# اثر میدان مغناطیسی ۷/۵ میلی‌تسلا کوتاه مدت بر یادگیری فضایی موش

*مجید جدیدی I
دکتر سیدمحمد فیروزآبادی II
دکتر عباسعلی وفایی III

**چکیده**

**زمینه و هدف:** میدان مغناطیسی موجود در محیط زندگی انسان ناشی از مولدهای الکتریکی، خطوط انتقال نیرو یا وسایل الکتریکی است که می‌تواند اثراتی را بر حافظه و یادگیری ایجاد نماید. این مطالعه به منظور بررسی اثر میدان مغناطیسی کوتاه مدت بر حافظه فضایی موش صورت گرفت.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی از ۱۰ موش سوری نژاد ویستار که به مدت ٦ روز برای بررسی حافظه فضایی در مدل ماز T شکل آموزش دریافت نموده بودند، استفاده شد. یک روز بعد از آموزش، به منظور ثبت زمان یافتن غذا، آزمایشات در ۳ مرحله(کنترل، Restrainer و میدان مغناطیسی) با فاصله زمانی ۲ ساعت اجرا گردید و هر موش در ۵ مرحله به فواصل حدود یک دقیقه در ابتدای ماز قرار گرفت و زمان حرکت موش تا رسیدن به محل غذا توسط یک کورنومتر اندازه گیری شد. برای ایجاد میدان مغناطیسی از یک سیم پیچ حلقوی با قطر داخلی ۸ سانتی متر و دارای ۸۵۰ دور سیم مسی استفاده شد. ضمنا حداکثر شدت میدان مغناطیسی در مرکز سیم پیچ با کمک یک دستگاه تسلامتر در حد ۷/۵ میلی‌تسلا کالیبره گردید.

**یافته‌ها:** نتایج در ۳ مرحله ارزیابی، نشان داد که میانگین زمانهای بدست آمده به ترتیب ۱۵/٤، ۱۱/۵ و ۱۱/۳ ثانیه بود. همچنین بین زمان بدست آمده در مرحله کنترل با دو مرحله دیگر، اختلاف معنی‌داری وجود داشت($P<0/05$)، اما بین مرحله آزمایش با Restrainer و میدان مغناطیسی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های تحقیق نشان داد که اعمال میدان مغناطیسی کوتاه مدت(۵۰ هرتز و ۷/۵ میلی‌تسلا) بر مهارت موش در T ماز، بی‌اثر بوده و احتمالا اثری بر فرایند حافظه فضایی ندارد.

**کلیدواژه‌ها:** ۱ – میدان مغناطیسی ۲ – یادگیری فضایی ۳ – حافظه

**تاریخ دریافت: ۸٤/٤/۸، تاریخ پذیرش: ۸٤/۹/۹**

**مقدمه**

جریان الکتریکی مورد استفاده در کشورهای مختلف که به طور روزمره برای راه‌اندازی وسایل برقی مورد استفاده قرار می‌گیرد، دارای فرکانس ۵۰ یا ٦۰ هرتز است که می‌تواند در سیمهای حامل جریان یا وسایل الکتریکی، میدان مغناطیسی را بوجود آورد که در محدوده میدان مغناطیسی کم فرکانس قرار می‌گیرد.

میدان‌های الکترومغناطیسی پالسی ناشی از سیستم‌های نمایشی نظیر کامپیوتر و سیستم‌های ویدیویی می‌توانند اثرات زیان‌آوری را روی انسان ایجاد کنند و تابش‌گیری از میدان‌های مغناطیسی در محیط‌های خانگی می‌تواند ۱/۳ تا ٤ برابر محیط‌های خارج از منزل باشد.[۱]

I) کارشناس ارشد رادیولوژی و مربی دانشگاه علوم پزشکی سمنان، ایران(*مؤلف مسؤول).
II) دانشیار گروه فیزیک پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
III) دانشیار گروه فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سمنان، سمنان، ایران.



Archive of SID
www.SID.ir

همچنین مشخص شده که میدان‌های کم فرکانس، بی‌حسی ناشی از اپیوییدهای درون‌زا (انکفالین، اندورفین) و برون‌زا(مورفین) را در حلزون کاهش می‌دهد. کاهش در اثر مهاری اپیوییدها و به دنبال آن، افزایش یون $Ca^{2+}$، منجر به کاهش بی حسی شده است.[۲]

