

## طراحی و اثربخشی آموزش گروهی مبتنی بر نظریه بارشناختی بر پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر، بارشناختی ادراک شده، رفتار پیشرفت و کارایی در یادگیری

مریم رستمی: دانشجوی دکتری روانشناسی تربیتی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه سمنان، سمنان،  
ایران.

سیاوش طالع پسند\*: عضو هیأت علمی، گروه روانشناسی تربیتی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه  
سمنان، سمنان، ایران.

محمد علی محمدی فر: عضو هیأت علمی، گروه روانشناسی تربیتی دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه  
سمنان، سمنان، ایران.

**چکیده:** نظریه بار شناختی تا امروز سهم مهمی در حوزه یادگیری و طراحی آموزشی ایجاد کرده است. هدف عمده این مطالعه به کارگیری اصول نظریه بارشناختی در طراحی یک برنامه آموزشی مفاهیم جبر در دانش آموزان پایه هفتم بود. شرکت کنندگان ۵۶ دانش آموز دختر پایه هفتم بودند. برای انتخاب آنها، از مدارس راهنمایی دولتی منطقه ۶ شهر تهران دو مدرسه به صورت تصادفی انتخاب شدند، که یک مدرسه به عنوان گروه آزمایش و مدرسه دیگر به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شد. برنامه آموزشی مبتنی بر اثرات بارشناختی در گروه آزمایش و برنامه آموزشی سنتی در گروه کنترل اجرا شد. شرکت کنندگان آزمون مفاهیم جبر، مقیاس درجه بندی ذهنی بار شناختی و اندازه های کارایی پاس و مرینبوئر، و مجموعه تکالیف سنجش رفتار پیشرفت را تکمیل کردند. داده ها با مدل تحلیل کوواریانس، تحلیل واریانس چند متغیری و مدل مجذورکای تحلیل شدند. یافته‌ها نشان داد که در گروه تحت آموزش با برنامه آموزشی طراحی شده با اصول بار شناختی، پیشرفت تحصیلی، کارایی، پافشاری در حل تکالیف و تلاش برای دادن پاسخ‌های درست بالاتر از گروه کنترل بود. هم چنین، دانش آموزان گروه آزمایش بار شناختی پایین‌تری از دانش آموزان گروه کنترل ادراک می‌کردند و نسبت انتخاب مسائل با دشواری متوسط در این گروه به طور معناداری بیشتر بود. برنامه آموزشی مبتنی بر اصول بار شناختی، پیشرفت و رفتارهای مرتبط با آن را در دانش آموزان بهبود می‌بخشد. تلویحات کاربردی یافته‌ها مورد بحث قرار گرفت.

**واژگان کلیدی:** بار شناختی، پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر، کارایی، رفتار پیشرفت.

\*نویسنده‌ی مسؤول: عضو هیأت علمی، گروه روانشناسی تربیتی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه  
سمنان، سمنان، ایران.

(Email: Stalepasand@semnan.ac.ir)

## مقدمه

پیشرفت تحصیلی برای دانش آموزان دارای اهمیت زیادی می باشد و هرکس در فرایند آموزش تمایل دارد که از عملکرد بهتری برخوردار باشد. از جمله دروسی که پیشرفت تحصیلی در آن اهمیت زیادی داشته و می تواند در درازمدت زمینه ساز ترقی جامعه باشد درس ریاضی بوده و یکی از موضوعات چالش برانگیز آن برای معلمان و دانش آموزان مفهوم جبر است. از این رو شناخت و مدیریت عوامل تأثیرگذار در تدریس می تواند در بهبود و یا ضعف در عملکرد درس ریاضی و مفهوم جبر نقش بسزایی داشته باشد. یکی از نظریه‌هایی که اخیراً پژوهش‌های قابل توجهی در طراحی آموزشی مطالب درسی به خود اختصاص داده است نظریه بارشناختی است. نظریه بارشناختی در دهه ۱۹۸۰ از طریق سوئلر و همکارانش در دانشگاه نیوسوت ولز طرح‌ریزی گردید (کلارک و همکاران، ۲۰۰۵؛ پاس و همکاران، ۲۰۰۳). نقش‌های متفاوتی که حافظه فعال و حافظه بلند مدت در ذهن بشر ایفا می‌کند امکان به وجود آمدن دسته‌بندی انواع بارشناختی شده است (پاس و همکاران، ۲۰۰۳). بارشناختی درونی از پیچیدگی ذاتی محتوای آموزشی و بارشناختی بیرونی از عناصر و نحوه طراحی آموزشی محتوا و ارائه آن به یادگیرنده نشأت می‌گیرد. همچنین بارشناختی مطلوب به تلاش‌های ذهنی یادگیرنده گفته می‌شود که برای یادگیری محتوای آموزشی جدید و برای خودکارسازی یادگیری خود و کسب طرحواره‌های ذهنی تحمیل می‌شود. نظریه بارشناختی محدوده‌ای از تکنیک‌های مورد نظر برای دستیابی به هدف کاهش بارشناختی بیرونی و افزایش بارشناختی مطلوب را به وجود آورده است که اثرات نظریه بارشناختی نامیده می‌شوند (تکیر و آکسو، ۲۰۱۲). اثرات بارشناختی شامل اثرات مثال حل شده و تکمیل مسئله، اثر تقسیم توجه، اثر مجرای حسی، اثر معکوس خبرگی، اثر افزونگی و اثر حذف راهنمایی می باشد (ون مرینبوئر و سوئلر، ۲۰۰۵). اثرات ذکر شده با تاکید بر اثر مثال حل شده و تکمیل مسئله به عنوان اثرات اصلی نظریه بارشناختی در این پژوهش در نظر گرفته شده اند. هر چند نظریه بار شناختی تا امروز سهم مهمی در حوزه یادگیری و آموزش ایجاد کرده است اما شواهد نشان داده است که پیامدهای انگیزشی در تحقیقات مبنی بر نظریه های بار شناختی نادیده گرفته شده است (اشنوتز و همکاران، ۲۰۰۹). اکلز و همکاران (۱۹۸۳) یک مدل نظری یکپارچه از رفتارهای پیشرفت یادگیرندگان ارائه دادند. بر اساس این مدل

رفتارهای پیشرفت یادگیرندگان شامل انتخاب، پافشاری و کوشش است. بنابراین یادگیری و آموزش نه تنها از ساختارهای شناختی تأثیر می‌گیرند بلکه از انگیزش نیز تأثیر می‌پذیرند انگیزشی که ناشی از پافشاری در یادگیری است (کلارک و لئوتنر، ۲۰۰۷). طراحی آموزشی که رابطه ظرفیت شناختی و انگیزش را بهینه می سازد (افزایش انگیزش تحت شرایط بار شناختی کافی) موجب افزایش کارایی برنامه آموزشی می‌شود. کارایی را می‌توان به عنوان ویژگی دستاوردهای آموزشی تعریف کرد که منجر به یادگیری سریع تر، بهتر یا هر دو می شود (کلارک و همکاران، ۲۰۰۵). این روش آموزش با کارایی بالا، موجب می شود بارشناختی ادراک شده هنگام یادگیری کاهش یابد و یادگیری تسهیل گردد. از آنجا که کاهش بارشناختی منجر به کاهش ادراک دشواری تکلیف می شود پس می تواند رفتار پیشرفت را تحت تأثیر قرار دهد. تأثیرگذاری اثر مثال‌های حل شده در بسیاری از پژوهش‌ها تأیید شده است (کوپر و سوئلر، ۱۹۸۷؛ ژوو و سیمون، ۱۹۸۷؛ کلارک و همکاران، ۲۰۰۵؛ جالانی وچی سرن، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵؛ مک لارن و همکاران، ۲۰۱۶). بررسی اثر معکوس خبرگی با یادگیرندگان مبتدی نشان داد که مطالعه مثال‌های حل شده برای مبتدیان مفید بود و حل مساله نسبت به مطالعه مثال‌های حل شده برای یادگیرندگان خبره برتر بود (کالیوگا و همکاران، ۲۰۰۱؛ اشنوتز و کیرشنر، ۲۰۰۷؛ سوئلر، ۲۰۱۰؛ نیولاشتاین و همکاران، ۲۰۱۳). برن استین و همکاران، (۲۰۰۹) اثرهایی از حداقل راهنمایی در طی آموزش بر یادگیری درس جبر را بررسی کردند. آنها دریافتند با تمرین کافی، حداقل راهنمایی در آموزش مفید است و راهنمایی اضافی اثر منفی داشت. بو کوسماتی و همکاران، (۲۰۱۴) به نتایج مشابه ای دست یافتند. همچنین نتایج پژوهش های آموزشی مبتنی بر اصول بارشناختی، کارایی در یادگیری بالاتری را نشان دادند (گرون و همکاران، ۲۰۰۳؛ کالیوگا و همکاران، ۲۰۰۱؛ ون گرون و همکاران، ۲۰۰۲؛ ون مرینبوئر و همکاران، ۲۰۰۲؛ تکیر و آکسو، ۲۰۱۲). یک مطالعه آزمایشی نشان داد که انگیزش به وجود آمده به وسیله عناصر انگیزشی در محیط های یادگیری طراحی شده با اثرات بارشناختی به پافشاری بالاتر منتهی شد (اشنوتز و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین سطوح بالاتر و پایین تر معلومات، دانش قبلی یادگیرنده به منظور ایجاد انگیزش در یادگیرندگان توسط پژوهش ها آشکار شده است (دی لیو و مایر، ۲۰۰۸؛ کالیوگا و رنکل، ۲۰۰۷؛ ون مرینبوئر و سوئلر، ۲۰۰۵).

(۱۹۹۳) ارائه شده است برای اندازه‌گیری بارشناختی ادراک شده دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گرفت. این مقیاس در پایان هر جلسه در یک مقیاس درجه‌بندی ۹ درجه ای از ۱ (تلاش ذهنی بسیار کم) تا ۹ (تلاش ذهنی بسیار زیاد) اجرا می‌شد. در مطالعه پاس (۱۹۹۲) و پاس و مرینبوئر (۱۹۹۴) میزان آلفای کرانباخ مقیاس اندازه‌گیری بار شناختی به ترتیب ۰/۹۰ و ۰/۸۲ گزارش شده است. در پژوهش محبوبی و همکاران، (۲۰۱۲) همسانی درونی مقیاس بار شناختی از طریق آلفای کرانباخ ۰/۸۶ و اعتبار بازآزمایی ۰/۸۶ گزارش شده است. در پژوهش حاضر اعتبار این پرسشنامه با استفاده از آلفای کرونباخ ۰/۹۵ به دست آمد.

**کارایی در یادگیری:** از شاخص کارایی معرفی شده توسط پاس و ون‌مرینبوئر (۱۹۹۳) استفاده شد. برای نشان دادن اندازه کارایی، نمرات دانش‌آموزان برای تلاش شناختی (مقیاس درجه‌بندی ذهنی بارشناختی) و عملکرد (آزمون پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر) استاندارد شدند و یک نمره  $Z$  برای بارشناختی و یک نمره  $Z$  برای پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر بدست آمد. سپس، نمره کارایی در یادگیری ( $E$ ) محاسبه شد (فرمول ۱). اگر  $E=0$  باشد به معنای آن است که تلاش ذهنی و پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر در تعادل هستند. بر طبق فرمول، وقتی پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر بیشتر از بارشناختی است. مقدار کارایی مثبت است. از طرف دیگر وقتی پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر کمتر از بارشناختی است مقدار کارایی منفی است (کلارک و همکاران، ۲۰۰۵). از یک محور مختصات برای نمایش کارایی استفاده شد. در این نمودار پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر روی محور عمودی و بارشناختی روی محور افقی قرار گرفت.

$$\text{فرمول ۱} \quad E = \frac{Z \text{ تلاش ذهنی} - Z \text{ عملکرد}}{\sqrt{2}}$$

**رفتار پیشرفت:** از تکالیف معرفی شده توسط طالع پسند (۲۰۱۲) برای اندازه‌گیری رفتار پیشرفت در سه بعد انتخاب، کوشش و پافشاری استفاده شد. این مجموعه شامل ۱۰ تکلیف است که در پایان آزمایش به دانش‌آموزان ارائه می‌شد.

**انتخاب:** به منظور اندازه‌گیری تمایل دانش‌آموزان در انتخاب موضوعات جبر به هر یک از دانش‌آموزان حق انتخاب یک تمرین از چهار تمرین با سطوح متفاوت دشواری داده شد. انتخاب تکلیف بر اساس یک مقیاس ۴ درجه ای نمره گذاری شد. کمترین نمره (۱) به تکلیف آسان و بیشترین نمره به تکلیف خیلی دشوار داده شد.

سنگو و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند هر چه یک تکلیف شناختی چالش برانگیزتر و قابل کنترل تر تلقی شود، پافشاری را بیشتر افزایش داده و باعث تلاش بیشتری برای انجام تکلیف می‌شود. هدف این مطالعه طراحی یک برنامه آموزشی مبتنی بر نظریه بار شناختی برای آموزش مفاهیم جبر است. ما انتظار داریم این برنامه منجر به افزایش پیشرفت در مفاهیم جبر در دانش‌آموزان شود و بار شناختی ادراک شده توسط دانش‌آموزان را در یادگیری مفاهیم جبر کاهش دهد. از طرفی ما انتظار داریم این برنامه موجب افزایش پافشاری و تلاش در حل مسائل جبر گردد.

### مواد و روش‌ها

جامعه آماری این پژوهش را دانش‌آموزان دختر پایه هفتم منطقه ۶ شهر تهران تشکیل می‌دهند که در سال تحصیلی ۹۵-۹۴ در مدارس دولتی مشغول به تحصیل هستند. در روش نمونه‌گیری، ابتدا از مدارس راهنمایی دخترانه منطقه شش دو مدرسه به صورت تصادفی انتخاب شد. سپس از هر مدرسه ۲۸ دانش‌آموز از کلیه دانش‌آموزان پایه هفتم که ملاک‌های ورود به پژوهش را دارا بودند به صورت تصادفی به عنوان نمونه انتخاب شدند. مطالعه حاضر به مدت پنج هفته در دو مدرسه‌ی دولتی در منطقه شش شهر تهران انجام شد و در مجموع ۱۰ جلسه یک و نیم ساعتی را در برمی‌گرفت. به هر دو گروه محتوای ریاضیات مشابهی تدریس شد اما برنامه آموزشی مبتنی بر اثرات بارشناختی در گروه آزمایش و برنامه آموزشی سنتی در گروه کنترل اجرا شد.

