Research Paper Volume 21, Issue 81, 2026

Journal of Modern Psychological Researches

journal homepage: https://psychologyj.tabrizu.ac.ir/

Impact of Lumosity Games on Working Memory and Attention in University Students

Changiz Rahimi Taghanaki, Nasim Nazari, Mohammadreza Khazei ✉

Department of Clinical Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran

Corresponding Author: Mohammadreza Khazei
E-mail: psymrkhazei1998@yahoo.com

Received: 08 November 2025
Revised: 11 December 2025
Accepted: 16 December 2025
Published: 21 May 2026

Citation: Rahimi Taghanaki, C., Nazari, N., & Khazei, M. (2026). Impact of Lumosity Games on Working Memory and Attention in University Students. *Journal of Modern Psychological Researches, 21*(81), 103-116. DOI: 10.22034/jmpr.2025.70048.6883

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Digital technologies have become an integral part of modern life, shaping cognitive functioning, learning processes, and behavioral patterns across different age groups. While concerns have been raised regarding the adverse effects of excessive screen use—such as reduced attention span and impaired social functioning—an expanding body of research highlights the potential benefits of well-designed digital cognitive tools. Among these tools, computerized cognitive training programs based on neuroscientific principles have gained significant attention for their capacity to strengthen working memory, enhance attentional control, and promote problem-solving skills. Digital cognitive games, particularly those embedded within structured training platforms, have shown promising effects across diverse populations including children, adolescents, adults, and older adults.

Working memory and selective attention represent two core cognitive constructs essential for effective learning, decision-making, and academic performance. Working memory functions as a temporary storage system that maintains and manipulates information during complex cognitive tasks, playing a central role in reasoning, comprehension, and goal-directed behavior. Selective attention enables individuals to focus on relevant stimuli while inhibiting competing distractions, thus facilitating efficient information processing in cognitively demanding environments. Empirical evidence suggests a dynamic interaction between these two constructs, such that increased working memory load may disrupt selective attentional capacity, making individuals more vulnerable to interference. Several theoretical models conceptualize attention as either a limited cognitive resource or a gating mechanism responsible for the selective filtering of information.

Prior studies on digital cognitive training have yielded mixed results. While some findings indicate significant improvements in processing speed, visuospatial attention, and recognition memory among older adults, other studies report limited or inconsistent benefits for working memory and executive control. Effectiveness appears to vary based on individual differences, task

design, motivation, training duration, and adherence to the intervention. Evidence from populations with learning difficulties shows that structured digital games may produce meaningful improvements in visual attention and working memory. However, meta-analyses caution that the overall effect sizes of digital cognitive training are generally small to moderate, and the long-term persistence of these effects remains uncertain.

Lumosity, one of the most widely used commercial cognitive training platforms, offers game-based tasks targeting attention, flexibility, memory, processing speed, and executive functioning. Research on Lumosity presents heterogeneous results: some studies report small improvements in attention and memory performance among older adults or individuals with cognitive impairments, while others find minimal transfer effects to real-world cognitive functioning. The efficacy of Lumosity appears highly dependent on users' baseline abilities, engagement levels, task difficulty, and consistency of training. Additionally, few studies have examined the long-term maintenance of cognitive gains after training discontinuation.

In Iran, a growing number of studies have examined the role of computerized cognitive games in enhancing cognitive performance across different populations. Research on children with ADHD shows improvements in working memory, selective attention, and cognitive flexibility after engaging with game-based interventions. Similar benefits have been reported for individuals with intellectual disabilities and students with attention difficulties. Nevertheless, research investigating the cognitive effects of Lumosity among university students—especially with a structured follow-up design—remains scarce. This gap highlights the need for context-specific studies focusing on young adults who face increasing cognitive demands due to academic pressures and modern digital environments.

Given the theoretical relevance of working memory and selective attention in academic functioning, and the ongoing debate surrounding the efficacy of digital cognitive training tools, the present study aimed to examine the effects of Lumosity cognitive games on working memory and selective attention among university students. A quasi-experimental pretest–posttest design with a three-month follow-up assessment was employed to evaluate both the immediate and sustained effects of the intervention. This study contributes to the literature by focusing on a university population, using validated cognitive instruments, and assessing the durability of training effects over time using Iranian normative data.

Method

This applied study employed a quasi-experimental design using a pretest–posttest structure with a three-month follow-up and an active control group. The statistical population consisted of all students enrolled in the Faculty of Education and Psychology at the University of Shiraz during the 2023–2024 academic year, totaling approximately 980 individuals across undergraduate, master's, and doctoral levels. Recruitment was conducted via public announcements, student groups, and classroom presentations. From 52 initial volunteers, 30 participants who met the inclusion criteria were selected using convenience sampling. Participants were then assigned non-randomly to the experimental and control groups (15 in each), based on scheduling compatibility and availability.

Inclusion criteria consisted of: age 18–30 years, current enrollment at the University of Shiraz, no history of neurological or psychological disorders affecting cognition, no use of cognitive-enhancing medications, informed consent to participate.

Exclusion criteria included: concurrent participation in other cognitive training programs, failure to complete at least 12 training sessions, absence from the posttest or follow-up phases.

Working memory was assessed using the Letter–Number Sequencing Test, a subtest of the Wechsler Adult Intelligence Scale, which evaluates auditory working memory, selective attention, and mental manipulation. The test demonstrates established content validity, convergent validity with other working memory measures, internal consistency coefficients between .75 and .85, and test–retest reliability above .80.

Selective attention and cognitive flexibility were measured using Trail Making Test Part B, a standardized neuropsychological tool that assesses visual-motor coordination, divided attention, and executive functioning. The test possesses strong concurrent validity (r = .60–.65) and high test–retest reliability (.80–.90). In this study, completion time served as the primary dependent variable; for rare instances of errors, 20 seconds were added per error.

Participants in the experimental group used the Lumosity program for 14 consecutive days, completing three cognitive games per session targeting working memory and attention. The control group received no intervention. After the two-week period, all participants completed the posttest assessments, followed by a three-month follow-up assessment to evaluate the persistence of training effects.

Data were analyzed using multivariate and univariate analyses of covariance (MANCOVA and ANCOVA), controlling for pretest scores. Statistical significance was set at $p < .05$.

Results

Analysis revealed significant differences between the experimental and control groups on both working memory and selective attention outcomes after the intervention. After adjusting for pretest scores,

participants in the experimental group demonstrated significantly higher working memory scores relative to controls ($p < .05$). Enhanced performance on the Letter–Number Sequencing Test indicates improvement in auditory working memory, mental manipulation, and attentional control among students who completed the Lumosity training.

Similarly, a significant improvement was observed in selective attention as measured by the Trail Making Test Part B. The experimental group exhibited reduced completion times compared to the control group, indicating enhanced divided attention, cognitive flexibility, and inhibitory control ($p < .05$). These findings align with prior research demonstrating that structured cognitive training may enhance executive functioning and attentional mechanisms.

The follow-up analysis conducted three months later revealed sustained effects, particularly in selective attention. While working memory scores remained higher than pretest levels, the magnitude of improvement showed a slight reduction compared to immediate posttest results. In contrast, improvements in selective attention demonstrated greater durability, suggesting that attentional gains acquired through digital cognitive training may persist longer than short-term working memory benefits. Overall, the follow-up phase confirmed that at least part of the cognitive gains induced by Lumosity training remained stable over time.

Discussion

The present study examined the effects of a two-week Lumosity cognitive training program on working memory and selective attention among university students. The findings provide empirical support for the potential of digital cognitive games to enhance cognitive functioning in young adults. Consistent with previous research, improvements observed in working memory and selective attention suggest that interactive, game-based cognitive exercises can activate and strengthen neural circuits associated with executive functioning, mental manipulation, and attentional control.

Regarding working memory, the observed improvements align with studies reporting short-term enhancement following digital cognitive training. However, consistent with meta-analytic findings, the decline in effect magnitude at follow-up suggests that working memory gains may require continuous or periodic training to be maintained over time. This highlights the transient nature of certain cognitive benefits and underscores the importance of sustained engagement for long-term cognitive improvement.

In contrast, selective attention improvements demonstrated greater stability across the follow-up period. This pattern aligns with research suggesting that attentional networks may exhibit more durable plasticity in response to training. Enhanced flexibility and attentional control may also reflect cumulative benefits of repeated task switching and inhibitory processes inherent in the Lumosity games.

The study offers several practical implications. For university students experiencing high academic demands, cognitive training may serve as a complementary strategy for improving cognitive readiness, concentration, and learning efficiency. Educational designers and higher-education policymakers may consider integrating structured digital cognitive training into student support programs, academic preparation courses, or cognitive skills workshops. Additionally, cognitive rehabilitation specialists may find the results relevant for designing short-term interventions targeting attentional control and working memory among young adults.

The study also contributes methodologically by incorporating a follow-up phase and using validated neuropsychological measures within an Iranian context. Nevertheless, limitations such as small sample size, non-random assignment, brief intervention duration, and reliance on self-motivation during training may restrict generalizability. Future research should explore longer intervention periods, larger randomized samples, and neurophysiological correlates (e.g., EEG, functional connectivity) to deepen understanding of the mechanisms underlying cognitive change.

