«نشریه علمی-پژوهشی آموزش و ارزشیابی»
سال دهم ـ شماره ۴۰ ـ زمستان ۱۳۹۶
ص. ص. ۶۷-۴۳

اثربخشی روش آموزش مبتنی بر اثرات بارشناختی بر پیشرفت درسی، بارشناختی ادراک شده و انگیزش دانش‌آموزان به یادگیری درس علوم تجربی[۱]

علی عبدی[۲]
مریم رستمی[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۲۳
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۶/۰۶/۱۴

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثربخشی روش آموزشی مبتنی بر اثرات بارشناختی بر پیشرفت درسی، بارشناختی ادراک شده و انگیزش دانش‌آموزان به یادگیری درس علوم تجربی انجام گرفت. در این مطالعه از روش پژوهش شبه آزمایشی طرح دو گروهی با پیش‌آزمون - پس‌آزمون استفاده شد. ۵۸ دانش‌آموز از دو کلاس در این پژوهش مشارکت داشتند که از طریق روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند (۳۰ نفر گروه آزمایش و ۲۸ نفر گروه کنترل). گروه آزمایش از طریق طراحی برنامه درس علوم تجربی براساس اثرات بارشناختی (اثر مثال حل‌شده، اثر تکمیل مسئله، اثر تقسیم توجه، اثر عرضیت، اثر افزونگی) و گروه کنترل از طریق روش تدریس سنتی و مرسوم به مدت شش هفته آموزش دیدند. برای جمع آوری داده‌ها از آزمون معلم ساخته پیشرفت تحصیلی درس علوم شامل ۲۰ سؤال چهار گزینه‌ای و پرسشنامه انگیزش به یادگیری علوم که قبل و بعد آموزش اجرا شدند و همچنین آزمون خودگزارش‌دهی بارشناختی که در پایان هر جلسه درس در دو گروه اجرا می‌شد، استفاده شد. جهت تحلیل داده‌های آماری از تحلیل کوواریانس یکراهه(ANCOVA) استفاده شد. نتایج نشان داد دانش‌آموزانی که از طریق روش آموزشی مبتنی بر اثرات بارشناختی آموزش دیده بودند نمره پیشرفت درسی و انگیزش بالاتری در مقایسه با دانش‌آموزان آموزش دیده با روش تدریس سنتی داشتند. همچنین،دانش‌آموزان گروه آزمایش بار شناختی کمتری از دانش‌آموزان گروه کنترل ادراک کردند.

واژگان کلیدی: تئوری بار شناختی، آموزش مبتنی بر اثرات بارشناختی، پیشرفت درسی، انگیزش به یادگیری علوم، بارشناختی ادراک شده

۱- این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی مورد حمایت مالی دانشگاه پیام نور است
۲- استادیار و هیئت علمی گروه علوم تربیتی دانشگاه پیام نورAli_abdi2004@yahoo.com
۳- دانشجوی دکتری روانشناسی تربیتی دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه سمنانM.Rostami.Phd@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

The Effect of Instruction Based on Cognitive Load theory on Academic Achievement, Perceived Cognitive Load and Motivation to Learning in Science Courses

Ali Abdi
Maryam Rostami

Date of receipt: 2016.08.13
Date of acceptance: 2017.09.05

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of instruction based on cognitive load theory on academic achievement, perceived cognitive load and motivation to learning in science courses. The method of research was a quasi-experimental with non-equivalent groups, which includes pre and post-test design with the control group. A total of 58 sixth grade students from two different classes were involved in the study (experimental group N=28 and control group N=23). They were selected through available sampling. The experimental group were trained through the science course syllabus based on cognitive load effects (Worked Example Effect and Completion Problem Effect, Attention Split Effect, Modality Effect, Redundancy effect) and the control group through traditional and common teaching methods for six weeks. For collecting the data, a teacher-made achievement test on sciences which consisted of 20 multiple choice questions and a motivation toward sciences questionnaire were applied. Also, at the end of each unit, the Subjective Rating Scale (SRS) was used to measure the students' cognitive load. Both descriptive and inferential statistical (ANCOVA) techniques were used for analyzing the data. The results showed that instruction designed by CLT principles was effective for teaching sciences. Also, the findings showed that students in the experimental group developed more positive motivation towards science after the treatment.

***Keywords*:** Cognitive Load Theory, motivation towards science course, perceived cognitive load

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

پیشرفت تحصیلی موضوعی است که عموماً در حال حاضر مورد توجه نظام آموزش و پرورش هر کشوری است (سرمدی، صیف، طالبی و عابدی، ۱۳۸۹) و میزان پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان، یکی از شاخص‌های موفقیت در فعالیت‌های علمی محسوب می‌شود. به طور ویژه، پیشرفت دانش‌آموزان در درس علوم تجربی نیز یکی از دغدغه‌های متولیان تعلیم و تربیت، سیاستمداران و مربیان کشورها بوده است، آنان معمولاً عدم موفقیت و کارآیی نظام آموزشی کشورشان را در عدم توجه لازم به این درس می‌شمارند، چرا که هدف‌های کلی آموزش علوم با اهداف و آرمان‌های نظام‌های آموزشی، همپوشی و قرابت بسیار زیادی داشته و از اینرو می‌توان تحقق اهداف آموزش علوم را گامی بسیار اساسی در راستای تحقق تمامی اهداف و آرمان‌های نظام‌های آموزشی به شمار آورد (کیامنش و نوری، ۱۳۷۷). این درحالی است که نتایج سومین مطالعه بین‌المللی علوم و ریاضی(TIMSS) [۱] و اجرای مجدد آن(TIMSSR) [۲] که توسط انجمن ارزشیابی پیشرفت تحصیلی (IEA) [۳] و با شرکت ایران و تعدادی دیگر از کشورهای جهان انجام شده، مؤید عملکرد ضعیف و پیشرفت تحصیلی بسیار پایین دانش‌آموزان ایرانی نسبت به سایر کشورهاست (کیامنش، ۲۰۰۶: ۱۴۶). همچنین جایگاه نسبی ایران در ریاضیات و علوم در تیمز ۲۰۱۱ نسبت به تیمز ۲۰۰۷ تغییر چندانی نداشته است و در هر دو وضعیت، به طور معنادار پایین‌تر از میانگین مقیاس تیمز عمل کرده است (کریمی، بخشعلی‌زاده و کبیری،۱۳۹۱). وجود پیشینه تحقیقاتی بسیار در زمینه عوامل پیش‌بینی کننده پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در آزمون تیمز، بیان کننده عوامل تعیین کننده بیشماری در زمینه پیشرفت تحصیلی و کارآیی دانش‌آموزان در درس علوم است (سرمدی و همکاران، ۱۳۸۹). در این میان می‌توان به نقش معلم، آموزش مهارت‌های تدریس به آنها، نگرش مثبت به موضوع درسی، تهیه برنامه آموزشی مناسب و روش‌های تدریس فعال، اشاره کرد (مرکز مطالعات تیمز و پرلز، ۱۳۸۸). همچنین مقایسه مطالعات انجام شده در مورد عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان در ۲۳ کشور در حال توسعه و توسعه یافته، گویای آن بود که کیفیت آموزش تأثیر مثبتی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان داشته است (وایلی[۴]، و دارلینگ هاموند[۵]، به نقل از سرمدی و همکاران، ۱۳۸۹). لی[۶] (۲۰۰۰)، معتقد است که تجارب آموزشی و نوع دانش معلم بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان بخصوص در درس علوم تأثیر داشته است.

یکی دیگر از موضوعات مهم و تأثیرگذار بر پیشرفت تحصیلی، مسأله انگیزش است. شناخت و تحلیل مناسب انگیزش فراگیران برای کارآیی و اثربخشی فعالیت‌های یاددهی و یادگیری از اهمیت

1. Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)
2. Third Trends International Mathematics and Science Study – Repeat (TIMSSR)
3. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)
4. Akbas
5. Kan
6. Lie

Archive of SID

www.SID.ir

زیادی برخوردار است. بنابراین، در کنار عوامل شناختی، باید به ویژگی‌های عاطفی یادگیرندگان که شامل علاقه و انگیزش آنان نسبت به درس است توجه کرد(سیف،۱۳۹۰). انگیزش یکی از مهمترین منابع قدرتمند تکانه‌ای است که رفتار یادگیرندگان را در آموزشگاه تحت تأثیر قرار می‌دهد و قدرت و پایداری رفتار را تعیین می‌کند. انگیزش به یادگیرنده در دستیابی به هدف و کسب توانایی برای انجام فعالیت‌های ضروری در شرایط خاص نیرو می‌دهد(اکباش[۱] و کان[۲]، ۲۰۰۵). انگیزش به حالت‌های درونی موجود زنده که موجب بروز، هدایت یا تداوم رفتار او به سوی نوعی هدف می‌شود، اشاره می‌کند. به عبارتی دیگر انگیزش را می‌توان به عنوان محرک فعالیت‌های انسان و عامل جهت‌دهنده به آن تعریف کرد (سیف، ۱۳۹۰؛ رادمن[۳]،۱۹۹۷). در مطالعه انگیزش به یادگیری علوم، پژوهشگران به بررسی این مسأله می‌پردازند که چرا دانش‌آموزان می‌کوشند تا علوم را بیاموزند، این تلاش‌ها چقدر جدی است و چه عقاید، احساسات یا عواطفی، ویژگی‌های آنها را در این فرایند مشخص می‌کند(گلاین[۴]، تعصب شیرازی[۵] و بریچمن[۶]، ۲۰۰۸). این مسأله که دانش‌آموزان به موضوع درس علاقه‌ای ندارند، بر شیوه‌ی واکنش و گوش دادن آنها به معلم تأثیر می‌گذارد. زمانی که بسیاری از دانش‌آموزان بر این باورند که قادر به گذراندن درس نیستند، معلم نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در مواجهه با دانش‌آموزان بی‌علاقه، معلمان ممکن است با بی‌تفاوتی نسبت به یادگیری و پیشرفت دانش‌آموزان و به عنوان رفع تکلیف درس را به صورت یک طرفه، یکنواخت و بدون تعامل ارائه و به اتمام برساند (تلا[۷]، ۲۰۰۷). پژوهش‌های انجام شده نشان داده‌اند که خودکارآمدی، استراتژی‌های یادگیری فعال، محیط یادگیری فعال و محرک‌های محیط یادگیری از جمله مؤلفه‌های اساسی انگیزش یادگیری درس علوم هستند که به سهم خود در پیشرفت یادگیری درس علوم مؤثرند(توانا[۸]، چین[۹] و شیه[۱۰]، ۲۰۰۵). همچنین لی[۱۱] و بروفی(۱۹۹۶)، از روش‌های کیفی برای طبقه‌بندی الگوهای انگیزشی دانش‌آموزان برای یادگیری علوم استفاده نموده‌اند و محدوده‌ایی از دانش‌آموزان دارای انگیزش درونی تا دانش‌آموزان دارای رفتارهای درهم گسیخته را در بر می‌گیرند. ارب[۱۲] (۱۹۹۶) نیز فقدان انگیزش دانش‌آموزان برای یادگیری علوم را با فقدان مسئولیت‌پذیری، عزت نفس پایین آنها و کیفیت تدریس مرتبط می‌داند.

