Archive of SID

فصلنامه علوم زیستی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان
شماره پیاپی ۱۱، جلد ۴، شماره ۴، پاییز ۸۹، صفحه ۶۱ تا صفحه ۶۷

بررسی تاثیر میدان‌های الکترومغناطیسی کم فرکانس ۱۰ و ۳۰ هرتز بر فرایندهای یادگیری و حافظه فضایی موش‌های کوچک آزمایشگاهی

مرتضی کفایی رضوی[۱]، مریم طهرانی پور[۲]، علیرضا حق پیما[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی جانوری، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد (عضو باشگاه پژوهشگران جوان)
mortezakafaee@mshdiau.ac.ir
۲- استادیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.
۳- استادیار گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۳

چکیده

بررسی‌ها نشان می‌دهد که به کارگیری میدان‌های الکترومغناطیسی (EMF) در محدوده فرکانس‌های بسیار پائین می‌توانند بر فرایندهای فیزیولوژیکی مغز موثر باشند. بنابراین هدف از این تحقیق به کارگیری میدان‌های الکترومغناطیسی با شدت ثابت ۲ میکروتسلا و فرکانس‌های ۱۰ و ۳۰ هرتز بر فرایند یادگیری و حافظه فضایی موش‌های آزمایشگاهی بااستفاده از روش ارزیابی تست حافظه فضایی ماز آبی موریس (MWM) می‌باشد.در این آزمایش ابتدا تعداد ۳۰ موش آزمایشگاهی به ۳ گروه، تجربی۱، تجربی ۲ و کنترل تقسیم بندی شدند.گروه تجربی ۱ گروهی بودند که به مدت ۲۰ دقیقه درمعرض میدان‌های الکترومغناطیس با شدت ثابت ۲ میکروتسلا و فرکانس ۱۰ هرتز قرار گرفتند.گروه تجربی ۲، گروهی که به مدت ۲۰ دقیقه در معرض میدان‌های الکترومغناطیس با شدت ثابت ۲ میکروتسلا و فرکانس ۳۰ هرتز قرار گرفتند.برای شرایط مشابه نیز گروه کنترل به مدت ۲۰ دقیقه در داخل دستگاه خاموش قرار گرفته و سپس حافظه فضایی در آن‌ها سنجیده شد.نتایج به دست آمده نشان داد که موش‌های پرتو گیری شده در معرض میدان‌های الکترومغناطیس با شدت ثابت ۲ میکروتسلا و فرکانس‌های ۱۰ هرتز و ۳۰ هرتز به طور معنی‌داری از گروه کنترل در انجام وظایف مربوط به حافظه فضایی، بهتر و سریع‌تر عمل می‌کنند($p<۰/۰۵$).

کلید واژه: میدان الکترومغناطیس،حافظه فضایی،حافظه،مازآبی موریس.

مقدمه

شواهد زیادی مبنی بر تاثیر میدان‌های الکترومغناطیس بر روندهای بیولوژیک موجودات زنده وجود دارد. نتایج بررسی‌ها نشان داده که میدان‌های الکترومغناطیسی کم بسامد که در محیط کار وجود دارند نمی‌توانند بر مغز انسان اثر نمایند(۱۰). از طرفی مشخص شده که تحریک مکرر الکترومغناطیس قشر پری فرونتال باعث آزاد شدن دوپامین در هسته دم دار می‌شود که در حرکت، یادگیری، انگیزه و بیماری‌هایی مانند پارکینسون نقش مهمی دارد(۱۷). آزمایش‌ها انجام شده بر انسان بیان گر آن است که تابش گیری یک ساعت، حتی با شدت‌های کم میدان مغناطیسی موجب کاهش فوری ادراک و شناخت می‌شود که می‌تواند ناشی از حساسیت افراد به میدان‌های مغناطیسی باشد(۱۸). با توجه به نتایج حاصل از تحقیق‌های انجام گرفته در زمینه‌های مختلف فیزیولوژیکی از قبیل تاثیرات میدان‌های الکترومغناطیس بر آزاد سازی نوروترانسمیترها، اثر بر آزادسازی ملاتونین وتنظیم

