نشریه پژوهش‌های زبان‌شناسی تطبیقی
سال سیزدهم- شماره ۲۶- پاییز و زمستان ۱۴۰۲

بررسی اثربخشی آگاهی واجی بر دانش ریاضی دانش‌آموزان دختر

الهام ضیایی[۱]
اعظم استاجی[۲*]
عطیه کامیابی‌گل[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

در این مقاله تأثیر آموزش آگاهی واجی بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه دوم دبستان مورد بررسی قرار می‌گیرد. از بین دانش‌آموزان دختر پایه دوم دبستان شهر قوچان با میانگین سنی ۷٫۶ سال تعداد ۱۴۰ نفر انتخاب شدند که ۷۰ نفر به‌عنوان گروه گواه و ۷۰ نفر به‌عنوان گروه آزمایش مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس آزمون آگاهی واجی دستجردی‌کاظمی و سلیمانی و آزمون ریاضی معلم‌ساخته بر مبنای آزمون استاندارد کی‌مث، از هر دو گروه هم در مهارت آگاهی واجی و هم ریاضی پیش‌آزمون به عمل آمد. سپس گروه آزمایش طی ۱۰ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای در معرض آموزش آگاهی واجی قرار گرفت. در نهایت پس از یک وقفه زمانی، مجدداً پس‌آزمون برگزار شد. نتایج نشان می‌دهد که آگاهی واجی بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه دوم تأثیر معنی‌داری دارد که همراستا با پژوهش‌های انجام شده در این زمینه است. اجرای آزمون آگاهی واجی با در نظر گرفتن گروه سنی آن را از سایر پژوهش‌ها متفاوت می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: آگاهی واجی، آزمون ریاضی کی‌مث، آزمون آگاهی واجی، خرده‌مؤلفه.

۱- دانشجوی دکتری تخصصی زبانشناسی همگانی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران | elhamziyayi@yahoo.com
۲- دانشیار گروه تخصصی زبانشناسی همگانی، دانشگاه فردوسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، مشهد، ایران* | estagi@um.ac.ir
۳- استادیار گروه زبان و ادبیات فارسی، دانشگاه فردوسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، مشهد، ایران | kamyabigol@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۶ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۱۱/۱۸

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RJHLL.2024.28394.2289

۱- مقدمه

آگاهی واج‌شناختی، آگاهی بر ساختمان آوایی، واجی و هجایی کلمات است. به عبارت دیگر، آگاهی واج‌شناختی یعنی دانستن این‌که یک کلمه از چند هجا تشکیل شده است و یا اولین آوای تشکیل‌دهنده آن چیست؟ این آگاهی و وقوف به این مهارت خوانداری می‌انجامد که میان کلمات نوشته‌شده و گفته‌شده رابطه‌ای وجود دارد» (دستجردی‌کاظمی و سلیمانی، ۱۳۸۵: ۹۵۴-۹۳۱). به عبارت دیگر، ثمره پیشرفت در خواندن و نوشتن، ایجاد آگاهی واج‌شناختی است که تبحر در آن به نوبه خود باعث رشد سایر مهارت‌ها می‌شود. تحقیقات زیادی نشان داده که آگاهی واج‌شناختی یکی از مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های یادگیری خواندن مبتدی است (ولودگراون و ورهوون[1]، ۲۰۰۹: ۱۶۱).

آگاهی واج‌شناختی شامل سه مؤلفه آگاهی هجایی، آگاهی درون‌هجایی و آگاهی واجی است (دستجردی کاظمی و سلیمانی، ۱۳۸۹: ۹) که در سنین اولیه رشد گفتاری زبان شروع به شکل‌گیری می‌کند و به‌تدریج رشد و پیشرفت می‌نماید (فریار و رخشان، ۱۳۸۵: ۳۸).

از طرفی، ریاضی از جمله مهارت‌های اساسی است که ضعف در درک آن به‌شدت عملکرد را نه تنها در مدرسه بلکه در زندگی روزمره نیز مختل می‌کند. یادگیری موفقیت‌آمیز ریاضی در مراحل نخست تحصیلی برای کسب مهارت‌های پیشرفته‌تر ضروری به‌نظر می‌رسد (پلیسیونی و دیگران[2]، ۲۰۱۹). نتایج پژوهش‌های اخیر نیز نشان داده که ۷ درصد کودکان در سنین مدرسه‌ای از نقص شناختی یا عصب‌روان‌شناختی رنج می‌برند که با فراگیری مهارت ریاضی، مشکل کاهش پیدا می‌کند (گیری[3]، ۱۹۹۳: ۳۴۵).

علاوه بر این، برخی مطالعات عصب‌شناسی شواهدی را پیدا کرده‌اند که حاکی از آن است ریاضی و واج‌شناسی نواحی متفاوتی را در شکنج پیشانی[4] چپ درگیر می‌کنند (بوث و دیگران[5]، ۲۰۰۲؛ روتزر[6] و دیگران، ۲۰۰۹؛ دهائن و دیگران[7]، ۲۰۰۳؛ پرادو[8] و دیگران، ۲۰۱۱). برخی نیز شواهدی را از هم‌پوشانی فعال‌سازی مغز برای ریاضی و واج‌شناسی در این ناحیه گزارش کرده‌اند (سیمون و دیگران[9]، ۲۰۰۲؛ پولاک و اشبای[10]، ۲۰۱۸؛ د اسمیت و دیگران[11]، ۲۰۱۰).

به‌عبارت دیگر، یافته‌های علم عصب‌شناسی حاکی از این است که بین پردازش واجی و ریاضی همبستگی‌های عصب‌شناسی وجود دارد. مطالعات تصویربرداری عصبی ارتباط نزدیک بین پردازش واجی و بازیابی داده‌های

1. Vloedgraven & Verhoeven
2. Pellicioni et al
3. Geary
4. Frontal gyrus
5. Booth et al
6. Rotzer et al
7. Dehaene et al
8. Prado et al
9. Simon et al
10. Pollacka & Ashby
11. De Smedt et al

ریاضی را نشان می‌دهند (پرادو و دیگران، ۲۰۱۱؛ سیمون و دیگران، ۲۰۰۲). به‌ویژه این پژوهش‌ها نشان داده‌اند که حل مسأله ریاضی نواحی از مغز را درگیر می‌کند که با پردازش زبانی مرتبط‌اند (پولاک و اشبای، ۲۰۱۸). تحلیل‌های دیگری نیز نشان می‌دهد که مسأله‌های ریاضی که با بازخوانی مطالب حل می‌شوند نسبت به مسأله‌هایی که با راهبردهای حل مسأله فرایندی حل می‌شوند، ارتباط بیشتری با آگاهی واجی دارند (بال و جانسون[1]، ۱۹۹۷: ۲۴-۱). همچنین آگاهی واجی می‌تواند نقش عمده‌ای در ارتباط با خواندن و پردازش ریاضی ایفا کند. به این صورت که هر دو توانایی، منجر به فعال‌سازی قشر چپ مغز می‌شوند به‌طوری‌که هم خواندن و هم ریاضی با نواحی کرتکس تمپروپریتال[2] چپ مثل شیار زاویه‌ای[3] و فوق‌حاشیه‌ای[4] چپ مرتبط‌اند. کرتکس تمپروپریتال موقع خواندن ناواژه‌ها در مقابل واژگان واقعی فعال‌تر است و به‌نظر می‌رسد این مجموعه دستخوش رمزگشایی واجی یا نگاشت نویسه‌ها به واج باشد که در نظام‌های الفبایی برای خواندن ضروری است (ایوانز و دیگران[5]، ۲۰۱۴: ۶۴۴-۶۵۲). لذا بین خواندن و فعال‌سازی شیار زاویه‌ای چپ در کودکان ارتباط محکمی وجود دارد. به‌طوری‌که مطالعات تصویربرداری عصبی نشان می‌دهد که شیار زاویه‌ای چپ با عملیات خاصی مانند ضرب مرتبط است. چون عملیات ضرب فرایندی است که با بازخوانی از حافظه بلندمدت و بر مبنای کدهای گفتاری انجام می‌شود (بوث و دیگران، ۲۰۰۲: ۲۲-۷). علاوه بر این، به‌نظر می‌رسد که تکالیف آگاهی واجی برای پیش‌بینی تفاوت‌های فردی در عملکرد ریاضی پیش‌بینی‌کننده خوبی باشند؛ به‌طوری‌که همان حافظه فعالی که برای حل مسائل ریاضی به‌کار می‌رود برای انجام تکالیف واجی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (پاسولونگی و دیگران[6]، ۲۰۰۷: ۱۸۴-۱۶۵). بدین مفهوم که برای انجام تکالیف واجی باید بازنمایی صحیحی از واج‌های کلمه، رمزگشایی و در حافظه واجی ذخیره شود. در حل مسائل ریاضی نیز واژه‌ها و عملیات به رمزهای گفتاری تبدیل می‌شود (آلیبالی و دیرسو[7]، ۱۹۹۹: ۳۷-۵۶). لذا بازنمایی واج‌شناختی صحیح از واژه‌ها، ذخیره آنها در حافظه واج‌شناختی و پردازش آنها با راهبردهای خاصی منجر به درک بهتر می‌شود چرا که فرد برای حل مسائل ریاضی از راهبردهایی استفاده می‌کند که نظام واجشناختی را به‌کار می‌گیرد. به‌عنوان مثال برخی پژوهشگران نظیر گیری (۱۹۹۳) معتقدند که وقتی کودکان راهبردهای شمردن را برای حل مسأله‌های ریاضی به‌کار می‌برند کدهای واجی را برای کلمات عددی بازیابی می‌کنند و مسأله را در حافظه‌کاری نگه می‌دارند (سیمونز وسینگلتون، ۲۰۰۸ : ۸۰). به‌طورکلی وقتی کودکان برای اولین بار با یک مسأله ریاضی (مثل x=۲+۲) روبه‌رو می‌شوند از آگاهی واجی و حافظه واجی برای تشخیص نمادها و راهبردهای شمردن برای حل مسأله کمک می‌گیرند و با برخورد مداوم با آن مسأله رفته‌رفته راه‌حل به ذهن سپرده می‌شود (اسپیناس و

