

بررسی تفاوت تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ با نوکیا در میزان جذب ویژه میدان الکتریکی توسط سر

حمیدرضا غفاری^۱، یدالله فخری^۲ و جیهه حسن‌زاده^۳

^۱ دانشجوی دکتری بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی در ارتقا سلامت، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران ^۲ دانشجوی دکتری بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران ^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی در ارتقای سلامت، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان

مجله طب پیشگیری سال دوم شماره سوم پاییز ۹۴ صفحات ۳۹-۳۱

چکیده

مقدمه: استفاده از تلفن‌های همراه هوشمند روز به روز در جهان در حال افزایش است و استفاده بیش از حد از این نوع تلفن‌ها باعث نگرانی‌های زیادی در زمینه اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی منتشره و میزان جذب ویژه بر سلامت انسان شده است.

روش کار: در این مطالعه توصیفی تحلیلی میدان الکتریکی ناشی از تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا توسط دستگاه پرتابل اندازه‌گیری امواج الکترومغناطیسی مدل HI-3603-VDI/VLF اندازه‌گیری شد و میزان جذب ویژه سر در این دو تلفن همراه بوسیله معادله ICNIRP مورد محاسبه قرار گرفت. میزان جذب ویژه تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا با استفاده از آزمون آماری T-Test مقایسه و تجزیه و تحلیل گردید.

نتایج: میانگین میدان الکتریکی تلفن همراه سامسونگ و نوکیا به ترتیب $1/18 \pm 0/19 m/v$ و $2/32 \pm 0/39 m/v$ و دامنه میدان الکتریکی به ترتیب $1/56 \pm 2/21 m/v$ و $1/19 \pm 2/19 m/v$ می‌باشد. میانگین میزان جذب ویژه در سامسونگ و نوکیا به ترتیب $0/0024 \pm 0/0005 W/Kg$ و $0/0041 \pm 0/0013 W/Kg$ در فرکانس $900 MHz$ و $0/0046 \pm 0/0011 W/Kg$ و $0/0062 \pm 0/002 W/Kg$ در فرکانس $1800 MHz$ می‌باشد. نسبت میانگین میدان الکتریکی تلفن همراه سامسونگ به حد رهنمود در فرکانس $900 MHz$ و $1800 MHz$ به ترتیب $4/36\%$ و $2/34\%$ و همچنین در تلفن همراه نوکیا به ترتیب $5/62\%$ و $4/34\%$ می‌باشد. نسبت میانگین میزان جذب ویژه سر در تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا به حد رهنمود در فرکانس 900 به ترتیب $0/15\%$ و $0/25\%$ و در فرکانس $1800 MHz$ نیز به ترتیب $0/23\%$ و $0/38\%$ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: میزان جذب ویژه تلفن‌های همراه هوشمند نوکیا در فرکانس‌های 900 و 1800 به طور معنی‌دار بیشتر از سامسونگ می‌باشد ($P < 0/05$). از این رو، می‌توان گفت در یک دوره زمانی ثابت خطرات سلامتی تلفن‌های همراه هوشمند نوکیا بیشتر از سامسونگ می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: تلفن‌های همراه هوشمند، سامسونگ، نوکیا، میزان جذب ویژه

نویسنده مسئول:

یدالله فخری

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه

علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

تلفن: ۹۸۹۲۱۷۳۷۲۴۵+

پست الکترونیکی:

Ya.fakhri@gmail.com

دریافت مقاله: ۹۴/۶/۲۵ اصلاح نهایی: ۹۴/۷/۲۱ پذیرش مقاله: ۹۴/۸/۶

مقدمه:

اجتناب‌ناپذیر است (۱،۲). استفاده از تلفن همراه از سال ۱۹۸۳ آغاز شد و امروز بسیاری از مردم جهان از این وسیله استفاده می‌کنند (۳). به عنوان مثال، در سال ۲۰۱۱، ۱۲۹/۸۶ میلیون از جمعیت ۱۴۰ میلیونی کشور ژاپن، در ایالات متحده آمریکا ۹۱٪ و

امروزه قرارگیری در معرض میدان الکترومغناطیسی منتشره از تلفن همراه، آنتن‌های مخابراتی، تلویزیون، لب تاب، تبلت، پست‌های فشار قوی برق، کابل‌های برق و غیره

شکل ۱- فرکانس پرتوهای یونساز و غیر یونساز مانند

موبایل، تلویزیون، خطوط برق و غیره

از این رو، $41/25 \text{ m/v}$ و $53/8 \text{ m/v}$ به عنوان رهنمودها مواجهه عموم در نظر گرفته شده است (۱۹،۲۰).
مطالعات نشان داده است که در فرکانس‌های بیشتر از 100 MHz مانند فرکانس‌های موبایل، ارزیابی مواجهه انسان توسط محاسبه SAR (میزان جذب ویژه) بسیار مهم است (۲۱،۲۲).
قطر Seminiferous Tubules در موش‌ها بعد از مواجهه یک ماه با میدان الکترومغناطیسی در میزان جذب 0.141 W/kg کاهش یافت (۲۳). کمیته بین‌المللی محافظت پرتوهای غیر یونساز (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) برای جذب ویژه میدان الکترومغناطیسی توسط سر حد 2 W/Kg در 10 گرم بافت و انسیتوالکترونیک و الکتریک (Institute of Electrical and Electronics Engineers) و سازمان بهداشت جهانی $1/6 \text{ W/Kg}$ در 10 گرم بافت را توصیه کرده‌اند (۲۰،۲۴).

