

## اثر جنسیت بر اخلاص در قضاوت اخلاقی با تحریک الکتریکی مستقیم از روی

### جمجمه قشر پیش‌پیشانی پشتی-جانبی

**هدف:** مطالعات عصب‌شناختی در زمینه مکانیزم‌های زیربنایی قضاوت اخلاقی رو به رشد نهاده است. شواهد نشان‌گر آن است که نواحی مختلفی مانند قشر پیش-پیشانی شکمی-میانی، قشر پیش‌پیشانی میانی و قشر پیش‌پیشانی پشتی-جانبی مخ (DLPFC) راست در قضاوت اخلاقی درگیر بوده و نقشی مهمی در انتخاب‌های سودگرایانه/غیرسودگرایانه ایفا می‌کنند. در پژوهش حاضر تأثیر تحریک الکتریکی مستقیم از روی جمجمه (tDCS) بر ناحیه DLPFC در قضاوت اخلاقی سودگرایانه با معماهای اخلاقی شخصی (دشوار/آسان) و غیرشخصی بررسی شده است. **روش:** در این پژوهش، دو گروه دانشجوی (۶۰ نفر، ۳۰ زن) از طریق مداخله‌های آند راست/کاتد چپ و آند چپ/کاتد راست بررسی شدند. افراد در دو مرحله شم و تحریک (tDCS) به دو سری تکلیف قضاوت اخلاقی هم‌تا شده پاسخ دادند. **یافته‌ها:** نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری نشان داد که تعامل سه متغیر جنس × معما × مداخله معنادار است ( $F(1, 116.699, 2.084) = 4.346, P = 0.014$ ) به عبارتی، اثر دو مداخله آند راست/کاتد چپ DLPFC و کاتد راست/آند چپ DLPFC بر قضاوت زنان و مردان در معماهای اخلاقی متفاوت بود. در این پژوهش نوع مداخله به تنهایی تفاوت معناداری در قضاوت اخلاقی ایجاد نکرد. **نتیجه‌گیری:** این پژوهش در جهت گسترش یافته‌های پیشین تحریک مغزی نشان داد که تحریک مغزی زنان بیش از مردان در میزان سودگرایی اخلاقی تغییر به وجود می‌آورد؛ یعنی ناحیه DLPFC به طور متفاوتی سودگرایی اخلاقی زنان و مردان را کنترل می‌کند. تفاوت‌های کنشی در نواحی مغزی بین دو جنس شامل قضاوت اخلاقی نیز می‌شود. همچنین به نظر می‌رسد که کنش ناحیه قشر پیش‌پیشانی راست در قضاوت اخلاقی تنها به کنترل شناختی محدود نبوده و با اثرگذاری تحریک این ناحیه بر معماهای اخلاقی با تعارض بالا، به یک پارچه سازی هیجان‌های ناشی از بافت اطلاعات نیز مربوط است.

**واژه‌های کلیدی:** قضاوت اخلاقی، tDCS، قشر پیش‌پیشانی پشتی-جانبی مخ، تفاوت جنسیتی، سودگرایی

فاطمه کشوری

کارشناس ارشد روان‌شناسی عمومی، گروه

روان‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی

حمیدرضا پوراعتماد\*

دانشیار گروه روان‌شناسی، دانشگاه شهید

بهشتی، پژوهشکده علوم شناختی

حامد اختیاری

پژوهشکده علوم شناختی

\*نشانی تماس: پژوهشکده علوم شناختی

رایانامه: pouretemad@iricss.ir

## The Effect of Gender on Dorsolateral Prefrontal Cortex Transcranial DC Stimulation-Induced Disruption of Moral Judgment

**Objective:** There is a growing interest to understand the neural underlying mechanisms of moral judgment. Some evidence suggests that various areas of Prefrontal Cortex (PFC) such as right Dorsolateral PFC (DLPFC) might be involved in moral judgment and that these areas can play an important role in cognitive control processes of utilitarian/non-utilitarian choices. Non-invasive brain stimulation techniques such transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) have opened new windows to explore the neural substrates of those cognitive functions. The possible regulatory effect of DLPFC on moral judgment elicited by personal (low conflict/high conflict) and impersonal moral dilemmas has been investigated using tDCS. **Method:** Two groups of university students ( $n=60$ , female=30) were enrolled in the current investigation. Two parallel moral judgment tasks were randomly presented to subjects when DLPFC was being stimulated (right anode/left cathode or right cathode/left anode) or subjects were receiving sham tDCS. Each task series comprised personal, impersonal and non-moral dilemmas. **Results:** Repeated measure analysis of variance indicated a significant interaction between dilemmas × gender × montage ( $F(1, 116.699, 2.084) = 4.346, P = 0.014$ ). Based on the results, while DLPFC-tDCS induced different effects on moral judgment between two sexes, the differences between two types of stimulation were insignificant. **Conclusion:** This study extends the results of the previous investigations using non-invasive brain stimulation technique to modulate utilitarian moral judgment with the effects being greater in women as compared to men. Current insights support the notion that the effects of tDCS on moral utilitarianism (judgment) might be related to emotional integration of moral information conducted by the right DLPFC. Taken together, one may conclude that the disruption of DLPFC may influence moral utilitarianism possibly through modulating emotional cues rather than cognitive control of moral information alone in the face of high conflict dilemmas.

**Keywords:** moral judgment, tDCS, DLPFC, gender differences, utilitarianism.

Fatemeh Keshvari

MSc in psychology, Shahid Beheshti University

Hamid Reza Pouretemad\*

PhD, Shahid Beheshti University, Institute for cognitive sciences studies (ICSS)

Hamed Ekhtiari

MD, Institute for cognitive sciences studies (ICSS)

\*Corresponding Author:

