



Original Article

The Effect of Combining a Selected Movement Program with Fernald's Multisensory Training Method on the Handwriting Status of Elementary School Students with Dysgraphia

**Alireza Bahrami¹, Akram Rafii Niestani², Aliakbar Maleki Rad³,
Mohammad Soleimani Rad⁴**

1. Associate Professor, Department of Motor Behavior and Sport Psychology, Faculty of Sport Sciences, Arak University, Arak, Iran.
2. Master of Psychology, Arak Islamic Azad University, Arak, Iran.
3. Associate Professor of Physiology and PhD in Cognitive Neuroscience, Payame Noor University, Tehran, Iran.
4. PhD in Motor Behavior, Department of Motor Behavior and Sport Psychology, Faculty of Sport Sciences, Arak University, Arak, Iran.

Received: 2023/08/12, Revised: 2024/11/10, Accepted: 2025/01/22

* Corresponding Author: Alireza Bahrami, Tel: 09181638465, E-mail: a-bahramy@arak.ac.ir

How to Cite: Bahrami, A. R; Rafii Niestani, A; Maleki Rad, A. A; Soleimani Rad, M. (2025). The Effect of Combining a Selected Movement Program with Fernald's Multisensory Training Method on the Handwriting Status of Elementary School Students with Dysgraphia. *Motor Behavior*, 16(58), 79-94. In Persian

Extended Abstract

Background and Purpose

Handwriting is a fundamental mode of communication, yet children with dysgraphia struggle with its mechanical execution (Shaywitz & Shaywitz, 2008). Deficits in fine motor coordination are often implicated (Cornhill & Case-Smith, 1996). Fernald's multisensory method addresses this by engaging visual, auditory, and tactile pathways (Olad Ghobad et al., 2022). However, combining motor training may amplify therapeutic effects, as psychomotor exercises improve writing legibility (Bahrami et al., 2018). This study investigated whether augmenting Fernald's method with movement activities enhances handwriting outcomes in dysgraphic students.

Materials and Methods

A quasi-experimental pre-test-post-test design was employed. Participants included 45 students (8–9 years, $M = 8.4$) with dysgraphia and normal intelligence (CFIT-verified). They were randomized into:

1. Fernald's group ($n=15$): 23 sessions of multisensory training (visual, auditory, kinesthetic, tactile reinforcement).
2. Combined group ($n=15$): Fernald's method + 8 motor activity sessions (45 minutes each).



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

3. Control group (n=15): No intervention.

Measures:

- Dysgraphia checklist (Seif Naraghi & Naderi, 2012).
- CFIT (Kettle, 1950).

Analysis: Mixed ANOVA (time $\times$ group effects).

Findings

- Significant time $\times$ group interaction ($F[2,42] = 18.37, p < 0.001$).
- Post-test dysgraphia scores decreased in both experimental groups vs. control ($p < 0.05$):
 - Fernald's group: $\Delta = 6.9$ points.
 - Combined group: $\Delta = 10.4$ points ($p < 0.01$ vs. Fernald's group).
- Control group showed no significant change ($p > 0.05$).

Discussion and Conclusion

Fernald's method improved handwriting by reinforcing multisensory integration (Newman, 2019). The combined method's superior efficacy aligns with evidence linking motor skill deficits to dysgraphia (Chung et al., 2020). Proprioceptive and neuromuscular enhancements from motor training likely augmented Fernald's sensory-based gains (Moslemi et al., 2022). These results advocate for movement-enriched interventions in dysgraphia management.



تأثیر تلفیق یک دوره برنامه منتخب حرکتی با روش آموزش چندحسی فرنالد بر وضعیت دست خط دانش آموزان نارسانویس دوره ابتدایی

علیرضا بهرامی^۱ , اکرم رفیعی نیستانی^۲، علی اکبر ملکی راد^۳، محمد سلیمانی راد^۴

۱. دانشیار روانشناسی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، ایران (ایران نویسنده مسئول)

۲. کارشناسی ارشد روانشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی اراک

۳. دانشیار فیزیولوژی و متخصص علوم عصب و شناخت، دانشگاه پیام نور، ایران

۴. دکتری رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۱، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۸/۲۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۳

* Corresponding Author: Alireza Bahrami, Tel: 09181638465, E-mail: afbahramy@yahoo.com

How to Cite: Bahrami, A. R; Rafii Niestani, A; Maleki Rad, A. A; Soleimani Rad, M. (2025). The Effect of Combining a Selected Movement Program with Fernald's Multisensory Training Method on the Handwriting Status of Elementary School Students with Dysgraphia. Motor Behavior, 16(58), 79-94. In Persian

چکیده

اختلال در نوشتن از مهم‌ترین ناتوانایی‌های یادگیری است که ممکن است بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان مؤثر باشد. هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر اضافه شدن یک برنامه حرکتی منتخب به روش آموزش چندحسی فرنالد بر وضعیت دست خط دانش‌آموزان نارسانویس دوره ابتدایی بود. روش پژوهش نیمه آزمایشی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری همه دانش‌آموزان نارسانویس دارای هوش بهنجار مقطع ابتدایی منطقه ۱۵ شهر تهران بودند. تعداد ۴۵ دانش‌آموز با میانگین سنی ۸/۴ سال به صورت در دسترس انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در دو گروه تجربی آموزش با روش فرنالد و روش ترکیبی و یک گروه کنترل (هر گروه ۱۵ نفر) جایگزین شدند. مداخلات در هریک از گروه‌های تجربی به مدت ۲۳ جلسه و هر جلسه ۴۵ دقیقه اجرا شد. برای جمع‌آوری اطلاعات از چک‌لیست نارسانویسی و آزمون هوش کتل استفاده شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس آمیخته استفاده شد. نتایج نشان داد که در هریک از گروه‌های تجربی امتیازهای نارسانویسی در پس‌آزمون به طور معناداری کمتر از پیش‌آزمون بود. پس از مداخله امتیازهای نارسانویسی گروه‌های تجربی نسبت به گروه کنترل به طور معناداری کاهش یافت. همچنین روش آموزشی ترکیبی موجب کاهش بیشتر امتیازهای نارسانویسی نسبت به روش آموزشی فرنالد شد. نتایج نشان داد که غنی کردن محیط آموزش با فعالیت‌های حرکتی می‌تواند بر نحوه نوشتن دانش‌آموزان تأثیرگذار باشد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود از روش‌های ترکیبی برای بهبود دست خط دانش‌آموزان نارسا نویس استفاده شود.

واژگان کلیدی: نارسانویسی، فرنالد، روش ترکیبی، مهارت‌های حرکتی.



