



## ORIGINAL RESEARCH PAPER

## The effect of multimedia multiple-choice and constructed-response questions on students' performance in the science test: Multimedia testing

N. Sabeti Moghaddam Sabzevar<sup>1</sup>, S. E. Afsharizadeh<sup>\* 2</sup>, Z. Tarazi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Psychology, Faculty of Humanities, Azad University, Qom, Iran

<sup>2</sup> Department of Educational Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

<sup>3</sup> Department of Psychology and Counseling, Nasibeh Pardis, Farhangian University, Tehran, Iran

## ABSTRACT

Received: 31 March 2025  
 Reviewed: 10 May 2025  
 Revised: 05 June 2025  
 Accepted: 23 July 2025

## KEYWORDS:

Multimedia Testing  
 Multimedia Learning  
 Multiple-Choice Question  
 Constructed-Response  
 Question Science Test

\* Corresponding author

✉ [s.afsharizade@hsu.ac.ir](mailto:s.afsharizade@hsu.ac.ir)

☎ (+98991) 9362427

**Background and Objectives:** The growth of cognitive theories since the 1950s has significantly increased the role of technology in cognitive models and modern learning theories in psychology and educational sciences. Ausubel's meaningful learning in 1968 inspired an idea that Richard Mayer later utilized in 1989 for his cognitive theory of multimedia learning, a theory in which the use of images alongside text enhances learning. Every learning process requires evaluation, and there must be a correspondence between the two; therefore, the idea of multimedia testing was proposed by Lindner and Hu in the early 2020s, and they investigated the role of pictures in test questions in various studies. This research aims to determine the role of multiple-choice questions and multimedia constructed responses on students' performance in the Science Test while following the cognitive theory of multimedia in the field of assessment.

**Methods:** The present study is applied in terms of research purpose and quasi-experimental in terms of data collection, classified as a 2\*2 within-subject design. The statistical population consisted of all fifth-grade students in the city of Sabzevar during the 2023-2024 academic year; from which 602 students were selected from four girls' schools and five boys' schools using a one-stage cluster sampling method. To collect data, a short 28-question TIMSS 2015 science test was used to assess student performance, which included four types of questions: text-picture multiple-choice, text-only multiple-choice, text-picture constructed response, and text-only constructed response, forming the four experimental conditions of the study. To randomly assign subjects to the four mentioned experimental conditions, the sheets were distributed randomly among the sample. Data were analyzed using repeated measures ANOVA, and descriptive and inferential statistics were run using SPSS 26, while Microsoft Excel was used to organize the question type columns.

**Findings:** The findings indicated that there are significant differences among types of questions in the dependent variable of performance in science. However, there is no significant difference between the effects of question type on the performance of male and female students. Students performed significantly better on the text-picture multiple-choice questions compared to both the text-picture constructed responses and the text-only constructed responses, but there was no significant difference when compared to the text-only multiple-choice questions. Additionally, the results showed that performance on text-only constructed responses was significantly better than on text-only constructed responses. Performance on text-only multiple-choice questions was significantly better than on picture-text based constructed responses, and finally, text-only constructed responses had significantly lower performance compared to all other types of questions.

**Conclusion:** The results showed that not only does the multimedia aspect matter, but also the type (the combination of format and multimedia) of the question presented affects the quality of assessment. Specifically, text-picture multiple-choice questions had a greater impact on performance compared to text-picture constructed responses, even though both types included a picture. On the other hand, better performance on text-picture constructed responses compared to text-only constructed responses indicates the influence of the multimedia aspect, even though the format was the same in both questions. This suggests

that, in addition to the format, the multimedia aspect of the question plays a decisive role, and the impact is not solely dependent on the presence of a picture and the multimedia aspect; rather, a combination of both factors—format and multimedia—creates a significant effect.



#### COPYRIGHTS

© 2025 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



NUMBER OF REFERENCES

32



NUMBER OF FIGURES

5



NUMBER OF TABLES

10

### مقاله پژوهشی

## اثر سؤالات چندگزینه‌ای و پاسخ‌ساخته چندرسانه‌ای بر عملکرد دانش‌آموزان در آزمون علوم: آزمون چندرسانه‌ای

نسیم ثابتی مقدم سبزواری<sup>۱</sup>، سید احسان افشاری زاده<sup>۲\*</sup>، زهرا ترازوی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران

<sup>۲</sup> گروه علوم تربیتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزواری، ایران

<sup>۳</sup> گروه آموزش روان‌شناسی و مشاوره، پردیس نسیم، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

#### چکیده

**پیشینه و اهداف** رشد نظریه‌های شناختی از دهه ۱۹۵۰ موجب شد تا نقش فناوری در مدل‌های شناختی و نظریه‌های نوین یادگیری در روان‌شناسی و علوم تربیتی به‌طور چشمگیری افزایش یابد. یادگیری معنی‌دار آزوبل در ۱۹۶۸ ال‌هام‌بخش ایده‌ای شد که بعدها ریچارد میر در ۱۹۸۹ از آن برای نظریه‌شناختی یادگیری چندرسانه‌ای بهره برد؛ نظریه‌ای که در آن استفاده از رسانه تصویر در کنار متن موجب بهبود یادگیری می‌شود. هر یادگیری نیازمند ارزشیابی است و باید بین این دو تناسب وجود داشته باشد؛ بنابراین ایده آزمون چندرسانه‌ای از اوایل دهه ۲۰۲۰ توسط لیندینر و هو مطرح شد و به دنبال آن پژوهش‌های متعددی با هدف بررسی نقش تصویر در سؤالات آزمون انجام شد. این پژوهش با هدف تعیین نقش سؤالات چندگزینه‌ای و پاسخ‌ساخته چندرسانه‌ای بر عملکرد دانش‌آموزان، به دنبال بررسی نظریه‌شناختی چندرسانه‌ای در حوزه ارزشیابی است.

**روش‌ها:** پژوهش حاضر به‌لحاظ هدف پژوهش، از نوع مطالعات کاربردی و از لحاظ نحوه گردآوری داده، شبه‌آزمایشی، از جمله طرح‌های درون‌آزمودنی ۲×۲ محسوب می‌شود. جامعه آماری، کلیه دانش‌آموزان پایه پنجم شهرستان سبزواری در سال تحصیلی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ بودند که با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای یک‌مرحله‌ای تعداد ۶۰۲ نفر از چهار مدرسه دخترانه و پنج مدرسه پسرانه انتخاب شدند. برای گردآوری داده‌ها از فرم کوتاه ۲۸ سؤالی آزمون تیمز ۲۰۱۵ درس علوم برای سنجش عملکرد دانش‌آموزان استفاده شد که دارای چهار نوع سؤال چندگزینه‌ای متنی باتصویر، چندگزینه‌ای فقط متنی، پاسخ‌ساخته متنی باتصویر و پاسخ‌ساخته فقط متنی بود که چهار شرایط آزمایشی پژوهش را تشکیل می‌داد. به‌منظور انتساب تصادفی آزمودنی به چهار شرایط آزمایشی مذکور، برگه‌ها به‌طور تصادفی در نمونه پخش شد. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر بررسی شد. برای تحلیل آمار توصیفی و استنباطی از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و برای تنظیم ستون نوع سؤالات از نرم‌افزار اکسل مایکروسافت استفاده شد.

