مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره هفتم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۸۷، ۲۵۸-۲۵۱

اثر امواج میکروویو تابش شده از تلفن‌های همراه GSM بر روی حافظه کوتاه مدت انسان

سید محمدجواد مرتضوی[۱]، محمد ناظر[۲]، احمدرضا صیادی[۲]، حسین کریمی[۳]

دریافت مقاله: ۸۶/۰۵/۲٤ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۸۷/۰۸/۰۵ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۸۷/۰۹/۰٦ پذیرش مقاله: ۸۷/۱۰/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: رشد چشم‌گیر استفاده از تلفن‌های همراه باعث توجه گستردهٔ پژوهشگران به آثار زیستی ناشی از این تلفن‌ها شده است. این در حالی است که هنوز اثرات زیست شناختی استفادهٔ طولانی مدت از این تلفن‌ها به خوبی مشخص نشده است. این مطالعه با هدف بررسی اثر مواجهه انسان با امواج میکروویو تابشی از تلفن‌های همراه بر حافظه کوتاه مدت انجام شده است.

مواد و روش‌ها: پژوهش از نوع مداخله‌ای و جامعهٔ مورد پژوهش ۷۰ نفر از دانشجویان پسر دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان بود. افراد گروه اول که از ۲۵ نفر تشکیل شده بود، مطابق پروتکل A در شروع مطالعه به صورت کاذب (sham)، در ساعت ۲۴ به صورت واقعی و در ساعت ۴۸ مجدداً به صورت کاذب در معرض امواج میکروویو تابشی تلفن همراه قرار گرفته و بلافاصله بعد از هر یک از این مراحل سه گانه، مورد آزمون حافظهٔ کوتاه مدت وکسلر قرار گرفتند. گروه دوم که از ۴۵ نفر تشکیل می‌گردید، مطابق پروتکل B در شروع مطالعه به صورت واقعی و در ساعت ۲۴ به صورت کاذب در معرض امواج میکروویو قرار گرفتند.

یافته‌ها: میانگین امتیاز کلی آزمون حافظه در گروه اول و دوم با تکرار آزمون در روزهای بعد، افزایش پیدا کرد که این امر نشان‌دهنده اثر یادگیری در این آزمون بود. امتیاز تمامی آزمون‌های فوق از لحاظ آماری با تکرار آزمون‌ها رابطهٔ معنی‌دار داشت. در این مطالعه ارتباط معنی‌داری بین قرار گرفتن در معرض امواج میکروویو تابشی موبایل و امتیاز آزمون حافظه مشاهده نگردید.

نتیجه‌گیری: هر چند نتایج این تحقیق مشخص می‌کند که مواجهه کوتاه مدت با امواج تابشی از تلفن‌های همراه بر حافظهٔ کوتاه مدت افراد اثر قابل ملاحظه‌ای نداشته است اما با توجه به تأثیر این امواج بر توجه و تمرکز می‌توان امکان تأثیر بر حافظه کوتاه مدت را مطرح نمود.

واژه‌های کلیدی: تلفن‌های همراه، امواج میکروویو، اثرات عصب شناختی، حافظه کوتاه مدت

۱- (نویسنده مسؤول) دانشیار گروه آموزشی فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، مرکز پژوهش‌های علوم پرتوی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

تلفن: ۰۳۹۱-۵۲۳۵۴۸۰، فاکس: ۰۳۹۱-۵۲۳۵۴۸۰، پست الکترونیکی: jamo23@lycos.com

۲- مربی گروه آموزشی روان‌پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان

۳- دانشجوی پزشکی (اینترن)، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان

مقدمه

اثر امواج میکروویو تابشی از تلفن‌های همراه بر روی فعالیت‌های شناختی انسان هنوز در هاله‌ای از ابهام قرار دارد [۱]. این احتمال وجود دارد که مواجهه با امواج تلفن همراه ایجاد پتانسیل‌های آهسته را در نواحی از مغز کاهش داده و بر روی حافظه اثر بگذارد. در روان‌پزشکی و روان‌شناسی حافظه کوتاه (Short-term) یا فوری (Immediate) معمولاً به صورت بازسازی، شناخت یا یادآوری مطالب درک شده به فاصله تقریباً ۵ ثانیه پس از ارایه آن‌ها تعریف می‌شود . برای سنجش حافظه کوتاه یا فوری می‌توان از تکالیف دیداری و شنیداری استفاده کرد.