Email: pouretemad@iricss.ir

## مقدمه

قرن هاست که در رشته‌های مختلف مانند فلسفه و اخیراً روان‌شناسی درباره ماهیت ژرف قضاوت اخلاقی بحث می‌شود. برخی روان‌شناسان تحولی‌نگر مانند کهلبرگ<sup>۱</sup> از فلسفه پیامدگرایی<sup>۲</sup> کانت<sup>۳</sup> پشتیبانی کرده‌اند. به نظر این روان‌شناسان قضاوت اخلاقی محصول استدلال هشیارانه، منطقی و ارادی بوده و این قضاوت برخاسته از منطق سودگرایانه است. هیوم<sup>۴</sup> نیز بر مبنای دیدگاه وظیفه‌شناسی<sup>۵</sup> بر نقش بیش‌تر واکنش‌های شهودی و عاطفی در هدایت قضاوت اخلاقی تأکید می‌کند و بر این باور است که قضاوت‌های اخلاقی هیجانی غیر سودگرایانه‌اند (هیدت<sup>۶</sup>، ۲۰۰۷). توضیح این نکته لازم است که قضاوت یا انتخاب سودگرایانه کمک می‌کند تا به بیش‌ترین منفعت و کمترین ضرر دست یابیم؛ حتی به قیمت آسیب رساندن به دیگران. با توجه به نقش استدلال و هیجان به عنوان دو نیروی محرکه قضاوت اخلاقی، دسته‌ای از پژوهش‌های اخیر در زمینه علوم اعصاب به تطبیق و مرتبط ساختن نظریه‌های یاد شده پرداخته‌اند؛ از آن جمله می‌توان به مجموعه مطالعاتی اشاره کرد که درباره مدل فرآیندهای دوگانه در قضاوت اخلاقی (گرین<sup>۷</sup>، سامرویل<sup>۸</sup>، نیسروم<sup>۹</sup>، دارلی<sup>۱۰</sup> و کوهن<sup>۱۱</sup> ۲۰۰۱) شکل گرفته است. بر اساس این مدل، قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی راست (DLPFC<sup>۱۲</sup>) نقش مهمی در فرایندهای کنترل شناخت منطقی داشته و در قضاوت‌های سودگرایانه نیز نقش دارد. از سوی دیگر، ساختارهای پیش‌پیشانی میانی مسئول واکنش‌های هیجانی شهودی هستند (گرین، انگل<sup>۱۳</sup>، نیسروم، دارلی، کوهن ۲۰۰۴؛ کوئینگز<sup>۱۴</sup>، یانگ<sup>۱۵</sup>، آدولف<sup>۱۶</sup> ۲۰۰۷). این در حالی است که در برخی دیگر از مطالعات (مال<sup>۱۷</sup> و اولیویرا سوزا<sup>۱۸</sup>، ۲۰۰۷؛ تاسی<sup>۱۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۱) بر نقش قشر DLPFC راست بر تنظیم و یک‌پارچگی هیجانی در طول قضاوت اخلاقی تأکید و این نظر بیان شده است که غلبه هیجان‌های اجتماعی ثانوی بر هیجان‌های خودکار و شهودی به سودگرایی در قضاوت اخلاقی می‌انجامد.

مطالعات تحریک مغزی ناحیه DLPFC راست مشخص کرده‌اند که این ناحیه نقش مهمی در فرورنشانی گزینه‌های ظاهراً اغواگرانه (با ریسک بالا) و تکانشی دارد؛ نسبت به تنبیه و هیجان‌های منفی حساس است و بازداری این منطقه از مغز باعث چشم‌پوشی از پیامدهای منفی و کاهش تمایل آزمودنی‌ها به رد پیشنهادهای پولی عمداً ناعادلانه می‌شود (ناج<sup>۲۰</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین بر نقش ناحیه DLPFC راست در قضاوت اخلاقی، به عنوان تعدیل‌گر توازن بین شناخت و هیجان ناشی از بافت اخلاقی، از طریق یک پارچه‌سازی هیجان‌های اجتماعی ثانوی و شهودی (مال و اولیویرا-سوزا، ۲۰۰۷) یا غلبه کنترل شناختی بر هیجان شهودی (گرین و همکاران، ۲۰۰۴) تأکید شده است. شایان ذکر اینکه بر اساس نظر مال و اولیویرا-سوزا (۲۰۰۷) هیجان‌های اخلاقی رقیب شناخت و فرایندهای منطقی در طول قضاوت اخلاقی نبوده و به تولید آنها هم منجر نمی‌شوند، بلکه به احتمال زیاد، با الحاق ارزش به هریک از گزینه‌های رفتاری در نظر گرفته شده در طول فکر کردن به معمای اخلاقی، راهنمای اخلاق می‌شوند. مال و اولیویرا-سوزا (۲۰۰۷) برخلاف گرین نقش شناخت در قضاوت اخلاقی را کم‌رنگ می‌دانند و معتقدند هیجان‌ها در بروز هرگونه تعارض در هنگام تصمیم‌گیری اخلاقی نقش دارند. آنها همچنین بر این باورند که بروز تعارض بین هیجان‌های شهودی و هیجان‌های اجتماعی ثانوی به هنگام قضاوت اخلاقی باعث درگیری ناحیه DLPFC می‌شود. برای مثال، در معمای اخلاقی "گریه کودک" (پیوست ۱) طبق نظر گرین، سودگرایی اخلاقی به معنای موافقت با خفه کردن کودک گریان بوده و در حالت رقابت بین شناخت و هیجان، شناخت غالب و به سودگرایی اخلاقی منجر

- |                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| 1- Kohlberg         | 11- Cohen                          |
| 2- Consequentialism | 12- Dorsolateral Prefrontal Cortex |
| 3- Kant             | 13- Engell                         |
| 4- Hume             | 14- Koenigs                        |
| 5- Deontology       | 15- Young                          |
| 6- Haidt            | 16- Adolphs                        |
| 7- Greene           | 17- Moll                           |
| 8- Sommerville      | 18- Oliviera-suoza                 |
| 9- Nystrom          | 19- Tassy                          |
| 10- Darley          | 20- Knoch                          |

مطالعه‌ای نشده و در این مورد پیشینه پژوهشی‌ای در دسترس نیست. حال این سؤال مطرح می‌شود که آیا تحریک مغزی ناحیه DLPFC با استفاده از فن‌آوری غیرتهاجمی tCDS میزان سودگرایی در پاسخ به انواع معماهای اخلاقی را تغییر می‌دهد و آیا پاسخ‌دهی مرتبط با جنس به tCDS، ناشی از نقش تفاوت‌های جنسیتی در تفکر سودگرایانه است؟

### روش

پژوهش حاضر از نوع طرح آزمایشی تجربی با اندازه‌گیری‌های مکرر بود که جامعه آماری آن را دانشجویان دانشگاه شهید بهشتی تشکیل می‌دادند. این مطالعه در نیم‌سال اول سال تحصیلی ۹۱-۱۳۹۰ و با مشارکت ۶۰ دانشجو (۳۰ زن) اجرا شد. نمونه‌گیری به صورت در دسترس از بین دانشجویانی انجام شد که مایل به همکاری بودند. بین سن و تحصیلات آزمودنی‌ها تفاوت معناداری وجود نداشت. متغیر جنس نیز به عنوان متغیر تعدیل‌گر در نظر گرفته شد. واگذاری شرکت‌کنندگان به دو گروه مداخله آند راست/کاتد چپ ناحیه DLPFC و مداخله آند چپ/کاتد راست ناحیه DLPFC و نیز ترتیب شرکت هر فرد در شرایط تحریک<sup>۵</sup> و شم<sup>۶</sup> به صورت تصادفی بود. به عبارت دیگر، افراد به طور تصادفی به چهار گروه مداخلاتی ۱۵ نفره واگذار شدند. بدین ترتیب، متغیر مستقل نوع مداخله اعمال‌شده و متغیر وابسته پاسخ‌دهی (سودگرایانه/غیرسودگرایانه) به معماهای تکلیف قضاوت اخلاقی بود. بر اساس گزارش‌های فردی، شرکت‌کنندگان سابقه بیماری‌های تشنجی و روان‌پزشکی نداشتند و همه فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش را تکمیل کردند. برای تحلیل یافته‌های پژوهش نیز از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری استفاده شد.