1. Wiley
2. Darling Hammond
3. Redman
4. Glynn
5. Taasoobshirazi
6. Brickman
7. Tella
8. Tuan
9. Chin
10. shieh
11. Lee
12. Erb

Archive of SID

www.SID.ir

به طور کلی می توان گفت، در بهبود پیشرفت درسی و انگیزش به یادگیری علوم، عوامل زیادی دخالت دارند که در این میان، شیوه‌ای که توسط آن فعالیت‌های تدریس و یادگیری انتخاب و سازماندهی می‌شوند و همچنین شرایط محیط یادگیری از نقش بسزایی برخوردارند. متأسفانه، گرایش معلمان به روش‌های متکی به انتقال دانش به ذهن دانش‌آموزان، تمایل و وابستگی آنان را به معلم افزایش داده و منجر به وخیم‌تر شدن مشکلات یادگیری در زمینه‌ی محتواهای گوناگون می‌شود(لی و بویل[1]،۲۰۰۸). همچنین، پیچیدگی و دشواری قابل ملاحظه موضوعات درسی، دستیابی به اهداف مهم تعلیم و تربیت را با سختی مواجه کرده است. اکنون در آموزش و پرورش کشور، از نوآوری و نوگرایی در زمینه روش‌های تدریس، استقبال می‌گردد. این هدف، با تغییر رویکرد نظریات یادگیری از رفتارگرایی به شناختی مورد توجه متخصصان تعلیم و تربیت، همچون روانشناسان تربیتی و برنامه‌ریزان درسی قرار گرفته است (حاج حسینی و اخوان تفتی، ۱۳۸۶). شیوه‌های آموزش سنتی، که بیشتر مبتنی بر رویکردهای یادگیری رفتارگرا هستند، در شرایطی که موضوع مورد یادگیری پیچیده باشد، کارآمد نیستد. بنابراین لازم است که نظام آموزش سنتی به محدودیت‌های نظام پردازش اطلاعات انسان و نیز محدودیت‌های ظرفیت پردازش حافظهٔ فعال، توجه کرده و با به‌کارگیری الگوهای طراحی آموزشی متناسب با موقعیت‌ها و موضوع‌های آموزشی خاص در صدد ایجاد یادگیری مؤثر باشد (سالاری، امیر تیموری و زارعی زوارکی، ۱۳۹۵). نظریه‌های شناختی در مطالعهٔ یادگیری به تبیین فعالیت‌های شناختی، مانند: توجه، ادراک، یادآوری و یادسپاری می‌پردازند (گلاور[2] و برونینگ[3]،۱۹۹۰). نظریه بار شناختی یکی از نظریه‌هایی شناختی است که اخیرا پژوهش‌های قابل توجهی را در طراحی آموزشی مطالب درسی به خود اختصاص داده است.

نظریه بارشناختی[4] (CLT) در دههٔ ۱۹۸۰ توسط جان سوئلر[5] و همکارانش در دانشگاه نیوسوت ولز مطرح شد(کلارک[6]، نگیوین[7] و سویلر، ۲۰۰۶؛ پاس[8]، رنکل[9] و سوئلر، ۲۰۰۳) و آن را می‌توان به عنوان نظریه اصول یادگیری و طراحی آموزش بر مبنای فرضیات مربوط به ساختارشناختی انسان تعریف کرد (سوئلر،۲۰۰۴؛ ون مرینبور و آیریس[10]، ۲۰۰۵). ادعای اصلی این نظریه آن است که اثربخشی طراحی آموزشی بدون دانش درباره ساختار شناختی انسان احتمالاً تصادفی می‌باشد. به طور ویژه، نظریه بار شناختی این استدلال را مطرح می‌کند که بسیاری از تکنیک‌های آموزشی سنتی، محدودیت‌های ساختار

1. Boyle
2. Glover
3. Bruning
4. Cognitive Load Theory
5. Sweller
6. Clark
7. Nguyen
8. Pass
9. Renkel
10. Ayres

Archive of SID

www.SID.ir

شناختی انسان را به طور دقیق مد نظر قرار نداده‌اند، چون آنها به طور غیر ضروری حافظه فعال یادگیرنده؛ یعنی خلاء محوری سیستم شناختی وی را پر می‌کنند. بر این اساس، نظریه بارشناختی تلاش می‌کند تا دانش مربوط به ساختار و عملکرد سیستم شناختی انسان را با اصول طراحی آموزشی ادغام کند(اشنوتز، فریز و هورتز[1]،۲۰۰۹).

براساس نظریه بار شناختی، انسان‌ها دارای ساختار شناختی‌ای هستند که متشکل از ثبت کننده‌های حسی، حافظه فعّال[2]و حافظه بلندمدت[3] می‌باشد (سوئلر، ون مرینبور و پاس،۱۹۹۸). مسأله اصلی آموزش بر اساس اصول نظریه بار شناختی به این صورت است که در حالیکه حافظه بلندمدت، ظرفیت نامحدودی دارد، ظرفیت حافظه فعّال از نظر قابلیت ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات بسیار محدود است (کوان[4]، ۲۰۰۵؛ پاس، ون‌گوگ[5]و سوئلر، ۲۰۱۰). بر این اساس، نظریه بار شناختی این استدلال را مطرح می‌کند که چون ظرفیت حافظه فعال محدود است، آموزش باید با این ظرفیت تطبیق داده شود (چندلر[6] و سوئلر، ۱۹۹۱؛ پاس، رینکل و سوئلر،۲۰۰۴؛ سوئلر،۱۹۹۹؛ سوئلر و چندلر،۱۹۹۴). به طور کلی، نظریه بارشناختی بر این مطلب تأکید دارد که وقتی در یک تکلیف یادگیری از ظرفیت حافظه فعال تجاوز می‌شود، یادگیری مختل می‌گردد (دی جونگ[7]،۲۰۱۰). بنابراین، محیط‌های یادگیری می‌توانند بارشناختی را تحت تأثیر قرار دهند و آن را به روش‌های مختلف تغییر دهند و این تغییرات می‌توانند اثرات متفاوتی بر درک، تفکر و یادگیری فرد داشته باشند(اشنوتز، فریز و هورتز،۲۰۰۹).

در نظریه بار شناختی، منابع حافظه فعال یا کاری مورد نیاز برای یادگیری یک مطلب خاص به سه نوع بارشناختی طبقه‌بندی می‌شوند؛ بار شناختی درونزاد[8]، بار شناختی برونزاد[9] و بار مربوط[10] (پاس و همکاران، ۲۰۰۳).

بارشناختی درونی نشأت گرفته از پیچیدگی ذاتی محتوای آموزشی است و سطح دشواری این محتوا برای یادگیری را نشان می‌دهد. برای مثال، خواندن و درک مطلب برای خواننده‌های مبتدی؛ بار درونی زیادی به وجود می‌آورد. بنابراین یادگیرنده برای تحلیل یک جمله باید هر کلمه و رابطه آن با کلمات دیگر موجود در جمله را تجزیه و تحلیل کند (اشنوتز و کروشنر، ۲۰۰۷). اگر چه عده‌ای از متخصصان عقیده دارند که بار درونی ثابت بوده و نمی‌توان آن را با طراحی‌های آموزشی یا دستکاری‌های آزمایشی تغییر داد(سوئلر و همکاران،۱۹۹۸؛ پاس و همکاران،۲۰۰۳؛ هاسلر[11]، کرستن[1] و

1. Schnotz, Fries2 & Horz
2. Working Memory
3. long-term memory
4. Cowan
5. Vangog
6. Chandler
7. Jong
8. Intrinsic
9. Extraneous
10. Germane
11. Hasler

Archive of SID

www.SID.ir

سوئلر،۲۰۰۷، نقل از دی جونگ[2]،۲۰۱۰)، اما عده‌ای دیگر اعتقاد دارند که با استفاده از برخی تکنیک‌های آموزشی مانند، ارائه مواد از ساده به پیچیده(ون مرینبور و همکاران،۲۰۰۳)، روش جداسازی و تحلیل عناصر (پولاک[3] و همکاران، ۲۰۰۲) و روش جزء به کل(گرجتس[4]،۲۰۰۴) می توان بار شناختی درونی را کاهش داد(نقل از دی جونگ[5]،۲۰۱۰).

بارشناختی بیرونی(اضافی) از عناصر و نحوهٔ طراحی آموزشی محتوا و ارائه آن به یادگیرنده نشأت می‌گیرد. برخلاف بار درونی که با جنبه‌های درونی تکلیف یادگیری ایجاد می‌شود، بار بیرونی با فرمت آموزش به وجود می‌آید(اشنوتز و کروشنر،۲۰۰۷).

بارشناختی مربوط (مطلوب) به تلاش‌های ذهنی یادگیرنده برای کسب طرحواره‌های ذهنی جدید، یادگیری محتوای آموزشی و خودکارسازی یادگیری خود گفته می‌شود (سوئلر وهمکاران، ۱۹۹۸). کلارک و همکاران (۲۰۰۶) به این مطلب اشاره می‌کنند که تغییرپذیری محتوایی در مثال‌های عملی و تمرینی (مانند کاربرد مفهوم در بسترهای متفاوت) می‌تواند اهمیت بار مربوط(مطلوب) را برای تعمیم و بسط طرحواره به‌دست دهد. مایر(۲۰۰۵) پیشنهاد می کند که پردازش شناختی مربوط را می‌توان با درخواست از یادگیرنده‌ها برای پرداختن به فعالیت‌هایی مانند خود تبیینی مطلب؛ پرورش داد.