1. Bull & Johnston
2. Temporoparietal cortex
3. Angular gyrus
4. supramarginal
5. Evans
6. Passolunghi et al
7. Alibali & DiRusso

فاتچز[1]، ۲۰۲۲: ۷۰). از طرفی، توانایی حلقه واجی[2] بر توانایی کودکان برای پاسخ درست سؤالات ریاضی و در نتیجه ذخیره‌سازی داده‌های عددی تأثیر می‌گذارد. توانایی بازیابی سریع کدهای واجی بر سرعت شمردن (که به نوبه خود بر توانایی ریاضی تأثیر می‌گذارد) و توانایی بازیابی سریع داده‌های عددی اثر دارد. همچنین مسأله‌های ریاضی که در قالب کلمه‌اند (مسأله‌های کلمه‌ای) صورتی از متن هستند که رمزگشایی و درک متن در آن‌ها مبتنی بر نظام واجی است. لذا به‌نظر می‌رسد که آگاهی واجی با عملکرد ریاضی مرتبط است. همچنین در جریان حل‌مسأله‌ای که با محاسبات ریاضی سروکار دارد کودک بایستی بازنمایی‌های واجی دقیق عبارات و اپراتورها را در حافظه واجی رمزگشایی و نگهداری کند در حالی‌که باید هم‌زمان روی اطلاعاتی که با راهبردهای انتخاب، اجرا، مانیتورینگ و کنترل برای حل مسأله به‌کار می‌روند، کنترل داشته باشد (هتچ و دیگران، ۲۰۰۱: ۱۹۵). داده‌های ریاضی با راهبردهای مختلفی نظیر محاسبات یا بازیابی پاسخ از حافظه حل می‌شوند. به‌نظر می‌رسد مسأله‌های جمع و ضرب در مقیاس کوچک با بازیابی اطلاعات از حافظه و مسأله‌های تفریق با انجام عملیات محاسبات حل می‌شوند (باروایلت[3] و دیگران، ۲۰۰۸: ۲۳۵). داده‌های ریاضی که با بازیابی حل می‌شوند با راهبردهای کلامی آموخته می‌شوند، به‌صورت کدهای کلامی ذخیره می‌شوند و با فرایندهای شناختی و عصبی که زبان را دربر می‌گیرند مثل پردازش واجی، مرتبط‌اند (دهائن و دیگران، ۲۰۰۳: ۴۸۸).

بدین ترتیب به‌نظر می‌رسد با توجه به این‌که هدف پژوهش حاضر بررسی اثربخشی آموزش مهارت آگاهی واجی بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه دوم دبستان است و از طرفی تا جایی‌که نگارنده اطلاع دارد تاکنون در زمینه تأثیر آگاهی واجی بر عملکرد ریاضی در ایران پژوهش چندانی انجام نشده است و تنها پژوهش انجام‌شده در این زمینه به بررسی ارتباط و همبستگی بین مهارت آگاهی واجی و عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه اول دبستان پرداخته است که در سال ۱۳۹۰ توسط ترابی‌پور و دیگران انجام شده است، لذا در زبان فارسی این خلأ پژوهشی همچنان حس می‌شود. این در حالی است که نتایج و دستاوردهای چنین پژوهشی می‌تواند برای دانش‌آموزان، دست‌اندرکاران حوزه آموزش و پرورش و معلمان بسیار کاربردی و مفید باشد. چرا که در صورت شناسایی کودکانی با مشکل آگاهی واجی، مداخله زودهنگام می‌تواند کمک شایانی به مسیر یادگیری، افزایش انگیزه و اعتماد به نفس کودکان کند. نتایج این پژوهش می‌تواند در کلینیک‌های روان‌شناسی و مدارس برای کمک به دانش‌آموزانی که دچار ناتوانی‌های یادگیری هستند مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، از نتایج این پژوهش می‌توان برای آموزش آگاهی واجی در مراکز اختلال یادگیری بهره برد که خلأ آن حداقل در مرکز اختلال یادگیری شهرستان قوچان کاملاً ملموس است. از نتایج این پژوهش می‌توان در پژوهش‌های آتی جهت درمان کودکان مبتلا به اختلالات خواندن نیز استفاده کرد. از طرفی، درک عمیق ارتباط بین مهارت‌های زبانی و عملکرد ریاضی کودکان برای به‌دست دادن دیدگاه نظری و راهنمای عملی در مورد چگونگی حمایت بهتر از رشد ریاضی کودکان لازم است. با توجه به این‌که آموزش آگاهی واجی موجبات

1. Espinas & Fuchs
2. Phonological loop
3. Barrouillet, Mignon & Thevenot

یادگیری عمیق و مفهومی را فراهم می‌کند لذا از نتایج آن می‌توان در سایر حوزه‌ها نظیر علوم، مطالعات و غیره نیز استفاده کرد.

۲- چهارچوب نظری

۲-۱- آگاهی واج‌شناختی

آگاهی واج‌شناختی مستلزم این است که فرد بتواند کلمات را به هجا تقسیم کند و بین حرف و صدا ارتباط برقرار کند تا بتواند مهارت زبان گفتاری را کسب نماید. در واقع، آگاهی واج‌شناختی شامل مهارت‌هایی نظیر تشخیص کلماتی با صدای آغازین یکسان مانند «سیب و سیر» و یا تشخیص کلماتی با صدای پایانی یکسان نظیر «موش و گوش»، تشخیص صدای اول و پایانی کلمه و تغییر بافت آوایی کلمه با اضافه کردن یا حذف صدایی خاص است (دستجردی‌کاظمی و سلیمانی، ۱۳۸۵: ۹۵۴-۹۳۱). آگاهی واج‌شناختی توانایی آگاهانه برای شناسایی و دست‌کاری ذهنی صداهای زبانی‌گفتاری است که در سال‌های نخست تحصیلی برای کسب مهارت سوادآموزی ضروری به‌نظر می‌رسد. آگاهی واج‌شناختی قابلیت و ظرفیت فرد برای تفکر و اندیشیدن در مورد ساختار صوتی زبان گفتاری است. به‌لحاظ سنتی، آگاهی واج‌شناختی توانایی فرد برای شناسایی و به‌کارگیری گستره‌ای از صداها در جریان سخن گفتن است (هیسمانگلو[1]، ۲۰۱۲: ۶۳۹-۶۴۵).

مهارت آگاهی واج‌شناختی مهارت به‌کارگیری قافیه، تجانس، ترکیب، تقطیع، جانشینی و واژگون‌سازی یا همان جابه‌جایی را دربرمی‌گیرد که توانمندی وقوف و آگاهی به ساختمان آوایی، واجی و هجایی کلمات را به دانش‌آموزان منتقل می‌کند (هاوس[2]و دیگران، ۲۰۱۵: ۴۶۰-۴۶۸).