می‌شود. اما بر اساس نظر مال و اولیویرا-سوزا (۲۰۰۷) و تأکید آنها بر اهمیت هیجان‌ها در قضاوت اخلاقی موافقت با خفه کردن کودک برخاسته از غلبه هیجان‌های اجتماعی ثانوی بر هیجان‌های شهودی است؛ یعنی تعارض این است که قتل کودک خود را عهده‌دار شود یا مردن همه همشهری‌ها را. از سوی دیگر، بر اساس مطالعه تاسی و همکاران (۲۰۱۱)، تحریک مغزی (rTMS) ناحیه DLPFC راست به کاهش نقش فرایندهای کنترل شناختی و غلبه هیجان‌های شهودی می‌انجامد و لذا منجر به کاهش سودگرایی و مخالفت با انجام دادن عمل غیراخلاقی در معماهای اخلاقی دشوار می‌شود. در مطالعه‌ای دیگر، فوماگالی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که tDCS آندی ناحیه قشر پیش‌پیشانی شکمی - میانی (VMPFC) موجب افزایش سودگرایی اخلاقی زنان می‌شود. بدین ترتیب، تفاوت جنسیتی در فرایندهای تصمیم‌گیری بیان‌گر تفاوت‌های زنان و مردان در همدلی و رفتار پرخاش‌گرایانه است (آرچر<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴). بر اساس "مدل فرایندهای دوگانه"، معماهای اخلاقی شخصی و غیرشخصی هستند. معمای شخصی سه ملاک دارد: ۱) وارد آوردن آسیب بدنی جدی؛ ۲) فرد خاص آسیب‌دیده؛ ۳) تهدید مستقیم فرد. بدین ترتیب، یک معمای شخصی را میتوان در این جمله خلاصه کرد: "من به تو آسیب رساندم". شرایط "آسیب رساندن" متضمن آسیب وارد شده است. "من" عامل و کننده کار را بیان می‌کند و "تو" نیز نشان می‌دهد که قربانی باید حضور داشته باشد. معماهای فاقد این ملاک‌ها غیرشخصی تلقی می‌شوند (گرین و هیدت، ۲۰۰۲). منظور از فرایندهای دوگانه پاسخ‌های سودگرایانه برخاسته از پاسخ‌های کنترل شده شناختی و پاسخ‌های غیرسودگرایانه یا هیجانی ناشی از فرایندهای خودکار هیجانی است. با توجه به اینکه در نظریه فرایندهای دوگانه گرین میزان دشواری و شخصی و غیرشخصی بودن معماها متفاوت است، نقش ناحیه DLPFC در پاسخ‌دهی به آنها نیز متغیر است. از سوی دیگر، در زمینه بررسی قضاوت اخلاقی از طریق اعمال tDCS روی ناحیه DLPFC

- 1- Repetitive transcranial magnetic stimulation
- 2- Fumagalli
- 3- Transcranial direct current stimulation
- 4- Archer
- 5- Stimulation condition
- 6- Sham condition

جدول ۱- اطلاعات جمعیت شناختی

مداخله	جنس	تعداد	میانگین سنی $\pm$ SEM
آند راست/کاتد چپ	زن	۱۵	۱۹/۵۳ $\pm$ ۰/۲۳
	مرد	۱۵	۲۰/۷۳ $\pm$ ۰/۷۲
	کل	۳۰	۲۰/۱۳ $\pm$ ۰/۳۸
آند چپ/کاتد راست	زن	۱۵	۲۰/۵۳ $\pm$ ۰/۳۲
	مرد	۱۵	۲۲/۲۶ $\pm$ ۱/۰۶
	کل	۳۰	۲۱/۴۰ $\pm$ ۰/۵۶

## ابزار پژوهش

۱- برنامه کامپیوتری تکلیف قضاوت اخلاقی: این برنامه که با استفاده از محیط برنامه نویسی MATLAB<sup>۱</sup> نوشته شده بود شامل ۱۴ معمای اخلاقی است. از این ۱۴ معما، هفت معما شخصی (پنج معمای شخصی دشوار و دو معمای شخصی آسان)، چهار معما غیرشخصی و سه معما غیرمرتبط با اخلاق است. معماهای اخلاقی با استفاده از گوشی به دو گوش آزمودنی ارائه و از وی خواسته می شد با این تصور که در شرایط توصیف شده در معما قرار دارد، پس از اتمام معما (با جمله آیا اگر شما در این شرایط بودید حاضر می شدید .....؟) با استفاده از دو کلید مشخص شده روی صفحه کلید به سؤال مطرح شده پاسخ (موافق/مخالف) بدهد. پاسخ موافق سودگرایانه و پاسخ مخالف غیرسودگرایانه بود. در پاسخ به معمای اخلاقی، افراد بین دو وضعیت ارزش های اخلاقی و الزامات دیگر (مانند نجات و فرار از دست دشمن) دچار تعارض می شوند. بیشترین تعارض در رویارویی با معماهای شخصی دشوار به وجود می آید. مدت زمان پاسخ به تکلیف با توجه به نقش تفاوت های فردی در تصمیم گیری حدود ۱۵ دقیقه طول می کشد. در این پژوهش دو سری تکلیف قضاوت اخلاقی برای ارائه در هر یک از شرایط تحریک و شم در نظر گرفته شد که بر اساس مطالعه مقدماتی ضیایی<sup>۲</sup>، پورا اعتماد<sup>۳</sup> و حسن زاده<sup>۴</sup> (۲۰۱۰) همتا شده بودند.

۲- دستگاه تحریک الکتریکی مستقیم از روی مجسمه (tDCS): برای تحریک ناحیه DLPFC

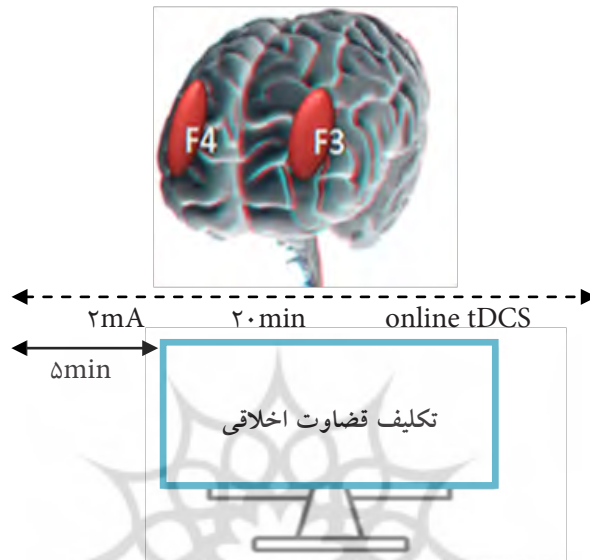
از دستگاه Activadose Iontophoresis ساخت شرکت Activa Tek استفاده شد. tDCS به وسیله الکترودهای کربنی آند و کاتد در ابعاد ۵×۵ با پوشش اسفنجی و آغشته به محلول سدیم کلرید، به مدت ۲۰ دقیقه، با شدت جریان دو میلی آمپر و به صورت جریان ثابت همزمان در ناحیه DLPFC راست و چپ تحریک شد. پژوهش ها نشان می دهند که الکترود آند به افزایش و الکترود کاتد به کاهش فعالیت نواحی سطحی قشر مخ منجر می شود (نیتج<sup>۵</sup> و پاولوس<sup>۶</sup>، ۲۰۰۱). در این مطالعه، برای اثربخش ترین مداخله تحریک مغزی از روش تحریک (تسهیل و بازداری) استفاده شد. بر این اساس، طبق پیشینه پژوهشی (فکتیو<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۷)، تحریک دوسویه ناحیه DLPFC به برقراری تعادل بین فعالیت دو نیم کره منجر شده و در نتیجه اثر اعمال شده از طریق tDCS با تغییر نسبی و متعادل DLPFC دوسویه انجام می شود؛ یعنی افزایش فعالیت DLPFC یک نیم کره و فرونشانی برانگیخته گی قشری DLPFC دگرسو. در این شرایط اثر متقابل دو نیم کره در طول انجام تکلیف نیز کنترل می شود. از این رو، در این پژوهش مداخله آند راست/کاتد چپ ناحیه DLPFC و نیز مداخله آند چپ/کاتد راست ناحیه DLPFC در شرایط تحریک در برابر شم در نظر گرفته شد. ۳۰

- 1- Matrix Laboratory
- 2- Ziaei
- 3- Pouretamad
- 4- Hassan zade
- 5- Nitsche
- 6- Paulus
- 7- Fecteau

گرفت (داسیلوا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). شایان ذکر است که در شرایط شم، نحوه قرارگیری الکترودها روی ناحیه DLPFC مانند شرایط تحریک بود، با این تفاوت که برای احساس خارش اولیه، جریان فقط در ۳۰ ثانیه اول وارد و سپس در طول آزمایش قطع می‌شد.

