

تأثیر الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر میزان بارشناختی درونی در درس ریاضی

دکتر محمدرضا نیلی احمد آبادی * / احمد احمدی ** / مرتضی بختیاروند ***

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر میزان بارشناختی در درس ریاضی سال دوم راهنمایی است. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش شناسی، در زمره پژوهش‌های نیمه آزمایشی است. طرح پژوهش از نوع نیمه آزمایشی با پیش‌آزمون - پس‌آزمون و گروه آزمایش و کنترل است. جامعه آماری این پژوهش را کلیه دانش‌آموزان پسر سال دوم راهنمایی شهر روانسر در سال تحصیلی ۹۵-۹۶ تشکیل می‌دادند. نمونه پژوهش، با استفاده از نمونه‌گیری در دسترس شامل ۳۰ نفر انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل گماشته شد. ابزار مورد استفاده در این پژوهش شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون یادگیری از درس ریاضی با روایی و پایایی مقبول بود. سپس داده‌ها با استفاده از آزمون تی مستقل تجزیه و تحلیل شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که بین نمره‌های پس‌آزمون در دو گروه آزمایش و گواه تفاوت معناداری وجود دارد. به عبارت دیگر، نتایج حاصل از پژوهش نشان دهنده تأثیر معنادار الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر میزان یادگیری دانش‌آموزان در درس ریاضی بود. این نتیجه، نشان دهنده موفقیت استفاده از مدل طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای برای یادگیری موضوعات پیچیده و شاهد علمی منتج از پژوهش برای توصیه به کاربرد این الگو در تدریس در درس ریاضی است.

واژگان کلیدی: طراحی آموزشی، الگوی چهارمؤلفه‌ای، بارشناختی درونی، درس ریاضی.

* دانشیار تکنولوژی آموزشی دانشگاه علامه طباطبائی گروه راهنمایی و مشاوره، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران

** دانشجوی دکتری رشته تکنولوژی آموزشی دانشگاه علامه طباطبائی گروه روانشناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین، ورامین، ایران

*** نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری رشته تکنولوژی آموزشی دانشگاه علامه طباطبائی. bakhtiarvand@gmail.com

مقدمه

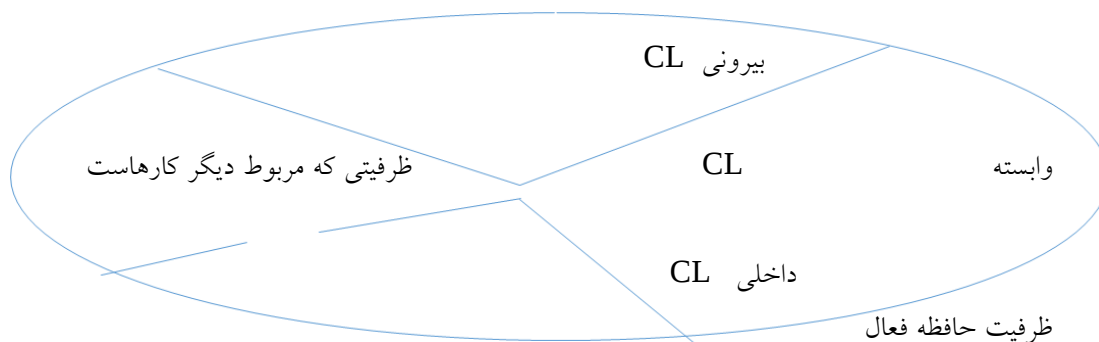
یکی از نظریه‌های قدرتمند یادگیری در روان شناسی تربیتی، نظریه شناختی است. بر طبق این نظریه، یادگیری انسان از فرآیندهای درونی تأثیر می‌پذیرد. اصول روان شناسی شناختی بر این مبنا شکل گرفته‌اند که افراد چگونه اطلاعات را کسب و پردازش می‌کنند و آن‌ها را به کار می‌گیرند. نظریه یادگیری شناختی بر مشخص‌سازی ساختارها، فرآیندها و بازنمایی‌های شناختی تمرکز دارد که آموزش و یادگیری را تسهیل می‌بخشند (اسمیت و راگان^۱، ۲۰۰۵). نظریه پردازان شناختی معتقدند که فرآیندهای ذهنی یادگیرنده، عامل اصلی در توضیح یادگیری هستند. طریقه‌ای که یادگیرنده به واسطه آن، اطلاعات را مورد پردازش قرار داده، به کار می‌برد و می‌تواند اندیشه‌ها و ساختارهای ذهنی درونی وی را تغییر دهد، یکی از اندیشه‌های اصلی نظریه شناختی، نظریه خبر پردازشی یا پردازش اطلاعات است (بیابانگرد، ۱۳۹۰).