**یافته‌ها:** یافته‌ها نشان داد که بین چهار نوع سؤال در متغیر وابسته عملکرد در درس علوم تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ اما بین دانش‌آموزان پسر و دختر تفاوت معنی‌داری در تأثیرگذاری نوع سؤال بر عملکرد وجود ندارد. عملکرد دانش‌آموزان در سؤالات چندگزینه‌ای با تصویر درباره پاسخ‌ساخته با تصویر و پاسخ‌ساخته بدون تصویر تفاوت معنی‌دار و

تاریخ دریافت: ۱۱ فروردین ۱۴۰۴  
تاریخ داری: ۲۰ اردیبهشت ۱۴۰۴  
تاریخ اصلاح: ۱۵ خرداد ۱۴۰۴  
تاریخ پذیرش: ۰۱ مرداد ۱۴۰۴

#### واژگان کلیدی:

آزمون چندرسانه‌ای  
یادگیری چندرسانه‌ای  
سؤال چندگزینه‌ای  
سؤال پاسخ‌ساخته  
آزمون علوم تجربی

\* نویسنده مسئول

[s.afsharizade@hsu.ac.ir](mailto:s.afsharizade@hsu.ac.ir)

۰۹۹۱-۹۳۶۲۴۲۷ ①



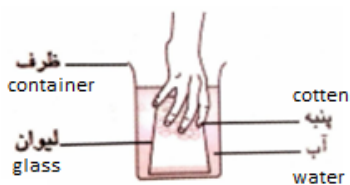
حالت یادگیری و آزمون با تصویر نسبت به سایر حالت‌ها عملکرد بهتری نشان دادند. همچنین لیندندر و همکاران [۱۳] در پژوهش دیگری به مقایسهٔ چهار نوع سؤال چندگزینه‌ای (Multiple Choice) متنی با تصویر (Text-Picture)، پاسخ‌ساخته (-Constructed Response) متنی با تصویر (Text-Picture)، چندگزینه‌ای (Multiple Choice) فقط متنی (Text-Only) و پاسخ‌ساخته (-Constructed Response) فقط متنی (Text-Only) پرداختند و نشان دادند که دانش‌آموزان در آزمون‌های چندگزینه‌ای با تصویر نسبت به آزمون‌های چندگزینه‌ای بدون تصویر عملکرد بهتری داشتند. نمونه‌ای از این یک سؤال در چهار نوع در جدول ۱ بیان شده است.

مطالعات نشان می‌دهد عملکرد دانش‌آموزان زمانی که با رسانهٔ متن و رسانهٔ تصویر یاد می‌گیرند، نسبت به یادگیری فقط با رسانهٔ متن بهبود می‌یابد [۱۰-۲۱]. نتایج پژوهش لیندندر و همکاران [۱۶] نشان داد که همانند یادگیری در فرایند ارزشیابی نیز سؤالات همراه با تصویر عملکرد دانش‌آموزان را بهبود می‌بخشد؛ زیرا تصاویر همچون داربست ذهنی به درک و تصمیم‌گیری کمک می‌کنند. در پژوهش لیندندر و همکاران [۱۵] چهار حالت یادگیری با تصویر و آزمون با تصویر (picture-picture)، یادگیری متنی و آزمون با تصویر (text-picture)، یادگیری با تصویر و آزمون متنی (picture-text)، یادگیری متنی و آزمون متنی (text-text) در نظر گرفته شد که آزمون‌شوندگان در

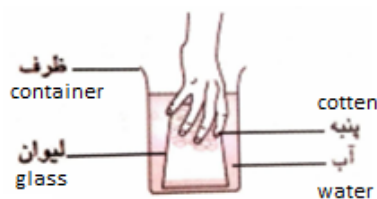
جدول ۱: نمونه سؤال علوم در چهار نوع آزمایشی

Table 1: Sample Science Question in Four Experimental Types

سؤال چندگزینه‌ای Multiple choice item	سؤال پاسخ ساخته Constructed-response item	
معلم کلاس چهارم به ته یک لیوان مقداری پنبه می‌چسباند. لیوان را به‌صورت وارونه در یک ظرف آب فرو می‌برد و بدون کج کردن لیوان، آن را از آب بیرون می‌آورد. پنبه خیس نمی‌شود؛ چون آب داخل لیوان نمی‌رود. چرا؟ الف) چون پنبه ضد آب است. ب) چون برای ورود آب به لیوان فضای وجود ندارد. پ) چون فشار هوای داخل لیوان مانع از ورود آب می‌شود. ت) چون لیوان را وارونه وارد آب کرده‌ایم.	معلم کلاس چهارم به ته یک لیوان مقداری پنبه می‌چسباند و لیوان را به‌صورت وارونه در یک ظرف آب فرو می‌برد و بدون کج کردن لیوان، آن را از آب بیرون می‌آورد. پنبه خیس نمی‌شود؛ چون آب داخل لیوان نمی‌رود. توضیح دهید که چرا آب داخل لیوان نمی‌رود؟ ... ... A fourth-grade teacher sticks some cotton to the bottom of a glass, dips the glass upside down into a container of water, and removes it from the water without tilting the glass. The cotton does not get wet because the water does not go into the glass. Explain why the water does not go into the glass? - -	فقط متنی Text-only
همان‌طور که در شکل می‌بینید، معلم کلاس چهارم به ته لیوان مقداری پنبه چسباند و لیوان را به‌صورت وارونه در یک ظرف آب فرو می‌برد و بدون کج کردن لیوان، آن را از آب بیرون می‌آورد. پنبه خیس نمی‌شود؛ چون آب به داخل لیوان نمی‌رود. چرا؟ الف) چون پنبه ضد آب است. ب) چون برای ورود آب به لیوان فضای وجود ندارد. پ) چون فشار هوای داخل لیوان مانع از ورود آب می‌شود. ت) چون لیوان را برعکس وارد آب کرده‌ایم.	همان‌طور که در شکل می‌بینید، معلم کلاس چهارم به ته یک لیوان مقداری پنبه می‌چسباند و لیوان را به‌صورت وارونه در یک ظرف آب فرو می‌برد و بدون کج کردن لیوان، آن را از آب بیرون می‌آورد. پنبه خیس نمی‌شود؛ چون آب داخل لیوان نمی‌رود. توضیح دهید که چرا آب داخل لیوان نمی‌رود؟ ... ... As you can see in the picture, the fourth-grade teacher sticks some cotton to the bottom of a glass, dips the glass upside down in a container of water, and takes it out of the water without tilting the glass. The cotton does not get wet because the water does not go into the glass. Explain why the water does not go into the glass? ... ...	متنی با تصویر Text-Picture
As you can see in the picture, the fourth-grade teacher sticks some cotton to the bottom of the glass, dips the glass upside down in a container of water, and takes it out of the water without tilting the glass. The cotton does not get wet because the water does not go into the glass. Why? A) Because cotton is waterproof. B) Because there is no space for water to enter the glass. C) Because the air pressure inside the glass prevents water from entering. D) Because we have put the glass upside down in the water.		



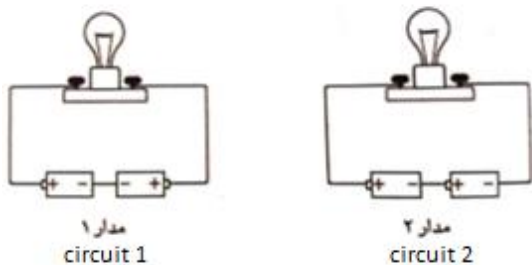
شکل ۲: آزمایش خیس نشدن پنبه در آب  
Fig. 2: Test of cotton not getting wet in water



شکل ۱: آزمایش خیس نشدن پنبه در آب  
Fig. 1: Test of cotton not getting wet in water

برای درک بهتر سؤال از دو کانال کلامی و غیرکلامی قادر به درک سؤال است که به هریک از آن‌ها رسانه گفته می‌شود. اثرات درک بهتر به دلیل استفاده از سؤالات چندرسانه‌ای (متن و تصویر) را می‌توان درپس‌زمینه مدل یکپارچه درک متن و تصویر (Integrative model of text and picture comprehension) توضیح داد [۲۴-۲۵]. این مدل بیان می‌کند که درک متن و تصویر، فرایندهای فعال ساخت مدل ذهنی هستند. مدل‌های ذهنی بیشتر مستقیماً از تصویر ساخته می‌شوند تا از متن. یک متن باید تفسیر شود تا بتوان از آن مدل ذهنی ساخت؛ بنابراین، ساختن یک مدل ذهنی از متن به تنهایی کار دشواری است و می‌تواند در معرض تفسیرهای نادرست قرار گیرد و در نتیجه، ممکن است درک آن به درستی صورت نپذیرد. در مقابل، ارائه یک تصویر علاوه بر متن، می‌تواند داربست ذهنی اولیه را برای فراگیران فراهم کند [۱۲-۱۳] که می‌تواند تفسیر را محدود کرده و تسهیل کند.

