



## RESEARCH PAPER

## Comparing the effects of Merrill & Gagne's instructional design models on cognitive load, learning and instructional efficiency

V. Salehi<sup>\*1</sup>, B. Ghanbari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Educational Sciences, Sayyed Jamaledin Asadabadi University, Asadabad, Iran

<sup>2</sup>Department of Educational Sciences, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

### ABSTRACT

Received: 11 February 2019

Reviewed: 16 March 2019

Revised: 10 June 2019

Accepted: 18 June 2019

#### KEYWORDS:

Instructional Multimedia

Instructional Design Model


Cognitive Load

Learning

Instructional Efficiency

\* Corresponding author

 [salehi@sjau.ac.ir](mailto:salehi@sjau.ac.ir)

 (+98918) 5004068

**Background and Objectives:** With the increasing importance of instructional multimedia and the use of their interactive and unique features in the teaching-learning process, the design and production of this technology and its use in teaching courses and different levels of the educational system is observed. Cognitive load theory, as one of the theories related to information processing, is one of the most effective theories in instructional design and an effective guide for designing multimedia and other instructional materials. The basic premise of this theory is that learners have very limited working memory capacity to process when facing new information. The purpose of this theory is to predict learning outcomes by considering the capabilities and limitations of human cognitive structure. Cognitive load theory is based on the idea that the design of instructional materials should be based on our knowledge of how the human mind works. Based on this assumption, various processes of acquiring knowledge and understanding are explained considering the load they place on human cognitive system (which is an active system with limited information processing capacity). Because this theory links the design features of instructional materials to the principles of human cognitive processing, it can be used in a wide range of learning environments. The present study aimed to compare the effects of Merrill and Gagne's instructional design models on students' cognitive load, learning and instructional efficiency in science lesson.

**Methods:** The study was quasi-experimental with pretest and posttest design with two experimental and one control groups. The statistical population consisted of all male students of the sixth grade elementary school of Qazvin. The sample including three 30 students' classes were selected through convenience sampling procedure and the classes were randomly assigned to experimental and control groups. The materials and instruments included instructional multimedia contents, learning tests, and cognitive load assessment scale. The first experimental group studied the multimedia based on the Merrill model, the second group studied the multimedia based on the Gagne model and the control group studied non-model multimedia. Data were analyzed by using analysis of covariance (ANCOVA).

**Findings:** The results of the study showed that multimedia based on the Merrill instructional design model compared to multimedia based on Gagne instructional design model and non-model multimedia, has led to less cognitive load, more learning and instructional efficiency. Also, multimedia based on Gagne's instructional design model compared to non-model multimedia led to less cognitive load, more learning and instructional efficiency.

**Conclusion:** One of the concerns of educational designers in the process of designing the content of multimedia educational materials and other learning materials has always been the appropriate selection of instructional design models. Since there are different models for instructional design of learning materials, to choose a suitable model, one should rely on theoretical foundations and the results of research conducted in various theoretical areas, including cognitive load theory. According to the findings of this study, it is suggested that in order to reduce the cognitive load and increase students' learning, Merrill instructional design model be used in designing instructional multimedia content.



NUMBER OF REFERENCES

26



NUMBER OF FIGURES

1



NUMBER OF TABLES

7

## مقاله پژوهشی

## مقایسه تأثیر الگوهای طراحی آموزشی مریل و گانیه بر بار شناختی، یادگیری و بهره‌وری آموزشی

وحید صالحی<sup>۱\*</sup>، بهزاد قنبری<sup>۲</sup><sup>۱</sup> گروه علوم تربیتی، دانشگاه سید جمال الدین اسدآبادی، اسدآباد، ایران  
<sup>۲</sup> گروه علوم تربیتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

## چکیده

**پیشینه و اهداف:** با اهمیت یافتن روز افزون چند رسانه ای های آموزشی و بهره گیری از ویژگیهای تعاملی و منحصر بفرد آنها در فرایند یاددهی یادگیری، شاهد طراحی و تولید بیش از پیش این فناوری و استفاده از آن در آموزش دروس و سطوح مختلف سیستم آموزشی می باشیم. نظریه بار شناختی به عنوان یکی از نظریه های مرتبط با پردازش اطلاعات، از تأثیر گذارترین نظریه ها در طراحی آموزشی و راهنمایی مؤثر برای طراحی چندرسانه ای ها و سایر مواد آموزشی است. فرض اساسی این نظریه بر آن است که یادگیرندگان به هنگام مواجهه با اطلاعات جدید، از ظرفیت حافظه فعال بسیار محدودی برای پردازش برخوردارند. هدف این نظریه، پیش بینی نتایج یادگیری با در نظر گرفتن قابلیت ها و محدودیت های ساختار شناختی انسان است. نظریه بار شناختی بر مبنای این ایده استوار است که طراحی مواد آموزشی باید بر اساس دانش ما درباره نحوه عملکرد ذهن انسان باشد. بر اساس این فرض، فرایندهای مختلف کسب دانش و درک و فهم، بر اساس باری که بر سیستم شناختی انسان (که سیستمی فعال و دارای ظرفیت محدود پردازش اطلاعات است) وارد می کنند توضیح داده می شوند. از آنجا که این نظریه بین ویژگیهای طراحی مواد آموزشی و اصول پردازش شناختی انسان پیوند برقرار می کند، می توان از آن در طیف گسترده ای از محیط های یادگیری استفاده نمود. هدف پژوهش حاضر مقایسه تأثیر الگوهای طراحی آموزشی مریل و گانیه بر بار شناختی، یادگیری و بهره‌وری آموزشی دانش آموزان در درس علوم تجربی بود.