www.SID.ir

Archive of SID

آزادسازی کلسیم می‌توان به تاثیرات گسترده میدان‌های الکترومغناطیسی بر فرایندهای فیزیولوژیک بدن پی برد(۴،۸). تاکنون پژوهش‌های زیادی بر روی شدت‌های مختلف میدان‌های مغناطیسی با فرکانس ۵۰ هرتز و تاثیر آن‌ها بر فرایندهای فیزیولوژیکی بدن موجودات زنده صورت گرفته است. نتایج بررسی‌های حاکی از آن است که به کارگیری میدان‌های الکترومغناطیسی (۵۰ تا ۶۰ هرتز) پیش از مرحله یادگیری می‌تواند بر عمل کرد حیوان موثر باشد(۱۱،۱۲). اما نتایج به جنسیت بستگی داشته و این میدان‌ها روی موش‌های نر تاثیر بیشتری بر یادگیری دارد (۹). علاوه بر آن شدت میدان الکترومغناطیس و زمان تابش دهی و هم چنین فرکانس امواج نیز از عوامل مهم اثر بخشی میدان‌های الکترومغناطیس می‌باشد. به عنوان مثال تابش گیری در میدان‌های ۷/۵ میکرو تسلا تا ۷/۵ میلی تسلا حتی به مدت ۴۵ دقیقه با فرکانس ۵۰ هرتز در روزهای اول آزمایش موجب کاهش مهارت حیوان می‌شود(۱۴،۱۵). پژوهش‌های پرفسور جان زایموس و همکاران اشاره می کندکه میزان آسیب‌های میدان الکترومغناطیس به فرکانس نوسانی آن‌ها وابسته بوده و هر چه فرکانس موج بالاتر رود انرژی بیشتر و پتانسیل صدمه و آسیب آن بیشتر می‌گردد(۱). میدان‌های الکترومغناطیس با فرکانس پائین حتی می تواند بیان ژن، فعالیت آنزیم‌های موثر در تنظیم رشد، تعادل کلسیم در سلول، میزان متابولیسم و ترشح هورمون سروتونین و ملاتونین، تغییرات کوتاه مدت در EEG را سبب شود، بدین وسیله بر فرآیندهای تصمیم گیری، حافظه و یادگیری افراد موثر واقع می‌شوند(۱،۴،۱۳)، هم چنین امواج مذکور به مدت طولانی می توانند برفعالیت نورون‌ها، متابولیسم نوروترانسمیترها، اندوکانابینوئیدها و مکانیسم‌هایی که با هموستاز کلسیم کار می کنند را تحت تأثیر قرار دهند(۱). میدان‌های الکترومغناطیس طبیعی موجود درمحیط پیرامون می‌توانند بعضی از فرآیندهای حیاتی پستانداران را تحت تاثیر قرار دهند از جمله تحریک رشد استخوان، تحریک قدرت ترمیم و فعالیت سیستم عصبی که تمامی آن‌ها با بیوالکترونیک موجود زنده در ارتباط است و به نوبه خود می تواند سطح هوشیاری و سیکل‌های حیاتی را تحت تاثیر قرار دهد(۲،۱۵). بنابراین هدف از این تحقیق پژوهشی، تاثیر میدان‌های الکترومغناطیس با فرکانس‌های بسیار پائین بر فرایندهای یادگیری و حافظه فضایی موش‌های کوچک آزمایشگاهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام آزمایش تعداد ۳۰ موش کوچک آزمایشگاهی نر با وزن تقریبی ۳۰-۲۵ گرم و سنی در حدود ۸ هفته از موسسه سرم سازی رازی مشهد خریداری و در اطاق حیوان‌های دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد با دمای در حدود ۲±۲۲ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد نگهداری شدند. در طول آزمایش موش‌ها به آب و غذای استاندارد کافی دسترسی داشتند. به منظور حذف شرایط محیط بر آزمایش، حیوان‌ها در یک دوره روشنایی- تاریکی ۱۲ ساعته (۶/۵ بامداد تا ۶/۵ بعدازظهر) قرار گرفتند. تعداد ۳۰ موش به طور کاملاً تصادفی به ۳ گروه ۱۰ تایی، کنترل، تجربی ۱ و تجربی ۲ تقسیم بندی شدند.گروه تجربی ۱ گروهی که به مدت ۲۰ دقیقه در معرض میدان الکترومغناطیس با شدت ۲ میکروتسلا و فرکانس ۱۰ هرتز قرار گرفتند.گروه تجربی ۲ گروهی بود که به مدت ۲۰ دقیقه در معرض میدان با شدت ثابت ۲ میکروتسلا و فرکانس ۳۰ هرتز قرار گرفتند. برای ایجاد شرایط مشابه نیز موش‌های گروه کنترل به مدت ۲۰ دقیقه در داخل دستگاه خاموش مولد میدان قرار گرفتند. به منظور ایجاد میدان الکترمغناطیسی از دستگاه مولد میدان با مشخصات قطر داخلی سیم پیچ ۶/۵ سانتی‌متر و تعداد دور ۱۷۶۰ دور با ضخامت سیم ۰/۷۵ میلی‌متر استفاده شد. با استفاده از دستگاه فانکشن (GFG-8019G, Good Will instrument Co.) موج‌های سینوسی با فرکانس ۱۰ و ۳۰ هرتز تولید شدند. جریان خروجی دستگاه فانکشن به یک آمپلی فایر ۶۰۰ وات متصل شد تا میدان یکنواخت