In conclusion, the findings suggest that digital cognitive games such as Lumosity can serve as an effective and accessible tool for enhancing working memory and selective attention in university students. While working memory improvements may gradually diminish without continued practice, attentional gains appear more stable, highlighting the potential utility of digital cognitive training in educational and cognitive enhancement settings.

KEYWORDS

cognitive games, attention, working memory, digital cognitive technologies, Lumosity

Copyright: © 2026 by the Author(s). Published by University of Tabriz. This is an open acess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

مقاله پژوهشی

دوره ۲۱، شماره ۸۱، ۱۴۰۵

فصلنامه پژوهش‌های نوین روانشناختی

journal homepage: https://psychologyj.tabrizu.ac.ir/

تأثیر بازی‌های لوموسیتی بر حافظه کاری و توجه دانشجویان

چنگیز رحیمی طاقانکی، نسیم نظری، محمدرضا خاضعی ✉

گروه روان‌شناسی بالینی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

نویسنده مسئول: محمدرضا خاضعی

رایانامه: psymrkhazei1998@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۷ آبان ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۲۰ آذر ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۵ آذر ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۳۱ اردیبهشت ۱۴۰۵

استناددهی: رحیمی طاقانکی، چنگیز؛ نظری، نسیم و خاضعی، محمدرضا (۱۴۰۵). تأثیر بازی‌های لوموسیتی بر حافظه کاری و توجه دانشجویان. *فصلنامه پژوهش‌های نوین روانشناختی*، ۲۱(۸۱)، ۱۰۳-۱۱۶.

DOI: 10.22034/jmpr.2025.70048.6883

مشخصات مقاله

کلیدواژه‌ها:

بازی‌های شناختی، توجه، حافظه کاری، فناوری‌های دیجیتال شناختی، لوموسیتی

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر بازی‌های شناختی نرم‌افزار لوموسیتی بر حافظه کاری و توجه دانشجویان انجام شد. این مطالعه به روش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری سه‌ماهه انجام شد. جامعه آماری شامل دانشجویان دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه شیراز در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۴ بود که از میان آن‌ها ۲۶ دانشجوی واجد ملاک‌های ورود، به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و با گمارش غیرتصادفی در دو گروه کنترل (۱۴ نفر) و آزمایش (۱۲ نفر) جای گرفتند. گروه آزمایش به مدت ۱۴ روز سه بازی شناختی از نرم‌افزار لوموسیتی را انجام دادند، درحالی‌که گروه کنترل هیچ مداخله‌ای دریافت نکرد. پس از اتمام مداخله، پس‌آزمون برگزار شد و سه ماه بعد مرحله پیگیری انجام گرفت. ابزارهای پژوهش شامل آزمون ردیابی (ریا، ۱۹۳۸) و توالی ارقام و حروف (وکسلر، ۱۹۹۷) بود. در نهایت داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس چندمتغیری و تک‌متغیری مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. پس از تجزیه‌وتحلیل، نتایج نشان داد که میانگین نمرات حافظه کاری و توجه انتخابی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است ($p<0/05$). همچنین، تأثیر این بازی‌ها در مرحله پیگیری به‌ویژه از نظر توجه انتخابی، پایدار بود. مطابق با پژوهش حاضر بازی‌های شناختی دیجیتال می‌توانند ابزار مؤثری برای بهبود عملکردهای شناختی باشند و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های آموزشی و توان‌بخشی شناختی توصیه می‌شود.

Copyright: © 2026 by the Author(s). Published by University of Tabriz. This is an open acess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

مقدمه

فناوری‌های دیجیتال به جزء جدایی‌ناپذیری از زندگی روزمره تبدیل شده‌اند و تأثیر چشم‌گیری بر عملکردهای شناختی و سلامت روانی انسان دارند. پژوهش‌ها هم‌زمان به اثرات مثبت و منفی استفاده از فناوری بر کارکرد مغز و رفتار اشاره دارند؛ درحالی‌که استفاده بیش‌ازحد از صفحه‌نمایش ممکن است منجر به کاهش تمرکز و اختلال در مهارت‌های اجتماعی شود، برخی ابزارهای دیجیتال می‌توانند به بهبود توانایی‌های شناختی کمک کنند (اسمال[1] و همکاران، ۲۰۲۰). بازی‌های دیجیتال شناختی که بر پایه اصول علوم اعصاب طراحی شده‌اند، قادرند حافظه، توجه و مهارت‌های حل مسئله را تقویت کنند (آنگورا[2] و گزالی، ۲۰۱۵) و در گروه‌های سنی مختلف از کودکان تا سالمندان مزایایی را ارائه دهند (شانموگاسوندارام و تامیلاراسو[3]، ۲۰۲۳). با این وجود، گسترش استفاده از فناوری‌های دیجیتال، نگرانی‌هایی را نسبت به تأثیر آن‌ها بر ابعاد شناختی انسان، به‌ویژه در محیط‌های آموزشی، برانگیخته است (دی آلداما[4]، ۲۰۲۰). با پیشرفت این حوزه، انتظار می‌رود مداخلات ترکیبی که عناصر سرگرمی و تقویت شناختی را در هم می‌آمیزند، فراگیرتر شوند (آنگورا و گزالی، ۲۰۱۵). درعین‌حال، پژوهش‌های بیشتری برای درک سازوکارها و روابط علّی بین فناوری و سلامت مغز مورد نیاز است (اسمال و همکاران، ۲۰۲۰).

در این میان، حافظه کاری و توجه انتخابی دو مؤلفه کلیدی شناختی هستند که نقش مؤثری در یادگیری، پردازش اطلاعات و عملکرد تحصیلی ایفا می‌کنند. حافظه کاری، به‌عنوان سامانه‌ای موقت برای ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات، در فرآیندهایی چون تصمیم‌گیری، حل مسئله و یادگیری نقشی حیاتی دارد (اتچپربوردا و عابد-ماس[5]، ۲۰۰۵). از سوی دیگر، توجه انتخابی که به توانایی تمرکز بر محرک‌های مرتبط و نادیده گرفتن عوامل مزاحم اطلاق می‌شود، برای انجام وظایف پیچیده در محیط‌های پرمحرک ضروری است. تحقیقات نشان داده‌اند که افزایش بار حافظه کاری می‌تواند بر توجه انتخابی تأثیر گذاشته و موجب تداخل بیشتر با عوامل حواس‌پرت شود (دی فوکرت[6] و همکاران، ۲۰۰۱). توسعه این نوع توجه با نظام‌های عصبی مسئول گسترش دامنه توجه و کنترل تعارض مرتبط است (استیونز و باولیر[7]، ۲۰۱۲). ارتباط نزدیک بین حافظه کاری و توجه به‌گونه‌ای است که برخی نظریه‌ها، توجه را منبعی محدود یا سازوکاری برای پردازش گزینشی اطلاعات می‌دانند (اوبراور[8]، ۲۰۱۹)؛ بنابراین، شناخت بهتر این مؤلفه‌ها می‌تواند به طراحی مداخلات آموزشی مؤثر و ارتقاء نتایج تحصیلی کمک کند.

پژوهش‌ها حاکی از آن‌اند که تمرینات شناختی از طریق بازی‌ها و تمرین‌های دیجیتال می‌توانند عملکرد شناختی در سالمندان را بهبود بخشند. برای نمونه، مطالعات نشان داده‌اند که بازی‌های دارای هیجان متوسط منجر به افزایش سرعت پردازش، توجه و حافظه تشخیص بصری شده‌اند (بالستروس[9] و همکاران، ۲۰۱۴)، هرچند نتایج یکپارچه‌ای درباره بهبود حافظه کاری و کنترل اجرایی مشاهده نشده است. اثربخشی چنین آموزش‌هایی می‌تواند بر اساس تفاوت‌های فردی و میزان پیشرفت در طول تمرین‌ها متفاوت باشد (جاگی[10] و همکاران، ۲۰۱۱). درحالی‌که برخی پژوهش‌ها فقط به مزایای محدود در فعالیت‌های آموزش‌ندیده اشاره دارند (بالستروس و همکاران، ۲۰۱۷)، برخی دیگر از پتانسیل اثرات بلندمدت سخن گفته‌اند (جاگی و همکاران، ۲۰۱۱). عواملی همچون طراحی آموزش، انگیزه و تفاوت‌های فردی در اثربخشی آموزش‌های شناختی نقش دارند و نیاز به بررسی‌های دقیق‌تری دارند (آنگورا و گزالی، ۲۰۱۵).

مطالعات اخیر نیز نشان داده‌اند که بازی‌هایی که به صورت رسمی اجرا می‌شوند، می‌توانند توانایی‌های شناختی را در جمعیت‌های مختلف بهبود بخشند. برای مثال، پژوهشی در میان دانش‌آموزان دارای ناتوانی‌های یادگیری نشان داد که بازی‌های مبتنی بر هوش‌های چندگانه موجب بهبود معنی‌دار توجه بصری شدند (گارسیا ردوندو[11] و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین، در سالمندان دچار اختلال شناختی، استفاده از بازی‌های آموزشی دیجیتال در مقایسه با عدم مداخله یا تمرین‌های رایج، در بهبود شناخت کلی مؤثر بوده است (عابد الرزاق[12]، ۲۰۲۱). اگرچه برخی بهبودها حتی شش سال پس از مداخله نیز باقی مانده‌اند (آنگورا و همکاران، ۲۰۲۱)، اما پایداری اثرات شناختی همچنان موضوعی چالش‌برانگیز است، چراکه برخی پیشرفت‌ها در بلندمدت حفظ نمی‌شوند. همچنین، لذت بازی و انگیزه فردی نیز می‌تواند اثربخشی بازی‌ها را به‌ویژه در وظایف دشوار وابسته به حافظه کاری تحت تأثیر قرار دهد (هو[13] و همکاران، ۲۰۲۲).

