Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry
Vol. 8/ No. 6/ 2022
Page: 83-97

A study of brain regions associated with Core Skills of Gardner's Logical-Mathematical Intelligence using Functional Magnetic Resonance Imaging (Case Study)

Zohreh Yarmohamadi[1], Abolghasem Yaghoobi[2], Khosro Rashid[3], Rasol Kord Noghabi[3]

1-PhD Student, Department of Psychology, Bu-Ali-Sina University, Hamedan, Iran.
2- Professor, Department of Psychology, Bu-Ali-Sina University, Hamedan, Iran (Corresponding Author).
E-mail: Yaghobi41@yahoo.com
3- Associate Professor, Department of Psychology, Bu-Ali-Sina University, Hamedan, Iran.

Received: 14/11/2021 **Accepted:** 04/01/2022

Abstract

Introduction: Logical-mathematical intelligence is one of the common needs of modern life to deal with various types of computational and problem-solving situations.

Aim: The aim of this study was to investigate the brain regions associated with the core skills of LMI (calculations, logical reasoning and game strategies) using functional magnetic resonance imaging (fMRI).

Method: This study used a cross- case design. From 28 male and female volunteers aged 18 years and over who visited the Brain Mapping Laboratory in 2020, one with very a high Logical-mathematical intelligence was selected through purposive sampling and using the Multiple Intelligence Developmental Assessment Scale (MIDAS). The tools used in this study were Computational Assignments, Chess and Logical Reasoning. FMRI was also utilized to examine the brain regions. Data were preprocessed and statistically analyzed in SPM-12.

Results: The results demonstrated similar neural activation involved in computational skills, logical reasoning, and chess game in the frontal and parietal lobes. They also showed significant activity in the cerebellum, insula, cingulate gyrus, precuneus, pre-and post-central gyri, fusiform gyrus, and supramarginal gyrus in all three skills.

Conclusion: The results revealed that the neural activation patterns in each skill have unique neural bases, but have common patterns with other skills of Logical-mathematical intelligence. These common and unique patterns present a unique neural architecture in support of the Theory of Multiple Intelligences as a scientific model of human intelligence.

Keywords: Logical reasoning, Game strategies, Magnetic resonance imaging, Calculations, Logical-mathematical intelligence

How to cite this article: Yarahmadi Z, Yaghoobi A, Rashid Kh, Kord Noghabi R. A study of brain regions associated with Core Skills of Gardner's Logical-Mathematical Intelligence using Functional Magnetic Resonance Imaging (Case Study). Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry. 2022; 8 (6): 83-97 .URL: http://shenakht.muk.ac.ir/article-1-1332-en.pdf

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBY-NC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal.

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

مجله روانشناسی و روانپزشکی شناخت
سال هشتم، شماره ۶، ۱۴۰۰
صفحات: ۹۷-۸۳

بررسی مناطق مغزی مرتبط با مهارت‌های اصلی هوش منطقی– ریاضی گاردنر با استفاده از تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی (مطالعه موردی)

زهره یارمحمدی[۱]، ابوالقاسم یعقوبی[۲]، خسرو رشید[۳]، رسول کرد نوقابی[۳]

۱.دانشجوی دکترای، گروه روانشناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۲. استاد، گروه روانشناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (مولف مسئول). ایمیل: Yaghobi41@yahoo.com
۳. دانشیار، گروه روانشناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۸/۲۳ **تاریخ پذیرش مقاله:** ۱۴۰۰/۱۰/۱۴

چکیده

مقدمه: هوش منطقی- ریاضی از نیازهای فراگیر زندگی مدرن امروزی برای مقابله با انواع گوناگونی از موقعیت‌های محاسبه‌ای و حل مسئله به شمار می‌آید.

هدف: هدف از پژوهش حاضر بررسی مناطق مغزی مرتبط با مهارت‌های اصلی هوش منطقی- ریاضی (محاسبات، استدلال منطقی و استراتژی‌های بازی) با استفاده از تصویرسازی تشدید مغناطیس کارکردی بود.

روش: روش این پژوهش یک طرح میان- موردی بود. از میان ۲۸ داوطلب زن و مرد ۱۸ سال به بالا که در سال ۱۳۹۹ به آزمایشگاه نقشه‌برداری مغز مراجعه کردند، یک آزمودنی با هوش منطقی-ریاضی خیلی بالا به روش هدفمند و با استفاده از مقیاس ارزیابی رشدی هوش‌های چندگانه انتخاب شد. ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش، تکالیف محاسبات، شطرنج و استدلال منطقی بود. همچنین از تصویرسازی تشدید مغناطیس کارکردی جهت بررسی مناطق مغزی استفاده گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPM نسخه ۱۲، پیش‌پردازش و آنالیز آماری شدند.

یافته‌ها: یافته‌ها، فعال‌سازی عصبی مشابهی را بین مهارت‌های محاسبات، استدلال منطقی و بازی شطرنج در مناطق پیشانی و آهیانه‌ای نشان داد. همچنین فعالیت قابل توجهی را نیز در نواحی مخچه، اینسولا، شکنج کمربندی، پیش‌گوه، شکنج پیش و پس‌مرکزی، شکنج دوکی‌شکل و شکنج فوق حاشیه‌ای نشان می‌دهد که در هر سه مهارت چشمگیر بودند.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که الگوهای فعال‌سازی عصبی در هر مهارت، دارای پایه‌های عصبی منحصربه‌فردی بوده، با این وجود با سایر مهارت‌های هوش منطقی- ریاضی، دارای الگوهای مشترک نیز می‌باشند. این الگوهای مشترک و منحصر به فرد، معماری عصبی بی‌همتایی را در حمایت از نظریه هوش‌های چندگانه، به عنوان یک مدل علمی از هوش انسان ارائه می‌دهند.

کلیدواژه‌ها: استدلال منطقی، استراتژی‌های بازی، تصویرسازی تشدید مغناطیسی، محاسبات، هوش منطقی- ریاضی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی کردستان محفوظ است.

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]

[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

مقدمه

یکی از نیازهای فراگیر زندگی مدرن امروزی که ابزار اساسی برای مقابله با انواع گوناگونی از موقعیت‌های محاسبه‌ای و حل مسئله به شمار می‌آید و در همه رشته‌های علمی مدرن با اهمیت در نظر گرفته می‌شود، هوش منطقی- ریاضی[1] است (اشکرافت[2]، ۱۹۹۵). هوش منطقی- ریاضی از اشکال متمایز هوش‌های چندگانه است که در سال ۱۹۸۳ توسط گاردنر منتشر و یکی از اولین صورت‌بندی‌ها در مورد هوش است که براساس شواهد عصب شناختی استوار است (استرنبرگ[3]، ۲۰۱۸). بر این اساس درک این مهارت ذهنی هدفی مهم برای علوم عصب شناختی به حساب می‌آید.

هوش منطقی- ریاضی به صورت توانایی انجام زنجیره‌ای از استدلال‌ها و تشخیص الگوها و قواعد در دنیای پیرامون تعریف می‌شود (رشید، ۱۳۹۷) و شواهد عصب شناختی این هوش که از سال ۱۹۸۳ به‌روزرسانی نشده شامل، لوب‌های آهیانه‌ای چپ و گیجگاهی و نواحی مربوط به پس‌سری، نیمکره چپ برای نامیدن کلامی، نیمکره راست برای سازمان‌دهی فضایی، سیستم پیشانی برای برنامه‌ریزی و تنظیم هدف است (شیرر[4]، ۲۰۱۹).