امروزه تحریکات مغناطیسی ( Transcranial magnetic stimulation)، به عنوان وسیله تحقیقاتی و درمانی برای بیماری‌های نوروسایکولوژیک بکار گرفته می‌شوند و وسیله‌ای مناسب برای بررسی تحریک‌پذیری کورتکس، ارتباطات کورتیکال، پلاستی‌سیتی مغز، فعالیت‌های شناختی و وضعیت بیماری می‌باشند. عده‌ای نیز از تحریکات مغناطیسی برای درمان بیماری استفاده کرده‌اند و آن را در درمان افسردگی بکار گرفته‌اند ولی در تفسیر نتایج بدست آمده، هنوز مشکلاتی وجود دارد.[۳و ٤] تحریک مکرر مغناطیسی کورتکس پری فرونتال، باعث آزاد شدن دوپامین در هسته‌های دم‌دار می‌شود. کورتکس پری فرونتال نقش مهمی در تنظیم ترشح این ماده دارد. دوپامین در حرکت، یادگیری، انگیزه و در بیماری‌هایی مانند پارکینسون نقش مهمی دارد.[۵]

در سالهای اخیر گزارشاتی مبتنی بر اثر میدان‌های مغناطیسی کم فرکانس بر فرآیند یادگیری جوندگان به چاپ رسیده و در مجموع این عقیده را بوجود آورده است که میدان‌های مغناطیسی کم فرکانس می‌توانند بر رفتارهای وابسته به حافظه در حیوانات مؤثر باشند.[٦] البته در اغلب آزمایشات تاثیر فعالیت میدان مغناطیسی قبل از مراحل آموزش حیوانات بوده و یا بین تابش میدان مغناطیسی و تست رفتاری حیوان فاصله ایجاد شده است.

همچنین مطالعات نشان داده که بکارگیری میدان مغناطیسی(۵۰ یا ٦۰ هرتز) پیش از یادگیری، می‌تواند بر عملکرد حیوان موثر باشد[۷و ۸]، اما نتایج به جنسیت بستگی داشته و این میدان‌ها در موشهای نر تاثیر بیش‌تری در یادگیری فضایی دارند.[۹] علاوه بر آن، شدت میدان مغناطیسی و مدت تابش میدان نیز از عوامل مهم در اثر بخشی میدان می‌باشد. به عنوان مثال تابش‌گیری در میدان‌های ۷/۵ میکروتسلا تا ۷/۵ میلی‌تسلا حتی به مدت ٤۵ دقیقه، هر چند در روزهای اول آزمایش، موجب کاهش مهارت حیوانات می‌شود، لیکن در نهایت، موجب می‌شود تا موشهای تحت آزمایش مانند گروه کنترل، مهارت کلی را بدست آورند.[۱۲-۱۰] اما نکته با اهمیت این است که بلافاصله پس از اعمال میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا، کاهش فعالیت قشر ناحیه فرونتال و هیپوکامپ ایجاد شده که می‌تواند بر حافظه حیوانات اثر نماید.[۱۳] حتی ٦۰ دقیقه تابش‌دهی موش در میدان مغناطیسی(۵۰۰-۲۰۰ نانوتسلا) قبل از اجرای مرحله آموزشی، موجب اختلال در حافظه فضایی می‌شود، در حالی که تابش‌دهی پیش از تست نهایی با کاهش سرعت پاسخ دهی همراه است.[۱٤]

آزمایشات انجام شده بر انسان بیانگر آن است که تابش‌گیری یک ساعته حتی با شدتهای کم میدان مغناطیسی موجب کاهش فوری ادراک، شناخت و حافظه می‌شود، که می‌تواند ناشی از حساسیت افراد به میدان الکترومغناطیسی باشد.[۱۵] از طرفی مشخص شده که اثرات میدان های مغناطیسی ۵۰ میکروتسلا تا ٦ میلی‌تسلا، کم بوده و زودگذر است و ارتباط واضحی بین شدت میدان و پاسخ ایجاد شده، وجود ندارد.[۱٦] هر چند ممکن است میدان مغناطیسی بر دقت افراد، اثر دیررس داشته باشد[۱۷] اما میدان‌های مغناطیسی کم فرکانس که در محیط کار وجود دارند، نمی‌توانند بر مغز انسان اثر نمایند.[۱۸]

به نظر می‌رسد که بروز اثرات تابش‌گیری علاوه بر اینکه دارای یک آستانه شدت میدان مغناطیسی است، به نوع مطالعه، گونه‌های تحت آزمایش و روشهای آزمون نیز بستگی دارد.[۱۱]

با توجه به نکات فوق، در این مطالعه اهداف زیر مدنظر قرار گرفت:

الف) از آنجا که به نظر می‌رسد اثر میدان مغناطیسی دارای آستانه باشد، نقش میدان مغناطیسی ۷/۵ میکروتسلا و ۵۰ هرتز بر یادگیری فضایی موش سوری مورد بررسی قرار گرفت.

ب) به دلیل آنکه در تمامی مطالعات از موج سینوسی استفاده شده و تغییرات ناگهانی دامنه موج در امواج مربعی



Archive of SID
www.SID.ir

مورد مطالعه قرار نگرفته است؛ لذا تاثیر موج مربعی بر یادگیری فضایی مطالعه گردید.

ج) با توجه به ناپایدار بودن اثر میدان، مطالعه بلافاصله پس از تابش میدان مغناطیسی صورت گرفت.

