مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی سمنان- جلد ۷، شماره ۱ و ۲، پائیز و زمستان ۱۳۸٤

بررسی اثر امواج ۹۵۰ مگاهرتز سیستم تلفن همراه GSM بر اکتساب حافظه فضایی موش بزرگ آزمایشگاهی در ماز آبی موریس

مجید جدیدی[a۱]، سیدمحمد فیروزآبادی[*۱] (Ph.D)، علی رشیدی‌پور[۲] (Ph.D) ، بهرام بلوری[۳] (Ph.D)، یعقوب فتح‌الهی[۴] (Ph.D)

۱- *دانشگاه تربیت مدرس، گروه فیزیک پزشکی*

۲- *دانشگاه علوم پزشکی سمنان، مرکز تحقیقات فیزیولوژی*

۳- *دانشگاه علوم پزشکی ایران، گروه فیزیک پزشکی*

۴- *دانشگاه تربیت مدرس، گروه فیزیولوژی*

چکیده

سابقه و هدف: با افزایش کاربری تلفن همراه، تابش‌گیری ناشی از میدان‌های الکترومغناطیسی حاصل از گوشی و آنتن‌های گیرنده/ فرستنده تلفن همراه، رو به افزایش است. این مطالعه به منظور بررسی اثر تابش میدان الکترومغناطیسی امواج ۹۵۰ مگاهرتز سیستم تلفن همراه GSM بر مرحله اکتساب حافظه فضایی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: ۳۵ رأس موش بزرگ آزمایشگاهی مذکر از نژاد Wistar با سنی حدود ۳ ماه و وزن ۱۵±۲۲۰ گرم، به‌طور تصادفی به سه گروه کنترل (n=۱۲)، تابش‌گیری کاذب (n=۱۱) و تابش‌گیری (n=۱۲) تقسیم شده و در ماز آبی موریس (برای سه روز و در دو بلوک ۵ مرحله‌ای که فاصله بین دو بلوک ۳ ساعت بود)، تحت آموزش قرار گرفتند تا سکوی پنهان در زیر آب را پیدا نمایند.

برای انطباق ۱۰ جلسه تابش‌دهی با الگوی برنامه آموزشی، یک روز قبل از آغاز آموزش در ماز، حیوانات برای ۴ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای و با فواصل یک ساعت در معرض تابش امواج قرار گرفته و در طول دوره آموزش، به منظور بررسی اثر امواج بر مرحله اکتساب حافظه فضایی، تابش‌دهی پیش از آغاز هر بلوک آموزشی، اعمال گردید.

عملکرد حیوانات، ۲۴ ساعت پس از اجرای مراحل آموزشی با اجرای آزمون Probe به مدت ۶۰ ثانیه ارزیابی شد. شاخص‌های ارزیابی عبارت بودند از: مدت زمان گذرانده شده در ناحیه هدف و مخالف آن، سرعت شنا و طول مسیر پیموده شده.

یافته‌ها: آنالیز آماری داده‌های آزمون، بیان‌گر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه کنترل با دو گروه تابش‌گیری کاذب و تابش‌گیری با امواج الکترومغناطیسی ۹۵۰ مگاهرتز است.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل بیان‌گر آن است که ده جلسه تابش‌گیری تمام بدن برای مدت ۴۵ دقیقه با امواج ۹۵۰ مگاهرتز، تأثیری بر مرحله اکتساب حافظه فضایی موش بزرگ آزمایشگاهی ندارد.

واژه‌های کلیدی: میدان الکترومغناطیسی، BTS ، اکتساب، حافظه فضایی، ماز آبی موریس

مقدمه

حافظه را می‌توان به‌عنوان توانایی مغز در ذخیره و بازیابی اطلاعات در نظر گرفت که شامل سه مرحله اکتساب، تثبیت و

[*] نویسنده مسئول. تلفن: ۰۲۱-۸۸۰۱۱۰۰۱، نمابر: ۰۲۱-۸۸۰۰۶۵۴۴، E-mail: pourmir@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۴/۱۱/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۱۲/۱۳