بارشناختی درونی، بیرونی و مطلوب با هم، بارشناختی کلی تحمیل شده بر حافظه فعال را به وجود می‌آورند. افزایش بارشناختی بیرونی، منابع در دسترس حافظه کوتاه مدت برای مقابله با بارشناختی درونی را کاهش می‌دهد و در نتیجه آن بارشناختی مطلوب کاهش می‌یابد. کاهش بارشناختی بیرونی، منابع در دسترس بارشناختی درونی را آزاد می‌نماید و در نتیجه بارشناختی مطلوب را افزایش می‌دهد. وقتی بارشناختی درونی زیاد است کاهش بارشناختی بیرونی مهم است. در غیر این‌صورت، ترکیبی از هر دو می‌تواند از حداکثر ظرفیت شناختی فراتر رود و در نتیجه از وقوع بار مطلوب جلوگیری نماید. از دیدگاه طرح‌ریزی آموزشی، در نظر گرفتن ارتباط بارشناختی بیرونی و بارشناختی درونی حائز اهمیت است. چون کاهش بارشناختی بیرونی می‌تواند منابع شناختی را برای افزایش بارشناختی مطلوب آزاد سازد (پاس و همکاران، ۲۰۰۳؛ پاس و همکاران، ۲۰۱۰؛ اشنوتز و کرشنر، ۲۰۰۷). در نتیجه طراح آموزشی باید بارشناختی مطلوب را تا حد ممکن افزایش، بار شناختی بیرونی را تا حد ممکن کاهش و بار شناختی درونی را کنترل کند(سوئلر و همکاران،۲۰۰۴). تفاوت نظریه بار شناختی با سایر نظریه‌های آموزشی در روش‌هایی است که از آنها استفاده می‌شود و در اصطلاح از آنها به عنوان اثرات بار شناختی یاد می‌شود. این روش‌ها با هدف کاهش بارشناختی بیرونی و افزایش بارشناختی مطلوب مورد استفاده واقع می‌شوند و

1. Kersten
2. De Jong
3. Pollock
4. Gerjets
5. De Jong

Archive of SID

www.SID.ir

به این منظور طراحان آموزشی زمان طراحی آموزشی می توانند از آنها استفاده کنند (تکیر[1] و آکسو[2]، ۲۰۱۲). اثرات بارشناختی شامل اثرات مثال حل شده[3] و تکمیل مسئله[4]، اثر تقسیم توجه[5]، اثر مجرای حسی یا عرضیت[6]، اثر معکوس خبرگی[7]، اثر افزونگی یا حشو[8] و اثرحذف راهنمایی[9] می‌باشد که برنامه‌ریزان آموزشی می‌توانند در هنگام طرح‌ریزی یک روش آموزشی آن‌ها را در نظر بگیرند (ون مرینبوئر و سوئلر،۲۰۰۵). اثر مثال حل شده تکنیکی است که با جایگزین کردن تمرین‌های عملی با مجموعه‌ای از مثال‌های حل شده که پس از هر تمرین حل شده مشابهی می‌آید بارشناختی بیرونی را کاهش می‌دهد. طراحان آموزشی مثال‌های حل شده را در شماری از حیطه‌ها از جمله ریاضیات به طور موفقیت‌آمیز به کار برده‌اند (کلارک، آیریس و سوئلر، ۲۰۰۵). اثر تکمیل مسئله، مسئله‌ای است که بخشی از آن حل شده و بخشی دیگر آن باید به وسیله یادگیرندگان تکمیل گردد. از این رو با محدود کردن فضای جستجوی مسئله، توجه یادگیرنده را بر روی حالت‌های مسئله و گام‌های راه‌حلی مربوط به آنها، معطوف می‌دارد و در نتیجه بار شناختی بیرونی را کاهش می‌دهد. در واقع اثر تکمیل مسئله یک مثال حل شده ناتمام است که در آن یادگیرنده باید برخی مراحل مهم راه‌حل را کامل کند(سوئلر، آیریس[10] و کالیوگا[11]، ۲۰۱۱). منبع دیگر بار شناختی اضافی زمانی ایجاد می‌شود که طراحی آموزشی تنها از یکی از خرده نظام‌های حافظه‌کاری یا فعال استفاده کند. همانطور که می‌دانیم حافظه کاری ما از حلقه‌های دیداری و شنیداری تشکیل شده است. نظریه‌پردازان حوزه روانشناسی شناختی معتقدند چنانچه هر دو قسمت این حافظه مورد استفاده قرار بگیرند ظرفیت بیشتری از حافظه ما مورد استفاده قرار خواهد گرفت و رمزگردانی و بازیابی اطلاعات با سهولت بیشتری انجام خواهد گرفت. لذا مواد آموزشی که به شکل ترکیبی، از ارائه‌های شنیداری و دیداری استفاده می کنند کارآمدتر از موادی هستند که تنها از یکی از این مجراهای حسی استفاده می‌نمایند. در واقع اثر عرضیت که در نظریه بار شناختی مطرح شده است به همین امر اشاره می‌کند(لو[12] و سوئلر، ۲۰۰۵؛ سوئلر و همکاران؛ تیندال فورد[13] و همکاران، به نقل از دی جونگ،۲۰۱۰). در برخی از زمان‌ها ارائه تلفیقی مطالب به صورت شکل و متن مانع از بار اضافی می‌شود. زیرا تلفیق ذهنی این مواد بار شناختی اضافه‌ای را بر حافظه تحمیل می‌کند و از آنجا که بار شناختی اضافی نیاز به تلفیق ذهنی اطلاعات ندارد کاهش می‌یابد. برای مثال در ارائه‌های چندرسانه ای

1. Takir
2. Aksu
3. Worked Example Effect
4. Completion Problem Effect
5. Attention Split Effect
6. Modality Effect
7. Expertise reversal effect
8. Redundancy effect
9. Guidance fading effect
10. Ayres
11. Kalyuga
12. Low
13. Tindall-Ford

Archive of SID

www.SID.ir

در کنار نمودارهایی که اجزاء آموزشی را توضیح می‌دهند از متن نیز استفاده شود که به آن اثر تقسیم توجه گفته می‌شود (دی جونگ،۲۰۱۰). کلارک و همکاران(۲۰۰۵)، اصل تقسیم توجه را به عنوان منبع بار بیرونی تعریف می‌کنندکه به وسیله جدایی عناصر آموزشی مرتبطی که باید با یکدیگر پردازش شوند، به وجود می‌آید. بر طبق نظر سوئلر و همکاران (۲۰۱۱) تقسیم توجه هنگامی رخ می‌دهد که یادگیرندگان مجبورند توجه‌شان را بین حداقل دو منبع اطلاعاتی که به طور فضایی یا زمانی جدا شده اند، تقسیم کنند. در برخی از زمان‌ها ارائه مطالب به صورت تلفیقی بر یادگیرنده بار اضافی را تحمیل می‌کند که در این شرایط ارائه مطالب به صورت منفرد بیش از تلفیق آنها در کاهش بار اضافی مؤثر است. این حالت دقیقا برعکس اثر تقسیم توجه است. یعنی در برخی زمان‌ها ارائه مطلب به شکل نمودار کافی است و استفاده از متن نه تنها اثر مثبتی ندارد بلکه یکی از منابع ایجاد بار شناختی اضافی است. اثر حشو (افزونگی) به مؤثرتر بودن ارائه‌های منفرد نسبت به ارائه‌های تلفیقی تحت شرایط خاصی اشاره می‌کند. در واقع اثر افزونگی نظریه بارشناختی وقتی رخ می‌دهد که اطلاعات اضافی و غیر ضروری به یادگیرنده ارائه می‌شود (سوئلر، ۲۰۱۰). اثر افزونگی در هنگام طرح‌ریزی آموزشی عامل مهمی است (چندلر و سوئلر، ۱۹۹۱) و به اشکال متفاوت و بسیار، بر یادگیری تأثیرگذار است (کالیوگا، چندلر و سوئلر، ۲۰۰۱؛ سوئلر و چندلر، ۱۹۹۱). اثر معکوس خبرگی وقتی پیش می‌آید که یک روش آموزشی در مقایسه با روش آموزشی جایگزین که برای مبتدیان مؤثرتر است با افزایش مهارت، دارای اثر کمتری می‌شود. اثر معکوس خبرگی ملاحظات مهمی به همراه اثر حذف راهنمایی دارد. اثر حذف راهنمایی نشان می‌دهد که در ابتدا باید مثال‌های حل شده به یادگیرنده ها ارائه شود و سپس تکمیل مسائل و پس از آن تکالیف مساله‌ای کامل ارائه گردد(رنکل و اتکینسون[1]، ۲۰۰۳).

مطالعات متعددی نیز درباره اثرات یاد شده صورت گرفته است. اتکینسون، دری[2]، رنکل و ورث هام[3] (۲۰۰۰) گزارش کرده‌اند که محققان از سال ۱۹۵۰، یادگیری به وسیله مثال را در بررسی فرایند تشکیل مفهوم به کار برده‌اند. بسیاری از پژوهش‌ها، رویکردهای مثال‌های حل شده برای یادگیری را با رویکرد حل مسئله مقایسه کرده‌اند (به نقل از سوئلر و همکاران ۲۰۱۱). همچنین کوپر[4] و سوئلر (۱۹۸۷، به نقل از تکیر و آکسو، ۲۰۱۲) شرایطی را بررسی نموده‌اند که در آن مثال‌های حل شده می‌تواند فرایند انتقال را تسهیل کند. در یک مطالعه طولی ژوو[5] و سیمون (۱۹۸۷) نشان دادند که مثال‌های حل شده را می‌توان به طور موفقیت آمیز جایگزین سخنرانی و دیگر فعالیت‌های کلاسی ریاضیات سنتی برای یک دوره طولانی نمود. آنها دریافتند که یک دوره ریاضیات که به طور سنتی در سه سال تدریس می‌شد، می‌توانست در دو سال با عملکرد بهتر با استفاده از استراتژی‌های جامع مبتنی بر مثال‌های حل شده به

1. Atkinson
2. Derry
3. Wortham
4. Cooper
5. Zhu

Archive of SID

www.SID.ir

اتمام برسد. همچنین تأثیرگذاری اثر مثال‌های حل شده در بسیاری از پژوهش‌های دیگر تأیید شده است (جالانی[1] وچی سرن[2]، ۲۰۱۴ و۲۰۱۵ ؛ مک لارن[3]، ونگوگ[4]، گانو[5]، کارابینس[6] و یارن[7]،۲۰۱۶).