پژوهش‌ها در زمینه تأثیر بازی آموزشی لوموسیتی[14] نیز نتایج متنوعی را گزارش کرده‌اند. برخی مطالعات بهبودهای جزئی در توجه و حافظه کاری در سالمندان را گزارش کرده‌اند (بالستروس و همکاران، ۲۰۱۷؛ مام خضری و میکائیلی منیه[15]، ۲۰۲۱)، درحالی‌که برخی دیگر نتایجی متناقض یا محدود ارائه داده‌اند (هیمن۱۶، ۲۰۱۷). بااین‌حال، در برخی نمونه‌ها، لوموسیتی موجب بهبود حافظه دیداری، انعطاف‌پذیری شناختی و مهارت‌های اجرایی شده است، به‌ویژه زمانی که تمرین‌ها به صورت منظم و در بازه زمانی طولانی اجرا شده‌اند داشته است (آزاد مام خضری و میکائیلی منیه، ۲۰۲۱). علاوه بر این، بازی‌های شناختی مشابه در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی به بهبود عملکردهایی چون حافظه کاری، توجه انتخابی و مهار پاسخ منجر شده‌اند (داویس[17]، ۲۰۱۵). نتایج فراتحلیل‌ها نشان می‌دهد که میزان اثربخشی آموزش‌های شناختی دیجیتال اغلب متوسط یا اندک بوده و پایداری اثرات نیز محل تردید است. برای مثال، فراتحلیل هیمن (۲۰۱۷)

1. Small
2. Anguera & Gazzaley
3. Shanmugasundaram & Tamilarasu
4. de Aldama
5. Etchepareborda & Abad-Mas
6. De Fockert
7. Stevens & Bavelier
8. Oberauer
9. Ballesteros
10. Jaeggi
11. García-Redondo
12. Abd-Alrazaq
13. Hu
14. Lumosity
15. Mam Khezri & Mikaeli Manieh
16. Hyman
17. Dovis

تنها تأثیر اندک بر توجه و عدم اثربخشی قوی بر حافظه فعال را گزارش کرده است. افزون بر این، مطالعات جدیدتری مطرح کرده‌اند که تفاوت‌های فردی، سطح پایه توانایی‌های شناختی، انگیزه و میزان درگیری با تمرین‌ها، عوامل تعیین‌کننده در میزان اثربخشی لوموسیتی هستند (لامپیت[1]، ۲۰۲۲). همچنین، بازی‌های شناختی توانسته‌اند در کودکان مبتلا به اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی عملکردهایی چون حافظه کاری، توجه و انعطاف‌پذیری شناختی را بهبود دهند (عبدی[2] و همکاران، ۲۰۱۴). این یافته‌ها نشان می‌دهد که اثربخشی بازی‌های آموزشی به بافت و ویژگی‌های جمعیت هدف وابسته بوده و نیازمند بررسی‌های دقیق‌تری در زمینه اثرات طولانی‌مدت هستند.

مطالعات اخیر نشان می‌دهند که آموزش شناختی با استفاده از بازی‌های ویدیویی، از جمله بازی‌های اکشن[3] و استراتژی[4]، می‌تواند در سالمندان به بهبود انعطاف‌پذیری شناختی و سرعت پردازش ادراکی بینجامد (گلس[5] و همکاران، ۲۰۱۳). در برخی موارد، اثرات این آموزش‌ها تا شش سال پس از مداخله نیز مشاهده شده‌اند که شامل کاهش هزینه‌های چندوظیفه‌ای و افزایش فعالیت عصبی در نواحی کنترل شناختی بوده است (آنگورا و همکاران، ۲۰۲۱). بااین‌حال، عواملی مانند تعامل، تداوم تمرین و پایبندی به برنامه، نقش تعیین‌کننده‌ای در اثربخشی نهایی دارند (لی[6] و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین، این نوع آموزش‌ها قادرند تغییرات نوروپلاستیک مثبتی در مغزهای سالمندان ایجاد کنند که بهبود توجه و حافظه کاری را در پی دارند (لئونگ[7] و همکاران، ۲۰۱۵). این یافته‌ها تأییدی بر توانایی مغز برای تغییر و رشد حتی در سال‌های پیری بوده و فرصت‌های جدیدی را برای مداخلات شناختی در سالمندان فراهم می‌سازد.

در ایران نیز، تحقیقات متعددی اثربخشی بازی‌های شناختی رایانه‌ای را در ارتقای عملکردهای شناختی جمعیت‌های مختلف نشان داده‌اند. برای کودکان دارای نقص توجه/بیش‌فعالی، این بازی‌ها موجب بهبود معناداری در حافظه کاری، توجه و انعطاف‌پذیری شناختی شده‌اند (عبدی و همکاران، ۲۰۱۴؛ اقدم و علوی[8]، ۲۰۱۹). بازی حافظه کاری MIND PRO نیز در همین راستا نتایج مثبتی را در تقویت عملکرد حافظه کاری این کودکان به همراه داشته است (اقدم و علوی، ۲۰۱۹). همچنین، بازی‌های توان‌بخشی شناختی اثرات پایدار مثبتی بر عملکردهای اجرایی از جمله برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، بازداری و انعطاف‌پذیری نشان داده‌اند (اوریادی[9] و همکاران، ۲۰۱۹). افزون بر آن، این بازی‌ها در ارتقاء دامنه توجه دانش‌آموزان دارای ناتوانی ذهنی نیز مؤثر بوده‌اند (لوبات پاشاپور و همکاران، ۲۰۱۸). این شواهد حاکی از آن است که بازی‌های شناختی رایانه‌ای می‌توانند ابزار مؤثری برای تقویت شناخت در جمعیت‌های گوناگون با چالش‌های شناختی محسوب شوند.

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از طرح نیمه‌آزمایشی (پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری)، به بررسی تأثیر بازی لوموسیتی بر حافظه کاری و توجه انتخابی در دانشجویان می‌پردازد. هدف اصلی مطالعه، ارزیابی اثربخشی این بازی‌ها در ارتقاء عملکرد شناختی و ماندگاری اثرات آن پس از گذشت سه ماه است. اهداف فرعی شامل مقایسه عملکرد گروه آزمایش و کنترل در مراحل پس‌آزمون و پیگیری، سنجش میزان پایداری اثرات و ارائه شواهد علمی پیرامون نقش فناوری‌های دیجیتال در بهبود عملکرد ذهنی می‌باشد. با توجه به افزایش تقاضای دانشجویان برای بهبود توانایی‌های شناختی، فشارهای تحصیلی، نیاز به پردازش سریع اطلاعات و نقش حیاتی حافظه کاری و توجه در یادگیری، بررسی ابزارهای دیجیتال در این جمعیت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. وجود تناقض در نتایج پژوهش‌های پیشین، کمبود مطالعات بومی، و عدم بررسی ماندگاری اثرات نرم‌افزارهای شناختی در جمعیت دانشجویی، نشان‌دهنده یک خلا پژوهشی مهم است که ضرورت انجام پژوهش حاضر را برجسته می‌سازد..

بر این اساس، پژوهش حاضر با استفاده از طرح نیمه‌آزمایشی پیش‌آزمون- پس‌آزمون با پیگیری، به بررسی تأثیر بازی‌های شناختی نرم‌افزار Lumosity بر حافظه کاری و توجه انتخابی دانشجویان می‌پردازد و هدف اصلی این پژوهش ارزیابی اثربخشی نرم‌افزار در بهبود این دو مؤلفه شناختی و بررسی ماندگاری اثرات آن پس از سه ماه است. در مجموع، با توجه به نیاز فزاینده‌ی دانشجویان به ارتقاء مهارت‌های شناختی، یافته‌های این تحقیق می‌توانند برای طراحان آموزشی، سیاست‌گذاران آموزش عالی، متخصصان علوم شناختی و توسعه‌دهندگان بازی‌های دیجیتال کاربردی بوده و مبنایی برای طراحی مداخلات مؤثر شناختی در محیط‌های دانشگاهی فراهم آورند. از جمله جنبه‌های نوآورانه این پژوهش می‌توان به تمرکز بر جمعیت دانشجویی، استفاده از نرم‌افزار معتبر لوموسیتی، بررسی ماندگاری اثرات و بهره‌گیری از داده‌های بومی ایرانی اشاره کرد.

روش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و ازنظر روش، نیمه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون و دوره پیگیری (سه‌ماهه) همراه با گروه کنترل می‌باشد. جامعه آماری پژوهش شامل تمامی دانشجویان دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه شیراز در سال ۱۴۰۳ بودکه حدود ۹۸۰ نفر در سه مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری را دربر می‌گرفت. نمونه‌گیری به‌صورت در دسترس انجام شد؛ فراخوان پژوهش از طریق تابلو اعلانات، گروه‌های دانشجویی و کلاس‌های درس منتشر شد و ۵۲ نفر برای غربالگری اولیه ثبت‌نام کردند. پس از بررسی ملاک‌های ورود و خروج، از این جامعه تعداد ۳۰ نفر از دانشجویانی که داوطلب شرکت در پژوهش و واجد معیارهای ورود بودند، انتخاب شدند و به‌صورت غیرتصادفی بر اساس برنامه زمانی شرکت‌کنندگان در دو گروه آزمایش و کنترل گماشته گردیدند که برای هر گروه ۱۵ نفر در نظر گرفته شد.