[a] دانشجوی دکترای فیزیک پزشکی دانشگاه تربیت مدرس

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

به خاطرآوری می‌باشد. در دهه گذشته مطالعات زیادی در رابطه با اثر پرتوهای الکترومغناطیسی بر عملکرد بخش‌های مختلف سیستم عصبی و حافظه انسان و حیوانات به اجرا در آمده است. گرچه برای مطالعه اثر میدان‌های الکترومغناطیسی آزمایشات مهمی بر روی انسان انجام شده، لیکن تحقیقات دقیق و جامع‌تر در مدل‌های حیوانی صورت گرفته است. هر چند اثر امواج بر فرآیندهای رفتاری و به‌خصوص حافظه، مورد توجه ویژه‌ای بوده اما تنها در برخی مطالعات اختلال در حافظه را ناشی از تابش میدان‌های الکترومغناطیسی دانسته‌اند [۵،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷،۱۸،۱۹]، درحالی‌که در بعضی، به منظور بررسی امواج تابشی از سیستم‌های مولد میدان‌های ۹۰۰ یا ۲۴۵۰ مگاهرتز بر یادگیری و حافظه، (با کمک ابزارهایی مانند ماز رادیال) اثری مشاهده نشده است [۳،۴،۶،۷،۲۳،۲۹].

انرژی امواج الکترومغناطیسی که به‌وسیله بدن جذب می‌گردد، به‌صورت افزایش دما، باعث افزایش انرژی جنبشی و چرخش مولکول‌ها می‌شود. انرژی حرارتی جذب شده، به‌وسیله جریان خون در تمام بدن توزیع شده و سرانجام از بین می‌رود. با در نظر گرفتن این مکانیسم، آثار امواج الکترومغناطیسی را بر محیط‌های بیولوژیکی به دو بخش اثر حرارتی و غیرحرارتی تفکیک می‌نمایند [۲۰،۲۸].

اثرات مضّر مکانیسم حرارتی بر بافت‌ها، پروتئین‌ها و DNA به اثبات رسیده است، اما نحوه واکنش بافت‌ها در برابر اثر غیرحرارتی امواج (مانند امواج تلفن همراه) در پرده ابهام قرار دارد. با افزایش روزافزون سیستم تلفن همراه، تابش‌گیری از میدان‌های الکترومغناطیسی گوشی تلفن همراه و آنتن‌های گیرنده/ فرستنده تلفن همراه (Base transceiver station) رو به افزایش است. نتایج حاصل از برخی مطالعات اپیدمیولوژیک بیان‌گر آن است که امواج تلفن همراه حتی با چگالی توان کم‌تر از حد مجاز ($1\ mW/cm^2$) می‌تواند باعث بروز علایمی مانند سردرد، احساس گرما در گوش، ضعف حافظه و احساس خستگی گردد. ارتباط معنی‌داری بین مدت مکالمه/ تعداد مکالمه در روز با بروز علایم وجود دارد [۱۰،۱۱،۱۲،۲۲،۲۵،۳۱]. گرچه این اثرات مهم می‌باشند، اما در اکثر مطالعات فرکانس مورد استفاده در گوشی تلفن همراه مورد آزمایش قرار گرفته و به امواج تابشی از آنتن‌های گیرنده/ فرستنده تلفن همراه که در اغلب قسمت‌های مختلف شهرها نصب شده، کم‌تر توجه شده است.

تاکنون فقط مطالعات اپیدمیولوژیک اندکی که برای بررسی آثار ناشی از امواج الکترومغناطیسی تابشی از آنتن‌های گیرنده/ فرستنده انجام شده، به نتیجه رسیده است. در برخی از آن‌ها علایمی مانند: اختلال در خواب، سردرد، اضطراب/ افسردگی و خستگی در ساکنان اطراف آنتن‌ها گزارش شده [۲۱،۲۴،۲۶]، درحالی‌که در برخی دیگر هیچ ارتباطی بین بروز علایم و تابش امواج به اثبات نرسیده است [۲].

سیستم تلفن همراه GSM (Global system for mobiles) دارای فرکانس ۹۰۰ یا ۱۸۰۰ مگاهرتز با پالس ۲۱۷ هرتز می‌باشد. باند فرکانسی ۹۰۰ مگاهرتز که در بیش‌تر کشورهای آسیایی و اروپایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، دارای دو طیف است: ۹۱۵-۸۹۰ (فرکانس گوشی تلفن همراه) و ۹۶۰-۹۳۵ (فرکانس آنتن‌های گیرنده/ فرستنده مخابرات) [۲۷].