در سال‌های اخیر، بسیاری از مطالعات به سمت تأثیر میدان الکترومغناطیسی بر روی سلامتی (۲۵)، بیماری‌های بالینی (۲۶) و اثرات رفتاری (۲۷) رفته است. اما توجه کمتری به میزان جذب ویژه میدان الکترومغناطیسی تلفن‌های همراه هوشمند شده است. از این رو، در این مطالعه تلاش شده است تفاوت میزان جذب ویژه میدان الکتریکی سر در تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرد.

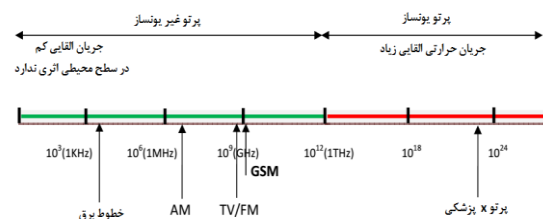
روش کار:

در ابتدا ۲ مارک تلفن همراه هوشمند از برندهای مشهور و پر مصرف جهان به نام‌های سامسونگ و نوکیا انتخاب شد. از هر مارک ۵ مدل جهت اندازه‌گیری میدان الکتریکی توسط دستگاه HI ۳۶۰۳ EMFs survey meter model انتخاب شد (شکل ۲). هر ۵ مدل از هر مارک اساس حروف الفبا از A تا E نام‌گذاری شد. قبل از شروع اندازه‌گیری، میدان الکتریکی زمینه که می‌تواند ناشی از سایر تجهیزات الکتریکی مانند آنتن مخابراتی، پست برق، تلویزیون و غیره باشد، مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. از آنجایی که در اکثر مواقع هنگام صحبت کردن افراد تلفن را به گوش خود

در بریتانیا ۹۴٪ از تلفن همراه استفاده کرده‌اند (۶-۷). همچنین مالکیت تلفن همراه از ۱۲٪ در سال ۱۹۹۹ به ۷۶٪ در سال ۲۰۰۹ رسید. کشور ایران با توجه به تعداد سیم کارت‌های واگذار شده، دارای ضریب نفوذ ۱۳۰٪ تلفن همراه می‌باشد (۷). اگرچه از دهه ۱۹۵۰ رهنمودها و رهنمودهای متعدد جهانی و ملی در زمینه مواجهه با میدان الکترومغناطیسی تدوین شده است، اما نگرانی‌ها در زمینه اثرات ناشناخته این میدان حتی در حدود پایین‌تر از رهنمود، هنوز در حال افزایش است (۸). این استفاده بیش از حد به خصوص در دو دهه اخیر باعث نگرانی‌های زیادی در زمینه اثرات میدان‌های مغناطیسی (Electromagnetic Fields) منتشره از تلفن‌های همراه هوشمند بر سلامت انسان شده است (۹-۱۱). پرتوها به دو دسته یونساز و غیر یونساز تقسیم‌بندی می‌شوند (شکل ۱) (۱۲).

بسیاری از گزارشات نشان می‌دهد که مواجهه با پرتوهای غیر یونساز مانند میدان الکترومغناطیسی می‌تواند باعث اثراتی مانند سردرد، کاهش تمرکز و حافظه، خستگی، خواب آلودگی و عصبانیت در انسان شود (۱۳،۱۴). مداخله در عملکرد باتری‌های قلبی (در فاصله کمتر از ۱۵cm) در افراد داری بیماری قلبی (۸)، اثرات نامطلوب بر سیستم تولید مثل مانند ناباروری مردان (۱۵).
میدان الکترومغناطیسی همچنین در سایر موجودات نیز می‌تواند اثرات مخرب داشته باشند. به عنوان مثال، کرم خاکی Eisenia fetida اگر در معرض میدان الکترومغناطیسی موبایل (۹۰۰ MHz) قرار گیرد، DNA سلول‌های آن دچار آسیب خواهد شد (۱۶) و یا اختلالات تولید مثل در پرندگان و موش می‌باشد (۱۷).

سازمان بهداشت جهانی، میدان الکترومغناطیسی منتشره از تلفن همراه را از جنبه سرطان‌زایی در کلاس 2 B (احتمالاً سرطان‌زا) طبقه‌بندی کرده است (۱۸). فرکانس شبکه‌های ارتباطی در ایران ۹۰۰ MHz و ۱۸۰۰ MHz می‌باشد (شکل ۱).



متصل می‌کنند، از این رو اندازه‌گیری میدان الکتریکی از فاصله ۵/۰ cm انجام شد.

نتایج:

با توجه به آزمون Kolmogorov-Smirnov مقدار P-value میدان الکتریکی تلفن همراه سامسونگ و نوکیا به ترتیب ۰/۵۸ و ۰/۱۶ بدست آمد. از این رو، می‌توان گفت داده‌های بدست آمده دارای توزیع نرمال می‌باشند. میانگین ($M \pm SD$) میدان الکتریکی تلفن همراه سامسونگ و نوکیا به ترتیب $1/8 \pm 0/19$ v/m و $2/32 \pm 0/39$ v/m می‌باشد. دامنه میدان الکتریکی در دو سامسونگ و نوکیا به ترتیب $1/56 - 2/21$ v/m و $2/89 - 1/79$ v/m می‌باشد (جدول شماره ۱).



شکل ۲. دستگاه پرتابل اندازه‌گیری میدان الکترومغناطیسی مدل

HI-۳۶۰۳-VDT/VLF

از هر مدل ۶ اندازه‌گیری انجام شد. اندازه‌گیری در شرایط بدون ویبره و بدون اتصال به اینترنت و تنها در حالت زنگ‌خور برای همه مدل‌های تلفن همراه انجام شد.

۲/۲ برای محاسبه میزان جذب ویژه میدان الکتریکی از معادله ۱ که توسط ICNIRP استفاده شد (۲۸،۲۹).

$$\text{معادله ۱: } \text{SAR} = \sigma \frac{E^2}{\rho}$$

در این معادله SAR؛ میزان جذب ویژه میدان الکتریکی (W/kg)، σ ؛ هدایت‌پذیری بافت سر ($\Omega^{-1}m^{-1}$) که در ۹۰۰ MHz و $1/1531$ و ρ دانسیته جرمی سر (Kgm^{-3}) که هم در ۹۰۰ MHz و ۱۸۰۰ MHz برابر 1030 Kgm^{-3} می‌باشد (۲۸).

از آنجایی که یکی از شروط لازم جهت انجام آزمون‌های t-test نرمال بود، داده‌ها می‌باشند. از این رو، در ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Kolmogorov-Smirnov مورد سنجش قرار گرفت. بعد از مشخص شدن توزیع نرمال داده‌ها از آزمون t-test برای آزمون آماری استفاده شد. برای مقایسه میزان جذب ویژه میدان الکتریکی سامسونگ با نوکیا از آزمون Independent Sample t-test برای مقایسه مدل‌های مختلف با هم در فرکانس ۹۰۰ و ۱۸۰۰ از آزمون One Way Anova و برای مقایسه میدان الکتریکی و میزان جذب ویژه با رهنمودها از آزمون One Sample t-test استفاده شد. $P\text{-value} < 0/05$ به عنوان سطح معنی‌داری انتخاب شد ($\alpha=0/05$).

جدول شماره ۱- میدان الکتریکی زمینه و در ۵ مدل از

تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا (v/m)

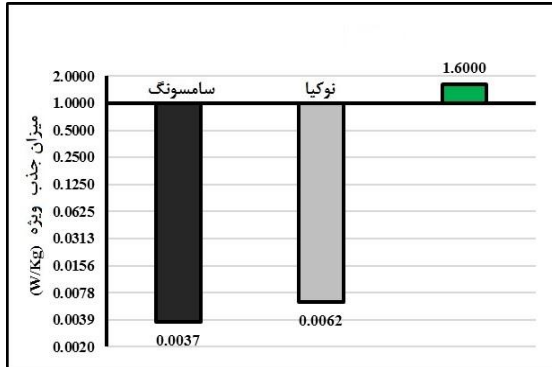
| مدل | نوکیا | سامسونگ |
|---------|-------|---------|
| A | ۱/۸۹ | ۱/۵۶ |
| | ۱/۸۹ | ۱/۶۱ |
| | ۱/۸۹ | ۲/۲۱ |
| | ۱/۹۹ | ۲/۰۱ |
| | ۱/۹۹ | ۱/۸۶ |
| | ۱/۹۹ | ۱/۸۱ |
| | ۲/۴۹ | ۱/۸۱ |
| | ۲/۳۹ | ۱/۸۱ |
| | ۲/۳۹ | ۱/۶۱ |
| | ۲/۳۹ | ۱/۳۱ |
| B | ۲/۳۹ | ۱/۸۱ |
| | ۲/۳۹ | ۱/۸۱ |
| | ۲/۳۹ | ۱/۶۱ |
| | ۲/۶۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۶۹ | ۱/۸۶ |
| | ۲/۸۹ | ۱/۸۱ |
| | ۲/۸۹ | ۱/۸۱ |
| | ۲/۸۹ | ۱/۸۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| C | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| D | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| E | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| | ۲/۸۹ | ۲/۰۱ |
| میانگین | ۲/۳۲ | ۱/۸۰ |

| | | انحراف معیار | |
|---|--------|--------------|--------|
| | | ۰/۱۹ | ۰/۳۹ |
| جدول شماره ۲- میزان جذب ویژه میدان الکتریکی توسط سر در ۵ مدل از تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا (W/Kg) | | | |
| SAR | | | |
| ۹۰۰ MHz | | ۱۸۰۰ MHz | |
| سامسونگ | نوکیا | سامسونگ | نوکیا |
| ۰/۰۰۱۸ | ۰/۰۰۲۷ | ۰/۰۰۲۷ | ۰/۰۰۰۴ |
| ۰/۰۰۱۹ | ۰/۰۰۲۷ | ۰/۰۰۲۹ | ۰/۰۰۰۴ |
| ۰/۰۰۳۶ | ۰/۰۰۲۷ | ۰/۰۰۵۵ | ۰/۰۰۰۴ |
| ۰/۰۰۳۰ | ۰/۰۰۲۹ | ۰/۰۰۴۵ | ۰/۰۰۴۴ |
| ۰/۰۰۲۳ | ۰/۰۰۲۹ | ۰/۰۰۳۵ | ۰/۰۰۴۴ |
| ۰/۰۰۲۴ | ۰/۰۰۲۹ | ۰/۰۰۳۷ | ۰/۰۰۴۴ |
| ۰/۰۰۲۵ | ۰/۰۰۲۸ | ۰/۰۰۳۸ | ۰/۰۰۴۲ |
| ۰/۰۰۲۴ | ۰/۰۰۴۶ | ۰/۰۰۳۷ | ۰/۰۰۶۹ |
| ۰/۰۰۲۲ | ۰/۰۰۴۲ | ۰/۰۰۳۳ | ۰/۰۰۶۴ |
| ۰/۰۰۱۹ | ۰/۰۰۴۲ | ۰/۰۰۲۹ | ۰/۰۰۶۴ |
| ۰/۰۰۱۳ | ۰/۰۰۴۲ | ۰/۰۰۱۹ | ۰/۰۰۶۴ |
| ۰/۰۰۲۲ | ۰/۰۰۴۲ | ۰/۰۰۳۳ | ۰/۰۰۶۴ |
| ۰/۰۰۱۹ | ۰/۰۰۳۹ | ۰/۰۰۲۹ | ۰/۰۰۵۹ |
| ۰/۰۰۲۰ | ۰/۰۰۴۲ | ۰/۰۰۳۰ | ۰/۰۰۶۴ |
| ۰/۰۰۳۰ | ۰/۰۰۵۴ | ۰/۰۰۴۵ | ۰/۰۰۸۱ |
| ۰/۰۰۲۳ | ۰/۰۰۵۴ | ۰/۰۰۳۵ | ۰/۰۰۸۱ |
| ۰/۰۰۲۴ | ۰/۰۰۶۲ | ۰/۰۰۳۷ | ۰/۰۰۹۴ |
| ۰/۰۰۲۲ | ۰/۰۰۵۸ | ۰/۰۰۳۳ | ۰/۰۰۸۷ |
| ۰/۰۰۲۲ | ۰/۰۰۵۸ | ۰/۰۰۳۳ | ۰/۰۰۸۷ |
| ۰/۰۰۱۹ | ۰/۰۰۵۸ | ۰/۰۰۲۹ | ۰/۰۰۸۷ |
| ۰/۰۰۲۳ | ۰/۰۰۵۷ | ۰/۰۰۳۵ | ۰/۰۰۸۶ |
| ۰/۰۰۲۴ | ۰/۰۰۴۶ | ۰/۰۰۳۷ | ۰/۰۰۶۹ |
| ۰/۰۰۳۰ | ۰/۰۰۵۴ | ۰/۰۰۴۵ | ۰/۰۰۸۱ |
| ۰/۰۰۳۰ | ۰/۰۰۵۴ | ۰/۰۰۴۵ | ۰/۰۰۸۱ |
| ۰/۰۰۳۰ | ۰/۰۰۵۴ | ۰/۰۰۴۵ | ۰/۰۰۸۱ |
| ۰/۰۰۳۰ | ۰/۰۰۵۴ | ۰/۰۰۴۵ | ۰/۰۰۸۱ |
| ۰/۰۰۲۹ | ۰/۰۰۵۳ | ۰/۰۰۴۴ | ۰/۰۰۷۹ |
| ۰/۰۰۲۷ | ۰/۰۰۲۱ | ۰/۰۰۴۱ | ۰/۰۰۳۲ |
| ۰/۰۰۲۷ | ۰/۰۰۲۴ | ۰/۰۰۴۱ | ۰/۰۰۳۶ |
| ۰/۰۰۲۲ | ۰/۰۰۲۴ | ۰/۰۰۳۳ | ۰/۰۰۳۶ |
| ۰/۰۰۲۴ | ۰/۰۰۲۷ | ۰/۰۰۳۷ | ۰/۰۰۴۰ |
| ۰/۰۰۲۲ | ۰/۰۰۲۹ | ۰/۰۰۳۳ | ۰/۰۰۴۴ |
| ۰/۰۰۲۲ | ۰/۰۰۲۷ | ۰/۰۰۳۳ | ۰/۰۰۴۰ |
| ۰/۰۰۲۴ | ۰/۰۰۲۵ | ۰/۰۰۳۶ | ۰/۰۰۳۸ |
| ۰/۰۰۲۴ | ۰/۰۰۴۱ | ۰/۰۰۴۰ | ۰/۰۰۶۲ |
| ۰/۰۰۰۵ | ۰/۰۰۱۳ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۲ |

می‌باشد. از این رو، خطای ناشی از میدان الکتریکی زمینه وجود نخواهد داشت.