مقدمه

در نوشتن، موضوع دست‌خط و ظاهر آن یکی از اشکال برقراری ارتباط و انتقال مفهوم است (۱). اما برخی از کودکان نمی‌توانند از مهارت‌های نوشتن با دست بهره بگیرند و ممکن است دچار نارسانویسی^۱ شوند. اختلالات نوشتن به صورت‌های مختلف مانند نوشتن کند و ناخوانا، مشکل هجی کردن شامل انطباق صدا با حروف و انشانویسی نمایان می‌شود (۲). اشکال گوناگونی از اختلال در نوشتن کودکان دیده می‌شود؛ مانند اختلال در حافظه دیداری، دقت دیداری، دقت شنیداری، وارونه‌نویسی، قرینه‌نویسی، خطای آموزشی و بدخطی. این‌ها اختلالاتی است که ممکن است در کودکانی که دارای هوش متوسط هستند و نارسایی عصبی مشخصی ندارند یا دارای نقص‌های آشکار ادراکی-حرکتی نیستند، وجود داشته باشد. اختلال در نوشتن ممکن است به شکل بدخطی بروز پیدا کند (۳). در بسیاری از موارد، این نوع اختلال به جنبه‌های مکانیکی مهارت نوشتن مربوط می‌شود (۴).

نارسانویسی را در طبقه اختلالات یادگیری قلمداد کرده‌اند (۵). در بیشتر سیستم‌های تشخیصی، اختلال‌های یادگیری را در کنار اختلال‌های ارتباطی و مهارت‌های حرکتی، نوعی اختلال رشدی می‌دانند. از سوی دیگر، اختلال‌های یادگیری از نظر مهارت‌هایی که در مدرسه آموخته می‌شوند مانند خواندن، یادگیری ریاضی و نوشتن با سایر اختلال‌های رشدی فرق می‌کنند (۶). این مشکل اغلب با نشانه‌های عمومی نارسایی‌های یادگیری به‌ویژه ناهماهنگی‌های حسی-حرکتی همراه است (۳). تبرزی و همکاران اختلال یادگیری را اختلال در یک یا چند فرایند ذهنی درس آموزشی معرفی کردند که دلیل آن را باید در فقر عاطفی و محیطی، سیستم عصبی، مغز و گیرنده‌های حسی جستجو کرد، اما میزان این مشکلات به لحاظ کمی در حدی نیست که در دسته بیماری‌های سیستم عصبی و فقر عاطفی و محیطی قرار گیرند (۷).

به نظر می‌رسد، یکی از دلایل ضعف در نوشتن در کودکان، نبود رشد کافی در هماهنگی حرکتی در مهارت‌های ظریف برای درست نوشتن باشد (۸). ضعف در مهارت حرکتی دست با تأثیر بر اتوماتیسیته روی عملکرد نوشتن مؤثر است (۹). اسمیت-انگلزمن^۲ و همکاران، نقص در حرکات ظریف کودکان مبتلا به اختلال رشد در هماهنگی حرکتی (دی‌سی‌دی)^۳ و اختلالات یادگیری (ال‌دی)^۴ را در مقایسه با کودکان عادی، از طریق آنالیز کینماتیک حرکتی بر عملکرد حرکتی ظریف بررسی کردند. نتایج نشان داد که هر دو گروه دی‌سی‌دی و ال‌دی در اجرای حرکات، بیشتر روی فیدبک تکیه می‌کنند و در فعالیت‌های کنشی مشکل دارند (۱۰)؛ اما در مورد کودکان مبتلا به اختلال نوشتن، اسمیت-انگلزمن و همکاران مهارت‌های حرکتی ظریف را بررسی کردند و دریافتند این کودکان در این مهارت‌های حرکتی مشکل داشتند (۱۱).

در برخی از دانش‌آموزان نارسانویس به رغم وجود هوش بهنجار، یادگیری با مشکل همراه است؛ بنابراین همراهی با همسالان در کلاس به سختی صورت می‌گیرد. این موضوع به مرور زمان زمینه را برای دگرگونی‌های رفتاری و هیجانی در آن‌ها فراهم می‌آورد (۱۲). معمولاً مشکل در نوشتن بر خودکفایی (۱۳)، اعتمادبه‌نفس (۱۲)، تصور از خود، نگرش و رفتار افراد این کودکان (۱۴) تأثیر دارد. نشان داده شده است که علاوه بر نوشتن، این کودکان در بلندمدت نسبت به همسالان

-
1. Dysgraphia
 2. Smits-Engelsman
 3. Developmental coordination disorder
 4. Learning disorder

خود در زندگی روزمره نیز با مشکل روبه‌رو خواهند شد (۱۵)؛ از این‌رو به نظر می‌رسد، تلاش در جهت اصلاح این نوع اختلالات نوشتن به‌منظور جلوگیری از پیامدهای آن ضروری باشد.

در مواجهه با کودکانی که دچار نارسانویسی هستند، روش‌های اصلاحی و درمانی متفاوتی به کار گرفته می‌شود. این مداخلات درمانی درباره کودکان با اختلال نوشتن شامل رویکردهای رشدی-عصبی، آموزشی، حسی-حرکتی، بیومکانیکی و روانی-اجتماعی می‌شود (۱۶). هدف نهایی مداخله، مشارکت کودک در مدرسه و بهبود خودکفایی و کیفیت زندگی است. از مهم‌ترین مداخلاتی که در این نوع اختلال به کار گرفته می‌شود، روش چند حسی فرنالد^۱ است (۱۷). روش فرنالد یکی از مداخلات چندحسی است که در آن هدف، تقویت بینایی، شنوایی و لامسه است. تحقیقات نشان داده‌اند که در این روش، رویکرد یادآوری کل کلمه باعث افزایش توانایی کودکان در املا می‌شود؛ به عنوان مثال، در این روش، لغت دیده و شنیده شده، نوشته می‌شود و در ادامه با انگشت ردیابی می‌شود. در نهایت، توانایی کودک در نوشتن کلمات دیگر بسط داده می‌شود (۱۷). برخی دیگر از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که آموزش به این روش ممکن است بر دیگر روش‌ها برتری داشته باشد (۱۸). تأثیر روش تعقیب حسی فرنالد بر بهبود نارسانویسی و نارساخوانی کودکان درخور تأمل است، اما همچنان تحقیقات کمی در این زمینه به بررسی و مقایسه این روش با سایر روش‌ها پرداخته‌اند.