با این حال نتایج حاصل از بررسی بر روی واحدهای مختلف شناختی یا مهارت‌های خاص مرتبط با این هوش نشان داد که علاوه بر محاسبات[5] و حل مسئله به روش استدلال منطقی[6]، استراتژی‌های بازی[7] نیز از مهارت‌های اصلی هوش منطقی- ریاضی به شمار می‌آید (شیرر و کارانیان[8]، ۲۰۱۷)؛ اما مطالعات اندک صورت گرفته (۱۹مطالعه) فقط جنبه محاسباتی این هوش را مد نظر قرار داده‌اند و کمتر مطالعه‌ای به بررسی عصب شناختی این هوش براساس مهارت‌های اصلی آن پرداخته است و مطالعات انجام شده به صورت پراکنده و نه تحت عنوان هوش منطقی- ریاضی صورت گرفته است. برای مثال مطالعات بررسی شده در مورد محاسبات (چهار عمل اصلی حساب شامل جمع، تفریق، ضرب و تقسیم) نشان می‌دهند که قشر آهیانه‌ای[9] نقش مهمی در محاسبات دارد، اگرچه فعالیت قسمت‌های پیشانی[10] مغز نیز به وفور در هنگام محاسبات مشاهده می‌شود؛ اما این‌ها مربوط به موارد کلی نظیر حافظه فعال، توجه و فرآیندهای عصب شناختی در زمینه محاسبه است (انصاری[11]، ۲۰۱۶؛ کلارک، هادنال، پرز گونزالس[12]، ۲۰۲۰؛ منون[13]، ۲۰۱۶؛ پترز و دی‌اسمیت[14]، ۲۰۱۸؛ گرگ و گیلمور[15]، ۲۰۱۴؛ ایوانز، کاچالاکا، نگون، واو، کوین، باتیستا[16]، ۲۰۱۵؛ ارسالیدو و تیلور[17]، ۲۰۱۱). همچنین فرآیندهای شناختی درگیر در اشکالی از بازی‌های فیزیکی که از منابع ذهنی بازیکن وام می‌گیرد و به اصطلاح استراتژی‌های بازی نامیده می‌شود، مدت‌هاست ذهن روانشناسان را به خود مشغول کرده است.

بازی شطرنج[18] ازجمله این بازی‌ها است و مطالعات کم صورت گرفته بر روی ارتباطات عصبی بازی شطرنج، لوب‌های پیشانی دوطرفه، لوب‌های آهیانه‌ای و پس-

[1]- Logical-mathematical intelligence
[2]- Ashcraft
[3]- Sternberg
[4]- Shearer
[5]- Calculations
[6]- Logical reasoning
[7]- Game strategies

[8]- Karanian
[9]- Parietal cortex
[10]- Frontal
[11]- Ansari
[12]- Clark, Hudnall, Hudnall & Perez-Gonzalez
[13]- Menon
[14]- Peters & De Smedt
[15]- Cragg & Gilmore
[16]- Evans, Kochalka, Ngoon, Wu, Qin, Battista & Menon
[17]- Arsalidou & Taylor
[18]- Chess

سری[1] را به عنوان مناطق مرتبط با بازی شطرنج معرفی کرده‌اند (آلتسشول و دیری[2]، ۲۰۱۹؛ سانگ، پنگ، لیو و وانگ[3]، ۲۰۱۹؛ پاوول، گروسی، کورکوران، گوبت و گارسیا فینان[4]، ۲۰۱۷؛ لی، جانگ، کیو، یانگ، هانگ، لیو لیو و گانگ[5]، ۲۰۱۵؛ گانگ، اریکسون و ماکسول[6]، ۲۰۱۵). بعلاوه مطالعات اندک تصویربرداری مغز در ارتباط با توانایی حل مسئله به روش استدلال منطقی که با توانایی توالی‌هایی از عملیات قراردادی نسبت به نمایش‌های پیچیده تعریف می‌شود، بر مشارکت مناطق توزیع شده پیش پیشانی و آهیانه‌ای تأکید داشته‌اند (پرادو و نووکف[7]، ۲۰۰۷؛ اسجیلینگ، گائو، جانو، استپنیوسکا، لاندمن و اندرسون[8]، ۲۰۱۷؛ ساتو، ماسودا، سومیا، تسوجی تسوجی و وتانابه[9]، ۲۰۱۵؛ فانگمیر، کناف، راف و اسلاتسکی[10]، ۲۰۰۶؛ استوکو و اندرسون[11]، ۲۰۰۸).

با این حال تفاسیر بدست آمده از عصب شناختی هوش منطقی- ریاضی همواره با انتقاداتی رو به رو بوده که مهم‌ترین آن این است که فاقد شواهد آزمایشی قابل اعتبار در زمینه عصب شناختی است و از آنجایی که این نظریه در بین روانسنج‌ها اعتبار چندانی ندارد، تکرار آزمایش‌ها و تأیید شواهد روانشناختی و تجربی به اثبات وجود چنین هوشی و مبنای عصب شناختی این نظریه کمک می‌کند (واترهووس[12]، ۲۰۰۶)؛ لذا پژوهش حاضر قصد دارد از طریق مطالعه مستقیم هوش منطقی- ریاضی با بررسی عصب شناختی مهارت‌های اصلی این هوش به این سؤال پاسخ دهد که آیا افراد دارای هوش منطقی- ریاضی خیلی بالا، فعالیت قابل ملاحظه‌ای را در ساختارهای مغزی ادعا شده توسط گاردنر نشان می‌دهند یا خیر؟

روش

پژوهش حاضر از نوع طرح میان- موردی[13] بود. شرکت‌کنندگان مطالعه حاضر را افراد ۱۸ سال به بالای مراجعه‌کننده به آزمایشگاه نقشه‌برداری مغز در سال ۱۳۹۹ تشکیل داده که از بین آن‌ها ۱ آزمودنی به روش هدفمند انتخاب شد. از جمله معیارهای ورود به تحقیق شامل تشخیص هوش منطقی- ریاضی خیلی بالا توسط مقیاس ارزیابی رشدی هوش‌های چندگانه[14] (نمره حدنصاب ۱۰۰-۸۰)، راست دست بودن، دارای بینایی طبیعی و بدون سابقه بیماری عصبی و قرار نداشتن هیچگونه فلزی در بدن افراد بود و همچنین معیار خروج از تحقیق نیز شامل بی‌قراری و تکان‌های زیاد سر در حین انجام تکالیف در اسکنر و عدم توانایی در به اتمام رساندن تکالیف در اسکنر بود. شرکت در این آزمایش کاملاً داوطلبانه بود و به آزمودنی این اطمینان داده شد که هر زمان که مایل باشد می‌تواند از فرآیند آزمایش خارج شود. رضایت کتبی از آزمودنی جهت شرکت در این آزمایش کسب شد. شیوه اجرای این آزمایش به این صورت بود که آزمودنی سه تکلیف آزمایشی را در اسکنر به پایان رساند: تکلیف محاسبات، تکلیف استدلال منطقی و تکلیف بازی شطرنج. محرک‌های تکالیف همه به صورت بلوکی و با استفاده از نرم‌افزار «PsychoPy» ارائه شدند. برای تکلیف محاسبه چهار عمل اصلی (جمع،

[1]- Occipital
[2]- Altschul & Deary
[3]- Song, Peng, Liu & Wang
[4]- Powell, Grossi, Corcoran & Garcia Finana
[5]- Li, Jiang, Qiu, Yang, Huang, Lui & Gong
[6]- Gong, Ericsson & Moxley
[7]- Prado & Noveck
[8]- Schilling, Gao, Janve, Stepniewska, Landman & Anderson
[9]- Sato, Masuda, Someya, Tsujii & Watanabe
[10]- Fangmeier, Knauff, Ruff & Sloutsky
[11]- Stocco A & Anderson
[12]- Waterhouse
[13]- Cross-Case
[14]- Multiple intelligences developmental assessment scales

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

ضرب، تقسیم و تفریق) ریاضی را در هشت بلوک به آزمودنی ارائه گردید. با استفاده از این چهار عمل اصلی، ابتدا مسائل عددی نمایش و سپس دو جواب در زیر مسئله نمایش داده شد و از آزمودنی خواسته می‌شد تا جواب درست را انتخاب کند. در تکلیف استدلال منطقی نیز، ابتدا عبارت استدلالی و سپس نتیجه‌گیری آن ارائه و آزمودنی در مورد درستی عبارت نتیجه‌گیری، قضاوت کرد. در پایان تکلیف شطرنج شامل نواری از تصاویر یک صفحه شطرنج که یک بازی در حال انجام را به تصویر می‌کشید، ارائه شد. دو تصویر دیگر نیز در زیر این تصاویر به آزمودنی نشان داده شد و از او خواستیم تصمیم بگیرد که کدام یک از دو حرکت به تصویر کشیده شده، حرکت بعدی در بازی شطرنج است.