اوگرن و همکاران (Ögren, et al.) [۲۱] به این نکته اشاره می‌کنند که استفاده از تصویر در سؤالات آزمون می‌تواند بر پردازش توسط آزمون‌شوندگان تأثیر بگذارد؛ بنابراین میزان درکی که دانش‌آموز از متن و تصویر شکل ۳ دارد نسبت به درکی که از متن به تنهایی در شکل ۴ ایجاد می‌شود متفاوت است. پاراما دسین (Parame-Decin) [۲۳] در پژوهشی نشان داد که استفاده از تصاویری همچون نمودار، تصاویر رایانه‌ای و مدل‌های عینی به دانش‌آموزان در حل مسائل ریاضی کمک می‌کند. تصاویر به عنوان پایه‌هایی برای ساخت مدل‌های ذهنی اولیه استفاده می‌شوند و برای پردازش انتخابی مبتنی بر تکلیف به کار روند و به عنوان نمایش‌های بصری قابل دسترسی آسان به هنگام برای به روزرسانی‌های خاص مدل ذهنی مورد استفاده قرار گیرند [۲۳]. با توجه به شکل ۵ وقتی سؤالی در آزمون مطرح می‌شود، آزمون‌شونده



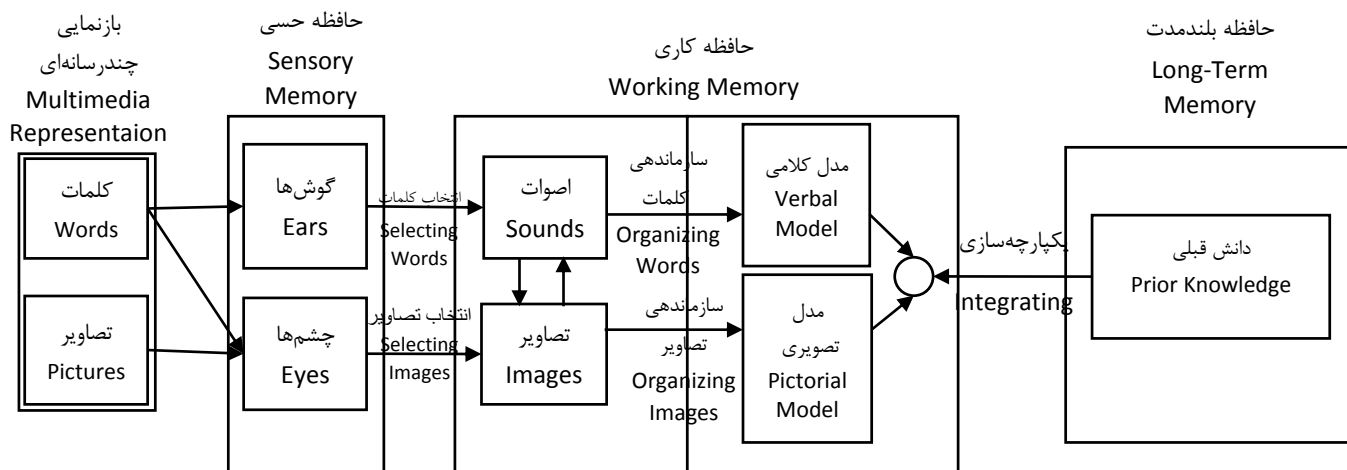
۱۲. بهرام ۴ باتری یکسان، دو لامپ و مقداری سیم دارد. او دو مدار را مانند شکل‌های روبرو می‌بندد. در کدام مدار یا مدارها لامپ روشن می‌شود؟ چرا؟  
Bahram has 4 identical batteries, two light bulbs, and some wire. He connects two circuits as shown in the figure opposite. In which circuit or circuits does the light bulb turn on? Why?

شکل ۳: سؤال متن با تصویر  
Fig. 3: Text-picture item

۱۲. بهرام ۴ باتری یکسان، دو لامپ و مقداری سیم دارد. او دو مدار ۱ و ۲ می‌سازد. در مدار ۱ دو باتری را پشت سر هم به ترتیب با قطب مثبت-منفی-منفی مثبت قرار می‌دهد و در مدار ۲ باتری‌ها را به ترتیب منفی-مثبت-منفی مثبت قرار می‌دهد. در کدام مدار یا مدارها لامپ روشن می‌شود؟ چرا؟

12. Bahram has 4 identical batteries, two light bulbs, and some wire. He builds two circuits 1 and 2. In circuit 1, he places the two batteries in series with the positive-negative-negative-positive polarity, and in circuit 2, he places the batteries in the negative-positive-negative-positive order. In which circuit or circuits does the light bulb light up? Why?.....

شکل ۴: سؤال فقط متنی  
Fig. 4: Text-only item



شکل ۵. نظریه شناختی یادگیری چندرسانه‌ای [۱۷]  
Fig. 5: Cognitive theory of multimedia learning [17]

مطرح می‌شود که پژوهش روی آزمودنی‌های ایرانی متمایل به کدام نتایج فوق است و شکاف حاصل از اختلاف در عرصه پژوهش‌ها بررسی کند. باتوجه به فقدان پژوهش در زمینه تأثیر رویکرد چندرسانه‌ای بر ارزشیابی در ایران، این پژوهش در نظر دارد با سؤالاتی در قالب چهارگزینه‌ای و پاسخ‌ساخته دارای تصویر و بدون تصویر، این مهم را برای دانش‌آموزانی که پایه چهارم را به‌طور کامل گذرانده‌اند، در درس علوم بررسی کند. بدین صورت که آیا عملکرد دانش‌آموزان در سؤالات با تصویر و بدون تصویر در دو قالب سؤال (چهارگزینه‌ای و پاسخ‌ساخته) متفاوت است؟

### روش تحقیق

طرح پژوهش حاضر شبه‌آزمایشی از جمله طرح‌های درون‌آزمودنی  $2 \times 2$  با دو عامل در دو سطح، یعنی قالب (چندگزینه‌ای و پاسخ‌ساخته) و چندرسانه‌ای بودن (متن با تصویر و فقط متنی) است. داده‌ها با استفاده تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر محاسبه شده و به‌لحاظ هدف از نوع مطالعات کاربردی محسوب می‌شوند. حجم نمونه در این پژوهش  $602$  دانش‌آموز ابتدایی در سال تحصیلی  $1403-1402$  در نظر گرفته شد که از جامعه آماری  $5100$  دانش‌آموزی پایه پنجم دبستان‌های دولتی پسرانه ( $2592$ ) و دخترانه ( $2508$ ) آموزش و پرورش سبزوار با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای یک‌مرحله‌ای انتخاب شدند؛ بدین صورت که از لیست مدارس دولتی شهرستان سبزوار، مدارس (خوشه) به تصادف انتخاب شدند. سپس با مراجعه به این مدارس، دانش‌آموزان پایه پنجم آن مدارس مورد آزمون قرار گرفتند. تعداد  $74$  دانش‌آموز به دلیل مخدوش بودن برگه آزمون یا عدم همکاری مناسب حذف شدند که در نهایت  $528$  دانش‌آموز برای تحلیل باقی ماند. از این تعداد  $264$  دانش‌آموز دختر و  $264$  دانش‌آموز پسر بود. برای استخراج آمار توصیفی و استنباطی از نرم‌افزار

میر (Mayer) در نظریه‌شناختی یادگیری چندرسانه‌ای (Cognitive Theory of Multimedia Learning) خود مراحل شکل‌گیری یادگیری معنادار را ترسیم کرده [۲۶] و آن را بر سه مفروضه اساسی نظریه کدگذاری دوگانه پایویو (Paivio) [۲۷]، مفروضه ظرفیت محدود اندیشه بارشناختی سوئلر [۲۸] و مفروضه پردازش فعال بدلی (Baddeley) [۲۹] (انتخاب، سازمان‌دهی و یکپارچه‌سازی اطلاعات بر مبنای دانش پیشین) استوار ساخته است.

