

## مقایسه میزان فعالیت مغزی در زمان ارائه تصاویر دوبعدی و سه‌بعدی در دانش آموزان با هوش فضایی بالا و پایین

بهناز امجدی<sup>۱</sup>، آیدا چوب ساز<sup>۲</sup>، محمد حسین ضرغامی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۳۰

تاریخ وصول: ۱۳۹۷/۰۲/۱۰

### چکیده

هدف پژوهش حاضر، مقایسه فعالیت مغزی دانش آموزان دبیرستانی، در زمان آموزش و نحوه عملکرد قلب، از طریق ویدئوهای کامپیوتری بود. در یکی از ویدئوها تصاویر آموزشی دوبعدی و در ویدئوی دیگر تصاویر سه‌بعدی (۱۵ تصویر) قابل رؤیت بود. این پژوهش به لحاظ دست‌کاری متغیر مستقل، نیمه آزمایشی محسوب می‌شود. در این پژوهش متغیر مستقل فعال شامل بعد تصاویر ارائه شده و متغیر مستقل هویتی، شامل هوش فضایی (بالا و پایین) دانش آموزان بود. جامعه مورد مطالعه کلیه دانش آموزان دبیرستانی رشته تجربی، شهرستان بردسکن می‌باشند که در سال تحصیلی ۹۷-۹۶ ثبت‌نام کرده‌اند. از این جامعه ۵۰ نفر با هوش فضایی بالا و ۵۰ نفر با هوش فضایی پایین (در هر گروه ۲۵ نفر زن و ۲۵ نفر مرد) به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای انتخاب شدند. امواج مغزی دانش آموزان از طریق دستگاه EEG از نقاط مختلف مغز به دست آمد. داده‌های نهایی بعد از حذف نویز و آرتیفکت‌ها، با تکنیک تحلیل واریانس دو راهه تحلیل شدند. نتایج نشان داد که تفاوت معناداری در میزان فعالیت مغزی دانش آموزان با هوش فضایی بالا و پایین، وجود ندارد ( $p > 0.05$ ). این موضوع در مورد سطوح مختلف ابعاد تصاویر (دو بعد و سه بعد) و همچنین تعامل هوش فضایی و ابعاد تصاویر صادق است. یافته‌های جانبی نشان می‌دهند که میزان فعالیت مغزی دانش آموزان وابسته به جنسیت است ( $p < 0.01$ )، از طرفی جنسیت با نوع تصاویر ارائه‌شده نیز تعامل معنادار دارد ( $p < 0.01$ ).

واژگان کلیدی: امواج مغزی، هوش فضایی، ابعاد تصاویر، دو بعد، سه بعد، EEG، جنسیت.

۱. کارشناسی ارشد، روان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار amjadi.behnaz@yahoo.com

۲. دانشجوی دکتری روان‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر aidach7465@gmail.com

۳. استادیار گروه سنجش و اندازه‌گیری تربیتی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله، تهران، ایران (نویسنده مسول)

zar100@gmail.com

## مقدمه

شناخت فرآیند یادگیری در انسان سابقه‌ای طولانی دارد و به نظر می‌رسد تبیین آن همچنان ادامه داشته باشد. این تبیین، وابسته به این است که پژوهشگر چه دیدگاهی را برای شناخت فرآیند یادگیری در نظر می‌گیرد. با این وجود، درحالی‌که این دیدگاه‌های متفاوت همگی به گسترش فهم یادگیری کمک می‌کنند، اما موفق نشده‌اند، آن را به‌طور کامل مشخص نمایند. یکی از دلایل مهم عدم موفقیت این است که بیشتر این مطالعات، مبتنی بر مشاهدات محققان و روش‌های خودگزارش‌دهی هستند. اگر بتوان یادگیری را بر پایه عملکرد مغز تعریف و چهارچوب آن را بر این اساس روشن نمود، مسئله تبیین شفاف و دقیق آن تا حدود زیادی حل می‌شود. با پیشرفت‌های فنی در حوزه علوم عصب‌شناختی، محققان تلاش می‌کنند از طریق مطالعه رابطه بین یادگیری و ساختارها<sup>۱</sup> و کارکردهای<sup>۲</sup> مغز، مسئله یادگیری و فرآیند آن را مشخص نمایند. یکی از عوامل مهمی که پژوهشگران حوزه مغز در مورد ساختارهای متفاوت مغزی دست‌یافته‌اند این است که تجارب و شرایط مختلف به ساختارهای متفاوت مغزی منجر می‌شود. همچنین مغز به‌منظور شناخت خود، به تعاملاتش با محیط پاسخ می‌دهد (مارکیم و گرینف، ۲۰۰۴؛ توبت و همکاران، ۲۰۱۰). این پاسخ‌دهی به یادگیری منجر می‌شود.

مطالعات متعددی در خصوص اثرات رسانه‌های آموزشی بر یادگیری با تعریف عملیاتی انرژی صرف شده مغزی که بر اساس ای‌ای جی رصد می‌شود، انجام شده است؛ اما این یافته‌ها نتایج متناقضی دارند. این مطالعه قصد دارد با در نظر گرفتن هوش فضایی به‌عنوان متغیر تعدیل‌کننده به نتیجه‌ای در مورد میزان فعالیت مغزی شرکت‌کنندگان زمانی که به آن‌ها تصاویر دوبعدی و سه‌بعدی ارائه می‌شود، پردازد.

حوزه‌های مورد مطالعه در این پژوهش، مطالعات مغزی و آموزش است که هر دو به‌شدت، تحت تأثیر تکنولوژی قرار گرفته‌اند. امکان نقشه‌برداری مغزی و رصد فعالیت‌های مغزی از طریق ابزار مختلف به وجود آمده است و از طرفی ابزارهای آموزشی مختلف دست آموزش‌دهندگان را برای انطباقی‌تر کردن آموزش‌ها فراهم آورده‌اند. به‌عنوان مثال در حوزه

1. structure
2. function

یادگیری، نظریات موجود و مربوط به پردازش اطلاعات<sup>۱</sup>، بار شناختی<sup>۲</sup>، حافظه کاری<sup>۳</sup> و رمز گذاری دو گانه<sup>۴</sup> در مطالعه هم زمان یادگیری و فعالیت های مغزی گسترش یافته اند. نظریه بار شناختی ون مریبو و پاس<sup>۵</sup> (۱۹۹۸) بیان می کند که اگر اطلاعاتی از طریق هر دو کانال دیداری و شنیداری پردازش شوند، ظرفیت حافظه کاری می تواند افزایش یابد (سویلر<sup>۶</sup> و همکاران، ۱۹۹۸). در خصوص تعمیم پردازش اطلاعات، با کارکردهای بلندمدت، پایویو (۱۹۹۱) پیشنهاد می کند که شناخت انسان دو نظام مجزا به منظور پردازش اطلاعات دارد: یکی برای اطلاعات کلامی و دیگری برای اطلاعات بینایی. این ها نمونه ای از نظریات یادگیری اند که بر عملکرد مغز متمرکز شده اند. علاوه بر این دیداری سازی یکی دیگر از قابلیت هایی است که به مدد گسترش ابزارهای آموزشی پیشرفته، به لحاظ اجرا تسهیل شده است (مانند ارائه تصاویر دوبعدی و سه بعدی). یادگیری مبتنی بر ادراک دیداری اثرات پایدارتر و به لحاظ یادگیری مفاهیم، برای یادگیری مفاهیم عمیق تر استفاده می شود. به عنوان نمونه، محققانی که از نظریه رمز گذاری دو گانه حمایت می کنند؛ معتقدند که اطلاعات بینایی که در حافظه بلندمدت ذخیره می شوند می تواند بیشتر از اطلاعات کلامی باقی بماند و تمام اطلاعاتی که در این حافظه ذخیره شده اند برخی از کیفیت های و ویژگی های دیداری دارند (کراسنی، سادوسکی و پایویو<sup>۷</sup>، ۲۰۰۷).