با توجه به بررسی‌های انجام شده، تاکنون گزارشی که بیان‌گر اثر امواج ۹۵۰ مگاهرتز آنتن‌های گیرنده/ فرستنده سیستم تلفن همراه بر عملکرد حافظه باشد منتشر نشده و از آن‌جا که در تحقیق انجام شده توسط این گروه [۱]، تابش‌گیری یک جلسه‌ای با امواج فوق تأثیری بر مرحله تثبیت حافظه نداشته است، از این رو هدف اصلی این مطالعه تجربی، بررسی اثر ۱۰ جلسه تابش‌گیری با امواج ۹۵۰ مگاهرتز ناشی از آنتن‌های گیرنده/ فرستنده تلفن همراه بر مرحله اکتساب حافظه فضایی موش بزرگ آزمایشگاهی با استفاده از سیستم ماز آبی موریس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

حیوان. در این مطالعه تجربی، ۳۵ رأس موش بزرگ آزمایشگاهی مذکر از نژاد Wistar با سنی حدود ۳ ماه و وزن ۱۵±۲۲۰ گرم در سه گروه مورد استفاده قرار گرفت: کنترل

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

(n =۱۲)، تابش‌گیری کاذب (n =۱۱) و تابش‌گیری با امواج ۹۵۰ مگاهرتز (n =۱۲). حیوانات در طول دوره آزمایش در محیطی با دمای ثابت ۲۱°C و سیکل ثابت شبانه‌روزی ۱۲ ساعته نگه‌داری شدند. حداکثر ۶ حیوان در هر قفس قرار داده شد و آب و غذا به مقدار کافی در دسترس حیوانات قرار گرفت.

میدان الکترومغناطیسی. از یک دستگاه شبیه‌ساز امواج تلفن همراه که در دانشگاه خواجه نصیر طوسی ایران طراحی و ساخته شده برای ایجاد امواج ۹۵۰ مگاهرتز با پالس ۲۱۷ هرتز و پهنای باند ۲۰۰ کیلوهرتز، استفاده گردید. آنتن دستگاه با توان ورودی ۵ وات در مرکز یک محفظه استوانه‌ای از جنس پلاستیک و با قطر ۳۰ سانتی‌متر ثابت گردید و حیوان می‌توانست آزادانه در اطراف آنتن حرکت نماید. به منظور جلوگیری از تابش‌گیری ناخواسته از ناحیه Reactive میدان نزدیک امواج، شبکه‌ای از جنس پلاستیک و با شعاع ۵ سانتی‌متر به‌عنوان محافظ آنتن نصب شد. پس از سنجش اندازه میدان الکتریکی داخل محفظه با دستگاه RF Radiation meter (Narda 8716)، میانگین چگالی توان در داخل محفظه برابر ۱/۱۶۶ mW/cm^2 تعیین گردید. در زمان تابش‌گیری، محفظه و آنتن در اتاقک جاذب امواج (۱۱۰×۱۱۰×۱۱۰cm) که از اسفنج مخروطی شکل و پودر گرافیت ساخته شده بود قرار گرفت.

برنامه تابش‌دهی به صورتی تنظیم شد که هر حیوان برای ۱۰ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای وارد محفظه گردد. شرایط آزمایش در گروه‌ها کاملاً یک‌سان انتخاب شد و تنها در گروه تابش‌دهی کاذب، دستگاه تولید امواج در زمان حضور حیوان در محفظه خاموش بود.

ماز آبی موریس. ماز آبی دارای یک وان مدور فلزی (قطر ۱۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر) به رنگ آبی بود که با آب (۲۳±۱°C) تا ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر پر می‌شد. یک سکوی مدور از جنس شیشه (قطر ۱۱ سانتی‌متر) در مرکز ربع شمال- شرق ماز و ۳ سانتی‌متر زیر سطح آب قرار می‌گرفت. برای شناسایی جهت و یادگیری فضایی، علائمی در چهار جهت ماز، بر روی دیوارهای اتاق نصب گردید.