احتمالاً تلفیق روش‌های مداخله‌ای بتواند اثرات بیشتری بر تغییر شرایط اختلال یادگیری داشته باشد (۱۹، ۱۵). اگر محیط آنچنان قوی باشد که کودک بتواند حرکات و مهارت‌های خود را در سنین مختلف پالایش و تقویت کند، مغز قوی‌تری خواهد داشت. به هر اندازه محیط فقیر باشد، امکان تعامل دنیای خارج با ذهن کاهش می‌یابد (۷). در این راستا پژوهش‌ها نشان داده‌اند، بهتر است که مداخلات به صورت ترکیبی از موارد پیشنهادشده باشد (۲۰). نشان داده شده است که حرکت برای برنامه‌ریزی، ترتیب‌دهی و اجرای نوشتن لازم و ضروری است (۲۱)؛ برای مثال می‌توان گفت، سطحی که در آن عمل نوشتن انجام می‌شود، پاسچر فرد، قدرت و هماهنگی عضلات و مفاصل اندام فوقانی نیز از عوامل تأثیرگذار هستند (۲۲). برخی پژوهش‌ها نیز تأثیر برنامه تمرینی منتخب مداخله‌ای (حسی-حرکتی، ادراکی-حرکتی و برنامه‌های حرکتی منتخب دیگر) بر بهبود مهارت‌های حرکتی از جمله مهارت‌های حرکتی ظریف را تأیید کرده‌اند (۲۳)؛ به عنوان مثال، بهرامی و همکاران نتیجه گرفتند که تمرین‌های روانی-حرکتی بر کاهش مشکلات نوشتن کودکان تأثیرگذار است (۲۵). ارشم و همکاران نشان دادند که نه تنها تمرینات حرکتی بر عملکرد دست‌نوشته کودکان ۹ تا ۱۱ ساله تأثیر بسزایی دارد، بلکه این تمرینات حتی از تمرینات نوروفیدبک هم اثرگذارتر است (۲۶). در رده سنی ۴ تا ۶ سال نیز شکاریان و همکاران تأیید کردند که تمرینات ادراکی-حرکتی بر خوانایی دستخط کودکان اثر معناداری دارد (۲۷)؛ از این‌رو به نظر می‌رسد، اجرای مداخلاتی که بر حرکات به‌ویژه حرکات ظریف تأثیر دارند، نتایج روشن‌تری به همراه خواهد داشت؛ بر این اساس، هدف پژوهش حاضر پاسخ به این سؤال است که آیا اضافه کردن منتخبی از فعالیت‌های حرکتی به برنامه آموزشی چندحسی فرنالد تأثیر چنین برنامه‌هایی را تغییر خواهد داد یا خیر.

روش پژوهش

1. Fernald Multisensory Method

رفتار حرکتی، زمستان ۱۴۰۳، دوره ۱۶، شماره ۵۸

روش پژوهش نیمه تجربی از نوع پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش، همه دانش‌آموزان نارسانویس دارای هوش بهنجار مقطع ابتدایی منطقه ۱۵ شهر تهران بودند. تعداد ۴۵ دانش‌آموز ۸ تا ۹ سال (با میانگین سنی ۸/۴ سال) به صورت در دسترس انتخاب شدند و به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی آموزش با روش فرنالد و روش ترکیبی و یک گروه کنترل (هر گروه ۱۵ نفر) جایگزین شدند. معیار ورود آزمودنی‌ها به پژوهش عبارت بود از: نداشتن بیماری زمینه‌ای؛ دارا بودن هوش بهنجار و طبیعی؛ رضایت آگاهانه از سوی آزمودنی و والدین. معیارهای خروج آزمودنی از پژوهش، مشخص شدن وجود بیماری زمینه‌ای و نارضایتی از شرکت در ادامه پژوهش بود. ابزارهای زیر برای گردآوری اطلاعات استفاده شد.

آزمون هوش غیروابسته به فرهنگ کتل^۱ (کتل ۱۹۴۹): این آزمون برای اندازه‌گیری هوش عمومی مستقل از اثرات فرهنگ به کار می‌رود. فرم دوم این مقیاس برای کودکان ۸ تا ۱۳ سال و بزرگسالانی به کار می‌رود که توانایی ذهنی متوسطی دارند. این مقیاس از دو فرم تشکیل شده است که هریک از دو فرم دارای ۴۶ سؤال است. هریک از آزمون‌ها دارای چهار خرده‌مقیاس شامل سری تصاویر (۱۲ آیتم)، طبقه‌بندی (۱۴ آیتم)، ماتریس‌ها (۱۲ آیتم) و شرایط مکان شناختی (۸ آیتم) است. در این آزمون به هریک از پاسخ‌های درست یک نمره داده می‌شود. نمره هر زیرمقیاس به طور جداگانه یادداشت شده و در انتها مجموع نمرات ثبت می‌شود. با داشتن نمرات خام و مراجعه به جدول ضرایب هوشی، متناسب با سن تقویمی درج‌شده، بهره هوشی آزمودنی به دست می‌آید. هومن و بهاری، اعتبار قابل‌قبولی را برای این مقیاس گزارش کردند ($\alpha=0/789$). آن‌ها روایی این مقیاس را از طریق تحلیلی عاملی تأییدی و روایی هم‌زمان تأیید کردند و همبستگی معناداری را ($P \leq 0/01$) بین مقیاس هوش کتل و ماتریس‌های پیش‌رونده ریون گزارش کردند (۲۸). فوکودا و همکاران، روایی هم‌زمان این مقیاس با آزمون ریون را ۰/۶۶ گزارش کردند (۲۹).

چک‌لیست نارسانویسی: در این پژوهش از چک‌لیست نارسانویسی تهیه‌شده توسط هداوندخوانی و همکاران در سال ۲۰۰۷ استفاده شد (۳۰). در این چک‌لیست، ۱۲ آیتم به کار رفته است: نحوه به دست گرفتن قلم، فشار واردشده بر قلم، فشار واردشده بر کاغذ، نحوه قرار دادن کاغذ، جدانویسی در مسیر غیرمعارف نوشتن، نحوه نوشتن دوایر، اندازه حروف نسبت به هم، اریب شدن نوشتن، فاصله بین کلمات، اندازه کل نوشته و روی خط نوشتن. حداقل نمره کسب‌شده صفر و حداکثر نمره ۲۴ است. در پژوهش حاضر نمره کل نارسانویسی بررسی شد. روایی این چک‌لیست ۹۳ درصد و پایایی آن ۰/۶ گزارش شده است (۳۱).

برنامه فعالیت‌های حرکتی شامل تمرینات تعادلی و حرکتی ظریف و تمرینات حرکتی درشت بود. تمرینات تعادلی و حرکتی ظریف شامل (۱) دست ورز، (۲) سطح شیب‌دار، (۳) توپ الاستیک، (۴) حرکات ایزومتریک انگشتان هر دو دست حین فشار روی هم، (۵) بازکردن ایزومتریک انگشتان، (۶) حرکات ایزومتریک با استفاده از فشار روی میز، (۷) انقباض ایزومتریک با فشار کف دست‌ها به هم، (۸) جای‌گذاری چوب کبریت، (۹) لمس کردن نوک انگشتان با شست، (۱۰) بریدن و (۱۱) حرکات انقباضی ایزومتریک و ایزوتونیک مچ و آرنج بود.