آزمودنی (۱۵ زن) در شرایط شم و تحریک مداخله آند راست/کاتد چپ DLPFC و ۳۰ آزمودنی (۱۵ زن) در شرایط شم و تحریک مداخله آند چپ/کاتد راست DLPFC دریافت کردند (جدول ۱). نحوه تعیین ناحیه DLPFC راست و چپ از طریق اندازه‌گیری صورت

شکل ۱- دیاگرام اجرای آزمایش



از استفاده از آن عوارض پوستی مانند خارش، عوارض عصبی احتمالی حاصل از تحریک مناطق حساس و همچنین شرایط بیماران خاص (صرع و ...) در نظر گرفته شود.

#### یافته‌ها

با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری، از آنجا که فرض همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس از طریق آزمون کرویت موشلی فرض کرویت را تایید نکرد، برای تفسیر نتایج از نتایج آزمون گرین هاوس-گیسر استفاده شد. شایان ذکر است که متغیرها از لحاظ چولگی و درجه اوج نموداری بین ۲+ تا ۲- و به عبارت دیگر نرمال بودند. همچنین تفاوت مداخله بین سودگرایی در معماها دردو گروه و در هر دو شرایط شم و تحریک معنادار بود ( $p < 0.001$ )،  $F(2, 116) = 119.950$ . این یافته نشان می‌دهد که بر اساس میزان تعارض بیش‌تر در معماهای اخلاقی شخصی و تعارض

همان‌طور که شکل ۱ نشان می‌دهد، شرکت کنندگان تکلیف قضاوت اخلاقی را پنج دقیقه پس از آغاز وارد آمدن جریان به وسیله tDCS به صورت هم‌زمان (آن لاین) و به مدت ۱۵ دقیقه انجام دادند. داده‌های هر آزمودنی با توجه به نوع مداخله (آند راست/کاتد چپ ناحیه DLPFC و آند چپ/کاتد راست ناحیه DLPFC)، شرایط (شم، تحریک)، جنس، نمره هر معما (صفر= غیر سودگرایانه و یک= سودگرایانه) در هر یک از انواع معماهای اخلاقی (شخصی آسان، شخصی دشوار، غیرشخصی و غیراخلاقی) ثبت و با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری تجزیه و تحلیل شد. شرکت کنندگان این پژوهش پیش از شرکت در آزمایش از روند کار آگاه شده و با موافقت کامل در دو مرحله آزمایش شرکت کردند. باید در نظر داشت که به دلیل ماهیت کاملاً غیرتهاجمی tDCS تا کنون هیچ عارضه جدی و خطرناکی در مورد استفاده از این روش گزارش نشده است، اما به طور کلی توصیه می‌شود پیش

1- Dasilva

نداشتند. همچنین در تعامل معما×جنس، معما×مداخله نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد، در حالی که تعامل معما×جنس×مداخله اثر معناداری بر میزان سودگرایی افراد در تکلیف قضاوت اخلاقی داشت  $P=0/01$  ( $F(2, 0/116)=4/346$ ) (جدول ۲).

کمتر در معماهای اخلاقی غیرشخصی، میزان سودگرایی هر دو گروه معما متفاوت است. همچنین دو جنس در دو مداخله آند راست/کاتد چپ و کاتد راست/آند چپ در شرایط شم و تحریک در تعامل شرایط×معما؛ شرایط×مداخله؛ شرایط×مداخله×معما تفاوت معناداری

جدول ۲- یافته‌های آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری

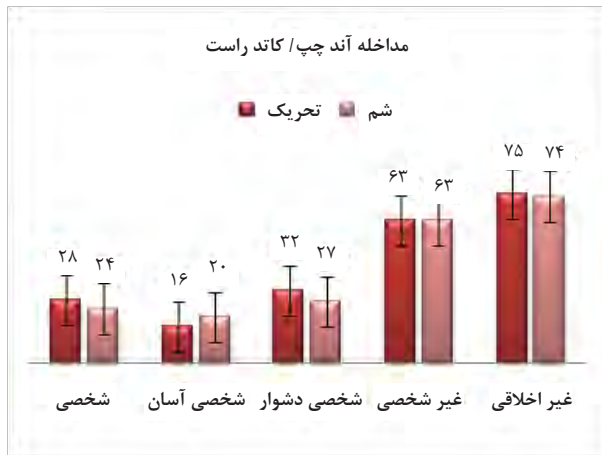
منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی داری
شرایط	۲/۰۱۷	۱/۰۰۰	۲/۰۱۷	۰/۰۰۰	۰/۹۸۸
شرایط×جنس	۰/۱۲۲	۱/۰۰۰	۰/۱۲۲	۱/۳۵۸	۰/۲۴۹
شرایط×مداخله	۰/۱۱۹	۱/۰۰۰	۰/۱۱۹	۱/۳۲۰	۰/۲۵۶
شرایط×مداخله×معما	۰/۰۳۰	۱/۰۰۰	۰/۰۳۰	۰/۳۲۸	۰/۵۶۹
خطا (شرایط)	۵/۰۵۰	۵۶/۰۰۰	۰/۰۹۰		
معما	۲۶/۹۲۱	۲/۰۸۴	۱۲/۹۱۹	۱۱۹/۹۵۰	۰/۰۰۰
معما×جنس	۰/۱۸۹	۲/۰۸۴	۰/۰۹۰	۰/۸۴۰	۰/۴۳۸
معما×مداخله	۰/۱۶۱	۲/۰۸۴	۰/۰۷۷	۰/۷۱۷	۰/۴۹۶
معما×جنس×مداخله	۰/۹۷۶	۲/۰۸۴	۰/۴۶۸	۴/۳۴۶	۰/۰۱۴
خطا (معما)	۱۲/۵۶۹	۱۱۶/۶۹۹	۰/۱۰۸		
معما×شرایط	۰/۱۲۰	۲/۵۰۵	۰/۰۴۸	۰/۶۳۵	۰/۵۶۶
شرایط×معما×جنس	۰/۱۸۲	۲/۵۰۵	۰/۰۷۲	۰/۹۶۳	۰/۴۰۰
شرایط×معما×مداخله	۰/۲۶۶	۲/۵۰۵	۰/۱۰۶	۱/۴۱۴	۰/۲۴۵
شرایط×معما×جنس×مداخله	۰/۰۸۱	۲/۵۰۵	۰/۰۳۲	۰/۴۲۹	۰/۶۹۷
خطا (شرایط×معما)	۱۰/۵۵۱	۱۴۰/۲۸۰	۰/۰۷۵		

شرایط تحریک، در معماهای شخصی دشوار کاهش سودگرایی زنان بیش از مردان است. همچنین در شرایط تحریک، افزایش سودگرایی غیرمرتبط با اخلاق در زنان و عدم تغییر این نوع سودگرایی در مردان قابل توجه است.