هر حیوان از کنار دیواره ماز و به‌صورت تصادفی از یکی از جهت‌های شمال، جنوب، شرق یا غرب به داخل آب رها می‌شد تا سکوی پنهان در زیر آب را پیدا نماید. اگر حیوان در عرض یک دقیقه موفق به یافتن سکو نمی‌شد، راهنمایی با دست صورت می‌گرفت تا سکو را پیدا نموده و پس از استقرار بر سکو، برای ۴۵ ثانیه بر روی آن توقف نماید.

به منظور یادگیری فضایی، آموزش حیوانات در ماز آبی طی سه روز انجام گرفت. آموزش روزانه، به‌صورت دو بلوک با فاصله ۳ ساعت برنامه‌ریزی شد و هر بلوک با ۵ مرحله آموزشی اجرا گردید. برای انطباق الگوی ۱۰ جلسه تابش‌دهی با برنامه آموزشی ماز، یک روز قبل از آغاز بلوک‌های آموزشی، حیوانات برای ۴ جلسه ۴۵ دقیقه‌ای و با فواصل یک ساعت در معرض تابش امواج قرار گرفتند. متعاقب آن، به منظور بررسی اثر امواج بر مرحله اکتساب حافظه فضایی، تابش‌دهی ۴۵ دقیقه‌ای پیش از آغاز هر بلوک آموزشی، اعمال گردید. عملکرد حیوان در ماز، از طریق یک دوربین مادون قرمز به رایانه منتقل و ضبط شد.

نحوه عملکرد حافظه، ۲۴ ساعت پس از اجرای مراحل آموزشی، با اجرای آزمون Probe به مدت ۶۰ ثانیه ارزیابی شد که در آن پس از برداشتن سکو، حیوان از ناحیه مخالف سکو، در آب رها گردید تا محل سکو را پیدا نماید.

شاخص‌های ارزیابی عبارت بودند از: مدت زمان گذرانده شده در ناحیه هدف و مخالف آن، سرعت شنا و طول مسیر پیموده شده.

روش آماری. با استفاده از اطلاعات ثبت شده در رایانه، زمان Escape latency (زمان بین آزادسازی حیوان در آب و رسیدن به سکو) به صورت درصد، اندازه‌گیری شد و در بین گروه‌های مختلف، با استفاده از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه (گروه×Trial) با کمک روش Repeated measures بر روی Trial انجام گرفت. داده‌های تست Probe، شامل زمان گذرانده شده در ربع هدف یا مقابل

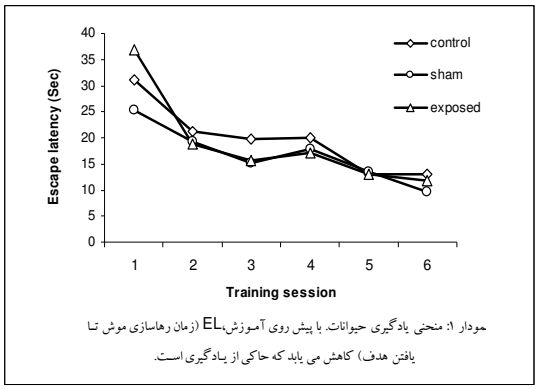
[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

آن، با آنالیز واریانس دو طرفه (گروه×Quadrant) و مسیر طی شده و همچنین سرعت شنا، با آنالیز واریانس یک طرفه مورد آزمون قرار گرفت. در صورت نیاز، به‌جای آنالیز واریانس، از تست Kruskal-Wallis استفاده شد. P<۰/۰۵ به عنوان سطح اختلاف معنی‌دار مورد استناد قرار گرفت.

نتایج

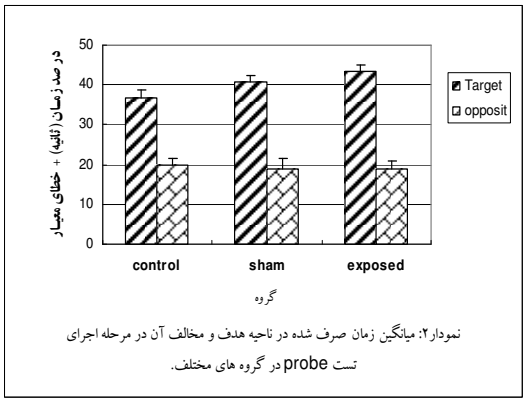
پس از ثبت داده‌ها و اجرای آزمون‌های آماری نتایج زیر به‌دست آمد:

۱) همه موش‌ها قادر به یادگیری ماز بودند به گونه‌ای که با پیش روی آموزش، Escape latency (زمان بین آزادسازی حیوان در آب و رسیدن به سکو) کاهش یافت (نمودار ۱). آنالیز واریانس دو طرفه (گروه×Trial) با Repeated measures بر روی Trial، حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تحت آزمایش بود، درحالی‌که آنالیز انجام شده بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار در جلسات مختلف آموزش (Trial) در تمامی گروه‌ها بوده که نشان‌دهنده نقش آموزش بر فرایند یادگیری حیوانات می‌باشد (p<۰/۰۰۱).