www.SID.ir

Archive of SID

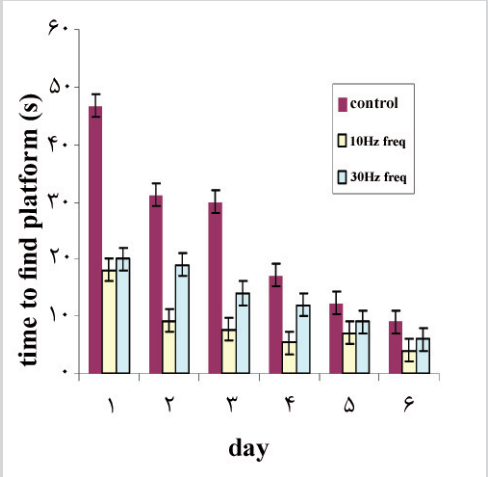
در مرکز سیم پیچ ایجاد شود. قبل از شروع آزمایش شدت میدان و فرکانس توسط دستگاه تسلا متر اندازه‌گیری و تائید شد. حافظه فضایی به وسیله تست ماز آبی موریس (Morris water maze)، سنجیده شد. ماز آبی موریس، وان مدور فلزی آبی رنگ به قطر ۱۵۰ سانتی متر و ارتفاع ۵۰ سانتی متر بودکه تا ارتفاع ۲۶ سانتی متر از آب پر و در طول آزمایش‌ها دمای آب در حدود ۱ ±۲۳ درجه سانتی‌گراد تنظیم تا عوامل محیطی بر حیوان‌ها یکنواخت منظور شود.سکوی نامرئی از جنس پلکس گلاس شفاف با قطر ۱۰ سانتی متر و ارتفاع ۲۳ سانتی متر در حدود ۱ تا ۲ سانتی متر در زیر سطح آب قرار گرفت. موقعیت سکو در طول هر آزمایش ثابت و در مرکز ربع شمال شرقی قرار داشت(۵). تست حافظه فضایی، برای هر یک از گروه‌های تجربی ۱، تجربی ۲ و کنترل به مدت ۵ روز و در هر روز طی ۴ کارآزمایی جداگانه انجام گرفت. درهرکارآزمایی حیوان از یکی از ۴ نقطه (شمال،جنوب، مشرق، مغرب) به طوری که سر حیوان به سمت دیواره ماز آبی قرار داشت در آب رها می‌شد. در شروع هر کارآزمایی ابتدا به هر موش مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه اجازه استراحت بر روی سکو داده می‌شد تا یک توصیف فضایی از محیط اطراف برای پیدا کردن سکو در ذهن خود داشته باشد.یک کارآزمایی زمانی به پایان می‌رسید که حیوان بر روی سکو رفته یا بدون یافتن سکو ۶۰ ثانیه سپری شده باشد. لازم به ذکر است که در بالا و مرکز ماز آبی، دوربین مادون قرمزی قرارداده شد که کلیه حرکات حیوان را به رایانه‌ای که دارای نرم افزار تجریه تحلیل داده‌ها و رسم نمودار مربوطه بود منتقل می‌کرد.