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، آگاهی واج‌شناختی از سه بخش آگاهی هجایی، آگاهی درون‌هجایی و آگاهی واجی تشکیل شده است که هر بخش، زیربخش‌هایی را شامل می‌شود. در جدول زیر، زیربخش‌های آگاهی واج‌شناختی نشان داده شده است:

جدول ۱: زیربخش‌های آزمون آگاهی واجی (دستجردی‌کاظمی و سلیمانی، ۱۳۸۹: ۹)

آگاهی هجایی	۱- تقطیع هجا
آگاهی درون‌هجایی	۲- تشخیص تجانس ۳- تشخیص قافیه
آگاهی واجی	۴- ترکیب واجی ۵- شناسایی کلمات دارای واج آغازین یکسان ۶- شناسایی کلمات دارای واج پایانی یکسان ۷- تقطیع واجی

1. Hismanoglu
2. Hawes

	۸- نامیدن و حذف واج پایانی ۹- حذف واج میانی ۱۰- نامیدن و حذف واج آغازین

بدین ترتیب بر اساس جدول (۱) می‌توان دریافت که آگاهی واج‌شناختی[1] و آگاهی واجی[2] هر دو مفاهیمی هستند که مشتمل بر شناسایی و دستکاری اجزای زبانی گفتاری هستند. آگاهی واج‌شناختی مفهومی وسیع‌تر از آگاهی واجی دارد (کارناین[3] و دیگران، ۲۰۰۴: ۸۷). تورگسن[4] معتقد است که آگاهی واج‌شناختی حساسیت یا آگاهی صریح فرد از ساختارهای واجی کلمات زبان است که آشنایی فرد با شیوه‌های مختلف تقطیع و تعدیل واژه‌ها به اجزای کوچکتر را دربرمی‌گیرد. همان‌طور که در جدول فوق نیز اشاره شد، مهارت آگاهی واج‌شناختی سه سطح دارد که این سطوح عبارتند از: سطح واجی (واج کوچک‌ترین واحد آوایی ممیز معنایی است) (ون‌رایپر[5]، ۱۹۹۵: ۵۲۲). سطح هجایی (هجا ترکیبی از واکه و همخوان است) و سطح درون‌هجایی (واحدهای کوچکتر از هجا را دربر می‌گیرد که شامل آغازه یعنی همخوان‌های آغاز هجا (پیش از واکه) و قافیه شامل واکه و همخوان‌های پایان هجا است) (هارلی[6]، ۲۰۱۳: ۱۲۴).

آگاهی واجی پیچیده‌ترین سطح از سطوح سه‌گانه آگاهی واج‌شناختی است که تا قبل از شروع سوادآموزی در کودک نمایان نمی‌شود (شوئل و بودرو[7]، ۲۰۰۸: ۳-۲۰). لذا آگاهی واجی یک مهارت زبانی کلامی است که پیش‌شرط برای درک ارتباط بین واج و حرف است (تورگسن و وگنر[8]، ۱۹۹۸: ۲۲۲). به عبارت دیگر، آگاهی واجی مرحله‌ای از آگاهی واج‌شناختی است که در آن فرد تشخیص می‌دهد زنجیره گفتار از توالی واج‌ها تشکیل شده است. آگاهی واجی نقش بسیار مهمی در یادگیری خواندن ایفا می‌کند به‌طوری‌که هیچ شکل دیگری از آگاهی واج‌شناختی (آگاهی هجایی و درون هجایی) چنین اهمیتی ندارد (گاسوامی و برایانت، ۱۹۹۰: ۳).

۳- پیشینه پژوهش

در این بخش به بررسی پیشینه پژوهشی مطالعات انجام شده در زمینه ارتباط بین مهارت آگاهی واجی و دانش ریاضی پرداخته می‌شود.

1. Phonemic awareness
2. Phonological awareness
3. Carnine, Silbert, Kameenui & Tarver
4. Torgesen
5. Van Riper
6. Harley
7. Schuele & Boudreau
8. Torgesen & Wagner

۳-۱- پژوهش‌های به انجام رسیده در خارج از ایران در حوزه مهارت آگاهی واج‌شناختی و ریاضیات

پژوهش‌های مختلفی رابطه رفتاری بین پردازش واجی و ریاضی را نشان می‌دهند. در زیر به مواردی از پژوهش‌های انجام شده اشاره می‌شود:

کوپونن[1] و دیگران (۲۰۰۷) در پژوهش بلندمدت خود، همبستگی بین آگاهی واجی (تطابق صدای اولیه و نامگذاری صدای اولیه) و توانایی شمردن را نشان دادند. در این پژوهش بلندمدت، اهمیت معیارهای آگاهی واجی، حافظه کاری و توانش‌های کمّی–عددی برای پیش‌بینی موفقیت ریاضی در پایه سوم (با میانگین سنی هشت سال و هشت ماه) در کودکان کودکستانی بررسی شد. این پژوهشگران اثر آگاهی واجی و حافظه کاری فضایی–دیداری که در سن پنج سالگی مورد ارزیابی قرار گرفته بود را با استفاده از توانش فضایی–دیداری مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که توانش فضایی–دیداری موفقیت ریاضی آزمودنی‌ها را در پایه سوم پیش‌بینی می‌کند. نتایج حاکی از آن است که آگاهی واجی بر توانش‌های عددی بزرگ اثری نداشت اما توانش‌های عددی پایه را پیش‌بینی می‌کرد. این امر رابطه ضعیفی را بین رشد سواد اولیه و رشد توانش‌های ریاضی تبیین می‌کند.

د اسمیت و دیگران (۲۰۱۰) در پژوهشی روی ۳۷ کودک پایه چهارم و پنجم به بررسی ارتباط بین تفاوت‌های فردی در مهارت‌های ریاضی پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که بر اساس تحلیل معادلات رگرسیون، آگاهی واجی با مسایل کوچک ریاضی مرتبط است چرا که شکنج زاویه‌ای[2] چپ در بازیابی داده‌های ریاضی اثر دارد. با توجه به هم‌پوشی بین آگاهی واجی و ریاضی در شکنج زاویه‌ای چپ داده‌های تصویربرداری عصبی پیش‌بینی می‌کنند که آگاهی واجی باید با مسایل کوچک مرتبط باشد چرا که یک عامل مهم برای تعیین عملکرد تکالیف آگاهی واجی است و بر کیفیت نمودهای واجی بلندمدت تأثیر دارد. علاوه بر این، ممکن است عملیات تک‌رقمی متکی به کدهای متفاوتی باشد. همچنین تحلیل‌های بیشتر نشان داد که مسأله‌هایی که از طریق بازیابی داده‌ها حل می‌شوند با آگاهی واجی همبستگی دارند اما مسأله‌هایی که با راهبردهای حل مسأله رویه‌ای حل می‌شوند چنین ارتباطی را نشان نمی‌دهند. این یافته‌ها حاکی از آن است که کیفیت بازنمایی واجی حافظه بلندمدت آزمودنی‌ها، تفاوت‌های فردی در ریاضی تک‌رقمی را نشان می‌دهد. به‌عبارت‌دیگر، بازنمایی‌های واجی بلندمدت با بازیابی داده‌های ریاضی مرتبط است.

در پژوهشی بلندمدت در سال ۲۰۱۵ که به بررسی رابطه زبانی با تکالیف ریاضی در کودکان پنج تا هفت ساله پرداخت در مرحله اول ۲۵۶ کودک با استفاده از تست‌های استاندارد برای ریاضی و مشکلات خواندن انتخاب شدند. آن‌هایی که نمره‌شان ۳۵ درصد یا کمتر از ۳۵ درصد در هر دو بُعد ریاضی و خواندن بود، به‌عنوان موارد دارای مشکل شناسایی شدند. از میان این ۱۱۵ کودک تعداد ۲۶ نفر مشکل ریاضی، ۳۲ نفر هم مشکل ریاضی و هم واجی، ۲۲ نفر مشکل واجی و ۳۵ نفر بدون مشکل بودند. این کودکان در چهار مرحله با وقفه شش ماهه با مجموعه‌ای از هفت تکلیف ریاضی مورد ارزیابی قرار گرفتند. تحلیل منحنی پیشرفت نشان داد که در تقابل با مطالعات قبلی که روی کودکان سنین بالاتر انجام شده بود، کودکانی با سنین پایین‌تر صرفاً با

1. Koponen
2. Angular gyrus

مشکل ریاضی و یا کودکانی هم با مشکل ریاضی و هم مشکل خواندن، الگوهای مشابه پیشرفت را در همه تکالیف ریاضی نشان دادند. به‌طورکلی، مقایسه این گروه‌های چهارگانه با یکدیگر نشان داد که زبان صرفاً یک نقش واسط در اکثر تکالیف را دارد که این امر در مهارت‌های غیرکلامی، نقشی ثانویه محسوب می‌شود. شواهد همبستگی نشان داد که کودکان از گروه‌های مختلف می‌توانند ترکیبات مختلف راهبردهای کلامی و غیرکلامی را برای حل‌مسأله‌های ریاضی به‌کار برند (جردن و دیگران، ۲۰۱۵: ۱۲-۱).

در پژوهشی ۴۷۰ کودک برزیلی (۵۴/۳ درصد دختر) در رده سنی بین ۷ تا ۱۱ سال (با میانگین سنی ۸/۸۳) از پایه دوم تا چهارم به‌صورت مقطعی مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه اولیه شامل ۵۳۸ کودک پایه‌های دوم تا چهارم بود که از بین دانش‌آموزان ده مدرسه دولتی در سال تحصیلی ۲۰۱۲ و ۲۰۱۷ انتخاب شده بودند. در نهایت ۴۷۰ کودک (۵۴/۳ درصد دختر) در رده سنی بین هفت تا ۱۱ سال مورد بررسی قرار گرفتند. کودکان در مدارس خود مورد ارزیابی قرار گرفتند. تکالیف در دو مرحله اجرا شدند: ارزیابی گروهی موفقیت در مدرسه (ریاضی و املا) و هوش و ارزیابی عصب‌روان‌شناسی. توانایی آگاهی واجی، هوش، موفقیت‌های عمومی مدرسه[1]، حافظه کاری کلامی و فضایی‌دیداری، خواندن تک‌کلمه و مقایسه بزرگی غیرسنبلیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تکلیف حذف واجی اساساً از یک ساخت واحد تشکیل شده که روایی و دقت بالایی دارد. به‌طورکلی، تکلیف حذف واج ابزار مناسبی برای خواندن و مشکلات املایی بود. همچنین ابزار مناسبی برای تشخیص کودکانی با مشکلات یادگیری در پایه‌های پایین‌تر بود اما معیار قابل قبولی برای غربالگری مشکلات یادگیری ریاضی نیست (پریرا[2] و دیگران، ۲۰۲۰: ۴۲۸-۴۱۳).