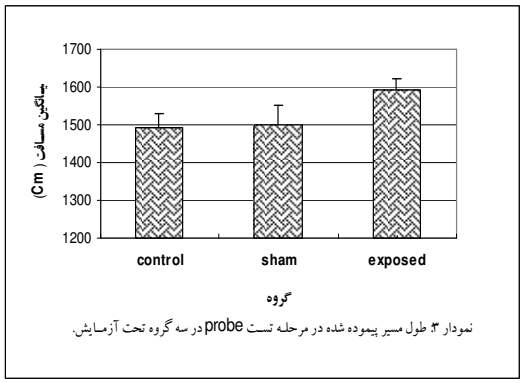
نمودار ۱: منحنی یادگیری حیوانات. با پیش روی آموزش،EL (زمان رهاسازی موش تا یافتن هدف) کاهش می یابد که حاکی از یادگیری است.

۲) نمودار ۲ بیان‌گر درصد زمان گذرانده شده در ربع هدف و ربع مقابل آن در سه گروه آموزشی می‌باشد. آنالیز واریانس دوطرفه (گروه×Quadrant) حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه‌هاست.



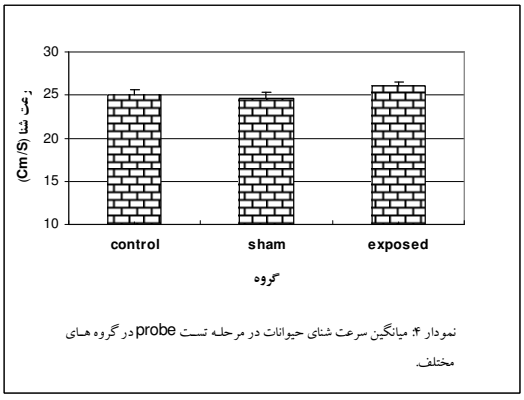
نمودار۲: میانگین زمان صرف شده در ناحیه هدف و مخالف آن در مرحله اجرای تست probe در گروه های مختلف.

۳) نمودار ۳ مسافت طی شده توسط سه گروه را در زمان اجرای تست Probe نشان می‌دهد. آنالیز واریانس یک طرفه، حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه‌هاست. این موضوع نشان می‌دهد که کارآیی حرکتی موش‌ها در تست Probe سالم بوده و تحت تأثیر امواج تابشی قرار نگرفته است.



نمودار ۳: طول مسیر پیموده شده در مرحله تست probe در سه گروه تحت آزمایش.

۴) میانگین سرعت شنای حیوانات در زمان اجرای تست Probe در نمودار ۴ نشان داده شده است. آنالیز واریانس یک طرفه، حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین سرعت شنا در گروه‌های تحت آزمایش است.



نمودار ۴: میانگین سرعت شنای حیوانات در مرحله تست probe در گروه های مختلف.

نتایج حاصله بیان‌گر عدم تأثیر میدان الکترومغناطیسی ۹۵۰ مگاهرتز بر حافظه موش بزرگ آزمایشگاهی می‌باشد.