تمرین‌های حرکتی درشت شامل (۱) تمرینات ایزومتریک با استفاده از دو دست و میز، (۲) پیچاندن نخ به دور قرقره، (۳) باز و بسته کردن متناوب دست‌ها، (۴) پرتاب کردن و گرفتن توپ، (۵) پلکان انگشتی (وسیله‌ای است طبق طبقه که فاصله

1. Cattell's Culture Fair Intelligence Test

طبقات ۳ سانتی متر است و دانش آموزان به ترتیب انگشتان را از طبقات به سمت بالا حرکت می دهند) و ۶ چرخش های ساعد بود.

روند اجرای پژوهش به این صورت بود که پس از انجام پیش آزمون، دانش آموزان هر دو گروه آزمایشی به مدت ۲۳ جلسه زیر نظر متخصص در آموزش روش چندحسی فرنالد و آموزش ترکیبی شامل شیوه فرنالد و فعالیت های حرکتی شرکت کردند. سپس پس آزمون اجرا شد.

در یکی از گروه ها فقط تمرینات فرنالد انجام شد (جدول ۱). تمرینات فرنالد در چهار مرحله با افزایش و تقویت توانایی دیداری، شنیداری، جنبشی و لامسه ای انجام شد. در مرحله اول به مدت چهار جلسه، آزمودنی به ردیابی لامسه-بینایی لغات پرداخت. لغت را حفظ کرد، آن را در داستان جستجو کرد و در نهایت آن را بدون دیدن مدل نوشت. در مرحله دوم که چهار جلسه بود، آزمودنی دیگر لغات جدید را ردیابی نکرد و آن را به طور مستقیم با خواندن آزمونگر نوشت. در این مرحله، داستان مدنظر خوانده شد و لغات داخل آن برای آزمودنی به منظور نوشتن انتخاب شد. مرحله سوم نیز چهار جلسه بود. در این مرحله تمرکز آزمونگر بر کسب توانایی آزمودنی برای توجه اجمالی به لغت، تکرار آن و نوشتن بدون مدل بود. مرحله آخر که سه جلسه از کل دوره را در بر گرفت، شامل تعمیم لغات شناخته شده به لغات جدید بود. در این مرحله تأکید بر افزایش خزانه لغات آزمودنی و نوشتن آن ها بدون مدل بود (۳۲، ۳۳).

در گروه ترکیبی، هشت جلسه تمرینی ۴۵ دقیقه ای شامل تمرینات حرکتی به آزمودنی تجویز شد (جدول ۱). پس از هر دو جلسه تمرینات فرنالد یک جلسه تمرین حرکتی گنجانده شد. برای تناظر زمان کلی آموزش، هشت جلسه فعالیت غیرمرتبط با آموزش مورد در گروه فرنالد اختصاص یافت که همزمان با تمرینات حرکتی در گروه ترکیبی اجرا شد. در جلسات تمرینات حرکتی، ابتدا تمرینات حرکتی ظریف به صورت ایزومتریک و سپس تمرینات تعادلی و ایزوتونیک ظریف انجام گرفت. هر تمرین در بلوک های شش کوششی پنج ثانیه ای انجام گرفت. بین هر کوشش پنج ثانیه استراحت بود. حداکثر زمان تمرین در این بخش ۲۵ دقیقه بود. پس از تمرینات ظریف، تمرینات حرکتی درشت و این بار نیز در بلوک های شش کوششی پنج ثانیه ای انجام شد. حداکثر زمان تمرین در این بخش ۲۰ دقیقه بود. مدت زمان کل تمرین حرکتی در گروه ترکیبی به منظور رعایت اصول تمرین از ۲۵ دقیقه در جلسات ابتدایی شروع شد و تا ۴۵ دقیقه در جلسات پایانی و از تمرینات ظریف به تمرینات درشت و تعادلی ادامه یافت (جدول ۱). همه حرکات زیر نظر متخصص تربیت بدنی و علوم ورزشی انجام گرفت. اعمال تمرین و حرکات با فشار کم و متوسط صورت گرفت و به منظور اثربخشی بهتر، جلسات به طور منظم و مستمر انجام گرفت.

جدول ۱- خلاصه مداخلات تمرینی گروه های تجربی (فرنالد و ترکیبی)

Table 1- Summary of exercise interventions of experimental groups (Fernand and combination)

گروه	نوع (فرنالد)	هدف	فعالیت	زمان جلسات (دقیقه)	گروه ترکیبی و فرنالد
اول	1, 2, 4, 5 (فرنالد)	تقویت حافظه بینایی تقویت خواندن تثبیت کلمات ایجاد انگیزه	خواندن متن منتخب، استخراج لغات مشکل دار آزمودنی، ردگیری کلمات با حس لامسه، خواندن و ردیابی همزمان کلمات، داستان سرایی، نوشتن کلمات از روی مدل (با شن و تکمیل پازل سمباده ای)	45	گروه ترکیبی و فرنالد

جدول ۱- خلاصه مداخلات تمرینی گروه‌های تجربی (فرنالد و ترکیبی)

Table 1- Summary of exercise interventions of experimental groups (Fernand and combination)