پردازش اطلاعات اولیه در دو نیمکره راست و چپ مغز صورت می‌گیرد. اطلاعاتی که احتیاج به توجه و تمرکز دارند مانند تست فراخنای اعداد مستقیم و معکوس (Digit Span) در نیمکره چپ مغز مورد پردازش قرار می‌گیرند. هر عاملی که باعث اختلال در توجه (Attention) و تمرکز (Concentration) شود، پردازش اطلاعات در نیمکره چپ را با اختلال مواجه می‌سازد. در طرف مقابل آزمون‌هایی وجود دارند که آموختن آن‌ها دیداری و تکراری است و احتیاج به توجه و تمرکز ندارند. با توجه به این توضیحات، آزمون وکسلر در برابر عوامل بر هم زننده توجه و تمرکز بسیار مقاوم بوده و با تکرار بیشتر حتی در شرایطی که در توجه و تمرکز اختلال ایجاد کند، نتیجه آزمون بهبود پیدا می‌کند [۲]. برای سنجش حافظه تست‌های متعددی وجود دارند که معتبرترین آن‌ها بررسی حافظه با استفاده از مقیاس‌های هوشی وکسلر برای بزرگسالان (WAIS-R) است. در این مقیاس هوش‌بهر (IQ) کلامی و عملی از متوسط ۱۱ خرده آزمون به دست می‌آید. ۶ مقیاس کلامی که عمدتاً عامل درک و فهم کلامی را می‌سنجند و پنج مقیاس عملی که توانائی دیداری ـ فضائی را اندازه‌گیری می‌کنند [۲].

در تحقیقاتی که توسط Wilen و همکارانش در سال ۲۰۰۶ میلادی در کشور سوئد بر روی ۲۰ فرد با نشانه‌های مرتبط با استفاده از تلفن همراه و ۲۰ فرد نرمال صورت گرفت. تمام افراد به صورت تصادفی در دو مرحله پس از مواجهه واقعی (Real Exposure) و مواجهه کاذب (Sham Exposure) با امواج میکروویو تابش شده از تلفن همراه ۹۰۰ مگاهرتز تحت آزمون تست حافظه کوتاه مدت Short memory قرار گرفتند. این مطالعه نتوانست ارتباط خاصی را بین امواج میکروویو موبایل و حافظه کوتاه مدت یا زمان واکنش (Reaction time) نشان دهد [۳]. تحقیقات مشابهی نیز توسط Smythe و Costall در سال ۲۰۰۳ میلادی در آمریکا بر روی ۳۳ دانشجوی پسر و ۲۹ دانشجوی دختر صورت گرفت که نتایج این مطالعه نشان‌دهنده تغییرات خطاهای فضایی در پسران پس از قرارگیری در معرض امواج ناشی از موبایل بود. حافظه کوتاه مدت در دختران دانشجو تحت تأثیر امواج موبایل قرار نگرفته بود [۴]. مطالعه دیگری در سال ۱۹۹۹ در مرکز انکولوژی بریستول بر روی ۳۶ نمونه با هدف بررسی امواج ناشی از موبایل ۹۱۵ مگاهرتز بر روی عملکردهای شناختی صورت گرفت. در این مطالعه نمونه‌ها به دو گروه تقسیم شدند، گروه اول به مدت ۳۰-۲۵ دقیقه در معرض امواج قرار گرفتند و گروه دوم از الکل، چای و سایر مواد محرک استفاده نمودند. نتایج در هر دو گروه مشابه و به صورت افزایش سرعت پردازش و کاهش زمان واکنش بود [۵].

در سال ۲۰۰۶ میلادی Keetley و تعدادی از همکارانش در استرالیا تحقیقات مشابهی انجام دادند که در این تحقیقات ۱۲۰ نفر در دو مرحله پس از قرارگیری در معرض امواج میکروویو، تحت ۸ تست نوروسایکولوژیک قرار گرفتند. بر خلاف انتظار نتایج این تحقیقات نشان داد که قرار گرفتن در معرض امواج میکروویو موجب کاهش یافتن زمان واکنش و افزایش سرعت پردازش اطلاعات در حافظه کاربردی می‌شود [۶].