پژوهش‌های بسیاری وجود دارد(چندلر و سوئلر،۱۹۹۶،۱۹۹۲،ترمیزی[8] و سوئلر،۱۹۸۸)، که اثر تقسیم توجه را درمحدوده‌ی وسیعی از موضوعات مانند هندسه، برنامه نویسی، کنترل عددی فیزیک، حساب، آزمون نصب وسایل برقی و آناتومی انسان به اثبات رسانده‌اند(لیاهی و همکاران،۲۰۰۳). همچنین نتایج نشان می‌دهند که کاهش یا حذف اثر تقسیم توجه می‌تواند کاربردهای گسترده‌ای داشته باشد (سوئلر و همکاران،۲۰۱۱). موسوی، لو[9] و سوئلر ۱۹۹۵ اثر مجرای حسی یا عرضیت آموزشی را در حیطه هندسه نشان دادند. آنها گزارش کردند که از نتایج منفی اثر تقسیم توجه در حیطه هندسه به وسیله ارائه بیانات در شکل شنیداری نسبت به شکل دیداری می توان اجتناب کرد. اتکینسون، رنل و مریل[10] (۲۰۰۳)، بیان کرده‌اند که اثربخشی یادگیری مسأله مثال عملی با استفاده از حذف راهنمایی به عقب؛ منجر به یادگیری بهتر و بارشناختی کمتر می‌شوند. نتایج تحقیقات زارع، سرمدی، فردانش، فیضی و محبوبی (۱۳۹۱)؛ زارع(۲۰۱۴)، زارع، ساریخانی و مهربان (۱۳۹۳)؛ سالاری، امیر تیموری و زارعی زوارکی(۱۳۹۵) و تابرز[11] و مارتینس[12] و مرینبوئر(۲۰۰۴) نیز نشان داد که طراحی آموزش بر اساس اثرات بار شناختی در بهبود عملکرد تحصلی مؤثر است.

اگر چه مطالعات انجام شده بسیاری در مورد اثرات بارشناختی بر یادگیری وجود دارد، اما شواهد حاکی از آن است که پیامدهای انگیزشی در تحقیقات مبنی بر نظریه‌های بار شناختی نادیده گرفته شده است (اشنوتز، فریز و هرز،۲۰۰۹؛ آیریس و پاس،۲۰۱۲). بنابراین هدف یک طرح آموزشی نه تنها کنترل بار شناختی، بلکه تحریک یادگیرنده‌ها به استفاده از ظرفیت شناختی موجودشان برای یادگیری بهتر است (پاس،تووننین[13]، ون مرینبوئر و دارابی[14]،۲۰۰۵). اگر چه بر اساس نظریه بار شناختی، بار بیرونی باید در محیط‌های یادگیری کاهش یابد امّا بار بیرونی باید فقط تا جایی کاهش داده شود که این کاهش، انگیزه یادگیرنده را به دلیل طرح آموزشی خسته کننده و بی‌انگیزه کننده از بین نبرد (اشنوتز، فریز و هورتز، ۲۰۰۹). انگیزه یادگیرنده‌ها باعث می‌شود تا آنها تلاش شناختی بیشتری را صرف ایجاد طرح‌واره‌ها و

1. Chee Sern
2. Jalani
3. McLaren
4. Van Gog
5. Ganoe
6. Karabinos
7. Yaron
8. Tarmizi
9. Low
10. Merrill
11. Tabbers
12. Martens
13. Tuovinen
14. Darabi

Archive of SID

www.SID.ir

خودکارسازی و در نتیجه بهبود عملکرد شناختی‌شان در مورد تکلیف نمایند (کالیوگا، ۲۰۱۱، پاس و همکاران، ۲۰۰۵، اشنوتز و کرشنر، ۲۰۰۷). بدون این انگیزه، یک طرح آموزشی که صرفاً هدف آن کنترل بارشناختی است، در فرصت دادن به یادگیرنده‌ها برای اعمال تلاش شناختی ضروری، ناکافی باقی می‌ماند (پاس و همکاران، ۲۰۰۵؛ اشنوتز، ۲۰۱۰؛ ون‌مرینبوئر و سویلر، ۲۰۰۵).

برطبق بررسی روئتس[۱]، ون‌هایل[۲] و کروگلانسکی[۳] (به نقل از کولدز، استیم، اسمئیل و هاشیم[۴]، ۲۰۱۴)؛ تأثیر متقابل بین ظرفیت شناختی و انگیزش به دو دسته شرایط وابسته است: (الف) آیا ظرفیت شناختی برای پردازش آگاهانه اطلاعات بیشتر کافی است یا خیر و (ب) آیا یادگیرنده احساس نیاز یا تمایل به استفاده از ظرفیت شناختی کافی برای انجام یک تکلیف شناختی به نحوه خوبی دارد یا خیر. انگیزه برای صرف تلاش شناختی با (الف) مقدار مشهود نتیجه بالقوه انجام تکلیف و (ب) احتمال مشهود دستیابی به نتیجه مطلوب در صورت افزایش تلاش برای انجام تکلیف، تعیین می‌شود (برهم[۵] و سلف[۶] ، به نقل از کولدز و همکاران،۲۰۱۴). اگر مقدار مشهود نسبتاً کم باشد؛ احتمالاً انگیزه شکننده خواهد بود و به آسانی با استرس‌زاهای موقعیتی مانند اختلال و فشار زمانی توزیع می‌شوند. استرس‌زاها، باری بر ظرفیت شناختی تحمیل می‌کنند و مانع عملکرد می‌شوند در نتیجه منجر به کاهش‌های انگیزشی در صرف تلاش شناختی می‌گیرند و اگر احتمال مشهود زیاد باشد، تأثیر بالقوه افزایش تلاش شناختی صرف شده به دلیل قرار گرفتن به مدت طولانی در معرض استرس‌زاهای آزاردهنده، محدود می‌شود (روئتس[۷] و ون‌هایل[۸]، ۲۰۱۱)

روش

روش پژوهش حاضر از لحاظ هدف جزء پژوهش‌های کاربردی و از لحاظ اجرا جزء پژوهش‌های شبه آزمایشی با طرح دو گروهی ناهمسان با پیش‌آزمون و پس‌آزمون می‌باشد.

جامعه آماری پژوهش، شامل کلیه دانش‌آموزان دختر پایه ششم ابتدایی مدارس عادی نواحی سه گانه آموزش و پرورش شهر کرمانشاه در سال تحصیلی ۱۳۹۴/۹۵ بودند. برای انتخاب نمونه از روش نمونه‌گیری در دسترس استفاده گردید. بدین ترتیب که با مراجعه به یکی از مدارس دخترانه شهر کرمانشاه، ابتدا دو کلاس انتخاب گردید و سپس یکی ازکلاس‌ها جهت اجرای عمل آزمایشی و کلاس دیگر به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شد. تعداد افراد دو کلاس مجموعا ۵۸ نفر بودند که ۳۰ نفر در گروه آزمایش و ۲۸ نفر در گروه کنترل بودند.

1. Roets
2. Van Hiel
3. Kruglanski
4. Kuldas, Satyen, Ismail, Hashim
5. Brehm
6. Self
7. Brehm
8. Self

Archive of SID

www.SID.ir

شیوه انجام پژوهش

در مرحله اول با مطالعه دقیق مبانی نظری و تجربی نظریه بار شناختی، طراحی آموزشی برای دو فصل درس علوم تجربی پایه ششم(سفر انرژی و خیلی بزرگ، خیلی کوچک) با توجه به اثرات بار شناختی بیرونی(اثر مثال حل شده، اثرتکمیل مسئله، اثر تقسیم توجه، اثر عرضیت و اثر افزونگی) و در نظر گرفتن روشهای مدیریت بار درونی(تکنیک ساده به پیچیده ارائه محتوا) برای اجرا در گروه آزمایش انجام شد. پس از آماده شدن طرح درس‌ها، آموزش‌های لازم در مورد به کارگیری این طرح درس‌ها به معلم کلاس آزمایش داده شد. قبل از اعمال مداخله در گروه آزمایش، آزمون پیشرفت درسی و انگیزش به یادگیری علوم برای پیش‌آزمون در دو کلاس آزمایش و کنترل مورد استفاده قرار گرفت. پس از مرحله پیش‌آزمون، آموزش مبتنی بر اثرات بارشناختی در گروه آزمایش بر اساس طرح درس‌ها شروع شد. در طراحی طرح درس‌ها برای هر درس، اهداف برنامه درسی علوم ششم و اثرات بار شناختی در نظر گرفته شد. اثرات مورد استفاده در طرح درس طراحی شده برای دانش‌آموزان عبارت بودند از: ۱) اثر مثال حل شده(کاری) ۲) اثر تکمیل مسئله ؛ ۳) اثر تقسیم توجه ؛ ۴) اثر افزونگی ۵) اثر عرضیت. طرح درس‌ها، توسط دو معلم علوم تجربی از لحاظ محتوا، مناسب بودن زبان، سطح پایه دانش‌آموزان و اثرات بار شناختی قبل از اجرا بررسی شدند و با توجه به پیشنهادهای آنها اصلاحات لازم روی آنها صورت گرفت. به طور کلی تمام فعالیت‌ها در گروه آزمایش با استفاده از اصول CLT و اثرات آن آماده شدند و الگوی ارائه شده توسط تکیر و آکسو (۲۰۱۲) مبنای شیوه اجرا در این پژوهش بود. بر طبق نظریه بارشناختی، اولین گام آموزش، تعیین دانش قبلی دانش‌آموزان است. در آغاز هر درس، معلم سؤالاتی از دانش‌آموزان می‌پرسد و یا مروری در مورد موضوع، به منظور به روز کردن حافظه دانش‌آموزان و فعال کردن دانش قبلی آنها انجام می‌دهد. بعد از تکرار برخی از پیش نیازهای یادگیری، معلم هر موضوع را با توجه به طرح درس آماده شده ارائه می‌دهد. نقطه شروع در هر درس ارائه مثال‌های کاری(حل شده) بود. معلم هر موضوع را با مثال‌های کار شده به طور شفاهی (اثر عرضیت یا مجرای حسی) توضیح می‌داد و پس از آن یک تمرین عملی مشابه به دانش‌آموزان برای ارضای ساختار طرحواره ارائه می‌شد. معلم زمان کافی برای تکمیل مسئله به دانش‌آموزان می‌داد و معمولاً کلاس را به منظور کمک به دانش‌آموزان وارسی و مشاهد می‌کرد. برای برخی موضوعات به جای ارائه تمرینات عملی بعد از مثال‌های حل شده از مثال‌های کامل کردنی استفاد می‌شد. این کار، باعث رضایت دانش‌آموزان در انتقال از مثال‌های کاری به تمرینات عملی می‌شد. به عبارت دیگر، در آغاز هر درس، معلم مثال‌های کاری را به طور شفاهی توضیح می‌داد، سپس به دانش‌آموزان زمان کافی برای تکمیل مراحل از قلم افتاده از مثال‌های کامل کردنی می‌داد و نهایتاً تمرینات عملی به آنها محول می‌شد. استفاده از مثال‌های کاری، مثال‌های تکمیلی و تمرینات عملی، به حذف وارونه اثرات بارشناختی مرتبط می شود که به انطباق فرایند یادگیری تدریجی اجازه می‌دهد. در همه موضوعات، برای در نظر گرفتن اثر تقسیم توجه، معلم چیزی بر روی تخته نمی‌نوشت. به علاوه با

