

The effect of extraneous cognitive load on cognitive engagement and germane cognitive load of students: the effect of desirable difficulty

Saeideh zahed, PhD in Educational Psychology, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. (Corresponding author)

Email: Saeide.zahed@atu.ac.ir

Hossein kareshki, assistant professor, department of educational sciences, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.

Reyhaneh rahimi, PhD in Curriculum planning, Esfahan University, Iran.

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of extraneous cognitive load on cognitive engagement and germane cognitive load of students: the effect of desirable difficulty. The design of this study was quasi-experimental with pre-test-post-test and control group, and statistical population of the research included female students of high school in Esfahan in the academic year 2021-2022. 30 participants were selected by available sampling method and assigned randomly to control and experimental groups. To induce extrinsic load, the text's fluency effect was used. Thus, in the pre-test stage, both groups were given a text with fluent (readable) font to read for 10 minutes. They were then asked to indicate their evaluation of the text by answering the Cognitive Load Questionnaire (Klepsch & Seufert, 2017) and the Cognitive Engagement Subscale (Reeve, 2013). In the post-test, a text parallel to the pre-test text was given to the participants, with the difference that the text font of the experimental group was manipulated to be less readable. Then both groups were asked to answer the cognitive load and cognitive Engagement questionnaires. Data were analyzed using MANCOVA. The results indicated significant difference between experimental and control groups in terms of cognitive engagement and germane load. Therefore, it seems that a certain amount of extraneous load can stimulate germane cognitive process, by creating cognitive engagement.

Keywords: extraneous cognitive load, germane cognitive load, cognitive engagement, desirable difficulty

تأثیر بار شناختی برونزاد بر درگیری شناختی و بار شناختی مطلوب دانشجویان: اثر دشواری مطلوب

۱- سعیده زاهد (نویسنده مسئول)، دکتری تخصصی روان‌شناسی تربیتی،

دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

۲- حسین کارشکی، دانشیار گروه علوم تربیتی، دانشگاه فردوسی، مشهد،

ایران

۳- پروین روشن‌قیاس، دکتری تخصصی برنامه‌ریزی درسی، دانشگاه

اصفهان، ایران

چکیده

هدف مطالعه‌ی حاضر بررسی تأثیر بار شناختی برونزاد بر درگیری شناختی و بار شناختی مطلوب در دانشجویان بود. روش پژوهش از نوع شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل و جامعه آماری شامل دانشجویان دختر مقطع کارشناسی شهرستان اصفهان بود. ابتدا ۳۰ دانشجو به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و تصادفاً به دو گروه آزمایش و کنترل گماشته شدند. برای القاء بار برونزاد از اثر ناسیالی متن استفاده گردید. بدین صورت که در مرحله پیش‌آزمون، متنی با فونت سیال (خوانا) به هر دو گروه داده شد تا به مدت ۱۰ دقیقه مطالعه کنند. سپس از آنها خواسته شد تا ارزیابی خود را از متن با پاسخ دادن به پرسشنامه بار شناختی (کلپش و سیوفرت، ۲۰۱۷) و خرده‌مقیاس درگیری شناختی (ریو، ۲۰۱۳) مشخص کنند. در مرحله بعد، متنی موازی با متن پیش‌آزمون به آزمودنی‌ها داده شد تا این تفاوت که فونت متن گروه آزمایش به صورت کمتر خوانا دستکاری شد. سپس از هر دو گروه خواسته شد تا به پرسشنامه بار شناختی و درگیری شناختی پاسخ دهند. داده‌های پژوهش با روش MANCOVA تحلیل گردید. نتایج نشان داد تفاوت معناداری به لحاظ درگیری شناختی و بار شناختی مطلوب بین گروه آزمایش و گروه کنترل وجود دارد. از این رو به نظر می‌رسد حدی از بار برونزاد، با ایجاد درگیری شناختی می‌تواند پردازش شناختی مطلوب را در یادگیرندگان برانگیزد.

کلیدواژه‌ها: بار شناختی برونزاد، بار شناختی مطلوب، درگیری شناختی، دشواری مطلوب

مقدمه

از جمله نظریات مطرح در زمینه‌ی طراحی آموزشی، نظریه بار شناختی^۱ (سوئلر، ون‌مرینبوئر و پاس^۲، ۱۹۹۸) است که به نقش بار شناختی تحمیل شده به حافظه در جریان یادگیری می‌پردازد. مطابق با این نظریه، تکالیف یادگیری می‌توانند ۳ نوع بار شناختی را در حین یادگیری به حافظه فرد تحمیل کنند. نخست بار درونزاد است که از پیچیدگی تکلیف و سطح دانش قبلی یادگیرنده ناشی می‌شود. دومین بار شناختی، به تکلیف یادگیری ارتباط ندارد بلکه ناشی از نحوه ارائه تکالیف و مطالب آموزشی است که به بار برونزاد معروف است. و سومین نوع بار شناختی، موسوم به بار شناختی مطلوب، اشاره به میزان تلاش ذهنی دارد که یادگیرنده جهت ساخت و خودکارسازی طرحواره‌ها به خود تحمیل می‌کند (مه‌یر^۳، ۲۰۱۴؛ کلیش و سیوفرت^۴، ۲۰۲۰). در صورتی که مجموع این ۳ نوع بار، از ظرفیت حافظه‌ی کاری فرد تجاوز کند، موجب اضافه بار شناختی شده که می‌تواند یادگیری معنادار را مختل سازد (ون‌مرینبوئر و آیرز^۵، ۲۰۰۵). از این رو طراحان آموزشی همواره سعی دارند تا با توجه به اصول حاکم بر نظریه بار شناختی، تدابیری ایجاد کنند تا بار شناختی برونزاد به حداقل ممکن رسیده و بار شناختی مطلوب افزایش یابد. چرا که اعتقاد بر این است که افزایش بار برونزاد بخش قابل توجهی از ظرفیت حافظه‌ی کاری را اشغال کرده و در نتیجه فضای کمتری جهت پردازش عمیق محتوای یادگیری باقی می‌ماند (پلاس و کالیوگا^۶، ۲۰۱۴). با این حال بررسی نتایج مطالعات اخیر نشان می‌دهد علی‌رغم مفروضات نظریه بار شناختی، در برخی مواقع بار برونزاد می‌تواند پیامدهای یادگیری و پردازش مطلوب را نیز موجب شود (اسکالموفسکی و ژو^۷، ۲۰۲۲). به عنوان مثال، بر اساس نظریه بار شناختی، گنجاندن جزئیات فریبنده^۸ موجب افزایش بار برونزاد شده و از منابع ذهنی موجود جهت پردازش یادگیری می‌کاهد (هارپ و مه‌یر^۹، ۱۹۹۸؛ تازش، حسن‌آبادی و کدیور، ۱۳۹۵). اما مطالعات اخیر