ردیف	گروه (ت)	جلسات	هدف	فعالیت	زمان جلسات (دقیقه)
۱	(ترکیبی)	3, 6	تمرینات حرکتی ظریف	کار با دست‌ورز، کار با توپ الاستیک، کار با پلکان انگشتی، جایگذاری چوب در حفره، لمس کردن انگشتان با شست، بریدن	30
	(فرنالد)	3, 6	تناظر زمان آموزش با گروه ترکیبی	پیاده‌روی زیر بیشینه، تماشای فیلم غیرمرتبط	30
۲	(فرنالد)	7, 8, 10, 11	تقویت خواندن افزایش دامنه کلمات تقویت نوشتن	تمرین کلمات موردعلاقه آزمودنی، داستان‌سازی آزمودنی، خواندن لغات جدید با صدای بلند، داستان‌سازی با لغات جدید، نوشتن کلمات از روی مدل	45
	(ترکیبی)	9, 12	تمرینات ایزومتریک و ایزوتونیک ظریف	حرکات متقابل ایزومتریک انگشتان، بازکردن‌های ایزومتریک انگشتان، استفاده از میز و تخته در تمرینات ایزومتریک انگشتان، حرکات ایزومتریک و ایزوتونیک مچ و آرنج	35
	(فرنالد)	9, 12	تناظر زمان آموزش با گروه ترکیبی	پیاده‌روی زیر بیشینه، تماشای فیلم غیرمرتبط	35
	(فرنالد)	13, 14, 16, 17	یادگیری کلمات جدید تقویت خواندن و نوشتن افزایش اعتمادبه‌نفس	اضافه شدن کلمات جدید به مرحله قبل، داستان‌سازی آزمودنی، نوشتن آزمونگر و خواندن آن توسط آزمودنی، خواندن و نوشتن کلمات موردعلاقه آزمودنی با شن، در هوا و روی کاغذ	45
۳	(ترکیبی)	15, 18	تمرینات تعادلی	حرکت روی سطح شیب‌دار، ایستادن روی تخته تعادل، ایستادن‌های یک پا	40
	(فرنالد)	15, 18	تناظر زمان آموزش با گروه ترکیبی	پیاده‌روی زیر بیشینه، تماشای فیلم غیرمرتبط	40
۴	(فرنالد)	19, 20, 22	شناخت کلمات جدید تعمیم کلمات بازشناسی کلمات مشابه جمع‌بندی	تکرار فعالیت‌های جلسات قبل با کلمات تثبیت‌شده و جدید، خواندن و تشخیص و افتراق کلمات مشابه با کلمات قبلی، نوشتن کلمات جدید خوانده‌شده توسط آزمونگر، تکرار کلمات جدید داخل متن با صدای بلند	45
	(ترکیبی)	21, 23	تمرینات ایزومتریک و ایزوتونیک درشت	تمرینات ایزومتریک با استفاده از دو دست و میز، پیچاندن نخ به دور قرقره، باز و بسته کردن متناوب دست‌ها، پرتاب کردن و گرفتن توپ، پلکان انگشتی، چرخش‌های ساعد، دریافت و پرتاب توپ	45
	(فرنالد)	21, 23	تناظر زمان آموزش با گروه ترکیبی	پیاده‌روی زیر بیشینه، تماشای فیلم غیرمرتبط	45

برای تجزیه و تحلیل آماری از آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف استاندارد و از آمار استنباطی تحلیل واریانس آمیخته برای تحلیل داده‌ها به منظور مقایسه سه گروه در شرایط مختلف با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ استفاده شد. قبل از آزمون فرضیه‌ها، ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها در متغیرهای وابسته از طریق آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد امتیازهای نارسانویسی در گروه آموزش به روش فرنالد، گروه آموزش ترکیبی و گروه کنترل و همچنین نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲- آمار توصیفی و نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای نمرات نارسانویسی در سه گروه

Table 2- Descriptive Statistics and Shapiro-Wilk test result in dysgraphia scores of three groups

فرنالد Fernald		ترکیبی Mixed		کنترل Control		گروه Group
پس‌آزمون Post-test	پیش‌آزمون Pre-test	پس‌آزمون Post-test	پیش‌آزمون Pre-test	پس‌آزمون Post-test	پیش‌آزمون Pre-test	زمان Time
6.53	13.73	3.93	14.73	16.2	16.52	میانگین Mean
2.82	2.15	2.31	2.15	1.69	2.41	انحراف استاندارد Standard deviation
0.08	0.3	0.51	0.09	0.09	0.18	شاپیرو-ویلک Shapiro-Wilk

همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، نتایج آزمون شاپیرو-ویلک برای توزیع داده‌ها در سه گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون معنادار نبود.

جدول (۳) نتایج تحلیل واریانس مختلط برای بررسی اثر مداخله در گروه‌های آموزش به روش فرنالد و ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل را نشان می‌دهد.

جدول ۳- تخمین اثرات ثابت با رفرنس قرا دادن نارسانویسی در پس آزمون گروه کنترل

Table 3- Estimates of fixed effects with the scores of control group as reference

معناداری Sig	t	درجه آزادی df	خطای استاندارد Std. Error	تخمین Estimate	پارامتر Parameter
0.000	29	45	0.55	16.2	عرض از مبدأ Intercept
0.57	0.57	45	0.58	0.33	پیش آزمون Pre-test
0.000	-12.23	45	0.78	-9.6	گروه فرنالد Fernald group
0.000	-15.19	45	0.78	-12.2	گروه ترکیبی Mixed group
0.000	11.39	45	0.82	6.9	زمان×گروه فرنالد Fernald group*Time
0.000	12.52	45	0.82	10.4	زمان×گروه ترکیبی Mixed group*Time

پیش فرض‌های انجام تحلیل واریانس مختلط بررسی شد. داده‌ها پیوسته بودند، داده‌های درون گروهی حداقل در دو طبقه وابسته قرار داشتند و داده‌های بین گروهی کاملاً مستقل بودند. داده‌های پرت بررسی شد. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که داده‌ها نرمال بودند (جدول ۱). نتایج آزمون همگنی واریانس‌های لون نشان داد، واریانس‌ها همگن بودند ($P \geq 0.05$). نتایج آزمون موخلی نشان داد، فرض برابری واریانس‌های بین گروهی برقرار بود ($P \geq 0.05$). نتایج تحلیل واریانس مختلط نشان داد، اثر تعامل ($F(2, 45) = 96.04, P \leq 0.001$)، اثر گروه ($F(2, 45) = 54.30, P \leq 0.001$) و اثر زمان ($F(2, 45) = 30.477, P \leq 0.001$) معنادار بود. در این تحلیل، امتیازهای نارسانویسی در پس آزمون گروه کنترل به عنوان رفرنس در نظر گرفته شده و همه میانگین‌های با آن مقایسه شده است. همان‌طور که در ردیف‌های ۴ و ۵ در جدول (۲) مشاهده می‌شود، پس از مداخله، میانگین امتیازهای نارسانویسی در گروه آموزش به روش فرنالد ($6/53$) و گروه آموزش به روش ترکیبی ($3/93$) به طور معناداری ($P < 0.001$) کمتر از میانگین امتیازهای در گروه کنترل ($16/20$) بود. همان‌طور که در جدول (۲) (ردیف ۲) دیده می‌شود، تفاوت امتیازهای نارسانویسی گروه کنترل در پیش آزمون و پس آزمون ($0/33$) معنادار نبود ($P = 0.57$). بخش دیگری از نتایج تحلیل واریانس مختلط نشان داد (جدول ۲، ردیف ۷)، تفاوت پیش-آزمون و پس آزمون در گروه آموزش به روش فرنالد به اندازه $6/9$ امتیاز بیشتر از این تفاوت در گروه کنترل و معنادار ($P < 0.001$) بود. همچنین نتایج نشان داد (جدول ۲، ردیف ۸)، تفاوت امتیازهای پیش آزمون و پس آزمون در گروه آموزش به روش ترکیبی به اندازه $10/4$ امتیاز بیشتر از این تفاوت در گروه کنترل و معنادار ($P < 0.001$) بود. این یافته‌ها تأیید می‌کند که اثر آموزش به روش فرنالد و روش ترکیبی بر بهبود نارسانویسی تأثیر معنادار دارد. در ادامه نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در مقایسه آموزش ترکیبی و روش چندحسی فرنالد بر وضعیت دست خط دانش آموزان نارسانویس نشان داد، تفاوت پیش آزمون و پس آزمون در گروه آموزش به روش ترکیبی به طور معناداری ($P < 0.001$) بیشتر از این تفاوت در گروه آموزش به روش فرنالد بود ($P = 0.03$). روش ترکیبی نسبت به روش آموزش به شیوه فرنالد به طور معناداری باعث کاهش علائم نارسانویسی در دانش آموزان شد.