### ابزارهای اندازه‌گیری

**آزمون پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر:** یک آزمون برای تعیین پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان پایه هفتم در مفاهیم جبر ساخته شد. روایی صوری و محتوایی سوالات آزمون (۲۰ سؤال) از نظر معلمان ریاضی در دو بعد هدف و محتوا ارزیابی شد. دامنه نمرات آزمون از ۰ تا ۸۰ قرار داشت. برای هر پرسش یک سطح پنج نمره‌ای ۴-۰ تعیین شد. بالاترین نمره (۴) به پاسخ‌هایی داده شد که ارزیابان آنها را پاسخی کاملاً درست درجه بندی کردند. ضریب توافق بین نمره گذاران ۰/۷۹ محاسبه شد. در حالی که کم‌ترین نمره (۰) برای عدم پاسخ یا پاسخ کاملاً اشتباه داده شد. اعتبار آزمون در یک مطالعه مقدماتی بر روی ۳۰ نفر بررسی شد. همسانی درونی با روش آلفای کرونباخ ۰/۹۶ بدست آمد.

**مقیاس درجه بندی ذهنی بارشناختی:** مقیاس درجه بندی ذهنی تک آیتمی که به وسیله پاس و ون‌مرینبوئر

یعنی اختلاف معناداری بین میانگین نمرات دو گروه در پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر مشاهده می شود (جدول ۱).

**جدول شماره ۱- خلاصه تحلیل کوواریانس تک متغیری**

**پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر در دو گروه**

منبع	مجموع مجزورات	df	میانگین مجزورات	F	سطح معناداری	η <sup>۲</sup>
گروه	۲۷۸۷/۲۲۲	۱	۲۷۸۷/۲۲۲	۱۸/۷۱	۰/۰۰۰۱	۰/۲۶۱
پیش آزمون	۵۵۷۰/۴۸۷	۱	۵۵۷۰/۴۸۷	۳۷/۴۰	۰/۰۰۰۱	۰/۴۱۴

در فرض دیگر این مطالعه فرض کردیم که دانش‌آموزانی که تحت برنامه آموزشی مبتنی بر اثرات بارشناختی قرار دارند بارشناختی ادراک شده کمتر و میزان پافشاری بیشتری در حل مسائل جبری دشواردر مقایسه با دانش‌آموزان گروه کنترل دارند. در این موقعیت از یک مدل تحلیل واریانس چند متغیری استفاده شد. پیش فرض‌های آزمون تحلیل واریانس چند متغیری نشان داد که واریانس خطای متغیرها در گروه‌های آزمایش و کنترل برای بارشناختی ادراک شده ( $P > ۰/۰۵$  و  $F = ۱/۸۶$ ) و پافشاری ( $P > ۰/۰۵$  و  $F = ۴/۰۲$ ) تفاوت معناداری ندارد. همچنین فرض یکسانی ماتریس‌های کوواریانس نیز صادق است ( $P > ۰/۰۵$  و  $F = ۱/۴۶$  و  $\text{Box}' M = ۴/۵۵$ ). یافته‌ها نشان داد در بارشناختی ادراک شده و میزان پافشاری در حل تکالیف بین دو گروه تفاوت معناداری وجود دارد ( $F = ۸/۶۴$ ,  $P < ۰/۰۵$ ,  $\text{Wiks}' \lambda = ۰/۷۵۴$ ).

**جدول شماره ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس چند متغیره**

**متغیرهای بارشناختی ادراک شده و پافشاری در حل تکالیف**

منبع	مجموع مجزورات	df	میانگین مجزورات	F	سطح معناداری	η <sup>۲</sup>
گروه	۳۵/۱۶۳	۱	۳۵/۱۶۳	۱۵/۷۰	۰/۰۰۰۱	۰/۲۲۵
بارشناختی ادراک شده	۱۳۲/۰۷۱	۱	۱۳۲/۰۷۱	۱۲/۴۸	۰/۰۰۰۱	۰/۱۸۸

همچنین، در این مطالعه فرض شد میزان کوشش در حل مسائل جبر در دانش‌آموزانی که تحت برنامه آموزشی مبتنی بر اثرات بارشناختی قرار دارند بیشتر از دانش‌آموزانی است که تحت برنامه سنتی قرار دارند. از آزمون L<sup>۲</sup> مان یوویتنی برای آزمون این فرضیه استفاده شد. متغیر کوشش به صورت تعداد پاسخ‌های درست به حل مسائل در دو گروه شمارش شد. یافته‌ها نشان می‌دهد دو گروه در تلاش برای دادن پاسخ‌های درست به سؤالات تفاوت معناداری دارند (جدول ۳).

**جدول شماره ۳- نتایج آزمون یومان ویتنی برای بررسی**

**تفاوت در تعداد پاسخ‌های درست**

متغیر	گروه	میانگین رتبه‌ها	مجموع رتبه‌ها	آماره ۲ یومان ویتنی	سطح معناداری
تعداد پاسخ‌های درست (کوشش)	آزمایش	۲۳/۱۱	۹۲۷	۲۶۳	۰/۰۲۴
	کنترل	۲۳/۸۱	۶۶۹		

کوشش: به منظور اندازه‌گیری تلاش دانش‌آموزان از آنها خواسته شد به سه مسئله از بین ۱۰ مسئله با دشواری یکسان پاسخ دهند. کوشش با ثبت پاسخ‌های درست به هر مسئله اندازه‌گیری شد.

پافشاری: سه مسئله دشوار به دانش‌آموزان ارائه شد. پافشاری دانش‌آموزان بر اساس ثبت مدت زمانی که هر یک از آنها برای حل سه تمرین دشوار صرف می‌کردند، اندازه‌گیری شد. اعتبار اندازه‌های رفتار پیشرفت با روش بازآزمایی با فاصله زمانی دو هفته محاسبه شد. ضرایب ثبات مؤلفه‌های انتخاب، کوشش و پافشاری به ترتیب برابر ۰/۷۷، ۰/۷۰ و ۰/۷۲ بود.

**یافته‌ها**

میانگین و انحراف استاندارد پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر در دو زمان پیش آزمون - پس آزمون و نمرات متغیرهای بارشناختی ادراک شده، و رفتار پیشرفت در پس آزمون نشان می‌دهد میانگین گروه آزمایش در متغیر پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر از پیش آزمون (۷/۰۷) به پس آزمون (۴۳/۶۴) افزایش یافته است. در گروه کنترل که تحت روش آموزش سنتی می‌باشد نیز میانگین از پیش آزمون (۶/۲۱) به پس آزمون (۲۷/۸۳) افزایش یافته است ولی این مقدار افزایش در مقایسه با گروه آزمایش کمتر است. قبل از انجام تحلیل‌های آماری به منظور پاسخ به فرضیه‌های پژوهش، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنف بررسی شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که توزیع داده‌های پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر ( $P > ۰/۰۵$ )، بارشناختی ادراک شده ( $P > ۰/۰۵$ ) و پافشاری ( $P > ۰/۰۵$ ) نرمال می‌باشد. اما توزیع داده‌های کوشش نرمال نمی‌باشد ( $P < ۰/۰۰۱$  و  $KS = ۰/۲۶۵$ ). نخستین فرضیه این مطالعه آن بود که پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر در دانش‌آموزانی که تحت برنامه آموزشی مبتنی بر اثرات بارشناختی قرار دارند بیشتر از دانش‌آموزانی است که تحت برنامه سنتی قرار دارند. به منظور آزمون این فرضیه از تحلیل کوواریانس تک متغیری استفاده شد. قبل از تحلیل داده‌ها پیش فرض‌های استفاده از تحلیل کوواریانس تک متغیری بررسی شد. یافته‌های آزمون لوین نشان داد که واریانس خطای متغیر پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر در دو گروه تفاوت معناداری ندارد ( $F = ۰/۰۵۴$  و  $P > ۰/۰۵$ ). اثر تعامل پیش آزمون و متغیر مستقل معنادار نبود ( $F = ۰/۰۳۱$  و  $P > ۰/۰۵$ ). به این ترتیب، استفاده از مدل کوواریانس در تحلیل داده‌ها مناسب بود. یافته‌ها نشان داد که اثر متغیر مستقل گروه معنادار است ( $F = ۱۸/۷۱$  و  $P < ۰/۰۰۱$ ).

طراحی و اثربخشی آموزش گروهی مبتنی بر اثرات بارشناختی بر پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر و بار شناختی ادراک شده دانش‌آموزان بود. هدف دوم: تعیین کارایی برنامه آموزشی با توجه به پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر و بار شناختی ادراک شده می باشد. هدف سوم: مشخص کردن رفتارهای پیشرفت (پیامدهای انگیزشی) در دانش‌آموزان تحت برنامه آموزشی مبتنی بر اثرات بارشناختی بود. بر اساس هدف اول این مطالعه نتایج نشان داد که دانش‌آموزان گروه آزمایش به نسبت گروه کنترل، عملکرد بالاتری در مفاهیم جبر داشتند و بارشناختی ادراک شده پایین تری گزارش کردند. نتایج این مطالعه با پژوهش ( پاس‌وون مرینوئر، ۱۹۹۴؛ کوپرو سوتلر، ۱۹۸۷؛ تکیر و آکسو، ۲۰۱۲) همسو است. در تبیین این یافته‌ها می توان گفت که آموزش باید محدودیت‌های حافظه فعال را در نظر بگیرد و بر ضرورت این مطلب تأکید کند همچنین تکنیک‌های آموزشی باید در راستای اصول عملی اصلی سیستم شناختی انسان طرح‌ریزی شوند (پاس و همکاران، ۲۰۱۰؛ سوتلر و همکاران، ۲۰۱۱). یافته دیگر این مطالعه نشان داد بین مقادیر کارایی در یادگیری گروه کنترل و آزمایش تفاوت معنادار وجود دارد. این نتیجه با نتایج پژوهش‌های پیشین همسو است (گرون و همکاران، ۲۰۰۳؛ کالیوگا و همکاران، ۲۰۰۱؛ ون گرون و همکاران، ۲۰۰۲؛ ون مرینوئر و همکاران، ۲۰۰۲؛ تکیر و آکسو، ۲۰۱۲). در تبیین این یافته‌ها می توان این‌گونه استنباط کرد که ترکیبی از اندازه‌های تلاش ذهنی و پیشرفت تحصیلی می‌تواند اطلاعات مهمی درباره بارشناختی آشکار سازد که لزوماً با اندازه‌های پیشرفت تحصیلی و بارشناختی به تنهایی انعکاس داده نمی‌شود (تکیر و آکسو، ۲۰۱۲). یافته دیگر این مطالعه نشان داد که نسبت انتخاب مسائل با دشواری متوسط، تلاش برای به دست آوردن تعداد پاسخ‌های درست در حل تکالیف و همچنین نتایج پافشاری در حل تکالیف در گروه آزمایش به طور معنادار بیشتر از گروه کنترل است. که این نتایج جنبه منحصر به فرد این مطالعه می باشد. پژوهش‌های پیشین به نقش طراحی برنامه آموزشی مبتنی بر اثرات بار شناختی و پیامدهای انگیزشی پرداخته اند (اشنوترو همکاران، ۲۰۰۹؛ سنگو و همکاران، ۲۰۱۱). در تفسیر یافته‌های پژوهش توجه به برخی از محدودیت‌ها ضروری به نظر می‌رسد. در این پژوهش تقسیم بندی افراد در گروه آزمایش و کنترل به صورت تصادفی امکان‌پذیر نبود. همچنین نمونه مورد بررسی صرفاً از مدارس دخترانه و مفاهیم آموزشی صرفاً متمرکز بر مفاهیم جبر در ریاضی

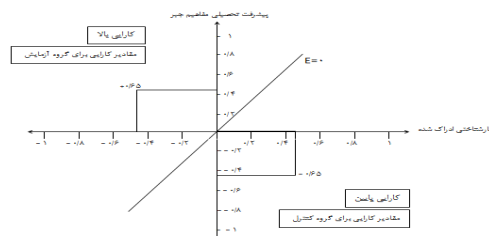
در این مطالعه فرض شد که بین تمایل دانش‌آموزان تحت برنامه آموزشی مبتنی بر اثرات بارشناختی در انتخاب نوع مسائل جبری در سطوح دشواری مختلف با دانش‌آموزانی تحت برنامه سنتی تفاوت وجود دارد. برای آزمون این فرضیه از آزمون همگونی خی دو استفاده شد. از آنجا که مشاهدات در دو گروه مستقل بودند و فراوانی مورد انتظار هیچ یک از خانه‌ها کمتر از ۵ نبود، از یک مدل مجذورکای استفاده شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که نوع انتخاب مسائل در دو گروه تفاوت معنادار دارد  $X^2 = 8/44, P < 0/05$  نسبت انتخاب مسائل با دشواری متوسط در گروه آزمایشی به طور معنادار بیشتر از گروه کنترل است. در نهایت کارایی برنامه آموزشی مبتنی بر بارشناختی بررسی شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که شاخص کارایی در برنامه آموزشی مبتنی بر بارشناختی ۰/۶۵ و در گروه کنترل ۰/۴۵- است (جدول ۴ و شکل ۱).

#### جدول شماره ۴- میانگین از نمرات Z پیشرفت تحصیلی

##### مفاهیم جبر و نمرات بار شناختی

گروه‌ها	بارشناختی*	پیشرفت جبر*	مقادیر کارایی
آزمایش	-۰/۴۷	۰/۴۵	۰/۶۵
کنترل	۰/۴۷	-۰/۴۵	-۰/۶۵

\* نمرات تبدیل شده Z



#### شکل شماره ۱- مقادیر کارایی گروه آزمایش و کنترل

به منظور بررسی این فرضیه که کارایی در یادگیری دانش‌آموزان گروه آزمایش به طور معناداری از کارایی در یادگیری گروه کنترل تفاوت دارد از آزمون t مستقل استفاده شد. یکی از پیش فرض‌های این آزمون، رعایت فرض یکسانی واریانس است که نتایج آزمون لوین نشان داد که فرض همگنی واریانس رعایت شده است ( $P > 0/05$ ) و  $F = 2/14$ . یافته‌ها نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین مقادیر کارایی در یادگیری گروه کنترل و آزمایش وجود دارد ( $t = 4/031$  و  $P < 0/01$ ).

#### بحث

هدف اصلی این مطالعه طراحی و اثربخشی آموزش گروهی مبتنی بر اثرات بارشناختی بر پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر در دانش‌آموزان پایه هفتم بود. این مطالعه به طور خاص تر سه هدف را در بر داشت. هدف اول: تعیین

*Technology Research and Development*, Vol.53, No. 3, Pp.15-24.

Clark, R, Nguyen, F, Sweller, J 2005, Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load: San Francisco, CA: Pfeiffer

Cooper, G, Sweller, J 1987, Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 79, No. 4, Pp. 347-362.

Deleeuw, K E, Mayer, R E 2008, A comparison of three measures of cognitive load: Evidence for separable measures of intrinsic, extraneous, and germane load, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 100, Pp. 223-234. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.22>.

Eccles, J S, Adler, TF, Futterman, R, et al 1983, Expectancies, Values and Academic Behaviors. In J. T. Spence (ED), *Achievement and Achievement Motivation*, Pp. 75-146.

Gerven, PWM, Paas, F, Merriënboer, J J G, et al 2003, The efficiency of multimedia learning into old age, *British Journal of Educational Psychology*, Vol. 73, No. 4, Pp. 489-505.

Jalani, N H, Cheer- sern, L 2014, Effects of example-problem based learning on transfer performance in Circuit Theory, *Journal of Technical Education and Training*, Vol. 6, No. 2, Pp. 28-37.

Jalani, NH, Cheer- sern, L 2015, The Example-Problem-Based Learning Model: Applying Cognitive Load Theory, *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, Vol. 195, Pp. 872-880.

Kalyuga, S, Chandler, P, Sweller, J 2001, Learner experience and efficiency of instructional guidance, *Educational Psychology*, Vol. 21, No. 1, Pp.5-23.

Kalyuga, S, Renkl, A 2007, Expertise reversal effect and its instructional implications: Introduction to the special issue, *Instructional Science*, Vol. 38, Pp. 209- 215. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11251-009-9102-0>.

بود. در نهایت اعتبار و روایی ابزارهای اندازه گیری پیشرفت تحصیلی مفاهیم جبر و رفتار پیشرفت فقط طبق نظر معلمان بود نه بر مبنای یک آزمون استاندارد. بنابراین پژوهشگران نسبت به تعمیم‌های غیر مجاز هشدار می دهند. پیشنهاد می شود در پژوهش‌های آتی مطالعاتی طرح ریزی شود که در آن نقش تعدیل کننده جنسیت در برنامه آموزشی مبتنی بر اثرات بار شناختی و استفاده از آزمون‌های استاندارد ریاضی برای بررسی پیشرفت ریاضی در نظر گرفته شود. همچنین پیشنهاد می‌شود در مورد سایر محتواهای ریاضی این برنامه طرح ریزی و آزمایش شود. به لحاظ کاربردی، پژوهش حاضر توصیه می کند معلمان و دست‌اندرکاران درباره اصول پایه و اساسی نظریه بارشناختی آموزش ببینند تا بتوانند این اصول را با توجه به ظرفیت محدود حافظه فعال دانش‌آموزان و جنبه‌های انگیزشی محیط یادگیری در آموزش و برنامه‌ریزی درس‌ها به کار بگیرند.

### نتیجه گیری

برنامه آموزشی مبتنی بر اصول نظریه بار شناختی پیشرفت تحصیلی در مفهوم جبر، کارآیی، تلاش و پافشاری در حل تکالیف را افزایش می دهد. همچنین این روش منجر به کاهش بار شناختی ادراک شده و انتخاب مسائلی با دشواری متوسط می شود.

### تشکر و قدر دانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان نامه دانشجویی دانشگاه سمنان می باشد. بدین وسیله از مساعدت های تمامی عوامل به ویژه مدیریت آموزش و پرورش منطقه ۶ شهر تهران، مدیران مدارس، دانش آموزان و کلیه کسانی که در روند انجام پژوهش همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می آید.

### References

- Brunstein, A, Betts, S, Anderson, JR 2009, Practice enables successful learning under minimal guidance, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 101, No.4, Pp. 790.
- Bokosmaty, S, Sweller, J, Kalyuga, S 2015, Learning Geometry Problem Solving by Studying Worked Examples Effects of Learner Guidance and Expertise, *Journal of American Educational Research*, Vol. 52, No. 2, Pp. 307-333
- Clark, T, Ayres, P, Sweller, J 2005, The impact of sequencing and prior knowledge on learning mathematics through spreadsheet applications, *Educational*

- Schnotz, W, Kürschner, C 2007, A reconsideration of cognitive load theory, *Educational Psychology Review*, Vol. 19, No. 4, Pp. 469-508.
- Schnotz, W, Fries, S, Horz, H 2009, Motivational aspects of cognitive load theory. In M. Wosnitza, S. A. Karabenick, A. Efklides, & P. Nenniger (Eds.), *Contemporary motivation research: From global to local perspectives* (Pp. 69-96). New York.
- Senko, C, Hulleman, C S , Harackiewicz, J M 2011, Achievement goal theory at the crossroads: Old controversies, current challenges, and new directions, *Educational Psychologist*, Vol. 46, No.1, Pp. 26-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00461520.2011.538646>
- Sweller, J 2010, Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load, *Educational Psychology Review*, Vol. 22, No. 2, Pp. 123-138.
- Sweller, J, Ayres, P, Kalyuga, S, 2011, *Cognitive load theory*. New York: Springer.
- Takir, A, Aksu, M 2012, The Effect of an Instruction Designed by Cognitive Load Theory Principles on 7th Grade Students' Achievement in Algebra Concepts and Cognitive Load, *Journal of Creative Education*, Vol. 3, No. 2, Pp. 232-240.
- Talepasand, S 2013, The Effect of Perceived Motivational Structure of Classroom on Achievement Behaviors, *Turkish Journal of Giftedness and Education*, Vol. 3, No. 1, Pp.2-12.
- Van Gerven, P, Paas, F, Van Merrinboer, J, et al 2002, Cognitive load theory and aging: Effects of worked examples on training efficiency, *Learning and Instruction*, Vol. 12, No. 1, Pp. 87-105.
- Van Merriënboer, J, Sweller, J 2005, Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions, *Educational Psychology Review*, Vol. 17, No. 2, Pp. 147-177.
- Klauer, K J, Leutner, D 2007, *Lehren und Lernen. Einführung in die Instruktionspsychologie*. Weinheim: Beltz, PVU.
- Mahbobi, T, Zare, H, Sarmadi, M, et al 2012, The Effectiveness of Instructional Design Principles on Learning Issues Cognitive Load in Multimedia Learning environments, *Journal of Higher Education Curriculum Studies*, Vol. 3, No. 6. Pp. 29- 46. (In Persian).
- McLaren, B M, van Gog, T, Ganoë, C, et al 2016, The efficiency of worked examples compared to erroneous examples, tutored problem solving, and problem solving in computer-based learning environments, *Computers in Human Behavior*, Vol. 55, Pp. 87-99.
- Nivelstein, F, Gog, V T, Dijck, GV, et al 2013, The worked example and expertise reversal effect less structured tasks: Learning to reason about legal cases, *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 38, Pp.118-125.
- Paas, FGWC 1992, Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 84, Pp. 429-434.
- Paas, F, Renkl, A, Sweller, J 2003, *Cognitive Load Theory and instructional design: Recent developments*, *Educational Psychologist*, Vol. 38, No. 1, Pp. 1-4.
- Paas, F, van Gog, T, Sweller, J 2010, Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives, *Educational Psychology Review*, Vol. 2, No. 2, Pp. 115-121.
- Paas, F, Van Merriënboer, J 1993, The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental effort and performance measures, *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol. 35, No.4, Pp. 737-743.
- Paas, F, Van Merriënboer, J 1994, Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks, *Educational Psychology Review*, Vol. 6, No. 4, Pp. 351-371.

Zhu, X, Simon, H A 1987, Learning mathematics from examples and by doing, *Cognition and Instruction*, Vol. 4, No. 3, Pp. 137-166.

Van Merriënboer, J, Schuurman, J, De Croock, M, et al 2002, Redirecting learners' attention during training: Effects on cognitive load, transfer test performance and training efficiency, *Learning and Instruction*, Vol. 12, No. 1, Pp. 11-37.



## The Development and Effectiveness of Cognitive Load Theory Group Teaching on Algebra Concept, the Perceived Cognitive Load, Achievement Behaviors and Efficiency in Learning

Maryam Rostami<sup>1</sup>

Siavash Talepasand<sup>2,\*</sup>

Mohammadali Mohammadyfar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Ph.D student in Educational Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.

<sup>2</sup>: Faculty Member, Department of Educational Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.

**Abstract:** Cognitive load theory has made an important contribution in the field of learning up today. The objective of this study was applying the principles of cognitive load theory in development an educational plan for algebra concept, the perceived cognitive load, achievement behaviors and efficiency in learning. Participants included 56 girl students from 7th grade. Two schools were randomly selected among the secondary schools of district 6 of Tehran, and assigned one as the experimental group and the other as the control group. Educational program based on cognitive load effects was run in the experimental group. Participants completed algebra concepts test, subjective grading scale of cognitive load, efficiency measures of Pass and Merriënboer, and a measure of achievement behavior assignments. The data were analyzed using of covariance analysis, multivariate analysis of variance, and chi-square analysis. Results showed that in the experimental group the academic achievement in algebra concept, efficiency, persistence on homework, and making effort to give correct responses was higher than the control group. Also, students perceived lower cognitive load compared to the control group and selecting problems with average difficulty was significantly higher in the experimental group. The Educational plan based on the principles of cognitive load improves achievement and the related behaviors in students. Practical implications of results are discussed.

**Keywords:** Cognitive Load, Academic Achievement in Algebra Concepts, Efficiency, Achievement.

**\*Corresponding author:** Faculty Member, Department of Educational Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.

**Email:** Stalepasand@semnan.ac.ir