**روش ها:** این پژوهش از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل بود. جامعه آماری را کلیه دانش آموزان پسر پایه ششم ابتدایی شهر قزوین تشکیل می‌دادند. نمونه آماری شامل سه کلاس ۳۰ نفره با استفاده از روش نمونه گیری در دسترس انتخاب و این کلاس‌ها به صورت تصادفی به عنوان گروه‌های آزمایش و کنترل در نظر گرفته شدند. مواد و ابزار پژوهش شامل چندرسانه‌ای‌های آموزشی، آزمون‌های یادگیری و نیز مقیاس سنجش بار شناختی بود. گروه آزمایش اول با چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی مریل، گروه آزمایش دوم با چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی گانیه و گروه کنترل با چندرسانه‌ای بدون الگو آموزش دیدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس (آنکوا) استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج پژوهش حاضر نشان می دهد که چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی مریل در مقایسه با چندرسانه‌ای‌های مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی گانیه و چندرسانه‌ای بدون الگو منجر به بار شناختی کمتر، یادگیری و همچنین بهره‌وری آموزشی بیشتری شده است. همچنین، چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی گانیه در مقایسه با چندرسانه‌ای بدون الگو منجر به بار شناختی کمتر و یادگیری و بهره‌وری آموزشی بیشتری شد.

**نتیجه گیری:** همواره یکی از دغدغه های طراحان آموزشی در فرایند طراحی محتوای چندرسانه‌ای‌های آموزشی و سایر مواد یادگیری، معطوف به انتخاب مناسب الگوهای طراحی آموزشی بوده است. از آنجا که الگوهای مختلفی برای طراحی آموزشی مواد یادگیری وجود دارد، جهت انتخاب الگویی مناسب، باید به مبانی نظری و نتایج پژوهش های انجام شده در حوزه های نظری مختلف از جمله نظریه بار شناختی تکیه کرد. با توجه به یافته های این پژوهش پیشنهاد می شود که به منظور کاهش بار شناختی و افزایش میزان یادگیری دانش آموزان، در طراحی محتوای چندرسانه‌ای‌های آموزشی، از الگوی طراحی آموزشی مریل استفاده گردد.

## واژگان کلیدی:

چندرسانه ای آموزشی  
الگوی طراحی آموزشی  
بار شناختی  
یادگیری  
بهره‌وری آموزشی

\* نویسنده مسئول

salehi@siau.ac.ir

① ۰۹۱۸-۵۰۰۴۰۶۸

## مقدمه

مبنای تلفیق توجه انتخابی محرک‌ها، بازنمایی این محرک‌ها به صورت رمزهای کلامی و تصویری، بازبایی اطلاعات مرتبط با این محرک‌ها از حافظه‌ی بلندمدت و پردازش فعال و تلفیق بازنمایی‌ها با یکدیگر بنا گردیده است [۲]. از جمله مزایای چندرسانه‌ای‌های آموزشی می‌توان به ایجاد فرصت درگیر ساختن یادگیرنده در فرایند یادگیری و حل مسأله و ایجاد انگیزه اشاره نمود [۳]. با این وجود، استفاده صرف از چندرسانه‌ای‌های آموزشی بدون توجه به اصول و الگوهای طراحی

با رشد و گسترش استفاده از فناوری رایانه در فرایند یاددهی-یادگیری، طراحی محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای نیز اهمیت فزاینده‌ای یافته است. یادگیری چندرسانه‌ای، یادگیری از طریق محتوای آموزشی متشکل از چندین رسانه شامل متن، تصویر، پویانمایی، تصاویر ویدیویی و صوت است که این محتوای آموزشی عمدتاً از طریق کانال‌های دیداری و شنیداری به یادگیرنده عرضه می‌شود [۱]. یادگیری چندرسانه‌ای، بر

چهار شکل ارائه به دست می‌آید که مریل آنها را انواع ارائه اولیه می‌نامد. علاوه بر ارائه اولیه نوع دیگری از ارائه وجود دارد که ثانویه نامیده می‌شود. ارائه ثانویه مکمل ارائه اولیه است و آموزش را غنی‌تر می‌سازد. انواع ارائه ثانویه به انواع شرح و بسط نیز معروف است. انواع ارائه ثانویه به این دلیل مورد استفاده قرار می‌گیرد تا فرایند پردازش اطلاعات دانش‌آموزان را تسهیل کند یا در آن‌ها ایجاد علاقه نماید. یادیارها (شرح و بسط حافظه‌ای)، تعریف واژگان (شرح و بسط واژگانی)، تدارک زمینه (شرح و بسط زمینه‌ای)، جلب توجه (شرح و بسط کمکی)، تدارک ارائه چندگانه (شرح و بسط شکل ارائه یا شیوه جانشین ارائه)، تدارک بازخورد (شرح و بسط بازخورد) و تدارک کمک (راهنمایی). طراح آموزشی به منظور استفاده از نظریه نمایش اجزا، پس از تعیین نوع مطلب و عملکرد مورد انتظار، انواع ارائه اولیه و ثانویه را مشخص می‌کند؛ آن‌گاه با ترکیب این دو نوع و رعایت چهار قاعده اصلی (تفکیک، تنوع، دشواری و هم‌تاسازی) به طراحی آموزشی می‌پردازد [۷].