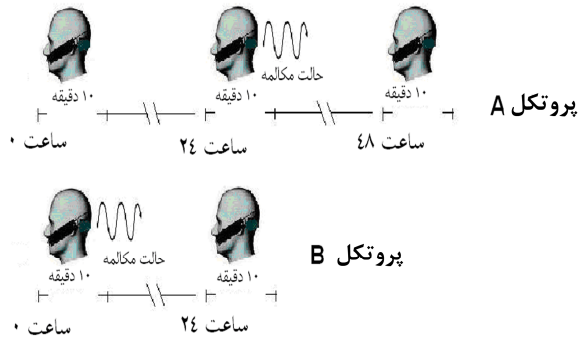
Mortazavi و همکارانش در مطالعات قبل خود بخشی از آثار عصب شناختی و غیر عصب شناختی امواج میکروویو تابشی از تلفن‌های همراه را گزارش کرده‌اند [۱۰-۷]. در این مطالعه برای اولین بار با طراحی دو پروتکل مختلف مطابق آنچه در قسمت مواد و روش‌ها آمده است، تلاش گردیده تا اثر

امواج میکروویو تابشی تلفن‌های همراه بر روی حافظه کوتاه مدت مورد ارزیابی قرار گیرد. در این طراحی علاوه بر امکان مقایسه حافظه افراد شرکت‌کننده در پروتکل‌های دوگانه، حافظه هر فرد در دو فاز مواجهه کاذب و مواجهه واقعی با امواج میکروویو مورد بررسی قرار گرفته و از این رو اثر بسیاری از عوامل مداخله‌گر از بین رفته و یا حداقل کاهش پیدا کرده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش از نوع مداخله‌ای و جامعهٔ مورد پژوهش ۷۰ نفر از دانشجویان پسر دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان بود. با توجه به این که در مطالعات مشابه قبلی نظیر مطالعه Haarala و همکاران در سال ۲۰۰۴ میلادی [۱۱] ۶۰ نفر داوطلب در مطالعه شرکت کرده بودند، در این مطالعه ۷۰ نفر مورد مطالعه قرار گرفتند تا حتی در صورت حذف شدن برخی افراد به علل مختلف، تعداد افراد در هر حالت از ۶۰ نفر کاهش پیدا نکند. این افراد به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. با توجه به شکل ۱ گروه اول مطابق پروتکل A و گروه دوم مطابق پروتکل B در معرض امواج قرار گرفتند.

افراد گروه اول که از ۲۵ نفر تشکیل شده بود، در شروع مطالعه (ساعت صفر) به صورت کاذب، در ساعت ۲۴ به صورت واقعی و در ساعت ۴۸ مجدداً به صورت کاذب در معرض امواج میکروویو تابشی تلفن همراه قرار گرفته و بلافاصله بعد از هر یک از این مراحل سه گانه، مطابق روش استفاده شده در تحقیقات پیشین [۱۲] مورد آزمون حافظهٔ کوتاه مدت وکسلر قرار گرفتند. گروه دوم که از ۴۵ نفر تشکیل می‌گردید، در شروع مطالعه (ساعت صفر) به صورت واقعی و در ساعت ۲۴ به صورت کاذب در معرض امواج میکروویو قرار گرفته و بلافاصله پس از هر یک از این مراحل دوگانه، آزمون حافظهٔ کوتاه مدت وکسلر بر روی آن‌ها انجام شد. تمام تابش‌ها صرف نظر از واقعی بودن یا کاذب بودن به مدت ۱۰ دقیقه و به صورت دو سو کور انجام شد و افراد مورد آزمون و آزمون‌کنندگان از این که در مرحله مورد نظر تابش واقعی و یا کاذب است، اطلاعی نداشتند.