همچنین میانگین میدان الکتریکی زمینه در هنگام اندازه‌گیری برای مدل سامسونگ و نوکیا به ترتیب 0.19 v/m و 0.39 v/m

B: 0.0064 ± 0.0006 W/Kg; C: 0.0086 ± 0.0008 W/Kg; D: 0.0079 ± 0.0007 W/Kg; E: 0.0048 ± 0.0004 W/Kg می‌باشد (جدول شماره ۲).



شکل ۵- مقایسه میانگین میزان جذب ویژه در تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا با حد رهنمود در فرکانس 1800 MHz

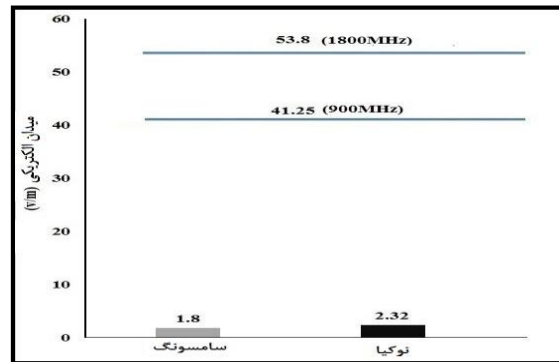
جدول شماره ۳- آزمون آماری Independent Sample T Test میزان جذب ویژه تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا در دو فرکانس 900 MHz و 1800 MHz

| فرکانس | P-value | اختلاف میانگین |
|----------|-----------|----------------|
| 900 MHz | < 0.001 | -0.016 |
| 1800 MHz | < 0.001 | -0.025 |

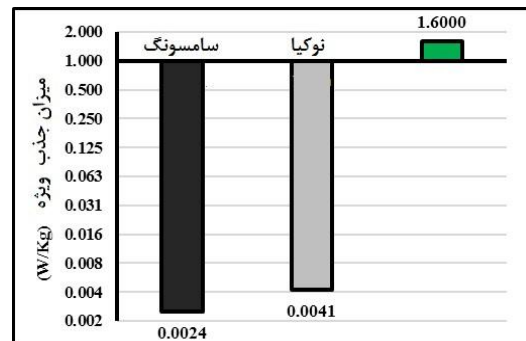
جدول شماره ۴- آنالیز آماری one way ANOVA ویژه مدل‌های مختلف سامسونگ و نوکیا در 900 MHz

| مدل | سامسونگ | P-value | نوکیا | P-value |
|-----|---------|---------|-------|-----------|
| A | B | 0.43 | B | 0.12 |
| | C | 0.497 | C | < 0.001 |
| | D | 0.11 | D | 0.001 |
| | E | 0.783 | E | 0.308 |
| B | A | 0.43 | A | 0.12 |
| | C | 0.16 | C | 0.11 |
| | D | 0.001 | D | 0.282 |
| | E | 0.97 | E | 0.001 |
| C | A | 0.497 | A | < 0.001 |
| | B | 0.16 | B | 0.11 |
| | D | 0.27 | D | 0.112 |
| | E | 0.785 | E | < 0.001 |
| D | A | 0.11 | A | 0.001 |
| | B | 0.001 | B | 0.282 |
| | C | 0.27 | C | 0.112 |
| | E | 0.49 | E | < 0.001 |

میانگین میزان جذب ویژه در سامسونگ و نوکیا به ترتیب 0.0024 ± 0.0002 و 0.0041 ± 0.0004 W/Kg و 0.0037 ± 0.0003 و 0.0062 ± 0.0006 W/Kg و 900 MHz و 1800 MHz در فرکانس می‌باشد (جدول شماره ۲). میانگین میزان جذب ویژه در سامسونگ در فرکانس 900 MHz برای مدل A: 0.0025 ، مدل B: 0.002 ، مدل C: 0.0023 ، مدل D: 0.0029 W/Kg و مدل E: 0.0024 و برای نوکیا در مدل A: 0.0028 ، مدل B: 0.0042 ، مدل C: 0.0057 ، مدل D: 0.0053 و مدل E: 0.0025 W/Kg می‌باشد (جدول شماره ۲).



شکل ۳- مقایسه میانگین میدان الکتریکی تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا با رهنمودها در فرکانس 900 MHz و 1800 MHz



شکل ۴- مقایسه میانگین میزان جذب ویژه تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا با حد رهنمود در فرکانس 900 MHz

میانگین میزان جذب ویژه در سامسونگ در فرکانس 1800 MHz برای مدل A: 0.0038 ، مدل B: 0.003 ، مدل C: 0.0035 ، مدل D: 0.0044 و 0.0036 W/Kg و برای نوکیا در مدل A: 0.0042 ،

| | | | | |
|--------|---|-------|---|---|
| ۰/۳۰۸ | A | ۰/۶۸۳ | A | |
| ۰/۰۰۱ | B | ۰/۰۹۷ | B | E |
| <۰/۰۰۱ | C | ۰/۷۸۵ | C | |
| <۰/۰۰۱ | D | ۰/۰۴۹ | D | |

بحث و نتیجه‌گیری:

نسبت میانگین میدان الکتریکی تلفن همراه سامسونگ به حد رهنمود در فرکانس ۹۰۰ MHz و ۱۸۰۰ MHz به ترتیب ۳۶/۴٪ و ۳۴/۳٪ و همچنین در تلفن همراه نوکیا به ترتیب ۱۲/۵٪ و ۳۱/۴٪ می‌باشد (شکل ۳).