تحلیل آماری

محاسبات آماری بین گروه‌های مختلف با استفاده از نرم افزار آماری SPSS انجام گرفت. به منظور تعیین اختلاف معنی دار بین گروه‌ها، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون TUKEY انجام شد و مقادیر $P\leq ۰/۰۵$ برای اختلاف سطح معنی دار در نظر گرفته شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار رایانه‌ای EXCEL استفاده گردید. ضمناً داده‌ها به صورت میانگین± خطای استاندارد از میانگین گزارش شدند.

نتایج

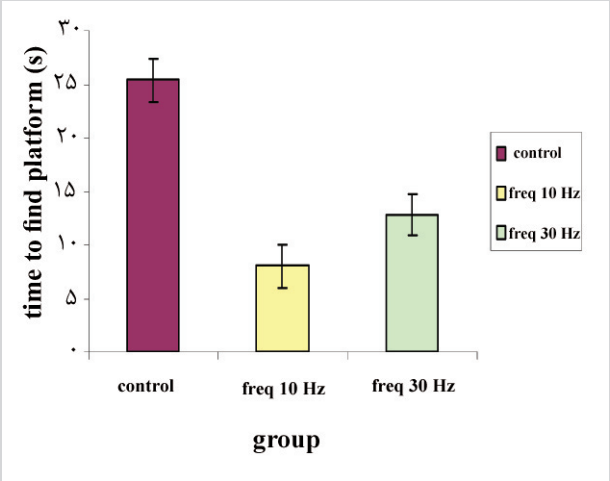
نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که امواج الکترومغناطیس با فرکانس‌های بسیار پائین می‌توانند بر فرایندهای حافظه و یادگیری مغز تاثیر بگذارند. میانگین زمان پیدا کردن سکوی نامرئی بین تمامی گروه‌های تجربی و گروه کنترل در روزهای اول تا پنجم کاهش معنی‌داری را نشان می‌داد (نمودار۱)، بنابراین فرایند یادگیری بین تمامی گروه‌های تجربی وجود داشته است. اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های تجربی ۱ و تجربی ۲ در زمان یادگیری موجود بوده به طوری که گروه‌های تجربی با



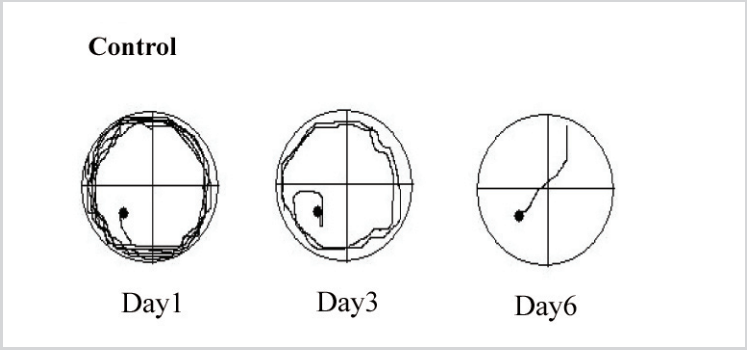
نمودار۱- مقایسه میانگین زمان سپری شده برای یافتن سکو در طی ۵ روز متوالی بین گروه‌های مختلف تجربی و کنترل