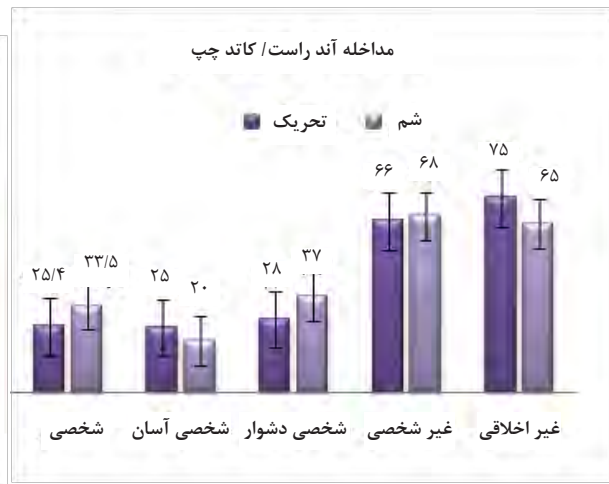
در مداخله آند چپ/کاتد راست ناحیه DLPFC نیز مشاهده می‌شود که تداخل در ناحیه DLPFC اثر بیش تری بر زنان داشته است. به عبارت دیگر، افزایش سودگرایی اخلاقی زنان در این نوع مداخله در معماهای اخلاقی شخصی، شخصی آسان و شخصی دشوار بیش از مردان بوده است (جدول ۳).

مقایسه زوجی با آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در هر دو مداخله ناحیه DLPFC، هم در شرایط تحریک و هم در شرایط شم، تفاوت سودگرایی بین معماهای اخلاقی شخصی و غیرشخصی و همچنین معماهای اخلاقی و معماهای غیرمرتبط با اخلاق معنادار است، اما بین شرایط تحریک و شرایط شم در دو مداخله تفاوت معناداری وجود ندارد.

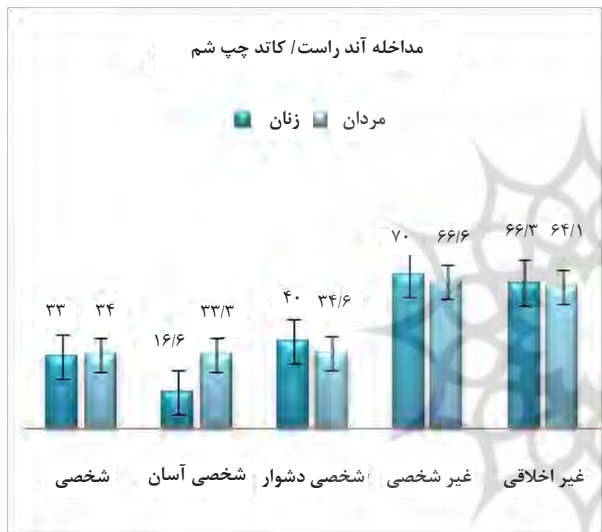
با توجه به اینکه تعامل معما×جنس×مداخله  $(p=0/01)$   $F(2, 0/116)=4/346$  معنادار بوده است، با توجه به نمودارها به توصیف و تبیین آن پرداخته می‌شود. در ارتباط با نقش جنسیت، چنانچه در نمودارهای ۳ و ۵ مشاهده می‌شود، در مداخله آند راست/کاتد چپ در



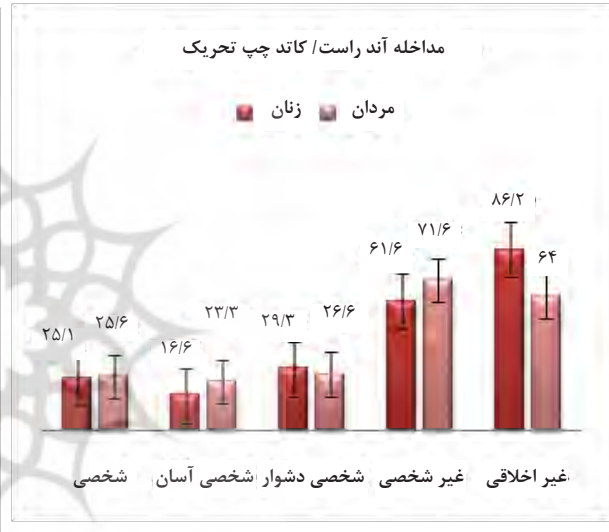
نمودار ۲- درصد سودگرایی در پاسخگویی به معماهای تکلیف قضاوت اخلاقی



نمودار ۱- درصد سودگرایی در پاسخگویی به معماهای تکلیف قضاوت اخلاقی



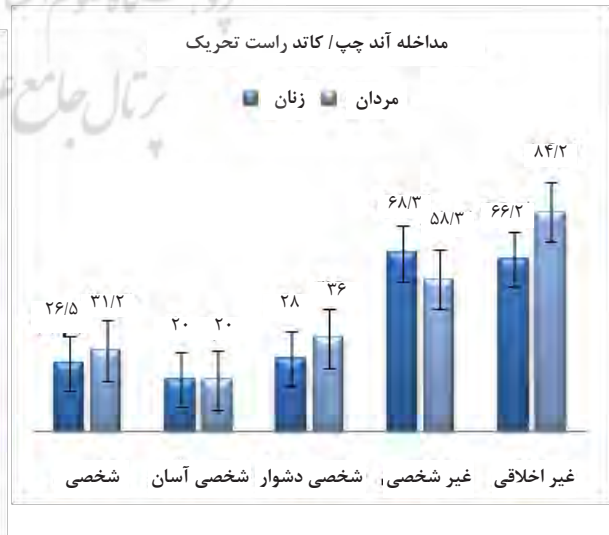
نمودار ۵- درصد سودگرایی در مداخله آند راست / کاند چپ در شرایط شم



نمودار ۳- درصد سودگرایی در مداخله آند راست / کاند چپ در شرایط تحریک



نمودار ۶- درصد سودگرایی در مداخله آند چپ / کاند راست در شرایط شم



نمودار ۴- درصد سودگرایی در مداخله آند چپ / کاند راست در شرایط تحریک

جدول ۳- میانگین پاسخ‌های سودگرایانه به تفکیک گروه‌های پژوهشی

میانگین پاسخ‌های سودگرایانه (%)		میانگین پاسخ‌های سودگرایانه (%)	
در شرایط شرم		در شرایط تحریک	
غیراخلاقی	غیرشخصی	غیراخلاقی	غیرشخصی
زن	۲۵/۱	۱۶/۶	۲۹/۳
مرد	۲۵/۶	۲۳/۳	۲۶/۶
کل	۲۵/۴	۲۰	۲۸
زن	۲۶/۵	۲۰	۲۸
مرد	۳۱/۲	۲۰	۳۶
کل	۲۸/۸	۲۰	۳۲

می‌دهند که در میزان سودگرایی اخلاقی در معماهای اخلاقی شخصی با تعارض بالا، اثری عکس مداخله آند راست/کاتد چپ ناحیه DLPFC داشته است؛ به طوری که کاهش کنش ناحیه قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی راست در مداخله آند چپ/کاتد راست ناحیه DLPFC باعث افزایش نسبی سودگرایی اخلاقی شده است که این امر می‌تواند به اثرگذاری تحریک مغزی بر کنش یک پارچه‌سازی هیجانی این ناحیه در قضاوت اخلاقی مربوط باشد.