شکل ۱- پروتکل قرار گرفتن افراد گروه‌های A و B در معرض امواج میکروویو تلفن‌های همراه

تلاش شد تا محیط انجام آزمون ساکت و بدون هر گونه عامل مزاحم باشد. بدین ترتیب همه دانشجویان پسر و در محدوده سنی خاص بودند و شرایط مواجهه با امواج میکروویو نیز برای تمام آن‌ها یکسان بود. علی‌رغم این که آزمون اولیه بر روی افراد شرکت‌کننده در پروتکل‌های A و B تفاوت معنی‌داری را در عوامل مخدوش کننده نظیر ساعات خواب، خستگی، تغذیه و به ویژه حافظه کوتاه مدت این افراد نشان نداد، اما در یک بخش این مطالعه حافظه هر فرد در دوره‌های مواجهه واقعی و مواجهه کاذب با هم مقایسه شده است. از این رو در حقیقت در این بخش هر فرد با خود مقایسه شده است و نه دیگران و بدین ترتیب اثر عوامل مخدوش‌کننده نظیر ساعات خواب، خستگی، و تغذیه از میان رفته است.

تنها متغیرهای اصلی خرده آزمون‌های وکسلر بودند که شامل پنج خرده آزمون به شرح ذیل می‌گردید.

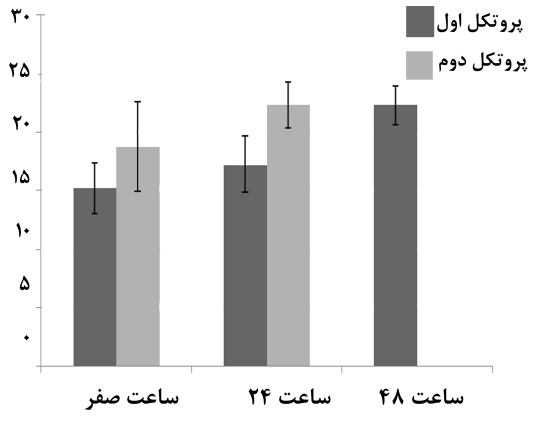
۱- حافظه زوج کلمات
۲- حافظه عددی ترتیبی
۳- حافظه عددی معکوس
۴- حافظه عددی که میانگین حافظه عددی ترتیبی و معکوس بود
۵- حافظه بازشناسی کلمات

پس از هر مرحله مواجهه واقعی یا مواجهه کاذب اطلاعات از طریق پرسش‌نامه‌های استاندارد حافظه وکسلر جمع‌آوری گردید. پس از تکمیل پرسش‌نامه، داده‌ها وارد رایانه شده و با استفاده از آزمون آماری مناسب مورد تجزیه و تحلیل قرار

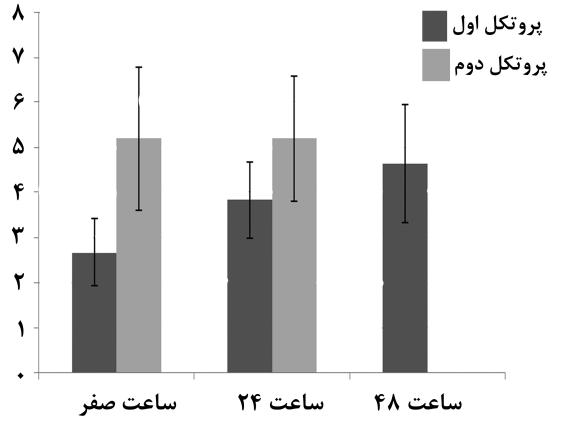
گرفت. علاوه بر ارایه نتایج در قالب آمار توصیفی، در بخش آمار تحلیلی از آزمون آماری t دانشجویی(Student's t-test) استفاده گردید.

نتایج

مطابق نمودار ۱، میانگین نمرهٔ حافظهٔ زوج کلمات در گروه اول در ساعت صفر ۲/۲۰±۱۵/۲۴، در ساعت ۲۴ برابر با ۲/۴۱±۱۷/۲۸ و در ساعت ۴۸ معادل ۱/۷۰±۲۲/۳۲ بود. نمرات مربوط به این آزمون درگروه دوم در ساعت صفر ۳/۸۳±۱۸/۷۶ و در ساعت ۲۴ برابر با ۱/۹۷±۲۲/۳۶ بود. با توجه به نمودار ۲ میانگین نمرهٔ حافظهٔ عددی ترتیبی در گروه اول در ساعت صفر ۰/۷۵±۲/۶۸، در ساعت ۲۴ برابر با ۰/۸۵±۳/۸۴ و در ساعت ۴۸ معادل ۱/۳۰±۴/۶۴ بود. نمرات این آزمون درگروه دوم در ساعت صفر ۱/۵۹±۵/۲۰ و در ساعت ۲۴ برابر با ۱/۳۶±۵/۲۰ بود.