www.SID.ir

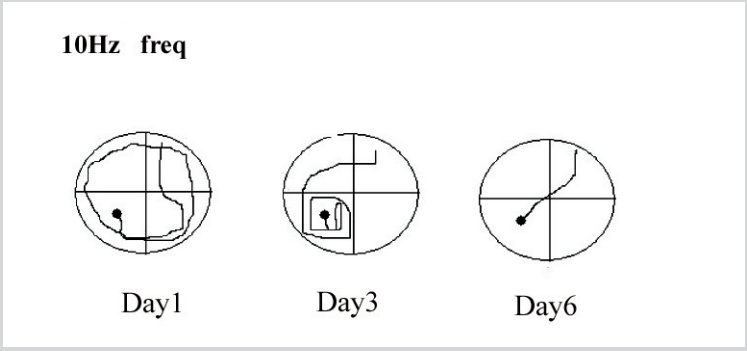
Archive of SID



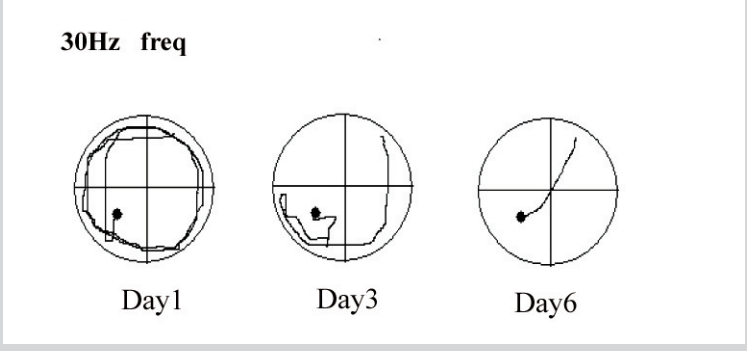
نمودار۲- مقایسه میانگین زمان سپری شده برای یافتن سکو بین گروه‌های مختلف



شکل۱- نمایش مسیر حرکت از نقطه شروع تا رسیدن به سکوی پنهان در گروه کنترل در روزهای اول، سوم و پنجم



شکل۲- نمایش مسیر حرکت از نقطه شروع تا رسیدن به سکوی پنهان در گروه تجربی۱ در روزهای اول سوم وپنجم



شکل۳- نمایش مسیر حرکت از نقطه شروع تا رسیدن به سکوی پنهان در گروه تجربی ۲ در روزهای اول سوم وپنجم