درباره اثر جنس بر تعامل با مداخله بر میزان سودگرایی، در مداخله آند راست/کاتد چپ ناحیه DLPFC در شرایط تحریک، تغییرپذیری سودگرایی زنان بیش از مردان بوده است. در مداخله آند چپ/کاتد راست نیز شاهد سودگرایی بیش‌تر زنان بوده‌ایم. از سوی دیگر، با توجه به پیشینه پژوهشی می‌دانیم tDCS آندی ناحیه قشر پیش‌پیشانی شکمی سودگرایی زنان را در تمامی معماهای شخصی و غیرشخصی و معماهای غیرمرتبط با اخلاق افزایش می‌دهد، ولی در میزان سودگرایی مردان تغییری ایجاد نمی‌کند (فوماگالیو همکاران، ۲۰۱۰). نتیجه این که یافته این مطالعه درباره اثر متفاوت tDCS مغزی بر سودگرایی اخلاقی در دو جنس با پیشینه پژوهشی هم‌خوان است. زنان و مردان در طول زندگی تظاهرات رفتاری متفاوتی دارند؛ رفتار نوع‌دوستانه مردان نیازمند تغییر نیست، در حالی که این رفتار زنان به دلیل مراقبت

با مشاهده جدول بالا و نمودارها، مداخله آند راست/کاتد چپ نیز نشان می‌دهد که تغییرپذیری زنان در سودگرایی اخلاقی شخصی در شرایط تحریک در مقایسه با شرایط شرم بیش از مردان اثر پذیرفته است.

### نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تحریک الکتریکی مغز از طریق اثرگذاری برانگیخته‌گی قشر مخ در ناحیه کر تکس پیش-پیشانی پشتی جانبی بر میزان سودگرایی در قضاوت اخلاقی تغییراتی ایجاد می‌کند. در این مطالعه، tDCS ناحیه DLPFC در میزان پاسخ‌های سودگرایانه به معماهای اخلاقی در مقایسه با معماهای غیرمرتبط با اخلاق تفاوت‌های مرتبط با جنس به وجود آورد. این یافته ممکن است در توصیف چگونگی تفاوت‌های مرتبط با جنس در استدلال سودگرایانه بشر مفید باشد. مطالعه حاضر همسو با پیشینه پژوهشی، بر حساسیت مغزی زنان به تحریک عصبی اشاره دارد. با مشاهده تغییرپذیری بیش‌تر سودگرایی اخلاقی زنان نسبت به مردان، شاید بتوان گفت سودگرایی اخلاقی زنان ممکن است به دلیل تفاوت‌های جنسیتی و احتمالاً وظایف تحولی پیرامون نوع‌دوستی (در مقایسه با مردان)، در اثر مداخله در قشر DLPFC انعطاف‌پذیری بیشتری داشته باشد. همچنین اگرچه این مطالعه در مداخله آند چپ/کاتد راست ناحیه DLPFC تفاوت معناداری بین شرایط شرم و تحریک نشان نداد، ولی نمودارها نشان



ناحیه DLPFC راست در مداخله آند راست/کاتد چپ و کاهش تقریبی میزان سودگرایی در معماهای اخلاقی با تعارض بالا بوده‌اند و با کاهش کنش این ناحیه در مداخله کاتد راست/آند چپ و افزایش تقریبی سودگرایی در معماهای اخلاقی با تعارض بالا چه فرایندهایی با سرکوب تکانه‌های هیجانی در طول تصمیم‌گیری ارتباط مستقیم داشته‌اند.

برای پاسخ‌دهی به این سؤال، همان‌گونه که در مطالعات پیشین (مال و اولیویرا-سوزا، ۲۰۰۷؛ تاسی و همکاران، ۲۰۱۱) اشاره شده است، قشر پیش‌پیشانی راست علاوه بر کنش منطقی و شناختی، در یک پارچه سازی هیجان‌های ناشی از بافت در معماهای اخلاقی و تنظیم هیجانی نیز نقش مهمی ایفا می‌کند. بدین ترتیب به نظر می‌رسد در مطالعه حاضر افزایش کنش این ناحیه با تحریک آندی، به اثرگذاری هر چند اندک بر کنش‌های دیگر آن مانند افزایش توانایی یک پارچه‌سازی هیجان در بافت معماهای اخلاقی و افزایش بار هیجانی و در نتیجه کاهش تقریبی سودگرایی اخلاقی منجر شده است. این در حالی است که در مداخله آند چپ/کاتد راست ناحیه DLPFC نیز به نظر رسید، کاهش عملکرد ناحیه DLPFC راست در شرایط با تعارض بالا فرد را به سودگرایی بیش‌تر هدایت می‌کند؛ یعنی شاید بتوان گفت شناخت بر هیجان غلبه کرده است. این یافته با مطالعه تاسی و همکاران (۲۰۱۰) در رابطه با قضاوت اخلاقی فاعلی ناهم‌خوان و با یافته‌های همان پژوهش در تداخل در DLPFC راست و افزایش سودگرایی اخلاقی عینی هم‌خوان است. تاسی و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعات خود بین سودگرایی اخلاقی عینی و سودگرایی اخلاقی فاعلی تمایز قایل شدند. از این‌رو در پژوهش حاضر نمی‌توان بر نقش هیجان‌های اجتماعی ثانوی در میزان سودگرایی در قضاوت اخلاقی تأکید کرد. به نظر می‌رسد با توجه به وجود پیشینه پژوهشی ناکافی در زمینه تداخل

مادری باید تغییر کند. نتیجه اینکه تغییرپذیری مغز زنان در سودگرایی در زمینه نوع دوستی بیش‌تر از مردان است (فوماگالی و همکاران، ۲۰۱۰). شاید چون گرایش رفتار نوع دوستی در زنان با اندازه بزرگ‌تر بخش‌هایی از قشر پیش‌پیشانی همبسته است (فوربس<sup>۱</sup> و گرفمن<sup>۲</sup>، ۲۰۱۰) از این‌رو از تحریک مغزی اثر بیشتری پذیرفته است.

