

فرا تحلیل اثربخشی روش تدریس بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی با نقش تعدیل کننده

متغیرهای جنسیت، سن و نوع درس

رضا محمدی^۱

۱. دانشجوی دکترای روان‌شناسی تربیتی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران. (نویسنده مسئول)

فصلنامه ایده‌های نو در تعلیم و تربیت، دوره پنجم، شماره شانزدهم، پاییز ۱۴۰۴، صفحات ۲۸-۲۹

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی جامع میزان اثربخشی روش تدریس بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی فراگیران با استفاده از روش فراتحلیل و همچنین تحلیل نقش متغیرهای تعدیل‌کننده بود. جامعه آماری شامل تمامی پژوهش‌های داخلی منتشرشده در فاصله سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۳ و مطالعات خارجی منتشرشده طی سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۴ بود که به بررسی تأثیر روش بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی پرداخته بودند. پس از اعمال معیارهای ورود و خروج، ۲۲ مطالعه شامل ۲۳ اندازه اثر برای تحلیل انتخاب شد. داده‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار Comprehensive Meta-Analysis (CMA) نسخه ۲ و بر اساس مدل‌های اثر ثابت و اثر تصادفی تحلیل شدند. نتایج نشان داد که روش تدریس بارش مغزی تأثیر مثبت و معناداری بر پیشرفت تحصیلی دارد و اندازه اثر ترکیبی آن در دامنه متوسط تا زیاد قرار می‌گیرد ($ES=0.742$). بر اساس نتایج تحلیل‌های ناهمگنی، جنسیت و مقطع تحصیلی و نوع درس ارزشیابی شده به‌عنوان متغیرهای تعدیل‌کننده بررسی شدند؛ نتایج نشان داد روش تدریس بارش مغزی در دختران و مقطع ابتدایی و درس‌های ریاضی-فیزیک و مطالعات به ترتیب با اندازه اثرهای ترکیبی 0.850 و 0.889 و 0.740 و 0.879 نسبت به سایر متغیرهای تعدیل‌کننده تأثیر بیشتری در پیشرفت تحصیلی دارند. به‌طور خلاصه بر اساس نتایج این فراتحلیل می‌توان نتیجه گرفت که آموزش با روش تدریس بارش مغزی می‌تواند بر پیشرفت تحصیلی اثربخش باشد.

واژه‌های کلیدی: بارش مغزی، پیشرفت تحصیلی، روش‌های تدریس فعال، فراتحلیل، آموزش، یادگیری.

مقدمه

پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های سنجش اثربخشی نظام آموزش و پرورش محسوب می‌شود؛ زیرا میزان موفقیت این نظام تا حد زیادی در گرو توانایی آن در پرورش افرادی است که از دانش، مهارت و شایستگی‌های لازم برای ایفای نقش در جامعه برخوردار باشند. آموزش و پرورش علاوه بر توسعه توانایی‌های شناختی و علمی فراگیران، مسئولیت رشد ابعاد مختلف شخصیتی، هیجانی، اجتماعی و رفتاری آنان را نیز بر عهده دارد. از این رو، دستیابی دانش‌آموزان به پیشرفت مطلوب تحصیلی، نه تنها یک هدف آموزشی، بلکه عاملی مؤثر در شکل‌گیری آینده فردی و اجتماعی آنان به شمار می‌رود. با توجه به جایگاه پیشرفت تحصیلی در ارزیابی عملکرد نظام‌های آموزشی، شناسایی عوامل مؤثر بر آن می‌تواند زمینه شناخت بهتر فرایند یادگیری و بهبود برنامه‌های آموزشی را فراهم سازد. به همین دلیل، مطالعه متغیرهای مرتبط با پیشرفت تحصیلی در حوزه‌های گوناگون آموزشی، همواره مورد توجه پژوهشگران علوم تربیتی بوده است (علی بخشی و زارع، ۱۳۹۴).

پیشرفت تحصیلی پدیده‌ای پیچیده و چندعاملی است که تحت تأثیر تعامل عوامل مختلف فردی، آموزشی و محیطی شکل می‌گیرد. بررسی پیشینه پژوهش‌ها نشان می‌دهد که عوامل متعددی در ارتباط با یادگیری و موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در یکی از مرورهای انجام‌شده، تعداد زیادی متغیر مرتبط با پیشرفت تحصیلی شناسایی و در حوزه‌های مختلف طبقه‌بندی شده است که این موضوع نشان‌دهنده ماهیت چندبعدی این سازه است؛ بنابراین، نمی‌توان پیشرفت تحصیلی را حاصل تأثیر یک عامل خاص دانست، بلکه مجموعه‌ای از عوامل درونی و بیرونی در شکل‌گیری آن نقش دارند (رحیمی مند و عباسپور، ۱۳۹۴). همچنین موفقیت تحصیلی علاوه بر اینکه به‌عنوان یک پیامد مطلوب آموزشی شناخته می‌شود، می‌تواند موجب افزایش انگیزه، تقویت نگرش مثبت نسبت به یادگیری و رشد برخی ویژگی‌های روان‌شناختی مطلوب در دانش‌آموزان شود (ایسنبرگ و جالنگو^۱، ۲۰۱۷).