Archive of SID

www.SID.ir

تهیه جزوه درسی که شامل خلاصه‌ایی از محتوای درس بود، مانع از یاداشت‌برداری دانش‌آموزان در کلاس درس به منظور در نظر گرفتن اثر تقسیم توجه می‌شد. افزونگی در آموزش عبارت است از توضیح و بیان بیشتر محتوا که برای فهم مفاهیم مورد نیاز است. در شروع ارائه هر موضوعی از علوم، از ارائه هر تصویر، توضیح و فعالیت کلاسی اضافی، برای در نظر گرفتن اثر افزونگی پرهیز می‌شد. به همین دلیل، اطلاعات به دانش‌آموزان به یک شیوه ارائه می‌شد. به عبارت دیگر، معلم محتوا را فقط به صورت شنیداری ارائه می‌داد. بعد از این که دانش‌آموزان تجربه مرتبط با موضوع را بدست می‌آوردند- از آنجا که دیگر مثال‌های کاری و مثال‌های کامل برای یادگیری مضرند- به همین دلیل، تمرینات کامل یا کار گروهی و یا فعالیت‌های کلاسی به دانش‌آموزان محول می‌شد. این رویه برای ارائه کل موضوعات درس علوم در نظر گرفته شد. درکلاس دیگر یعنی گروه کنترل، واحد درسی مربوط به درس علوم بر اساس روش آموزش معمول تدریس شد. پس از پایان دوره آموزش که یک دوره شش هفته‌ای بود به اجرای پس‌آزمون (فرم موازی آزمون پیشرفت تحصیلی درس علوم تجربی و پرسشنامه انگیزش به یادگیری) پرداخته شد. لازم به ذکر است که پرسشنامه بار شناختی در پایان هر جلسه تدریس در گروه آزمایش و کنترل اجرا شد.

ابزارهای گردآوری داده‌ها

الف) آزمون پیشرفت تحصیلی درس علوم

به منظور سنجش میزان پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان با همکاری معلم نمونه مورد مطالعه، دو آزمون موازی محقق ساخته از درس علوم تجربی بر اساس جدول مشخصات هدف-محتوا تهیه و تنظیم گردید. سؤال‌های پرسشنامه مذکور با توجه به سطوح مختلف حیطه شناختی بلوم طراحی و تدوین گردید که شامل ۲۰ سؤال چهار گزینه‌ای برای هر پرسشنامه بود. به منظور روایی محتوایی آزمون پیشرفت تحصیلی گفته می‌شود آزمونی رواست که سؤال‌های آن نمونه کاملی از هدف‌ها و محتوا باشد. از آنجا که در این پژوهش آزمون پیشرفت تحصیلی درس علوم با توجه جدول مشخصات هدف- محتوا تدوین گردید، بنابراین آزمون مذکور از روایی محتوایی لازم برخوردار بود. علاوه بر این، روایی محتوایی ابزار نیز توسط دو تن از معلمان درس علوم تجربی مورد تأیید قرار گرفت. به منظور پایایی آزمون، نمرات ۲۰ نفر از آزمودنی ها بر اساس روش آلفای کرونباخ محاسبه گردید و عدد ۰/۶۷ به دست آمد.

ب) پرسشنامه انگیزش به یادگیری علوم

این پرسشنامه توسط توان و همکاران(۲۰۰۶) طراحی شده است و دارای ۳۵ آیتم می‌باشد و هر آیتم بر اساس یک مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای («کاملاًمخالفم»، «مخالفم»، «نظری ندارم»، «موافقم»، «کاملاً موافقم»). پاسخ داده می‌شود. این گزینه ها به ترتیب نمره ۱،۲،۳،۴ و۵ می گیرند. آیتم‌هایی که به صورت منفی می‌باشند بر عکس نمره‌گذاری می‌شوند. ضریب پایایی همسانی درونی این مقیاس از طریق آلفای کرونباخ محاسبه و عدد ۰/۸۹ بدست آمده است (توان و همکاران،۲۰۰۵). قبل از اجرای تحقیق، جهت

Archive of SID

www.SID.ir

اطمینان از پایایی و اعتبار پرسشنامه انگیزش به یادگیری علوم به صورت آزمایشی روی یک کلاس ۲۵ نفری از دانش‌آموزان پایه ششم که شرایطی مشابه با آزمودنی‌های این پژوهش داشته‌اند، اجرا شد و عدد ۰/۹۳ بدست آمد.

ج- پرسشنامه بار شناختی

مقیاس درجه‌بندی ذهنی تک آیتمی ۹ درجه‌ای از ۱ (تلاش ذهنی بسیار کم) تا ۹ (تلاش ذهنی بسیار زیاد). که به وسیله پاس و ون‌مرینبوئر (۱۹۹۳) ارائه شده است برای اندازه‌گیری بارشناختی ادراک شده دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گرفت. در مطالعه پاس(۱۹۹۲)و پاس و مرینبوئر (۱۹۹۴)میزان آلفای کرانباخ مقیاس اندازه‌گیری بار شناختی به ترتیب ۰/۹۰و ۰/۸۲ گزارش شده است. در پژوهش محبوبی، زارع، سرمدی، فردانش و فیضی (۱۳۹۱) 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 ۰/۸۹ به دست آمد.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش از شاخص‌های آمارتوصیفی(فراوانی، میانگین، انحراف معیار) و جهت بررسی فرضیه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس یک راهه (ANCOVA) استفاده شد.

نتایج

جدول شماره ۱: نتایج توصیفی آزمون پیشرفت تحصیلی، بار شناختی ادراک شده و انگیزش دانش‌آموزان به یادگیری درس علوم در دو گروه آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون- پس‌آزمون

Table1

Descriptive Statistics of the Academic Achievement Test, Perceived Cognitive Load and Students' Motivation towards Science Learning in two Experimental and Control Groups in the Pretest – Posttest

متغیرها variables	گروه Groups	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		M	SD	M	SD
پیشرفت درسی academic achievement	آزمایش Experiment	9.03	2.77	14.30	3.08
	کنترل Control	8.57	2.06	10.96	2.82
بار شناختی Perceived cognitive load	آزمایش Experiment	–	–	3.63	1.159
	کنترل Control	–	–	5.17	1.188
انگیزش دانش‌آموزان به یادگیری علوم students' motivation towards Science learning	آزمایش Experiment	125.37	7.39	136.36	8.33
	کنترل Control	121/.64	8.45	121.85	9.67

جدول شماره ۱ میانگین و انحراف معیار پیشرفت درسی، میزان بار شناختی و انگیزش به یادگیری درس علوم را در دو گروه آزمایش و کنترل براساس نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد. میانگین گروه آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون پیشرفت درسی به ترتیب (۹/۰۳) و (۸/۵۷) و انحراف استاندارد

Archive of SID

www.SID.ir

(۲/۷۷) و (۳/۰۶) بوده است. اما میانگین پیشرفت درسی دو گروه آزمایش و کنترل در پس‌آزمون به ترتیب (۱۴/۳۰) و (۱۰/۹۶) و انحراف معیار (۳/۰۸) و (۲/۸۲) بوده است. همچنین میانگین گروه آزمایش و کنترل در پیش‌آزمون انگیزش دانش‌آموزان به یادگیری علوم به ترتیب (۱۲۵/۳۷) و (۱۲۱/۶۴) و انحراف استاندارد (۷/۳۹) و (۸/۴۵) بوده است. اما میانگین انگیزش به یادگیری علوم دو گروه آزمایش و کنترل در پس‌آزمون به ترتیب (۱۳۶/۳۶) و (۱۲۱/۸۵) و انحراف معیار (۸/۳۳) و (۹/۶۷) بوده است. همچنین میانگین و انحراف معیار متغیر بار شناختی در گروه آزمایش (۳/۶۳) و (۱/۱۵۹) و در گروه کنترل (۵/۱۱۷) و (۱/۱۸۸) بود. نکته قابل ذکر آن است که نمره بار شناختی حاصل میانگین نمرات اجرای پرسشنامه بار شناختی در پایان تمام جلسات درس علوم در گروه آزمایش و کنترل است. نمره بار شناختی ۱ تا ۴ نشان دهنده بار شناختی کم، و نمره ۵ تا ۹ نشانگر بار شناختی بالاست (پاس و ون مرینبور، ۱۹۹۳، به نقل از تکیر و آکسو، ۲۰۱۲). با توجه به محدوده بار شناختی، ۱۰ دانش‌آموز در گروه آزمایش و ۲۰ نفر در گروه کنترل در محدوده بار شناختی بالا بودند. در مقابل ۲۰ نفر از دانش‌آموزان در گروه آزمایش و ۸ نفر در گروه کنترل در محدوده بار شناختی کم بودند. بنابراین تعداد دانش‌آموزان گروه کنترل که بار شناختی بیشتری را تجربه کردند بیشتر از تعداد دانش‌آموزان گروه آزمایش بود.