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

بحث و نتیجه‌گیری

اطلاعات به‌دست آمده از این آزمایش بیان‌گر این است که ۱۰ جلسه تابش‌گیری ۴۵ دقیقه‌ای با امواج ۹۵۰ مگاهرتز سیستم تلفن همراه GSM تأثیری بر اکتساب حافظه فضایی موش بزرگ آزمایشگاهی ندارد. نتایج حاصل از این آزمایش مشابه اطلاعات ارایه شده از مطالعات انجام شده به کمک ماز رادیال بر موش کوچک آزمایشگاهی [۲۹] و موش بزرگ آزمایشگاهی [۱،۱۵] می باشد. علاوه بر آن، مشخص شده که میدان الکترومغناطیسی ۹۰۰ مگاهرتز نمی‌تواند تغییری را بر عملکرد حافظه فضایی و غیرفضایی در موش بزرگ آزمایشگاهی ایجاد نماید [۶،۷]. Lai و همکاران بیان نموده‌اند که میدان‌های الکترومغناطیسی ضعیف نیز می‌تواند منجر به تغییر عملکرد عوامل کولینرژیک در هیپوکامپ و قشر مغز گردیده [۱۶] و در حافظه فضایی موش بزرگ آزمایشگاهی اختلال ایجاد نمایند [۱۷]، اما گرچه مراحل آزمایش Cassel و همکاران [۳] مشابه آزمون Lai بود لیکن آن‌ها نتوانستند این نتیجه را به‌دست آورند. Sienkiewicz و همکاران [۲۸] نیز در ماز رادیال به نتایج مشابهی رسیدند. اما wang [۳۰] با تکرار آزمایش و با استفاده از ماز آبی موریس توانست اثر ۴۵ دقیقه تابش‌گیری با امواج ۲۴۵۰ مگاهرتز را بر حافظه فضایی مشخص سازد.

اطلاعات حاصل از مطالعات حیوانی بیان‌گر آن است که در آزمون‌های مختلف، تنها زمانی اختلال در یادگیری مشاهده می‌شود که اثر حرارتی به‌وسیله امواج ایجاد شده و دمای بافت حداقل به اندازه یک درجه افزایش یابد [۲۰]. اما برخی از محققین آثار مشاهده شده را ناشی از تأثیر تغییر فرکانس امواج بر سیستم شنوایی حیوانات دانسته‌اند [۲۸].

مطالعات اپیدمیولوژیک انجام شده در جوامع انسانی نشان‌گر نتایج متفاوتی با آزمایشات حیوانی است. مطالعات انجام شده توسط Yioultsis، Hocking، Sandstrom و Oftedal [۱۰،۱۱،۱۲،۲۲،۲۵،۳۱] بیان‌گر آن است که امواج تلفن همراه حتی با چگالی توان کم‌تر از حد استاندارد (۱ mW/cm^2) می‌توانند منجر به بروز علایمی مانند سردرد، احساس گرما در گوش، ضعف حافظه و احساس خستگی گردد. بین علایم ایجاد شده با تعداد و مدت مکالمه در روز ارتباط مستقیم وجود دارد. علاوه بر مطالعات انجام شده بر اثر امواج تابشی از گوشی تلفن همراه، مطالعات اپیدمیولوژیکی نیز به منظور بررسی آثار امواج آنتن‌های گیرنده/ فرستنده تلفن‌های همراه صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به تحقیقات Roosli و Navarro [۲۱،۲۴] اشاره نمود. علایم گزارش شده عبارت بودند از: اختلال در خواب، سردرد، اختلال در تمرکز فکر و خستگی. این علایم پس از تابش‌گیری ظاهر شده و به آرامی کاهش می‌یافت. Santini و همکاران [۲۶] معتقدند که علایم افراد بستگی به فاصله محل زندگی آن‌ها تا آنتن دارد. آن‌ها این علایم را بر اساس فاصله تا آنتن به سه دسته طبقه‌بندی کردند. الف) تحریک‌پذیری، افسردگی، ضعف حافظه و اختلال در تمرکز فکر؛ ب) سردرد، اختلال در خواب، غمگینی و اختلالات پوستی؛ ج) خستگی.

با وجود این، مطالعات Bornkessel و همکاران [۲] نشان داد که نتایج، وابسته به زمان بوده و بر اساس بار ترافیکی آنتن در طول روز تغییر می‌نماید. گرچه میزان تابش‌گیری در مناطق نزدیک آنتن در برخی از این مطالعات کم‌تر از حد مجازِ تعیین شده توسط ICNIRP می‌باشد، اما به‌دلیل آن‌که به نظر می‌رسد شدت و دوره تابش‌گیری عواملی برای بروز اثرات میدان بر حافظه می‌باشند، احتمال بروز آثار را در افرادی که در نزدیکی آنتن‌ها زندگی می‌کنند نباید از نظر دور داشت.