وجود تصویر در کنار متن از یک سو مبتنی بر نظریه یادگیری چندرسانه‌ای و پژوهش‌هایی فوق‌الذکر مطلوب است؛ اما از سوی دیگر، نتایج پژوهش آرتس و همکاران (Arts) [۳۰] نشان می‌دهد که اثر چندرسانه‌ای در آزمایش نقش پیچیده‌ای دارد و نشان می‌دهد که این اثر وابسته به زمینه است و همه موارد آزمایشی به‌طور یکسان از عناصر چندرسانه‌ای بهره نمی‌برند. یافته‌ها بر نیاز به درک دقیقی از چگونگی تأثیر چندرسانه‌ای در آزمون تأکید می‌کنند. همچنین تحلیل واریانس در پژوهش ماگناس و همکاران (Magnus, et al.) [۱۸] شواهدی را نشان می‌دهد که نمایش‌های توصیفی تأثیرات منفی بر عملکرد دانش‌آموزان دارند؛ به‌طوری‌که کسانی که با ترکیب‌های متن-تصویر غیراضافی کار کردند و پایین‌ترین نمره میانگین را داشتند؛ لذا وجود تصویر ممکن است بر مبنای نظریه سوئلر (Sweller) [۲۸] وجود رسانه‌ای مانند تصویر را باعث پردازش‌های اضافی در حافظه کاری شود؛ نیست؛ بلکه موجب حواس‌پرتی یا پردازش اضافی در حافظه کاری شود؛ بنابراین به‌راحتی نمی‌توان پاسخ به این مسئله داد که وجود دو یا چندرسانه عملکرد را در آزمون بهبود می‌بخشد. از طرفی دیگر، آیا قالب سؤال نیز می‌تواند نقش تعیین‌کننده نیز داشته باشد؟ جنبه‌های دیگر از مسئله است که باید به آن پرداخته شود.

جاکوب کوهن (Cohen) [۱۱] معتقد است پژوهش یک مسئله را قاطعانه حل نمی‌کند؛ بلکه تنها تکرار موفقیت‌آمیز آن در وضعیت‌های مشابه و متفاوت زمینه حل مسئله را فراهم می‌سازد؛ لذا این مسئله

برای تدوین سؤالات آزمون چندرسانه‌ای از سؤالات علوم آزمون تیمز ۲۰۱۵ استفاده شد به گونه‌ای که هر سؤال در چهار نوع جدول ۲ قرار می‌گیرد.

طرح آزمایشی پژوهش حاضر از طرح‌های عاملی درون‌آزمودنی با اندازه‌گیری مکرر است. برای انجام آزمایش به منظور متوازن‌سازی (Counterbalancing) اثر ترتیب (Order Effect) از روش تهیه بلوک برای ساخت نسخه منحصربه‌فرد استفاده کرد تا ضمن پوشش حجم زیادی از موضوعات درسی، بتوان با کاهش تعداد سؤالات از اثر خستگی، یادگیری، حساسیت‌زدایی و تداخل آزمودنی جلوگیری کرد. این نوع آزمون در برگزاری آزمون‌های تیمز نیز امری رایج و مرسوم است.

ابزار سنجش این پژوهش شامل ۸ نسخه منحصربه‌فرد است و هر نسخه ۲۸ سؤال علوم دارد که در ۴ نوع (تیترا عمودی جدول ۳) ارائه می‌شود. هر بلوک، یکی از چهار نوع سؤال جدول ۲ را شامل شود و چون ۴ نوع سؤال در تیترا افقی جدول ۳ وجود دارد، ۱۶ خانه در جدول ۳ به وجود می‌آید. در این صورت، هر نسخه‌ای که در اختیار دانش‌آموز قرار می‌گیرد، چهار بلوک (B1, B2, B3, B4) است که قطر جدول ۳ خواهد بود و این نسخه به‌طور تصادفی در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌گرفت. به‌عبارت دیگر، دانش‌آموزان به چهار شرایط آزمایش

(MC-TP-BX, CR-TP-BY, MC-TO-BZ, CR-TP-BY)

انتساب تصادفی شدند. هدف از انجام این کار ارائه انواع (۴ نوع) با همه سؤالات (۴ بلوک) و خنثی کردن اثر ترتیب سؤال است و امکان نمونه‌برداری سؤالات یکسان در حالت‌های چهارگانه بدون خطای اثر تکرار و تمرین فراهم شود.

آزمودنی ۴ (یک تا چهار) بلوک را دریافت می‌کند که باید در انواع چهارگانه سؤال با هم تفاوت داشته باشد. تعداد حالت‌های ممکن برای ترتیب قرارگرفتن بلوک‌ها در نسخه و نیز انواع سؤالات در شرایط تمام‌آزمایشی بسیار زیاد خواهد شد که باتوجه به محدودیت زمانی پژوهش و شبه‌آزمایشی بودن، تنها ۸ نسخه به‌صورت نظام‌دار استخراج شد و در جدول ۴ قرار گرفت. هر نسخه از ۴ بلوک ۷ سؤالی تشکیل شده است. سؤالات هر نسخه از لحاظ مفهوم باهم یکسان‌اند؛ اما به‌لحاظ چینش، نوع سؤال (قالب و چندرسانه‌ای بودن) باهم تفاوت دارند.

اس‌پی‌اس‌اس (SPSS) نسخه ۲۶ و برای تنظیم ستون نوع سؤالات از نرم‌افزار اکسل مایکروسافت نسخه ۲۰۲۱ استفاده شد.

برای جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش از فرم کوتاه آزمون روند بین‌المللی مطالعات علوم تیمز ۲۰۱۵ استفاده شد که سؤالات این آزمون از مطالعه روند بین‌المللی ریاضی و علوم ۲۰۱۵ پایه چهارم آورده شده است [۳۲]. از آنجایی که دانش‌آموزان پایه چهارم باید سال تحصیلی را تمام کنند و سپس از آن‌ها آزمون گرفته شود، از دانش‌آموزان پایه پنجم برای تحقق هدف پژوهش استفاده شد. به دلیل این که هدف اصلی پژوهش تعیین سطح علمی دانش‌آموزان نیست که عامل رشد (از پایه چهارم به پنجم)، هدف پژوهش را به تهدید کند؛ لذا انجام سؤالات تمیز پایه چهارم برای پایه پنجم مشکلی در نتایج پژوهش ایجاد نخواهد کرد. همه سؤالات دارای ساختار استاندارد رسمی هستند به‌طوری که در سؤالات پاسخ‌ساخته، تنه اصلی سؤال وجود دارد و آزمودنی باید پاسخ خود را در قالب یک یا چند کلمه یا جمله در جای خالی بنویسد. این در حالی است که آزمودنی در سؤالات چندگزینه‌ای، از میان چهار گزینه، یک گزینه صحیح را انتخاب کند و سه گزینه انحرافی وجود دارد. باتوجه به استاندارد بودن جهانی سؤالات آزمون تیمز، آزمون دارای روایی است و پایایی آن با کودرریچاردسون (Kuder-Richardson) برای نمره علوم ۰/۶۷ است. برای احراز هرچه بیشتر روایی صوری از فونت کتاب علوم مقطع ابتدایی برای نوشتن سؤالات بهره گرفته شده است.