فرضیه شماره ۱: برنامه آموزش مبتنی بر اثرات بار شناختی بر پیشرفت درسی در درس علوم‌تجربی تأثیر دارد. برای تحلیل داده‌های مربوط به این فرضیه از تحلیل کوواریانس (ANCOVA)، استفاده شد. البته رعایت شرط همگنی شیب های رگریسیون و برابری واریانس‌ها لازم می‌باشد که نتایج آن در جدول شماره ۲ و ۳ گزارش شده است.

جدول شماره ۲: نتایج تحلیل کواریانس یک راهه برای بررسی همگنی شیب های رگرسیون در پس‌آزمون پیشرفت درسی علوم در دو گروه آزمایش و کنترل

Table 2

Results of One-way Covariance Analysis to Study the Homogeneity of Regression Slopes in the Academic Achievement Pre- test in both Control and Experimental Groups

منبع تغییرات Source	مجموع مجذورات SS	درجه آزادی Df	میانگین مجذورات MS	آماره F	سطح معنی داری sig
گروه Group	14.698	1	14.698	2.381	.129
پیش‌آزمون پیشرفت تحصیلی Pre Test	148.204	1	148.204	24.004	.000
گروه × پیش‌آزمون Group * Pre Test	.905	1	.905	.147	.703
خطا Error	333.399	54	6.174		
کل Total	9992.000	58			

همانطور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود تعامل بین گروه و پیش‌آزمون پیشرفت درسی معنی‌دار نیست. به‌عبارت دیگر داده‌ها از فرضیه همگنی شیب‌های رگرسیون پشتیبانی می‌کند(p=۰/۷۰۳ و F=۰/۱۴۷).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۳: نتایج تحلیل کواریانس یک راهه(ANCOVA) برای بررسی تفاوت پس‌آزمون پیشرفت درسی در دو گروه آزمایش و کنترل

Table 3

The Result ANCOVA Analysis for the Differences in the Post-test Mean Scores between the Experimental and Control Groups in the Academic Achievement Test

منبع تغییرات Source	مجموع مجذورات SS	درجه آزادی Df	میانگین مجذورات MS	آماره F	سطح معنی داری sig
پیش‌آزمون پیشرفت تحصیلی Pre Test	156.960	1	156.960	25.823	.000
گروه Group	130.966	1	130.966	21.547	.000
خطا Error	334.304	56	6.078		
کل Total	9992.000	58			

همانطور که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون پیشرفت درسی بین اثر دو گروه دانش‌آموزان گروه آزمایش(الگوی آموزش مبتنی بر نظریه بار شناختی) و گروه کنترل(روش تدریس سنتی) تفاوت معنی دار وجود دارد ($F_{(۱ و ۵۵)}$= ۲۱/۵۴۷ و p=۰/۰۰۱). بنابراین فرض صفر رد و فرضیه محقق پذیرفته می شود به این معنی که میانگین نمرات پس‌آزمون پیشرفت درسی علوم به طور معنی داری در گروه آزمایش بیشتر از گروه کنترل است.

فرضیه شماره ۲: طراحی آموزشی مبتنی بر اثرات بارشناختی موجب افزایش انگیزش دانش‌آموزان به یادگیری درس علوم می‌شود. برای تحلیل داده‌های مربوط به این فرضیه، از تحلیل کوواریانس (ANCONA) استفاده شد. البته رعایت شرط همگنی شیب‌های رگرسیون لازم می‌باشد که نتایج آن در جدول شماره ۴ گزارش شده است.

جدول ۴: نتایج تحلیل کواریانس یک راهه برای بررسی همگنی شیب‌های رگرسیون در پس‌آزمون انگیزش به یادگیری درس علوم در دو گروه آزمایش و کنترل

Table 4

Results of One-way Covariance Analysis to Study the Homogeneity of Regression Slopes in the Post-test the Students' Motivation towards Science Learning in both Control and Experimental Groups

منبع تغییرات Source	مجموع مجذورات SS	درجه آزادی Df	میانگین مجذورات MS	آماره F	سطح معنی داری sig
گروه Group	.011	1	.011	.000	.988
پیش‌آزمون انگیزش Pre Test	2054.241	1	2054.241	44.601	.000
گروه × پیش‌آزمون Groups * Pre Test	7.183	1	7.183	.156	.694
خطا Error	2487.160	54	46.059		
کل Total	978197.000	58			

Archive of SID

www.SID.ir

همانطور که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود تعامل بین گروه و پیش‌آزمون انگیزش به یادگیری درس علوم معنی‌دار نیست. به عبارت دیگر داده‌ها از فرضیه همگنی شیبهای رگرسیون پشتیبانی می‌کند (F=۰/۱۵۶ و p=۰/۶۹۴).

جدول شماره ۵: نتایج تحلیل کواریانس یک راهه(ANCOVA) برای بررسی تفاوت پس‌آزمون انگیزش دانش‌آموزان به یادگیری علوم در دو گروه آزمایش و کنترل

Table 5

Result of ANCOVA Analysis for the Differences in Post-test Mean scores between Experimental and Control Groups in the Students' Motivation towards Science Learning Test

منبع تغییرات Source	مجموع مجذورات SS	درجه آزادی Df	میانگین مجذورات MS	آماره F	سطح معنی داری sig
پیش‌آزمون پیشرفت تحصیلی Pre Test	2050.052	1	2050.052	45.203	.000
گروه Group	1864.468	1	1864.468	41.111	.000
خطا Error	2494.343	55	45.352		
کل Total	978197.000	58			

همانطور که در جدول شماره ۵ مشاهده می شود پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون انگیزش دانش‌آموزان به یادگیری درس علوم بین اثر دو گروه دانش‌آموزان گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($F_{(۱ و ۵۵)}$=۴۱/۱۱۱ و p=۰/۰۰۱). بنابراین فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین دو گروه رد می‌شود. به این معنی که میانگین نمرات پس‌آزمون انگیزش به یادگیری علوم به طور معنی داری در گروه آزمایش(الگوی آموزش مبتنی بر نظریه بار شناختی) بیشتر از گروه کنترل(روش سنتی) است.

فرضیه شماره ۳: برنامه آموزش مبتنی بر اثرات بار شناختی بر کاهش بار شناختی ادراک شده دانش آموزان تأثیر دارد.

از آنجا که متغیر بار شناختی فاقد پیش‌آزمون بود که به عنوان متغیر کمکی وارد تحلیل کنیم، بنابراین برای تحلیل آماری داده‌های مربوط به این فرضیه از آزمون تی گروههای مستقل استفاده شد که نتایج آن در جدول زیر آمده است.

جدول ۶ نتایج آزمون لوین برای برابری واریانس‌های خطا

Table 6

Levene's Test of Equality of Error Variances.

متغیر variable	مقدار F	درجه آزادی Df	سطح معنی داری sig
بار شناختی	1.851	56	.179

همانطور که جدول شماره ۶ نشان می‌دهد آزمون لوین برای متغیر بار شناختی معنی دار نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۷- نتایج آزمون t گروه‌های مستقل برای مقایسه میزان بارشناختی ادراک شده در دو گروه آزمایش و کنترل

Table 7

Results of the Independent Samples t-test on the Cognitive Load of groups

گروه group	تعداد N	میانگین Mean	انحراف معیار SD	تی محاسبه شده t	درجه آزادی DF	سطح معناداری Sig
آزمایش experimental	30	3.6333	1.15917	5.013	56	.001
کنترل control	28	5.1786	1.18801			

جدول شماره ۷ نتایج آزمون تی گروهای مستقل را در میزان بارشناختی ادراک شده در دو گروه آزمایش و کنترل نشان می دهد که بیانگر آن است که بین میانگین نمرات بارشناختی ادراک شده دانش‌آموزان در گروه کنترل (M=5.17, SD=1.188) و گروه آزمایش(M=3.63, SD=1.159) تفاوت معناداری وجود دارد (t(56)=10.339, p<0.01.). این یافته بدان معناست که میزان بارشناختی ادراک شده دانش‌آموزان آموزش دیده بر اساس اصول و اثرات بارشناختی در مقایسه با گروه آموزش دیده به شیوه معمول کمتر بوده است.

بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی طراحی آموزشی مبتنی اثرات بارشناختی بر پیشرفت درسی، بار شناختی ادراک شده و انگیزش دانش‌آموزان به یادگیری درس علوم پایه ششم ابتدایی انجام شد.

براساس فرضیه اول این مطالعه نتایج نشان داد که دانش‌آموزان گروه آزمایش به نسبت گروه کنترل، عملکرد بالاتری در درس علوم داشتند و بارشناختی ادراک شده پایین‌تری گزارش کردند. نتایج این فرضیه با پژوهش‌های، تکیر و آکسو (۲۰۱۲)، جالانی وچی سرن (۲۰۱۴ و۲۰۱۵)؛ مک لارن، ونگوگ، گانو، کارابینس و یارن (۲۰۱۶)؛ اشنوتز، کرشنر (۲۰۰۷)؛ سوئلر و همکاران (۱۹۹۰). موسوی، لو و سوئلر (۱۹۹۵)؛ تابرز و مارتینس و مرینبوئر (۲۰۰۴)؛ سوئلر ، ۲۰۱۰، اتکینسون، دری، رنکل و ورث هام (۲۰۰۰)؛ سوئلر و همکاران (۲۰۱۱)، اشنوتز و کرشنر (۲۰۰۷)؛ پاس وون مرینبوئر (۱۹۹۴)؛ پاس (۱۹۹۲)؛ تووینین وسویلر (۱۹۹۹)؛ کوپر و سوئلر (۱۹۸۷)؛ کلارک و همکاران (۲۰۰۵)؛ کالیوگا و همکاران (۲۰۰۱)؛ موسی رمضانی و همکاران (۱۳۹۲)؛ زارع (۱۳۹۵)؛ زارع، سرمدی، فردانش، فیضی و محبوبی (۱۳۹۱)؛ زارع (۲۰۱۴)، زارع، ساریخانی و مهربان (۱۳۹۳)؛ سالاری، امیر تیموری و زارعی زوارکی (۱۳۹۵) و تابرز و مارتینس و مرینبوئر (۲۰۰۴) هماهنگی و همخوانی دارد.