¹ Cognitive load theory

² Sweller, van Merriënboer & Paas

³ Mayer

⁴ Klepsch & Seufert

⁵ Van Merriënboer & Ayres

⁶ Plass & Kalyuga

⁷ Skulmowski & Xu

⁸ Seductive detail

⁹ Harp & Mayer

نشان می‌دهد حداقل در برخی موارد، به ویژه در محیط‌های یادگیری دیجیتال، این جزئیات به ظاهر فریبنده، باعث افزایش انگیزش در یادگیرندگان می‌شود (بتمن و همکاران^۱، ۲۰۱۰). همچنین مطالعات نشان می‌دهد ناسیالی متن^۲ علی‌رغم ایجاد دشواری در خواندن یادگیرنده، می‌تواند به بهبود عملکرد منجر شود. برای مثال دیامند-یامان، اوپنهاایمر و واگان^۳ (۲۰۱۱) در مطالعه‌ی خود نشان دادند که فونت‌هایی که کمتر خوانا هستند موجب حفظ بیشتر مطالب در کلاس درس می‌شوند. از این رو پیشنهاد شده که ناسیالی ادراک شده می‌تواند به عنوان یک دشواری مطلوب^۴ در آموزش عمل کند (بیجورک^۵، ۱۹۹۴؛ کلپش و سیوفرت، ۲۰۲۰)، چرا که سبب می‌شود افراد به شیوه‌ی عامدانه‌تری از راهبردهای پردازشی استفاده کنند. در مطالعه‌ی دیگری با هدف بررسی اثرات سیالی متن در یادگیری چندرسانه‌ای، ایتل، کوهل، شیتیر و گرجتر^۶ (۲۰۱۴) نشان دادند ناسیالی متن منجر به عملکرد بهتر در آزمون انتقال و تلاش ذهنی (بار شناختی) می‌شود. در این رابطه سیوفرت، واگنر و وستفا^۷ (۲۰۱۶) الگوی U شکلی از رابطه‌ی ناسیالی متن و بار شناختی مطلوب را پیشنهاد می‌کنند که بر اساس آن سطوح کم تا متوسط ناسیالی، به افزایش بار شناختی مطلوب می‌انجامد. این یافته‌ها با اصول اولیه نظریه بار شناختی در تناقض بوده و آن را به چالش می‌کشد (سیوفرت و همکاران، ۲۰۱۶؛ اسکالموفسکی و ژو، ۲۰۲۲).

در توجیه تناقضات موجود میان مطالعات اخیر و مفروضات نظریه بار شناختی، اسکالموفسکی و ژو (۲۰۲۲) رویکرد هزینه-سود^۸ را مطرح می‌کنند. در این رویکرد بار برونزاد به عنوان هزینه و بار مطلوب به عنوان سود در نظر گرفته می‌شود. بر اساس این مدل، اگر محتوای یادگیری، شامل مقداری بار برونزاد به عنوان یک هزینه شناختی باشد، سود حاصل از افزایش بار مطلوب ممکن است از هزینه تجاوز کرده و بنابراین یادگیری را ارتقاء خواهد داد. به عبارت دیگر، مقداری بار برونزاد اگرچه ممکن است هزینه‌ی شناختی به

¹ Bateman

² Text Disfluency

³ Diemand-Yauman, Oppenheimer & Vaughan.

⁴ Desirable difficulties

⁵ Bjork

⁶ Eitel, Kühl, Scheiter & Gerjets

⁷ Seufert, Wagner & Westpha

⁸ cost-benefit approach

حافظه تحمیل کند اما همزمان می‌تواند بار مطلوب را نیز افزایش دهد. مه‌یر^۱ (۲۰۱۴) مکانیزم چنین تقابلی را افزایش انگیزش می‌داند. وی تأکید می‌کند که برخی مؤلفه‌های محیط یادگیری که ممکن است اطلاعات غیرضروری داشته باشند یا دشواری را افزایش دهند، در حقیقت، با افزایش دادن انگیزش، فرآیندهای مولد (بار شناختی مطلوب) را تحریک می‌کنند. از این رو اینگونه طراحی‌های آموزشی ممکن است در شرایطی که یادگیرندگان به طور مداوم دچار اضافه‌بار نمی‌شوند، مطلوب باشند.

یکی از شاخصه‌های اساسی انگیزش، تمایل یادگیرنده برای درگیری شناختی^۲ در تکلیف یادگیری است (فلدون^۳ و همکاران، ۲۰۱۹) که به سطح درگیری یادگیرنده با محتوای یادگیری اشاره داشته و نشان می‌دهد تا چه میزان فرد مایل است برای درک ایده‌های پیچیده و تسلط بر مهارت‌های دشوار تلاش کند (فردریکز، فیلیس و آلیسون^۴، ۲۰۰۴؛ شی، تونگ و لونگ^۵، ۲۰۲۱). مطالعات نشان می‌دهد افرادی که از انگیزه‌ی بالاتری برخوردارند بیشتر در تکالیف دشوار (بار شناختی بالاتر) درگیر می‌شوند. ژو و همکاران^۶ (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای نشان دادند که تحریک انگیزشی یادگیرندگان برای افزایش ظرفیت ذهنی خود از طریق تمرین، سطوح بار شناختی ادراک شده را کاهش داده و نمرات بازیابی و انتقال بالاتر را موجب می‌شود. این نتایج به طور ضمنی نشان می‌دهد که افزایش انگیزش، می‌تواند با مقداری از بار شناختی برونزاد مقابله کرده و اثر آن را خنثی کند. از طرف دیگر، فلدون و همکاران (۲۰۱۹) پیشنهاد می‌کنند که بار شناختی به عنوان هزینه (در نظریه‌ی انتظار-ارزش-هزینه) عمل کرده و بر تمایل یادگیرندگان به درگیری در تکلیف اثر می‌گذارد (فلدون و همکاران، ۲۰۱۹). از این دیدگاه، اگر یادگیرنده تکلیف را بسیار دشوار بداند، ممکن است اصلاً درگیر آن نشود (کلارک^۷، ۱۹۹۹).