بحث و نتیجه گیری

مشکل نوشتن یکی از موضوعات مطرح در ناتوانی‌های یادگیری قلمداد می‌شود. برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرینات حرکتی می‌تواند بر بهبود این ناتوانی تأثیرگذار باشد؛ بر این اساس، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر اضافه شدن یک دوره فعالیت حرکتی منتخب به آموزش چندحسی فرنالد بر نارسانویسی دانش‌آموزان مقطع ابتدایی بود. نتایج نشان داد، هر دو گروهی که به روش چندحسی فرنالد همراه با برنامه منتخب حرکتی و روش چندحسی به‌تنهایی تمرین کرده بودند، پس از مداخله وضعیت بهتری در نوشتن داشتند. هر دو گروه تجربی پس از مداخله نتایج بهتری از گروه کنترل نشان دادند. نتایج همچنین نشان داد، اضافه شدن تمرینات منتخب حرکتی نسبت به روش آموزش چندحسی فرنالد به‌تنهایی، وضعیت نوشتن دانش‌آموزان دوره ابتدایی را بهتر کرد.

نتایج این پژوهش نشان داد، آموزش فرنالد بر اکثر مؤلفه‌های نوشتن در دانش‌آموزان نارسانویس تأثیر معناداری داشت. منصورنژاد و همکاران (۱۸) نیز چنین تأثیری را گزارش کردند. سعادتی و عباسی (۳۴) و پاکوفته و همکاران (۳۵) نیز بهبود املای دانش‌آموزان متعاقب آموزش به شیوه فرنالد را گزارش کردند. همچنین اولادقباد و همکاران نشان دادند، علاوه بر اینکه روش فرنالد بر اختلالات هجی کردن دانش‌آموزان تأثیرگذار است، تأثیرگذاری این روش بر بهبود اختلالات نسبت به سایر روش‌ها (۳۶، ۳۷) بیشتر است. به نظر می‌رسد، در این روش توانایی‌هایی مانند گوش دادن، توجه، خواندن، تلفظ صحیح، مسیریابی با انگشت، تشخیص جزئیات یک کلمه و آواشناسی و همچنین توانایی‌های شناختی در کودک درگیر می‌شود. کارکرد ناقص حافظه دیداری کلمات، نقص در میزان توجه و نقص در توانایی رمزگذاری و رمزگشایی سریع کلمات از جمله عوامل عصبی روان‌شناختی هستند که ممکن است ناتوانی در یادگیری به‌ویژه نارسانویس را به همراه داشته باشند (۳۸). با توجه به این عوامل، به نظر می‌رسد در روش آموزش فرنالد، بینایی، شنوایی و لامسه، حواس چندگانه کودک تقویت می‌شود و احتمالاً بهبود توانایی از طریق کاهش اثرات نواقص مذکور را به همراه خواهد داشت (۳۹)؛ البته برای به دست آوردن چنین ارتباطی به انجام پژوهش‌های بیشتر نیاز است.

در بخش دیگری از یافته‌های پژوهش حاضر نشان داده شد که آموزش به روش ترکیبی فرنالد و تمرینات حرکتی نیز وضعیت دست‌خط دانش‌آموزان نارسانویس را بهبود می‌بخشد. این نتیجه با نتایج مطالعات بهرامی و همکاران (۲۵)، ارشم و همکاران (۲۶) و شکاریان و همکاران (۲۷) همسو بود. همچنین همسو با نتایج پژوهش حاضر، امیرخانی و موحدی نشان دادند که مداخلات حسی-حرکتی بر بهبود نارسانویسی دانش‌آموزان بدخط مقطع ابتدایی مؤثر است (۲۴)؛ به عبارت دیگر، مداخله به‌کاررفته در این گروه شامل آیتم‌های اضافه‌شده‌ای مانند تمرینات حرکتی بود. وجود آموزش به شیوه فرنالد نیز می‌تواند توجه مناسبی برای کاهش نارسانویسی در گروه ترکیبی باشد؛ اما اینکه آیا ترکیب این روش با تمرینات حرکتی باعث تغییر در وضعیت اختلالات نارسانویس نسبت به آموزش به روش فرنالد به‌تنهایی می‌شود یا خیر، نیازمند مقایسه‌ای مجزا بود. نتایج چنین مقایسه‌ای مشخص کرد که اضافه شدن تمرینات حرکتی بهبود بیشتری در وضعیت نارسانویسی دانش‌آموزان نسبت به روش دیگر به همراه داشت. این تأثیر مضاعف را می‌توان در این امر جستجو کرد که مهارت‌های حرکتی کودکان نارسانویس نسبت به کودکان عادی کمتر است؛ برای مثال، آزاد و همکاران با مقایسه مهارت‌های حسی-حرکتی دست کودکان با اختلال نوشتن و عادی ۹ تا ۱۱ سال به این نتیجه رسیدند که مهارت‌های حسی-حرکتی دست در