همان‌گونه که اشاره شد؛ دو الگوی طراحی آموزشی گانیه و مریل از نظریه‌های یادگیری شناختی منشأ گرفته‌اند [۵]. نظریه‌های یادگیری شناختی، تأثیرات بسیاری بر دانش طراحی آموزشی گذاشته‌اند. برای نظریه پردازان شناختی، یادگیری، کسب و بازسازی ساختارهای شناختی (طرح‌واره‌ها) است که از طریق آن اطلاعات، پردازش و در حافظه ذخیره می‌شوند [۸]. رویکرد شناختی در یادگیری انسانی، بر مکانیزم‌های شناختی درونی تأکید می‌کند. از جمله نظریه‌هایی که براساس دیدگاه پردازش اطلاعات برای حمایت از فرآیند پردازش داده‌ها در حافظه فعال ایجاد گردیده است، نظریه بار شناختی می‌باشد. نظریه بار شناختی، به‌عنوان یکی از نظریه‌های مرتبط با پردازش اطلاعات، چارچوبی را برای طراحی مواد آموزشی چندرسانه‌ای فراهم آورده است [۹]. فرض اساسی این نظریه بر آن است که یادگیرندگان به هنگام مواجهه با اطلاعات جدید، از ظرفیت حافظه فعال بسیار محدودی برای پردازش برخوردارند [۱۰]. اصطلاح بار شناختی، به میزان باری اشاره دارد که در هنگام پردازش اطلاعات بر روی حافظه فعال یا کوتاه مدت فرد وارد می‌آید تا بتواند آن اطلاعات را برای جای‌دهی در حافظه دراز مدت رمزگذاری کند [۱۱]. براساس این نظریه، اگر بار ذهنی حاصل از محتوای آموزشی فراتر از ظرفیت محدود حافظه فعال یادگیرنده باشد، در یادگیری وی اختلال ایجاد خواهد شد [۱۲]. بر این اساس، بیان شده است که علت غیرمؤثر بودن تعداد زیادی از مواد آموزشی چندرسانه‌ای، بی‌توجهی آنها به محدودیت‌های نظام پردازش اطلاعات انسان، به ویژه محدودیت ظرفیت پردازش حافظه فعال می‌باشد [۱۳]. بار شناختی، اشاره به منابع مورد نیاز حافظه فعال برای به انجام رساندن فعالیت‌های شناختی ویژه دارد. اصطلاح بار شناختی، یک مفهوم نظری است که منابع مورد نیاز برای پردازش اطلاعات در موقعیت‌های ویژه را توسط یک شخص خاص که سعی در انجام وظیفه‌ای دارد، توصیف می‌کند [۱۴]. مقدار واقعی از این منابع که صرف یک فعالیت شناختی می‌شود، به عوامل بسیاری از قبیل سطوح انگیزش، نگرش‌ها و دیگر ویژگی‌های

آموزشی در تولید محتوای آنها، نمی‌تواند تضمین کننده آموزشی اثربخش باشد [۴]. طراحی آموزشی به‌عنوان یک حوزه علمی که زیرمجموعه‌ای از رشته فناوری آموزشی است، می‌کوشد فرصت‌های مناسب برای یادگیری را در اختیار یادگیرندگان قرار دهد و با ایجاد تجارب یادگیری معنادار، زمینه ایجاد یادگیری اثربخش را فراهم سازد. به‌طور کلی طراحی آموزشی را می‌توان علم، هنر و شیوه ایجاد برنامه‌های آموزشی یا تهیه آموزش دانست [۵].

براساس یک تعریف تخصصی‌تر، طراحی آموزشی «فرایند پیش‌بینی روش‌ها براساس اهداف در شرایط خاص» است. در طراحی آموزشی، فعالیت‌هایی از قبیل تعیین هدف، تحلیل آموزشی، گزینش محتوا و رسانه‌ها، و تعیین نظام ارزشیابی انجام می‌شود. طراحی آموزشی، یک فرآیند نظام‌مند است که در آن، از نظریه‌های یادگیری برای برنامه‌ریزی و ارائه آموزش جهت ارتقای یادگیری استفاده می‌شود. این فرآیند ممکن است شامل روش‌های آموزشی از قبیل کاربرد مثال‌ها و یا فعالیت، همراه با بازخوردهایی که معلم به یادگیرنده می‌دهد، یادگیری مسئله محور، یا یادگیری مستقل باشد [۶]. در طراحی آموزشی از الگوهای مختلفی استفاده می‌شود که از جمله پرکاربردترین آنها می‌توان به الگوهای طراحی آموزشی گانیه و مریل اشاره کرد. الگوی طراحی آموزشی گانیه یا الگوی رویدادهای آموزشی، یکی از الگوهای سیستمی است که می‌تواند در سطح خرد و کلان طراحی آموزشی به کار رود. این الگو بر مبنای رویکرد روانشناسی شناختی طراحی شده است. گانیه بازده‌های یادگیری را به پنج دسته شامل مهارت‌های ذهنی، راهبردهای شناختی، اطلاعات کلامی، مهارت‌های حرکتی و نگرش‌ها تقسیم بندی می‌کند و برای تحقق هر یک از قابلیت‌های پنج‌گانه، وجود دو دسته از شرایط درونی و بیرونی را ضروری می‌داند. وی برای دستیابی به بازده‌های یادگیری مورد نظر، مجموعه‌ای از رویدادهای آموزشی را مطرح می‌کند که تأمین‌کننده شرایط درونی و بیرونی برای یادگیری می‌باشند. این رویدادهای نه‌گانه عبارتند از: جلب توجه، مطلع کردن یادگیرندگان از هدف‌های آموزشی، یادآوری آموخته‌های قبلی، ارائه مطالب محرک یادگیری، تدارک راهنمایی، فراخواندن عملکرد، تدارک بازخورد، ارزیابی عملکرد و افزایش یادداری و انتقال [۷].