مطالعات تصویربرداری عصبی مرتبط با قضاوت اخلاقی نیز به فعالیت بیش‌تر اینسولا و سینگولیت پستی زنان و فعالیت بیش‌تر قشر آهیانه در مردان (هارنسکی<sup>۳</sup>، آنتونینکو<sup>۴</sup>، شین<sup>۵</sup>، کیهل<sup>۶</sup> ۲۰۰۸) اشاره کرده است. بدین ترتیب ممکن است tDCS ناحیه قشر پیش‌پیشانی پستی-جانبی زنان به دلیل ارتباط با اینسولا (از طریق ارتباط با سینگولیت جلویی که به همراه DLPFC راست در سودگرایی اخلاقی درگیرند (گرین و همکاران، ۲۰۰۱)) غیرمستقیم اثرگذار بوده باشد؛ به گونه‌ای که فعالیت ناحیه اینسولا در نیم‌کره راست نیز به طور مثبت با حساسیت اخلاقی زنان مرتبط است. افزایش فعالیت این ناحیه منجر به نمره‌دهی بیش‌تر به خشونت و به عبارت دیگر سودگرایی اخلاقی کمتر می‌شود (هارنسکی و همکاران، ۲۰۰۸). در مجموع شاید بتوان کاهش سودگرایی اخلاقی در مداخله آند راست/کاتد چپ ناحیه DLPFC را با افزایش غیرمستقیم فعالیت نواحی اینسولا و در نتیجه کاهش سودگرایی اخلاقی، و افزایش سودگرایی اخلاقی در مداخله آند چپ/کاتد راست ناحیه DLPFC را با کاهش غیرمستقیم فعالیت نواحی اینسولا و عدم درگیری آن با اجتناب از خشونت اخلاقی و به عبارت دیگر عدم دخالت در جلوگیری از خشونت اخلاقی مرتبط دانست. قشر پیش‌پیشانی پستی-جانبی راست در محاسبه ارزش جوانب مختلف یک گزینه در رفاه دیگران نقش دارد (مال و اولیویرا-سوزا، ۲۰۰۷). از سوی دیگر، فرایندهای کنترل شناختی و هیجان‌های اجتماعی ثانوی و یک پارچه‌سازی هیجان‌های اخلاقی ناشی از بافت، همگی از کنش‌های دیگر این ساختار هستند (همان منبع)؛ حال این سؤال مطرح می‌شود که چه فرایندهایی درگیر افزایش کنش

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1- Forbes   | 4- Antonenko |
| 2- Grafman  | 5- Shane     |
| 3- Harenski | 6- Kiehl     |

به نظریه مال و اولیویرا-سوزا (۲۰۰۷) اشاره کرد که بر اساس آن، ناحیه DLPFC راست به طور خاص هیجان‌های تولید شده در بافت معما (مثلاً هنجارهای پیچیده عدالت) را ارزیابی و یک پارچه می‌کند؛ در نتیجه تداخل در کنش آن باعث کاهش وزن هیجانی در طول تصمیم‌گیری می‌شود.

در میان سایر دلایل احتمالی، در کنار اثرگذاری tDCS بر برانگیخته‌گی قشری، تحریک مغزی قادر به ایجاد تغییرات عصب-شیمیایی در مغز است که ممکن است شامل چندین انتقال دهنده عصبی باشد (فوماگالی و همکاران، ۲۰۱۰). یافته‌های کراکت و همکاران (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که افزایش سروتونین به وسیله داروی سیتالوپرام (کراکت<sup>۱</sup>، کلارک<sup>۲</sup>، هوس<sup>۳</sup>، رایبیز<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰) در افراد سالم باعث کاهش سودگرایی اخلاقی می‌شود. یافته‌های فوماگالی و همکاران (۲۰۱۰) نیز به تعامل اثر تحریک الکتریکی و یون‌های مغزی اشاره دارد. این احتمال وجود دارد که در مداخله آند راست/کاتد چپ ناحیه DLPFC در مطالعه حاضر، سروتونین به دلیل ساختار آنیونی در طول حرکات ذرات معلق مایع به وسیله نیروی برق به سمت الکتروود آند حرکت کرده و در نتیجه با افزایش میزان سروتونین در ناحیه DLPFC راست سودگرایی افراد در پاسخ‌دهی به معماهای اخلاقی کمتر شود و در مداخله آند چپ/کاتد راست ناحیه DLPFC نیز با دور شدن آنیون‌های سروتونین از الکتروود کاتد و در نتیجه کاهش سطح سروتونین در ناحیه DLPFC راست سودگرایی افزایش یابد.

در نهایت پژوهش حاضر با تأیید و گسترش مطالعه تحریک مغزی در بررسی قضاوت اخلاقی (فوماگالی و همکاران، ۲۰۱۰) آشکار ساخت که در تعدیل ناحیه DLPFC نیز زنان بیش از مردان از tDCS اثر می‌گیرند. همچنین یافته‌های این پژوهش با آن دسته از پژوهش‌ها که بر نقش ناحیه DLPFC در تنظیم

در ناحیه DLPFC، برای آشکار شدن تفاوت دو زاویه دید در قضاوت اخلاقی، به پژوهش‌های دیگری نیاز است.

همچنین باید به تفاوت ابزار تحریک مغزی در این پژوهش و سایر پژوهش‌ها اشاره داشت. در این مطالعه از tDCS و در مطالعه تاسی و همکاران (۲۰۱۰) از rTMS استفاده شده است که شاید تحریک بازدارندگی rTMS با فرکانس پایین، قوی‌تر از اثر tDCS باشد. به نظر می‌رسد tDCS مداخله تعدیل‌کننده عصبی باشد، در حالی که rTMS هم تعدیل‌گر عصبی و هم تحریک‌کننده عصبی است و در نتیجه اثر فیزیولوژیکی متفاوت این دو نوع مداخله به آثار رفتاری متفاوت منجر شده است (فکتیو و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین در پژوهش حاضر، هم‌زمان با اثرگذاری بر DLPFC راست، همان ناحیه در نیمکره چپ اثری عکس می‌گرفت. قاعدتاً یافته‌های مشاهده شده نتیجه تحریک و بازدارندگی هم‌زمان دو ناحیه مشابه در دو نیم‌کره است.

ازسوی دیگر، با اینکه تفاوت اثر تحریک مغزی بین مداخله‌ها معنادار نبود، اما به نظر می‌رسد پژوهش حاضر با مطالعه ناچ و همکاران (۲۰۰۶) مبنی بر اینکه تداخل در DLPFC راست منجر به پذیرش پیشنهادهای ناعادلانه می‌شود همسوست؛ زیرا پذیرش پیشنهادهای مادی ناعادلانه دست‌آوردی مادی دارد و لذا نوعی انتخاب سودگرایانه است (فوماگالی و همکاران، ۲۰۱۰). پس افزایش تقریبی سودگرایی با کاهش کنش DLPFC راست (تحریک کاتدی) در این مطالعه با مطالعه ناچ و همکاران (۲۰۰۶) همسویی دارد. از آنجا که کاهش تکانه‌های عصبانیت در حین پیشنهاد ناعادلانه به افزایش عملکرد سودگرایانه این افراد منجر شده است (تاسی و همکاران، ۲۰۱۰)، پس می‌توان اینگونه استنباط کرد که افزایش نسبی سودگرایی در قضاوت اخلاقی در شرایط با تعارض بالا نیز با کاهش نقش تکانه‌های هیجانی و در نتیجه بر هم‌موردن رقابت بین شناخت و هیجان به نفع شناخت و در نتیجه افزایش سودگرایی مرتبط است. اما به طور خاص و در رابطه با سودگرایی اخلاقی باید

- 1- Crockett
- 2- Clark
- 3- Hause
- 4- Robins

مرخص شود. به خاطر اعتمادی که بین شما و او شکل گرفته است به شما می‌گوید که می‌خواهد تا جایی که می‌تواند افراد را مبتلا نکند. از آنجا که شما در شرایط اعتماد بین پزشک و بیمار گیر افتاده‌اید راه قانونی برای جلوگیری از نقشه‌اش را ندارید. به نظرتان می‌رسد که می‌توانید داروی او را با سم مهلکی آلوده کنید تا کشته شود و این شانس را نداشته باشد که افراد بیشتری را مبتلا کند. اگر در این شرایط بودید حاضر می‌شدید او را بکشید تا از شیوع ایدز جلوگیری کنید؟

#### معمای ترویج واکسن: (غیرشخصی)

شما در یک مرکز بهداشت کار می‌کنید. می‌خواهید تصمیم بگیرید آیا این مرکز مصرف واکسن تازه وارد شده را تبلیغ کند یا نه. مردمی که از این واکسن استفاده کنند در برابر بیماری مهلکی ایمنی پیدا خواهند کرد اما تعداد کمی از افراد در اثر زدن این واکسن به بیماری مبتلا می‌شوند. همه شواهد موجود پیشنهاد می‌کند که شانس بیمار شدن در اثر عدم واکسیناسیون خیلی بیشتر از بیمار شدن ناشی از واکسن زدن است. اگر در این شرایط بودید حاضر می‌شدید برای توسعه سلامت ملی نمایندگی را سمت ترویج این واکسن تشویق کنید؟

دریافت مقاله: ۹۱/۴/۲۵؛ پذیرش مقاله: ۹۱/۹/۲۸

هیجان ناشی از بافت تأکید دارند (مال و اولیوبرا-سوزا، ۲۰۰۷؛ تاسی و همکاران، ۲۰۱۱) همسوست. در ارتباط با نقش tDCS در تغییر و تعدیل کنش‌های پیچیده شناختی (مانند قضاوت اخلاقی) نیز به نظر می‌رسد بررسی مکانیزم اثرگذاری تحریک مغزی بر گیرنده‌ها و انتقال دهنده‌های عصبی یافته‌های گسترده‌تری پیرامون نقش زیربنایی عصب داروشناختی اخلاق در اختیار قرار می‌دهد. همچنین بررسی اثرگذاری تحریک مغزی در فرایندهای زیربنایی مرتبط با قضاوت اخلاقی و نقش آن در زمینه میزان سودگرایی، به روشن شدن هر چه بیشتر فرایندهای درگیر در اخلاق و سودگرایی کمک خواهد کرد.

#### سپاس‌گزاری

پژوهش‌گران این پژوهش از همکاری مسئولان آزمایشگاه روان‌شناسی دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی و شرکت کنندگان برای اجرای پژوهش و نیز سرکار خانم ضیایی برای کمک به تهیه مواد آزمون تشکر می‌کنند.

#### پیوست: نمونه‌هایی از معماهای اخلاقی

##### معمای گریه کودک: (شخصی دشوار)

در نظر بگیرید دشمنان به شهر حمله کرده‌اند. شما و چند نفر از همشهری‌هایتان در گوشه‌ای پنهان شده‌اید. صدای پای سرباز را می‌شنوید که به شما نزدیک می‌شود و اگر شما را پیدا کند، همه را خواهد کشت. ناگهان بچه شما شروع می‌کند به گریه کردن. اگر سرباز صدای بچه را بشنود، شما را پیدا می‌کند و شما و همشهری‌هایتان را می‌کشد. تنها راهی که دارید این است که جلوی دهان بچه را بگیرید و او را خفه کنید تا صدای او به سرباز نرسد. اگر هیچ کاری نکنید سرباز شما را پیدا می‌کند و همه‌تان را می‌کشد. اگر در این شرایط بودید حاضر می‌شدید که بچه‌تان را خفه کنید تا جان خود و همشهری‌هایتان را نجات دهید؟

##### معمای ایدز: (شخصی آسان)

در نظر بگیرید پزشک هستید. یکی از بیماران شما تشخیص ایدز گرفته است و می‌خواهد از بیمارستان

## منابع

- Archer, J. (2004). Sex differences in aggression in real-world settings: A meta-analytic review. *Review of General Psychology*, 8, 291–322.
- Crockett, M., Clark, L., Hauser, M., Robins, T.W. (2010). Serotonin selectively influences moral judgment behavior through effects on harm aversion. *Psychological and cognitive science*, 1073, 1-6.
- DaSilva, A., Volz, M.S., Bikson, M., Fregni, F. (2011). Electrode Positioning and Montage in Transcranial Direct Current Stimulation. *Journal of Visualized Experiments*, 51, 1-11.
- Fecteau, S., Knoch, D., Fregni, F., Sultani, N., Boggio, P., et al. (2007). Diminishing risk-taking behavior by modulating activity in the prefrontal cortex: a direct current stimulation study. *Journal of Neuroscience*, 27, 12500–12505.
- Forbes, C. E., Grafman, J. (2010). The role of the human prefrontal cortex in social cognition and moral judgment. *Annual Review of Neuroscience*, 33, 299–324.
- Fumagalli, M., Vergari, M., Pasqualetti, P., Marseglia S., Mameli, F., Ferrucci, R., Markik-sposta, S., Stefano, Z., Sartori, G., Peravettoni, G., Barbieri, S., Cappa, S., Priori, A. (2010). Individual differences in moral judgment competence influence neural correlates of socio-normative judgments. *Plosone*, 5, 886- 895.
- Greene, J. D., Haidt, J. (2002). How (and where) does moral judgment work? *Trends of Cognitive Science*, 6, 517–523.
- Greene, J. D., Sommerville, R. B., Nystrom, L.E., Darley, J. M. and Cohen, J. D. (2001). An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, 293, 2105–2108.
- Greene, J. D., Nystrom, L. E., Engell, A. D., Darley, J. M., & Cohen, J. D. (2004). The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, 44, 389–400.
- Haidt, J. (2007). The emotional dog and its rational tail: a social intuitionist approach to moral judgment. *Psychological Review*, 108, 814–83.
- Harenski, C. L., Antonenko, O., Shane M. S., Kiehl, K. A. (2008). Gender differences in neural mechanisms underlying moral sensitivity. *Social Cognitive Affect Neuroscience*, 3, 313–321.
- Knoch, D., Gianotti, L. R., Pascual-Leone, A., Treyer, V., Regard, M., et al. (2006). Disruption of right prefrontal cortex by low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation induces risk-taking behavior. *Journal of Neuroscience*, 26, 6469–6472.
- Koenigs, M., Young, L., Adolphs, R. (2007). Damage to the prefrontal cortex increases utilitarian moral judgments. *Nature*, 446, 908–11.
- Moll, J., Oliviera- souza, R., (2007). Moral judgments, emotions and the utilitarian brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 319-321.
- Nitsche, M. A., Paulus, W. (2001). Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neurology*, 57, 1899–1901.
- Tassy, S., Oullier, O., Duclos, Y., Coulon, O., Mancini, J., Christine, Deruelle, Attarian, Sh., Felician, O., Wicker, B. (2011). Disrupting the right prefrontal cortex alters moral judgment. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 18, 235-242.
- Ziaei, M., Pouretmad, H. R., Hassanzadeh T, M. R. (2010). Is moral judgment culture dependant?. *Journal of behavioral sciences*, 4, 225-231.