برای به حداقل رساندن حرکات، سر آزمودنی با استفاده از کوسن‌هایی تثبیت شد. برای پاسخ دادن، به ترتیب دو شاسی پاسخ در دست چپ و راست آزمودنی قرار داده شد. پاسخ‌ها با انگشت شست چپ یا راست داده شد. در هر شرایط، آزمودنی کلید سمت چپ را برای جواب سمت چپ و کلید سمت راست را برای جواب سمت راست فشار داد. تصاویرMR با استفاده از اسکنر ۳ تسلا زیمنس با یک سرپیچ ۸ کانال بدست آمد. تصاویر ساختاری T1 با برش‌های ساجیتال و حد تفکیک مکانی بالا با ضخامت برش ۱ میلی‌متر، تعداد کل برش‌ها برابر ۱۷۶، TR ۱۹۱۰ میلی‌ثانیه، TE ۳/۴۷ میلی‌ثانیه، زاویه چرخش ۷ درجه، ماتریس ۲۵۶×۲۵۶ و میدان دید ۲۵۵×۲۵۵ میلی‌متر مربع اخذ شده است. برای کسب داده‌های عملکردی از تصویربرداری با وزن T2 برش‌های اکسیال با ضخامت ۳ میلی‌متر، تعداد کل برش‌ها۵۰، TR ۳۰۰۰ میلی‌ثانیه، TE ۳۰ میلی‌ثانیه، زاویه چرخش۹۰ درجه، ماتریس۲۵۶×۲۵۶ و میدان دید ۱۹۲×۱۹۲ میلی‌متر مربع استفاده شده است.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPM نسخه ۱۲یک TOOL BOX مبتنی بر نرم‌افزار MATLAB به منظور پیش پردازش و آنالیز آماری داده‌ها، تحلیل شدند. پیش پردازش شامل بازچینی[1]، نرمال‌سازی[2] و هموارسازی[3] است که پردازش اصلی داده‌ها بر روی خروجی هموارسازی صورت می‌گیرد. برای دیدن تصاویر عملکردی نیز از xjview، یک TOOL BOX مبتنی بر MATLAB استفاده شد.

ابزار

تکالیف تصویرسازی تشدید مغناطیس کارکردی[4]: برای بررسی عصب شناختی هوش منطقی- ریاضی ما سه مهارت اصلی این هوش را انتخاب و براساس آن تکالیف طراحی شد. این سه مهارت شامل محاسبات (استفاده مؤثر از حساب در زندگی روزمره براساس ۴ عمل اصلی ریاضی)، استدلال منطقی (توانایی استفاده از استدلال منطقی در حل مشکلات روزانه) و استراتژی‌های بازی (مهارت و فن خوب در بازی) بود.

تکلیف محاسبات[5]: این تکلیف شامل ۱۶۰ مسئله محاسباتی محاسباتی از هر چهار عملیات اصلی در ریاضی بود. این تکلیف برگرفته از روشی که انصاری، گرابنر، کسچاتینگ، ریشوفر و ابنر[6] (۲۰۱۱) استفاده کردند، پیاده پیاده شد. در مسائل مربوط به محاسبات، اعداد صحیح بین ۲ تا ۹ استفاده شد. مسائل مربوط به محاسبات به

[1]- Realignment
[2]- Normalization
[3]- Smoothing
[4]- Functional magnetic resonance imaging
[5]- Calculations task
[6]- Ansari, Grabner, Koschutnig, Reishofer & Ebner

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

صورت شبه تصادفی[1] در ۸ بلوک و هر بلوک شامل ۲۰ سؤال ارائه شد. هر مسئله به مدت ۲ ثانیه و به دنبال آن جواب صحیح (راه‌حل) و یک جواب انحرافی برای ۲ ثانیه ارائه شد. از آزمودنی خواسته شد اگر جواب صحیح، سمت راست قرار دارد، دکمه سمت راست و اگر جواب صحیح، سمت چپ قرار دارد، دکمه سمت چپ را فشار دهد. در نیمی از مسائل، جواب صحیح در سمت چپ و در نیمی دیگر جواب صحیح در سمت راست ارائه شد تا از هرگونه حدسی جلوگیری شود. همچنین برای طراحی جواب‌های انحرافی، ۱ یا ۲ عدد از جواب صحیح کم یا به آن اضافه شد. هر بلوک روی صفحه برای ۳ ثانیه و ارائه یک صلیب ثابت برای ۲۵ ثانیه آغاز گردید. یک دوره صلیب ثابت در پایان هر بلوک ارائه شد.

تکلیف استدلال منطقی[2]: این تکلیف از روش پرادو و نووکف (۲۰۰۷) الگوبرداری شده است. هر آزمایش منفرد شامل یک عبارت شرطی بود که به دنبال آن یک آیتم تصویری ارائه می‌شد. قاعده شرطی رابطه حرف و شکل را توصیف می‌کند (به عنوان مثال اگر H باشد، آنگاه مربع وجود دارد) و آیتم هدف براساس ترکیب حرف و شکل به صورت تصویر درمی‌آمد، به عنوان مثال، یک H در داخل یک مربع. آزمایش‌ها براساس تعداد عناصر نامتناسب بین قاعده شرطی و آیتم هدف تهیه شد. از این‌رو، آزمایش‌ها به سه شرط مختلف، ۰- عدم تطابق (یعنی تطابق کامل)، ۱- عدم تطابق (عدم تطابق متوسط) و ۲ - عدم تطابق (عدم تطابق کامل) تقسیم شدند. در شرایط ۰- عدم تطابق، آیتم تصویری کاملاً با حرف و شکل ذکر شده در قانون مطابقت دارد (به عنوان مثال برای تأیید قانون اگر H باشد، آنگاه مربع وجود دارد، آیتم هدف به صورت H درون مربع ظاهر می‌شود). در شرایط ۱- عدم تطابق، فقط یک اصل در قانون و آیتم هدف وجود داشت (به عنوان مثال برای تأیید قانون اگر J نباشد، آنگاه مربع وجود دارد، آیتم هدف به صورت H درون مربع ظاهر می‌شود). در شرایط ۲-عدم تطابق، آیتم تصویری با حرف و شکل ذکر شده در قانون مطابقت ندارد (به عنوان مثال برای تأیید قانون اگر J نباشد، آنگاه مثلث وجود ندارد، آیتم هدف به صورت H درون مربع ظاهر می‌شود. چهار قانون در این پارادایم استفاده شد (وجود یا عدم وجود نفی در قسمت پیشین قاعده و وجود یا عدم وجود نفی در قسمت نتیجه قاعده).

AA در کل مثبت بود (به عنوان مثال اگر H باشد ، آنگاه دایره وجود دارد)

AN در قسمت نتیجه قاعده نفی ارائه می‌شود (به عنوان مثال اگر H باشد، آنگاه مربع وجود ندارد)

NA در قسمت مقدمه قاعده نفی ارائه می‌شود (اگر J وجود نباشد، آنگاه دایره وجود دارد)

NN در هر دو قسمت مقدمه و نتیجه قاعده نفی ارائه می‌شود (به عنوان مثال اگر J نباشد، آنگاه مربع وجود ندارد)

آیتم‌های هدف از یکی از شش حرف ارائه شده به صورت بزرگ (Q, R, P, J, I, H) و یکی از شش شکل (مربع، دایره، ستاره، لوزی، مستطیل و مثلث) در مرکز یک میدان دیداری تشکیل شد.

هر آزمایش با ارائه یک علامت ثابت دیداری در مرکز صفحه به مدت ۵۰۰ میلی ثانیه شروع و سپس قسمت اول (به عنوان مثال «اگر H باشد») در ۵۰۰ میلی ثانیه و قسمت دوم («آنگاه مربع وجود دارد») در ۱۵۰۰ میلی

[1]- Pseudo-randomized
[2]- Logical reasoning task

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

ثانیه ظاهر می‌شود. بعد کل قانون برای ۳۰۰۰ میلی ثانیه بر روی صفحه باقی می‌ماند تا زمانی که آزمودنی یکی از دو دکمه را فشار دهد (پاسخ بله / خیر).