در پژوهشی روی ۸۸۵ کودک آلمانی‌زبان، پیش‌بینی‌کننده‌های اختصاصی حوزه‌های خواندن و ریاضی قبل از شروع آموزش رسمی و بعد از آن (در حدود ۸ ماه قبل و سپس دقیقاً در آغاز آموزش رسمی) مورد ارزیابی قرار گرفت. کودکان از ۲۵ مدرسه در پنج ایالت استرالیا از پایان دوره کودکستان تا پایه دوم بررسی شدند. در بهار قبل از ورود به پایه اول پیش‌بینی‌کننده‌های شناختی خواندن و ریاضی در ۶۳۸ کودک با میانگین سنی ۵/۱۱ ارزیابی شد. ۵۰ درصد آزمودنی‌ها دختر و ۵۶ درصد تک‌زبانه آلمانی بودند. در حدود هشت تا نه ماه بعد درست در آغاز پایه اول همین ارزیابی مجدداً با ۵۷۰ آزمودنی نمونه اولیه با میانگین سنی ۶/۷ که ۵۱ درصد دختر و ۵۷ درصد تک‌زبانه آلمانی بودند اجرا شد. در این مرحله ۲۴۷ کودک دیگر با میانگین سنی ۶/۹ که ۴۹ درصد دختر و ۴۷ درصد تک‌زبانه آلمانی که از همین مدارس بودند مورد بررسی قرار گرفتند. مهارت‌های خواندن و ریاضی در ابتدا و انتهای سال دوم تحصیلی اندازه‌گیری شد. دلیل اصلی برای حذف داده‌ها در پایه دوم، تعطیلی مدارس به‌دلیل پاندمی کرونا بود. متغیرهای پیش‌بینی‌کننده عبارت بودند از: پردازش واج-نویسه (آگاهی واجی، تشخیص حروف) به‌عنوان معیار توانایی کودکان برای پردازش واحد صدای واژگانی[3] و نگاشت آن‌ها با سنبل‌های دیداری خاص (یعنی حروف)، نامگذاری اتومات سریع[4] که نشان‌دهنده روابط دیداری کلامی است و

1. general school achievemen
2. Pereira
3. sublexical sound unit
4. Rapid automatized naming (RAN)

بازیابی پیاپی آن‌ها یک مؤلفه مهم هم در خواندن و هم در ریاضی است. دانش سیستم عددی (تشخیص عدد و دانش جانشینی[1]) به‌عنوان شاخص مفاهیم سیستم کلمه عددی کودکان (یعنی قالب گفتاری کلمه) و اینکه چگونه با اعداد عربی تک‌رقمی و چندرقمی (یعنی کد عربی دیداری) نشان داده می‌شود و پردازش بزرگی (مقایسه بزرگی سنبلیک و غیرسنبلیک) که نشان‌دهنده پردازش بزرگی آنالوگ است و معیارهایی که خواندن و ریاضی را اندازه می‌گرفتند. عملکرد ریاضی در ابتدا و پایان پایه دوم تحصیلی ارزیابی شد. ارزیابی پیش‌بینی‌کننده‌های شناختی توسط مربی آموزش دیده انجام شد. همه تکالیف در قالب یک داستان با شخصیتی به‌نام «پولیدی»[2] انجام شد که از کودکان می‌خواست برای پیدا کردن گنج مخفی به او کمک کنند. بعد از هر تکلیف بدون در نظر گرفتن عملکرد، کودک یک کلید نمادین دریافت می‌کرد که قفل در گنج را باز می‌کرد.

سؤالات پژوهش با چهار مدل معادلات ساختاری مورد بررسی قرار گرفت. پردازش واج–نویسه پیش‌بینی کننده خاص خواندن و پردازش بزرگی واریانس مختص ریاضی را تبیین کرد. نامگذاری اتومات سریع واریانس را در هر دو حوزه تبیین کرد و همچنین واریانس خواندن را حتی بعد از کنترل ریاضی تبیین کرد. علاوه بر این، نامگذاری اتومات سریع و دانش سیستم عددی واریانس را در مهارت‌های مشترک بین خواندن و ریاضی تبیین کردند. خواندن و ریاضی مؤلفه‌های شناختی حوزه خاص را دربر داشتند و هر دو مستلزم شبکه‌های دیداری، کلامی و اطلاعات معنایی بودند که با نامگذاری اتومات سریع تبیین می‌شد (جوبسل[3] و دیگران، ۲۰۲۳).

۳-۲- پژوهش‌های به انجام رسیده در ایران در زمینه مهارت واج‌شناختی

بررسی تأثیر آموزش آگاهی واجی بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان پایه دوم اهمیت بسیاری دارد چرا که همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، شناسایی کودکان با مشکل آگاهی واجی و مداخله زودهنگام می‌تواند کمک شایانی به مسیر یادگیری، افزایش انگیزه و اعتماد به نفس آنها کند. با این وجود پس از بررسی پایگاه‌های داخلی مشخص شد که تاکنون هیچ پژوهشی که دقیقاً به موضوع بررسی تأثیر مهارت آگاهی واجی بر عملکرد ریاضی در ایران رسیدگی کرده باشد وجود ندارد و تنها پژوهشی که در این حوزه انجام شده پژوهش مربوط به ترابی‌پور و دیگران (۱۳۹۰) است که صرفاً به بررسی همبستگی پرداخته است. با این وجود در سایر حوزه‌ها نظیر آگاهی واج‌شناختی و ارتباطش با مهارت‌های خواندن، نوشتن و املا هم در کودکان عادی و هم در کودکان اوتیسمی یا کودکانی که نقص دیسلکسیا دارند، پژوهش‌های بسیاری انجام شده است که در این بخش به اختصار به مواردی از آنها اشاره می‌شود:

ناجی و دیگران اثربخشی برنامه آموزشی حافظه‌فعال بر حافظه فعال واج‌شناختی و آگاهی واجی را به‌صورت نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون و گروه گواه بر روی ۳۰ نفر دانش‌آموز نارساخوان مراکز ناتوانی یادگیری شهر تهران در پایه‌های دوم و سوم تحصیلی مورد بررسی قرار دادند. نمونه موردنظر با روش نمونه‌گیری

1. successor knowledge
2. Poldi
3. Jo¨bstl

در دسترس انتخاب و به‌صورت تصادفی در گروه گواه و آزمایش جایگزین شدند. گروه آزمایش در معرض ۱۶ جلسه ۳۵ دقیقه‌ای آگاهی واجی قرار گرفتند. یافته‌ها نشان داد که نمرات پس‌آزمون گروه آزمایش نسبت به گروه گواه در هر دو متغیر تفاوت معنی‌داری دارد که نشان‌دهنده این است که گروه آزمایش نسبت به گروه گواه حافظه فعال واج‌شناختی و آگاهی واجی بهتری داشتند.

در پژوهشی به بررسی مقایسه اثربخشی روش دُر (که مبتنی بر تربیت مخچه است و مهارت‌ها به‌صورت خودکار در می‌آیند و ارتباطات بین مغز و مخچه تقویت می‌شود) و روش ترکیبی (آموزش مستقیم و آگاهی واج‌شناختی) بر علائم نارساخوانی پرداخته شد. روش انجام پژوهش به‌صورت نیمه‌آزمایشی و از نوع پیش‌آزمون–پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری از بین کلیه دانش‌آموزان نارساخوان مراجعه‌کننده به مراکز اختلالات یادگیری با رده‌سنی ۷ تا ۱۲ سال شهر ارومیه در سال تحصیلی ۹۸–۹۷ بود که از این میان تعداد ۴۵ نفر به‌صورت هدفمند در دو گروه آزمایشی و یک گروه کنترل به‌صورت تصادفی جایگزین شدند. در یک گروه روش ترکیبی و در گروه دیگر روش دُر هر کدام به‌مدت ۲۰ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای اجرا شد. از آزمون خواندن و نارساخوانی جهت گردآوری اطلاعات استفاده شد. با استفاده از روش تحلیل کوواریانس چند متغیره داده‌ها تحلیل شدند. نتایج نشان داد که هر دو روش به‌طرز معنی‌داری در کاهش علائم نارساخوانی نقش داشتند (بهمرد و دیگران، ۱۳۹۹: ۱۹۸–۱۵۷).

نوری و رقیب‌دوست (۱۴۰۰) در پژوهش خود به بررسی رابطه آگاهی واجی، حافظه فعال واجی و نامگذاری خودکار سریع با سرعت و صحت خواندن کودکان فارس‌زبان پرداخته‌اند. جامعه آماری آن‌ها ۷۵ کودک فارس‌زبان تک‌زبانه و طبیعی با میانگین سنی ۱۲۱/۶ ماه پایه‌های سوم الی پنجم شهر زاهدان بود که به شیوه نمونه‌گیری هدفمند از هر پایه تعداد ۲۵ نفر انتخاب شدند. برای سنجش متغیرهای ضریب‌هوشی، سرعت و صحت خواندن، آگاهی واجی، حافظه واجی و نامگذاری خودکار سریع نه خرده‌آزمون اجرا شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که حافظه‌فعال واجی با سرعت خواندن رابطه‌ای معنی‌دار و متوسط داشت اما با صحت خواندن رابطه معنی‌داری نداشت. بین نامگذاری خودکار سریع و سرعت و صحت خواندن رابطه معنی‌داری وجود دارد که همراستا با نظریه روان‌شناختی ذره‌ای زیگلر و گاسومی[1] (۲۰۰۶) و فرضیه عمق خط کتز و فراست[2] (۱۹۹۲) بود. همچنین آگاهی واجی با سرعت و صحت خواندن رابطه‌ای معنی‌دار و قوی داشت. در واقع، این پژوهشگران، آگاهی واجی در صحت خواندن کودکان فارس‌زبان را با انگاره شیفرین و اشنایدر[3] (۱۹۹۷) تبیین کردند که بر مبنای آن می‌توان ادعا کرد پردازش کنترل شده منابع توجه را درگیر می‌کند و بدین ترتیب چند کار که در حافظه فعال به‌طور همزمان صورت می‌گیرند با یکدیگر به رقابت می‌پردازند. اما پردازش خودکار به توجه آگاهانه نیاز ندارد و برای پردازش با سایر فرایندها رقابت نمی‌کند. لذا نامگذاری خودکار سریع نوعی پردازش خودکار است که میزان تبحر کودک در روانخوانی را نشان می‌دهد اما آگاهی واجی دقت و تمرکز

1. Ziegler & Goswami
2. Katz & Frost
3. Shiffrin & Schneider

کودک را در به‌کار بستن اطلاعات آوایی نشان می‌دهد. از همین روی است که آگاهی واجی بالا به دلیل به‌کارگیری منابع توجه بیشتر برای رمزگشایی واژه‌های تیره در خط فارسی کاربرد دارد. در واقع آگاهی واجی در خط‌های تیره در قیاس با خط‌های شفاف پیش‌بین درازمدتی محسوب می‌شود.

٤- روش انجام پژوهش

با توجه به این‌که پژوهش حاضر یک پژوهش میدانی است لذا جامعه آماری آن از بین دانش‌آموزان دختر پایه دوم دبستان شهر قوچان در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ انتخاب شد. دلیل انتخاب دانش‌آموزان دختر پایه دوم این بود که آنها در پایه اول ابتدایی آشنایی اولیه با حروف، صداها و واج‌ها را به‌دست آورده‌اند اما هنوز تسلط کامل پیدا نکرده‌اند. همچنین آنها با مفاهیم اولیه ریاضی نظیر شمارش اعداد، جمع و تفریق‌های اساسی نوع اول و مفهوم ترکیبی عدد آشنا شده‌اند. از طرفی به دلیل عدم همکاری مسئولین مربوطه دسترسی به دانش‌آموزان پسر میسر نشد و صرفاً آزمودنی‌های دختر مورد بررسی قرار گرفتند.

به روش نمونه‌گیری در دسترس، تعداد ۱۴۰ نفر دانش‌آموز دختر پایه دوم دبستان از دبستان‌های سطح شهر قوچان انتخاب شدند که از تمامی آزمودنی‌ها آزمون آگاهی واجی و آزمون ریاضی به‌صورت پیش‌آزمون به‌عمل آمد. آزمودنی‌ها به‌صورت انفرادی و در اتاقی ساکت مورد آزمون قرارگرفتند. طبق دفترچه راهنمای آزمون اگر پاسخ صحیح می‌دادند یک امتیاز می‌گرفتند و اگر پاسخ غلط می‌دادند امتیازی دریافت نمی‌کردند. در همان جلسه آزمون به پاسخ‌های آزمودنی‌ها امتیاز داده می‌شد و پاسخ‌های اشتباه ثبت می‌شد. هیچ واکنشی در برابر پاسخ‌های آزمودنی مبنی بر صحیح یا غلط بودن پاسخ‌ها داده نمی‌شد. پس از شمارش امتیازها در هر خرده‌آزمون و محاسبه امتیاز نهایی، امتیاز کل آزمون حساب شد.

همان‌طور که اشاره شد، جهت گردآوری اطلاعات، از دو آزمون آگاهی واجی دستجردی‌کاظمی و سلیمانی و آزمون ریاضی معلم‌ساخته بر اساس سه حیطه آزمون ریاضی ایران کی‌مث استفاده شد. آزمون آگاهی واجی دارای ده خرده‌مؤلفه است که بر حسب سن آزمودنی‌ها و طبق آزمون دستجردی‌کاظمی و سلیمانی (۱۳۸۹) صرفاً از پنج خرده‌آزمون آگاهی واج‌شناختی در زیربخش آگاهی واجی استفاده شد که عبارتند از: خرده‌آزمون نامیدن و حذف واج آغازین، خرده‌آزمون نامیدن و حذف واج پایانی، خرده‌آزمون شناسایی کلمات دارای واج پایانی یکسان، خرده‌آزمون حذف واج میانی و در نهایت خرده‌آزمون تقطیع واجی. برای آزمون ریاضی نیز از آزمون ریاضی معلم‌ساخته بر مبنای حیطه‌های آزمون ریاضی ایران کی‌مث که شامل سه حیطه مفاهیم، کاربرد و عملیات می‌باشد، استفاده شد. آزمون ریاضی ایران کی‌مث دارای ۱۳ خرده آزمون است. بر همین مبنا آزمون ریاضی معلم‌ساخته طراحی شد که عبارت بود از: حیطه مفاهیم (خرده‌آزمون‌های شمارش و هندسه)؛ حیطه عملیات (خرده‌آزمون‌های جمع و تفریق) و حیطه کاربرد (خرده‌آزمون‌های زمان، پول، اندازه‌گیری (مقایسه و مرتب کردن، طول، وزن و اندازه)، حل مسأله و تخمین).

دانش‌آموزان به‌صورت تصادفی در دو گروه گواه و آزمایش جایگزین شدند. به این ترتیب که پس از اجرای آزمون‌های تشخیصی تعداد ۷۰ نفر به‌عنوان گروه آزمایش و تعداد ۷۰ نفر به‌عنوان گروه گواه انتخاب شدند.

دانش‌آموزانی که به‌عنوان گروه آزمایش انتخاب شدند طی ده جلسه ۳۵-۳۰ دقیقه‌ای در معرض آموزش آگاهی واجی قرار گرفتند (هر هفته یک جلسه) اما گروه گواه هیچ آموزش مداخله‌گری دریافت نکردند.

آموزش‌های گروه آزمایش به‌صورت گروهی (پنج‌نفره) انجام شد. مهارت‌های اصلی آگاهی واجی که برای آزمودنی‌های گروه سنی مورد نظر در پایه دوم دبستان در نظر گرفته شده بود مشتمل بر شناسایی و تقطیع واج بود. مهارت‌ها از آسان به دشوار آموزش داده شد. هر تمرین مشتمل بر ۸ تا ۱۰ واژه بود. به‌عنوان مثال در جلساتی که با شناسایی واج مرتبط بود آزمونگر از آزمودنی می‌خواست تا واج آغازین، میانی و پایانی را در کلمه پیدا کند یا کلماتی که صدای آخرشان شبیه هم است را شناسایی کند یا یک واج را از کلمه حذف کند. در جلسات آموزشی تقطیع واجی به آزمودنی آموزش داده می‌شد تا تک‌تک واج‌های واژه را به‌صورت متوالی و با فاصله زمانی دو ثانیه بین هر واج بگوید. به‌عنوان مثال واج‌های کلمه «دست» را به‌صورت «/d/,/æ/,/s/,/t/» نقطیع و جداسازی کند. در آغاز آزمونگر این عمل را برای آزمودنی مدل‌سازی می‌کرد و در مرحله بعد از او می‌خواست تا این کار را انجام دهد. در تکالیف تقطیع واجی آزمودنی به این آگاهی دست می‌یابد که واژه‌ها از واج‌های مجزایی تشکیل شده‌اند. در روند آموزش تقطیع واجی ممکن بود آزمودنی نتواند صدای واژه را به‌صورت صحیح بگوید، نتواند بین واج‌ها به درستی توقف کند و مثلاً واژه را به جای واج به‌صورت هجایی تقطیع کند مثل «/آ/، /مو/، /ز/، /گار/». در صورت بروز هر کدام از این موارد خطا، آزمونگر فرایند اصلاح را انجام می‌داد و در نهایت آزمونگر از آزمودنی ارزیابی به‌عمل می‌آورد تا مطمئن شود که عمل تقطیع واژه را به درستی آموخته است یا نه.

به‌طور کلی، آموزش‌ها بر اساس جدول زیر انجام گرفت که جلسات آموزش آگاهی واجی و اهداف آن را نشان می‌دهد. در جلسه اول قبل از هر چیز آزمونگر سعی کرد به‌منظور دستیابی به نتیجه مطلوب‌تر با آزمودنی‌ها ارتباط برقرار کند تا تعامل مؤثرتری بین آزمونگر و آزمودنی‌ها ایجاد شود. در اولین جلسه به آزمودنی‌ها آموزش داده شد تا کلمه را بشناسند و سپس در مرحله بعدی بتوانند جمله را در قالب کلمات تجزیه نمایند. به‌عنوان مثال ابتدا از تصاویر و اشیای ملموس به‌منظور شناساندن کلمه و بیان آن استفاده شد مانند: سیب، دست، کتاب، می‌خورم، مادر، دیدیم و غیره. سپس جملاتی بیان شدند تا آزمودنی‌ها آن‌ها را در قالب کلمات تجزیه کنند. مانند «مادر دیر آمد»، «برزگر بلدرچین را در مزرعه دید.» و غیره.

در مرحله بعد، به آزمودنی‌ها مفهوم هجا آموزش داده شد. روش کار به این صورت بود که پس از این‌که آزمودنی‌ها مفهوم هجا را درک کردند از آن‌ها خواسته شد تا مثلاً در کلماتی که توسط آزمونگر بیان می‌شد هر وقت صدای /sa/ را شنیدند دست خود را بالا ببرند مانند صابون، سبزی، سارا، مسافر، مسجد[۱].

لازم به ذکر است بخشی از جلسات آموزشی برگرفته از بسته آموزشی باعزت، نادری و ایزدی‌فر (۱۳۹۰) و بخشی با توجه به آزمون واج‌شناختی دستجردی کاظمی و سلیمانی (۱۳۸۹) می‌باشد.

---

۱. به‌دلیل محدودیت تعداد واژگان در مقاله و طبق قوانین مجله، جهت توضیحات بیشتر به رساله مراجعه شود.

جدول ۲: مراحل جلسات آموزشی بسته آگاهی واجی

مراحل جلسات آموزشی بسته آگاهی واج‌شناختی
جلسه اول آشنایی و برقراری ارتباط آزمونگر با آزمودنی‌ها، آگاهی و شناسایی کلمه، تجزیه جمله به کلمه، شناسایی، آگاهی از هجا و تجزیه کلمه به هجا
جلسه دوم تجزیه کلمه به هجا، شناسایی هجای آغازین
جلسه سوم تجزیه کلمه به هجا و شناسایی هجای پایانی
جلسه چهارم جلسه دوم فعالیت آگاهی از واج و شناسایی کلماتی با واج پایانی یکسان
جلسه پنجم شناسایی واج پایانی، حذف و جایگزینی آن
جلسه ششم تشخیص واج آغازین کلمه
جلسه هفتم تشخیص واج آغازین کلمه، حذف و جایگزینی آن
جلسه هشتم شناسایی واج میانی و حذف آن
جلسه نهم تقطیع واجی
جلسه دهم مرور مطالب آموخته شده در جلسات آموزشی آگاهی واجی

پس از آن، به‌منظور اطمینان از تأثیر آموزش آگاهی واجی طی یک وقفه سه ماهه، از هر دو گروه گواه و آزمایش، آزمون ریاضی و آگاهی واجی به‌صورت پس‌آزمون به‌عمل آمد و نتایج به‌دست آمده بر اساس آمار توصیفی و استنباطی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

٤- تحلیل داده‌ها

در این بخش از مقاله داده‌های گردآوری شده، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. جهت تحلیل فرضیه‌ها از آزمون‌های شاپیروویلک[1] (برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها) و لون[2] (برای بررسی برابری واریانس‌ها) استفاده شد. همچنین از چولگی[3] و کشیدگی[4] استفاده شد که برای ارزیابی میزان پراکندگی فراوانی داده‌ها به‌کار می‌روند. در این پژوهش، بر اساس نتایج به‌دست آمده چولگی و کشیدگی همه متغیرها در بازه (۲ و ۲-) قرار دارند بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که متغیرها نرمال می‌باشند.

1. Shapiro-Wilk
2. Levene’s Test
3. Skewness
4. Kurtosis

جدول ۳: نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرهای پژوهش در گروه گواه

متغیرها	پیش‌آزمون				پس‌آزمون			
	میانگین	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی	میانگین	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی
مفاهیم	۴/۵۱۴	۰/۸۸۰	-۰/۰۴۵	-۰/۶۵۰	۴/۹۲۹	۰/۸۴۰	-۰/۱۶۵	-۰/۹۲۰
عملیات	۴/۰۴۳	۰/۸۴۲	-۰/۲۳۲	۰/۳۳۳	۴/۴۵۷	۰/۸۹۶	۰/۰۷۰	-۰/۶۹۶
کاربرد	۳/۲۴۳	۰/۷۱۱	۰/۱۰۸	-۰/۱۷۰	۳/۴۴۳	۰/۶۵۱	۰/۲۱۸	-۰/۰۸۵
عملکرد ریاضی	۱۱/۸۰۰	۱/۹۶۰	-۰/۰۴۴	-۰/۵۲۱	۱۲/۸۲۹	۲/۰۱۴	۰/۲۰۹	-۰/۸۸۸

در جدول (۴) نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش نشان داده شده است.

جدول ٤: نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرهای پژوهش در گروه آزمایش

متغیرها	پیش‌آزمون				پس‌آزمون			
	میانگین	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی	میانگین	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی
مفاهیم	۴/۵۷۱	۰/۸۰۹	-۰/۰۶۹	-۰/۴۱۳	۵/۹۷۱	۰/۷۶۱	-۰/۵۶۱	۰/۳۵۲
عملیات	۴/۱۰۰	۰/۷۴۵	-۰/۳۸۱	-۰/۴۲۰	۵/۴۴۳	۰/۷۹۲	۰/۶۴۴	-۰/۱۸۳
کاربرد	۳/۱۷۱	۰/۸۶۸	۰/۲۰۴	-۰/۰۴۸	۴/۷۰۰	۰/۷۴۹	۰/۱۳۲	-۰/۵۲۲
عملکرد ریاضی	۱۱/۸۴۳	۱/۹۶۸	۰/۰۰۲	-۰/۲۵۰	۱۶/۱۱۴	۱/۹۳۰	۰/۳۴۴	۰/۳۴۳

همان‌طور که اشاره شد، در پژوهش حاضر از آزمون شاپیروویلک برای بررسی فرض نرمال بودن متغیرهای پژوهش استفاده شد. هنگام بررسی نرمال بودن داده‌ها، فرض صفر مبتنی بر اینکه توزیع داده‌ها نرمال است در سطح خطای ٪۵ آزمون می‌شود. بنابراین اگر آماره آزمون بزرگتر مساوی ۰/۰۵ به‌دست آید، توزیع داده‌ها نرمال خواهد بود (حبیبی و سرآبادانی، ۱۴۰۱: ۱۴۸). نتایج این آزمون در جداول (۵ و ۶) آمده است.

جدول ۵: نتایج آزمون شاپیروویلک در گروه گواه

متغیرها	پیش‌آزمون			پس‌آزمون		
	تعداد	آماره آزمون	سطح معنی‌داری	تعداد	آماره آزمون	سطح معنی‌داری
مفاهیم	۷۰	۰/۸۷۷	۰/۰۷۶	۷۰	۰/۸۴۸	۰/۰۶۸
عملیات	۷۰	۰/۸۷۴	۰/۰۷۱	۷۰	۰/۸۷۹	۰/۰۸۳
کاربرد	۷۰	۰/۸۳۲	۰/۰۶۶	۷۰	۰/۸	۰/۰۶
عملکرد ریاضی	۷۰	۰/۹۶۱	۰/۱۱	۷۰	۰/۹۵۳	۰/۰۹۹

بر اساس نتایج به‌دست آمده سطح معنی‌داری آزمون مربوط به تمام متغیرها در گروه گواه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بیشتر از ۰/۰۵ می‌باشد، در نتیجه می‌توان گفت که متغیرهای مورد بررسی در نمونه آماری توزیع نرمال دارند.

جدول ٦: نتایج آزمون شاپیروویلک در گروه آزمایش

متغیرها	پیش آزمون			پس آزمون		
	تعداد	آماره آزمون	سطح معنی‌داری	تعداد	آماره آزمون	سطح معنی‌داری
مفاهیم	۷۰	۰/۸۶۵	۰/۰۷۲	۷۰	۰/۸۲۴	۰/۰۶۱
عملیات	۷۰	۰/۸۲۵	۰/۰۶۲	۷۰	۰/۸۰۰	۰/۰۶۰
کاربرد	۷۰	۰/۸۸۱	۰/۰۹۱	۷۰	۰/۸۴۰	۰/۰۶۴
عملکرد ریاضی	۷۰	۰/۹۵۱	۰/۰۹۸	۷۰	۰/۹۱۸	۰/۱۰۲

بر اساس نتایج به‌دست آمده سطح معنی‌داری آزمون مربوط به تمام متغیرها در گروه آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بیشتر از ۰/۰۵ می‌باشد. در نتیجه می‌توان گفت که متغیرهای مورد بررسی در نمونه آماری دارای توزیع نرمال می‌باشد. برای بررسی اثربخشی آموزش آگاهی واجی بر عملکرد مهارت ریاضی دانش آموزان دختر پایه دوم دبستان از آزمون تحلیل کواریانس نیز استفاد شد. در جداول زیر نتایج این آزمون نشان داده شده است.

جدول ۷: بررسی توصیفی نمرات پس‌آزمون عملکرد ریاضی

گروه	میانگین	انحراف استاندارد
گواه	۱۲/۸۹	۲/۰۱۴
آزمایش	۱۶/۱۱۴	۱/۹۳۰

یکی از پیش‌فرض‌های اساسی آزمون کواریانس، یکسانی واریانس‌ها می‌باشد به‌منظور بررسی این موضوع از آزمون لون استفاده شد. اگر سطح معنی‌داری مربوط به این آزمون، بزرگتر از ۰/۰۵ باشد با اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد که یکسانی واریانس‌ها مورد تأیید قرار می‌گیرد.

جدول ۸: نتایج آزمون یکسانی واریانس‌ها مربوط به عملکرد ریاضی

آماره لوین	درجه آزادی۱	درجه آزادی ۲	سطح معنی‌داری
۰/۳۱۹	۱	۱۳۸	۰/۵۷۳

همان‌طور که مشاهده می‌شود در آزمون لون سطح معنی‌داری از ۰/۰۵ بیشتر شد بنابراین فرض یکسانی واریانس‌ها پذیرفته می‌شود.

پیش فرض دیگر این آزمون خطی بودن همبستگی بین متغیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون می‌باشد. با توجه به جدول (۹) مقدار آماره F متغیر پیش‌آزمون برابر با ۱۷۱/۷۹۶ می‌باشد و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد. بنابراین این پیش فرض مورد تأیید می‌باشد.

جدول ۹: نتایج تحلیل کواریانس مربوط به عملکرد ریاضی

منابع واریانس	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
مدل اصلاح شده	۶۷۶/۶۲۸	۲	۳۳۸/۳۱۴	۱۹۴/۵۳۳	<۰/۰۰۱	۰/۷۴۰
عرض از مبدا	۱۱۷/۰۰۶	۱	۱۱۷/۰۰۶	۶۷/۲۷۹	<۰/۰۰۱	۰/۳۲۹
پیش آزمون	۲۹۸/۷۷۱	۱	۲۹۸/۷۷۱	۱۷۱/۷۹۶	<۰/۰۰۱	۰/۵۵۶
گروه	۳۷۰/۴۶۵	۱	۳۷۰/۴۶۵	۲۱۳/۰۲۰	<۰/۰۰۱	۰/۶۰۹
خطا	۲۳۸/۲۵۸	۱۳۷	۱/۷۳۹			
کل	۳۰۲۳۴/۰۰۰	۱۴۰				
کل اصلاح شده	۹۱۴/۸۸۶	۱۳۹				

همچنین با توجه به میانگین‌ها، عملکرد ریاضی در گروه آزمایش بیشتر از گروه گواه می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت آگاهی واجی بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه دوم تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین اندازه اثر ۰/۶۰۹ به‌دست آمده است که بر اساس ملاک کوهن[1] اندازه اثر خیلی بزرگی می‌باشد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر که به بررسی تأثیر آموزش آگاهی واجی بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه دوم دبستان پرداخته است نشان داد که آموزش آگاهی واجی بر گروه آزمایش که دوره آموزشی آگاهی واجی را گذرانده بودند و به عبارتی مداخله دریافت کرده بودند به نسبت گروه گواه که هیچ‌گونه مداخله‌ای دریافت نکرده بودند و روند عادی آموزش را طی کرده بودند تأثیر بیشتری داشت. لذا می‌توان نتیجه گرفت که آگاهی واجی بر عملکرد ریاضی دانش‌آموزان دختر پایه دوم دبستان تأثیر معنی‌داری دارد. نتایج این پژوهش هم‌راستا با نتایج پژوهش‌های لدر و هنری[2] (۱۹۹۴)، هتچ[3] (۲۰۰۱)، کوزمینا[4] (۲۰۱۹) و پریرا (۲۰۲۰) است. این پژوهشگران دریافتند که آگاهی واجی پیش‌بینی‌کننده قابل‌توجهی در پیشرفت و موفقیت ریاضی است. جنبه متفاوت این پژوهش با سایر پژوهش‌های انجام شده این است که در سایر پژوهش‌ها معمولاً به بررسی رابطه و همبستگی

1 Cohen
2 Leather & Henry
3 Hecht
4 Kuzmina

بین مهارت آموزش آگاهی واجی و عملکرد ریاضی پرداخته شده است که حتی این ضریب همبستگی بین دو متغیر آگاهی واجی و مهارت ریاضی با روش‌های مختلف آماری اندازه‌گیری شده که نتایج متفاوتی نیز به‌دست داده است. به عبارت دیگر، هیچ‌کدام از این پژوهش‌ها به بررسی تأثیر آموزش مهارت آگاهی واجی بر عملکرد ریاضی نپرداخته است. علاوه بر این در پژوهش حاضر برای ارزیابی ریاضی حیطه‌های مختلفی نظیر حیطه مفاهیم، حیطه عملیات و حیطه کاربرد مورد بررسی قرار گرفته است در حالی‌که در سایر پژوهش‌ها و مطالعات، ریاضی با استفاده از آزمون‌های استاندارد عمومی مورد ارزیابی قرار گرفته است که در نهایت یک نمره کل به‌دست داده که صرفاً میانگین عملکرد آزمودنی‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در پژوهش‌های انجام شده آزمون آگاهی واجی بدون درنظر گرفتن گروه سنی مورد بررسی قرار گرفته در حالی‌که در پژوهش حاضر، مؤلفه‌های مهارت آگاهی واجی بر اساس گروه سنی ارزیابی شده است. به همین دلیل از بین هفت خرده‌مؤلفه آگاهی واجی تنها پنج خرده‌مؤلفه نامیدن و حذف واج پایانی، تقطیع واجی، نامیدن و حذف واج آغازین، شناسایی کلمات دارای واج پایانی یکسان و حذف واج میانی انتخاب شدند که برای گروه سنی مورد پژوهش مناسب‌اند و دو خرده‌مؤلفه دیگر آگاهی واجی یعنی ترکیب واجی و شناسایی کلمات دارای واج آغازین یکسان کنار گذاشته شدند.

در مقابل، برخی مطالعات هیچ همبستگی و ارتباطی بین مهارت‌های آگاهی واجی و ریاضی نشان نمی‌دهند. این امر را می‌توان به عوامل مختلفی در مطالعات انجام شده نسبت داد. برخی از این عوامل عبارتند از: در نظر نگرفتن محدوده سنی برای آزمون آگاهی واجی، تنوع آزمون‌های مورد استفاده برای ارزیابی مهارت آگاهی واجی، مطالعه مهارت آگاهی واجی به‌صورت کلی، بررسی مهارت آگاهی واجی با ارزیابی صرفاً یک خرده‌مؤلفه و استفاده از آزمون‌های عمومی برای اندازه‌گیری مهارت ریاضی در مقابل آزمون‌هایی که نتایج دقیق‌تری از ریاضی را اندازه می‌گیرند.

منابع

- بهمرد، فرشاد؛ استکی، مهناز و شهریاری احمدی، منصوره (۱۳۹۹). «مقایسه اثربخشی روش دُر و روش ترکیبی (آموزش مستقیم و آگاهی واج‌شناختی) بر علائم نارساخوانی دانش‌آموزان». *فصلنامه علمی پژوهشی روان‌شناسی افراد استثنایی*، سال دهم، شماره ۳۹: ۱۹۸-۱۷۵.
- ترابی‌پور، اختر‌السادات؛ بهارلویی، ناهید و تذهیبی، مهدی (۱۳۹۰). «بررسی ارتباط مهارت آگاهی واجی و عملکرد ریاضی در دانش‌آموزان پایه اول دبستان». *پژوهش در علوم توانبخشی*، سال ۷، شماره ۱.
- دستجردی کاظمی، مهدی و سلیمانی، زهرا (۱۳۸۹). *آزمون آگاهی واج‌شناختی و ویژگی‌های روانسنجی آن*، تهران: پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش.

- دستجردی‌کاظمی، مهدی و سلیمانی، زهرا (۱۳۸۵). «آگاهی واج‌شناختی چیست؟»، *پژوهش در حیطه کودکان استثنایی*، سال ششم شماره ۴، ۹۵۴-۹۳۱.
- فریار، اکبر و رخشان، فریدون (۱۳۸۵). *ناتوانایی‌های یادگیری*. تهران: نشر میترا.
- ناجی، الهام سادات؛ شکوهی‌یکتا، محسن و حسن‌زاده، سعید (۱۳۹۸). «اثربخشی برنامه آموزشی حافظه فعال بر حافظه فعال واج‌شناختی و آگاهی واجی دانش‌آموزان نارساخوان: یک مطالعه نوروسایکولوژیک»، *فصلنامه علمی پژوهشی عصب‌روانشناسی*، سال پنجم، شماره۴(پیاپی۱۹): ۱۳۱-۱۴۰.
- نوری، نیما و رقیب‌دوست، شهلا (۱۴۰۰). «رابطه ساز و کارهای شناختی و خواندن در کودکان دبستانی با توجه به ماهیت خط فارسی». *مجله علم زبان*، دوره۸، شماره ۱۴، ۳۶-۷. doi: 10.22054/ls.2021.54943.1387
- Alibali, M.W. & DiRusso, A.A. (1999). "The function of gesture in learning to count: more than keeping track". *Cognitive Development,* 14(1): 37–56. doi:10.1016/S0885-2014 (99)80017-3.
- Andin, J., Fransson, P., Rönnberg, J. & Rudner, M. (2015). "Phonology and arithmetic in the language-calculation network". *Brain Lang.* 143: 97–105. https://doi.org/10.1016/j.bandl.2015.02.004.
- Barrouillet, P., Mignon, M., Thevenot, C.(2008). "Strategies in subtraction problem solving in children". *J. Exp. Child Psychol*. 99: 233–251. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.12.001
- Booth, J.R., Burman, D.D., Meyer, J.R., Gitelman, D.R., Parrish, T.B., Mesulam, M.M. (2004). "Development of brain mechanisms for processing orthographic and phonologic representations". *J. Cogn. Neurosci*. 16: 1234–1249. https://doi.org/10.1162/0898929041920496.
- Brennan, F. & Ireson, J. (1997). "Training Phonological Awareness: A Study to Evaluate the Effects of a Program of Metalinguistic Games in Kindergarten", *Reading and Writing: an Interdisciplinary Journal*, 9: 241-263. doi: 10.1348/026151010X485197.
- Bull, R. & Johnston, R. S. (1997). "Children's arithmetical difficulties: Contributions from processing speed, item identification and short-term memory". *Journal Experimental Child Psychology*, 65: 1–24.
- Carnine, D., Silbert, J., Kameenui, E. J. & Tarver, S. G. (2004). *Direct reading instruction*. Merrill Prentice Hall, New Jersey.
- De Smedt, B., Holloway, I.D., Ansari, D.(2010). "Effects of problem size and arithmetic operation on brain activation during calculation in children with varying levels of arithmetical fluency". *Neuroimaging* 57: 771–781. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.12.037
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., Cohen, L. (2003). "Three parietal circuits for nnumber processing". *Cogn. Neuropsychol*. 20: 487–506. https://doi.org/10.1080/02643290244000239.
- Espinas, Daniel R. & Fuchs, Lynn S. (2022). "The Effects of language instruction on math development". *Child Development Perspectives* 6: 69–75. doi: 10.1111/cdep.12444
- Evans, T.M., Flowers, D.L., Napoliello, E.M., Olulade, O.A., Eden, G.F. (2014). "The functional anatomy of single-digit arithmetic in children with developmental dyslexia". *Neuroimage* 101: 644–652. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.07.028.
- Gaswami, U. & Bryant, P. (1990). "Phonological skills and the use of orthographic literacy development in children with expressive phonological impairments". *Journal of speech and Hearing Research*, 38: 446-462.

- Geary, D. C. (1993). "Mathematical disabilities: reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components". *Psychological Bulletin,* 114(2): 345–362. https://doi.org/10.1016/j.lindif. 2009.10.008
- Harley, T. A. (2013). *The psychology of language: From data to theory*. New York: Psychology press.
- Hawes, Z; Moss, J; Caswell, B; & Poliszcuzak, D. (2015). "Effects of mental Rotation training on children's spatial and mathematics performance: a randomized controlled study". *Trends in Neuroscie nce and Education*. 2(7): 460-468.
- Hecht, S. A., Torgesen, J. K., Wagner, R. K., & Rashotte, C. A. (2001). "The relations between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: A longitudinal study from second to fifth grades". *Journal of Experimental Child Psychology*, 79: 192–227. doi: 10.1006/jecp.2000.2586
- Hismanoglu, M. (2012). "An investigation of phonological awareness of prospective EFL teachers", *procedia - social and behavioral sciences,* 31: 639-645.
- Jo¨bstl, Viktoria, Steiner, Anna F., Deimann, Pia, Kastner-Koller, Ursula & Landerl, Karin (2023). "A-B-3—associations and dissociations of reading and arithmetic: is domain-specific prediction outdated?". *Plos One,* 18(5): e0285437.
- Jordan, Julie A; Wylie, Judith & Mulhern, Gerry (2015). "Mathematics and reading difficulty subtypes: minor phonological influences on mathematics for 5–7-years-old". *Linguistic Influences on Mathematical Abilitie*, 6. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00221
- Koponen, T., Aunola, K., Ahonen, T., & Nurmi, J.-E. (2007). "Cognitive predictors of single-digit and procedural calculation skills and their covariation with reading skill". *Journal of Experimental Child Psychology*, 97: 220–241.
- Kuzmina, Yulia, Ivanova, Alina & Kaiky, Diana (2019). "The effect of phonological processing on mathematics performance in elementary school varies for boys and girls: fixed effects longitudinal analysis". *British Educational Research Journal* 45: 3, 640–661. doi:10.1002/berj.3518.
- Leather, C. V., & Henry, L. A. (1994). "Working memory span and phonological awareness tasks as predictors of early reading ability". *Journal of Experimental Child Psychology*, 58: 88–1.
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). *The precursors*.
- Pellicioni, Macarena Suarez, Fuchs, Lynn & Booth, James R. (2019). "Temporo-frontal activation during phonological processing predicts gains in arithmetic facts in young children". *Developmental Cognitive Neuroscience* 40, 100735. Available at: www.elsevier.com/locate/dcn
- Pereira, Drielle Barbosa, Martins, Pedro S. R., Guimarães, Amanda P. L., Silva, Emanuelle de O., Batista, Luana T., Haase, Vitor G. & Lopes-Silva, Júlia B. (2020). "How good is the phoneme elision test in assessing reading, spelling and arithmetic-related abilities?". *Archives of Clinical Neuropsychology* 35: 413–428. doi: 10.1093/ arclin/acz085.
- Pollacka, Courtney & Ashby, Nicole C. (2018). "Where arithmetic and phonology meet: The meta-analytic convergence of arithmetic and phonological processing in the brain". *Developmental Cognitive Neuroscience*, 30: 251–264. Available at: www.elsevier.com/locate/dcn. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.05.003
- Prado, J., Mutreja, R., Zhang, H. C., Mehta, R., Desroches, A. S., Minas, J. E., et al. (2011). "Distinct representations of subtraction and multiplication in the neural systems

for numerosity and language". *Human Brain Mapping*, 32(11): 1932–1947. https://doi.org/10.1002/hbm.21159.
- Rotzer, S., Loenneker, T., Kucian, K., Martin, E., Klaver, P. & VonAster, M., (2009). "Dysfunctional neuralnetwork of spatial working memory contributes to developmental dyscalculia". Neuropsychological 47: 2859–2865. http://dx.doi.org/10.1016/j. neuropsychologia.2009.06.009
- Schuele, C. M. & Boudreau, D. (2008). "Phonological awareness intervention: beyond the basics". *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 39(1): 3-20.
- Simmons, F. R., & Singleton, C. (2008). "Do weak phonological representations impact on arithmetic development? A review of research into arithmetic and dyslexia". *Dyslexia*, 14: 77–94. doi: 10.1002/dys.341.
- Simmons, F. R., Singleton, C., & Horne, J. K. (2008). "Phonological awareness and visual spatial sketchpad functioning predict early arithmetic attainment: evidence from a longitudinal study". E*uropean Journal of Cognitive Psychology*, 20: 711–722. doi: 10. 1080/09541440701614922.
- Simon, O., Mangin, J.-F., Cohen, L., Le Bihan, D., Dehaene, S. (2002). "Topographical layout of hand, eye, calculation, and language-related areas in the human parietal lobe". *Neuron*, 33: 475–487. https://doi.org/10.1016/ S0896-6273(02)00575-5.
- Van Riper, C. & R.L. Erickson (1995). *Speech correction: an iIntroduction to speech pathology and audiology*. Boston: Allyn & Baccon.
- Vloedgraven, Judith & Verhoeven, Ludo (2009). "The nature of phonological awareness throughout the elementary grades: an item response theory perspective". *Learning and Individual Differences* 19: 161–169. Available at: www.elsevier.com/locate/lindif. doi:10.1016/j.lindif.2008.09.005.
- Vukovic, Rose K. & Lesaux, Nonie K. (2013). "The relationship between linguistic skills and arithmetic knowledge". *Learning and Individual Differences*, 23: 87–91. Available at: www.elsevier.com/locate/lindif. http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2012.10.007.