از طرفی، پژوهش های بیسر<sup>۸</sup> (۱۹۹۹) در حوزه عصب شناختی پیشنهاد می کند که نوسان های عصبی (شدت و فراوانی<sup>۹</sup> امواج مغزی) در الکترو آنسفالو گرام (EEG) با بعضی از عملکردهای مغزی مانند ثبت حسی<sup>۱۰</sup>، ردیابی<sup>۱۱</sup>، ادراک، حرکت و فرآیندهای شناختی مرتبط با توجه، یادگیری و حافظه<sup>۱۲</sup> در ارتباط اند. با آزمون ارتباط بین فعالیت مغز و

- 
1. information processing
  2. cognitive load
  3. working memory
  4. dual coding
  5. Van merrienboer & paas
  6. Sweller
  7. Krasny, sasoski
  8. basar
  9. amplitude and frequency
  10. sensory registration
  11. tracking
  12. attention, learning, and memory

فرآیندهای شناختی، کِلِمِش (۱۹۹۹) نشان داد که نوسان‌های عصبی در امواج آلفا و تتا بیشتر مربوط به عملکرد حافظه و شناخت می‌باشند، بالأخص این که آلفا به‌عنوان ریتم غالب در EEG مغز افراد بالغ محسوب می‌شود. در این مطالعه فعالیت‌های مغزی به‌عنوان متغیر وابسته، با استفاده از ای‌ای جی (EEG) رکورد می‌شود. تا اینجا به موضوعات ارتباط یادگیری به‌صورت دیداری با الگوی امواج مغزی پرداخته شد. به نظر می‌رسد این ارتباط که عموماً به‌صورت گزاره‌های کلی مطرح می‌شوند، وابسته به متغیرهای تعدیل‌کننده بسیاری باشد. در این مطالعه هوش فضایی به‌عنوان یک متغیر تعدیل‌کننده در نظر گرفته می‌شود. هوش فضایی با هر کدام از متغیرهای ذکر شد در ابتدا در ارتباط است. گاردنر (گاردنر، ۱۹۹۹) هوش فضایی را به‌عنوان پتانسیلی برای شناسایی، تشخیص و دست‌کاری الگوها در یک فضای بازتعریف کرد؛ به‌طوری‌که الگوها با نواحی در نظر گرفته‌شده منطبق شوند. برونی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند آزمودنی‌هایی با سطوح بالای هوش فضایی، انرژی کمتری را در مقایسه با افراد هوش فضایی در سطح پایین، در تکالیف سنجش هوش فضایی، مصرف کردند که می‌تواند دلیلی بر تلاش مغز برای انجام تکالیف چرخش روانی باشد. به نظر می‌رسد که هوش فضایی نقش مهمی را در فهم تکالیف دیداری‌سازی فضایی در موقعیت‌های مختلف بازی می‌کند؛ به‌عنوان مثال کوژن نیگو، موتز و هگاتی<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) مشاهده کرد که یادگیرندگان با هوش فضای بالا در حل مسائل حرکتی، مثل تفسیر تصاویر جنبش‌شناسی بهتر عمل می‌کنند. ام. اُراین، بین‌هایم و کالی<sup>۳</sup> (۱۹۹۷) نشان دادند که بین هوش فضایی و استعداد دیداری‌سازی فضایی در دوره آموزش مقدماتی زمین‌شناسی همبستگی وجود دارد. هوفلر<sup>۴</sup> (۲۰۱۰) در یک فراتحلیل روی ۲۷ آزمایش مختلف از ۱۹ مطالعه نشان داد که ۱- هوش فضایی از طریق بصری‌سازی نقش مهمی را در یادگیری بازی می‌کند ۲- یک اثر جبرانی از تصاویر متحرک برای یادگیرندگان با هوش فضایی پایین و یک چنین اثری از تصاویر ایستا برای یادگیرندگان با هوش فضایی بالا وجود دارد. ۳- نشانه‌های عمق در دیداری‌سازی سه‌بعدی، به یادگیرندگان با توانایی هوش فضایی پایین کمک کند تا فرآیند دیداری شده را بهتر درک کند و این نشانه‌ها مانند مدل‌های آماده‌ای

- 
1. Barone
  2. Kozhevnikov, Motes & Hegarty
  3. Orion, Ben-chain, & Kali
  4. Hoffler

هستند که به فهم بهتر فضای سه بعدی به یادگیرندگان با هوش فضایی پایین کمک می کند. در این مطالعه هوش فضایی به عنوان متغیر تعدیل کننده مطالعه در نظر گرفته شده است. با بررسی رابطه بین امواج آلفا و آموزش چندرسانه‌ای، گرلیک و جازووک (۲۰۰۱) فعالیت مغز را در چهل دانشجو (که به وسیله نمرات آزمون دانش فیزیک به افراد نخبه و مبتدی تقسیم بندی شده بودند) بین ارائه متنی (متن، تصاویر و دیاگرام‌های پرینت گرفته شده) و ارائه چندرسانه‌ای (متن، صدا، ویدئو و تصاویر متحرکی که در یک کامپیوتر ارائه می شد) را بررسی کردند و نشان دادند که ۱- ارائه چندرسانه‌ای که در کامپیوتر نمایش داده شده بود، قدرت امواج آلفای کمتری را نسبت به زمانی که تصاویر فقط در قالب دیاگرام‌های پرینتی ارائه شده بودند، نشان داد. ۲- افراد نخبه با توجه به نوع ارائه نتایج یادگیری بهتری را نسبت به مبتدی‌ها نشان دادند و ۳- هیچ تفاوت معناداری در میزان یادگیری مرتبط با نوع ارائه وجود نداشت.

با توجه به اندازه‌های قدرت آلفای پایین مشاهده شده در نمایش چندرسانه‌ای ارائه شده از طریق کامپیوتر، گرلیک و جازووک<sup>۱</sup> (۲۰۰۱) معتقد بودند که ناآشنا بودن بعضی از دانشجویان به کامپیوتر می توانست به عنوان یک دلیل احتمالی برای اندازه‌های قدرت پایین امواج آلفا باشد (تلاش روانی بیشتر). علاوه بر این یادگیری چندرسانه‌ای هنگام کار با یک کامپیوتر ممکن است پرطرفدارتر از زمانی باشد که موضوعات در قالب پرینت ارائه می شوند. علاوه بر این تقسیم بندی آزمودنی‌ها به نخبه و مبتدی بر اساس نمرات دانش فیزیک ممکن است با ارزیابی دقت تأثیر آموزشی ارائه چندرسانه‌ای و متنی تداخل کند زیرا امکان دارد که سطح دانش قبلی بر نتایج یادگیری اثر داشته باشد تا نوع ارائه.

درحالی که شواهد تحقیقاتی برای حمایت از رابطه مثبت بین هوش عمومی و EEG وجود دارد، در حال حاضر مطالعات بسیار اندک یا هیچ مطالعه‌ای در خصوص ارتباط بین هوش فضای و فعالیت مغزی وجود ندارد. درحالی که تحقیق گرلیک و جازوویک (۲۰۰۱) بر برخی اثرات آموزش چندرسانه‌ای که به وسیله فعالیت مغزی در طول آموزش ایجاد شده پرداخته است؛ یافته‌های تحقیقاتی آن‌ها به برخی نتایج منتهی می شود که بعضی از آن‌ها عبارت‌اند از ۱- مواد یادگیری استفاده شده در این مطالعات به شکل ساده‌ای از دانش توصیفی محدود می شوند. ۲- در این مطالعات کمتر به هوش فضایی به عنوان یکی از توانمندی‌های

1. Gerlic & Jausovec

مهم مخصوصاً در آموزش چندرسانه‌ای، تأکید شده است. آموزش‌های چندرسانه‌ای بسیار تجسمی‌اند و اغلب شامل حرکت یا تغییر در تصاویر می‌باشند. همان‌طور که پیش‌تر بحث شد، درحالی‌که شواهد تحقیقاتی برای حمایت از رابطه مثبت بین هوش عمومی و EEG وجود دارد، در حال حاضر مطالعات بسیار اندک یا هیچ مطالعه‌ای در خصوص ارتباط بین هوش فضای و فعالیت مغزی وجود ندارد. درحالی‌که تحقیق گرلیک و جازویک (۲۰۰۱) بر برخی اثرات آموزش چندرسانه‌ای که به وسیله فعالیت مغزی در طول آموزش ایجاد شده است؛ پرداخته است؛ یافته‌های تحقیقاتی آن‌ها به برخی نتایج منتهی می‌شود که بعضی از آن‌ها عبارت‌اند از ۱- مواد یادگیری استفاده‌شده در این مطالعات به شکل ساده‌ای از دانش توصیفی محدود می‌شوند. ۲- در این مطالعات کمتر به هوش فضایی به‌عنوان یکی از توانمندی‌های مهم مخصوصاً در آموزش چندرسانه‌ای، تأکید شده است. آموزش‌های چندرسانه‌ای بسیار تجسمی‌اند و اغلب شامل حرکت یا تغییر در تصاویر می‌باشند.