مطالعاتی چند تلاش کرده‌اند تا رابطه میان درگیری شناختی و بار شناختی را بررسی کنند. به عنوان مثال وسگا، ژو و هی^۸ (۲۰۲۱) در پژوهشی نشان دادند که ابعاد بار شناختی

¹ Mayer

² Cognitive engagement

³ Feldon

⁴ Fredricks, Phyllis & Alison

⁵ Shi, Tong & Long

⁶ Xu

⁷ Clark

⁸ Vesga, Xu & He

(یعنی تلاش و سرخوردگی)^۱ در تبیین واریانس درگیری شناختی نقش دارند. نتایج مطالعه‌ی کهو و همکاران^۲ (۲۰۱۵) نیز حاکی از آن است که سرخوردگی ناشی از طراحی ضعیف مطالب و بار شناختی بالا، به طور منفی بر درگیری دانش‌آموزان و کناره‌گیری آنها از درس اثر دارد. با این حال سرخوردگی کوتاه مدت اثرات کم یا هیچ اثری بر درگیری دانش‌آموزان نداشت. چی و ویلی^۳ (۲۰۱۴) نیز بیان می‌دارند که اگرچه افزایش درگیری دانش‌آموزان، یادگیری بیشتری را ایجاد می‌کند اما مستلزم تلاش بیشتری نیز بوده و بار شناختی بیشتری را به یادگیرنده تحمیل می‌کند.

در این میان، عنصری که به نظر می‌رسد در رابطه بار شناختی و درگیری شناختی تعیین‌کننده باشد، میزان تلاش مورد نیاز برای انجام تکلیف است. در واقع میزان تلاش مورد نیاز، به عنوان یک نشانه‌ی فراشناختی عمل کرده که به فرد می‌گوید تا چه اندازه لازم است به طور عامدانه درگیر تکلیف شده و راهبردهای پردازشی را به کار برد (سیوفرت، ۲۰۲۰). زمانی که تکلیف نسبتاً دشوار ادراک می‌شود (موقعیت دارای بار شناختی بالا)، این پیام را به فرد می‌رساند که تکلیف نیازمند صرف تلاش بیشتری است. در نتیجه فرآیند درگیری شناختی تحریک شده و فرد عامدانه از راهبردهای پردازش اطلاعات عمیق استفاده می‌کند. آلترا^۴ و همکاران (۲۰۰۷؛ ۲۰۰۹) نیز عنوان کردند که ادراک دشواری تکلیف، موجب فعال شدن سیستم پردازش آگاهانه، تلاشمند، کند و تحلیلی می‌شود. اما زمانی که تکلیف بسیار آسان است، فرد تلاش چندانی را برای انجام آن ضروری نمی‌داند فلذا به طور فعال درگیر پردازش شناختی محتوا نخواهد شد. طبیعتاً هر چه فرآیند یادگیری، تحلیلی و هشیارانه باشد، منابع مطلوب نیز بیشتر به کار گرفته و یادگیری، عمیقتر خواهد شد.

با این حال مطالعات انجام شده در زمینه بار شناختی و درگیری شناختی، بیشتر بر پایه‌ی مطالعات همبستگی بوده و مشخصاً تأثیرات بار برونزاد بر درگیری شناختی بررسی نشده است. از طرف دیگر، نوع رابطه‌ی میان بار شناختی برونزاد و بار شناختی مطلوب هنوز دارای ابهام بوده و به نظر می‌رسد درگیری شناختی در رابطه‌ی بین این دو دخیل باشد. لذا هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر بار شناختی برونزاد بر درگیری شناختی و بار شناختی مطلوب

¹ Frustration

² Kahu, Stephens, Leach & Zepke

³ Chi & Wylie

⁴ Alter

در دانشجویان است. جهت القاء بار برونزاد از اثر ناسیالی متن استفاده شد که شیوه‌ی دریافت مطالب را با دشواری همراه می‌سازد (کلپش و سیوفرت، ۲۰۲۰؛ اسکالموفسکی و ژو، ۲۰۲۲). بر اساس نظریه بار شناختی (سوئلر و همکاران، ۱۹۹۸) فرض بر این است که گروه کنترل (متن سیال)، بار شناختی مطلوب بیشتر، و درگیری شناختی بیشتری را گزارش دهند چرا که بار برونزاد کمتری را تحمل کرده و از این رو منابع شناختی بیشتری را جهت یادگیری بهتر در اختیار خواهند داشت. اما از طرف دیگر با توجه به رویکرد هزینه-سود (اسکالموفسکی و ژو، ۲۰۲۲) انتظار می‌رود گروه آزمایش (متن ناسیال) بار شناختی مطلوب بیشتر و نیز درگیری بیشتری را گزارش دهند. چرا که مقداری بار برونزاد، با تحریک یادگیرندگان جهت درگیری با تکلیف، بار شناختی مطلوب را افزایش می‌دهد.

روش

روش پژوهش حاضر شبه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون با گروه کنترل، و جامعه آماری شامل دانشجویان دختر کارشناسی رشته آموزش ابتدایی دانشگاه فرهنگیان استان اصفهان پردیس فاطمه الزهرا (س) بود که در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ مشغول به تحصیل بودند. با توجه به اینکه حداقل حجم نمونه برای مطالعات آزمایشی ۱۵ نفر عنوان شده (دلاور، ۱۳۹۶) از بین اعضاء جامعه، تعداد ۳۰ دانشجو، به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب، و به صورت تصادفی در گروه آزمایش و کنترل گماشته شدند.