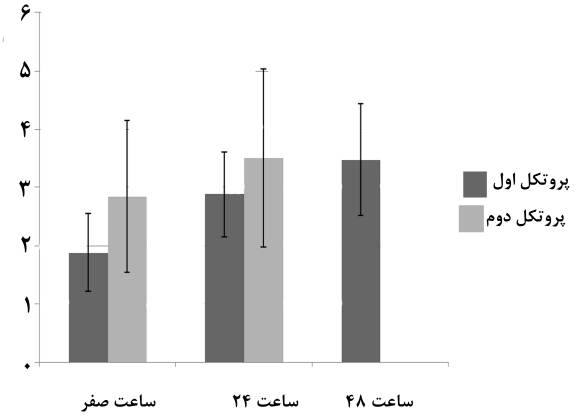


نمودار ۱- میانگین نمرهٔ حافظهٔ زوج کلمات در گروه‌های اول و دوم طی ساعت‌های صفر، ۲۴ و ۴۸

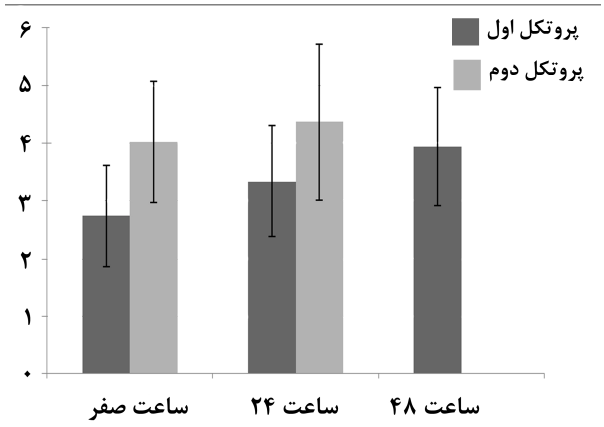


نمودار ۲- میانگین نمرهٔ حافظهٔ اعداد ترتیبی در گروه‌های اول و دوم طی ساعت‌های صفر، ۲۴ و ۴۸

با در نظر گرفتن نمودار ۳ میانگین نمرهٔ حافظهٔ عددی معکوس در گروه اول در ساعت صفر ۰/۶۷±۱/۸۸، در ساعت ۲۴ برابر با ۰/۷۳±۲/۸۸ و در ساعت ۴۸ معادل ۰/۹۶±۳/۴۸ بود. نمرات مربوط به این آزمون درگروه دوم در ساعت صفر ۱/۳۱±۲/۸۴ و در ساعت ۲۴ برابر با ۱/۵۳±۳/۵۱ بود. با توجه به نمودار ۴ میانگین نمرهٔ حافظهٔ عددی (Digit Span) که در واقع میانگین نمرات حافظهٔ عددی و معکوس است، در گروه اول در ساعت صفر ۰/۸۸±۲/۷۴، در ساعت ۲۴ برابر با ۰/۹۶±۳/۳۴ و در ساعت ۴۸ معادل ۰/۱۰±۳/۹۴ بود. نمرات این آزمون درگروه دوم در ساعت صفر ۱/۰۵±۴/۰۲ و در ساعت ۲۴ برابر با ۱/۳۵±۴/۳۶ بود.

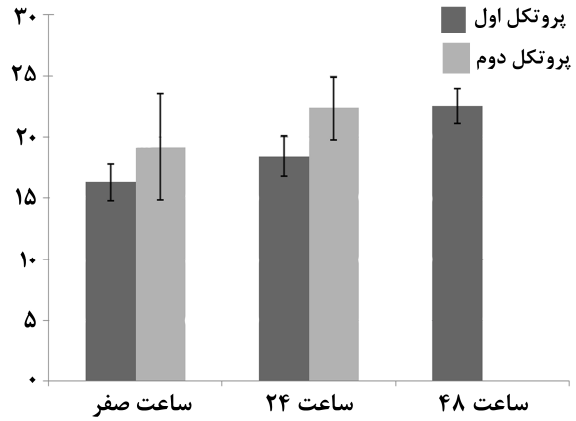


نمودار ۳- میانگین نمرهٔ حافظهٔ عددی معکوس در گروه‌های اول و دوم طی ساعت‌های صفر، ۲۴ و ۴۸