www.SID.ir

Archive of SID

دریافت اشعه الکترومغناطیسی ۱۰ هرتز و ۳۰ هرتز کاهش معنی دار ی را در زمان یادگیری نسبت به گروه کنترل نشان می‌دهند (نمودار ۲). جهت نمایش مسیر حرکت در روزهای اول، سوم و پنجم اشکال ۱و۲و۳ ترسیم گردید.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این تحقیق پژوهشی نشان داد که امواج الکترومغناطیس با شدت ثابت ۲ میکروتسلا و فرکانس‌های بسیار پائین در محدوده فرکانس‌های پائین تر از فرکانس برق شهر می‌توانند سبب تسهیل فرایندهای یادگیری و حافظه فضایی حیوان‌های آزمایشگاهی شوند. همان طور که مشاهده شد، میانگین زمان رسیدن به سکو در گروه‌های تجربی با تابش گیری ۲ میکروتسلا و فرکانس‌های ۱۰ هرتز و ۳۰ هرتز، دارای اختلاف معنی‌داری در میانگین زمان یادگیری در روزهای مختلف نسبت به گروه کنترل می‌باشند.ماریو و همکاران در پژوهش خود مشخص ساختند که میدان‌های مغناطیسی کم فرکانس حتی در شدت‌های کم نیز می‌تواند بر مغز انسان اثر گذاشته و در ثبت امواج مغزی توسط الکتروآنسفالوگراف (EEG) تغییر ایجاد نماید(۱۳). نتایج الکساندر و همکاران مشخص نمود، هنگامی که افراد در مرحله آموزش و یادگیری قرار می‌گیرند. امواج غالب ثبت شده امواج بتای مغزی با فرکانس بسیار پائین ۳۰ هرتز می‌باشد(۳). بنابراین احتمال می‌رود با توجه به ویژگی‌های امواج الکترومغناطیس زمانی که حیوان‌ها در معرض میدان‌هایی با فرکانس‌های بسیار پائین (۳۰هرتز، ۱۰هرتز) قرار می‌گیرند، فرایندهای یادگیری حیوان‌های آزمایشگاهی را تحت تاثیر قرار داده و بدین منظور در این آزمایش‌ها بلافاصله بعد از مرحله پرتو گیری، حیوان‌های مورد سنجش تست حافظه فضایی قرار گرفتند. نتایج کارسون نیز نشان می‌دهد که قرارگیری حیوان‌ها در میدان‌های الکتریکی (۵۰ هرتز) قبل از انجام مرحله آموزش سبب تسهیل فرایندهای یادگیری می‌شود(۴)، که با نتایج حاصل از این تحقیق نیز مطابقت می‌نماید. از طرفی نتایج تحقیقات جیمز وهمکاران نشان داده که پرتو گیری حیوان‌ها در معرض میدان‌های الکترو مغناطیس کم فرکانس سبب تحریک آزادسازی نورترانسمیتر گلوتامات و دوپامین می‌شود(۸). آن چه مسلم است، مکانیسم حافظه کوتاه مدت وابسته به کانال‌های یونی ویژه‌ای است که یون‌های کلسیم را در پایانه عصبی وارد می‌نماید، این امر منجر به افزایش آزاد سازی نوروترانسمیتر از سیناپس می‌شود(۶،۱۹)، همان طور که در نمودار شماره ۲ مشاهده می‌شود، کاهش معنی‌داری در زمان رسیدن به سکو بین گروه‌های تجربی (۱۰ هرتز، ۳۰ هرتز)، با گروه کنترل در طی روزهای مختلف دیده می‌شود.بررسی‌های هینریچ و همکاران نیز نشان می‌دهد از دیدگاه سلولی، تاثیرات میدان‌های الکتریکی ۵۰ هرتز بر آزاد سازی یون‌های کلسیم از طریق افزایش آزاد سازی آدنوزین تری فسفات (ATP) موثر واقع می‌شود(۷). بنابراین احتمال می‌رود زمانی که حیوان‌ها در معرض میدان‌های الکترومغناطیس با شدت ۲ میکروتسلا و فرکانس‌های ۱۰هرتز و ۳۰ هرتز قرار می‌گیرند، از طریق آزادسازی نوروترانسمیترهای نواحی هیپوکامپ، تسهیل در یادگیری و حافظه حیوان‌های صورت می‌گیرد.

نتایج این تحقیق نشان داد که میدان‌های الکترومغناطیسی با شدت پائین ۲ میکروتسلا و فرکانس‌های بسیار پائین ۱۰ و ۳۰ هرتز می‌توانند بر حافظه تاثیر بگذارند و سبب تسهیل فرایندهای یادگیری و تقویت حافظه فضایی موش‌های آزمایشگاهی شود.

تشکر و قدردانی:

بدین‌وسیله از ریاست محترم دانشکده علوم و مدیر گروه محترم زیست شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد و هم چنین مدیر امور عمومی دانشگاه به سبب فراهم سازی امکانات لازم برای اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱-رنجبر، افسانه.۱۳۸۳. اثرات بیولوژیک امواج الکترومغناطیس و الکتریسیته. علوم پزشکی. جهرم، ایلیا.