در نهایت ادبیات و پیشینه در مورد متغیرهای مورد مطالعه پیشنهاد می‌کند که رابطه قوی بین تجربه یادگیری، ساخت‌ها و کارکردهای مغزی وجود دارد و تجربه‌های رسانه‌ای مانند جستجوی اینترنتی و بازی‌های ویدئویی به‌صورت بالقوه می‌توانند توانایی شناختی و کارکرد مغز را افزایش دهند. به‌هرحال شواهد تحقیقاتی وجود دارد که پیشنهاد می‌کنند استفاده بیش‌ازحد از رسانه برای دوره‌های گسترده زمانی، ممکن است اثرات منفی بر روی مغز مثل اختلال اعتیاد به اینترنت IAD اثر داشته باشد. به‌منظور توصیف فرآیند یادگیری، میلر<sup>۱</sup> (۱۹۵۶) یادگیری انسان را با فرآیند پردازش اطلاعات در کامپیوتر مقایسه کرد. او پیشنهاد کرد که اطلاعاتی که از طریق دریافت‌کننده‌های حسی دریافت می‌شوند، پردازش شده و موقتاً در حافظه کوتاه‌مدت ذخیره می‌شوند و سپس برای ذخیره بلندمدت و امکان بازیابی در حافظه بلندمدت رمزگذاری می‌شوند. او همچنین پیشنهاد می‌کند که اطلاعات بزرگ‌تر به واحدهای کنترل‌پذیر و معنادار و به‌منظور غلبه بر ظرفیت محدود حافظه کوتاه‌مدت، قطعه‌بندی می‌شوند.

---

1. Miller

در ادامه مطالعه کارکرد حافظه کوتاه مدت، بدلی و هیچ<sup>۱</sup> (۱۹۷۴) مدلی از حافظه کاری که ترکیبی از سه جزء است را پیشنهاد کردند که شامل مرکز اجرایی است که اطلاعات را کنترل می کند، حلقه واجی است که اطلاعات کلامی را ذخیره می کند و مرکز طراحی بینایی فضایی است که اطلاعات بینایی را ذخیره می کند و ذخیره موقت و کنترل اطلاعات ضروری را برای مجموعه پیچیده فرآیندهای روانی یا وظایف شناختی بر عهده دارد. با شناسایی ظرفیت محدود حافظه کاری، سویلر (۱۹۸۸) یادگیری معنادار را معرفی کرد. وی معتقد است که یادگیری هنگامی اتفاق می افتد که بار شناختی در حافظه کاری کاهش می یابد. سویلر معتقد است که اگر یادگیرنده موضوعات بسیار متفاوتی را به طور هم زمان در آموزش تجربه کند، حافظه کاری وی می تواند به سادگی "غرق شود" چرا که بار شناختی افزایش یافته و بنابراین کارآمدی یادگیری کاهش پیدا می کند.

با اتکا به نظریه پردازش اطلاعات میلر، پایویو (۱۹۷۱، ۱۹۸۶ الف، ۱۹۹۱) پیشنهاد کرد که شناخت انسان از دو نظام متمایز در پردازش اطلاعات تشکیل یافته است؛ یکی برای اطلاعات کلامی و دیگری برای اطلاعات بینایی. محققانی که از این نظریه دوگانه رمزگذاری حمایت می کنند، معتقدند که اطلاعات بینایی که در حافظه بلندمدت ذخیره شده اند؛ ماندگاری بیشتری نسبت به اطلاعاتی دارند که به صورت شنیداری ذخیره شده اند. علاوه بر این تمام اطلاعاتی که در حافظه ذخیره شده اند؛ برخی از کیفیت های بینایی را دارا هستند (پایویو، ۱۹۷۱، ۱۹۸۶ الف، ۱۹۹۱؛ کراسی، سادسکی و پایویو، ۲۰۰۷). به نظر می رسد که استفاده از اطلاعات بینایی در آموزش چندرسانه ای می تواند اثرات مشابهی بر یادگیری داشته باشد. به منظور گسترش حافظه کاری و نظریه کدگذاری دوگانه بر آموزش چندرسانه ای میلر و همکاران، اثرات تصاویر را بر آموزش چندرسانه ای بررسی کردند و نشان دادند که بار شناختی آموزش کلامی که به صورت بینایی ارائه شده است؛ در طول آموزش بینایی به نسبت آموزش کلامی، افزایش یافته است. این مطالعه نشان داد که ۱- اطلاعات بینایی و کلامی مرتبط، باید به صورت هم زمان و به طور پیوسته ارائه شوند و ۲- اطلاعات باید از طریق ماژول های بینایی و شنیداری ارائه شوند (میر و همکاران، ۲۰۰۱).

1. Baddeley & Hitch
2. Sadoski, Krasny

میر و مورینو (۲۰۰۲) همچنین از آموزش‌های کمک رایانه‌ای به منظور آزمون ظرفیت کانال‌های کلامی و بینایی و به منظور کاهش بار شناختی در حافظه کاری در طرح چندرسانه‌ای استفاده کردند. یافته‌ها نشان داد که تصاویر متحرک (نوعی از آموزش بینایی) می‌تواند یادگیری دانش آموزان را بهبود دهد. به علاوه به منظور آزمون قدرت امواج آلفا EEG به عنوان شاخصی از ظرفیت حافظه کاری، محققان ارتباط بین درجات هوش و امواج آلفا را بررسی کردند. موروسی<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۹) رابطه هوش را که توسط مقیاس هوش و کسلر برای افراد بالغ به دست آمده بود و امواج EEG را بررسی کردند و مشاهده کردند که همچنان که نمرات آزمون هوش افزایش می‌یابد قدرت امواج دلتا و تتا، کاهش و قدرت امواج آلفا و بتا افزایش می‌یابد. دوپلمی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از دو نوع هوش متفاوت: یادگیری و آزمون حافظه<sup>۳</sup> (lgt-3) و آزمون ساختار هوش آمتاونه<sup>۴</sup> (ist-70)، نتایج مشابهی را گزارش کردند و همبستگی مثبتی بین هوش و امواج آلفا مشاهده کردند. با استفاده از مقیاس هوش و کسلر برای کودکان (wisc-r)، اشמיד، تیش و شب<sup>۵</sup> (۲۰۰۲) همبستگی مثبت معناداری را بین هوش و قدرت امواج آلفا در کودکان ده ساله مشاهده کردند و نتیجه گرفتند که امواج EEG ممکن است با درجاتی از توانایی‌های شناختی همراه باشند. اگرچه روابط مثبت بین هوش و EEG به نظر می‌رسد که توسط یافته‌های تحقیقات مرتبط حمایت شود، اما تحقیقات بسیار محدودی وجود دارد که رابطه بین هوش فضایی و توانایی شناختی را بررسی کند که بر اساس آن قدرت چرخش روانی و دست کاری تصاویر ۲ و ۳ بعدی در ذهن فرد و فعالیت مغز بررسی شده باشد. بورنه، مارن و راموس<sup>۶</sup> (۲۰۱۲) گزارش کردند که تفاوت‌های معناداری در سطوح فعالیت مغزی مبتنی بر امواج EEG بین افراد دارای سطوح بالای هوش فضایی و افراد سطح پایین وجود دارد. آن‌ها سطوح انرژی که توسط مغز در طول تکالیف چرخش روانی مختلف، توسط ۳ دانشجوی کارشناسی، انجام پذیرفت را تحلیل کردند. طبقه‌بندی سطوح هوش فضایی بر رشته‌های کارشناسی دانشجویان به دانشجویانی با درجات بالای هوش فضایی که در رشته‌های مهندسی عمران تحصیل

- 
1. Morose
  2. Doppelmayer
  3. learning & memory test
  4. Amthauer
  5. Schmid, Tirsch & Scherb
  6. Bbarone, Maron, & Ramos



می کردند و تمایل به انجام تکالیف چرخش روانی به صورت مکرر در حوزه دانشگاهی خود داشتند در مقابل دانشجویانی با سطوح پایین هوش فضایی که اغلب در رشته های انسان شناسی و جامعه شناسی معمولاً به تحصیل بودند صورت پذیرفت. به علاوه برای این طبقه بندی، محققان از یک مجموعه استدلال فضایی از منابع آزمون های استدلال استفاده کردند (BPR5-SR) تا از این طبقه بندی حمایت کنند. برونی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده کردند آزمودنی هایی با سطوح بالای هوش فضایی، انرژی کمتری را در مقایسه با افراد هوش فضایی در سطح پایین، مصرف کردند که می تواند دلیلی بر تلاش مغز برای انجام تکالیف چرخش روانی باشد.

پژوهش دیگری بر فیزیولوژی مغز تأکید کرده است. این پژوهش اگرچه به صورت مستقیم با مطالعه حاضر در ارتباط نیست، اما ذکر آن بر اهمیت رابطه بین هوش و فیزیولوژی تأکید دارد. پژوهشگران متعددی هوش انسان را از نقطه نظر فیزیولوژیکی بررسی کردند. هایه<sup>۲</sup> و همکاران (۱۹۹۲) تحقیق کردند که آیا آزمودنی هایی با توانایی بالا که بیشترین میزان متابولیک گلوکز<sup>۳</sup> مغزی را دارند در ادامه دادن یادگیری تکالیف پیچیده کاهش می یابد - همان طور که فرضیه کارکردی مغز پیش بینی می کند که هوش به عنوان تابعی از میزان فعالیت مغزی نیست بلکه به کارایی استفاده از مغز برمی گردد. افراد با هوش بالا کارایی مغزی بیشتری نسبت به افراد کم هوش دارند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که همبستگی منفی بین GRM و نمرات ماتریس های پیش رونده ریون و سیالی کلامی<sup>۴</sup> وجود دارد. نتایج پیشنهاد می کند، افراد با توانایی بالاتر افزایش بیشتری را در فرآیند خود کار پردازش دارند و بنابراین مناطق کمتری از مغز درگیر هستند و از این رو نرخ متابولیک مغزی آنها نیز کاهش می یابد. به طور مشابه نیوبانر و فریدنتالر<sup>۵</sup> (۱۹۹۵) رابطه بین هوش روان سنجی را با استفاده از ramp و الگوهای فضایی زمانی بررسی کردند و مشاهده کردند که افراد با نمرات هوش پایین، فعالیت قشری نسبتاً نامشخصی را که در طول زمان افزایش می یابد؛ دارند. در حالی که افراد با نمرات هوش بالا قسمت هایی از مغز فعالیت بیشتری دارند که به مهارت لازم برای حل تکلیف مربوط اند.

1. Barone
2. Haier
3. glucose metabolic rate (GMR)
4. ravens advanced progressive matrices (ramp)
5. Neubauer & Freudenthaler

در تبیین همبستگی معکوس مشاهده‌شده بین قدرت امواج آلفا و بار شناختی، گونز و شیفر<sup>۱</sup> (۱۹۸۰) فرض می‌کنند که فعالیت امواج آلفا در طول تکالیف شناختی به نسبت عملکرد به‌کارگیری سلول‌های عصبی قشری در حل تکالیف، رابطه معکوس دارد (همان‌طور که توسط پارسیورمن<sup>۲</sup> و ریزو،<sup>۳</sup> ۲۰۰۶ نیز به نتایج مشابهی رسیدند). به‌طور مشابه لوپز داسیلوا و همکاران (۱۹۸۰) پیشنهاد کردند که تغییر در دامنه امواج آلفا وابسته به این است که تا چه اندازه‌ای نوروهای تکی و واحد به‌صورت یکجا و یکپارچه عمل می‌کنند. فورچلر و همکاران (۱۹۹۹) این فرض را مطرح کردند که زمانی توان امواج آلفا کم می‌شود که عمل یکپارچه و منظم شده نوروهای پایه‌ای کاهش یابد. اسمیت<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۱) پیشنهاد کردند که با افزایش تکالیف، مناطق مختلف قشر مغزی ممکن است درگیر شوند و این موضوع به کاهش در نسبت کلی تولیدکننده‌های منطقه‌ای آلفا منجر می‌شود. کاهش امواج موضعی آلفا به کاهش کلی توان امواج آلفا می‌انجامد (لی و رویتین، ۲۰۱۱).

درحالی‌که هیچ تبیینی در خصوص ارتباط بین انطباق فعالیت سلول‌های عصبی و تکالیف شناختی وجود ندارد؛ اما تحقیقات اخیر نشان دادند که قشر اجرایی مغز که در کنترل عملکرد شناختی نقش دارد؛ سلول‌های عصبی مناطق مغزی را که با ارائه محرک فعال می‌شوند را کنترل می‌کند. قشر پری‌فورتال این کار را با یکپارچه‌سازی و همگام کردن نواحی مختلف مغزی انجام می‌دهد (گرگوریو<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). بر اساس این یافته‌ها، می‌توان گفت زمانی که فعالیت‌ها و تکالیف شناختی افزایش می‌یابد، قشر پیش‌پیشانی درگیری بیشتری پیدا می‌کند و ممکن است به‌سختی بیافتد. این قشر مسئولیت کنترل سلول‌های عصبی در مناطق مغزی مرتبط با تکالیف شناختی و ارتباط با مناطق مختلف مغزی را بر عهده دارد که به تکلیف ارائه‌شده مربوط‌اند.

اثر انیمیشن سه‌بعدی، به‌عنوان نوعی از تجربه آموزش چندرسانه‌ای می‌تواند بحث‌برانگیز باشد. درحالی‌که برخی مطالعات نشان می‌دهند که تصاویر انیمیشنی سه‌بعدی مؤثرتر از انواع دیگر آموزش دیداری مثل تصاویر ایستا و انیمیشن‌های دوبعدی هستند، مطالعات دیگری وجود دارد که نتایج متناقض را به دست می‌دهند. با استفاده از تکنولوژی EEG محققان

- 
1. Gevins & Schaffer
  2. Parasuraman.
  3. Smith
  4. Gregoriau, gotts, zhou, & pesimane.

نشان دادند که امواج مغزی EEG به شدت همخوان با کارکردهای مختلف مغزی مثل فرآیندهای شناختی هستند. با توجه به رابطه بین بار شناختی، هوش و فعالیت مغزی اندازه گیری شده توسط EEG پژوهش ها پیشنهاد می کنند که یک رابطه معکوس بین بار شناختی و قدرت آلفا و یک رابطه مثبت بین هوش و قدرت امواج آلفا وجود دارد که نشان دهنده نقطه قوت EEG به عنوان مقیاسی برای مطالعه فرآیندهای روانی، حافظه کاری و توانایی های شناختی، است. به علاوه برای بررسی اثرات انواع مختلف سبک های آموزش دیداری بر قدرت آلفا پژوهش ها سؤالاتی مطرح می کنند: آیا این انواع مختلف سبک های آموزش، در سطوح مختلف بار شناختی روی آزمودنی ها با سطوح مختلف هوش فضایی اثر دارد؟ کدام یک از سبک های آموزش دیداری است که کارایی بهتری برای یادگیری دارند؟

### روش

به لحاظ قابلیت دست کاری متغیر مستقل طرح حاضر یک طرح آزمایشی (نیمه آزمایشی) محسوب می شود. طرح پژوهش حاضر، یک طرح عاملی  $2 \times 2$  (هوش فضایی و عمق ارائه تصاویر، هر یک با دو سطح) است. شکل یک، تصویر طرح تحلیل مربوط به این پژوهش را نشان می دهد. به منظور شناسایی دانش آموزان با هوش فضایی بالا و پایین از آزمون وندبگ و کیوز استفاده شد. این آزمون روی ۲۷۵ دانش آموز دبیرستانی که تمام دانش آموزان رشته تجربی بودند که در سال تحصیلی ۹۷-۹۸ ثبت نام کردند، اجرا شد تا اثر رشته تحصیلی و سال تحصیلی، کنترل شود. این دانش آموزان همگی در مدارس تحت نظر آموزش و پرورش شهرستان بردسکن مشغول به تحصیل بودند. روش نمونه گیری به صورت خوشه ای چندمرحله ای انجام شد. در مرحله اول به جای نمونه گیری، سرشماری اتفاق افتاد تا میزان خطای نمونه گیری خوشه ای کاهش یابد؛ بنابراین آزمون در کلیه مدارس شهرستان اجرا شد. در مرحله دوم از هر مدرسه دو کلاس به صورت تصادفی انتخاب شد و آزمون وندبگ و کیوز روی تمام اعضای آن کلاس اجرا شد. آزمون چرخش ذهنی<sup>۱</sup> (MRT) یک مقیاس پر کاربرد هوش فضایی می باشد و ثبات درونی آن (کودر ریچاردسون ۲۰) برابر با ۰/۸۸ و پایایی باز آزمون برابر با ۰/۸۳ به دست آمد (پیتز، چیشلم و لانگز<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵). سپس ۲۵ نفر از پسران و ۲۵ نفر از دختران (در حدود ۱۸ درصد کل افراد) که بیشترین نمره هوش فضایی را

1. mental rotation test
2. Peters, Chisholm, & Laeng (1995)

دارا بودند به‌عنوان افراد گروه با هوش فضایی بالا انتخاب شدند. همین کار در مورد افراد با هوش پایین نیز انجام شد. یکی از سؤالاتی که از شرکت‌کنندگان در پژوهش پرسیده شده است، وجود پرونده پزشکی یا روان‌پزشکی و روانشناسی است. همگی به ادعای خود آن‌ها، فاقد چنین پرونده‌هایی بوده‌اند.

بنابراین در مجموع ۱۰۰ نفر در این مطالعه شرکت کردند که ۵۰ نفر آن‌ها نمره بالای هوش فضایی و ۵۰ نفر نمره پایین هوش فضایی داشتند (۵۰ درصد زن و ۵۰ درصد مرد). میانگین و انحراف استاندارد هوش فضایی برای افراد با هوش فضایی بالا به ترتیب ۱۶ و ۳٫۴ است و برای افراد با هوش فضایی پایین به ترتیب ۶٫۸ و ۲٫۵ است (در آزمون ون‌دبرگ نمره ۱۲ تا ۲۴ به‌عنوان نمره هوش فضایی بالا و نمرات ۰ تا ۱۰ به‌عنوان هوش فضایی پایین می‌باشند). بعضی از افراد انتخاب شده به هر دلیلی بعد از شناسایی، علاقه‌مند به شرکت در پژوهش نبودند که با افرادی که نزدیک‌ترین نمره هوش فضایی به آن‌ها را داشتند، جایگزین شدند. در نهایت افراد با در نظر گرفتن جنسیت آن‌ها، به‌صورت کاملاً تصادفی در چهار گروه قرار گرفتند و به‌صورت کاملاً تصادفی هر گروه یک سطح از متغیر مستقل (در این مطالعه تصاویر سه‌بعدی تصاویری است که دارای عمق یا ارتفاع است و تصاویر دوبعدی 2D تصویر یا عکس است که در صفحه ارائه می‌شوند) و متغیر هم پراش (هوش فضایی با دو سطح هوش فضایی بالا و پایین) را دریافت کردند. در گام بعدی فعالیت مغزی هر یک از دانش‌آموزان از طریق EEG در زمان آموزش ثبت شد. آموزش بدون دخالت معلم و از طریق ویدیوهای تهیه‌شده (یک ویدیو دوبعدی و یک ویدیو سه‌بعدی) در کامپیوتر به شرکت‌کنندگان ارائه شد. طول مدت زمان هر ویدیو یک دقیقه و بیست ثانیه بود که در آن عملکرد قلب توضیح داده شده است. ثبت امواج مغزی در حین آموزش به‌صورت فردبه‌فرد از طریق دستگاه الکتروانسفالوگرافی ۶۴ کاناله صورت پذیرفت که فرکانس‌های تا ۵۰۰ هرتز را ثبت کرده است. برای نصب الکترودها از سیستم ۱۰-۱۰ بین‌المللی استفاده شده است. امپدانس الکتروود زیر ۵ کیلو اهم حفظ شد. برای حذف آرتیفکت‌ها و سیگنال‌های EEG فیلتر در فاصله بین ۰٫۱ تا ۱۰۰ هرتز قرار داده شد و از نرم افزار BESA استفاده شد. در این پژوهش میزان فعالیت مغزی بر اساس امواج آلفا ثبت شده توسط دستگاه، از کل مغز تعریف عملیاتی شده است. ثبت ای‌ای جی و نصب الکترودها و استخراج داده‌ها توسط یک اپراتور آموزش دیده انجام شد و پژوهشگران در انجام آن دخالتی نداشتند. از آنجایی که

EEG به تغییرات فعالیت کورتکس در سطوح مختلف دشواری تکلیف حساس است، به عبارتی در زمان انجام یک تکلیف سخت الگوهایی متفاوت از زمان انجام یک تکلیف نسبتاً ساده دارد، پژوهشگران فرض کرده‌اند که افراد با قدرت هوش فضایی بالا و پایین نیز میزان فعالیت مغزی آن‌ها در انجام یک تکلیف واحد که ارتباط به هوش فضایی دارد، متفاوت باشد. از EEG برای انواع مختلفی از تکالیف شناختی و روش‌های آزمایشگاهی استفاده شده است.

تصاویر عق			
بعدی دو	بعد سه	بالا	فضای هوش
		پایین	

شکل ۱. طرح تحلیل داده‌های پژوهش

### یافته‌ها

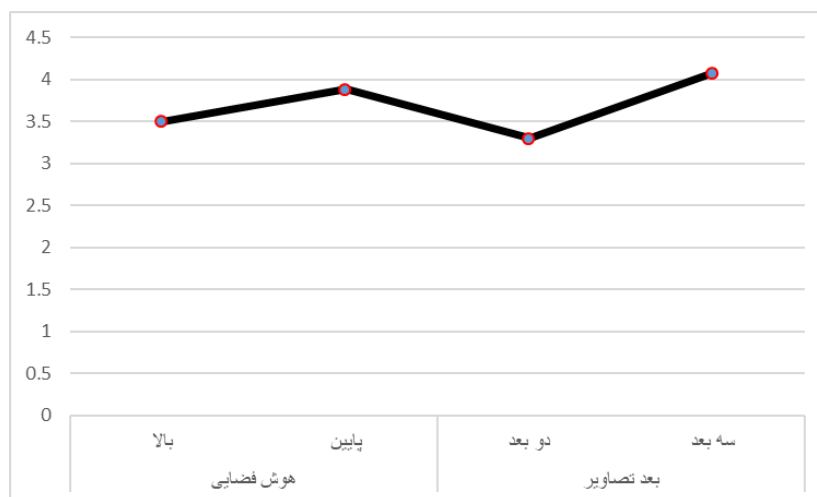
پارامترهای توصیفی داده‌های به دست آمده در جداول زیر ارائه شده‌اند.

جدول ۱. مقادیر توصیفی میزان فعالیت مغزی دانش آموزان در حین آموزش به تفکیک هوش فضایی آن‌ها

حجم	میانگین	انحراف استاندارد		
بالا	۵۰	۳/۵	۴/۷۳	هوش فضایی
پایین	۵۰	۳/۸۸	۴	
دو بعد	۵۰	۳/۳	۳/۵	بعد تصاویر
سه بعد	۵۰	۴/۰۷	۵/۱۱	

مقادیر میانگین‌های حاشیه‌ای فعالیت مغزی برای هوش فضایی بالا ۳/۵ و برای هوش فضایی پایین ۳/۸۸ است که نشان‌دهنده اختلاف ۰/۳۳ است. میزان پراکندگی فعالیت مغزی برای افراد با هوش فضایی بالا بیشتر از افراد با هوش فضایی پایین است. این میانگین در زمان ارائه تصاویر دوبعدی ۳/۳ با انحراف معیار ۳/۵ و در زمان ارائه تصاویر سه‌بعدی برابر ۴/۰۷ با انحراف معیار ۵/۱۱ است. به عبارتی به لحاظ مقدار عددی، میانگین فعالیت مغزی برای

دانش آموزان در زمان ارائه تصاویر سه‌بعدی بیشتر است. به دلیل هم مقیاس بودن داده‌ها می‌توان به مقایسه نمودار میانگین‌ها برای چهار میانگین حاشیه‌ای به صورت هم‌زمان پرداخت.



شکل ۲. مقایسه میانگین‌های حاشیه‌ای فعالیت مغزی در سطوح هوش فضایی و بعد تصاویر

بررسی معناداری آماری نتایج به دست آمده: برای بررسی معناداری اختلاف میانگین‌های حاشیه‌ای و همچنین تعامل متغیرهای مستقل در فعالیت مغزی دانش آموزان از آزمون تحلیل واریانس دو راهه استفاده می‌شود. نتایج مربوط به این تحلیل در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس دو راهه در بررسی معناداری تفاوت فعالیت مغزی (هوش فضایی و

بعد تصاویر متغیرهای مستقل)

ارزش p	مقدار F	میانگین مجموع مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات نمرات انحرافی	
۰/۸	۰/۰۰۱	۰/۰۷۵	۱	۰/۰۷۵	هوش فضایی
۰/۱۴۵	۲/۳	۴۱/۴۴	۱	۴۱/۴۴	بعد تصاویر
۰/۱۵۷	۱/۹۶	۳۸/۱۶	۱	۳۸/۱۶	هوش فضایی* بعد تصاویر
			۹۸	۲۱۷۴/۳	خطا

نتایج بالا نشان می‌دهد که هیچ کدام از اثرات اصلی و اثر تعاملی، نه در سطح ۹۵ درصد اطمینان و نه در سطح ۹۹ درصد اطمینان معنادار نشده‌اند (تمام مقادیر معناداری بیشتر از

۰/۰۵ اند). میزان فعالیت مغزی دانش آموزان با هوش بالا و پایین در زمانی که آموزش می‌دیدند (هم ارائه تصاویر دوبعدی و هم تصاویر سه‌بعدی)، با یکدیگر یکسان است ( $p > 0/05$ ), ( $f=0/001$  و  $df=(98,1)$ ). این موضوع برای زمانی که دانش آموزان تصاویر دوبعدی و سه‌بعدی را مشاهده می‌کنند (هم دانش آموزان با هوش فضایی بالا و هم دانش آموزان با هوش فضایی پایین) نیز صادق است. به عبارتی تفاوت معنادار در فعالیت مغزی آن‌ها مشاهده نمی‌شود ( $p > 0/05$ ), ( $f=2/3$  و  $df=(98,1)$ ). زمانی که اثرات اصلی معنادار نباشند، معناداری اثر تعاملی قابل توجه نیست. باین وجود اثر تعاملی بین دو متغیر نیز معنادار نشده است ( $f=1/96001$  و  $df=(98,1)$ ,  $p > 0/05$ ).

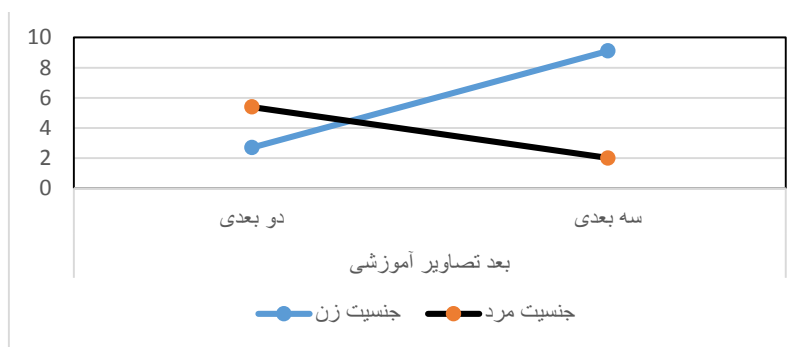
بر اساس تحلیل‌های آماری به دست آمده، معناداری تفاوت فعالیت مغزی در سطوح مختلف هوش فضایی و بعد تصاویر معنادار نیست. یکی از فرض‌های فرعی که بر اساس داده‌های به دست آمده قابل آزمون است، بررسی رابطه جنسیت و تعامل جنسیت با بعد تصاویر ارائه شده است. از آنجایی که تعداد برابری از زنان و مردان در سطوح مختلف متغیرهای مستقل وجود دارند، امکان آزمون این فرض وجود دارد. جدول زیر نتایج مربوط به این تحلیل را نشان می‌دهد.

جدول ۴. نتایج تحلیل واریانس دوراهه در بررسی معناداری تفاوت فعالیت مغزی (جنسیت و بعد تصاویر متغیرهای مستقل)

ارزش p	مقدار F	میانگین مجموع مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات نمرات انحرافی	
۰/۱۴۵	۲/۳	۴۱/۴۴	۱	۴۱/۴۴	بعد تصاویر
۰/۰۰۸*	۴/۲	۸۱/۵۴	۱	۸۱/۵۴	جنسیت
۰/۰۱*	۳/۹	۷۵/۸۹	۱	۷۵/۸۹	بعد تصاویر* جنسیت
			۹۸	۱۹۰۲/۷۵	خطا

نتایج جدول بالا نشان می‌دهد که میزان فعالیت مغزی برای زنان و مردان به صورت کلی با یکدیگر متفاوت است ( $p < 0/01$ ), ( $f=4/2$  و  $df=(98,1)$ ). این نتایج بیانگر میزان فعالیت بیشتر مغزی زنان نسبت به مردان در زمان آموزش از طریق کامپیوتر است (میانگین نمره فعالیت مغزی زنان ۵,۹ و برای مردان ۳,۷ است).

از طرفی تعامل بین بعد تصاویر و جنسیت نیز یک مقدار معنادار است ( $p < 0/01$ ) (df=98 و  $f=3/9$ ). به عبارتی بعد تصاویر ارائه شده (دو بعد یا سه بعد) و تأثیر آن بر میزان فعالیت مغزی افراد، به جنسیت آن‌ها وابسته است. نمودار زیر وضعیت تعاملی آن‌ها را نشان می‌دهد. به عبارتی اگر تصاویر سه‌بعدی باشد، میزان فعالیت مغزی زنان بیشتر از مردان است و برعکس در تصاویر دو‌بعدی میزان فعالیت مغزی مردان بیش از زنان است.



شکل ۳. نمودار تعامل جنسیت و بعد تصاویر در میزان فعالیت مغزی افراد

نمودار تعاملی جنسیت و بعد تصاویر، دارای تقاطع است. این تقاطع نشان‌دهنده وجود تعامل بین این دو متغیر بر فعالیت مغزی آن‌ها است. میزان این تعامل به لحاظ آماری معنادار است.

بر این اساس، میزان فعالیت مغزی در سطوح مختلف هوش فضایی و همچنین در سطوح مختلف بعد تصاویر و همچنین تعامل آن‌ها، معنادار نیست؛ اما میزان فعالیت مغزی دانش‌آموزان در حین آموزش از طریق کامپیوتر وابسته به جنسیت آن‌ها است به عبارتی زنان میزان فعالیت مغزی بیشتری نسبت به مردان دارند. از طرفی تعامل بین جنسیت و عمق تصاویر یا بعد آن‌ها (دو‌بعدی و سه‌بعدی) نیز بر فعالیت مغزی معنادار است. اگر تصاویر به صورت دو‌بعدی ارائه شود، میزان فعالیت مغزی مردان و در صورتی که به صورت سه‌بعدی ارائه شود، میزان فعالیت مغزی زنان بیشتر است.



## بحث و نتیجه گیری

استفاده از قابلیت‌های تکنولوژیک در حوزه آموزش به سرعت در حال رشد است؛ اما پژوهش‌های انجام شده به منظور بررسی اثرات آن روی یادگیری و آموزش به نتایج باثباتی منجر نشده است. در این مطالعه اثرات آموزش بر فعالیت‌های مغزی بررسی گردید. هیچ اثر آماری معناداری روی قدرت امواج آلفا، بر اساس سطوح مختلف ابعاد تصاویر و هوش فضایی افراد مشاهده نشد. پژوهش‌های قبلی بیانگر رابطه معکوس بین قدرت امواج آلفا و بار شناختی بوده‌اند (اشنایدر، شیفرن<sup>۱</sup>، ۱۹۷۷؛ کلیمش<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۳؛ اسمیت<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۱؛ گونز و اسمیت<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳)؛ یعنی زمانی که بار شناختی کم می‌شود، توان امواج آلفا زیاد می‌شود و برعکس. پژوهش حاضر فرض کرده است که ارائه تصاویر نزدیک به واقعیت (سه بعدی) به کاهش بار شناختی کمک می‌کند و بنابراین به خوانش سطح بالای قدرت امواج آلفا منجر می‌شود. داده‌های آماری از این فرض حمایت نمی‌کنند. قبلاً نشان داده شده است که در پردازش دانش روشی، امواج آلفا با توان بالا مشاهده می‌شود. به منظور آزمون بیشتر این فرضیه لازم است نوعی دانش روشی که محتوای اصلی آن ادراک ارتفاع (در حد زیاد) و انیمیشن‌های پیچیده است؛ در یک آزمایش به کار گرفته شوند تا تفاوت‌های معنادار و قابل مشاهده‌ای را در بار شناختی افراد شرکت کننده، مشاهده کرد. آموزش نحوه عملکرد قلب که در مطالعه حاضر روی دانش آموزان دبیرستانی استفاده شد، دربرگیرنده ۱۵ تصویر دوبعدی و سه بعدی است که ممکن است سبب ایجاد بار شناختی کافی در آزمودنی‌ها نشود تا به یک تفاوت آماری معنادار بین سبک‌های ارائه دیداری وابسته به ارتفاع را در قدرت امواج آلفا، منجر گردد. نتیجه یافته‌های پژوهش حاضر بر این نکته تأکید دارند که لازم است به منظور بررسی توان امواج آلفا به عنوان شاخصی از سطح بار شناختی، مطالعات بیشتری صورت پذیرد؛ بنابراین مطالعات پیشینی که رابطه مثبتی بین قدرت امواج آلفا و بار شناختی را نشان دادند، ممکن است لزوماً در مورد تکالیف شناختی به صورت دیداری مناسب نباشند. به عنوان مثال لو<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۸) بیان کرده‌اند که توان آلفا به خصوص امواج با دامنه