د) از آنجا که در اغلب مطالعات، اثر میدان مغناطیسی برمرحله اکتساب حافظه بررسی شده بود، در این آزمون مکانیسم به خاطرآوری حافظه در موشهای آموزش دیده، بررسی گردید.

**روش بررسی**

این مطالعه تجربی بوده و طی آن ۱۲ موش نر سه ماهه(Albino-Wistar) با وزنی حدود ۳۰-۲۵ گرم برای انجام آزمایش‌ها استفاده شدند. در تمام مدت آزمایش همه آنها در یک قفس نگهداری شده و به منظور ایجاد اثر گرسنگی و تسهیل فرآیند یادگیری در یافتن محل غذا، در تمامی روزهای آزمایش فقط برای مدت یک ساعت غذا دریافت نمودند.

آب در تمام روزها در دسترس موشها بود. موشهای انتخاب شده، نیم ساعت قبل از مراحل آموزش و انجام آزمایش، به اتاق آزمون منتقل گردیدند. لازم به ذکر است که ۲ موش طی مراحل آموزشی مردند و آزمایشات نهایی با ۱۰ موش صورت گرفت.

برای آموزش یادگیری فضایی در موشها از یک ماز T شکل که هر شاخه آن دارای طول ٤٠ سانتی‌متر و از جنس چوب و دارای رنگ زرد بود، استفاده شد. دیواره ماز دارای ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بود تا مشاهده علایم رنگی نصب شده در اتاق فقط در هنگام عبور از مسیرهای داخل ماز امکانپذیر باشد. از یک سیم پیچ حلقوی با قطر داخلی ۸ سانتی‌متر و دارای ۸۵۰ دور سیم مسی به ضخامت ۰/۷۵ میلی‌متر و با روکش لاکی برای ایجاد میدان مغناطیسی ۵۰ هرتز، استفاده شد. با استفاده از یک دستگاه سیگنال ژنراتور (GFG-8019G,Good Will instrument Co.)، موج مربعی به عرض ۱۰ میلی‌ثانیه، تولید شده و قبل از انجام آزمایش، توسط یک دستگاه اسیلوسکوپ (GOS-622B,Good Will instrument Co.)، شکل موج و فرکانس مورد استفاده، تایید شد. جریان الکتریکی خروجی سیگنال ژنراتور به منظور تقویت، به یک دستگاه آمپلی فایر۶۰۰ وات متصل شد تا با تنظیم خروجی آن، میدان مغناطیسی یکنواخت و بدون نوسان در مرکز سیم‌پیچ، ایجاد گردد. شدت میدان مغناطیسی در مرکز سیم‌پیچ، با کمک یک دستگاه تسلامتر(HI-3550,HOLADAY industries inc.) در حد ۷/۵ میلی‌تسلا ثابت شد. اندازه‌گیری شدت میدان، در هر مرحله و پیش از قرار گرفتن سر حیوان در مرکز میدان مغناطیسی صورت می‌گرفت.

به منظور اطمینان از یادگیری کامل موشها، آموزش در ٦ روز انجام گرفت. در روز اول، هر موش به مدت ۳ دقیقه برای شناسایی ماز، در آن قرار گرفت. در بقیه روزها هر موش، ٤ بار در روز برای یافتن غذا، در ماز قرار می‌گرفت و در تمامی مراحل آموزش و آزمایش‌ها، محل غذا در انتهای بازوی راست ماز بود. در روز هفتم به منظور ثبت زمان یافتن غذا، آزمایشات در ۳ بخش با فاصله زمانی ۲ ساعت اجرا گردید که عبارتند از: آزمایش کنترل، آزمایش با محفظه نگهدارنده(Restrainer) و آزمایش با میدان مغناطیسی.

در آزمایش کنترل، هر موش در ۵ مرحله به فواصل حدود یک دقیقه در ابتدای ماز قرار گرفت و زمان حرکت موش تا رسیدن به محل غذا توسط یک کورنومتر اندازه‌گیری شد. اگر موش قبل از رسیدن به غذا و در هر ناحیه از مسیر، به خانه شروع باز می‌گشت، زمان صفر می‌شد و اندازه‌گیری، مجددا آغاز می‌گردید. پس از ۲ ساعت به منظور بررسی اثر محفظه ثابت کننده بر موش، موشها برای مدت ۱۰ دقیقه در یک محفظه پلاستیکی(Restrainer) به ابعاد ۳/۵×۳/۵×۷ سانتی‌متر قرار گرفته و پس از خروج از Restrainer، مجددا برای ۵ مرحله با فواصل حدود یک دقیقه در ماز قرار داده شدند. در آزمایش نهایی به منظور مطالعه اثر میدان مغناطیسی، موشها پس از قرار گرفتن در Restrainer در مرکز میدان مغناطیسی وارد شدند، به طوری که سر موش در وسط حلقه قرار گرفت. هر



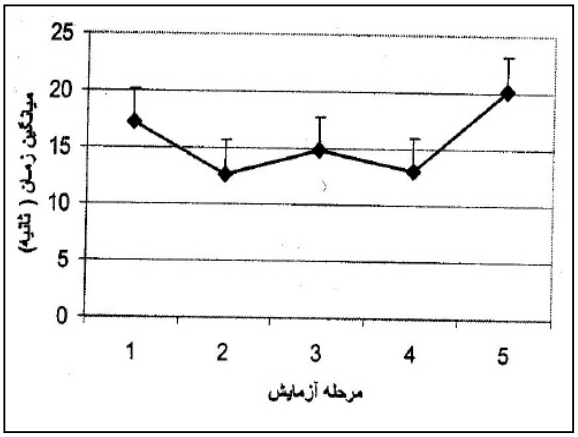
Archive of SID
www.SID.ir

موش مطابق مراحل فوق، بلافاصله پس از خروج از میدان مغناطیسی مجدداً برای ۵ مرحله با فواصل حدود یک دقیقه در ماز قرار داده شد و زمان دستیابی به غذا ثبت گردید.

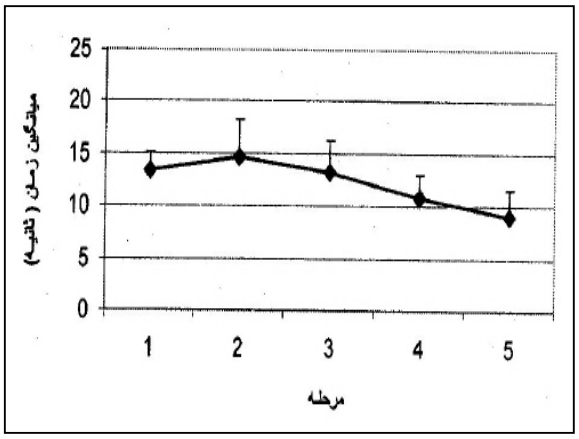
نتایج بدست آمده به منظور تعیین اختلاف بین مراحل مختلف آزمایش(کنترل، محفظه و میدان مغناطیسی) و نتایج دقایق مختلف آزاد سازی حیوان در ماز، توسط T-Test آنالیز گردید و در تمامی تستها از حد معنی‌دار بودن($P<۰/۰۵$)، استفاده شد. از آنجا که زمان طی شده توسط برخی از حیوانات بسیار بیش‌تر از حد انتظار بود، داده‌هایی که در فاصله‌ای بیش از دو انحراف معیار از میانگین قرار داشتند، حذف گردیدند.

**یافته‌ها**

در آزمون کنترل که در صبح روز هفتم انجام گرفت، میانگین زمان بدست آمده توسط موشها در ۵ مرحله برابر ۱۵/٤ ثانیه بود. نمودار شماره ۱ نمایانگر زمانهای مختلف در این مرحله می‌باشد. پس از قرار گرفتن موشها برای ۱۰ دقیقه در Restrainer، میانگین زمان طی مسیر در ماز به ۱۱/۵ ثانیه رسید. نتایج بدست آمده در این مرحله نیز در نمودار شماره ۲ مشخص است.

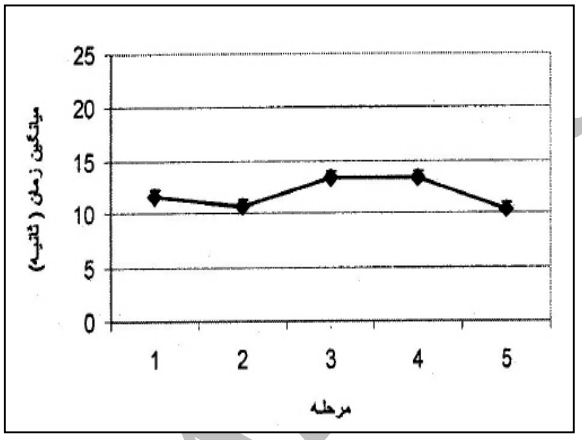



**نمودار شماره ۱**- میانگین زمان طی شده در مرحله کنترل




**نمودار شماره ۲**- میانگین زمان طی شده با Restrainer

در مرحله سوم، موشها پس از قرار گرفتن در Restrainer، در میدان مغناطیسی ۷/۵ میلی‌تسلا قرار داده شدند. نتایج این مرحله از آزمون در نمودار شماره ۳ مشخص می‌باشد. میانگین زمانهای این مرحله از آزمایش به ۱۱/۳ ثانیه کاهش یافت.



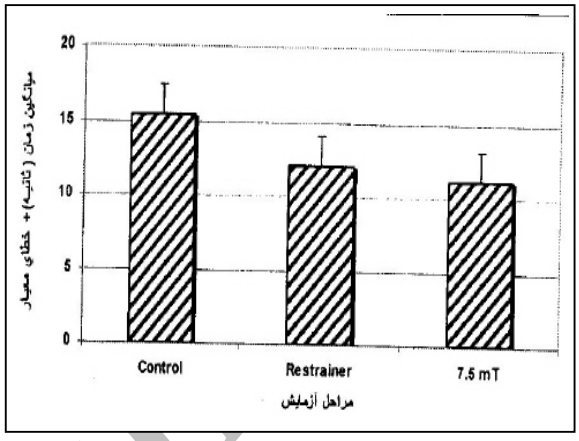

**نمودار شماره ۳**- میانگین زمان طی شده پس از تابش‌گیری

با آنالیز آماری یافته‌ها مشخص گردید که بین مرحله کنترل با مراحل Restrainer و اعمال میدان مغناطیسی، اختلاف معنی‌داری($P<۰/۰۵$) وجود دارد؛ لیکن بین مرحله Restrainer و تابش میدان مغناطیسی، اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید($P>۰/۰۵$) که بیانگر عدم تاثیر میدان اعمال شده بر فرآیند یادآوری موشها و یادگیری فضایی بوده و تغییر میانگین ناشی از تاثیر Restrainer بر حیوانات



Archive of SID
www.SID.ir

می‌باشد. نمودار شماره ٤ بیانگر میانگین زمانهای طی شده در ۳ مرحله آزمون است.




**نمودار شماره ۴**- میانگین زمان طی شده در ماز T شکل در سه آزمون

**بحث**

یافته‌هـــای فوق به دنبال اثر تابش حاد میدان مغناطیسی(۵۰ هرتز و ۷/۵ میلی‌تسلا) بر رفتار جستجوی موش در ماز T شکل نشان می‌دهد که میدان مغناطیسی بر فرایند بخاطرآوری حیوانات، بی‌اثر بوده و بین زمانهای ثبت شده در دقایق مختلف آزمایش و پس از خروج از میدان مغناطیسی، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

بر اساس یافته‌ها می‌توان گفت که، عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تابش‌گیری و آزمایش با Restrainer، بیانگر بی‌تاثیر بودن میدان مغناطیسی بر عملکرد حافظه است. از آنجا که در ٦ روز اول آزمایش، فرایند یادگیری بخوبی در حیوانات صورت گرفته؛ لذا تکرار آزمایش در روز هفتم نمی‌تواند عامل موثری بر کاهش زمان یافتن غذا باشد. از این رو وجود اختلاف معنی‌دار بین آزمایش کنترل و آزمون نهایی، بیانگر تاثیر Restrainer بر فرایند بخاطرآوری حافظه است. ایـــن یافته با یافته‌های دیگران که تاثیر میدان مغناطیسی کم فرکانس را مورد بررسی قرار داده‌اند، همخوانی دارد.

در مطالعه‌ای، Kurokawa تاثیر میدان مغناطیسی ۵۰ میکروتسلا و ۵۰ هرتز را بر مغز ۲۰ فرد داوطلب بررسی نمود. نتایج، مشخص ساخت که میدان‌های مغناطیسی کم‌فرکانس که در محیط کار وجود دارند، نمی توانند بر مغز انسان اثر نمایند.[۱۸] در مطالعه دیگری هم، Sienkiewicz در سال ۲۰۰۱ هیچ اثر وابسته‌ای به میدان مغناطیسی که بر حافظه موثر باشد، مشاهده نکرد.[۱۰]

از طرفی طی آزمایشات Sienkiewicz، مشخص گردید که در شدتهای بالاتر از ۷۵ میکروتسلا، تغییر رفتار با افزایش فلوی دانسیته، افزایش می‌یابد. او بیان نمود که تابش‌گیری حاد در میدان مغناطیسی می‌تواند موجب کاهش یادگیری فضایی و عملکرد حافظه موش شود اما به نظر می‌رسد که حافظه طولانی مدت تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد.[۱۱]

در مطالعه دیگری، Pesic تاثیر میدان مغناطیسی با موج سینوسی ٦ میکروتسلا و ۵۰ هرتز و داروی آمفتامین را بر فعالیت حرکتی موش صحرایی بررسی نمود، مدت تابش‌گیری، ۱۵ دقیقه بود و نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی کم فرکانس قادر است فعالیت حرکتی را بر اساس مقدار داروی بکار رفته، تغییر دهد.[۱۹]

نکته مهم در آزمایش Lovely این بود که آثار ناشی از میدان مغناطیسی فقط برای مدت کوتاهی باقی ماند و تاخیری به اندازه ٤۵ دقیقه بین تابش‌گیری و مراحل آزمایش، کلیه آثار رفتاری ناشی از میدان مغناطیسی را مرتفع ساخت. او در آزمایش دیگری نشان داد که هیچ اثری به دنبال تابش‌های حاد یک مرحله‌ای و مزمن ۰/۷۵ میلی‌تسلا با زمان ٤۵ دقیقه(در ۵ روز) وجود ندارد. وی بیان نمود که تابش‌های کوتاه‌تر از ۱۵ دقیقه، هیچ اثر مهمی بر یادگیری در ماز رادیال ندارد و حداقل ۱۵ تا ٤۵ دقیقه تابش‌گیری برای ایجاد اثرات رفتاری لازم است.[۲۰]

