدت میدان‌های الکترومغناطیس تلفن همراه مورد تایید قرار گرفت اما مدارک در دسترس برای بررسی ارتباط معنی‌دار آماری قوی بین مواجهه با امواج رادیو فرکانسی ناشی از تلفن‌های همراه و اثرات مستقیم آن بر سلامتی افراد کافی نیست و با توجه به اینکه نتایج تحقیقات متفاوت بوده بهتر است جوانب احتیاط رعایت گردد. با توجه به جنبه‌های احتیاطی تحلیل نتایج این مطالعه و سایر مطالعات مشابه نمی‌توان این علائم اظهار شده را به طور مطلق به استفاده از تلفن همراه نسبت داد و توسعه مطالعات در این زمینه با افزایش تعداد نمونه توصیه می‌گردد. راه کارهای احتیاطی از جمله انتخاب برندهای اصیل و دارای تاییدیه ایمنی و سلامت، کاهش

16. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ACGIH Cincinnati, OH. 2010.
- 17- International Commission on Non-Ionization Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Health physics. 1998;74(4):494-522.
18. Sandström M, Wilen J, Mild KH, Oftedal G. Mobile phone use and subjective symptoms. Comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. *Occup. Med.* 2001;51(1):25-35.
19. Mortazavi SMJ, Atefi M, Bagheri S, Bahaedini N, Besharati A, Eslami A. The ability of GSM mobile phone users in detecting exposure to electromagnetic fields and the bioeffects of these fields on their vital signs, *Journal of Kerman University of medical sciences*, 2010;17(3):257-267.
- wireless phones and tumor diseases. *Pathophysiology.* 2009;16(2):113-122.
12. Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base station: influence of distance and sex. *Pathol Biol.* 2002;50(369):369-373.
13. Lu S, Lebda N, Michaelson S, Pettit S. Serum-thyroxine levels in microwave-exposed rats, *Radiat Res.* 1985;101(3):413-423.
14. Roosli M, Frei P, Mohler E, Hug K. Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base station. *Bulletin of the World Health Organization.* 2010;88(12): 887-896.
15. IEEE, Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields, 100 kHz-300 GHz. IEEE C95.3. 2002.

Investigating the Electromagnetic Fields of Common Cell Phones and Self-reported Symptoms of Users

Rostam Golmohammadi^{1*}, Mojtaba Kamalinia², Kamalodin Abedi²,
Sara Karimi², Mahbubeh Eshaghi²

Received: 07/01/2014

Accepted: 05/04/2014

Abstract

Introduction: Nowadays, a lot of activities requiring the use of cell phones and exposing to their radiation. Given the importance of the issue and raised doubts about its effects, the aim of this study was to evaluate the electromagnetic fields of common cell phones and the correlations of the measured quantities with some health symptoms of users.

Materials and Methods: This cross-sectional study was conducted on 80 students and staff of Hamadan University of Medical Sciences in 2012. To measure the electric and magnetic fields as well as the power density of cell phones, Electrosmog Meter TES-593 was used. Meanwhile, some health symptoms of the users were recorded via a questionnaire. The data were analyzed using ANOVA, Chi-square and T-tests.

Results: In all studied cell phones, the measured quantities (i.e. the intensities of electric and magnetic fields and power density) were highest in conversation mode. There were significant differences in mean power densities of the cell phones during conversation ($P=0.001$). There was significant correlation between the mean magnetic field intensity of the cell phones during conversation and headache ($P=0.02$) and anxiety ($P=0.03$) as well as between mean power density in the similar conditions and sleep deprivation ($P=0.002$).

Conclusion: Although this study suggests a link between some self-reported symptoms and the intensities of electromagnetic fields of cell phones in line with other similar studies, the symptoms cannot be absolutely attributed to the use of the cell phones; Therefore, It is recommended to consider all aspects of caution including the reduction in exposing to cell phones radiation and selecting safer cell phones to prevent possible complications.

Key words: Electric field, Magnetic field, Cell phone, User.

1*. (**Corresponding author**) Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

Email: golmohamadi@umsha.ac.ir

2. PhD Student, Department of Occupational Health Engineering Occupational Health Engineering, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran..