



Article Type: Original

Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Risky Decision-Making of Student Chess Players Based on their Introverted and Extroverted Personality Traits

Shahrouz Ghayebzadeh¹ , Mehrdad Moharramzadeh^{2*} , Maryam Zoghi³ 

1. Post-doctoral researcher of Sport Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Full Professor of Sport Management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3. Discipline of Physiotherapy, Institute of Health and Wellbeing, Federation University Australia.

Received: 07/02/2025, Revised: 19/04/2025, Accepted: 02/06/2025

* Corresponding Author: Mehrdad Moharramzadeh, E-mail: mmoharramzadeh@yahoo.com

How to Cite: Ghayebzadeh, Sh., Moharramzadeh, M., Zoghi, M. (2025). Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Risky Decision-Making of Student Chess Players Based on their Introverted and Extroverted Personality Traits. *Sport Psychology Studies*, 14(53), 43-59. In Persian.

Extended Abstract
Background and Purpose

Risky decision-making is a type of decision-making process that occurs when an individual faces options with potential positive and negative outcomes in the present and future. These outcomes are associated with varying degrees of probability and uncertainty (Royall & Kurtz, 2010). This process is encoded in the dorsolateral prefrontal cortex of the brain, encompassing the logical and calculated aspects of decision-making (Bechara, Tranel, Damasio & Damasio, 1996; Hastie & Dawes, 2009).

Personality traits, as one of the most significant individual differences, have a considerable impact on risky decision-making (Levitch et al., 2020). In sports, this process is a key cognitive function that varies depending on the nature of the sport (Filho, Tenenbaum & Yang, 2015). Chess, as a mental sport,

enhances cognitive abilities such as concentration, problem-solving, strategic planning, and creativity (Kazemi et al., 2012). Recent studies have shown that transcranial direct current stimulation (tDCS) can influence various cognitive functions, including impulsivity and risky decision-making. Therefore, the main research question is whether personality traits play a role in moderating the effect of tDCS on risky decision-making in chess players and how this ability can be enhanced through brain stimulation.

Materials and Methods

This study employed a pre-test-post-test design with a control group, conducted in a double-blind, counterbalanced manner. After assessing the inclusion and exclusion criteria, a total of 28 participants, including 14 extroverted students (mean age: 17 ± 0.88) and 14 introverted students (mean age: 16.5 ± 1.02), were selected as the statistical sample



based on the NEO Five-Factor Inventory of personality traits. The study protocol was approved by the National Ethics Committee for Biomedical Research of Iran (code: IR.UMA.REC.1402.103) and conducted in accordance with the Helsinki Declaration. Prior to the experimental sessions, participants attended an orientation session to familiarize themselves with the research procedures and the tDCS intervention. Subsequently, each participant visited the laboratory on three separate occasions, with 72-hour intervals between sessions. During each session, before and after applying one of the three types of electrical stimulation (right anodal/left cathodal, left anodal/right cathodal, or sham stimulation at 2 mA for 20 minutes over the dorsolateral prefrontal cortex), the Iowa Gambling Task and the Lichess computer game were administered.

Findings

Overall results of the Iowa Gambling Task (IGT), based on personality traits at pre- and post- tDCS intervention under 3 different stimulation types are demonstrated in Table 1. The results of the two-way mixed ANOVA indicated that the interaction effect between the between-group factor (personality traits)

and the within-group factor (type of stimulation) was statistically significant ($p = 0.016 < 0.05$). Given the significance of the interaction effect, the mean comparisons of extroverted and introverted groups under three different transcranial direct current stimulation (tDCS) models were examined separately. The findings revealed that participants in both extroverted and introverted groups exhibited different performances across various stimulation sessions. Additionally, the main effect of the between-group factor was analyzed, and the results showed no significant difference between extroverted and introverted groups in terms of personality traits across any of the stimulation types ($F(1,26) = 1.053, p = 0.314$). On the other hand, the main effect of the within-group factor indicated a significant difference among the three stimulation models ($F(2,25) = 14.08, \eta^2 = 0.53, p = 0.001$). The eta squared value ($\eta^2 = 0.53$) suggests a very large effect size. Pairwise comparisons of the three stimulation models using Bonferroni correction revealed that the risk-prone decision-making scores were significantly higher in the right anodal/left cathodal stimulation condition compared to the left anodal/right cathodal condition ($p = 0.001$).

Table1. Overall Results of IGT based on gender at pre- and post-intervention through three different stimulation types (Mean±SD)

	stimulation types (Mean±SD)					
	R-Anodal/L-Cathodal		L-Cathodal/R-Anodal		Sham	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
The Extroverted	2082/35 ±	2789/28 ±	2746/42 ±	2451/78 ±	2630/35 ±	2592/85 ±
	401/46	565/83	302/53	429/38	982/89	851/49
The Introverted	2325 ±	2437/50 ±	2516/07 ±	2335/71 ±	2387/50 ±	2501/78 ±
	572/69	532/20	438/04	467/98	547/61	636/80

Conclusion

In general, brain electrical stimulation (tDCS) can significantly influence brain activities related to risky decision-making. Specifically, anodal stimulation of the right hemisphere

combined with cathodal stimulation of the left hemisphere increases activity in the dorsolateral prefrontal cortex. Conversely, cathodal stimulation of the right hemisphere and anodal stimulation of the left hemisphere

may decrease activity in this region. These changes in brain activity can affect behavior. For instance, extroverted individuals under right-anodal/left-cathodal stimulation experience increased activity in the dorsolateral prefrontal cortex and show a greater tendency toward risk-taking. On the other hand, introverted individuals under right-cathodal/left-anodal stimulation experience reduced activity in this area and act more cautiously. These findings indicate that individual personality traits can modulate the effects of tDCS on decision-making and risky behaviors.

This research highlights the importance of considering personality traits when examining the impact of tDCS on cognitive and behavioral processes, particularly in areas such as sports and high-risk activities. Such findings could be valuable in developing personalized interventions and tailored training programs aligned with individual personality characteristics to optimize risky decision-making and improve performance across various fields. Additionally, future studies should carefully consider stimulation protocols, hemispheric differences, and individual variations in decision-making types during study design.

Keywords: Extroverted, Brain stimulation, Risky Decision-making, Introverted, Chess

Funding

This research was financially supported by Mohaghegh Ardabili University.

Acknowledgement

Finally, gratitude and appreciation are extended to all chess-sport students of District 3 in Karaj County who participated in this study with kindness, patience, and dedication.



نوع مقاله: پژوهشی اصیل

تأثیر تحریک فراجمجه‌ای با جریان مستقیم بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر دانش‌آموزان شطرنج باز براساس ویژگی‌های شخصیتی درونگرا و برونگرا

شهرزاد غایب زاده^۱، مهرداد محرم زاده^{۲*}، مریم ذوقی^۳

۱. پژوهشگر پسادکتری مدیریت ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. استاد مدیریت ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳. دانشیار فیزیوتراپی، موسسه بهداشت و سلامت، دانشگاه فدراسیون استرالیا.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۹، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۴/۰۱/۳۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۲

* Corresponding Author: Mehrdad Moharramzadeh, E-mail: mmoharramzadeh@yahoo.com

How to Cite: Ghayebzadeh, Sh., Moharramzadeh, M., Zoghi, M. (2025). Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Risky Decision-Making of Student Chess Players Based on their Introverted and Extroverted Personality Traits. *Sport Psychology Studies*, 14(53), 43-59. In Persian

چکیده

هدف: هدف از این پژوهش؛ بررسی تأثیر تحریک فراجمجه‌ای با جریان مستقیم بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر دانش‌آموزان شطرنج باز، با توجه به ویژگی‌های شخصیتی آن‌ها بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، تعداد ۲۸ دانش‌آموز متوسطه دوم که در ورزش شطرنج فعالیت داشته و در مسابقات لیگ استانی و کشوری شطرنج حضور داشتند، شرکت نمودند که بر اساس پرسش‌نامه ۵ عاملی ویژگی‌های شخصیتی نئو به دو گروه؛ ۱۴ دانش‌آموز برون‌گرا ($17 \pm 0/88$) و ۱۴ دانش‌آموز درون‌گرا ($16 \pm 1/02$) تقسیم شدند. هر آزمودنی در سه جلسه مجزا با فاصله حداقل ۷۲ ساعت استراحت بین جلسات در آزمایشگاه حضور یافت. آزمودنی‌ها در هر جلسه، قبل از هر نوع تحریک، تکلیف شرط بندی آیووا و بازی رایانه‌ای لیچز را انجام دادند. سپس، تحت یکی از ۳ شرط؛ آنودال راست/کاتودال چپ، کاتودال راست/آنودال چپ و شَم به مدت ۲۰ دقیقه با شدت ۲ میلی آمپر بر روی قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی مورد تحریک الکتریکی قرار گرفتند. آزمودنی‌ها، پس از اتمام تحریک، مجدداً تکلیف شرط بندی آیووا و بازی رایانه‌ای لیچز را انجام دادند.

یافته‌ها: تحلیل داده‌ها با استفاده از آنوای دو راهه مرکب نشان داد که در تکلیف شرط بندی آیووا، بین تحریک آنودال راست/کاتودال چپ و کاتودال راست/آنودال چپ براساس ویژگی‌های شخصیتی تفاوت معناداری وجود داشت ($p=0/001$).

نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش نشان داد که تحریک فراجمجه‌ای با جریان مستقیم براساس ویژگی‌های شخصیتی بازیکنان شطرنج تأثیر متفاوتی بر روی تصمیم‌گیری آن‌ها دارد. به طوری که؛ نتایج پژوهش نشان داد بازیکنان برون‌گرا ریسک‌پذیرتر و بازیکنان درون‌گرا محتاطانه‌تر عمل می‌کردند.

کلید واژه‌ها: برون‌گرا، تحریک مغزی، تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر، درون‌گرا، شطرنج.



مقدمه

تصمیم‌گیری^۱ از اجزای جدایی ناپذیر مدیریت بوده و در تمامی اعمال مدیریت، جزء اصلی و رکن اساسی محسوب می‌شود و به عنوان یک فرایند ذهنی است که طی آن، یک گزینه از میان چندین گزینه انتخاب می‌شود (ریسون^۲، ۲۰۰۰). هر فرایند تصمیم‌گیری به یک گزینه نهایی ختم می‌شود که می‌تواند با موفقیت یا عدم موفقیت همراه باشد (بارت^۳، ۱۹۹۳ و بچارا و ون در لیندن^۴، ۲۰۰۵). نوع خاصی از این فرایند که به تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر^۵ معروف است در شرایطی پردازش می‌شود که شخص با گزینه‌هایی مواجه می‌گردد که انتخاب آن‌ها باری از سود و زیان، در حال و آینده به دنبال دارد و در عین حال، میزان این سود و زیان با درجاتی از احتمال و عدم قطعیت همراه می‌باشد (رویال و کورتز^۶، ۲۰۱۰). این نوع تصمیم‌گیری در ناحیه‌ای از مغز کُد گذاری می‌شود که قشر خلفی جانبی پیش پیشانی^۷ نامیده می‌شود و اغلب جنبه‌های منطقی و محاسبه شده تصمیم‌گیری را به خود اختصاص می‌دهد (بچارا، ترنل، داماسیو و داماسیو^۸، ۱۹۹۶؛ هستی و داوژ^۹، ۲۰۰۹).

چنانچه یک رویداد ورزشی را به عنوان یک سازمان تلقی کنیم، همانند سازمان؛ رویدادهای ورزشی نیز با وضعیت عدم قطعیت در محیط مواجه هستند (غایب زاده، زردشتیان، صبوری‌مقدم، امیری و گیوبین^{۱۰}، ۱۴۰۰) که در چنین شرایطی، اغلب نیازمند تصمیم‌گیری سریع مبتنی بر رعایت قوانین در جریان بازی هستند (بارت، ۱۹۹۳؛ آنشل، کانگ و جوبنویل^{۱۱}، ۲۰۱۳ و بچارا و ون در لیندن، ۲۰۰۵). عوامل بسیاری وجود دارند که می‌توانند تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر را تحت تأثیر قرار دهند. درک بهتر عوامل موثر بر تصمیم‌گیری ریسک-پذیر می‌تواند هم اهمیت تحقیقاتی و هم بالینی داشته باشد (افشاری، مجیدی و یدالله زاده، ۲۰۲۲). مطالعات متعددی تأثیر عواملی مانند تکانشگری، تفاوت‌های فردی، جنسیت، زمان واکنش و را بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر بررسی کرده‌اند (غایب زاده و همکاران، ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲). به عنوان مثال؛ یکی از شاخص‌های دقیق برای بررسی سرعت و کارایی تصمیم‌گیری در موقعیت‌های مختلف به خصوص موقعیت‌های ورزشی، زمان واکنش است. در واقع زمان واکنش نشان‌دهنده سرعت تصمیم‌گیری و کارایی آن است. در

بسیاری از ورزش‌ها و موقعیت‌ها، داشتن زمان عکس‌العمل کوتاه، بسیار مفید بوده و باعث افزایش مهارت ورزشی می‌شود (المبرگ و سنت لوئیس-دشنس^{۱۲}، ۲۰۱۰). غایب زاده و همکاران در مطالعه‌ای نشان دادند که داوران ورزشی مرد در ورزش‌های تیمی مثل فوتبال، فوتسال، والیبال، بسکتبال و هندبال با تکانشگری بالا، تصمیم‌گیری ریسک‌پذیری بالاتری دارند و در کوتاه‌ترین زمان ممکن، عملکرد مطلوبی از خود به نمایش می‌گذارند (غایب زاده و همکاران، ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲). ویژگی‌های شخصیتی یکی از مهم‌ترین تفاوت‌های فردی است که بر روی تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر تأثیر می‌گذارد (لویج^{۱۳} و همکاران، ۲۰۲۰). در تعریف شخصیت می‌توان گفت که شخصیت از ویژگی‌های روان‌شناختی است که مجموع روش‌ها، شیوه‌ها و کنش‌های فرد نسبت به محیط است که نتیجه ادراک و تصور او از محیط می‌باشد (صوفی زاده و اسماعیلی و قراملکی، ۱۴۰۲). ویژگی‌های شخصیتی نیز، الگوهای متمایز از احساسات، افکار و رفتارهای یک فرد هستند که روش تعامل فردی و اجتماعی و جهت‌گیری‌های اهداف مربوط به زندگی آن‌ها را نشان می‌دهد، یعنی "الگوهای رفتاری فرد در طول عمر" است (حبیبی و سیدی، ۱۴۰۲). گرایش‌های شخصیتی خاص ممکن است موجب کشیده شدن یک فرد به سوی ورزش ویژه‌ای شود و شرکت در ورزش، ممکن است باعث تغییر شخصیت افراد شود. دلایل این تفاوت‌ها هنوز مشخص نیست (واعظ موسوی، شمس، ۱۳۹۶). به طور کلی، ویژگی‌های شخصیتی پیش‌بینی‌کننده شرکت در ورزش هستند. افرادی که در فعالیت‌های ورزشی شرکت می‌کنند، نسبت به افرادی که در فعالیت‌های ورزشی شرکت نمی‌کنند، برون‌گراتر، کمتر وظیفه‌شناس و روان‌رنجورتر هستند و این تفاوت‌ها در طول زمان ادامه می‌یابد (مک کلوی، لمیکس و استوت^{۱۴}، ۲۰۰۳؛ توک^{۱۵}، ۲۰۱۱). ویژگی‌های شخصیتی، همچنین رفتارهای ریسک-پذیر را در بین ورزشکاران پیش‌بینی می‌کند، به ویژه در ورزش‌های شدید یا پرخطر که در آن احتمال آسیب یا مرگ، خیلی بالاست (مانند چتربازی، دوچرخه سواری در کوهستان) (لویج و همکاران، ۲۰۲۰). براساس نتایج بیشتر تحقیقات انجام شده در زمینه ورزش‌های شدید و خطرناک، شرکت‌کنندگان در این نوع ورزش‌ها، معمولاً دارای برون‌گرایی زیاد و وظیفه‌شناسی کم هستند و بیشترین رفتارهای

9. Hastie & Dawes

10. Giboin

11. Anshel, Kang & Jubenille

12. Ellemberg & St-Louis-Deschênes

13. Levitch

14. McKelvie, Lemieux & Stout

15. Tok

1. Decision making

2. Reason

3. Barratt

4. Bechara & Van Der Linden

5. Risky decision-making

6. Royal & Kurtz

7. Dorsolateralprefrontal cortex: DLPFC

8. Bechara, Tranel, Damasio & Damasio

این شاخه با عنوان مدیریت مبتنی بر ارگان اعصاب یاد می‌گردد. می‌توان گفت که تحت اصطلاح مدیریت عصبی، تحقیق در مورد رفتار سازمانی با علوم اعصاب ترکیب می‌شود و وضعیت‌ها و فرایندهای موجود در ارگان‌های کارمندان و مدیران را اندازه‌گیری می‌کند. برای مثال؛ متغیرهایی مثل نگرش، احساسات، صداقت، ریسک‌پذیری و ... که متغیرهای قابل اندازه‌گیری می‌باشند (نارنجو-گیل، گومز-روئیز و سانچز-اکسپوزیتو^۱، ۲۰۱۱). در این زمینه؛ تحریک مغز از طریق جمجمه به عنوان یک استراتژی افزایش عملکردهای شناختی-رفتاری، یکی از پیشرفت‌های علوم اعصاب است که به ویژه در ورزش مورد توجه قرار گرفته است. تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمه‌ای (تی دی سی اس)^۸ یک تکنیک غیر تهاجمی است که یک جریان الکتریکی ضعیف را به پوست سر اعمال می‌کند تا فعالیت مغز را تعدیل کند (نیچه و پائولس^۹، ۲۰۰۰؛ پریوری^{۱۰}، ۲۰۰۳). مطالعات قبلی نشان داده‌اند که تی دی سی اس می‌تواند بر عملکردهای شناختی مختلف، مانند تکانشگری (غایب زاده و همکاران، ۱۴۰۰)، توجه (رتیگ، تالسما، ون شوونبرگ و اسلاگتر^{۱۱}، ۲۰۱۷) و برنامه‌ریزی (دوکری، هوکل-ونگ، بیر بامر پولونیا^{۱۲}، ۲۰۰۹) اثرگذار باشد. اثر تعدیل‌کننده تحریک غیرتهاجمی پیش‌پیشانی مغز بر رفتارهای پرخطر و ریسک‌پذیر در انسان؛ موضوع مورد علاقه در تحقیقات علوم اعصاب است. مطالعات اولیه نشان می‌دهد که برخی از ویژگی‌های شخصیتی ممکن است بر نحوه واکنش افراد به تحریک مغز در رابطه با رفتارهای پرخطر تأثیر بگذارد. با این حال، اثرات تی دی سی اس بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر هنوز نامشخص و متناقض است. علاوه بر این، مطالعات کمی بررسی کرده‌اند که چگونه ویژگی‌های شخصیتی، مانند برون‌گرایی و درون‌گرایی، ممکن است بر پاسخ به تی دی سی اس و عملکرد در تکالیف ریسک‌پذیر اثرگذار باشند. دلا توره، والرو-کابره، گالاردو-پوژول و ردولار-ریپول^{۱۳} (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای بررسی کردند که تحریک غیرتهاجمی پیش‌پیشانی مغز می‌تواند رفتارهای پرخطر را تعدیل کند. آن‌ها مشاهده کردند که افرادی که دارای سطوح بالایی از تکانشگری هستند، احتمالاً به دنبال تحریک مغزی پیشانی مغز، تغییراتی در رفتارهای پرخطر نشان می‌دهند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که

ریسک‌پذیر را از خود نشان می‌دهند. اما در مورد روان رنجورخویی، یافته‌های متفاوت و مغایری وجود دارد (لویچ و همکاران، ۲۰۲۰). ترنینیچ، ترنینیچ و پنزیچ^۱ (۲۰۱۶) تأثیر نوع ورزش و سن را بر ویژگی‌های شخصیتی بررسی کردند و متوجه شدند که ویژگی‌های سازگاری و وظیفه‌شناسی در بین بازیکنان فوتبال و واترپلو نسبت به سایر رشته‌ها بیشتر است؛ همچنین سازگاری، وظیفه‌شناسی و گشودگی در ورزشکاران جوان بیشتر بود (ترنینیچ، ترنینیچ و پنزیچ، ۲۰۱۶). در مجموع؛ فرایند تصمیم‌گیری یا انتخاب از میان گزینه‌ها، پس از تحلیل آن‌ها یکی از عالی‌ترین پردازش‌های شناختی مغز به شمار می‌آید که وابستگی زیادی به ویژگی‌های درونی فرد از جمله؛ ویژگی‌های شخصیتی^۲ دارد (روبال و کورتز، ۲۰۱۰). چرا که شناخت ویژگی‌های درونی افراد بیشترین تأثیر را بر عملکرد ورزشی، مهارت‌های ارتباطی و تصمیم‌گیری شان دارد (آکونا، گومز و ژوریستو^۳، ۲۰۰۹). می‌توان چنین اظهار کرد که فرایند تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر، یکی از مهم‌ترین پردازش‌های شناختی در ورزش به حساب می‌آید که با توجه به ماهیت ورزش‌ها متفاوت است (فیلهو، تننبوم و یانگ^۴، ۲۰۱۵). یکی از ورزش‌هایی که در طول فرایند بازی، ذهن را درگیر می‌سازد شطرنج است. اعتقاد بر این است که شطرنج توانایی‌های شناختی را بهبود می‌بخشد و فعالیت‌های ذهنی مانند تمرکز، حل مسئله، استدلال انتزاعی، تفکر انتقادی، برنامه‌ریزی استراتژیک، تجزیه و تحلیل، ارزیابی و خلاقیت را توسعه می‌دهد (کاظمی، یکتایار و عابد، ۲۰۱۲). شطرنج یک بازی استراتژیک است که در آن افراد باید اعمال خود را کنترل کنند. آن‌ها باید تا زمانی که بتوانند بهترین حرکت را پیش بینی کنند و بهترین تصمیم را بگیرند، منتظر نوبت خود باشند و حرکات را محاسبه کنند. اخیراً ویسل و آسیگو^۵ (۲۰۱۷)، نشان دادند که مهارت گسترده شطرنج می‌تواند ابزار ارزشمندی برای عملکردهای لوب پیشانی مانند انعطاف‌پذیری شناختی، برنامه‌ریزی، کنترل توجه، بازدارندگی و ... باشد (ویسل و آسیگو، ۲۰۱۷) مطالعات اخیر نشان داده‌اند استراتژی‌های مختلفی برای تقویت عملکرد تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر در ورزش مورد استفاده قرار گرفته است. مدیریت عصبی^۶ به عنوان یک زمینه جدید از تعامل سه علوم تصمیم یعنی مدیریت، روانشناسی و علوم اعصاب شکل گرفته است.

8. Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS)

9. Nitsche & Paulus

10. Priori

11. Reteig, Talsma, van Schouwenburg & Slagter

12. Dockery, Hueckel-Weng, Birbaumer & Plewnia

13. De la Torre, Valero-Cabré, Gallardo-Pujol & Redolar-Ripoll

1. Trninić, Trninić & Penezić

2. Personality characteristics

3. Acuna, Gomez & Juristo

4. Filho, Tenenbaum & Yang

5. Wessel & Aciego

6. Neuromanagement, Gómez-Ruiz & Sánchez-Expósito

7. Naranjo-Gil et al

بررسی تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر محسوب می‌شوند، زیرا موفقیت در این ورزش مستلزم ارزیابی دقیق ریسک، محاسبه پیامدهای چندمرحله‌ای، و کنترل هیجانات در شرایط رقابتی است. با این حال، مطالعات معدودی به بررسی اثرات tDCS بر بهبود یا تغییر این فرایندهای شناختی در ورزشکاران حرفه‌ای پرداخته‌اند. این پژوهش با تمرکز بر شطرنج‌بازان، به دنبال پرکردن این شکاف دانشی است و می‌تواند پیامدهای مهمی برای بهینه‌سازی عملکرد شناختی در ورزش‌های فکری داشته باشد. از این‌رو می‌توان گفت که این مطالعه جدید است و از چندین جهت به ادبیات پژوهش‌های آینده کمک می‌کند. اول این که؛ این اولین مطالعه‌ای است که تأثیر تی دی سی اس بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر در شطرنج‌بازان را بررسی می‌کند، جمعیتی که قبلاً به طور گسترده مورد مطالعه قرار نگرفته است. دوم این که؛ نقش ویژگی‌های شخصیتی را در تعدیل پاسخ به تی دی سی اس و عملکرد در کارهای ریسک‌پذیر و پرخطر بررسی می‌کند. سوم، از یک تکلیف شطرنج واقع‌گرا و تکلیف تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر معتبر استفاده می‌کند که پیچیدگی و عدم قطعیت تصمیم‌گیری در زندگی واقعی را به تصویر می‌کشد.

روش‌شناسی پژوهش

طرح پژوهش

این پژوهش با استفاده از طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون همراه با گروه کنترل به شیوه دوسویه کور و به صورت همترازسازی متقابل^۳ انجام گرفت. بدین منظور، آزمودنی‌ها در ۴ جلسه مجزا با فاصله حداقل ۷۲ ساعت (گیوبین و گروبر^۴، ۲۰۱۸). در آزمایشگاه هنرستان تربیت بدنی سایا حضور یافتند که جلسه اول به منظور جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از آزمودنی‌ها، آشنایی آنان با چگونگی اجرای پژوهش، و همچنین آشنایی با تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمعه‌ای در نظر گرفته شد. سپس در جلسات دوم تا چهارم، ۲۸ آزمودنی، بر اساس ویژگی‌های شخصیتی، به دو گروه (۱۴ نفر برون‌گرا و ۱۴ درون‌گرا) تقسیم شدند. به‌دنبال آن، هر آزمودنی در ۳ جلسه مجزا به منظور دریافت ۳ مدل مختلف تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای دو طرفه در ناحیه اف چهار و اف سه^۴، شامل ۱) آنودال راست/ کاتودال چپ؛ ۲) کاتودال راست/ آنودال چپ؛ ۳) تحریک شم همانند گروه

ویژگی‌های شخصیتی ممکن است در نحوه واکنش مغز به تحریک و تأثیرگذاری بر رفتار نقش داشته باشند (دلا توره و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین، پناگومز، ویدال-پینیرو، کلمنته، پاسکوال-لئون و بارت-فاز^۱ (۲۰۱۱) بررسی کردند که چگونه ویژگی‌های شخصیتی، مخصوصاً درون‌گرایی و برون‌گرایی، می‌توانند روی اثر تی دی سی اس بر تنظیم هیجانات منفی تأثیر داشته باشند. نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که افراد درون‌گرا که نمرات بالاتری در این بُعد شخصیتی داشتند، نسبت به افراد برون‌گرا، حساسیت بیشتری به تأثیرات تعدیل‌کننده تحریک نشان دادند، آن‌ها تأکید کردند که در نظر گرفتن ویژگی‌های شخصیتی فردی به عنوان یک متغیر مؤثر بسیار مهم است (پناگومز و همکاران، ۲۰۱۱).

شطرنج یک بازی است که نیاز به تفکر استراتژیک، برنامه‌ریزی و ریسک‌پذیری دارد. اما مغز یک شطرنج‌باز در هنگام تصمیم‌گیری‌های مخاطره‌آمیز چگونه کار می‌کند؟ و آیا می‌توانیم با یک تحریک الکتریکی ساده بر آن تأثیر بگذاریم؟ در یک بازی شطرنج؛ که تاکتیک جریان بازی، به طور دائم در حال تغییر و غیر قابل پیش‌بینی می‌باشد، حرکت بازیکن رقیب می‌تواند به طور مستقیم بر عملکرد فرد تأثیر بگذارد. تمام این موارد در یک لحظه درک شده، و فرد اقدام به تصمیم‌گیری می‌کند تحت چنین شرایطی فرد می‌فهمد که چه باید بکند، چگونه و با کدام مهره واکنش نشان دهد. این تصمیم‌ها عوامل اصلی موفقیت فرد در اجراست. بنابراین، سؤال اصلی پژوهش این است که آیا ویژگی‌های شخصیتی در تعدیل اثر تی دی سی اس بر روی تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر در شطرنج‌بازان نقش دارد؟ و این که چگونه می‌توانیم این توانایی را با تحریک مغز تقویت کنیم؟ این می‌تواند پیامدهایی برای بهبود عملکرد ورزشی شطرنج‌بازان و سایر ورزشکاران حرفه‌ای که در زندگی روزمره خود با موقعیت‌های پرخطر مواجه می‌شوند داشته باشد. بنابراین، در این مطالعه، هدف ما بررسی تأثیر تی دی سی اس بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر در دانش‌آموزان شطرنج و نقش ویژگی‌های شخصیتی در تعدیل این اثر است.

اگرچه تأثیر تحریک فراجمعه‌ای با جریان مستقیم بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر در جمعیت‌های عمومی (مانند بیماران عصبی یا افراد سالم) به‌طور گسترده مطالعه شده است، اما کاربرد این روش در حوزه‌های ورزشی؛ به‌ویژه در ورزش‌های استراتژیک مانند شطرنج، با کمبود پژوهش مواجه است. شطرنج‌بازان به‌عنوان الگوی ایده‌آلی برای

³. Giboin & Gruber

⁴. F4 & F3

¹. Peña-Gómez, Vidal-Pineiro, Clemente, Pascual-Leone & Bartres-Faz

². Counterbalance

شرکت‌کنندگان فرم رضایت نامه آگاهانه را امضا کردند. پروتکل مطالعه توسط کمیته ملی اخلاق در تحقیقات زیست پزشکی ایران (IR. UMA.REC.1402.103) تصویب شد.

تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمجمه‌ای

به‌منظور رعایت اصل دوسوکور بودن پژوهش، تمامی مراحل ارزیابی و اجرا توسط یک دانشجوی دکتری مدیریت ورزشی انجام شد که دارای تخصص و سابقه تأیید شده در زمینه روش‌های تحریک مغزی و سنجش ویژگی‌های شخصیتی بود. برای اعمال تحریک مغزی در این پژوهش، از دستگاه تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمجمه‌ای مدل نورواستیم^۱ محصول شرکت مدینا طب گستر^۲ و مؤسسه علوم شناختی سینا استفاده شد. پایایی این آزمون با روش آلفای کرونباخ ۰/۸۷ و به روش باز آزمایی ۰/۸۵ گزارش شده است و روایی همزمان آن نیز با آزمون کارکرد اجرایی بارکلی ۰/۵۸ گزارش شده است که مطلوب می باشد. دو الکتروود که شامل صفحه‌هایی از جنس کربن در اندازه ۵×۷ سانتی‌متر بود در پوشش اسفنجی آغشته به محلول نمکی ۰/۹٪ (نه دهم درصد) قرار داده شد (وودز^۳ و همکاران، ۲۰۱۶). سپس الکتروودها با استفاده از سیستم بین المللی ۱۰-۲۰، توسط دو نوار باریک، در ناحیه مغزی مورد آزمایش (اف چهار و اف سه)، روی سر شرکت‌کنندگان بسته شد. در وضعیت تحریک فعال، جریان ۲ میلی آمپر به مدت ۲۰ دقیقه در ناحیه قشر خلفی- جانبی پیش پیشانی، از طریق الکتروودهای آند و کاتد اعمال گردید. اما در تحریک شَم، محل قرارگیری الکتروودها همانند گروه تحریک واقعی بود ولی جریان تحریک پس از ۳۰ ثانیه قطع می‌شد. هدف این بود که فرد، تحریک شدن اولیه را حس کند و از غیرفعال بودن تحریک آگاه نشود (گاندیگا، هومل و کوهن^۴، ۲۰۰۶).

تکلیف علوم اعصاب شناختی

تصمیم‌گیری در وضعیت مخاطره یا ریسک‌پذیری^۵

تکلیف شرط بندی آیوا^۶ توسط بچارا و همکاران در سال ۱۹۹۴ معرفی شد (بچارا، داماسیو، داماسیو و اندرسون^۷، ۱۹۹۴). این آزمون به وسیله نسخه رایانه‌ای شرط بندی آیوا (فارسی)، توسط تیم تحقیق و توسعه مدینا طب گستر^۸ در یک محیط برنامه نویسی، دقیقاً براساس نسخه اصلی انگلیسی آزمون آیوا طراحی شده است و بانک اطلاعاتی آن نیز

تجربی؛ آند و کاتد به ترتیب بر روی اف چهار و اف سه؛ در آزمایشگاه هنرستان تربیت بدنی سایپا حضور یافتند. در هر جلسه، قبل و بلافاصله پس از اعمال تحریک الکتریکی، متغیرهای مورد نظر پژوهش در شرایط یکسان مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

شرکت‌کنندگان

جامعه آماری این پژوهش، دانش‌آموزان پسر شطرنج‌باز مدارس متوسطه دوم ناحیه ۳ کرج بودند که سابقه حضور در مسابقات استانی یا کشوری شطرنج را در رده‌های سنی مختلف داشتند. با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس تعداد ۴۲ دانش آموز برای حضور در این پژوهش انتخاب شدند که در نهایت تعداد ۲۸ نفر شامل ۱۴ دانش آموز برونگرا (۱۷±۰/۸۸) و ۱۴ دانش آموز درون‌گرا (۱۶/۵±۱/۰۲) بر اساس نتایج پرسش‌نامه ویژگی‌های شخصیتی نتو به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. به‌منظور رعایت اصل دوسوکور بودن پژوهش، تمامی مراحل ارزیابی و اجرا توسط یک دانشجوی دکتری مدیریت ورزشی انجام شد که دارای تخصص و سابقه تأیید شده در زمینه روش‌های تحریک مغزی و سنجش ویژگی‌های شخصیتی بود. دلیل علمی کفایت حجم نمونه مبتنی بر روش نمونه‌گیری ملاک‌محور بود؛ روشی که در آن شرکت‌کنندگان بر اساس دارا بودن صفات شخصیتی مشخص (درون‌گرایی یا برون‌گرایی) که به‌عنوان ملاک اصلی انتخاب گروه‌ها تعیین شده بود، مورد بررسی قرار گرفتند. در نتیجه؛ تعداد افراد مورد مطالعه که شرایط ورود به پژوهش را داشته باشند کاهش پیدا کرد. معیارهایی همچون: حداقل یکبار سابقه حضور در مسابقات استانی و بالاتر، راست دست بودن، عدم داشتن قطعات پیوندی فلزی در بدن، نداشتن بیماری‌های سایکوتیک، عدم سابقه تشنج و صرع به عنوان معیارهای ورود به پژوهش و معیارهایی همچون: سابقه درمان تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای برای هر درمانی، استفاده از داروهای کاربازماپین و فلونازین به دلیل مداخله در اثر بخشی تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای، اسکیزوفرنی، اختلالات سوء مصرف مواد، اختلالات روان پزشکی، اختلالات شخصیت و هرگونه شرایط وخیم پزشکی و ایملنت درون مجسمه و وجود هر گونه شی فلزی در بدن به عنوان معیارهای خروج از پژوهش در نظر گرفته شد (غایب زاده و همکاران، ۱۴۰۰). همه شرکت‌کنندگان از نظر جسمی سالم بودند و کلیه

^۵. Risky Decision Making

^۶. Iowa gambling task (IGT)

^۷. Bechara, Damasio, Damasio & Anderson

^۸. Medina Teb Gostar's R & D team

^۱. NeuroStim

^۲. Medina Teb Gostar

^۳. Woods

^۴. Gandiga, Hummel & Cohen

جهت بررسی عملکرد اجرایی شرکت کنندگان از بازی رایانه‌ای لیچز^۳ استفاده شد. به شرکت کنندگان گفته شد که در بازی شطرنج بولت^۲ یا گلوله که سریع ترین مدل از انواع شطرنج است، شرکت کنند. بازی شطرنج بولت یا گلوله نوعی از بازی برق آسا است که به هر بازیکن کمتر از ۳ دقیقه زمان داده می شود که با رایانه بازی کنند. بعد از اتمام ۳ دقیقه بازی با رایانه، امتیازی که شرکت کنندگان کسب می کردند عملکردشان مورد ارزیابی قرار می گرفت. این پلتفرم یک سرور شطرنج آنلاین رایگان است که به بازیکنان امکان می دهد در مقابل حریفان واقعی یا کامپیوتر بازی کنند و مهارت های خود را بهبود ببخشند. لیچز؛ همچنین امکاناتی مانند تحلیل بازی ها، تمرینات تاکتیکی و مسابقات مختلف را فراهم می کند که می تواند به بازیکنان کمک کند تا سطح بازی خود را ارتقا دهند و عملکرد خود را به صورت دقیق تری اندازه گیری کنند. علاوه بر این، سطح مهارت بازیکنان در زمان های مختلف را نشان می دهد و امتیازات آن ها را به طور مداوم به روز رسانی می کند که می تواند معیار خوبی برای سنجش پیشرفت بازیکنان باشند.

تحلیل آماری

به طور کلی ۲۸ نفر داوطلب از دانش آموزان پسر متوسطه دوم ناحیه ۳ کرج که سابقه حضور در مسابقات در رده های مختلف سنی در لیگ های ورزشی استانی و کشوری شطرنج را داشتند در این مطالعه انتخاب شدند. نسبت آن ها در دو گروه ۱۴ دانش آموز برون گرا ($16/5 \pm 1/02$) برابر بود. برای بررسی پیش فرض طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون شاپیرو-ویلک^۳ و برای بررسی همگنی واریانس ها از آزمون کرویت ماوخلی^۴ استفاده شد. پس از تأیید پیش فرض طبیعی بودن توزیع داده ها و همگنی واریانس ها، از روش آماری تحلیل واریانس مرکب جهت بررسی عامل بین گروهی (ویژگی های شخصیتی) و عامل درون گروهی (انواع تحریک) استفاده شد. در صورت وجود اثر تعامل بین عامل درون گروهی و بین گروهی، از آزمون تی مستقل برای مقایسه بین گروهی و آزمون آنوای یک راهه با اندازه گیری های تکراری برای مقایسه درون گروهی در سه شرایط موجود استفاده و در صورت عدم وجود تعامل بین عامل درون گروهی و بین گروهی، اثر اصلی درون گروهی و بین گروهی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در صورت وجود تفاوت معنادار در عامل درون گروهی، برای مقایسه های زوجی از تصحیح بونفرونی استفاده شد. برای کلیه مقایسه ها مقادیر اختلاف بین

با استفاده از برنامه آکسس ایجاد می گردد. این نسخه مانند اکثر برنامه های کاربردی جدید، در محیط عامل ویندوز با اجرای اولیه نصب می شود و پس از ساخته شدن فایل اجرایی آن به راحتی قابل اجراست. میزان روایی و پایایی آن نیز توسط تیم تحقیق و توسعه مدینا طب گستر مورد تأیید قرار گرفته است به طوری که؛ پایایی این آزمون با روش آلفای کرونباخ $0/87$ و به روش باز آزمایی $0/85$ گزارش شده است و روایی همزمان آن نیز با آزمون کارکرد اجرایی بارکلی $0/58$ گزارش شده است که مطلوب می باشد. در این آزمون، برای شروع ۲۰۰ امتیاز (در آزمون اصلی دلار) به آزمودنی قرض داده می شود و از آزمودنی خواسته می شود که از ۱۰۰ کوشش طراحی شده در نرم افزار، میزان امتیاز بیشتری را جمع آوری کند. تکلیف قمار آیوا شامل چهار دسته کارت است که انتخاب هر کدام از دسته کارت ها، میزانی از سود و زیان را به همراه دارد. یعنی با انتخاب هر کدام از دسته کارت ها، آزمودنی امکان دارد که میزان خاصی از امتیاز را برنده شود و یا برعکس، مقداری از آن را از دست بدهد. دسته کارت ها در آزمون های مختلف به اسامی گوناگونی معروفند ولی با استناد به مطالعه اصلی بچارا و همکاران؛ اکثراً آن را با عناوین A، B، C و D نام گذاری کرده اند. دسته کارت های A و B پاداش بزرگتری به همراه دارند (بیش از ۱۰۰ امتیاز) اما ضرر آن ها بالاتر است و انتخاب این کارت ها ریسک تلقی می شود. در مقابل، دسته کارت های C و D دارای پاداش کمتری هستند (۵۰ امتیاز) اما، ضرر و زیان آن ها به نسبت کمتر است. باتوجه به این که در ابتدای بازی به آزمودنی ۲۰۰ امتیاز قرض داده می شود و از آزمودنی خواسته می شود در ۱۰۰ کوشش طراحی شده در نرم افزار، میزان امتیاز بیشتری جمع کند. آزمودنی ها عموماً بعد از ۲۰ کوشش از پارامترهای ریسک و تصمیمات مخاطره آمیز آگاه می شوند. به این معنا که اغلب آزمودنی ها از احتمال از دست دادن و زیان خود مطلع می شوند. هرچه فرد در بازی امتیاز بالاتری بدست آورد میزان ریسک پذیری بالایی دارد. در پایان، مؤلفه های آزمون به صورت دقیق توسط رایانه ثبت می شوند. آزمون مذکور شامل مؤلفه های امتیاز کل دریافت شده، امتیاز کل از دست رفته، فراوانی در انتخاب کارت ها و امتیاز کل آزمون است. سپس مؤلفه های تحقیقی مورد ارزیابی آماری قرار می گیرند.

بازی رایانه ای لیچز^۱

^۳. Shapiro-Wilk

^۴. Mauchly's Test of Sphericity

^۱. Lichess

^۲. Bullet

جداگانه پرداخته شد. نتایج این بخش از یافته‌ها نشان داد که آزمودنی‌های هر دو گروه برون‌گرا و درون‌گرا در جلسات مختلف تحریک، عملکردهای متفاوتی داشتند. همچنین؛ اثر اصلی عامل بین‌گروهی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نتایج نشان داد که بین دو گروه برون‌گرا و درون‌گرا به لحاظ ویژگی‌های شخصیتی در هیچ‌یک از انواع

تحریک تفاوت معناداری وجود ندارد

($F(1,26) = 1.053, p = 0.314$)، در حالی که اثر اصلی عامل درون‌گروهی نیز نشان داد که بین سه مدل مختلف تحریک تفاوت معناداری وجود دارد ($F(2, 25) = 14.08, \eta^2 = 0.53, p = 0.001$)؛ (ضرب‌اِتا نیز برابر با 0.53 می‌باشد که این نتیجه، اندازه اثر خیلی بزرگی را نشان می‌دهد). مقایسه زوجی سه مدل مختلف تحریک با استفاده از تصحیح بونفرونی نشان داد که امتیاز تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر در حالت تحریک آنودال راست/کاتودال چپ به شکل معناداری بالاتر از حالت تحریک کاتودال راست/آنودال چپ بود ($p = 0.001$).

میانگین قبل و بعد از مداخله (دلتا) محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس^۱ نسخه ۲۳ انجام پذیرفت. برای تمام آزمون‌های آماری، سطح معناداری $p \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول ۱، میانگین سنی، مقطع تحصیلی و سابقه بازی شطرنج نشان داده شده است. میانگین و انحراف معیار متغیر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر در سه مدل مختلف تحریک به تفکیک ویژگی‌های شخصیتی درون‌گرا و برون‌گرا در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس دوراهه مرکب نشان داد که اثر تعامل بین عامل بین-گروهی (ویژگی‌های شخصیتی درون‌گرا و برون‌گرا) و عامل درون-گروهی (نوع تحریک) از لحاظ آماری معنادار بود ($p = 0.016 < 0.05$). با توجه به معنادار بودن اثر تعامل، به بررسی مقایسه میانگین‌های دو گروه برون‌گرا و درون‌گرا تحت سه مدل مختلف تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمه‌ای به طور

جدول ۱- مقایسه میانگین اطلاعات جمعیتی در گروه مورد مطالعه

Table 1- Comparison of the mean of demographic information in the study group

		The Extroverted برونگرا	The Introverted درونگرا
سابقه experience	Max حداکثر	6	6
	Min حداقل	3	2
مقطع تحصیلی Education level	a twelfth-grade دوازدهم	5	4
	an eleventh-grade یازدهم	5	6
	a tenth-grade دهم	4	4
	Average میانگین	17	16.5
سن Age	Max حداکثر	18	18
	Min حداقل	16	15

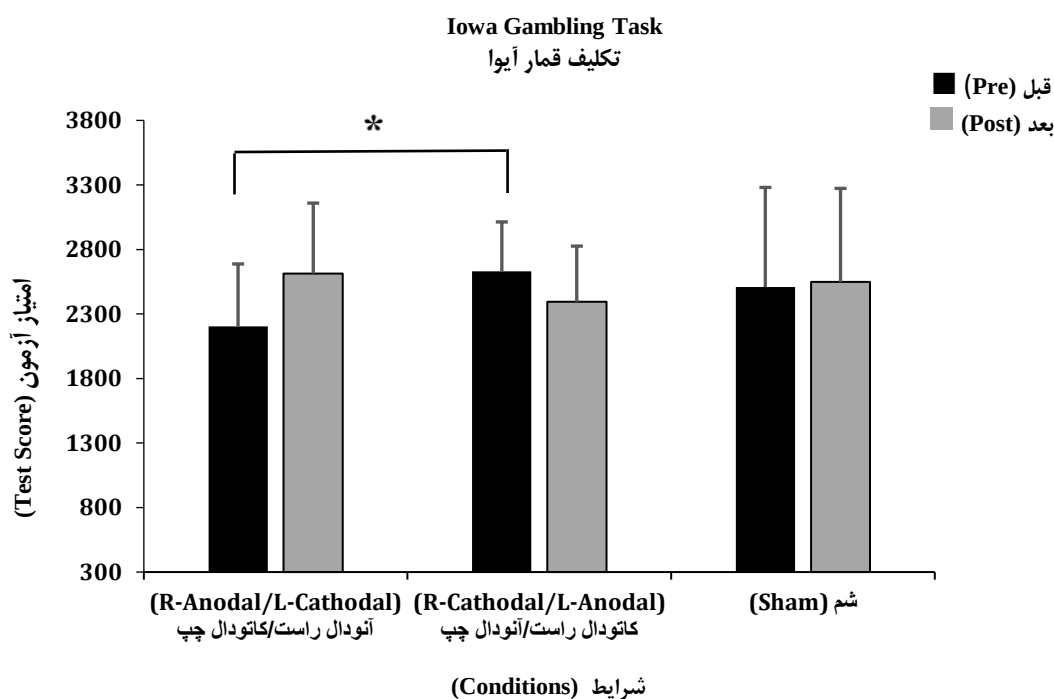
¹. SPSS

جدول ۲- نتایج تکلیف شرط بندی آیوا به تفکیک ویژگی‌های شخصیتی قبل و بعد از مداخله از طریق سه نوع تحریک مختلف (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)
 Table2. Results of IGT based on Personality traits at pre- and post-intervention through three different stimulation types (Mean $\pm$ SD)

تکلیف شرط بندی آیوا IGT

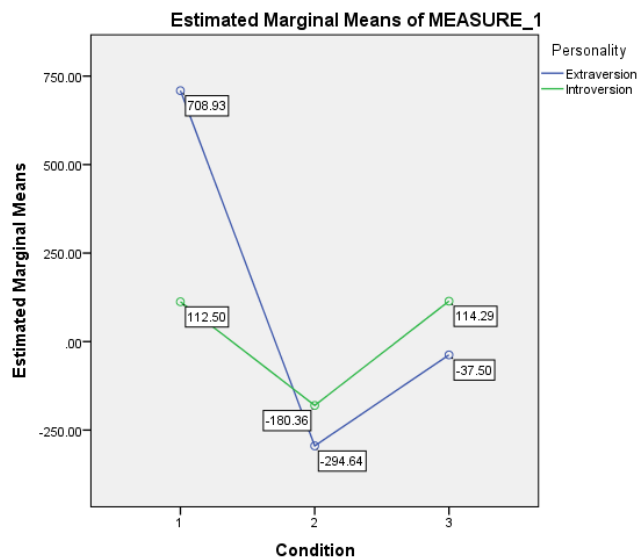
The Extroverted برونگرا						The Introverted درونگرا					
آنودال راست/کاتودال چپ R-Anodal/L-Cathodal		کاتودال راست/آنودال چپ L-Cathodal/R-Anodal		شم Sham		آنودال راست/کاتودال چپ R-Anodal/L-Cathodal		کاتودال راست/آنودال چپ L-Cathodal/R-Anodal		شم Sham	
Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد
2082/35	2789/28	2746/42	2451/78	2630/35	2592/85	2325	2437/50	2516/07	2335/71	2387/50	2501/78
$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
401/46	565/83	302/53	429/38	982/89	851/49	572/69	532/20	438/04	467/98	547/61	636/80

IGT: Iowa gambling task تکلیف شرط بندی آیوا



شکل ۱- مقادیر کلی امتیاز تصمیم گیری ریسک پذیر قبل و بعد از مداخله تحت سه مدل مختلف تحریک الکتریکی
 (*) = تفاوت معنادار دلتای تصمیم گیری ریسک پذیر در حالت های آنودال راست/ کاتودال چپ و کاتودال راست/ آنودال چپ با حالت شم (دلتا=تفاضل امتیاز پیش و پس آزمون)

Figure 1- Changes in scores of risky decision-making test from pre- to post-intervention under three different tDCS stimulation modalities. (* = significant difference of delta risky decision-making between stimulation types)



شکل ۲- مقایسه میانگین‌ها در دو گروه برون‌گرا و درون‌گرا بر اساس شرایط مختلف تحریک

Figure2- Comparison of averages in two extroverted and introverted groups based on different stimulation condition

در شکل ۲، نمودار خطی با تخمینی از میانگین‌های حاشیه‌ای نشان داده شده است. این نمودارها مربوط به ویژگی‌های شخصیتی برون‌گرا و درون‌گرا در سه شرایط مختلف تحریک (آنودال راست/کاتودال چپ، کاتودال راست/آنودال چپ و شَم) می‌باشد که محور عمودی (Y) نشان دهنده میانگین‌های تخمینی و محور افقی (X) نشان دهنده شرایط مختلف تحریک است. از آنجا که دو خط روی نمودار بین شرط ۱ و ۲ همدیگر را تلاقی می‌کنند این موضوع نشان می‌دهد که تفاوت میانگین‌ها در آزمودنی‌های برون‌گرا در شرایط تحریک ۱ (آنودال راست/کاتودال چپ) نسبت به شرایط تحریک ۲ (کاتودال راست/آنودال چپ) در مقایسه با آزمودنی‌های درون‌گرا بیشتر است. به عبارت دیگر؛ در شرایط تحریک آنودال راست/کاتودال چپ، دانش‌آموزان برون‌گرا نسبت به دانش‌آموزان درون‌گرا از تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر بالاتری برخوردارند و در شرایط تحریک ۲ یعنی کاتودال راست/آنودال چپ دانش‌آموزان درون‌گرا نسبت به دانش‌آموزان برون‌گرا از تصمیم‌گیری محتاطانه‌تری برخوردارند.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمجه‌ای بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر دانش‌آموزان رشته ورزشی شطرنج بر اساس ویژگی‌های شخصیتی بود. نتایج تحقیق حاضر نشان

داد که در تکلیف شرط بندی آیووا بین تحریک آنودال راست/کاتودال چپ و کاتودال راست/آنودال چپ بر اساس ویژگی‌های شخصیتی درون‌گرا و برون‌گرا تفاوت معناداری وجود دارد، به طوری که؛ آزمودنی‌های هر دو گروه (برون‌گرا و درون‌گرا) در جلسات مختلف تحریک، عملکردهای متفاوتی داشتند. اما در گروه کنترل یا شَم تفاوت معناداری وجود نداشت.

نتایج اولین بخش از یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در شرایط تحریک آنودال راست/کاتودال چپ، دانش‌آموزان برون‌گرا نسبت به دانش‌آموزان درون‌گرا از تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر بالاتری برخوردار بودند. نتایج این بخش از یافته‌های پژوهش حاضر با مطالعات دلا توره و همکاران (۲۰۲۱) ناهمسو و با مطالعات ویداکر، وایدمن، بوی و جانستون (۲۰۱۶) همسو می‌باشد. دلا توره و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه‌ای به بررسی اثر تحریک الکتریکی جریان مستقیم فراجمجه‌ای بر روی قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی (دی ال پی اف سی) و قشر قدامی جانبی پیش‌پیشانی (وی ال پی اف سی) بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر با در نظر گرفتن ویژگی‌های شخصیتی شرکت‌کنندگان پرداختند. آن‌ها مشاهده کردند که شرکت‌کنندگان با ویژگی‌های شخصیتی هنجاری (افرادی که از سازگاری خوبی برخوردارند و رفتار خود را کنترل می‌کنند) در مقایسه با شرکت‌کنندگان دارای رفتارهای تکانشی غیرقابل مهار (افرادی که فاقد کنترل هستند و بدون

در نظر گرفتن پیامدهای اعمال خود، رفتار می‌کنند)، محافظه کارانه‌تر عمل می‌کنند. یافته‌های آن‌ها نشان داد تحریک الکتریکی قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی چپ، تمایل به ریسک‌پذیری آزمودنی‌ها با مشخصه رفتارهای تکانشی غیرقابل مهار را نشان می‌دهد در حالی که، تحریک الکتریکی قشر قدامی جانبی پیش‌پیشانی چپ، با تمایل به ریسک‌گریزی یا محافظه کارانه در آزمودنی‌های بهنجار مرتبط است (دل‌توره و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین؛ یافته‌های مطالعه ویداکر و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که تحریک الکتریکی مغز می‌تواند تأثیر متفاوتی بر روی توانایی مهار پاسخ‌های آماده داشته باشد، بسته به این که، شرکت‌کنندگان چه میزان از ویژگی‌های شخصیتی مرتبط با رفتارهای پرخطر و تکانشگری داشته باشند. به طور خاص، آنها مشاهده کردند که افرادی که بیشتر از ویژگی شخصیتی به نام بی-عاطفه یا سردمداری برخوردار بودند، پس از تحریک الکتریکی مغز که فعالیت عصبی را کاهش می‌داد، عملکرد بهتری در آزمون برو/نرو داشتند. این نشان می‌دهد که ویژگی شخصیتی سردمداری یا بی-عاطفه در موقعیت‌هایی که نیاز به تصمیم‌گیری سریع و رهبری دارند، موفق عمل می‌کنند (ویداکر و همکاران، ۲۰۱۶).

در تحلیل یافته‌های این بخش از پژوهش حاضر؛ می‌توان گفت که ناحیه مورد مداخله مغز، برای عملکرد اجرایی در تصمیم‌گیری، قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی می‌باشد که اغلب جنبه‌های منطقی و محاسبه شده تصمیم‌گیری را به خود اختصاص می‌دهد. ناحیه‌ای که به طور قابل توجهی با تصمیم‌گیری‌های ریسک‌پذیر و پرخطر مرتبط است (طیب و لاویدور، ۲۰۱۶). از طرفی، پژوهش‌گران در مطالعات متعددی، به این نتیجه رسیدند که دی ال پی ای می‌تواند ناحیه‌ای از مغز باشد که به طور کلی بیشترین ارتباط را نیز با شخصیت دارد، و آن‌ها پیشنهاد می‌کنند که پیوندهای خاص بین ویژگی‌های شخصیتی و دی ال پی ای می‌تواند منعکس‌کننده دخالت ناحیه مغزی در عملکرد اجرایی و عملکرد شناختی باشد. (اُونز و همکاران، ۲۰۱۹). پس به طور کلی می‌توان گفت علیرغم این که، ویژگی‌های شخصیتی نشان‌دهنده ساختارهای وسیع و کلی هستند؛ می‌توانند فرآیندهای مختلف شناختی، عاطفی و رفتاری را شرح دهند، به این معنا که احتمالاً به مجموعه‌ای از راه‌های ارتباطی مغزی پیچیده وابسته هستند بنابراین، ارتباط بین ویژگی‌های شخصیتی و شبکه‌های مغزی مرتبط با آن‌ها، گسترده هستند؛ به این معنی که هر ویژگی یا خصوصیت ممکن است به چندین شبکه مغزی وابسته باشد و هر شبکه مغزی ممکن است به چندین ویژگی یا خصوصیت مربوط باشد. در نتیجه، این که بدانییم یک ناحیه مغزی یا شبکه مغزی خاص،

چگونه با تفاوت‌های فردی در برخی از صفات یا خصوصیات مورد علاقه ما ارتباط دارد، معمولاً اطلاعات چندانی ارائه نشده است، مگر این که بدانییم آن منطقه یا شبکه مغزی چه محاسباتی را انجام می‌دهد، تا براساس آن، رفتارهای مورد نظر را مورد سنجش و ارزیابی قرار دهیم. همان‌طور که اکثر پژوهشگران، تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر و ویژگی‌های شخصیتی را مربوط به قشر دی ال پی ای می‌دانند. بر همین اساس، می‌توان گفت یکی از دلایلی که ویژگی‌های شخصیتی بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر در ورزش شطرنج اثر می‌گذارد این است که این ویژگی‌ها بر روی عملکرد شناختی و اجرایی مغز تأثیر دارند. برون‌گراها معمولاً دارای عملکرد شناختی و اجرایی بالاتری هستند که به آن‌ها کمک می‌کند تا بتوانند اطلاعات را سریع‌تر پردازش کنند، توجه و تمرکز خود را حفظ کنند، و از خطاهای خود یاد بگیرند. همچنین، تحریک الکتریکی مغز می‌تواند بر روی عملکرد شناختی و اجرایی مغز تأثیر بگذارد. تحریک آنودال راست/کاتودال چپ می‌تواند عملکرد شناختی و اجرایی را بهبود بخشد. بنابراین، زمانی که بازیکنان برون‌گرا تحت تحریک آنودال راست/کاتودال چپ قرار می‌گیرند، عملکرد شناختی و اجرایی آن‌ها بیشتر می‌شود و ریسک‌پذیرتر می‌شوند.

نتایج بخش دیگری از یافته‌های این پژوهش نشان داد که در شرایط تحریک کاتودال راست/آنودال چپ دانش‌آموزان درون‌گرا نسبت به دانش‌آموزان برون‌گرا از تصمیم‌گیری محتاطانه‌تری برخوردارند. نتایج این بخش از یافته‌های پژوهش حاضر نیز، با مطالعات آتا و همکاران (۲۰۱۹) همسو و با مطالعات هوانگ و همکاران (۲۰۱۷) ناهمسو می‌باشد. آتا و همکاران (۲۰۱۹)، در مطالعه‌ای تحریک الکتریکی دوطرفه قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی را در تصمیم‌گیری‌های حرکتی ریسک‌پذیر با استفاده از تحریک مستقیم فراجمعه‌ای بررسی کردند. مطالعه آنها شامل یک تکلیف زمان‌بندی انتخابی بود که آزمودنی‌ها را مجبور به تصمیم‌گیری مداوم می‌کرد تا زمان واکنش آن‌ها را در معرض ریسک بدون پاداش بررسی کند. یافته‌های پژوهش آن‌ها نشان داد که که تحریک آنودال راست/کاتودال چپ بر روی قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی، شرکت‌کنندگان را محافظه‌کارتر و ریسک‌گریزتر می‌کند، در حالی که تحریک مخالف یا تحریک ساختگی (شم) هیچ اثر قابل توجهی نداشت (آتا و همکاران، ۲۰۱۹). از طرفی مطالعه هوانگ و همکاران (۲۰۱۷)؛ اثر نامتقارن تحریک نیمکره‌های چپ و راست قشر خلفی جانبی پیش‌پیشانی را در مواجهه با سود و زیان نشان داد و شواهد عصبی و الگویی کاربردی برای درک بهتر تصمیم‌گیری پرریسک و گریز از زیان ارائه کرد. به طوری که؛

شرکت‌کنندگان پس از تحریک آنودال نیمکرهٔ چپ، در چارچوب سود، محافظه‌کارتر شدند (کاهش ریسک‌پذیری). اما پس از تحریک کاتودال نیمکرهٔ راست، در چارچوب زیان، ریسک‌پذیرتر شدند (افزایش تمایل به خطر).

در تحلیل یافته‌های این بخش از پژوهش حاضر، می‌توان گفت که بین ترجیح برون‌گرایی و درون‌گرایی، از آنجایی که افراد برون‌گرا، هیجان‌خواهی بیشتری نسبت به افراد درون‌گرا دارند در نتیجه میل بیشتری به تصمیم‌گیری‌هایی دارند که ریسک و هیجان در آن‌ها وجود دارد. اما، اگر این هیجان‌خواهی منفی باشد افراد درون‌گرا، محتاطانه‌تر عمل خواهند کرد. همچنین، می‌توان اذعان کرد که مهم‌ترین شاخص برای تعیین موقعیت تصمیم‌گیری، وجود اطلاعات می‌باشد. هرچقدر اطلاعات بیشتری موجود باشد وضعیت از عدم اطمینان به سمت اطمینان سوق پیدا می‌کند در این شرایط، افراد برون‌گرا و درون‌گرا راحت‌تر تصمیم می‌گیرند و بالعکس؛ هرچه اطلاعات کمتری در دسترس باشد یعنی وضعیت از اطمینان به سمت عدم اطمینان سوق پیدا کند، در این صورت، افراد برون‌گرا ریسک‌پذیرتر و افراد درون‌گرا محتاطانه‌تر عمل خواهند کرد. بنابراین، در تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر، فرد تصمیم‌گیرنده، به طور کامل نمی‌داند نتیجهٔ حاصل از این انتخاب چیست؟ ولی احتمال وقوع آن را می‌داند. از طرفی، تفاوت‌های فردی مثل ویژگی‌های شخصیتی، راه‌های ارتباطی مغز را تحت تأثیر قرار می‌دهند این ویژگی‌های شخصیتی، نشان می‌دهند که چگونه فکر می‌کنیم، چگونه احساس می‌کنیم و چگونه عکس‌العمل نشان می‌دهیم. بر همین اساس؛ چون درون‌گراها معمولاً دارای عملکرد شناختی و اجرایی پایین‌تری هستند؛ ممکن است که آن‌ها اطلاعات را کُندتر پردازش کنند، توجه و تمرکز خود را از دست بدهند، و از خطاهای خود یاد نگیرند. از این‌رو، محتاطانه‌تر عمل می‌کنند. به طور کلی، در نتیجه‌گیری این پژوهش می‌توان گفت که تحریک الکتریکی مغز می‌تواند بر روی فعالیت‌های مغزی مرتبط با تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر تأثیر بگذارد. تحریک آنودال راست/کاتودال چپ می‌تواند فعالیت قشر خلفی‌جانبی پیش‌پیشانی را افزایش دهد و تحریک کاتودال راست/آنودال چپ می‌تواند فعالیت قشر خلفی‌جانبی پیش‌پیشانی را کاهش دهد. بنابراین، زمانی که بازیکنان برون‌گرا تحت تحریک آنودال راست/کاتودال چپ قرار می‌گیرند، فعالیت قشر خلفی‌جانبی پیش‌پیشانی آن‌ها بیشتر می‌شود و ریسک‌پذیرتر می‌شوند. در حالی که؛ زمانی که بازیکنان درون‌گرا تحت تحریک کاتودال راست/آنودال چپ قرار می‌گیرند، فعالیت قشر خلفی‌جانبی پیش‌پیشانی آن‌ها کمتر می‌شود و محتاطانه‌تر عمل می‌کنند. این نشان

می‌دهد که تفاوت‌های فردی در ویژگی‌های شخصیتی می‌تواند تأثیر تی دی سی اس، را بر تصمیم‌گیری و رفتار ریسک‌پذیر تعدیل کند. یافته‌های این پژوهش؛ اهمیت در نظر گرفتن ویژگی‌های شخصیتی را هنگام ارزیابی تأثیر تی دی سی اس، بر فرآیندهای شناختی و رفتاری، به‌ویژه در زمینهٔ ورزش و فعالیت‌های پرخطر، برجسته می‌کند. این بینش می‌تواند برای توسعهٔ مداخلات شخصی و برنامه‌های آموزشی متناسب با ویژگی‌های شخصیتی فردی، برای بهینه‌سازی تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر و عملکرد در حوزه‌های مختلف ارزشمند باشد. حائز اهمیت است که در چنین مطالعاتی؛ علاوه بر تفاوت‌های فردی و نوع تصمیم‌گیری، بایستی پروتکل تحریک و تنوع نیمکره‌ها نیز، در نظر گرفته شود.

محدودیت‌های پژوهش

- نمونه‌گیری کم: با توجه به تعداد کم آزمودنی‌ها، به طور قطعی و یقین نمی‌توان گفت که قابل تعمیم به سایر بازیکنان شطرنج می‌باشد.
- محدودیت‌هایی در تعمیم نتایج به دست آمده از شرکت‌کنندگان ورزشکار در مقایسه با افراد سالم عادی و بیماران وجود دارد
- عدم کنترل برخی عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر: برای مثال؛ استرس، اضطراب، انگیزش، و عوامل محیطی می‌توانند بر تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر اثرگذار باشند.

پیشنهادهای

- پیشنهاد می‌گردد پروتکل تحریک پژوهش حاضر به صورت یک‌طرفه نیز انجام شود و نتایج این دو نوع تحریک باهم مقایسه گردد.
- پیشنهاد می‌گردد که تأثیر تحریک فراجمعه‌ای با جریان مستقیم بر روی حافظهٔ کاری، زمان واکنش، توجه و تمرکز شطرنج‌بازان نیز انجام گیرد و به بررسی نقش هر یک از این عوامل ذکر شده بر روی تصمیم‌گیری ریسک‌پذیر پرداخته شود تا تعمیم‌پذیری پژوهش با دقت بیشتری انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

در پایان از همهٔ دانش‌آموزان شطرنج باز ناحیهٔ ۳ شهرستان کرج که با مهربانی و صبر و حوصله در این مطالعه شرکت کردند تشکر و

قدردانی می‌شود. در ضمن، این مقاله تحت حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی بوده است.

References

1. Acuna, S. T., Gomez, M. & Juristo N. (2009). "How do personality, team processes and task characteristics relate to job satisfaction and software quality?", *Information and Software Technology*, No. 51, pp: 627-639.
2. Afshari, M., Majidi, M., Yadolahzadeh, A. (2022). Risky Decision Making and Impulsivity in Adolescents' Chess Players: Does Chess Modify or Induce Risky Decisions?. *International Journal of Pediatrics*, 10(5), 16101-16111. <https://doi.org/10.22038/ijp.2020.51599.4100>
3. Anshel, M. H., Kang, M., & Jubenville, C. (2013). Sources of acute sport stress scale for sports officials: Rasch calibration. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(3), 362-370.
4. Barratt, E. S. (1993). Impulsivity: Integrating cognitive, behavioral, biological, and environmental data. In W. B. McCown, J. L. Johnson, and M. B. Shure (Eds.), *The impulsive client: Theory, research and treatment*. Washington, DC: American Psychological Association. pp: 39-45.
5. Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1-3), 7-15.
6. Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. R. (1996). Failure to respond autonomically to anticipated future outcomes following damage to prefrontal cortex. *Cerebral cortex*, 6(2), 215-225.
7. Bechara, A., & Van Der Linden, M. (2005). Decision-making and impulse control after frontal lobe injuries. *Current opinion in neurology*, 18(6), 734-739.
8. De la Torre, O. M., Valero-Cabré, A., Gallardo-Pujol, D., & Redolar-Ripoll, D. (2022). Modulatory effect of non-invasive prefrontal brain stimulation on risk-taking behaviours in humans: preliminary insight on the influence of personality traits.
9. De la Torre, O. M., Vázquez, J. C., Gallardo-Pujol, D., & Redolar-Ripoll, D. (2021). Multifocal transcranial direct current stimulation reduces risk-taking depending on personality. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*, 14(6), 1591.
10. Dockery, C. A., Hueckel-Weng, R., Birbaumer, N., & Plewnia, C. (2009). Enhancement of planning ability by transcranial direct current stimulation. *Journal of Neuroscience*, 29(22), 7271-7277. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0065-09.2009>
11. Ellemberg, D., & St-Louis-Deschênes, M. (2010). The effect of acute physical exercise on cognitive function during development. *Psychology of Sport and exercise*, 11(2), 122-126. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2009.09.006>
12. Filho, E., Tenenbaum, G., Yang, Y. (2015). Cohesion, team mental models and collective efficacy: towards an integrated model of team dynamics in sport. *J. Sports Sci.* 33, 641-653.
13. Gandiga, P. C., Hummel, F. C., & Cohen, L. G. (2006). Transcranial DC stimulation (tDCS): a tool for double-blind sham-controlled clinical studies in brain stimulation. *Clinical Neurophysiology*, 117(4), 845-850, <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2005.12.003>
14. Ghayebzadeh, S., Zardoshtian, S., sabourimoghaddam, H., Amiri, E., & Giboin, L.-s. (2021). The effect of Different Models of Transcranial Direct Current Stimulation on Risky Decision-Making in Sports Referees. *Sport Physiology*, 13(51), 117-138. In Persian <https://doi.org/10.22089/spj.2021.10363.2126>
15. Ghayebzadeh, S., Zardoshtian, S., sabourimoghaddam, H., Amiri, E., Giboin, L. (2021). The Interventional Effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on the factors influencing in risky decision-making of sport referees based on leadership styles. (Ph.D. thesis), Razi university, Kermanshah, Iran. In Persian

16. Ghayebzadeh, S., Zardoshtian, S., sabourimoghaddam, h., Amiri, E., & Giboin, l.-s. (2022). The Effect of Different Models of Transcranial Direct Current Stimulation on Impulsivity in Sports Referees: The Role of Leadership Styles. *Sport Psychology Studies*, 10(38), 1-22. In Persian <https://doi.org/10.22089/spsyj.2021.10300.2137>
17. Giboin, L. S., & Gruber, M. (2018). Anodal and cathodal transcranial direct current stimulation can decrease force output of knee extensors during an intermittent MVC fatiguing task in young healthy male participants. *J Neurosci Res*, 96(9), 1600-1609. <https://doi.org/10.1002/jnr.24254>.
18. Habibi, S., & Saydi, S. (2023). A comparison of personality traits, impulsivity, and decision-making styles among offending and non-offending drivers. Master's thesis in clinical psychology, Islamic Azad University, Sanandaj Branch. In Persian
19. Hastie, R., & Dawes, R. M. (2009). *Rational choice in an uncertain world: The psychology of judgment and decision making*. Sage Publications.
20. Huang, D., Chen, S., Wang, S., Shi, J., Ye, H., Luo, J., & Zheng, H. (2017). Activation of the DLPFC reveals an asymmetric effect in risky decision making: evidence from a tDCS study. *Frontiers in psychology*, 8, 38.
21. Kazemi, F., Yektayar, M., & Abad, A. M. B. (2012). Investigation the impact of chess play on developing meta-cognitive ability and math problem-solving power of students at different levels of education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 32, 372-379.
22. Levitch, C. F., Ifrah, C., Kim, M., Stewart, W. F., Lipton, R. B., Zimmerman, M. E., & Lipton, M. L. (2020). Personality and risk taking in sports: a focus on unintentional and intentional head impacts in amateur soccer players. *Clinical journal of sport medicine*, 30(5), 484-488.
23. McKelvie, S. J., Lemieux, P., & Stout, D. (2003). Extraversion and neuroticism in contact athletes, no contact athletes and non-athletes: A research note. *Athletic insight*, 5(3), 19-27.
24. Naranjo-Gil, D., Gómez-Ruiz, L., & Sánchez-Expósito, M.J. (2011). Neuroscience and management: Challenges for Behavioural Research in Organizations. *Journal of Positive Management*, 2, 45-58.
25. Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *The Journal of Physiology*, 527(3), 633-639, <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00633.x>
26. Ota, K., Shinya, M., & Kudo, K. (2019). Transcranial Direct Current Stimulation Over Dorsolateral Prefrontal Cortex Modulates Risk-Attitude in Motor Decision-Making. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 297. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00297>
27. Owens, M. M., Hyatt, C. S., Gray, J. C., Carter, N. T., MacKillop, J., Miller, J. D., & Sweet, L. H. (2019). Cortical morphometry of the five-factor model of personality: Findings from the Human Connectome Project full sample. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 14(4), 381-395.
28. Peña-Gómez, C., Vidal-Pineiro, D., Clemente, I. C., Pascual-Leone, A., & Bartres-Faz, D. (2011). Down-regulation of negative emotional processing by transcranial direct current stimulation: effects of personality characteristics. *PloS one*, 6(7), e22812.
29. Priori, A. (2003). Brain polarization in humans: a reappraisal of an old tool for prolonged non-invasive modulation of brain excitability. *Clinical Neurophysiology*, 114(4), 589-595. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(02\)00437-6](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(02)00437-6)
30. Reason, J. (2000). Human error: models and management. *The Western journal of medicine*, 172(6), 393-396. <https://doi.org/10.1136/ewjm.172.6.393>
31. Reteig, L. C., Talsma, L. J., van Schouwenburg, M. R., & Slagter, H. A.

- (2017). Transcranial electrical stimulation as a tool to enhance attention. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1(1), 10–25. <https://doi.org/10.1007/s41465-017-0010-y>
32. Royal JD and Kurtz JL. (2010). I ate what?! The effect of stress and dispositional eating style on food intake and behavioral awareness. *Personality and Individual Difference*, 49 (6): 565-9.
 33. Sofizadeh, P., Esmaeili, A., & Sobhi gharameleki, N. (2023). Personality traits and mental skills in football, weightlifting and bodybuilding athletes. *Journal of Sports Psychology*, 16(1). In Persian <https://doi.org/10.48308/mbasp.2024.232114.1210>
 34. Tayeb, Y., & Lavidor, M. (2016). Enhancing switching abilities: improving practice effect by stimulating the dorsolateral pre frontal cortex. *Neuroscience*, 313, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.11.050>
 35. Tok, S. (2011). The big five personality traits and risky sport participation. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 39(8), 1105-1111.
 36. Trninić, V., Trninić, M., & Penezić, Z. (2016). Personality differences between the players regarding the type of sport and age. *Acta Kinesiológica*, 10(2), 69-74.
 37. Vaez Mousavi, M., Shams, A. (2017). Mental Health of Iranian Elite Athletes. *Iranian Journal of Health Education and Health Promotion*, 5 (3) :191-202. In Persian
 38. Weidacker, K., Weidemann, C. T., Boy, F., & Johnston, S. J. (2016). Cathodal tDCS improves task performance in participants high in Coldheartedness. *Clinical Neurophysiology*, 127(9), 3102-3109.
 39. Wessel, T. C., & Aciego, R. (2017). Neuropsychological impact of chess on executive functions and attention of adolescents: A quasi-experimental pilot study. ResearchGate. Universidad de La Laguna.
 40. Woods, A. J., Antal, A., Bikson, M., Boggio, P. S., Brunoni, A. R., Celnik, P., Cohen, L. G., Fregni, F., Hermann, C. S., Kappenman, E. S., Knotkova, H., Liebetanz, D., Miniussi, C., Miranda, P. C., Paulus, W., Priori, A., Reato, D., Stagg, C., Wenderoth, N. & Nitsche, M. A. (2016). A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. *Clinical Neurophysiology*, 127(2), 1031–1048