تکلیف بازی شطرنج: این تکلیف برگرفته از روش پاول و همکاران (۲۰۱۷) است. در کار آزمایشی («بازی شطرنج»)، آزمودنی باید تصمیم بگیرد «چه حرکتی انجام دهد » این سناریو به آزمودنی بستگی دارد که یک بازی را چگونه دنبال کند و تصمیم بگیرد که از بین دو گزینه، کدام حرکت را انتخاب کند. بازی‌های شطرنج به طور تصادفی از پایگاه داده بازی‌های قبلی استادان شطرنج/ استادان بزرگ (http://www.chess.com/games/) با نقطه شروع تصادفی از بازی انتخاب شد. آزمودنی باید برای نشان دادن حرکت بعدی مهره، بین دو تصویر یکی را انتخاب کند. یک تصویر حرکتی است که استاد/ استاد بزرگ شطرنج در طول بازی شطرنج انجام داده است (پاسخ صحیح) و تصویر دوم، حرکتی متفاوت از مهره شطرنج (پاسخ نادرست) است. در شرایط کنترل آزمودنی باید تصمیم بگیرد «مهره بعدی کجا قرار خواهد گرفت؟ »به آزمودنی آموزش داده می‌شود که فقط یک قانون در سناریوی مهره وجود دارد و آن این است که مهره فقط می‌تواند از یک طرف تخته به طرف مخالف حرکت کند، یعنی یا از چپ به راست یا از بالا به پایین است؛ اما به عنوان مثال، هرگز از بالای تخته به سمت چپ یا راست یا از سمت راست تخته به بالا یا پایین تخته نمی‌رود .مهره با رنگ زرد نشان داده شد تا با زرد ارائه شده در شرایط تکلیف شطرنج، مطابقت داشته باشد. مهره‌های شطرنج نیز به طور تصادفی روی صفحه چیده می‌شوند تا از حرکت-های احتمالی شرکت‌کننده جلوگیری شود. در مجموع از دوازده سناریو مختلف در هر شرایط استفاده شد. هر بلوک شامل سه سناریو مختلف بود که در نتیجه چهار بلوک ایجاد شد. هر بلوک با ارائه یک سؤال کوتاه درباره معرفی بلوک به مدت ۶ ثانیه، برای آزمودنی آغاز شد. بلوک از دو بازی مختلف تشکیل شده است. نوار به تصویر کشیدن بازی با مهره در حال انجام در نیمه بالای صفحه به مدت ۱۲ ثانیه و سپس دو تصویر که نتایج ممکن این سناریو است برای ۱۲ ثانیه دیگر در نیمه پایین صفحه نمایش داده شد.

یافته‌ها

نتایج مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان نشان داد که میانگین سن آن‌ها ۳۰ سال (۱۶ زن و ۱۲ مرد) و در نهایت آزمودنی‌ای با ۳۳ سال سن و کسب نمره ۸۰ در مقیاس ارزیابی رشدی هوش‌های چندگانه برای انجام آزمایش انتخاب شد. مناطق فعال شده حین تکالیف جمع و تفریق در جدول ۱ ارائه شده است. این جدول شامل مختصات نواحی فعال شده و همچنین میزان فعالیت هر منطقه را در یکی از دو نیمکره نشان می‌دهد.

جدول ۱ مشخصات مناطق فعال شده برای تکالیف جمع و تفریق

مشخصات مناطق فعال شده برای جمع						مشخصات مناطق فعال شده برای تفریق					
نیمکره	نواحی مغزی	Z	Y	X	K	نیمکره	نواحی مغزی	Z	Y	X	K
چپ	مخچه	-۱۸	-۴۸	-۱۰	۶۳۳۰	چپ	مخچه	۶۰	-۵۶	-۲۴	۳۷۱۴
راست	شکنج کمربندی	۵۰	-۴	۱۲	۳۹۰	راست	شکنج کمربندی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۱۹۰
راست	مخچه	-۲۰	-۲۶	۲۴	۸۵۷۱	راست	مخچه	۶۰	-۵۶	-۲۴	۴۵۰۲

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

راست	شکنج پیشانی میانی	۵۰	-۴	۱۲	۷۷۹	
راست	اینسولا	۵۰	-۴	۱۲	۳۷۰	
چپ	اینسولا	۵۰	-۴	۱۲	۸۰	
چپ	زیرشکنج	۵۰	-۴	۱۲	۱۰۰۸	
راست	کمربند قدامی	۲۶	۲۴	۸	۹۷	
چپ	کمربند قدامی	۲۸	۱۲	-۶	۳۱	
چپ	شکنج پیشانی میانی	۲۴	۴۰	-۳۲	۷۸	
راست	شکنج پیشانی میانی	۵۰	-۴	۱۲	۶۷۱	
راست	شکنج پیش‌مرکزی	۵۰	-۴	۱۲	۳۳۴۳	
راست	شکنج پس مرکزی	۵۰	-۴	۱۲	۳۰۳۸	
راست	شکنج پیشانی‌تحتانی	۵۰	-۴	۱۲	۴۶۴	
راست	شکنج پیشانی‌فوقانی	۵۰	-۴	۱۲	۴۶۰	
راست	لوبول‌آهیانه فوقانی	۵۰	-۴	۱۲	۴۳۹	
راست	لوبول‌آهیانه تحتانی	۵۰	-۴	۱۲	۳۹۲	
راست	پیش‌گوه	۵۰	-۴	۱۲	۵۸۹	
چپ	پیش‌گوه	۵۰	-۴	۱۲	۳۲۵	
چپ	فوق حاشیه‌ای	۵۰	-۴	۱۲	۲۵۷	
راست	فوق حاشیه‌ای	۵۰	-۴	۱۲	۲۵۳	
راست	تالاموس	۵۰	-۴	۱۲	۱۹۸	
چپ	زبانی	۵۰	-۴	۱۲	۴۴	
چپ	گیجگاهی فوقانی	۸	-۶۲	-۶۰	۲۱۶	
راست	پیشانی فوقانی	۵۰	-۴	۱۲	۳۷۸	
چپ	پیشانی فوقانی	۵۰	-۴	۱۲	۲۵۳	
راست	دوکی‌شکل	۵۰	-۴	۱۲	۴۰	
چپ	شکنج پس مرکزی	۲۲	-۱۴	-۶۰	۵۴۸	
راست	اینسولا	۱۰	۱۰	۳۰	۷۵	
چپ	اینسولا	۶۰	-۵۶	-۲۴	۱۶۴	
راست	زیرشکنج	۶۰	-۵۶	-۲۴	۵۳۹	
راست	کمربند قدامی	۲۴	۲۴	۱۰	۶۴	
چپ	شکنج پیش‌مرکزی	۳۶	-۱۰	-۵۲	۱۳۸	
راست	شکنج پیشانی میانی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۳۱۴	
چپ	شکنج پیشانی میانی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۶۸۰	
راست	شکنج پیش‌مرکزی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۲۴۵	
چپ	شکنج پیشانی تحتانی	۲۴	۸	-۵۴	۲۰۵	
راست	شکنج پیشانی فوقانی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۳۱۸	
راست	لوبول‌آهیانه فوقانی	۶۰	-۵۶	-۲۴-	۴۰۸	
راست	لوبول‌آهیانه تحتانی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۱۱۵	
راست	پیش‌گوه	۶۰	-۵۶	-۲۴	۲۴۰	
چپ	پیش‌گوه چپ	۶۰	-۵۶	-۲۴	۲۰۶	
راست	فوق‌حاشیه‌ای	۶۰	-۵۶	-۲۴	۵۹	
چپ	فوق حاشیه‌ای	۶۰	-۵۶	-۲۴	۸۷	
راست	تالاموس	۲	-۱۸	۸	۱۳۸	
چپ	پیشانی تحتانی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۱۳۳	
راست	آهیانه فوقانی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۵۷۵	
راست	پیشانی فوقانی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۱۲۵	
چپ	پیشانی فوقانی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۲۸۲	
راست	شکنج‌گیجگاهی‌فوقانی	۸	-۲۰	۵۰	۱۱۲	
چپ	لوبول آهیانه تحتانی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۵۹	
چپ	آهیانه فوقانی	۶۰	-۵۶	-۲۴	۵۹۳	

K مخفف تعداد و کسل‌های فعال شده، مختصات(X,Y,Z) پیک فعال‌سازی در فضای Talairach، P>۰/۰۵ آستانه فعال‌سازی، FDR>۰/۰۵

یافته‌های حاصل از پردازش داده‌ها برای تکالیف جمع و تفریق در جدول ۱ نشان داد که انجام تکالیف جمع با فعالیت مناطق آهیانه، پیشانی و پیش پیشانی و همچنین تالاموس[1] دوطرفه، اینسولای[2] دوطرفه و مخچه[3] دوطرفه و پیش‌گوه[4] همراه بود (جدول ۱، شکل ۱، قسمت الف). همچنین حل مسائل تفریق به طور قابل توجهی نواحی آهیانه‌ای، پیشانی و مناطق پیش پیشانی را فعال ساخت. علاوه بر این با فعالیتی در اینسولای دوطرفه، مخچه و تالاموس نیز همراه شد (جدول ۱، شکل ۱، قسمت ب). مناطق فعال شده حین تکالیف ضرب و تقسیم در جدول ۲ ارائه شده است. این جدول نیز شامل مختصات نواحی فعال شده و همچنین میزان فعالیت هر منطقه را در یکی از دو نیمکره نشان می‌دهد.

[1]- Thalamus
[2]- Insula
[3]- Cerebellum
[4]- Precuneus

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

جدول۲ مشخصات مناطق فعال شده برای تکالیف ضرب و تقسیم

مشخصات مناطق فعال شده برای ضرب

نیمکره	نواحی مغزی	Z	Y	X	K
چپ	مخچه	۷۶	-۲۰	-۱۸	۲۲۸۹
راست	شکنج کمربندی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۱۰
راست	مخچه	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۳۴۹۴
راست	شکنج پیشانی میانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۴۱
راست	اینسولا	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۳۰
راست	شکنج پس مرکزی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۷۷
چپ	زیرشکنج	۴۰	۴	-۲۰	۴۷۲
چپ	کمربند قدامی	۲۴	۲۴	۱۰	۴۷
چپ	شکنج پیش‌مرکزی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۱۰۸۵
چپ	شکنج پیشانی میانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۶۸۸
راست	شکنج پیشانی میانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۱۸
راست	شکنج پیش‌مرکزی	۳۸	-۱۸	۴۲	۵۲۱
چپ	شکنج پس‌مرکزی	۲۲	-۱۴	-۶۰	۱۳۸۳
چپ	شکنج پیشانی تحتانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۳۲
چپ	شکنج پیشانی فوقانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۲۰۷
چپ	لوبول آهیانه فوقانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۳۲۳
چپ	لوبول آهیانه تحتانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۴۳
راست	پیش‌گوه	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۱۷۹
چپ	پیش‌گوه	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۱۹۷
چپ	فوق حاشیه‌ای	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۷۲
راست	فوق حاشیه‌ای	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۱۷
راست	تالاموس	۲	-۱۸	۸	۹۶
چپ	شکنج کمربندی	۴۴	-۲۶	-۱۴	۲۳۵
چپ	شکنج‌زبانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۴۱
چپ	شکنج گیجگاهی‌فوقانی	۴	-۱۸	۵۲	۱۷۳
چپ	پیشانی فوقانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۲۰۷
راست	پیشانی فوقانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۴۰
چپ	آهیانه فوقانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۴۸۰
راست	آهیانه فوقانی	-۲۰	-۲۰	-۱۸	۳۴۲

مشخصات مناطق فعال شده برای تقسیم

نیمکره	نواحی مغزی	Z	Y	X	K
چپ	مخچه	۶۲	-۳۴	-۳۶	۱۶۰۷
چپ	شکنج کمربندی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۴۷
راست	مخچه	۶۲	-۳۴	-۳۶	۳۰۴
چپ	شکنج پس مرکزی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۶۲۶
راست	شکنج پیشانی میانی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۱۸۵
چپ	اینسولا	۶۲	-۳۴	-۳۶	۱۳
راست	زیرشکنج	-۴۰	۶	-۲۰	۱۵۳
چپ	آهیانه فوقانی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۲۵۵
چپ	شکنج پیش‌مرکزی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۳۴۹
راست	پیشانی فوقانی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۱۷
چپ	شکنج پیشانی میانی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۸۰
راست	شکنج‌پیش‌مرکزی	۶۸	-۲۶	۳۰	۱۷۳
راست	شکنج پس‌مرکزی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۹
راست	شکنج پیشانی فوقانی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۱۱۵
راست	لوبول آهیانه فوقانی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۸۳
چپ	پیش‌گوه	۶۲	-۳۴	-۳۶	۵۹
چپ	پیشانی‌فوقانی	۶۲	-۳۴	-۳۶	۱۱۵
چپ	فوق حاشیه‌ای	۶۲	-۳۴	-۳۶	۸

K مخفف تعداد وکسل‌های فعال شده، مختصات (X,Y,Z) پیک فعال‌سازی در فضای Talairach، P>۰/۰۵ آستانه فعال‌سازی، FDR>۰/۰۵

مسائل مربوط به ضرب با فعالیت در مناطق گیجگاهی[1]، پیشانی و پیش پیشانی و آهیانه‌ای همراه بود. علاوه بر این با فعالیتی در مخچه دوطرفه و پیش‌گوه نیز همراه بود (جدول ۲، شکل ۱، قسمت ج) و مسائل تقسیم نیز فعالیت قابل توجهی را در مناطق آهیانه، پیشانی و مخچه دوطرفه

[1]- Temporal

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

نشان دادند (جدول ۲، شکل ۱، قسمت د). با توجه به مناطق بدست آمده از تکالیف جمع، تفریق، ضرب و تقسیم می‌توان انتظار داشت، هنگام انجام محاسبات مناطق پیشانی، به‌خصوص پیش پیشانی مانند شکنج پیشانی میانی، فوقانی و تحتانی فعال شوند و همچنین فعالیت هماهنگی را در قشر آهیانه به خصوص لوبول آهیانه فوقانی و تحتانی، مخچه، اینسولا، شکنج پیش و پس مرکزی، شکنج کمربندی، پیش‌گوه و فوق حاشیه‌ای مشاهده کرد. مناطق فعال شده حین تکالیف استدلال منطقی و بازی شطرنج در جدول ۳ ارائه شده است. این جدول نیز مانند جداول ۱ و ۲، مختصات نواحی فعال شده و فعالیت هر منطقه را در یکی از دو نیمکره ارائه می‌دهد.

جدول ۳ مشخصات مناطق فعال‌سازی برای شطرنج و استدلال منطقی

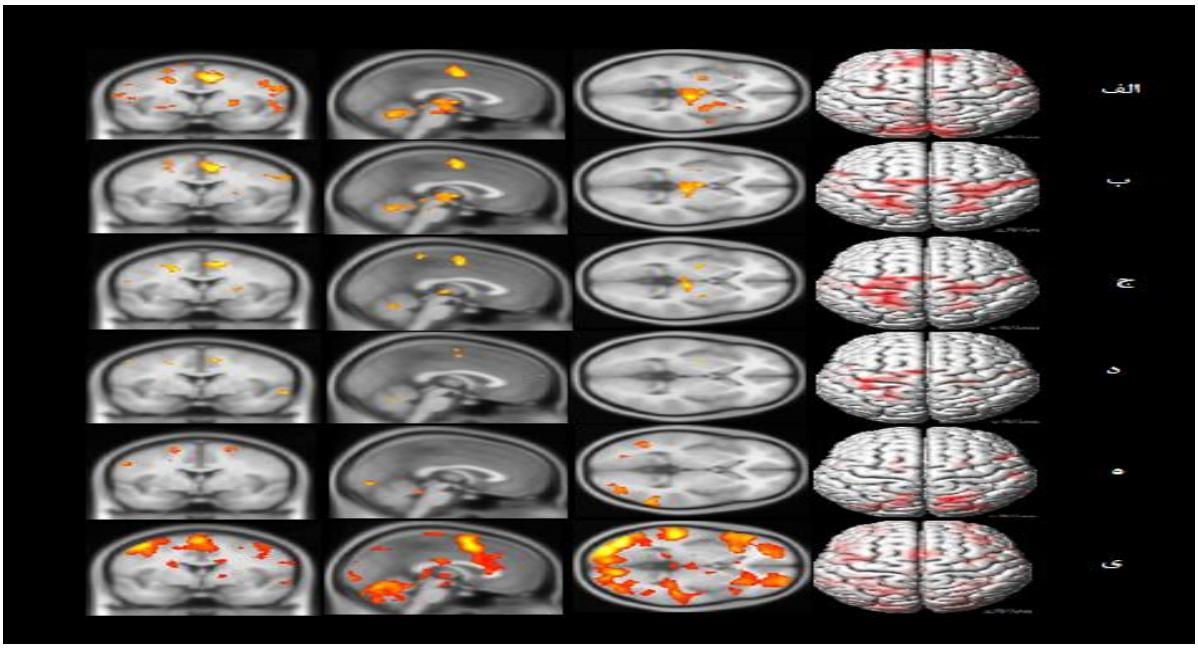
مشخصات مناطق فعال‌سازی برای استدلال منطقی						مشخصات مناطق فعال‌سازی برای شطرنج					
نیمکره	نواحی مغزی	Z	Y	X	K	نیمکره	نواحی مغزی	Z	Y	X	K
چپ	شکنج پس‌سری میانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۲۶۹۹	چپ	زیر شکنج	۲۸	۱۸	۱۳	۱۳۲۲
چپ	مخچه	-۸	-۹۲	-۳۴	۲۱۰۵۲	راست	شکنج کمربندی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۹۹۲
راست	مخچه	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۶۰۱۶	راست	پیش‌گوه	-۱۰	-۸۴	۲۴	۹۳۷
چپ	شکنج زبانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۲۰۳۸	راست	آهیانه‌فوقانی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۶۳۶
چپ	شکنج‌دوکی‌شکل	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۱۱۸	راست	شکنج پس‌سری میانی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۶۱۰
چپ	زیرشکنج	-۸	-۹۲	-۳۴	۵۵۱۲	راست	پس‌سری میانی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۵۰۷
چپ	شکنج پیشانی تحتانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۲۶۹۹	چپ	دوکی‌شکل	-۱۰	-۸۴	۲۴	۳۹۱
چپ	اینسولا	-۸	-۹۲	-۳۴	۹۴۵	چپ	پیش‌گوه	۶۲	-۸۴	-۱۴	۳۸۶
چپ	شکنج پیشانی فوقانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۲۲۹۱	راست	پس‌سری فوقانی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۷۲۱
چپ	شکنج پیشانی میانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۳۱۴۲	چپ	پس‌سری تحتانی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۲۴۶
چپ	شکنج پیشانی تحتانی	۵۶	-۶	۳۰	۹۱	راست	لوبول آهیانه فوقانی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۲۷۰
راست	پیشانی فوقانی دوطرفه	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۰۳۸	چپ	شکج دوکی‌شکل	-۱۰	-۸۴	۲۴	۲۱۰
راست	پیشانی میانی دوطرفه	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۱۳۹	چپ	شکنج پس‌سری تحتانی	۴۲	-۳۴	-۳۶	۱۹۷
راست	شکنج فوق‌حاشیه‌ای	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۸۹	چپ	شکنج پس‌سری فوقانی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۷۸
چپ	آهیانه تحتانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۱۳	چپ	لوبول آهیانه تحتانی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۱۰۲
چپ	لوبول‌آهیانه تحتانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۳۹۰	راست	فوق‌حاشیه‌ای	-۱۰	-۸۴	۲۴	۷۶
چپ	لوبول‌آهیانه فوقانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۷۱۳	راست	مخچه	-۱۰	-۸۴	۲۴	۴۷۷۲
چپ	آهیانه فوقانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۴۴	چپ	مخچه	-۱۰	-۸۴	۲۴	۱۳۹۸
راست	شکنج پیش‌مرکزی	-۸	-۹۲	-۳۴	۲۶۷	راست	شکنج‌زاویه‌ای	-۱۰	-۸۴	۲۴	۲۰
چپ	شکنج کمربندی	-۸	-۹۲	-۳۴	۸۰۳	چپ	شکنج پس‌مرکزی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۵۴
چپ	شکنج گیجگاهی میانی	-۸	۴	۶۲	۱۷۸۸	راست	شکنج پیشانی تحتانی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۲۰۸
چپ	پیشانی‌تحتانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۳۸۷	چپ	شکنج پیشانی میانی	-۱۰	-۸۴	۲۴	۲۷۳
چپ	آهیانه تحتانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۰۷۵	چپ	شکنج پیش‌مرکزی	۳۸	-۲	-۵۶	۱۳
چپ	آهیانه فوقانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۰۱۱	راست	شکنج پیشانی میانی	۶۴	-۸	-۱۶	۱۳
چپ	شکنج پس‌سری تحتانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۷۴۷	راست	شکنج پیشانی فوقانی	۴۶	۴۴	۲۰	۱۱۹
چپ	شکنج پس مرکزی	-۸	-۹۲	-۳۴	۵۳۷	چپ	شکنج کمربندی	۳۰	۶	۴	۱۳

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

چپ	شکنج پیش‌مرکزی	-۸	-۹۲	-۳۴	۵۲۳
چپ	شکنج گیجگاهی تحتانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۳۰۹
راست	تالاموس	-۸	-۹۲	-۳۴	۲۸۱
راست	کمربندقدامی	-۸	-۹۲	-۳۴	۲۵۰
راست	آهیانه‌فوقانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۴۳۲
راست	شکنج پیشانی تحتانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۴۴
راست	اینسولا	۱۴	-۲۴	-۳۴	۳۴۵
راست	شکنج پیشانی میانی	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۴۳۶
راست	پیشانی فوقانی دوطرفه	-۸	-۹۲	-۳۴	۶۹۰
راست	پیش‌گوه	-۸	-۹۲	-۳۴	۱۸۴۷
چپ	پیش‌گوه	-۸	-۹۲	-۳۴	۵۱۷
راست	پیشانی فوقانی دوطرفه	-۱۰	-۸۴	۲۴	۱۸۷
چپ	پیشانی فوقانی دوطرفه	۴۶	۲۴	۲۰	۱۲

K مخفف تعداد وکسل‌های فعال شده، مختصات (X,Y,Z) پیک فعال‌سازی در فضای Talairach، P>۰/۰۵ آستانه فعال‌سازی، FDR>۰/۰۵

پردازش داده‌های مربوط به بازی شطرنج، فعالیت نواحی آهیانه‌ای به خصوص شکنج زاویه‌ای و لوبول آهیانه تحتانی، نواحی پس‌سری (شکنج پس‌سری میانی و تحتانی) و پیشانی و پیش‌پیشانی (شکنج پیشانی میانی، شکنج پیشانی فوقانی و تحتانی) را نشان داد. همچنین با فعالیتی در مخچه دوطرفه نیز همراه بود (جدول ۳، شکل ۱، قسمت ه). در مورد پردازش داده‌های مربوط به تکلیف استدلال منطقی نیز فعالیت‌هایی در مناطق پیش‌پیشانی، آهیانه‌ای و پس‌سری مشاهده شد. انجام این تکلیف با فعالیت قابل توجهی در مناطق مخچه دوطرفه، اینسولای دوطرفه و شکنج زبانی نیز همراه بود (جدول ۳، شکل ۱، قسمت ی).



شکل ۱ نواحی فعال‌سازی مرتبط با جمع (الف)، تفریق (ب)، ضرب (ج)، تقسیم (د)، بازی شطرنج (ه) و استدلال منطقی (ی)

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

بحث

پژوهش حاضر با هدف شناسایی مناطق فعال‌سازی مغزی مرتبط با هوش منطقی- ریاضی براساس مهارت‌های اصلی این هوش انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که هنگام انجام محاسبات فعالیت هماهنگی در قشر آهیانه و همچنین مناطق پیش‌پیشانی مانند شکنج پیشانی میانی و فوقانی مشاهده می‌شود. این یافته با نتایج پژوهش‌های (انصاری، ۲۰۱۶؛ کلارک و همکاران، ۲۰۲۰؛ منون، ۲۰۱۶؛ پترز و دی اسمیت، ۲۰۱۸؛ گرگ و گلیمور، ۲۰۱۴؛ ایوانز و همکاران، ۲۰۱۵؛ ارسالیدو و تیلور، ۲۰۱۱) همسو است. در تبیین یافته‌های بدست آمده می‌توان گفت مناطق آهیانه تحتانی و فوقانی دوطرفه که مسئول دانش معنایی مقادیر عددی هستند (ارسالیدو و تیلور، ۲۰۱۱)، ازجمله مناطق کلیدی برای کارهای محاسبه محسوب می‌شوند و فعالیت بیشتر در لوبول آهیانه تحتانی، به عنوان شواهد عملکردی در مهارت پردازش مقدار عددی است و عملیات اعمال شده روی اعداد به حافظه کلامی و دستکاری‌های معنایی مرتبط با اندازه متکی است. همچنین فعالیت در لوب پیش‌پیشانی با عملکردهای شناختی مانند حافظه فعال و تأکید قابل توجه بر نقش آن در نظارت یا دستکاری اطلاعات که در کارهای محاسبه مورد نیاز است، مرتبط می‌باشد (پترز و همکاران، ۲۰۱۸). انجام بازی شطرنج نیز با درگیرشدن لوب‌های آهیانه‌ای و پس‌سری همراه است. این یافته نیز با پژوهش‌های (آلتسشول و دیری، ۲۰۱۹؛ سانگ و همکاران، ۲۰۱۹؛ پاول و همکاران، ۲۰۱۷؛ لی و همکاران، ۲۰۱۵؛ کانگ و همکاران، ۲۰۱۵) همسو است. در تبیین این یافته می‌توان گفت، این مناطق با درک فضایی، تصویربرداری و چرخش ذهنی درگیر هستند (پاول و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین یافته‌های ما فعالیتی را در مناطق لوب‌پیشانی نشان داد که با یافته پژوهش گانگ و همکاران (۲۰۱۵) همسو است و در تبیین این یافته می‌توان گفت که هنگام بازی شطرنج، بهترین حرکت از سوی بازیکن از طریق الگوهای شطرنج، شبیه‌سازی و تصور می‌شود و به‌وسیله درگیر کردن عملکردهای شناختی سطح بالا مانند برنامه‌ریزی اقدامات آینده، درک فضایی، حافظه فعال، حل مسئله، قضاوت و تصمیم‌گیری در مورد انتخاب الگوهای قبلاً بدست آمده، به وجود می‌آید.

در پایان طی تکلیف استدلال منطقی دو ناحیه بزرگ در قشرهای پس‌سری-گیجگاهی، قشر پیشانی فوقانی، قشر آهیانه تحتانی و فوقانی و قشر پیش‌پیشانی فعال شدند. این یافته با نتایج پژوهش‌های (اسجیلینگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ ساتو و همکاران، ۲۰۱۵؛ پرادو و نووکف، ۲۰۰۷؛ فانگمیر و همکاران، ۲۰۰۶؛ استوکو و اندرسون، ۲۰۰۸) همسو است. در تبیین یافته‌های بدست آمده می‌توان گفت فعال شدن بخش‌هایی از قشرهای آهیانه‌ای و پس‌سری در طول استدلال منطقی، به نقش فرآیندهای بینایی- فضایی اشاره دارند و هر چه ویژگی‌های دیداری بیشتری شرح داده شود، فعالیت بیشتری در مناطق پس‌سری مشاهده می‌شود (ساتو وهمکاران، ۲۰۱۵). همچنین می‌توان فعالیت در مناطق پیش‌پیشانی را به عنوان عملکرد شناختی سطح بالا مانند نظارت بر عملکرد، حافظه فعال، انعطاف‌پذیری استراتژی و فرآیندهای برنامه‌ریزی بیان کرد (رزنبرگ، ایوکالانو، بی، ریچاردسون، کین، جولز و منون[1]، ۲۰۱۸). این یافته‌ها با نواحی ادعا شده توسط گاردنر در سال ۱۹۸۳ مطابقت دارد؛ اما این پژوهش فعالیت‌های قابل توجهی را نیز در نواحی مخچه، اینسولا، شکنج

[1]- Rosenberg-Lee, Iuculano, Bae, Richardson, Qin, Jolles & Menon

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

کمربندی، پیش‌گوه، شکنج پیش و پس‌مرکزی، شکنج دوکی شکل و شکنج فوق حاشیه‌ای نشان می‌دهد که در هر سه مهارت چشمگیر بودند.

مخچه به دلیل دخالت در عملکردهای حرکتی شناخته شده است و مطالعات صورت گرفته روی ریاضیات، فعالیت مخچه را گزارش کرده‌اند (کلارک، لیو، رایت، بدریک و ادگین[1]، ۲۰۱۷). پس در تبیین این یافته می‌توان گفت که مخچه تحت تأثیر برنامه‌ای تعیین شده از عمل یا هدف تکلیف، در هماهنگی دیداری دخالت دارد. گوه مغز نیز با پردازش اطلاعات دیداری مرتبط است (وانی، پورتین و هری[2]، ۲۰۰۸). اینسولا نیز فعالیت دو طرفه‌ای را در حین انجام تکالیف نشان داد. این یافته نیز با نتایج پژوهش (سریدهاران، لویتین[3] و منون، ۲۰۰۸) همسو است. در تبیین یافته بدست آمده می‌توان گفت که اینسولا با جابه‌جایی بین سایر شبکه‌های مغزی به پردازش خطاها می‌پردازد (اودین و منون[4]، ۲۰۰۹). شکنج کمربندی نیز در یافته‌های پژوهش جان و فردریک[5] (۲۰۱۵) گزارش شد. در تفسیر این یافته می‌توان گفت که شکنج کمربندی با ادغام اطلاعات موجود به پیاده‌سازی اهداف شناختی می‌پردازد (جولز، ساپیکار، ریچاردسون، آشکنازی[6]، رزنبرگ و منون، ۲۰۱۶).

شکنج دوکی‌شکل به عنوان یکی دیگر از مناطق فعال شده در هوش منطقی- ریاضی، در پژوهش ارسالیدو و تیلور (۲۰۱۱) نیز گزارش شد. در تبیین این یافته می‌توان چنین عنوان نمود که احتمالاً شکنج دوکی شکل نقش مؤثری در تشخیص دیداری محرک‌ها و تلفیق ویژگی‌ها دارد (دامونسیل[7]، ۲۰۱۴). شکنج پیش مرکزی و پس مرکزی نیز با فعالیت قابل توجهی در این تکالیف همراه بودند. در تبیین این یافته می‌توان اشاره نمود که شکنج پیش و پس مرکزی در حرکات چشم نقش دارند؛ بنابراین هر دو فرآیند معمولاً در کارهای شناختی که شامل ارائه محرک‌های دیداری است، دخیل هستند. (اندرسون، مانان، حسین، رس، سامنر، پورت، مک رابی و کنارد[8]، ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری

تفاسیر بدست آمده از عصب شناختی هوش منطقی- ریاضی را می‌توان در تدریس و برنامه‌های درسی استفاده کرده تا آموزش براساس شخصی‌سازی و نقاط قوت هر فرد بتواند، پیشرفت تحصیلی را بهبود بخشد و به عنوان یک الگوی جامع در زمینه‌های علوم اعصاب و همچنین مربیان به خدمت گرفته شود. این مطالعه نیز مانند سایر مطالعات با محدودیت‌هایی همراه بود. برای مثال در مطالعات تصویرسازی تشدید مغناطیس کارکردی، تکالیف کار باید تا حد امکان دارای محدودیت زمانی باشند. بدین معنا که ارائه محرک باید کوتاه و در حد چند ثانیه باشد؛ زیرا در فواصل طولانی کنترل فرآیندهای مزاحم و نامربوط مانند سرگردانی ذهن دشوار می‌شود. در پایان ذکر این نکته مهم است که طراحی تکالیف بهتر است به صورتی باشد که نیاز به پاسخ دستی داشته باشد؛ زیرا پاسخ‌های دستی بر پاسخ‌های کلامی ترجیح دارند و سر با احتمال کمتری حرکت می‌کند و کیفیت تصاویر به خطر نمی‌افتد و این خود محدودیت دیگری برای استفاده از این روش است.

[1]- Clark, Liu, Wright, Bedrick & Edgin
[2]- Vanni, Portin & Hari
[3]- Sridharan & Levitin
[4]- Uddin & Menon
[5]- Jeon, & Friederici
[6]- Jolles, Supekar, Richardson, Tenison & Ashkenazi
[7]- Dumontheil
[8]- Anderson, Mannan, Husain, Rees, Sumner, Mort, McRobbie & Kennard

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

سپاسگزاری

این مقاله، برگرفته از پایان‌نامه برای دریافت درجه دکتری است که با کد ۱۵۴۵۳۰۱ در سامانه پژوهش دانشگاه ثبت و دارای تأیید کمیته اخلاق از دانشگاه علوم پزشکی ایران با کد اخلاق IR.IUMS.REC.1398.1150 است. از تمام کسانی که محققین را در انجام این پروژه کمک نموده‌اند، همچنین از مسئولین و کارشناسان محترم آزمایشگاه ملی نقشه‌برداری مغز که ما را در انجام آزمایش‌ها همراهی نمودند، کمال تشکر و امتنان را داریم.

References

Altschul DM, Deary IJ. (2019). Playing analog games is associated with reduced declines in cognitive function: a 68 year longitudinal cohort study. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci. 75, 474-482.

Anderson EJ, Mannan SK, Husain M, Rees G, Sumne P, Mort DJ, McRobbie D, Kennard C. (2007). Involvement of prefrontal cortex in visual search. Exp. Brain Res. 180, 289–302.

Ansari D, Grabner RH, Koschutnig K, Reishofer G, Ebner F. (2011). Individual differences in mathematical competence modulate brain responses to arithmetic errors: An fMRI study. Learn Individ Differ. 21, 636–43.

Ansari D. (2016). Number Symbols in the Brain. Development of Mathematical Cognition: Neural Substrates and Genetic Influences. 2, 27–50. (In Persian)

Arsalidou M, Taylor MJ. (2011). Is 2+2=4? Meta-analyses of brain areas needed for numbers and 17 calculations. Neuroimage. 54, 2382–93.

Ashcraft MH. (1995). Cognitive psychology and simple arithmetic: A review and summary of new directions. J Numer Cogn. 1, 3-34.

Clark CAC, Hudnall RH, Perez-Gonzalez S. (2020). Children's neural responses to a novel mathematics concept. Trends Neurosci Educ. 20, 1-39.

Clark CAC, Liu Y, Wright NLA, Bedrick A, Edgin JO. (2017). Functional neural bases of numerosity judgments in healthy adults born preterm. Brain and Cognition. 118, 90-99.

Cragg L, Gilmore C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. Trends in Neuroscience and Education. 3, 63–68.

Dumontheil I. (2014). Development of abstract thinking during childhood and adolescence: The role of rostrolateral prefrontal cortex. Developmental Cognitive Neuroscience. 10, 57–76.

Eggen P, Kauchak D. (2019). Educational Psychology. Translated by: Rashid KH. Tehran: Hoshmand Tadbir. 1, 194-198. (In Persian)

Evans TM, Kochalka J, Ngoon TJ, Wu SS, Qin S, Battista C, Menon V. (2015). Brain Structural Integrity and Intrinsic Functional Connectivity Forecast 6 Year Longitudinal Growth in Children"s Numerical Abilities. Journal of Neuroscience. 35, 11743–11750.

Fangmeier T, Knauff M, Ruff CC, Sloutsky V. (2006). FMRI evidence for a three-stage model of deductive reasoning. J Cogn Neurosci. 18, 320-34.

Gong Y, Ericsson KA, Moxley JH. (2015). Recall of briefly presented chess positions and its relation to chess skill. PLoS One. 10, 35-55.

Jeon HA, Friederici AD. (2015). Degree of automaticity and the prefrontal cortex. Trends in Cognitive Sciences. 19, 244–250.

Jolles DD, Supekar KS, Richardson J, Tenison C, Ashkenazi S, Rosenberg-Lee M, Menon V. (2016). Reconfiguration of parietal circuits with cognitive tutoring in elementary school children. Cortex. 83, 231–245.

Li K, Jiang J, Qiu L, Yang X, Huang X, Lui S, Gong O. (2015). A multimodal MRI dataset of professional chess players. Scientific Data. 1, 44-53.

Menon V. (2016). Chapter 7 – Memory and cognitive control circuits in mathematical cognition an learning. Prog Brain Res. 227, 159–86.

Peters L, De Smedt B. (2018). Arithmetic in the developing brain: A review of brain imaging

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]
[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]

studies. Developmental Cognitive Neuroscience. 30, 265–279.

Powell JL, Grossi D, Corcoran R, Gobet F, Garcia Finana M. (2017). The neural correlates of theory of mind and their role during empathy and the game of chess: A functional magnetic resonance imaging study. Neurosci. 355, 149-160.

Prado J, Noveck IA. (2007). Overcoming Perceptual Features in Logical Reasoning: A Parametric Functional Magnetic Resonance Imaging Study. J Cogn Neurosci. 19(4), 642–57.

Rosenberg-Lee M, Iuculano T, Bae SR, Richardson J, Qin S, Jolles D, Menon V. (2018). Short-term cognitive training recapitulates hippocampal functional changes associated with one year of longitudinal skill development. Trends in Neuroscience and Education. 10, 19–29.

Sato Y, Masuda S, Someya Y, Tsujii T, Watanabe S. (2015). An fMRI analysis of the efficacy of Euler diagrams in logical reasoning. VLlHCC. 8, 1-9.

Schilling K, Gao Y, Janve Y, Stepniewska I, Landman BA, Anderson AW. (2017). Can increased spatial resolution solve the crossing fiber problem for diffusion MRI?. NMR in Biomedicine. 30, 87-101.

Shearer CB, Karanian JM. (2017). The Neuroscience of Intelligence: Empirical Support for the Theory of Multiple Intelligences? Trends Neurosci Educ. 6, 211-23.

Shearer CB. (2019). A detailed neuroscientific framework for the multiple intelligences: Describing the neural3components for specific skill units within each intelligence. Int J Psychol Stud. 11, 1-26.

Song L, Peng Q, Liu S, Wang J. (2019). Changed hub and functional connectivity patterns of the posterior fusiform gyrus in chess experts. Neurotherapeutics. 131, 74-86.

Sridharan D, Levitin DJ, Menon V. (2008). A critical role for the right fronto-insular cortex in switching between central-executive and default-mode networks. PNAS, 105, 12569–12574.

Sternberg RJ. (2018). The Nature of human intelligence. Cambridge University Press. 527-530.

Stocco A, Anderson GR. (2008). Endogenous Control and Task Representation: An fMRI Study in Algebraic Problem-solving. J Cogn Neurosci. 20, 1300–14.

Uddin LQ, Menon V. (2009). The anterior insula in autism: under-connected and under-examined. Neurosci. Biobehav. Rev, 33, 1198–1203.

Vanni S, Portin K, Hari R. (2008). Mu rhythm modulation during changes of visual percepts. Neurosci. 91, 21–31.

Waterhouse L. (2006). Multiple intelligences, the Mozart effect, and emotional intelligence: A critical review. Educational Psychologist. 41, 207–225.

[Downloaded from shenakht.muk.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.25886657.1400.8.6.9.3]

[DOI: 10.32598/shenakht.8.6.83]