در تحقیق حاضر، اثر تابش‌گیری با امواج ۹۵۰ مگاهرتز تابش شده از آنتن‌های گیرنده/ فرستنده بر اکتساب حافظه فضایی و با کمک ماز آبی موریس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل که مشابه نتیجه آزمون تابش‌دهی یک جلسه‌ای است [۱] بیان‌گر آن است که ۱۰ جلسه تابش‌گیری نیز، تأثیری بر حافظه فضایی موش بزرگ آزمایشگاهی ندارد، زیرا تغییری در الگوی شنا، سرعت و مسافت مورد استفاده برای یافتن هدف در گروه‌های آزمایشی مختلف مشاهده نگردید. گرچه انتظار می‌رود که با به‌کارگیری چگالی توانی بیش‌تر از

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

حد استاندارد (۱ mW/cm^2)، آثار احتمالی امواج الکترومغناطیسی ظاهر گردد، اما نتیجه تحقیق بیانگر این نکته است که علاوه بر چگالی توان، احتمالاً عوامل دیگری مانند دوره تابش‌گیری، حساسیت موجود زنده به امواج، نوع آزمایش و وجود استرس بر نتیجه آزمون مؤثر خواهد بود. هر چند از آزمون‌های حیوانی به‌عنوان مدلی برای درک اثرات میدان الکترومغناطیسی حاصل از آنتن‌های سیستم GSM بر مراحل مختلف حافظه استفاده می‌شود، اما باید به دو نکته توجه نمود: اول آن‌که، نمی‌توان نتایج حاصله از آزمایشات حیوانی را مستقیماً به انسان تعمیم داد که دلیل آن تفاوت در ابعاد مغز و فاصله با آنتن است. دوم، اکثر آزمون‌های انجام شده با حیوانات در شرایط تابش‌دهی محدود انجام شده درحالی‌که آنتن‌های موجود در مناطق شهری، بر اساس بار کاری، تقریباً به‌طور پیوسته انسان‌ها را در معرض تابش میدان‌های الکترومغناطیسی قرار می‌دهند. از این رو با توجه به افزایش سریع کاربران تلفن همراه و نصب آنتن‌های بیش‌تر در مناطق شهری، اطلاعات بیش‌تری در خصوص اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی بر مغز انسان مورد نیاز بوده و ضرورت اجرای آزمون‌های تکمیلی، احساس می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئولین محترم مرکز تحقیقات مخابرات ایران، به‌دلیل حمایت مالی از پروژه و دانشگاه‌های تربیت مدرس و علوم پزشکی سمنان به سبب فراهم‌سازی امکانات لازم برای اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

[۱] جدیدی مجید، فیروزآبادی سیدمحمد، رشیدی‌پور علی، بلوری بهرام، فتح‌الهی یعقوب. بررسی اثر تابش حاد امواج 950 MHz سیستم تلفن همراه GSM بر تثبیت حافظه فضایی در موش بزرگ آزمایشگاهی. مجله پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سمنان، ۱۳۸۴؛ جلد۶، شماره ۴: صفحات ۳۱۰-۳۰۵.

[2] Bornkessel C, Stocker-Meier E. Results of a measurement programme concerning mobile phone base station emissions in North Rhine-Westphalia. Proceeding of Mobile Phone Base Station and Health; 2003 15-16 May; Dublin, Ireland. 2003.

[3] Cassel JC, Cosquer B, Galiani R, Kuster N. Whole body exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields does not alter radial-maze performance in rats. Behav Brain Res, 2004; 155(1):37-43.

[4] Cosquer B, Galini R, Kuster N, Cassel JC. Whole-body exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields does not alter anxiety responses in rats: a plus-maze study including test validation. Behav Brain Res, 2005; 156(1):65-74.

[5] Croft RJ, Chandler JS, Burgess AP, Barry RJ, Williams JD, Clarke AR. Acute mobile phone operation affects neural functions in human. Clin Neurophysiol, 2002; 113:1623-32.

[6] Dubreuil D, Jay T, Edeline JM. Does head-only exposure to GSM-900 electromagnetic fields effect the performance of rats in spatial learning tasks? Behav Brain Res, 2002; 129:203-10.

[7] Dubreuil D, Jay T, Edeline JM. Head only exposure to GSM 900 MHz electromagnetic fields does not alter rats memory in spatial and non-spatial tasks. Behav Brain Res, 2003; 145:51-61.