پیش از تشریح نحوه ساخت نسخه و ارائه سؤالات لازم است چند واژه تبیین شود:

قالب: منظور چهارگزینه‌ای یا پاسخ‌ساخته بودن سؤال است.

چندرسانه‌ای: منظور متن سؤال با تصویر یا متن سؤال بدون تصویر است. نوع: منظور ترکیب سطوح قالب و چندرسانه‌ای است که چهار نوع سؤال جدول ۲ را تشکیل می‌دهد. این انواع چهارگانه سؤال همان شرایط آزمایشی است که دانش‌آموز آن را تجربه می‌کند.

بلوک: یک مجموعه هفت سؤالی است که هر بلوک با بلوک دیگر به لحاظ محتوای سؤال با هم متفاوت هستند.

نسخه: مجموعه‌ای که دارای چهار بلوک در انواع مختلف سؤال است و در سه برگ ۴ پشت‌ورو در اختیار یک دانش‌آموز قرار می‌گیرد.

جدول ۲: انواع سؤالات ارائه‌شده در آزمون

Table 2: Types of Questions Presented in the Exam

قالب Format		چندرسانه‌ای Multimedia	
سؤال پاسخ ساخته Constructed Response Question	سؤال چندگزینه‌ای Multiple Choice Question	متن با تصویر Text-Picture	فقط متنی Text-Only
۲. سؤال پاسخ ساخته متنی با تصویر 2. Constructed Response Text-Picture Question	۱. سؤال چندگزینه‌ای متنی با تصویر 1. Multiple Choice Text-Picture Question		
۴. سؤال پاسخ ساخته فقط متنی 4. Constructed Response Text-Only Question	۳. سؤال چندگزینه‌ای فقط متنی 3. Multiple Choice Text-Only Question		

جدول ۳: ساختن نسخه‌های متفاوت آزمون برای ایجاد تعادل بین شرایط آزمایشی در بین انواع سؤالات و موقعیت سؤالات

Table 3: Creating Different Versions of the Exam to Balance Experimental Conditions Among Types of Questions and Question Positions

پاسخ‌ساخته (Constructed Response) فقط متنی (Text-Only)	چندگزینه‌ای (Multiple Choice) فقط متنی (Text-Only)	پاسخ ساخته (Constructed Response) متنی با تصویر (Text-Picture)	چندگزینه‌ای (Multiple Choice) متنی با تصویر (Text-Picture)	
CR-TO-B1	MC-TO-B1	CR-TP-B1	MC-TP-B1	بلوک ۱ (سؤال ۱ تا ۷) Block 1 (Questions 1 to 7)
CR-TO-B2	MC-TO-B2	CR-TP-B2	MC-TP-B2	بلوک ۲ (سؤال ۸ تا ۱۴) Block 2 (Questions 8 to 14)
CR-TO-B3	MC-TO-B3	CR-TP-B3	MC-TP-B3	بلوک ۳ (سؤال ۱۵ تا ۲۱) Block 3 (Questions 21 to 15)
CR-TO-B4	MC-TO-B4	CR-TP-B4	MC-TP-B4	بلوک ۴ (سؤال ۲۲ تا ۲۸) Block 4 (Questions 22 to 28)

جدول ۴: ساخت نسخه سؤالات به منظور تعدیل شرایط آزمایشی از لحاظ نوع سؤال

Table 4: Creating Question Versions to Adjust Experimental Conditions Based on Question Type

نوع ۴: پاسخ‌ساخته Type 4: Constructed Response فقط متنی (Text-Only)	نوع ۳: چندگزینه‌ای Type 3: Multiple Choice فقط متنی (Text-Only)	نوع ۲: پاسخ ساخته Type 2: Constructed Response متنی با تصویر Text-Picture	نوع ۱: چندگزینه‌ای Type 1: Multiple Choice متنی با تصویر Text-Picture	نسخه Version
22-28	15-21	8-14	1-7	1
1-7	22-28	15-21	8-14	2
8-14	1-7	22-28	15-21	3
15-21	8-14	1-7	22-28	4
1-7	8-14	15-21	22-28	5
8-14	15-21	22-28	1-7	6
15-21	22-28	1-7	8-14	7
22-28	1-7	8-14	15-21	8

## نتایج و بحث

جدول ۵ به ارائه شاخص‌های توصیفی میانگین، انحراف معیار، کمینه و بیشینه می‌پردازد که حاصل نمرات آزمودنی به تفکیک جنسیت در ۴ نوع سؤال در متغیر وابسته عملکرد درس علوم را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۵ بیشترین میانگین از میان ۴ نوع سؤال در دانش‌آموزان پسر، در سؤال چندگزینه‌ای با تصویر ( $M = 3/45$ ,  $SD = 1/77$ ) به دست آمد که کمترین نمره ۰ و بیشترین نمره کسب‌شده این گروه ۷ است. کمترین میانگین در سؤال پاسخ‌ساخته فقط متنی ( $M = 1/98$ ,  $SD = 1/5$ ) به دست آمد که کمترین نمره ۰ و بیشترین نمره کسب‌شده این گروه ۷ است.

ابتدا با مراجعه پژوهشگر به واحد پژوهش دانشگاه و دریافت معرفی‌نامه به اداره آموزش و پرورش شهرستان سبزوار، روند اخذ تأییدیه پژوهش توسط حراست صورت پذیرفت و با پرسش از میزان نمونه مورد نیاز، معاونت آموزش ابتدایی با معرفی ۵ مدرسه دخترانه و ۵ مدرسه پسرانه برای انجام پژوهش موافقت کرد. سپس با دریافت لیست مدارس به تصادف این تعداد مدارس انتخاب شد. مسئول فناوری آموزشی آموزش ابتدایی دستور همکاری با پژوهشگر به مدیران محترم مدارس منتخب از طریق نامه در اتوماسیون اداری ابلاغ کرد. با مراجعه به مدارس و هماهنگی با معلمان، کلاس‌های پنجم از دانش‌آموزان حاضر در کلاس آزمون به عمل آمد. اجرای آزمون به صورت گروهی بود و برای هر کلاس ۴۵ دقیقه زمان برد تا دانش‌آموزان به ۲۸ سؤال علوم پاسخ دهند.

جدول ۵: آمار توصیفی عملکرد دانش‌آموز در درس علوم

Table 5: Descriptive statistics of student performance in the science lesson

بیشینه Maximum	کمینه Minimum	انحراف معیار Standard Deviation	میانگین Mean	تعداد Quantity	نوع سؤال Question Type	جنسیت Gender
7	0	1.77	3.45	264	سؤال چندگزینه‌ای با تصویر Multiple Choice Text-Picture Question	پسر Boy
7	0	1.63	2.69	264	سؤال پاسخ‌ساخته با تصویر Constructed Response Text-Picture Question	
6	0	1.50	3.19	264	سؤال چندگزینه‌ای فقط متنی Multiple Choice Text-Only Question	
7	0	1.50	1.98	264	سؤال پاسخ‌ساخته فقط متنی Constructed Response Text-Only Question	
7	0	1.48	3.96	264	سؤال چندگزینه‌ای با تصویر Multiple Choice Text-Picture Question	دختر Girl
7	0	1.67	3.42	264	سؤال پاسخ‌ساخته با تصویر Constructed Response Text-Picture Question	
7	0	1.45	3.84	264	سؤال چندگزینه‌ای فقط متنی Multiple Choice Text-Only Question	
7	0	1.44	2.65	264	سؤال پاسخ‌ساخته فقط متنی Constructed Response Text-Only Question	

باتوجه به برابری فراوانی خانه‌ای ( $n = 264$ ) نسبت به مفروضه همگنی واریانس نیز مقاوم است و نتایج حاصل از تحلیل معتبر خواهد بود.