الگوی طراحی آموزشی مریل که نظریه نمایش اجزا نیز نامیده می‌شود، در واقع توصیفی از عناصر خرد در آموزش است و بدین سبب یک الگوی طراحی آموزشی در سطح خرد قلمداد می‌شود. مریل در این نظریه، ابتدا یک طبقه‌بندی از هدف‌های آموزشی ارائه می‌دهد که ماتریس عملکرد-محتوا نامیده می‌شود. این ماتریس چهار نوع موضوع (حقایق، مفاهیم، روش کارها و اصول یا قوانین) و سه نوع عملکرد (یادآوری، کاربرد و کشف) را به نمایش می‌گذارد. براساس الگوی طراحی آموزشی مریل هر آموزشی تنها شامل دو عنصر تشکیل دهنده است: تعمیم و نمونه. براساس نظریه نمایش اجزا، هر یک از عناصر یا اجزای آموزشی (تعمیم‌ها و نمونه‌ها) را می‌توان به دو شیوه توضیحی و پرسشی ارائه کرد [۵]. از ترکیب عناصر محتوایی (تعمیم، نمونه) با شیوه ارائه (توضیحی، پرسشی)

بودند؛ نسبت به آنهایی که قابلیت‌های سطح بالاتری در این دو زمینه داشتند، در سطح پایین‌تری قرار داشت. این مسأله زمانی مشاهده شد که دانشجویان، سرمشق‌های بصری برای این دسته از کلمات را دریافت کرده بودند؛ در صورتی که در شرایط دریافت سرمشق‌های کلامی، هیچ‌گونه تفاوت معناداری بین آنها دیده نشد. از سوی دیگر درک و فهم متن برای تمام یادگیرنده‌ها در شرایط دریافت سرمشق‌های بصری دشوار بود. نتایج این بررسی با نظریه شناختی یادگیری چندرسانه‌ای و با نظریه بار شناختی انطباق داشت [۲۲]. پاستر در پژوهش خود نشان داد که گوش کردن به آموزش فشرده شده زمانی با سرعت متوسط ۲۵ درصد در یک محیط چندرسانه‌ای، بر روی یادگیری اثر حمایت‌کننده‌ای داشته است؛ در حالیکه با این سرعت فشرده‌سازی، بار شناختی یادگیرنده‌ها افزایش نیافته و در نتیجه به یادگیرنده‌ها اجازه داده شد تا درک مفهومی خود را از مواد آموزشی افزایش دهند [۲۳]. در پژوهش مهرورز و همکاران نشان داده شد که آموزش مبتنی بر الگوهای گانیه و دیک و کاری تفاوتی در میزان تأثیر بر انگیزش یادگیری ندارند؛ اما مشخص شد که آموزش مبتنی بر الگوی گانیه نسبت به آموزش مبتنی بر الگوی دیک و کاری، منجر به یادگیری بیشتری می‌شود [۲۴]. نتایج پژوهش مرادی و همکاران نشان داد که بهره‌گیری از الگوی طراحی آموزشی گانیه در طراحی محتوای آموزشی برای دانش‌آموزان کم توان ذهنی، منجر به یادگیری و یادداری بیشتر آنان می‌شود [۲۵].

در همین راستا، پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر الگوهای طراحی آموزشی گانیه و مریل بر بار شناختی، یادگیری و بهره‌وری آموزشی دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی در درس علوم تجربی انجام گرفته است.

در این پژوهش، بر مبنای هدف فوق‌الذکر، سؤالات زیر مطرح شدند:

۱- الگوهای طراحی آموزشی گانیه و مریل چه تأثیری بر یادگیری دارند؟  
۲- الگوهای طراحی آموزشی گانیه و مریل چه تأثیری بر بار شناختی دارند؟

۳- الگوهای طراحی آموزشی گانیه و مریل چه تأثیری بر بهره‌وری آموزشی دارند؟

نتایج این پژوهش می‌تواند به طراحان آموزشی و معلمان در جهت یافتن الگوی مناسب طراحی محتوای چندرسانه‌ای‌های آموزشی درس علوم تجربی، به نحوی که با ظرفیت‌ها و ساختارهای شناختی دانش‌آموزان هماهنگی داشته باشند، کمک نماید.

### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های نیمه آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش را کلیه دانش‌آموزان پسر پایه ششم ابتدایی شهر قزوین در سال تحصیلی ۹۶-۱۳۹۵ تشکیل می‌دادند. نمونه آماری شامل سه کلاس ۳۰ نفره بود که با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و این کلاس‌ها به صورت تصادفی به‌عنوان گروه‌های آزمایش و کنترل در نظر گرفته شدند.

شخصی بستگی دارد [۱۵]. نظریه بار شناختی، سعی در بهینه‌سازی پیامدهای یادگیری از طریق مورد توجه قرار دادن قابلیت‌ها و محدودیت‌های ساختار شناختی انسان دارد. این نظریه، بر اساس نحوه کارکرد حافظه فعال، به طراحی مواد یادگیری می‌پردازد [۱۲]. در این نظریه، سه نوع بار شناختی تحت‌عنوان بار شناختی درونی (ناشی از پیچیدگی ذاتی و درونی محتوای آموزشی)، بار شناختی بیرونی (ناشی از نحوه ارائه محتوای آموزشی به یادگیرنده) و بار شناختی مطلوب (مرتبط با میزان تلاش ذهنی برای پردازش اطلاعات وارده به حافظه فعال) مطرح شده است [۱۶].