نمودار ۴- میانگین نمرهٔ حافظهٔ Digit Span در گروه‌های اول و دوم طی ساعت‌های صفر، ۲۴ و ۴۸

از سوی دیگر مطابق آنچه در نمودار ۵ نشان داده شده است، میانگین نمرهٔ حافظهٔ بازشناسی در گروه اول در ساعت صفر ۱/۵۲±۱۶/۳۲، در ساعت ۲۴ برابر با ۱/۶۴±۱۸/۴۴ و در ساعت ۴۸ معادل ۱/۳۹±۲۲/۴۸ بود. هم‌چنین نمرات مربوط به این آزمون درگروه دوم در ساعت صفر ۴/۳۴±۱۹/۱۶ و در ساعت ۲۴ برابر با ۲/۵۱±۲۲/۳۲ بود. میانگین امتیاز کلی آزمون حافظه در گروه اول و دوم با تکرار آزمون در روزهای بعد، افزایش پیدا کرد که این امر نشان‌دهنده اثر یادگیری در این آزمون بود. امتیاز تمامی آزمون‌های فوق از لحاظ آماری با تکرار آزمون‌ها رابطهٔ معنی‌دار داشت. در این مطالعه ارتباط معنی‌داری بین قرار گرفتن در معرض امواج میکروویو تابشی موبایل و امتیاز آزمون حافظه مشاهده نگردید.



نمودار ٦- میانگین نمرهٔ حافظهٔ بازشناخت در گروه‌های اول و دوم طی ساعت‌های صفر، ٢٤ و ٤٨

بحث

استفاده روز افزون از تلفن‌های همراه به صورت بخشی از زندگی بشر موجب توجه گسترده پژوهشگران به آثار زیستی ناشی از میدان‌های الکترو مغناطیسی (EMF) تلفن‌های همراه شده است. با توجه به این نکته که تکنولوژی ارتباطات تلفن همراه یک فن‌آوری جدید است، هنوز اثرات زیستی استفاده طولانی مدت از این تلفن‌ها به خوبی مشخص نیست [۱۳]. در مطالعه حاضر نمونه‌ها به طور کوتاه مدت در معرض امواج قرار گرفتند و بعد از آن خرده آزمون‌های مختلف تست حافظه وکسلر ارزیابی شد.

نکته مهم در پژوهش حاضر این است که مدت در معرض قرار گرفتن نسبت به امواج میکروویو کوتاه بوده است. بدین ترتیب می‌توان تصور کرد که کوتاه بودن زمان موجب شده است تأثیر قابل ملاحظه‌ای در حافظهٔ کوتاه مدت افراد مشاهده نگردد. از این رو هرگاه افراد مدت بیشتری در معرض امواج قرار گیرند، ایجاد اثر قابل انتظار خواهد بود.

نتایج این تحقیق مشخص می‌کند که تابش کوتاه مدت امواج میکروویو بر توجه و تمرکز موثر بوده است که این امر مقدمه‌ای برای تأثیر بر حافظه کوتاه مدت خواهد بود. علل عدم افت قابل انتظار حافظه در روز دوم در گروه اول که تحت تأثیر امواج میکروویو قرار داشته‌اند، تکرار تست‌های قبلی است که تا حدود زیادی اثر امواج میکروویو را تعدیل نموده است. هم‌چنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اثر امواج میکروویو در نیمکره چپ بیشتر از نیمکره راست بوده و اثر تکرار در نیمکره راست بیشتر است. به عبارت دیگر اثر امواج میکروویو و زمان تابش بستگی به نوبت تابش (مرحله اول یا مرحله دوم) داشته است که اگر این تابش در مرحله اول بوده است، با اختلال در تست حافظه باعث افت امتیاز حافظه شده است. یعنی اگر در روز اول تابش واقعی باشد نه تنها تست حافظه در روز اول را با افت چشمگیر مواجهه می‌سازد، بلکه به دلیل ایجاد اختلال در توجه و تمرکز در روز اول موجب عدم به خاطر سپاری آزمون‌ها شده و در نتیجه اختلال در فرآیند تکرار در روز دوم و عدم افزایش کافی امتیاز آزمون می‌شود.

تحقیقاتی که قبلاً اثر امواج میکروویو را بر روی توجه و تمرکز مورد بررسی قرار داده است، نوعی ارتباط معکوس را بین مدت در معرض قرار گرفتن نسبت به امواج میکروویو و توجه و تمرکز نشان داده‌اند و مطالعه حاضر نیز نشان می‌دهد که قرارگرفتن کوتاه مدت افراد در معرض امواج میکروویو باعث ایجاد اختلال توجه و تمرکز و عوارض ناشی از آن می‌شود که این امر با اکثر تحقیقات قبلی هم‌خوانی دارد [۲]. باید به این نکته توجه داشت که برخی پژوهشگران که قبلاً مدعی شده بودند امواج میکرویو تلفن‌های همراه موجب افزایش سرعت پردازش اطلاعات در حافظه کاربردی می‌شود،

در سال‌های اخیر به شدت مورد انتقاد قرار گرفتـه و ایرادهـای اساسی به مطالعه آن‌ها وارد شده است [۱۴].

مطابق یافته‌های این تحقیق، نتایج آزمون‌هایی که نیاز به توجه و تمرکز دارند، بـا قـرار گـرفتن افـراد در معـرض امـواج میکروویو دچار افت شده و حافظه‌های دیگر که نیاز به توجه و تمرکز نداشت در مرحله دوم به دلیل تکرار بهبود یافت. بـدین ترتیب امواج میکروویو بر روی حافظه زوج کلمات و بازشناسی تأثیر بارزی نداشت ولی حافظـه عـددی و عـددی معکـوس را تحت تأثیر خود قرار داد .

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های تحقیق پیشنهاد می‌شود که در انجام چنین آزمونی ماهیت تست و محل پردازش آن کاملاً مشخص شود. به علاوه هر چند امواج میکروویو بر روی حافظه‌هایی کـه محل پردازش آن‌ها در نیمکره راست است تأثیر زیادی ندارنـد ولی امتیاز آزمون را به میزان اندکی کـاهش مـی‌دهنـد. بـدین ترتیب امتیاز آزمون در هر دو نیمکره تحت تـأثیر امـواج قـرار می‌گیرد ولی تأثیر آزمون‌هایی کـه در نیمکـره چـپ پـردازش می‌شوند، قابل ملاحظه‌تر است.

در افرادی که نیمکره غالب آن‌ها با هم فرق می‌کند (برای مثال افراد راست دست و چـپ دسـت) انجـام چنـین آزمـونی ارزش چندانی نخواهد داشت. هم‌چنین به نظـر مـی‌رسـد کـه برای انجام چنین آزمونی لازم اسـت میـزان مواجهـه افـراد بـا امواج میکروویو بیشتر باشد تا اثر آن بر روی حافظه کوتاه مدت مشخص گردد در غیر این صـورت عامـل یـادگیری، بـه دلیـل تکرار، نقش تعیین کننده‌ای در امتیاز آزمون خواهد داشت.

References

[1] Papageorgiou CC, Nanou ED, Tsiafakis VG, Kapareliotis E, Kontoangelos KA, Capsalis CN, et al. Acute mobile phone effects on pre-attentive operation. *Neurosci Lett*, 2006; 397(1-2): 99-103.

[2] Groth-Marnat G. (2003). Handbook of psychological assessment (4th ed.). New York.

[3] Wilén J, Johansson A, Kalezic N, Lyskov E, Sandström M. Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms. *Bioelectromagnetics*. 2006; 27(3): 204-14.

[4] Smythe JW, Costall B. Mobile phone use facilitates memory in male, but not female، subjects. *Neuroreport*. 2003; 14(2): 243-6.

[5] Preece AW, lwi G, Davies-Smith A, Wesnes K, Butler S, Lim E, et al. Effect of s 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man. *Int J Radiat Biol*, 1999; 75(4): 447-56.

[6] Keetley V, Wood AW, Spong J, Stough C. Neuropsychological sequelae of digital mobile phone exposure in humans. 2006; 44(10): 184-8.