پژوهش حاضر به بررسی چهار موقعیت با آزمودنی‌های یکسان در متغیرهای وابسته می‌پردازد؛ بدین معنا که عملکرد پاسخ‌دهی دانش‌آموزان پایه پنجم درس علوم را در چهار شرایط سؤال چندگزینه‌ای با تصویر و سطح پاسخ‌ساخته با تصویر و چندگزینه‌ای فقط متنی به تفکیک جنسیت تجزیه و تحلیل می‌کند. بدین منظور از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد.

برای بررسی همگنی واریانس/کوواریانس بین گروهی از آزمون ام باکس ( $Box's M = 11/5, F = 1/14, p = 0/32$ ) استفاده شده که باتوجه به عدم معنی‌دار آن این مفروضه برای مقایسه دو گروه دختر و پسر برقرار است.

باتوجه به معنی‌دار شدن آزمون کرویت موخلی ( $p < 0/001$ ) و  $\chi^2_{(5)} = 28/35$  نشان می‌دهد که واریانس تفاوت بین تمام ترکیبات گروه‌های مرتبط برابر نیست و تخطی از مفروضه صورت گرفته است که در این شرایط تصحیح گرین هوس گیسر گزارش خواهد شد.

جدول ۸ نشان می‌دهد که بین چهار نوع سؤال در متغیر وابسته علوم تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $p < 0/001, F_{(2,9)} = 107/75$ )؛ اما بین دانش‌آموزان پسر و دختر تفاوت معنی‌داری در تأثیرگذاری نوع سؤال وجود ندارد ( $p = 0/74, F_{(2,9)} = 0/04$ )؛ بدین معنا که نوع سؤال هم در گروه پسران و هم در گروه دختران مؤثر بوده است.

جدول ۹ نشان می‌دهد که عملکرد دانش‌آموزان در سؤالات

بیشترین میانگین از میان ۴ نوع سؤال در دانش‌آموزان دختر، در سؤال چندگزینه‌ای با تصویر ( $M = 3/96, SD = 1/48$ ) به دست آمد که کمترین نمره ۰ و بیشترین نمره کسب‌شده این گروه ۷ است. کمترین میانگین در سؤال پاسخ‌ساخته فقط متنی ( $M = 2/65, SD = 1/44$ ) به دست آمد که کمترین نمره ۰ و بیشترین نمره کسب‌شده این گروه ۷ است.

در این بخش به مفروضه‌های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای بررسی معنی‌داری سطوح عامل‌ها پرداخته خواهد شد. مفروضه‌های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر به شرح زیر است:

- متغیر وابسته باید پیوسته باشد که باتوجه به نمرات علوم آزمون تیمز این مفروضه برقرار است.

- متغیر مستقل باید شامل حداقل دو گروه وابسته (آزمودنی‌های یکسان در شرایط مختلف آزمایشی) باشد. در این پژوهش ۴ نوع سؤال و ۲ گروه دختر و پسر وجود دارد.

- مشاهدات حاصل از آزمودنی‌های مختلف، از هم مستقل باشد. این امر با ارائه ۸ نسخه متفاوت سؤال به آزمودنی و نظارت بر پاسخ‌دهی دانش‌آموزان در کلاس رعایت شده است.

- توزیع متغیر وابسته در گروه‌ها باید تقریباً نرمال باشد.

- واریانس تفاوت بین همه ترکیب‌های مربوط به گروه‌ها (کرویت) باید یکسان باشد.

- کوواریانس میان گروه‌ها باید همگن باشد. برای بررسی مفروضه همگنی کوواریانس‌ها از آزمون M باکس استفاده می‌شود.

تحلیل واریانس عاملی نسبت به نقض مفروضه نرمال بودن داده‌ها مقاوم است و در صورت برابری فراوانی خانه‌ای نسبت به نقض مفروضه همگنی واریانس نیز مقاوم خواهد بود [۱۱] که در این پژوهش

عملکرد در چندگزینه‌ای بدون تصویر نسبت به پاسخ‌ساخته با تصویر بهتر است و در نهایت پاسخ‌ساخته بدون تصویر نسبت به همه انواع دیگر سؤالات عملکرد پایین‌تر بوده است.

چندگزینه‌ای با تصویر نسبت به پاسخ‌ساخته با تصویر و پاسخ‌ساخته بدون تصویر بهتر بوده و با چندگزینه‌ای بدون تصویر تفاوت معنی‌داری نداشته است. همچنین یافته‌ها حاکی از آن دارد که عملکرد پاسخ‌ساخته با تصویر نسبت به پاسخ‌ساخته بدون تصویر بهتر است.

جدول ۶: بررسی همگنی واریانس/کوارینانس بین گروهی

Table 6: Examination of Variance/Covariance Homogeneity Between Groups

معنی‌داری Significance	درجه آزادی Degrees of Freedom 2	درجه آزادی ۱ Degrees of Freedom 1	F	ام باکس Box's M test
0.32	1322753.78	10	1.14	11.50

جدول ۷: آزمون کرویت موخلی متغیر وابسته نمره عملکرد علوم

Table 7: Mauchly's Test of Sphericity for the Dependent Variable of Science Performance Score

معنی‌داری Significance	درجه آزادی Degrees of Freedom	تقریب مجذور کا Approximation of the Chi-Squared	W موخلی Mauchly's W	اثر درون آزمودنی Within-Subjects Effect
0.001	5	28.35	0.94	نوع سؤال Question Type

جدول ۸: تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در متغیر وابسته نمره عملکرد علوم

Table 8: Analysis of Variance with Repeated Measures on the Dependent Variable of Science Performance Score

سطح معنی‌داری Significance level	آماره F F Statistic	میانگین مجذورات Mean Squares	درجه آزادی Degrees of Freedom	مجموع مجذورات نوع ۳ Type III Sum of Squares	منبع تغییرات Source of Variance
0.001	107.75	211.23	2.90	نوع سؤال Question Type	
0.74	0.40	0.79	2.90	نوع سؤال * جنسیت Question Type*Gender	گرین هوس گیسر Greenhouse-Geisser
		1.94	1526.37	خطا (نوع سؤال) Error (Question Type)	

جدول ۹: مقایسه‌های دوتایی میانگین‌های انواع سؤالات

Table 9: Pairwise Comparisons of Averages of Question Types

سطح معنی‌داری Significance level	خطای استاندارد Standard Error	تفاوت میانگین (آی-جی) Mean Difference (I-J)	نوع سؤال جی Question Type J	نوع سؤال آی Question Type I
0.001	0.08	0.74	پاسخ‌ساخته با تصویر Constructed Response Text-Picture	
0.37	0.09	0.17	چندگزینه‌ای فقط متنی Multiple Choice Text-Only	چندگزینه‌ای با تصویر Multiple Choice Text-Picture
0.008	0.08	1.37	پاسخ‌ساخته فقط متنی Constructed Response Text-Only	
0.001	0.08	-0.74	چندگزینه‌ای با تصویر Multiple Choice Text-Picture	
0.001	0.08	-0.57	چندگزینه‌ای فقط متنی Multiple Choice Text-Only	پاسخ‌ساخته با تصویر Constructed Response Text-Picture
0.001	0.08	0.62	پاسخ‌ساخته فقط متنی Constructed Response Text-Only	
0.37	0.09	-0.17	چندگزینه‌ای با تصویر Multiple Choice Text-Picture	
0.001	0.08	0.57	پاسخ‌ساخته با تصویر Constructed Response Text-Picture	چندگزینه‌ای فقط متنی Multiple Choice Text-Only
0.001	0.07	1.20	پاسخ‌ساخته فقط متنی Constructed Response Text-Only	