همان‌گونه که اشاره شد، نظریه بار شناختی، یکی از مهم‌ترین نظریه‌ها در طراحی آموزشی محسوب می‌شود. این نظریه راهبردهایی را برای طراحی مواد یادگیری که در قالب چندرسانه‌ای و سایر قالب‌ها هستند ارائه می‌کند [۱۳]. هدف نظریه بار شناختی، پیش‌بینی پیامدهای یادگیری با توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های ساختار شناختی انسان است [۱۵]. به دلیل این گستردگی کاربرد نظریه بار شناختی، پژوهش‌های وسیعی انجام پذیرفته است که ارتباط میان ساختار شناختی انسان، طراحی مواد آموزشی و یادگیری موفق را به نمایش می‌گذارند. صالحی و همکاران [۴] در پژوهش خود نشان دادند که اعمال اثر پیش‌آموزی در محتوای چندرسانه‌ای آموزشی، منجر به کاهش بار شناختی درونی تجربه شده توسط یادگیرندگان، افزایش یادگیری و بهره‌وری آموزشی آنان می‌شود. عبدی و رستمی در پژوهش خود دریافتند که دانش‌آموزانی که از طریق روش آموزشی مبتنی بر اثرات بار شناختی 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 نسبت به دانش‌آموزان گروه کنترل ادراک کردند [۱۷]. نتایج پژوهش زارع و همکاران نشان داد که بار شناختی بیرونی در آموزش درست‌شناسی با استفاده از الگوی طراحی آموزشی مریل در شیوه چندرسانه‌ای، کمتر از شیوه سنتی است [۱۸]. همچنین، نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که برای یادداری اثربخش اطلاعات در حافظه فعال، نیاز به تکرار و مرور ذهنی است. یافته این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از اصول مربوط به نظریه بار شناختی، باعث افزایش میزان یادآوری می‌شود [۱۹]. یافته‌های پژوهش زارع و همکاران حاکی از آن بود که استفاده از راهبردهای آموزشی مربوط به نظریه بار شناختی در طراحی و تولید چندرسانه‌ای آموزشی، باعث کاهش بار شناختی بیرونی و افزایش یادگیری دانشجویان در درس فیزیولوژی می‌شود [۲۰]. نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که استفاده از اصول مربوط به نظریه بار شناختی در طراحی و تولید اخبار آنلاین، تأثیر مثبتی بر روی میزان یادآوری اطلاعاتی دارد که دانش‌آموزان در نتیجه خواندن اخبار آنلاین دریافت کرده بودند [۲۱]. در پژوهشی که توسط پلاس و همکاران انجام شد؛ مشخص گردید که فراخوانی و به یادآوری ترجمه کلمات برای دانشجویانی که از توانایی‌های فضایی و کلامی سطح پایین‌تری برخوردار

را با هم ترکیب می‌کند استفاده شد  $(E = \frac{P-R}{\sqrt{2}})$  [۲۶]. در این فرمول، میزان بهره‌وری آموزشی با تبدیل مقادیر بار شناختی و نمرات عملکرد به نمره‌های Z (P و R) و تلفیق نمرات Z محاسبه می‌شود. در پژوهش حاضر برای تجزیه و تحلیل آماری ابتدا از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و لوین برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها استفاده شد. و در سطح آمار استنباطی تحلیل کوواریانس (آنکوا) به منظور آزمون فرضیات پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

### نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج توصیفی متغیرهای یادگیری، بار شناختی و بهره‌وری آموزشی در سه گروه پژوهش (الگوی مریل، الگوی گانیه، بدون الگو)، به صورت میانگین و انحراف معیار در مراحل پیش‌آزمون- پس آزمون گزارش شده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش  
 Table 1: Means and standard deviations of the variables

Models	Learning		Cognitive load	Efficiency
	Pretest	Posttest		
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
Merrill model	10.53 ± 2.92	16.76 ± 2.31	3.54 ± 1.72	0.82 ± 0.75
Gagne model	10.03 ± 2.22	15.10 ± 2.27	4.53 ± 1.11	0.03 ± 0.64
None	10.36 ± 2.84	13.86 ± 3.00	5.68 ± 1.57	-0.85 ± 0.89

برای بررسی تفاوت بین گروه‌های پژوهش در متغیر یادگیری، از آزمون تحلیل کوواریانس (آنکوا) استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است (نمرات پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر همپراش برای کنترل تفاوت آزمودنی‌ها قبل از اجرای آزمایش در تحلیل وارد شد).

جدول ۲: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس یادگیری  
 Table 2: The results of ANCOVA for learning

Source	Sum of squares	df	Mean	F	Sig.
Pretest	300.38	1	300.38	96.70	.000
Group	117.30	2	58.65	18.88	.000*
Error	267.14	86	3.10		

\* p < .01.

طبق اطلاعات جدول شماره ۲، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان می‌دهد مقدار آماره F برابر با ۱۸/۸۸ است که این امر بیانگر آن است که چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی بر یادگیری دانش‌آموزان اثرگذار بوده است (p=0.000). برای تعیین محل معناداری

مواد و ابزار پژوهش شامل چندرسانه‌ای‌های آموزشی، آزمون یادگیری (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) و نیز مقیاس سنجش بار شناختی بود. محتوای چندرسانه‌ای آموزشی شامل فصل دوازدهم کتاب علوم تجربی پایه ششم ابتدایی بود. محتوای چند رسانه‌ای گروه آزمایش ۱ براساس الگوی طراحی آموزشی گانیه، چندرسانه‌ای گروه آزمایش ۲ براساس الگوی طراحی آموزشی مریل و چندرسانه‌ای گروه کنترل بدون استفاده از الگوی طراحی آموزشی و بدون تغییر در محتوای کتاب درسی و با استفاده از نرم‌افزار استوری لاین طراحی شدند. مطابقت محتوای آموزشی چندرسانه‌ای‌ها با الگوهای طراحی آموزشی گانیه و مریل، توسط سه نفر از متخصصان تکنولوژی آموزشی تأیید شد. آزمون یادگیری شامل ۲۰ سؤال چهارگزینه‌ای از فصل ۱۲ کتاب علوم تجربی پایه ششم بود که به هر سؤال ۱ نمره اختصاص داده شد. جهت تعیین روایی آزمون، سؤالات در اختیار چهار نفر از معلمان پایه ششم قرار داده شد و پس از جمع‌آوری نظرات آنان و پس از انجام اصلاحات مورد نظر، مورد تأیید آنان قرار گرفت. همچنین، پایایی سؤالات پیش‌آزمون با استفاده از روش آلفای کرونباخ ۰/۷۱، و پایایی سؤالات پس‌آزمون با روش آلفای کرونباخ میزان ۰/۷۹، محاسبه شد. برای اندازه‌گیری بار شناختی درک شده حاصل از محتوای آموزشی، از پرسش‌نامه (مقیاس) ساخته شده توسط پاس و ون مرینبوئر استفاده شد [۲۶]. پایایی این پرسش‌نامه توسط پژوهشگران مذکور ۰/۹، گزارش شده است. این پرسش‌نامه شامل ۲ سؤال در طیف لیکرت ۹ درجه‌ای بود. سؤال اول این مقیاس، سطح دشواری محتوای آموزشی را از (۱) بسیار بسیار آسان تا (۹) بسیار بسیار دشوار می‌سنجید که هر آزمودنی با توجه به تجربه خود از برنامه آموزشی آن را مشخص می‌ساخت. سؤال دوم این مقیاس، میزان تلاش ذهنی آزمودنی‌ها را از (۱) بسیار بسیار کم تا (۹) بسیار بسیار زیاد اندازه‌گیری می‌کرد؛ به‌گونه‌ای که آزمودنی‌ها براساس میزان تلاش ذهنی که برای درک محتوای آموزشی داشتند آن را مشخص می‌ساختند. در پژوهش حاضر، پایایی پرسش‌نامه ۰/۸۳، محاسبه شد. این پرسش‌نامه پس از ترجمه، در اختیار دو نفر از مترجمان زبان انگلیسی قرار گرفته و توسط آنان تأیید شد.

ابتدا یک هفته پیش از اجرای آموزش، از کلیه آزمودنی‌ها پیش‌آزمون گرفته شد. سپس گروه آزمایش ۱ چندرسانه‌ای طراحی شده براساس الگوی طراحی آموزشی مریل، گروه آزمایش ۲ چندرسانه‌ای طراحی شده بر اساس الگوی گانیه و گروه کنترل چندرسانه‌ای طراحی شده بدون استفاده از الگوی طراحی آموزشی را طی سه جلسه ۴۵ دقیقه‌ای آموزش دیدند. در پایان هر جلسه، آزمودنی‌ها به پرسش‌نامه سنجش میزان بار شناختی پاسخ دادند. در آخرین جلسه آموزش، پس آزمون یادگیری از آزمودنی‌ها به‌عمل آمد. این آزمون شکل موازی پیش‌آزمون بود که در آن به‌منظور جلوگیری از اثر تمرین و انتقال، شماره سؤالات و گزینه‌ها در مقایسه با پیش‌آزمون تغییر داده شده بود.

به‌منظور اندازه‌گیری میزان بهره‌وری آموزشی گروه‌های آزمایش و کنترل، از فرمول زیر که اندازه‌های بار شناختی و عملکرد بر روی تکلیف

طبق نتایج آزمون بنفرونی، چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی مریل در مقایسه با چندرسانه‌ای ساخته شده بدون استفاده از الگوی طراحی، منجر به بار شناختی کمتر شده است ( $p=0.000$ ). همچنین، چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی گانیه در مقایسه با چندرسانه‌ای ساخته شده بدون استفاده از الگوی طراحی، منجر به بار شناختی کمتر ( $p=0.001$ )، و چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی مریل در مقایسه با چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی گانیه، منجر به بار شناختی کمتر شده‌اند ( $p=0.005$ ). به منظور بررسی تفاوت بین گروه‌های پژوهش در متغیر بهره‌وری آموزشی، از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه (آنوا) استفاده شد که نتایج آن در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶: تحلیل واریانس یک‌راهه برای متغیر بهره‌وری آموزشی  
Table 6: The results of one-way ANOVA for instructional efficiency

Source	Sum of squares	df	Mean	F	Sig.
Between groups	42.15	2	21.07	18.87	.000*
Within groups	97.18	87	1.117		
Total	139.33	89			

\*  $p < .01$ .

با توجه به نتایج جدول ۶، آماره F آزمون برابر با ۱۸/۸۷ است که با توجه به سطح معناداری مشخص می‌شود چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی بر بهره‌وری آموزشی اثرگذار بوده است ( $p=0.000$ ). همچنین، برای تعیین محل معناداری جفتی بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد (جدول ۷).

جدول ۷: نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای متغیر بهره‌وری آموزشی  
Table 7: Bonferroni results for instructional efficiency

Models	Gagne model		None	
	Statistics	Sig.	Statistics	Sig.
Merrill model	0.78	.015*	1.67	.000*
Gagne model			0.88	.005*

\*  $p < .01$ .

طبق نتایج آزمون بنفرونی، بین بهره‌وری آموزشی چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی مریل با چندرسانه‌ای ساخته شده بدون استفاده از الگوی طراحی، تفاوت معنادار وجود دارد ( $p=0.000$ ). علاوه بر این، بین بهره‌وری آموزشی چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی گانیه با چندرسانه‌ای ساخته شده بدون استفاده از الگوی طراحی تفاوت معناداری وجود دارد ( $p=0.005$ ). همچنین، بین بهره‌وری آموزشی چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی مریل با چندرسانه‌ای ساخته شده بدون استفاده از الگوی طراحی تفاوت معناداری وجود دارد ( $p=0.015$ ).