ابزار

پرسشنامه بار شناختی^۱: جهت اندازه‌گیری بار شناختی برونزاد و مطلوب، از پرسشنامه بار شناختی کلپش، اشمیتز و سیوفرت^۲ (۲۰۱۷) استفاده شد. این ابزار دارای ۸ گویه بوده و ۳ عامل را در بر می‌گیرد: دو گویه مختص اندازه‌گیری بار شناختی درونزاد، سه گویه برای اندازه‌گیری بار شناختی برونزاد، و سه گویه برای اندازه‌گیری بار شناختی مطلوب. افراد باید به سؤالات پرسشنامه در یک مقیاس ۷ درجه‌ای از کاملاً نادرست تا کاملاً درست پاسخ دهند. اعتبار و روایی ابزار بر اساس مقایسه‌ی پاسخ‌های درجه‌بندی افراد با پیامدهایی که به لحاظ نظری پیش‌بینی شده محاسبه شد و مشخص شد که تمام آیتم‌ها قادرند بین تکالیف

¹ Cognitive load questionnaire

² Klepsch, M., Schmitz, F. & Seufert, T.

دارای بار مختلف تمایز قائل شوند. کلپش و همکاران (۲۰۱۷) پایایی ابزار را در آیت‌های مربوط به بار درونزاد، برونزاد و مطلوب به ترتیب $\alpha=0/81$ ، $\alpha=0/86$ و $\alpha=0/70$ گزارش شده است (زاهد و همکاران، ۱۴۰۰). ضریب آلفای کرونباخ در مطالعه‌ی حاضر برای بار شناختی درونزاد، برونزاد و مطلوب به ترتیب $0/77$ ، $0/87$ و $0/71$ به دست آمد.

مقیاس درگیری شناختی^۱: جهت اندازه‌گیری درگیری شناختی، از مقیاس درگیری تحصیلی ریو^۲ (۲۰۱۳) استفاده گردید. این مقیاس شامل ۴ خرده مقیاس درگیری رفتاری، عاطفی، شناختی و عاملی می‌شود. درگیری شناختی به استفاده از راهبردها و مهارت‌های مورد نیاز جهت تبحر در تکالیف درسی اشاره دارد. خرده مقیاس مربوط به اندازه‌گیری درگیری شناختی شامل ۴ گویه شده که نمونه‌ای از سوالات مربوط به آن بدین شرح است: "در هنگام مطالعه سعی می‌کنم چیزی را که یاد می‌گیرم به تجربه‌های خود مرتبط سازم". نمره‌گذاری این مقیاس در طیف لیکرت ۷ درجه‌ای از بسیار موافقم = ۷ تا بسیار مخالفم = ۰ درجه‌بندی شده و مجموع نمره هریک از سوالات، نمره هر بُعد را بدست می‌دهد. ریو (۲۰۱۳) ضریب آلفای کرونباخ مربوط به این خرده مقیاس را $0/84$ گزارش کرده است (رمضانی و خامسان، ۱۳۹۶) و ضریب آلفای کرونباخ آن در مطالعه‌ی حاضر نیز $0/78$ به دست آمد.

روش اجراء

جهت القاء بار برونزاد، از اثر ناسیالی متن استفاده شد. بدین صورت که پس از انتساب دانشجویان به گروه آزمایش و کنترل، در مرحله پیش‌آزمون، متنی از محتوای درس روش تحقیق در اختیار هر دو گروه قرار گرفت که به لحاظ فونت، رنگ و اندازه حروف سیال (خوانا) بود (B Nazanin, 14, black) تا به مدت ۱۰ دقیقه مطالعه کنند. سپس از آنها خواسته شد تا ارزیابی خود را با پاسخ دادن به پرسشنامه بار شناختی و خرده مقیاس درگیری شناختی مشخص کنند. در مرحله بعد، متنی موازی با متن پیش‌آزمون به آزمودنی‌ها داده شد با این تفاوت که متن گروه آزمایش به لحاظ شکل، اندازه و رنگ فونت انتخابی کمتر خوانا بود (B Arash, 12, gray 25%). اما متن گروه کنترل، به لحاظ شکل، اندازه و رنگ فونت به کار رفته در متن سیال و خوانا بود. میزان اثر ناسیالی متن، بر اساس پژوهش دیاموند

¹ Cognitive engagement scale

² Reeve, J.

و همکاران (۲۰۱۳) انجام گرفت. پس از مطالعه‌ی متن، از دانشجویان خواسته شد تا به پرسشنامه‌ی بار شناختی و درگیری شناختی پاسخ دهند. همچنین تلاش شد اصول اخلاقی پژوهش با دادن حق انصراف از ادامه همکاری شرکت کنندگان، و تعهد پژوهشگر به حفظ اطلاعات شرکت کنندگان، رعایت شود.

روش تحلیل داده‌ها

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار اسپاس اس نسخه ۲۳، و آمار توصیفی و استنباطی استفاده گردید. در آمار توصیفی، داده‌های مربوط به میانگین و انحراف نمرات گروه‌ها ارائه و جهت بررسی معناداری اثرات، از آزمون تحلیل کواریانس چندمتغیره استفاده شد.

یافته‌ها

جهت بررسی وضعیت کلی داده‌ها، ابتدا به بررسی آماره‌های توصیفی مربوط به متغیرهای پژوهش پرداخته شد. بدین جهت، میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش به تفکیک گروه‌های آزمایش و کنترل در جدول ۱ آورده شد.