در سال‌های اخیر، توجه پژوهشگران به استفاده از روش‌های نوین آموزشی که موجب فعال شدن نقش یادگیرنده در فرایند یادگیری می‌شوند، افزایش یافته است. یکی از مهم‌ترین اهداف این روش‌ها، تقویت توانایی حل مسئله، پرورش تفکر خلاق و افزایش مشارکت فعال دانش‌آموزان در محیط یادگیری است. در میان روش‌های فعال تدریس، روش بارش مغزی به‌عنوان یکی از شیوه‌های مؤثر برای ایجاد تفکر خلاق و دستیابی به راه‌حل‌های جدید مطرح شده است. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که این روش می‌تواند زمینه رشد مهارت‌های حل مسئله و توانایی تولید ایده‌های نو را در دانش‌آموزان فراهم کند (صمد آقایی، ۱۳۸۰). روش بارش مغزی نخستین بار توسط الکس اوزبورن در دهه ۱۹۳۰ معرفی شد. او این اصطلاح را چنین تعریف می‌کند: "یک فن جمعی که طی آن گروهی می‌کوشد تا با جمع کردن همه ایده‌هایی که اعضای گروه به‌طور خودجوش ارائه می‌کنند، راه‌حلی برای یک مسئله بیابد" (گنجی و همکاران، ۱۳۸۴). این روش بر فعالیت گروهی و تولید آزادانه ایده‌ها برای حل مسائل تأکید دارد. در این شیوه، اعضای گروه بدون نگرانی از ارزیابی یا رد شدن پیشنهادهاشان، دیدگاه‌ها و راهکارهای خود را مطرح می‌کنند تا در مرحله بعد، ایده‌های ارائه‌شده بررسی، اصلاح و ترکیب شوند. از اصول اساسی این روش می‌توان به خودداری از قضاوت اولیه درباره ایده‌ها، توجه به تعداد بیشتر پیشنهادها و بهره‌گیری از ترکیب دیدگاه‌های مختلف برای دستیابی به راه‌حل‌های خلاقانه اشاره کرد (رضازاده و همکاران، ۱۳۹۲). روش بارش مغزی یکی از شناخته‌شده‌ترین روش‌های برگزاری جلسات همفکری و مشورت بوده است که کاربردی جهان‌شمول دارد (تل^۲، ۱۹۸۸). بارش مغزی به‌عنوان یکی از روش‌های شناخته‌شده در آموزش خلاق، فرصت تعامل، همکاری و مشارکت فعال میان یادگیرندگان را افزایش می‌دهد. در این روش، دانش‌آموزان به‌جای دریافت منفعلانه اطلاعات، در تولید دانش و یافتن پاسخ‌های مناسب نقش فعال ایفا می‌کنند. (شن، ژو، یی، هو، هی و یانگ^۳، ۲۰۱۶). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که اجرای فعالیت‌های مبتنی بر بارش مغزی می‌تواند موجب افزایش تعامل گروهی، کاهش ترس از اظهارنظر، تقویت حمایت اجتماعی و بهبود توانایی انتقال و سازمان‌دهی اطلاعات برای حل مسائل شود (رولز، تری^۴، ۱۹۸۳).

روش بارش مغزی علاوه بر تقویت مهارت حل مسئله، می‌تواند به یادگیرندگان در فعال‌سازی دانش پیشین و یادآوری مفاهیم مورد نیاز برای مواجهه با مسائل جدید کمک کند. این روش با فراهم کردن فرصت برای بیان آزادانه افکار و بررسی دیدگاه‌های مختلف، زمینه شکل‌گیری تفکر واگرا را فراهم می‌آورد؛ تفکری که یکی از مؤلفه‌های اساسی خلاقیت محسوب می‌شود. در فرایند آموزش مبتنی بر بارش مغزی،

¹ Isenberg & Jalongo

² Telem

³ Shen, Zhou, Yi, Hu, He, Yang

⁴ Revels & Terry

دانش‌آموزان تشویق می‌شوند تا به‌جای تمرکز بر یک پاسخ مشخص، راهکارهای متعدد را بررسی کرده و از زوایای مختلف به مسئله نگاه کنند (سیف، ۱۳۹۵). استفاده از روش بارش مغزی در کلاس درس می‌تواند پیامدهای روان‌شناختی مثبتی نیز به همراه داشته باشد. مشارکت فعال در فعالیت‌های گروهی، ارائه ایده و مشاهده ارزشمند بودن نظرات فرد، موجب افزایش احساس توانمندی و اعتمادبه‌نفس یادگیرندگان می‌شود. خودباوری و اعتقاد فرد به توانایی‌های خویش از عوامل مهم در موفقیت عملکردی به شمار می‌رود؛ زیرا فرد زمانی می‌تواند در فعالیت‌های شناختی و عملی موفق باشد که توانایی‌های خود را باور داشته باشد (براون و داگلاس، ۱۳۸۶، ترجمه منصور فهی). افزون بر این، استفاده از شیوه‌های فعال آموزشی مانند بارش مغزی، فضای کلاس را از حالت یکنواخت و سنتی خارج کرده و موجب افزایش نشاط، علاقه‌مندی و انگیزش دانش‌آموزان نسبت به فرایند یادگیری می‌شود (باقری، ۱۳۹۵).

یافته‌های پژوهشی نیز مؤید تأثیر مثبت روش بارش مغزی در بهبود برخی توانایی‌های شناختی و آموزشی دانش‌آموزان است. شن، زیو، هیو، هی و یانگ (۲۰۱۶) بیان کرده‌اند که این روش می‌تواند به معلمان کمک کند تا دانش‌آموزان را در تحلیل مسائل پیچیده و موضوعاتی که نیازمند درک روابط علی هستند، هدایت کنند. تالیتا، جانسن، ریجالرسدام و برگ^۱ (۲۰۱۳) در پژوهشی به بررسی اثربخشی آموزش مبتنی بر رویکرد بارش مغزی در مقایسه با روش‌های سنتی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد دانش‌آموزانی که با استفاده از روش بارش مغزی آموزش‌دیده بودند، در مؤلفه‌هایی مانند گشودگی نسبت به تجربه، سرعت پردازش اطلاعات، سیالی کلامی و خودپنداره خلایقانه عملکرد مطلوب‌تری نسبت به دانش‌آموزان آموزش‌دیده با روش‌های معمول داشتند. در پژوهش‌های داخلی نیز نتایج مشابهی گزارش شده است. قائدی اصل (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر روش تدریس بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پرداخت. یافته‌های پژوهش وی نشان داد دانش‌آموزانی که در گروه آزمایش با استفاده از روش بارش مغزی آموزش‌دیده بودند، نسبت به دانش‌آموزان گروه کنترل، افزایش معناداری در میزان پیشرفت تحصیلی نشان دادند. این نتایج بیانگر آن است که به‌کارگیری روش‌های تدریس فعال می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت یادگیری و ارتقای عملکرد تحصیلی فراگیران داشته باشد. همچنین بارش مغزی می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای تقویت یادگیری مفهومی و سازمان‌دهی دانش مورد استفاده قرار گیرد. گنجی و همکاران (۱۳۸۴) معتقدند این روش با فعال کردن ذهن یادگیرندگان، آنان را در یادآوری اصول و مفاهیم مرتبط با حل مسئله یاری می‌دهد. در همین راستا، بریانت (۲۰۱۰) در پژوهشی تأثیر روش‌های آموزش خلایق بر تولید انیمیشن رایانه‌ای توسط دانش‌آموزان دوره متوسطه را بررسی کرد. در این پژوهش، دانش‌آموزان گروه آزمایش از راهبردهایی مانند حل خلایق مسئله، بررسی راه‌حل‌های مختلف، بارش مغزی، استفاده از استعاره و نقد بهره گرفتند. نتایج نشان داد ترکیب راهبردهای خلایقانه در فرایند آموزش، موجب افزایش کیفیت عملکرد دانش‌آموزان در تولید محصولات خلایقانه شد (احمدی و عبدالملکی، ۱۳۹۱).