جفتی بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳: نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای متغیر یادگیری  
Table 3: Bonferroni results for learning

Models	Gagne model		None	
	Statistics	Sig.	Statistics	Sig.
Merrill model	1.35	.011*	2.79	.000*
Gagne model			1.44	.007*

طبق نتایج جدول ۳، چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی مریل در مقایسه با چندرسانه‌ای ساخته شده بدون استفاده از الگوی طراحی، منجر به یادگیری بیشتر ( $p=0.000$ )، و چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی گانیه در مقایسه با چندرسانه‌ای ساخته شده بدون استفاده از الگوی طراحی، منجر به یادگیری در سطح بالاتری شده‌اند ( $p=0.007$ ). همچنین چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی مریل در مقایسه با چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی گانیه، منجر به یادگیری بیشتری شده است ( $p=0.011$ ). برای بررسی تفاوت بین گروه‌های پژوهش در متغیر بار شناختی، از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه (آنوا) استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴: تحلیل واریانس یک‌راهه برای متغیر بار شناختی  
Table 4: The results of one-way ANOVA for cognitive load

Source	Sum of squares	df	Mean	F	Sig.
Between groups	68.86	2	34.43	24.82	.000*
Within groups	120.68	87	1.38		
Total	189.54	89			

\*  $p < .01$ .

با توجه به نتایج جدول ۴، آماره F آزمون برابر با ۲۴/۸۲ است که با توجه به سطح معناداری مشخص می‌شود که چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی بر بار شناختی دانش‌آموزان اثرگذار بوده است ( $p=0.000$ ). همچنین، برای تعیین محل معناداری جفتی بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد (جدول ۵).

جدول ۵: نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای متغیر بار شناختی  
Table 5: Bonferroni results for cognitive load

Models	Gagne model		None	
	Statistics	Sig.	Statistics	Sig.
Merrill model	-0.99	.005*	-2.14	.000*
Gagne model			-1.15	.001*

\*  $p < .01$ .

## تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته تکنولوژی آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران به شماره ثبت ۱۰۲۱ می‌باشد. از کلیه دانش‌آموزان و معلمان گرامی که در انجام این پژوهش با پژوهشگران کمال همکاری را داشتند سپاسگزاری می‌کنیم.

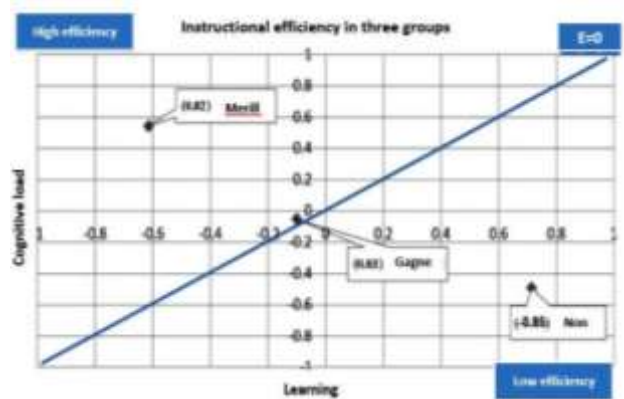
## تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

## منابع و مأخذ

- [1] Mayer, RE. *Multimedia learning* (2nd Ed.). New York: Cambridge University Press; 2009.
- [2] Nückles M, Hübner S, Dümer S, Renkl A. Expertise reversal effects in writing-to-learn. *Instructional Science*. 2010; 38(3):237-58.
- [3] Seufert T, Schütze M, Brünken R. Memory characteristics and modality in multimedia learning: An aptitude-treatment-interaction study. *Learning and Instruction*. 2009; 19(1):28-42.
- [4] Salehi V, Moradimokhles H, Ghasemtabar, SA, Qarabaghi H. [Effect of pre-training on nursing students' intrinsic cognitive load, learning and instructional efficiency]. *Research in Medical Science Education*. 2017; 9(3): 38-46. Persian.
- [5] Norouzi D, Razavi A. *Instructional design foundations*. Tehran: Samt; 2016. Persian.
- [6] Jonassen D. *Learning to solve problems: An instructional design guide*. US: John Wiley & Sons; 2004.
- [7] Fardanesh H. *Theoretical foundations of instructional technology*. Tehran: Samt; 2012. Persian.
- [8] Kalyuga S. *Managing cognitive load in adaptive multimedia learning*. New York: Hershey; 2009.
- [9] Sweller J, Ayres P, Kalyuga S. *Cognitive load theory*. New York: Hershey; 2011.
- [10] Sweller J, Paas F. Should self-regulated learning be integrated with cognitive load theory? A commentary. *Learning and Instruction*. 2017; 51: 85-89.
- [11] Sweller J. Measuring cognitive load. *Perspectives on Medical Education*. 2018; 7(1): 1-2.
- [12] Kirschner PA, Sweller J, Kirschner F, Zambrano J. From cognitive load theory to collaborative cognitive load theory. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*. 2018; 13(2): 213-233.
- [13] Plass JL, Moreno R, Brunken R. *Cognitive load theory*. New York: Cambridge University Press; 2010.

نمودار مقایسه‌ای شاخص بهره‌وری آموزشی در سه گروه آموزشی در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱: نمودار شاخص بهره‌وری آموزشی در سه گروه

Fig. 1: Graphic presentation of the instructional efficiency index for three groups

همان‌گونه که از نتایج جدول شماره ۷ مشخص است و در نمودار شماره ۱ نیز نشان داده شده است؛ چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی مریل به صورت معناداری بیشترین بهره‌وری آموزشی را نسبت به دو گروه دیگر داشته است.

## نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف مقایسه الگوهای طراحی آموزشی گانه و مریل بر بار شناختی، یادگیری و بهره‌وری آموزشی دانش‌آموزان پایه ششم ابتدایی در درس علوم تجربی انجام شد. یافته‌های پژوهش حاکی از آن بود که چندرسانه‌ای مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی مریل در مقایسه با چندرسانه‌ای‌های مبتنی بر الگوی طراحی آموزشی گانه و چند رسانه‌ای بدون الگو، منجر به بار شناختی کمتر، یادگیری بیشتر و بهره‌وری آموزشی بالاتری شده است. همچنین، چندرسانه‌ای آموزشی طراحی شده براساس الگوی آموزشی گانه در مقایسه با چندرسانه‌ای بدون الگو، بار شناختی کمتر، یادگیری و بهره‌وری بیشتری ایجاد کرده است.