جدول ۱. شاخص‌های توصیفی مقیاس بار شناختی در دو گروه آزمایش و کنترل

متغیر/مؤلفه	مراحل درون‌گروهی	آزمایش (n=15)		کنترل (n=15)	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
درون‌زاد	پیش‌آزمون	۲/۳۶	۰/۹۷	۳/۱۳	۱/۱۰
	پس‌آزمون	۳/۵۰	۰/۹۸	۳/۲۶	۰/۹۷
برون‌زاد	پیش‌آزمون	۳/۰۶	۱/۱۴	۳/۱۱	۰/۸۴
	پس‌آزمون	۳/۶۴	۱/۰۵	۳/۰۴	۰/۸۳
مطلوب	پیش‌آزمون	۲/۹۷	۱/۱۰	۳/۵۵	۰/۷۴
	پس‌آزمون	۴/۰۶	۱/۲۲	۳/۶۲	۰/۶۵
درگیری شناختی	پیش‌آزمون	۴/۵۸	۱/۲۸	۵/۱۵	۱/۲۵
	پس‌آزمون	۵/۷۰	۰/۸۹	۵/۱۳	۱/۱۳

جدول ۱ میانگین و انحراف معیار پیش‌آزمون و پس‌آزمون بار شناختی و مؤلفه‌های آن و درگیری شناختی را در دو گروه آزمایش و کنترل نشان می‌دهد. نتایج آمار توصیفی حاکی

از آن است میانگین نمره بار شناختی برونزاد گروه آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ترتیب برابر با ۳/۰۶ و ۳/۶۴ و گروه کنترل برابر با ۳/۱۱ و ۳/۰۴ است. همچنین میانگین نمره بار شناختی مطلوب گروه آزمایش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ترتیب برابر با ۲/۹۷ و ۴/۰۶، و برای گروه کنترل برابر با ۳/۵۵ و ۳/۶۲ می‌باشد. همچنین یافته‌های آمار توصیفی حاکی از آن است میانگین نمره درگیری شناختی گروه آزمایش در پیش‌آزمون برابر با ۴/۵۸ و در پس‌آزمون برابر با ۵/۷۰، و برای گروه کنترل به ترتیب ۵/۱۵ و ۵/۱۳ می‌باشد. جهت بررسی معناداری، به نتایج آمار استنباطی باید رجوع کرد.

مطالعه‌ی حاضر به دنبال بررسی این فرضیات بود که: افزایش بار شناختی برونزاد، بر افزایش درگیری شناختی (فرضیه ۱) و افزایش بار شناختی مطلوب (فرضیه ۲) دانشجویان تأثیر دارد. لذا ابتدا جهت تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش و تعیین اینکه آیا ترکیب خطی متغیرهای وابسته پس از تعدیل تفاوت‌های اولیه، از متغیرهای مستقل تأثیر پذیرفته‌اند یا نه، پس از بررسی مفروضات لازم، از روش تجزیه و تحلیل کوواریانس چندمتغیری استفاده شد که نتایج آن در ادامه ارائه شده است.

مفروضات تحلیل کوواریانس چند متغیری

الف- نرمال بودن: جهت بررسی نرمال بودن توزیع صفت، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۱ استفاده گردید. با توجه به اینکه سطح معناداری متغیرهای وابسته در تمامی گروه‌های آزمایش و کنترل بیشتر از ۰/۰۵ به دست آمد ($p > 0/05$)، در نتیجه توزیع متغیرها با توزیع نرمال تفاوت معنادار نداشته و مفروضه‌ی نرمال بودن برقرار است.

ب- همسانی ماتریس‌های واریانس- کوواریانس: به منظور آزمون این مفروضه از آزمون برابری ماتریس‌های کوواریانس ام باکس^۲ استفاده شد. بر اساس نتایج، سطح معناداری آزمون باکس ۰/۲۳۹ به دست آمد که معنادار نبوده ($p > 0/05$). بنابراین مفروضه‌ی مورد نظر برقرار است.

ج- مفروضه‌ی همگنی واریانس‌ها: جهت بررسی این مفروضه، از آزمون لوین^۳ استفاده شد. بر اساس نتایج این آزمون، سطح معناداری برای متغیرهای بار شناختی درونزاد، بار

¹ Kolmogorov – Smirnov Test

² Box's Test of Equality of Covariance Matrices

³ Levene's Test of Equality of Error Variances

شناختی برونزاد، بار شناختی مطلوب و درگیری شناختی به ترتیب ۰/۲۸، ۰/۹۹، ۰/۱۷ و ۰/۶۲ به دست آمد که در سطح ۰/۰۵ معنادار نیست ($p > ۰/۰۵$).
 با توجه به برقراری مفروضات لازم، از تحلیل کوواریانس چندمتغیری جهت مقایسه‌ی میانگین نمرات بار درونزاد، بار برونزاد، بار مطلوب و درگیری شناختی در پس‌آزمون استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. نتایج تجزیه و تحلیل کوواریانس چند متغیری

آزمون‌ها	مقادیر F	درجه آزادی اثر	درجه آزادی خطا	سطح معناداری	اندازه اثر
اثر پیلایی	۵/۲۶	۴	۲۱	۰/۰۰۴	۰/۵۰۰
لامبدای ویلکز	۵/۲۶	۴	۲۱	۰/۰۰۴	۰/۵۰۰
اثر هتلینگ	۵/۲۶	۴	۲۱	۰/۰۰۴	۰/۵۰۰
بزرگترین ریشه‌ی روی	۵/۲۶	۴	۲۱	۰/۰۰۴	۰/۵۰۰

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، نتیجه‌ی تجزیه و تحلیل کوواریانس چندمتغیری حاکی از آن است که هر چهار آماره یعنی اثر پیلایی^۱ ($F(۴, ۲۱) = ۵/۲۶, p \leq ۰/۰۰۱$)، لامبدای ویلکز^۲ ($F(۴, ۲۱) = ۵/۲۶, p \leq ۰/۰۰۱$)، اثر هتلینگ^۳ ($F(۴, ۲۱) = ۵/۲۶, p \leq ۰/۰۰۱$)، و بزرگترین ریشه‌ی روی^۴ ($F(۴, ۲۱) = ۵/۲۶, p \leq ۰/۰۰۱$)، معنادارند. بدین ترتیب نتایج تجزیه و تحلیل کوواریانس نشان می‌دهد که متغیر مستقل بر ترکیب خطی متغیرهای وابسته مؤثر بوده و تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود دارد.
 به منظور بررسی فرضیه‌های پژوهش از تجزیه و تحلیل کوواریانس تک‌متغیره استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است.

¹ Pillai's trace

² Wilks' lambda

³ Hotelling's trace

⁴ Roy's largest root

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس گروه‌های آزمایش و کنترل در متغیرهای وابسته

متغیر وابسته	مجموع مجدورات	درجه آزادی میانگین مجدورات	F	سطح معناداری	اندازه اثر
بار برونزاد	۲/۲۹	۱	۴/۲۲	۰/۰۱۴	۰/۲۳
بار مطلوب	۵/۵	۱	۴/۶۴	۰/۰۰۵	۰/۲۸
درگیری شناختی	۴/۹۵	۱	۶/۶۴	۰/۱۷	۰/۲۲

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که با در نظر داشتن و کم کردن تفاوت اولیه، تفاوت معناداری بین گروه‌های آزمایش و کنترل، در متغیرهای بار شناختی برونزاد ($p = 0/014$)، بار شناختی مطلوب ($F(1) = 4/64, p = 0/005$) و درگیری شناختی ($F(1) = 6/64, p = 0/17$) مشاهده گردید. همچنین مجذور اتای سهمی نشان می‌دهد که افزایش بار برونزاد در قالب اثر سیالی متن، ۲۸ درصد از واریانس بار شناختی مطلوب و ۲۲ درصد از واریانس متغیر درگیری شناختی را تبیین می‌کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر بار برونزاد بر درگیری شناختی و بار شناختی مطلوب در دانشجویان انجام گرفت. جهت القاء بار برونزاد، از اثر ناسیالی متن استفاده شد تا شیوه‌ی ارائه‌ی اطلاعات را با دشواری همراه سازد. یافته‌های به دست آمده، نشان می‌دهد افزایش بار شناختی برونزاد، درگیری شناختی و نیز بار شناختی مطلوب را در دانشجویان افزایش داد. به عبارت دیگر، القاء سطوحی از بار برونزاد در قالب متن‌های ناسیال، موجب افزایش درگیری شناختی در یادگیرندگان شده و سطح بار شناختی مطلوب را افزایش داد. این نتایج با یافته‌های سوئلر و همکاران (۱۹۹۸) ناهمسو و با یافته‌های کالموفسکی و همکاران (۲۰۲۲) همسو است.

برخلاف مفروضات نظریه‌ی بار شناختی (سوئلر و همکاران، ۱۹۹۸) مبنی بر تأثیر نامطلوب بار برونزاد بر پردازش شناختی مطلوب و یادگیری عمیق، به نظر می‌رسد مطابق با نظر مه‌یر (۲۰۱۴) و نیز رویکرد سود-هزینه (کالموفسکی و همکاران، ۲۰۲۲)، میزانی کمی از بار شناختی برونزاد افزایش درگیری شناختی یادگیرندگان را در پی داشته و از این رو بار

شناختی مطلوب را در آنها ارتقاء می‌دهد. بنابراین آنطور که نظریات مرتبط پیش‌بینی کرده - اند این اثر مثبت بار برونزاد بر بار شناختی مطلوب را می‌توان ناشی از افزایش درگیری یادگیرندگان با تکالیف یادگیری دانست.

در تبیین این نتایج می‌توان گفت یادگیرندگان در جریان یادگیری و مطالعه‌ی مطالب آموزشی، درباره‌ی دشواری محتوا دست به قضاوت زده و بر اساس آن، تلاش ذهنی مشخصی را صرف منابع آموزشی می‌کنند (سالومون، ۱۹۸۴). در صورتی که تکلیف را نسبتاً دشوار ادراک کنند، ممکن است انگیزه‌ای برای تغییر راهبرد یادگیری و صرف تلاش بیشتر در آنها ایجاد شود. در واقع به نظر می‌رسد در موقعیت دارای بار برونزاد، این پیام به یادگیرندگان القاء می‌شود که راهبردهای اتخاذ شده برای فهم محتوا کفایت نمی‌کند و باید از راهبردهای عمیق‌تری برای درک آن استفاده کنند. لذا مداخلاتی که پردازش عمیق‌تر و آهسته‌تر را تحریک می‌کنند می‌توانند به افراد کمک کنند تا اطلاعات را بهتر به خاطر بسپارند (بیجورک، ۱۹۹۴).

دشواری‌های مطلوب اگرچه یادگیری اطلاعات را سخت‌تر می‌کنند، اما همچنین افراد را درگیر پردازش عمیق‌تر، آهسته‌تر و تلاشمند اطلاعات می‌کنند. این فرآیند پردازش، افراد را به ادغام بهتر اطلاعات با دانش قبلی‌شان سوق داده و بنابراین در درازمدت حافظه بهتری برای آن خواهند داشت. به عبارت دیگر، زمانی که پردازش اطلاعات سهل باشد، تلاش کمتری را می‌طلبند، در حالی که زمانی که پردازش اطلاعات دشوار است، نیازمند صرف تلاش بیشتری است. از این رو به نظر می‌رسد، تلاش مورد نیاز برای انجام یک تکلیف به عنوان یک نشانه‌ی فراشناختی عملکرد کرده و سطح درگیری یادگیرندگان را تنظیم می‌کند. در صورتی که فرد تلاش اندکی را برای انجام تکلیف کافی بداند، به فرآیندهای اکتشافی سریع‌تر، که از عمق کمتری برخوردار است تکیه می‌کند. در مقابل، ادراک دشواری تکلیف و ناروانی آن، تلاش بیشتری را می‌طلبند و به عنوان نشانه‌ای از "خطر" در نظر گرفته می‌شود. در این شرایط فرد به استفاده از فرآیندهای پردازشی آگاهانه، عمیق‌تر، کندتر و تحلیلی روی می‌آورد (آلتر و همکاران، ۲۰۰۷؛ آلتر و اوپنهایمر، ۲۰۰۹). از این رو به نظر می‌رسد دستکاری‌هایی که باعث ایجاد احساس دشواری می‌شوند (بار شناختی برونزاد)، با برانگیختن تلاش و درگیری شناختی، افراد را به سمت پردازش عمیق‌تر اطلاعات (بار شناختی مطلوب) سوق می‌دهند.

همانطور که در پیشتر عنوان شد، بار شناختی مطلوب یعنی میزان تلاش ذهنی که یادگیرنده عامدانه جهت ساخت و خود کارسازی طرحواره‌ها استفاده می‌کند. بدیهی است زمانی که تکلیف یادگیری بسیار سازمان‌یافته و روان به افراد ارائه می‌گردد، لزومی ندارد که یادگیرنده تلاش بیشتری صرف کرده و از راهبردهای پردازش عمیق استفاده کند. اما زمانی که مقداری بار برونزاد در قالب ناسیالی متن تحمیل شده باشد، ادراک دشواری تکلیف بالاتر رفته و تلاش ذهنی بیشتری را می‌طلبد. از این رو انگیزه لازم برای درگیری شناختی با تکلیف ایجاد شده و فرد تلاش می‌کند تا منابع ذهنی خود را صرف درک و فهم معنادار تکلیف کند.

در مجموع به نظر می‌رسد رابطه‌ی بار شناختی و انگیزش، بسیار پیچیده بوده و نیازمند بررسی بیشتر است. مطابق با پیشینه‌ی موجود، به نظر می‌رسد در نظر گرفتن بار برونزاد، به عنوان هزینه، در نظریه انتظار- ارزش- هزینه، تا حدودی درست می‌نماید. اما آنگونه که فلدون و همکاران (۲۰۱۹) عنوان کردند، این افزایش هزینه در همه شرایط به ضرر یادگیری نیست. از منظر تحلیل هزینه- سود (اسکالموفسکی و ژو، ۲۰۲۲)، سطح کم تا متوسط بار برونزاد، اگرچه ممکن است یک هزینه شناختی پایین به حافظه کاری تحمیل کند، اما به طور بالقوه یادگیرندگان را برمی‌انگیزاند تا تلاش بیشتری صرف کنند. ضمن اینکه افزایش بار شناختی مطلوب بسیار متأثر از عوامل انگیزشی بوده که فرد را به سمت تمایل به درگیری بیشتر و پردازش عمیق‌تر مطالب سوق می‌دهد. در واقع بار برونزاد می‌تواند با ایجاد چالش بر سر راه یادگیری، موجبات درگیری شناختی فرد را فراهم کرده و انگیزه لازم برای صرف منابع شناختی مطلوب را ایجاد کند. البته باید در نظر داشت که سطح دشواری و ناروانی تکلیف، چالشی مناسب ارائه دهد (بیجورک، ۲۰۲۰؛ زیپدا، مارتین و باتلر، ۲۰۲۰). چرا که اگر تکالیف خیلی سخت باشند، سطح هزینه تحمیل شده، بسیار فراتر از سود حاصل از درگیری شناختی شده و ممکن است فراگیران را از انجام تکلیف منصرف کند. از طرف دیگر، اگر تکلیف به اندازه کافی دشوار نباشد، ممکن است برخی از یادگیرندگان ارزشی برای انجام آن قائل نشده یا آن را کسالت بار و خسته‌کننده بدانند. ذکر این نکته لازم است که القاء بار برونزاد در قالب متون ناسیال اگرچه ممکن است منافی در جهت پردازش عمیق- تر و درگیری فراگیران داشته باشد اما نباید جایگزینی برای آموزش و به کارگیری راهبردهای مطالعه‌ی نظام‌مند و عمیق‌تر در نظر گرفته شوند.

مطالعه حاضر گام کوچکی در جهت بررسی روابط موجود بین بار شناختی و عوامل انگیزشی محسوب می‌شود. با این حال از آنجایی که پژوهش حاضر بر روی دانشجویان دختر مقطع کارشناسی انجام گرفته باید در تعمیم نتایج به سایر سنین و مقاطع تحصیلی احتیاط کرد. استفاده از حجم نمونه‌ی بیشتر، و بررسی این اثرات بر روی دانش‌آموزان در مقاطع تحصیلی مختلف، بینش جامع‌تری نسبت به نتایج به دست آمده در جمعیت‌های مختلف فراهم خواهند کرد. همچنین مطالعات آتی می‌توانند با بررسی متغیرهای انگیزشی دیگر قبل و بعد از القاء بار برونزاد، شناخت بیشتری از تأثیرات انگیزشی بر بار شناختی و بالعکس را مشخص کنند. به علاوه، بررسی عملکرد یادگیرندگان نیز به تکمیل یافته‌های موجود خواهد افزود. چرا که پیشینه‌ی پژوهش نشان می‌دهد لزوماً افزایش بار مطلوب، منجر به بهبود عملکرد نمی‌شود و تحت شرایطی ممکن است راهبردهای افزایش دهنده‌ی بار مطلوب، با راهبردهای یادگیری تداخل یابند (کلپش و سیوفرت، ۲۰۲۰). همچنین از آنجایی که منابع بار شناختی برونزاد متعدد هستند (به عنوان مثال، اثر تقسیم توجه، اثر افزونگی و...)، پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی، تأثیر روش‌های دیگر القاء کننده بار برونزاد را بر پردازش مطلوب بررسی کنند.

منابع

- تازش مریم، حسن‌آبادی حمیدرضا، کدیور پروین. (۱۳۹۵). نقش جزئیات فریبنده در یادگیری درس علوم چندرسانه‌ای: اثرها بر بار شناختی و عملکرد. *فصلنامه روانشناسی شناختی*، ۴(۳)، ۶۰-۵۱.
- دلاور، علی. (۱۳۹۶). *طرح‌های آزمایشی در روان‌شناسی و علوم تربیتی*. تهران: انتشارات سمت.
- رمضانی، ملیحه و خامسان، احمد. (۱۳۹۶). شاخص‌های روان‌سنجی پرسشنامه درگیری تحصیلی ریو ۲۰۱۳: با معرفی درگیری عاملی. *فصلنامه اندازه‌گیری تربیتی*، ۸(۲۹)، ۱۸۵-۲۰۴.
- زاهد، سعیده؛ درتاج، فریبرز؛ اسدزاده، حسن؛ کدیور، پروین و فرخی، نورعلی. (۱۴۰۰). ساختار عاملی و اعتباریابی نسخه‌ی فارسی پرسشنامه بار شناختی. *فصلنامه روان‌شناسی شناختی*، ۹(۱)، ۴۴-۳۲.
- Alter, A. L., & Oppenheimer, D. M. (2009). Uniting the tribes of fluency to form a metacognitive nation. *Personality and Social Psychology Review*, 13, 219-235.
- Alter, A. L., Oppenheimer, D. M., Epley, N., & Eyre, R. (2007). Overcoming intuition: Metacognitive difficulty activates analytic reasoning. *Journal of Experimental Psychology*, 136, 569-576.

- Bateman, S., Mandryk, R. L., Gutwin, C., Genest, A., McDine, D., & Brooks, C. (2010). Useful junk? The effects of visual embellishment on comprehension and memorability of charts. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 2573–2582). Association for Computing Machinery.
- Bjork, R. A. (1994). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In J. Metcalfe & A. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing* (pp. 185–205). Cambridge, MA: MIT Press.
- Bjork, R. A., & Bjork, E. L. (2020). Desirable difficulties in theory and practice. *Journal of Applied research in Memory and Cognition*, 9 (4), 475-479.
- Chi, M. T. H. & Wylie, R. (2014). “The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes”. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. <http://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>.
- Clark, R. E. (1999). The CaNE (Commitment and Necessary Effort) model of work motivation: a two-stage process of goal commitment and mental effort. In J. Lowyck (Ed.), *Trends in corporate training*. Leuven, Belgium: University of Leuven Press.
- Diemand-Yauman, C., Oppenheimer, D. M., & Vaughan, E. B. (2011). Fortune favors the Bold (and the Italicized): Effects of disfluency on educational outcomes. *Cognition*, 118(1), 111–115.
- Eitel, A., Kühl, T., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2014). Disfluency meets cognitive load in multimedia learning: Does harder-to-read mean better-to-understand? *Applied Cognitive Psychology*, 28(4), 488–501.
- Feldon, D. F., Callan G., Juth, S. & Jeong, S. (2019). Cognitive Load as Motivational Cost. *Educational Psychology Review*, <http://doi.org/10.1007/s10648-019-09464-6>
- Fredricks, J. A., Phyllis, C. B. & Alison, H. P. (2004). “School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence”. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109. <http://doi.org/103102/00346543074001059>.
- Harp, S. F., & Mayer, R. E. (1998). How seductive details do their damage: A theory of cognitive interest in science learning. *Journal of Educational Psychology*, 90(3), 414–434.
- Kahu, E., Stephens, C., Leach, L. & Zepke, N. (2015). “Linking academic emotions and student engagement: Mature-aged distance students’ transition to university”, *Journal of Further and Higher Education*, 39(4), 481–497. <http://doi.org/10.1080/0309877X.2014.895305>.
- Klepsch, M., Schmitz, F. & Seufert, T. (2017). Development and Validation of Two Instruments Measuring Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Frontiers in Psychology*, 8, 1997.
- Klepsch, M. & Seufert, T. (2020). Understanding instructional design effects by differentiated measurement of intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Instructional Science*, 48, 45-77. <http://doi.org/10.1007/s11251-020-09502-9>.
- Mayer, R. E. (2014). Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, 171–173.

- Plass, J. L. & Kalyuga, S. (2019). Four Ways of Considering Emotion in Cognitive Load Theory. *Educational Psychology Review*, 31(2), 339-359. <http://doi.org/10.1007/s10648-019-09473-5>.
- Reeve, J. (2013). How students create motivationally supportive learning environments for themselves: The concept of agentic engagement. *Journal of Educational Psychology*, 105, 579–595. <http://doi.org/10.1037/a0032690>
- Salomon, G. (1984). Television is "easy" and print is "tough": the differential investment of mental effort in learning as a function of perceptions and attributions. *Journal of Educational Psychology*, 76, 647–658.
- Shi, Y., Tong, M. & Long, T. (2021). Investigating relationships among blended synchronous learning environments, students' motivation, and cognitive engagement: A mixed methods study. *Computers & Education*, 168, 104193. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104193>
- Skulmowski, A. & Xu, K. M. (2022). Understanding Cognitive Load in Digital and Online Learning: a New Perspective on Extraneous Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 34, 171–196. <http://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-7>
- Seufert, T. (2020). Building Bridges between Self-Regulation and Cognitive Load—an Invitation for a Broad and Differentiated Attempt. *Educational Psychology Review*, 32, 1151–1162. <http://doi.org/10.1007/s10648-020-09574-6>
- Seufert, T., Wagner, F. & Westpha, J (2016). The effects of different levels of disfluency on learning outcomes and cognitive load. *Instructional Science*. <http://doi.org/10.1007/s11251-016-9387-8>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.
- Van Merriënboer, J. J. G. & Ayres, P. (2005). Research on Cognitive Load Theory and Its Design Implications for E-Learning. *ETR&D*, 53(3), 5-13.
- Vesga, J. B., Xu, X., & He, H. (2021). The effects of cognitive load on engagement in a virtual reality learning environment. In *2021 IEEE Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)* (pp. 645-652). IEEE..
- Xu, K. M., Koorn, P., de Koning, B., Skuballa, I., Lin, L., Henderikx, M., Marsh, H. W., Sweller, J. & Paas, Fred (2021). A growth mindset lowers perceived cognitive load and improved learning: integrating motivation to cognitive load. *Journal of Educational Psychology*, 113(6), 1177.
- Zepeda, C. D., Martin, R. S., & Butler, A. C. (2020). Motivational strategies to engage learners in desirable difficulties. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 9(4), 464-470. <http://doi.org/10.1016/j.jarmac.2020.08.007>