[8] Haarala C, Bjornberg L, Ek M, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, et al. Effect of 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phone on human cognitive function: A replication study. Bioelectromagnetics, 2003; 24(4):283-8.

[9] Hermann DM, Hossmann KA. Neurological effects of microwave exposure related to mobile communication. J Neurol Sci, 1997; 152:1-14.

[10] Hocking B. Preliminary report: Symptoms associated with mobile phone use. Occup Med, 1998; 48(6):357-60.

[11] Hocking B, Westerman R. Neurological abnormalities associated with CDMA exposure. Occup Med, 2001; 51(6):410-3.

[12] Hocking B, Westerman R. Neurological effects of radiofrequency radiation. Occup Med, 2003; 53:123-7.

[13] Koivisto M, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hamalainen H. The effects of electromagnetic field emitted by GSM phones on working memory. Neuroreport, 2000; 11:1641-3.

[14] Koivisto M, Revonsvo A, Krause C, Haarola C, Sillanmaki L,. et al. Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans. Neuroreport, 2000; 11:413-5.

[15] Lai H. Interaction of microwaves and a temporally incoherent magnetic field on spatial learning in the rat. Physiol Behav, 2004; 82:785-9.

[16] Lai H, Carino M. 60 Hz magnetic fields and central cholinergic activity: effects of exposure intensity and duration. Bioelectromagnetics, 1999; 20:284-9.

[17] Lai H, Horita A, Guy AW. Microwave irradiation affects radial-arm maze performance in the Rat. Bioelectromagnetics, 1994; 15:95-104.

[18] Lass J, Tuulik V, Ferenets R, Riisalo R, Hinrikus H. Effects of 7 Hz-modulated 450 MHz electromagnetic radiation on human performance in visual memory tasks. Int J Radiat Biol, 2002; 78(10):937-44.

[19] Mann K, Roschke J. Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. Neuropsychology, 1996; 33:41-7.

[20] McKinlay AF, Allen SG, Cox R, Dimbylow PJ, Mann SM, Muirhead CR, et al. Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0- 300 GHz). Documents of the NRPB, 2004; 15(3):74-124.

[21] Navarro EA, Segura J, Gomez-Perretta C, Portoles M, Maestu C, Bardasano JL. About the effects of microwave exposure from cellular phone base stations: A first approach. Proceeding of Mobile Phone Base Station and Health; 2003 15-16 May; Dublin, Ireland. 2003.

[22] Oftedal G, Wilen J, Sandstrom M, Mild KH. Symptoms experienced in connection with mobile phone use. Occup Med, 2000; 50(4):237-45.

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

[24] Roosli M, Moser M, Meier M, Braun-Fahlander C. Health symptoms associated with electromagnetic radiation – A questionnaire survey. Proceeding of Mobile Phone Base Station and Health; 2003 15-16 May; Dublin, Ireland. 2003.

[25] Sandstrom M, Wilen J, Oftedal G, Hansson MK. Mobile phone use and subject symptoms. Comparision of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. Occup Med, 2001; 51(1):25-35.

[26] 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 stations: I. Influences of distance and sex. Pathol Biol, 2002; 50:369-73.

[27] Sicard E, Delmas-Bendhia S. Introduction to GSM. 5th ed. Bedford MA: Techonline Publication. 2001, p. 1-3.

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

[28] Sienkiewicz Z. Biological effects of electromagnetic fields and radiation. J Radiol Prot, 1998; 18(3):185-93.

[29] Sienkiewicz ZJ, Blackwell RP, Haylock RG, Saunders RE, Cobb BL. Low-level exposure to pulsed 900 MHz microwave radiation does not cause deficits in the performance of a spatial learning task in mice. Bioelectromagnetics, 2000; 21:151-8.

[30] Wang B, Lai H. Acute exposure to pulsed 2450 MHz microwaves affects water-maze performance of rats. Bioelectromagnetics, 2000; 21:52-6.

[31] Yioultsis TV, Kosmanias EP, Kosmidou TT, Zigiridis TT, Kantartzis NV, Xenos TD, et al. A comparative study of the biological effects of various mobile phone and wireless LAN antennas. IEEE Transaction on Magnetic, 2002; 38(2):777-80.

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]