سطح معنی‌داری Significance level	خطای استاندارد Standard Error	تفاوت میانگین (آی-جی) Mean Difference (I-J)	نوع سؤال جی Question Type J	نوع سؤال آی Question Type I
0.001	0.08	-1.37	چندگزینه‌ای با تصویر Multiple Choice Text-Picture	
0.001	0.08	-0.62	پاسخ‌ساخته با تصویر Constructed Response Text-Picture	پاسخ‌ساخته فقط متنی Constructed Response Text-Only
0.001	0.07	-1.20	چندگزینه‌ای فقط متنی Multiple Choice Text-Only	

## نتیجه‌گیری

تولید کند (نه فقط انتخاب)، تصویر به‌عنوان ابزاری سازمان‌دهی شناختی، مفیدتر واقع می‌شود.

همچنین، برتری نسبی سؤالات چندگزینه‌ای با تصویر نسبت به پاسخ‌ساخته با تصویر را نمی‌توان صرفاً به اثر رسانه (چندرسانه‌ای بودن) نسبت داد؛ زیرا اگر تصویر به‌تنهایی عامل برتری بود، انتظار می‌رفت سؤالات چندگزینه‌ای تصویری نسبت به نوع فقط متنی نیز معنادار باشد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که اثر نوع قالب (چندگزینه‌ای بودن) بر عملکرد، قوی‌تر از اثر وجود تصویر است و تصویر زمانی می‌تواند نقش برجسته‌تری داشته باشد که ساختار شناختی پاسخ‌گویی به بازسازی و بازیابی فعال اطلاعات نیاز داشته باشد، نه صرف بازشناسی.

در مجموع، یافته‌ها حاکی از آن‌اند که تأثیر وجود تصویر در آزمون، وابسته به نوع قالب سؤال است. قالب سؤالات، به‌ویژه در تمایز بین بازشناسی و یادآوری، نقش مقدم و تعیین‌کننده‌ای دارد. باین‌حال، در سؤالاتی که بار پردازشی بیشتری دارند، مانند پاسخ‌ساخته‌ها، تصویر می‌تواند به‌عنوان یک ابزار حمایتی مؤثرتر عمل کند. بنابراین، توصیه می‌شود در طراحی آزمون‌های آموزشی، نه تنها وجود رسانه، بلکه قالب سؤال نیز باید مدنظر قرار گیرد.

مسئله اصلی پژوهش حاضر بررسی تأثیر قالب سؤال (چندگزینه‌ای در برابر پاسخ‌ساخته) و وجود تصویر به‌عنوان یک رسانه در کنار متن بر عملکرد دانش‌آموزان در آزمون علوم بوده است. نتایج نشان می‌دهند که سؤالات چندگزینه‌ای دارای تصویر، بیشترین تأثیر را بر متغیرهای وابسته داشته‌اند؛ گرچه این برتری نسبت به سؤالات چندگزینه‌ای فقط متنی از نظر آماری معنادار نبود. این موضوع نشان می‌دهد که در سؤالات عینی مانند چندگزینه‌ای، ممکن است تصویر به‌دلیل ساختار پاسخ‌محور و بازشناسی اطلاعات، فرصت کمتری برای فعال‌سازی فرایندهای عمیق شناختی ایجاد کند. بنابراین، افزودن تصویر به چنین سؤالاتی صرفاً به‌عنوان مکمل بصری عمل می‌کند و نه به‌عنوان عاملی بنیادین در بهبود پردازش معنا.

از سوی دیگر، مقایسه بین سؤالات پاسخ‌ساخته با تصویر و بدون تصویر نشان داد که در سؤالات تشریحی که مبتنی بر یادآوری است، تصویر توانسته نقش مؤثرتری ایفا کند. این یافته با اصول نظریه بارشناختی سوئلر [۲۸] و نظریه یادگیری چندرسانه‌ای ریچارد میر [۳۱] هم‌خوانی دارد؛ چراکه تصویر در این نوع سؤالات می‌تواند با کاهش بار حافظه‌کاری و فعال‌سازی ساختارهای ذهنی دانش‌آموز، بازیابی اطلاعات را تسهیل کند. در واقع، هنگامی که دانش‌آموز باید پاسخ را

جدول ۱۰: مقایسه‌های دوتایی میانگین‌های انواع سؤالات در متغیرهای وابسته

نسبت تأثیر ستون اول به ستون دوم The ratio of the impact of the first column to the second column	ستون دوم Second column	ستون اول First column
بیشتر More	پاسخ‌ساخته با تصویر Constructed Response Text-Picture	
عدم تفاوت No difference	چندگزینه‌ای فقط متنی Multiple Choice Text-Only	چندگزینه‌ای با تصویر Multiple Choice Text-Picture
بیشتر More	پاسخ‌ساخته فقط متنی Constructed Response Text-Only	
بیشتر More	پاسخ‌ساخته با تصویر Constructed Response Text-Picture	چندگزینه‌ای فقط متنی Multiple Choice Text-Only
بیشتر More	پاسخ‌ساخته فقط متنی Constructed Response Text-Only	
بیشتر More	پاسخ‌ساخته فقط متنی Constructed Response Text-Only	پاسخ‌ساخته با تصویر Constructed Response Text-Picture

[9] Kandari A, Ghaderi Rousang A, Moslemi Sh. Analysis of the content of the fourth-grade experimental science textbook based on the William Rumi technique. *J Educ Basic Sci*. 1400;7(24):1-19.

[10] Butcher KR. The multimedia principle. In: Mayer RE, editor. *The Cambridge handbook of multimedia learning*. 2nd ed. New York, NY: Cambridge University Press; 2014. p. 174–205.

[11] Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 1990.

[12] Eitel A, Scheiter K, Schuler A. The time course of information extraction from instructional diagrams. *Percept Mot Skills*. 2013;115:677–701. <https://doi.org/10.2466/22.23.PMS.115.6.677-701>.

[13] Eitel A, Scheiter K, Schuler A, Nystrom M, Holmqvist K. How a picture facilitates the process of learning from text: Evidence for scaffolding. *Learn Instr*. 2013;28:48–63. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.05.002>.

[14] Hooman H. *Multivariate data analysis in behavioral research*. Tehran (Iran): Payek Farhang Publications; 2014. [In Persian]

[15] Lindner MA, Eitel A, Barenthien J, Köller O. An integrative study on learning and testing with multimedia: Effects on students' performance and metacognition. *Learn Instr*. 2021;71:101100. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.01.002>

[16] Lindner MA, Eitel A, Strobel B, Köller O. Identifying processes underlying the multimedia effect in testing: An eye-movement analysis. *Learn Instr*. 2017;47:91-102. <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.10.007>

[17] Lindner MA, Schult J, Mayer RE. A multimedia effect for multiple-choice and constructed-response test items. *J Educ Psychol*. 2022;114(1):72. <https://doi.org/10.1037/edu0000646>

[18] Magnus L, Schütte K, Schwanewedel J. Challenges solving science tasks with text–picture combinations persist beyond secondary school. *J Res Educ Effect*. 2020;13(4):759-783. <https://doi.org/10.1080/19345747.2020.1750744>

[19] Mayer RE. *Multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press; 2001.

[20] Mayer RE. *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press; 2009.