در تبیین این یافته‌ها می‌توان گفت که فرض اصلی نظریه بارشناختی طراحی آموزشی مبتنی بر ویژگی‌های ساختار شناختی انسان است. این مطلب نشان دهنده آن است که آموزش باید محدودیت‌های حافظه فعال را در نظر بگیرد و بر ضرورت این مطلب تأکید کند که تکنیک‌های آموزشی باید در راستای اصول عملی اصلی سیستم شناختی انسان طرح‌ریزی شوند (پاس و همکاران، ۲۰۱۰؛ سوئلر و همکاران، ۲۰۱۱). بسیاری از تکنیک‌های آموزشی سنتّی، محدودیت‌های ساختار شناختی انسان را به طور دقیق و

Archive of SID

www.SID.ir

درست مورد توجه قرار نمی‌دهند. بنابراین آموزش مبتنی بر اثرات بار شناختی نتایج یادگیری را افزایش و بارشناختی ادراکی را به حداقل می‌رساند. از آنجا که در این پژوهش روش تدریس با ظرفیت شناختی یادگیرندگان بهینه شده بود، در گروه آزمایش فعالیت‌های آموزشی موجب عملکرد و یادگیری بهتر شد. به عنوان مثال استفاده از مثال‌های کاری تأثیرگذاری اثبات شده دارند؛ از آنجا که مثال‌ها با تمرین جایگزین می‌شوند، نتایج یادگیری مشابهی را در زمان کمتر و با تلاش کمتر یادگیرنده ارائه می‌دهند(پاس، ۱۹۹۲؛ پاس و ون مرینبوئر،۱۹۹۴؛سویلر وکوپر، ۱۹۸۵به نقل از تکیر و آکسو ،۲۰۱۲). همچنین مثال‌های کامل کردنی برای یادگیرندگان ضعیف و قوی دارای نتایج متفاوتی است. در یادگیرندگان ضعیف، بکارگیری تعدادی مثال کارشده بار شناختی را کاهش می‌دهند و پردازش عمیقی را که برای تکمیل عناصر باقی مانده ضروری است ایجاد می‌کنند (کلارک و همکاران ۲۰۰۵). درمقابل، شرکت کنندگانی که موفقیّت تحصیلی متوسط یا زیاد داشتند، مثال‌های کامل کردنی را اضافی می‌دانند. همانطورکه قبلاً کلارک و همکاران (۲۰۰۵) توضیح داده‌اند، این امر بدان دلیل است که یادگیرنده طرح واره‌ای اصلی برای مهارت یا مفاهیم‌ها کسب کرده است. به کارگیری این طرح واره برای مسائل به آنها کمک می‌کند تا بهتر یاد بگیرند تا اینکه تلاش اضافی صرف مطالعهٔ مثال‌های بیشتر کنند. کالیوگا و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که مثال‌های کارشده و مثال‌های کامل کردنی منجر به یادگیری مؤثرتر در طی مراحل اولیه یادگیری می‌شوند. وقتی که یادگیرنده‌ها تجربه کسب می‌کنند، در همهٔ دروس، مؤثرتر وکارآمدتر می‌گردند. بنابراین، در هنگام طراحی برنامهٔ آموزشی در مثال‌های کار شده، مثال‌های کامل کردنی و مسائل باید سطوح متفاوتی از تجربه یادگیرنده در نظرگرفته شود. در طراحی آموزش بر اساس اثرات بارشناختی، دستورالعمل‌هایی به کار گرفته شد تا شیوه‌های آموزشی، کارکرد بهتری برای دانش‌آموزان سطوح معلومات پایین و سطوح معلومات بالا داشته باشد و به میزان خبرگی دانش‌آموزان شیوه‌های آموزشی تغییر یافت.

همچنین نتایج تحلیل کوواریانس انگیزش به یادگیری علوم نشان داد که بین گروه آزمایش (اثرات بار شناختی) و گروه گواه(روش کنترل) تفاوت معناداری وجود دارد($p\leq ۰/۰۰۱$). به عبارت دیگر یادگیری مبتنی بر اثرات بارشناختی در مقایسه با روش سنتی انگیزش دانش‌آموزان به درس علوم را به طور معناداری بهبود می‌بخشد. یافته‌های این فرضیه به طور کلی، نتایج بررسی‌های قبلی را مورد تأیید قرار می‌دهد و با نتایج پژوهش‌های سنگو[1]، هاراکی- ویکز[2]و هولیمن[3](۲۰۱۱) و وال مایر[4] و راینبرگ[5] (۲۰۰۰) مطابقت و همخوانی دارد.

1. Senko
2. Harackie -Wicz
3. Huleman
4. Vollmeyer
5. Rheinberg

Archive of SID

www.SID.ir

در تبیین این یافته می‌توان گفت هر چه یک تکلیف شناختی چالش برانگیزتر و قابل کنترل تر تلقی شود، پافشاری را بیشتر افزایش داده و موجب تلاش بیشتری برای انجام تکلیف می‌شود. یادگیرندگانی که فعالیت‌های آموزشی برای آنها انگیزش بخش بود آماده صرف تلاش ذهنی بیشتری بودند در مقایسه با یادگیرندگانیکه فعالیت‌های آموزشی برای آنها انگیزش بخش نبود. پژوهش وال مایر و راینبرگ (۲۰۰۰) نیز نشان داد هر چه انگیزه یادگیرنده بالاتر باشد، یادگیرنده تمایل بیشتری برای صرف پافشاری در یادگیری دارد. بنابراین بار مطلوب نه تنها تابعی از کیفیت آموزش است بلکه تحت تأثیر جنبه‌ای از خود تنظیمی یادگیرنده نیز می‌باشد(وین و هادوین[1]،۱۹۹۸). طراحی محیط‌های آموزشی مبتنی بر اثرات بار شناختی که بر اساس یادگیری فعال بهینه شده است باعث می‌شود دانش‌آموزان ارزش یادگیری را درک کرده و با اعتماد به توانایی‌های خود به این نتیجه برسند که با تلاش قابل قبول یاد بگیرند و پیشرفت کنند.

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، پیشنهاد می‌شود 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 با توجه به جنبه‌های انگیزشی محیط یادگیری، در آموزش و برنامه‌ریزی درس‌ها آن را به کار گیرند.

منابع Refrences

حاج حسینی، منصوره و اخوانت‌فتی، مهناز (۱۳۸۶). بررسی رابطه کاربرد راهبردهای یادگیری با پشرفت تحصیلی در رشته ریاضی- فیزیک، علوم تجربی و علوم انسانی. **پژوهش‌های تربیتی و روان شناختی دانشگاه اصفهان**، (۳)۸، ۷۳-۹۰.

زارع، حسین؛ سرمدی، محمدرضا؛ فردانش، هاشم؛ فیضی، آوات و محبوبی، طاهر (۱۳۹۱). اثربخشی رعایت اصول طراحی آموزشی (۱۴ اصل چندرسانه‌ای ون مرینبور و کستر) بر یادگیری و یادداری در محیط های یادگیری چندرسانه‌ای. **مجله مدیریت و برنامه‌ریزی در نظام‌های آموزشی**. شماره ۸ ، ۲۷- ۹.

زارع، محمد (۱۳۹۳). **بررسی بار شناختی بیرونی آموزش به شیوه چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی مریل**. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد؛ دانشگاه علامه طباطبائی تهران

زارع، محمد؛ ساریخانی، راحله و مهربان، جواد (۱۳۹۳). بررسی تأثیر استفاده از چند رسانه ای آموزشی طراحی شده بر اساس اصول بارشناختی بر میزان یادگیری و یادداری در درس زیست شناسی. **فصلنامه روانشناسی تحلیلی شناختی**. ۶(۲۲)، ۶۱-۶۸.

1. Winne & Hadwin

Archive of SID

www.SID.ir

سالاری، مصطفی؛ امیرتموری، محمدحسن و زارعی‌زوارکی، اسماعیل (۱۳۹۵). تأثیر الگوی طراحی آموزشی چهار مؤلفه‌ای بر میزان بار شناختی بیرونی و مهارت حل مسأله در درس فیزیک. **مجله اندیشه‌های نوین تربیتی.** ۱۲(۱)، ۱۱۷-۱۴۲

سرمدی، محمدرضا؛ صیف، محمدحسن؛ طالبی، سعید و عابدی، صمد (۱۳۸۹). بررسی عوامل همبسته با پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان سوم راهنمایی بر اساس نتایج آزمون TIMSS-R و ارائه الگوی تحلیل مسیر برای بررسی تأثیر هر یک از عوامل بر پیشرفت تحصیلی. **مجله رویکردهای نوین آموزشی.** ۵(۱)، ۳۰- ۱.

سیف، علی‌اکبر (۱۳۹۰). **روانشناسی پرورشی نوین،** روانشناسی یادگیری و آموزش. تهران: دوران.

کریمی، عبدالعظیم؛ بخشعلی زاده، شهرناز و کبیری، مسعود (۱۳۹۱). **گزارش اجمالی از مهم‌ترین نتایج تیمز و پرلز ۲۰۱۱ و مقایسه آن با عملکرد دانش آموزان ایران در دوره‌های قبل.** سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی. پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش. مرکز ملی مطالعات تیمز و پرلز. قابل دسترس در.http:\\www.rie.ir

کیامنش، علیرضا و نوری، محمد (۱۳۷۷). **یافته‌های سومین مطالعات تیمز. تهران:** انتشارات پژوهشکده تعلیم و تربیت.