کودکان با اختلال نوشتن به صورت معناداری ضعیف‌تر از کودکان عادی بود (۴۰). سیگل^۱ و همکاران در تحقیقی کودکان عادی را با کودکانی که مشکل نوشتن داشتند، مقایسه کردند. آن‌ها نشان دادند که این کودکان در مهارت‌های نوشتاری، مهارت و هماهنگی چشم و دست نسبت به کودکان عادی به صورت معناداری ضعیف‌تر بودند. آنان ابراز کردند، رابطه معنادار مستقیمی بین اختلال نوشتن و قدرت گرفتن عضلات درشت و نیز ظریف دست وجود داشت (۴۱). اسمیت-انگلزمن و همکاران نقص در حرکات ظریف کودکان مبتلا به اختلال رشد در هماهنگی حرکتی و اختلالات یادگیری را در مقایسه با کودکان عادی بررسی کردند و نشان دادند که هر دو گروه دی‌سی‌دی و ال‌دی در اجرای حرکات کنشی^۲ مشکل دارند (۱۰)؛ بنابراین انتظار می‌رود، علاوه بر روش‌های علمی و معتبر بهبود نارسانویسی وجود تمرینات مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف نیز به این بهبود کمک کند. اصلاح پاسچر، افزایش قدرت و هماهنگی عضلات و مفاصل اندام فوقانی ممکن است از عوامل تأثیرگذار بر افزایش اثر فعالیت بدنی بر نارسانویسی در گروه ترکیبی باشد (۴۲). شاید دانش‌آموزان این گروه توانسته‌اند از طریق افزایش قدرت عضلات ریز و درشت، به دست آوردن آگاهی از وضعیت بدن و اندام و افزایش حس عمقی اختلالات نوشتن را کاهش دهند (۴۳). چانگ^۳ و همکاران گزارش کردند، کاهش هماهنگی عضلات می‌تواند پیش-بینی‌کننده مهارت نوشتن باشد و اختلال آن‌ها بر عملکرد نوشتن تأثیر دارد (۴۳). تمرینات اضافه‌شده به شیوه فرنالد ممکن است از این مسیر تأثیرگذاری خود را اعمال کرده باشند؛ چراکه نشان داده شده است حرکت برای برنامه‌ریزی، ترتیب‌دهی و اجرای نوشتن، لازم و ضروری است (۲۱). همچنین مسلمی و همکاران بیان کردند، از مهم‌ترین عوامل نارسانویسی ضعف مهارت‌های حرکتی، ضعف حافظه بینایی و شنوایی، دشواری در انتقال اطلاعات از یک کانال حسی به کانال حسی دیگر و کمبود توجه و تمرکز است (۳۸)؛ از این‌رو به‌طور کلی می‌توان اذعان کرد، روش ترکیبی از طریق تقویت مهارت‌های حرکتی ظریف و درشت این توانایی را دارد که به‌طور معناداری باعث کاهش علائم نارسانویسی در دانش‌آموزان شود و در نتیجه بر بهبود نارسانویسی اثرگذار باشد.

نتیجه جالب توجه پژوهش حاضر، کاهش معنادار نارسانویسی در آزمودنی‌های گروه ترکیبی نسبت به گروه فرنالد بود. از آنجاکه برخی از جنبه‌های روش فرنالد بر حس لامسه و هماهنگی چشم و دست تأکید دارد، ممکن است تمرینات حرکتی این جنبه از شیوه آموزش به روش فرنالد را به طور مستتر پوشش داده باشد. از طرف دیگر، اینکه چند جلسه آموزش فرنالد می‌تواند تأثیر معناداری مانند نتایج پژوهش حاضر داشته باشد، از محدودیت‌ها بود. ممکن است در هر دو گروه، آموزش فرنالد برای تأثیر مشابه با پژوهش حاضر بر نارسانویسی آزمودنی‌ها کافی بوده باشد و تمرینات حرکتی اثر مضاعفی بر گروه ترکیبی داشته است. مشخص‌شدن چنین نتیجه‌ای به انجام پژوهش‌های بیشتری نیاز دارد؛ پژوهش‌هایی که در آن اثر سقف در آموزش فرنالد مطالعه شود.

به‌طور کلی می‌توان گفت، اضافه شدن یک دوره برنامه حرکتی ظریف و درشت به برنامه‌های مداخله‌ای دانش‌آموزان نارسانویس تأثیر مثبت و معناداری بر بهبود دستخط و نوشتن دانش‌آموزان دارد. به نظر می‌رسد، می‌توان با استفاده از برنامه‌های حرکتی محیط آموزشی ناتوانایی‌های نوشتن را غنی کرد. در پژوهش حاضر، ارزیابی‌هایی برای مقایسه اثر برنامه حرکتی منتخب بر فاکتورهای تأثیرگذار جسمانی مانند قدرت، هماهنگی، چالاکي در تکالیف درشت و ظریف پس از مداخله

1. Siegel
2. Feed forward
3. Chung

انجام نگرفت. همچنین گروهی که صرفاً فعالیت‌های حرکتی را انجام دهد، در پژوهش گنجانده نشد. به نظر می‌رسد، از طریق مقایسه داده‌های ارزیابی‌های نوشتن در چنین گروهی با گروه‌های آموزش فرنالد و ترکیبی احتمالاً بتوان استنباط‌های دقیق‌تری از تأثیر محتمل برنامه حرکتی داشت؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی یک گروه صرفاً حرکتی اضافه شود و همچنین داده‌های منتج از اندازه‌گیری پیشرفت مهارت‌های حرکتی قبل و بعد از مداخلات جمع‌آوری شود. انجام پژوهش‌های بیشتر با نمونه‌های آماری بزرگ‌تر نیز از دیگر پیشنهادها است.

منابع

1. Shaywitz SE, Shaywitz BA. Paying attention to reading: the neurobiology of reading and dyslexia. *Development and Psychopathology*. 2008;20(4):1329-49.
2. McBride C. Coping with dyslexia, dysgraphia and ADHD: A global perspective. 1sted. London. Routledge; 2019.
3. Seif Naraghi M, Naderi E. Education of exceptional children. 12th ed. Tehran. Arasbaran Publicaion. (Persian)
4. Narimani M, Sharbati A. Comparison of anxiety sensitivity and cognitive function in students with and without dysgraphia. *Journal of Learning Disabilities*. 2015;4(4):85-100. (Persian)
5. Martins MR, Bastos JA, Cecato AT, Araujo MD, Magro RR, Alaminos V. Screening for motor dysgraphia in public schools. *Jornal de Pediatria*. 2013;89:70-4.
6. Alizadeh MH, Rajabi R, Gheitasi M and Minonejad H. Movement therapy (exercise therapy). 4th ed. Tehran. Tehran University Publication; 2019. (Persian)
7. Tabrizi M, Tabrizi A and Tabrizi N. Treatment of Spelling Disability. 31th ed. Tehran: Fararavan Publication. 2022. (Persian)
8. Cornhill H, Case-Smith J. Factors that relate to good and poor handwriting. *The American Journal of Occupational Therapy*. 1996;50(9):732-9.
9. Havaei N, Rezaei M, Azad A, Rafie S. The relationship between hand sensory-motor function and handwriting skill in school students with developmental dysgrphia. *Studies in Medical Sciences*. 2010;21(2):254-9.
10. Smits-Engelsman BC, Westenberg Y, Duysens J. Children with developmental coordination disorder are equally able to generate force but show more variability than typically developing children. *Human Movement Science*. 2008;27(2):296-309.
11. Smits-Engelsman BC, Wilson PH, Westenberg Y, Duysens J. Fine motor deficiencies in children with developmental coordination disorder and learning disabilities: an underlying open-loop control deficit. *Human Movement Science*. 2003;22(4-5):495-513.
12. Ahadi H, Kakavand A. Learning disorders from theory to practice. 14th ed. Tehran: Arasbaran Publications; 2022. (Persian)
13. Tseng MH, Murray EA. Differences in perceptual-motor measures in children with good and poor handwriting. *The Occupational Therapy Journal of Research*. 1994;14(1):19-36.
14. Cahill SM. Where does handwriting fit in? Strategies to support academic achievement. *Intervention in School and Clinic*. 2009;44(4):223-8.
15. Havaei N, Azad A, Rezaei M, Hassani Mehraban A, Alizadeh Zarei M. An overview of developmental dysgraphia. *Journal Rehabilitation Medicine*. 2016;5(1):224-34. (Persian)
16. Nicolson RI, Fawcett AJ. Dyslexia, dysgraphia, procedural learning and the cerebellum. *Cortex*. 2011;47(1):117-27.
17. Olad Ghobad T, Abbaspoor Azar Z, Khalatbari J, Afkari F. Comparing the effectiveness of Fernald's and Rossner's multisensory teaching methods in reducing the spelling disorder of elementary students. *International Journal of Pediatrics*. 2022;10(10):16825-36.

18. Mansurnejad Z., Kajbaf MB., Molavi H. The effect of Fernald's multi-sensory training on poor writing and spelling in second grade students of elementary school. *Journal of Social Psychology*. 2012;7(24):99-111. (Persian)
19. Berninger VW, Rutberg JE, Abbott RD, Garcia N, Anderson-Youngstrom M, Brooks A, Fulton C. Tier 1 and Tier 2 early intervention for handwriting and composing. *Journal of School Psychology*. 2006;44(1):3-0.
20. Hoy MM, Egan MY, Feder KP. A systematic review of interventions to improve handwriting. *Canadian Journal of Occupational Therapy*. 2011;78(1):13-25.
21. Volman MJ, van Schendel BM, Jongmans MJ. Handwriting difficulties in primary school children: A search for underlying mechanisms. *The American Journal of Occupational Therapy*. 2006;60(4):451-60.
22. Capellini SA, Coppede AC, Valle TR. Fine motor function of school-aged children with dyslexia, learning disability and learning difficulties. *Prò-Fono Revista de Atualizacao Cientifica*. 2010;22:201-8.
23. Aghdaei M, Ahmadi N, Lashgari M. The effect of a perceptual-motor training program on the fine motor development and writing score of children with motor dysgraphia. *Journal of Exceptional Children*. 2019;19(1):71-80 . (Persian)
24. Amirkhani M, Movahedi A. The effect of Delacato sensorimotor training on dysgraphia of 9 to 11-year-old female students. *Motor Behavior*. 2016;8(26):89-104. (Persian)
25. Bahrami R, Alizade H, Kazemi F. The Effect of Psycho-motor exercises on the Improving Handwriting Legibility of Elementary Students. *Psychology of Exceptional Individuals*. 2018;8(30):1-8. (Persian)
26. Arsham S, Ghadiri F, Babak M. Comparison of the effectiveness of two intervention methods of neurofeedback training (NFT) and the movement program on the handwriting performance of 9-11 years old children with dysgraphia. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2017;20(9):1-11. (Persian)
27. Shekarian Yazd F, Baghestani A, Fazli Ghafouri M, Khanbabai Ghaleie P. The effect of perceptual-motor skills training to handwriting in children preschool. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences*. 2019;61(supplment1):354-7. (Persian)
28. Hooman HA, Kooshki SH, Bahari P. Cattell's culture fair intelligence test II psychometric properties and its relationship with Raven's progressive matrices. *Journla of Psychological Researches*. 2013;5(18): 99-116. (Persian)
29. Fukuda, Keisuke., Vogel, Edward. Mayr, Ulrich. Awh, Edward. Quantity, not quality: the relationship between fluid intelligence and working memory capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2010;17(5):673-9.
30. Hadavandkhani F, Bahrami H, Behnia F, Farahbod M, Salehi M. The association of visual-motor integration with handwriting in students with mentally retardation. *Journal of Exceptional Children*. 2007;6(4):839-54.
31. Heydari AR, Hafezi F, Tahankar Dezfuli M. Comparison of therapeutic effects of Fernald's multi-sensory and Kparts perceptual-motion in decreasing of writing disabilities of children. *New Funding in Psychology*. 2009;4(12):65-78. (Persian)
32. Pourkamali A, Mohammadi A, Haghighat S. The effectiveness of Fernald's multi-sensory approach on improving dictation disorder and reading problems in students with learning disabilities. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*. 2022;12:52. (Persian)
33. Fathollahpour L, Babapour KJ, Mahdavian H, Bafandeh GH. A comparison of neurofeedback and Fernald's method effectiveness in improving the intelligence of children with dyslexia (case study). *Journal of Learning Disabilities*. 2013;2(4):103-23. (Persian)
34. Sadati Firoozabadi S, Abaci SH. The effectiveness of sensory-motor integration on reading problems in students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 2019;8(2):26-37. (Persian)
35. Pakufteh N, Karimi P, Faramarzi F. The effectiveness of fernald multisensory method training on improving spelling learning disabilities. In: 3rd International Conference on Humanities and Cultural Studies, Tehran, Community Cultural and Social Skills Empowerment Center; 2017. (Persian)

36. Thani PK, Koohzad N, Ahmadi F. Comparison of the effectiveness of Fernald's sensory method and educational games on writing disorder in elementary school students. *Advances in Bioscience and Clinical Medicine*. 2022;31;10(1):1-6.
37. Kakavand A, Demarcheli N, Shir Mohammadi F. Comparison of the effect of Fernald and Everton-Gillingham multisensory methods on improving reading skills of dyslexic students. *Journal of Learning Disabilities*. 2017;7(1):100-18. (Persian)
38. Moslemi B, Chalabianloo G, Tabatabaei M. The effect of transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on visual-auditory working memory and attention in students with dysgraphia. *Journal of Exceptional Children*. 2022;22(3):99-110.
39. Newman I. When saying 'go read it again' won't work: Multisensory ideas for more inclusive teaching & learning. *Nurse Education in Practice*. 2019;34:12-6.
40. Azad A, Havayee N, Rafie SH, Keyhani MR. Comparison of hand sensory-motor skills between normal and dysgraphia children in 9-11 ages. *Journal of Modern Rehabilitation*. 2008;1(4):5-12. (Persian)
41. Siegel LS, Feldman W. Nondyslexic children with combined writing and arithmetic learning disabilities. *Clinical Pediatrics*. 1983;22(4):241-4.
42. Benbow M. Principles and practice of teaching handwriting. In: Henderson A, Pehoski C, editors. *Hand function in the child*. St. Louis: Mosby, 2006; 255-81.
43. Chung PJ, Patel DR, Nizami I. Disorder of written expression and dysgraphia: definition, diagnosis, and management. *Translational Pediatrics*. 2020;9(Suppl 1):S46.