بر خلاف نتایج فوق در برخی دیگر از آزمایشات، میدان مغناطیسی باعث بروز علایمی گردیده که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

McKay در آزمایش خود نشان داد که اثر میدان مغناطیسی در مراحل قبل یا پس از فرایند یادگیری یکسان نیست. او با استفاده از یک ماز رادیال دریافت که ٦۰ دقیقه تابش‌دهی موش در میدان مغناطیسی(۵۰۰-۲۰۰ نانوتسلا)



Archive of SID
www.SID.ir

قبل از اجرای مرحله آموزشی، موجب اختلال در حافظه فضایی می‌شود، در حالی که تابش‌دهی پیش از تست نهایی با کاهش سرعت پاسخ‌دهی همراه است.[۱۴]

Lai با بکارگیری ماز آبی موریس به مطالعه اثر میدان مغناطیسی ۱ میلی‌تسلا و ۶۰ هرتز بر حافظه موش پرداخت. آموزش موشها در ۶ جلسه صورت گرفت و تابش‌دهی موشها در مدت یک ساعت و قبل از مراحل آموزشی ماز آبی اعمال می‌شد. تست نهایی یک ساعت پس از آخرین جلسه آموزشی انجام شد و آنالیز داده‌ها نشان داد که گروه تابش دیده، زمان کمتری را در ناحیه هدف صرف نموده و دارای الگوی شنای متفاوتی است. بدین ترتیب میدان مغناطیسی بر حافظه مرجع اثر داشته است.[۸]

به منظور تعیین اثر میدان مغناطیسی با شدتهای مختلف، Lai از میدان ۶۰ هرتز با شدتهای ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌تسلا استفاده نمود. بلافاصله پس از اعمال میدان ۲ میلی‌تسلا، کاهش فعالیت قشر ناحیه فرونتال و هیپوکامپ ایجاد شد. با استفاده از میدان ۱ میلی‌تسلا این اثرات فقط پس از ۹۰ دقیقه تابش‌گیری دیده شد. لذا شدت و مدت تابش‌گیری بر ظهور عوارض میدان مغناطیسی موثر بوده و حتی با شدتهای کم نیز در صورت طولانی بودن مدت تابش‌دهی، اثرات ظاهر می‌شود.[۱۳]

Lai همزمان با قرار دادن موشها در میدان الکترومغناطیسی پیوسته(2450 MHz, power density= 2 $mW/cm^2$ SAR(Specific absorbtion rat)= 1.2 W/Kg)، از یک میدان مغناطیسی کم فرکانس(۶۰ میلی‌گوس و ۶۰ هرتز) به منظور بررسی اثر همزمان دو میدان بر یادگیری موش استفاده نمود. مدت تابش‌دهی یک ساعت بود که قبل از آموزش در ماز آبی اعمال شد. هر چند میدان مغناطیسی اثری بر حافظه و یادگیری نداشت، میدان الکترومغناطیسی باعث ضعف حافظه گردید، در حالی که بکارگیری همزمان دو میدان موجب تقویت حافظه موشها و زمان کمتر برای رسیدن به سکوی ماز آبی شد.[۲۱]

Trimmel به بررسی میدان الکترومغناطیسی(۱ میلی‌تسلا و ۵۰ هرتز)، بر روی حافظه و visual attention در ۶۶ فرد داوطلب به مدت یک ساعت پرداخت. نتایج نشانگر کاهش فوری ادراک، شناخت و حافظه بوسیله میدان مغناطیسی بود که می‌تواند ناشی از حساسیت افراد به میدان الکترومغناطیسی باشد.[۱۵]

Podd به بررسی اثر میدان مغناطیسی(۱۰۰میکروتسلا و ۵۰ هرتز) بر انسان پرداخت و نتایج نشان دهنده آثار دیررس میدان بر دقت افراد بود اما نمی‌توان پارامترهای مشخصی را بدین منظور تعیین نمود.[۱۷] در حالی که، Kavaliers پیشنهاد نمود که زمانهای کوتاه میدان مغناطیسی نیز در برخی آزمایشات می‌تواند بر یادگیری اثر نماید.[۹]

Marino در تحقیق خود مشخص ساخت که میدان‌های مغناطیسی کم فرکانس حتی در شدتهای کم(۶۰ هرتز و یک گوس) نیز می‌تواند توسط مغز انسان ثبت شده و بر EEG(Electroencephalogram) اثر نماید.[۲۲]

Crasson با بررسی میدان‌های مغناطیسی ۵۰ و ۶۰ هرتز بر درک انسان، بیان می‌نماید که اثرات میدان‌های مغناطیسی قوی بر عملکرد ادراک، یکنواخت نیست و اختلاف مشاهده شده بین گروه مورد بررسی و گروه کنترل در آزمایشات مختلف، اندک و زود گذر است و ارتباط واضحی را بین شدت میدان و پاسخ ایجاد شده، ارایه نمی‌دهد.[۱۶]

اگر چه در آزمایش حاضر از میدان با شدت بالاتر از آستانه مورد نظر Lai و Sienkiewicz استفاده گردید و وقوع تغییرات در حافظه مورد انتظار بود، اما نتایج حاصل از آزمایش حاضر، مبین بی اثر بودن میدان مغناطیسی ۷/۵ میلی‌تسلا بر عملکرد حافظه موش است که با نتایج تحقیقات Kurokawa، Sienkiewicz و Crasson شباهت دارد و علی‌رغم استفاده از میدان مغناطیسی ۷/۵ میلی‌تسلا، تاکیدی بر مندرجات Lovely می‌باشد که بیانگر بی اهمیت بودن زمانهای کوتاه تابش‌گیری برای اختلال در حافظه است. علاوه بر آن در تمامی تحقیقات فوق الذکر از موج سینوسی برای ایجاد میدان مغناطیسی استفاده شد. لیکن تغییر در شکل موج و استفاده از موج مربعی به منظور افزایش سرعت تغییرات دامنه نیز تفاوتی را بوجود نیاورده است.



Archive of SID
www.SID.ir

در هر حال واکنش بین شدت و مدت تابش میدان مغناطیسی هنوز شناخته شده نیست و این احتمال وجود دارد که حتی با تابش‌های کوتاه مدت و در شرایط خاص(با شدت زیاد) یا تابش‌های طولانی مدت و با شدت کم، اثرات قابل ملاحظه‌ای مشاهده شود[۱۳] که نیازمند مطالعات بیش‌تری در این زمینه است. نکته مهم در آزمون‌های آتی، استفاده از روشهای ارزیابی دقیق‌تر از ماز T شکل است که بتواند بدون اثر Restrainer، تغییرات اندک ناشی از اعمال میدان مغناطیسی را ثبت نماید.

## نتیجه‌گیری

به طور خلاصه یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که اعمال میدان مغناطیسی کوتاه مدت(۵۰ هرتز و ۷/۵ میلی‌تسلا) بر فرایند بخاطر آوری حیوانات بی اثر بوده و بین زمانهای ثبت شده در دقایق مختلف آزمایش و پس از خروج از میدان مغناطیسی، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

## تشکر و قدردانی

با توجه به این که مطالعه حاضر بخشی از پروژه بین دانشگاهی تاثیر امواج الکترومغناطیسی بر بافتهای تحریک‌پذیر است و با استفاده از حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی سمنان، دانشگاه تربیت مدرس و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور انجام گردیده است، بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از مسؤولین آن مراکز ابراز می‌دارند.

## فهرست منابع

1- Kim YS, Cho YS. Exposure of workers to extremely low frequency magnetic fields and electric appliances. J Occup Health 2001; 43: 141- 9.

2- Prato FS, Kavaliers M, Thomas AW. Extremely low frequency magnetic fields can either increase or decrease analgesia in the land snail depending on field and light conditions. Bioelectromagnetics 2000; 21(287): 301.

3- Schlaepfer TE, Kosel M, Nemerof CB. Efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation (r TMS) in the treatment of affective disorders. Neuropsychopharmacology 2003; 28(2): 201- 5.

4- Fitzgerald PB, Brown TL, Daskalakis ZJ. The application of transcranial magnetic stimulation in psychiatry and neurosiences research. Acta Psychiatr Scand 2002; 105(5):324- 40.

5- Strafella AP, Paus T, Barret J, Dagher A. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the human prefrontal cortex induces dopamine release in caudate nucleus. J Neurosici 2001; 21(15):157.

6- Salzinger K. Behavioral effects of electromagnetic fields in animals. Biological Effects of Electric and Magnetic Fields. 1st ed. New York: Academic Press; 1994. p. 315-31.

7- Lai H. Spatial learning deficit in the rat after exposure to a 60Hz magnetic field. Bioelectromagnetics 1996; 17: 494- 6.

8- Lai H, Carino MA, Ushijima I. Acute exposure to a 60 Hz magnetic field affects rats water-maze performance. Bioelectromagnetics 1998; 19: 117- 22.

9- Kavaliers M, Ossenkopp KP, Prato FS, Innes DG, Galea LA, Kinsella DM. Spatial learning in deer mice: sex differences and the effects of endogenous opioids and 60 Hz magnetic fields. J Comp Physiol [A] 1996 Nov; 179(5): 715-24.

10- Sienkiewicz ZJ, Bartram R, Haylock R, Saunders R. Single, brief exposure to a 50 Hz magnetic field does not affect the performance of an object recognition task in adult mice. Bioelectromagnetics 2001 Jan; 22(1): 19-26.

11- Sienkiewicz ZJ, Haylock RGE, Bartram R, Saunders RD. 50 Hz magnetic field effects on the performance of a spatial learning task by mice. Bioelectromagnetics 1998; 19: 486- 93.

12- Sienkiewicz ZJ, Haylock RG, Saunders RD. Deficits in spatial learning after exposure of mice to a 50 Hz magnetic field. Bioelectromagnetics 1998; 19(2): 79-84.

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

14- McKay BE, Persinger MA. Application timing of complex magnetic fields delineates windows of posttrainig-pretesting vulnerability for spatial and motivational behaviors in rats. Intern J Neuroscience 2000; 103: 69-77.

15- Trimmel M, Schweiger E. Effects of an ( 50 Hz,1 mT) electromagnetic field (EMF) on concentration in visual



Archive of SID
www.SID.ir

attention, perception and memory including effects of EMF sensitivity. Toxicology Letters 1998; 96(97):377-82.

16- Crasson M. 50-60 Hz electric and magnetic field effects on cognitive function in humans: A review. Radiat Prot Dosimetry 2003; 106(4): 333-40.

17- Podd J, Abbott J, Kazantzis N, Rowland A. Brief exposure to a 50 Hz, 100 microT magnetic field: effects on reaction time, accuracy, and recognition memory. Bioelectromagnetics 2002 Apr; 23(3):189-95.

18- Kurokawa Y, Nitta H, Imai H, Kabuto M. No influence of short- term exposure to 50 Hz magnetic fields on cognitive performance function in human. Int Arch Occup Environ Health 2003 Jul; 76(6): 437- 42.

19- Pesic V, Janac B, Jelenkovic A, Vorobyov V, Prolic Z. Non-linearity in combined effects of ELF magnetic field and amphetamine on motor activity in rats. Behavioral Brain Research 2003 ; 147(1-2):211-5.

20- Lovely RH, Crein JA, Bushbom RL. Exposure to magnetic fields during spatial learning increases error rates in rats: Early studies. The first world congress for electricity and magnetism in biology and medicine; 1992 June 14-19; Orlando, Florida, USA; 1992. p. 23.

21- Lai H. Interaction of microwaves and a temporally incoherent magnetic field on spatial learning in the rat. Physiology & Behavior 2004; 82:785- 9.

22- Marino AA, Nilsen E, Chesson Jr AL, Frilot C. Effect of low-frequency magnetic fields on brain electrical activity in human subjects. Clinical Neurophysiology 2004; 115: 1195- 201.

Archive of SID



www.SID.ir

# *The Effect of Short Time 7.5 mT Magnetic Field on Spatial Learning in Mice*

***M. Jadidi, MS** [I] **S.M.P. Firoozabadi, PhD** [II] **A.A. Vafaei, PhD** [III]

## *Abstract*

**Background & Aim:** In human environment, magnetic fields are created by electrical generators, power lines, and electrical instruments. These fields could affect learning and memory. This study was planned to evaluate whether short time exposure to magnetic fields has any significant effect on spatial memory.

**Material & Method:** In this experimental study, we used 10 male Albino Wistar mice that were trained for spatial memory in a T-maze model within six days. Twenty-four hours after training, animals were tested for retention of discrimination in three stages(control, restrainer and magnetic field) at two-hour intervals and each of the animals was given 5 successive trials at one-minute intervals. The time of movement from the start area until they reached the criterion zone was measured by a chronometer. Magnetic field was induced by a round coil with an internal diameter of 8 cm and 850 turns of copper wire. Maximum intensity of 7.5 mT at the center of the coil was calibrated by a digital teslameter.

**Results:** Evaluation of the results of the three stages indicated that the mean of time was 15.4 s, 11.5 s, 11.3 s respectively. Also, there was a significant difference between the time in the control stage and the other stages ($P<0.05$), but there was no significant difference between the restrainer stage and the magnetic field regarding the time measured.

**Conclusion:** Research findings indicated that short time 7.5 mT, 50 Hz magnetic field did not have any significant effect on T-maze alternation tasks in mice and it would probably have no effect on spatial memory process either.

**Key Words: 1) Magnetic Field 2) Spatial Learning 3) Memory**

Archive of SID

***I*)** *MS in Radiology and Doctoral Student of Physiatrics in Tarbiat Modarres University. Instructor at Semnan University of Medical Sciences. Tehran, Iran.(*Corresponding Author)*

***II*)** *Associate Professor of Medical Engineering. Tarbiat Modarres University. Tehran, Iran.*

***III*)** *Associate Professor of Physiology. Semnan University of Medical Sciences. Semnan, Iran.*



www.SID.ir