1. Lampit
2. Abdi
3. Action
4. Strategy
5. Glass
6. Li
7. Leung
8. Aghdam & Alavi
9. Oryadi

ملاک‌های ورود به پژوهش فاصله سنی بین ۱۸-۳۰ سال، تحصیل در یکی از مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد یا دکترای دانشگاه شیراز، رضایت آگاهانه جهت حضور و عدم استفاده از داروهای مؤثر بر عملکرد شناختی در انجام پژوهش بود. همچنین ملاک‌های خروج از پژوهش شامل مواد ذیل است: انجام هم‌زمان بازی‌ها یا برنامه‌های توان‌بخشی شناختی دیگر، انجام کمتر از ۱۲ روز بازی‌های موردنظر و عدم شرکت در پس‌آزمون یا پیگیری.

ابزارهای پژوهش

آزمون توالی حروف و اعداد[1]: به عنوان یکی از خرده‌آزمون‌های مقیاس هوش وکسلر[2] برای ارزیابی حافظه کاری، حافظه فعال، توجه انتخابی و توانایی پردازش اطلاعات به کار می‌رود (بدلی[3]، ۲۰۱۲). در این آزمون، آزمونگر دنباله‌ای از اعداد و حروف را می‌خواند و آزمون‌دهنده باید ابتدا اعداد را به‌صورت صعودی و سپس حروف را بر اساس ترتیب الفبایی بازگو کند (ساتلر و رایان[4]، ۲۰۰۹). هر پاسخ صحیح یک نمره دریافت می‌کند و آزمون پس از سه پاسخ نادرست متوالی پایان می‌یابد (وکسلر[5]، ۲۰۱۴). این آزمون از روایی محتوایی مناسبی برخوردار است و روایی همگرای آن با سایر آزمون‌های حافظه کاری مانند تکلیف حافظه فعال دانیمن و کارپنتر[6] تأیید شده است (آنسورث و انگل[7]، ۲۰۰۷). همچنین، پایایی بازآزمایی آن با ضریب بالای ۰/۸۰ (وکسلر، ۲۰۱۴) و پایایی درونی آن با آلفای کرونباخ بین ۰/۷۵ تا ۰/۸۵ گزارش شده است (ساتلر و رایان، ۲۰۰۹). عملکرد ضعیف در این آزمون می‌تواند نشان‌دهنده اختلال در حافظه کاری یا مشکلات توجهی باشد (آلووی و آلووی[8]، ۲۰۱۰). در پژوهش حاضر از این آزمون به عنوان ابزاری برای سنجش حافظه کاری بخصوص حافظه کاری شنیداری استفاده شد. برای محاسبه نمرات کلی آزمون، تعداد پاسخ‌های غلط شرکت‌کنندگان (به استثنای سه پاسخ غلط انتهایی) از تعداد پاسخ‌های صحیح آنها کسر شد.

آزمون ردیابی (ب)[9]: یک ابزار استاندارد عصب‌روانشناختی برای ارزیابی هماهنگی بینایی-حرکتی، توجه تقسیم‌شده، انعطاف‌پذیری شناختی و عملکردهای اجرائی است (اشتراوس[10] و همکاران، ۲۰۰۷). این آزمون از دو بخش تشکیل شده است؛ در بخش اول، از فرد خواسته می‌شود تا اعدادی را که به‌طور تصادفی در صفحه نوشته شده‌اند، از کوچک به بزرگ به هم وصل کند و در قسمت دوم، آزمودنی باید ترکیبی از اعداد (۱-۱۲) و حروف (الف-ر) را به‌صورت متناوب و صعودی (۱-الف-۲-ب-۳-پ...) با بیشترین سرعت ممکن به هم وصل کند (ریتان[11]، ۱۹۵۸). این آزمون از روایی همگرای بالایی با سایر آزمون‌های عملکرد اجرایی (۰/۶۵-۰/۶۰ =r) برخوردار است (سانچز-کوبیلو[12] و همکاران، ۲۰۰۹). پایایی بازآزمایی آن در فاصله ۲-۴ هفته بین ۰/۸۰ تا ۰/۹۰ گزارش شده است (اشتراوس و همکاران، ۲۰۰۷). در مطالعه حاضر با تمرکز بر ارزیابی انعطاف‌پذیری شناختی و توجه تقسیم‌شده، از بخش ب آزمون استفاده شد. زمان تکمیل آزمون (برحسب ثانیه) و تعداد خطاها به عنوان شاخص‌های اصلی عملکرد شناختی ثبت می‌شوند (تومبا[13]، ۲۰۰۴)؛ اما به دلیل اینکه در پژوهش حاضر اغلب آزمودنی‌ها فاقد هرگونه خطا در اجرای این آزمون بودند، تنها مدت زمان اجرای آن مدنظر قرار گرفت و برای موارد معدودی وجود خطا، به ازای هر خطا ۲۰ ثانیه به زمان کل شرکت‌کننده اضافه شد.

تمرین‌های شناختی به وسیله برنامه لوموسیتی: برنامه لوموسیتی که توسط شرکت آزمایشگاه‌های لوموس[14] در سال ۲۰۰۷ تولید شد، مجموعه‌ای از بازی‌های آنلاین است که بر روی تلفن‌های همراه نصب می‌گردد. بازی‌های این برنامه طیف وسیعی از عملکردهای شناختی از جمله انواع توجه، حافظه، حافظه کاری، حل مسئله، برنامه‌ریزی، سرعت پردازش و انعطاف‌پذیری شناختی را هدف قرار می‌دهد. در پژوهش حاضر از شرکت‌کنندگان در گروه آزمایش خواسته شد که هر روز حداقل ۵ دقیقه متناسب با توانایی‌های خود هر یک از سه بازی ذکر شده در جدول ۱ را در منزل اجرا کنند. به این ترتیب هر یک از شرکت‌کنندگان، بازی‌ها به‌طور میانگین به مدت ۱۴ روز اجرا کردند.

جدول ۱: بازی‌های اجرا شده در گروه آزمایش

نام بازی	نحوه اجرا	توانایی هدف
گنجینه‌های جزر و مدی[15]	شکل‌های مختلفی در صفحه نمایش داده می‌شود و باید یکی از آن شکل‌ها را انتخاب کرد. با هر انتخاب، شکل‌های بیشتری در مرحله بعد نمایش داده می‌شود و فرد نباید شکلی را انتخاب کند که قبلاً آن را برگزیده است.	حافظه کاری
قطار فکر[16]	قطارها با رنگ‌های مختلف را باید با تغییر جهت ریل‌ها به ایستگاه‌ها با رنگ مشابه رساند. در هر مرحله با زمان مشخص سرعت حرکت، تعداد و رنگ قطارها بیشتر می‌شود.	توجه تقسیم‌شده، هماهنگی بینایی-حرکتی
جستجوی ستاره[17]	تعدادی شکل مشابه در صفحه نمایش داده می‌شود که یکی از آنها از نظر شکل، رنگ، طرح یا جهت حرکت متفاوت است. فرد باید شکل متفاوت را انتخاب کند.	توجه انتخابی

1. Letter-Number Sequencing
2. HAWIK-V
3. Baddeley
4. Sattler & Ryan
5. Wechsler
6. Daneman and Carpenter's working memory tests
7. Unsworth & Engle
8. Alloway & Alloway
9. Trail Making Test - Part B
10. Strauss
11. Reitan
12. Sánchez-Cubillo
13. Tombaugh
14. lumos labs
15. tidal treasures
16. train of thought
17. star search

شیوهٔ اجرا: پس از اخذ کد اخلاق از کمیته اخلاق دانشکده روانشناسی دانشگاه شیراز، ۳۰ نفر از دانشجویان به‌صورت در دسترس به عنوان نمونه انتخاب شدند و به‌صورت غیرتصادفی متناسب با شرایط شرکت‌کنندگان در دو گروه آزمایش و کنترل (هر گروه ۱۵ نفر) قرار گرفتند؛ اما ۳ شرکت‌کننده از گروه آزمایش و ۱ شرکت‌کننده از گروه کنترل به دلیل عدم دسترسی برای اجرای پس‌آزمون و پیگیری از مداخله حذف شده و در نهایت ۲۶ نفر در تحلیل نهایی باقی ماندند. در ابتدا درباره طرح و هدف پژوهش، تعداد و طول مدت مداخله و محرمانه ماندن اطلاعات توضیح داده شد؛ سپس به گروه آزمایش آموزش‌هایی درباره نحوه اجرای بازی‌ها داده شد.

گروه آزمایش به همراه گروه کنترل در مرحله پیش‌آزمون، پس‌آزمون و در مرحله پیگیری سه‌ماهه به آزمون‌های توالی حروف-اعداد و ردیابی پاسخ دادند. در نهایت داده‌ها با استفاده از نسخه ۲۷ نرم‌افزار SPSS و به روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر تحلیل شد؛ زیرا این روش به بررسی تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی در مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری می‌پردازد. شایان ذکر است که شرکت‌کنندگان و ارزیابان هردو نسبت به گروه‌بندی‌ها آگاه بوده و امکان برآورد عدم آگاهی و کور[1] بودن آنها فراهم نبود. همچنین، به گروه کنترل پس از پایان پژوهش امکان استفاده از بازی‌های لوموسیتی داده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان از نظر سن، جنسیت و تحصیلات مورد بررسی قرار گرفت. مطابق با یافته‌ها میانگین سنی گروه آزمایش و کنترل به ترتیب ۲۵/۲۵ (۳/۱۴) و ۲۴/۷۱ (۳/۶۰) بود. از نظر جنسیت نیز ۶۶/۶۷ درصد گروه آزمایش و ۷۸/۵۷ درصد گروه کنترل را زنان تشکیل می‌دادند. در نهایت ۱۶/۶۷، ۶۶/۶۷ و ۱۶/۶۷ درصد گروه آزمایش و ۴۲/۸۶، ۴۲/۸۶ و ۱۴/۲۸ درصد گروه کنترل به ترتیب مشغول به تحصیل در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا بودند (جدول۲).

جدول ۲: اطلاعات جمعیت‌شناختی

متغیر		گروه آزمایش		گروه کنترل		کل	
		میانگین (سال)	انحراف معیار	میانگین (سال)	انحراف معیار	میانگین (سال)	انحراف معیار
سن		۲۵/۲۵	۳/۱۴	۲۴/۷۱	۳/۶۰	۲۴/۹۶	۳/۳۴
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
جنسیت	زن	۸	۶۶/۶۷	۱۱	۷۸/۵۷	۱۹	۷۳/۱
	مرد	۴	۳۳/۳۳	۳	۲۱/۴۳	۷	۲۶/۹
مقطع تحصیلی	کارشناسی	۲	۱۶/۶۷	۶	۴۲/۸۶	۸	۳۰/۸
	کارشناسی ارشد	۸	۶۶/۶۷	۶	۴۲/۸۶	۱۴	۵۳/۸
	دکترا	۲	۱۶/۶۷	۲	۱۴/۲۸	۴	۱۵/۴

میانگین و انحراف معیار نمرات آزمون‌های ردیابی و توالی ارقام و حروف شرکت‌کنندگان در گروه آزمایش و کنترل در مراحل پیش‌آزمون، پس‌آزمون و پیگیری در جدول۳ گزارش شده است.

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار نمرات گروه آزمایش و کنترل

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیگیری	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
ردیابی	آزمایش	۱۲۲/۷۵	۲۴/۴۷	۷۸/۴۲	۳۰/۶۹	۵۵/۱۷	۷/۳۷
(زمان برحسب ثانیه)	کنترل	۱۳۲/۲۹	۵۸/۵۴	۱۰۹/۰۷	۳۱/۰۶	۱۰۷/۱۴	۳۰/۶۸
توالی ارقام و حروف	آزمایش	۸/۶۷	۲/۱۵	۱۰/۶۷	۱/۵	۱۰/۸۳	۱/۴۷
(نمرات کلی)	کنترل	۷/۶۴	۱/۸۲	۷/۲۹	۲/۰۲	۷/۲۱	۱/۸۵

مطابق با این جدول میانگین متغیر زمانی در آزمون ردیابی در گروه آزمایش در هر دو مرحله پس‌آزمون و پیگیری کاهش یافته است و این نشان‌دهنده عملکرد بهتر این گروه از پیش‌آزمون تا پیگیری است؛ اما گروه کنترل تنها در مرحله پس‌آزمون بهتر از پیش‌آزمون عمل کرده‌اند و پیشرفت مشاهده شده در دوره پیگیری بسیار کم است. از نظر تعداد نمرات در تکلیف توالی ارقام و حروف نیز گروه آزمایش در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون عملکرد بهتری داشته‌اند اما این پیشرفت در گروه کنترل مشاهده نمی‌شود.

1. blind

در ادامه برای بررسی دقیق‌تر تأثیر بازی‌های لوموسیتی بر عملکردهای شناختی دانشجویان در گروه کنترل و آزمایش، تحلیل کوواریانس چندمتغیری انجام شد. برای این کار ابتدا پیش‌فرض‌های این آزمون همچون نرمال بودن توزیع نمرات در گروه‌ها، شیب رگرسیون، همگن بودن واریانس‌های گروه‌ها و همگن بودن کوواریانس‌های گروه‌ها بررسی شد. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک مربوط به متغیرهای وابسته، نرمال بودن توزیع داده‌ها را نشان داد (p> ۰/۰۵). به این صورت که بیشترین مقدار آن (p= ۰/۹۱) متعلق به آزمون ردیابی گروه کنترل در مرحله پس‌آزمون و کمترین مقدار (p= ۰/۰۵) برای آزمون توالی ارقام و حروف در مرحله پیگیری برای هر دو گروه است. شایان ذکر است که برابر بودن p با ۰/۰۵ به معنای در مرز بودن است، اما با توجه به حجم نمونه کوچک قابل قبول است. یکی دیگر از مهم‌ترین پیش فرض‌های موجود، همگنی شیب‌رگرسیون پیش‌آزمون و پس‌آزمون نمرات در گروه آزمایش و کنترل است. نتایج آزمون بررسی همگنی شیب رگرسیون پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داد که شیب رگرسیون در هر دو گروه برابر است (F(۱،۲۲)= ۰/۹۴، p= ۰/۶۰).

همچین برای بررسی مفروضه همگنی واریانس‌های خطا و همگنی ماتریس‌های کوواریانس متغیرهای وابسته به ترتیب از آزمون لون و آماره ام.باکس استفاده شد که هر دو نشانگر برقراری مفروضه‌ها بودند (p> ۰/۰۵). نتایج آزمون لوین نشان داد که واریانس متغیرهای پس‌آزمون برای ردیابی (F(۱،۲۲)= ۰/۹۴، p= ۰/۳۴) و برای توالی ارقام و حروف نیز برقرار است (F(۱،۲۲)= ۱/۲۷، p= ۰/۲۸). در مرحله پیگیری، همگنی واریانس برای توالی ارقام و حروف برقرار بود (F(۱،۲۲)= ۰/۱۹، p= ۰/۶۸) اما برای آزمون ردیابی این فرض نقض شد (F(۱،۲۲)= ۶/۰۱، p= ۰/۰۳). همچنین آزمون ام.باکس برای پس‌آزمون نشان داد ماتریس کوواریانس‌ها برابر است (Boxs M= ۳/۸۶، F= ۱/۱۴، p= ۰/۳۲) اما در مرحله پیگیری این فرض برقرار نبود (Boxs M= ۱۱/۵۶، F= ۳/۲۳، p= ۰/۰۱). به همین دلیل نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری براساس آماره پیلای که مقاوم در برابر نقض این پیش‌فرض است، گزارش شد. همچنین پس از تحلیل کوواریانس چندمتغیری، تحلیل کوواریانس تک‌متغیری برای هر یک از متغیرهای وابسته اجرا شد.

جدول ۴: تحلیل کوواریانس چندمتغیری

زمان	اثر	آماره	value	F	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطا	معناداری	مجذور اتا
پس‌آزمون	گروه	اثر پیلای	۰/۶۲	۱۵/۸۵	۲	۲۱	<۰/۰۰۱	۰/۶۰
		لامبدای ویلکز	۰/۴	۱۵/۸۵	۲	۲۱	<۰/۰۰۱	۰/۶۰
		اثر هتلینگ	۱/۵۱	۱۵/۸۵	۲	۲۱	<۰/۰۰۱	۰/۶۰
	پیش‌آزمون ردیابی	اثر پیلای	۰/۱۷	۲/۰۹	۲	۲۱	۰/۱۵	۰/۱۷
		لامبدای ویلکز	۰/۸۳	۲/۰۹	۲	۲۱	۰/۱۵	۰/۱۷
		اثر هتلینگ	۰/۲	۲/۰۹	۲	۲۱	۰/۱۵	۰/۱۷
	پیش‌آزمون توالی ارقام و حروف	اثر پیلای	۰/۱۹	۲/۴۹	۲	۲۱	۰/۱۱	۰/۱۹
		لامبدای ویلکز	۰/۸۱	۲/۴۹	۲	۲۱	۰/۱۱	۰/۱۹
		اثر هتلینگ	۰/۲۴	۲/۴۹	۲	۲۱	۰/۱۱	۰/۱۹
پیگیری	گروه	اثر پیلای	۰/۷۴	۲۹/۸۸	۲	۲۱	<۰/۰۰۱	۰/۷۴
		لامبدای ویلکز	۰/۲۶	۲۹/۸۸	۲	۲۱	<۰/۰۰۱	۰/۷۴
		اثر هتلینگ	۲/۸۵	۲۹/۸۸	۲	۲۱	<۰/۰۰۱	۰/۷۴
	پیش‌آزمون ردیابی	اثر پیلای	۰/۱۱	۱/۳۶	۲	۲۱	۰/۲۸	۰/۱۱
		لامبدای ویلکز	۰/۸۹	۱/۳۶	۲	۲۱	۰/۲۸	۰/۱۱
		اثر هتلینگ	۰/۱۳	۱/۳۶	۲	۲۱	۰/۲۸	۰/۱۱
	پیش‌آزمون توالی ارقام و حروف	اثر پیلای	۰/۱۱	۱/۲۳	۲	۲۱	۰/۳۱	۰/۱
		لامبدای ویلکز	۰/۹	۱/۲۳	۲	۲۱	۰/۳۱	۰/۱
		اثر هتلینگ	۰/۱۲	۱/۲۳	۲	۲۱	۰/۳۱	۰/۱

طبق جدول۴، برای بررسی اثر کلی بازی‌های لوموسیتی بر عملکردهای شناختی، تحلیل کوواریانس چندمتغیری با دو متغیر وابسته (نمرات پس‌آزمون ردیابی و توالی ارقام و حروف) و با کنترل پیش‌آزمون اجرا شد. براساس آماره‌ی پیلای، تفاوت گروه آزمایش و کنترل در نمرات شناختی پس‌آزمون معنادار (p<۰/۰۰۱) به‌دست آمد. این یافته نشان می‌دهد که بازی‌های لوموسیتی توانسته است به‌طور همزمان موجب بهبود توجه و حافظه کاری در مرحله پس‌آزمون شود. اما تاثیر پیش‌آزمون هیچ یک از متغیرها بر نتایج چندمتغیری معنادار نبود (p>۰/۰۵)؛ یعنی پیش‌آزمون توجه و حافظه کاری تاثیر معناداری بر نتایج دو آزمون ندارند. در مرحله پیگیری نیز با توجه به نقض مفروضه همگنی ماتریس‌های کوواریانس، مقایسه چندمتغیری دوباره براساس آماره پیلای انجام شد. نتایج نشان داد که اثر گروه در مرحله پیگیری نیز همچنان معنادار (p<۰/۰۰۱) باقی مانده است. این نتیجه بیانگر آن است که تأثیر بازی‌های لوموسیتی بر عملکردهای شناختی دانشجویان پایدار بوده و حتی سه ماه پس از پایان مداخله نیز حفظ شده است. بخصوص با در نظر گرفتن این نکته که تاثیر پیش‌آزمون متغیرها معنادار نبود (p>۰/۰۵).

پس از معنادار شدن اثر کلی گروه در تحلیل چندمتغیری، برای بررسی جداگانه‌ی هر متغیر وابسته، تحلیل کوواریانس تک‌متغیری با کنترل پیش‌آزمون انجام شد (جدول۵).

جدول ۵: نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری

متغیر وابسته	زمان	منبع	جمع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معناداری	مجذور اتا
آزمون ردیابی	پس‌آزمون	مدل اصلاح‌شده	۱۰۹۶۰/۴۳	۲	۵۴۸۰/۲۲	۸/۹۸	۰/۰۰۱	۰/۴۴
		پیش‌آزمون	۹۸۷/۹۱	۱	۹۸۷/۹۱	۱/۶۲	۰/۲۲	۰/۰۷
		گروه	۸۷۹۷/۲۹	۱	۸۷۹۷/۲۹	۱۴/۴۲	<۰/۰۰۱	۰/۳۹
	پیگیری	مدل اصلاح‌شده	۱۸۶۳۲/۱۳	۲	۹۳۱۶/۰۷	۱۸/۳۸	<۰/۰۰۱	۰/۵۲
		پیش‌آزمون	۱۱۷۶/۱۲	۱	۱۱۷۶/۱۲	۲/۳۲	۰/۱۴	۰/۰۹
		گروه	۱۵۶۸۰/۱۶	۱	۱۵۶۸۰/۱۶	۳۰/۹۴	<۰/۰۰۱	۰/۵۷
آزمون توالی ارقام و حروف	پس‌آزمون	مدل اصلاح‌شده	۷۴/۷۱	۲	۳۷/۳۵	۱۱/۲۰	<۰/۰۰۱	۰/۴۹
		پیش‌آزمون	۰/۸۵	۱	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۶۲	۰/۰۱
		گروه	۷۲/۹۱	۱	۷۲/۹۱	۲۱/۸۷	<۰/۰۰۱	۰/۴۹
	پیگیری	مدل اصلاح‌شده	۸۵/۲۵	۲	۴۲/۶۲	۱۴/۵۴	<۰/۰۰۱	۰/۵۶
		پیش‌آزمون	۰/۶۱	۱	۰/۶۱	۰/۲۱	۰/۶۵	۰/۰۱
		گروه	۸۲/۵۹	۱	۸۲/۵۹	۲۸/۱۸	<۰/۰۰۱	۰/۵۵

جدول۵، نشان داد که در آزمون ردیابی، نتایج تحلیل کوواریانس اثر گروه بر زمان انجام آزمون ردیابی در پس‌آزمون معنادار (p<۰/۰۰۱، ۱۴/۴۲ =F(۱،۲۲)) است. میانگین‌های تعدیل‌شده نشان داد که گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل زمان کمتری برای تکمیل آزمون صرف کرده و عملکرد توجهی بهتری داشته است. در مرحله پیگیری نیز اثر گروه همچنان معنادار بود (p<۰/۰۰۱، ۳۰/۹۴ =F(۱،۲۲)) که نشان‌دهنده‌ی تداوم بهبودی توجه و انعطاف‌پذیری شناختی در گروه آزمایش است. تمامی این تاثیرات در حالی است که پیش‌آزمون در مرحله پس‌آزمون و پیگیری تاثیر معناداری نداشته است (p>۰/۰۵)؛ یعنی پیش‌آزمون در پیش‌بینی پس‌آزمون و پیگیری تاثیری معناداری نداشته است و با کنترل پیش‌آزمون‌ها، اثر گروه همچنان معنادار باقی می‌ماند. در زمینه آزمون توالی ارقام و حروف، نتایج تحلیل کوواریانس تک‌متغیری در مرحله پس‌آزمون نشان داد که تفاوت گروهی معنادار است (p<۰/۰۰۱، ۲۱/۸۷ =F(۱،۲۲))؛ به این صورت که گروه آزمایش پس از مداخله نمرات بالاتری در حافظه کاری نسبت به گروه کنترل کسب کرده است. در مرحله پیگیری نیز اثر گروه بر عملکرد حافظه کاری معنادار باقی ماند (p<۰/۰۰۱، ۲۸/۱۸ =F(۱،۲۲)) و نشان داد که تأثیر مداخله بر حافظه کاری پایدار بوده است. در این آزمون نیز پیش‌آزمون در هیچ یک از مراحل بعدی تاثیر معناداری نداشته (p>۰/۰۵). همچنین اندازه اثر (مجذور اتا) حاکی از آن است که عضویت گروهی ۳۹ و ۵۷ درصد از تغییرات توجه در آزمون ردیابی را به ترتیب در مرحله پس‌آزمون و پیگیری و همچنین ۴۹ و ۵۵ درصد از تغییرات حافظه کاری در آزمون توالی ارقام و حروف را به ترتیب در مرحله پس‌آزمون و پیگیری تبیین می‌کند. شایان ذکر است که با وجود استفاده از آزمون‌های مقاومی مانند آماره پیلای و پایداری مدل خطی عمومی، با توجه به کم بودن حجم نمونه لازم است اندازه اثرها با احتیاط تفسیر شوند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرین‌های شناختی دیجیتال با استفاده از نرم‌افزار لوموسیتی تأثیر مثبتی بر بهبود عملکرد آنها در آزمون‌های ردیابی و توالی حروف و اعداد در دانشجویان دارند. یافته‌ها حاکی از آن است که گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل بهبود معنی‌داری در زمان اجرای آزمون ردیابی و همچنین نمرات در آزمون توالی حروف و اعداد داشت. این یافته‌ها بر اهمیت به‌کارگیری مداخلات دیجیتال شناختی در زندگی، بخصوص محیط‌های آموزشی عالی تأکید دارند؛ چراکه جمعیت دانشجویی در معرض فشارهای تحصیلی و تصمیمات قابل‌توجهی قرار دارند.

مطابق با نتایج، اجرای بازی‌های لوموسیتی باعث کاهش قابل توجه زمان اجرا در آزمون ردیابی شد. با توجه به اینکه عملکرد در این آزمون به توانایی‌های شناختی مانند توجه تقسیم‌شده، هماهنگی بینایی-حرکتی، سرعت پردازش و انعطاف‌پذیری شناختی بستگی دارد، به نظر می‌رسد که این توانایی‌ها در شرکت‌کنندگان گروه آزمایش افزایش یافته است. این یافته‌ها با نتایج پژوهش بالستروس و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد که گزارش کردند بازی‌های دیجیتال شناختی می‌توانند سرعت پردازش و توجه را بهبود دهند. همچنین، نتایج با پژوهش عبدی و همکاران (۲۰۱۴) در مورد کودکان دارای نقص توجه/بیش‌فعالی مشابه است که در آن بازی‌های شناختی باعث بهبود عملکردهای اجرایی از جمله توجه و انعطاف‌پذیری شناختی شدند. در پژوهش حاضر به‌طور ویژه، اجرای مکرر بازی قطار فکر که نیازمند توجه به قطارها با رنگ‌های مختلف و جایگاه هر یک از قلعه‌ها و همچنین زمان محدود و سرعت عمل بالا برای تغییر مسیر ریل‌ها است، باعث افزایش توانایی‌های شناختی مدنظر در شرکت‌کنندگان گروه آزمایش شده است.

در زمینه آزمون توالی حروف و اعداد همان‌طور که مشاهده شد، زمان به تنهایی بر نمرات افراد تأثیر چشمگیری ندارد و روند بهبودی عملکرد در گروه آزمایش به‌صورت چشمگیری بهتر از گروه کنترل بود. با در نظر گرفتن اینکه آزمون توالی حروف و اعداد در زمینه سنجش حافظه کاری، حافظه فعال، توجه انتخابی و توانایی پردازش اطلاعات به کار می‌رود، در واقع بازی‌های اجرا شده بر این توانایی‌ها تأثیرگذار بوده‌اند. این یافته، تأثیرگذاری مداخله لوموسیتی با مطالعاتی همچون آنسورث و انگل (۲۰۰۷) و آلووی و آلووی (۲۰۱۰) که بر نقش تمرین شناختی در بهبود عملکرد حافظه کاری تأکید دارند، همسو است. از سوی دیگر، پژوهش هیمن (۲۰۱۷) اثربخشی بازی‌های شناختی بر حافظه کاری را اندک گزارش کرده که نشان می‌دهد احتمال دارد تفاوت در نوع آزمون‌های حافظه، ویژگی‌های نمونه آماری یا مدت مداخله بر نتایج تأثیرگذار باشند. در پژوهش حاضر اینکه بازی جستجوی ستاره که بر پیدا کردن ویژگی و شکل خاصی متمرکز است و منجر به تقویت توجه انتخابی می‌شود، قابل درک است. اما از نکات حائز اهمیت این است که تمرکز اصلی آزمون توالی حروف و اعداد بر حافظه کاری شنیداری است، چراکه افراد توالی را می‌شنوند و با اعمال تغییرات مدنظر آنها را بازگو می‌کنند، درحالی‌که بازی گنجینه‌های جزر و مدی که با هدف تقویت حافظه کاری اجرا شد، کاملاً دیداری است. مطابق با این مطلب اجرای این بازی احتمالاً قابلیت انتقال دور یا نزدیک به سطوح شناختی را دارند و در نتیجه نیاز به سرمایه‌گذاری و پژوهش بیشتر در این حیطه وجود دارد.

از نظر تبیین نظری، می‌توان گفت که بازی‌های شناختی با درگیر کردن فعال مغز در تکالیف چالش‌برانگیز و متنوع، موجب تحریک نواحی اجرایی مغز، از جمله قشر پیش‌پیشانی می‌شوند که نقشی کلیدی در حافظه کاری و توجه دارد. مطالعات تصویربرداری عصبی نیز نشان داده‌اند که تمرین‌های شناختی می‌توانند موجب افزایش فعالیت در این نواحی شوند (لئونگ و همکاران، ۲۰۱۵)؛ بنابراین، می‌توان فرض کرد که افزایش انعطاف‌پذیری عصبی در پی استفاده مکرر از بازی‌های هدفمند، منجر به بهبود عملکردهای اجرایی می‌گردد؛ در نتیجه یافته حاضر و بهبود عملکرد دانشجویان کاملاً قابل درک است و از تبیین‌های احتمالی برای بهبود حافظه کاری، فعال‌سازی و تقویت شبکه‌های عصبی مرتبط با نگهداری و دستکاری اطلاعات می‌باشد. برخی مطالعات نشان داده‌اند که انجام مکرر تکلیف‌های شناختی منجر به افزایش کارآمدی شبکه‌های فرونتوپاریتال می‌شود که نقش مهمی در مدیریت منابع توجهی و پردازش اطلاعات دارند. بازی‌هایی مانند «گنجینه‌های جزر و مدی» که بر به‌روزرسانی اطلاعات و بازداری از پاسخ‌های تکراری متمرکزند، می‌توانند موجب تقویت این شبکه‌ها شوند.

یافته‌ها درباره توجه انتخابی نیز با پژوهش‌هایی همسوست که گزارش کرده‌اند تمرین‌های سریع و تصمیم‌گیری لحظه‌ای موجود در بازی‌های شناختی، موجب افزایش سرعت پردازش و تقویت توانایی تمرکز بر محرک‌های مرتبط می‌شود (استیونز و باولیر[1]، ۲۰۱۲). بازی‌هایی مانند «قطار فکر» و «تابلو اعلانات» که نیازمند تصمیم‌گیری مستمر و حذف محرک‌های نامربوط هستند، می‌توانند فرآیندهای کنترل توجه را بهبود دهند.

یکی از نکات قابل توجه، پایداری نسبی نتایج در مرحله پیگیری است؛ به‌ویژه در توجه انتخابی. به نظر می‌رسد توجه انتخابی نسبت به حافظه کاری از ثبات بیشتری برخوردار بوده و شاید نیازمند زمان کمتری برای تثبیت تغییرات ساختاری در شبکه‌های عصبی باشد. بااین‌حال، کاهش نسبی اثرات در برخی شاخص‌های حافظه کاری در طول زمان نشان می‌دهد که استمرار تمرین می‌تواند برای حفظ دستاوردهای شناختی ضروری باشد؛ مسئله‌ای که بسیاری از پژوهشگران به آن اشاره کرده‌اند.

از سوی دیگر، نتایج حاضر با برخی مطالعات که اثربخشی محدود یا غیرقابل تعمیم‌پذیر بازی‌های شناختی را گزارش کرده‌اند، ناسازگار است (هیمن، ۲۰۱۷). از دلایل احتمالی این تفاوت می‌توان به سن کمتر شرکت‌کنندگان، انگیزه بالا، سازگاری تکالیف بازی‌ها با سطح شناختی دانشجویان و مدت مداخله نسبتاً منظم اشاره کرد. همچنین، ماهیت ساختاریافته و پیش‌رونده بازی‌های لوموسیتی می‌تواند در دانشجویان که مهارت یادگیری سریع‌تری دارند، نتایج بهتری ایجاد کند. شایان ذکر است که یکی از جنبه‌های نوآورانه این پژوهش، تمرکز بر جمعیت دانشجویی و بررسی ماندگاری اثر مداخله در مرحله پیگیری است. نتایج نشان داد که بهبودهای مشاهده‌شده در مرحله پیگیری نیز حفظ شده‌اند که با یافته‌های آنگورا و همکاران (۲۰۲۱) همخوان است که پایداری برخی اثرات شناختی را تا شش سال پس از مداخله گزارش کرده‌اند. البته، برخی پژوهش‌ها (مانند بالستروس و همکاران، ۲۰۱۷) به پایداری کمتر در حافظه کاری اشاره داشته‌اند؛ بنابراین بررسی طولانی‌مدت‌تر تأثیر این بازی‌ها توصیه می‌شود.

در نهایت لازم به ذکر است که پژوهش حاضر عاری از محدودیت نیست و از جمله آنها می‌توان به نمونه‌گیری در دسترس و غیرتصادفی بودن گروه‌بندی افراد، سوگیری ناخواسته و احتمالی ارزیابان و شرکت‌کنندگان به دلیل عدم رعایت شرط کوری آنها، احتمال تأثیر تمرین و مدت زمان کوتاه اجرای بازی‌های شناختی و اتکای پژوهش به خوداجرایی بودن تمرین‌ها اشاره کرد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده از طرح‌های آزمایشی با اندازه نمونه بزرگ‌تر، مدت مداخله طولانی‌تر و بررسی عمیق‌تر سازوکارهای عصب‌شناختی مانند EEG و MRI عملکردی استفاده کنند.

با تمام این تفاسیر، یافته‌های این پژوهش نه تنها از اثربخشی کوتاه‌مدت بازی‌های لوموسیتی حمایت می‌کند، بلکه ظرفیت آن‌ها در ایجاد تغییرات ماندگار در عملکرد شناختی را نیز مورد توجه قرار می‌دهد. همچنین، با توجه به دسترسی آسان، جذابیت بالا و امکان شخصی‌سازی این نرم‌افزارها، استفاده از آن‌ها به عنوان ابزار مکمل آموزشی و توان‌بخشی شناختی در دانشگاه‌ها و کلینیک‌های روانشناسی توصیه می‌شود.

1. Bavelier

تقدیر و تشکر

از تمامی شرکت‌کنندگانی که در این پژوهش که صبورانه و صمیمانه با ما همکاری داشتند، نهایت سپاس و قدردانی داریم.

تعارض منافع

مطابق با نظر نویسندگان، در مطالعه حاضر تعارض منافع وجود ندارد؛ اما با توجه به محدودیت‌های موجود پیشنهاد می‌گردد که پژوهش‌های آتی تأثیر سایر بازی‌های موجود در برنامه لوموسیتی بر ابعاد مختلف شناختی و اجرائی دانشجویان و تعمیم آن به ابعاد مختلف زندگی مانند عملکرد تحصیلی را بررسی نمایند.

منابع مالی

پژوهش حاضر فاقد حمایت مالی می‌باشد و تمامی هزینه‌ها بر عهده پژوهشگران بوده است.

ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر با رعایت موازین اخلاقی از جمله حفظ رازداری و محرمانه ماندن اطلاعات، جلب رضایت افراد جهت شرکت در پژوهش، حق آزادانه آنها برای ادامه و یا انصراف از شرکت در پژوهش انجام شد. لازم به ذکر است که تأییدیه اخلاقی مورد نیاز از کمیته اخلاق دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه شیراز با کد مصوبه SEP/14043/48/24 کسب گردیده است.