[7] Mortazavi SMJ, Ahmadi J, Shariati M. Prevalence of Subjective Poor Health Symptoms Associated with Exposure to Electromagnetic Fields among University Students. *Bioelectromagnetics*. 2007; 28(4): 326-30.

[8] Mortazavi SMJ, Daiee E, Yazdi A, Khiabani K, Kavousi A, Vazirinejad R, et al. Mercury Release from Dental Amalgam Restorations after Magnetic Resonance Imaging and Following Mobile Phone Use. *Pakistan J Biological Sci*, 2008; 11(8): 1142-6.

[9] Mortazavi SMJ, Daiee E, Ghasemi M, Balali Mood M. Mercury release from dental amalgam restorations after exposure to microwave radiation emitted from mobile phones. *J Birjand Univ Med Sci*, 2008; 15(2): 21-9. [Farsi]

[10] Mortazavi SMJ, Khiabani K, Kavousi A, Vaziri R. The effect of exposure to electromagnetic fields induced by MRI

on mercury release from dental amalgam restorations. *J Dentistry*, 2008; 20(1): 53-60.

[11] Haarala C, EK M, Bjornberg L, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, et al: 902 MHz mobile phone does not affect short term memory in humans. Bioelectromagnetics. 2004; 25(6): 452-6.

[12] Karimi M, Yarmohammadi H, Cappellini MD. Analysis of intelligence quotient in patients with homozygous beta-thalassemia. *Saudi Med J,* 2006; 27(7): 982-5.

[13] D'Costa H, Trueman G, Tang L, Abdel-rahman U, Abdel-rahman W, Ong K, Cosic I. Human brain wave activity during exposure to radiofrequency field emissions from mobile phones. *Australas Phys Eng Sci Med*, 2003; 26(4): 162-7.

[14] Lewis MB. Mobile phones are good for you, p<0.36! Observations on Keetley, Wood, Spong and Stough. *Neuropsychologia*, 2007; 45(7): 1580-1.

The Effect of Microwave Radiation Emitted by Mobile Phones on Human Short Term Memory

S.M.J. Mortazavi[1], **M. Nazer**[2], **A.R. Sayyadi**[2], **H. Karimi**[3]

Received: 15/08/07 **Sent for Revision: 26/10/08** **Received Revised Manuscript: 26/11/08** **Accepted: 11/01/09**

Background and Objectives: The widespread use of cell phones has made the researchers focus on its health effects. However, the biological effects of electromagnetic fields have not been clearly known. This study was performed to determine the effect of microwave radiation emitted by mobile phones on the human short term memory.

Materials and Methods: This interventional study has been performed on 70 male students who were studying at Rafsanjan University of Medical Sciences (RUMS) in 2006. Participants were divided into two groups. The First group which included 25 students whose short term memory were tested by using Wechsler test. Ten minute real/sham exposure intervals to microwave radiations emitted from a mobile phone were performed at 0 h (sham), 24 h (real) and 48 h (sham) and the participants were tested using 5 Wechsler subsets immediately after each real/sham exposure. The second group included 45 males were exposed/ sham exposed to microwave radiation at 0 h (real), 24 h (sham). Data were statistically analyzed using student's t-test.

Results: The means of memory scores in both groups were increased in the next day. This clearly shows the role of learning in these tests. No statistical relationship was found between exposure to the microwave radiation and memory scores.

Conclusion: Overall the data could not show a significant effect of the mobile phone on short term memory. Repeating the memory tests after 24, 48 h clearly increased the scores in both groups. These findings confirm the role of learning in memory tests and lack of any link to cell phone use.

Key words: Mobile Phones, Microwave Radiation, Neurologic Effects, Short Term Memory

Funding: This research was funded by the Rafsanjan University of Medical Sciences.

Conflict of interest: All the authors are among editorial board or editorial staff of JRUMS.

Ethical approval: The Ethics Committee of Rafsanjan University of Medical Sciences has approved the study.

1- ***Associate Professor of Medical Physics, Medical School, University of Medical Sciences Rafsanjan,Tthe Center for Radiological Research, Shiraz University of Medical Sciences, Iran***
(Corresponding Author) Tel: (0391) 5235480, Fax: (0391) 5235480, E-mail: jamo23@lycos.com
2- ***Academic Member, Dept. of Psychology, Medical School, University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran***
3- ***Medical Student, Medical School, University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran***