

## جهت‌گردش شاخصی جهت پیش‌بینی میزان یادگیری و به یادآوری در ماز آبی موریس

نرجس السادات حایری، مهدی صادق و محمدرضا پالیزوان\*

اراک، دانشگاه علوم پزشکی اراک، دانشکده پزشکی، گروه فیزیولوژی

تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۷

### چکیده

در این تحقیق ارتباط بین یادگیری فضایی موش‌های نر و ماده در ماز آبی موریس و جهت چرخش آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. میزان یادگیری ۵۴ سر موش صحرایی نر و ماده نژاد ویستار در ماز آبی موریس سنجیده شد. سپس ارتباط یادگیری فضایی حیوانات در ماز آبی با جهت گردششان در لحظه رهاسازی مورد ارزیابی قرار گرفت. در موش‌های صحرایی نر میزان یادگیری فضایی چپ‌گردها نسبت به راست‌گردها بهتر بود. در حالیکه در ماده‌ها، یادگیری فضایی در راست‌گردها و بیادآوری در چپ‌گردها بهتر بود. مقایسه جهت گردش در موش‌های نر و ماده نشان داد که اگرچه مقایسه کل موش‌های نر و ماده نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف در میزان یادگیری بین موش‌های نر و ماده بود، ولی یادگیری در موش‌های ماده راست‌گرد و به یادآوری در موش‌های ماده چپ‌گرد بهتر از معادل‌های آنها در موش‌های نر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان از روی جهت گردش در اولین آزمون آموزش در ماز آبی موریس، میزان یادگیری موش‌های صحرایی نر و ماده را پیش‌بینی نمود. در نظر گرفتن این متغیر می‌تواند در توجیه تفاوت‌های جنسیتی در ماز آبی موریس مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: دست‌برتری، حافظه و یادگیری، ماز آبی موریس، موش صحرایی، جنسیت

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۸۶۳۴۱۷۳۵۰۲، پست الکترونیکی: dr.palizvan@arakmu.ac.ir

### مقدمه

محدود به برتری دست، پا، چشم یا غالب بودن یک گوش نیست و ارجحیت در گردش (از جمله پیچیدن و گردش زمان راه رفتن، شنا کردن یا تابیدن) را هم شامل می‌شود (۱۹). ارجحیت در گردش علاوه بر انسان در تعدادی دیگر از گونه‌ها از جمله جوندگان نیز گزارش شده است (۲۲). تقریباً در ۹۰٪ انسان‌ها راست‌دستی غالب است که این اولویت موازی با پردازش نامتقارن در سیستم حرکتی می‌باشد (۱۸).

شواهد نشان می‌دهد که اختلاف در دست برتری با برخی تفاوت‌های آناتومیک (۱۵، ۲۴) و رفتاری (۵) مرتبط است. شیوع چپ‌دستی در مردان (۱۰٪) بیشتر از زنان (۶٪) است (۲). بعلاوه دست‌برتری (لتالیته) در حیوانات هم قابل تشخیص است (۱). در جوندگان درصد کمتری از

زمانیکه یکی از نیمکره‌های مغز برای انجام پاره‌ای از اعمال، غالب باشد (نیمکره‌ی چپ یا راست) نامتقارن شدن در مغز ایجاد می‌گردد و سیستم عصبی مرکزی (CNS) نامتقارن (lateralized) در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر عدم تقارن رفتاری، ناشی از عدم تقارن عملکردی CNS در جانوران است. این عدم تقارن نوعی تکامل در سیستم عصبی است که توانایی حیوان را برای انجام دو وظیفه‌ی همزمان بالا می‌برد (۱۱).

دست‌برتری (handedness)، بهترین شاخص عدم تقارن در انسان است که به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۸). در انسان‌ها علاوه بر چپ‌دست و یا راست‌دست بودن، اختلاف بین دو نیمکره در زبان و اعمال شناختی نیز وجود دارد. عدم تقارن در نیمکره‌های مغزی در انسان

این مطالعه از نوع تجربی می‌باشد. در این تحقیق ۳۴ سر موش‌های صحرایی نر و ۲۰ سر موش صحرایی ماده بالغ نژاد ویستار با محدوده وزنی ۲۵۰-۲۰۰ گرم تهیه‌شده از مرکز تکثیر حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه علوم پزشکی اراک مورد استفاده قرار گرفت. حیوانات در گروه‌های چهارتایی در قفس‌های مخصوص با شرایط دوره روشنایی-تاریکی ۱۲ ساعته و دمای  $22 \pm 2$  درجه نگهداری شده و به‌جز در مواقع آزمایش حیوانات دسترسی آزاد به آب و غذا داشتند. شرایط نگهداری و نیز نحوه به دست‌گیری و کار کردن با موش‌ها براساس توصیه‌های قوانین حمایت از حیوانات آزمایشگاهی انجام شد. این پژوهش با کد شماره ۱۱-۱۵۹-۹۲ در شورای اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اراک تصویب‌شده و تمامی آزمایشها تحت نظارت این کمیته انجام‌گرفته است.

**آزمون حافظه و یادگیری:** در این تحقیق برای ارزیابی حافظه و یادگیری در حیوانات از ماز آبی مورس استفاده شد. ماز آبی از یک مخزن آب استوانه‌ای سیاه‌رنگ به قطر ۱۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر تشکیل‌شده که تا ارتفاع ۳۲/۵ سانتی‌متر از آب پر می‌شد. استخر به شکل فرضی به ۴ ربع تقسیم می‌شد. یک سکوی قابل جابجایی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و به رنگ سیاه در یک جایگاه مشخص از استخر قرار داده می‌شد به شکلی که به‌اندازه‌ی ۲/۵ سانتی‌متر زیر آب قرار می‌گرفت. استخر در اتاقی قرار داشت که اشکالی در خارج از ماز بر روی دیوار آن نصب‌شده بود. در هنگام آزمایش شخص آزمایش‌کننده همواره در یکجا می‌ایستاد. در بالای ماز دوربینی قرار دارد که حرکات حیوان را در طول آزمایش ثبت می‌کرد. در پایان آزمایش‌ها، رفتار حیوان در ماز آبی توسط نرم‌افزار Matlab مورد بررسی قرار گرفته و طول مسیر طی شده توسط حیوان، زمان لازم برای پیدا کردن سکو و متوسط سرعت شنا کردن حیوان اندازه‌گیری می‌شد.

راست‌دستی نسبت به انسان‌ها گزارش‌شده است (۲۱). تاکنون مطالعات زیادی در مورد ارتباط بین عدم تقارن مغز و توانایی‌های شناختی در انسان‌ها و حیوان‌ها انجام‌گرفته است. برخی مطالعات ارتباط بین دست برتری و توانایی شناختی را گزارش کرده‌اند و نشان داده‌اند که چپ‌دست‌ها در توانایی شناختی ضعف بیشتری را نشان می‌دهند (۱۰، ۱۷).

گزارش‌ها نشان داده است که توانایی یادگیری فضایی در مردان بهتر از زنان است (۳). بسیاری از محققین گزارش کرده‌اند که تفاوت‌های جنسیتی در توانایی یادگیری جوندگان نیز وجود دارد. اغلب، جوندگان نر تست‌های فضایی را بهتر از ماده‌ها انجام می‌دهند. این تفاوت در یادگیری فضایی بین رت‌های نر و ماده در ماز آبی مورس نیز دیده‌شده است و رت‌های نر عملکرد بهتری نسبت به رت‌های ماده در پیدا کردن سکو از خود نشان می‌دهند (۲۳). تفاوت در الگوهای عدم تقارن مغزی نقش مهمی را در تفاوت‌های جنسیتی در انسان و جوندگان بازی می‌کند. تفاوت‌های جنسیتی در جوندگان به شکل تفاوت در یادگیری فضایی (به نفع نرها) و تفاوت در شکل‌گیری هیپوکمپ گزارش‌شده است. مغز نرها بیشتر نامتقارن است و تمایل بیشتری به سمت راست دارد (۱۳). به دلیل اینکه سازماندهی مدارها و ساختارهای مغز در افراد راست‌دست و چپ‌دست و نیز در دو جنس نر و ماده باهم متفاوت است، این انتظار می‌رود که این دو جنس در اعمال مغزی و شناختی از قبیل حافظه و یادگیری با یکدیگر متفاوت باشند. با توجه به اینکه مطالعه‌ای در خصوص بررسی حافظه و یادگیری وابسته به جنس، با در نظر گرفتن فاکتور دست‌برتری (جهت گردش در ماز آبی) در حیوانات آزمایشگاهی صورت نگرفته است، این تحقیق جهت مقایسه میزان یادگیری فضایی در موش‌های نر و ماده راست‌گرد و چپ‌گرد طراحی گردید.

## مواد و روشها

گرفت. پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Kolomogorov-Smirnov، برای مقایسه نسبت موش‌های چپ‌گرد و راست‌گرد از آزمون sample z-test استفاده شده. برای مقایسه بین دو گروه مستقل از تست unpaired t-test و برای بررسی داده‌ها در دو گروه با دو متغیر جنس و جهت گردش از آنالیز واریانس دوطرفه استفاده گردید. هنگامی که آنالیز واریانس اختلاف معنی‌دار را نشان می‌داد، برای مقایسه گروه‌ها از آزمون توکی استفاده شد. در این تحقیق داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش شده است و ( $P < 0.05$ ) به عنوان شاخص معناداری در نظر گرفته شده است.

### نتایج

**بررسی ارتباط یادگیری و جهت گردش:** بررسی جهت گردش در ماز آبی موریس نشان داد که تعداد موش‌های چپ‌گرد هم در جنس نر و هم در جنس ماده به شکل معنی‌داری از موش‌های راست‌گرد کمتر بود. مقایسه‌ی نسبت موش‌های نر و ماده‌ی چپ‌گرد نشان داد که نسبت موش‌های نر چپ‌گرد به شکل معنی‌داری بیشتر از موش‌های ماده‌ی چپ‌گرد است. با این حال تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از آزمون sample z-test نشان داد که این اختلاف معنی‌دار نیست (جدول ۱). بررسی نتایج یادگیری در ماز آبی موریس نشان داد که در موش‌های صحرایی نری که در آزمون اول هرروز گردش به چپ داشتند، مدت‌زمان پیدا کردن سکو در همان روز به‌طور معنی‌داری کمتر از راست‌گردها بود. به این معنی که چپ‌گردی با عملکرد بهتر در ماز آبی در آن روز همراه است،  $[n=136, t(132)=-2.03, p=0.044]$  (شکل ۱- الف). ارتباط معنی‌داری بین جهت گردش در لحظه‌ی ورود به ماز آبی در اولین آزمون آموزش (آزمون اول روز اول) و عملکرد موش‌های نر در چهار روز دیده نشد. در مقابل تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به موش‌های ماده نشان داد که در این گروه، میانگین زمان پیدا کردن سکو در چهار

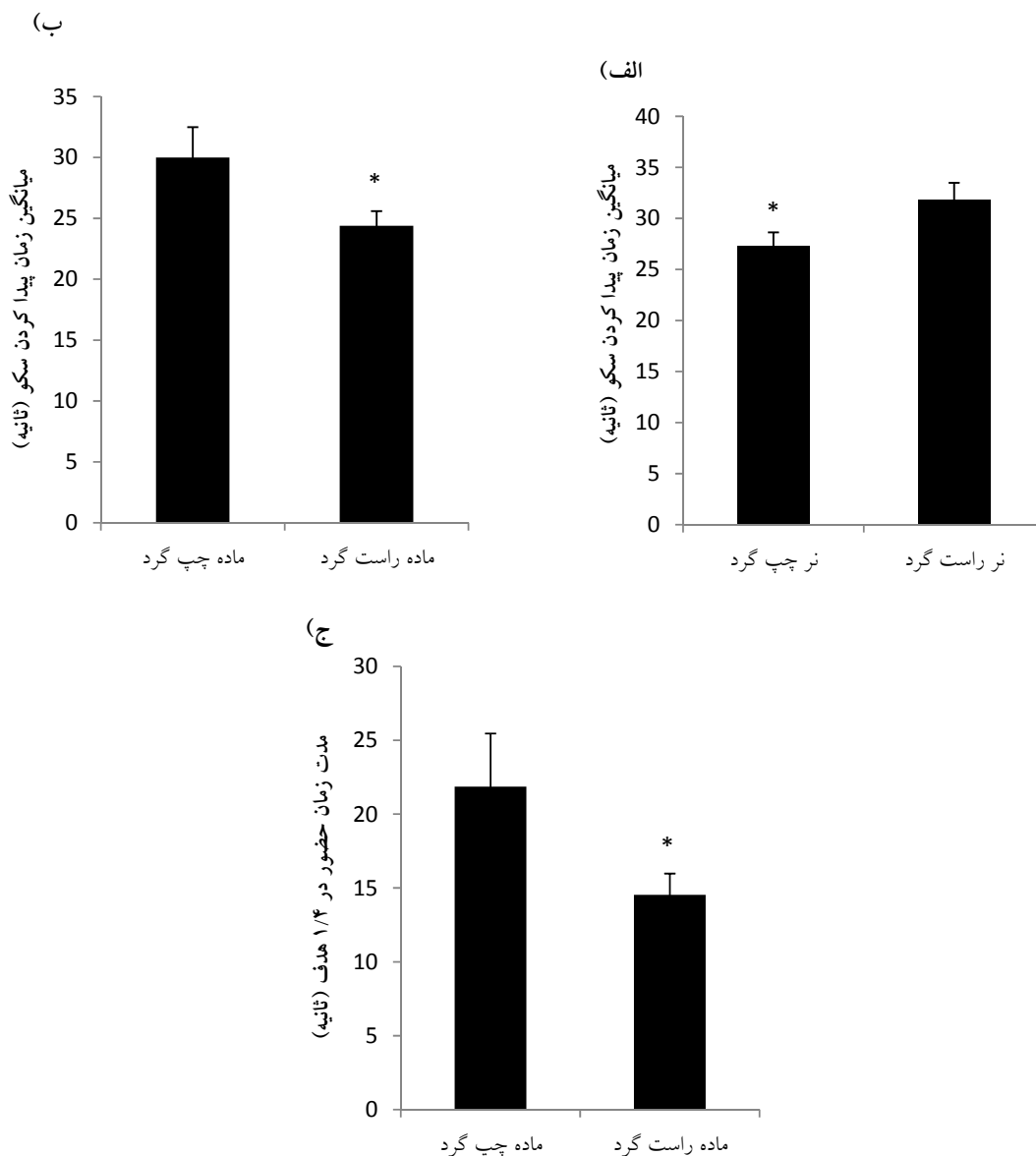
به هرکدام از موش‌ها به مدت ۴ روز آموزش داده می‌شد. هرروز آموزش شامل ۴ بار رها شدن حیوان در آب بافاصله‌ی زمانی ۱۰ دقیقه بود. ۲۴ ساعت قبل از شروع آموزش به حیوان اجازه‌ی ۱ دقیقه شنای آزاد داده می‌شد. در هر بار آموزش در حالیکه سر حیوان به سمت دیواره استخر بود از یکی از قسمت‌های چهارگانه به داخل آب رها می‌شد. پس از رها شدن حیوان در آب تمایل حیوان جهت چرخش به سمت راست و یا چپ ثبت می‌شد. به حیوان مدت‌زمان یک دقیقه زمان داده می‌شد تا برای پیدا کردن سکو تلاش کند. اگر در این مدت سکو را پیدا می‌کرد به مدت ۲۰ ثانیه روی سکو قرار می‌گرفت و سپس از استخر خارج می‌شد. موشهایی که محل سکو را پیدا نمی‌کردند توسط آزمایشگر با دست به سمت سکو راهنمایی شده و پس از اینکه ۲۰ ثانیه روی سکو می‌ماند از ماز خارج شده به آرامی خشک و به قفس منتقل می‌شدند. در روز پنجم، سکو از داخل استخر خارج شده هرکدام از حیوانات در نقطه‌ای در یکی از ربع‌ها (که برای همه‌ی موش‌ها یکسان بود) به داخل استخر رها می‌شدند. یک دقیقه به حیوان‌ها فرصت داده می‌شد تا در استخر شنا کنند و مدت‌زمانی که حیوان در یک‌چهارم هدف (قسمتی که سکو در آن قرار داشت) سپری می‌کرد برای بررسی میزان حافظه فرانس حیوان مورد ارزیابی قرار گرفت.

همانطور که گفته شد حیوان در لحظه‌ی ورود به ماز رو به دیواره رها می‌شد. جهت گردش حیوان در جهت عقربه‌های ساعت، راست‌گرد و در خلاف جهت عقربه‌های ساعت، چپ‌گرد در نظر گرفته شد. جهت گردش در لحظه‌ی ورود در هر آزمون ثبت گردید. ارتباط جهت گردش در لحظه‌ی شروع اولین آزمون با عملکرد فضایی و نیز جهت گردش در آزمون اول هرروز با عملکرد حیوان در همان روز مورد بررسی قرار گرفت.

**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 داده‌ها در گروه‌های مختلف مورد بررسی قرار

روز آموزش در راست‌گردها کمتر از چپ‌گردها بود [n=20, t(18)=2.26, p=0.036] را بین گروه چپ‌گرد و راست‌گرد نشان داد (شکل ۱-ج). در این گروه بین جهت گردش در آزمون اول هرروز با عملکرد فضایی در همان روز ارتباط معناداری وجود نداشت.

روز آموزش در راست‌گردها کمتر از چپ‌گردها بود [n=20, t(18)=2.226, p=0.039] (شکل ۱-ب) اما مدت‌زمان حضور در یک‌چهارم هدف در روز آزمون بیادآوری (probe) کمتر از چپ‌گردها بود. آنالیز آماری با استفاده از آزمون unpaired t-test اختلاف معنی‌داری



شکل ۱. الف) مقایسه مدت‌زمان پیدا کردن سکو در چهار روز آموزش در موش‌های صحرایی نر بر اساس جهت گردش در آزمون اول همان روز [n=136, t(132)=-2.03, p=0.044]. ب) مقایسه میانگین مدت‌زمان پیدا کردن سکو در چهار روز آموزش در موش‌های صحرایی ماده‌ی راست‌گرد و چپ‌گرد [n=20, t(18)=2.226, p=0.039]. ج) مقایسه مدت‌زمان حضور در یک‌چهارم هدف در روز آزمون بیادآوری در موش‌های صحرایی ماده‌ی راست‌گرد و چپ‌گرد [n=20, t(18)=2.26, p=0.036]. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از unpaired t-test. نتایج نشان داد که نرهای چپ‌گرد و ماده‌های راست‌گرد در طی چهار روز آموزش سکو را در مدت‌زمان کمتری پیدا کردند همچنین در آزمون بیادآوری

ماده‌های چپ‌گرد زمان بیشتری را در یک‌چهارم هدف سپری کردند.

جدول ۱- نمایش اطلاعات جهت‌گردش موش‌ها در ماز آبی موریس به تفکیک جنسیت

جنس	جهت‌گردش در آزمون اول روز اول	تعداد	درصد	P	جهت‌گردش در آزمون اول هر روز	تعداد گردش	درصد	P
نر	چپ‌گرد	۱۴	۴۱	۰/۲۳	چپ‌گرد	۶۵	۴۹	
	راست‌گرد	۲۰	۵۹		راست‌گرد	۶۹	۵۱	
ماده	چپ‌گرد	۵	۲۵		چپ‌گرد	۳۵	۴۴	
	راست‌گرد	۱۵	۷۵		راست‌گرد	۴۵	۵۶	

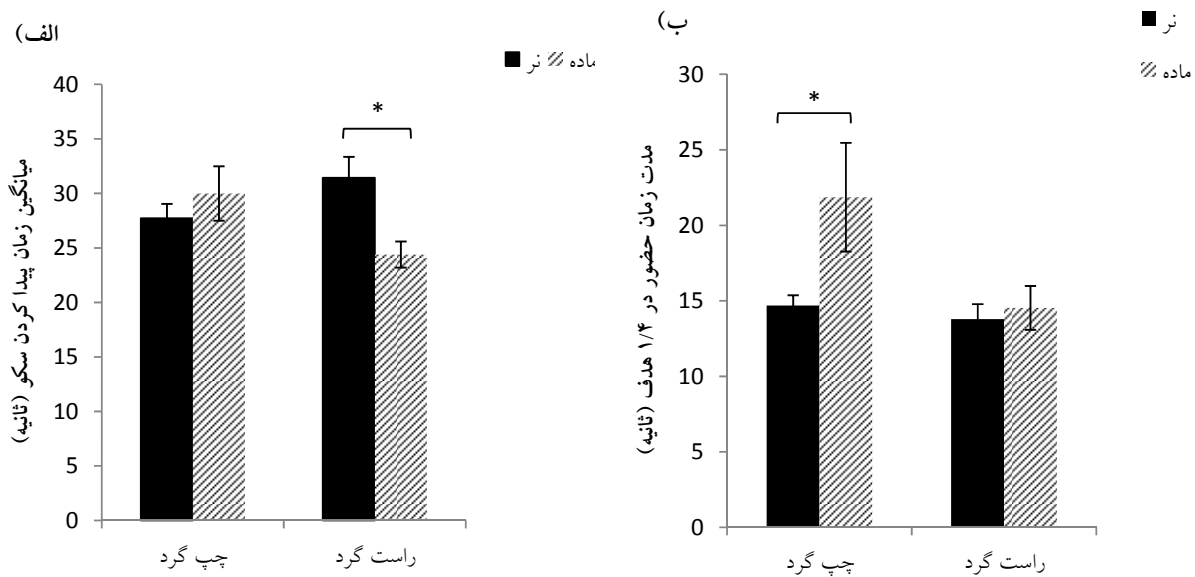
### مقایسه ارتباط یادگیری فضایی و جهت‌گردش بین

**گروه‌های نر و ماده:** بررسی اثر جنس و جهت‌گردش در آزمون اول بر میانگین مدت‌زمان پیدا کردن سکو در چهار روز آموزش با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه اثر متقابل معنی‌داری بین جنس و جهت‌گردش بر میانگین مدت‌زمان پیدا کردن سکو را نشان داد. هرچند اختلاف معنی‌داری در میزان یادگیری فضایی بین موش‌های نر و ماده چپ‌گرد وجود نداشت، اما نتایج نشان داد که موش‌های ماده‌ی راست‌گرد یادگیری بهتری نسبت به موش‌های نر راست‌گرد داشتند [ $n=52$ ,  $F(1,50)=5.179$ ,  $p=0.027$ ] (شکل ۲- الف). همچنین اثر متقابل معنی‌داری [ $n=52$ ,  $F(1,50)=4.571$ ,  $p=0.037$ ] بین جنس و جهت‌گردش بر مدت‌زمان حضور در یک‌چهارم هدف در روز آزمون بیادآوری وجود داشت و در چپ‌گردها، بیادآوری در موش‌های ماده بهتر از موش‌های نر بود اما بیادآوری در موش‌های نر و ماده‌ی راست‌گرد اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۲- ب).

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که ارتباط معنی‌دار و وابسته به جنسی بین جهت‌گردش فضایی در ماز آبی و میزان یادگیری فضایی وجود دارد. در موش‌های صحرائی نر میزان یادگیری فضایی چپ‌گردها نسبت به راست‌گردها بهتر بود. در

حالی‌که در موش‌های صحرائی ماده، یادگیری فضایی در راست‌گردها و بیادآوری در چپ‌گردها بهتر بود (شکل ۱). در این مطالعه، یادگیری فضایی در موش‌های صحرائی نر چپ‌گرد نسبت به نرهای راست‌گرد به‌صورت معناداری بهتر بود. در مطالعات انجام‌شده بر روی حیوانات گردش‌به‌چپ را معادل برتری دست راست در نظر می‌گیرند (۸، ۱۶، ۲۲). هیپوکمپ از نواحی مهم مغزی درگیر در روند یادگیری فضایی است (۶). زابو و همکاران در سال ۲۰۰۱ گزارش کرده است که هیپوکمپ راست در راست‌دست‌ها بطور معنی‌داری بزرگتر از هیپوکمپ چپ است، اما چپ‌دست‌ها تفاوت معنی‌داری در حجم هیپوکمپ دو نیمکره نداشته‌اند (۲۰). از طرف دیگر Grundman و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارش کرده‌اند که، حجم بیشتر هیپوکمپ با عملکرد بهتر در تست‌های مربوط به حافظه و شناخت همراه است (۹). از سوی دیگر، مطالعات متعددی ارتباط بین دست‌برتری و توانایی شناختی را در انسان گزارش کرده‌اند و چپ‌دست‌ها ضعف بیشتری را در توانایی شناختی نشان داده‌اند (۱۰، ۱۷). بنابراین به نظر می‌رسد که موش‌های نر چپ‌گرد با دارا بودن هیپوکمپ راست بزرگتر و یا نامتقارن بودن بیشتر عملکرد نیمکره‌ها در آنها توانایی‌های شناختی بیشتری نسبت به راست‌گردها داشته باشند.



شکل ۲- بررسی اثر جنس و جهت گردش در آزمون اول در لحظه‌ی ورود به ماز آبی بر: الف) میانگین مدت‌زمان پیدا کردن سکو در چهار روز آموزش که با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه اثر متقابل معنی‌دار بین جنس و جهت گردش بر میانگین مدت‌زمان پیدا کردن سکو وجود داشت و موش‌های صحرایی ماده‌ی راست‌گرد یادگیری بهتری از موش‌های صحرایی نر راست‌گرد داشتند [\*: n=52, F(1,50)=5.179, p=0.027]. و ب) مدت‌زمان حضور در یک‌چهارم هدف در روز آزمون بیادآوری که اثر متقابل معنی‌داری دیده شد و در چپ‌گردها، بیادآوری در موش‌های صحرایی ماده بهتر از موش‌های صحرایی نر بوده است [\*: n=52, F(1,50)=4.571, p=0.037].

کرد. نتایج ما نشان داده است که یادگیری فضایی در موش‌های ماده‌ی راست‌گرد نه تنها از موش‌های ماده‌ی چپ‌گرد، بلکه از موش‌های نر راست‌گرد نیز بیشتر است. بنابراین این نتایج بیانگر این است که جهت گردش در ماز آبی متغیری است که حتی قوی‌تر از جنسیت می‌تواند بر روی میزان یادگیری فضایی تأثیرگذار باشد. در تأیید یافته‌های ما Anstey و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارش کرده‌اند که برخلاف مردها حجم خالص هیپوکمپ در زنان چپ‌دست بیشتر از زنان راست‌دست است (۲). بنابراین افزایش حجم هیپوکمپ در چپ دستها می‌تواند افزایش توانایی‌های شناختی را در موش‌های راست‌گرد توجیه کند. از طرف دیگر تفاوت‌ها در عملکرد و حافظه‌ی موش‌های صحرایی ماده نسبت به موش‌های صحرایی نر، می‌تواند ناشی از تفاوت در هیپوکمپ (۷، ۱۴) و اثرات متفاوت

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان یادگیری فضایی در موش‌های صحرایی ماده‌ی راست‌گرد بهتر از موش‌های صحرایی ماده‌ی چپ‌گرد و نیز موش‌های صحرایی نر راست‌گرد است. از طرفی میزان بیادآوری بیشتری در موش‌های صحرایی ماده‌ی چپ‌گرد نسبت به موش‌های صحرایی ماده‌ی راست‌گرد و همچنین موش‌های صحرایی نر چپ‌گرد دیده شد. تاکنون مطالعات زیادی در زمینه‌ی تفاوت یادگیری فضایی در موش‌های صحرایی نر و ماده منتشر شده است. در مجموع اغلب این مطالعات گزارش کرده‌اند که یادگیری فضایی موش‌های نر بهتر از ماده است (۶، ۱۹). اگرچه مطالعاتی نیز وجود دارد که در آنها تفاوتی در میزان یادگیری فضایی نر و ماده گزارش نشده است (۴). تجزیه و تحلیل نتایج ما نشان داده است که اگر به جهت گردش موش‌ها در ماز آبی توجه شود می‌توان به تفاوت یادگیری فضایی در دو جنس از منظر دیگری نگاه

در نظر گرفتن این متغیر می‌تواند در توجیه تفاوت‌های جنسیتی در ماز آبی مورس مفید باشد

### تشکر و قدردانی

این تحقیق بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم نرجس السادات حایری است که با شماره ۱۰۴۸ در معاونت تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی اراک به تصویب رسیده است.

هورمون‌های جنسی (۱۱) بر میزان و نحوه‌ی یادگیری و بیدآوری باشد.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین جهت گردش در ماز آبی و توانایی یادگیری و بیدآوری در ماز آبی مورس در موش‌های صحرایی نر و ماده وجود دارد.

### منابع

- Annett, M., 2006. The distribution of handedness in chimpanzees: estimating right shift in Hopkins' sample. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition*. 11, PP:101-9.
- Anstey, K.J., Maller, J.J., Meslin, C., Christensen, H., and Jorm, A.F., et al., 2004. Hippocampal and amygdalar volumes in relation to handedness in adults aged 60-64. *Neuroreport*. 15, PP:2825-9.
- Astur, R.S., Ortiz, M.L., and Sutherland, R.J., 1998. A characterization of performance by men and women in a virtual Morris water task: A large and reliable sex difference. *Behavioural brain research*. 93, PP:185-90.
- Bucci, D.J., Chiba, A.A., and Gallagher, M., 1995. Spatial learning in male and female Long-Evans rats. *Behavioral neuroscience*. 109, 180p.
- Cherbuin, N., and Brinkman, C., 2006. Hemispheric interactions are different in left-handed individuals. *Neuropsychology*. 20, 700 p.
- Galea, L.A., Kavaliers, M., Ossenkopp, K.P., and Hampson, E., 1995. Gonadal hormone levels and spatial learning performance in the Morris water maze in male and female meadow voles, *Microtus pennsylvanicus*, *Hormones and behavior*. 29, PP:106-25.
- Good, C.D., Johnsrude, I., Ashburner, J., Henson, R.N., Friston, K.J., and Frackowiak, R.S., 2001. Cerebral asymmetry and the effects of sex and handedness on brain structure: a voxel-based morphometric analysis of 465 normal adult human brains. *Neuroimage*. 14, PP: 685-700.
- Gospe, S.M., Mora, B.J., and Glick, S.D., 1990. Measurement of spontaneous rotational movement (circling) in normal children. *Journal of child neurology*. 5, PP: 31-4.
- Grundman, M., Sencakova, D., Jack, C.R., Petersen, R.C., and Kim, H.T., et al., 2002. Brain MRI hippocampal volume and prediction of clinical status in a mild cognitive impairment trial. *Journal of Molecular Neuroscience*. 19, PP:23-7.
- Hatta, T., 2007. Handedness and the brain: a review of brain-imaging techniques. *Magnetic Resonance in Medical Sciences*. 6, PP:99-112.
- Hemayatkhah Jahromi, V.F.M., Farajmand, M., and Kargar Jahromi, H., 2014. The effect of hydro- alcoholic extracts of *Citrus aurantifolia* (bark) on the spermatogenesis and pituitary-gonadal axis hormones in adult male rats. *Journal of animal researches*. 26, PP: 384-93.
- Izvekov, E.I., Kuternitskaya, E.A., Pankova, N.A., Malashichev, Y.B., and Nepomnyashchikh, V.A., 2014. Lateralisation of rotational swimming but not fast escape response in the juvenile sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus* (Chondrostei: Acipenseridae). *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*. 19, PP: 302-24.
- Kanit, L., Koylu, E., Erdogan, O., and Pogun, S., 2005. Effects of laterality and sex on cognitive strategy in a water maze place learning task and modification by nicotine and nitric oxide synthase inhibition in rats. *Brain research bulletin*. 66, PP:189-202.
- Maller, J.J., Réglade-Meslin, C., Anstey, K.J., and Sachdev, P., 2006. Sex and symmetry differences in hippocampal volumetrics: before and beyond the opening of the crus of the fornix. *Hippocampus*. 16, PP:80-90.

15. Manning, J.T., and Peters, M., 2009. Digit ratio (2D: 4D) and hand preference for writing in the BBC Internet Study. *Laterality*. 14, PP: 528-40.
16. Mohr, C., Brugger, P., Bracha, H.S., Landis, T., and Viaud-Delmon, I., 2004. Human side preferences in three different whole-body movement tasks. *Behavioural brain research*. 151, PP:321-6.
17. Nicholls, M.E., Chapman, H.L., Loetscher, T., and Grimshaw, G.M., 2010. The relationship between hand preference, hand performance, and general cognitive ability. *Journal of the International Neuropsychological Society*. 16, PP:585-92.
18. Papadatou-Pastou, M., 2011. Handedness and language lateralization: Why are we right-handed and left-brained. *Hellenic Journal of Psychology*. 8, PP:248-65.
19. Stochl, J., and Croudace, T., 2013. Predictors of human rotation. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*. 18, PP:265-81.
20. Szabo, C.A., Xiong, J., Lancaster, J.L., Rainey, L., Fox, P., 2001. Amygdalar and hippocampal volumetry in control participants: differences regarding handedness. *American Journal of Neuroradiology*. 22, PP:1342-5.
21. Tang, A.C., and Verstynen, T., 2002. Early life environment modulates 'handedness' in rats. *Behavioural brain research*. 131, PP:1-7.
22. Toussaint, Y., and Fagard, J., 2008. A counterclockwise bias in running. *Neuroscience letters*. 442, PP:59-62.
23. Veng, L., Granholm, A-C., Rose, G., 2003. Age-related sex differences in spatial learning and basal forebrain cholinergic neurons in F344 rats. *Physiology & behavior*. 80, PP:27-36.
24. Yildirim, M., Dane, Ş., and Seven, B., 2006. Morphological asymmetry in thyroid lobes, and sex and handedness differences in healthy young subjects. *International journal of neuroscience*. 116, PP:1173-9.

## side bias as an index for learning and memory ability in Morris water maze

Haeri N.S., Palizvan M.R. and Sadegh M.

Physiology Dept., Faculty of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, I.R. of Iran

### Abstract

In this study, relation between spatial learning ability in Morris Water Maze (MWM) and rotational-bias of male and female rats has been studied. Spatial learning ability of 54 male and female rats was evaluated in MWM and the relationship between spatial learning ability and rotational-bias of animal in MWM has been considered. Spatial learning ability in left side rotating male rats was better than those rotating to the right. However, in females, spatial learning ability in right rotating and retrieval of memory in left rotating animals were better. Comparing side-bias in male and female rats showed that spatial learning ability in right rotating and retrieval of memory in left rotating female rats were better than males. Our results showed that spatial learning ability in MWM could be anticipated by knowing the rotational bias of male or female rats in MWM. Considering this variable could help us to better explain the gender differences in the Morris water maze.

**Key words:** Handedness, learning and memory, Morris water maze, rat, sex.