2.Aaron, R.,Macleod, K.,Elder, L.(2000). EMF science review symposium:Breakout group reports for clinical and invivo laboratory finding.Nerve Surg Chn Man,2(10);31-42.

3.Alexander, V., Kramarenko, U. T. (2003). Effects of High frequency electromagnetic field on human EEG:A brain Mapping study. J Neurosci, 1007 – 1019.

4.Crasson, M.(2003). 50-60 Hz electric and magnetic field effects on cognitive function in humans.J Radiation Protection Dosimetry, 106;333-340.

5.D'Hooge.,R.,DeDeyn,P.P.(2001). Applications of the Morris water maze in the study of learning and memory.Brain.Rev, 36;60-90.

6.Diego, E.,Berman,Y. D.(2001). Memory extinction,learning anew,and learning the new:dissociation in the molecular machinery of learning in cortex.J Science, 2417-2419.

7.Heinrich, S., Ramona, S., Jürgen, H. , Maria, W.(2002). The DC electrical-field-induced Ca2+ esponse andgrowth stimulation of multicellular tumor spheroidsare mediated by ATP release and purinergic receptor-stimulation.J Cell Science, 3265-3273.

8.James, G.M., Gurney,L., Edwin van, W.(1999). Extremely low frequency electromagnetic fields(EMF) and brain cancer in adults and children.J Neuro-Oncology,212-220.

9.Kavaliers, M., Ossenkopp, K.P., Prato, F.S., Innes, D.G., Galea, L.A., Kinsella, D.M. (1996). Spatial learning in deer mice: sex differences and the effects of endogenous opioids and 60 Hz magnetic fields. J Comp Physiol ,179; 715-724.

10. Kurokawa, Y., Nitta, H., Imai, H., Kabuto, M.(2003). No influence of short-term exposure to 50-Hz magnetic fields on cognitive performance function in human. Int Arch Occup Environ Health ,76; 437-442.

11. Lai, H.(1996). Spatial learning deficit in the rat after exposure to a 60 Hz magnetic field. Bioelectromagnetics , 17; 494-496.

12. Lai, H., Carino, M.A.(1998). Ushijima I. Acute exposure to a 60 Hz magnetic field affects rats water-mazeperformance. J Bioelectromagnetics , 19; 117-122.

13. Marino, A.A., Nilsen, E., Chesson, J.A.L.,Frilot, C.(2004). Effect of low-frequency magnetic fields on brain electricalactivity in human subjects. Clinical Neurophysiology , 115; 1195-1201.

14. Sienkiewicz, Z.J., Haylock, R.G., Saunders, R.D. (1998). Deficits in spatial learning after exposure of mice to a 50 Hzmagnetic field. Bioelectromagnetics , 19; 79-84.

15. Sienkiewicz, Z.J., Bartram, R., Haylock, R. (2001). Saunders R. Single, brief exposure to a 50 Hz magnetic field doesnot affect the performance of an object recognition task in adult mice. J Bioelectromagnetics , 22: 19-26.

16. Sisken, B.F.,Kanje, M.,Undborg, G.,Herbst, E.,Kurtz, W.(2000). Stimulation of rat sciatic nerve regeneration with pulsed electromagnetic fields. J Brain Res,485(2);309-316.

17. Strafella, A.P., Paus, T., Barret, J., Dagher, A. (2001). Repetitive transcranial magnetic stimulation of the humanprefrontal

www.SID.ir

cortex induces dopamine release in caudate nucleus. J Neurosci , 21; RC157.

18. Trimmel, M., Schweiger, E.(1998). Effects of an (50 Hz, 1 mT) electromagnetic field (EMF) on concentration invisual attention, perception and memory including effects of EMF sensitivity. J Toxicol Lett , 97; 377-382.

19. Yamauchi, T.(2007). Molecular mechanism of learning and memory based on the research for Ca2+/calmodulin -dependent protein kinase II. J Learning and Memory, 1173-1197.

www.SID.ir