با وجود افزایش مطالعات انجام‌شده درباره روش‌های تدریس فعال، هنوز نتایج پژوهش‌ها درباره میزان و شرایط اثربخشی روش بارش مغزی در همه زمینه‌ها یکسان نیست. تفاوت در ویژگی‌های نمونه‌های پژوهشی، مقاطع تحصیلی، نوع درس، جنسیت و سن شرکت‌کنندگان می‌تواند از عوامل ایجاد تفاوت در یافته‌های مطالعات مختلف باشد. از سوی دیگر، در داخل کشور تاکنون پژوهش‌های کمی جامع که نتایج مطالعات مرتبط با تأثیر روش تدریس بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی را یکپارچه‌سازی کند، انجام‌نشده است؛ بنابراین، انجام فراتحلیل در این حوزه می‌تواند با ترکیب یافته‌های پژوهش‌های پیشین، تصویری دقیق‌تر از میزان اثربخشی این روش ارائه دهد و به کاهش تناقض‌های موجود در نتایج مطالعات کمک کند. فراتحلیل همچنین می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای برنامه‌ریزان آموزشی، معلمان و پژوهشگران فراهم آورد تا بر اساس شواهد علمی، درباره استفاده از روش بارش مغزی در برنامه‌های درسی تصمیم‌گیری کنند. علاوه بر این، نتایج چنین پژوهشی می‌تواند از انجام مطالعات تکراری جلوگیری کرده و مسیر پژوهش‌های آینده را به سمت موضوعات جدیدتر هدایت کند.

¹ Talita, Janssen, Rijlaarsdam & Bergh

روش پژوهش

با توجه به هدف و ماهیت پژوهش حاضر، از روش فراتحلیل استفاده شد. فراتحلیل مجموعه‌ای از روش‌های آماری است که با هدف ترکیب یافته‌های حاصل از مطالعات مختلف و دستیابی به برآوردی کلی از نتایج پژوهش‌ها انجام می‌شود (برنستون^۱ و همکاران، ۲۰۰۹). این روش امکان یکپارچه‌سازی نتایج تحقیقات مستقل، بررسی میزان اثرگذاری متغیرها و شناسایی الگوهای مشترک میان مطالعات پیشین را فراهم می‌سازد؛ به عبارت دیگر، فراتحلیل با ترکیب کمی نتایج پژوهش‌های انجام‌شده، می‌تواند روابط جدیدی میان پدیده‌های موردبررسی آشکار کند (دی کاستر^۲، ۲۰۰۳؛ به نقل از عابدی و همکاران، ۱۳۸۴). در فراتحلیل، برخلاف پژوهش‌های تجربی معمول، واحد تحلیل، یافته‌ها و شاخص‌های آماری استخراج‌شده از مطالعات پیشین است، نه افراد شرکت‌کننده در پژوهش‌ها. بر این اساس، جامعه آماری پژوهش حاضر شامل تمامی پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و رساله‌های دکتری، طرح‌های پژوهشی انجام‌شده توسط سازمان‌ها و همچنین مقالات منتشرشده در مجلات علمی معتبر بود که به روش آزمایشی یا شبه‌آزمایشی، اثربخشی روش تدریس بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی را بررسی کرده بودند. مطالعات موردبررسی در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۳ و ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۴ انجام‌شده بودند. نمونه پژوهش حاضر شامل ۲۲ مطالعه اولیه بود که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. در این روش، پژوهشگر بر اساس معیارهای مشخص و قضاوت علمی خود، مطالعاتی را انتخاب می‌کند که بیشترین ارتباط را با هدف پژوهش داشته و بتوانند نماینده مناسبی از جامعه موردبررسی باشند (آری، جاکوبس و رضویه^۳، ۱۹۹۶)؛ بنابراین، مطالعاتی وارد فرایند فراتحلیل شدند که از نظر موضوع، روش‌شناسی و اطلاعات آماری موردنیاز، شرایط لازم را دارا بودند.

با توجه به گستردگی منابع پژوهشی مرتبط، ابتدا چارچوب مشخصی برای جستجو و انتخاب مطالعات اولیه تدوین شد. برای این منظور، پس از بررسی پیشینه پژوهش، کلیدواژه‌های مرتبط با موضوع انتخاب شدند. مهم‌ترین واژه‌های جستجو شامل «روش تدریس»، «بارش مغزی» و «پیشرفت تحصیلی» بود. تعیین چارچوب نمونه‌گیری به پژوهشگر کمک کرد تا فرایند جستجو، غربالگری و انتخاب مطالعات به صورت نظام‌مند انجام گیرد. برای دستیابی به مطالعات اولیه، دو مسیر اصلی جستجو مورداستفاده قرار گرفت:

الف) مطالعات موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی شامل مرکز اطلاعات علمی ایران (IranDoc)، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)، بانک اطلاعات نشریات کشور (Magiran) و پایگاه نورمگز (Noormags).

ب) پایان‌نامه‌های دانشگاهی قابل‌دسترس از طریق کتابخانه‌ها و مراکز علمی دانشگاه‌های معتبر. ملاک‌های ورود و خروج مطالعات: برای اطمینان از کیفیت مطالعات واردشده به فراتحلیل، معیارهای مشخصی برای ورود و خروج پژوهش‌ها تعیین شد. ملاک‌های ورود عبارت بودند از:

- ۱) پژوهش‌ها و مقالات منتشرشده در فاصله زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۴ و ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۴.
 - ۲) مطالعاتی که با طرح‌های آزمایشی یا شبه‌آزمایشی، تأثیر روش تدریس بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی را بررسی کرده بودند.
 - ۳) پژوهش‌هایی که اطلاعات آماری کافی برای محاسبه اندازه اثر ارائه کرده بودند.
 - ۴) مطالعاتی که متن کامل آن‌ها از طریق منابع چاپی یا پایگاه‌های الکترونیکی قابل‌دسترس بود.
 - ۵) پایان‌نامه‌های مورداستفاده محدود به مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری بود.
- در مرحله جستجو، تعداد ۳۰ مطالعه اولیه شناسایی شد که موضوع آن‌ها بررسی تأثیر آموزش بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی بود. پس از بررسی دقیق، برخی مطالعات به دلیل نداشتن شرایط لازم از فرایند تحلیل حذف شدند. ملاک‌های خروج مطالعات شامل موارد زیر بود:
- ۱) پژوهش‌هایی که اطلاعات ضروری برای محاسبه اندازه اثر را گزارش نکرده بودند.
 - ۲) مقالاتی که از پایان‌نامه‌ها استخراج‌شده و اطلاعات آن‌ها تکرار همان پژوهش بود.
 - ۳) مطالعات مشابهی که با عناوین متفاوت به مراکز مختلف ارائه شده بودند.
 - ۴) پایان‌نامه‌هایی که علاوه بر دانشگاه، برای دریافت حمایت مالی به سازمان‌های دیگر ارائه شده بودند.
 - ۵) پژوهش‌هایی که بر اساس ارزیابی علمی، دارای ضعف جدی روش‌شناختی یا مشکلات مربوط به کفایت علمی بودند.

¹ Borenstein

² Decoster

³ Ary, Jacobs & Razavieh

در نهایت، پس از اعمال معیارهای ورود و خروج، ۲۲ مطالعه که از نظر روش‌شناسی، کیفیت ابزارها، روایی و پایایی، شیوه نمونه‌گیری، روش تحلیل آماری و تناسب اهداف پژوهش دارای شرایط مطلوب بودند، برای انجام فراتحلیل انتخاب شدند.

برای استخراج داده‌های مورد نیاز، فرم استاندارد کار برگ فراتحلیل توسط پژوهشگران تهیه شد. اطلاعات مربوط به ویژگی‌های پژوهش‌های اولیه، مشخصات نمونه، روش اجرا، یافته‌های آماری و شاخص‌های لازم برای محاسبه اندازه اثر در این فرم‌ها ثبت و طبقه‌بندی شد. به منظور پاسخگویی به پرسش‌های پژوهش، اندازه اثر هر مطالعه به صورت جداگانه محاسبه و سپس اندازه اثر ترکیبی مطالعات با استفاده از دو مدل اثرات ثابت و تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین برای بررسی احتمال سوگیری انتشار از نمودار کیفی استفاده شد. در پژوهش حاضر، برای استخراج و محاسبه اندازه اثر از رویکرد هانتر و اشمیت استفاده شد. تحلیل داده‌ها و محاسبه شاخص‌های مربوط به اندازه اثر با استفاده از نرم افزار Comprehensive Meta Analysis (CMA) نسخه ۲ انجام گرفت. در فرایند فراتحلیل، پس از تعیین حوزه پژوهش و انتخاب مطالعات واجد شرایط، لازم است نتایج پژوهش‌های اولیه به یک شاخص کمی مشترک تبدیل شوند تا امکان مقایسه و ترکیب یافته‌ها فراهم شود. یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مورد استفاده در این زمینه «اندازه اثر» است. اندازه اثر بیانگر میزان تفاوت یا شدت رابطه میان متغیرهای مورد بررسی است و نشان می‌دهد که پدیده مورد نظر تا چه اندازه در جامعه وجود دارد یا تا چه حد می‌توان فرض صفر را رد کرد (کوهن، ۱۹۸۸). در واقع، اندازه اثر امکان تبدیل نتایج آماری مطالعات مختلف به یک مقیاس استاندارد را فراهم می‌کند و نشان‌دهنده میزان تأثیر مداخله یا تفاوت میان گروه‌هاست. شاخص‌های اندازه اثر به طور کلی در دو گروه اصلی شامل خانواده r و خانواده d طبقه‌بندی می‌شوند. شاخص‌های خانواده r بیشتر برای پژوهش‌های مبتنی بر روابط همبستگی و شاخص‌های خانواده d برای مطالعاتی که به مقایسه تفاوت بین گروه‌ها می‌پردازند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در پژوهش حاضر، با توجه به ماهیت مطالعات اولیه و استفاده از طرح‌های آزمایشی و شبه‌آزمایشی، از شاخص اندازه اثر g هجس از خانواده d استفاده شد. برای محاسبه اندازه اثرها و انجام تحلیل‌های مربوط به ترکیب نتایج، از نرم افزار Comprehensive Meta Analysis نسخه ۲ استفاده شد. از آنجاکه اندازه اثرها به صورت نمرات استاندارد بیان می‌شوند، در صورت برقرار بودن فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها، امکان تفسیر آن‌ها بر اساس معیارهای درصدی وجود دارد. بر اساس طبقه‌بندی کوهن (۱۹۸۸)، در پژوهش‌هایی که به بررسی تفاوت میان گروه‌ها می‌پردازند، اندازه اثرهای حدود ۰/۲، ۰/۵ و ۰/۸ به ترتیب نشان‌دهنده اثر کوچک، متوسط و بزرگ هستند.

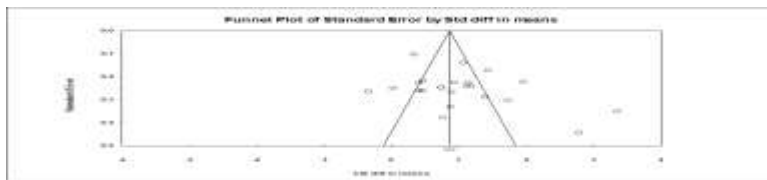
یافته‌ها

جدول ۱. تحقیقات اولیه به همراه اندازه اثر آن‌ها

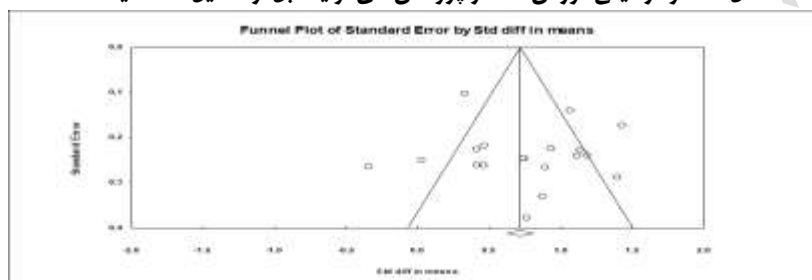
ردیف	پژوهشگر	سال انتشار	اندازه اثر	ردیف	پژوهشگر	سال انتشار	اندازه اثر
۱	حاتمی	۱۳۹۰	۰/۹۳۳	۱۳	Alshammari	۲۰۱۵	-۰/۸۸۳
۲	اشراقی	۱۳۹۲	۰/۷۳۴	۱۴	Osuafor and Obaga	۲۰۱۶	۰/۴۰۸
۳	اشراقی	۱۳۹۲	۰/۷۳۰	۱۵	Uzezi and Jonah	۲۰۱۷	۰/۴۶۱
۴	حسینی نسب و دیگران	۱۳۹۳	۱/۷۰۴	۱۶	Mulkawi and Smadi	۲۰۱۸	۱/۰۶۳
۵	شاهورانی و دیگران	۱۳۹۵	۰/۸۵۴	۱۷	Almasri	۲۰۱۹	۱/۴۲۱
۶	عصاره و دیگران	۱۳۹۶	-۰/۲۷	۱۸	Ahmad asiri	۲۰۲۰	۱/۱۷۵
۷	امیرخانی	۱۴۰۱	۲/۷۲۸	۱۹	Sutisna and others	۲۰۲۲	-۰/۳۳۹
۸	صفری و دیگران	۱۴۰۲	۱/۳۷۶	۲۰	Atsuwe and terese	۲۰۲۲	۳/۳۱۷
۹	رجبی و دیگران	۱۴۰۳	۰/۳۳۰	۲۱	Almasri and Smadi	۲۰۲۳	۱/۹۲۵
۱۰	شکری	۱۴۰۳	۱/۱۰۳	۲۲	Sianturi	۲۰۱۹	۰/۴۰۹
۱۱	گللوست و دیگران	۱۴۰۳	۰/۷۴۲	۲۳	Obafemi	۲۰۲۴	۱/۱۲۵
۱۲	Emamrizi and others	۲۰۱۳	۰/۴۵۶				

همان‌گونه که در جدول یک مشاهده می‌کنید از ۲۲ پژوهش بررسی شده، تعداد ۲۳ اندازه اثر استخراج و محاسبه شده است. از میان این اندازه اثرها، یک مورد دارای مقدار منفی و ۲۲ مورد دارای مقدار مثبت بودند. مقدار منفی نشان‌دهنده آن است که عملکرد گروه آموزش‌دیده با روش بارش مغزی نسبت به گروه کنترل پایین‌تر بوده است. نتایج آزمون‌های Z برای بررسی معناداری اندازه اثرها نشان داد که از مجموع ۲۳ اندازه اثر، پنج مورد از نظر آماری معنادار نبودند، درحالی‌که ۱۸ اندازه اثر در سطح ۰/۰۵ معنادار بودند.

یکی از پیش فرض‌های مهم در فراتحلیل، نبود سوگیری انتشار است. منظور از سوگیری انتشار، احتمال عدم انتشار پژوهش‌هایی است که نتایج غیرمعتاد یا مغایر با انتظار دارند. در پژوهش حاضر برای بررسی این موضوع از روش نمودار کیفی استفاده شد.



شکل ۱. نمودار کیفی تورش انتشار پژوهش‌های اولیه قبل از تحلیل حساسیت



شکل ۲. نمودار کیفی تورش انتشار پژوهش‌های اولیه بعد از تحلیل حساسیت

در نمودار کیفی، محور افقی بیانگر مقدار اندازه اثر مطالعات اولیه و محور عمودی نشان‌دهنده خطای معیار اندازه اثرهاست. زمانی که نقاط به صورت نامتقارن در اطراف نمودار توزیع شوند، احتمال وجود سوگیری انتشار یا اندازه اثرهای پرت افزایش می‌یابد (مانند شکل ۱). با مشاهده شکل یک و جدول ۱ مشخص شد که تعداد چهار اندازه اثر دارای مقادیر نامتعارف و پرت هستند پس از حذف این مقادیر و انجام تحلیل حساسیت، نمودار کیفی جدید (شکل ۲) نشان‌دهنده توزیع منظم‌تر و همگن‌تر اندازه اثرها بود.

جدول ۲. اندازه اثر ترکیبی مدل ثابت و تصادفی تأثیر روش تدریس بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی

مدل	تعداد اندازه اثر	اندازه اثر خلاصه	خطای معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪		مقدار Z	سطح معنی‌داری
				حد پایین	حد بالا		
تثبیت شده	۲۳	۰/۷۱۸	۰/۰۴۸	۰/۶۲۳	۰/۸۱۲	۱۴/۸۴۷	۰/۰۰۱
تصادفی	۲۳	۰/۷۴۲	۰/۱۰۹	۰/۵۲۷	۰/۹۵۵	۶/۷۸۵	۰/۰۰۱

جدول ۲ نتایج مربوط به ترکیب اندازه اثرها در دو مدل ثابت و تصادفی نشان می‌دهد که میانگین اندازه اثر ترکیبی روش تدریس بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی در مدل اثرات ثابت برابر با ۰/۷۱۸ و در مدل اثرات تصادفی برابر با ۰/۷۴۲ است. هر دو مقدار از نظر آماری معنادار بودند ($P < ۰/۰۰۱$)؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که روش تدریس بارش مغزی در مقایسه با روش‌های معمول آموزشی، تأثیر مثبت و معناداری بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان و یادگیرندگان دارد.

جدول ۳. شاخص‌های تشخیص ناهمگنی در اندازه‌های اثر اولیه مربوط به اثربخشی روش بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی

کوکران Q	درجه آزادی	سطح معنی‌داری	مجذور I
۱۹۳/۷۸۹	۲۲	۰/۰۰۱	۸۸

در جدول (۳) به منظور بررسی میزان تفاوت میان اندازه اثرهای مطالعات اولیه، از شاخص Q کوکران و مجذور I استفاده شد. نتایج نشان داد مقدار Q برای ۲۳ اندازه اثر با درجه آزادی ۲۲ برابر با ۱۹۳/۷۸۹ بوده و از نظر آماری معنادار است. این یافته بیانگر وجود تفاوت واقعی میان اندازه اثرهای مطالعات اولیه است. با توجه به محدودیت شاخص Q در شرایطی که تعداد مطالعات افزایش می‌یابد، استفاده از شاخص I^2 نیز مورد بررسی قرار گرفت. این شاخص میزان ناهمگنی را به صورت درصد نشان می‌دهد. مقدار به دست آمده برای I^2 برابر با ۸۸ درصد بود که نشان‌دهنده ناهمگنی بالا میان مطالعات اولیه است. بر اساس معیار هیگینز، تامسون، دیکس و آلمن (۲۰۰۳) مقدار بالای I^2 بیانگر آن است که بخش قابل توجهی از تفاوت میان نتایج مطالعات، ناشی از عوامل تعدیل‌کننده است؛ بنابراین، با توجه به وجود ناهمگنی قابل توجه، مدل اثرات تصادفی برای تحلیل‌های بعدی انتخاب شد.

با توجه به تأیید نقش متغیرهای تعدیل کننده، در ادامه اثر تعامل متغیرهای جنسیت، مقطع تحصیلی، نوع درس و سن فراگیران با اندازه اثر روش تدریس بارش مغزی بررسی شد. تمامی تحلیل‌های تعدیل کننده بر اساس مدل اثرات تصادفی انجام گرفت؛ زیرا نتایج آزمون ناهمگنی نشان داد که اندازه اثرها درون گروه‌های تعدیل کننده نیز از همگنی کامل برخوردار نیستند. با توجه به این که در ادبیات پژوهشی علوم تربیتی بین جنسیت فراگیران و میزان تأثیرگذاری روش‌های تدریس تمایز قائل می‌شود، در این پژوهش تحلیل‌های اندازه اثر به تفکیک دو جنسیت و تحقیق‌هایی که هر دو جنسیت را باهم مطالعه کرده‌اند انجام گرفت.

جدول ۴. اندازه‌های اثر ترکیبی تصادفی اثربخشی روش بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی بر اساس جنسیت

جنسیت	تعداد مطالعات	اندازه اثر	خطای معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪		مقدار Z	سطح معنی‌داری
				حد پایین	حد بالا		
دختر	۳	۰/۸۵۰	۰/۱۳۸	۰/۵۵۹	۱/۱۴۱	۵/۷۳۳	۰/۰۰۱
پسر	۶	۰/۸۱۷	۰/۱۹۷	۰/۴۳۱	۱/۲۰۴	۴/۱۴۳	۰/۰۰۱
دختر-پسر	۱۰	۰/۶۶۹	۰/۱۶۵	۰/۳۳۶	۰/۹۹۲	۴/۰۶۵	۰/۰۰۱

در جدول (۴) اندازه‌های اثر ترکیبی تصادفی برای تأثیر روش بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی بر اساس جنسیت نشان داده شده است. نتایج تحلیل اندازه اثر بر اساس جنسیت نشان داد که مقدار اندازه اثر ترکیبی برای دانش‌آموزان دختر، پسر و گروه‌های ترکیبی به ترتیب برابر با ۰/۸۵۰، ۰/۸۱۷ و ۰/۶۶۹ است. این یافته نشان می‌دهد که روش بارش مغزی در گروه دختران بیشترین میزان تأثیر را بر پیشرفت تحصیلی داشته است. همچنین تمامی اندازه اثرهای به دست آمده از نظر آماری معنادار بودند. با توجه به این که در پژوهش‌ها، پیشرفت تحصیلی در مقطع‌های تحصیلی مختلف مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، به محاسبه اندازه اثر بر اساس نوع مقطع تحصیلی می‌پردازیم.

جدول ۵. اندازه‌های اثر ترکیبی تصادفی اثربخشی روش بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی بر اساس مقطع تحصیلی

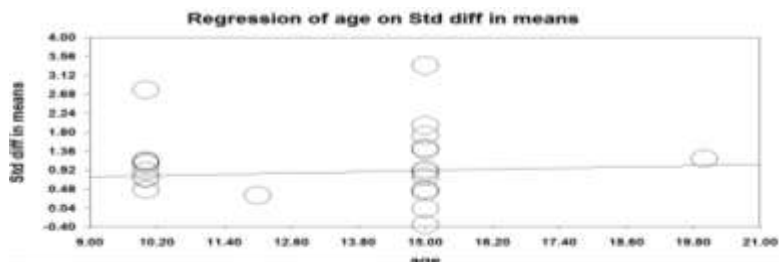
مقطع تحصیلی	تعداد مطالعات	اندازه اثر	خطای معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪		مقدار Z	سطح معنی‌داری
				حد پایین	حد بالا		
ابتدایی	۶	۰/۸۸۹	۰/۰۹۷	۰/۶۹۸	۱/۰۸۰	۹/۱۱۸	۰/۰۰۱
دبیرستان	۹	۰/۷۱۱	۰/۱۹۰	۰/۳۴۰	۱/۰۸۳	۳/۷۵	۰/۰۰۶
دانشگاه	۲	۰/۸۰۷	۰/۳۸۶	۰/۰۵۱	۱/۵۶۳	۲/۰۹۳	۰/۰۳۶

در جدول (۵) اندازه‌های اثر ترکیبی تصادفی تأثیر روش بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی بر اساس نوع مقطع تحصیلی نشان داده شده است. تحلیل اندازه اثر بر اساس مقطع تحصیلی نشان داد که مقدار اثر روش بارش مغزی در مقاطع ابتدایی، متوسطه و دانشگاه به ترتیب برابر با ۰/۸۸۹، ۰/۷۱۱ و ۰/۸۰۷ است. بر این اساس، بیشترین میزان اثربخشی این روش در مقطع ابتدایی مشاهده شد. همچنین اندازه اثرهای مربوط به هر سه مقطع از نظر آماری معنادار بودند. با توجه به این که در پژوهش‌ها پیشرفت تحصیلی بر اساس نوع درس‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، به محاسبه اندازه اثر بر اساس نوع درس می‌پردازیم.

جدول ۶. اندازه‌های اثر ترکیبی تصادفی اثربخشی روش بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی بر اساس نوع درس

نوع درس	تعداد مطالعات	اندازه اثر	خطای معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪		مقدار Z	سطح معنی‌داری
				حد پایین	حد بالا		
علوم	۵	۰/۵۵۶	۰/۱۵۴	۰/۲۸۴	۰/۸۲۷	۳/۸۰۸	۰/۰۰۱
زبان	۵	۰/۷۷۵	۰/۲۸۰	۰/۲۲۶	۱/۳۳۴	۲/۷۶۵	۰/۰۰۶
ریاضی و فیزیک	۳	۱/۰۷۴	۰/۱۲۸	۰/۷۸۵	۱/۳۶۴	۷/۷۳۳	۰/۰۰۱
مطالعات	۳	۰/۸۷۹	۰/۲۸۶	۰/۳۱۸	۱/۴۳۹	۳/۰۷۱	۰/۰۰۲

جدول (۶) اندازه‌های اثر ترکیبی تصادفی برای تأثیر روش بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی بر اساس نوع درس ارزشیابی شده نشان داده شده است. نتایج تحلیل بر اساس نوع درس نشان داد که اندازه اثر ترکیبی روش بارش مغزی در درس‌های علوم، زبان، ریاضی و فیزیک و مطالعات اجتماعی به ترتیب برابر با ۰/۵۸۶، ۰/۷۷۵، ۱/۰۷۴ و ۰/۸۷۹ است؛ بنابراین، بیشترین تأثیر این روش در درس‌های ریاضی و فیزیک و پس‌از آن مطالعات اجتماعی مشاهده شد. تمامی اندازه اثرهای محاسبه شده برای درس‌های مختلف معنادار بودند.



شکل ۳. خط رگرسیون برای پیش‌بینی اندازه‌های اثر g هجز بر اساس سن آزمودنی‌ها

در شکل ۳، خط رگرسیون برای پیش‌بینی اندازه‌های اثر g هجز بر اساس سن آزمودنی‌ها در پژوهش‌های اولیه، نشان داده شده است که مقدار ضریب رگرسیون استاندارد نشده این خط، برابر با ۰/۰۲ است که این مقدار معنی‌دار است ($P < ۰/۰۵$). همچنین عرض از مبدأ این خط، برابر با ۰/۰۵ و معنی‌دار است ($P > ۰/۰۵$). شیب مثبت خط رگرسیون و معادله آن ($Y = 0/2X + 0/05$) نشان‌دهنده رابطه مستقیم معنی‌دار بین اندازه‌های اثر g هجز و سن آزمودنی‌ها است؛ یعنی با توجه به ضریب رگرسیون، می‌توان چنین استنباط کرد که به ازای یک واحد افزایش به میانگین سن آزمودنی‌ها در تحقیقات اولیه، به اندازه اثر ۰/۲ افزوده می‌شود. همچنین با توجه به مقادیر Q مدل رگرسیون و باقیمانده که به ترتیب برابر با ۱/۷۹ و ۱۹۱/۹۹ است، می‌توان چنین استنباط کرد که مقایسه این دو مقدار نشان می‌دهد که از ناهمگنی کل (۱۹۱/۹۹) تنها بخش بسیار اندکی توسط میانگین سن آزمودنی‌ها در تحقیقات اولیه تبیین می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف یکپارچه‌سازی و ترکیب یافته‌های مطالعات انجام شده درباره اثربخشی روش تدریس بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی فراگیران انجام شد. پس از بررسی دقیق معیارهای ورود و خروج مطالعات، در نهایت ۲۲ پژوهش که از شرایط لازم برای ورود به فرایند تحلیل برخوردار بودند، انتخاب شدند. از این مطالعات در مجموع ۲۳ اندازه اثر استخراج شد که پس از انجام تحلیل حساسیت، چهار اندازه اثر پرت از فرایند تحلیل کنار گذاشته شد. نتایج کلی فراتحلیل نشان داد که روش تدریس بارش مغزی دارای تأثیر مثبت و معناداری بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان و فراگیران است. یافته‌های به دست آمده با بخش قابل توجهی از مبانی نظری و پژوهش‌های تجربی انجام شده در زمینه روش‌های تدریس فعال و خلاق همسو است. در تبیین این یافته می‌توان بیان کرد که بارش مغزی با ایجاد فرصت مشارکت فعال، تبادل افکار، تولید ایده‌های متنوع و درگیر کردن شناختی یادگیرندگان، شرایطی را فراهم می‌کند که فرایند یادگیری عمیق‌تر و مؤثرتر انجام شود. در همین راستا، راهبر، عصاره، احمدی و صدق‌پور (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان تأثیر آموزش روش تدریس بارش مغزی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان نشان دادند که عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان گروه آزمایش که با این روش آموزش دیده بودند، به طور معناداری بهتر از گروه کنترل بود. همچنین آتسوه و ترسه^۱ (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای درباره تأثیر روش تدریس بارش فکری بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس فیزیک گزارش کردند که دانش‌آموزانی که با استفاده از این راهبرد آموزشی آموزش دیده بودند، نسبت به دانش‌آموزانی که آموزش سنتی دریافت کرده بودند، پیشرفت تحصیلی بیشتری نشان دادند. بر اساس نتایج آزمون‌های ناهمگنی، مشخص شد که رابطه بین روش تدریس بارش مغزی و پیشرفت تحصیلی تحت تأثیر برخی عوامل تعدیل‌کننده قرار دارد. وجود تفاوت میان اندازه اثرهای مطالعات اولیه می‌تواند ناشی از عوامل متعددی باشد؛ از جمله تفاوت در نحوه تعریف و اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش، تفاوت در ویژگی‌های نمونه‌های مورد بررسی، تفاوت در طرح‌های پژوهشی و همچنین تفاوت‌های روش‌شناختی میان مطالعات؛ بنابراین، بررسی نقش متغیرهای تعدیل‌کننده برای تبیین این ناهمگنی ضروری به نظر می‌رسد. در پژوهش حاضر، نقش جنسیت، مقطع تحصیلی و نوع درس به عنوان متغیرهای تعدیل‌کننده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد

¹ Atsuwe and terese

که میزان اثربخشی روش تدریس بارش مغزی در دانش‌آموزان دختر، مقطع ابتدایی و در درس‌های ریاضی و فیزیک و مطالعات اجتماعی بیشتر از سایر گروه‌ها بوده است. این یافته می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که ویژگی‌های فردی یادگیرندگان و ماهیت محتوای آموزشی، در میزان بهره‌گیری از روش‌های تدریس فعال نقش مهمی ایفا می‌کنند. با توجه به نتایج حاصل از این فراتحلیل و حمایت‌های نظری و تجربی موجود، پیشنهاد می‌شود روش تدریس بارش مغزی به‌عنوان یکی از راهبردهای فعال یاددهی - یادگیری در برنامه‌های آموزشی مدارس موردتوجه قرار گیرد. استفاده مستمر از این روش می‌تواند به افزایش مشارکت دانش‌آموزان، تقویت تفکر خلاق، بهبود مهارت حل مسئله و در نهایت ارتقای پیشرفت تحصیلی آنان کمک کند. با این حال، اجرای موفق این روش نیازمند آماده‌سازی و توانمندسازی معلمان است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود آموزش‌های لازم درباره اصول و شیوه اجرای بارش مغزی در برنامه‌های تربیت معلم، دوره‌های کارورزی و دوره‌های ضمن خدمت گنجانده شود. همچنین استفاده از تجربیات معلمان که در اجرای این روش موفق بوده‌اند، می‌تواند زمینه انتقال تجربیات عملی و افزایش اثربخشی کاربرد این روش را فراهم کند. با توجه به اینکه نتایج پژوهش حاضر نشان داد عوامل تعدیل‌کننده می‌توانند بر میزان اثربخشی روش تدریس بارش مغزی تأثیرگذار باشند، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده نقش سایر متغیرهای تعدیل‌کننده مانند ویژگی‌های شخصیتی دانش‌آموزان، انگیزش تحصیلی، سطح اقتصادی - اجتماعی خانواده، سبک‌های یادگیری و ویژگی‌های معلمان را نیز موردبررسی قرار دهند. همچنین با توجه به اهمیت گزارش دقیق داده‌ها در پژوهش‌های فراتحلیلی، توصیه می‌شود پژوهشگران هنگام ارائه یافته‌های کمی، اطلاعات آماری لازم شامل شاخص‌های توصیفی (مانند میانگین، انحراف معیار و حجم نمونه) و شاخص‌های استنباطی (مانند مقدار آزمون، درجه آزادی و سطح معناداری) را به‌طور کامل گزارش کنند؛ زیرا ارائه این اطلاعات امکان محاسبه دقیق‌تر اندازه اثر و استفاده بهتر از نتایج پژوهش‌ها در مطالعات فراتحلیلی آینده را فراهم می‌کند. با وجود نتایج ارزشمند به‌دست آمده، پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی است که باید در تفسیر یافته‌ها موردتوجه قرار گیرد: نخست، نتایج این فراتحلیل وابسته به اطلاعات گزارش‌شده در پژوهش‌های اولیه است و پژوهشگر فراتحلیل‌گر امکان بررسی مستقیم صحت اجرای مراحل پژوهش‌های اولیه را نداشته است. دوم، در برخی از مطالعات اولیه، تعریف عملیاتی متغیر پیشرفت تحصیلی به‌صورت دقیق ارائه نشده بود و در تعدادی از پژوهش‌ها نوع درس یا شرایط اجرای آموزش به‌طور کامل مشخص نشده بود. همچنین برخی عوامل مداخله‌گر مانند سطح هوش، انگیزش تحصیلی، وضعیت اقتصادی - اجتماعی خانواده، میزان حمایت والدین و سایر عوامل مؤثر بر پیشرفت تحصیلی در مطالعات اولیه کنترل نشده بودند. سوم، در برخی پژوهش‌ها اطلاعات آماری موردنیاز برای محاسبه اندازه اثر، به ویژه شاخص‌های توصیفی مانند میانگین، انحراف معیار و تعداد آزمودنی‌ها، به‌صورت کامل گزارش نشده بود. این مسئله می‌تواند فرایند محاسبه دقیق اندازه اثر در پژوهش‌های فراتحلیلی را با محدودیت مواجه سازد.

منابع

- احمدی، غ.، عبدالمکی، ش. (۱۳۹۱). بررسی تأثیر آموزش علوم تجربی مبتنی بر رویکرد اکتشافی بر خلاقیت و انگیزه پیشرفت دانش‌آموزان. ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی، ۲(۲)، ۴۵-۶۰.
- باقری، م. ا. (۱۳۹۵). بارش فکری در فرایند یادگیری. تهران: انتشارات ویل.
- بخشی زاده، ز. و زارع، ج. (۱۳۹۴). تأثیر آموزش یادگیری خودتنظیمی و مهارت‌های مطالعه بر موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان. روانشناسی کاربردی، ۳(۱۵)، ۴۲-۵۹.
- رحیمی‌مند، م. و عباس‌پور، ع. (۱۳۹۴). تأثیر روش‌های نوین تدریس بر موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان. نشریه نوآوری و خلاقیت، ۴(۴)، ۱۱۹-۱۴۳.
- رضازاده، ه.، پورمحمدی، م.، حسن‌پور، ف. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر روش بارش مغزی در افزایش خلاقیت هنرجویان در آموزش تصویرسازی. پژوهش و نگارش کتب دانشگاهی، ۲۹، ۸۴-۹۸.
- سیف، ا. (۱۳۹۵). روانشناسی نوین: روانشناسی یادگیری و آموزش. تهران: انتشارات دوران.
- صمد آقایی، ج. (۱۳۸۰). تکنیک‌های خلاقیت فردی و گروهی (تئوری، مثال، تمرین). انتشارات گروه آموزشی مدیریت دولتی.
- عابدی، ا.، عریضی، ح.ر.، شواخی، ع. (۱۳۸۴). فراتحلیل عوامل مؤثر بر افزایش کاربرد یافته‌های پژوهشی در وزارت آموزش و پرورش. فصلنامه نوآوری‌های آموزشی، ۴(۱۲)، ۱۰۹-۱۲۹.
- گنجی، ح.، پاشاشریفی، ح.، میرهاشمی، م. (۱۳۸۴). اثر روش بارش مغزی در افزایش خلاقیت دانش‌آموزان. فصلنامه تعلیم و تربیت، ۲۱(۱)، ۸۹-۱۱۲.
- Ary, D., Jacobs, L. C., & Razavieh, A. (1996). Introduction to research in education. Harcourt Brace College.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). Introduction to Meta-Analysis. John Wiley & Sons, Ltd.
- Brown, D. (2007). Principles of Language Learning and Learning (Mansour Fahim, Trans.). Tehran: Rahnama Publishing House. [In Persian].
- Bryant, C. (2010). Creativity and technology. Evaluative Art Education, 63(2), 43-48.
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *British Medical Journal (BMJ)*, 327, 557-560.
- Isenberg, J. P., & Jalongo, M. R. (2017). *Creative thinking and arts-based learning: Preschool through fourth grade*. Pearson.
- Revels, O. H., & Terry, B. G. (1983). Effects of symbolic modeling procedures and model status on brainstorming behavior. *Journal of School Psychology*, 21(4), 311-318.
- Shen, X., Zhou, J., Yi, L., Hu, X., He, T., & Yang, J. (2016). Identifying protein complexes based on brainstorming strategy. *Methods*, 110, 44-53.
- Talita, G., Janssen, T., Rijlaarsdam, G., & Bergh, H. (2013). Learning to be creative: The effects of observational learning and brainstorming on students' design products and processes. *Learning and Instruction*, 28, 35-47.
- Telem, M. (1988). Information requirements specification I: Brainstorming collective decision-making approach. *Information Processing & Management*, 24(5), 549-557.