از آنجایی که میدان الکتریکی وابسته به شدت جریان برق می‌باشد و چون تلفن‌های همراه هوشمند دارای شدت جریان برق پایین‌تری نسبت به بسیاری از وسایل برقی دیگر هستند، از این رو میدان الکتریکی در آن‌ها پایین‌تر می‌باشد (۳۰،۳۱).

در مطالعه Ghaffari و همکاران، میدان الکتریکی تلفن‌های هوشمند در فاصله ۵ سانتی‌متری برابر ۱/۷۸ m/v بود که نسبت به مطالعه ما کمتر می‌باشد. این تفاوت میدان الکتریکی ناشی از تر بودن فاصله، تفاوت مارک تلفن، اتصال به اینترنت، عمر تلفن، حالت تلفن (زنگ خور، ویبره و یا سایلنت) باشد (۳۲،۳۳).

نسبت میانگین میزان جذب ویژه سر در تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا به حد رهنمود در فرکانس ۹۰۰ به ترتیب ۱۵/۰٪ و ۲۵/۰٪ و در فرکانس ۱۸۰۰ MHz نیز به ترتیب ۲۳/۰٪ و ۳۸/۰٪ می‌باشد. از آنجایی که در فرکانس ۱۸۰۰ MHz هدایت‌پذیری نسبت به فرکانس ۹۰۰ MHz بیشتر می‌باشد (معادله ۲)، از این رو در فرکانس ۱۸۰۰ MHz میزان جذب ویژه بیشتر می‌باشد. میزان جذب ویژه سر در مطالعه Naif در فاصله ۰/۰۱ mm برابر ۱/۵ vW/kg می‌باشد. این میزان جذب ویژه در مطالعه Naif بسیار بیشتر از مطالعه می‌باشد (۳۴).

در مطالعه Burdalo و همکاران، میزان جذب ویژه بزرگسالان در فرکانس ۹۰۰ MHz و ۱۸۰۰ MHz به ترتیب برابر ۰/۰۲ و ۰/۰۸ W/Kg می‌باشد که به نتایج مطالعه ما نزدیک می‌باشد (۳۵).

با توجه به گفته شرکت سازنده نوکیا میانگین SAR در ۱۱۶ مدل از تلفن همراه نوکیا برابر ۰/۷۵±۰/۲۷ W/Kg می‌باشد که نسبت به مطالعه ما بسیار بیشتر و دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد (۳۶). همچنین با توجه به گفته شرکت سازنده سامسونگ، میانگین SAR در ۹۶ مدل از تلفن همراه سامسونگ

برابر ۰/۶۵±۰/۲۳ W/Kg می‌باشد که نسبت به مطالعه ما بسیار بیشتر و دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد (۳۷).

میزان جذب ویژه تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ با نوکیا در فرکانس‌های ۹۰۰ MHz و ۱۸۰۰ MHz دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P < ۰/۰۵$). این تفاوت معنی‌دار ناشی از تفاوت در طراحی دو دستگاه می‌باشد (جدول شماره ۳).

آنالیز آماری One Way Anova نشان داد در تلفن‌های همراه هوشمند، هوشمند سامسونگ مدل A با مدل B دارای تفاوت معنی‌دار، مدل B با A، D و E دارای تفاوت معنی‌دار، مدل C با D دارای تفاوت معنی‌دار، مدل D با C و E دارای تفاوت معنی‌دار و مدل E با B و E دارای تفاوت معنی‌دار هستند ($P < ۰/۰۵$). در تلفن‌های همراه هوشمند، هوشمند نوکیا مدل A با مدل B، C و D دارای تفاوت معنی‌دار، مدل B با A، D و C دارای تفاوت معنی‌دار، مدل A با B و E دارای تفاوت معنی‌دار و مدل D با E دارای تفاوت معنی‌دار هستند.

همان گونه که گفته شد، این تفاوت‌ها در مدل‌های مختلف ناشی از تفاوت در تجهیزات الکتریکی و طراحی تلفن‌های همراه هوشمند می‌باشد (جدول شماره ۴).

از آنجایی که در فرکانس ۱۸۰۰ MHz نیز میزان جذب ویژه برای همه مدل‌ها در اعداد ثابتی ضرب می‌شوند، از این رو تفاوت آنها نیز مانند فرکانس ۹۰۰ MHz می‌باشد. به طور کلی، آزمون Anova نشان داد که بین ۵ مدل‌های تلفن همراه سامسونگ، $P = ۰/۰۱۶$ و در مدل نوکیا $P = ۰/۰۲۱$ وجود دارد. از این رو، می‌توان گفت تفاوت معنی‌دار در میزان جذب ویژه بین مدل‌های تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ با نوکیا وجود دارد ($P < ۰/۰۵$).

میانگین میدان الکتریکی و به دنبال آن میزان جذب ویژه میدان الکتریکی سر در تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ و نوکیا بسیار پایین‌تر از رهنمودها می‌باشد ($P < ۰/۰۵$). میزان جذب ویژه در فرکانس ۹۰۰ MHz بیشتر از ۱۸۰۰ MHz می‌باشد. مدل‌های تلفن‌های همراه هوشمند نوکیا با همدیگر و همچنین مدل‌های تلفن‌های همراه هوشمند سامسونگ دارای تفاوت معنی‌دار در میزان جذب ویژه هستند. از آنجایی که میزان جذب ویژه میدان الکتریکی سر در تلفن همراه نوکیا بیشتر از

سامسونگ است ($P < 0.05$)، از این رو توصیه می‌گردد استفاده از تلفن‌های همراه هوشمند نوکیا با دقت بیشتری انجام گیرد.

References

منابع

1. Joseph W, Frei P, Roösli M, Thuróczy G, Gajsek P, Trcek T, et al. Comparison of personal radio frequency electromagnetic field exposure in different urban areas across Europe. *Environmental Research*. 2010;110(7):658-63.
2. Guidotti TL, From POE, Martinez MF. *Archives of Environmental & Occupational Health*. 2007;62(3).
3. Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W, Zmysłony M. Changes in tympanic temperature during the exposure to electromagnetic fields emitted by mobile phone. *International journal of occupational medicine and environmental health*. 2012;25(2):145-50.
4. Nakatani- Enomoto S, Furubayashi T, Ushiyama A, Groiss SJ, Ueshima K, Sokejima S, et al. Effects of electromagnetic fields emitted from W- CDMA- like mobile phones on sleep in humans. *Bioelectromagnetics*. 2013;34(8):589-98.
5. Gajšek P, Ravazzani P, Wiart J, Grellier J, Samaras T, Thuróczy G. Electromagnetic field exposure assessment in Europe radiofrequency fields (10 MHz–6 GHz). *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2015;25(1):37-44.
6. Saltos A, Smith D, Schreiber K, Lichenstein S, Lichenstein R. Cell-Phone Related Injuries in the United States from 2000–2012. *Journal of Safety Studies*. 2015;1(1):1.
7. Mehrnews. Penetration Coefficient of Mobile Phone 2013. Available from: <http://www.mehrnews.com/news/1537947>.
8. Masao T, Watanbe S. Biological and health effects of exposure to electromagnetic field from mobile communication systems. *IATSS research*. 2001;25(2):40-50.
9. Hauri DD, Spycher B, Huss A, Zimmermann F, Grotzer M, Von Der Weid N, et al. Exposure to radio-frequency electromagnetic fields from broadcast transmitters and risk of childhood cancer: a census-based cohort study. *American journal of epidemiology*. 2014:kwt442.
10. Silny J, Meyer M, Wiesmüller G, Dott W. Health effects from radiofrequency electromagnetic fields of mobile phones and other new communication systems. *Umwelt Med Forsch Prax*. 2004;9(3):127-36.
11. Pourlis AF. Reproductive and developmental effects of EMF in vertebrate animal models. *Pathophysiology*. 2009;16(2):179-89.
12. Morgan WF, Sowa MB. Non-targeted effects induced by ionizing radiation: Mechanisms and potential impact on radiation induced health effects. *Cancer letters*. 2015;356(1):17-21.
13. 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. *Occupational Medicine*. 2001;51(1):25-35.
14. Arnetz B, Åkerstedt T, Hillert L, Lowden A, Kuster N, Wiholm C. The effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on self-reported symptoms and sleep-An experimental provocation study. *Piers Online*. 2007;3(7):1148-50.
15. Kesari KK, Kumar S, Behari J. Mobile phone usage and male infertility in Wistar rats. 2010.
16. Tkalec M, Štambuk A, Šrut M, Malarić K, Klobučar GI. Oxidative and genotoxic effects of 900MHz electromagnetic fields in the earthworm *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2013;90:7-12.
17. Balmori A. Electromagnetic pollution from phone masts. Effects on wildlife. *Pathophysiology*. 2009;16(2):191-9.
18. WHO. Larce classification radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans. Press Release N° 208; 2011.
19. Protection ICoN-IR. Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. *Health Physics*. 2009;96(4):504-14.
20. Protection ICoN-IR. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *Health Physics*. 2010;99(6):818-36.

21. Ahma L, Ibrani M, Hamiti E. Computation of SAR distribution in a human exposed to mobile phone electromagnetic fields. *PIERS (Progress in electromagnetic research) Proceedings*. 2010.
22. Fakhri Y, Mirzaei M. Survey on difference between the electromagnetic fields of simple and smart mobile phones. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 2015;9(9):129-33.
23. Sarookhani M, Rezaei MA, Safari A, Zaroushani V, Ziaeiha M. The influence of 950 MHz magnetic field (mobile phone radiation) on sex organ and adrenal functions of male rabbits. *African Journal of Biochemistry Research*. 2011;5(2):65-8.
24. IEEE Standards Coordinating Committee 28 oN-IRH. IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3kHz to 300 GHz: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated; 1992.
25. Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clinical Neurophysiology*. 2002;113(9):1373-81.
26. Fujii Y. Dental Treatment for Dizziness and Joint Mobility Disorder Caused by Harmful Electromagnetic Waves. *Open Journal of Antennas and Propagation*. 2015;3(01):1.
27. Thomas S, Heinrich S, von Kries R, Radon K. Exposure to radio-frequency electromagnetic fields and behavioural problems in Bavarian children and adolescents. *European journal of epidemiology*. 2010;25(2):135-41.
28. CNIRP. ummary of the ICNIPR's general public safety guide lines for limiting radiation exposure and SAR. 2009.
29. Shalangwa D. Review of residential exposure from radio frequency of global system from mobile communication (GSM) base station (BS). *Canadian Journal of pure and Applied Scinces*. 2009:1405.
30. Yamaoka M, Shinozaki Y, Maeda N, Shimazaki Y, Kato K, Shimada S, et al., editors. A 300MHz 25 μ A/Mb leakage on-chip SRAM module featuring process-variation immunity and low-leakage-active mode for mobile-phone application processor. *Solid-State Circuits Conference, 2004 Digest of Technical Papers ISSCC 2004 IEEE International*; 2004: IEEE.
31. Kumari RM. *Electromagnetic Fields*: New Age International (P) Limited; 2008.
32. Kühn S, Cabot E, Christ A, Capstick M, Kuster N. Assessment of the radio-frequency electromagnetic fields induced in the human body from mobile phones used with hands-free kits. *Physics in medicine and biology*. 2009;54(18):5493.
33. Micheli D, Delfini A, Santoni F, Volpini F, Marchetti M. Measurement of electromagnetic field attenuation by building walls in the mobile phone and satellite navigation frequency bands. *Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE*. 2015;14:698-702.
34. Naif HA. Study the Effects of Specific Absorption Rate in Electromagnetic Energy Radiated From Mobile Phones on Human Body. *Al- Mustansiriya J Sci*. 2010;21(4):119-30.
35. Martinez-Burdalo M, Martin A, Anguiano M, Villar R. Comparison of FDTD-calculated specific absorption rate in adults and children when using a mobile phone at 900 and 1800 MHz. *Physics in Medicine and Biology*. 2004;49(2):345.
36. Nokia. Specific Absorption Rate in mobile phone Sep 2015. Available from: <http://www.s21.com/sar.htm>.
37. samsung. Specific Absorption Rate in mobile phone Sep 2015. Available from: <http://www.s21.com/sar.htm>.

Comparison of electric field specific absorption rate of head in Nokia and Samsung smart mobile phone users

H.R. Gafari, PhD Student¹ Y. Fakhri, PhD Student² V. Hassanzadeh, MSc Student³

PhD Student Department of Environmental Health, Social Determinants in Health Promotion Research Center, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran¹, Ph.D student Environmental of Health Engineering Department, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran², Master Of Science Environmental Health Engineering student, Social Determinants in Health Promotion Research Center, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran³

(Received 16 Sep, 2015 Accepted 28 Oct, 2015)

ABSTRACT

Introduction: The use of smart phones is increasing in the world. This excessive use, especially in the last two decades, has created too much concern on the effects of emitted electromagnetic fields on human health. This study aims to compare electric field specific absorption rate of head in Nokia and Samsung smart mobile phone users.

Methods: In this descriptive-analytical study the electric fields resulting from Samsung and Nokia smart phones were measured by a portable electromagnetic meter Model HI-3603-VDT/VLF. Then, head absorption rate was calculated by ICNIRP equation. Finally, specific absorption rate for Samsung and Nokia smart phones was compared by T-Test.

Results: The mean of electric field for Samsung and Nokia smart mobile phones was 1.8 ± 0.19 v/m and 2.23 ± 0.39 v/m and the range of the electric field was 1.56-2.21 v/m and 1.69-2.89 v/m, respectively. The mean of specific absorption rate in Samsung and Nokia mobile phones was 0.002 ± 0.0005 W/Kg and 0.0041 ± 0.0013 W/Kg at the frequency of 900 MHz and 0.004 ± 0.001 W/Kg and 0.0062 ± 0.0002 W/Kg at the frequency of 1800 MHz, respectively. The ratio of mean electronic field to provide guidance in the Samsung mobile phone at the frequency of 900 MHz and 1800 MHz was 4.36% and 3.34%, respectively, while it was 5.62% and 4.31% in the Nokia mobile phone. The ratio of mean head specific absorption rate to provide guidance at the frequency of 900 was 0.15% and 0.25% and at the frequency of 1800 MHz was 0.23 % and 0.38% for respectively Samsung and Nokia mobile phones.

Conclusion: The rate of electric field specific absorption of Nokia smart mobile phones at the frequencies of 900 and 1800 is significantly higher than Samsung. Therefore, it can be concluded that Nokia smart mobile phone users are exposed to higher related health risks in comparison to Samsung smart mobile phone users.

Key words: Smart Mobile Phones, Samsung, Nokia, Head Specific Absorption Rate

Correspondence:

Y.Fakhri, PhD Student
Environmental of Health
Engineering Department,
Shahid Beheshti
University of Medical
Sciences. Tehran, Iran
Tel: +98 9216737245
Email:
Ya.fakhri@gmail.com