[21] Ögren M, Nyström M, Jarodzka H. There's more to the multimedia effect than meets the eye: Is seeing pictures believing? *Instr Sci*. 2017;45:263–287.

## مشارکت نویسندگان

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد روان‌شناسی تربیتی بوده است. سرکار خانم نسیم ثابتی مقدم سبزواری داده و تدوین محتوا را بر عهده داشته‌اند. آقای دکتر سید احسان افشاری زاده طرح ایده اولیه و تحلیل داده‌ها را بر عهده داشتند و خانم دکتر زهرا ترازوی بازبینی ساختار و محتوای مقاله را بر عهده داشتند.

## تشکر و قدردانی

از جناب آقای حسینی ریاست محترم اداره آموزش و پرورش شهرستان سبزواری و آقای رازقندی معاونت آموزش ابتدایی، مدیران محترم مدارس و همکاران عزیزم، معلمان دلسوز کلاس‌های پایه پنجم که در اجرای این پژوهش مسیر پیشرفت کار را هموار نمودند، قدردانی می‌شود.

## تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

## منابع و مآخذ

[1] Seif A. *Modern educational psychology: Psychology of learning and instruction*. Tehran (Iran): Doran Publications; 2022. [In Persian]

[2] Shorakaei Ardakani M, Razaghi Sh, Riyahi-Nejad A. *The collection of resolutions of the Supreme Council of Education*. Tehran (Iran): Madreseh Publications; 2013. [In Persian]

[3] Akbari Pour, Somayeh. The Role of Descriptive Evaluation in Primary School Students' Learning. *Ormazd Res J*. 2020;53(2):240-260.

[4] Pasha Sharifi H, Sharifi N. *Principles of Psychometrics and Psychological Testing*. Tehran (Iran): Roshd Publications; 2014. [In Persian]

[5] Delaram M, Sharifi A. A comparison of students' scores in multiple-choice and essay questions in the mother and child health examination. *Future Med Educ J*. 2014;4(2):15-18. <https://doi.org/10.22038/fmej.2014.2598>

[6] Armin Z. *The process evaluation and learning results in quantitative and qualitative*. Sabzevar (Iran): Beighagh Publications; 2014. [In Persian]

[7] Supreme Council of Education. *Theoretical foundations of fundamental transformation in the official public education system of the Islamic Republic of Iran*. Tehran (Iran): Supreme Council of Education; 2012. P. 381 [In Persian]

[8] Ragg L. *Assessment and learning in the primary school*. Translated by Kiamanesh and Ganji. Tehran (Iran): Madreseh Publications; 2005. [In Persian]



**Sabeti Moghadam, N., MA. Psychology Department, Humanities Faculty, Azad University, Qom, Iran**

✉ rahgozar610@gmail.com

سید احسان افشاری زاده استادیار گروه علوم تربیتی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه حکیم سبزواری است. ایشان مدرک کارشناسی زبان و ادبیات انگلیسی خود را در سال ۱۳۹۰ و مدرک کارشناسی ارشد روان‌شناسی تربیتی را در سال ۱۳۹۳ از دانشگاه فردوسی مشهد دریافت نمودند. در مهرماه ۱۳۹۳ به عنوان دانشجوی دکتری روان‌شناسی تربیتی در دانشگاه خوارزمی تهران شروع به تحصیل نمودند و در سال ۱۳۹۹ موفق به اخذ مدرک دکتری تخصصی گردیدند. ایشان دارای مجوز سازمان نظام روان‌شناسی و بیش از ۱۰ مقاله علمی در مجلات و کنفرانس‌های علمی ارائه نموده‌اند. زمینه‌های تخصصی ایشان عبارتند از: یادگیری چندرسانه‌ای، اختلالات یادگیری، علوم شناختی.

**Afsharizadeh, S. E., Assistant Professor, Educational Sciences, Literature & Humanities, Hakim Sabzevari, Sabzevar, Iran**

✉ s.afsharizade@hsu.ac.ir



زهرا ترازوی استادیار گروه روانشناسی دانشگاه فرهنگیان تهران است. ایشان مدرک کارشناسی خود را در رشته روانشناسی آموزش کودکان استثنایی در سال ۱۳۸۵ و مدرک کارشناسی ارشد روان‌شناسی تربیتی را در سال ۱۳۸۸ از دانشگاه الزهرا(س) تهران دریافت نمودند. در مهرماه ۱۳۹۲ به عنوان

دانشجوی دکتری روان‌شناسی تربیتی در دانشگاه الزهرا (س) تهران شروع به تحصیل نمودند و در مهر ماه سال ۱۳۹۷ موفق به اخذ مدرک دکتری تخصصی گردیدند. ایشان دارای مجوز سازمان نظام روان‌شناسی و بیش از ۱۰ مقاله علمی در مجلات و کنفرانس‌های علمی ارائه کرده‌اند. زمینه‌های تخصصی ایشان عبارتند از: اختلالات عصب‌تحویلی، روان‌شناسی یادگیری، روان‌شناسی رشد، علوم شناختی.

**Tarazi, Z. Assistant Professor. Department of Psychology and Counseling, Nasibeh Pardis, Farhangian University, Tehran, Iran**

✉ taraziza88@gmail.com

<https://doi.org/10.1007/s11251-016-9397-6>

[22] Parame-Decin MB. Visual representations in teaching mathematics. *Sprinj Arts Humanit Soc Sci.* 2023;2(5):21-30. <https://doi.org/10.55559/sjahss.v2i05.107>

[23] Schnotz W, Ludewig U, Ullrich M, Horz H, McElvany N, Baumert J. Strategy shifts during learning from texts and pictures. *J Educ Psychol.* 2014;106(4):974. <http://dx.doi.org/10.1037/a0037054>

[24] Schnotz W, Bannert M. Construction and interference in learning from multiple representations. *Learn Instr.* 2003;13(2):141-56. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00017-8](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00017-8)

[25] Schnotz W. Integrated model of text and picture comprehension (ITPC). In: Mayer RE, editor. *The Cambridge handbook of multimedia learning.* 2nd ed. Cambridge (UK): Cambridge University Press; 2014. p. 72-103. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.006>

[26] Tazesh M, Hasanabadi H, Kadivar P. Role of Seductive Details in Multimedia Learning of Science: Effects on Cognitive Load and Performance. *Cogn Psychol J.* 2016;4(3):51-60. [In Persian]

[27] Paivio A. *Mental representations: A dual coding approach.* Oxford: Oxford University Press; 1986.

[28] Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cog Sci.* 1988;12(2):257-285. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)

[29] Baddeley AD. *Working memory.* San Diego (CA): Academic Press; 1974.

[30] Arts J, et al. Exploring the multimedia effect in testing: the role of coherence and item-level analysis. *Front Educ.* 2024;9:1344012. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1344012>.

[31] Mayer RE. *Multimedia Learning.* 3rd ed. New York: Cambridge University Press; 2024.

[32] Bakhshali Zadeh Sh, Kashefi M. TIMSS 2015 release questions in mathematics and science for fourth grade. Tehran (Iran): Madreseh Publications; 2017. [In Persian]

## معرفی نویسندگان

### AUTHOR(S) BIOSKETCHES

نسیم ثابتی مقدم سبزواری آموزگار پایه اول ابتدایی در آموزش و پرورش استان خراسان رضوی منطقه سبزواری است. ایشان مدرک

**Citation (Vancouver):** Sabeti Moghaddam Sabzevar N, Afsharizadeh S E, Tarazi Z. [The Effect of Multimedia Multiple-Choice and Constructed Responses Questions on the Performance: Multimedia Testing]. *Tech. Edu. J.* 2025; 19(4): 873-886

 <https://doi.org/10.22061/tej.2026.12000.3235>