مطالعات انجام شده در محیط‌های آموزشی واقعی و آزمایشگاهی که از نظریه بار شناختی نشأت گرفته‌اند؛ بیانگر آن بوده‌اند که با بازنگری در طراحی آموزشی، می‌توان یادگیری را به میزان قابل توجهی تسهیل کرد. با توجه به اهمیت یافتن روز افزون چندرسانه‌ای‌های آموزشی و بهره‌گیری از ویژگی‌های تعاملی و منحصر به فرد آنها در فرایند یاددهی یادگیری، لازم است تا طراحی محیط‌های یادگیری چندرسانه‌ای مبتنی بر اصول علمی (نه به صورت اتفاقی و نظرات شخصی) صورت بگیرد. این اصول باید براساس یافته‌های حوزه شناخت و پردازش اطلاعات، ساز و کارهای شناختی انسان و محدودیت ظرفیت پردازش حافظه فعال یادگیرندگان باشد.

## مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان به نسبت سهم برابر در این پژوهش مشارکت داشتند.

motivation and learning]. *Journal of Curriculum Research*. 2014; 3(2), 73-93. Persian.

[25] Moradi R, Khazae S, Karimi R, Velayati E. [Impact of the multimedia instructional based instructional design model Ganyeh on learning and retention of mentally retarded students]. *Technology of Instruction and Learning*. 2016; 2(5): 47-66. Persian.

[26] Paas FG, Van Merriënboer JJ. The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental-effort and performance measures. *Human Factors*. 1993; 35: 737-743.

[14] Abeysekera L, Dawson P. Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research & Development*. 2015; 34(1): 1-14.

[15] Moreno R, Mayer RE. Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*. 2007; 19 (3): 309-326.

[16] Sweller J. Cognitive load theory. *Psychology of Learning and Motivation*. 2011; 55: 37-76.

[17] Abdi A, Rostami M. [The effect of instruction based on cognitive load theory on academic achievement, perceived cognitive load and motivation to learning in science courses]. *Journal of Instruction and Evaluation*. 2018; 10(40): 43-67. Persian.

[18] Zare M, Zarei Zavaraki E, Amirteimoury M, Sarikhani R. [Comparing the extraneous cognitive load of designing an instruction with Merrill's Model between instruction by multimedia and traditional methods]. *Information and Communication Technology in Educational Sciences*. 2016; 3(23): 25-40. Persian.

[19] Camos V, Portrat S. The impact of cognitive load on delayed recall. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2015; 22(4): 1029-1034.

[20] Zare M, Salari M, Sarikhani R. [The impact of educational strategies of cognitive load theory on extraneous cognitive load and learning in physiology course]. *Journal of Medical Education Development*. 2016; 9(22): 44-52. Persian.

[21] Debus N, Van De Leemput C. What does germane load mean? An empirical contribution to the cognitive load theory. *Frontiers in Psychology*. 2014; 5: 1099.

[22] Plass JL, Chun DM, Mayer RE, Leutner D. Cognitive load in reading a foreign language text with multimedia aids and the influence of verbal and spatial abilities. *Computers in Human Behavior*. 2003; 19 (2): 221-243.

[23] Pastore R. The effects of time-compressed instruction and redundancy on learning and learners' perceptions of cognitive load. *Computers & Education*. 2012; 58(1): 641-651.

[24] Mehrvarz M, Moradi M, Abdoli S. [Comparing the effect of teaching methods based on Dick & Carey's instructional design model and Gagne's instructional design model on students'

## معرفی نویسندگان

### AUTHOR(S) BIOSKETCHES



**وحید صالحی** استادیار گروه علوم تربیتی دانشگاه سید جمال‌الدین اسدآبادی می‌باشند. ایشان مدرک کارشناسی ارشد تکنولوژی آموزشی را در سال ۱۳۸۸ و مدرک دکتری تکنولوژی آموزشی را از دانشگاه علامه طباطبایی در سال ۱۳۹۴ دریافت نمودند. تاکنون مقالات علمی متعددی در حوزه تعلیم و تربیت و فناوری آموزشی در مجلات و کنفرانس‌های علمی ارائه نموده‌اند و همچنین در کمیته علمی و داوری بیش از پانزده مجله و کنفرانس علمی فعالیت داشته‌اند. زمینه‌های تخصصی ایشان عبارتند از: طراحی آموزشی، تربیت رسانه‌ای، یادگیری الکترونیکی، یادگیری چندرسانه‌ای، بار شناختی.

**Salehi, V. Assistant Professor, Educational Technology, Sayyed Jamaledin Asadabadi University, Asadabad, Iran**

✉ salehi@sjau.ac.ir



**بهزاد قنبری** دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته تکنولوژی آموزشی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران می‌باشد. زمینه‌های مورد علاقه پژوهشی ایشان عبارتند از: روش‌های تدریس، یادگیری چندرسانه‌ای، بار شناختی.

**Ghanbari, B. MA, Educational Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran**

✉ behzad.ghanbari1365@gmail.com

**Citation (Vancouver):** Salehi V, Ghanbari B. [Comparing the effects of Merrill & Gagne's instructional design models on cognitive load, learning and instructional efficiency]. *Tech. Edu. J.* 2020; 14(4): 813-820

 <http://dx.doi.org/10.22061/jte.2019.4827.2123>



#### COPYRIGHTS

©2020 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.