1. Schneider & schiffirin
2. klimesch
3. smith
4. gevins & smith
5. liu

کوتاه‌تر، به صورت معناداری با توانایی جستجوی دیداری در یادگیرندگان با هوش بالا، دارای رابطه منفی است. درحالی‌که یافته‌های این پژوهش هیچ شاهد آماری معناداری را در حمایت یا رد نتایج پژوهش‌های مربوط به قدرت آلفا و بار شناختی تحقیقات قبلی ارائه نداده است.

اگرچه میزان فعالیت مغزی برای سطوح مختلف تصاویر معنادار نیست، اما تفاوت‌های جزئی نشان‌دهنده فعالیت بیشتری مغزی در تصاویر سه‌بعدی است. جوزف و دوآیر<sup>۱</sup> (۱۹۸۴) نشان دادند که رسم‌های خطی ساده، مؤثرتر از گرافیک‌ها و ترسیم‌های سه‌بعدی به درک مطلب دانشجویان کمک می‌کند. گاک و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که یک ارائه دویعدی مزیت کلی بیشتری نسبت به ارائه‌های سه‌بعدی بر فهم دانشجویان در خصوص آناتومی انسان دارند. تصور می‌شود، یک مدل سه‌بعدی که سبب اضافه‌بار شناختی بر یادگیرندگان می‌شود به خصوص در افرادی با هوش فضایی پایین، بر یادگیری آن‌ها اثر معکوس می‌گذارد (هاک<sup>۲</sup>، ۲۰۰۶). بر اساس پژوهش حاضر، تصاویر سه بعد و دو بعد با هوش فضایی افراد تعامل نداشته است و نتایج ارائه‌شده توسط هاک (۲۰۰۶) تأیید نمی‌شود، با این وجود، منطبق بر نتایج پژوهش هاک (۲۰۰۶)، اطلاعات غیرضروری که به منظور واقعیت بخشی به تصاویر در پژوهش حاضر استفاده شده‌اند، مثل سایه‌های اضافی، رنگ‌ها جهت ارتفاع بخشیدن، ممکن است سبب از بین رفتن تمرکز یادگیرندگان شود - افزایش بار شناختی - و به طور معکوس بر یادگیری آن‌ها اثر داشته‌باشد. با وجود این، مطالعاتی وجود دارند که از تأثیر سبک آموزش ارائه سه‌بعدی حمایت می‌کنند (تریندادی و همکاران، ۲۰۰۲؛ کورکابی و همکاران، ۲۰۱۲). بعضی از محققان تصور می‌کنند که استفاده از نشانه‌های ارتفاع که در تصاویر سه‌بعدی ایجاد می‌شوند، به یادگیرندگان کمک می‌کند که فرآیندهای دیداری‌سازی را بهتر درک کنند و به یادگیری بهتر آن‌ها کمک می‌کند (هوفلر، ۲۰۱۰). یافته‌های پژوهش حاضر در خصوص اثر واقعیت بخشی بر یادآوری، از چشم‌اندازهایی حمایت می‌کند که پیشنهاد می‌کنند، تصاویر دویعدی می‌تواند در یادگیری دانش روشی مؤثرتر از تصاویر سه‌بعدی باشد. به نظر می‌رسد که یک تبیین احتمالی در خصوص اینکه چرا دانش روشی استفاده شده در این مطالعه از به کارگیری تصاویر سه‌بعدی

1. joseph & dwyer
2. huk

حمایت نمی کند می تواند این باشد که فرایند مطالعه عملکرد قلب ممکن است به فهم زیادی از درک دیداری (ارتفاع) نیاز نداشته باشد.

تفاوت در سطوح هوش فضایی هیچ اثر معناداری بر توان آلفا ندارد. این یافته‌ها با مطالعات قبلی که رابطه مثبتی بین قدرت امواج آلفا و هوش، گزارش کردند؛ همسو نیست (گرلیک و جازوک، ۲۰۰۱؛ ماروسی<sup>۱</sup> و همکاران؛ دوپلمی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۲؛ اشمید<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۲). با وجود این، یافته‌های به دست آمده، خیلی دور از ذهن نیست. مطابق با نظر گاردنر (۱۹۸۳) هوش شامل سبک‌های متفاوت توانایی شناختی است که شامل ریاضی - منطقی، زبان شناختی، فضایی، موسیقایی، بدنی - جنبشی و هوش شخصی است که همبستگی بین آن‌ها وجود ندارد. بعضی از محققان گزارش کردند که سطح هوش فضایی می تواند درون گروهی از افراد با یک سطح هوش عمومی، متغیر باشد (همان‌طور که توسط جی - پاک و همکاران، ۲۰۱۰ بیان شده است). در حالی که بعضی مطالعات قبلی، همبستگی مثبتی را بین هوش و قدرت امواج آلفا نشان داده است، اما تحقیقی وجود ندارد که رابطه بین هوش فضایی و قدرت امواج آلفا را به صورت خاص بررسی کرده باشد (بورونی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). سطح قدرت امواج آلفا ممکن است، شاخص دقیقی از سطح هوش نباشد. همان‌طور که پیش تر بحث شد یک مطالعه پژوهشی نشان داد که همبستگی معکوسی بین قدرت امواج آلفا و هوش در تکالیف دیداری معین وجود دارد (لو و همکاران، ۲۰۰۸). یافته‌های پژوهش حاضر با تحقیقات پیشین که پیشنهاد می کنند رابطه مثبت بین قدرت امواج آلفا و هوش وجود دارد، همسو نیست و حوزه‌ای را برای تحقیقات آینده باز می کند که دقت امواج آلفا را به عنوان شاخصی از سطح هوش شناختی بررسی کرده و تعمیم روابط به سبک‌های دیگر هوش شامل هوش فضایی را تعیین کنند.

در پژوهش حاضر ارتباط احتمالی بین قدرت امواج آلفا در سبک ارائه تصاویر به صورت دو بعد و سه بعدی مطالعه شد و هیچ ارتباط شفافی بین قدرت امواج آلفا و سبک‌های ارائه تصاویر وجود نداشت؛ اما تفاوت معناداری در میزان فعالیت مغزی جنسیت‌های مختلف وجود داشت و همچنین جنسیت با بعد تصاویر ارائه شده، رابطه معنادار داشت. برای مطالعه

1. marosi
2. doppelmayr
3. schmid
4. barone

حاضر نحوه عملکرد قلب انتخاب شده بود. سؤالاتی که می‌تواند در پژوهش‌های بعدی مطرح شود این است که آیا امکان طرح‌ریزی چنین مطالعه‌ای برای حوزه دیگر آموزشی به نتایج مشابهی منجر می‌شود؟ آیا نتایج به سن و سطح تحصیلات وابسته است؟ اگر پویانمایی به مجموعه متغیرهای مستقل اضافه شود، آیا تعاملی با متغیرهای مستقل حاضر روی میزان فعالیت مغزی دانش آموزان خواهد داشت؟ با این وجود نتایج به دست آمده از این مطالعه، تنها بخشی از اثرات کاربرد کامپیوتر در حوزه آموزش است، دانش‌آموختگان رشته‌های مختلف مانند تکنولوژی آموزشی و روانشناسی تربیتی به نظر می‌رسد، نیازمند هدایت برای انجام مطالعات بیشتر در این حوزه می‌باشند. تعامل بین متغیرهای مختلف و اثر آن‌ها بر میزان فعالیت مغزی، یک رابطه دینامیک و وابسته به بافت است و نیازمند مطالعات جدی و طولانی در این حوزه خواهد بود.