مرکز ملی مطالعات تیمز و پرلز(۱۳۸۸). **مهمترین یافته‌های پژوهشی مطالعات تیمز و پرلز***(عبدلعظیم کریمی)*. پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش. قابل دسترس در سایت مرکز ملی مطالعات تیمز و پرلز.http:\\www.rie.ir

موسی رمضانی، سونیا؛ کنعانی، مصطفی و ولایتی، الهه (۱۹۹۲). بررسی کنترل بارشناختی وارده بر حافظه بر میزان یادگیری و یادداری دستور زبان انگلیسی. **اندیشه‌های نوین تربیتی.** ۹ (۱): ۱۳۲- ۱۰۵.

Akbas A., & KAN A. (2007) Affective Factors that Influence Chemistry Achievement (Motivation and Anxiety) and the Power of These Factors to Predict Chemistry Achievement-II, ***Journal of Turkish Science Education,*** 4(1), 10-19

Atkinson, R., Renkl, A., & Merrill, M. (2003). Transitioning from studying examples to solving problems: Effects of self-explanation prompts and fading worked-out steps. ***Journal of Educational Psychology***, 95(4), 774-783.

Ayres, P., & Paas, F. (2012). Cognitive load theory: New directions and challenges. ***Applied Cognitive Psychology****, 26*, 827– 832. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/ acp.2882

Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. ***Cognition and Instruction***, 8(4), 293-332.

Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2006). ***Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load***. San Francisco: Pfeiffer.

Archive of SID

www.SID.ir

Clarke, T., Ayres, P., & Sweller, J. (2005). The impact of sequencing and prior knowledge on learning mathematics through spreadsheet applications. ***Educational Technology Research and Development***, 53(3), 15-24.

Cowan, N. (2005). ***Working memory capacity***: Psychology, Press New York.

De Jong, T. (2010). Cognitive Load Theory, Educational Research and Instructional Designs: Some Food for More Thought. ***Instructional Science,*** 38, 105-134.

Erb, M. (1996). ***Increasing students' responsibility for their learning through multiple intelligence activities and cooperative learning***. [Unpublished master's thesis]. Saint Xavier University, IL.

Glover, J. M., & Bruning, R. H. (1990). ***Educational psychology: Principles and Application***. Boston: Little, Brown.

Glynn, S. M., Taasoobshirazi, G., & Brickman, P. (2008). Science Motivation Questionnaire: Construct Validation with Nonscience Majors. ***Journal of Research in Science Teaching***. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com).

Haj Hosseini. M., & Akhavan, M. (2007). The relationship between learning strategies and academic achievement in math, physics, science, and humanities. ***Educational and Psychological Research University of Isfahan***. 3(2), 73-90 [In Persian].

Jalani, N. H., & Chee sern, L. (2014). Effects of example-problem based learning on transfer performance in Circuit Theory. ***Journal of Technical Education and Training***, *6*(2), 28–37.

Jalani, N. H., & Chee sern, L. (2015). The Example-Problem-Based Learning Model: Applying Cognitive Load Theory. ***Procedia- Social and Behavioral Sciences***, 195, 872-880

Kalyuga, S. (2011). Cognitive load theory: how many types of load does it really need? ***Educational Psychology Review***, *23*, 1–19. DOI: http://dx.doi.org

Karimi, A., Bakhshalizadhe, S., & Kabiri, M. (2012). Report on the most important results of TIMSS & PIRLS 2011, comparing it with Iranian students' performance in the previous period. ***Research and Educational Administration. Institute of Education Studies***. DOI: http:\\www.rie.ir [In Persian].

Kiamanesh, A. R. (2006). The role of students' characteristics and family background in Iranian students' mathematics achievement. ***Contexts of learning mathematics and sciences, lessons learned from TIMSS***. London & New York Routhedge.

Kiamanesh, A., & Noori, R. (1999). ***The results of the third international study TIMSS: primary school science***. Tehran: Publish Education Research Institute [In Persian].

Kuldas, S., Satyen, L., Ismail, H, N., & Hashim. (2014). Greater Cognitive Effort for Better Learning: Tailoring an Instructional Design for Learners with

Archive of SID

www.SID.ir

Different Levels of Knowledge and Motivation. ***Psychological Belgic***, 54(4), 350-373, DOI:http://dx.doi.org/10.5334/pb.aw

Leahy, W., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). When auditory presentations should and should not be a component of multimedia instruction. ***Applied Cognitive Psychology,*** 17(4), 401-418.

Lee, A. & Boyle, P. (2008) Quality assurance for learning and teaching: A systemic perspective. ***Ideas on Teaching***, 6, 82–94

Lee, O., & Brophy, J. (1996). Motivational patterns observed in sixth-grade science classrooms. ***Journal of Research in Science Teaching***, 33(3), 585–610.

Angell, C., Kjaernsli, M., & Lie, S. (2000). ***Exploring student responses on free-response science items in TIMSS: Learning from others, international comparisons in education***. Book Chapter, Publishers: Science and Technology Education Library. 8, 159-187.

Mayer, R. E. (Ed.) (2005). ***The Cambridge Handbook of Multimedia Learning***. Cambridge: Cambridge University Press

McLaren, B, M., van Gog, T., Ganoe, C., Karabinos, M., Yaron, D. (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,*** 55, 87-99

Mosaramezani, S., Kanani, E., & Velayati, E. (2013). Investigating the control of cognitive load imposed on memory on the learning and retention of English grammar. ***New Thoughts on Education***, 9(1), 105-132 [In Persian].

Mousavi, S., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. ***Journal of Educational Psychology,*** 87(2), 319-334.

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

Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. ***Instructional Science,*** 32(1), 1-8.

Paas, F., Tuovinen, J. E., Van Merriënboer, J. J. G., & Darabi, A. A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. ***Educational Technology Research and Development,*** 53, 25–34. DOI: http://dx.doi.org

Paas, F., van Gog, T., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. ***Educational Psychology Review,*** 22(2), 115-121.

PIRLS & TIMSS International Study Center (2009). ***The most significant findings of TIMSS & PIRLS*** (Karim, A). Available on the website of the National Center for TIMSS & PIRLS studies [In Persian].

Redman, BK. (1997) ***The Practice of Patient Education***. (8th ed.). USA: Mosby.

Archive of SID

www.SID.ir

Renkl, A., & Atkinson, R. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive load perspective. ***Educational Psychologist,*** 38(1), 15-22.

Roets, A., & Van Hiel, A. (2011). Impaired performance as a source of reduced energy investment in judgement under stressors. ***Journal of Cognitive Psychology,*** 23, 625–632.

Saif, Ali Akbar (2011), ***Educational Psychology, (8th ed.)***, Davran Publication, Tehran [In Persian].

Salari. M., Amirtimori. M. H., Zaree. Z. A. (2016). The effectiveness four-component instructional design model on the external cognitive load and problem solving skills in physics courses. ***Quarterly Journal of New Thoughts in Education,*** 12 (1),117- 142 [In Persian].

Sarmadi, M.R., Saif, M.H., Talebi, S., Abedi, S. (2010). To investigate the factors associated with third-grade highschool students' academic achievement, based on the results of the TIMSSR and present path analysis model to assess the impact of each factor on academic achievement. ***Journal of Modern Educational Approaches***, 5(1), 1-30 [In Persian].

Schnotz, W. (2010). Reanalyzing the expertise reversal effect. ***Instructional Science****, 38*, 315–323.

Schnotz, W., & Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. ***Educational Psychology Review,*** 19(4), 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 goaltheory at the crossroads: Old controversies, current challenges, and new directions. ***Educational Psychologist,*** 46, 1, 26–47.

Sweller, J. (1999). From cognitive architecture to instructional design. ***Paper presented at the Inaugural Seminar of Professor J.G. van Merrie¨nboer***, Heerlen, The Netherlands.

Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. ***Instructional Science***, 32, 9-31.

Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. ***Educational Psychology Review***, 22(2), 123-138.

Sweller, J., Van Merriënboer, J., & Paas, F. (2004). Cognitive architecture and instructional design. ***Educational Psychology Review***, 10, 251-296.

Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. ***Cognition and Instruction***, 12, 185–233.

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

Sweller, J., Van Merrienboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. ***Educational Psychology Review***, 10(3), 251-296.

Archive of SID

www.SID.ir

Tabbers, H. K., Martens, R. L., & Merriënboer, J. J. G. (2004). Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. ***British Journal of Educational Psychology***, 74(1), 71-81.

Takir, A., & Aksu, M., (2012). The Effect of an Instruction Designed by Cognitive Load Theory Principles on 7th Grade Students' Achievement in Algebra Topics and Cognitive Load. ***Journal of Creative Education.*** (3) 2, 232-240.

Tarmizi, R. A., & Sweller, J. (1988). Guidance during mathematical problem solving. ***Journal of Educational Psychology***, 80(4), 400-424.

Tella, A. (2007). The Impact of Motivation on Student's Academic Achievement and Learning Outcomes in Mathematics among Secondary School Students in Nigeria; ***Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education***, 3(2), 149-156.

Tuan, h. l., chin, c. c., shieh, s. h. (2006). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. ***International Journal of Science Education,*** 27(6), 639–654.

Van Merriënboer, J., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. ***Educational Psychology Review,*** 17(2), 147-177.

Van Merrinbur, J., & Ayres, P. (2005). Research On Cognitive Load Theory and Its Design Implication for E-Learning. ***Educational Technology Research and Developmen*** (***ETR & D***.), 53(3).5-13.

Vollmeyer, R., & Rheinberg, F. (2000). Does motivation affect performance via persistence? ***Learning and Instruction***, *10*, 293–309.

Zare M., Sarikhani R., & Mehraban J. (2015). Investigation the impact of educational multimedia designed on the principles of cognitive load on learning and retention in teaching biology. ***Journal of Analytical Cognitive Psychology,*** 6(22), 61-68 [In Persian].

Zare M. (2014). ***Investigation extraneous cognitive load multimedia instruction methods based on the model of Instructional Design Merrill***. [Unpublished Master Thesis]. Allameh Tabatabei University. [In Persian].

Zare, H., Sarmadi, M. R., Fardanesh. H., Feizi. A., & Mahboobi, T. (2012). Effectiveness of Instructional Design Principles Applied to Learning and Retention in Multimedia Learning Environments. ***Biennial Journal of Management and Planning in Educational Systems,*** 5(8), 9-27 [In Persian].

Zhu, X., & Simon, H. A. (1987). Learning mathematics from examples and by doing. ***Cognition and Instruction***, 4(3), 137-166.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir