

مدیریت تقسیم - توجه و افزونگی در محیطهای یادگیری چند رسانه‌ای :

شواهدی بر سامانه‌های پردازش دوگانه در حافظه کاری

## Managing Spilt – attention and Redundancy in Multimedia Learning Environments : Evidence for Dual Processing Systems in Working Memory

Hamid Reza Hassanabadi  
PhD Candidate  
Tehran University

Zohreh Sarmad, PhD  
Tehran University

دکتر زهره سرمد  
استاد دانشگاه تهران

حمیدرضا حسن‌آبادی  
دانشجوی دکتری دانشگاه تهران

Mahmoud Ghazi Tabatabaei, PhD  
Tehran University

دکتر محمود قاضی طباطبائی  
استاد دانشگاه تهران

### Abstract

The purpose of this study was to modify split-attention and redundancy effects in multimedia learning environments by presenting the text in auditory form or by physically integrate the multiple sources of information. The topic of lightning formation was presented to middle school students via an animation (n=51). Concurrently with the animation, one group viewed on-screen text presented adjacent to the animation (textual concise group), the second group listened to a narration (narration concise group) and the third group received both on-screen text and the narration (redundant group). Learning about lightning formation was measured by retention and transfer tests. The narration group was outperformed the textual group in retention, revealing a modality effect. But students in redundant group performed worse on transfer test than did students who received concise formats, revealing a redundancy effect. The results are explained by a dual processing model of working memory and limited visual channel capacity. Theoretical and practical implications of the findings are discussed.

**Key words:** split-attention, redundancy, modality, multimedia learning, concise instructional format, dual processing.

### چکیده

هدف مطالعه حاضر، اصلاح اثرهای تقسیم توجه و افزونگی در محیطهای یادگیری چند رسانه‌ای از طریق ارائه متن به صورت شنیداری یا یکپارچه-سازی فیزیکی منابع چندگانه اطلاعات بود. بدین منظور، موضوع شکل-گیری صاعقه از طریق یک انیمیشن به دانش‌آموزان دوره راهنمایی (n = 51) ارائه شد. همزمان با انیمیشن، یک گروه متن-بر-صفحه‌ای را نزدیک انیمیشن دیدند (گروه موجز-متنی)، گروه دوم گفتاری را شنیدند (گروه موجز گفتاری) و گروه سوم هم متن و هم گفتار را دریافت کردند (گروه افزونه). یادگیری فرایند شکل‌گیری صاعقه از طریق آزمونهای نگهداری و انتقال اندازه‌گیری شد. عملکرد بهتر گروه گفتاری نسبت به گروه متنی در میزان نگهداری اطلاعات، اثر وجه حسی را آشکار کرد. اما عملکرد ضعیف‌تر دانش‌آموزان گروه افزونه در آزمون انتقال نسبت به دانش‌آموزانی که قالبهای موجز دریافت کرده بودند، اثر افزونگی را آشکار ساخت. نتایج بر پایه الگوی پردازش دوگانه حافظه کاری و ظرفیت محدود مجرای دیداری تبیین شدند. استلزامهای نظری و عملی یافته‌ها مورد بحث قرار گرفتند.

**واژه‌های کلیدی :** تقسیم-توجه، افزونگی، وجه حسی، یادگیری چند رسانه‌ای، قالب آموزشی موجز، پردازش دوگانه.

received : 15 Jun 2008

دریافت : ۸۷/۳/۲۶

accepted : 15 Oct 2008

پذیرش : ۸۷/۷/۲۸

Contact information : hrhassanabadi@gmail.com

## مقدمه

با ظهور و گسترش فناوریهای جدید در تعلیم و تربیت، طراحی محیطهای یادگیری چند رسانه‌ای<sup>۱</sup> اهمیت فزاینده‌ای یافته‌اند. در این محیطها، با هدف بهبود یادگیری معنادار، مطالب درسی از طریق ترکیب وجوه حسی مختلف و شیوه‌های متعدد به دانش‌آموزان ارائه می‌شوند (مورینو و مهیر، ۲۰۰۲). وجه حسی<sup>۲</sup> به مجرای شنیداری و دیداری پردازش اطلاعات (بدلی، ۱۹۹۸؛ پنی، ۱۹۸۹) و شیوه ارائه<sup>۳</sup> درس در قالب کلامی و تصویری (کلارک و پی‌ویو، ۱۹۹۱) اشاره دارد. رایانه وسیله‌ای است که ترکیبهای متعدد وجوه حسی و شیوه‌های ارائه را در یک محیط امکان‌پذیر می‌سازد.

برای مثال، تبیین علت و معلول چگونگی شکل‌گیری صاعقه را در نظر بگیرید. رایانه می‌تواند انیمیشن<sup>۴</sup> کوتاهی را نشان دهد که رویدادهای اصلی شکل‌گیری صاعقه را به تصویر می‌کشد و همراه با این تصویرهای متحرک، متن بر-صفحه<sup>۵</sup> و/یا گفتار<sup>۶</sup> همزمان همان رویدادها را به صورت کلامی توصیف می‌کند. شکل ۱ قابهای منتخبی از انیمیشن و متن و/یا گفتار همزمان را، که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند، نشان می‌دهد.

در این شیوه، انیمیشن در قالب تصویری/دیداری، گفتار در قالب کلامی/شنیداری و متن بر-صفحه نیز در قالب کلامی/دیداری به دانش‌آموزان ارائه می‌شوند. یادگیری معنادار زمانی اتفاق می‌افتد که دانش‌آموزان بتوانند از طریق ساخت یک تجسم منسجم ذهنی از این منابع چندگانه اطلاعات، به مطالب ارائه شده معنا دهند (اینسورث، ۱۹۹۹؛ مهیر، ۱۹۹۹).

هر چند که محیطهای آموزشی چند رسانه‌ای مبتنی بر رایانه مکان بالقوه توانمندی را برای بهبود یادگیری معنادار دانش‌آموزان فراهم می‌کنند، اما پژوهشها (برای مثال نگاه کنید به مهیر، ۱۹۹۷، ۱۹۹۹، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۳) نشان داده‌اند که تمام پیامهای آموزشی ارائه شده از طریق

این محیطها به طور یکسان مؤثر نیستند. مطالعات انجام شده در حیطه روان‌شناسی شناختی فرصتی فراهم کرده‌اند تا ضمن به‌دست آوردن فهم بهتری از مکانیزمهای درگیر در یادگیری از برنامه‌های چند رسانه‌ای، دلایل عدم کارایی و نامؤثر بودن برخی از ارائه‌های چند رسانه‌ای شناسایی شوند. بانفوذترین الگوی پیشنهاد شده در این حیطه، نظریه شناختی یادگیری چند رسانه‌ای<sup>۷</sup> (مهیر، ۱۹۹۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۵) است. دو پدیده مرتبط با عدم کارایی برنامه‌های چند رسانه‌ای که توسط نظریه شناختی یادگیری چند رسانه‌ای در طی دو دهه اخیر شناخته شده‌اند عبارتند از: اثر تقسیم توجه<sup>۸</sup> و اثر افزونگی<sup>۹</sup>. هدف مطالعه حاضر آزمون این دو اثر، در پرتو مفروضه‌های نظریه مذکور بود.

نظریه شناختی یادگیری چند رسانه‌ای (مهیر، ۲۰۰۳) مبتنی بر سه مفروضه درباره چگونگی کار ذهن انسان بر مبنای پژوهشهای انجام شده در حیطه علوم شناختی است. نخستین فرض این است که سامانه پردازش اطلاعات انسان شامل دو مجرای مجزا است: مجرای شنیداری/کلامی<sup>۱۰</sup> برای پردازش درونشدهای شنیداری و تجسمهای کلامی و مجرای دیداری/تصویری<sup>۱۱</sup> برای پردازش درونشدهای دیداری و تجسمهای تصویری. مفروضه دو مجرای<sup>۱۲</sup> حافظه انسان ویژگی اصلی نظریه رمزگردانی دوگانه<sup>۱۳</sup> پی‌ویو (برای مثال، کلارک و پی‌ویو، ۱۹۹۱) و الگوی حافظه کاری<sup>۱۴</sup> بدلی (۱۹۹۸) است. اگرچه این دو نظریه پرداز خرد سامانه‌ها را دقیقاً به شیوه یکسان توصیف نکرده‌اند. فرض دوم این است که، هر مجرای پردازش اطلاعات دارای ظرفیت محدودی است. فقط مقدار محدودی از پردازش شناختی می‌تواند در مجرای کلامی و دیداری در هر زمان انجام گیرد. این مفروضه، مفروضه اصلی نظریه بار شناختی<sup>۱۵</sup> سوئلر (سوئلر، ۱۹۹۴، ۲۰۰۴؛ چندلر و سوئلر، ۱۹۹۱) و الگوی حافظه کاری بدلی (۱۹۹۸) است. سومین فرض نیز این است که، یادگیری معنادار نیازمند

1. multimedia learning environments  
2. modality  
3. mode  
4. animation  
5. on-screen text

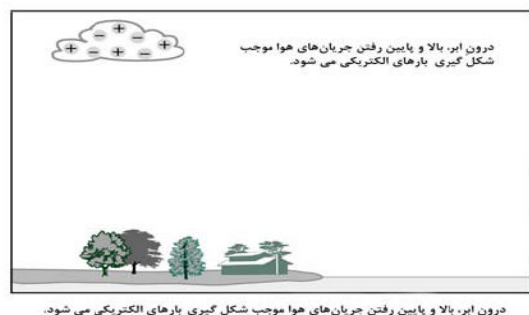
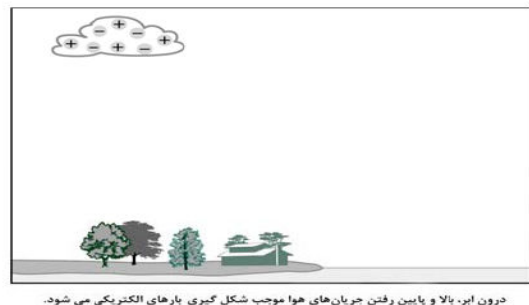
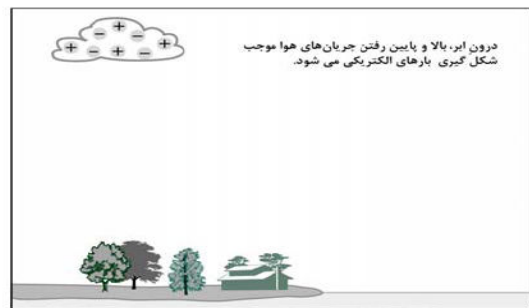
6. narration  
7. cognitive theory of multimedia learning  
8. split-attention effect  
9. redundancy effect  
10. auditory/verbal channel

11. visual/pictorial channel  
12. dual channel  
13. dual coding theory  
14. working memory  
15. cognitive load theory

وجود داشته باشند (کلارک و پی‌ویو، ۱۹۹۱). طبق این نظریه، فرایند یکپارچه‌سازی یادگیری فعال، یادگیری معنادار را که در حافظه بلندمدت ذخیره می‌شود و به یادگیرنده اجازه می‌دهد تا از آن برای حل مسائل استفاده کند، در پی دارد (مهیر، ۲۰۰۳). بنابراین، از دیدگاه آموزشی هدف اساسی آموزش چند رسانه‌ای باید کمک به پرورش یادگیری معنادار در یادگیرندگان باشد.

مطالعات متعدد در حیطه یادگیری چند رسانه‌ای نشان داده‌اند که ارائه تصویرها همراه با واژه‌ها به فهمیدن عمیق مطالب آموزشی، و در نتیجه به یادگیری معنادار، کمک می‌کنند (برای مثال، کارلسون، چندلر و سوئلر، ۲۰۰۳؛ مهیر و اندرسون، ۱۹۹۲، ۱۹۹۱؛ مهیر و گالینی، ۱۹۹۰). کمک تصویرها اثرهای سودمند چند رسانه‌ای را، به سهولت ساخت الگوی ذهنی از موقعیت توصیف شده در متن نسبت داده‌اند (اشناتز و بنرت، ۲۰۰۳). با وجود این، اگر ارائه این منابع مستقل اطلاعات با رعایت اصول طراحی همراه نباشد به اثر تقسیم توجه (چندلر و سوئلر، ۱۹۹۲) منتهی می‌شود. این اثر هنگامی اتفاق می‌افتد که یادگیرندگان مجبورند توجه خود را بین چندین منبع اطلاعات، که از زاویه زمانی یا فضایی جدا از یکدیگرند، تقسیم کنند و به‌طور ذهنی آنها را یکپارچه سازند (چندلر و سوئلر، ۱۹۹۱؛ مهیر و مورینو، ۱۹۹۸؛ مورینو و مهیر، ۱۹۹۹). فرایند یکپارچه‌سازی ذهنی مستقیماً با یادگیری ارتباط ندارد و یک فعالیت مقدماتی برای یادگیری به حساب می‌آید (کالیوگا، چندلر و سوئلر، ۱۹۹۹). به هر حال، به منظور فهمیدن مطالب، نخست باید تصویرها و واژه‌ها مرتبط با هم انتخاب و به‌طور ذهنی یکپارچه شوند. جستجوی دیداری منابع مجزای اطلاعات و یکپارچه‌سازی ذهنی آنها ممکن است بار شناختی سنگینی را بر حافظه کاری محدود یادگیرنده تحمیل کند (سوئلر، ون مریبنوئر و پاس، ۱۹۹۸)، که این، به نوبه خود، به یادگیری سطحی (مهیر و مورینو، ۲۰۰۳) از مطالب آموزشی منجر خواهد شد. براساس ادبیات یادگیری چند رسانه‌ای، یکپارچه‌سازی فیزیکی تصویرها و واژه‌ها می‌تواند با از بین بردن نیاز به

مقدار زیادی پردازش شناختی در هر دو مجرا است. نظریه یادگیری زیای<sup>۱</sup> ویتراک (۱۹۸۹) و نظریه یادگیری فعال<sup>۲</sup> مهیر (۱۹۹۶) بر این مفروضه اصلی، تکیه دارند. فرایندهای درگیر در یادگیری فعال شامل انتخاب واژه‌های مناسب، انتخاب تصویرهای مناسب، سازماندهی ذهنی واژه‌ها در یک ساخت منسجم (الگوی کلامی)، سازماندهی ذهنی تصویرها در یک ساخت منسجم (الگوی دیداری) و بالاخره، یکپارچه‌سازی این دو ساخت منسجم با هم و با دانش قبلی برای تولید یک الگوی یکپارچه ذهنی است (مهیر، ۱۹۹۷). به منظور پیوند دو ساخت درونی، باید اطلاعات کلامی و تصویری به‌طور همزمان در حافظه کاری



شکل ۱. قاب‌های منتخب از انیمیشنهای متناظر با گروههای متنی، گفتاری و افزونه (پانل‌های بالا، وسط و پایین، به ترتیب). گروه متنی، متن بر-صفحه یکپارچه شده با (به لحاظ فیزیکی نزدیک به) انیمیشن را دریافت کرد. گروه افزونه، گروهی بود که متن یکپارچه‌شده با انیمیشن و گفتار را دریافت کرد.

یکپارچه‌سازی ذهنی، به کاهش بار شناختی (سوئلر و دیگران، ۱۹۹۸) و افزایش یادگیری معنادار منجر شود (مه‌یر، ۱۹۹۷، ۱۹۹۹؛ مه‌یر و مورینو، ۲۰۰۳).

شیوه یکپارچه‌سازی فیزیکی منابع مجزای اطلاعات توسط مه‌یر و اندرسون (۱۹۹۱) به اصل مجاورت<sup>۱</sup> معروف شده است. بر طبق این اصل طراحی آموزش چند رسانه‌ای، وقتی تصویرها و واژه‌های مرتبط با هم نزدیک به یکدیگر در صفحه رایانه ظاهر شوند، دانش‌آموزان می‌توانند با حداقل جستجوی دیداری به اطلاعات کلامی و دیداری متناظر دست یابند و آنها را همزمان در حافظه کاری خود ضبط کنند (مورینو و مه‌یر، ۱۹۹۹؛ مه‌یر و مورینو، ۱۹۹۸) تا از این طریق فرایند یکپارچه‌سازی ذهنی تسهیل شود (مه‌یر، ۱۹۹۹، ۲۰۰۳). در واقع، یکپارچه‌سازی فیزیکی اطلاعات چندگانه در صفحه رایانه یک ظرفیت بیرونی برای حافظه کاری محدود فراهم می‌کند. برعکس، زمانی که واژه‌ها و تصویرها دور از یکدیگر در صفحه رایانه ظاهر شوند، دانش‌آموزان برای جستجوی بخشی از تصویرهایی که متناظر با متن ارائه شده در صفحه رایانه است از ظرفیت شناختی محدود خود بیش از حد استفاده می‌کنند. در چنین شرایطی، احتمال نگهداری تصویرها و واژه‌های مرتبط در حافظه کاری به صورت همزمان بسیار پایین خواهد بود (مه‌یر، مورینو، بوار و واگ، ۱۹۹۹) و فهمیدن که مستلزم وجود همزمان اطلاعات مرتبط به هم در حافظه کاری است (سوئلر و دیگران، ۱۹۹۸) اتفاق نخواهد افتاد. آزمایش‌های زیادی از برتری قالب یکپارچه ارائه مطالب آموزشی در بهبود عملکرد نگهداری و انتقال حل مسئله حمایت کرده‌اند (برای مثال نگاه کنید به سوئلر و دیگران، ۱۹۹۸؛ مه‌یر، ۲۰۰۱، ۲۰۰۳). همچنین، در یک فراتحلیل گینز (۲۰۰۶) با بررسی ۵۰ آزمایش، برتری قالب ارائه یکپارچه بر ارائه جداگانه اطلاعات را، به ویژه برای مطالبی که از پیچیدگی درونی بالا برخوردارند، نشان داد.

اندیشه مجاورت فیزیکی منابع اطلاعاتی چندگانه تنها راه حل حذف یا کاهش اثر تقسیم توجه دیداری نیست.

پژوهشها نشان داده‌اند که اگر واژه‌ها در شکل شنیداری ارائه شوند ظرفیت پردازش شناختی گسترش می‌یابد و به عملکرد بهتری در یادگیری منجر می‌شود (پنی، ۱۹۸۹). ارائه واژه‌ها در شکل شنیداری در ادبیات نظریه شناختی یادگیری چندرسانه‌ای به اصل وجه حسی<sup>۲</sup> (مه‌یر و مورینو، ۱۹۹۸) معروف است. این اصل طراحی، مبتنی بر این منطق است که مجرای دیداری دارای ظرفیت محدودی است. وقتی واژه‌ها به صورت متن بر صفحه ارائه شوند - حداقل در ابتدای پردازش - باید از طریق مجرای دیداری به همراه انیمیشن پردازش شوند (مه‌یر و مورینو، ۲۰۰۲ الف)، اما وقتی واژه‌ها به صورت متن شنیداری ارائه شوند در مجرای کلامی پردازش می‌شوند. بنابراین با آزادسازی ظرفیت در مجرای دیداری، این مجرا می‌تواند صرفاً به پردازش عمیق‌تر انیمیشن اختصاص یابد. بدین ترتیب، یادگیرندگان به احتمال زیاد خواهند توانست پیوندهای ارجاعی (کلارک و پی‌ویو، ۱۹۹۱) مناسبی را بین تجسمهای کلامی و تصویری ایجاد کنند (مه‌یر، ۱۹۹۹؛ مه‌یر و مورینو، ۲۰۰۲ الف). مطالعات متعددی از اثر وجه حسی ارائه مطالب آموزشی بر بهبود عملکرد نگهداری و انتقال حمایت کرده‌اند (اتکینسن، ۲۰۰۲؛ کالیوگا و دیگران، ۱۹۹۹، ۲۰۰۰؛ موسوی، لاو و سوئلر، ۱۹۹۵؛ مورینو و مه‌یر، ۱۹۹۹؛ مورینو، مه‌یر، اسپایرز و لستر، ۲۰۰۱؛ مه‌یر، داو و مه‌یر، ۲۰۰۳؛ مه‌یر و مورینو، ۱۹۹۸؛ یونگ، ۱۹۹۹؛ یونگ، جن و سوئلر، ۱۹۹۷). گینز (۲۰۰۵) نیز در یک فرا-تحلیل با بررسی ۴۳ آزمایش، برتری متن شنیداری بر متن دیداری را، زمانی که عناصر مطالب از ارتباط درونی بالایی برخوردار بودند، تأیید کرد.

در پژوهشهای مذکور، اصولاً قالب متن و تصویرهای یکپارچه در برابر قالب متن و تصویرهای مجزا با هدف کاهش یا حذف اثر تقسیم توجه از طریق کاهش جستجوی دیداری استفاده شده است. قالب گفتار و تصویرها در برابر متن و تصویرهای مجزا نیز با هدف کاهش تقسیم توجه بر مبنای افزایش ظرفیت حافظه کاری مورد استفاده قرار گرفته است. اما مقایسه کارایی نسبی کاهش جستجوی

تعمیم داده شوند.

حالت دیگر وجه حسی، ارائه اطلاعات صرفاً کلامی به صورت متن بر-صفحه و گفتار است. پنی (۱۹۸۹) مجموعه‌ای از آزمایش‌های حافظه کوتاه‌مدت را گزارش کرد که در آنها ارائه واژه‌ها در دو وجه حسی (دیداری و شنیداری) به افزایش بازخوانی اطلاعات از حافظه منجر شده بود. متداول بودن ارائه تکراری متن یکسان از طریق مجرای شنیداری و دیداری در محیط‌های آموزشی چند رسانه‌ای نیز متأثر از فرضیه ترجیحات یادگیری افراد است. بر طبق این فرضیه، شیوه‌های یادگیری افراد متفاوت اند. بنابراین، اگر اطلاعات در قالب‌های متفاوتی به یادگیرنده ارائه شوند، او می‌تواند قالبی را انتخاب کند که با ترجیح یادگیری‌اش همخوانی دارد (مهیر، ۲۰۰۱). اگرچه ارائه دو - وجهی اطلاعات کلامی برای یادگیرندگان سودمند بوده است (برای مثال، مورینو و مهیر، ۲۰۰۲)، اما با افزودن اطلاعات تصویری نظیر چارتهای، نمودارها، جدولها، شکلها (تصویرهای ایستا) و انیمیشن یا ویدئو (تصویرهای پویا و متحرک) به محتوای چند رسانه‌ای، یادگیری دچار بازداری می‌شود (تیندال - فورد، چندلر و سوئلر، ۱۹۹۷؛ کالیوگا و دیگران، ۱۹۹۹، ۲۰۰۰؛ مهیر، هیسر و لان، ۲۰۰۱). در ادبیات یادگیری چند رسانه‌ای، «ارائه همزمان متن و گفتار با واژه‌های یکسان» به همراه انیمیشن به اثر افزونگی کلامی معروف شده است (مورینو و مهیر، ۲۰۰۲، ص ۱۵۶). اگر یک منبع اطلاعات افزونه باشد باید به منظور آزادکردن ظرفیت حافظه کاری و افزایش یادگیری مؤثر و کارا به حذف آن مبادرت شود (دیائو و سوئلر، ۲۰۰۷). برای مثال، مهیر و دیگران (۲۰۰۱) دریافتند که متن بر-صفحه در یک انیمیشن گفتاری برای درک فرایند صاعقه افزونه است، یعنی حافظه دیداری را دچار اضافه بار می‌کند و باید حذف شود (همچنین نگاه کنید به: پاولی، ایرز، کوپر و سوئلر، ۲۰۰۵؛ چندلر و سوئلر، ۱۹۹۶؛ سوئلر و چندلر، ۱۹۹۴؛ کرایگ، گولسون، دریسکول، ۲۰۰۲؛ کالیوگا و دیگران، ۱۹۹۹، ۲۰۰۰).

اثر افزونگی کلامی نیز می‌تواند براساس مفروضه سامانه‌های پردازش دوگانه<sup>۱</sup> حافظه کاری با ظرفیت محدود

دیداری (اصل مجاورت فضایی) در برابر افزایش ظرفیت حافظه کاری (اصل وجه حسی) به منظور حذف یا کاهش اثر منفی تقسیم توجه در محیط‌های چندرسانه‌ای مبتنی بر رایانه مورد توجه قرار نگرفته است. تنها یک مطالعه (مورینو و مهیر، ۱۹۹۹، آزمایش ۱) به صورت غیرمستقیم این موضوع را مورد بررسی قرار داده است. در این آزمایش، دانشجویان انیمیشنی را دیدند که فرایند صاعقه را به تصویر کشید. به طور همزمان گروهی متن بر-صفحه را نزدیک انیمیشن و گروهی دور از آن مشاهده کردند و گروه سوم گفتار همزمانی را شنیدند. متن و گفتار، فرایند شکل‌گیری صاعقه را توصیف می‌کردند. مقایسه گروه متن یکپارچه با متن مجزا در آزمون نگهداری (حجم اثر ۰/۴۷) و در انتقال (حجم اثر ۰/۴۸)، اثر معنادار مجاورت فضایی را نمایان ساخت. گروه متن شنیداری نیز نسبت به ترکیب دو گروه متنی در آزمون نگهداری (حجم اثر ۱) و در انتقال (۱/۰۶) تفاوت معناداری را نشان داد. بدین ترتیب، پژوهشگران توانستند به شواهد قویتری در مورد کاهش اثر تقسیم توجه از طریق افزایش ظرفیت حافظه کاری از خلال شنیداری کردن متن چند رسانه‌ای دست یابند. با وجود این، تفسیر نتایج این مطالعه به نفع اصل وجه حسی با آمیختگی اثرهای کاربندیها همراه است: در پژوهش مذکور، ترکیب گروه متن مجزا با گروه متن یکپارچه میانگین نمره پایین‌تری را به دست داد، در مقایسه با گروه متن شنیداری، به افزایش حجم اثر به صورت تصنعی منجر شد. به‌ویژه این که، تفاوت دو گروه متنی به نفع گروه متن یکپارچه معنادار بود. ناهمانند با آزمایش مورینو و مهیر (۱۹۹۹)، یکی از هدفهای مطالعه حاضر مقایسه مستقیم اثرهای وجه حسی در برابر مجاورت فضایی بر یادگیری چند رسانه‌ای بود. علاوه بر این، استفاده از دانش‌آموزان به جای دانشجویان به عنوان گروه هدف با مطالعه فوق تفاوت داشت. اگرچه پژوهشهای پیشین در زمینه اثر وجه حسی به یادگیرندگان بزرگسال محدود شده‌اند (وان گرون، پاس، ون مرینبوئر، هندریکس و اشمیت، ۲۰۰۳)، اما اثرهای سودمند ارائه شنیداری - دیداری بر یادگیری می‌توانند به یادگیرندگان جوانتر نیز

به بهبود ساخت الگوی منسجم ذهنی از فرایند شکل-گیری صاعقه کمک کند.

● اضافه کردن اطلاعات افزونه به انیمیشنهای موجز به بازداری ساخت الگوی منسجم ذهنی از فرایند شکل-گیری صاعقه منجر خواهد شد.

## روش

**شرکت‌کنندگان و طرح تحقیق:** شرکت‌کنندگان این مطالعه ۵۱ دانش آموز پسر پایه دوم (۲۲ نفر) و سوم (۲۹ نفر) دوره راهنمایی بودند که به‌طور تصادفی از میان ۱۴۴ نفر دانش‌آموز (۶۸ و ۷۶ نفر به‌ترتیب پایه تحصیلی) یک مدرسه راهنمایی شهر تهران انتخاب شدند. فقدان دانش اساسی گروه نمونه در زمینه هواشناسی، از طریق یک پرسشنامه قبل از آزمایش اندازه‌گیری شد. طرح تحقیق<sup>۲</sup> مطالعه حاضر یک طرح آزمایشی تک عاملی کاملاً تصادفی بود. شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به شرایط کاربردی شامل انیمیشن - گفتار (گروه گفتاری)، انیمیشن - متن-بر-صفحه (گروه متنی) و انیمیشن - گفتار - متن-بر-صفحه (گروه افزونه) منتسب شدند. هیچ یک از شرکت‌کنندگان و گروهها از شرایط آزمایشی خود مطلع نبودند. حجم نمونه مورد نیاز بر اساس آلفای از پیش تعیین شده، حجم اثر<sup>۳</sup> و توان آزمون برآورد شد. با پیروی از رهنمودهای کوهن (۱۹۸۸) سطح توان ۰/۸ با سطح آلفای ۰/۰۵ برای این منظور در مَدنظر قرار گرفت. حجم اثر لازم از میانه حجم اثرهای به دست آمده از مطالعات کالیوگا و دیگران (۱۹۹۹، ۲۰۰۰)، مه‌یر و مورینو (۱۹۹۹، ۲۰۰۲ الف و ب)، مه‌یر و دیگران (۲۰۰۱) و فرا تحلیل‌های گینز (۲۰۰۵، ۲۰۰۶) استخراج شد، که مقداری در حدود  $f = 0.5$  بود. با مراجعه به جدول توان (کرک، ۱۹۹۵) حداقل حجم نمونه مورد نیاز در هر کاربردی ۱۴ نفر و با سه کاربردی، حجم کل نمونه ۴۲ نفر برآورد شد. اما به منظور رعایت احتیاط در برابر مشکلات احتمالی (مانند افت آزمودنی)، در هر گروه سه نفر بیشتر انتخاب شد و با مجموع ۵۱ نفر ۱۷ دانش‌آموز به هر

تفسیر شود (کالیوگا و دیگران، ۱۹۹۹؛ مه‌یر و دیگران، ۲۰۰۱). اضافه کردن متن-بر-صفحه به انیمیشن گفتاری موجب می‌شود متن با انیمیشن برای پردازش در مجرای دیداری با یکدیگر رقابت کنند و این رقابت موجب چشم-پوشی از برخی قسمت‌های انیمیشن یا متن توسط دانش-آموزان خواهد شد و ساخت الگوهای ذهنی ناقص از محتوای مطالب آموزشی را در پی خواهد داشت. اما از آنجا که محیطهای چند رسانه‌ای مبتنی بر رایانه قابلیت ترکیب منابع اطلاعاتی متعدد را دارند ارائه قالبهای آموزشی افزونه به صورت امری متداول و شایع در آمده است. به هر حال، تحت شرایط معین ممکن است در یک قالب آموزشی شامل انیمیشن، گفتار و متن یکی از این منابع در نقش منبع افزونه ظاهر شود. برای مثال، لیهی، چندلر و سوئلر (۲۰۰۳) نشان دادند که گفتار برای آموزش چند رسانه‌ای همیشه به‌عنوان یک مؤلفه ضروری و برتر از متن به شمار نمی‌آید.

مه‌یر (۲۰۰۱) در یک تحلیل جامع درباره ارائه‌های چند رسانه‌ای با حمایت از ارائه قالبهای آموزشی موجز، معتقد است که در طراحی برنامه‌های چند رسانه‌ای بهتر است مطالب آموزشی شامل منابع اطلاعاتی اندک با اطلاعات مختصر و نکات اصلی محتوای مورد آموزش باشند. برای مثال، در موضوع شکل‌گیری صاعقه بهتر است انیمیشن فقط ۱۶ مرحله شکل‌گیری صاعقه را نشان دهد و مطالب کلامی همراه آن فقط متن یا گفتاری باشد که این ۱۶ مرحله را در عبارتهای کوتاه توصیف می‌کند. در پژوهش حاضر این نوع ارائه مطالب چند رسانه‌ای تحت عنوان قالبهای آموزشی موجز<sup>۱</sup> نامیده شدند.

با در نظر گرفتن منطق نظری و یافته‌های تجربی، هدف اصلی پژوهش حاضر آزمودن الگوی پردازش - دوگانه حافظه کاری با ظرفیت محدود براساس اندازه‌های چندگانه در یادگیرندگان نوجوان در یک محیط یادگیری چند رسانه‌ای مبتنی بر رایانه بود. جهت تحقق این هدف دو فرضیه مطرح شد:

● ارائه اطلاعات کلامی به‌صورت شنیداری می‌تواند

فهمیدن و به کار بستن مرتبط بودند. در پایین هر پنج برگه آزمون نیز نوشته شده بود: «لطفاً تا زمانی که اعلام توقف نشده است به کار خود ادامه دهید».

مطالب رایانه‌ای شامل سه برنامه رایانه‌ای چند رسانه‌ای در خصوص فرایند شکل‌گیری صاعقه (نسخه‌های انیمیشن - گفتار، انیمیشن - متن بر-صفحه و انیمیشن - گفتار و متن بر-صفحه) بود که موقعیتهای آزمایشی مطالعه حاضر را تشکیل می‌دادند. برنامه‌های تولید شده، زنجیره‌ی علی حادثی را که موجب شکل‌گیری صاعقه می‌شوند در ۱۶ قاب (یا مرحله) به تصویر کشیدند و از طریق واژه‌های گفتاری و/یا متن بر-صفحه آنها را توصیف کردند (شکل ۱). برای تولید این برنامه‌ها از فلش MX<sup>TM</sup> نسخه ۸ (ماکرومدیا، ۲۰۰۲) استفاده شد. گفتار با صدای مردی میانسال با لهجه رسمی فارسی (بدون لحن خاص) به صورت سوم شخص و تقریباً آهسته بیان شد. مدت زمان آموزش بر مبنای کارهای مه‌یر و دیگران (برای مثال، مورینو و مه‌یر، ۱۹۹۹؛ مه‌یر و دیگران، ۱۹۹۹) ۱۹۰ ثانیه بود.

تجهیزات<sup>۵</sup> مورد نیاز نیز شامل یک دستگاه زمان‌سنج برای ثبت مقدار زمان صرف شده توسط دانش‌آموزان برای تکمیل آزمونها و ۳ دستگاه رایانه تحت ویندوز با مانیتور رنگی ۱۷ اینچ به همراه دو هدفون سونی بود.

**شیوه اجرای آزمایش:** آزمایش در بیست جلسه ۴۰ دقیقه‌ای برگزار شد. در هر جلسه ۲ تا ۳ نفر شرکت داشتند و به طور انفرادی آزمون شدند. این جلسه‌ها در اتاق رایانه مدرسه، که دارای سه رایانه بود، برگزار شد. به دو رایانه هدفون وصل شده بود. دانش‌آموزان پس از ورود به اتاق رایانه براساس گروه‌بندیهای تصادفی (گفتاری، متنی و افزونه) از قبل انجام شده، به مکان متناسب با گروه خود هدایت می‌شدند. هر شرکت‌کننده در برابر یک دستگاه رایانه و دور از سایر شرکت‌کنندگان می‌نشست. مکان نشستن طوری تعبیه شده بود که شرکت‌کنندگان یکدیگر را نمی‌دیدند و/یا صدایی نمی‌شنیدند. هر رایانه در صفحه شروع برنامه چند رسانه‌ای تنظیم شده بود، اما

موقعیت کاربردی به طور تصادفی منتسب شد.

**مواد<sup>۱</sup> و تجهیزات:** برای هر شرکت‌کننده، مواد مداد - کاغذی شامل پرسشنامه هواشناسی<sup>۲</sup>، آزمون نگهداری<sup>۳</sup> و آزمون چهار برگی انتقال<sup>۴</sup> بود که هر یک بر روی یک صفحه کاغذ سفید ۲۱×۱۵ سانتیمتری تایپ شده بود. دانش قبلی دانش‌آموزان درباره هواشناسی با پرسشنامه پنج - گویه‌ای و خودگزارش دهی پنج - درجه‌ای سنجیده شد. این پرسشنامه با تغییر اندکی (حذف دو گویه و تغییر محتوای یک گویه) از مورینو و مه‌یر (۲۰۰۰) اقتباس شد. نمونه‌ای از گویه‌ها پرسشنامه بدین صورت بود: «من می‌توانم توضیح دهم که چه چیزی موجب وزیدن باد می‌شود». دانش‌آموزان در پاسخ دادن به گویه‌ها باید صرفاً پاسخ بله یا خیر را ارائه می‌دادند و در مقیاس خود - گزارشی یکی از درجه‌بندیهای طیف لیکرت (۱) برای خیلی کم تا ۵ برای خیلی زیاد) را انتخاب می‌کردند.

آزمون نگهداری شامل یک سؤال با این عبارت بود: «لطفاً هر چقدر که می‌توانید درباره فرایند شکل‌گیری صاعقه بنویسید». این آزمون با هدف اندازه‌گیری حافظه دانش‌آموزان برای مطالب ارائه شده به کار برده شد و متناظر با یادآوری دانش امور واقعی و مفهومی در طبقه بندی تجدیدنظر شده بلوم است (اندرسون و دیگران، ۲۰۰۱ به نقل از بیکر و مه‌یر، ۱۹۹۹). آزمون انتقال نیز مشتمل بر چهار سؤال پی در پی بود که در بالای چهار صفحه کاغذ به ترتیب نوشته شد: «برای کاهش شدت صاعقه چه کاری می‌توانید انجام دهید؟»، «فرض کنید شما ابری را در آسمان می‌بینید اما صاعقه ندارد، چرا این گونه است؟»، «چه دمای هوایی برای شکل‌گیری صاعقه مورد نیاز است؟» و «چه چیزی باعث صاعقه می‌شود؟». آزمون انتقال به قصد اندازه‌گیری درک و فهم دانش‌آموزان از مطالب ارائه شده به کار رفت و متناظر با فهمیدن و کار بستن دانش مفهومی در طبقه بندی تجدیدنظر شده بلوم است (اندرسون و دیگران، ۲۰۰۱ به نقل از بیکر و مه‌یر، ۲۰۰۲). به طور کلی، آزمونهای نگهداری و انتقال با دو دانش امور واقعی و مفهومی و با سه فرایند یادآوری،

صفحه نمایشگر خاموش بود.

اجرای آزمایش در سه مرحله پیش از آموزش، آموزش، آموزش و آزمون صورت گرفت. در مرحله پیش از آموزش، آزمایشگر هدف از حضور شرکت‌کنندگان، نحوه انجام تکلیفها و شیوه کار با رایانه را توضیح داد. سپس، شرکت‌کنندگان مقیاس هوشناسی را با سرعت خودشان تکمیل کردند. در مرحله آموزش، با توضیح شفاهی آزمایشگر درباره محتوای آزمایش، با بیان اینکه «با روشن کردن صفحه نمایشگر، رایانه انیمیشنی را درباره چگونگی شکل‌گیری صاعقه نشان خواهد داد، شما باید با دقت به آن توجه کنید و بعد از اینکه برنامه رایانه‌ای تمام شد به پرسشهایی در این زمینه پاسخ دهید»، برنامه‌های چند رسانه‌ای ارائه شد. هر برنامه فقط یکبار به شرکت‌کنندگان ارائه شد. سرانجام در مرحله آزمون که بلافاصله پس از اتمام برنامه آزمون نگهداری انجام گرفت، به شرکت‌کنندگان گفته شد که سبک نوشتار یا پاکیزگی نوشتن اهمیت ندارد و آنچه را از مطالب آموزشی به یاد دارند بنویسند. در خصوص سؤالهای آزمون انتقال توضیح داده شد که شرکت‌کنندگان باید به مفهوم سؤال دقت کنند و تکرار محتوای آموزشی پاسخ مناسب نخواهد بود. از آنها خواسته شد در پاسخ به هر سؤال هر تعداد راه‌حل به نظرشان می‌رسد بنویسند. به منظور کنترل اثر ترتیب سؤالها، ارائه چهار سؤال آزمون انتقال به گروهها به صورت تصادفی انجام شد. برای هر سؤال انتقال ۳ دقیقه و برای سؤال یادآوری ۶ دقیقه وقت در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که به هنگام پاسخگویی به سؤالهای آزمون، شرکت‌کنندگان حق بازگشت به محتوای آموزشی را نداشتند. در پایان از شرکت‌کنندگان به خاطر کمک به آزمایشگر قدردانی شد.

**نمره‌گذاری:** پرسشنامه هوشناسی به صورت عینی و توسط پژوهشگر نمره‌گذاری شد. با ترکیب نمره‌های فهرست پنج - گویه‌ای (حداکثر ۵ نمره) و خودگزارش - دهی پنج - درجه‌ای (به صورت ۱ تا ۵) نمره دانش هواشناسی (حداکثر ۱۰) به دست آمد. این پرسشنامه با هدف غربال کردن دانش‌آموزان دارای دانش بالا مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور، داده‌های دانش‌آموزانی که نمره

بالاتر از ۶ را در دانش هواشناسی به دست آوردند از تحلیل حذف شدند ( $n = 4$ ). به منظور نمره‌گذاری آزمونهای نگهداری و انتقال دو نمره‌گذار تعیین شد. هر دو نفر، معلم درس علوم تجربی دوره راهنمایی تحصیلی بودند و از شرایط آزمایشی هیچ شرکت‌کننده‌ای اطلاع نداشتند. نمره‌گذار اول تمام برگه‌های آزمون و نمره‌گذار دوم ۳۰ درصد برگه‌ها را تصحیح کرد. میزان توافق بین دو نمره‌گذار در آزمون نگهداری ۹۰ درصد و در آزمون انتقال ۸۲ درصد بود.

برای کمک به نمره‌گذاران، فهرستی از پاسخهای قابل قبول برای هر دو آزمون تولید و نمره نگهداری از طریق شمارش تعداد اندیشه‌های اصلی موجود در متن (شامل ۸ واحد اندیشه ممکن) برای فرایند صاعقه محاسبه شد (مه‌یر، سابکو و ماوتون، ۲۰۰۳). *بالا رفتن جریان هوا، فشرده شدن آب و قرار گرفتن بارهای منفی در قسمت زیرین ابر از جمله واحدهای اصلی اندیشه بودند.* به هر واحد اندیشه یک نمره اختصاص داده شد. این نمره بدون توجه به سبک نوشتاری، نحوه واژه‌پردازی یا پاکیزگی نوشتن به دست آمد. نمره آزمون انتقال نیز با شمارش تعداد پاسخهای قابل پذیرش شرکت‌کننده به چهار سؤال فرایند شکل‌گیری صاعقه (مورینو و مه‌یر، ۲۰۰۰) تعیین شد. هر سؤال آزمون انتقال دو پاسخ قابل قبول داشت. اگرچه پاسخهای ممکن نامحدودند، اما پاسخ دانش‌آموزان در محدوده دو پاسخ درست برای هر سؤال بود. جوابهای قابل پذیرش راه‌حلهای زیای را در بر می‌گرفت و به پاسخهای عامه پسند نمره داده نمی‌شد. نمره به معنا و نه به لفظ تعلق داده شد. نمونه‌ای از پاسخهای قابل قبول به ترتیب پرسشهای انتقال (در قسمت مواد و تجهیزات) عبارتند از: قرار دادن ذرات مثبت نزدیک ابر برای سؤال نخست؛ عدم شکل‌گیری بلورهای یخی برای سؤال دوم؛ قرارگرفتن سطح فوقانی ابر بالای سطح انجماد و سطح زیرین آن پایین سطح برای سؤال سوم و تفاوت در بارهای الکتریکی درون ابر برای سؤال چهارم بود. مجموع نمره ممکن یک فرد در هر آزمون ۸ بود.



## نتایج

دادند که هیچ‌گونه تخطی از این مفروضه‌ها صورت نگرفته است. به هنگام ارزیابی معناداری آزمونهای آماری، آلفا در سطح ۰/۰۵ تعیین شد و برای تحلیل‌های تک متغیری به عنوان آزمونهای پیگیری MANOVA آلفا با استفاده از روش بونفرونی<sup>۳</sup> به منظور کنترل خطای طایفه گونه<sup>۴</sup> در سطح آلفای ۰/۰۲۵ تعدیل شد. مقابله‌های برنامه‌ریزی شده نیز با دادن ضرایب (۱، -۱، ۰) و (۰/۵، ۰/۵، -۱) به ترتیب به گروههای گفتاری، متنی و افزونه به منظور آزمون پیش‌بینیهای خاص پژوهش انجام شد. از مجموعه ضرایب نخست برای آزمون اثر وجه حسی و از مجموعه ضرایب دوم برای آزمون اثر افزونگی استفاده شد. جدول ۱ میانگین به همراه شاخصهای توزیع و انحراف استاندارد نمره‌ها را برای گروهها در آزمونهای نگهداری و انتقال نشان می‌دهد.

از تحلیل واریانس چند متغیری<sup>۱</sup> (MANOVA) با شرایط آزمایشی (گفتاری، متنی و افزونه) به عنوان عامل بین - آزمودنی از نگهداری انتقال به‌عنوان اندازه وابسته استفاده شد. قبل از آزمون فرضیه‌ها، مفروضه‌های آماری MANOVA شامل استقلال مشاهدات، نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانسها به شیوه منطقی و گرافیکی واریسی شدند و برخی از آزمونهای مقدماتی انجام گرفتند. واریسها هیچ‌گونه ارزش دورافتاده<sup>۲</sup> را نشان ندادند. مفروضه‌های همگنی ماتریس واریانس - کوواریانس از طریق آزمون باکس [M = ۴/۰۴؛ P = ۰/۷۰۸؛ F(۲,۴۴) = ۶/۹۳۲]، آزمون لوین برای نگهداری [P = ۰/۷۸۹؛ F(۲,۴۴) = ۰/۲۳۹] لوین و برای انتقال [P = ۰/۲۳۱؛ F(۲,۴۴) = ۱/۵۱۵] لوین نشان

جدول ۱.

آماره‌های توصیفی برای گروههای کاربردی در آزمونهای یادآوری و انتقال

گروه	n	یادآوری				انتقال			
		کجی	کشیدگی	SD	M	کجی	کشیدگی	SD	M
گروه گفتاری	۱۶	۰	-۰/۹۲	۰/۹۳	۴/۲۵	۰/۶۱	-۰/۶۴	۱/۲۶	۲/۴۴
گروه متنی	۱۶	-۰/۲۱	۰/۷۶	۱/۲۰	۲/۶۳	۰/۹۶	۱/۳۰	۱/۲۹	۱/۷۵
گروه افزونه	۱۵	۰/۶۰	۰/۹۹	۱/۰۳	۲/۹۳	۰/۳۴	-۰/۱۱	۰/۸۶	۱/۲۰
گروه موجز*		-۰/۳۷	-۰/۰۹	۱/۳۴	۳/۴۴	۰/۶۵	-۰/۰۹	۱/۳۰	۲/۰۹

توجه: دامنه واقعی نمره‌ها برای یادآوری (۰/۶-) و برای انتقال (۰/۵-) بود حجم گروه موجز از ترکیب گروه گفتاری و گروه متنی شکل گرفته است تا با گروه افزونه مقایسه شود.

که ترکیب دو متغیر وابسته درک بهتری از اثرهای آزمایشی به دست می‌دهد. تحلیل‌های تک متغیری با کنترل آلفا در سطح (۰/۰۲۵) نشان داد که هر دو اندازه یادگیری در معناداری آزمون چند متغیری سهمیم بودند. به عبارت دیگر، پراش ناشی از نمره‌های نگهداری ( $f = ۰/۶۴$ )؛  $P < ۰/۰۰۱$ ؛  $F(۲,۴۴) = ۱۰/۵۰۴$  و انتقال ( $f = ۰/۳۷$ )؛  $P = ۰/۰۱۸$ ؛  $F(۲,۴۴) = ۴/۴۲۷$  هر دو مسبب معناداری آزمون چند متغیری

اثرها بر یادگیری معنادار: عملکرد بهتر دانش‌آموزان در هر دو آزمون نگهداری و انتقال به‌عنوان شاخص یادگیری معنادار در نظر گرفته شد. آزمون MANOVA تفاوت‌های معناداری را بین گروههای مختلف در ترکیب خطی بهینه از دو متغیر وابسته نگهداری و انتقال نشان داد، (ویلکز  $\lambda = ۰/۳۸$ ،  $1 - \lambda = ۰/۶۲۱$ ،  $F(۲,۴۴) = ۵/۷۹۰$ ؛  $P < ۰/۰۰۱$ ). با توجه به سطح معناداری و حجم اثر\*، به نظر می‌رسد

1. multivariate analysis of variance  
2. outlier

3. Bonferroni  
4. family-wise error

\* بر طبق قاعده کوهن (۱۹۸۸) حجم اثر کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب برای  $\lambda = ۰/۰۲$ ،  $۰/۱۳$ ،  $۰/۵۱$ ، برای  $f(۰/۱۰، ۰/۲۵، ۰/۴۰)$  و برای  $d(۰/۵، ۰/۸)$  است.

متن بر- صفحه افزونه، خواه همراه با گفتار و خواه به تنهایی ارائه شود با انیمیشن بر سر پردازش در حافظه دیداری رقابت دارد و به بازداری یادگیری در افراد منجر می‌شود.

**اثرها بر انتقال:** نتایج مقابله طرح‌ریزی شده نخست نشان دادند که اثر وجه حسی ارائه بر انتقال معنادار نیست (جدول ۲). معنادار نبودن اثر وجه حسی در انتقال از پیش‌بینی پژوهش حمایت نکرد. با وجود این، در سطح توصیفی واری می‌انگینها (جدول ۱) نشان می‌دهد که گروه گفتاری نسبت به گروه متنی در آزمون انتقال میانگین نمره بالاتری به دست آورده‌اند. براساس مقابله دوم، اثر معنادار و بزرگی به نفع گروه موجز در آزمون انتقال در همان جهت پیش‌بینی شده وجود داشت (جدول ۲). بررسی میانگینها (جدول ۱) نشان داد که گروه موجز نسبت به گروه افزونه توانستند راه‌حلهای خلاقانه بیشتری بعد از آموزش ( $d = 0/82$ ) تولید کنند. بار دیگر کنکاش در داده‌ها مشخص کرد که اثر معنادار افزونگی ناشی از تفاوت گروه گفتاری با گروه افزونه است.

بودند. به دلیل وجود سه گروه کاربندی و داشتن پیش‌بینیهای خاص در ارتباط با تفاوت این گروهها در متغیرهای وابسته از مقابله‌های طرح‌ریزی شده استفاده شد.

**اثرها بر نگهداری:** با استفاده از نگهداری به عنوان اندازه وابسته، مقابله طرح‌ریزی شده اثر معنادار و بزرگی را برای وجه حسی نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین نمره‌های نگهداری (جدول ۱) بالاتر بودن نمره‌های گروه گفتاری نسبت به گروه متنی در آزمون نگهداری را مشخص کرد. بر طبق قاعده کوهن (۱۹۸۸)، حجم اثر ( $d = 1/51$ ) قابل ملاحظه و بسیار بزرگ است که نشان می‌دهد ارائه اطلاعات کلامی از وجه شنیداری به نگهداری بیشتر اطلاعات منجر می‌شود. مقابله دوم، تفاوت معناداری را بین گروههای موجز و افزونه در آزمون نگهداری نشان نداد (جدول ۲). با وجود این، میانگین نمره‌های گروه موجز اندکی بیش از گروه افزونه با حجم اثر در حد متوسط پایین ( $d = 0/43$ ) بود. واری بیشتر نشان داد که در نگهداری اطلاعات، گروه افزونه میانگین بالاتر و معناداری نسبت به گروه گفتاری به دست آورده است، اما با گروه متنی تفاوت معناداری ندارد (جدول ۱). این یافته نشان می‌دهد

جدول ۲. تحلیل اثرهای کاربندیها با استفاده از مقابله‌های طرح‌ریزی شده

متغیر	مقابله نخست					مقابله دوم				
	<u>d</u>	<u>P</u>	<u>df</u>	<u>SE</u>	<u>t</u>	<u>d</u>	<u>P</u>	<u>df</u>	<u>SE</u>	<u>t</u>
یادآوری	۱/۵۱	۰/۰۰۰	۴۴	۰/۳۸	۴/۳۳	۰/۴۳	۰/۱۳۷	۴۴	۰/۳۳	۱/۵۲
انتقال	۰/۵۳	۰/۱۰۱	۴۴	۰/۴۱	۱/۶۷	۰/۸۲	۰/۰۱۸	۴۴	۰/۳۶	۲/۴۶

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه شواهدی را مبنی بر امکان استفاده از اثر وجه حسی در غلبه بر پیامدهای شناختی منفی تقسیم - توجه فراهم آورد و مشخص کرد که ارائه‌های آموزشی دو - وجهی شامل متن شنیداری و انیمیشن تقسیم توجه را از بین نمی‌برد، بلکه ظرفیت حافظه کاری در دسترس را از طریق ترکیب مجاری شنیداری و دیداری حافظه افزایش می‌دهد. در نتیجه، یادگیرندگان می‌توانند به‌طور مؤثر با تقسیم - توجه کنار بیایند بدون این که بار شناختی زیادی را متحمل شوند و اثر منفی در یادگیری

آنها بگذارد. این یافته‌ها با توجه به اثر وجه حسی بر نگهداری با نتایج پژوهشهای متعددی، مانند مطالعات اتکینسن (۲۰۰۲)، تیندال - فورد و دیگران (۱۹۹۷)، کالیوگا و دیگران (۱۹۹۹)، کرایگ و دیگران (۲۰۰۲)، موسوی و دیگران (۱۹۹۵)، مورینو و مه‌یر (۱۹۹۹، ۲۰۰۲) و مه‌یر و مورینو (۱۹۹۸) همخوان و براساس اندازه‌های انتقال با یافته‌های مطالعات مذکور ناهمخوان و با یافته‌های چند پژوهش دیگر (تبرز، ۲۰۰۲؛ تبرز، مارتنس و ون مرینبوئر، ۲۰۰۴؛ لیهی و دیگران، ۲۰۰۳)، که برتری وجه شنیداری بر دیداری را در مطالعات خود تأیید نکردند، همخوان است.

متن افزونه نمی‌کاهد یافته‌های مه‌یر و دیگران (۲۰۰۱) را گسترش داد.

مطالعه حاضر استلزامهای نظری<sup>۱</sup> و عملی<sup>۲</sup> مهمی را در بردارد. از زاویه نظری، این مطالعه به نظریه یادگیری چند رسانه‌ای از طریق واضح‌سازی و آزمودن دو اصل شناختی در طراحی کمک می‌کند: اصل وجه حسی و اصل افزونگی. نخست مطالعه حاضر در پی بررسی این موضوع بود که آیا **اثرهای وجه حسی** به دست آمده در برابر انیمیشن و متن بر- صفحه مجزا با انیمیشن و متن- بر- صفحه یکپارچه شده با انیمیشن تکرار خواهد شد. یافته‌ها مؤید این موضوع بودند و نشان دادند که حتی با رعایت اصل مجاورت نیز ارائه ترکیبی وجه حسی بر ارائه دیداری و متن یکپارچه شده با انیمیشن برتری دارد. این یافته با نظریه پی‌ویو (کلارک و پی‌ویو، ۱۹۹۱) هماهنگ است که فرض می‌کند وقتی یادگیرندگان بتوانند به طور همزمان واژه‌ها را در حافظه کاری شنیداری و تصویرها را در حافظه کاری دیداری نگهداری کنند، بهتر می‌توانند منابع توجه را برای ایجاد پیوند بین آنها به کار گیرند. همچنین نه فقط اطلاعات بیشتری احتمالاً در هر دو حافظه کاری شنیداری و دیداری در مقایسه با یک حافظه نگهداری می‌شود، بلکه ترکیب مطالب کلامی شنیداری با مطالب غیرکلامی دیداری ممکن است نسبت به ترکیب مطالب کلامی و غیرکلامی دیداری فهم بهتری ایجاد کند. از این رو، نتایج با اندیشه پردازشگرهای نسبتاً مستقل دیداری و شنیداری در حافظه کاری هماهنگ‌اند (بدلی، ۱۹۹۸) و شواهد گذشته برای اثرهای وجه حسی در حافظه کوتاه‌مدت (پنی، ۱۹۸۹) را به فرایندهای شناختی سطح بالاتر یعنی، یادگیری گسترش می‌دهند.

نتایج **اثرهای افزونگی** نیز با نظریه شناختی یادگیری چند رسانه‌ای و فرضیه افزونگی، که می‌تواند از این نظریه استخراج شود (مه‌یر و مورینو؛ ۱۹۹۸) هماهنگ است. بر اساس این نظریه ارائه همزمان اطلاعات کلامی به دو شکل شنیداری و دیداری، زمانی که اطلاعات تصویری نیز در ارائه وجود داشته باشد، موجب می‌شود مجرای دیداری

یک تبیین ممکن برای این ناهمخوانی به نمونه مورد استفاده در این مطالعه وابسته است. برخلاف مطالعات قبلی که اکثر آنها از بزرگسالان به‌عنوان شرکت‌کننده استفاده کرده بودند، دانش‌آموزان دوره راهنمایی در این مطالعه شرکت داشتند. دانش‌آموزان مدارس کشورمان - ایران - عمدتاً آموزشهایی را دریافت می‌کنند که آنها را به حفظ طوطی‌وار مطالب فرا می‌خوانند. معلمان بیشتر به طرح سؤالهایی در سطح دانش می‌پردازند و کمتر به درک عمیق دانش‌آموزان از مطالب آموزشی توجه دارند. این دلایل شاید کافی باشد که از شرکت‌کنندگان انتظار داشته باشیم در آزمون نگهداری عملکرد بهتر و در آزمون انتقال عملکرد ضعیفی را به نمایش بگذارند. اثر کف (سخت‌بودن آزمون موجب کاهش پاسخهای درست می‌شود) در مجموعه نمره‌های دانش‌آموزان گروهها مؤید این موضوع است. در آزمون انتقال هیچ یک از دانش‌آموزان نمره‌ای بالاتر از پنج (از ۸ نمره ممکن) دریافت نکردند. بالاترین میانگین نمره‌ها نیز به گروه شنیداری ( $M = 2/44$ ) تعلق داشت که کمی بیشتر از نصف میانگین نظری (۴) در آزمون انتقال بود. به طور کلی، یافته‌ها از فرضیه نخست یعنی برتری اصل وجه حسی بر اصل مجاورت در طراحی آموزش چند رسانه‌ای حمایت کرد.

هدف دیگر این پژوهش، تکرار اثرهای منفی افزونگی مشاهده شده در یادگیری چند رسانه‌ای بود. یافته‌ها نشان دادند که یادگیری تبیین علمی شکل‌گیری صاعقه از انیمیشن گفتاری، با افزودن متن بر- صفحه که واژه‌های یکسان با گفتار داشت، آسیب دید. اثر افزونگی حاصل در این پژوهش، با اثرهای افزونگی در محیطهای چند رسانه‌ای مشتمل بر انیمیشن (مه‌یر و دیگران، ۲۰۰۱) و دیاگرام (کالیوگا و دیگران، ۱۹۹۹، ۲۰۰۰) همخوان بود. در هر دو مورد، وقتی درس چند رسانه‌ای با واژه‌های گفتاری و تصویرها ارائه شد، اضافه کردن واژه‌ها به صورت متن چاپی یادگیری را بهبود بخشید. پژوهش حاضر از این طریق که حتی ارائه متن بر- صفحه نزدیک انیمیشن به بهبود یادگیری آسیب می‌رساند و از اثرهای زیانبخش

حافظه کاری محدود افزایش بار داشته باشد و یادگیری آسیب ببیند.

از جنبه عملی، نتایج از اصول طراحی آموزش چند رسانه‌ای حمایت کرد. شنیداری کردن انیمیشن برتری خود را بر نوشتاری کردن آن، حتی زمانی که متن بر- صفحه نزدیک تصویرهای متحرک متناظر بود، حفظ کرد (اصل وجه حسی) و اثر افزونگی نیز از این طریق حذف نشد (اصل افزونگی). براساس اصل وجه حسی، مهمترین یافته این پژوهش، ضرورت ارائه انیمیشنها همراه با گفتار به جای متن بر- صفحه بود. این کاربست به ویژه در پرتو افزایش روزافزون استفاده از انیمیشنها و متن بر- صفحه در لوح فشرده<sup>۱</sup> آموزشی و شبکه جهان گستر اهمیت دارد. توصیه می‌شود طراحان محیطهای یادگیری چند رسانه‌ای انیمیشنهایی خلق کنند که رخدادهای سامانه‌های علی را در مراحل متوالی کوچک به تصویر کشند و هر مرحله از طریق گفتار بدون ارائه اطلاعات متنی دیگر توصیف شود. از سوی دیگر، این مطالعه و نتیجه ناشی از اثر افزونگی، نباید به عنوان مدرکی پذیرفته شود که متن چاپی و متن گفتاری نباید هرگز همراه با یکدیگر ارائه شوند. برای مثال، ارائه درس از طریق پاورپوینت<sup>۲</sup> - که در آن ارائه‌کننده هم صحبت می‌کند و هم واژه‌های چاپی را بر صفحه نشان می‌دهد - می‌تواند سودمند باشد، حتی اگر واژه‌ها در دو وجه حسی ارائه شوند. در ارائه از طریق پاورپوینت، احتمال آهسته‌تر بودن سرعت ارائه نسبت به برنامه چند رسانه‌ای صاعقه وجود دارد. بنابراین، ارائه واژه‌ها در شکل گفتاری و چاپی ممکن است در برخی از موقعیتها مضر باشد (همان طور که در نتایج این مطالعه منعکس شد) اما در موقعیتهای دیگر این گونه نباشد (مانند زمانی که سرعت ارائه آهسته است یا وقتی که مطالب تصویری به‌طور همزمان ارائه نمی‌شوند). پژوهشهای بیشتری لازم است تا شرایط بروز اثرهای افزونگی را مشخص کند. یافته‌های پژوهش حاضر براساس ماهیت مطالب، به ویژگیهای یادگیرندگان و محیط یادگیری محدود شده است. مطالب آموزشی شامل یک تبیین کوتاه علی از چگونگی کار سامانه صاعقه بود. مشخص نیست که در

انواع متون دیگر مانند متن توصیفی یا نقلی نیز نتایج مشابه باشند. همچنین، تفسیر نتایج استخراج شده از مطالعه حاضر در پرتو تفاوت‌های فردی ضروری به نظر می‌رسد. پژوهشهای قبلی نشان داده‌اند که توانش فضایی (مهیر و سیمس، ۱۹۹۴) و تجربه (کالیوگا و دیگران، ۲۰۰۰؛ مهیر و گالینی، ۱۹۹۰) می‌توانند تا اندازه‌ای اثرها را تعدیل کنند. این پژوهش، بر تفاوت‌های فردی در توانش فضایی و/یا دانش قبلی یادگیرندگان متمرکز نبود. فقط دانش‌آموزان کم تجربه مورد مطالعه قرار گرفتند. بر پایه پژوهشهای قبلی، احتمال اندکی وجود دارد که یادگیرندگان با تجربه اثرهای وجه حسی یا افزونگی را نشان دهند (کالیوگا، ایزر، چندلر و سوئلر، ۲۰۰۳؛ مهیر، ۱۹۹۷). اگر ارائه اطلاعات کلامی در وجه شنیداری به دانش‌آموزان فرصت می‌دهد که ظرفیت مؤثر حافظه کاری خود را افزایش دهند، دانش‌آموزان کم تجربه یا کسانی که فاقد الگوی ذهنی برای مطالب آموزشی هستند، افرادی خواهند بود که اغلب از داشتن منابع شناختی چندگانه سود خواهند برد، در حالی که برای افراد باتجربه این اطلاعات چندگانه افزونه خواهد بود. بنابراین، پژوهشهای بیشتری مورد نیاز است تا نقش تفاوت‌های فردی را در یادگیری چند رسانه‌ای تعیین کنند. در نهایت، دانش‌آموزان از یک تبیین چند رسانه‌ای کوتاه که در موقعیت آزمایشگاهی ارائه شد، یاد گرفتند. اما هنوز مشخص نیست که آیا این نتایج به یادگیری در موقعیتهای واقعی آموزش یا کلاس درس که در برگیرنده تعامل‌های زیاد بین دانش‌آموزان و دارای تکالیف یادگیری طولانی‌تری است قابل تعمیم باشد.

## منابع

- Atkinson, R. K. (2002). Optimizing learning from example using animated pedagogical agents. *Journal of Educational Psychology*, 94, 416-427.
- Ainsworth, S. E. (1999). A functional taxonomy of multiple representations. *Computers and Education*, 33, 131- 152.
- Baddeley, A. (1998). Recent developments in work-

- Binns, P. (2006).** Integrating information: A meta-analysis of the spatial contiguity and temporal contiguity effects. *Learning and Instruction, 16*, 511-525.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003).** The expertise reversal effect. *Educational Psychologist, 38*, 23-31.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1999).** Managing split-attention and redundancy in multimedia learning. *Applied Cognitive Psychology, 13*, 351-371.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2000).** Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of Educational Psychology, 92*, 126-136.
- Kirk, R. E. (1995).** *Experimental design: Procedures for the behavioral science* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: Wadsworth Publishing Co.
- Leahy, W., Chandler, P., & Sweller, J. (2003).** When auditory presentations should and should not be a component of multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology, 17*, 401-418.
- Macromedia. (2002).** *Flash MX<sup>TM</sup> [Computer software]*. San Francisco: Author.
- Mayer, R. E. (1996).** Learning strategies for making sense out of expository text: The SOI model for guiding three cognitive processes in knowledge construction. *Educational Psychology Review, 8*, 357-371.
- Mayer, R. E. (1997).** Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist, 32*, 1-19.
- Mayer, R. E. (1999).** Multimedia aids to problem solving transfer. *International Journal of Educational Research, 31*, 611-623.
- Mayer, R. E. (2001).** Meaningful learning from working memory. *Current Opinion in Neurobiology, 8*, 234-238.
- Baker, E. L., & Mayer, R. E. (1999).** Computer-based assessment of problem solving. *Computers in Human Behavior, 15*, 269-282.
- Carlson, R., Chandler, P., & Sweller, J. (2003).** Learning and understanding science instructional material. *Journal of Educational Psychology, 95*, 629-640.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991).** Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction, 8*, 293-332.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1992).** The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology, 62*, 233-246.
- Chandler P., & Sweller, J. (1996).** Cognitive load while learning to use a computer program. *Applied Cognitive Psychology, 10*, 1-20
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991).** Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review, 3*, 149-210.
- Cohen, J. (1988).** *Statistical power analysis for the behavioral science* (2<sup>nd</sup> ed). New York: Academic Press.
- Craig, S. D., Gholson, B., & Driscoll, D. M. (2002).** Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: Effects of agent properties, picture features, and redundancy. *Journal of Educational Psychology, 94*, 428-434.
- Diao, Y., & Sweller, J. (2007).** Redundancy in foreign language reading comprehension instruction: Concurrent written and spoken presentations. *Learning and Instruction, 17*, 78-88.
- Binns, P. (2005).** Meta-analysis of the modality effect. *Learning and Instruction, 15*, 313-331.

- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002a).** Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction, 12*, 107–119.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002b).** Animation as an aid to multimedia learning. *Educational Psychology Review, 14*, 87-99.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003).** Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychology, 38*, 43–52.
- Mayer, R. E., Moreno, R., Boire, M., & Vagge, S. (1999).** Maximizing constructivist learning from multimedia communications by minimizing cognitive load. *Journal of Educational Psychology, 91*, 638–643.
- Mayer, R. E., & Sims, V. K. (1994).** For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology, 84*, 389–401.
- Mayer, R. E., Sobko, K., & Mautone, P. D. (2003).** Social in multimedia learning: Role of speakers voice. *Journal of Educational Psychology, 95*, 419-425.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (1999).** Cognitive principles of multimedia design: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology, 91*, 358–368.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2000).** Engaging students in active learning: The case for personalized multimedia messages. *Journal of Educational Psychology, 92*, 724–733.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002).** Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology, 94*, 156–163.
- Moreno, R., Mayer, R. E., Spire, A., H., & Lester, C., J. (2001).** The case for social agency in words and pictures: An educational psychology of multimedia. *Newsletter for Educational Psychologists, 24*, 1-5.
- Mayer, R. E. (2003).** The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction, 13*, 125–139.
- Mayer, R. E. (2005).** Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp: 31-48). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991).** Animations need narrations: An experimental test of a dual coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology, 83*, 484–490.
- Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1992).** The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology, 84*, 444–452.
- Mayer, R. E., Dow, G. T., & Mayer, S. (2003).** Multimedia learning in an interactive self-explaining environment: What works in the design of agent-based microworlds? *Journal of Educational Psychology, 95*, 806–813.
- Mayer, R. E., & Gallini, J. (1990).** When is an illustration worth a thousand words? *Journal of Educational Psychology, 82*, 715–726.
- Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001).** Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology, 11*, 13–18.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998).** A split-attention effect in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology, 90*, 312–320.

- 296.
- Tabbers, H. (2002).** *The modality of text in multimedia instruction: Refining the design guidelines.* Doctoral dissertation, Open University of the Netherlands, Heerlen.
- Tabbers, H., Martens, R., & Van Merriënboer, J. J. G. (2004).** Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. *British Journal of Educational Psychology, 74*, 71–81.
- Tindall-Ford S., Chandler, P., & Sweller, J. (1997).** When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 3*, 257–287.
- Van Gerven, P. W. M., Paas, F., Van Merriënboer, J. J. G., Hendriks, M., & Schmidt, H. G. (2003).** The efficiency of multimedia learning into old age. *British Journal of Educational Psychology, 73*, 489–505.
- Wittrock, M. C. (1989).** Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist, 24*, 345–376.
- Yeung, A. (1999).** Cognitive load and learner expertise: Split-attention and redundancy effects in reading comprehension tasks with vocabulary definitions. *Journal of Experimental Education, 67*, 120–139.
- Yeung, A. S., Jin, P. & Sweller, J. (1997).** Cognitive load and learner expertise: Split-attention and redundancy effects in reading with explanatory notes. *Contemporary Educational Psychology, 23*, 1–21.
- computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents? *Cognition and Instruction, 19*, 177–213.
- Mousavi, S., Low, R., & Sweller, J. (1995).** Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology, 87*, 319–334.
- Pawley, D., Ayers, P., Cooper, M., & Sweller, J. (2005).** Translating words into equations: A cognitive load theory approach. *Educational Psychology, 25*, 75–97.
- Penney, C. G. (1989).** Modality effects and the structure of short-term verbal memory. *Memory & Cognition, 17*, 398–422.
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003).** Construction and interference in learning from multiple representations. *Learning and Instruction, 13*, 141–156.
- Sweller, J. (1994).** Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction, 4*, 295–312.
- Sweller, J. (2004).** Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science, 32*, 9–31.
- Sweller, J., & Chandler, P. (1994).** Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction, 12*, 185–233.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1998).** Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review, 10*, 251–