یکی از محدودیت‌های عمده این پژوهش این است که هوش فضایی بر اساس اندازه‌گیری توانایی فرد در چرخش ذهنی موضوعات سه‌بعدی با استفاده از آزمون چرخش ذهنی وندبگ و کیور (۱۹۷۸) به صورت عملیاتی تعریف شده است و در عمل این تعریف مبنای تمام نتیجه‌گیری‌ها است. در حالی که با توجه به بررسی اثر هوش فضایی و بعد تصاویر آموزشی، بر قدرت امواج آلفا این موضوع مورد سؤال است که آیا توانایی چرخش تصاویر در ذهن فرد واقعاً با توان فرد در درک عمق و حرکت در سبک‌های ارائه دیداری همراه است؟ مطالعات بعدی می‌توانند هوش فضایی را به گونه دیگری تعریف و داده‌های آن را بر اساس تعریف عملیاتی دیگر جمع‌آوری نمایند. از طرفی، آموزش ارائه شده در این مطالعه یک آموزش ساده نحوه عملکرد قلب شامل ۱۵ عکس متوالی دو بعد و سه بعد همراه با توضیحات ضبط شده یکسان بود که در زمان کوتاهی برگزار شده است (یک دقیقه و بیست ثانیه)؛ بنابراین فراگیری دانش روندی می‌تواند ساده باشد. از این رو، احتمال دارد که دانش روشی که در پژوهش حاضر استفاده شد به اندازه کافی برای آزمودنی‌ها، پیچیده و مدت‌دار نباشد تا بار شناختی کافی را برای نشان دادن تفاوت معنادار آماری بین دو گروه هوش فضایی برای قدرت امواج آلفا و به خاطر آوری نشان دهد. احتمال دارد که استفاده از آموزش دیداری با دانش روشی پیچیده که نیاز به زمان نسبتاً طولانی‌تری به یادگیری دارد، به نتایج

#### 1. Expectation errors

متفاوت تری منجر شود. پیشنهاد می شود، در مطالعات بعدی از آموزش های دیگری که هدف آموزشی متفاوتی را دنبال می کند، استفاده شود.

فقدان امکان کنترل خطاهای سهوی مانند خطاهای ثبت، خطاهای اجرای آزمون ها و خطای کاربری ابزار، در کنار خطاهای انتظار می تواند به نتایج نادرست منجر شود. این پژوهش مبرای از این خطاها نیست. علاوه بر این مشخصاً متغیرهای تعدیل کننده بسیاری وجود دارند که بر میزان فعالیت مغزی شرکت کنندگان در هنگام مواجهه با تصاویر دو بعدی سه بعدی تأثیر می گذارند. بعضی از این متغیرها در بخش پیشینه مقاله اشاره شده است. به دلیل محدودیت عملی پژوهشگران (مانند هزینه) امکان وارد کردن این متغیرها در این پژوهش وجود نداشته است. پیشنهاد می شود در پژوهش های بعدی متغیرهای تعدیل کننده دیگری به مطالعه وارد شوند.

### منابع

- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). Academic press.
- Barone, D. A. C., Maron, G., & de Almeida Ramos, E. (2012). Measuring the Differences between Spatial Intelligence in Different Individuals using Lyapunov Exponents. In *MDA* (pp. 10-24).
- Basar, E. (1999). Brain function and oscillations. II. Integrative brain function. *Neurophysiology and cognitive processes*.
- Da Silva, F. L., Vos, J. E., Mooibroek, J., & Van Rotterdam, A. (1980). Relative contributions of intracortical and thalamo-cortical processes in the generation of alpha rhythms, revealed by partial coherence analysis. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 50(5-6), 449-456.
- Doppelmayr, M., Klimesch, W., Stadler, W., Pöllhuber, D., & Heine, C. (2002). EEG alpha power and intelligence. *Intelligence*, 30(3), 289-302.
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Hachette UK.
- Gardner, H. E. (2000). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. Hachette UK.
- Garg, A., Norman, G. R., Spero, L., & Maheshwari, P. (1999). Do virtual computer models hinder anatomy learning?. *Academic Medicine*.
- Gerlic, I., & Jausovec, N. (2001). Differences in EEG power and coherence measures related to the type of presentation: Text versus multimedia. *Journal of Educational computing research*, 25(2), 177-195.
- Gevens, A. S., & Schaffer, R. E. (1980). A critical review of electroencephalographic (EEG) correlates of higher cortical functions. *Critical reviews in bioengineering*, 4(2), 113-164.

- Gregoriou, G. G., Gotts, S. J., Zhou, H., & Desimone, R. (2009). High-frequency, long-range coupling between prefrontal and visual cortex during attention. *science*, 324(5931), 1207-1210.
- Haier, R. J., Siegel, B., Tang, C., Abel, L., & Buchsbaum, M. S. (1992). Intelligence and changes in regional cerebral glucose metabolic rate following learning. *Intelligence*, 16(3-4), 415-426.
- Höffler, T. N. (2010). Spatial ability: Its influence on learning with visualizations—a meta-analytic review. *Educational psychology review*, 22(3), 245-269.
- Huk, T. (2006). Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability. *Journal of computer assisted learning*, 22(6), 392-404.
- Joseph, J. H., & Dwyer, F. M. (1984). The effects of prior knowledge, presentation mode, and visual realism on student achievement. *The Journal of experimental education*, 52(2), 110-121.
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain research reviews*, 29(2-3), 169-195.
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive science*, 31(4), 549-579.
- Krasny, K. A., Sadoski, M., & Paivio, A. (2007). Unwarranted Return: A Response to McVee, Dunsmore, and Gavelek's (2005). *Review of Educational Research*, 77(2), 239-244.
- Lei, S., & Roetting, M. (2011). Influence of task combination on EEG spectrum modulation for driver workload estimation. *Human factors*, 53(2), 168-179.
- Liu, T., Shi, J., Zhao, D., & Yang, J. (2008). The relationship between EEG band power, cognitive processing and intelligence in school-age children. *Psychology science*, 50(2), 259.
- Markham, J. A., & Greenough, W. T. (2004). Experience-driven brain plasticity: beyond the synapse. *Neuron glia biology*, 1(4), 351-363.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational psychology review*, 14(1), 87-99.
- Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of educational psychology*, 93(1), 187.
- Miller, G. A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *The Psychological Review*, 63, 81-97. Retrieved from <http://www.musanim.com/miller1956/>
- Neubauer, A., Freudenthaler, H. H., & Pfurtscheller, G. (1995). Intelligence and spatiotemporal patterns of event-related desynchronization (ERD). *Intelligence*, 20(3), 249-266.
- Orion, N., Ben-Chaim, D., & Kali, Y. (1997). Relationship between earth-science education and spatial visualization. *Journal of Geoscience Education*, 45(2), 129-132.
- Paivio, A. (1990). *Mental representations: A dual coding approach* (Vol. 9). Oxford University Press.

- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 45(3), 255.
- Paivio, A. (1986a). Dual coding theory. *Psychology*, (1991), 8-9.
- Paivio, A. (1986b). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Rizzo, M., McEvoy, S., & Lee, J. (2006). Medical safety and neuroergonomics. Chapter 23 in: Parasuraman R, Rizzo M, eds. *Neuroergonomics: The brain at work*.
- Schmid, R. G., Tirsch, W. S., & Scherb, H. (2002). Correlation between spectral EEG parameters and intelligence test variables in school-age children. *Clinical Neurophysiology*, 113(10), 1647-1656.
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological review*, 84(1), 1.
- Smith, M. E., Gevins, A., Brown, H., Karnik, A., & Du, R. (2001). Monitoring task loading with multivariate EEG measures during complex forms of human-computer interaction. *Human Factors*, 43(3), 366-380.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10(3), 251-296.
- Taubert, M., Draganski, B., Anwander, A., Müller, K., Horstmann, A., Villringer, A., & Ragert, P. (2010). Dynamic properties of human brain structure: learning-related changes in cortical areas and associated fiber connections. *Journal of Neuroscience*, 30(35), 11670-11677.
- Trindade, J., Fiolhais, C., & Almeida, L. (2002). Science learning in virtual environments: a descriptive study. *British Journal of Educational Technology*, 33(4), 471-488.
- Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and motor skills*, 47(2), 599-604.