دسترسی به داده‌ها

در راستای حفظ حقوق شخصی شرکت‌کنندگان امکان اشتراک‌گذاری داده‌ها وجود ندارد؛ البته از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول به سوالات پژوهشگران محترم پاسخ داده خواهد شد.

نقش نویسندگان

چنگیز رحیمی طاقانکی: بازبینی، اصلاح و نهایی‌سازی مقاله.

نسیم نظری: جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و ویراستاری متن.

محمدرضا خاضعی: طراحی موضوع، جمع‌آوری و تفسیر داده‌ها و تهیه متن اولیه.

References

Abd-Alrazaq, A., Alhuwail, D., Al-Jafar, E., Ahmed, A., Shuweihdi, F., Reagu, S. M., & Househ, M. (2022). The Effectiveness of Serious Games in Improving Memory Among Older Adults With Cognitive Impairment: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR Serious Games*, *10*(3). https://doi.org/10.2196/35202

Abdi, A., Arabani Dana, A., Hatami, J., & Parand, A. (2014). The Effect of Cognitive Computer Games on Working Memory, Attention and Cognitive Flexibility in Students with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Exceptional Children*, *14*(1), 19–34. http://joec.ir/article-1-198-en.html

Aghdam, K. S., & Alavi, M. H. (2019). Designing MIND PRO Working Memory Game and evaluating its effectiveness on working memory in ADHD children. *Proceedings of the 2019 International Serious Games Symposium, ISGS 2019*, 124–128. https://doi.org/10.1109/ISGS49501.2019.9047038

Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, *106*(1), 20–29. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.11.003

Anguera, J. A., & Gazzaley, A. (2015). Video games, cognitive exercises, and the enhancement of cognitive abilities. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *4*, 160–165. https://doi.org/10.1016/J.COBEHA.2015.06.002

Anguera, J. A., Schachtner, J. N., Simon, A. J., Volponi, J., Javed, S., Gallen, C. L., & Gazzaley, A. (2021). Long-term maintenance of multitasking abilities following video game training in older adults. *Neurobiology of Aging*, *103*, 22–30. https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2021.02.023

Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, *63*, 1–29. https://doi.org/10.1146/ANNUREV-PSYCH-120710-100422

Ballesteros, S., Mayas, J., Prieto, A., Ruiz-Marquez, E., Toril, P., & Reales, J. M. (2017). Effects of video game training on measures of selective attention and working memory in older adults: Results from a randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *9*(NOV), 264603. https://doi.org/10.3389/FNAGI.2017.00354/BIBTEX

Ballesteros, S., Prieto, A., Mayas, J., Toril, P., Pita, C., de León, L. P., Reales, J. M., & Waterworth, J. (2014). Brain training with non-action video games enhances aspects of cognition in older adults: a randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *6*(OCT). https://doi.org/10.3389/FNAGI.2014.00277

Bavelier, D., Achtman, R. L., Mani, M., & Föcker, J. (2012). Neural bases of selective attention in action video game players. *Vision Research*, *61*, 132–143. https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.08.007

De Aldama Sánchez, C. (2020). *Cognitive enhancement or cognitive diminishing? Digital technologies and challenges for education from a situated perspective*. Escuela de Psicología y Filosofía de la Universidad de Tarapacá. Chile. https://hdl.handle.net/20.500.14352/99516

De Fockert, J. W., Rees, G., Frith, C. D., & Lavie, N. (2001). The role of working memory in visual selective attention. *Science (New York, N.Y.)*, *291*(5509), 1803–1806. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1056496

Dovis, S., Van Der Oord, S., Wiers, R. W., & Prins, P. J. M. (2015). Improving executive functioning in children with ADHD: training multiple executive functions within the context of a computer game. a randomized double-blind placebo controlled trial. *PloS One*, *10*(4). https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0121651

Etchepareborda Simonini, M. C., & Abad Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista de Neurología*, *40*(S01), S079. https://doi.org/10.33588/RN.40S01.2005078

García-Redondo, P., García, T., Areces, D., Núñez, J. C., & Rodríguez, C. (2019). Serious Games and Their Effect Improving Attention in Students with Learning Disabilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(14). https://doi.org/10.3390/IJERPH16142480

Glass, B. D., Maddox, W. T., & Love, B. C. (2013). Real-time strategy game training: emergence of a cognitive flexibility trait. *PloS One*, *8*(8). https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0070350

Hu, Y. Z., Urakami, J., Wei, H., Vomberg, L. H., & Chignell, M. (2024). Longitudinal analysis of sustained performance on gamified cognitive assessment tasks. *Applied Neuropsychology:Adult*, *31*(4), 502–526. https://doi.org/10.1080/23279095.2022.2039931;JOURNAL:JOURNAL:HAPN20;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER

Hyman, K. N., & Randolph, M. (2017). *Is lumosity an effective brain training program?: a meta-analysis of the existing research*. https://wcu.hykuup.com/concern/scholarly_works/80601a4a-cb3e-40e4-b3ed-861553190a9c?locale=fr

Jaeggi, S. M., Buschkuehl, M., Jonides, J., & Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*(25), 10081–10086. https://doi.org/10.1073/PNAS.1103228108

Lampit, A., Launder, N. H., Minkov, R., Rollini, A., Davey, C. G., Finke, C., Lautenschlager, N. T., & Gavelin, H. M. (2022). Computerized cognitive training in people with depression: a protocol for a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, *11*(1). https://doi.org/10.1186/S13643-021-01872-6

Leung, N. T. Y., Tam, H. M. K., Chu, L. W., Kwok, T. C. Y., Chan, F., Lam, L. C. W., Woo, J., & Lee, T. M. C. (2015). Neural Plastic Effects of Cognitive Training on Aging Brain. *Neural Plasticity*, *2015*. https://doi.org/10.1155/2015/535618

Li, Z., He, H., Chen, Y., & Guan, Q. (2024). Effects of engagement, persistence and adherence on cognitive training outcomes in older adults with and without cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Age and Ageing*,

53(1). https://doi.org/10.1093/AGEING/AFAD247

Mam Khezri, A., & Mikaeli Manieh, F. (2021). Investigation into effects of Lumosity on working memory, visual Memory and executive functions among the elderly. *Shenakht Journal of Psychology and Psychiatry*, *8*(3), 25–38. https://doi.org/10.32598/SHENAKHT.8.3.25

Oberauer, K. (2019). Working memory and attention - A conceptual analysis and review. *Journal of Cognition*, *2*(1). https://doi.org/10.5334/JOC.58

Oryadi, P., Hadianfard, H., & Ghasemi, N. (2019). The Effectiveness of Cognitive Rehabilitation based on Computer Games on Executive Functions of Children with Attention Deficit / Hyperactivity Disorder. *Journal of Cognitive Psychology*, *7*(1), 121–130. http://jcp.khu.ac.ir/article-1-3146-en.html

Pashapoor, L., Kashani-Vahid, L., & Hakimirad, E. (2018). Effectiveness of Cognitive Computer games on Attention Span of Students with Intellectual Disability. *2018 2nd National and 1st International Digital Games Research Conference: Trends, Technologies, and Applications, DGRC 2018*, 82–87. https://doi.org/10.1109/DGRC.2018.8712039

Ph.D., D. A. C. (2007). E. Strauss, E. M. S. Sherman, & O. Spreen, A Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms, and Commentary. *Applied Neuropsychology*, *14*(1), 62–63. https://doi.org/10.1080/09084280701280502

Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an Indicator of Organic Brain Damage. *Perceptual and Motor Skills*, *8*(3), 271–276. https://doi.org/10.2466/PMS.1958.8.3.271

Sánchez-Cubillo, I., Periáñez, J. A., Adrover-Roig, D., Rodríguez-Sánchez, J. M., Ríos-Lago, M., Tirapu, J., & Barceló, F. (2009). Construct validity of the Trail Making Test: role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, *15*(3), 438–450. https://doi.org/10.1017/S1355617709090626

Sattler, J. M. ., & Ryan, J. J. . (2009). *Assessment with the WAIS-IV*. 321. https://books.google.com/books/about/Assessment_with_the_WAIS_IV.html?id=vMR9b7dshrQC

Shanmugasundaram, M., & Tamilarasu, A. (2023). The impact of digital technology, social media, and artificial intelligence on cognitive functions: a review. *Frontiers in Cognition*, *2*, 1203077. https://doi.org/10.3389/FCOGN.2023.1203077/FULL

Small, G. W., Lee, J., Kaufman, A., Jalil, J., Siddarth, P., Gaddipati, H., Moody, T. D., & Bookheimer, S. Y. (2020). Brain health consequences of digital technology use. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, *22*(2), 179–187. https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.2/GSMALL

Stevens, C., & Bavelier, D. (2012). The role of selective attention on academic foundations: A cognitive neuroscience perspective. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *2*(SUPPL. 1). https://doi.org/10.1016/j.dcn.2011.11.001

Tombaugh, T. N. (2004). Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education. *Archives of Clinical Neuropsychology : The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, *19*(2), 203–214. https://doi.org/10.1016/S0887-6177(03)00039-8

Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). On the division of short-term and working memory: an examination of simple and complex span and their relation to higher order abilities. *Psychological Bulletin*, *133*(6), 1038–1066. https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.6.1038

Wechsler, D. (2014). *WISC-V Administration and Scoring Manual. NCS Pearson, Incorporated. - References - Scientific Research Publishing*. (n.d.). Retrieved November 30, 2025, from https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3346302