بدون شناخت فرایندهای شناختی انسان، طراحی آموزشی مبهم است. بر اساس این فرض، در نظریه بار شناختی (CL) فرض می‌شود که یادگیری، به طور کلی، از طریق ظرفیت حافظه فعال محدود رخ می‌دهد پردازش‌ها به صورت مختصر اطلاعات را نگه می‌دارند و یک حافظه بلند مدت نامحدود پردازش اطلاعات را ذخیره می‌کند. (سویلر و همکاران، ۲۰۱۱) ساختار بار شناختی، نقطه عطف نظریه CL است. CL بار انجام وظایف خاص ایجاد و تحمیل در شناخت انسان است. (سویلر و همکاران، ۱۹۹۸). علاوه بر این سویلر و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که نظریه به طور خاص یک نظریه طراحی آموزشی است. که با هدف شناخت انسان در توسعه طراحی آموزشی بر اساس آنچه ما در مورد شناخت انسان می‌دانیم دنبال می‌شود در نتیجه با توجه به محدودیت‌های کار سیستم حافظه انسان، هدف تئوری CL ایجاد محیط‌های مؤثر و کارآمد که منجر به یادگیری بهتر می‌شود.

طبق تحقیقات پاس (۱۹۹۲) CL شامل بار ذهنی و تلاش ذهنی است. بار ذهنی از پیچیدگی درونی کارها ناشی می‌شود، و تلاش ذهنی ظرفیت شناختی که در اجرای این کارها یا وظایف صرف شده است عمل می‌کند (سویلر و همکاران، ۱۹۹۸). به نظر می‌رسد به طور مستقیم CL را به یک عمل مورد نظر متصل می‌کند. علاوه بر این، برخی از محققان دیگر به اثر متقابل شاخصه‌های وظیفه و یادگیرنده یا بار ذهنی اشاره کردند (به عنوان مثال، پاس، تووینن، تبرز، و ون گرون، ۲۰۰۳؛ پاس و

مرینبور، ۱۹۹۴). ویژگی‌های کار ممکن است شامل عناصری مانند "نوآوری کاری، فشار زمان و سیستم پاداش باشد" در حالی که ویژگی‌های یادگیرنده ممکن است شامل مواردی مانند "قابلیت شناختی، سبک شناسی، ترجیحات و دانش قبلی" باشد. (پاس و مرینبور، ۱۹۹۴، ص ۳۵۴). در نهایت، احتمال اضافه شدن ویژگی‌های زیست محیطی به CL پیشنهاد شد. برای روشن شدن موضوع پاس و مرینبور (۱۹۹۴) اظهار داشتند که چنین عناصر محیط زیستی مثل سر و صدای زیاد یا حرارت می‌تواند CL را تحریک کند.

در اصل CL سه نوع مفهوم را شامل می‌شود: درونی، بیرونی و بارهای وابسته. (به عنوان مثال، سویلر، ۱۹۹۴). CL داخلی توسط ساختار داخلی موارد آموزشی به وجود می‌آید. (به عنوان مثال، سویلر، ۲۰۱۰)، که عمدتاً بر اساس تعامل با تبادل اطلاعات عناصر است. عنصر اطلاعات، یک قطعه اطلاعات یا واحد اطلاعات است که می‌تواند به تنهایی یا حافظه فعال پردازش شود. (لی هی و همکاران، ۲۰۰۳). از سوی دیگر CL بیرونی، با خصیصه‌های آموزشی ضعیف ایجاد می‌شود. (سویلر، ۲۰۱۰). که شامل سبک‌های ارائه شده است. در نهایت، CL وابسته به میزان منابع اختصاص یافته برای تبادل با بار داخلی اشاره دارد. (به طور مثال، کالیوگا، ۲۰۱۰؛ سویلر و همکاران، ۲۰۱۱). تمایل تئوری قبلی این بود که سه نوع CL در آن قابل افزایش بود که آنها روی هم رفته کل CL را تشکیل می‌هند (به طور مثال، پاس و همکاران، ۲۰۰۳؛ سویلر، ۲۰۰۵، سویلر و همکاران، ۱۹۹۸). سویلر (۲۰۱۰) در مورد اینکه بار داخلی و بیرونی فقط می‌تواند به وسیله امکان داشتن افزایش و کاهش قابل توجه در کل CL باشد، بحث می‌کند. فرمول جدید مربوط به CL وابسته نیست چون با CL بیرونی ارتباط منفی دارد و در منابع کمتری که مختص CL بیرونی است شناخته شده، به این معنی که ظرفیت ذخیره منابع بیشتری را برای یادگیری دارد. در صورتیکه که CL وابسته ظرفیت حافظه فعال مختص CL بیرونی را از قبل به عهده گیرد، این بحث روشن است که تغییری در کل CL ایجاد نمی‌شود. ارتباطات بین انواع CL در شکل یک ترسیم شده است.



شکل ۱. روابط فرض شده بین انواع CL

طبق شکل ۱، الف-یک مقدار ثابت بین CL بیرونی و CL داخلی وجود دارد. ب-CL داخلی می تواند توسط CL وابسته بیشتر جبران شود. ج-مقدار ظرفیت ذخیره شده از CL بیرونی می تواند برای یادگیری اختصاص یابد. (به عنوان مثال CL وابسته). د-ظرفیت آزادی که بتوان برای یادگیری به کار برد وجود ندارد. ه-تمرکز خودآگاهی بر یادگیری مطالب با سطح بالایی بر CL داخلی وجود ندارد. (کالیوگا، ۲۰۱۱) ادعا کرد که در ارتباط با موارد آموزشی و اهداف CL داخلی می تواند شامل CL وابسته باشد که باعث می شود CL وابسته از کار بیفتد زیرا نمی توان از مفهوم CL درونی جدا شود. علاوه بر این نتایج ناتمام تحقیقات اولیه برای اندازه گیری سه نوع CL به طور جداگانه به "مشکلات نظری یا تشخیص بارشناختی مرتبط" اشاره دارد. (کالیوگا، ۲۰۱۱، ص. ۱۵). به طور مشابه سویلر و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند: "به طور جدی شک دارند که آیا فنون روان سنجی می تواند به طور معناداری "انواع CL" را به ویژه هنگامی که یادگیری مبتدیان را مورد مطالعه قرار می دهند، تمایزی دارد یا نه. (ص. ۸۵). اخیراً، لپینک، پاس، ون در ولوتن، ونگوگ و ون مرینبور (۲۰۱۳) CL اظهار داشتند که آنالیز فاکتور آن ها در مورد ابزار جدیدی که در اندازه گیری سه نوع مورد نظر قرار گرفته بودند، سه عامل را نشان داد. بر این اساس، لپینک و همکاران (۲۰۱۳) اظهار داشتند که تقسیم CL به دو نوع، ممکن است مناسب نباشد. هرچند لپینک، پاس، ونگوگ، ون در ولوتن و ون مرینبور (۲۰۱۴) بارهای بیرونی و درونی را فقط با استفاده از یک نسخه اقتباس شده از لپینک و همکاران را آشکار می کند. (۲۰۱۳) ابزار سنجش، در حالی که نتایج با توجه به بار وابسته ناتمام بود (آزمایش ۲).

همه اینها پیشنهاد می‌کنند که وقتی کل CL ممکن است فراتر از ظرفیت محدود حافظه فعال باشد. (به عنوان مثال، ظرفیت آزاد در دسترس نیست) یادگیری ممکن است به دلیل فقدان منابعی که بتوان به آن اختصاص داد، انجام نگیرد. به عبارت دیگر زمانی که CL بیرونی کاهش می‌یابد، بیشتر منابع حافظه فعال آزاد می‌تواند به پردازش اطلاعات بیشتری اختصاص یابد. (هو و چاو، ۲۰۰۵). این بینش ما را به روابط میان CL، حافظه فعال و دانش قبلی هدایت می‌کند.

منطقی است که فراخواندن بار شناختی (CL) بار حافظه فعال را بارگیری می‌کند، زیرا آن را به مقدار منابع حافظه فعال اختصاص داده شده برای پردازش اطلاعات اشاره می‌کند یا بار در حافظه فعال ذخیره می‌شود. بر اساس نظریات بادلی (۱۹۹۲)، آنچه حافظه طولانی مدت یاد گرفته یا ذخیره می‌شود، ابتدا توسط حافظه فعال پردازش می‌شود. به همین ترتیب، مایر (۲۰۰۹) اظهار داشت که "کار مرکزی یادگیری چند رسانه‌ای در حافظه فعال انجام می‌شود" (ص. ۶۲). علاوه بر این، محدودیت حافظه فعال در مقالات بسیاری مستند شده است.

به عنوان مثال میلر (۱۹۵۶) فرض کنید که این محدودیت‌ها به این معنی است که ما ممکن است قادر به کنترل بیش از منفی هفت یا مثبت دو قسمت اطلاعات در یک زمان باشیم. کاون (۲۰۰۱، ۲۰۱۰) اذعان کرد که این ظرفیت حافظه فعال مرکزی می‌تواند سه تا پنج قسمت در بزرگسالان باشد. اخیراً کاون (۲۰۱۴) اظهار داشت که در یک نوع خاص از کدگذاری انگیزشی (فنونلژیکی، بصری-فضایی، و غیره)، بزرگسالان عادی به حدود سه یا چهار واحد معنی‌دار یا قسمت‌های بزرگ محدود می‌شوند. (ص. ۲۰۴). کاون (۲۰۱۴) در ادامه اظهار داشت که به نظر می‌رسد زمان یا محدوده زمانی برای حافظه فعال وجود دارد که در حدود ۳۰ ثانیه بسته به کار است. (ص. ۲۰۴). چنین ظرفیت حافظه فعال در نظریه CL بسیار مهم است به خصوص زمانی که در حال پردازش و یادگیری اطلاعات جدید باشد. سویلر (۲۰۰۴) اذعان می‌کند که ورودی اطلاعات برای حافظه فعال از حافظه بلند مدت یا حافظه حسی ناشی می‌شود. فرض بر این است که در صورت اطلاعات دریافتی از حافظه بلند مدت (مانند اطلاعات شناخته شده یا اطلاعات قبلی) هیچ بار حافظه فعال وجود ندارد در حالی که اطلاعات جدید، وابسته به طراحی و جنبه‌های درونی آن، منجر به CL می‌شود. به طور مشابه پاس و آیرس (۲۰۱۴) روشن کرده‌اند که محدودیت‌های حافظه فعال فقط در هنگام رسیدگی به اطلاعات جدید اعمال می‌شود. همه اینها در راستای این ایده است که با افزایش تخصص یا دانش، روشی که در آن اطلاعات به حدی تغییر می‌کند که بیشتر اصول طراحی CL برای این تخصص کارایی ندارد. (به

عنوان مثال سویلر، ۲۰۰۳). سویلر (۲۰۰۳) اذعان می‌کند این تناقض به علت "اثر فزونی است و اثر برگشت معکوس نامیده می‌شود". (ص. ۲۵۷). در نتیجه، دانش آموزان متخصص یا دانش آموزانی که دانش قبلی دارند، ممکن است نیازی به هدایت نداشته باشند (به عنوان مثال، کالیوگا و سویلر، ۲۰۰۴) سطح دانش قبلی به نظر می‌رسد بر بار ذاتی نیز تأثیر می‌گذارد. به عنوان مثال، پس و همکاران (۲۰۰۳) اشاره کرد که نه تنها پیچیدگی درونی موارد آموزشی، بلکه دانش یا تخصص قبلی دانش آموزان، CL درونی را تنظیم می‌کند. همچنین، مک کرادن، اسکراو، هارت لی و کی ورا (۲۰۰۴) نشان دادند که اطلاعات شناخته شده منجر به CL درونی کمتری نسبت به اطلاعات ناشناخته می‌شود. علاوه بر این سویلر و کندلر (۱۹۹۴) اذعان داشتند که دانش قبلی سطح دشواری موارد آموزشی را تعیین می‌کند. در نتیجه جینز (۲۰۰۵) پیشنهاد می‌کند که باید بین موارد یادگیری و یادگیرندگان بر اساس CL و سطح دانش قبلی همسان باشد. در نتیجه و به اندازه کافی قابل توجه است. سویلر (۲۰۰۵) و سویلر و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند که دانش قبلی می‌تواند تنها مدیر اجرایی مرکزی برای یادگیری باشد. همه اینها نشان می‌دهد که دانش قبلی می‌تواند بار حافظه فعال یا CL به میزان معینی با کاهش تقاضای ظرفیت حافظه فعال محدود شود. در غیر اینصورت، همانطور که در مورد اطلاعات جدید، بدون کمک از حافظه بلند مدت، منابع حافظه فعال می‌توانند به علت مقدار بالایی از CL از کارایی هر دو ویژگی یادگیری و ویژگی‌های طراحی آموزشی ناتوان باشند.

بهینه سازی بار شناختی

مسئله این نیست که CL باید تا حد ممکن کاهش یابد یا به نقطه صفر برای تقویت یادگیری برسد (پاس، رنکل و سویلر، ۲۰۰۴، ون گوگ و پاس، ۲۰۰۸). بر اساس نظریات پاس و همکاران (۲۰۰۴) هم چنین شرایط زیر بار و هم شرایط اضافه بار می‌توانند به یادگیری آسیب برسانند. در نتیجه، محققان پیشنهاد کردند که شرایط یادگیری زیر بار باید با تمرین به طور مناسب تأمین شود در حالی که تمرین تحت شرایط اضافه بار، باید به کاهش بار به یک سطح قابل کنترل کمک کند. در یک روش مشابه، ون گوگ و پاس (۲۰۰۸) به مسئله مهمی که تاکید کردند این بود که CL را به طور کامل کاهش نمی‌یابد اما بهینه سازی آن تا اندازه‌ای است که به یادگیری آسیب نمی‌رساند. بعضی محققان همچنین مشخص کرده‌اند هنگامی که CL داخلی بالا است، اهمیت کمتری دارد (به طور مثال کارلسون، چندلر و سویلر، ۲۰۰۳، پاس و همکاران، ۲۰۰۳، سویلر و همکاران، ۱۹۹۸).

گمان می‌شود که تمام CL فقط شامل بارهای درونی و بیرونی است. (به طور مثال کالیوگا، ۲۰۱۱، سویلر، ۲۰۱۰)، سپس، ما باید یک یا هر دو بارهای داخلی و بیرونی را برای بهینه سازی کل CL کاهش دهیم. خوشبختانه، لی، پلاس و هومر (۲۰۰۶) بیان داشتند که این امکان وجود دارد که سطوح بارهای خارجی و داخلی در راستای اطلاعات قبلی یادگیرنده یک شرایط ایده آل است. با این حال، سویلر و همکاران (۲۰۱۱) ادعا می‌کنند که کاهش CL بیرونی مفید است در حالی که بار "شناختی داخلی بایستی بهینه سازی شود تا اینکه کاهش یابد" (ص. ۲۱۲).

به طور ویژه، سویلر و همکاران (۲۰۱۱) اشاره می‌کنند هنگامی که یک کار یادگیری و دانش قبلی دانش آموز بدون تغییر باقی می‌ماند، CL درونی نیز همچنان نیز مانند آن بدون تغییر باقی می‌ماند. صاحب نظران اظهارات بیشتری داشتند در مورد سطوح پایین دانش قبلی، در ابتدا کاهش CL درونی مفید است، و سپس جهت ارائه وظایفی که کارایی بیشتر CL درونی را در بر می‌گیرد. علاوه بر این، اصول طراحی آموزشی و یا اثرات ناشی از تئوری CL عمدتاً بر روی CL بیرونی می‌باشد (سویلر و همکاران، ۲۰۱۱). اگر چه، با توجه به اینکه کل CL شامل بارهای بیرونی و بیرونی است (به طور مثال، کالیوگا، ۲۰۱۱، سویلر، ۲۰۱۰، سویلر و همکاران، ۲۰۱۱)، همچنین ممکن است مفید باشد تا سطح CL درونی را دستکاری کند تا بتواند یادگیری یا بهینه سازی کلی CL را بهبود بخشد. با این حال، دست بردن در CL درونی به نظر نمی‌رسد به اندازه CL بیرونی ساده یا سر راست باشد. دستکاری سطوح CL داخلی بدون تغییر ماهیت یک کار یادگیری غیر ممکن است زیرا تنظیم CL داخلی نیاز به تبادل ارتباطات بین عناصر اطلاعات می‌باشد (سویلر و همکاران، ۲۰۱۱). طبق نظرات سویلر و همکاران (۲۰۱۱) تکنیک‌های استفاده شده توسط تحقیقات قبلی به عنوان "پیش آموزش، تمرکز بر اهداف تابع، جداسازی فرآیندهای رویه‌ای و مفهومی" همه بار شناختی درونی را کاهش می‌دهند (ص. ۲۱۷). اگر چه سویلر و همکاران (۲۰۱۱) همچنین اظهار داشتند که "یادگیری با درک به اطلاعات تعاملی عناصر بالا ذخیره شده است" (ص. ۲۱۷). بر این اساس، محققان پیشنهاد داده‌اند که تعامل وظایف عناصر بالا با داشتن تمام عناصر اطلاعات پس از کاهش وظایف CL داخلی، برای فهم آن، ضروری است. یکی دیگر از گزینه‌ها کاهش CL بیرونی است سویلر (۱۹۹۴)، و سویلر و چندلر (۱۹۹۴)، پیشنهاد دادند که تا زمانی که میزان CL درونی کم باشد این امکان وجود ندارد که CL بیرونی افزایش یابد. این بدان معنی است که بار بیرونی نیز می‌تواند کاهش یابد که تحت شرایط CL درونی بالا، مفید خواهد بود. اگر چه طبق نظر بئرت (۲۰۰۲)، کاهش CL بیرونی به صورت خودکار در ذخیره سازی منابع شناختی

بر خود یادگیری، منجر نمی‌شود، بنابراین بنرت (۲۰۰۲)، اهمیت خود مدیریتی CL و یا تعاملات با CL بالا را تأکید کرد.

از طرفی یادگیری وظایف پیچیده، مستلزم یادگیری دو دسته مهارت است که ون‌مرینباثر آنها را مهارت‌های بی‌ثبات و باثبات می‌نامد. دسته‌بندی مهارت‌ها به دو گروه باثبات و بی‌ثبات اهمیت ویژه‌ای دارد، چراکه، فرآیندهای یادگیری مربوط به این دو نوع مهارت با یکدیگر تفاوت‌های اساسی دارد. فرآیندهای یادگیری مربوط به ابعاد بی‌ثبات وظایف پیچیده و یادگیری کلی آن از طریق فرآیند ایجاد طرحواره صورت می‌گیرد. بنابراین در عمل باید یادگیرندگان را تشویق کرد تا از تجارب عینی قابل دسترس، طراحواره‌های لازم را بسازند. در این صورت طرحواره‌های ساخته شده، با تجارب شاگرد تناسب بیشتری دارد. از سوی دیگر، فرآیندهای مورد نیاز برای یادگیری ابعاد باثبات موضوعات پیچیده، با مفهومی مرتبط است که «خودکارسازی قاعده» نامیده می‌شود. خودکارسازی به کمیت و کیفیت تمرین‌هایی که برای شاگرد فراهم شده است، اشاره دارد (نوروزی و رضوی، ۱۳۹۳). این الگو شامل چهار مؤلفه اصلی شامل؛ ۱. وظایف یادگیری یا تکالیف یادگیری؛ یادگیرنده با مهارت‌های تشکیل دهنده یک موضوع پیچیده رو به رو می‌شود و به فعالیت‌هایی می‌پردازد که منجر به یادگیری آن مهارت می‌گردد. ۲. اطلاعات پشتیبان؛ برای آنکه یادگیرنده بتواند به خوبی از عهده تکالیف بی‌ثبات برآید و واقعاً از طریق انجام دادن این گونه تکالیف یاد بگیرد، نیازمند اطلاعات است. این اطلاعات پشتیبان، آموخته‌های فعلی را با کاری که یادگیرنده انجام می‌دهد مرتبط می‌سازد. اطلاعات پشتیبان همان چیزی است که ما آن را «نظریه» می‌نامیم و غالباً در کتابها و مجامع علمی ارائه می‌شود. بنابراین برای انجام دادن تکالیف یادگیری لازم است یادگیرنده چنین اطلاعاتی را در اختیار داشته باشد. اطلاعات پشتیبان به جنبه‌های بی‌ثبات مهارت‌های پیچیده مربوط می‌شود. ۳. اطلاعات به موقع؛ اطلاعات به موقع، به صورت گام به گام، دانش مورد نیاز یادگیرنده را برای انجام دادن مهارت‌های باثبات به وی عرضه می‌دارد. این اطلاعات مربوط به مهارت‌های باثبات مهارت‌های پیچیده است. ۴. تمرین خرده وظیفه؛ تمرین خرده وظیفه سبب می‌شود که مهارت‌های مورد نظر به خوبی و با تسلط بالا آموخته شود (همان).

به نظر می‌رسد که با بکارگیری ابن الگوی طراحی آموزشی که ویژه مطالب پیچیده چون مباحث مطرح شده در درس ریاضی است، بتوان از تحمیل اضافه بارشناختی برای یادگیرندگان جلوگیری کرد. در ادامه به برخی از پژوهش‌هایی که در این زمینه انجام شده است اشاره می‌شود؛

در پژوهشی جانگالین (۲۰۰۸)، با عنوان بررسی اثر رویکردهای آموزشی خردوظیفه و کل‌وظیفه بر اکتساب و انتقال مهارت پیچیده شناختی (مقدمات اکسل) بر روی ۵۱ معلم ضمن خدمت دوره‌ی لیسانس، به این نتیجه رسیدند که در موقعیت کل‌وظیفه‌ی مبتنی بر مدل طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای، به طور معناداری فرآیند اکتساب و انتقال مهارت پیچیده، بهتر از موقعیت خرد-وظیفه می‌باشد. در پژوهشی که توسط لیم و همکاران (۲۰۰۹)، با عنوان توسعه تخصص فنی؛ بررسی تأثیر الگوی چهار مؤلفه‌ای بر یادگیری و توسعه تخصص فنی در مدارس چین انجام گرفت، نتایج نشان داد که محیط‌های یادگیری مبتنی بر این الگو در ارتقای توسعه تجارب فنی در آموزش فنی نسبتاً بهتر از تدریس طراحی شده‌ی آنلایین با روش منظم بود. اینفیلد (۲۰۱۲)، در پژوهشی با عنوان طراحی بازی آموزشی با مراحل ده گانه برای یادگیری موضوعات پیچیده، به این نتیجه دست یافت که بازی آموزشی طراحی شده بر اساس الگوی چهار مؤلفه‌ای هم موجب جذاب‌تر شدن یادگیری و هم اثربخشی بیشتر آن می‌گردد. دهقانزاده و همکاران (۱۳۹۴)، در پژوهشی با عنوان اثربخشی الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای مبتنی بر چندرسانه‌ای در یادگیری موضوعات پیچیده، به این نتیجه دست یافتند که اثربخشی آموزش به شیوه چندرسانه‌ای طراحی شده بر اساس الگوی چهار مؤلفه‌ای بیشتر از آموزش به شیوه سنتی و چندرسانه‌ای معمول است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر آموزش از با الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر میزان بارشناختی درونی در درس ریاضی کلیه دانش‌آموزان پسر سال دوم راهنمایی شهر روانسر در سال تحصیلی ۹۵-۹۶ بود. بنا بر هدف پژوهش، فرضیه پژوهش را می‌توان بدین صورت بیان کرد که: بکارگیری الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای موجب کاهش بارشناختی درونی دانش‌آموزان در درس ریاضی می‌شود.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری این پژوهش را کلیه دانش‌آموزان پسر سال دوم راهنمایی شهر روانسر در سال تحصیلی ۹۵-۹۶ تشکیل می‌دادند، از این جامعه آماری، یک کلاس از یک مدرسه که شامل ۳۰ دانش‌آموز بود از طریق نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و آزمایش گماشته شد. سپس از هر دو گروه پیش‌آزمون یادگیری از درس ریاضی گرفته شد. سپس به گروه کنترل در طی ۶ جلسه یک ساعته درس ریاضی به صورت سنتی و بدون مداخله آموزشی به آزمودنی‌ها ارائه شد و به

گروه کنترل همان محتوا، در قالب الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای در طی ۶ جلسه یک ساعته ارائه شد. در پایان هر یک از ۶ جلسه نیز، پرسشنامه سنجش بارشناختی درونی در بین آزمودنی‌های هر دو گروه توزیع شد. در پایان نیز از هر دو گروه پس‌آزمون یادگیری گرفته شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از آزمون آماری تی مستقل و با کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ تحلیل شد. در این پژوهش از دو ابزار استفاده شد؛

۱. آزمون یادگیری: شامل پیش‌آزمون یادگیری (با تأیید روایی صوری توسط معلمان درس ریاضی به عنوان متخصصین موضوع و پایایی کرونباخ $0/76$) و پس‌آزمون یادگیری (با تأیید روایی صوری توسط معلمان درس ریاضی به عنوان متخصصین موضوع و پایایی کرونباخ $0/78$) که به صورت عینی و ۲۰ سؤال طراحی شده بود. کمترین نمره در پیش‌آزمون و پس‌آزمون ۰ و بالاترین نمره ۲۰ بود.
۲. پرسشنامه سنجش بارشناختی درونی: برای سنجش بارشناختی درونی از پرسشنامه برونکن و همکاران (۲۰۰۴) استفاده شد. این پرسشنامه دارای ۵ گویه، ۵ درجه‌ای از بسیار آسان (با ارزش ۱)، آسان (۲)، نه آسان، نه دشوار (۳)، دشوار (۴) و بسیار دشوار (۵) و در مقیاس لیکرت است. همچنین لازم به ذکر است که دارای روایی صوری تأیید شده و همچنین پایایی $0/83$ می‌باشد.

یافته‌ها

در بخش آمار توصیفی، از شاخص‌هایی مانند میانگین و انحراف معیار نمرات و در قسمت آمار استنباطی برای بررسی فرضیه پژوهش، از آزمون آماری تی مستقل استفاده شد. نتایج بدست آمده در ادامه ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های آماری گروه‌ها

گروه‌های آموزشی	مقطع و سال تحصیلی	فراوانی	درصد	درصد فراوانی	تجمع
کنترل	سوم راهنمایی	۱۵	۵۰	۵۰	
آزمایش	سوم راهنمایی	۱۵	۵۰	۱۰۰	

جدول ۲. آزمون تی مستقل برای دو گروه کنترل و آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون یادگیری^۱

آزمون	گروه‌ها	میانگین نمرات	انحراف معیار	T	p-value
پیش‌آزمون	کنترل	۸/۶۸	۱/۲۸	۰/۱۵۸	۰/۷۷۰
	آزمایش	۹	۱/۲۵		
پس‌آزمون	کنترل	۱۰/۵۰	۱/۵۲	۴/۳۹	۰/۰۰۱
	آزمایش	۱۷/۵۰	۱/۴۴		

همانگونه که در جدول ۲، قابل مشاهده است، تفاوتی بین میانگین نمرات پیش‌آزمون یادگیری در درس ریاضی آزمودنی‌ها وجود نداشته است ($\text{sig} = ۰/۷۷۰$). با توجه به میانگین نمرات در پس‌آزمون، مشخص می‌شود که بین میانگین نمرات یادگیری آزمودنی‌ها در دو گروه کنترل و آزمایش تفاوت معناداری ($\text{sig} = ۰/۰۰۱$) وجود دارد.

فرضیه پژوهش: بکارگیری الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای موجب کاهش بارشناختی درونی دانش‌آموزان در درس ریاضی می‌شود.

جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل برای دو گروه کنترل و آزمایش در بارشناختی درونی

متغیر	گروه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	Df	T	p-value
بارشناختی درونی	کنترل	۱۵	۱۸	۱/۳۴	۲۸	۴/۳۴	۰/۰۰۱
	آزمایش	۱۵	۱۲	۱/۵۶			

^۱ لازم به ذکر است که در این پژوهش در پی بررسی تأثیر الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر میزان بارشناختی می‌باشیم. بنابراین استفاده از پیش‌آزمون و پس‌آزمون صرفاً به جهت نشان دادن عدم تفاوت و یکسان بودن دانش آزمودنی‌ها قبل از مداخله آموزشی می‌باشد. به همین جهت در این پژوهش از آزمون آماری تی مستقل استفاده شده است.

با توجه به اطلاعات ارائه شده در جدول ۳، چون تی محاسبه شده ($t = 4/34$) در سطح اطمینان ۹۵ درصد و درجه آزادی ۲۸ از مقدار p ($0/008$) بزرگتر است؛ بنابراین از نظر آماری بین تفاضل میانگین‌های گروه کنترل و آزمایش در میزان بارشناختی درونی تفاوت معناداری وجود دارد ($0/001 = p$). با توجه به اینکه میانگین گروه آزمایش در میزان بارشناختی درونی کمتر میانگین گروه کنترل است؛ بنابراین فرضیه تحقیق مبنی بر اینکه بکارگیری الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای موجب کاهش بارشناختی درونی دانش‌آموزان در درس ریاضی می‌شود، پذیرفته می‌شود. بدین معنا که، آزمودنی‌های گروه آزمایش که محتوای درس ریاضی را با الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای آموزش دیدند، بارشناختی درونی کمتری را نسبت به گروه کنترل که همان محتوا را به شیوه سنتی آموزش دیدند، در طی فرآیند یاددهی-یادگیری تجربه کرده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

به کارگیری اصول نظریه بار شناختی در طراحی برنامه آموزشی می‌تواند پیشرفت تحصیلی را افزایش و بار شناختی ادارک شده دانش‌آموزان را کاهش دهد؛ همچنین به یادگیرندگان این امکان را می‌دهد تا تلاش شناختی موجود را صرف یادگیری بهتر نموده که در نتیجه آن یادگیری بهینه افزایش می‌یابد. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر میزان بارشناختی درونی دانش‌آموزان سال دوم راهنمایی در درس ریاضی بود. یافته پژوهش در ارتباط با فرضیه پژوهش (بکارگیری الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای موجب کاهش بارشناختی درونی دانش‌آموزان در درس ریاضی می‌شود) نشان داد که بکارگیری الگوی چهار مؤلفه‌ای در فرآیند یاددهی-یادگیری موجب کاهش بارشناختی درونی در درس ریاضی می‌شود. نتیجه این پژوهش، با نتایج پژوهش‌های جانگ‌لین (۲۰۰۸)، لیم و همکاران (۲۰۰۹)، اینفیلد (۲۰۱۲)، و دهقانزاده و همکاران (۱۳۹۴) که هر یک به نوعی پژوهش‌شان حاکی از اثربخشی الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر کاهش بارشناختی و افزایش یادگیری و در نتیجه اثربخشی آموزش بود، همسو می‌باشد.

با توجه به یافته‌ها می‌توان استدلال کرد با توجه به پژوهش حاضر و دیگر پژوهش‌ها گسترش نظریه بار شناختی نیازمند معیارهای دقیق برای اندازه‌گیری بار شناختی است. ادبیات پژوهشی نشان می‌دهد که طی سال‌ها از مقیاس دشواری سؤال و تلاش ذهنی برای اندازه‌گیری بار شناختی استفاده شده

است؛ در حالی که با در نظر گرفتن انواع بار شناختی نیاز به مقیاس فردی برای حمایت از مباحث نظری مبتنی بر تفاوت‌های انواع بار شناختی وجود دارد.

به نظر می‌رسد دلیل اثربخش بودن الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر میزان کاهش بارشناختی درونی را بتوان به زیر مؤلفه‌های این الگو در ارتباط دانست، زیرا این الگو با مهیا ساختن محیط یاددهی-یادگیری که در آن اطلاعات مورد نیاز به موقع ارائه می‌گردد و همچنین پشتیبانی لازم در زمان مورد نیاز با استفاده از اطلاعات جانبی و همچنین مطلوب بودن این الگو جهت درس ریاضی که دارای مسائل پیچیده برای دانش‌آموزان است، موجب کاهش بارشناختی درونی و در نتیجه اثربخشی فرآیند یاددهی-یادگیری می‌گردد. بنابراین با توجه به نتایج پژوهش، به مجریان آموزش توصیه می‌گردد که برای ارائه درس ریاضی از این الگوی طراحی آموزش استفاده نمایند.

منابع

- Agostinho, S., Tindall-Ford, S., & Roodenrys, K. (2011). Using computer-based tools to self manage cognitive load. In T. Bastiaens & M. Ebner (Eds.), *Proceedings of world conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications 2011* (pp. 3374-3378). Chesapeake, VA: AACE.
- Bannert, M. (2002). Managing cognitive load-recent trends in cognitive load theory. *Learning and Instruction*, 12, 139-146.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Biyabangard, E. (2011). *Educational psychology*. Tehran: Virayesh. (in Persian).
- Brünken, R., Plass, J.L., & Leutner, D. (2004). Assessment of cognitive load in multimedia learning with dual-task methodology: Auditory load and modality effects. *Instructional Science*, 32, 115-132.
- Carlson, R., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). Learning and understanding science instructional material. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 629-640.
- Cowan, N. (2010). The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? *Current Directions in Psychological Science*, 19(1), 51-57.
- Cowan, N. (2014). Working memory underpins cognitive development, learning, and education. *Educational Psychology Review*, 26, 197-223.
- Dehghanzade, H., Rastegarpur, H., Dehghanzade, H. (2015). On the Effectiveness of a Four-Component Multimedia-based Instructional Design Model in Learning Complex Issues. *Journal of Information and Communication Technology in Education*. C5, N3, P45-60.
- Enfield, J. (2012). *Designing an educational game with ten steps to complex learning*. Doctor of philosophy Dissertation, Indian University.
- Heo, M., & Chow, A. (2005). The impact of computer augmented online learning and assessment tool. *Educational Technology and Society*, 8(1), 113-125.

Jung Lim. (2008) The effects of part-task and whole-task instructional approaches on acquisition and transfer of a complex cognitive skill. *Education Tech Research Dev* 57:61–77 DOI 10.1007/s11423-007-9085-y

Kalyuga, S. (2011). Cognitive load theory: How many types of load does it really need? *Educational Psychology Review*, 23(1), 1-19.

Kalyuga, S., & Sweller, J. (2004). Measuring knowledge to optimize cognitive load factors during instruction. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 558-568.

Kalyuga, S. (2012). *Cognitive load and instructional design* (Translated by Amirteimoury, MH., Mosaramezani, S., Velayati, E.). Tehran: Avaye Noor. (in Persian).

Kirschner, P. A. & Van Merriënboer, J. J. G. (2007). *Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design*: Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Lee, H., Plass, J. L., & Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer-based science simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 902-913.

Leppink, J., Paas, F., van der Vleuten, C. P. M., van Gog, T., & van Merriënboer, J. J. G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods*, 45(4), 1058-1072.

Leppink, J., Paas, F., van Gog, T., van der Vleuten, C. P. M, & van Merriënboer, J. J. G. (2014). Effects of pairs of problems and examples on task performance and different types of cognitive load. *Learning and Instruction*, 30, 32-42.

Lim, J., Reiser, RA., Olin, Z. (2009). The effects of part-task and whole-task instructional approaches on acquisition and transfer of a complex cognitive skill. *Education tech Research Dev*, 57, 61-77.

Leahy, W., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). When auditory presentations should and should not be a component of multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 17, 401-418.

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.

Miller, George A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97. Retrieved from <http://psychclassics.yorku.ca/Miller/>

Morrison, GR., Ross, EM., & Kemp, GA. (2008). *Designing effective instruction* (Translated by Rahimidoost, G. H.) Ahvaz: University of Shahid Chamran. (in Persian).

Noroozai, D, Razavi, SA. (2011). *Instructional design fundamental*. Tehran: Samt.

Paas, F., & Ayres, P. (2014). Cognitive load theory: A broader view on the role of memory in learning and education. *Educational Psychology Review*, 26, 191-195.

Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63-71.

Paas, F. G. W. C., & van Merriënboer, J. J. G. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86, 122–133.

Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38, 1–4.

Plass, J. L., Moreno, R, Brunken, R (2010). *Cognitive load theory*. New York: University cambrige.

Smit, PL., & Ragan, TJ. (2005). *Instructional design* (3 ed). Hoboken, NJ: Sons, Inc.

Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G., & Paas, F.G.W.C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251- 296.

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.

Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. In B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 43, pp. 215–266). San Diego, CA: Academic Press.

Van Merriënboer, J. J. G., Clark, R. E., & de Croock, M. B. M. (2002). Blueprints for complex learning: The 4C/ID-model. *Educational Technology Research and Development*, 50(2), 39–64.